

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.

Одеса – 2017

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
Донецькій області

Виконала студентка групи АЕ-VI
спеціальності 101 «Екологія»,
спеціалізації «Агроекологія»
Шаріпова Яніна Маратівна

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

З А В Д А Н Н Я
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ СТУДЕНТЦІ

Шаріповій Яніні Маратівні _____

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту « Агроекологічна оцінка впливу очікуваних кліматичних умов на продуктивність соняшнику в Донецькій 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 Донецькій 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
5	Виправлення зауважень, підготовка рукопису дипломного проекту	07.05.2017 р.- 28.05.2017 р.	90,0	відмінно
6	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)

Шаріпова Я. М.

(прізвище та ініціали)

Керівник проекту

(підпис)

Жигайло О.Л.

(прізвище та ініціали)

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до комплексного дипломного проекту

«Агроєкологічна оцінка впливу очікуваних кліматичних умов на продуктивність соняшнику в Східному регіоні України»

До складу комплексного дипломного проекту входять такі проекти:

1. Агроєкологічна оцінка впливу очікуваних кліматичних умов на продуктивність соняшнику в Донецькій області
Виконавець: ст. гр. АЕ-IV Шаріпова Яніна Маратівна
2. Агроєкологічна оцінка впливу очікуваних кліматичних умов на продуктивність соняшнику в Дніпропетровській області
Виконавець: ст. гр. АЕ-IV Шамардак Тетяна Вікторівна
3. Агроєкологічна оцінка впливу очікуваних кліматичних умов на продуктивність соняшнику в Луганській області
Виконавець: ст. гр. АЕ-IV Мевша Тетяна Іванівна
4. Агроєкологічна оцінка впливу очікуваних кліматичних умов на продуктивність соняшнику в Харківській області
Виконавець: ст. гр. АЕ-IV Забродська Вікторія Володимирівна

Загальною задачею комплексного дипломного проекту була регіональна оцінка агрокліматичних умов вирощування культури соняшника у Східному регіоні України, а також оцінка його фотосинтетичної продуктивності та урожайності насіння соняшнику в умовах змін клімату за новими сценаріями антропогенного впливу RCP.

Територією досліджень були взяті сільськогосподарські угіддя Донецької, Дніпропетровської, Луганської та Харківської областей, які входять в східний регіон України.

Дослідження формування врожаю соняшнику проводилися на основі динамічної моделі водно-теплогового режиму та продуктивності соняшнику, яка розроблена професором, академіком, доктором геогр. наук А.М. Польовим.

Для моделювання та оцінки змін агрокліматичних ресурсів при можливих змінах клімату були використані сучасні сценарії сімейства RCP (Representative Concentration Pathways / Репрезентативні траєкторії концентрацій) - *RCP 4.5* і *RCP 8.5*, що належать до сценаріїв середнього та високого рівню викидів парникових газів.

В роботі використовувались матеріали агрометеорологічних спостережень метеорологічних станцій Донецької, Дніпропетровської, Луганської та Харківської областей за період 1986 – 2005 рр., що був прийнятий за базовий. За сценаріями було розглянуто кліматичний період з 2021 по 2050 роки.

При написанні дипломного проекту перед кожним його виконавцем стояла індивідуальна задача.

Шаріпова Я. М. Зробити порівняльний аналіз строків сівби та основних фаз розвитку соняшнику в залежності від водно-теплового режиму, що склався на рубежі XX та XXI століть та очікується в середині XXI століття на сільськогосподарських угіддях Донецької області. За допомогою моделі водно-теплового режиму та продуктивності соняшнику виконати чисельні розрахунки фотосинтетичної продуктивності та врожаю насіння в умовах змін клімату та проаналізувати ризики недобору врожаю насіння соняшника на досліджуваній території.

Шамардак Т. В. Визначити терміни основних фаз розвитку соняшнику у Дніпропетровській області в минулому і за сценаріями змін клімату, розрахувати агрокліматичні показники по міжфазних періодах соняшнику за двома кліматичними періодами: 1986-2005 рр. і 2021-2050рр. та за двома сценаріями *RCP4.5* і *RCP8.5*. Оцінити вплив умов змін клімату на ріст, розвиток та формування врожаю насіння соняшнику з урахуванням його недобору в окремі роки на сільськогосподарських угіддях Дніпропетровської області.

Мевша Т. І. Провести порівняльний аналіз строків сівби та фаз розвитку соняшнику в залежності від теплового та водного режимів, що були в кліматичний період 1986-2005 рр та очікуються на території Луганської області в кліматичний період 2021 – 2050 рр. За допомогою моделі водно-теплового режиму та продуктивності соняшнику провести чисельні розрахунки фотосинтетичної продуктивності та врожаю насіння в умовах змін клімату та проаналізувати ризики недобору врожаю насіння соняшника на сільськогосподарських угіддях Луганської області.

Забродська В. В. 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 в період з 2021 по 2050 роки.

Всі задачі, що були поставлені перед виконавцями комплексного дипломного проекту, повністю вирішені. У комплексній роботі представлені закінчені дослідження. Одержані результати досліджень можуть бути використані в науково-методичній роботі кафедри.

Керівник
к. геогр. н., доц.

Жигайло О.Л.

Староста комплексного
дипломного проекту

Шаріпова Я. М.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	8
1 АГРОКЛІМАТИЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ДОНЕЦЬКОЇ ОБЛАСТІ.....	10
1.1 Рельєф і гідрографія Донецької області.....	10
1.2 Ґрунти та напрямки землекористування.....	12
1.3 Кліматичні та агрокліматичні умови.....	13
2 СОНЯШНИК – ОСНОВНА ОЛІЙНА КУЛЬТУРА В УКРАЇНІ...	20
2.1 Народногосподарське значення культури соняшника.....	21
2.2 Морфо-біологічні і екологічні особливості культури соняшника	23
2.3 Екологічні особливості культури соняшника.....	25
2.4 Сорти і гібриди соняшника в Україні.....	27
2.5 Технологія вирощування соняшнику в Україні.....	28
3 МОДЕЛЮВАННЯ ТА ОЦІНКА ВПЛИВУ АГРОКЛІМАТИЧНИХ УМОВ НА ФОТОСИНТЕТИЧНУ ПРОДУКТИВНІСТЬ СОНЯШНИКУ В УМОВАХ КЛІМАТИЧНИХ ЗМІН.....	40
3.1 Моделювання глобальних кліматичних змін за сценаріями антропогенного впливу RCP.....	40
3.2 Моделювання водно-теплового режиму та продуктивності соняшнику.....	41
3.2.1 Опис вхідної інформації для виконання розрахунків по моделі.....	41
3.2.2 Динамічна модель водно-теплового режиму та продуктивності соняшнику.....	43
3.3 Оцінка впливу агрокліматичних умов на фотосинтетичну	

продуктивність соняшнику в Донецькій області.....	51
3.3.1 Аналіз термінів сівби та фаз розвитку соняшнику.....	52
3.3.2 Аналіз агрокліматичних умов вирощування соняшнику.....	53
3.3.3 Аналіз показників фотосинтетичної діяльності посівів соняшнику.....	57
3.4 Оцінка ризиків недобору врожаю насіння соняшника в 2021-2050 рр. в Донецькій області.....	63
ВИСНОВКИ.....	67
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	69
ДОДАТКИ	71

ВСТУП

Проблема зміни клімату стала однією з найсерйозніших і актуальних напрямків науково-технічної діяльності на сучасному етапі [8].

При зміні клімату відбувається зміна природних ресурсів. Врахуванню кліматично зумовлених природних ресурсів завжди надавалося велике значення в тих галузях економіки, які тісно пов'язані із станом погоди і клімату. Передусім, це агропромисловий комплекс, в якому витрати на виробництво сільськогосподарської продукції визначаються відповідним набором кліматично зумовлених природних ресурсів. Клімат чи не найсуттєвіший чинник, що визначає середній рівень урожайності, а також міжрічну мінливість і просторову структуру останньої [8].

Від ефективності пристосування сільського господарства до нових умов, що диктуються з боку глобального антропогенного потепління, насамперед залежить майбутня продовольча безпека України. Отже, питання визначення впливу очікуваних змін клімату на агрокліматичні умови вирощування, продуктивність та валовий збір урожаю постає особливо гостро. Цим обумовлюється актуальність даної теми.

В Україні одною з найпопулярніших олійних культур є соняшник. Високий рівень рентабельності і попит на насіння спричинили значне розширення його посівних площ. Соняшник - основна олійна культура країни. За народногосподарської цінності і значенням він не поступається таким широко розповсюдженим культурам, як пшениця, кукурудза, соя. У порівнянні з іншими олійними культурами соняшник дає найбільший вихід олії з одиниці площі. На соняшникову олію припадає 98% загального виробництва олії в Україні [5].

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

Основні задачі:

- Отримати показники теплозабезпеченості соняшнику на досліджуваній території, параметри та змінні для розрахунку за моделлю;
- Виконати розрахунки агрокліматичних показників та проаналізувати умови росту та розвитку соняшнику в досліджувані кліматичні періоди;
- Провести чисельні розрахунки й оцінити фотосинтетичну продуктивність та врожай соняшнику на сільськогосподарських угіддях Донецької області;
- Оцінити ризики недобору врожаю соняшнику на досліджуваній території.

Для моделювання та оцінки змін агрокліматичних ресурсів при можливих змінах клімату були використані сучасні сценарії сімейства RCP (Representative Concentration Pathways / Репрезентативні траєкторії концентрацій) - *RCP 4.5* і *RCP 8.5*, що належать до сценаріїв середнього та високого рівню викидів парникових газів [19].

В роботі використовувались матеріали агрометеорологічних спостережень метеорологічних станцій Донецької області за період 1986 – 2005 рр., що був прийнятий за базовий[1]. За сценаріями було розглянуто кліматичний період з 2021 по 2050 роки. Дослідження формування врожаю соняшнику проводилися на основі динамічної моделі водно-теплогового режиму та продуктивності соняшнику[15].

1 АГРОКЛІМАТИЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ДОНЕЦЬКОЇ ОБЛАСТІ

Донецька область розташована у східній частині України, між $46^{\circ} 53'$ і $49^{\circ} 15'$ північної широти та $36^{\circ} 33'$ і $39^{\circ} 08'$ східної довготи. Протяжність території із заходу на схід становить 180 км, з півночі на південь – 255 км. Загальна площа області дорівнює 26,5 тис. км². На півночі Донецька область межує з Харківською, на сході – з Луганською, на південному сході – з Ростовською областю (Росія), на заході – з Дніпропетровською, на південному заході – із Запорізькою областю. На півдні Донецька область омивається Азовським морем, узбережжя якого має довжину 120 км [1].

1.1 Рельєф і гідрографія Донецької області

Рельєф Донецької області різноманітний, з характерною сильною ерозією ґрунтів і має вигляд хвилястої рівнини, розсіченої річковими долинами, балками та ярами. За характером рельєфу область поділяють на кілька геоморфологічних частин: Донецька височина (Донецький кряж), Приазовська височина, Придонецька терасна рівнина, Приазовська низовина. Найважливіша роль в геоморфології області належить Донецькому кряжу, що займає північно-східну частину території області. Це рівнинні межирічні простори, що чергуються з долинами, які мають гірський характер. Середні висоти більшості елементів рельєфу кряжу становлять 200-300 м. У своїй центральній частині (Дебальцеве-Іванівський кряж) Донецький кряж місцями досягає 350 м над рівнем моря.

Поверхня Донецького кряжу глибоко розчленована численними ярами та балками і долинами малих річок. У південно-західному напрямку Донецький кряж межує із Приазовською височиною по долинах річок Кашлигач (притока р. Мокрі Яли) і Волновахи (притока р. Кальміусу). Рельєф височини

зумовлений близьким заляганням кристалічного фундаменту. Найбільша висота – 278 м.

Вододільні території мають хвилясту поверхню, розчленовану глибокими річковими долинами, балками та ярами. Однак Приазовська височина менше покраяна ніж Донецький кряж, має переважно рівну поверхню, вкриту чорноземними ґрунтами. На півдні Приазовська височина поступово переходить у берегову рівнину, що має слабохвилястий рельєф і круто обривається біля Азовського моря – Приазовська низовина.

До знижених геоморфологічних утворень належить Придонецька терасна рівнина, що простягається на півночі області шириною від 6 до 30 км і є Донецькою частиною Дніпровсько-Донецької западини [1].

Гідрографія. На території Донецької області знаходяться переважно малі ріки (довжиною до 100 км), а також верхів'я річок, що витікають за межі території області: Самара, Вовча, Міус, Лугань. На півночі область перетинає серединна частина течії (протяжністю 96 км) ріки Сіверський Донець, що разом із притоками Казенний Торець, Бахмут, Лугань, належить до басейну Дону. Річка Вовча з притоками Сухі та Мокрі Яли впадає в ріку Дніпро. Найбільші по протяжності на території області річки Кальміус (209 км), Кринка (170 км), Кальчик (91 км) належать до басейну Азовського моря. Середня щільність річкової мережі в області становить 0,15-0,5 км/км², найбільша з них в басейні р. Кринка. Всі річки належать до рівнинного типу, живляться переважно сніговими, дощовими та підземними водами [1].

Русла рік звивисті, переважно нерозгалужені. Ширина річок в межені звичайно складає 5-20 м, місцями до 50-100 м. Глибини на перекатах дорівнюють 0,1-0,5 м, в плесах 1-2 м, в окремих ямах досягають 3-6 м. Середні похили рік незначні, завдяки чому швидкості течії невеликі (менше 0,1 – 0,6 м/сек), і тільки в місцях виходу кристалічних порід зустрічаються ділянки зі значними похилами та швидкістю течії до 1,0-1,5 м/сек. Природний режим річок значно змінений внаслідок зарегульованості великою кількістю водосховищ і ставків. Всього в області нараховується 154

водосховища. Найбільші з них (Курахівське, Вуглегірське, Павлоградське) мають площу водного дзеркала 11-15,3 км².

1.2 Ґрунти та напрямки землекористування

Ґрунтовий покрив Донецької області різноманітний. На території області виділено близько 60, а з урахуванням механічного складу більше 200 різновидів ґрунтів. Тут спостерігаються чорноземи звичайні на лесових породах і щільних глинах, чорноземи на елювії щільних порід і пісках, лугові, чорноземно-лугові, болотні, солонцюваті, дернові, опідзолені, намиті і розмиті ґрунти. На переважній частині території області найбільш поширені чорноземи звичайні середньогумусні, малогумусні легкоглинисті на лесових та дрібноземистих породах (близько 80 % ріллі області), у тому числі чорноземи слабозмиті. У цих ґрунтів майже однакова будова профілю. Товщина гумусового горизонту становить 35-40 см. Чорноземи області характеризуються високим вмістом гумусу (4,5-6,8 %), нейтральною та слабокислою реакцією ґрунтового розчину, мають добру родючість [1].

На високих вирівняних плато Донецького кряжу сформувались найбільш родючі ґрунти – чорноземи глибокі середньогумусні (5 % ріллі). Найродючіші ґрунти в Ясиноватському, Мар'їнському, Костянтинівському районах та на крайньому півдні, де утворились перехідні до глибоких чорноземи на елювії гранітів та вапняків. У цих районах найбільш ефективно вирощування зернових культур та соняшнику.

У південних та східних районах зустрічаються чорноземи на елювії щільних порід (до 4 % ріллі). Це чорноземи на елювії сланців, піщаників магматичних порід, вапняку та крейди. Вони мають малої потужності профіль та неглибоке залягання щербеного елювію. Механічний склад переважно середньо- та важкосуглинистий із включенням щербено ґрунтоутворюючої породи. Чорноземи

на елювії піщаників та сланців мають більш легкий механічний склад, вони безструктурні, мають схильність до запливання та утворення кірки [1].

На лесових річкових терасах зустрічаються чорноземи солонцюваті (близько 7 % ріллі), серед них невеликими плямами – солонці. Кількість гумусу коливається, залежно від ступеню солонцюватості, в межах 4-5 %. Середньо- та сильно солонцюваті ґрунти легко запливають, утворюють кірку, в'язкі у вологому стані, тверді і брилисті – у сухому. Родючість таких ґрунтів низька.

У долинах річок та балок залягають чорноземи лугові, лугово-чорноземні та лугові ґрунти. Вони сформувались в умовах сприятливого водного режиму та інтенсивного розвитку дернового процесу і мають достатню кількість гумусу (до 5,7 %).

На території області виявлено більше ніж на половині площ ріллі еродовані ґрунти. Еродовані ґрунти мають знижену водопроникність та вологоємність, що зумовлює посилення стоку води та сприяє змиву найбільш родючої частини орного шару, а також зменшенню накопичення вологи в ґрунті. Сильно еродовані ґрунти найменш родючі [1].

