

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
Дніпропетровській області

Виконала студентка групи АЕ-VI
спеціальності 101 «Екологія»,
спеціалізації «Агроекологія»
Шамардак Тетяна Вікторівна

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

Шамардак Тетяні Вікторівні

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту « Агроекологічна оцінка впливу очікуваних кліматичних умов на продуктивність соняшнику в Дніпропетровській 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 Дніпропетровській 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 сояшнику за періоди 1986 – 2005 і 2021-2050 рр за сценаріями RCP4.5 і RCP8.5

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

Карти ризиків недобору врожаю насіння сояшнику 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 сояшнику. Розв'язок задач дослідження на ПЕОМ	27.03.2017 р.- 02.04.2017 р.	85,0	добре
	Атестація I	03.04.2017 р.- 08.04.2017 р.	90,0	відмінно
3	Оформлення текстової частини другого розділу. Проведення чисельних експериментів на ПЕОМ.	09.04.2017 р.- 23.04.2017 р.	90,0	відмінно
4	Побудова табличного та графічного матеріалу. Аналіз отриманих розрахунків. Оформлення текстової частини третього розділу	24.04.2017 р.- 02.05.2017 р.	90,0	відмінно
	Атестація II	03.05.2017 р.- 06.05.2017 р.	90,0	відмінно
	Виправлення зауважень, підготовка рукопису дипломного проекту	07.05.2017 р.- 28.05.2017 р.	90,0	відмінно
	Підготовка доповіді та презентації до публічного захисту	29.05.2017 р.- 01.06.2017 р.	90,0	відмінно
	Інтегральна оцінка виконання етапів календарного плану (як середня по етапам)		90,0	

Студентка

(підпис)

Шамардак Т.В.

(прізвище та ініціали)

Керівник проекту

(підпис)

Жигайло О.Л.

(прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
1 МОДЕЛЮВАННЯ ГЛОБАЛЬНИХ КЛІМАТИЧНИХ ЗМІН ЗА СЦЕНАРІЯМИ АНТРОПОГЕННОГО ВПЛИВУ RCP. МОДЕЛЮВАННЯ ВОДНО-ТЕПЛОВОГО РЕЖИМУ ТА ПРОДУКТИВНОСТІ СОНЯШНИКУ.....	8
1.1 Моделювання глобальних кліматичних змін за новими сценаріями антропогенного впливу RCP.....	8
1.2 Моделювання водно-теплого режиму та продуктивності соняшнику.....	9
1.2.1 Опис вхідної інформації для виконання розрахунків по моделі.....	10
1.2.2 Динамічна модель водно-теплого режиму та продуктивності соняшнику.....	12
2 ВИРОЩУВАННЯ СОНЯШНИКУ В УКРАЇНІ.....	20
2.1 Господарське значення культури соняшника.....	20
2.2 Біологічні особливості соняшника (<i>Helianthus annuus</i> L.) та його вимоги до факторів навколишнього середовища ...	21
2.2.1 Ботанічна характеристика соняшника.....	21
2.2.2 Вимоги соняшнику до факторів навколишнього середовища.....	24
2.2.3 Ефективні технології вирощування соняшнику.....	29
3 ОЦІНКА ВПЛИВУ АГРОКЛІМАТИЧНИХ УМОВ НА ФОТОСИНТЕТИЧНУ ПРОДУКТИВНІСТЬ СОНЯШНИКУ В ДНІПРОПЕТРОВСЬКІЙ ОБЛАСТІ ЗА СЦЕНАРІЯМИ RCP4.5 і	

<i>RCP8.5</i>	31
3.1 Агрокліматична характеристика Дніпропетровської області .	31
3.1.1 Агрокліматичне районування Дніпропетровської області.....	33
3.1.2 Ґрунти та напрямки землекористування в області.....	35
3.2 Аналіз впливу агрокліматичних умов Дніпропетровської області на фотосинтетичну продуктивність соняшнику.....	37
3.2.1 Аналіз термінів сівби та фаз розвитку соняшнику	38
3.2.2 Аналіз агрокліматичних умов вирощування соняшнику.....	39
3.2.3 Аналіз показників фотосинтетичної діяльності посівів соняшнику.....	42
3.2.4 Оцінка ризиків недобору врожаю насіння соняшника в 2021-2050 рр. в Дніпропетровській області.....	50
ВИСНОВКИ.....	53
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	55
ДОДАТКИ	57

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 МОДЕЛЮВАННЯ ГЛОБАЛЬНИХ КЛІМАТИЧНИХ ЗМІН ЗА СЦЕНАРІЯМИ АНТРОПОГЕННОГО ВПЛИВУ RCP. МОДЕЛЮВАННЯ ВОДНО-ТЕПЛОВОГО РЕЖИМУ ТА ПРОДУКТИВНОСТІ СОНЯШНИКУ

1.1 Моделювання глобальних кліматичних змін за новими 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 [18] 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 [18].

В даний час дані для території Європи з високим просторовим і тимчасовим дозволом надаються консорціумом EURO-CORDEX, який є підпроектом Всесвітньої кліматичної програми ВМО і включає в себе близько 30 наукових інститутів. Для оцінки майбутніх змін температури повітря і опадів виявилось можливим використання розрахунків за 40 комбінаціям глобальних і регіональних кліматичних моделей з просторовим дозволом 50 км для різних сценаріїв концентрації парникових газів.

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

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

1.2 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 [13].

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

Загальна кількість тепла, яка необхідна для проходження окремих міжфазних періодів і вегетації в цілому, оцінюється сумою температур (Σt).

Цей показник є комплексним (інтегральним), оскільки вміщує в собі середній рівень температури ($\bar{t}$) і тривалість її впливу (n).

Відрізняють суми активних і ефективних температур.

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

$$\sum t_{abh} = \bar{t} \cdot n \quad (1.1)$$

де $\bar{t}$ – середньдекадна активна температура повітря за період, $^{\circ}\text{C}$;

n – кількість днів у періоді.

Сума ефективних температур за цей же період знаходиться з виразу:

$$\sum t_{ef} = (\bar{t} - B) \cdot n, \quad (1.2)$$

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

Суми активних і ефективних температур одержані за вісьмома станціями Дніпропетровської області: Губиниха, **Дніпропетровськ**, **Кривий Ріг**, **Лошкарівка**, **Нікополь**, Павлоград, **Синельникове**, Чаплине з використанням середньої багаторічної температури повітря за 1986 – 2005 рр. [1]

1.2.1 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 – март, 4 – апрель, 5 – май.

Метеорологічні дані за кожну декаду протягом вегетаційного періоду:

os – сума опадів за декаду, мм;

dww – середній за декаду дефіцит вологи повітря, мб;

ts – середня за декаду температура повітря, °C;

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

- inf(12) $\sum t$ - сума ефективних температур росту кореня;
- inf(13) $\sum t$ - сума ефективних температур росту корзинки;
- inf(14) $\sum t$ - сума ефективних температур початку росту корзинки;
- inf(15) - α_{ϕ} – початок онтогенетичної кривої фотосинтезу;
- inf(16) - α_R – початок онтогенетичної кривої дихання;
- inf(17) - C_{o1} – очікувана концентрація CO_2 в атмосфері;
- inf(18) - C_{o2} – поточна концентрація CO_2 в атмосфері;
- inf(19) - дорівнює 2
- inf(20) - УПП – питома поверхнева щільність листя;
- inf(21) - C_L – частка листя в загальній масі рослини;
- inf(22) - C_S – частка стебел в загальній масі рослини;
- inf(23) - C_R – частка коріння в загальній масі рослини;
- inf(24) - C_p – частка насіння в загальній масі рослини;
- inf(25) - $R(\Phi_{max})$ - плато світловий кривої фотосинтезу;
- inf(26) - $b(a_{\phi})$ - початковий нахил світловий кривої фотосинтезу;
- inf(27) - B – температура початку росту та розвитку (біологічний нуль) культури;
- inf(28) - t_{opt} – оптимальна для фотосинтезу температура повітря;
- inf(29) - запаси продуктивної вологи в 0-100 см шарі ґрунту на початок розрахунків.

1.2.2 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. 11) : блок вихідної інформації; блок радіаційного і водно-теплогового режимів; блок дихання; блок фотосинтезу; блок росту.

