

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Навчально-консультаційний
центр заочної освіти
Кафедра агрометеорології та
агрометеорологічних прогнозів

КОМПЛЕКСНИЙ ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ

**Агроекологічна оцінка впливу очікуваних кліматичних умов
на продуктивність соняшнику в Східному регіоні України**

СКЛАД:

1. Агроекологічна оцінка впливу очікуваних кліматичних умов на продуктивність соняшнику в Донецькій області

Виконала студентка групи АЕ-VI
Шаріпова Я.М. - староста
Керівник: к.геогр.н., доцент Жигайло О.Л.

2. Агроекологічна оцінка впливу очікуваних кліматичних умов на продуктивність соняшнику в Дніпропетровській області

Виконала студентка групи АЕ- VI
Шамардак Т.В.
Керівник: к.геогр.н., доцент Жигайло О.Л.

3. Агроекологічна оцінка впливу очікуваних кліматичних умов на продуктивність соняшнику в Луганській області

Виконала студентка групи АЕ- VI
Мевша Т.І.
Керівник: к.геогр.н., доцент Жигайло О.Л.

4. Агроекологічна оцінка впливу очікуваних кліматичних умов на продуктивність соняшнику в Харківській області

Виконала студентка групи АЕ- VI
Забродська В.В.
Керівник: к.геогр.н., доцент Жигайло О.Л.

Провідний науковий керівник: к.геогр.н., доцент Жигайло О.Л.
Рецензент: к.геогр.н., доцент Боровська Г.О.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Навчально-консультаційний
центр заочної освіти
Кафедра агрометеорології та
агрометеорологічних прогнозів

ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ

рівень вищої освіти: спеціаліст

на тему: **Агроекологічна оцінка впливу очікуваних**
кліматичних умов на продуктивність соняшнику в
Харківській області

Виконала студентка групи АЕ-VI
спеціальності 101 «Екологія»,
спеціалізації «Агроекологія»
Забродська Вікторія Володимирівна

Керівник канд. геогр. наук, доцент
Жигайло Олена Леонідівна

Рецензент канд. геогр. наук, доцент
Боровська Галина Олександрівна

Одеса 2017

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Навчально-консультаційний центр заочної освіти _____

Кафедра агрометеорології та агрометеорологічних прогнозів

Рівень вищої освіти _____ спеціаліст _____

Спеціальність 101 «Екологія», спеціалізація «Агроекологія»

(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри агрометеорології та
агрометеорологічних прогнозів

Польовий А.М.

“ 13 ” березня 2017 року

ЗАВДАННЯ
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ СТУДЕНТЦІ

Забродській Вікторії Володимирівні

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту « Агроекологічна оцінка впливу очікуваних кліматичних умов на продуктивність соняшнику в Харківській області»

керівник проекту Жигайло Олена Леонідівна , канд. геогр. наук, доцент
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від « 10 » березня 2017 року № 59 - «С»

2. Строк подання студентом проекту 01 червня 2017 р.

3. Вихідні дані до проекту _____

Агрокліматичні дані за періоди: 1986 – 2005 рр.(фактичні); 2021-2050 (сценарії RCP4.5, RCP8.5). Математична модель формування водно-теплогового режиму та продуктивності соняшнику

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Вивчити основні підходи до оцінки змін клімату в світі та в Україні
Вивчити біологічні особливості культури соняшнику. Умови його вирощування в Україні . Сучасні сорти, що районовані в Україні

Оцінити агрокліматичні умови вирощування соняшнику на досліджуваній території за періоди 1986 – 2005, 2021-2050 рр. за сценаріями RCP4.5 і RCP8.5

За допомогою моделі формування продуктивності соняшнику провести чисельні розрахунки фотосинтетичної продуктивності соняшнику за періоди 1986 – 2005, 2021-2050 рр. за сценаріями RCP4.5 і RCP8.5 у Харківській області

Оцінити ризики недобору врожаю насіння соняшнику.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

Графіки динаміки відносної площі листової поверхні соняшнику за періоди 1986 – 2005 і 2021-2050 рр за сценаріями RCP4.5 і RCP8.5

Графіки динаміки загальної сухої біомаси соняшнику за періоди 1986 – 2005 і 2021-2050 рр за сценаріями RCP4.5 і RCP8.5

Графіки динаміки фотосинтетичного потенціалу соняшнику за періоди 1986 – 2005 і 2021-2050 рр за сценаріями RCP4.5 і RCP8.5

Графіки динаміки чистої продуктивності соняшнику за періоди 1986 – 2005 і 2021-2050 рр за сценаріями RCP4.5 і RCP8.5

Карти ризиків недобору врожаю насіння соняшнику за періоди 1986 – 2005 і 2021-2050 рр за сценаріями RCP4.5 і RCP8.5

6. Консультанти розділів проекту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання 13 березня 2017 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту	Термін виконання етапів проекту	Оцінка виконання етапу	
			у %	за 4-х бальною шкалою
1	Отримання завдання. Огляд літературних джерел. Формування банку даних. Оформлення текстової частини першого розділу	13.03.2017 р.- 26.03.2017 р.	95,0	відмінно
2	Вивчення алгоритму моделі формування продуктивності соняшнику. Розв'язок задач дослідження на ПЕОМ	27.03.2017 р.- 02.04.2017 р.	85,0	добре
	Атестація I	03.04.2017 р.- 08.04.2017 р.	90,0	відмінно
3	Оформлення текстової частини другого розділу. Проведення чисельних експериментів на ПЕОМ.	09.04.2017 р.- 23.04.2017 р.	90,0	відмінно
4	Побудова табличного та графічного матеріалу. Аналіз отриманих розрахунків. Оформлення текстової частини третього розділу	24.04.2017 р.- 02.05.2017 р.	90,0	відмінно
	Атестація II	03.05.2017 р.- 06.05.2017 р.	90,0	відмінно
	Виправлення зауважень, підготовка рукопису дипломного проекту	07.05.2017 р.- 28.05.2017 р.	90,0	відмінно
	Підготовка доповіді та презентації до публічного захисту	29.05.2017 р.- 01.06.2017 р.	90,0	відмінно
	Інтегральна оцінка виконання етапів календарного плану (як середня по етапам)		90,0	

Студентка

_____ (підпис)

Забродська В.В.

(прізвище та ініціали)

Керівник проекту

_____ (підпис)

Жигайло О.Л.

(прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
1 ЕФЕКТИВНЕ ВИРЩУВАННЯ СОНЯШНИКА В СУЧАСНИХ УМОВАХ ГОСПОДАРЮВАННЯ.....	8
1.1 Ріст і розвиток соняшнику. Фази розвитку й онтогенез.....	8
1.2 Ботанічний опис і біологічні властивості соняшнику (Helianthus annuus L.).....	11
1.3 Вимоги соняшнику до ґрунтового-кліматичних умов.....	15
1.4 Ефективні технології вирощування соняшнику з урахуванням погодних умов та кліматичних ресурсів.....	19
2 МОДЕЛЮВАННЯ ВОДНО-ТЕПЛОВОГО РЕЖИМУ ТА ПРОДУКТИВНОСТІ СОНЯШНИКУ ЗА СЦЕНАРІЯМИ АНТРОПОГЕННОГО ВПЛИВУ RCP.....	28
2.1 Моделювання змін клімату за сценаріями антропогенного впливу RCP.....	28
2.2 Моделювання водно-теплового режиму та продуктивності соняшнику.....	29
2.2.1 Опис вхідної інформації для виконання розрахунків по моделі.....	30
2.2.2 Динамічна модель водно-теплового режиму та продуктивності соняшнику.....	32
3 ОЦІНКА ВПЛИВУ АГРОКЛІМАТИЧНИХ УМОВ НА ФОТОСИНТЕТИЧНУ ПРОДУКТИВНІСТЬ СОНЯШНИКУ В ХАРКІВСЬКІЙ ОБЛАСТІ.....	40
3.1 Ґрунтового-кліматична характеристика Харківської області....	40
3.1.1 Агрокліматична характеристика Харківської області...	40

3.1.2	Ґрунти та напрямки землекористування області.....	43
3.2	Оцінка впливу агрокліматичних умов на фотосинтетичну продуктивність соняшнику за сценаріями <i>RCP4.5</i> і <i>RCP8.5</i> ...	45
3.2.1	Аналіз термінів сівби та фаз розвитку соняшнику.....	46
3.2.2	Аналіз агрокліматичних умов вирощування соняшнику	48
3.2.3	Аналіз показників фотосинтетичної діяльності посівів соняшнику.....	50
3.2.4	Аналіз ризиків недобору врожаю насіння соняшника в 2021-2050 рр. в Харківській області.....	58
	ВИСНОВКИ	61
	ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	63
	ДОДАТКИ	65

ВСТУП

Одним з найважливіших завдань кожної країни є задоволення потреб населення в продуктах харчування. Світова статистика засвідчує, що сьогодні зміна клімату на планеті співпадає з періодом наростання продовольчого дефіциту в світовій спільноті. Специфікою розвитку сільськогосподарського виробництва є тісний зв'язок із погодою та кліматом. У зв'язку зі змінами клімату оцінка впливу кліматичних умов на сільське господарство дуже актуальна й слугує основою для продовольчої безпеки країни [4].

Для підвищення ефективності сільського господарства України в умовах зміни клімату необхідне науково обґрунтоване розміщення посівних площ сільськогосподарських культур з врахуванням кліматичних змін, адаптація рослинництва до цих змін, що дозволить найефективніше використовувати природні ресурси в нових кліматичних умовах, досягти стійкого зростання величини і якості врожаю [4].

Рослинництво є базовою галуззю сільськогосподарського виробництва України, однією з провідних ланок агропродовольчого комплексу. Соняшник - основна олійна культура країни. На соняшникову олію припадає 98% загального виробництва олії в Україні. В Україні соняшник - це одна з найпопулярніших культур. Високий рівень рентабельності і попит на насіння спричинили значне розширення його посівних площ.

Мета дипломного проекту – оцінити формування врожаю насіння соняшнику на сільськогосподарських угіддях Харківської області в кліматичних умовах, які склалися на рубежі 20-го - 21-го століть і очікуються до середини 21 століття. .

Основні задачі:

- Надати порівняльну характеристику фаз розвитку соняшнику в Харківській області за середніми багаторічними даними фактичного кліматичного періоду та за сценаріями змін клімату *RCP4.5* і *RCP8.5*.

- Оцінити умови тепло та волого забезпечення посівів соняшнику за умов реалізації сценаріїв *RCP4.5* і *RCP8.5*.
- Розрахувати показники фотосинтетичної продуктивності посівів і врожаю насіння соняшнику за середніми багаторічними даними 1986 – 2005 рр. та за сценаріями змін клімату *RCP4.5* і *RCP8.5*.
- Дати оцінку ризикам недобору врожаю насіння соняшника на сільськогосподарських угіддях Харківської області за період з 2021 по 2050 роки.

Дослідження формування врожаю соняшнику проводилося на основі динамічної моделі продуктивності посівів соняшнику [13]. Для оцінки змін агрокліматичних ресурсів при можливих змінах клімату було використано сценарії *RCP4.5* і *RCP8.5* [19]. За сценаріями було розглянуто кліматичний період з 2021 по 2050 роки.

В роботі використовувались матеріали агрометеорологічних спостережень метеорологічних станцій Харківської області за період 1986 – 2005 рр., що був прийнятий за базовий [1].

1 ЕФЕКТИВНЕ ВИРОЩУВАННЯ СОНЯШНИКА В СУЧАСНИХ УМОВАХ ГОСПОДАРЮВАННЯ

Сільське господарство - одна з найважливіших і життєво необхідних галузей народного господарства, яка виробляє продукцію харчування для населення, сировину для промисловості і товари для експорту. Воно відіграє важливу роль у зміцненні економіки країни, підвищенні життєвого рівня населення і розв'язання соціально-економічних проблем.

Соняшник - це основна олійна культура в Україні. Збільшення об'ємів виробництва соняшнику являється однією з актуальних проблем сільського господарства за останні роки. На його долю приходиться 75% площі посівів усіх олійних культур і до 80% виробництва рослинної олії. Родина соняшнику - це схід Північної Америки. В Україну проник у XVII столітті із Голландії. Початок широкого використання соняшнику як олійної культури пов'язане з ім'ям кріпосного селянина Д.С. Бокарева із колишнього Бірючанського уїзда Вороніжської губернії (нині м. Олексіївна Білгородської області), який у 1835 році за допомогою ручного преса отримав олію із насіння вирощеного ним на городі соняшнику. У Харківській області цій культурі надають великого значення.

1.1 Ріст і розвиток соняшнику. Фази розвитку й онтогенез

Протягом свого життя рослини постійно змінюються як кількісно, так і якісно. Якісні зміни виникають у клітинах рослинного організму та зовні протікають непомітно. Про них роблять висновок лише по кількісних змінах, що характеризуються утворенням нових органів. Зовнішні морфологічні зміни, які пов'язані з процесом розвитку сільськогосподарських культур (диких рослин), називають фазами розвитку.

У соняшника відмічають такі фази росту та розвитку: сходи, перша пара листя, друга пара листя, третя пара листя, утворення суцвіть, цвітіння, формування сім'янки, налив сім'янок, дозрівання сім'янок. У програмі агрометеорологічних вимірювань спостереження ведуть за такими фазами розвитку: сходи, друга пара листя, утворення суцвіть, цвітіння, дозрівання, збиральна стиглість [2].

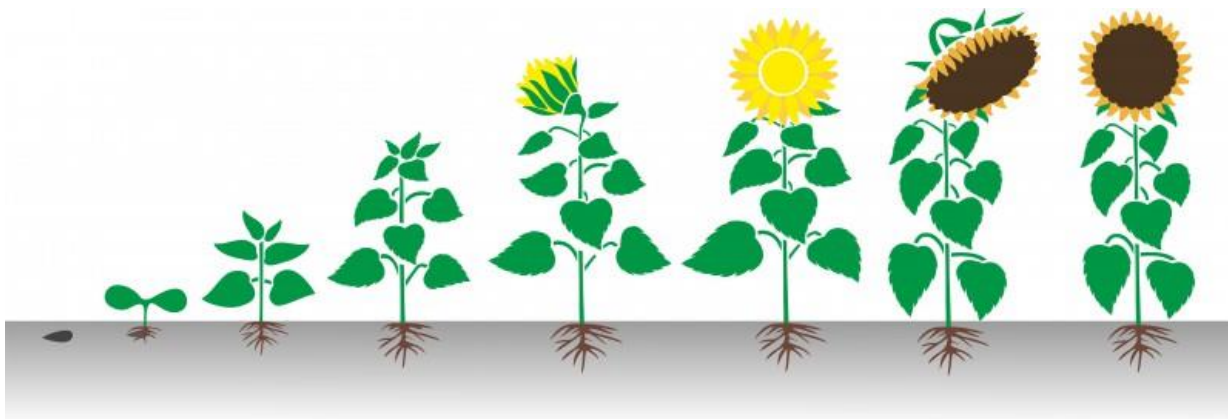


Рисунок 1.1 – Фази розвитку рослин соняшника.

Сходи. Перші сходи (фаза "а") - в окремих місцях сім'ядолі, які з'явилися на поверхні ґрунту, розгорнулися, але рядки не означились; масові сходи (фаза "б") - те саме на більшій частині ділянки, рядки означені чітко.

Друга пара листя. Поява першої пари справжнього листя. Необхідно чітко відрізнити справжнє листя від сім'ядолі.

Утворення суцвіть. Це фаза утворення "кошика", його зовнішні листочки утворюють ніби багатопроменеву зірочку серед верхнього листя.

Цвітіння. Розкрилися трубчаті квітки, які знаходяться біля краю кошика. Якщо до них доторкнутися, на пальцях залишається жовтий пилок.

Дозрівання. У середній частині кошика шкірка зернят набула властивий даному сорту колір (сірий, чорно-фіолетовий та ін.), сформувалося ядро, більша частина листя та язичкові квітки засохли, внутрішня частина кошика пожовкла.

Збиральна стиглість. Підсихання тильної частини кошика.

Фенологічними спостереженнями реєструються основні фази розвитку і росту рослин, однак вони не відображають всіх складних орґаноутворювальних процесів, що протікають в міжфазні періоди. Весь процес орґаногенезу рослин проходить етапами на базі визначених стадій розвитку, тому, встановивши, на який стадії проходить той чи інший етап орґаногенезу, можна потім за станом етапів орґаногенезу з порівняно високим ступенем достовірності судити про стадію розвитку на якій знаходиться рослина.

Для соняшнику існують такі етапи орґаногенезу і провідні процеси: I - конус росту недиференційований, слабо помітний, має плоску форму (сходи); II - конус росту збільшується, утворюються зачатки стебла і листя (перша пара листя); III - утворення квітколожа, зростання нижніх листків (друга пара листя); IV - закладка квіткових горбочків (третя пара листя); у фазу утворення суцвіть відбуваються три етапи орґаногенезу: V- формування покривних і генеративних орґанів квітки, VI - у пильовиках утворюється пилок, у зав'язі - зародковий мішок, VII - ріст квіток, тичинкових ниток; у фазу цвітіння відбуваються VIII - розвиток віночка, обгортка кошика розгортається, з віночка виходить пильовик і IX - цвітіння і запліднення; у фазу формування сім'янки проходить X етап - формування сім'янки (ріст в довжину); XI - відкладення запасних речовин, накопичення масла (налив сім'янок); XII - перехід поживних речовин в запасні, збільшення вмісту олії (дозрівання сім'янок) [12].

У кожен міжфазний період визначаються елементи продуктивності соняшнику. Від сходів до другої пари листя визначається число рослин на площі, від другої пари листя до утворення суцвіть - габітус рослин (висота, гіллястість), від утворення суцвіть до цвітіння - число квіток в суцвітті, від цвітіння до дозрівання на X-му етапі - розмір сім'янки, на XI-му – маса сім'янки.

1.2 Ботанічний опис і біологічні властивості соняшнику (*Helianthus annuus* L.)

Соняшник відноситься до сімейства айстрових (*Asteraceae*) або складноцвітих (*Compositae*) [12].

Корінь стрижневий, проникає при хороших ґрунтових умовах на глибину

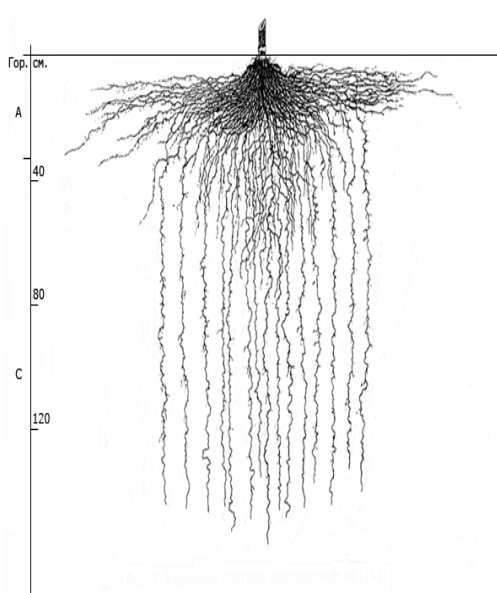


Рис. 1.2 – Коренева система

3 м і більше. Стрижневий корінь росте дуже швидко і перевищує ріст стебла. У стадії 4 ... 5 листків довжина кореня досягає 60 ... 70 см. Він дуже чутливий до ущільнень ґрунту і підґрунтя. Рослина утворює потужну систему бічних коренів і корінців, частина яких йде паралельно головному кореню на відстань 20 ... 40 см, а частина поширюється в шарі ґрунту 10 ... 45 см з загином вглуб, утворюючи густу мережу дрібних корінців (рис. 1.2). Найбільш інтенсивний

ріст коренів відбувається в період від утворення кошика до цвітіння.

Маючи таку сильно гіллясту систему бічних коренів і корінців, які складають 50 ... 70% кореневої маси і у добре розвинених рослин можуть досягати діаметру 1,5 м, а також швидкопроникаючій вглиб головний корінь, соняшник може витримувати посуху і добре засвоювати поживні речовини і ґрунтову вологу. При більш вологих умовах коріння розвиваються ближче до поверхні ґрунту, тому рослини стають менш стійкі до вітрового навантаження і, отже, до вилягання. Дрібне поширення коренів при надлишку вологи слід враховувати, обробляючи міжряддя. При стійкій сухій погоді коріння проникають глибше.

Завдяки потужній кореневій системі соняшник найбільш повно, в порівнянні з іншими однорічними рослинами, використовує вологу і поживні речовини з глибоких шарів ґрунту [12].

Стебло у сучасних сортів і гібридів не розгалужено, висотою від 0,6 до 4 м, діаметр нижньої частини його в посівах 2 ... 4 см, більш-менш волосисте, трав'янисте, що дерев'яніє в його нижній частині. Стебло закінчується суцвіттям. На початку дозрівання верхні частини стебла згинаються під вагою кошика, причому бажано, щоб кути нахилу верхніх частин стебел з кошиками до уявного продовження прямостоячого стебла складали 115 ... 135 ° (рис. 1.3).