1.3 Кліматичні та агрокліматичні умови.

Клімат Донецької області континентальний, з посушливо-суховійними явищами. Зима порівняно холодна, із нестійким сніговим покривом, літо часто спекотне та посушливе. Переважають вітри східного та південно-східного напрямку. Середня температура повітря за рік по області становить плюс 7,5-9,6°C. Середня температура січня (найхолоднішого місяця) становить мінус 2,5-5,1°C, середня температура липня (найтеплішого місяця) – плюс 21,2-23,0°C.

Абсолютний мінімум температури повітря по області спостерігався у січні 1950 року і становив 33,5° морозу (М Дебальцеве), за двадцятиріччя (1986-2005 рр.) найхолодніше було в грудні 1997 року – 31,2° морозу

(М Дебальцеве). Абсолютний максимум – 39,4° тепла був зафіксований у липні 2001 та 2002 років (М Артемівськ). У серпні 2010 року максимальна температура повітря скрізь, крім узбережжя, перевершила абсолютний максимум і досягла в основному 38-40°, в М Артемівську – 40,7° тепла [1].

Зимовий період на Донеччині в середньому триває 93-113 днів – з 20–29 листопада до 2–13 березня.

Вегетаційний період (із середніми добовими температурами повітря 5°C і вище) триває 207–223 днів, починається в середньому по області 28 березня – 4 квітня і закінчується 31 жовтня – 6 листопада. Сума позитивних температур повітря вище 5°C за цей період змінюється від 3200 °C на півночі області до 3600 °C на півдні.

Період активної вегетації с.-г. культур (із середніми добовими температурами повітря 10°C і вище) триває 170-180 днів, змінюючись в окремі роки від 143 до 216 днів, починається 15–18 квітня і закінчується 5–15 жовтня. Сума позитивних температур повітря вище 10 °C, що накопичується за цей період, становить від 2920 °C на північному сході області до 3300 °C на півдні. В окремі роки ця сума досягає 3340-3660 °C.

Літній період (із середніми добовими температурами повітря 15°C і вище), триває в області 115-135 днів – з 14–22 травня до 15–25 вересня. Сума позитивних температур повітря вище 15 °C за цей період в середньому складає від 2200 °C на північному сході області до 2700 °C на півдні.

Середня обласна кількість опадів за рік становить 570 мм, змінюючись по території від 520 до 620 мм. Кількість опадів по роках і території коливається від 271 до 875 мм. Близько 60 % від річної кількості опадів випадає у теплий період року – 290–370 мм, тобто в середньому оптимальна потреба в опадах більшості с.-г. культур забезпечена на 50 %. У найбільш посушливі роки опадів випадає у 1,5-3 рази менше. Недобір опадів, особливо в поєднанні з високими температурами, обумовлює ґрунтову засуху [1].

Тривале бездощів'я, що нерідко спостерігається у період активної вегетації рослин, посилює сухість повітря.

Відносна вологість повітря у теплий період року (квітень-жовтень) по області коливається від 60 % весною до 80 % восени, а кількість днів із відносною вологістю повітря 30 % та менше за цей період становить 30-40 днів, на узбережжі – 6 днів. За такої вологості повітря при підвищенні температури повітря до 25° і вище та посиленні швидкості вітру до 5 м/с і більше виникають суховії. У вегетаційний період на території області відмічається від 14 до 19 днів із суховіями різної інтенсивності (лише на Азовському узбережжі в середньому 3 дні з суховіями).

Гідротермічний коефіцієнт, як показник посушливості, у 10 % років за період із середньою добовою температурою повітря $\geq 10^{\circ}\text{C}$ знижується до 0,5 і нижче. Найбільш засушливим буває серпень – у 50 % років ГТК становить 0,5-0,7.

Восени часто виникає ґрунтова засуха. Наприкінці осені вологозапаси метрового шару ґрунту в окремі роки знижуються на зябу до 15-55 мм. Найнижча зволоженість ґрунту на початку весни – 75-125 мм, місцями до 45 мм продуктивної вологи.

Ґрунтова та повітряна засуха часто викликає пошкодження ранніх ярих культур, а кукурудза у період цвітіння качана у 50 % років має обмежене волого забезпечення [1].

Серед інших несприятливих для с.-г. культур явищ погоди на території області відмічаються град, сильний вітер, дуже сильний дощ та зливи і заморозки.

Перші осінні заморозки у повітрі спостерігаються в першій–другій декаді жовтня, останні весняні – у другій-третій декаді квітня (на крайньому півдні – у першій декаді квітня).

Найпізніший весняний заморозок у повітрі зафіксовано 22 травня 2002 року, а на ґрунті – 5 червня 2003 року. Найбільш ранній осінній заморозок у повітрі відмічався 19 вересня 1995 року, а на ґрунті – 3 вересня 1997 року.

Середня тривалість беззаморозкового періоду у повітрі становить 158-197 днів, на поверхні ґрунту – 134-174 дні.

Сніговий покрив зазвичай утворюється наприкінці листопада – на початку грудня, а руйнується у першій декаді березня. Загальна тривалість залягання снігового покриву за зиму становить по області 50-95 днів, середня висота снігу за зиму 6-12 см, тоді як максимальна висота в окремі роки сягає 40-55 см, у південних районах – до 88 см. В останні десятиріччя досить часто відмічаються роки без сталого снігового покриву, або взагалі безсніжні зими.

Середня глибина промерзання ґрунту по області за зиму коливається від 20 до 40 см, а максимальна глибина промерзання за 20-річний період спостерігалася у 1986 році – 95 см [1].

Середня із мінімальних температур ґрунту на глибині 3 см по області за зиму, залежно від типу ґрунту, становить 2,3-3,6 ° морозу. Найнижча температура ґрунту на глибині 3 см відмічалася у 1993 р. і становила 17,5 ° морозу (М Дебальцеве).

Вимерзання посівів озимини на частині території області спостерігається в 15 % років.

Взимку, зазвичай, бувають відлиги, кількість днів з якими за період грудень-лютий по області коливається від 42 до 51. Відлиги, які тривають більше 5 днів поспіль, зумовлюють порушення зимового спокою озимини, що призводить до зниження морозостійкості рослин.

Після тривалих відлиг за наявності снігового покриву існує велика ймовірність його руйнування, що сприяє утворенню льодяної кірки на полях. Небезпечна льодяна кірка товщиною 10 мм і більше та тривалістю залягання три декади і більше відмічається у 10 % років (один раз на 10 років). В окремі роки має місце випрівання рослин озимих культур на частині площ [1].

За сукупністю показників агрокліматичних ресурсів у період активної вегетації с.-г. культур (суми позитивних температур повітря, кількості опадів та гідротермічного коефіцієнта) територію Донецької області поділено на три агрокліматичні райони: достатнього теплозабезпечення і недостатнього зволоження; високого рівня теплозабезпечення і недостатнього зволоження та високого рівня теплозабезпечення посушливий (табл.1.1 і рис. 1.1).

Таблиця 1.1 – Агрокліматичне районування Донецької області

Агрокліматичний район	Показники агрокліматичних ресурсів за період активної вегетації сільськогосподарських культур		
	сума активних температур повітря, °С	кількість опадів, мм	гідротермічний коефіцієнт (ГТК)
I. Достатнього теплозабезпечення, недостатнього зволоження	2900-3000	290-300	1
II. Високого рівня теплозабезпечення, недостатнього зволоження	3000-3200	290-320	1
III. Високого рівня теплозабезпечення, посушливий	3150-3300	250-290	0,8-0,9

I. Район достатнього теплозабезпечення та недостатнього зволоження розташований на східній найвищій частині території Донецької області, що включає південну половину Артемівського та північну частину Шахтарського районів. Характеризується найнижчими по області температурами (в середньому за рік температура повітря по М Дебальцеве нижче на 1° від аналогічних показників решти території, за винятком крайнього півдня), на тиждень-два коротшим періодом із позитивними середньодобовими температурами повітря та періодом вегетації рослин, більшою тривалістю залягання снігового покриву та більшою глибиною промерзання ґрунту (в середньому до 38 см) і щебенистими ґрунтами. Тут частіше спостерігається сильний вітер (≥ 15 м/с), дуже сильні дощі (≥ 50 мм за 12 годин) та град у теплий період року.

II. У районі високого рівня теплозабезпечення та недостатнього зволоження, що займає більшу частину території області, спостерігається інтенсивніше наростання тепла, вищі температури, ніж у I районі, частішою та сильнішою буває спека, більшою ймовірність заморозків та суховіїв, ніж на решті території.

За період вегетації тут накопичується на 100-200 °С більше активних температур ніж у I агрокліматичному районі, але на 100-180 °С менше

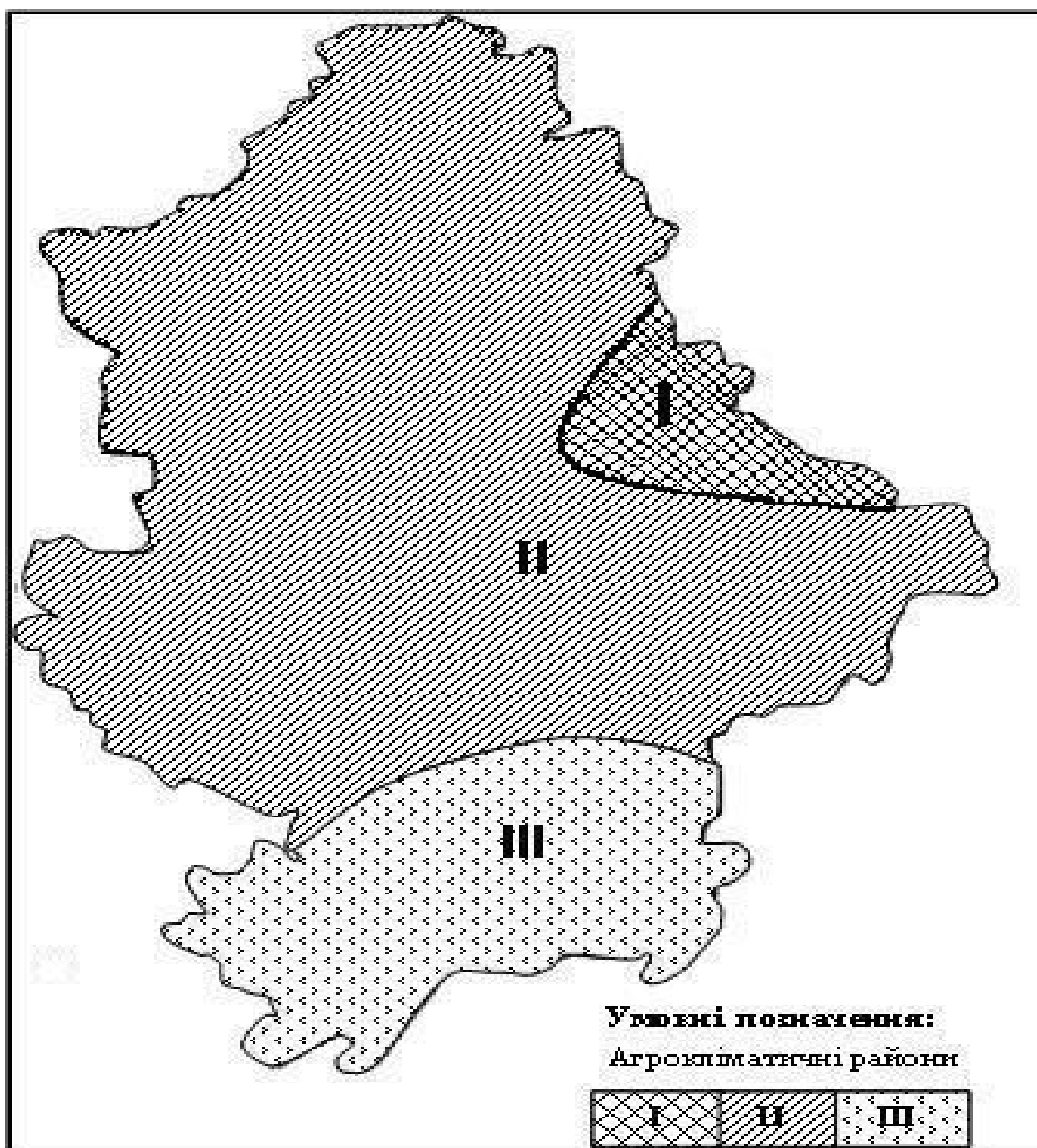


Рисунок 1.1 – Агрокліматичне районування Донецької області.

порівняно з III-м агрокліматичним районом. Кількість днів із температурою вище 30 °C (у середньому 20-27 днів) та суховіями (до 47 днів в окремі роки), також більша ніж на решті території.

III. До посушливого району з високим рівнем теплозабезпечення належить південна частина області, що найбільше зазнає впливу моря. Відрізняється від решти території найбільшими сумами ефективних температур, найбільш тривалим періодом активної вегетації, дещо вирівняними екстремальними температурами (слабкіші морози зимою,

менша спека літом), найменшою кількістю опадів за період активної вегетації та більшою вологістю повітря. За даними ГМО Маріуполь тут нерідко сніговий покрив утримується менше місяця і має найменшу висоту, частіше буває сильний вітер, але рідше, ніж на решті території, суховії. Однак через меншу кількість опадів та більше накопичення ефективного тепла показники ГТК найнижчі, що свідчить про більшу посушливість клімату, особливо на віддалених від узбережжя місцинах.

2 СОНЯШНИК – ОСНОВНА ОЛІЙНА КУЛЬТУРА В УКРАЇНІ

У соціально-економічному розвитку країни сільське господарство посідає особливе місце. Це одна з основних галузей народного господарства, яка забезпечує виробництво продуктів харчування і є найпершою умовою суспільства. Продукти сільського господарства і промислові товари, що виробляються з сільськогосподарської сировини, становлять 75% фонду народного споживання.

Провідна роль у розвитку продуктивних сил країни належать галузям промисловості, однак неодмінною умовою соціально-економічного прогресу є підвищення ефективності сільського господарства.

Увага до проблеми підвищення економічної ефективності сільськогосподарського виробництва в цілому та вирощування соняшника зокрема викликана, насамперед тим, що від успішного розв'язання її залежить зростання дохідності підприємств, підвищення конкурентоспроможності продукції на внутрішньому та світовому ринках, забезпечення сталого розвитку агропромислового комплексу [18].

Насіння олійних культур - унікальна сировина для отримання харчових та технічних олій, дешевих харчових та кормових видів білка з особливими біологічними та функціональними властивостями, високим вмістом біологічно активних речовин та широким набором макро-, мікро- та ультрамікроелементів. Рослинні олії необхідні всім галузям народного господарства. Вони можуть бути надійним джерелом валютних надходжень. Серед українських олійних культур найбільше значення для цієї мети мають соняшник, соя та ріпак. За обсягом посівних площ олійні культури поступаються лише зерновим (пшениці та ячменю). Серед них, особливо в останні роки, домінуюче місце займає соняшник, частка якого у структурі виробництва олійних культур становить понад 90%. Очевидна важливість цієї культури - нині в Україні соняшник є основною культурою для

виробництва рослинної олії та високобілкових кормів, а його експорт приносить значний валютний прибуток. Україна займає одне з провідних місць серед соняшникосіючих держав, виробляючи щорічно близько 10% насіння соняшнику у світі. У структурі валової продукції сільського господарства соняшник також відіграє помітну роль.

2.1 Народногосподарське значення культури соняшника

Основною олійною культурою, що вирощується в Україні. Є соняшник. У складі всіх олійних культур він займає 70% посівної площі. І 85% валового збору. Із насіння соняшнику виробляється приблизно дві третини всієї рослинної олії [18].

Олія має важливе народногосподарське значення. Її споживають як цінний харчовий продукт у натуральному вигляді, широко використовують у харчовій, текстильній, лакофарбовій, парфумерній та інших галузях промисловості для виробництва маргарину, оліфи, мила, стеарину, лінолеуму тощо.

Макуха та шрот (відходи переробки насіння) - цінний корм для сільськогосподарських тварин. Соняшник також вирощують на силос та зелену масу.

Як вже зазначалося, соняшник є основною олійною культурою на Україні. У державних закупівлях насіння олійних культур його питома вага досягає 96%. У валовому виробництві олії 98% припадає на соняшникову.