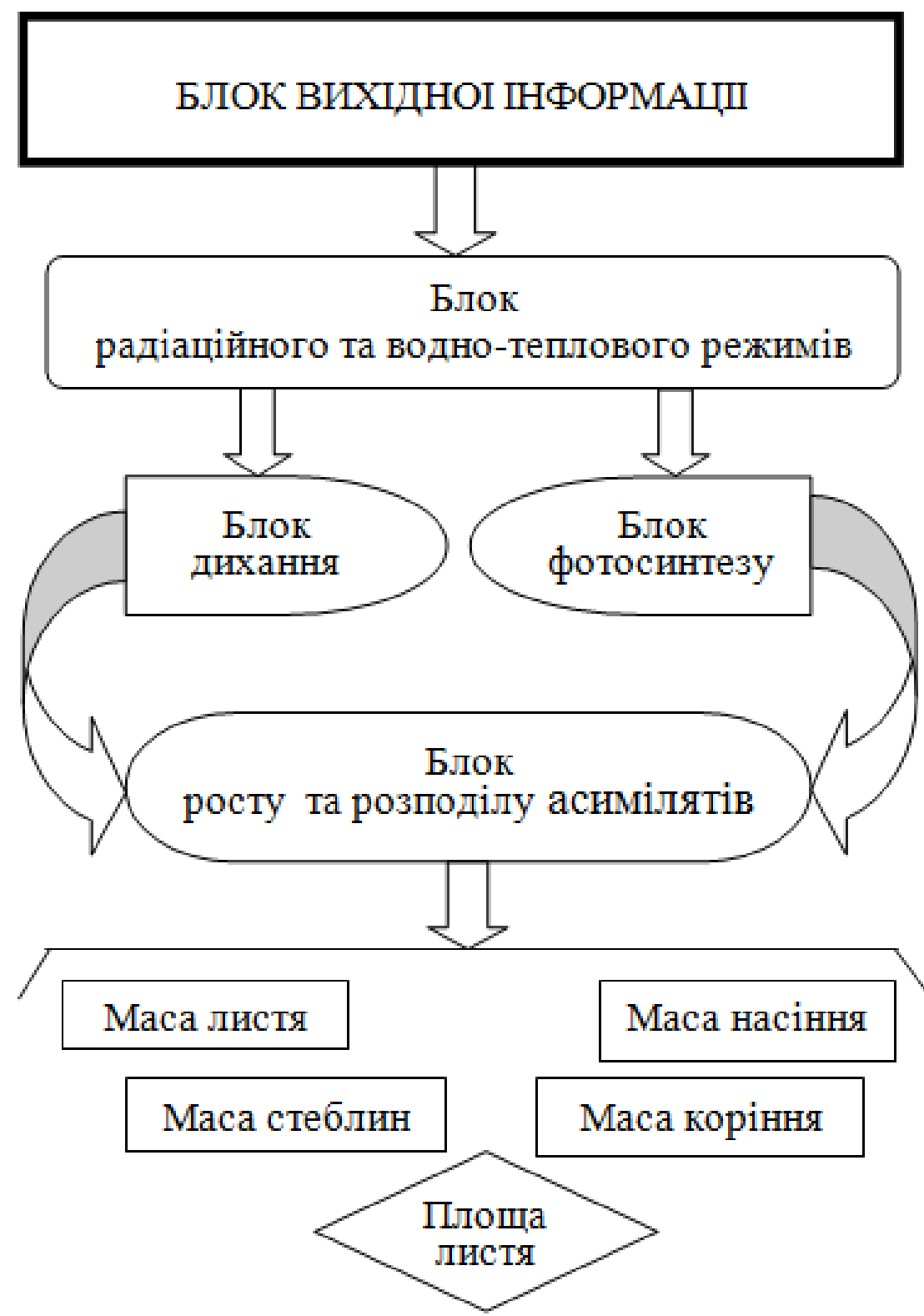


Рисунок 1.1 – Блок-схема математичної моделі водно-теплого режиму та продуктивності соняшнику

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

$$I^j = \frac{I_0^j}{1 + C * LAI}, \quad (1.3)$$

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

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

LAI – площа листя, м²/м².

Потік ФАР на верхню межу посіву визначається за формулою:

$$I_0^j = \frac{0.5Q^j}{60\tau_g}, \quad (1.4)$$

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

Сумарна сонячна радіація розраховується за формулою Сівкова:

$$Q^j = 12.66(S^j)^{1.31} + 315(\sinh_0^j)^{2.1} \quad (1.5)$$

де S – тривалість сонячного сяйва, год.;

h_0 – полуденна висота Сонця.

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

$$\Psi_\phi = \begin{cases} 13.7 \sin(0.0774x_2 \dots npi \dots t < t_{opt1}^\phi \\ 1 \dots npi \dots t_{opt1}^\phi < t_n < t_{opt2}^\phi \\ 1.1323 \cos(1.5705x_3) - 0.1323 \dots npi \dots t > t_{opt2}^\phi \end{cases} \quad (1.6)$$

де Ψ_ϕ - температурна крива фотосинтезу;

t_n – температура повітря, С⁰;

t_0^ϕ – початкова межа оптимальної температури;

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

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

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

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

$$W^{j+1} = W^j + Q^j + X^j + V_w^j - E^j - U_w^j, \quad (1.7)$$

де Q – сума опадів за декаду, мм;

X – норма вегетаційного поливу, мм;

V_w – витрати ґрунтових вод в зону аерації, мм;

E – сумарне випаровування, мм;

U_w – інфільтрація атмосферних опадів, мм;

Випарність визначається за допомогою середнього за декаду дефіциту вологості повітря d_w :

$$E_0^j = 0.65 d_w^j n^j, \quad (1.8)$$

де n – число днів у розрахунковій декаді.

Сумарне випаровування визначається за формулою:

$$E^j = \frac{2W^j + Q^j + X^j + V_w^j}{1 + 2(W_{H.B.} - W_{B,3}) / \eta E^j}, \quad (1.9)$$

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

$W_{B,3}$ – волога в'янення, мм;

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

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

$$\Phi^j = \varepsilon \Phi_\tau^j L^j \tau_d^j, \quad (1.10)$$

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:

$$\Phi_\tau^j = \alpha_\phi^j \Phi_o^j \frac{E^j}{E_o^j} \psi_\phi^j, \quad (1.11)$$

де α_ϕ - онтогенетична крива фотосинтезу;

ψ_ϕ - температурна крива фотосинтезу;

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

Φ_o - інтенсивність фотосинтезу при оптимальних умовах тепло- та вологозабезпеченості та реальних умовах освітленості, мгCO₂ дм⁻² г⁻¹.

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

$$\alpha_\phi^j = 1 - a \left(\frac{TS_2 - \sum t_l^i}{10} \right) \quad (1.12)$$

де параметр a вираховується за формулою:

$$a = \frac{-100 l_n \cdot \alpha_\phi^j}{\sum t_l^1} \quad (1.13)$$

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 $TS_2=2$. Функції $\alpha_{\phi}^j, \Psi_{\phi}^j$ нормовані й змінюються від 0 до 1.

Інтенсивність фотосинтезу листя описується формулою:

$$\Phi_o^j = \frac{\Phi_{\max} a_{\phi} I^j}{\Phi_{\max} + a_{\phi} I^j}, \quad (1.14)$$

де $\Phi_{\max}$ - інтенсивність фотосинтезу листя при світловому насиченні та нормальній концентрації CO_2 в атмосфері, $mgCO_2 dm^{-2} h^{-1}$;

a_{ϕ} - початковий нахил світлової кривої фотосинтезу, $mgCO_2 dm^{-2} h^{-1} / (Wt)$.

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 :

$$\Phi_{\max} = \tau_c \cdot C_o, \quad (1.15)$$

де τ_c – початковий нахил вуглецевої кривої фотосинтезу;

C_o – концентрація CO_2 в атмосфері.

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

$$R^j = \alpha_R^j (C_1 M^j \varphi_R^j + C_2 \Phi^j), \quad (1.16)$$

де R - інтенсивність дихання, $g m^{-2} do^{-1}$;

C_1 - коефіцієнт дихання підтримання, $g h^{-1} сут^{-1}$;

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:

$$\Delta M^j = \phi^g - R^j \quad (1.17)$$

Ріст окремих органів рослин протягом вегетаційного періоду описується системою рівнянь:

$$\begin{cases} m_i^{j+1} = m_i^j + (\beta_i^j \frac{\Delta M}{\Delta t} - \vartheta_i^j m_i^j) n^j \\ m_p^{j+1} = m_p^j + (\beta_p^j \frac{\Delta M}{\Delta t} + \sum_i^{lsr} \vartheta_i^j m_i^j) n^j \end{cases}, \quad (1.18)$$

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

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

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

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

Динаміка площі асимілюючої поверхні визначається з рівнянь:

$$L^{j+1} = L^j + \left(\frac{\Delta m_l^j}{\Delta t} \frac{1}{\sigma_l} \right) n^j, \quad \text{при } \frac{\Delta m_l^j}{\Delta t} > 0, \quad (1.19)$$

$$L^{j+1} = L^j + \left(\frac{\Delta m_l^j}{\Delta t} \frac{1}{\sigma_l} \frac{1}{k_h} \right) n^j, \quad \text{при } \frac{\Delta m_l^j}{\Delta t} < 0, \quad (1.20)$$

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

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 (табл. 1.1).

Таблиця 1.1 - Параметри та змінні моделі для культури соняшника

Параметр	Кількість	Розмірність	Змінна	Кількість	Розмірність
$\sum t$	1334	°C	W_{HB}	152...140	мм
$\sum t \alpha_{\phi}$	280	°C	C_{o1}	380	ppm
$\sum t_{\alpha R}$	293	°C	C_{o2}	470	ppm
$\sum t_l$	293	°C	C_{o3}	520	ppm
$\sum t_s$	293	°C	B	8	°C
$\sum t_r$	320	°C	t_{opt}	25	°C
$\sum t_p$	813	°C	$W_{пр.в}$	107...130	мм
$\sum t_{np}$	507	°C			
α_{ϕ}	0,6	від. од.			
α_R	0,5	від. од.			

2 ВИРОЩУВАННЯ СОНЯШНИКУ В УКРАЇНІ

2.1 Господарське значення культури соняшника

Соняшник — основна олійна культура в Україні. Насіння його районованих сортів і гібридів містить 50–52 % олії, а селекційних — до 60 %. Порівняно з іншими олійними культурами соняшник дає найбільший вихід олії з одиниці площі (750 кг/га в середньому по Україні). На соняшникову олію припадає 98 % загального виробництва олії в Україні. Соняшникову олію широко використовують як продукт харчування в натуральному вигляді. Харчова цінність її зумовлена високим вмістом поліненасиченої жирної лінолевої кислоти (55–60 %), яка має значну біологічну активність і прискорює метаболізування ефірів холестерину в організмі, що позитивно впливає на стан здоров'я. До складу соняшnikової олії входять і такі дуже цінні для організму людини компоненти, як фосфатиди, стерини, вітаміни (А, D, Е, К). Соняшникову олію використовують в кулінарії, хлібопеченні, для виготовлення різних кондитерських виробів і консервів [17].

Вона є основним компонентом при виробництві маргарину.

Соняшникову олію використовують також при виготовленні лаків, фарб, стеарину, лінолеуму, електроарматури, клейонки, водонепроникних тканин тощо.

Побічні продукти переробки насіння соняшнику — макуха при пресуванні і шрот при екстрагуванні (близько 35 % від маси насіння) є цінним концентрованим кормом для худоби. Стандартна макуха містить 38–42 % перетравного протеїну, 20–22 % безазотистих екстрактивних речовин, 6–7 % жиру, 14 % клітковини, 6,8 % золи, багато мінеральних солей. За поживністю 100 кг макухи відповідають 109 корм. од. Шрот містить близько 33–34 % перетравного протеїну, 3 % жиру, 100 кг його відповідають 102 корм. од.

Лузга (вихід 16 – 22 % від маси насіння) є сировиною для виробництва гексозного й пентозного цукру. Із гексозного цукру виробляють етиловий спирт і кормові дріжджі, із пентозного – фурфурол, який використовують при виготовленні пластмас, штучного волокна та іншої продукції. Кошки соняшнику (вихід 56 – 60 % від маси насіння) є цінним кормом для тварин. Їх добре поїдають вівці і велика рогата худоба [17].

В них міститься 6,2 – 9,9 % протеїну, 3,5 – 6,9 % жиру, 43,9 – 54,7 % безазотистих екстрактивних речовин та 13,0 – 17,7 % клітковини. За поживністю борошно з кошиків прирівнюється до пшеничних висівок, 1 ц його відповідає 80 – 90 кг вівса, 70 – 80 кг ячменю. З кошиків виробляють харчовий пектин, який використовується в кондитерській промисловості.