Листя на стеблі розташовані спіральсно, тільки перші чотири листи супротивні. Вони мають більш-менш серцеподібну форму, покриті короткими жорсткими волосками. Довжина листя від 10 до 40 см. Найбільш великі листи знаходяться в середній частині стебла. Вони складають 80% асиміляційної поверхні всієї рослини і зберігають свою активність після цвітіння тривалий час. Листя, а також суцвіття до початку цвітіння повертаються протягом дня по ходу сонця від сходу на захід, тобто вранці вони спрямовані на схід і протягом дня повертаються через південь на захід. Цим посилюється продуктивність фотосинтезу приблизно на 10%.

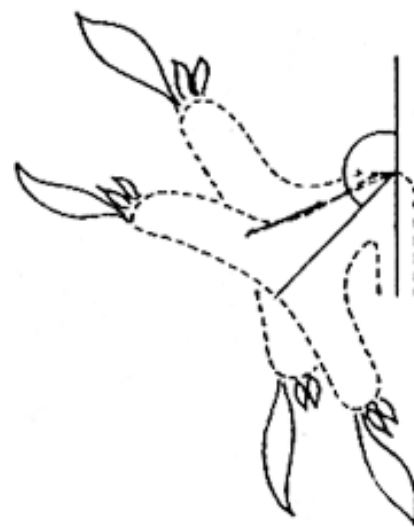


Рис. 1.3 – Бажані кути нахилу стебел з кошиками

Суцвіття має коротку вісь і являє собою кошик. Днище кошику рівне або злегка опукле і складається з серцевинної тканини, в якій розгалужуються судинні тканини стебла, що постачають у квіти поживні речовини.

На краї кошика знаходяться в 2-х ... 3-х рядах приквітки (рис. 1.4). Зовнішні квіти - стерильні язичкові з жовтими пелюстками - розміщуються в одному - двох рядах. Їх число незалежно від розміру кошика не більше 100. Більшість квітів кошика - трубчасті. Залежно від розміру кошика їх кількість коливається від 1000 до 2000. Центр кошика гірше забезпечується

живильними речовинами, тому в ньому в залежності від умов живлення більша або менша частина квітів не запліднюється та залишається стерильною.

Цвітіння відбувається від краю до центру. Тривалість цвітіння окремого кошика - 5 ... 12 днів, стеблостою загалом - близько 3 тижнів. Під час цвітіння кошики приймають стабільний напрямок на південний схід, що захищає сім'янки, які утворюються від сильної інсоляції.

Запліднення рильця, як правило, перехресне. Це обумовлено тим, що пильовики звільняють пилок раніше, ніж рильця досягають повного розвитку. Перехресне запилення на 99% відбувається комахами (бджолами, джмелями), запліднення вітром мало ефективно [12,18].

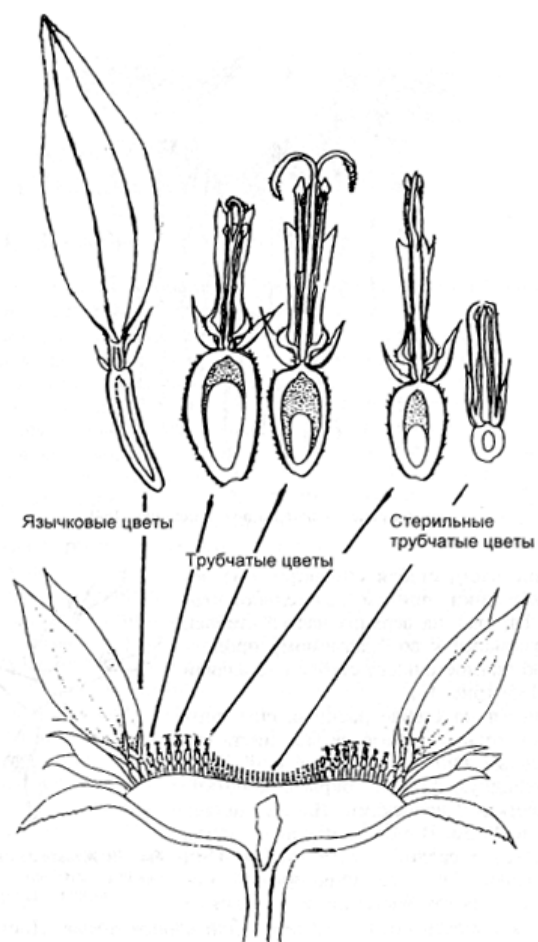


Рис. 1.4 - Будова кошика і квітів

Плід соняшнику - горіхоподібна сім'янка. Від справжнього горіха відрізняється тим, що насіннева і плодова шкірка у неї зрослася і утворює твердий перикарпій, навколишній зародок і сильно розвинені сім'ядолі, в яких накопичені масло і протеїни в якості запасних речовин .

За розміром і масою тисячі сім'янок (МТС) відрізняють два типи соняшнику:

- *олійний* - з дрібною сім'янкою (МТС 40 ... 200 г, у сучасних гібридів і сортів, як правило, 50 ... 70 г) і більш високим вмістом олії (42 ... 55%); шкірка у них, як правило, відносно тонка і чорного кольору;
- *живильний* - з більшою сім'янкою (МТС 100 ... 200 г) і більш низьким вмістом олії (до 30%); шкірка, як правило, більш товста. Сім'янки по краю кошика більші і містять більше олії, ніж розташовані ближче до центру.

Після збирання сім'янки знаходяться 40 ... 50 днів в періоді спокою.

Соняшник - фотоперіодично нейтральна рослина, але є генотипи, що проявляють амбіфотоперіодичну реакцію, тобто у них короткий (<11 год.) і довгий (> 14 год.) день. Зазвичай у більшості генотипів цей процес затягується і при довжині дня 11 ... 14 годин створюються умови для переходу в генеративну фазу. На перехід рослин в генеративну фазу впливає також інтенсивність світла. За високої інсоляції цей перехід, як і цвітіння, відбуваються раніше.

Фотосинтетична здатність виключно висока, і хоча за типом асиміляції соняшник C_3 - рослина, його фотосинтетична активність дорівнює фотосинтетичній активності кукурудзи (C_4 - рослина). Неттофотосинтез соняшнику становить 40 ... 50 мг $CO_2/дм^2 \cdot год$, тобто вдвічі вище, ніж неттофотосинтез пшениці (20 ... 25 мг $CO_2/дм^2 \cdot год$). Фотосинтез починається при температурах трохи нижче $20^\circ C$, закінчується при температурі трохи вище $30^\circ C$, оптимум припадає на $27^\circ C$ [12,18].

При хорошому постачанні вологи рослини соняшнику споживають надмірно багато води. При зростанні в умовах повної польової вологості ґрунту транспіраційний коефіцієнт становить близько 630 л/кг сухої маси (СМ), у пшениці він дорівнює 570, а у кукурудзи - лише 220 л/кг СМ. При польовій вологості ґрунту в період, близький до точки в'янення, транспіраційний коефіцієнт у соняшнику становить 450, пшениці - 530, кукурудзи - 170 л/кг СМ. Здатність до високого споживання вологи пояснюється низьким опором при транспорті води через рослину і низьким устячковим опором.

Тривалість вегетаційного періоду у соняшнику становить від 150 до 170 днів. Соняшник проходить різні стадії росту і розвитку. (див. підрозділ 1.2). На період від посіву до появи сходів потрібно в залежності від ґрунтової температури від 7 до 20 днів. Після появи сходів до утворення 10-го листа насамперед розвивається коренева система. Продуціювання сухої маси досягає 10 кг/га/день. Цей період має тривалість 40 днів. У наступній фазі до цвітіння, коли сформувалася велика частина кореневої системи, відбувається

основне зростання і найбільше поглинання поживних речовин і води. Створення сухої маси досягає 200 кг /га/день. Тривалість цієї фази 35 ... 40 днів. У період цвітіння після запліднення починається налив насіння. До створення квіткових бутонів асиміляти в основному спрямовані в кореневу систему і нижню частину рослини.

У період цвітіння напрямок потоку асимілятів змінюється і корзинка з квітами стає центром тяжіння («sink») для асимілятів. Створення сухої маси ще становить 100 ... 150 кг/га/день. Після завершення цвітіння створення сухої маси різко знижується і не перевищує 30 ... 40 кг/га/день. Асиміляти пересуваються з листя і стебла в сім'янки, починається утворення олії. Світловий фактор не впливає на цей процес. Фізіологічна стиглість досягається при вологості сім'янок 25%. Період наливу і дозрівання триває від 45 до 60 днів [12,18].

Характеристика сучасних сортів та гібридів соняшнику. В Україні соняшник слід висівати у Степу і Лісостепу та зменшити його площі в малосприятливих по зволоженню областях [16].

Для сівби використовують тільки включені до Реєстру сорти та гібриди, стійки до основних хвороб, шкідників і чутливі до внесення добрив (Додаток В).

1.3 Вимоги соняшнику до ґрунтово-кліматичних умов

Вимоги соняшнику до клімату високі.

Вимоги до світла. Соняшник дуже світлолюбна культура, тому при похмурій погоді і в затінених умовах зростання і розвиток його пригнічуються.

Загущення призводить до витягування рослин, утворення на них дрібного жовтіючого листя. Так як він є рослиною короткого дня, то при збільшенні довжини дня посилюється ріст рослин і накопичення зеленої

маси, але при цьому затримується цвітіння і дозрівання. Тому при просуванні цієї культури з півдня на північ зростає продуктивність зеленої маси, але затримується дозрівання насіння і врожайність їх зменшується. Цвітіння настає приблизно через 50-60 днів після сходів і триває 20-25 днів (кожен кошик цвіте 8-10 днів). Максимальні прирости їх відзначаються протягом 8-10 днів після завершення цвітіння, але зростання триває до самого пожовтіння. Залежно від гібрида (сорти) і умов обробітку дозрівання їх відзначається через 70-120 днів після появи сходів, а налив сім'янок - протягом 32-42 днів з часу запліднення. Післязбиральне фізіологічне дозрівання сім'янок може коливатися від 10 до 50 днів [12,18].

Соняшник - фотоперіодично нейтральна рослина, але є генотипи, що проявляють амбіфотоперіодичну реакцію, тобто у них короткий (<11 год.) і довгий (> 14 год.) день. Зазвичай у більшості генотипів цей процес затягується і при довжині дня 11 ... 14 годин створюються умови для переходу в генеративну фазу. На перехід рослин в генеративну фазу впливає також інтенсивність світла. За високої інсоляції цей перехід, як і цвітіння, відбуваються раніше.

Фотосинтетична здатність виключно висока, і хоча за типом асиміляції соняшник C_3 - рослина, його фотосинтетична активність дорівнює фотосинтетичній активності кукурудзи (C_4 - рослина). Неттофотосинтез соняшнику становить 40 ... 50 мг $CO_2/дм^2 \cdot год$, тобто вдвічі вище, ніж неттофотосинтез пшениці (20 ... 25 мг $CO_2/дм^2 \cdot год$). Фотосинтез починається при температурах трохи нижче $20^\circ C$, закінчується при температурі трохи вище $30^\circ C$, оптимум припадає на $27^\circ C$ [12,18].

При хорошому постачанні вологи рослини соняшнику споживають надмірно багато води. При зростанні в умовах повної польової вологості ґрунту транспіраційний коефіцієнт становить близько 630 л/кг сухої маси (СМ), у пшениці він дорівнює 570, а у кукурудзи - лише 220 л/кг СМ. При польовій вологості ґрунту в період, близький до точки в'янення, транспіраційний коефіцієнт у соняшнику становить 450, пшениці - 530,

кукурудзи - 170 л/кг СМ. Здатність до високого споживання вологи пояснюється низьким опором при транспорті води через рослину і низьким устячковим опором.

Тривалість вегетаційного періоду у соняшнику становить від 150 до 170 днів. Соняшник проходить різні стадії росту і розвитку. На період від посіву до появи сходів потрібно в залежності від ґрунтової температури від 7 до 20 днів. Після появи сходів до утворення 10-го листа насамперед розвивається коренева система. Продуціювання сухої маси досягає 10 кг/га/день. Цей період має тривалість 40 днів. У наступній фазі до цвітіння, коли сформувалася велика частина кореневої системи, відбувається основне зростання і найбільше поглинання поживних речовин і води. Створення сухої маси досягає 200 кг/га/день. Тривалість цієї фази 35 ... 40 днів. У період цвітіння після запліднення починається налив насіння. До створення квіткових бутонів асиміляти в основному спрямовані в кореневу систему і нижню частину рослини.

У період цвітіння напрямок потоку асимілятів змінюється і корзинка з квітами стає центром тяжіння («sink») для асимілятів. Створення сухої маси ще становить 100 ... 150 кг/га/день. Після завершення цвітіння створення сухої маси різко знижується і не перевищує 30 ... 40 кг/га/день. Асиміляти пересуваються з листя і стебла в сім'янки, починається утворення олії. Світловий фактор не впливає на цей процес. Однак у багатьох генотипів при високих температурах відзначається тенденція до зниження вмісту олії, а також змінюється співвідношення різних жирних кислот: підвищується частка олеїнової кислоти і знижується вміст лінолевої кислоти. Фізіологічна стиглість досягається при вологості сім'янок 25%. Період наливу і дозрівання триває від 45 до 60 днів [12,18].

Вимоги до тепла. Мінімальна температура проростання 5° С, при посіві температура ґрунту повинна бути не нижче 6 ... 8° С. Мінімальна сума ефективних температур (> 6° С) для ранньостиглих сортів і гібридів, що мають тривалість вегетаційного періоду близько 150 днів, становить 1450 ° С, тобто починаючи з другої половини травня середня температура повинна

бути 15° С. Особливо високі вимоги до тепла в періоди інтенсивного розвитку і цвітіння до дозрівання (липень ... вересень). Оптимальна температура для фотосинтезу 25° С. Сходи переносять пізні заморозки до -5° С. Похолодання в період утворення закладок квіток (в фазі 8 ... 12 листів) знижує число закладок квіток. Для вирощування соняшнику виключаються райони з частими весняними заморозками, а також ті, в яких не забезпечується збирання врожаю до кінця вересня [12,18].

Вимоги до вологи. Придатність місцевості для вирощування соняшнику визначає не тільки сума ефективних температур, за якою судять про принципові придатності місцевості. Соняшник дуже вибагливий до вологи, тому врожайність і ефективність його вирощування обмежуються забезпеченням вимог рослин до вологи. Соняшник може витягувати вологу з глибших шарів ґрунту. Добра опушеність стебел і листя, а також пристосованість продихів до постійної транспірації сприяють великій стійкості до спеки і посухи, особливо до початку цвітіння. Найбільше вологи (60%) рослини споживають в критичний період - від утворення кошиків до кінця цвітіння, перед і після нього цей показник становить відповідно 22% і 18%. Нестача вологи в ґрунті в цей час вважається однією з причин пустозерності в центрі кошиків. Транспіраційний коефіцієнт у цієї культури дорівнює 470-570. Добре розвинені посіви соняшнику за вегетаційний період споживають від 500 до 600 мм води, а мінімальна потреба в воді задовольняється при 350 ... 400 мм опадів. Особливо вимогливі до вологи рослини під час утворення бутонів до цвітіння. Таку велику потребу в воді соняшнику забезпечує його потужна коренева система, яка може засвоювати водні ресурси ґрунту з великої глибини і при великій водоутримуючій силі ґрунту [12,18].

У регіонах з континентальним кліматом на більш важких ґрунтах, наприклад, чорноземах соняшник повністю використовує накопичені в зимовий період водні ресурси ґрунту. Завдяки цьому він проявляє відносну посухостійкість. При ранній нестачі вологи знижується поверхня листя і утворення числа квітів на кошику, в результаті чого зменшується

врожайність. При пізньому настанні періоду нестачі вологи листя швидко старіє, чим обумовлюється зниження вмісту олії.

Для обробітку соняшнику виключаються місцевості з високою вологістю повітря, особливо в період цвітіння і дозрівання рослин, а також тіністі і вітряні місця через небезпеку ураження білою (*Sclerotinia sclerotiorum*) і сірою гниллю (*Botryotinia fuckeliana*, анаморф.: *Botrytis cinerea*).

Вимоги до ґрунту. Вимоги соняшнику до ґрунту визначаються в першу чергу властивостями його кореневої системи і потребою у воді. Ґрунти з глибоким орним шаром, хорошою проникністю для коренів, без ущільнень ґрунту і підґрунтя, з високою корисною вологоємністю придатні для вирощування соняшнику. Вони здатні забезпечити в вегетаційний період рослини вологою і поживними речовинами [12,18].

1.4 Ефективні технології вирощування соняшнику з урахуванням погодних умов та кліматичних ресурсів

Сучасна екологічно безпечна, ресурсо- та енергозберігаюча технологія вирощування соняшнику передбачає комплексне й поточне проведення належних механізованих операцій в установлені строки для створення оптимальних умов розвитку й росту рослин протягом вегетації [6,15].

Розміщення соняшнику в полях сівозміни. Чергування культур у сівозміні спрямоване на підвищення родючості ґрунту, знищення бур'янів, шкідників і хвороб без використання хімічних засобів і одержання високих урожаїв.

Інститут олійних культур Української академії аграрних наук в Запоріжжі рекомендує наступне чергування культур в сівозміні.

I. 1 - пар чистий; 2 - озима пшениця; 3 - озима пшениця; 4 - соняшник; 5 ячмінь ярий; 6 - кукурудза на силос; 7 - озима пшениця; 8 - кукурудза на зерно;

II. 1 - пар чистий; 2 - озима пшениця; 3 - соняшник; 4 - кукурудза на силос або зерно; 5 - озима пшениця; 6 - пар чистий; 7 - озима пшениця; 8 - озима пшениця; 9 - кукурудза на зерно; 10 - ярий ячмінь.

У регіонах з достатнім зволоженням можливі наступні включення соняшнику в сівозміни:

I. 1 - соняшник; 2 - озима пшениця; 3 озимий ячмінь; 4 - цукрові буряки; 5 - ярий ячмінь;

II. 1 - соняшник; 2 - ярий ячмінь; 3 - озима пшениця; 4 - картопля; 5 - тритикале;

III. 1 - соняшник; 2 - ярий ячмінь; 3 - озима пшениця; 4 - кукурудза на силос; 5 - озима пшениця;

IV. 1 - соняшник; 2 - ярий ячмінь; 3 - конюшина-трав'яна суміш; 4 - озима пшениця; 5 - ярий ячмінь.

Удобрення. Наявність елементів мінерального живлення в ґрунті в оптимальних співвідношеннях сприяє підвищенню продуктивності рослин, поліпшенню якості насіння [6,15].

Згідно з даними французьких дослідників, співвідношення між поглинанням з урожаєм і поверненням з рослинними залишками в ґрунт для різних поживних речовин неоднакове (табл. 1.1).

Таблиця 1.1 – Поглинання, винос і повернення поживних речовин у ґрунт при врожайності 35 ц / га

Поживні речовини	Поглинання, кг/га	Винос із врожаєм		Повернення з рослинними рештками в ґрунт	
		кг/га	%	кг/га	%
P ₂ O ₅	87	54	62	33	38
K ₂ O	385	82	21	303	79
MgO	70	14	20	56	80
CaO	210	6	3	204	97

Крім встановлення норм добрив за рекомендаціями науково-дослідних установ, можна визначати їх розрахунковими методами, з яких найбільш

поширеним є розрахунок за вмістом поживних речовин у ґрунті (на заплановану врожайність).

Системи обробітку ґрунту. Вибір заходів з обробітку ґрунту під соняшник залежить від виду ґрунту, співвідношення між культурами в даному сівозміні, клімату і погоди, від переважної форми органічного добрива і небезпеки вітрової та водної ерозії. Вибір визначається також вимогами соняшнику, ступенем, глибиною і поширенням шкідливих ущільнень ґрунту на даному полі, глибиною і часткою площі від слідів коліс, актуальною вологістю і несучою здатністю ґрунту, кількістю, розподілом і властивостями рослинних залишків, а також видом і щільністю бур'янів на одиниці площі. За екологічних і економічних причин мета при обробці ґрунту повинна досягатися можливо меншим числом робочих операцій і меншою інтенсивністю її обробки [6,15].

Сівба. При вирощуванні сортів соняшнику використовують кондиційне насіння (рН1 – 3), схожість якого не менша 87 %, чистота 98 % (із вмістом облущеного насіння – не більше 2 %); гібридів (F1) — відповідно 85 та 98 % (із вмістом облущеного насіння не більше 3%). Проти хвороб (іржі, несправжньої борошнистої роси, гнилей, фомозу та ін.) насіння протруюють, використовуючи поширений протруювач ТМТД (3 кг препарату на 1 т насіння). Високоолійні сорти соняшнику в усіх зонах України висівати надто рано не слід. У південному і північному Степу, а також у східній частині Лісостепу при сівбі в середні строки, коли ґрунт на глибині 10 см прогрівається до 8 – 12 °С, одержують найбільші врожаї насіння [6,15].

Термін посіву залежить від температури ґрунту. Оптимальний термін відносно короткий. З одного боку, температура проростання соняшнику виключає дуже ранній посів, з іншого запізнений - призводить до пізнього дозрівання, що в багатьох регіонах навіть при обробленні ранньостиглих сортів і гібридів викликає зниження врожайності і ефективності. Можна сіяти, коли температура ґрунту на глибині 5 см досягає 8 °С. Поява сходів у великій мірі залежить від температури ґрунту. Необхідна сума температур від посіву до появи сходів становить 70 ... 80 °С. При оптимальному терміні

посіву сходи з'являються через 10 ... 15 днів, при його недотриманні - через 20 і більше днів (табл. 1.2).