Насіння соняшнику містить 50-56% олії (від сухої маси насіння) та 16,5% протеїну. Олія має високі смакові якості, за засвоюваністю (86-91%) та калорійністю (929 ккал) значно краща за інші жири. Вона містить до 62% біологічно активної ліноленової кислоти, вітаміни А, Д, Е, К. Вживають олію безпосередньо в їжу, при виробництві маргарину, консервів, кондитерських

виробів. Нижчі її сорти застосовують при виготовленні оліфи, фарби, лаків, мила тощо.

При переробці насіння соняшнику на олію як побічну продукцію одержують близько 33% макухи, яка містить 33-36% білка, 5-7% жиру, багато мінеральних солей та вітамінів. Кошки соняшнику, вихід яких становить 56-60% врожаю насіння. Після обмолочування згодують великій рогатій худобі та вівцям. За поживністю вони аналогічні сіну. Соняшникова лузга (16-22% від маси насіння) є сировиною для виробництва етилового спирту, кормових дріжджів та фурфуролу, що застосовується для виготовлення пластичних мас, штучних волокон та інше [18].

Соняшник широко використовують і як кормову культуру. Його зелену масу в суміші з бобовими та іншими культурами застосовують для годівлі великої рогатої худоби, а також силосують.

За 1 га посіву соняшнику при врожайності 20 ц/га можна одержувати до 10 ц. олії, 8 ц. шроту або макухи, 12 ц. сухих кошиків, 4ц. лузги, 35-40 кг меду.

Соняшник - одна з прибуткових технічних культур України з найвищим рівнем рентабельності серед сільськогосподарських культур. Порівняно високий рівень рентабельності вирощування цієї культури, що зумовлено мінімальними виробничими витратами і порівняно високою реалізаційною ціною, стимулював значне розширення посівних площ. Загальна площа посіву цієї культури в Донецькій області в 2016 році становила 273515,57 га. При середній врожайності 15,3 ц/га . Окрім Донецької області основними виробниками соняшнику також є Дніпропетровська, Запорізька, Луганська, Кіровоградська та Харківська області, що забезпечують дві третини всього валового виробництва соняшнику на Україні.

2.2 Морфо-біологічні і екологічні особливості культури соняшника

Соняшник належить до родини айстрових (Asteraceae) роду *Helianthus*. Розрізняють два види соняшнику -- культурний (*Helianthus cultus* Wenzl) і дикорослий (*Helianthus ruderalis* Wenzl). У культурного соняшнику виділяють два підвиди -- посівний (subsp. *sativus*) і декоративний (subsp. *ornamentalis*). Культурний соняшник посівний (польовий) – однорічна рослина [18].

Корінь у нього стрижневий, проникає в ґрунт на глибину 2 - 4 м і розгалужується в сторони на 100 - 120 см. **Стебло** прямостояче, грубе, виповнене всередині губчастою серцевиною, вкрите жорсткими волосинками, має висоту 0,7 - 2,5 м (у силосних форм – 3 - 4 м і більше), є карликові форми з висотою стебла 50 - 70 см. **Листя** черешкове, велике, густо опушене. Пластинки звичайно овально-серцеподібні із зазубреними пилчастими краями. Нижні листки супротивні – 1 - 2 пари після сім'ядоль, решта -- почергові. На одній рослині розвивається у скоростиглих сортів і гібридів 15 - 25, у пізньостиглих – 30 - 35 і більше листків.

Суцвіття - кошик у вигляді опуклого чи плоского диска діаметром до 20 см і більше, обгорненого кількома рядами недорозвинених листочків. Крайні квітки - язичкові, великі, розміщені попарно в один ряд по колу кошика. Вони звичайно безплідні (безстатеві, іноді з недорозвиненою приймочкою), оранжево-жовтого кольору. Язичкові квітки приваблюють комах, що важливо для запилення [14,18].

На квітколожі кошика розміщені колами трубчасті двостатеві квітки з плівчастими прицвітниками, які закінчуються (при досяганні) жорсткими зубцями. Кожна квітка має маточку з одногніздою нижньою зав'яззю. Віночок п'ятизубчастий від світло-жовтого до темно-оранжевого кольору. Тичинок п'ять. Їх нитки вільні, а пиляки зрослися і утворюють кільце. Приймочка маточки дволопатева. За сприятливих умов в одному кошику закладається 1000 -- 1200 квіток. Кількість їх різко зменшується при запізненні з прорідженням загущених посівів до утворення 3-5 пар справжніх

листочків у середньоранніх і 5-7 – у середньопізніх сортів. Саме в цей період у соняшнику відбувається диференціація точки росту на квіткові бугорки, тобто закладається основа майбутнього врожаю. Тому в цей період (2 -3 тижні після появи сходів) потрібен особливо добрий догляд за рослинами.

Трубчасті квітки розкриваються в певній послідовності – від периферії до центра кошика. Цвітіння одного кошика триває 8 – 10 днів.

Соняшник – рослина виключно перехресного запилення. Пиляки його дозрівають раніше, ніж приймочки, що сприяє перехресному запиленню. В польових умовах частина квіток залишається незаплідненою, що призводить до пустозерності та зниження врожаю насіння. Якщо пустозерні сім'янки зосереджені в центрі кошика, це свідчить про нестачу в ґрунті води, коли в різних місцях кошика – про неповне запилення квіток через недостатнє використання бджіл. Пустозерність можна значно знизити, якщо на посіви соняшнику вивозити вулики.

Плід соняшнику – сім'янка з дерев'янистою плодовою оболонкою (оплоднем), яка не зростається з насіниною. Насінина (ядро) вкрита тонкою прозорою оболонкою. Оболонка плода (лузга) вкрита зверху епідермісом, забарвлення якого буває білого, чорного, сірого, чорно-фіолетового, коричневого кольору та ін. [14,18].

Для сортів і гібридів олійного соняшнику, поширених тепер у виробництві, дуже важливим є наявність в оболонці сім'янки особливого темнозабарвленого панцирного шару, що утворюється кількома шарами здерев'янілих клітин склеренхіми. До складу панцирного шару входить речовина фітомелан, що містить до 76 % вуглецю, не розчиняється у воді, кислотах та лугах і надійно захищає насіння від пошкодження соняшниковою міллю.

За морфологічними ознаками розрізняють три типи культурного соняшнику.

Лузальний – має товсте, високе стебло (до 4 м), велике листя і кошики діаметром від 17 до 46 см. Сім'янки великі з товстою лузгою. Ядро (насінина)

лише наполовину заповнює сім'янку. Маса 1000 сім'янок 100 - 200 г. Процент плодових оболонок (лузжистість) 46 - 56, олійність незначна.

Олійний – з порівняно тонким стеблом 1,5 -2 м заввишки. Сім'янки дрібніші, ніж у лузального. Лузга тонка, ядро заповнює всю внутрішню порожнину сім'янки. Маса 1000 сім'янок 50 - 100 г, лузжистість 22 - 30 %. Вміст олії в насінні кращих сортів і гібридів 48 - 50 %.

Межеумок -- рослина проміжної групи, яка за окремими ознаками нагадує лузальний або олійний соняшник. За висотою і товщиною стебла, розмірами листя і кошиків межеумок подібний до лузального, а за виповненістю сім'янок -- до олійного соняшнику.

Культурні форми олійного соняшнику формувались в умовах степових районів європейської частини колишнього СРСР, для яких характерними є високі температури та низька відносна вологість повітря влітку. Однак для нього властива висока екологічна пластичність [14,18].

2.3 Екологічні особливості культури соняшника

Насіння соняшнику проростає при температурі 3 - 5 °С. Оптимальна температура проростання 20 °С. При цій температурі сходи з'являються на 7 - 8-й день. Сума активних температур від сівби до сходів становить 140 -- 160 °С, а ефективних за вегетацію -- від 1600 до 1800 °С для ранньостиглих і від 2000 до 2300 °С -- для пізньостиглих сортів [16,18].

У фазі цвітіння і в наступний період найсприятливіша температура 25 - 27 °С. Підвищення температури до 30 °С і вище негативно впливає на рослини, а при 40 °С припиняється фотосинтез. Весняні заморозки до мінус 5 - 6 °С не завдають істотної шкоди рослинам, проте затримують і послаблюють їх ріст, а осінні до мінус 3 °С спричиняють загибель рослин.

Соняшник -- посухостійка рослина. Коефіцієнт водоспоживання його значно вищий, ніж у багатьох інших рослин, і становить 450 -- 570, може

підвищуватись до 700. Соняшник задовольняє потребу у воді завдяки розвиненій кореневій системі, яка глибоко проникає в ґрунт. Проте це призводить до сильного висушування ґрунту і нестачі вологи в ньому для наступної культури сівозміни. За період вегетації соняшник використовує від 3000 до 6000 т води з 1 га. Вирішальне значення для формування повноцінного врожаю має вологозабезпеченість соняшнику у фазі цвітіння і наливання насіння (критичний період). Високі врожаї соняшнику можливі лише в районах, де за осінньо-зимовий період в кореневмісному шарі (0 -- 200 см) є достатні запаси вологи. При нестачі води в цей період різко знижується його врожайність внаслідок збільшення пустозерності, поганої виповненості насіння та зменшення озерненості кошика. Це явище типове при вирощуванні соняшнику в посушливих районах. Тому зрошення у другий період вегетації підвищує олійність насіння і більш як удвічі -- врожайність соняшнику [14,16].

Соняшник добре росте на родючих аерованих ґрунтах. Найбільш придатними для нього є чорноземи супіщані і суглинкові з нейтральною (рН 6,7 - 7,2) або слабколужною реакцією ґрунтового розчину. На цих ґрунтах, а в лісостепових районах -- і на сірих лісових розміщують основні площі посівів соняшнику в Україні. На важких безструктурних ґрунтах соняшник росте дуже повільно, особливо в перший (ювенільний) період. Тут потрібні додаткові агротехнічні заходи. Малопридатні для соняшнику також легкі піщані, солонцюваті й дуже кислі ґрунти.

Соняшник – світлолюбна рослина. Затінення молодих рослин і хмарна погода затримують їх ріст і розвиток, зумовлюють формування на них дрібного листя і малих кошиків, що знижує врожайність. Соняшник належить до рослин короткого дня. В міру просування на північ вегетаційний період його подовжується.

У розвитку соняшнику від сівби до повного досягання розрізняють такі фази: сходів, першої пари справжніх листків, утворення кошика, цвітіння, досягання. Тривалість міжфазних періодів у найпоширенішій

середньостиглої групи сортів (гібридів) соняшнику становить: від сівби до сходів 14-16 днів, від сходів до початку утворення кошика 37 - 43, від початку утворення кошика до цвітіння 27 -- 30, а від цвітіння до досягання 44 - 50 днів. У ранньостиглих форм міжфазні періоди скорочуються, в середньопізніх – подовжуються [14,16].

Період вегетації сортів і гібридів соняшнику (від сівби до досягання насіння), які вирощуються в Україні, триває від 80 до 130 днів.

У перший період розвитку (до утворення 2-3 пар листків) соняшник росте порівняно повільно. В цей час головний корінь, що утворюється із зародкового корінця, інтенсивно росте углиб, випереджаючи ріст стебла в 2,7 - 2,9 рази. Потім приріст стебла збільшується, досягаючи максимуму (3 - 5 см за добу) в період від утворення кошика до цвітіння. У фазі цвітіння ріст у висоту сповільнюється і в кінці цвітіння припиняється.

Початок утворення кошика відмічається у скоростиглих сортів (гібридів) соняшнику у фазі двох пар, в середньостиглих – 3 - 5 пар листків. Цвітіння одного кошика триває 8-10 днів, а ріст – до його пожовтіння. Найінтенсивніше він росте протягом 8-10 днів після закінчення цвітіння. Наливання сім'янок триває 32 - 42 дні після запліднення [14].

2.4 Сорти і гібриди соняшника в Україні

В Україні поширені високоврожайні селекційні сорти й гібриди соняшнику із значним вмістом олії в насінні, низькою лузжистістю (22 - 27 %) та високою стійкістю проти найбільш відомих рас вовчка, шкідників і хвороб [7].

За тривалістю вегетаційного періоду сорти (гібриди) соняшнику поділяють на середньостиглі (вегетаційний період 120 - 140 днів), середньоранні (110-130), ранньостиглі (100-120) і скоростиглі (80 - 100 днів). В Україні районовано понад 70 сортів і гібридів соняшнику.

Майже всі площі його засівають сортами й гібридами олійної групи. До районованих сортів і гібридів соняшнику, поширених у Степу, Лісостепу України, належать: середньостиглі - Запорізький кондитерський, Краснодарський 885, СПК, Харківський 3 та ін.; середньоранні - Казіо, Одеський 123, Одеський 504, Оріон, Харківський 58 та ін.; ранньостиглі - Одеський 122, Одеський 249, та ін.; скоростиглі - Одеський 149 та Харківський 49.

Скоростиглі сорти й гібриди поступаються ранньостиглим і середньостиглим за урожайністю та олійністю насіння. Проте короткий вегетаційний період скоростиглих типів дає змогу вирощувати їх на півдні України в повторних посівах при зрошенні. Високою врожайністю з високим вмістом олії в насінні відзначаються середньостиглі й середньоранні сорти та гібриди соняшнику.

У господарствах слід вирощувати не один, а два-три сорти чи гібриди соняшнику. Це дає змогу ефективніше використовувати екологічний потенціал регіону та збиральну техніку і транспортні засоби.

2.5 Технологія вирощування соняшнику в Україні

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].

Місце в сівозміні. Чергування культур у сівозміні спрямоване на підвищення родючості ґрунту, знищення бур'янів, шкідників і хвороб без використання хімічних засобів і одержання високих урожаїв. Установлено, що при розміщенні посівів соняшнику на тому самому полі через 8–10 років можливість ураження хворобами і шкідниками майже повністю зникає, а через 4 – 5 років – призводить до значного ураження рослин шкідниками і

хворобами (вовчок, гниль біла й сіра, несправжня борошниста роса та ін.), що зменшує врожайність і погіршує якість насіння. Через 8–10 років насіння вовчка втрачає схожість, а зачатки інфекції у ґрунті гинуть і рослини соняшнику наступного посіву не уражуються.

Кращі попередники для соняшнику ті, після яких у ґрунті залишається більше води і поживних речовин. У Степу найефективніші ланки сівозміни, де соняшник висівають після кукурудзи чи озимої пшениці, в Лісостепу – де опадів буває більше і в сівозміні вносять достатньо добрив, високі врожаї одержують при розміщенні соняшнику не тільки після озимої пшениці, а й після ячменю. Недоцільно висівати соняшник після суданської трави, цукрових буряків, а в Степу також після ячменю та вівса.

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

Соняшник дуже вибагливий до поживного режиму ґрунтів порівняно з іншими польовими культурами. Особливо багато він вбирає з ґрунту калію.

Для формування 1 ц врожаю насіння соняшник виносить з ґрунту 6,5 кг азоту, 2,7 фосфору і 15,5 кг калію. Проте незважаючи на високий винос калію з ґрунту, соняшник на чорноземних ґрунтах більшою мірою потребує азотних і фосфорних добрив [6].

У південному Степу найбільший ефект дає внесення фосфорних добрив разом з азотними ($N_{30-45}P_{60}$), які забезпечують приріст урожаю насіння до 6 ц/га. У східних районах північного Степу внесення фосфорних добрив під соняшник високоефективне лише при поєднанні з азотними чи азотно-калійними добривами ($N_{60-90}P_{60-90}K_{60}$).

Враховуючи, що значна частина фосфору, внесеного в ґрунт з добривами, стає недоступною для рослин, а частину елементів живлення, особливо калію, рослини поглинають безпосередньо з ґрунту, норму добрив і співвідношення елементів для кожного поля уточнюють. Залежно від забезпеченості рослин поживними речовинами ґрунту (згідно з

агрохімічними картографами, які є в кожному господарстві), використовують такі поправочні коефіцієнти:

Забезпеченість рослин поживними речовинами ґрунту	Поправочний коефіцієнт
Дуже низька	1,5
Низька	1,3
Середня	1,0
Підвищена	0,7
Висока	0,5

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).

Органічні добрива вносять під попередню культуру, а мінеральні – під основний обробіток розкидачами. На полях, де восени не вносили повних норм основного добрива, мінеральне добриво вносять локально-стрічковим способом одночасно із сівбою на відстані 6 – 10 см від рядка і на глибину 10 – 12 см [6].

Важливою умовою підвищення ефективності внесення добрив під гібридний соняшник є рівномірний розподіл їх по площі.