Соняшник вирощують і як кормову культуру. Він може дати до 600 ц/га і більше зеленої маси, яку в чистому вигляді чи в сумішах з іншими кормовими культурами використовують при силосуванні.

Стебла соняшнику можна використовувати для виготовлення паперу, а попіл – як добриво. Жовті пелюстки язичкових квіток соняшнику використовують як ліки у фітотерапії.

2.2 Біологічні особливості соняшника (*Helianthus annuus* L.) та його вимоги до факторів навколишнього середовища

2.2.1 Ботанічна характеристика соняшника

Соняшник – рослина, яка відноситься до олійних культур [17]. Встановлений Ліннеєм вид соняшнику (*Helianthus annuus* L.) сімейства складноцвіта (*Compositae*) розглядається в даний час як збірний, що складається з двох самостійних видів: *Helianthus cultus* Wenzl. —

соняшник культурний и *Helianthus ruderalis* Wenzl. — соняшник дикорослий.

Перший вид включає всі форми і сорти соняшнику, оброблювані у нас в польовий культурі, другий - дикорослі форми, що виростають за межами СНД.

Культурний соняшник — однорічна рослина [17].

Коріння соняшнику стрижневе, що проникає в ґрунт на глибину 3-4 м і розповсюджується в сторони до 120 см. Така сильно розвинена коренева система дає соняшнику можливість добре зростати в степових посушливих районах.

С т е б л и н а прямостояча, дерев'яниста, нерозгалужена, заповнена пухкою серцевиною, висотою від 0,6 до 2,5 м (у силосних сортів 3-4 м і більше).

Л и с т я на довгих черешках, велике, овально-серцевидної форми, з загостреним кінцем і кільчатими краями, щільно опушене. Листків на одній рослині у скоростиглих сортів 15-25, у пізньостиглих - 30-35.

С у ц в і т т я – корзинка у вигляді плоского диску діаметром від 10 до 20 см у олійних і до 40 см і більше у гризових сортів. Кошик оточений обгорткою з декількох рядів листочків. Основу кошику становить квітколоже, на якому розташовані по краях язичкові, а всередині трубчасті квітки. Язичкові квітки великі, помаранчево-жовті, безплідні, іноді з недорозвиненою маточкою. Вони приваблюють комах, що важливо під час запилення. Трубчасті квітки двостатеві, займають майже все квітколоже. В одному кошику їх від 600 до 1200 і більше. Кожна квітка має маточку з одногніздовою нижньою зав'яззю і стовпчиком, а також зрощений пелюстковий віночок з п'ятьма зубчиками. Забарвлення віночка від світло-жовтого до темно-помаранчевого. Тичинок п'ять з вільними нитками, але зрощеними пильовиками [15,17].

Соняшник – перехресно запилювана рослина. У природних умовах частина квіток залишається не запиленими, що викликає пустозерність. Її можна знизити, якщо на посіви соняшнику вивозити вулики з бджолами.

Плід – сім'янка стиснуто-яйцевидної форми, з чотирма не різко вираженими гранями. Вона складається із насінини — ядра з тонкою сім'яною оболонкою та шкірястого щільного навколоплідника (шкірки), що не зростається з ядром. У панцирних сортів навколоплідник має епідерміс, під яким розташовується пробкова тканина, під нею - чорний панцерний шар, що містить до 76 % вуглецю, а ще глибше – склеренхіма, що складається з товстостінних клітин. Сім'янки з панцирних шарів не уражаються соняшnikовою міллю. Забарвлення шкірки сім'янок біле, сіре, чорне, смугасте або без смужне; Лузжистість (вага лузги до ваги насіння) коливається від 22 до 46%. Найбільш цінні сорти з низькою лузжистістю. Вага 1000 сім'янок від 40 до 125 г.

Культурний соняшник за зовнішнім виглядом рослин і будовою сім'янок підрозділяється на гризовий, олійний і межеумок [15,17].

Гризовий соняшник має товсте стебло висотою до 4 м, великі листи і велику корзинку (діаметр 25 - 40 см). Сім'янки довжиною 11-23 мм, з товстим ребристим навколоплідником. Ядро заповнює лише близько половини внутрішньої порожнини сім'янки. Вага 1000 сім'янок 170 г, лузжистість 46-56 %, олійність 20-35%.

Олійний соняшник має відносно тонке стебло висотою 1,5-2,5 м, менш великі листки і невеликі кошики (діаметр 15-20 см). Сім'янки дрібні (довжина 7 - 13 мм). Ядро заповнює всю їх порожнину. Вага 1000 сім'янок 35-80 г, Лузжистість 25-35% , олійність 38 - 56 %.

Межеумок займає проміжне положення між двома першими групами. За виконанням сім'янок він стоїть ближче до оливкового соняшнику, а за іншими ознаками - до гризової .

Майже всі площі соняшнику зайняті у нас сортами олійної групи. Вони відрізняються великою стійкістю до вовчка та соняшnikової молі.

Гризові сорти соняшника обробляють на зелену масу і силос, а також (на невеликих ділянках) для отримання насіння [9].

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

Для сівби використовувати тільки включені до Реєстру сортів рослин 2-3 гібриди, стійких до основних хвороб, шкідників і чутливі до внесення добрив (Додаток А).

2.2.2 Вимоги соняшнику до факторів навколишнього середовища

Посушливі умови завжди були проблемою для ефективного землеробства України, більша частина території якої належить до зони нестійкого та недостатнього зволоження. У середньому в Україні кількість бездощових періодів може сягати 50-90 днів. У більшості випадків вони супроводжуються підвищеною температурою повітря, що призводить до атмосферної та ґрунтової посухи [15,17].

Отже, при розміщенні посівів сільськогосподарських культур слід враховувати їх біологічні особливості. Для нормального росту і розвитку соняшник потребує відповідного температурного режиму і вологозабезпеченості. Температурні умови в зоні Лісостепу і Степу України є сприятливими для вирощування соняшнику, дещо ризикованими в цьому відношенні є північні лісостепові райони. Несприятливою для вирощування соняшнику є зона Полісся Соняшник, завдяки підвищеній стійкості до ґрунтової і повітряної посухи, вважається посухостійкою культурою. В цьому відношенні зони Лісостепу і Степу України відповідають біологічним потребам культури. Виключенням є посушливі райони південного Степу України, які вважаються менш задовільними для вирощування, а урожайність взагалі знаходиться на межі збитковості.

Але саме у таких регіонах концентруються значні площі вирощування соняшнику. У південних областях завдяки соняшнику, який забезпечував в останні роки найбільшу рентабельність, та озимим зерновим культурам

утримувалося прибуткове ведення господарювання. Площі стрімко збільшувалися, і це нестримне розширення сприяло знищенню агрономічно-обґрунтованої структури посівних площ. Північні регіони, спостерігаючи за аграріями з півдня та отримуючи стабільні врожаї насіння соняшнику, який приносив їм суттєві прибутки, почали розширювати площі, і соняшник (південну культуру) стали культивувати на півночі України - в Чернігівській області (торік - 39 тис./га), Київській області (66,2 тис./га), де, до речі, урожайність цієї культури становить 1,57 т/га та 1,83 т/га, що вище, ніж у лідерів його виробництва [15,17].

Вимоги соняшника до світла. По відношенню до світла рослини поділяються на три групи:

- Світлові (світлолюбні) рослини – геліофіти. Життєдіяльність спостерігається в умовах повного сонячного освітлення. Типові геліофіти – степові та лучні злаки, більшість культурних рослин відкритого ґрунту.
- Тіньовитривалі рослини. Ці рослини краще ростуть при повній освітленості, однак здатні розвиватися в умовах затінення. До них відносяться більшість чагарників і трав'янистих рослин лісової зони.
- Тіньові рослини - сціофіти. Рослини цієї групи виростають тільки в затінених місцях і в умовах сильної освітленості ніколи не ростуть. Це представники тропічних вологих лісів.

Регулярність і незмінність дня і ночі з року в рік дозволили організмам в процесі еволюції виробити ритмічні зміни життєвих процесів і властивостей їх організму - так званий фотоперіодизм. Фотоперіодичний ефект у рослин проявляється в узгодженні періодів цвітіння і дозрівання плодів з періодом активного фотосинтезу.

Залежно від фотоперіодичної реакції, рослини діляться на: рослини короткого дня, тривалість дня менш 12 годин; рослини довгого дня, тривалість дня більше 12 годин; фотоперіодично нейтральні рослини.

Соняшник - світлолюбна культура. Затінення його іншими рослинами особливо в ранньому віці, а також тривала похмура погода

послаблюють його ріст і розвиток. Соняшник – рослина короткого дня. При просуванні на північ його вегетаційний період подовжується [15,17].

Вимоги соняшника до тепла. До умов вирощування соняшник пред'являє досить високі вимоги [15,17].

Насіння у вологому ґрунті починають проростати при 4 ... 6⁰С тепла. При температурі 8 ... 10⁰С насіння проростає швидше і сходи з'являються через 15-20 днів після посіву. При 15 ... 16⁰С сходи відзначаються вже через 9-10 днів, а при 20⁰С на 6 - 8 -й день. Сходи соняшнику легко переносять короткочасні заморозки до 5 ... 6⁰С. Вимоги рослин до тепла зростають від появи сходів до цвітіння. У фазі цвітіння і в наступний час для росту і розвитку соняшнику найбільш сприятлива температура 25 ... 27⁰С. Але температура понад 30⁰С спричиняє на соняшник гальмівну дію. У фазі цвітіння соняшник чутливий до низьких температур. Заморозки - 1 -2⁰С викликають в цей час сильні пошкодження, а потім і повну загибель квіток.

Вимоги соняшника до вологи. Соняшник споживає досить багато води, хоча і вважається посухостійкою рослиною [15,17].

Протягом вегетації соняшник споживає вологу нерівномірно. Найбільш інтенсивно вона надходить в рослину в період від утворення кошиків до кінця цвітіння - 60 % всієї необхідної йому вологи. Нестача її в цей час – одна з причин появи пустозерності в центральній частині кошиків. Транспіраційний коефіцієнт соняшнику 470-570.

Посухостійкість соняшнику пов'язана з глибоко проникаючою кореневою системою – більше трьох метрів. Він здатний використовувати воду з глибоких шарів, недоступну для багатьох інших однорічних рослин.