Таблиця 1.2 – Вплив строку сівби на терміни появи сходів і збирання соняшника

Строк посіву, дата	Термін появи сходів		Термін збирання	
	Дата	Час від посіву до появи сходів, дні	Дата	Час від появи сходів до збирання, дні
01.04	22.04	21	14.09	144
10.04	27.04	16	16.09	141
20.04	02.05	11	20.09	139
30.04	11.05	10	30.09	140
10.05	19.05	8	10.10	152
20.05	27.05	6	01.11	156

Чим довший період від посіву до появи сходів, тим більше небезпека пошкодження мишами, птахами (голубами, фазанами) і збудниками хвороб. Тому потрібно вибрати не пізній, але і не дуже ранній термін посіву. У багатьох регіонах соняшник доцільно сіяти відразу після цукрових буряків. Численні спостереження в різних регіонах вирощування соняшнику свідчать про те, що при пізніх посівах (у травні) знижується врожайність (табл.1.3).

Таблиця 1.3 – Вплив строку сівби на врожайність соняшнику

Строк посіву, дата	Урожайність, ц/га
07.04	39,5
11.04	38,4
23.04	37,2
04.05	27,8
18.05	24,9

У районах Степу та східному Лісостепу середні строки сівби рекомендується диференціювати залежно від засміченості поля. На відносно чистих від бур'янів полях кращими є строки сівби соняшнику при прогріванні ґрунту на глибині загортання насіння до 8 – 10 °С. Закінчують

висівання при температурі 12 – 14 °С. На дуже засмічених полях висівати соняшник слід трохи пізніше, при прогріванні ґрунту до 10 – 12 °С, і знищувати основну масу бур'янів, які проросли, передпосівною культивуацією [6,15].

Густота стояння, норма висіву та ширина міжрядь. Оптимальна густота стояння - одна з важливих передумов високих врожаїв. Для її досягнення першорядне значення має правильний вибір норми висіву. Рівномірна густота стояння у соняшнику важливіша, ніж у інших олійних культур, так як від неї залежать великою мірою розмір кошиків і висота зростання (табл. 1.4).

Таблиця 1.4 – Вплив густоти стояння на діаметр кошика і висоту рослин

Рослини (кошики), тис/га	Діаметр кошика, см	Висота росту рослин, см
42,5	18,2	149
53,5	16,2	161
67,0	14,6	173
81,0	14,1	182
97,0	12,3	193

При нерівномірній густоті стояння гніздами спостерігається полягання рослин і відбувається нерівномірне дозрівання великих і маленьких кошиків, що ускладнює збирання і підвищує втрати. При низькій густоті посівів діаметр кошиків більше і насіння більше. Цим певною мірою можна компенсувати недобір від низького числа рослин на гектарі. Але великі кошики повільніше дозрівають, а велике насіння при обмолоті легко очищається від шкірки. Густота посівів повинна забезпечити високі врожаї з одиниці площі в конкретних ґрунтово-кліматичних умовах. Досвід показав, що густота посівів вище 70000 рослин / м² не дає ніяких переваг при будь-яких умовах. При зріджуванні сходів в результаті пошкодження комахами, ураженням хворобами і несприятливій погоді найнижча межа ефективності вирощування соняшнику - 30000 рослин / га при більш-менш рівномірному їх розподілі по площі [6,15].

Глибина загортання насіння соняшнику становить 6 – 8 см. Умовою одержання високого врожаю насіння є дотримання рекомендованої густоти посіву і рівномірне розміщення рослин на площі. При інтенсивній технології, коли густоту рослин регулюють не прориванням, а нормою висіву, треба висівати тільки висококондиційне насіння.

Інститут олійних культур Української академії аграрних наук в Запоріжжі рекомендує для різних зон України такі густоти стояння (табл. 1.5).

Таблиця 1.5 – Рекомендована густина посівів соняшнику по зонах України

Зона	Область	Кількість, тис. рослин/га
Південний Степ	Херсонська, Миколаївська, Одеська, Запорізька (південні райони), Крим	35...40
Зрошені землі	Всі області південного степу	55...60
Центральна частина	Запорізька (північні райони)	45...60
Північний Степ:		
західна частина	Кіровоградська (західні райони), Одеська (північні райони)	50...55
центральна частина	Кіровоградська (східні райони), Дніпропетровська (північні райони)	50...55
	Дніпропетровська (південні райони)	45...50
східна частина	Донецька, Луганська	45...50
Лісостеп	Всі області зони	55...57

При нормальних умовах польова схожість становить 80 ... 85%.

Великий вплив на компоненти врожайності має площа живлення однієї рослини, правильне визначення якої є основним чинником швидкого своєчасного дозрівання. Крім норми висіву площа живлення визначається шириною міжрядь, що обумовлює при даній нормі висіву відстань між насінням в ряду. Ширину міжрядь часто вибирають, виходячи з намічених заходів догляду відповідно до ширини регулювання просапних знарядь. У багатьох регіонах раніше застосовували ширину міжрядь 70 ... 75 см, використовуючи наявну техніку для вирощування кукурудзи. В даний час

найпоширеніша і оптимальна ширина міжрядь - 45 ... 60 см. Чим менше ширина міжрядь, тим рівномірніше буде площа живлення. При цьому більш рівномірно розташовані листя активно асимілюють внаслідок меншого затінення одне одного, коренева система швидше пронизує весь обсяг ґрунту в міжряддях, бур'яни активніше пригнічуються і, що особливо важливо в степових регіонах ґрунт краще захищається від непродуктивного випаровування вологи [6,15].

Догляд за посівами. Слідом за посівом ґрунт необхідно прикоткувати. Важливим прийомом догляду за посівами соняшнику є боронування до і після появи сходів

При похолоданні після сівби з'явлення сходів соняшнику затримується. В такі роки для повнішого знищення бур'янів і запобігання утворенню ґрунтової кірки проводять дворазове боронування: перше – через 5-6 днів після сівби, друге – за 3 – 4 дні до появи сходів. [6,15].

Післясходове боронування соняшнику проводять у фазі 2 – 3 пар справжніх листків.

Десикація. У посівах соняшнику рослини досягають нерівномірно. Через 20 - 25 днів після цвітіння вміст олії в насінні досягає максимуму, але накопичення масла триває у міру збільшення маси насіння, яке закінчується на 35 - 40-й день після цвітіння (фаза фізіологічної стиглості). Далі відбувається фізичне випаровування води із сім'янки і настає фаза повної (господарської) стиглості. Для прискорення збирання і одержання сухого насіння посіви обробляють десикантами при середній вологості насіння на кореню не більше 30 %. Обприскування рослин десикантами при більш високій вологості насіння погіршує його якість – зменшується маса ядра і врожаю в цілому внаслідок гальмування фізіологічних процесів [6,15].

Десикацію проводять через 35 – 40 днів після повного цвітіння хлоратом магнію (20 кг/га) або реглоном (2 л/га). У вологу осінь, а також у роки епіфітотійного розвитку кошикових форм гнилі збільшують норми хлорату магнію до 25 – 30 кг/га, або реглону – до 2,5 – 3 л/га.

Десиканти діють швидше при середньодобовій температурі понад 13 – 14 °С. Обробляти посіви ними треба в не спекотний час доби до 9 – 10 і після 15 – 16 год. З екологічної точки зору захід небажаний.

Зрошення соняшника. В посушливих умовах України жоден захід не впливає так на підвищення врожайності соняшнику, як зрошення. В Україні основні площі зрошуваних посівів соняшнику розміщені в АР Крим, Одеській, Харківській, Миколаївській, Херсонській, Запорізькій, Дніпропетровській та Донецькій областях [6,15].

Для формування врожаю 26 – 30 ц/га соняшник використовує 4500 – 5000 м³/га води, в тому числі в період сходи - формування кошика 20 – 30 %, формування кошика – цвітіння 40 – 50 і цвітіння – досягання 30 – 40 %. У роки із середньою забезпеченістю вологою достатньо провести 2 – 3, а в посушливі 3 – 4, іноді 5 вегетаційних поливів. На кожен полив дощуванням витрати води становлять відповідно 500 – 600 і 500 м³/га, по борознах – 600-700 м³/га. Час проведення вегетаційних поливів визначають за вмістом вологи в ґрунті з тим, щоб підтримувати вологість на постійному рівні – 60-70% НВ до цвітіння і 75 – 80 % від цвітіння до початку досягання [6,15].

Ефективніше поливати посіви за попередньо нарізаними у міжряддях щілинами.

При поливі дощуванням треба враховувати, що краплі води, які залишаються на листках, під прямими сонячними променями діють подібно до лінзи, тому в цих місцях листки обпалюються і тканина їх гине, зменшується площа асиміляції. Тому не варто поливати соняшник дощуванням у сонячні дні.

При вирощуванні соняшнику на зрошуваних землях збільшують норми добрив. Кращі результати дає норма N₆₀P₁₂₀K₆₀, а на темно-каштанових ґрунтах півдня – N₆₀P₁₂₀.

Густота посіву на час збирання урожаю має становити 55 – 60 тис./га рослин.

Весняний передпосівний обробіток ґрунту, строки й способи сівби, прийоми догляду за посівами соняшнику такі самі, як і без зрошування. Тільки більшу увагу треба приділяти знищенню бур'янів.

За даними наукових установ, зрошування в Україні сприяє підвищенню врожаю насіння соняшнику на 10,1 – 12,6 ц/га.

Оранка на глибину 30 – 32 см із щільованням, внесення гною 20 т/га і $N_{120}P_{120}K_{60}$, густина посівів 60 тис./га рослин і чотири вегетаційні поливи по нарізаних у міжряддях щілинах при зрошувальній нормі 2100 м³/га забезпечили на Миколаївській сільськогосподарській дослідній станції врожай 42,1 ц/га насіння [6,15].

У південному Степу в умовах зрошення ефективно вирощування соняшнику в поукісних посівах після озимої пшениці, жита на зелений корм, ріпаку та інших культур.

Збирання врожаю. Урожайність соняшнику залежить від строку збирання, який визначають за ступенем стиглості та вологістю насіння [4]. Залежно від погодних умов урожай починають збирати через 7 – 10 днів після обробки посівів хлоратом магнію і через 5 - 6 днів – реглоном. За цей час на оброблених полях вологість насіння знижується до 12 – 15 %. Збирають соняшник у фазі господарської стиглості, коли рослин з жовтими і жовтобурими кошиками в посівах становить 12 – 16 %, а з бурими й сухими – 85 - 88 %. У Степу починають збирати соняшник при середній вологості насіння 12 – 14 %, у Лісостепу – 16 - 18 %.

Гібриди досягають дружно, особливо після обробки рослин десикантами. Тому збирання їх починають при вологості насіння 17 – 19 %, а у вологу осінь – 20 - 22 % [6,15].

За 2 - 3 дні до початку збиральних робіт поле обкошують і розбивають на загінки, прокладають транспортні й розвантажувальні магістралі.

2 МОДЕЛЮВАННЯ ВОДНО-ТЕПЛОВОГО РЕЖИМУ ТА ПРОДУКТИВНОСТІ СОНЯШНИКУ ЗА СЦЕНАРІЯМИ АНТРОПОГЕННОГО ВПЛИВУ RCP

2.1 Моделювання змін клімату за сценаріями антропогенного впливу RCP

Кліматичні зміни є однією з основних глобальних проблем світу. За сучасними уявленнями основний внесок в зміни клімату ХХ в. пов'язаний з антропогенним впливом на земну кліматичну систему [19] при значній ролі природної кліматичної мінливості.

Сучасне покоління глобальних циркуляційних моделей - хороший інструмент для аналізу ймовірних тенденцій зміни клімату майбутнього. З їх допомогою здійснюють розрахунки великого числа гідрометеорологічних параметрів системи океан-атмосфера: тиску, температури повітря і води, вологості, напрямку і швидкості вітру, опадів і ін. Одні з найбільш важливих для практичних цілей - поля приземної температури повітря і опадів. Використання результатів розрахунку спільних моделей океану і клімату є значущим кроком вперед у розвитку методів дослідження клімату. Нещодавно завершився міжнародний проект CMIP5 (Coupled Model Intercomparison Project phase 5) в порівнянні останніх версій національних спільних моделей океан-атмосфера дає кількісну основу для звіту міжнародної групи експертів зі зміни клімату (IPCC). У цій фазі проекту було підвищено просторово-тимчасовий дозвіл моделей, збільшено кількість використовуваних глобальних циркуляційних моделей, змінені сценарії для розрахунку клімату майбутнього [19].

В даний час дані для території Європи з високим просторовим і тимчасовим дозволом надаються консорціумом EURO-CORDEX, який є підпроектом Всесвітньої кліматичної програми BMO і включає в себе

близько 30 наукових інститутів. Для оцінки майбутніх змін температури повітря і опадів виявилось можливим використання розрахунків за 40 комбінаціям глобальних і регіональних кліматичних моделей з просторовим дозволом 50 км для різних сценаріїв концентрації парникових газів.

Консорціум EURO-CORDEX для своїх розрахунків використовує сценарії концентрацій парникових газів сімейства RCP (Representative Concentration Pathways) на кінець 21 століття (згідно зі звітом Intergovernmental Panel Climate Change), на відміну від попередніх аналогічних проектів, які використовували сценарії, засновані на змісті емісій парникових газів та соціально-економічних показниках (Special Report on Emissions Scenarios).

Для виконання цих розрахунків були прийняті сценарії RCP8.5 (що відповідає концентрації 1370 p.p.m), RCP4.5 (650 p.p.m).

2.2 Моделювання водно-теплого режиму та продуктивності соняшнику

Модель водно-теплого режиму та продуктивності соняшнику є складна сукупність цілого ряду фізіологічних процесів, інтенсивність яких визначається біологічними особливостями рослин, факторами зовнішнього середовища, взаємозв'язком між самими процесами [13].

Для розрахунку по моделі необхідно було отримати суми активних і ефективних температур, які характеризують настання фаз розвитку соняшнику.

Загальна кількість тепла, яка необхідна для проходження окремих міжфазних періодів і вегетації в цілому, оцінюється сумою температур (Σt). Цей показник є комплексним (інтегральним), оскільки вміщує в собі середній рівень температури (\bar{t}) і тривалість її впливу (n).

Відрізняють суми активних і ефективних температур.

Сума активних температур за будь-який період (декада, місяць, рік) може бути визначена з виразу:

$$\sum t_{abh} = \bar{t} \cdot n \quad (2.1)$$

де \bar{t} – середньдекадна активна температура повітря за період, $^{\circ}\text{C}$;
 n – кількість днів у періоді.

Сума ефективних температур за цей же період знаходиться з виразу:

$$\sum t_{ef} = (\bar{t} - B) \cdot n, \quad (2.2)$$

де B – біологічний мінімум температури, $^{\circ}\text{C}$.

Суми активних і ефективних температур одержані за десятьма станціями Харківської області: Золочів, Богодухів, Приколотне, Харків, Коломак, Куп'янськ, Комсомольське, Ізюм, Лозова, Красноград. [1].

2.2.1 Опис вхідної інформації для виконання розрахунків по моделі

Для виконання розрахунків по моделі середня по Дніпропетровської області агрокліматична інформація, яка має три групи:

1. Опис області (станції);
2. Середня багаторічна агрокліматична інформація;
3. Параметри моделі.

Опис області (станції). До складу цієї групи входять:

φ – географічна широта центра області (станції), подається в градусах з десятими;

$W_{\text{нв}}$ – найменша польова вологоємність у 0-100 см шарі ґрунту.

Середня багаторічна агрометеорологічна інформація. В склад даної групи входить:

- $W(0)$ – запаси продуктивної вологи у 0-100 см шарі ґрунту на початок розрахунків;

- Фенологічні дані – дати настання фаз розвитку: сходи, досягання;
- n – кількість розрахункових декад від сходів до досягання;
- np – кількість днів в кожній розрахунковій декаді;
- n_0 – кількість днів від 1 –го січня;
- N_1 – дата сходів – дата місяця, коли настала фаза;
- N_2 – місяць сходів: 3 – март, 4 – апрель, 5 – май.

Метеорологічні дані за кожну декаду протягом вегетаційного періоду:

os – сума опадів за декаду, мм;

dww – середній за декаду дефіцит вологи повітря, мб;

ts – середня за декаду температура повітря, °С;

ss – середня за декаду сонячна радіація, Wt/m^2 .

Параметри та змінні моделі $inf(1...29)$. До складу даної групи входять такі характеристики:

$inf(1)$ m_l – початкові значення росту листя, ;

$inf(2)$ m_s - початкові значення росту стебел;

$inf(3)$ m_r - початкові значення росту кореня;

$inf(4)$ m_p - початкові значення росту насіння;

$inf(5)$ l – початкові значення площі листя;

$inf(6)$ $\sum t$ – сума ефективних температур за період сходів - дозрівання

$inf(7)$ W_{HB} – найменша вологоємність у шарі ґрунту 0-100 см

$inf(8)$ $\sum t_{\alpha_{\phi}}$ – сума температур онтогенетичної кривої фотосинтезу;

$inf(9)$ $\sum t_{\alpha_R}$ - сума температур онтогенетичної кривої дихання;

$inf(10)$ $\sum t$ - сума ефективних температур росту листя;

$inf(11)$ $\sum t$ - сума ефективних температур росту стебел;

$inf(12)$ $\sum t$ - сума ефективних температур росту кореня;

$inf(13)$ $\sum t$ - сума ефективних температур росту корзинки;

$inf(14)$ $\sum t$ - сума ефективних температур початку росту корзинки;

$inf(15)$ - α_{ϕ} – початок онтогенетичної кривої фотосинтезу;

- inf(16) - α_R – початок онтогенетичної кривої дихання;
- inf(17) - C_{o1} – очікувана концентрація CO_2 в атмосфері;
- inf(18) - C_{o2} – поточна концентрація CO_2 в атмосфері;
- inf(19) - дорівнює 2
- inf(20) - УПП – питома поверхнева щільність листя;
- inf(21) - C_L – частка листя в загальній масі рослини;
- inf(22) - C_S – частка стебел в загальній масі рослини;
- inf(23) - C_R – частка коріння в загальній масі рослини;
- inf(24) - C_p – частка насіння в загальній масі рослини;
- inf(25) - $R(\Phi_{max})$ - плато світловий кривої фотосинтезу;
- inf(26) - $b(a_\Phi)$ - початковий нахил світловий кривої фотосинтезу;
- inf(27) – B – температура початку росту та розвитку (біологічний нуль) культури;
- inf(28) – t_{opt} – оптимальна для фотосинтезу температура повітря;
- inf(29) - запаси продуктивної вологи в 0-100 см шарі ґрунту на початок розрахунків.

2.2.2 Динамічна модель водно-теплового режиму та продуктивності соняшнику

Прикладна динамічна модель продуктивності соняшнику призначена для агрометеорологічних розрахунків, описує процеси фотосинтезу, дихання, росту і містить відповідно п'ять блоків (рис. 2.1) : блок вихідної інформації; блок радіаційного і водно-теплового режимів; блок дихання; блок фотосинтезу; блок росту [13].