Обробіток ґрунту. Основним в усіх зонах вирощування соняшнику в Україні є поліпшений зяблевий обробіток. На полях, засмічених осотом та іншими коренепаростковими бур'янами, прийоми обробітку в системі поліпшеного зябу рекомендується чергувати так, щоб домогтися повного знищення бур'янів. Перше лущення проводять після збирання попередника на глибину 6-8 см, друге й третє – в міру відростання бур'янів. Інтервали між лущеннями та останнім лущенням і оранкою мають бути такими, щоб бур'яни встигли дати пагони (досягається найповніше їх знищення).

Для боротьби з осотом найефективніше поєднувати передоранкові розпушування з використанням гербіцидів. Після відростання багаторічних бур'янів (не менш як 5 – 6 листків) посіви обприскують розчином гербіциду амінна сіль 2,4-Д (1,5 -2,0 кг/га д. р.). Поєднання обробітку ґрунту за

системою поліпшеного зябу із застосуванням гербіцидів забезпечує загибель 94 % осоту рожевого і 96 % березки польової [6].

При розміщенні соняшнику після зернових догляд за посівами значно ускладнюють однорічні бур'яни, особливо пізні ярі (курай, просо куряче, щиріця, мишії та ін.). Ці бур'яни найнебезпечніші, бо масові сходи їх з'являються в посівах переважно після закінчення обробітку ґрунту в міжряддях. Для знищення пізніх бур'янів застосовують переважно ґрунтові гербіциди (трефлан, гезагارد 50 та ін.). Проте слід мати на увазі, що в посушливих умовах застосування трєфлану недоцільне. Неодноразові неглибокі обробітки до оранки провокують проростання минулорічного насіння бур'янів. При утриманні поля більше двох місяців у злущеному стані і наступній оранці проростає і знищується бур'янів у 10 разів більше, ніж по ранньому зябу після одноразового лушення.

Поліпшений зяб ефективний майже в усіх зонах, де вирощують соняшник. При цьому оранку доцільно проводити в південному Степу у жовтні, в північному – наприкінці вересня – початку жовтня.

При розміщенні соняшнику після просапних культур, зокрема після кукурудзи, зяблевий обробіток полягає у дворазовому дискуванні після збирання попередників. У південному Степу, де снігу на полях практично не буває і з гребенистої ріллі випаровується багато води, поверхню поля вирівнюють водночас з оранкою. У районах недостатнього зволоження Лісостепу застосовують таку саму схему зяблевого обробітку, як і в північному Степу, але поле орють не пізніше другої половини вересня – початку жовтня [6].

У зоні достатнього зволоження наприкінці липня – на початку серпня після лушення дисковими луцильниками поле орють плугами з передплужниками в агрегаті з котками і боронами, щоб вирівняти поверхню ґрунту. Надалі, в міру зволоження опадами та проростання бур'янів, проводять культивуацію з одночасним боронуванням. Додатковий обробіток

зйбу восени сприяє очищенню ґрунту від однорічних бур'янів і вирівнюванню поверхні ріллі.

На схилах (до 2°) для накопичення вологи в ґрунті і боротьби з водною ерозією орати слід тільки впоперек схилу, а при складному рельєфі – контурним способом з лункуванням і валкуванням. На ерозійно небезпечних землях доцільно застосовувати оранку плугами з ґрунтопоглиблювачами, щоб запобігти стоку води і забезпечити накопичення її в ґрунті [6].

Проти вітрової ерозії, особливо в південних і південно-східних районах степової зони України, де часто бувають пилові бурі, рекомендується плоскорізний обробіток. Однак після такого обробітку більшість насіння бур'янів залишається у верхньому шарі ґрунту, через що у весняно-літній період різко збільшується забур'яненість посівів. Тому при плоскорізному обробітку треба під передпосівну культивуацію вносити гербіциди.

Український інститут захисту ґрунтів від ерозії пропонує на ерозійно небезпечних полях замість післяжнивного луцення проводити обробіток голчастою бороною БІГ-3 на глибину 6 – 8 см, а при появі бур'янів – культиватором КПП-2,2 на глибину 10 – 12 см. Після повторного відростання бур'янів замість оранки треба розпушувати ґрунт плоскорізом КПП-250 на глибину 25 - 27 см [6].

Передпосівний обробіток ґрунту полягає у ранньому закритті вологи й наступних культивуаціях (1 – 2). При правильному застосуванні поліпшеного зяблевого обробітку до весни ґрунт не запливає, залишається розпушеним, а поверхня його – вирівняною. В цьому випадку відпадає потреба у двох весняних передпосівних культивуаціях. У посушливу весну зменшують кількість розпушувань, що сприяє меншому висиханню посівного шару ґрунту. Передпосівну культивуацію доцільно поєднувати із сівбою [6].

На чорноземах звичайних, важкосуглинкових, безструктурних і солонцюватих ґрунтах, схильних до ущільнення і утворення товстої кірки, а також на полях, дуже засмічених коренепаростковими бур'янами і

післяжнивними рештками, слід застосовувати інтенсивний передпосівний обробіток зябу (ранньовесняне боронування і дві культивації).

Для передпосівної культивації культиватори комплектують універсальними стрічастими лапами з шириною захвату 270 і 330 мм або розпушувальними лапами з пружинними стояками. Середня глибина обробітку ґрунту не повинна відхилятися від заданої більш як на 1 см[6].

Якщо поля очищені від бур'янів недостатньо, застосовують гербіциди трефлан (нітран, олітреф), прометрин (селектин, гезагард-50), дуал. Трефлан знищує проростки однорічних злакових бур'янів (мишію сизого та зеленого, проса курячого) і двосім'ядольних (лободи білої, щиріці білої, щиріці відігнутої, кураю та ін.). Під дією сонячного випромінювання трефлан швидко розкладається, тому його треба одразу ж загортати в ґрунт. Норма трефлану на легких ґрунтах становить 1,25 кг/га д. р., або 5 кг/га за препаратом, а на середніх і важких – відповідно 1,5 і 6 кг/га. Такі бур'яни, як гірчиця польова, амброзія, нетреба, паслін, редька дика й канатник, відносно стійкі проти трефлану. Вони є ще й резерваторами гнилей білої та сірої. Для знищення цих бур'янів застосовують гербіцид прометрин за нормою 2 - 2,5 кг/га д. р., або 4-5 кг/га за препаратом. Прометрин ефективний проти бур'янів у роки, коли достатньо зволожений верхній шар ґрунту. Стійкі проти трефлану бур'яни можна знищувати внесенням у ґрунт суміші з 4 кг прометрину і 6 кг/га трефлану, розчинених у 300 л води [6].

Засмічені поля суцільно обприскують розчинами гербіцидів і негайно загортають їх культиватором. Високої ефективності трефлану досягають тільки при ретельному перемішуванні його з ґрунтом у посівному шарі на глибині 6 – 8 см. Доцільно внесення гербіциду поєднувати з передпосівною культивацією.

На окультурених полях краще вносити розчин гербіцидів смугами 30 – 35 см завширшки з відстанню між їх серединами 70 см. Загортати гербіциди треба за один прохід агрегату.

Сівба. При вирощуванні сортів соняшнику використовують кондиційне насіння (рН 1 – 3), схожість якого не менша 87 %, чистота 98 % (із вмістом облушеного насіння – не більше 2 %); гібридів (F1) – відповідно 85 та 98 % (із вмістом облушеного 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 дуже 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].

У північному Лісостепу перевагу віддають раннім строкам сівби (одночасно з ранніми ярими культурами). При цьому одержують більші урожаї насіння і вихід олії [6].

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 не вище за 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 культивацією.

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.

При регулюванні сівалки на норму висіву треба враховувати, що польова схожість насіння буває меншою за лабораторну на 20 – 25 %, а під час боронування по сходах гине до 10 % рослин. Тому страхова надбавка до норми висіву має становити 30 - 35 %.

Висівають насіння соняшнику пунктирним способом з міжряддями 70 см пневматичними сівалками.

Догляд за посівами. Слідом за посівом ґрунт необхідно прикоткувати. Важливим прийомом догляду за посівами соняшнику є боронування до і після появи сходів. Досходове боронування проводять середніми боронами через 5 - 6 днів після сівби, коли проростки соняшнику знаходяться на глибині, при якій зуби борони їх не пошкоджують, а бур'яни у фазі «білої ниточки» [6].

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. Друге досходове боронування (ЗОР-07) можна здійснювати, тільки коли проростки соняшнику не пошкоджуються зубами борони. Щоб запобігти їх пошкодженню, заглиблення зубів борони має бути меншим за середню глибину залягання проростків на 0,5 - 0,9 см.

Післясходове боронування соняшнику проводять у фазі 2 - 3 пар справжніх листків. Якщо боронують посіви у фазі сім'ядоль, то пошкоджується і загортається землею близько 17,5, а у фазі утворення 2 - 3 пар листків - 11 % рослин. Боронувати поле після появи сходів треба в день, коли зменшується відносна вологість повітря і молоді рослини стають не такими ламкими. Боронувати посіви соняшнику доцільно широкозахватними агрегатами при спілому ґрунті, щоб не допустити зайвого його ущільнення та руйнування структури. Швидкість руху агрегату під час досходового боронування 6 - 7 км/год, післясходового - не більше 4 км/год. У багаторічних виробничих дослідках ВНДІК встановлено високу ефективність при догляді за соняшником боронування разом з коткуванням, розпушуванням міжрядь і використанням прополювальних борінок. У Степу доцільно розпушувати ґрунт у міжряддях на глибину 6 - 8 см культиваторами КРН-4,2, КРН-5,6, КРН-8,4. Глибоке розпушування (12 - 14 см) призводить

до деякого зменшення врожаю. Тому на відносно чистих посівах доцільно проводити неглибокі обробітки, а на засмічених - починати культивацію міжрядь на більшій глибині, поступово зменшуючи її. На полях, де бур'яни знищували восени за системою поліпшеного зябу, достатньо одного-двох розпушувань міжрядь [6].

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 пні не більше 30 %. Обприскування рослин десикантами при більш високій вологості насіння погіршує його якості - зменшується маса ядра і врожаю в цілому внаслідок гальмування фізіологічних процесів [6].

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.

Для кращого прилипання десикантів на гектарну норму препарату додають 50 - 70 мл агралу-90. При авіаобробці посівів препарат розчиняють у 100 л води на 1 га або в 300 л/га при обприскуванні тракторними обприскувачами ОВТ-1В, ОВС-А. Проте норму дефіцитних препаратів можна наполовину зменшити в суміші з аміачною селітрою. Десикація дає змогу прискорити початок збирання соняшнику на 7 - 8 днів, не зменшуючи врожаю насіння та виходу олії.

Через 10 днів після десикації на насінні вже немає залишків хлорату магнію і воно придатне для переробки.

Аналогічні результати одержано при використанні реглону в суміші з аміачною селітрою. Після десикації вологість кошиків зменшувалася більш як утричі.

Десиканти діють швидше при середньодобовій температурі понад 13 - 14 °С. Обробляти посіви ними треба в нежаркий час доби до 9 - 10 і після 15 - 16 год. З екологічної точки зору захід небажаний [6].

Збирання врожаю. Урожайність соняшнику залежить від строку збирання, який визначають за ступенем стиглості та вологістю насіння. 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 жовто-бурими кошиками в посівах 12 - 16 %, а з бурими й сухими - 85 - 88 %. У Степу починають збирати соняшник при середній вологості насіння 12 - 14 %, у Лісостепу - 16 - 18 % [6].

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

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

Після первинного очищення на агрегаті ЗАВ-20 чи інших комплексах треба додатково обробити на машинах вторинного й остаточного очищення - СВУ-5, СМ-4, а також на пневмосортувальних столах ПСС-2,5, БПСУ-3.

Сухе й очищене насіння калібрують, що забезпечує висівання заданої кількості насінин у рядки і позбавляє від необхідності проривати рослини. Для тривалого зберігання посівного насіння соняшнику його вологість має бути не більшою 7 - 8 % [6].

Зрошення. 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.

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 - достигання 30 - 40 %. У роки із середньою забезпеченістю вологою достатньо провести 2 - 3, а в посушливі 3 - 4, іноді 5 вегетаційних поливів. На кожний 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 достигання.

Ефективніше поливати посіви по попередньо нарізаних у міжряддях щілинах. Для їх нарізання використовують культиватор КРН-4,2, обладнаний долотоподібними робочими органами. Поливають дощувальними агрегатами ДДА-100М, ДДА-100МА і широкозахватними «Фрегат», «Днепр» (ДФ-120).

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 врожаю 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 щілюванням, внесення гною 20 т/га і $N_{120}P_{120}K_{60}$, густота 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.

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

З МОДЕЛЮВАННЯ ТА ОЦІНКА ВПЛИВУ АГРОКЛІМАТИЧНИХ УМОВ НА ФОТОСИНТЕТИЧНУ ПРОДУКТИВНІСТЬ СОНЯШНИКУ В УМОВАХ КЛІМАТИЧНИХ ЗМІН

3.1 Моделювання глобальних кліматичних змін за сценаріями антропогенного впливу RCP

Зміни клімату - одна з основних глобальних проблем. 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 проєктів, 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).

3.2 Моделювання водно-теплогового режиму та продуктивності соняшнику

Модель водно-теплогового 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 [15].

3.2.1 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;
- $N1$ – дата сходів – дата місяця, коли настала фаза;
- $N2$ – місяць сходів: 3 – березень, 4 – квітень, 5 – травень.

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 $\text{inf}(1 \dots 29)$. До складу даної групи входять такі характеристики:

$\text{inf}(1) m_l$ – початкові значення росту листя, ;

$\text{inf}(2) m_s$ - початкові значення росту стебел;

$\text{inf}(3) m_r$ - початкові значення росту кореня;

$\text{inf}(4) m_p$ - початкові значення росту насіння;

$\text{inf}(5) l_l$ – початкові значення площі листя;

$\text{inf}(6) \sum_t$ – сума ефективних температур за період сходи - дозрівання

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

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

- inf(9) $\Sigma t_{\alpha R}$ - сума температур онтогенетичної кривої дихання;
- inf(10) Σt - сума ефективних температур росту листя;
- inf(11) Σt - сума ефективних температур росту стебел;
- inf(12) Σt - сума ефективних температур росту корня;
- inf(13) Σt - сума ефективних температур роста корзинки;
- inf(14) Σt - сума ефективних температур начала роста корзинки;
- inf(15) - α_{ϕ} – начало онтогенетичної кривої фотосинтезу;
- inf(16) - α_R – начало 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 у 0-100 см шарі ґрунту на початок розрахунків.

3.2.2 Динамічна модель водно-теплогового 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. 3.1) : блок вихідної інформації;

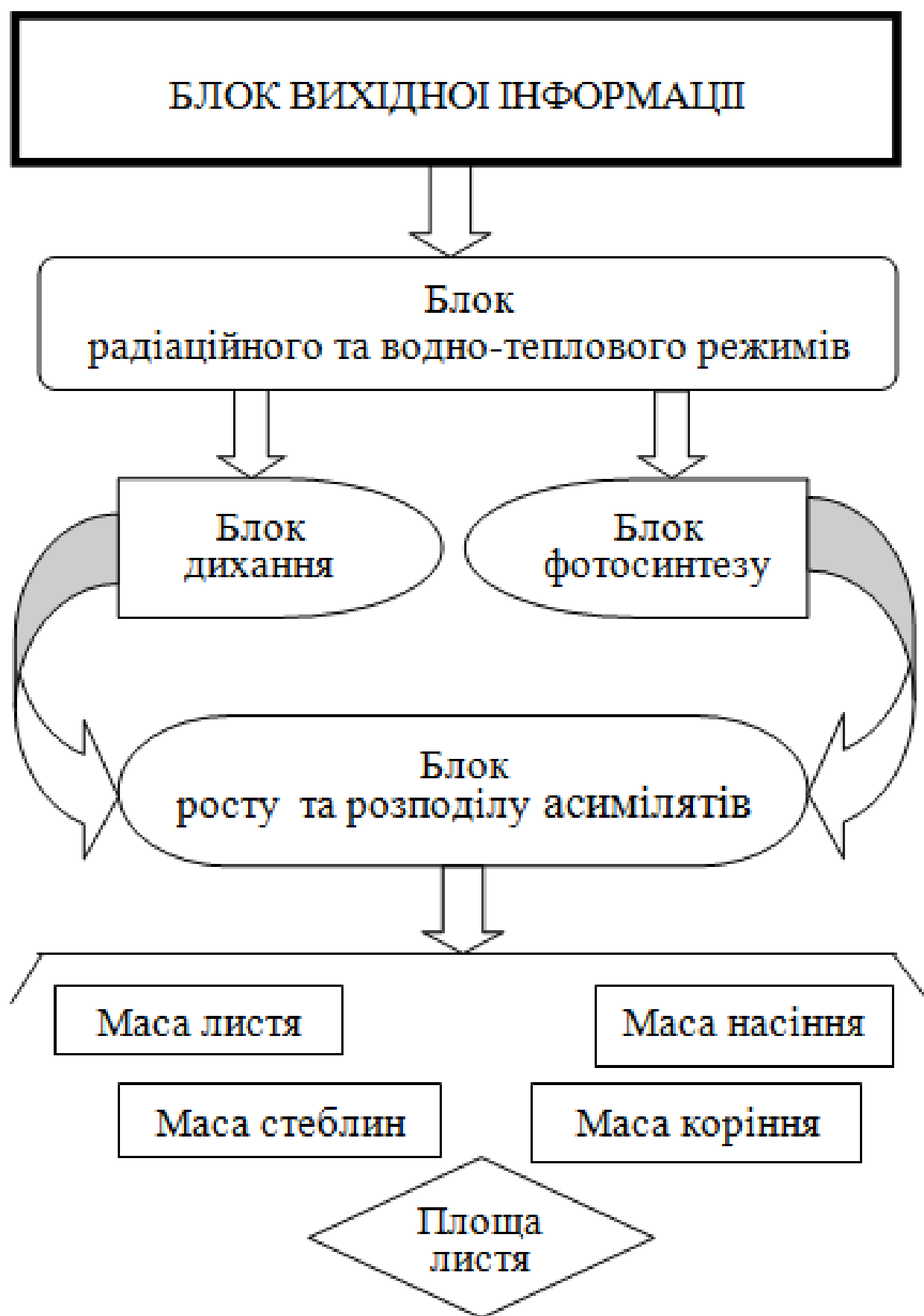


Рисунок 3.1 – Блок-схема математичної моделі водно-теплого режиму та продуктивності соняшнику

блок радіаційного і водно-теплового режимів; блок дихання; блок фотосинтезу; блок росту [15].