За даними НДІСГ Південно-сходу, соняшник витрачає вологу (% від загальної витрати за вегетацію) нерівномірно: за період сходи - утворення кошиків – 23 %, утворення кошиків – цвітіння – 60 % і цвітіння – дозрівання – 17 % від загальних витрат вологи за вегетацію. На початку вегетації соняшник використовує вологу з верхніх шарів ґрунту, а після утворення кошиків переважно з глибини більше 50 см.

За сильної посухи на початку цвітіння велике число закладених квіток соняшнику, особливо в центральній частині кошиків, що не розквітає. Одночасно відбувається значне зниження маси окремого насіння і загальної маси насіння з однієї рослини, що негативно позначається на врожаї соняшнику. Тому при вирощуванні соняшнику в посушливих районах велике значення має накопичення в ґрунті вологи шляхом затримання снігу і талих вод, зрошення та інших прийомів, що поліпшують водний режим.

Вимоги соняшника до ґрунтів та поживних речовин. Майже всі посіви соняшнику розміщені в нашій країні на вилужених, потужних і звичайних південних чорноземах, а також на каштанових ґрунтах. Сприятливий для росту рослин інтервал рН 6,0-6,8. Соняшник не вдається вирощувати на важких глинистих, піщаних, а також на кислих і сильно засолених ґрунтах [15,17].

Найкращими для соняшнику вважаються чорноземи і каштанові ґрунти. Малопридатні для нього піщані, заболочені і солонцюваті ґрунти.

На утворення 1 ц насіння соняшник споживає значно більше поживних речовин, ніж зернові культури: в середньому, за численними дослідними даними, азоту – 6 кг, фосфору – 2 кг і калію – 10 кг. Співвідношення $N:P_2O_5:K_2O$ як 3:1:5. Кількість споживаних соняшником поживних речовин визначається умовами його вирощування і рівнем врожаю.

Надходження поживних речовин у рослини соняшнику проходить нерівномірно. Найбільша кількість азоту споживається від початку утворення кошиків до кінця цвітіння, фосфору – від сходів до цвітіння і калію – від утворення кошиків до дозрівання. Початковий період розвитку соняшнику є критичним у споживанні фосфору.

Під час дозрівання в насінні накопичується основна маса спожитого азоту і фосфору, в той час як калію – тільки близько 10 %, він майже на 90% накопичується у вегетативних органах.

Характеристика росту та розвитку соняшнику протягом вегетації. У розвитку соняшнику відзначають за морфологічними ознаками наступні основні фази: сходи, початок утворення суцвіть (корзинок), цвітіння і дозрівання [15,17].

Також в разі необхідності визначають за морфологічними ознаками такі фази розвитку: сходи; листоутворення (від сходів до 4-5 пар справжніх листків); диференціація (від 4-5 пар до 9-10 пар листків); активне зростання (від 9-10 пар листків до цвітіння); цвітіння (початок – закінчення); формування і налив насіння; дозрівання.

Тривалість міжфазних періодів для найбільш розповсюджених середньостиглої групи сортів соняшнику становить: від посіву до сходів 14-16 днів, від сходів до початку утворення кошиків 37-43, від початку утворення кошиків до цвітіння 27-30, а від цвітіння до дозрівання 44-50 днів. Загальна тривалість періоду вегетації у цієї групи сортів 120-140 днів .

У перший період розвитку (2-3 пари листя) соняшник росте порівняно повільно. У цей час його легко можуть заглушити бур'яни. Але потім приріст збільшується і досягає максимуму (3-5 см на добу) в період від утворення кошиків до цвітіння. У фазу цвітіння зростання у висоту йде повільно і до кінця цвітіння знижується.

Початок утворення кошиків відзначається у скоростиглих сортів соняшнику (на південному сході) при 2 парах , а у середньостиглих – при 3-5 парах листя. Закладання кошиків у середньостиглого соняшника починається (в Краснодарському краї) при 5-ти парах листя.

Цвітіння одного кошика триває 8-10 днів , а зростання – до його пожовтіння. Найбільш інтенсивно він росте протягом 8-10 днів після закінчення цвітіння. Налив сім'янок відбувається протягом 32-42 днів з часу запліднення [10,18].

Одночасно із зростанням соняшнику у висоту і формуванням його кошиків в рослині йде накопичення сухих речовин. У цей період воно йде повільно, і до початку освіти кошики соняшник накопичує їх близько 15 %. До початку цвітіння кількість сухої речовини в рослині досягає вже 50 %, і

вона продовжує інтенсивно зростати до початку наливу, але витрачається вже головним чином на формування кошики.

2.2.3 Ефективні технології вирощування соняшнику

Підготовка насіння до сівби. Для сівби використовують насіння соняшнику з високими сортовими та посівними якостями. Важливого значення набуває хімічне протруювання насіння (Додаток Б) [17].

Удобрення соняшнику. За даними багатьох дослідників, чутливість сучасних сортів і гібридів соняшнику до добрив обмежується приростом врожайності в межах 0,2-0,5 т/га. Різні гібриди і сорти також неоднаково реагують на добрива. Зокрема, ефективність добрив зумовлюється строками, способами їх внесення, **вологозабезпеченістю, погодними умовами**. Важливо також витримувати оптимальне співвідношення між елементами живлення – N:P=1:1,5 (Додаток Б).

Попередники. Розміщувати соняшник слід після озимих культур, кукурудзи, зернобобових, ячменю. У структурі посівних площ під посіви соняшнику відводити не більше 15%, повертаючи культуру на попереднє місце через 4-6 років. Гібриди чутливі до ураження вовчком та комплексу хвороб, слід висівати на попередньому місці в сівозміні не раніше як через 7-8 років, а краще не висівати зовсім.

Обробіток ґрунту. При розміщенні соняшнику після стерньових попередників, зяблевий обробіток (оранка або безполіцевий обробіток) слід починати з післяжнивного луцення або обробітку культиваторами-плоскорізами, а основне розпушування ґрунту виконувати на 20-22 см після останнього відростання падалиці та бур'янів (Додаток Б).

Догляд за посівами. Застосування гербіцидів та механічних прийомів догляду дає змогу захистити посіви і підвищити урожайність на 0,3-0,6 т/га (Додаток Б).

Сівба. Рано сіяти соняшник недоцільно не тільки через повільне проростання бур'янів (які слід знищити під час передпосівної культивуації), але й через необхідність якомога швидше одержати сходи соняшнику, оскільки при понижених температурах насіння і паростки сильніше ушкоджуються шкідниками та хворобами, ніж при сівбі у прогрітій до 8-12⁰С ґрунт. Календарно оптимальні строки сівби припадають на період з 15 квітня по 10 травня, незважаючи на те, що в окремі роки сприятливі умови настають раніше. Ранньостиглі гібриди можна сіяти до 20-25 травня, навіть до 20 червня, використовуючи для підсушування кошиків десиканти (Додаток Б) [17].

Збирання врожаю. В Степу краще збирати соняшник при вологості насіння 10%.

З ОЦІНКА ВПЛИВУ АГРОКЛІМАТИЧНИХ УМОВ НА ФОТОСИНТЕТИЧНУ ПРОДУКТИВНІСТЬ СОНЯШНИКУ В ДНІПРОПЕТРОВСЬКІЙ ОБЛАСТІ ЗА СЦЕНАРІЯМИ *RCP4.5* і *RCP8.5*

3.1 Агрокліматична характеристика Дніпропетровської області

Дніпропетровська область розташована у південно-східній частині України, між $49^{\circ} 12'$ і $47^{\circ} 28'$ північної широти та 33° і 37° східної довготи. Протяжність території із заходу на схід становить 270 км, з півночі на південь – 200 км. Загальна площа області дорівнює 31,9 тис. км², що складає 5,3 % території країни. На півночі Дніпропетровська область межує з Полтавською і Харківською областями, на сході – з Донецькою, на заході – з Миколаївською і Кіровоградською, на півдні – із Херсонською та Запорізькою областями. Дніпропетровська область розташована в басейні середньої і нижньої течії Дніпра [1].

Клімат Дніпропетровської області помірно-континентальний. Ступінь континентальності збільшується із південного заходу на північний схід, на що вказує збільшення амплітуди добових та річних температур повітря.

Однією з особливостей клімату Дніпропетровщини є значні коливання погодних умов з року в рік. Помірно вологі роки змінюються різко посушливими, які нерідко посилюються дією суховіїв. Взагалі клімат характеризується відносно холодною зимою з нестійким сніговим покривом та жарким, посушливим літом [1].

Середня температура повітря за рік по області становить $8,4\text{--}9,8^{\circ}\text{C}$. Середня температура січня (найхолоднішого місяця) становить мінус $2,3\text{--}4,0^{\circ}\text{C}$, середня температура липня (найтеплішого місяця) – плюс $21,4\text{--}22,9^{\circ}\text{C}$.

Аналіз даних за наступні після врахованих в довідник 5 років (2006-2010рр.) виявив, що температура повітря в серпні 2010 року скрізь по області

перевищила абсолютний максимум і досягала в основному 39,6-40,5°C, а по АМСЦ Дніпропетровськ 40,9°C [1].

Зимовий період на Дніпропетровщині триває 87–99 днів – з 27 листопада – 1 грудня, коли відбувається стійкий перехід середньої добової температури повітря через 0°C у бік похолодання і починається зима, до 25 лютого – 5 березня, коли відбувається стійкий перехід середньої добової температури повітря через 0°C у бік потепління – починається весна.

Вегетаційний період (із середніми добовими температурами повітря 5°C і вище) триває 215–227 днів, починається 26 – 31 березня і закінчується 1 – 8 листопада. Сума позитивних температур повітря вище 5°C за цей період змінюється від 3345°C на заході області до 3650°C на півдні [1].

Період активної вегетації с.-г. культур (із середніми добовими температурами повітря 10°C і вище) триває 174–183 дні, змінюючись в окремі роки від 147 до 199 днів, починається 14–16 квітня і закінчується 6–14 жовтня. Сума позитивних температур повітря вище 10°C за цей період змінюється від 3020°C на заході області до 3360°C на півдні. В окремі роки ця сума коливається від 2590 до 3650°C [1].

Літний період (із середніми добовими температурами повітря 15 °C і вище), триває в області 121–136 днів – з 12–17 травня до 15–25 вересня. Середня сума позитивних температур повітря вище 15°C за цей період змінюється від 2320°C на заході області до 2725°C на півдні.