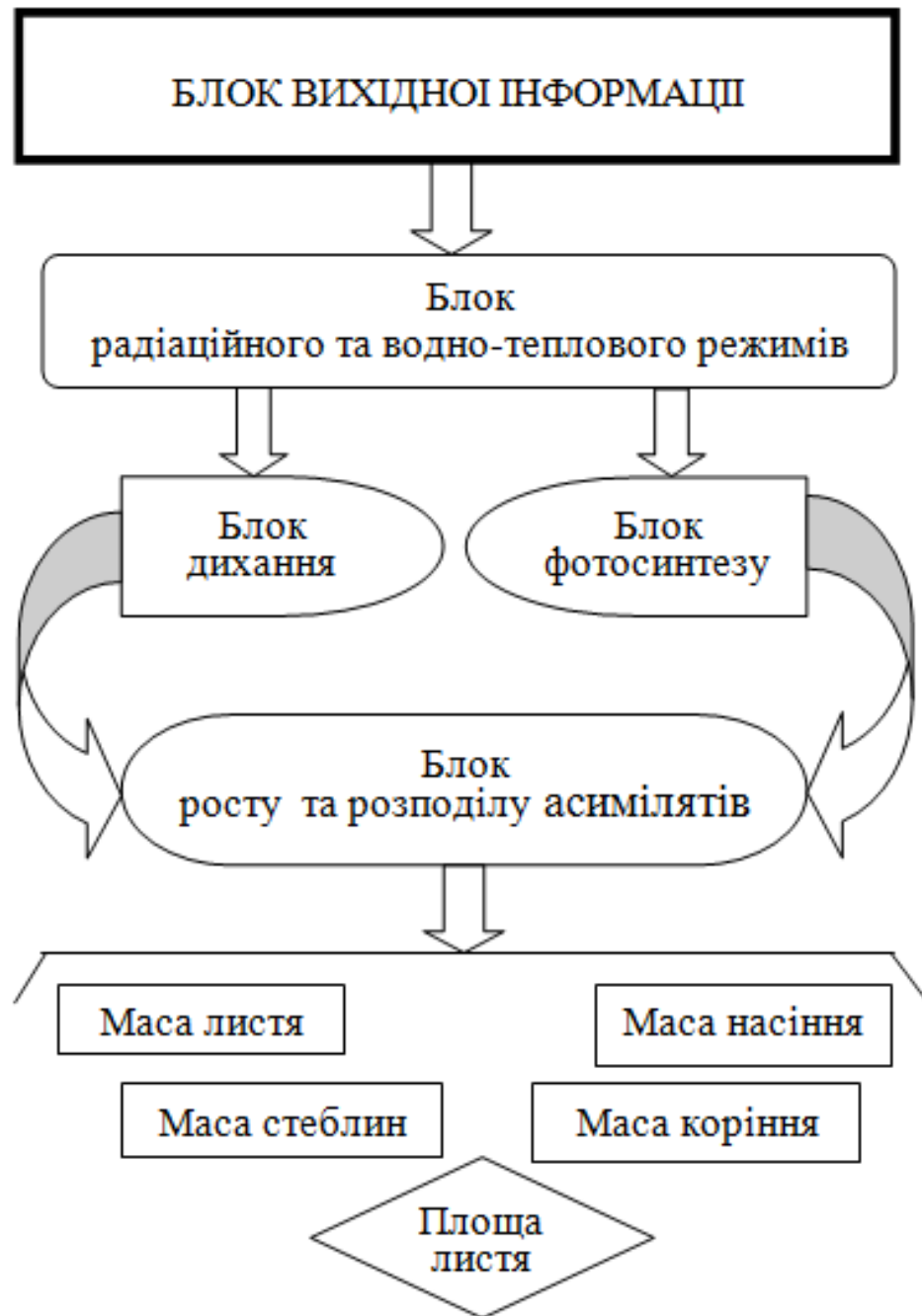


Рисунок 2.1 – Блок-схема математичної моделі водно-теплого режиму та продуктивності соняшнику.

Блок фотосинтезу. Сумарний фотосинтез посіву на одиницю площі посіву за світлий час доби визначається за формулою [13]

$$\Phi^j = \varepsilon \Phi_{\tau}^j L^j \tau_d^j, \quad (2.10)$$

де Φ^j - сумарний фотосинтез посіву, г м⁻² доб⁻¹ ;

ε - коефіцієнт для перерахунку в одиниці сухої маси, г мг⁻¹СО₂;

Φ_τ^j - інтенсивність фотосинтезу одиниці площі листа в реальних умовах середи, мгСО₂ дм⁻², яка знаходиться з виразу [14].

$$\Phi_\tau^j = \alpha_\phi^j \Phi_o^j \frac{E^j}{E_o^j} \psi_\phi^j, \quad (2.11)$$

де α_ϕ - онтогенетична крива фотосинтезу;

ψ_ϕ - температурна крива фотосинтезу;

$\frac{E^j}{E_o^j}$ - вологозабезпеченість, %;

Φ_o - інтенсивність фотосинтезу при оптимальних умовах тепло- та вологозабезпеченості та реальних умовах освітленості, мгСО₂ дм⁻² г⁻¹ .

Онтогенетична крива фотосинтезу – це одновершинна крива, що описується виразом:

$$\alpha_\phi^j = 1 - a \left(\frac{TS_2 - \sum t_l^i}{10} \right) \quad (2.12)$$

де параметр a вираховується за формулою:

$$a = \frac{-100l_n \cdot \alpha_\phi^j}{\sum t_l^1} \quad (2.13)$$

де TS_2 – сума ефективних температур наростаючим додаванням; $\sum t_l^1$ - сума ефективних температур, при якій спостерігається максимальна інтенсивність фотосинтезу листа; $\alpha_\phi^j=0,5$ – початкова інтенсивність фотосинтезу по відношенню до максимально можливого значення на початок вегетації при $TS_2=2$. Функції $\alpha_\phi^j, \psi_\phi^j$ нормовані й змінюються від 0 до 1.

Інтенсивність фотосинтезу листя описується формулою [13]

$$\Phi_o^j = \frac{\Phi_{\max} a_{\phi} I^j}{\Phi_{\max} + a_{\phi} I^j}, \quad (2.14)$$

де Φ_{\max} - інтенсивність фотосинтезу листя при світловому насиченні та нормальній концентрації CO_2 в атмосфері, $\text{мгCO}_2 \text{ дм}^{-2} \text{ г}^{-1}$;

a_{ϕ} - початковий нахил світлової кривої фотосинтезу, $\text{мгCO}_2 \text{ дм}^{-2} \text{ г}^{-1} / (\text{Вт})$.

Для кількісного опису залежності фотосинтезу не тільки від щільності потоку ФАР, але і від вмісту CO_2 в атмосфері розглядають величину Φ_{\max} як функцію концентрації CO_2 [13].

$$\Phi_{\max} = \tau_c \cdot C_o, \quad (2.15)$$

де τ_c – початковий нахил вуглецевої кривої фотосинтезу;

C_o – концентрація CO_2 в атмосфері.

Блок дихання. Витрати на дихання поділяються на дихання, пов'язане з підтриманням структури тканин і на дихання, пов'язане із зростанням [13].

$$R^j = \alpha_R^j (C_1 M^j \varphi_R^j + C_2 \Phi^j), \quad (2.16)$$

де R - інтенсивність дихання, $\text{г м}^{-2} \text{ доб}^{-1}$;

C_1 - коефіцієнт дихання підтримання, $\text{г г}^{-1} \text{сут}^{-1}$;

C_2 - коефіцієнт, що характеризує витрати, які пов'язані з ростом, безрозмірний;

α_R - онтогенетична крива дихання.

Блок росту. Приріст біомаси посіву визначається остатком між сумарним фотосинтезом посіву та витратами на дихання:

$$\Delta M^j = \phi^g - R^j \quad (2.17)$$

Ріст окремих органів рослин протягом вегетаційного періоду описується системою рівнянь [13]

$$\begin{cases} m_i^{j+1} = m_i^j + (\beta_i^j \frac{\Delta M}{\Delta t} - \vartheta_i^j m_i^j) n^j \\ m_p^{j+1} = m_p^j + (\beta_p^j \frac{\Delta M}{\Delta t} + \sum_i^{lsr} \vartheta_i^j m_i^j) n^j \end{cases}, \quad (2.18)$$

де m_i - суха біомаса i -го органу рослин, г/м²;

β_i - ростова функція вегетаційного періоду, що характеризує розподіл «свіжих» асимілятів, безрозмірна ($\beta_i \geq 0, \sum \beta_i = 0$);

ϑ_i - ростова функція репродукційного періоду, що визначає перетікання «старих», раніше запасених асимілятів при старінні рослини з вегетативних органів у репродуктивні, безрозмірна;

l - листя, s - стеблини, r - коріння, p - насіння.

Динаміка площі асимілюючої поверхні визначається з рівнянь:

$$L^{j+1} = L^j + \left(\frac{\Delta m_l^j}{\Delta t} \frac{1}{\sigma_l} \right) n^j, \quad \text{при } \frac{\Delta m_l^j}{\Delta t} > 0, \quad (2.19)$$

$$L^{j+1} = L^j + \left(\frac{\Delta m_l^j}{\Delta t} \frac{1}{\sigma_l} \frac{1}{k_h} \right) n^j, \quad \text{при } \frac{\Delta m_l^j}{\Delta t} < 0, \quad (2.20)$$

де σ_l - питома поверхнева площа листя, г/м²;

k_h - параметр, що характеризує частку життєдіяльних структур в загальній біомасі листя, безрозмірний.

Блок радіаційного і водно-теплового режимів. Поглинання посівом фотосинтетичної активної радіації розраховується за формулою [13]

$$I^j = \frac{I_0^j}{1 + C * LAI}, \quad (2.3)$$

I_0^j - поглинання сонячної радіації, кал/(см²/хв.);

$C = 0,5$ – емпірична постійна величина;

LAI – площа листя, м²/м².

Потік ФАР на верхню межу посіву визначається за формулою:

$$I_0^j = \frac{0.5Q^j}{60\tau_g}, \quad (2.4)$$

де Q – сумарна сонячна радіація, кал/(см/добу).

Сумарна сонячна радіація розраховується за формулою Сівкова:

$$Q^j = 12.66(S^j)^{1.31} + 315(\sinh^j)^{2.1} \quad (2.5)$$

де S – тривалість сонячного сьйва, год.;

h_0 – полуденна висота Сонця.

Функція впливу температури повітря на інтенсивність фотосинтезу та звана «температурна крива фотосинтезу» визначається як [13]

$$\Psi_\phi = \begin{cases} 13.7 \sin(0.0774x_2 \dots n_{pu} \dots t < t_{opt1}^\phi \\ 1 \dots n_{pu} \dots t_{opt1}^\phi < t_n < t_{opt2}^\phi \\ 1.1323 \cos(1.5705x_3) - 0.1323 \dots n_{pu} \dots t > t_{opt2}^\phi \end{cases} \quad (2.6)$$

де Ψ_ϕ - температурна крива фотосинтезу;

t_n – температура повітря, С⁰ ;

t_0^ϕ – початкова межа оптимальної температури;

t_{opt1}^ϕ – верхня межа оптимальної температури;

t_{opt2}^ϕ – нижня межа оптимальної температури;

t_{max}^ϕ - максимальна температура процесу фотосинтезу.

Зміни запасів води в ґрунті W по декадах визначається за рівнянням водного балансу:

$$W^{j+1} = W^j + Q^j + X^j + V_w^j - E^j - U_w^j, \quad (2.7)$$

де Q – сума опадів за декаду, мм;

X – норма вегетаційного поливу, мм;

V_w - витрати ґрунтових вод в зону аерації, мм;

E – сумарне випаровування, мм;

U_w - інфільтрація атмосферних опадів, мм;

Випарність визначається за допомогою середнього за декаду дефіциту вологості повітря d_w [13]

$$E_0^j = 0.65 d_w^j n^j, \quad (2.8)$$

де n – число днів у розрахунковій декаді.

Сумарне випаровування визначається за формулою:

$$E^j = \frac{2W^j + Q^j + X^j + V_w^j}{1 + 2(W_{H.B.} - W_{B.3}) / \eta E^j}, \quad (2.9)$$

де $W_{H.B.}$ - найменша вологоємність, мм;

$W_{B.3}$ - волога в'янення, мм;

η - безрозмірний параметр, що залежить від виду та фази розвитку рослин.

Для розрахунку за моделлю були отримані параметри та підібрані змінні для культури соняшника (табл. 2.1).

Таблиця 2.1 - Параметри та змінні моделі для культури соняшника

Параметр	Кількість	Розмірність	Змінна	Кількість	Розмірність
$\sum t$	1307	°C	W_{HB}	156...181	мм
$\sum t \alpha_{\phi}$	275	°C	C_{o1}	380	ppm
$\sum t_{\alpha R}$	288	°C	C_{o2}	470	ppm
$\sum t_1$	288	°C	C_{o3}	520	ppm
$\sum t_s$	288	°C	B	8	°C
$\sum t_r$	314	°C	t_{opt}	25	°C
$\sum t_p$	797	°C	$W_{пр.в}$	133...154	мм
$\sum t_{np}$	497	°C			
α_{ϕ}	0,6	від. од.			
α_R	0,5	від. од.			

3 ОЦІНКА ВПЛИВУ АГРОКЛІМАТИЧНИХ УМОВ НА ФОТОСИНТЕТИЧНУ ПРОДУКТИВНІСТЬ СОНЯШНИКУ В ХАРКІВСЬКІЙ ОБЛАСТІ

3.1 Ґрунтово-кліматична характеристика Харківської області

Найстаріша і найбільша область (31. 4 тис. км – 2,5 % території країни) Східної України, утворена в 1932 р.

Більша частина області розташована у межах Придніпровської низовини, а на сході і північному сході знаходяться відроги Середньоруської височини, на південному сході – Донецької височини. Витіювато врізані долини головної водної артерії області Сіверського Дінця та його приток (іноді заповнені штучними водосховищами) Береки, Вовчої, Уди, Осколу та інших вносять ландшафтну розмаїтість у природний вигляд Харківщини, часом формуючи дивовижно мальовничі пейзажі.

На півночі і північному сході Харківська область межує з Белгородською областю Російської Федерації, на сході – з Луганською, на південному сході – з Донецькою, на південному заході – з Дніпропетровською, на заході і північному заході – з Полтавською та Сумською областями України [17].

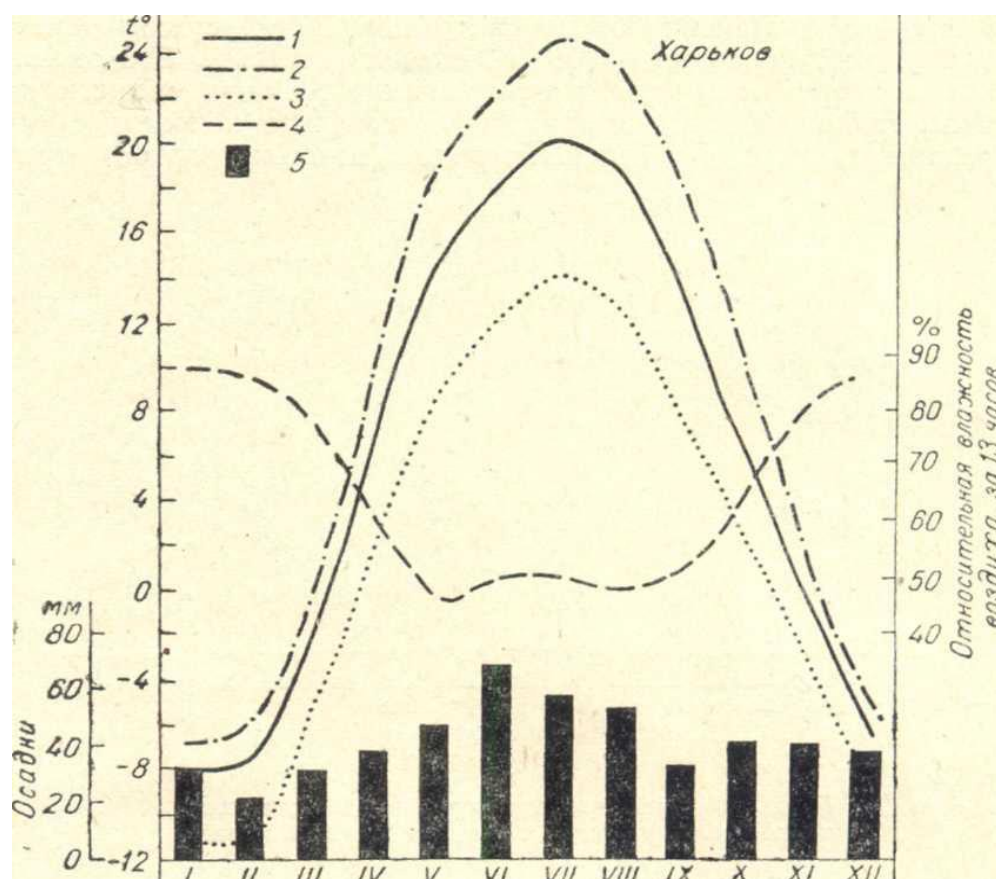
Харківська область розташована на території північно-східного району Лівобережної України в межах двох природних зон Лісостепу та Степу, що обумовлює її природні умови [17].

3.1.1 Агрокліматична характеристика Харківської області

Клімат області помірно континентальний з порівняно м'якою зимою (середня температура січня -7 °С) і теплим, посушливим літом (середня

температура липня $+21^{\circ}\text{C}$). Кількість опадів, 66% яких припадає на теплий період, становить 495-570 мм на рік Поверхня області – хвиляста рівнина (абсолютні позначки до 236 м), ледь нахилена в південному напрямку, розчленована долинами річок, балок та ярів [1].

Годовой ход основных метеорологических элементов в Харькове представлен на рис. 3.1.



1 – середня місячна температура повітря, $^{\circ}\text{C}$; 2 – середня температура повітря в 13 год., $^{\circ}\text{C}$;
3 – середній мінімум температури повітря, $^{\circ}\text{C}$; 4 – відносна вологість повітря в 13 год., %;
5 – опади, мм.

Рисунок 3.1 – Річний хід метеорологічних елементів на ст. Харків..

Агрокліматичне районування Харківської області. В основу агрокліматичного районування області покладені умови теплозабезпечення і вологозабезпечення вегетаційного періоду. Таке районування відрізняється від сільськогосподарського, в основу якого кладуться головним чином ґрунтові умови [17].

Як показники агрокліматичного районування території взяті:

- а) сума температур після дати переходу через 10 °С;
- б) сума опадів за період після переходу температури через 10 °С.

Вологозабезпеченість області достатньо рівномірна: на її території кількість опадів за період з температурою вище 10 °С складає 256 - 289 мм.

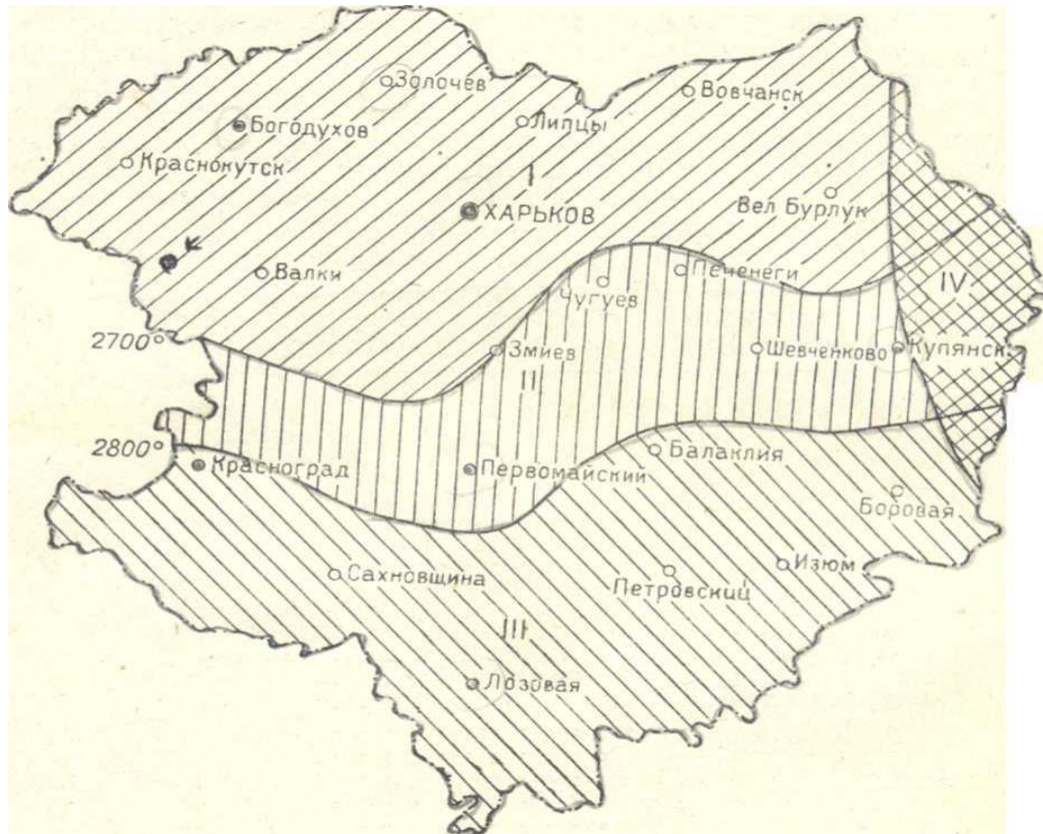
Для визначення теплозабезпеченості сільськогосподарських культур по районах області необхідно мати такі показники: середню багаторічну суму температур за вегетаційний період в даному районі і потрібну суму температур для нормального розвитку культури і її сортів за такий же період. Співвідношення між цими величинами вказує на фактичне тепло забезпечення [17].

Потребу рослин в теплі прийнято виражати сумою активних температур вище певної межі, при якій починається активний ріст. Для більшості сільськогосподарських рослин ця межа близька до 10 °С [1].

Середня сума температур по області коливається від 2600 до 2950 °С, що цілком достатньо для дозрівання основних сільськогосподарських культур, аж для ранніх сортів винограду. Все це дає підставу виділити на території області чотири райони по тепло- і вологозабезпеченості. Виділені райони наведені на карті (рис. 3.2) і характеризуються такими показниками (табл. 3.1)

Таблиця 3.1 – Агрокліматичне районування Харківської області

№ району	Агрокліматичний район	Сума температур > 10 °С	Сума опадів, мм
I	Північний середньо-зволожений	<2700	260 – 290
II	Центральний середньо-зволожений	2700—2800	260—290
III	Південний середньо-зволожений	> 2800	260—290
IV	Східний меншзволожений	2700—2900	250—260



I. Північний середньозволожений. *II.* Центральний середньозволожений.

III. Південний середнь зволожений. *IV.* Східний менш зволожений.

Рисунок 3.2 – Карта - схема агокліматичного районування Харківської області.

3.1.2 Ґрунти та напрямки землекористування області.

Землі області простягаються з півночі на південь більш ніж на 210 км, із заходу на схід – на 225 км.