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

$$I^j = \frac{I_0^j}{1 + C * LAI}, \quad (3.1)$$

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:

$$I_0^j = \frac{0.5Q^j}{60\tau_g}, \quad (3.2)$$

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

Сумарна сонячна радіація розраховується за формулою Сівкова:

$$Q^j = 12.66(S^j)^{1.31} + 315(\sinh_0^j)^{2.1} \quad (3.3)$$

де S – тривалість сонячного саява, год.;

h_0 – полуденна висота Сонця.

Функція впливу температури повітря на інтенсивність фотосинтезу та звана «температурна крива фотосинтезу» визначається як [15]

$$\Psi_\phi = \begin{cases} 13.7 \sin(0.0774x_2 \dots npi \dots t < t_{opt1}^\phi \\ 1 \dots npi \dots t_{opt1}^\phi < t_n < t_{opt2}^\phi \\ 1.1323 \cos(1.5705x_3) - 0.1323 \dots npi \dots t > t_{opt2}^\phi \end{cases} \quad (3.4)$$

де Ψ_ϕ - температурна крива фотосинтезу;

t_n – температура повітря, $^{\circ}\text{C}$;

t_o^ϕ – початкова межа оптимальної температури;

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

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

$t_{\max}^\phi$ - максимальна температура процесу фотосинтезу.

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

$$W^{j+1} = W^j + Q^j + X^j + V_w^j - E^j - U_w^j, \quad (3.5)$$

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 :

$$E_0^j = 0.65 d_w^j n^j, \quad (3.6)$$

де n – число днів у розрахунковій декаді.

Сумарне випаровування визначається за формулою:

$$E^j = \frac{2W^j + Q^j + X^j + V_w^j}{1 + 2(W_{H.B.} - W_{B,3}) / \eta E^j}, \quad (3.7)$$

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

$W_{B.3.}$ - волога в'янення, мм;

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

Блок фотосинтезу. Сумарний фотосинтез посіву на одиницю площі посіву за світлий час доби визначається за формулою [15]:

$$\Phi^j = \varepsilon \Phi_\tau^j L^j \tau_d^j, \quad (3.8)$$

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

ε - коефіцієнт для перерахунку в одиниці сухої маси, г мг⁻¹CO₂;

Φ_τ^j - інтенсивність фотосинтезу одиниці площі листя в реальних умовах середи, мгCO₂ дм⁻², яка знаходиться з виразу:

$$\Phi_\tau^j = \alpha_\phi^j \Phi_o^j \frac{E^j}{E_o^j} \psi_\phi^j, \quad (3.9)$$

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, мгCO₂ дм⁻² г⁻¹.

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

$$\alpha_\phi^j = 1 - a \left(\frac{TS_2 - \sum t_l^j}{10} \right) \quad (3.10)$$

де параметр a вираховується за формулою:

$$a = \frac{-100 l_n \cdot \alpha_\phi^j}{\sum t_l^1} \quad (3.11)$$

Інтенсивність фотосинтезу листя описується формулою:

$$\Phi_o^j = \frac{\Phi_{\max} a_{\phi} I^j}{\Phi_{\max} + a_{\phi} I^j}, \quad (3.12)$$

де $\Phi_{\max}$ - 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, $\text{мгCO}_2 \text{ дм}^{-2} \text{ г}^{-1} / (\text{Вт})$.

де TS_2 – сума ефективних температур наростаючим додаванням; $\sum t_l^1$ - сума ефективних температур, при якій спостерігається максимальна інтенсивність фотосинтезу листя; $\alpha_{\phi}^j = 0,5$ – початкова інтенсивність фотосинтезу по відношенню до максимально можливого значення на початок вегетації при $\text{TS}_2=2$. Функції $\alpha_{\phi}^j, \Psi_{\phi}^j$ нормовані й змінюються від 0 до 1.

Для кількісного опису залежності фотосинтезу не тільки від щільності потоку ФАР, але і від вмісту CO_2 в атмосфері розглядають величину $\Phi_{\max}$ як функцію концентрації CO_2 [15]

$$\Phi_{\max} = \tau_c \cdot C_o, \quad (3.13)$$

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:

$$R^j = \alpha_R^j (C_1 M^j \varphi_R^j + C_2 \Phi^j), \quad (3.14)$$

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:

$$\Delta M^j = \phi^g - R^j \quad (3.15)$$

Ріст окремих органів рослин протягом вегетаційного періоду описується системою рівнянь[15]:

$$\begin{cases} m_i^{j+1} = m_i^j + (\beta_i^j \frac{\Delta M}{\Delta t} - \vartheta_i^j m_i^j) n^j \\ m_p^{j+1} = m_p^j + (\beta_p^j \frac{\Delta M}{\Delta t} + \sum_i^{lsr} \vartheta_i^j m_i^j) n^j \end{cases}, \quad (3.16)$$

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:

$$L^{j+1} = L^j + \left(\frac{\Delta m_l^j}{\Delta t} \frac{1}{\sigma_l} \right) n^j, \quad \text{при } \frac{\Delta m_l^j}{\Delta t} > 0, \quad (3.17)$$

$$L^{j+1} = L^j + \left(\frac{\Delta m_l^j}{\Delta t} \frac{1}{\sigma_l} \frac{1}{k_h} \right) n^j, \quad \text{при } \frac{\Delta m_l^j}{\Delta t} < 0, \quad (3.18)$$

де σ_l - питома поверхнева площа листя, г/м^2 ;

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

Для розрахунку за моделлю були отримані параметри та підібрані змінні для культури соняшника, що вирощується на сільськогосподарських угіддях Донецької області (табл. 3.1).

Таблиця 3.1 - Параметри та змінні моделі для культури соняшника

Параметр	Кількість	Розмірність	Змінна	Кількість	Розмірність
$\sum t$	1311	$^{\circ}\text{C}$	W_{HB}	126...206	мм
$\sum t \alpha_{\phi}$	433	$^{\circ}\text{C}$	C_{o1}	380	ppm
$\sum t \alpha_R$	328	$^{\circ}\text{C}$	C_{o2}	470	ppm
$\sum t_l$	326	$^{\circ}\text{C}$	C_{o3}	520	ppm
$\sum t_s$	329	$^{\circ}\text{C}$	B	8	$^{\circ}\text{C}$
$\sum t_r$	329	$^{\circ}\text{C}$	t_{opt}	25	$^{\circ}\text{C}$
$\sum t_p$	813	$^{\circ}\text{C}$	$*W1_{\text{пр.вл.}}$	130-150	мм
$\sum t_{\text{пр}}$	330	$^{\circ}\text{C}$	$**W2_{\text{пр.вл.}}$	106...140	мм
α_{ϕ}	0,6	від. од.			
α_R	0,5	від. од.			

Примітка: $*W1_{\text{пр.вл.}}$ – запаси продуктивної вологи на початок сівби

$**W2_{\text{пр.вл.}}$ – запаси продуктивної вологи на дату сходів

3.3 Оцінка впливу агрокліматичних умов на фотосинтетичну продуктивність соняшнику в Донецькій області

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

Для виконання порівняльного аналізу в роботі використовувалась агрокліматична інформація за 1986 – 2005 рр. метеорологічних станцій Донецької області за сімома станціями: Артемівськ, Дебальцеве, Красноармійськ, Донецьк, Амвросіївка, Волноваха, Маріуполь [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, °C;
- 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, °C;
- Поточна концентрація CO₂ в повітрі, ppm.

3.3.1 Аналіз термінів сівби та фаз розвитку соняшнику

Розглянемо як під впливом змін клімату будуть змінюватись термін сівби та дати настання фаз розвитку соняшнику.

Із табл. 3.1 видно, що середні багаторічний термін сівби соняшнику базового періоду спостерігався в середньому по області в кінці першої декади травня (09.05).

За умов реалізації сценаріїв змін клімату *RCP4.5* і *RCP8.5*, терміни сівби соняшнику мало відрізнятимуться за сценаріями і змістяться на більш ранні строки відповідно на 14 і 17 днів в порівнянні з середніми багаторічними строками базового періоду.

Відповідно змістяться і строки появи сходів. Сходи соняшнику за середніми багаторічними даними базового періоду з 1986 по 2005 роки спостерігалися 22 травня. За сценаріями змін клімату *RCP4.5* і *RCP8.5* відхилення термінів сходів очікуються за обома сценаріями і наставатимуть раніше середніх багаторічних на 12 і 14 днів відповідно.

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

Кліматичний період	Сівба	Фази розвитку			Тривалість періоду сівба-збиральна стиглість, дні
		Сходи	Цвітіння	Збиральна стиглість	
1	2	3	4	5	6
Базовий період					
1986-2005	09.05	22.05	19.07	14.09	129
Сценарій RCP4.5					
2021-2050	25.04	10.05	14.07	22.08	119
Різниця	-14	-12	-5	-23	-10
Сценарій RCP8.5					
2021-2050	22.04	08.05	08.07	14.08	114
Різниця	-17	-14	-11	-30	-15

Наступна за сходами фаза цвітіння, що характеризує закінчення періоду листяутворення та утворення суцвіть, за сценарієм *RCP4.5* наставатимуть раніше середніх багаторічних на 5 днів, а за сценарієм *RCP8.5* на 11 днів (табл. 3.2)

Збиральна стиглість насіння соняшнику за середніми багаторічними даними базового періоду спостерігалась 14 вересня.

За сценаріями зміни клімату *RCP4.5* і *RCP8.5* відхилення термінів сходів очікуються за обома сценаріями і наставатимуть набагато раніше середніх багаторічних (на 23 і 30 днів відповідно).

В наслідок зміщення термінів настання фаз розвитку соняшнику в бік більш ранніх за обома сценаріями тривалість періоду його вегетації в середньому по області буде наставати раніше середньої багаторічної відповідно на 10 і 15 днів (табл. 3.2).

3.3.2 Аналіз агрокліматичних умов вирощування соняшнику

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

В період від сходів до цвітіння середня температура повітря за середніми багаторічними даними становила 19,3°C (табл. 3.3).

За сценарієм зміни клімату *RCP4.5* в цей період середня температура очікується нижче за базову на -0,3°C (19,0 °C).

Середня температура повітря за сценарієм зміни клімату *RCP8.5* в період сходи - цвітіння становитиме 18,1°C, що на -1,2°C нижче базовій.

Сума опадів в період від сходів до цвітіння за середніми багаторічними даними становила 141 мм.

За обома сценаріями зміни клімату *RCP4.5* і *RCP8.5* кількість опадів від сходів до цвітіння зменшиться в середньому по області на 43 і 50 %.

Таблиця 3.3 – Агрокліматичні умови вирощування соняшнику за середньо багаторічними даними (1986-2005 рр.) та сценаріями зміни клімату *RCP4.5* і *RCP8.5*. Донецька область

Кліматичний період	Міжфазний період										Вегетаційний період	
	Сходи - цвітіння					Цвітіння - збиральна стиглість						
	середня температура, °С	сума опадів, мм	сумарне випаровування, мм	випаровуванність, мм	Вологозабезпеченість, відн.од	середня температура, °С	сума опадів, мм	сумарне випаровування, мм	випаровуванність, мм	Вологозабезпеченість, відн.од	сума опадів, мм	вологозабезпеченість, відн.од
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Базовий період												
1986 – 2005	19,3	141	175	356	0,49	19,3	95	136	378	0,36	236	0,27
Сценарій RCP4.5												
2021-2050	19,0	81	177	386	0,46	23,0	20	65	421	0,15	101	0,17
Різниця	-0,3	-43%	+1%	+8%	-6%	+3,7	-79%	-53%	+11%	-58%	-57%	-38%
Сценарій RCP8.5												
2021-2050	18,1	71	186	338	0,49	24,0	18	67	411	0,16	89	0,30
Різниця	-1,2	-50%	+6%	-5%	0%	+4,7	-81%	-51%	+9%	-56%	-62%	+11%

Сумарне випаровування за сценарієм змін клімату *RCP4.5* за цей період вегетації зростає на 1 %. За сценарієм зміни клімату *RCP8.5* зростання очікується на 6% .

За результатами розрахунків за сценарієм *RCP4.5* в період від сходів до цвітіння випаровуваність в порівнянні з базовим збільшиться на 8 %.

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

За середніми багаторічними значеннями базового періоду вологозабезпеченість посівів соняшнику від сходів до цвітіння становила 0,49 від. од. За умов реалізації сценарію *RCP4.5* вологозабезпеченість посівів соняшнику зменшиться в середньому по області на 6 %.

Вологозабезпеченість від сходів до цвітіння за сценарієм *RCP8.5* очікуватиметься рівною базовій (табл. 3.3).

В період від цвітіння до збиральної стиглості середня температура повітря за середніми багаторічними значеннями становила 19,3°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 і буде вищою на 3,7 і 4,7°C відповідно.

В період від цвітіння до збиральної стиглості (табл. 3.3) кількість опадів за середніми багаторічними значеннями дорівнює 95 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 79 % і 81 %.

Сумарне випарування в період від цвітіння до збиральної стиглості за середніми багаторічними значеннями було 136 мм.

За сценарієм змін клімату *RCP4.5* сумарне випарування зменшиться на 53 %.

Сумарне випарування за сценарієм змін клімату *RCP8.5* зменшиться в порівнянні зі середніми багаторічними значеннями на 51% і становитиме 67 мм.

За результатами розрахунків від цвітіння до збиральної стиглості випаровуваність за сценарієм зміни клімату *RCP4.5* збільшиться на 11%, (табл. 3.3).

Випаровуваність в період від цвітіння до збиральної стиглості за сценарієм *RCP8.5* зростає на 9% в порівнянні з базовим значенням.

Вологозабезпеченість посівів соняшнику від цвітіння до збиральної стиглості за середніми багаторічними базового періоду дорівнювала 0,36 від.од.

За умов реалізації сценарію *RCP4.5* за період 2021 – 2050 рр. вологозабезпеченість зменшиться до 0,15 від. од.

За сценарієм *RCP8.5* вологозабезпеченість зменшиться на 56 % від середньо багаторічного значення.

За період вегетації від сходів до збиральної стиглості (табл. 3.3) кількість опадів за умов реалізації сценарію зміни клімату *RCP4.5* зменшиться на 57 %.

За умов реалізації сценарію *RCP8.5* сума опадів за період вегетації від сходів до збиральної стиглості зменшиться на 62 %.

За результатами розрахунків вологозабезпеченість за умов реалізації сценарію *RCP4.5* за період вегетації від сходів до збиральної стиглості зменшиться на 38% (табл.3.3).

За умов реалізації сценарію *RCP8.5* вологозабезпеченість збільшиться на 11 %.

3.3.3 Аналіз показників фотосинтетичної діяльності посівів соняшнику

Агрокліматичні умови, що змінюються під впливом змін клімату спричиняють 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 [15].