Середня обласна кількість опадів за рік становить 523 мм, змінюючись по території від 460 до 607 мм. Кількість опадів по роках змінюється від 253 до 914 мм. У теплий період року (квітень–жовтень) опадів випадає 282–386 мм або 60–68 % від річної кількості. У найбільш посушливі роки їх випадає в півтора – два рази менше. Недобір опадів порівняно з нормою, особливо в сукупності з високими температурами, обумовлює ґрунтову засуху [1].

Режим зволоження території області створює в цілому позитивний баланс вологи в ґрунті. Але, значну повторюваність мають ґрунтові засухи, які негативно впливають на розвиток с.-г. культур.

Сувора атмосферна засуха (ГТК становить 0,4–0,6), яка звичайно поєднується із ґрунтовою у період активної вегетації с.-г. культур, буває здебільшого у 10–15% років, на півдні області – у 40% років. У 50–60% років відмічається дуже посушливий липень та серпень (ГТК менше 0,7).

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

Відносна вологість повітря у теплий період року по області коливається від 60% весною до 80% восени, а кількість днів із відносною вологістю повітря 30% та менше за цей період становить здебільшого 30–44, лише місцями на сході області – 18–19 днів.

Середня багаторічна дата перших осінніх заморозків по області у повітрі – 5–15 жовтня, а останніх весняних заморозків – 15–26 квітня. Найпізніший весняний заморозок у повітрі зафіксовано 21 травня 2002 року, а на ґрунті – 27 травня 2001 року. Найбільш ранній осінній заморозок у повітрі відмічався 19 вересня 1987 року, а на ґрунті – 9 вересня 1991 та 1998 року. Середня тривалість беззаморозкового періоду по області у повітрі становить 164–188 днів, на поверхні ґрунту – 140–165 днів.

3.1.1 Агрокліматичне районування Дніпропетровської області

За сукупністю показників агрокліматичних ресурсів у період активної вегетації с.-г. культур (суми позитивних температур повітря, кількості опадів та гідротермічного коефіцієнта) територію Дніпропетровської області поділено на три агрокліматичних райони (рис. 3.1) [1]: Північно-східний – високого рівня теплозабезпечення, нестійкого зволоження; Центральний – високого рівня теплозабезпечення, недостатнього зволоження; Південний – високого рівня теплозабезпечення, посушливий.

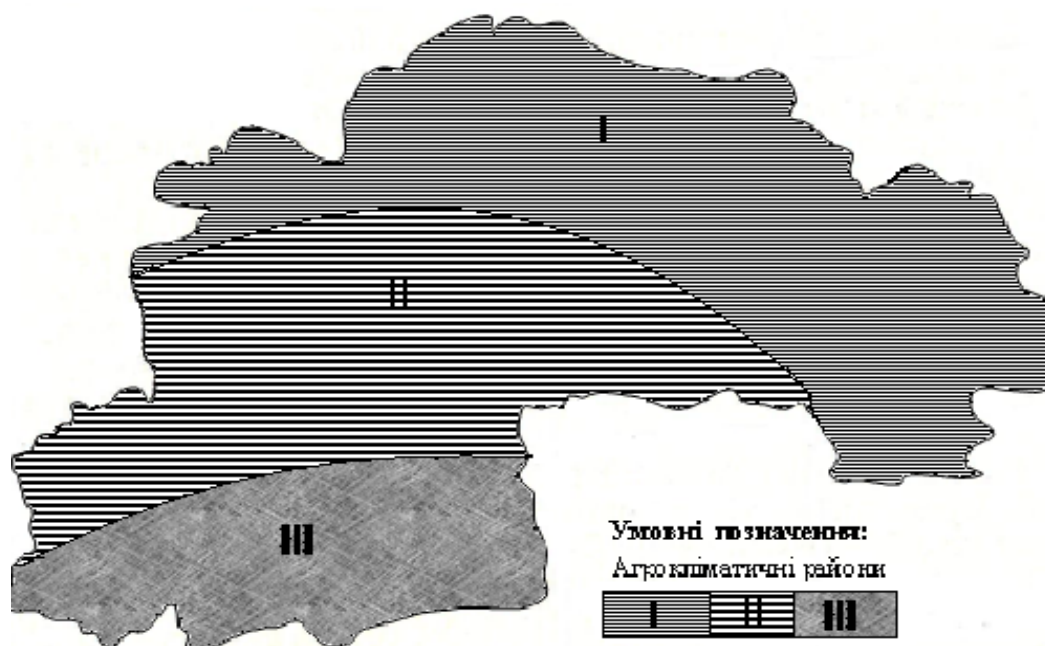


Рисунок 3.1 – Агрокліматичне районування Дніпропетровської області.

Легенда до карти

Агрокліматичні райони та підрайони	гідротермічний коефіцієнт (ГТК)	сума позитивних температур повітря вище 10 °С	кількість опадів, мм
I. Високого рівня теплозабезпечення, нестійкого зволоження	1,0-1,1	3000-3050	300-330
II. Високого рівня теплозабезпечення, недостатнього зволоження	0,8-0,9	3060-3160	260-290
III. Високого рівня теплозабезпечення, посушливий	0,7	3190-3360	230-240

I. До північно-східного району відносяться Васильківський, Магдалинівський, Межівський, Новомосковський, Павлоградський, Петропавлівський, Покровський, Царичанський та Юр'ївський адміністративні райони. Його кліматичні ресурси характеризуються такими показниками: гідротермічний коефіцієнт (ГТК) – 1,0–1,1, кількість опадів за вегетаційний період – 350–380 мм, а за рік – 545–605 мм. Сума температур за період із температурою повітря вище +10оС становить 3000–3050оС.. Стійкий сніговий покрив відмічається не кожний рік.

II. До центрального відносяться Верхньодніпровський, Дніпропетровський, Криворізький, Криничанський, Петриківський, П'ятихатський, Синельниківський, Солонянський та Софіївський адміністративні райони. Це менш зволожений район ніж північний. Величина ГТК становить 0,8–0,9, сума опадів за вегетаційний період – 310–340 мм, а за рік – 470–540 мм. Сума температур за період із температурою повітря вище +10°C становить 3060–3160°C. Стійкий сніговий покрив у 20–40% зим відсутній.

III. У південний район входять Апостолівський, Нікопольський, Томаківський та Широківський адміністративні райони. Він відмічається найменшим, порівняно з іншими районами області, зволоженням. Величина ГТК становить 0,7; сума опадів за вегетаційний період – 280–300 мм, а за рік – 450–460 мм. Сума температур за період із температурою повітря вище +10°C становить 3190–3360°C. Стійкий сніговий покрив у 65 % зим у цьому районі відсутній [1].

3.1.2 Ґрунти та напрямки землекористування в області

Ґрунтовий покрив області сформувався в умовах посушливого степового клімату, під впливом переважно степової рослинності – різнотравно-типчаково-ковилових степів на більшій частині області і типчаково-ковилових степів – на крайньому південному заході. Материнською породою для розвитку ґрунтового покриву послужили переважно еолово-делювіальні четвертинні відкладення у вигляді суглинків легкого, середнього і важкого мінерального складу, які вкривають майже всю територію області. Частка інших типів підстильних порід незначна. Номенклатурний перелік основних типів ґрунтів на землях с.-г. призначення наведений нижче.

Основу ґрунтового покриву області складають чорноземи звичайні, що відрізняються як за потужністю гумусового шару, так і за механічним складом – від важкосуглинкових до легко глинистих (табл. 3.1). На їхню частку припадає близько 74 % всієї площі с.-г. угідь. Ґрунти мають високу потенційну родючість та здатність забезпечувати с.-г. культури певною кількістю елементів живлення [1].

Таблиця 3.1 – Експлікація основних типів ґрунтів Дніпропетровської області (с.-г.угіддя станом на 01.01.1994 р.)

Типи ґрунтів	Площа	
	тис. га	%
Чорноземи звичайні на лесових породах	1697,8	74,1
Чорноземи південні	246,5	10,8
Чорноземи на щільних глинах	21,5	0,9
Чорноземи на третинних та давньоалювіальних пісках	12,2	0,5
Чорноземи та дернові ґрунти на елювії щільних порід	5,6	0,2
Чорноземи лучні та лучно-чорноземні ґрунти	208,9	9,1
Болотні, лучно-болотні ґрунти	33,0	1,5
Солонці і солончаки, осолоділі ґрунти	9,7	0,4
Подові ґрунти	1,2	0,1
Дернові ґрунти на давньоалювіальних відкладеннях	5,2	0,2
Намиті та рекультивовані ґрунти	46,1	2,0
Розмиті ґрунти і виходи порід	4,8	0,2
Всього:	2292,5	100

При переміщенні з півночі на південь області, чорноземи звичайні малогумусні потужні переходять спочатку в середньопотужні, потім – в малогумусні, а останні – у чорноземи південні.

На найбільшій частині області розповсюджені чорноземи звичайні, середньо-, малогумусні та їх змиті, часом сильнозмиті різновиди. Вони займають широкі вододільні плато і схили річкових долин на всій лівобережній частині області, а також у центральній і північній частинах правобережжя. Це найбільш родючі ґрунти, сприятливі для розвитку с.-г. культур, використовуються здебільшого під ріллю [1].

Чорноземи південні розповсюджені на правобережжі, на крайньому південному заході області на території Широківського і Апостолівського районів. Ґрунти також відзначаються високою родючістю і використовуються під рілля.

Чорноземи лучні, лучно-чорноземні та лучні ґрунти розповсюджені у заплавах річок та на надзаплавних терасах. Використовуються під рілля, сінокоси, пасовища.

3.2 Аналіз впливу агрокліматичних умов Дніпропетровської області на фотосинтетичну продуктивність соняшнику

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

Для виконання розрахунків використовується агрокліматична інформація за 1986 – 2005 рр. з довідника Дніпропетровської області [1] за вісьмома станціями: Губиниха, Комисарівка, Кривий Ріг, Лошкарівка, Нікополь, Павлоград, Синельникове.

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, °С;
- Поточна концентрація CO₂ в повітрі, ppm.

3.2.1 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. 3.2 видно, що середні багаторічні термін сівби соняшнику спостерігався в районі станції Синельникове Дніпропетровській області в кінці третьої декади квітня (30.04).

За умов реалізації сценаріїв змін клімату *RCP4.5* і *RCP8.5*, терміни сівби соняшнику мало відрізнятимуться за сценаріями і змістяться на більш ранні строки в порівнянні з середніми багаторічними на 15 і 19 днів відповідно.