В межах Харківської області нараховується більше 150 різновидів ґрунтів. Причиною такої розмаїтості є насамперед приуроченість території Харківській області до двох зон - лісостепової та степової. Найбільша розмаїтість і строкатість характерні для лісостепової частини області, хоча по площі вона менше степової частини. У північній (лісостеповій) частині області розповсюджені чорноземи глибокі, сірі, темно-сірі опідзолені та деградовані ґрунти, чорноземи опідзолені та деградовані. У ґрунтовогому

покриві степової зони переважають чорноземи звичайні та чорноземи звичайні глибокі [17].

В ґрунтовому покриві області переважають чорноземи типові (39,4%), звичайні глибокі (34,6%), звичайні (11,7%) та опідзолені (6,4%) Найродючішими є чорноземи типові та опідзолені ґрунти. Чорноземи звичайні глибокі та звичайні внаслідок більшої посушливості кліматичних умов мають меншу родючість. В ґрунтовому покриві області 40% площі займають ксероморфні види основних типів ґрунтів. Вони, внаслідок формування на схилах і відповідно гіршого волого забезпечення, мають менший на 15-30% потенціал продуктивності.

Серед інших менш поширених ґрунтів області в сільськогосподарському виробництві використовуються лучно-чорноземні та лучні переважно солонцювато-солончакуваті ґрунти (23 тис.га), чорноземи на пісках (7,7 тис. га) тощо. Лучно-болотні та болотні ґрунти (0,07 тис.га) практично не використовуються.

Характерними для території області є реградовані ґрунти. До них відносяться переважно темно-сірі опідзолені ґрунти та опідзолені чорноземи, що пройшли складний шлях розвитку. Значні площі реградованих ґрунтів розташовані в межиріччях Уди, Лопань та Харків, а також у басейні верхньої течії річки Мерла [17].

В окремих місцях області зустрічаються малогумусні чорноземи із слабкою структурою. Поряд з типовими чорноземами, але на значно меншій площі під впливом гігроморфних умов сформувались солонцюваті та лучні чорноземи. Вони розташовані біля річкових терас. У місцях поширення солонцюватих чорноземів зустрічаються і плями солонців – найменш родючих ґрунтів. Серед орних земель області нараховується 152,2 тис.га кислих і 58,5 тис.га солонцевих ґрунтів, які потребують постійної хімічної меліорації. Загальна облікова площа зрошуваних земель 90,7 тис.га, які є значним резервом збільшення валових зборів с/г продукції [17].

Рівень родючості ґрунтів Харківської області наближається до природного. За останні 10 років господарства області на 1 га посівної площі зменшили внесення в 3 рази органічних і в 12 разів мінеральних добрив. Щорічно з 1 га орних земель виноситься 0,5-0,6 тонн гумусу. Баланс гумусу від'ємний. Для підтримки бездефіцитного балансу гумусу необхідно вносити на 1 га по 10 т. органічних добрив, а господарствами області в останні роки було внесено лише по 1,5-2,5 т.

Земельні ресурси найбільше інтенсивно використовуються у двох профільюючих галузях - промисловості й землеробстві.

3.2 Оцінка впливу агрокліматичних умов на фотосинтетичну продуктивність соняшнику за сценаріями *RCP4.5* і *RCP8.5*

За допомогою моделі, яка описана в розділі 2, були проведені розрахунки фотосинтетичної продуктивності соняшнику, з урахуванням його потреб до екологічних факторів.

Для виконання розрахунків використовується агрокліматична інформація за 1986 – 2005 рр. за десятьма станціями Харківської області: Золочів, Богодухів, Приколотне, Харків, Коломак, Куп'янськ, Комсомольське, Ізюм, Лозова, Красноград. [1].

Для оцінки впливу на ріст, розвиток и формування врожаю соняшнику можливих змін клімату були використані сценарії змін клімату в Україні *RCP4.5* і *RCP8.5*. В сценаріях *RCP4.5* і *RCP8.5* розглядається кліматичний період з 2021 до 2050 рр.

Інформація складається з таких показників:

- Географічна широта станції, град.;
- Дати посіву та фаз розвитку соняшнику: сходи, утворення суцвіть, цвітіння, досягання, дні;
- Середня декадна температура повітря, °С;

- Декадний дефіцит вологості повітря, мб;
- Сума опадів за декаду, мм;
- Найменша вологоємність в ґрунті, мм;
- Запаси продуктивної вологи на початок посіву, мм;
- Тривалість вегетаційного періоду, дні;
- Сума ефективних температур за вегетаційний період сходи – досягання, °С;
- Поточна концентрація CO₂ в повітрі, ppm.

3.2.1 Аналіз термінів сівби та фаз розвитку соняшнику

На території Харківської області в період з 1986 по 2005 роки сівба соняшнику починалась при температурі повітря 12 °С наприкінці третьої декади квітня, поява сходів спостерігалась у другій декаді травня. Тривалість періоду від сівби до сходів становила 16 днів (табл. 3.2). На початок третьої декади липня наставала фаза цвітіння, на 54 день після цвітіння соняшник починали збирати (15 вересня).

Тривалість періоду від сівби до збиральної стиглості соняшнику складала 139 днів.

За умов реалізації сценаріїв змін клімату *RCP4.5* та *RCP8.5*, терміни сівби соняшнику відрізнятимуться за сценаріями і змістяться на більш ранні строки в порівнянні з середніми багаторічними на 13 і 12 днів відповідно.

Відповідно змістяться і строки появи сходів. Сходи соняшнику за середніми багаторічними даними базового періоду спостерігалися в середньому по області 15 травня. За сценаріями зміни клімату *RCP4.5* та *RCP8.5* відхилення термінів сходів очікуються за обома сценаріями і наставатимуть раніше середніх багаторічних на 9-10 днів.

Таблиця 3.2 – Фази розвитку соняшнику за середніми багаторічними даними та сценаріями змін клімату *RCP4.5* і *RCP8.5*. Харківська область

Кліматичний період	Сівба	Фази розвитку			Тривалість періоду сівба-збиральна стиглість, дні
		Сходи	Цвітіння	Збиральна стиглість	
<i>Базовий період</i>					
1986-2005	29.04	15.05	23.07	15.09	139
<i>Сценарій RCP4.5</i>					
2021-2050	16.04	06.05	20.07	06.09	143
Різниця	-13	-9	-3	-9	+4
<i>Сценарій RCP8.5</i>					
2021-2050	17.04	05.05	25.07	05.09	141
Різниця	-12	-10	+2	-10	+2

Наступна за сходами фаза цвітіння, що характеризує закінчення періоду листяутворення та утворення суцвіть, за обома сценаріями очікується близькою до середніх багаторічних. Але за сценарієм *RCP4.5* воно наставатимуть раніше середніх багаторічних на 3 дні, а за сценарієм *RCP8.5* пізніше на 2 дні.

Збиральна стиглість насіння соняшнику за середніми багаторічними даними базового періоду спостерігалась в 15 вересня. За сценаріями зміни клімату *RCP4.5* та *RCP8.5* відхилення термінів сходів очікуються за обома сценаріями і наставатимуть раніше середніх багаторічних на 9 і 10 днів відповідно.

Внаслідок зміщення термінів настання фаз розвитку соняшнику в бік більш ранніх тривалість періоду його вегетації мало відрізнятимуться від середньої багаторічної.

3.2.2 Аналіз агрокліматичних умов вирощування соняшнику

Зміни клімату впливатимуть на агрокліматичні умови вирощування соняшнику (табл. 3.3)

В період від сходів до цвітіння за середніми багаторічними значеннями середня температура повітря становила 18,9°C.

За сценарієм зміни клімату *RCP4.5* в цей період середня температура очікується 17,0 °C , що нижче базової на -1,9°C .

Сума опадів в період від сходів до цвітіння за середніми багаторічними даними дорівнювала 163 мм.

За сценарієм зміни клімату *RCP4.5* кількість опадів від сходів до цвітіння зменшиться на 23 %.

Сума опадів від сходів до цвітіння за сценарієм *RCP8.5* також зменшиться, але менше і буде на 15 % нижче від середніх багаторічних сум.

Сумарне випаровування за сценаріями змін клімату *RCP4.5* та *RCP8.5* за цей період вегетації збільшиться на 13% та зменшиться 12 % відповідно.

За результатами розрахунків за сценарієм *RCP4.5* в період від сходів до цвітіння випаровуваність в Харківській області в порівнянні з базовим зменшиться на 4 %.

За сценарієм *RCP8.5* за цей період випаровуваність збільшиться на 10 % в порівнянні з базовим (табл.3.3).

За середніми багаторічними значеннями вологозабезпеченість посівів соняшнику від сходів до цвітіння коливалась становила 0,70 відн. од. За умов реалізації сценарію *RCP4.5* вологозабезпеченість посівів соняшнику збільшиться в середньому по області на 27 %. Вологозабезпеченість від

сходів до цвітіння за сценарієм *RCP8.5* збільшиться в порівнянні з базовим періодом на 26 %.

В період від цвітіння до збиральної стиглості середня температура повітря за середніми багаторічними значеннями становить 18,4°C.

У кліматичний період з 2021 до 2050 рр. за сценаріями *RCP4.5* і *RCP8.5* від цвітіння до збиральної стиглості середня температура повітря в порівнянні з середніми багаторічними значеннями зростатиме за обома сценаріями на 1,8 °C і 0,7°C.

В період від цвітіння до збиральної стиглості (табл. 3.3) спостерігається кількість опадів за середніми багаторічними значеннями 99 мм.

За обома сценаріями *RCP4.5* і *RCP8.5* сума опадів в період від цвітіння до збиральної стиглості по відношенню до середньо багаторічних значень дуже значно зменшиться (на 92 % і 65 % відповідно).

Сумарне випарування в період від цвітіння до збиральної стиглості за середніми багаторічними значеннями становило 91 мм .

За сценарієм змін клімату *RCP4.5* сумарне випарування зменшиться на 12 %.

Сумарне випарування за сценарієм змін клімату *RCP8.5* ще більше зменшиться в порівнянні зі середніми багаторічними значеннями і становитиме 64 мм.

За результатами розрахунків від цвітіння до збиральної стиглості випаровуваність за сценарієм зміни клімату *RCP4.5* значно збільшиться на 36 % (табл. 3.3).

Випаровуваність в період від цвітіння до збиральної стиглості за сценарієм *RCP8.5* зросте на 14 %.

Вологозабезпеченість посівів соняшнику від цвітіння до збиральної стиглості за середніми багаторічними значеннями становила 0,42 від. од. За умов реалізації сценарію *RCP4.5* за період 2021 – 2050 рр. вологозабезпеченість зменшиться до 0,25 від. од.

За сценарієм *RCP8.5* вологозабезпеченість зменшиться на 38 % від середньо багаторічного значення.

За період вегетації від сходів до збиральної стиглості кількість опадів за умов реалізації сценарію зміни клімату *RCP4.5* зменшиться в середньому по області на 41 %.

За умов реалізації сценарію *RCP8.5* сума опадів за період вегетації від сходів до збиральної стиглості зменшиться на 38 %.

За результатами розрахунків вологозабезпеченість за умов реалізації сценарію *RCP4.5* і *RCP8.5* за період вегетації від сходів до збиральної стиглості збільшиться на 9%, (табл. 3.3).

3.2.3 Аналіз показників фотосинтетичної діяльності посівів соняшнику

Агрокліматичні умови, що змінюються під впливом змін клімату спричинять зміну показників фотосинтетичної діяльності посівів соняшнику, що обумовить рівень його урожайності. Такими показниками є розміри фотосинтезуючої площі та фотосинтетичний потенціал посівів, кількісні показники приростів рослинної біомаси на одиницю площі, чиста продуктивність фотосинтезу (ефективність процесу фотосинтезу на одиницю площі листової поверхні), урожай загальної біомаси посівів та урожай біомаси насіння.

Розподіл цих показників при зміні кліматичних умов за сценаріями *RCP4.5* та *RCP8.5* розглянемо в порівнянні з показниками фотосинтетичної продуктивності соняшнику, які розраховані за середніми багаторічними даними (табл.3.4).

Для соняшнику на фоні зміни кліматичних умов за розрахунковий період з 2021 по 2050 рр. нами розглядалися такі варіанти:

– базовий період (1986 – 2005 рр.)

– кліматичні умови розрахункового періоду за сценарієм *RCP4.5* за період 2021 – 2050 рр.;

Таблиця 3.4 – Порівняння показників фотосинтетичної продуктивності соняшнику за середніми багаторічними даними (1986-2005 рр.) та сценаріями зміни клімату *RCP4.5* і *RCP8.5*. Харківська область

Кліматичний період	Варіант	Показники фотосинтетичної продуктивності в період максимального розвитку			Суша біомаса, г/м ²	Фотосинтетичний потенціал, м ² /м ²
		Площа листя, м ² /м ²	Чиста продуктивність фотосинтезу, г/м ²	Приріст маси, г/м ²		
1986-2005	Базовий	2,3	76	171	768	172
Сценарій RCP4.5						
2021-2050	Клімат	4,0	78	233	1018	283
	Клімат + CO ₂	4,3	78	251	1090	308
Сценарій RCP8.5						
2021-2050	Клімат	3,9	79	222	957	295
	Клімат + CO ₂	4,2	83	244	1048	320

– кліматичні умови періоду 2021 – 2050рр.за сценарієм *RCP4.5* (кліматична норма + CO₂);

– кліматичні умови розрахункового періоду за сценарієм *RCP8.5* за період 2021 – 2050 рр.;

– кліматичні умови періоду 2015–2050 рр. за сценарієм *RCP8.5* при збільшенні CO₂ в атмосфері.

За результатами розрахунків площа листя (табл. 3.4 та рис.3.3) в період максимального розвитку в середньому за базовий період становила 2,3 м²/м². У варіанті «клімат» за сценарієм *RCP4.5* видно, що відбудеться збільшення площі листя до 4,0 м²/м².

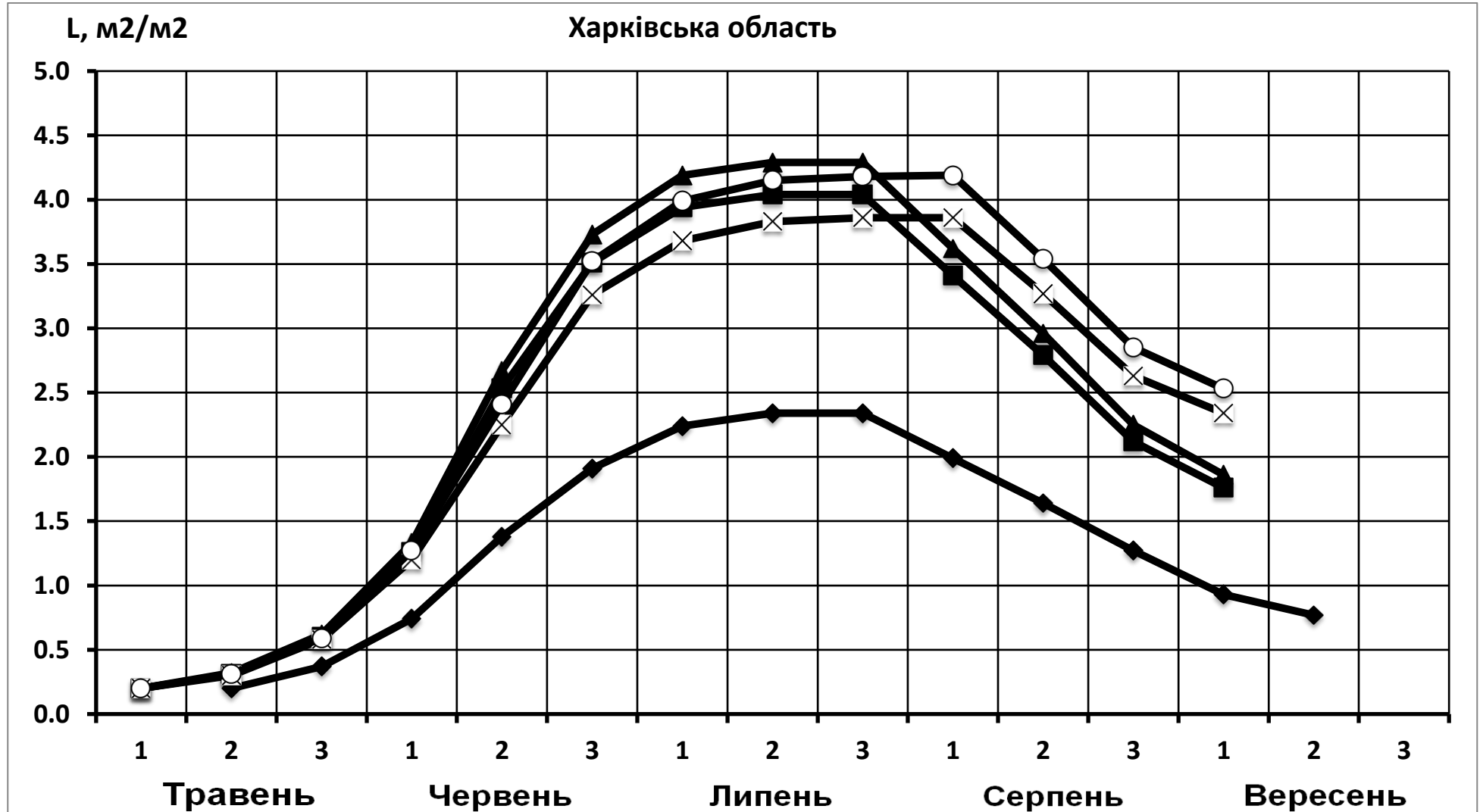


Рисунок 3.3 – Динаміка площі листя соняшнику за середньо багаторічними даними (1986-2005 рр.) та за сценаріями змін клімату *RCP4.5* і *RCP8.5*. Харківська область.

Розрахунки за варіантом «клімат + CO₂» вказують на збільшення площі листя в порівнянні із її середнім багаторічним значенням і в порівнянні з варіантом «клімат» до 4,3 м²/м².

За реалізації сценарію *RCP8.5* у варіантах «клімат» і «клімат + CO₂» розрахунки показують, що в відбудеться збільшення площі листя в порівнянні із середніми багаторічними значеннями та практично дорівнюють значенням першого сценарію (3,9 м²/м² і 4,2 м²/м²).

Таким чином, за умов реалізації будь-якого із сценаріїв змін клімату в середньому по Харківській області очікується більш інтенсивне формування площі асимілюючої поверхні в порівнянні з середніми багаторічними даними.

Фотосинтетичну діяльність посівів також добре характеризує суха біомаса рослин. Середні багаторічні величини сухої маси і розрахунки за сценаріями *RCP4.5* і *RCP8.5* за варіантами наводяться в табл. 3.4, а її динаміка впродовж періоду вегетації на рис. 3.4

Середні багаторічні значення сухої маси соняшнику в базовий період становила 768 г/м².

Розрахунки сухої маси за сценаріями *RCP4.5* і *RCP8.5* показують, що як і площа листя, суха маса збільшуватиметься в усіх варіантах.

Розглянемо темпи збільшення за обома сценаріями змін клімату за варіантами.