Розподіл цих показників в середньому по області при зміні кліматичних умов за сценаріями *RCP4.5* і *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 розглядались такі варіанти:

- базовий період (1986 – 2005 рр.);
- кліматичні умови розрахункового періоду за сценарієм *RCP4.5* за період 2021 – 2050 рр.;
- кліматичні умови періоду 2021 – 2050 рр. 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.

Динаміка площі листя та загальної біомаси наводиться на рис. 3.2.

За результатами розрахунків площа листя (табл. 3.4 та рис. 3.2) в період максимального розвитку в середньому за базовий період дорівнювала 1,4 м²/м².

У варіанті «клімат» за сценарієм *RCP4.5* видно, що площа листя збільшуватимуться до 1,5 м²/м².

Розрахунки за варіантом «клімат + CO₂» вказують на збільшення площі листя в порівнянні із її середнім багаторічним значенням і в порівнянні з варіантом «клімат» до 1,6 м²/м².

За реалізації сценарію *RCP8.5* у варіантах «клімат» і «клімат + CO₂» розрахунки показують, що в середньому по області відбудеться збільшення площі листя в порівнянні із середніми багаторічними значеннями та значеннями першого сценарію (1,9 м²/м² і 2,1 м²/м²).

Фотосинтетичну діяльність посівів також добре характеризує суха біомаса рослин. Середні багаторічні величини сухої маси і розрахунки посівів соняшнику за сценаріями *RCP4.5* і *RCP8.5* за варіантами наводяться в табл. 3.4, а її динаміка впродовж періоду вегетації на рис. 3.3.

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

Кліматичний період	Варіант	Показники фотосинтетичної продуктивності в період максимального розвитку			Суха біомаса, г/м ²	Фото-синте-тичний потенціал, м ² /м ²
		Площа листя, м ² /м ²	*ЧПФ, г/м ² дек	Приріст маси, г/м ² · дек		
1	2	3	4	5	6	7
1986-2005	Базовий	1,4	78	106	465	106
<i>Сценарій RCP4.5</i>						
2021-2050	Клімат	1,5	54	77	311	102
	Клімат + CO ₂	1,6	57	86	343	109
<i>Сценарій RCP8.5</i>						
2021-2050	Клімат	1,9	52	96	396	126
	Клімат + CO ₂	2,1	55	115	465	141

*ЧПФ – Чиста продуктивність фотосинтезу

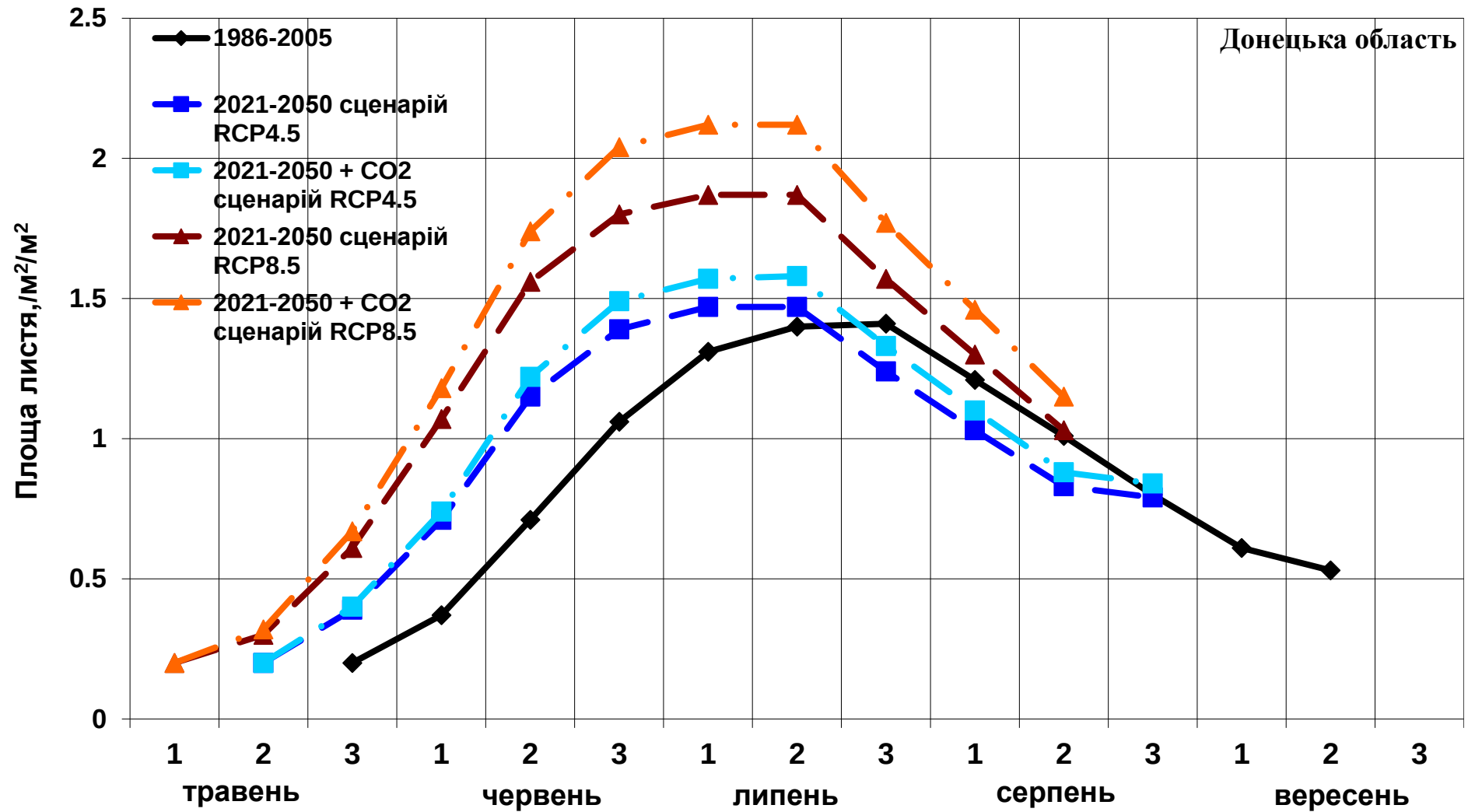


Рисунок 3.2 – Динаміка площі листя соняшнику за середньо багаторічними даними (1986-2005 рр.) та за сценаріями змін клімату *RCP4.5* і *RCP8*. Донецька область.

Середні багаторічні значення сухої маси соняшнику в базовий період були 465 г/м².

Розрахунки сухої маси за сценаріями *RCP4.5* і *RCP8.5* показують, що в районі станції Артемівськ слід очікувати зменшення в усіх варіантах.

Так, в разі реалізації сценарію *RCP4.5* у варіанті «клімат» зменшення буде на 32%. У розрахунках за цим же сценарієм (рис. 3.3) у варіанті «клімат + CO₂» зменшення сухої біомаси становитиме 26%.

За реалізації сценарію *RCP8.5* розрахунки за варіантом «клімат» теж показують зменшення сухої маси рослин у порівнянні із середніми багаторічними на 15%. У розрахунках за цим же сценарієм (рис. 3.3) у варіанті «клімат + CO₂» суха біомаса дорівнюватиме середньої багаторічної (0%).

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

За базовий період значення фотосинтетичного потенціалу в районі станції Артемівськ були 106 м²/м².

Розрахунки за обома сценаріями і по всіх варіантах показали, що в період з 2021 по 2050 рр. інтенсивність фотосинтетичного потенціалу за різними сценаріями і за варіантами буде такими:

- Значення фотосинтетичного потенціалу за сценарієм *RCP4.5* незначно але знижується у варіанті «клімат» і зростатимуть і становитиме у варіанті «клімат + CO₂» 109 м²/м², або на 3 % більше, ніж середній багаторічний (табл. 3.4, рис.3.4).
- Розрахунки фотосинтетичного потенціалу за сценарієм *RCP8.5* показали (табл. 3.4, рис. 3.4), що в порівнянні із середніми багаторічними значеннями очікується збільшення фотосинтетичного потенціалу у варіанті «клімат» на 19 %, а «клімат + CO₂» на 33 %.

Ще одним показником фотосинтетичної діяльності рослин є чиста продуктивність фотосинтезу. Значення чистої продуктивності фотосинтезу.

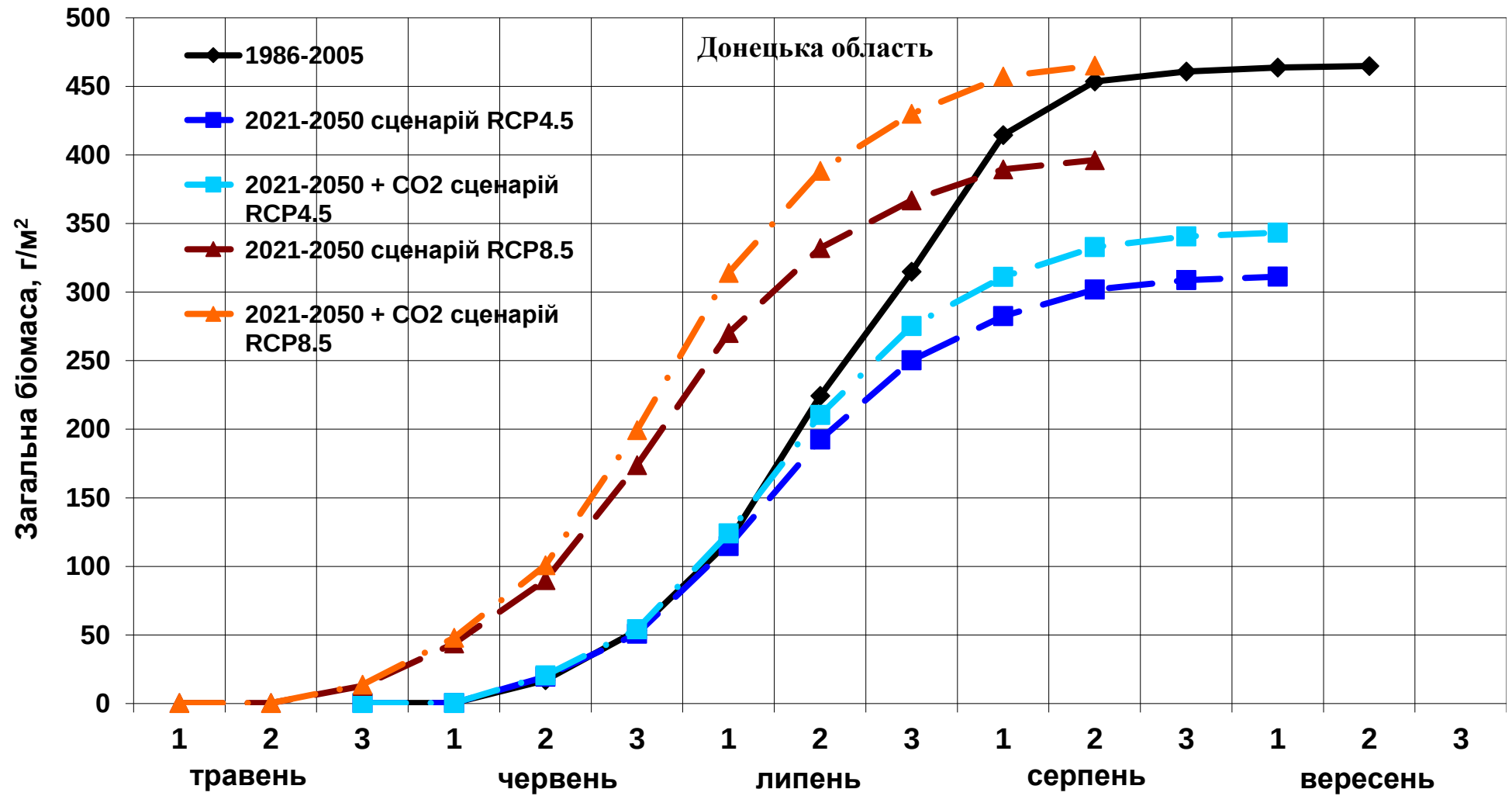


Рисунок 3.3 – Динаміка сухої маси соняшнику за середньо багаторічними даними (1986-2005 рр.) та за сценаріями зміни клімату *RCP4.5* і *RCP8.5*. Донецька область.

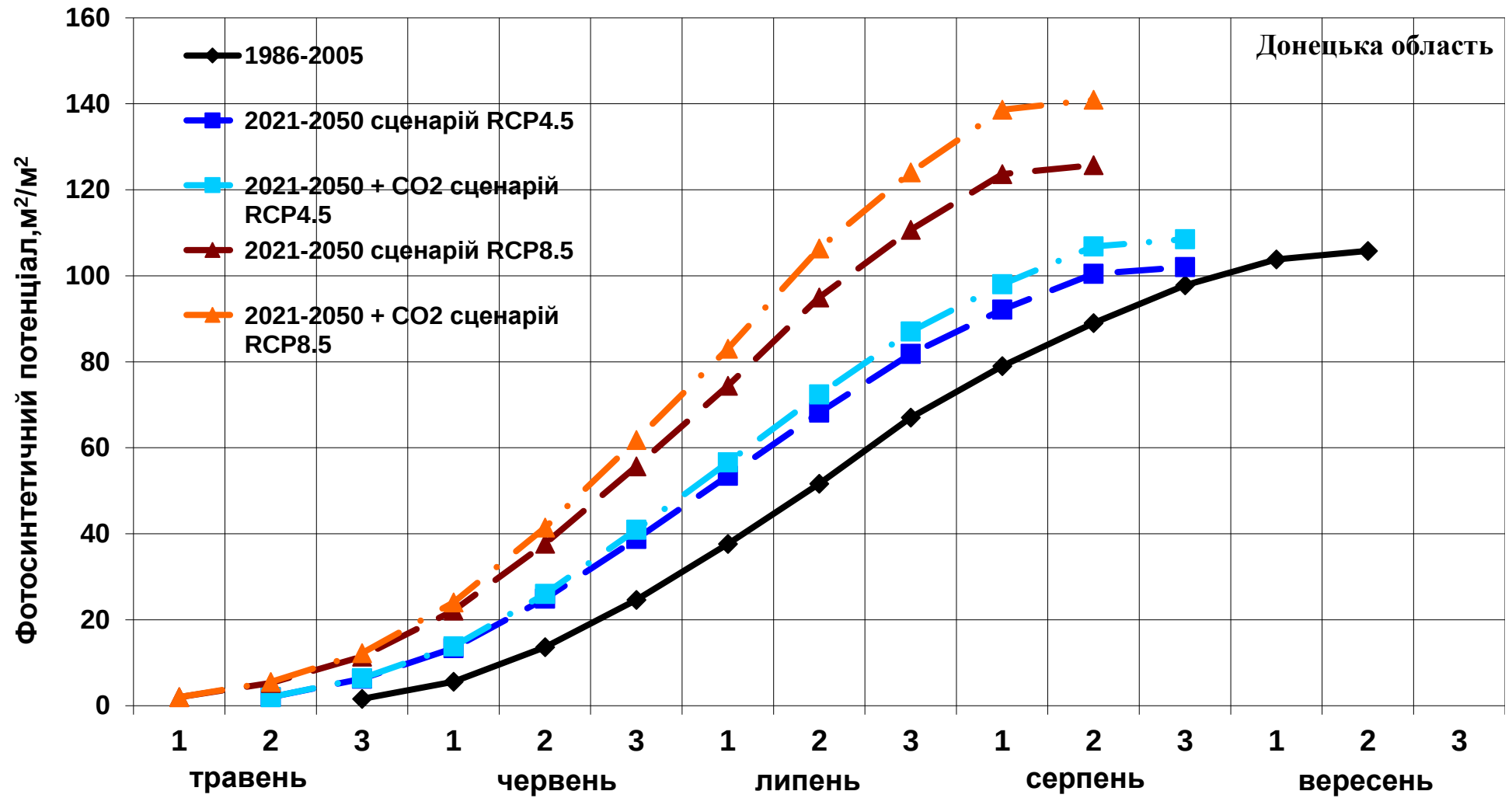


Рисунок 3.4 – Фотосинтетичний потенціал соняшнику за середньо багаторічними даними (1986-2005 рр.) та за сценаріями зміни клімату *RCP4.5* і *RCP8.5*. Донецька область.

на досліджуваній території за середніми багаторічними даними становили 78 г/м² (табл.3.4, рис. 3.5).

В разі реалізації сценарію *RCP4.5* чиста продуктивність фотосинтезу у варіантах «клімат» та «клімат + CO₂» зменшиться на 24 і 21 г/м² відповідно, якщо реалізується сценарій *RCP8.5*, то спостерігатиметься зменшення чистої продуктивності фотосинтезу в обох варіантах до 52 і 55 г/м².