Відповідно змістяться і строки появи сходів. Сходи соняшнику за середніми багаторічними даними базового періоду в сучасному спостерігалися 15 травня. За сценаріями зміни клімату *RCP4.5* і *RCP8.5* відхилення термінів сходів очікуються за обома сценаріями і наставатимуть раніше середніх багаторічних на 11-13 днів.

Наступна за сходами фаза цвітіння, що характеризує закінчення періоду листяутворення та утворення суцвіть, за сценарієм *RCP4.5* очікується близькою до середніх багаторічних, а за сценарієм *RCP8.5* наставатимуть раніше середніх багаторічних на 4 дні (табл. 3.2)

Збиральна стиглість насіння соняшнику за середніми багаторічними даними базового періоду спостерігалась 10 вересня.

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

Кліматичний період	Сівба	Фази розвитку			Тривалість періоду сівба-збиральна стиглість, дні
		Сходи	Цвітіння	Збиральна стиглість	
1	2	3	4	5	6
1986-2005	30.04	15.05	16.07	10.09	133
Сценарій RCP4.5					
2021-2050	15.04	04.05	15.07	29.08	135
Різниця	-15	-11	-1	-11	+2
Сценарій RCP8.5					
2021-2050	11.04	02.05	12.07	26.08	137
Різниця	-19	-13	-4	-14	+4

За сценаріями зміни клімату *RCP4.5* і *RCP8.5* відхилення термінів сходів очікуються за обома сценаріями і наставатимуть раніше середніх багаторічних на 11 і 14 днів.

В наслідок зміщення термінів настання фаз розвитку соняшнику в бік більш ранніх за обома сценаріями тривалість періоду його вегетації в середньому по області мало відрізнятимуться від середньої багаторічної (табл. 3.2).

3.2.2 Аналіз агрокліматичних умов вирощування соняшнику

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

В період від сходів до цвітіння 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 -1,4°C (17,9 °C).

Таблиця 3.3 – Агрокліматичні умови вирощування соняшнику (*Helianthus annuus* L.) в Дніпропетровській області за середньо багаторічними даними (1986-2005 рр.) та сценаріями зміни клімату *RCP4.5* і *RCP8.5*

Кліматичний період	Міжфазний період										Вегетаційний період	
	Сходи - цвітіння					Цвітіння - збиральна стиглість						
	середня температура, °С	сума опадів, мм	сумарне випаровування, мм	Вологозабезпеченість, відн.од	середня температура, °С	сума опадів, мм	сумарне випаровування, мм	Вологозабезпеченість, відн.од	сума опадів, мм	Вологозабезпеченість, відн.од		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1986-2005	19,3	96	193	277	0,70	20,6	89	89	281	0,32	185	0,51
Сценарій RCP 4.5												
2021-2050	17,9	110	176	289	0,61	21,8	36	72	303	0,24	146	0,53
Різниця	-1,4	+15%	-9%	+4%	-13%	+1,2	-60%	-19%	+7%	-25%	-21%	+4%
Сценарій RCP 8.5												
2021-2050	18,2	110	181	308	0,59	21,8	39	67	294	0,23	149	0,41
Різниця	-1,1	+15%	-6%	+11%	-16%	+1,2	-56%	-25%	+5%	-28%	-19%	-20%

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

Сума опадів в період від сходів до цвітіння за середніми багаторічними даними становила 96 мм.

За обома сценаріями зміни клімату *RCP4.5* і *RCP8.5* кількість опадів від сходів до цвітіння збільшиться в районі станції Синельникове на 15 %.

Сумарне випаровування за сценарієм змін клімату *RCP4.5* за цей період вегетації зменшиться на 9 %. За сценарієм зміни клімату *RCP8.5* зменшення очікується на 6% .

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

За сценарієм *RCP8.5* за цей період випаровуваність збільшиться на 11 % в порівнянні з базовим (табл.3.3).

За середніми багаторічними значеннями вологозабезпеченість посівів соняшнику від сходів до цвітіння становила 0,70 відн. од. За умов реалізації сценарію *RCP4.5* вологозабезпеченість посівів соняшнику зменшиться в Дніпропетровській області на 13 %.

Вологозабезпеченість від сходів до цвітіння за сценарієм *RCP8.5* зменшиться в порівнянні з базовим періодом на 16 % (табл.3.3).

В період від цвітіння до збиральної стиглості середня температура повітря за середніми багаторічними значеннями становила 20,6°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 буде вищою на 1,2°C за обома сценаріями.

В період від цвітіння до збиральної стиглості (табл. 3.3) кількість опадів за середніми багаторічними значеннями дорівнює 89 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 60 % і 56 %.

Сумарне випарування в період від цвітіння до збиральної стиглості за середніми багаторічними значеннями було 89 мм.

За сценарієм змін клімату *RCP4.5* сумарне випарування зменшиться на 19 %.

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

За результатами розрахунків від цвітіння до збиральної стиглості випаровуваність за сценарієм зміни клімату *RCP4.5* збільшиться на 7 %, (табл.3.3).

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

Вологозабезпеченість посівів соняшнику від цвітіння до збиральної стиглості за середніми багаторічними дорівнювала 0,32 відн.од.

За умов реалізації сценарію *RCP4.5* за період 2021 – 2050 рр. вологозабезпеченість зменшиться в Дніпропетровській області до 0,24 відн. од.

За сценарієм *RCP8.5* вологозабезпеченість зменшиться на 28 % від середньо багаторічного значення.

За період вегетації від сходів до збиральної стиглості кількість опадів за умов реалізації сценарію зміни клімату *RCP4.5* зменшиться на 21 %.

За умов реалізації сценарію *RCP8.5* сума опадів за період вегетації від сходів до збиральної стиглості зменшиться на 19 %.

За результатами розрахунків вологозабезпеченість за умов реалізації сценарію *RCP4.5* за період вегетації від сходів до збиральної стиглості збільшиться в Дніпропетровській на 4% (табл.3.3).

За умов реалізації сценарію *RCP8.5* вологозабезпеченість зменшиться на 20 %.

3.2.3 Аналіз показників фотосинтетичної діяльності посівів соняшнику

Агрокліматичні умови, що змінюються під впливом змін клімату спричинять зміну показників фотосинтетичної діяльності посівів соняшнику, що обумовить рівень його урожайності. Такими показниками є розміри фотосинтезуючої площі та фотосинтетичний потенціал посівів, кількісні показники приростів рослинної біомаси на одиницю площі, чиста

продуктивність фотосинтезу (ефективність процесу фотосинтезу на одиницю площі листової поверхні), урожай загальної біомаси посівів та урожай біомаси насіння [7].

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 – 2050рр.за сценарієм *RCP4.5* (кліматична норма + CO₂);
- кліматичні умови розрахункового періоду за сценарієм *RCP8.5* за період 2021 – 2050 рр.;
- кліматичні умови періоду 2015–2050 рр. за сценарієм *RCP8.5* при збільшенні CO₂ в атмосфері .

За результатами розрахунків площа листя (табл.3.4 та рис. 3.2) в період максимального розвитку в середньому за базовий період дорівнювала 2,7 м²/м².

У варіанті «клімат» за сценарієм *RCP4.5* видно, що площа листя дорівнюватиме базовій .

Розрахунки за варіантом «клімат + CO₂» вказують на збільшення площі листя в порівнянні із її середнім багаторічним значенням і в порівнянні з варіантом «клімат» до 2,9 м²/м².

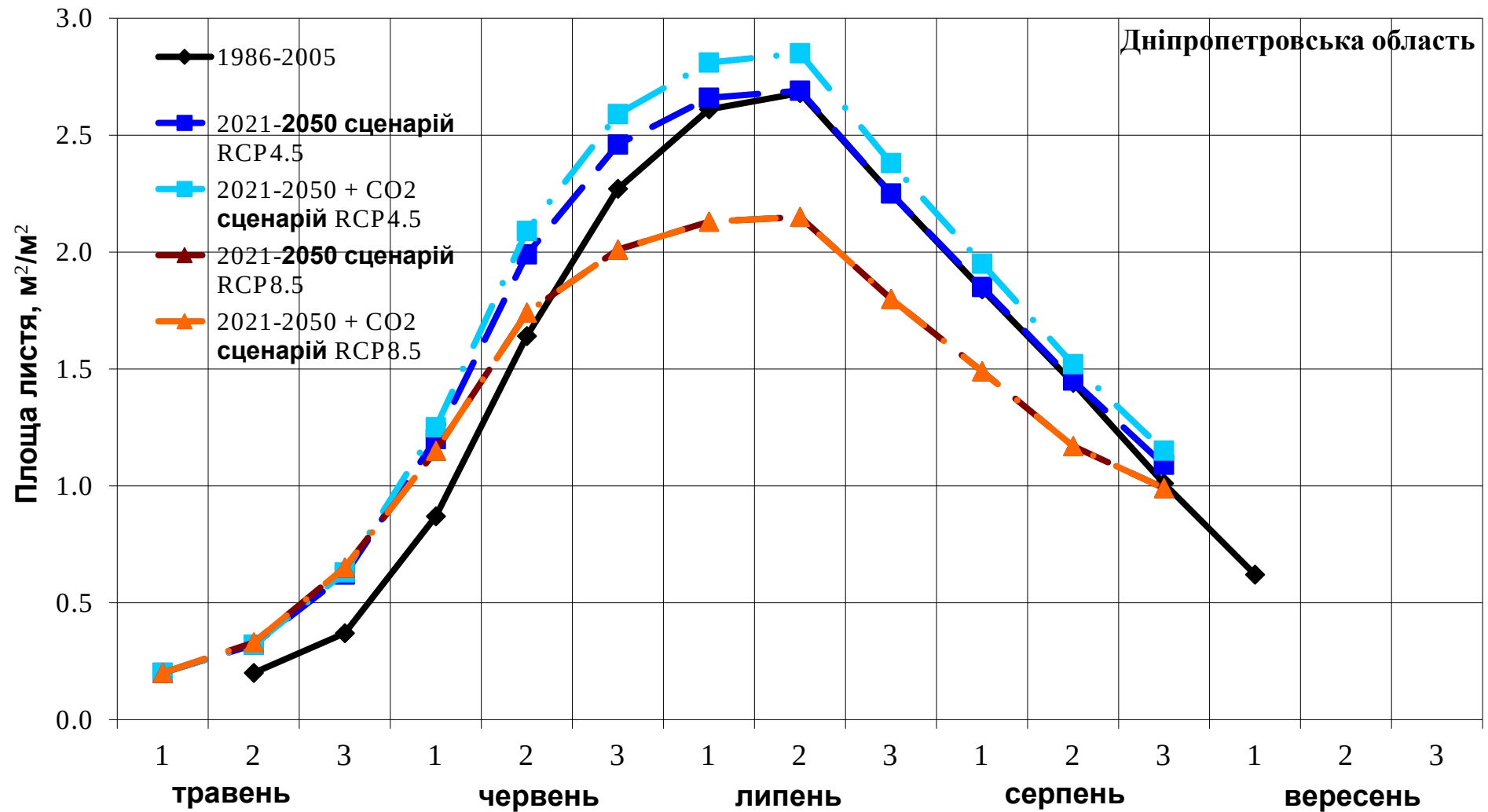


Рисунок 3.2 – Динаміка площі листя соняшнику за середньо багаторічними даними (1986-2005 рр.) та за сценаріями змін клімату *RCP4.5* і *RCP8*. Дніпропетровська область.