Так, в разі реалізації сценарію *RCP4.5* у варіанті «клімат» збільшення буде на 33%. У розрахунках за цим же сценарієм у варіанті «клімат + CO₂» збільшення сухої маси буде вище в порівнянні як із середньою багаторічною, так і в порівнянні зі значеннями варіанту «клімат» і становитиме 1090 г/м², що більше середніх багаторічних значень сухої маси на 42 % (рис. 3.4)

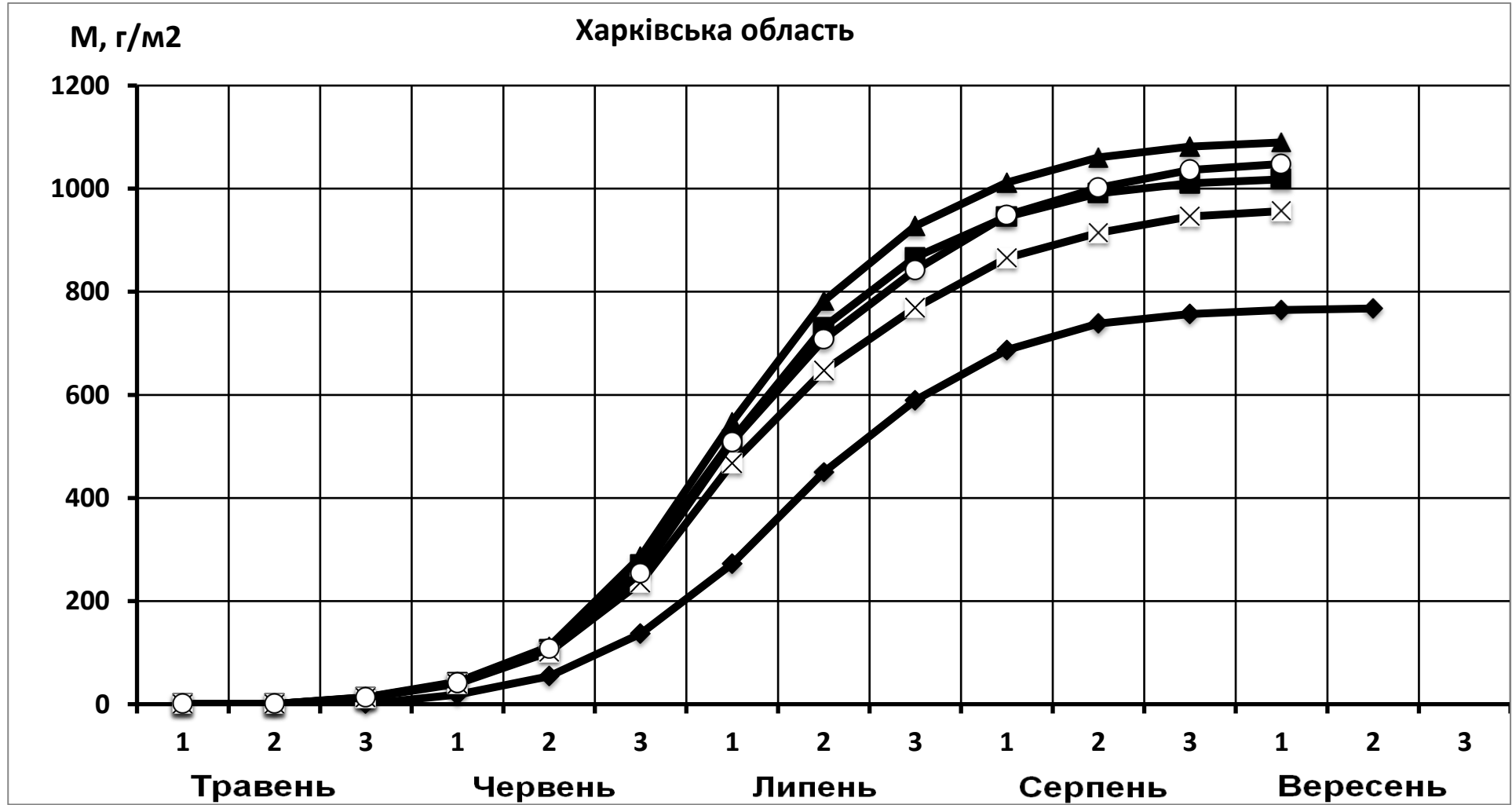


Рисунок 3.4 – Динаміка сухої маси соняшнику за середньо багаторічними даними (1986-2005 рр.) та за сценаріями зміни клімату *RCP4.5* і *RCP8.5*. Харківська область.

За реалізації сценарію *RCP8.5* розрахунки за варіантом «клімат» теж показують збільшення сухої маси рослин у порівнянні із середніми багаторічними на 25%.

У варіанті «клімат + CO₂» у порівнянні із середніми багаторічними буде збільшення сухої маси на 36 %. (табл. 3.4, рис. 3.4).

Із змінами площі листя, сухої маси рослин відповідно змінюватиметься і значення фотосинтетичного потенціалу соняшнику (табл. 3.4, рис. 3.5).

За базовий період значення фотосинтетичного потенціалу були 172 м²/м².

Розрахунки за обома сценаріями і по всіх варіантах показали, що в період з 2021 по 2050 рр. відбудеться збільшення фотосинтетичного потенціалу.

Так, фотосинтетичний потенціал соняшнику зростатиме у варіанті «клімат» за сценарієм *RCP4.5* на 64%, за сценарієм *RCP8.5* на 72 %, у варіанті «клімат + CO₂» відповідно на 79% та на 86 % (табл. 3.4, рис. 3.5).

Ще одним показником фотосинтетичної діяльності рослин є чиста продуктивність фотосинтезу. Чиста продуктивність фотосинтезу за середніми багаторічними даними в районі станції Коломак становила 76 г/м² (табл.3.4, рис. 3.6).

В разі реалізації сценарію *RCP4.5* чиста продуктивність фотосинтезу у варіантах «клімат» та «клімат + CO₂» збільшиться на 2 г/м² , якщо реалізується сценарій *RCP8.5*, то спостерігатиметься збільшення чистої продуктивності фотосинтезу в обох варіантах до 79 та 83 г/м² відповідно.

Таким чином, за обома сценаріями на сільськогосподарських угіддях Харківської області очікується значна зміна агрокліматичних умов росту, розвитку та формування продуктивності соняшнику. Оцінка коливань його урожайності показала, що при зміні клімату за сценаріями *RCP4.5* і *RCP8.5* складуватимуться взагалі сприятливі умови для вирощування соняшнику.

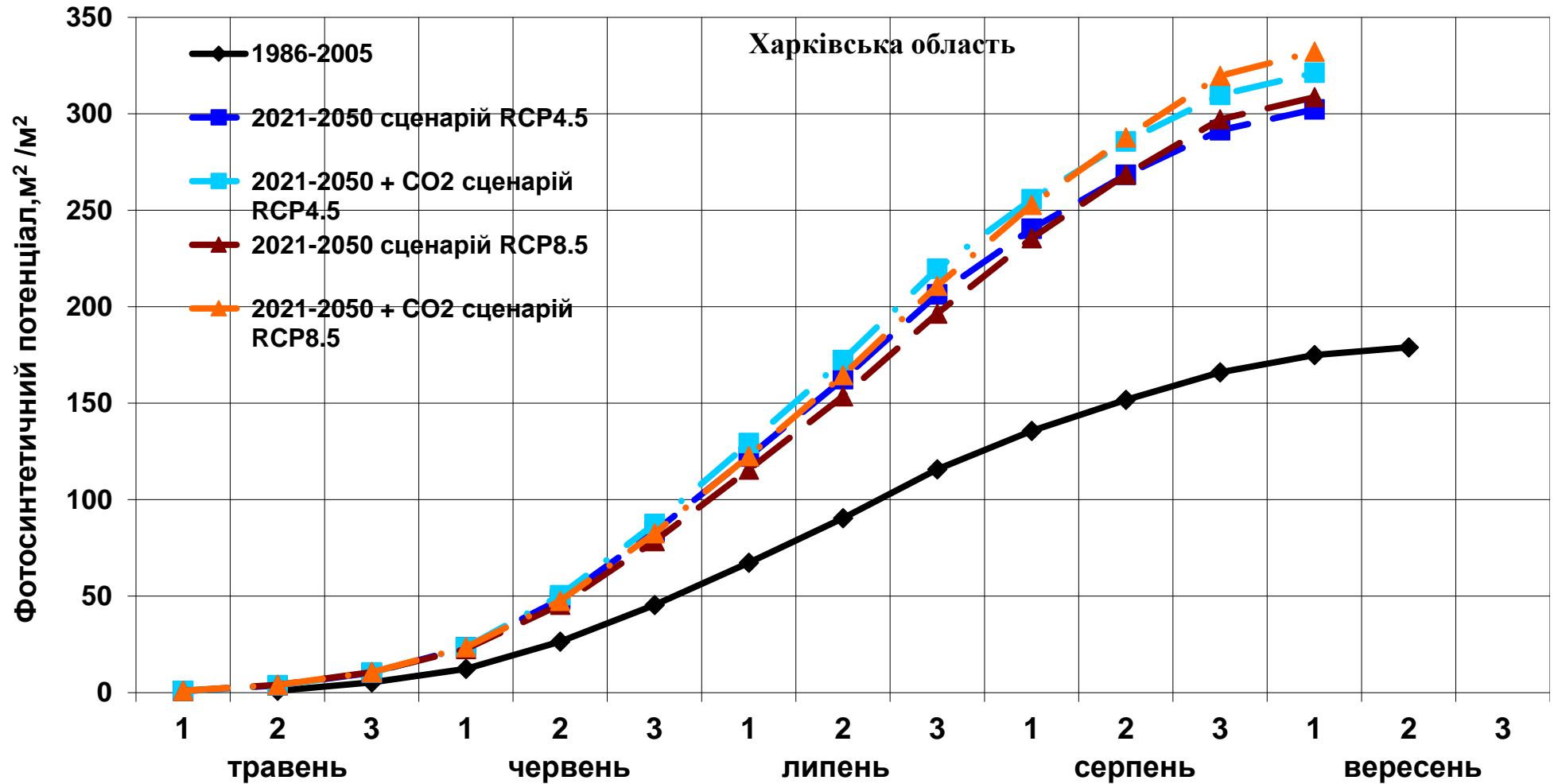


Рисунок 3.5 – Фотосинтетичний потенціал соняшнику за середньо багаторічними даними (1986-2005 рр.) та за сценаріями зміни клімату *RCP4.5* і *RCP8.5*. Харківська область.

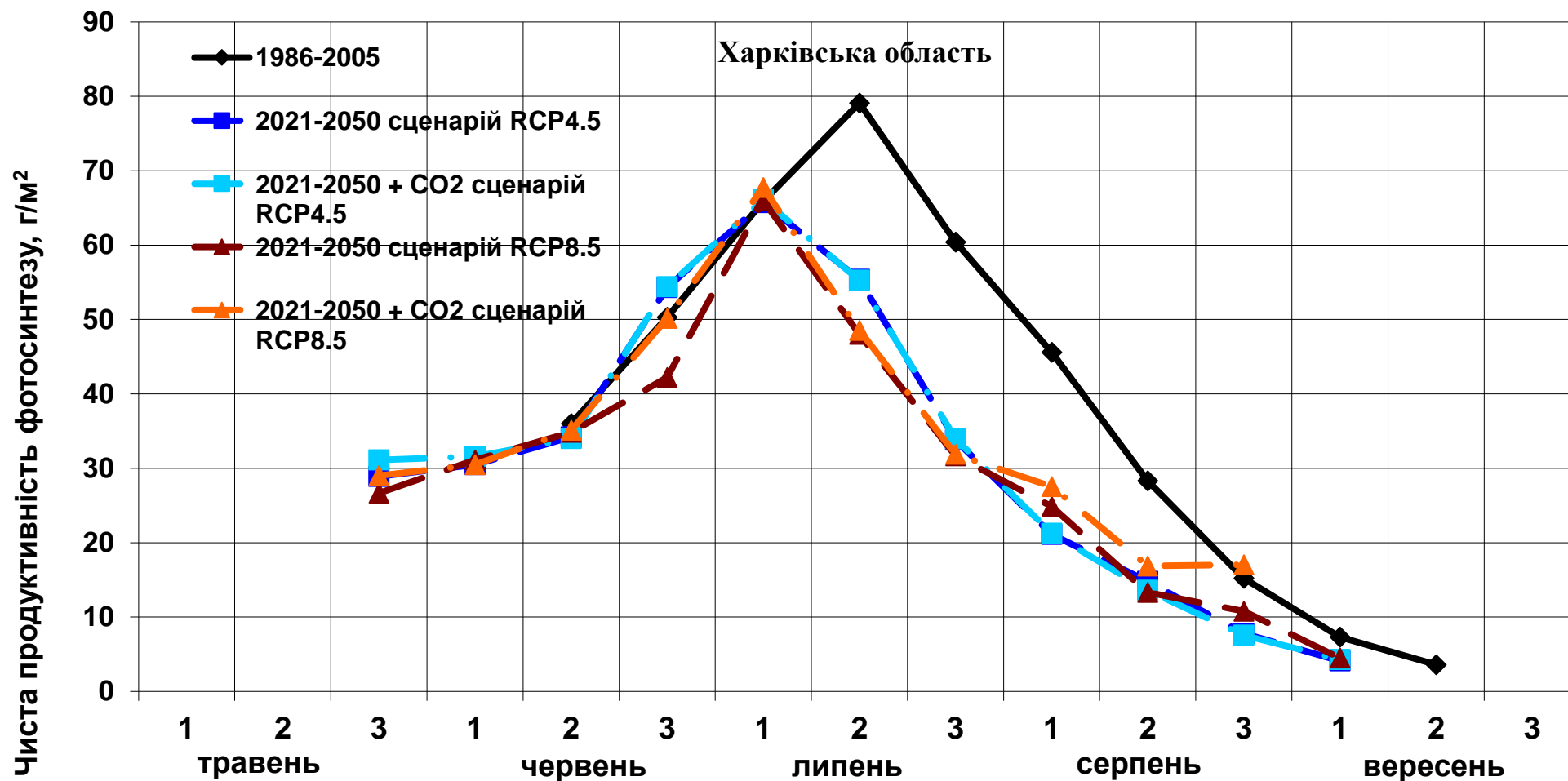


Рисунок 3.6 – Чиста продуктивність фотосинтезу соняшнику за середньо багаторічними даними (1986-2005 рр.) та за сценаріями зміни клімату *RCP4.5* і *RCP8.5*. Харківська область.

3.2.4 Аналіз ризиків недобору врожаю насіння соняшника в 2021-2050 рр. в Харківській області

Розрахунки показали, що в період з 2021 по 2050 рр. очікуються окремі роки, коли погодні умови сприятимуть одержанню врожаю насіння соняшнику до 40-50 ц/га, і навпаки можливі дуже несприятливі умови, які будуть викликати зниження продуктивності посівів соняшнику, як слід тому врожай насіння може знижуватися до 5-10 ц/га.

Для оцінки ступеню вразливості території та кліматичного ризику великих неврожаїв соняшнику в Харківській області були виконані розрахунки очікуваних ризиків недобору врожаю насіння соняшника за сценаріями змін клімату *RCP4.5* і *RCP8.5* (рис.3.7 і 3.8).

Як показують розрахунки за сценарієм зміни клімату *RCP4.5* по Харківській області відбудуватимуться середні ризики недобору врожаю (10,6 %)

В разі реалізації сценарію *RCP8.5* спостерігатимуться середні ризики недобору врожаю, що становитиме 13,2 %.



Рисунок 3.7 – Очікувані ризики недобору врожаю насіння соняшнику. Харківська область. Сценарій *RCP4.5*. 2021 – 2050 рр.



Рисунок 3.8 – Очікувані ризики недобору врожаю насіння соняшнику. Харківська область. Сценарій RCP8.5. 2021 – 2050 рр.

ВИСНОВКИ

В дипломному проекті вивчені теоретичні питання щодо екологічних і агротехнічних умов вирощування соняшнику на сільськогосподарських угіддях Харківської області в кліматичних умовах, які склалися на рубежі 20-го - 21-го століть і очікуються до середини 21 століття, що дозволило вирішити ряд завдань інженерного характеру, а саме:

1. За допомогою наукової літератури підібрати змінні щодо культури соняшника для розрахунку по моделі: біологічний мінімум культури дорівнює 8 °С, оптимальна для фотосинтезу температура повітря становить 25 °С, найменша вологоємність у шарі ґрунту 0-100 см знаходиться в межах 156...181 мм, а запаси продуктивної вологи у цьому шарі ґрунту на початок розрахунків змінюються в залежності від механічного складу ґрунту від 133 до 154 мм, поточна концентрація CO₂ в атмосфері складає 380 ppm, очікувана приймається за сценарієм RCP4.5 470 , а RCP8.5 - 520 ppm.

2. Вивчено модель водно-теплого режиму та формування продуктивності соняшнику. Отримані параметри формування врожаю соняшнику на основі даних спостережень гідрометеорологічних та агрометеорологічних станцій і постів Харківської області.

3. Встановлено, що сума ефективних температур за період сходи – збиральна стиглість дорівнює 1322 °С, а суми температур онтогенетичної кривої фотосинтезу та дихання відповідно 436 °С і 330 °С. Суми ефективних температур росту листя, стебел, кореня та корзинки становлять 264 °С, 330 °С, 330°С і 820°С, відповідно, а сума ефективних температур початку росту корзинки складає 330 °С.

4 Виконано розрахунки та аналіз настання дат сівби та основних фаз розвитку соняшнику. В період з 1986 по 2005. сівбу проводили в кінці квітня, в період з 2021 по 2050 сівба буде раніше на 12...13 днів раніше, тому й фази розвитку в цілому наставатимуть раніше. Очікується незначна але подовження тривалості вегетації на 2...4 дні.

5. За результатами розрахунків проведено аналіз теплового режиму та теплозабезпеченості соняшнику. Очікувані погодні умови першого періоду вегетації за обома кліматичними сценаріями сприятимуть доброї вологозабезпеченості, тому зростання дефіциту вологи в другому періоді не матимуть значного впливу на загальну забезпеченість вологою посівів соняшнику.

6. Визначено основні показники фотосинтетичної діяльності посівів соняшнику за агрокліматичних умов Харківської області. Встановлено, що при реалізації обох сценаріїв і RCP4.5 і RCP8.5 очікуватиметься збільшення продуктивні посівів, значніше воно буде, якщо реалізується сценарій RCP4.5 (на 10...17%).

7. Дана оцінка очікуваних ризиків недобору врожаю насіння соняшника в Харківській області. Встановлено, що за обома сценаріями RCP4.5 і RCP8.5 слід очікувати середні ризики недобору врожаю, 11 % і 13 % відповідно.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Агрокліматичний довідник по території України. /За ред. Т.І. Адаменко, М.І. Кульбіді, А.Л. Прокопенко. – Кам'янець-Подільськ, 2011. – 107 с.
2. Вольвач О.В, Вольвач В.В. Агрометеорологічні вимірювання. - Одеса,: «Екологія», 2006.- с. 42-61.
3. Божко Л.Ю., Жигайло О.Л. Біологічні основи формування кількості та якості врожаю. Конспект лекцій. – Одеса, 2013 . – 154 С.
4. Жигайло О.Л., Жигайло Т.С., Бойчук Ю.О. Оцінка формування врожаю соняшнику в умовах зміни клімату // Вісник одеського державного екологічного університету, 2014, №18, с. 79–85.
5. Жигайло О.Л., Жигайло Т.С. Оцінка впливу змін клімату на агрокліматичні умови вирощування соняшнику в Україні // Український гідрометеорологічний журнал. – 2016, №17, С. 86–92
6. Гриднев Е.К., Фролова В.Ф. Интенсивная технология производства подсолнечника. – М.: Росагропромиздат, 1992. – 220 с.
7. Кліматичні зміни та їх вплив на сфери економіки України./ За ред. С.М. Степаненка, А.М. Польового. – Одеса: Вид. «ТЕС», 2015– 520 с.
8. Ляшенко Г.В. Агроклиматическая оценка продуктивности сельскохозяйственных культур в Украине // Вестник Одесского государственного экологического университета. – 2009. - № 8. с.113-125.
9. Мельник Ю.С. Климат и произрастание подсолнечника. – Л.: Гидрометеиздат, 1972. – 143с.
10. Мищенко З.А., Кирнасовская Н.В. Агроклиматическое районирование ресурсов влаги в почве под подсолнечником на территории Украины // Метеорологія, кліматологія та гідрологія. –2005. - Вип. 49. - с. 305 -315.
11. Миусский П.Е., Наумов М.М., Русакова Т.И. О математической модели продукционного процесса подсолнечника // Межвед. научн. сб. Украины.– Метеорология и гидрология. – 1989. – Вып. 24. – с. 132-137.

12. Подсолнечник / Научные труды ВАСХНИЛ Под общей редакцией академика В.С. Пустовойта - М.: Колос, 1975. - 591 с.
13. Польовий А.М. Моделювання гідрометеорологічного режиму та продуктивності агроєкосистем. – Одеса: «Екологія», 2013. – 430 с.
14. Польовий А.М. Сільськогосподарська метеорологія. – Одеса: «ТЕС». – 2012. – 630 с.
15. Троценко В.І. Технологія вирощування і якість насіння соняшнику / В.І Троценко, О.Г. Жатов, Г.О. Жатова / Сумський національний аграрний університет. Вісник: Науково-метод. Журнал.- Суми, 2007. Вип. 10-11 –с. 43-46.
16. Каталог гібридів соняшнику [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://www.maisadour-semences.fr/ua/>. - Назва з екрана
17. Природні ресурси Харківської області [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://www.ua.all.biz/>.
https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A5%D0%B0%D1%80%D0%BA%D1%96%D0%B2%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%B0_%D0%BE%D0%B1%D0%B%D0%B0%D1%81%D1%82%D1%8C
18. Фадеев Л.В. Подсолнечник Украины – сегодня и завтра [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://agro.imperija.com/files/docs/1386153822.pdf> - Назва з екрана.
19. IS-ENES climate4impact portal. URL [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://climate4impact.eu> - Назва з екрана.