Таким чином, за обома сценаріями очікуватиметься значна зміна агрокліматичних умов росту, розвитку та формування продуктивності соняшнику. Оцінка коливань його урожайності показала, що при зміні клімату за сценаріями *RCP4.5* та *RCP8.5* будуть складуватися взагалі не дуже сприятливі умови для вирощування соняшнику.

3.4 Оцінка ризиків недобору врожаю насіння соняшника в 2021-2050 рр. в Донецькій 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 Донецькій області були виконані розрахунки очікуваних ризиків недобору врожаю насіння соняшника за сценаріями змін клімату *RCP4.5* та *RCP8.5* (рис. 3.6 і 3.7).

Як показують розрахунки за сценарієм зміни клімату *RCP4.5* (рис. 3.6) у Донецькій області слід очікувати середні ризики недобору врожаю (10,6 %). В разі реалізації сценарію *RCP8.5* (рис. 3.7) по області повсюдно відбудуться високі ризики недобору врожаю (18,0 %).

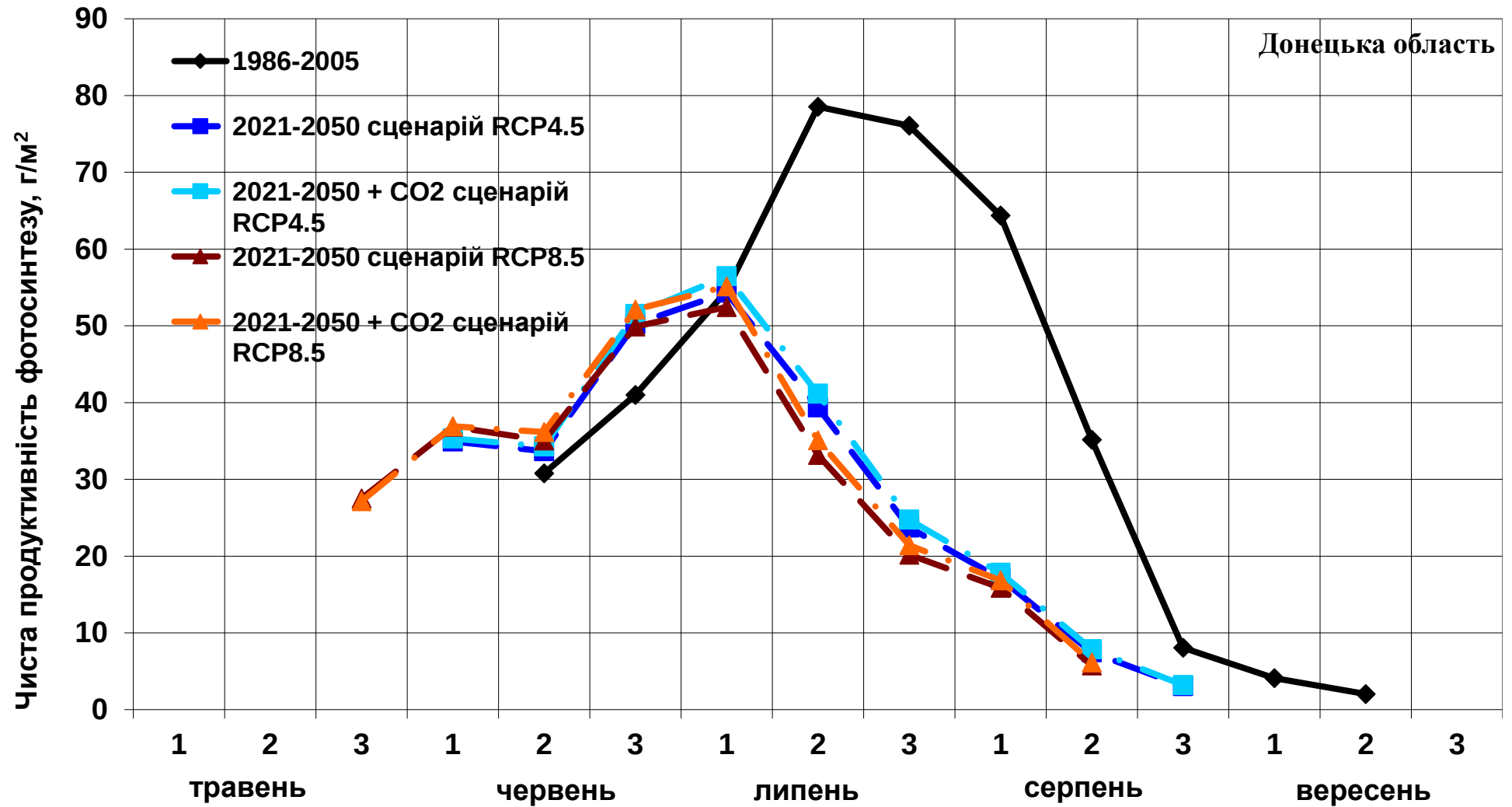


Рисунок 3.5 – Чиста продуктивність фотосинтезу соняшнику за середньо багаторічними даними (1986-2005 рр.) та за сценаріями зміни клімату *RCP4.5* і *RCP8.5*. Донецька область.



Рисунок 3.6 – Очікувані ризики недобору врожаю насіння соняшнику. Донецька область. Сценарій RCP4.5. 2021 – 2050 рр.



Рисунок 3.7 – Очікувані ризики недобору врожаю насіння соняшнику. Донецька область. Сценарій RCP8.5. 2021 – 2050 рр.

ВИСНОВКИ

В дипломному проекті вивчені теоретичні питання щодо екологічних і агротехнічних умов вирощування соняшнику на сільськогосподарських угіддях Донецької 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 підібрано 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 119...206 мм, а запаси продуктивної вологи у цьому шарі ґрунту на початок розрахунків змінюються в залежності від механічного складу ґрунту від 101 до 120 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-теплогового режиму та формування продуктивності соняшнику. Отримані параметри формування врожаю соняшнику на основі даних спостережень гідрометеорологічних та агрометеорологічних станцій і постів Донецької області.

3. Встановлено, що сума ефективних температур за період сходи – збиральна стиглість дорівнює 1311 °С, а суми температур онтогенетичної кривої фотосинтезу та дихання відповідно 433 °С і 328 °С. Суми ефективних температур росту листя, стебел, кореня та корзинки становлять 262 °С, 329 °С, 329°С і 813°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 на початку травня, в період з 2021 по 2050 сівба буде раніше на 14...17 днів раніше,

тому й фази розвитку наставатимуть раніше. Очікується скорочення тривалості вегетації на 10...15 днів.

5. За результатами розрахунків проведено аналіз теплового режиму та теплозабезпеченості соняшнику. Очікувані погодні умови за обома кліматичними сценаріями через зростання дефіциту вологи і внаслідок значного підвищення температури повітря в період дозрівання будуть менш сприятливими для вирощування соняшнику на сільськогосподарських угіддях Донецької області.

6. Визначено основні показники фотосинтетичної діяльності посівів соняшнику за агрокліматичних умов Донецької області. Встановлено, що при реалізації обох сценаріїв і RCP4.5 і RCP8.5 очікуватиметься зниження продуктивні посівів, значніше воно буде, якщо реалізується сценарій RCP4.5 (на 45...50%).

7. Дана оцінка очікуваних ризиків недобору врожаю насіння соняшника в Донецькій області. Встановлено, що за сценарієм змін клімату RCP4.5 слід очікувати середні ризики недобору врожаю (11 %). В разі реалізації сценарію RCP8.5 відбудуться високі ризики недобору врожаю – 18 %.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Агрокліматичний довідник по Донецькій області / Гол. ред. Т.І. Адаменко – Кам'янець-Подільський: ПП Радіонова Л.П., 2010. – 180 с.
2. Агрокліматичний довідник по території України. /За ред. Т.І. Адаменко, М.І. Кульбіді, А.Л. Прокопенко. – Кам'янець-Подільськ, 2011. – 107 с.
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. Каталог сортів та гібридів зернових, зернобобових, олійних, кормових культур Селекційно-генетичного інституту. Вип. 1: Озима м'яка пшениця. Озима тверда пшениця. Ярий та озимий ячмінь. Кукурудза. Соняшник. Горох. / Укр. академія аграрних наук. - Одеса, 2010. – 121с.
8. Кліматичні зміни та їх вплив на сфери економіки України./ За ред. С.М. Степаненка, А.М. Польового. – Одеса: Вид. «ТЕС», 2015– 520 с.
9. Ляшенко Г.В. Агроклиматическое районирование Украины по условиям увлажнения // Метеорологія, кліматологія та гідрологія. – 2005. – Вип. 49. – С. 274 – 284.
10. Мельник Ю.С. Климат и произрастание подсолнечника. – Л.: Гидрометеиздат, 1972. – 143с.

- 11.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.
- 12.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.
- 13.Мурга Ю.С. Уточнение оптимальных значений температуры воздуха и осадков для подсолнечника по зонам УССР //Труды УкрНИГМИ. – 1976. – Вып.151.- С.44-51.
- 14.Подсолнечник / Научные труды ВАСХНИЛ Под общей редакцией академика В.С. Пустовойта - М.: Колос, 1975. - 591 с.
- 15.Польовий А.М. Моделювання гідрометеорологічного режиму та продуктивності агроєкосистем. – Одеса: «Екологія», 2013. – 430 с.
- 16.Польовий А.М. Сільськогосподарська метеорологія. – Одеса: «ТЕС». – 2012. – 630 с.
- 17.Польовий А. М. Вплив антропогенних змін клімату на сільське господарство: конспект лекцій /А. М. Польовий. – Одеса : 2013. – 107 с.
- 18.Дьяков А.Б. Физиология подсолнечника [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://vniimk.ru/files/text/Books/29035b60e9ffa1ab388890e5407a9ac3.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 *, 'Informazionniy
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 dekad:'
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,11m,betxr,exr,eakxr,defwl,qxr
real*8 ksifl,top,td
integer t0,dv,g1,g2,gim
common n,t0,n1,n2,fi
real
m,ml,ms,mr,mp,11,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)
      tz=12+3.8197*acos(-a/b)
      tv=24-tz
      s1=s1-delta
      s2=s2+a
      s3=s3+b
      s4=s4+tz
      s5=s5+tv
c      write(6,335)tv,delta
335 format(1x,2f8.2)
      al=-
100.*alog(inf(15))/(inf(8)**2)

```

```

Продовження додатку 4
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 dWP0(j)=(-
0.7*ts(j)+0.26*Os(j)-
0.25*inf(11)+7.4)
cccccccc
WP0(j)=inf(11)+(-
0.7*ts(j)+0.26*Os(j)-
0.25*inf(11)+7.4)
cccccccc if(WP0(j).lt.0)
WP0(j)=0
c=====
go to 2002
2001 continue
c
epot(j)=(0.65*dwj(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
cccc 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 dWP0(j)=(-
0.7*ts(j)+0.26*Os(j)-0.25*WP0(j-
1)+7.4)
cccc WP0(j)=WP0(j-1)+(-
0.7*ts(j)+0.26*Os(j)-0.25*WP0(j-
1)+9.4)
cccc if(WP0(j).lt.0) WP0(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
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 VLIJNII
UVLAGJNENII 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)

```

Продовження додатку А

```

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-vl)*dv(j).ge.0)
11=11+(bl*dmm-vl)*dv(j)/inf(20)
      if((bl*dmm-vl)*dv(j).lt.0)
11=11+(bl*dmm-
vl)*dv(j)/inf(20)*0.3)
      if(11.lt.0) 11=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)

```

```

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(q/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

```

Продовження додатку А