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

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

Кліматичний період	Варіант	Показники фотосинтетичної продуктивності в період максимального розвитку			Суха біомаса, г/м ²	Фотосинтетичний 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	2,7	85	209	756	177
<i>Сценарій RCP4.5</i>						
2021-2050	Клімат	2,7	66	149	707	187
	Клімат + CO ₂	2,9	68	160	757	187
<i>Сценарій RCP8.5</i>						
2021-2050	Клімат	2,2	58	107	573	151
	Клімат + CO ₂	2,3	57	117	628	162

*ЧПФ – Чиста продуктивність фотосинтезу

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.

Середні багаторічні значення сухої маси соняшнику в базовий період були 756 г/м².

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

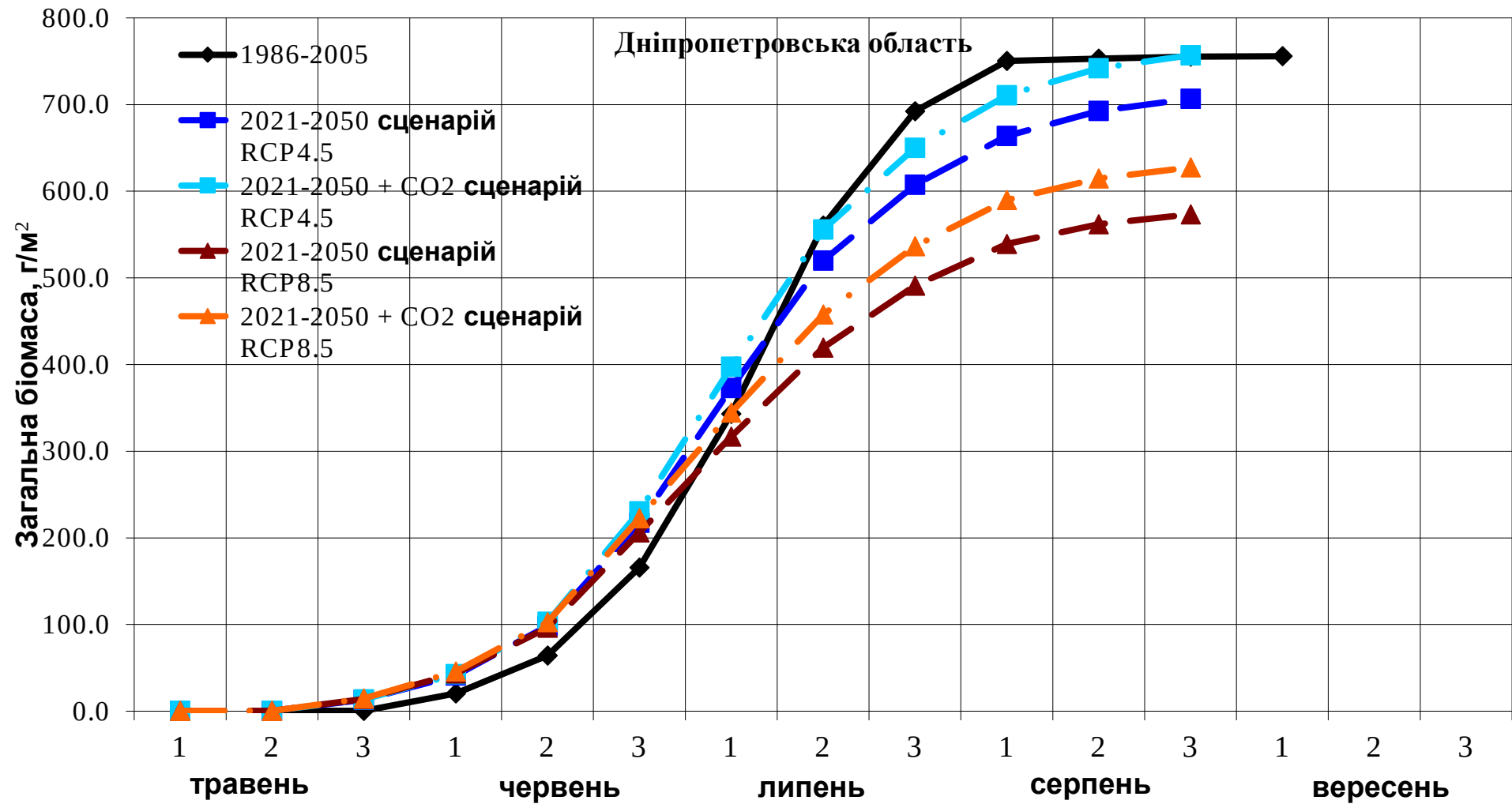


Рисунок 3.3 – Динаміка сухої маси соняшнику за середньо багаторічними даними (1986-2005 рр.) та за сценаріями зміни клімату *RCP4.5* і *RCP8.5*. Дніпропетровська область.

Так, в разі реалізації сценарію *RCP4.5* у варіанті «клімат» зменшення буде в Дніпропетровській на 7%. У розрахунках за цим же сценарієм (рис. 3.3) у варіанті «клімат + CO₂» суха біомаса дорівнюватиме середньої багаторічної (0%).

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

У варіанті «клімат + CO₂» очікується збільшення біомаси в порівнянні з варіантом «клімат», але в порівнянні з середньо багаторічними спостерігатимуться зменшення на 17% (табл. 3.4, рис. 3.3).

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 Синельникове були 177 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 зростатимуть і становитиме, як у варіанті «клімат», так і у варіанті «клімат + CO₂» 187 м²/м², або на 6 % 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 зниження фотосинтетичного потенціалу у варіанті «клімат» на 15 %, «клімат + CO₂» на 8 %.

Ще одним показником фотосинтетичної діяльності рослин є чиста продуктивність фотосинтезу. Значення чистої продуктивності фотосинтезу на досліджуваній території за середніми багаторічними даними становили 85 г/м². (табл.3.4, рис. 3.5).

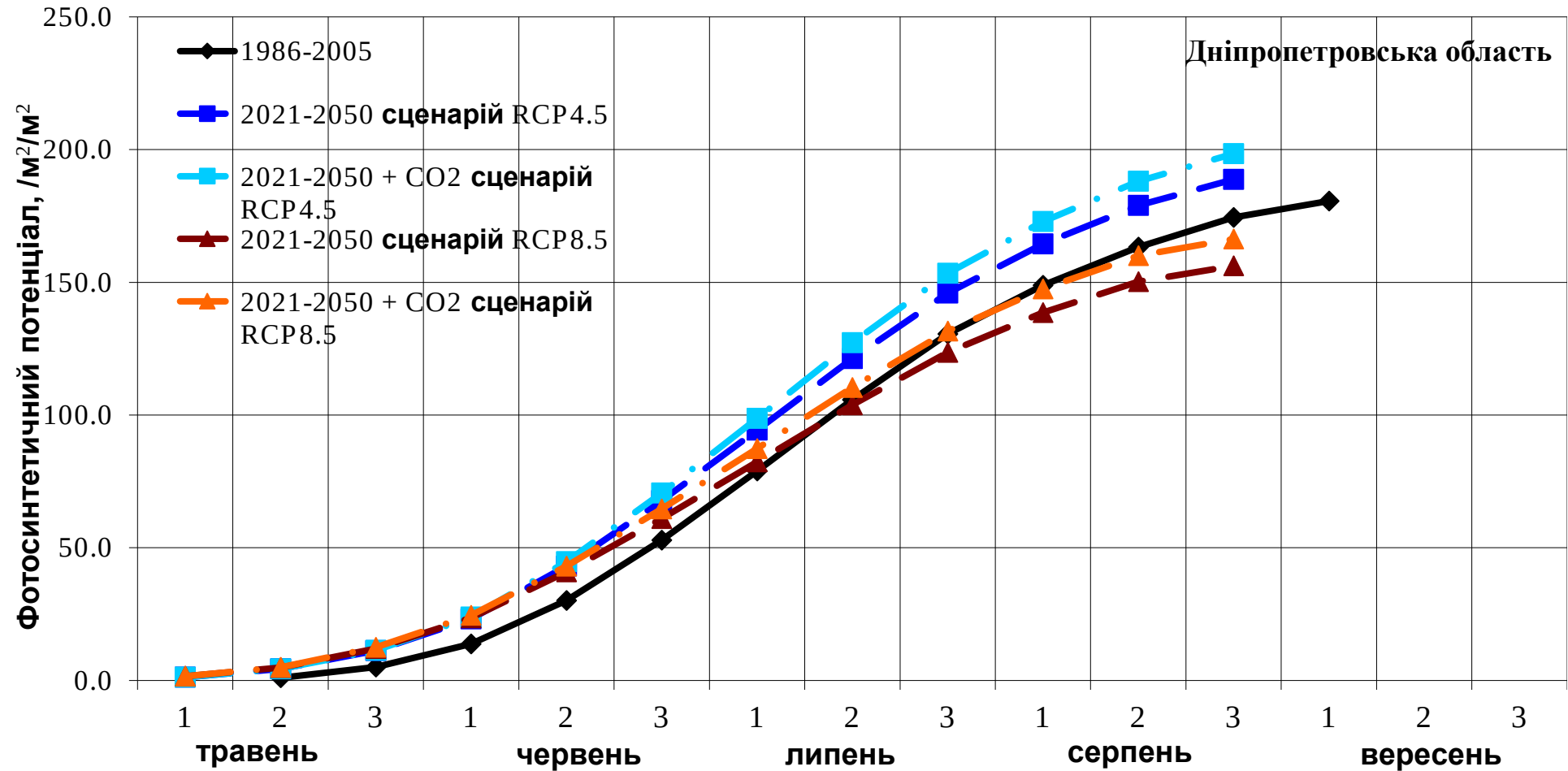


Рисунок 3.4 – Фотосинтетичний потенціал соняшнику за середньо багаторічними даними (1986-2005 рр.) та за сценаріями зміни клімату *RCP4.5* і *RCP8.5*. Дніпропетровська область.