ДОДАТКИ

ДОДАТОК А
 БАЗОВАЯ ДИНАМИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ФОРМИРОВАНИЯ
 ПРОДУКТИВНОСТИ ПОДСОЛНЕЧНИКА

```

*****
с БАЗОВАЯ ДИНАМИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ
ФОРМИРОВАНИЯ ПРОДУКТИВНОСТИ
ПОДСОЛНЕЧНИКА
common
dww(15), os(15), ss(15), dv(15), inf(
50), ts(15)
common n, t0, n2, n1, fi
Character*4 a1, a2, a3, a4
real inf
integer t0, dv
kb=1
open
(unit=5, file='ModPod.dat', status=
'old', form='formatted')
Open
(UNIT=6, FILE='ModPod.res')
read(5, 100) kb
do 30 i=1, kb
  read(*, 116) a1, a2, a3, a4
  read(*, 1141)
  read(*, 1141)
  read(*, 100) n, t0, n1, n2, fi
  read(*, 1141)
  read(*, 102) (ts(j), j=1, n)
  read(*, 1141)
  read(*, 102) (dww(j), j=1, n)
  read(*, 1141)
  read(*, 102) (os(j), j=1, n)
  read(*, 1141)
  read(*, 101) (ss(j), j=1, n)
  read(*, 1141)
  read(*, 115) (dv(j), j=1, n)
  read(*, 1141)
  read(*, 101) (inf(j), j=1, 29)
  read(*, 1141)
  read(*, 1141)
  read(*, 1141)

118 format(1x, 72('-'))
  write(*, 118)
  print *, 'Информационный
massiv, parametri modeli:'
  write(*, 101) (inf(j), j=1, 29)
  write(*, 119)
  119 format(1x, 72('='))
  write(*, 120)
  120 format(1x, 'РЕЗУЛЬТАТЫ
РАСЧЕТОВ')
  write(*, 119)
  call dmpp
  100 format(4i3, f6.2)
  101 format(10f8.3)
  102 format(14f5.1)
  115 format(24i3)
  116 format(4a4)
  1141 format(4a20)
  30 continue
  stop
  end
  subroutine dmpp
  dimension
  11m(15), qm(15), ts1m(15), ts2m(15)
  common
  dww(15), ts(15), ss(15), dv(15), inf(
50), os(15)
  dimension
  j1m(15), gim(15), flm(15), ksi(15), g
amfm(15), blm(15),

  read(*, 1141)
  read(*, 1141)
  read(*, 1141)
  write(*, 119)
  WRITE(6, 234)
  WRITE(6, 236)
  234 FORMAT(10X, ' БАЗОВАЯ
ДИНАМИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ')
  236 FORMAT(10X, ' ФОРМИРОВАНИЯ
ПРОДУКТИВНОСТИ ПОДСОЛНЕЧНИКА)
  write(*, 119)
  write(6, 117)
  117 format(10x, 'ВХОДНАЯ
ИНФОРМАЦИЯ')
  write(6, 118)
  write(*, 116) a1, a2, a3, a4
  print *, 'Chislo dekad;
chislo dney ot 1-go janvarj; data
vsxodov'
  print *, 'mesjz vsxodov;
schirota punkta:'
  write(*, 100) n, t0, n1, n2, fi
  print *, ' Summa osadkov za
dekadu (mm):'
  write(*, 102) (ts(j), j=1, n)
  print *, ' Sredn. za dekadu
defizit wlagnosti vozduxa (mb):'
  write(*, 102) (dww(j), j=1, n)
  print *, ' Sredn. za dekadu
tempstratura vozduxa (grad. C):'
  write(*, 102) (os(j), j=1, n)
  print *, ' Sredn. za dekadu
colnechn. radiazij, Wt/m2'
  write(*, 101) (ss(j), j=1, n)
  print *, ' Chislo dney v
rashetnoy deкаде:'
  write(*, 115) (dv(j), j=1, n)

  1
  bsm(15), brm(15), bpm(15), aflm(15),
  arlm(15), tss(150), ts11(15),
  1
  W0(15), x12(15), ab32(15), FCO(15), E
  akt(15), E0(15), rd3(15),
  1 rad(15)
  real
  ksi, llm, betxr, exr, eakxr, defwl, qxr
  real*8 ksifl, top, td
  integer t0, dv, gi, g2, gim
  common n, t0, n1, n2, fi
  real
  m, ml, ms, mr, mp, ll, ls, lp, mu, ksifp, i
  nf, j0, jj, mz, mg

  drost(ts2, topt, cc)=(2.3026*(2./to
pt)*10.** (2.-(2./topt)*ts2)*
* 1000.*cc)/(1.+10.** (2.-
(2./topt)*ts2))**2

  ff01(bk, b, jj)=bk*b*jj/(bk+b*jj)
  j1=1
  gi=0
  ml=inf(1)
  ms=inf(2)
  mr=inf(3)
  mp=inf(4)
  sss=inf(25)
  sssl=inf(26)
  ll=inf(5)
  ts2=0

```

```

      j2=0
c      write(*,331)ml,ms,mr,mp
331 format(1x,4f7.3)
      write(*,121)
121 format(' ')
      write(*,122)

      122 format(10x,'СУХАЯ БИОМАССА
ОПТЯНОВ,Г/М2')
      write(*,120)
109
format(4x,'i''dek',1x,'i','cyt',2
x,'i',3x,'ml',3x,'i',3x,'ms',3x,
do 300 j=1,n

```

```

nn=dv(j)
do 310 i=1,nn
  ts1=ts(j)-inf(27)
  if(ts1.lt.0)ts1=0
  ts2=ts2+ts1
  tss(i+j2)=ts2
310 continue
  j2=j2+dv(j)
  ts11(j)=ts1
300 continue
do 99 j=1,n
  s1=0
  s2=0
  s3=0
  s4=0
  s5=0
  s6=0
  s7=0
  s8=0
  s9=0
  s10=0
  s11=0
  ts1=ts11(j)
  m=ml+ms+mr+mp
  fm=ml+ms
c      write(*,334)m
334 format(1x,f10.2)
  nn=dv(j)
do 400 i=1,nn
444 format(1x,i5,2x,f7.3)

```

```

c      nn=dv(j)
c      do 400 i=1,nn
c      444 format(1x,i5,2x,f7.3)
c      ts2=tss(gi+1)
cc      write(*,444)gi,tss(gi)
      DELTA=(-
23.4*cos(2*3.1428*((t0+gi)+10)/36
5))*0.017453
a=sin(0.017453*fi)*sin(delta)
b=cos(0.017453*fi)*cos(delta)
c      tz=12+3.8197*acos(-
a/b)
c      delta=0.017453*(0.473*(t0+gi)-
0.196e-2*(t0+gi)**2-0.407e-5*
c      *(t0+gi)**3-0.616)
c      a=sin(0.017453*fi)*sin(delta)
c      b=cos(0.017453*fi)*cos(delta)
c      tz=12+3.8197*acos(-a/b)
c      tv=24-tz
c      s1=s1-delta
c      s2=s2+a
c      s3=s3+b
c      s4=s4+tz
c      s5=s5+tv
c      write(6,335)tv,delta
335 format(1x,2f8.2)
c      al=-
100.*alog(inf(15))/(inf(8)**2)

```

```

Продовження додатку /
1'i',3x,'mr',3x,'i',4x,'mp',2x,'
',3x,'m',4x,'i',3x,'mg',4x,'i'
write(*,109)
print *,' mg - urogay pri
14% wladnosti semjнок, z/ga'
120 format(4x,70('-'))
write(*,120)

```

```

      ts2=tss(gi+1)
c+++++
c      do 300 j=1,n
c      nn=dv(j)
c      do 310 i=1,nn
c      ts1=ts(j)-inf(27)
c      if(ts1.lt.0)ts1=0
c      ts2=ts2+ts1
c      tss(i+j2)=ts2
c      310 continue
c      j2=j2+dv(j)
c      ts11(j)=ts1
c      300 continue
c      do 99 j=1,n
c      s1=0
c      s2=0
c      s3=0
c      s4=0
c      s5=0
c      s6=0
c      s7=0
c      s8=0
c      s9=0
c      s10=0
c      s11=0
c      ts1=ts11(j)
c      m=ml+ms+mr+mp
c      fm=ml+ms
cc      write(*,334)m
c      334 format(1x,f10.2)

```

```

      alf=exp(-al*((ts2-
inf(8))/10)**2)
      al=-
100.*alog(inf(16))/(inf(9)**2)
      arl=exp(-al*((ts2-
inf(9))/10)**2)
dml=drost(ts2,inf(10),inf(21))
dms=drost(ts2,inf(11),inf(22))
dmr=drost(ts2,inf(12),inf(23))
r1=ts2-inf(14)
if(r1.lt.0) goto 62
dmp=drost(r1,inf(13)-
inf(14),inf(24))
goto 63
62 dmp=0.0
63 s6=s6+alf
s7=s7+arl
s8=s8+dml
s9=s9+dms
s10=s10+dmr
s11=s11+dmp
gi=gi+1
400 continue
delta=s1/dv(j)
a=s2/dv(j)
b=s3/dv(j)
tz=s4/dv(j)
tv=s5/dv(j)
taud=tz-tv
afl=s6/dv(j)

```



```

    arl=s7/dv(j)
    dml=s8/dv(j)
    dms=s9/dv(j)
    dmr=s10/dv(j)
    dmp=s11/dv(j)
    dm=dml+dms+dmr+dmp

br=dmr/dm
bp=dmp/dm
c      if( n2.eq.1 ) goto 1
c      if( n2.eq.2 ) goto 2
c      if( n2.eq.3 ) goto 3
c      nn1=30-n1+1
c      if (gi.le.nn1) goto 7
c      if (gi.le.nn1+31) goto 8
c      td=0.873*tmax(j)-0.686
c      goto 9
c 1     nn1=31-n1+1
c       if (gi.le.nn1) goto 4
c       if (gi.le.nn1+30) goto 5
c       if (gi.le.nn1+61) goto 6
c       if (gi.le.nn1+91) goto 7
c       if (gi.le.nn1+122) goto 8
c       td=0.873*tmax(j)-0.686
c       goto 9
c 2     nn1=30-n1+1
c       if (gi.le.nn1 ) goto 5
c       if (gi.le.nn1+30) goto 6
c       if (gi.le.nn1+61) goto 7
c       if (gi.le.nn1+92) goto 8
c       td=0.873*tmax(j)-0.686
c       goto 9
c 3     nn1=31-n1+1
c       if (gi.le.nn1 ) goto 6
c       if (gi.le.nn1+30) goto 7
c       if (gi.le.nn1+61) goto 8
c       td=0.873*tmax(j)-0.686
c       goto 9
c 4     td=tmax(j)-3.

qxr=((j0*(taud*60))/0.52)*dv(j)*0
.001
c      if(qxr.lt.60) qxr=60
cccccc RBxar=((0.72*qxr)-
(dv(j)*50*0.001))/dv(j)
C+++++
q=12.66*ss(j)**1.31+315.0*(a+b)**
2.1
q=25*((1/taud)+ss(j))**1.11)*exp
(-0.4*ss(j)/taud)+(413*(1
cccccccccc 4-exp(-
(ss(j)+0.606)))*(exp(-0.4(1-
ss(j)/taud)*(a+b)**1.4)))
ccc 9
q=((srad(j)/0.71)/697)*(taud*60)
c      if(ss(j).lt.30)ss(j)=30

C 9
q=((ss(j))/697)*(taud*60)

C      j0=0.52*q/(taud*60)

c      9
q=((ss(j))/697)*(taud*60)

c      j0=0.52*q/(taud*60)
C      rad(j)=(q/(taud*60))*697
cccccccccc
qwt(j)=q/(taud*60)
c      j0=0.52*q/(taud*60)
c      qwt(j)=q/(taud*60)

cccccccccc XFAR(j)=j0

```

```

Продовження додатку А
c
write(6,336)dml,dms,dmp,dmr,dm
336 format(1x,5f10.3)
      bl=dml/dm
      bs=dms/dm

c      goto 9
c 5     td=0.835*tmax(j)-1.365
c      goto 9
c 6     td=0.856*tmax(j)-1.008
c      goto 9
c 7     td=0.891*tmax(j)-1.081
c      goto 9
c 8     td=0.823*tmax(j)+0.559
C*****
*****
C=====
c      Raschet intensivnosti
colnechnoy radiazii i FAR

q=25*((1/taud)+ss(j))**1.11)*exp
(-0.4*ss(j)/taud)+(413*(1
cccccccccc 4-exp(-
(ss(j)+0.606)))*(exp(-0.4(1-
ss(j)/taud)*(a+b)**1.4)))
ccc 9
q=((srad(j)/0.71)/697)*(taud*60)
C
if(ss(j).lt.30)ss(j)=30
9     q=((ss(j))/697)*(taud*60)

      j0=0.52*q/(taud*60)
cccccccccc
qwt(j)=q/(taud*60)
c      j0=0.52*q/(taud*60)
c      qwt(j)=q/(taud*60)

cccccccccc XFAR(j)=j0
cccccccccc FAR(j)=0.52*q

```

```

Продовження додатку А
cccccccccc FAR(j)=0.52*q
C
qxr=((j0*(taud*60))/0.52)*dv(j)*0
.001
c      if(qxr.lt.60) qxr=60
cccccc RBxar=((0.72*qxr)-
(dv(j)*50*0.001))/dv(j)
C+++++
q=12.66*ss(j)**1.31+315.0*(a+b)**
2.1
q=25*((1/taud)+ss(j))**1.11)*exp
(-0.4*ss(j)/taud)+(413*(1
cccccccccc 4-exp(-
(ss(j)+0.606)))*(exp(-0.4(1-
ss(j)/taud)*(a+b)**1.4)))
ccc 9
q=((srad(j)/0.71)/697)*(taud*60)
c      if(ss(j).lt.30)ss(j)=30

C 9
q=((ss(j))/697)*(taud*60)

C      j0=0.52*q/(taud*60)

c      9
q=((ss(j))/697)*(taud*60)

c      j0=0.52*q/(taud*60)
C      rad(j)=(q/(taud*60))*697
cccccccccc
qwt(j)=q/(taud*60)
c      j0=0.52*q/(taud*60)
c      qwt(j)=q/(taud*60)

cccccccccc XFAR(j)=j0

```

Продовження додатку А

```

exr=16.7*((0.74*qxr)-
(dv(j)*20*0.001))
eakxr=(2*inf(29)+(os(j)))/
1(1+(2*(inf(7)-
0)))/(betxr*exr)
IF(EAKXR.GT.exr)EAKXR=exr

w0(j)=inf(7)+os(j)-eakxr
defwl=os(j)-exr+inf(7)
if(defwl.gt.0)defwl=0
cccccccc dWPO(j)=(-
0.7*ts(j)+0.26*Os(j)-
0.25*inf(11)+7.4)
cccccccc
WPO(j)=inf(11)+(-
0.7*ts(j)+0.26*Os(j)-
0.25*inf(11)+7.4)
cccccccc if(WPO(j).lt.0)
WPO(j)=0
c=====
go to 2002
2001 continue
c
epot(j)=(0.65*dww(j)*dv(j)*0.75)
cc x12(j)=(ts2/inf(3))
ccc betxr=0.89554-
1.2546*x12(j)+20.303*(x12(j))**2-
60.042*(x12(j))
ccc 2**3+65.887*(x12(j))**4-
24.840*(x12(j))**5
betxr=0.6
cccccc exr=16.7*((0.74*qxr)-
(dv(j)*60*0.001))
exr=16.7*((0.74*qxr)-
(dv(j)*20*0.001))
ccc exr=16.7*((0.74*qxr)-
(0.75*dv(j)*60*0.001))
eakxr=(2*w0(j)-
1)+(os(j)))/
1(1+(2*(inf(7)-
0)))/(betxr*exr)
IF(EAKXR.GT.EXR)EAKXR=EXR

if(eakxr.lt.(0.2*exr))eakxr=0.2*exr
cc filt(j)=w0(j-1)+os(j)-
inf(1)-eakxr
cc
if(filt(j).lt.0.)filt(j)=0
w0(j)=w0(j-1)+os(j)-eakxr
c dWPO(j)=(-
0.7*ts(j)+0.26*Os(j)-0.25*WPO(j-
1)+7.4)
cccc WPO(j)=WPO(j-1)+(-
0.7*ts(j)+0.26*Os(j)-0.25*WPO(j-
1)+9.4)
cccc if(WPO(j).lt.0) WPO(j)=0
defwl=os(j)-exr+W0(j-1)

c f0l=ff0l(sss,sss1,jj)
f0l=(inf(25)*inf(26)*jj)*FCO(j)/(
inf(25)+inf(26)*jj)
ftl=af1*f0l*ksifl*gamf
fl=0.68*ftl*11*taud*0.1
dmm=fl-
arl*(0.015*m+0.20*fl)
ab32(j)=dmm*dv(j)
v1=0.3*ml*ts1/(tss(j2)-
2.*inf(10))
if(eakxr.lt.(0.2*exr))eakxr=0.2*exr
xr
ccc Eakxr=Eakt(j)
ccc exr=E0(j)
cccccccc
filt(j)=inf(7)+os(j)-inf(1)-eakxr
cccccccc
if(filt(j).lt.0.)filt(j)=0

if(defwl.gt.0)defwl=0
top=inf(28)

ksifl=((ts(j)+10)/32)**(0.11174*(
ts(j)-top)/10)*
6 ((36-
ts(j))/14)**(0.9041*(ts(j)-
top)/10)
c ****uvcvjic
if(ksifl.gt.1)ksifl=1
if(ksifl.lt.0.1)
ksifl=0.1
c+++++
cc RASCHET FUNKZIY VLIJNIJ
UVLAGJNENIJ PO RASCHITANNOY
VLAGJNOSTI POCHVI
c2002 x11(j)=(ts2/inf(6))
c if(x11(j).lt.0.1)
Wtp=0.65
c
if(x11(j).gt.0.1.and.x11(j).lt.0.
75)Wtp=0.75
c if(x11(j).gt.0.75)
Wtp=0.65
c wtopt2=inf(7)
c xw1=W0(j)/(wtp*inf(7))
c xw2=W0(j)/Wtopt2
c if(xw2.gt.1.1)xw2=1.1
c if(W0(j).gt.Wtopt2)gamf=-
0.654+3.824*xw2-
2.633*(xw2**2)+0.467*
c 7(xw2**3)
c
if(W0(j).lt.(wtp*inf(7)))gamf=-
1.163*(xw1**2)+2.187*(xw1)
c
if(W0(j).gt.(wtp*inf(7)).and.W0(j)
).lt.Wtopt2)gamf=1.0
c if(gamf.gt.1)gamf=1
c if(gamf.lt.0.1)gamf=0.1
c+++++
2002 w1=w0(j)/inf(7)

if(inf(7).le.85)gamf=2.899*exp(-
0.9117*w1)-3.64*exp(-2.73*w1)

if(inf(7).gt.85)gamf=4.200*exp(-
0.703*w1)-5.48*exp(-1.648*w1)
if(gamf.gt.1)gamf=1
if(gamf.lt.0.1)
gamf=0.1
jj=j0/(1.+0.5*11)

v2=0.3*ms*ts1/(tss(j2)-
2.*inf(11))
v3=0.3*mr*ts1/(tss(j2)-
2.*inf(12))
if(ts2.lt.2*inf(10))v1=0
if(ts2.lt.2*inf(11))v2=0
if(ts2.lt.2*inf(12))v3=0
ml=ml+(bl*dmm-v1)*dv(j)
ms=ms+(bs*dmm-v2)*dv(j)
mr=mr+(br*dmm-v3)*dv(j)

mp=mp+(bp*dmm+v1+v2+v3)*dv(j)

```



```

c      rd3(j)=mp*0.75*1.14*0.1
      mg=mp*0.65*1.14*0.1
c      write(6,337)ml,ms,mp,mr
      337 format(1x,4f10.3)
      if((bl*dmm-v1)*dv(j).ge.0)
ll=ll+(bl*dmm-v1)*dv(j)/inf(20)
      if((bl*dmm-v1)*dv(j).lt.0)
ll=ll+(bl*dmm-
v1)*dv(j)/(inf(20)*0.3)
      if(ll.lt.0) ll=0.001
      jlm(j)=j
      gim(j)=gi
      flm(j)=fl
      ksi(j)=ksifl
      gamfm(j)=gamf
      blm(j)=bl
      bsm(j)=bs
      brm(j)=br
      bpm(j)=bp
      aflm(j)=afl
      arlm(j)=arl
      llm(j)=ll
      qm(j)=q
      rd3(j)=mg
      tslm(j)=tsl
      ts2m(j)=ts2
cccc      Eakxr=Eakt(j)
cccccccc      Eakt(j)=Eakxr
cccccccc      exr=E0(j)

write(6,151)jlm(ji),gim(ji),llm(j
i),qm(ji),ab32(ji),ts2m(ji)
      1,flm(ji),ksi(ji),gamfm(ji)
      154 continue
      151
format(4x,'i',i3,1x,'i',1x,i3,1x,
'i',f5.2,
1'i',f8.3,'i',f7.3,3x,'i',f8.3,'i
',f6.3,'i',f7.3,'i',1x,f5.2,'i')
      write(*,121)
      write(*,140)
      write(*,153)
      153 format(15x,'Ростовые
функции, онтоген кривая фотосинт
и дыхания')
      write(*,140)
      write(*,149)
      write(*,140)
      149
format(4x,'i','DEK',1x,'i',1x,
'CYT',1x,'i',3x,'bl',3x,'i',
13x,'bs',3x,'i',3x,'br',3x,'i',3x
,'bp',3x,'i',2x,'afl',2x,'i',3x,
1'arl',3x,'i',2x,'W0
',2x,'i')
      do 141 i5=1,j1

write(6,150)jlm(i5),gim(i5),blm(i
5),
      1
bsm(i5),brm(i5),bpm(i5),aflm(i5),
arlm(i5),W0(i5)
      141 continue
      write(*,140)
      150
format(4x,'i',i3,1x,'i',1x,i3,1x,
'i',2x,
1f5.3,1x,'i',2x,f5.3,1x,'i',2x,f5
.3,1x,'i',2x,f5.3,1x,'i',
11x,f5.3,1x,'i',1x,f5.3,3x,'i',1x
,f5.1,3x,'i')
      140 format(4x,70('-'))
c=====
      write(*,140)
      write(*,253)