```

      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

```

ДОДАТОК Б

ВИХІДНА ІНФОРМАЦІЯ ДОНЕЦЬКА ОБЛАСТЬ КЛІМАТИЧНИЙ ПЕРІОД 1986...2005 РОКИ

Doneck sr 2005

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

12143 23 5 47.03

Summa osadkov za dekadu (mm):'

18.0 24.0 24.0 41.0 26.0 13.0 21.0 20.0 12.0 16.0 20.0 13.0

Sredn. za dekadu defizit wlagnosti vozduxa (mb):'

09.0 09.0 10.0 08.0 10.0 11.0 11.0 11.0 11.0 09.0 07.0 06.0

Sredn. za dekadu tempsratura vozduxa (grad. C):'

16.8 18.1 19.8 19.6 21.2 21.5 21.9 21.6 20.3 18.8 16.1 14.8

Sredn. za dekadu chislo chasov solnechnogo sijnij (chasi):'

10.0 09.0 09.0 09.0 10.0 10.0 11.0 10.0 10.0 09.0 07.0 07.0

Korrektir. koefeffizient wlaogoobespechennosti(otn.ed.):'

000.500 000.500 000.930 000.660 000.720 000.200 000.720 000.670 000.300
000.330

000.370 000.800

Chislo dney v raschetnoy deкаде:'

08 10 10 10 10 10 11 10 10 11 10 04

Informazionniy massiv, parametri modeli (inf):'

00.14 00.10 0.16 0.00 0.20 1311.00 0150.00 433.00 328.00
262.00

329.00 329.00 813.00 330.00 0.50 0.50 380.00 380.00 2.00
35.00

0.21 0.41 0.26 0.08 25.00 260.00 08.00 25.00 105.00
0.10

inf(1)-Inf(4) начальные массы листьев, стеблей, корней, колосьев;
inf(5)-начальная площадь листьев; inf(6) сумма температур за период всходы
(воз.вегет.) - воск спелость

inf(7)- Наим. влагоемкость в слое 0-100 см; inf(8)-Сумма т-р для альфа
Ф; inf(9) - сумма т-р для альфа Р; inf(10) -inf(13) -суммы т-р для
ростовых функций листьев, стеблей,

корней, колосьев; inf(14)-сумма т-р для начала роста колоса; inf(15)-
начало кривой альфа Ф; inf(16)-начало кривой альфа Р; inf(17)- ожидаемая
концентрация CO₂;

inf(18) - текущая концентрация CO₂; inf(19) равно 2; inf(20)- удельн.
поверхностная плотность листьев; inf(21)-inf(24)- доля листьев, стеблей,
корней, колосьев при созревании; inf(25)-плато световой кривой
фотосинтеза;

inf(26)- наклон световой кривой фотосинтеза; inf(27) -биологический нуль
культуры; inf(28) -оптимальная для фотосинтеза температура воздуха;

inf(29)- запасы влаги в почве на начало расчета в слое 0-100 см;inf(30) -
величина, которая характеризует количество (долю) продуктов распада при
старении листьев

ДОДАТОК Б1

=====

БАЗОВАЯ ДИНАМИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ФОРМИРОВАНИЯ УКОЖАЯ ПОДСОЛНЕЧНИКА

=====

РЕЗУЛЬТАТЫ РОЗРАХУНКІВ ДОНЕЦЬКА ОБЛАСТЬ КЛІМАТИЧНИЙ ПЕРІОД 1986...2005 РОКИ

Doneck sr

Chislo dekad; chislo dney ot 1-go janvarj; data vsxodov

mesjz vsxodov; schirota punkta:

12143 23 5 47.03

Summa osadkov za dekadu (mm):

18.0 24.0 24.0 41.0 26.0 13.0 21.0 20.0 12.0 16.0 20.0 13.0

Sredn. za dekadu defizit wlagnosti vozduxa (mb):

9.0 9.0 10.0 8.0 10.0 11.0 11.0 11.0 11.0 9.0 7.0 6.0

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

16.8 18.1 19.8 19.6 21.2 21.5 21.9 21.6 20.3 18.8 16.1 14.8

Sredn. za dekadu chislo chasov colnechn. sijnij, chasi

10.0 9.0 9.0 9.0 10.0 10.0 11.0 10.0 10.0 9.0 7.0 7.0

Korrek, koeffiz. wladoobespechennosti

0.500 0.500 0.930 0.660 0.720 0.200 0.720 0.670 0.300

0.330

0.370 0.800

Chislo dney v rashetnoy dekad:

8 10 10 10 10 10 11 10 10 11 10 4

Informazionniy massiv, parametri modeli:

0.140 0.100 0.160 0.000 0.200 1311.000 150.000 433.000 328.000

262.000

329.000 329.000 813.000 330.000 0.500 0.500 380.000 380.000 2.000

35.000

0.210 0.410 0.260 0.080 25.000 260.000 8.000 25.000 105.000

0.100

=====

СУХАЯ БИОМАССА ОРГАНОВ

=====

i'dek	icyt	i	ml	i	ms	i	mr	i	mp	i	m	i	mg	i
i	1i	8 i	0.14 i	i	0.10i	i	0.15i	i	0.01i	i	0.40i	i	0.00i	
i	2i	18 i	6.06 i	i	6.28i	i	4.05i	i	0.63i	i	0.40i	i	0.05i	
i	3i	28 i	17.89 i	i	20.26i	i	12.60i	i	2.56i	i	17.02i	i	0.19i	
i	4i	38 i	29.64 i	i	50.41i	i	30.71i	i	7.18i	i	53.31i	i	0.53i	
i	5i	48 i	37.96 i	i	104.86i	i	62.81i	i	18.74i	i	117.94i	i	1.39i	
i	6i	58 i	40.33 i	i	140.28i	i	80.31i	i	56.90i	i	224.36i	i	4.22i	
i	7i	69 i	39.93 i	i	145.91i	i	76.98i	i	151.66i	i	317.82i	i	11.24i	
i	8i	79 i	39.23 i	i	143.83i	i	69.44i	i	201.02i	i	414.47i	i	14.90i	
i	9i	89 i	38.52 i	i	141.28i	i	62.63i	i	218.36i	i	453.51i	i	16.18i	
i	10i	100 i	37.76 i	i	138.49i	i	55.88i	i	231.56i	i	460.80i	i	17.16i	
i	11i	110 i	37.08 i	i	136.00i	i	50.40i	i	241.36i	i	463.69i	i	17.88i	
i	12i	114 i	36.81 i	i	135.02i	i	48.43i	i	245.02i	i	464.85i	i	18.16i	

ml-suxaj massa listjev, g/m2

ms-suxaj massa stebley, g/m2

mr-suxaj massa korney, g/m2

mp-suxaj massa korzinki, g/m2

M-suxaj massa zelogo rastenij, g/m2

mg - urogay pri 14% wladnosti semjn, z/ga

ПРОДОВЖЕННЯ ДОДАТОКУ Б1

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	8	i	0.20	i	510.505	i	0.000	i	70.400	i	0.000	i	0.000	i	0.82
i	2	i	18	i	0.37	i	482.906	i	16.025	i	171.400	i	1.898	i	0.867	i	0.82
i	3	i	28	i	0.71	i	486.424	i	34.980	i	289.400	i	4.605	i	0.938	i	0.82
i	4	i	38	i	1.06	i	486.989	i	62.102	i	405.400	i	8.727	i	0.930	i	0.76
i	5	i	48	i	1.31	i	517.943	i	102.150	i	537.400	i	14.171	i	0.982	i	0.79
i	6	i	58	i	1.40	i	512.565	i	91.065	i	672.400	i	12.614	i	0.990	i	0.65
i	7	i	69	i	1.41	i	537.887	i	96.903	i	825.300	i	10.987	i	0.998	i	0.70
i	8	i	79	i	1.21	i	490.959	i	39.831	i	961.300	i	4.884	i	0.992	i	0.49
i	9	i	89	i	1.01	i	475.714	i	8.011	i	1084.300	i	1.110	i	0.955	i	0.23
i	10	i	100	i	0.80	i	423.254	i	3.686	i	1203.101	i	0.431	i	0.898	i	0.21
i	11	i	110	i	0.61	i	338.509	i	1.753	i	1284.101	i	0.206	i	0.769	i	0.28
i	12	i	114	i	0.53	i	323.276	i	0.522	i	1311.301	i	0.146	i	0.702	i	0.41

LL-ploschad listjev, m2/m2

q-summarnaj solnechnaj radiacij za sutki, kal/sm2

DM-prirost suxoy massi za dekadu, g/m2 za dekadu

ts2-summa effektivnix temperatur, grad C

fl-intensivnost fotosinteza v polevix uslovijx, mgCO2/dm2 chas

ksifl-funkzij vlijnij temperaturi na fotosintez(ot.ed.)

gamf-funkzij vlijnij vlagi na fotosintez(ot.ed.)

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	
i	1	i	8	i	0.315	i	0.419	i	0.266	i	0.000	i	0.564	i	0.585	i	105.4	i
i	2	i	18	i	0.370	i	0.386	i	0.245	i	0.000	i	0.705	i	0.767	i	107.5	i
i	3	i	28	i	0.341	i	0.403	i	0.256	i	0.000	i	0.864	i	0.941	i	86.2	i
i	4	i	38	i	0.194	i	0.491	i	0.312	i	0.003	i	0.973	i	0.989	i	101.4	i
i	5	i	48	i	0.087	i	0.542	i	0.344	i	0.028	i	0.987	i	0.859	i	92.3	i
i	6	i	58	i	0.033	i	0.410	i	0.260	i	0.297	i	0.885	i	0.596	i	94.6	i
i	7	i	69	i	0.004	i	0.087	i	0.055	i	0.854	i	0.679	i	0.313	i	73.1	i
i	8	i	79	i	0.000	i	0.014	i	0.000	i	0.986	i	0.448	i	0.125	i	57.2	i
i	9	i	89	i	0.000	i	0.005	i	0.000	i	0.995	i	0.271	i	0.044	i	53.1	i
i	10	i	100	i	0.000	i	0.002	i	0.000	i	0.998	i	0.152	i	0.014	i	53.2	i
i	11	i	110	i	0.000	i	0.001	i	0.000	i	0.999	i	0.087	i	0.004	i	60.6	i
i	12	i	114	i	0.000	i	0.001	i	0.000	i	0.999	i	0.062	i	0.002	i	64.2	i

bl-rostovaj funkzij listjev, otn.ed.

bs-rostovaj funkzij stebley, otn.ed.

br-rostovaj funkzij korney, otn.ed.

bp-rostovaj funkzij korzinki, otn.ed.

afl-ontogeneticheskaj krivaj fotosinteza, otn.ed.

arl-ontogeneticheskaj krivaj dixanij, otn.ed.

W0-raschitannye zapasy vlagi v sloe 0-100 sm, mm

Сумма осадков, испарение и испаряемость, освещенность

iDEK	i	CYT	i	Os	i	Eakt	i	epot	i	exr	i	Wt/m2	i	kal/sm2	min	i
i	1	i	8	i	18.0	i	23.9	i	35.1	i	47.8	i	388.60	i	0.290	i
i	2	i	18	i	24.0	i	30.0	i	43.9	i	56.3	i	361.95	i	0.270	i
i	3	i	28	i	24.0	i	33.4	i	48.8	i	56.8	i	360.99	i	0.269	i
i	4	i	38	i	41.0	i	24.5	i	39.0	i	56.8	i	360.82	i	0.269	i
i	5	i	48	i	26.0	i	32.0	i	48.8	i	60.7	i	386.36	i	0.288	i
i	6	i	58	i	13.0	i	30.0	i	53.6	i	60.0	i	388.03	i	0.289	i
i	7	i	69	i	21.0	i	34.5	i	59.0	i	69.4	i	416.80	i	0.311	i
i	8	i	79	i	20.0	i	25.2	i	53.6	i	57.3	i	392.02	i	0.292	i
i	9	i	89	i	12.0	i	19.2	i	53.6	i	55.4	i	392.96	i	0.293	i
i	10	i	100	i	16.0	i	16.9	i	48.3	i	53.9	i	363.99	i	0.272	i
i	11	i	110	i	20.0	i	12.9	i	34.1	i	38.5	i	304.25	i	0.227	i
i	12	i	114	i	13.0	i	5.0	i	11.7	i	14.6	i	299.80	i	0.224	i

Os-summa osadkov za dekadu, mm

Eakt-summarnoe isparenije za dekadu po Xarchenko, mm

epot- isparjemoz za dekadu po Alpatjevju, mm

exr- isparjemoz za dekadu po Xarchenko, mm

rad-intensivnost summarnoy solnechnoy radiacii srednesutochnoy za dekadu, Wt/m2

rad-intensivnost summarnoy solnechnoy radiacii srednesutochnoy za dekadu, kal/sm2 min

ДОДАТОК Б2

=====

БАЗОВАЯ ДИНАМИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ФОРМИРОВАНИЯ УКОЖАЯ ПОДСОЛНЕЧНИКА

=====

СЦЕНАРИЙ RCP4.5

РЕЗУЛЬТАТЫ РОЗРАХУНКІВ ДОНЕЦЬКА ОБЛАСТЬ КЛІМАТИЧНИЙ ПЕРІОД 2021...2050 РОКИ

Doneck sr

Chislo dekad; chislo dney ot 1-go janvarj; data vsxodov

mesjz vsxodov; schirota punkta:

11130 10 5 47.03

Summa osadkov za dekadu (mm):

12.0 16.0 17.0 15.0 12.0 9.0 2.0 5.0 6.0 7.0 2.0

Sredn. za dekadu defizit wlagnosti vozduxa (mb):

6.0 6.0 7.0 8.0 11.0 14.0 17.0 18.0 17.0 15.0 14.0

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

15.2 16.1 17.0 19.1 21.4 23.1 24.0 24.4 23.7 22.7 22.0

Sredn.za dekadu soln radiazij, Wt/m2

416.000 409.000 406.000 432.000 436.000 453.000 471.000 454.000 440.000 429.000

413.000

Sredn.za dekadu summ.isparenje po SZENARIJU(mm):

26.000 31.000 27.000 29.000 29.000 26.000 22.000 21.000 16.000 14.000

2.000

Chislo dney v rashetnoy dekad:

10 11 10 10 10 10 10 11 10 10 2

Informazionniy massiv, parametri modeli:

0.140 0.100 0.160 0.000 0.200 1311.000 150.000 433.000 328.000 262.000

329.000 329.000 813.000 330.000 0.500 0.500 380.000 380.000 2.000 35.000

0.210 0.410 0.260 0.080 25.000 260.000 8.000 25.000 105.000 0.100

=====

СУХАЯ БИОМАССА ОРГАНОВ

=====

i'dek icyt i ml i ms i mr i mp i m i mg i

i 1i 10i 0.14i 0.10i 0.14i 0.02i 0.40i 0.00i

i 2i 21i 6.91i 7.24i 4.66i 0.80i 0.40i 0.06i

i 3i 31i 17.87i 18.83i 11.63i 2.60i 19.62i 0.19i

i 4i 41i 32.87i 46.64i 28.34i 6.87i 50.93i 0.51i

i 5i 51i 40.80i 85.67i 50.85i 15.09i 114.72i 1.12i

i 6i 61i 42.64i 110.91i 62.85i 33.89i 192.40i 2.51i

i 7i 71i 42.07i 112.70i 59.10i 68.55i 250.30i 5.08i

i 8i 82i 41.25i 110.77i 52.72i 97.03i 282.42i 7.19i

i 9i 92i 40.51i 108.80i 47.56i 111.87i 301.78i 8.29i

i 10i 102i 39.78i 106.85i 42.90i 121.68i 308.74i 9.02i

i 11i 104i 39.64i 106.47i 42.06i 123.24i 311.21i 9.13i

ml-suxaj massa listjev, g/m2

ms-suxaj massa stebley, g/m2

mr-suxaj massa korney, g/m2

mp-suxaj massa korzinki, g/m2

M-suxaj massa zelogo rastenij, g/m2

mg - urogay pri 14% wladnosti semjn, z/ga

ПРОДОВЖЕННЯ ДОДАТКУ Б2

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 gamf1

i 1 i 10 i 0.20 i 0.597 i 0.000 i 72.000 i 0.000 i 0.000 i 0.89 i
i 2 i 21 i 0.39 i 0.587 i 18.455 i 161.100 i 1.982 i 0.769 i 0.96 i
i 3 i 31 i 0.71 i 0.582 i 30.228 i 251.100 i 4.025 i 0.814 i 0.79 i
i 4 i 41 i 1.15 i 0.620 i 61.381 i 362.100 i 8.602 i 0.910 i 0.74 i
i 5 i 51 i 1.39 i 0.626 i 74.632 i 496.100 i 11.088 i 0.987 i 0.54 i
i 6 i 61 i 1.47 i 0.650 i 56.228 i 647.100 i 8.696 i 1.000 i 0.38 i
i 7 i 71 i 1.47 i 0.676 i 32.471 i 807.100 i 4.899 i 1.000 i 0.27 i
i 8 i 82 i 1.24 i 0.651 i 20.099 i 987.500 i 2.409 i 1.000 i 0.22 i
i 9 i 92 i 1.03 i 0.631 i 7.518 i 1144.500 i 0.893 i 1.000 i 0.19 i
i 10 i 102 i 0.83 i 0.615 i 2.971 i 1291.499 i 0.326 i 1.000 i 0.19 i
i 11 i 104 i 0.79 i 0.593 i 0.207 i 1319.499 i 0.113 i 1.000 i 0.15 i

LL-ploschad listjev, m2/m2

q-summarnaj solnechnaj radiacij za sutki, kal/sm2

DM-prirost suxoy massi za dekadu, g/m2 za dekadu

ts2-summa effektivnix temperatur , grad C

fl-intensivnost fotosinteza v polevix uslovijx,

mgCO2/dm2 chas

ksifl-funkzij vlijnij temperaturi na fotosintez(ot.ed.)

gamf-funkzij vlijnij vlagi na fotosintez(ot.ed.)

. 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 10 i 0.315 i 0.419 i 0.266 i 0.000 i 0.564 i 0.585 i 97.3 i
i 2 i 21 i 0.367 i 0.387 i 0.246 i 0.000 i 0.697 i 0.757 i 92.9 i
i 3 i 31 i 0.367 i 0.387 i 0.246 i 0.000 i 0.832 i 0.912 i 89.2 i
i 4 i 41 i 0.250 i 0.459 i 0.291 i 0.001 i 0.944 i 0.992 i 81.9 i
i 5 i 51 i 0.114 i 0.534 i 0.339 i 0.013 i 0.995 i 0.920 i 67.3 i
i 6 i 61 i 0.046 i 0.476 i 0.302 i 0.176 i 0.919 i 0.665 i 49.7 i
i 7 i 71 i 0.006 i 0.117 i 0.074 i 0.803 i 0.712 i 0.349 i 29.7 i
i 8 i 82 i 0.000 i 0.015 i 0.000 i 0.985 i 0.441 i 0.123 i 19.0 i
i 9 i 92 i 0.000 i 0.004 i 0.000 i 0.996 i 0.222 i 0.030 i 12.1 i
i 10 i 102 i 0.000 i 0.002 i 0.000 i 0.998 i 0.101 i 0.006 i 6.9 i
i 11 i 104 i 0.000 i 0.001 i 0.000 i 0.999 i 0.057 i 0.002 i 6.6 i

bl-rostovaj funkzij listjev, otn.ed.

bs-rostovaj funkzij stebley, otn.ed.

br-rostovaj funkzij korney, otn.ed.

bp-rostovaj funkzij korzinki, otn.ed.

afl-ontogeneticheskaj krivaj fotosinteza, otn.ed.

arl-ontogeneticheskaj krivaj dixanij, otn.ed.

W0-raschitannye zapasy vlagi v sloe 0-100 sm, mm

ПРОДОВЖЕННЯ ДОДАТКУ Б2

Сумма осадков, испарение и испаряемость, освещенность

iDEK -----

i CYT i Os i Eakt i epot i exr i Wt/m2 i kal/sm2 min

i 1	i 10	i 12.0	i 19.7	i 29.2	i 62.2	i 0.6	i 0.310
i 2	i 21	i 16.0	i 20.4	i 32.2	i 69.1	i 0.6	i 0.305
i 3	i 31	i 17.0	i 20.7	i 34.1	i 63.6	i 0.6	i 0.303
i 4	i 41	i 15.0	i 22.2	i 39.0	i 68.6	i 0.6	i 0.322
i 5	i 51	i 12.0	i 26.7	i 53.6	i 69.4	i 0.6	i 0.325
i 6	i 61	i 9.0	i 26.6	i 68.2	i 71.7	i 0.6	i 0.338
i 7	i 71	i 2.0	i 21.9	i 82.9	i 73.5	i 0.7	i 0.351
i 8	i 82	i 5.0	i 15.7	i 96.5	i 76.0	i 0.7	i 0.339
i 9	i 92	i 6.0	i 13.0	i 82.9	i 64.8	i 0.6	i 0.328
i 10	i 102	i 7.0	i 12.2	i 73.1	i 60.8	i 0.6	i 0.320
i 11	i 104	i 2.0	i 2.3	i 13.6	i 11.4	i 0.6	i 0.308

Os-summa osadkov za dekadu, mm

Eakt-summarnoe isparenje za dekadu po Xarchenko, mm

epot- isparjemość za dekadu po Alpatjevu, mm

exr- isparjemość za dekadu po Xarchenko, mm

rad-intensivnost summarnoy solnechnoy radiaczii

srednesutochnoy za dekadu, Wt/m2

rad-intensivnost summarnoy solnechnoy radiaczii

srednesutochnoy za dekadu, kal/sm2 min