```

Продовження додатку А

```

E0(j)=exr
write(*,139)j,gi,ml,ms,mr,mp,m,mg
      139
format(4x,'i',i5,'i',i3,2x,'i',f7
.3,1x,'i',1x,f7.3,'i',1x,f7.3,
1'i',f8.3,'i',f8.3,'i',f8.3,'i')
      j1=j1+1
      99 continue
      write(*,120)
      j1=j-1
      write(*,121)
      write(*,170)
      170 format(10x,'Площадь
листьев, радиация, суммы т-
р, функции влияния')
      write(*,140)
      write(*,143)
      143
format(4x,'i','dek',1x,'i','cyt',
2x,'i',2x,'LL',1x,'i',3x,'q',4x,
1'i',2x,'DM(g/m2)',i',3x,'ts2',2
x,'i',2x,'fl',2x,'i',1x,'ksifl',1
x
      1,'i','gamf','i')
      write(*,140)
      do 154 ji=1,j1
      253
format(15x,'влагопотребление, влаго
потребность, влагообеспеченность')
      write(*,140)
      write(*,249)
      write(*,140)
      249
format(4x,'i','DEK',1x,'i',1x,
'CYT',1x,'i',3x,'Os',3x,'i',
13x,'Eakt',3x,'i',3x,'E0r',3x,'i',
3x,'bp',3x,'i',2x,'afl',2x,'i',3
x,
      1'arl',3x,'i',2x,'rad
',2x,'i')
      do 241 i5=1,j1

write(6,250)jlm(i5),gim(i5),Os(i5
),
      1
Eakt(i5),E0(i5),bpm(i5),aflm(i5),
arlm(i5),rad(i5)
      241 continue
      write(*,140)
      250
format(4x,'i',i3,1x,'i',1x,i3,1x,
'i',2x,
1f5.1,1x,'i',2x,f5.1,1x,'i',2x,f5
.1,1x,'i',2x,f5.3,1x,'i',
11x,f5.3,1x,'i',1x,f5.3,3x,'i',1x
,f5.1,3x,'i')
c 140 format(4x,70('-'))

c=====
C      CLOZE (UNIT=6)
      return
      end

```

Продовження додатку А

ДОДАТОК Б

 =====
 БАЗОВАЯ ДИНАМИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ФОРМИРОВАНИЯ УРОЖАЯ ПОДСОЛНЕЧНИКА
 =====

Хarkivs sr 8605

Число декад; число дней от 1-го января; дата всходов

месjз всходов; широта пункта:

12134 14 5 50.00

Summa osadkov za dekadu (mm):

17.0 33.0 25.0 29.0 29.0 19.0 23.0 19.0 29.0 14.0 13.0 15.0

Sredn. za dekadu defizit wladnosti vozduxa (mb):

7.0 7.0 8.0 7.0 6.0 8.0 8.0 8.0 8.0 7.0 7.0 7.0

Sredn. za dekadu tempratura vozduxa (grad. C):

13.9 16.2 17.3 18.4 19.9 21.2 22.2 22.2 21.8 21.2 19.9 18.3

Sredn. za dekadu colnechn. radiazij, Wt/m2

 348.000 342.000 336.000 328.000 341.000 344.000 336.000 370.000 334.000
 352.000

321.000 321.000

Число дней в расчетной декаде:

6 11 10 10 10 10 10 11 10 10 11 4

 Informazionniy massiv, parametri modeli:

 0.135 0.105 0.155 0.000 0.2001307.000 157.000 27.000 280.000
 280.000 280.000 314.000 797.000 497.000 0.600 0.500 380.000 380.000
 2.000 40.000 0.300 0.460 0.270 0.050 29.500 295.000 8.000
 25.000 137.000

 =====
 РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТОВ
 =====

СУХАЯ БИОМАССА ОРГАНОВ

 i'dek icyt i ml i ms i mr i mp i m i mg i
 mg - urogay pri 14% wladnosti semjнок, z/ga

i	1i	6	i	0.129	i	0.096i	0.150i	0.000i	0.395i	0.000i
i	2i	17	i	7.583	i	11.525i	5.590i	0.000i	0.375i	0.000i
i	3i	27	i	23.234	i	35.523i	16.562i	0.000i	24.697i	0.000i
i	4i	37	i	53.130	i	81.364i	41.490i	0.000i	75.319i	0.000i
i	5i	47	i	97.903	i	150.016i	94.576i	0.000i	175.985i	0.000i
i	6i	57	i	132.355	i	202.848i	158.398i	17.573i	342.495i	1.302i
i	7i	67	i	135.973	i	208.401i	171.251i	96.128i	511.173i	7.123i
i	8i	78	i	128.056	i	196.267i	160.857i	158.712i	611.752i	11.761i
i	9i	88	i	121.313	i	185.931i	151.840i	191.177i	643.892i	14.166i
i	10i	98	i	115.200	i	176.563i	143.691i	215.725i	650.261i	15.985i
i	11i	109	i	109.444	i	167.740i	136.044i	238.059i	651.180i	17.640i
i	12i	113	i	107.723	i	165.102i	133.766i	244.704i	651.287i	18.133i

ПРОДОВЖЕННЯ ДОДАТКУ Б

 Площадь листьев, радиация, прирост, сумма температур, функции
 влияния

idek	icyt	i	LL	i	q	i	DM(g/m2)	i	ts2	i	fl	i	ksifl	i	gamf	i	
i	1	i	6	i	0.20	i	399.350	i	-0.020	i	35.400	i	0.000	i	0.000	i	0.86
i	2	i	17	i	0.39	i	423.371	i	24.322	i	125.600	i	2.590	i	0.845	i	0.91
i	3	i	27	i	0.78	i	584.709	i	50.622	i	218.600	i	6.625	i	0.892	i	0.87
i	4	i	37	i	1.52	i	611.921	i	100.666	i	322.600	i	13.946	i	0.933	i	0.86
i	5	i	47	i	2.64	i	641.332	i	166.510	i	441.600	i	22.775	i	0.975	i	0.84
i	6	i	57	i	3.51	i	660.860	i	168.678	i	573.600	i	22.003	i	0.996	i	0.75
i	7	i	67	i	3.60	i	670.129	i	100.579	i	715.600	i	12.408	i	1.000	i	0.69
i	8	i	78	i	2.94	i	653.049	i	32.140	i	871.800	i	3.538	i	1.000	i	0.60
i	9	i	88	i	2.37	i	559.234	i	6.369	i	1009.800	i	0.743	i	1.000	i	0.67
i	10	i	98	i	1.86	i	524.493	i	0.919	i	1141.800	i	0.107	i	0.996	i	0.61
i	11	i	109	i	1.38	i	472.301	i	0.107	i	1272.700	i	0.011	i	0.975	i	0.54
i	12	i	113	i	1.24	i	421.355	i	0.007	i	1313.900	i	0.002	i	0.929	i	0.64

 Ростовые функции, онтогенетическая кривая
 фотосинтеза и дыхания, запасы влаги в почве

iDEK	i	CYT	i	bl	i	bs	i	br	i	bp	i	afl	i	arl	i	W0	
i	1	i	6	i	0.300	i	0.460	i	0.240	i	0.000	i	0.650	i	0.555	i	112.4
i	2	i	17	i	0.306	i	0.470	i	0.224	i	0.000	i	0.796	i	0.724	i	121.4
i	3	i	27	i	0.309	i	0.474	i	0.217	i	0.000	i	0.951	i	0.922	i	115.2
i	4	i	37	i	0.297	i	0.455	i	0.248	i	0.000	i	0.988	i	0.990	i	112.7
i	5	i	47	i	0.269	i	0.412	i	0.319	i	0.000	i	0.856	i	0.851	i	109.5
i	6	i	57	i	0.233	i	0.358	i	0.378	i	0.030	i	0.576	i	0.538	i	97.5
i	7	i	67	i	0.107	i	0.165	i	0.219	i	0.509	i	0.282	i	0.232	i	91.8
i	8	i	78	i	0.006	i	0.009	i	0.015	i	0.970	i	0.094	i	0.062	i	82.4
i	9	i	88	i	0.000	i	0.001	i	0.001	i	0.998	i	0.022	i	0.011	i	89.8
i	10	i	98	i	0.000	i	0.000	i	0.000	i	1.000	i	0.004	i	0.002	i	83.4
i	11	i	109	i	0.000	i	0.000	i	0.000	i	1.000	i	0.001	i	0.000	i	77.8
i	12	i	113	i	0.000	i	0.000	i	0.000	i	1.000	i	0.000	i	0.000	i	86.7

 Сумма осадков, испарение и испаряемость, освещенность

iDEK	i	CYT	i	Os	i	Eakt	i	E0r	i	bp	i	afl	i	Wt/m2	i		
kal/sm2		min															
i	1	i	6	i	17.0	i	11.6	i	27.6	i	0.000	i	0.650	i	304.4	i	0.437
i	2	i	17	i	33.0	i	24.1	i	53.9	i	0.000	i	0.796	i	315.4	i	0.453
i	3	i	27	i	25.0	i	31.2	i	68.9	i	0.000	i	0.951	i	426.7	i	0.612
i	4	i	37	i	29.0	i	31.5	i	72.3	i	0.000	i	0.988	i	441.6	i	0.634
i	5	i	47	i	29.0	i	32.2	i	75.9	i	0.000	i	0.856	i	462.0	i	0.663
i	6	i	57	i	19.0	i	31.0	i	78.3	i	0.030	i	0.576	i	479.7	i	0.688
i	7	i	67	i	23.0	i	28.7	i	79.5	i	0.509	i	0.282	i	494.5	i	0.709
i	8	i	78	i	19.0	i	28.3	i	85.1	i	0.970	i	0.094	i	494.5	i	0.709
i	9	i	88	i	29.0	i	21.6	i	65.8	i	0.998	i	0.022	i	437.7	i	0.628
i	10	i	98	i	14.0	i	20.4	i	61.5	i	1.000	i	0.004	i	426.2	i	0.611
i	11	i	109	i	13.0	i	18.6	i	60.5	i	1.000	i	0.001	i	401.2	i	0.576
i	12	i	113	i	15.0	i	6.1	i	19.5	i	1.000	i	0.000	i	370.4	i	0.531

Характеристика сучасних сортів та гібридів соняшнику

Опис нових сортів і гібридів соняшнику, занесених до Держреєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні.

Українське сонечко (Трилінійний гібрид) Всеукраїнський науковий інститут селекції (ВНІС).

Ультраскоростиглий, посухостійкий гібрид, призначений для вирощування на різних типах ґрунту. Рекомендований до пожнивного посіву.

Морфологічні та агрономічні характеристики. Вегетаційний період - 90-95 днів. Висота рослини 160-165 см. Форма кошика випукла. Нахил кошика - напівнахилений. Діаметр кошика 18-20 см. Вміст олії 50-52%. Лузжистість 20-22%. Середня врожайність за роки випробування 34 ц/га. Потенціал врожайності 42 ц/га

Стійкість до хвороб та стресових факторів. Стійкість до полягання – висока, до посухи - дуже висока, до осипання – висока. Стійкість до ураження несправжньою борошністою рососою – висока, до ураження вовчком - висока. Стійкий до фомозу, фомопсису, іржи, білої гнилі (склеротиніозу), сірої гнилі (ботритісу), соняшникової молі.

Рекомендована густина стояння: Лісостеп 60-65 тис. рослин/га, Степ 55-60 тис. рослин/га.

Славутич F1 (Інститут рослинництва УААН, ТОВ "Незалежна аграрна індустрія").

Висота рослин - середня, не галузиться. Розмір кошика - середній, форма (з боку сім'янок) - злегка випукла. Розмір сім'янки - середній, за формою - широкояйцеподібні.

Вегетаційний період за роки випробування в зоні Степу - 117 днів. Середня врожайність - 20,3 ц/га, потенційна - 37 ц/га. Вміст жирів - 49,2%, білка - 17,2%; вихід олії - 1273 кг/га.

Стійкий до вилягання, осипання. Відносно стійкий до посухи та ураження хворобами. Рекомендований для зони Степу.

Захоплення F1 (Селекційно-генетичний інститут УААН).

Висота рослин - середня, не галузиться. Розмір кошика - середній, форма (з боку сім'янок) - дуже випукла. Розмір сім'янки - середній, за формою - широкояйцеподібні.

Вегетаційний період за роки випробування в зоні Степу - 117 днів, в зоні Лісостепу - 120. Середня врожайність - 21,9 ц / га, потенційна - 51,5 ц / га. Вміст жирів - 49,2-50,9%, білка - 18,0%; вихід масла -1131-1210 кг / га.

Стійкий до вилягання, осипання та посухи. Поразка хворобами - незначна. Рекомендований для зон Степу та Лісостепу.

Алісон F1 ("Євраліс Семанс").

Рослина висока, не галузиться. Розмір кошиків - середній, форма (з боку сім'янок) - злегка випукла. Розмір сім'янки - середній, за формою - широкояйцеподібні.

Вегетаційний період за роки випробування в зоні Степу - 125 днів. Середня врожайність - 26 ц/га, потенційна - 40,2 ц/га. Вміст жиру - 49,9%, білка - 18,0%; вихід олії - 1162 кг/га.

Стійкий до вилягання, осипання, середньостійкий до посухи та ураження хворобами. Рекомендований для зони Степу.

Олівер 90 F1 (Селекційно-генетичний інститут УААН).

Рослина висока, не галузиться. Розмір кошиків - середній, форма (з боку сім'янок) - плоска. Розмір сім'янки - середній, за формою - широкояйцеподібні.

Вегетаційний період за роки випробування в зоні Степу - 123 дні. Середня врожайність - 23,5 ц/га, потенційна - 41,6 ц/га. Вміст жирів - 48,8%, білка - 18,2%; вихід олії - 1128 кг/га.

Стійкий до вилягання, осипання; відносно стійкий до посухи. За період випробування ураження хворобами - нижче середнього. Рекомендований для зони Степу.

Тайфун (НВФ "Хлібороб").

Рослина висока, не галузиться. Кошик звернений донизу, розмір - середній, форма (з боку сім'янок) - дуже випукла. Сім'янки великі, за формою - широкояйцеподібні.

Вегетаційний період за роки випробування в умовах Степу - 128 днів. Середня врожайність - 23,1 ц/га, потенційна - 41,8 ц/га. Вміст жирів - 48,4%, білка - 18,1%; вихід олії - 1171 кг/га.

Стійкий до осипання, відносно стійкий до вилягання та посухи. За період випробування, ураження хворобами нижче середнього. Рекомендований для зони Степу.

Рімісол F1 (Інститут рільництва і овочівництва м. Нові Сад, Сербія; фірма "продуктивний").

Рослина висока, не галузиться. Кошик напівобернений донизу, розмір - середній, форма (з боку сім'янок) - плоска. Розмір сім'янки - середній, за формою - широкояйцеподібні.

Вегетаційний період за роки випробування - 129 днів. Середня врожайність у зоні Степу - 25,2 ц/га, Лісостепу - 24,4 ц/га, потенційна - 45,6 ц/га. Вміст жирів - 48,4%, білка - 18,0%; вихід олії - 1196-1208 кг/га.

Стійкий до вилягання, осипання, посухи. За період випробування, ураження хворобами незначне.

Стійкий до гербіцидів суцільної дії. Рекомендований для зон Степу та Лісостепу.

Карамба F1 ("Євраліс Семанс").

Рослина висока, не галузиться. Кошик напівобернений донизу, розмір - середній, форма (з боку сім'янок) - злегка випукла. Сім'янки - середнього розміру, широкояйцеподібні.

Вегетаційний період за роки випробування - 125 днів. Середня врожайність у зоні Степу - 28,8 ц/га, Лісостепу - 25,4 ц/га; потенційна - 43,6 ц/га. Вміст жирів - 49,5%, білка - 18,5%; вихід олії 1483-1519 кг/га.

Стійкий до вилягання, осипання, відносно стійкий до посухи. За період випробування, ураження хворобами нижче середнього. Рекомендований для зон Степу та Лісостепу.

Родник (Всеросійський науково-дослідний інститут олійних культур ім. Пустовойта).

Рослина висока, не галузиться. Кошик звернений донизу, розмір - середній, форма (з боку сім'янок) дуже випукла. Сім'янка велика, широко яйцеподібна.

Вегетаційний період в умовах Степу за роки випробування - 122 дні. Середня врожайність - 22,0, потенційна - 37,8 ц/га. Вміст жирів - 48,2%, білка - 18,2%; вихід олії - 1203 кг/га.

Середньостійкий до вилягання, осипання, посухи. Ураження хворобами за період випробування – нижча за середню. Рекомендований для зони Степу.

Алліум РМ F1 (РТ 32х) ("Євраліс Семанс").

Рослина висока, не галузиться. Кошик звернений донизу, розмір - середній, форма (з боку сім'янок) плоска. Сім'янки середнього розміру, широкояйцеподібні.

Вегетаційний період за роки випробування в умовах Степу - 127 днів. Середня врожайність - 25,2 ц/га, потенційна - 42,5 ц/га. Вміст жирів - 48,7%, білка 18,6%; вихід олії - 1220 кг/га.

Стійкий до вилягання, осипання, посухи, до ураження хворобами. Рекомендований для зони Степу.

Каньйон F1 (ТОВ АФ "Сади України", Інститут рільництва і овочівництва м. Нові Сад, Сербія).

Рослина висока, не галузиться. Кошик звернений донизу, розмір - середній, форма (з боку сім'янок) злегка випукла. Сім'янки великі, широкояйцеподібні.

Вегетаційний період за роки випробування - 126-130 днів. Середня врожайність у зоні Степу - 25,4 ц/га, Лісостеп - 26,8 ц/га; потенційна - 48 ц/га. Вміст жиру - 48,2-49,5%, білка -18,2-18,6%; вихід олії - 1416-154 кг/га. Гібрид стійкий до вилягання, осипання, посухи. За період випробування ураження хворобами нижче середнього. Рекомендований для зон Степу та Лісостепу.

Імператор F1 (ТОВ АФ "Сади України").

Рослина висока, не галузиться. Кошик звернений донизу, розмір - середній, форма (з боку сім'янок) дуже випукла. Сім'янка середнього розміру, вузькояйцевидна.

Вегетаційний період за роки випробування - 128 днів. Середня врожайність у зоні Степу - 26 ц/га, потенційна - 44.1 ц/га. Вміст жиру - 48,2%, білка -18,2%; вихід олії - 1203 кг/га.

Стійкий до вилягання, осипання, посухи. Ураження хворобами за період випробування - нижче середнього. Рекомендований для зони Степу.

Президент F1 (ТОВ АФ "Сади України").

Рослина висока, не галузиться. Кошик звернений донизу, розмір середній, форма (з боку сім'янок) злегка випукла. Сім'янки середнього розміру, широкояйцеподібні.

Вегетаційний період за роки випробування - 127 днів. Середня врожайність у зоні Степу - 25,8 ц/га, потенційна - 46,4 ц/га. Вміст жиру - 48,8%, білка - 17,5%; вихід олії - 1249 кг/га.

Стійкий до вилягання, осипання, посухи. За період випробування, ураження хворобами - незначне. Рекомендований для зони Степу.

Лакомка (Всеросійський науково-дослідний інститут олійних культур ім. Пустовойта).

Сорт кондитерського напрямку.

Рослина висока, не галузиться. Кошик звернений донизу, розмір - середній, форма (з боку сім'янок) - злегка випукла. Сім'янки великі, широкояйцеподібні.

Вегетаційний період в умовах Лісостепу за роки випробування - 130 днів. Середня врожайність - 24,5 ц/га, потенційна - 45,9 ц/га. Вміст жирів - 44,4%, білка - 18,6%; вихід олії - 1400 кг/га.

Стійкий до вилягання, осипання, посухи. За період випробування ураження хворобами незначне. Рекомендований для зони Лісостепу.

Майстер (Всеросійський науково-дослідний інститут олійних культур ім. Пустовойта).

Рослина висока, не галузиться. Кошик звернений донизу, розмір - середній, форма (з боку сім'янок) плоска. Сім'янки середнього розміру, узкоюяйцеподібні.

Вегетаційний період в умовах Лісостепу за роки випробування - 136 днів. Середня врожайність - 27,2 ц/га, потенційна - 47,1 ц/га. Вміст жирів - 50,4%, білка - 17,3%; вихід олії - 1342 кг/га.

Стійкий до осипання, відносно стійкий до вилягання, посухи. За період випробування ураження хворобами - незначне. Рекомендований для зони Лісостепу.

Флагман (Всеросійський науково-дослідний інститут олійних культур ім. Пустовойта).

Рослина висока, не галузиться. Кошик звернений донизу, розмір - середній, форма (з боку сім'янок) - злегка випукла. Сім'янки - середнього розміру, широкояйцеподібні.

Вегетаційний період в умовах Лісостепу - 134 дні. Середня урожайність - 27,9 ц/га, потенційна - 41,8 ц/га. Вміст жирів - 49,5%, білка - 18,6%; вихід масла - 1389 кг/га.

Стійкий до вилягання, осипання, відносно стійкий до посухи. За період випробування ураження хворобами - нижче середнього. Рекомендований для зони Лісостепу.