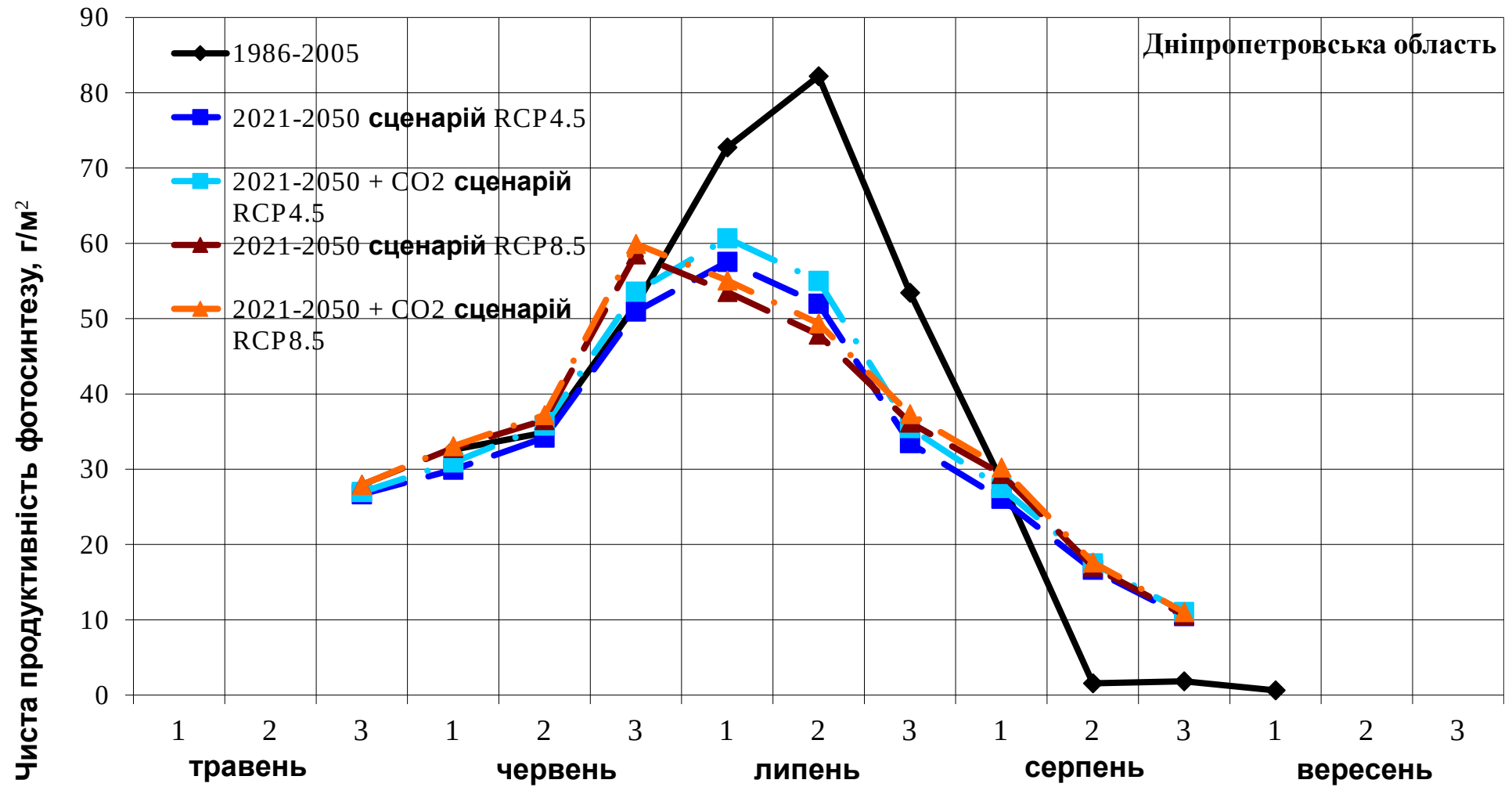


Рисунок 3.5 – Чиста продуктивність фотосинтезу соняшнику за середньо багаторічними даними (1986-2005 рр.) та за сценаріями зміни клімату *RCP4.5* і *RCP8.5*. Дніпропетровська область.

В разі реалізації сценарію *RCP4.5* чиста продуктивність фотосинтезу у варіантах «клімат» та «клімат + CO₂» зменшиться на 19 г/м², якщо реалізується сценарій *RCP8.5*, то спостерігатиметься зменшення чистої продуктивності фотосинтезу в обох варіантах до 58 і 57 г/м².

Таким чином, за обома сценаріями очікується 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 сприятливі умови для вирощування соняшнику.

3.2.4 Оцінка ризиків недобору врожаю насіння соняшника в 2021-2050 рр. в Дніпропетровській 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 Дніпропетровській 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 Дніпропетровській слід очікувати середні ризики недобору врожаю (12,8 %).

При реалізації сценарію *RCP8.5* (рис. 3.7) в Дніпропетровській також як і при реалізації сценарію *RCP4.5* спостерігатимуться середні ризики недобору врожаю, що становитиме 12,6 %.



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



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

ВИСНОВКИ

В дипломному проекті вивчені теоретичні питання щодо екологічних і агротехнічних умов вирощування соняшнику на сільськогосподарських угіддях Дніпропетровської 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 152...140 мм, а запаси продуктивної вологи у цьому шарі ґрунту на початок розрахунків змінюються в залежності від механічного складу ґрунту від 107 до 130 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 Дніпропетровської області.

3. Встановлено, що сума ефективних температур за період сходи – збиральна стиглість дорівнює 1400 °С, а суми температур онтогенетичної кривої фотосинтезу та дихання відповідно 467 °С і 350 °С. Суми ефективних температур росту листя, стебел, кореня та корзинки становлять 275 °С 352 °С 352°С 877°С, відповідно, а сума ефективних температур початку росту корзинки – 353 °С.

4. Виконано розрахунки та аналіз настання дат сівби та основних фаз розвитку соняшнику. В період з 1986 по 2005. сівбу проводили в кінці квітня, в період з 2021 по 2050 сівба буде раніше за сценарієм RCP4.5 на 8 днів, а за сценарієм RCP8.5 на 19 днів раніше, тому й фази розвитку наставатимуть раніше. Тривалість вегетації значно не зміниться.

5. За результатами розрахунків проведено аналіз теплового режиму та теплозабезпеченості соняшнику. Погодні умови за сценарієм RCP4.5 будуть сприяти вологозабезпеченості на рівні базової, а за сценарієм RCP8.5 через зростання дефіциту вологи та підвищення температури повітря в період дозрівання будуть менш сприятливими в порівнянні з умовами базового кліматичного періоду і за сценарієм RCP4.5 .

6. Визначено основні показники фотосинтетичної діяльності посівів соняшнику за агрокліматичних умов Дніпропетровської області. Встановлено, що при реалізації сценарію RCP4.5 очікувана продуктивність буде дорівнювати продуктивності у період 1986-2005 рр., якщо реалізується сценарій RCP8.5 продуктивність буде незначно, але меншою (на 9...13%).

7. Дана оцінка очікуваних ризиків недобору врожаю насіння соняшника в Дніпропетровській області. Встановлено, що за обома сценаріями очікуються середні ризики недобору врожаю, що становитиме – 13 %.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Агрокліматичний довідник по Дніпропетровській області / Гол. ред. Т.І. Адаменко – Кам'янець-Подільський: ПП Буйницький О.А., 2010. – 184 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. Гриднев Е.К., Фролова В.Ф. Интенсивная технология производства подсолнечника. – М.: Росагропромиздат, 1992. – 220 с.
5. Ефективність технологій вирощування соняшника при різному ресурсному забезпеченні / за ред. Д.І. Мазоренка і Г.Є. Мазнева. – Харків: ХНТУСГ.– 2007. – 64 с.
6. 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.
7. 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
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. Польовий А.М. Моделювання гідрометеорологічного режиму та продуктивності агроєкосистем. – Одеса: «Екологія», 2013. – 430 с.
14. Польовий А.М. Сільськогосподарська метеорологія. – Одеса: «ТЕС». – 2012. – 630 с.
15. Подсолнечник / Научные труды ВАСХНИЛ Под общей редакцией академика В.С. Пустовойта - М.: Колос, 1975. - 591 с.
16. Каталог гібридів соняшнику [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://www.maisadour-semences.fr/ua/>. - Назва з екрана
17. Ткалич І.Д. Цвіток сонця (основи біології і агротехніки підсолнечника): монографія [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://fermer.ru/files/privatemsg-attachments/tkalich_i_d_tkalich_yu_i_rychik_s_g_cvetok_solnca_osnovy_bio.pdf - Назва з екрана.
18. IS-ENES climate4impact portal. URL [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://climate4impact.eu> - Назва з екрана.

ДОДАТКИ

Характеристика сучасних сортів та гібридів соняшнику

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

Оригінатор (Трилінійний гібрид) – Інститут рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН.

Занесений до Реєстру сортів рослин України з 2007 року для вирощування в Степовій та Лісостеповій зонах України, в Реєстрі селекційних досягнень Російської Федерації з 2010 року по п'ятому регіону, з 2013 р. - в Узбекистані.

Морфологічні ознаки: висота рослини - 175 см; кошик плескатої форми діаметром до 24 см; лущинність - 21%; панцирність - 99,7%; маса 1000 насінин до 62 г; вміст олії в насінні до 50,1%.

Біологічні особливості: група стиглості – середньоранній, вегетаційний період - 108 діб, стійкість до вилягання – висока, стійкість до обсіпання – висока, стійкість до ураження несправжньою борошнистою россою – висока, стійкість до ураження вовчком - висока.

Достатньо витривалий до посухи та ураження кореневими гнилями.

Господарські ознаки: найбільш поширений у виробництві, високоврожайний трилінійний гібрид Ясон, має потенціал урожайності 4,5 т/га.

Особливості технології вирощування: рекомендована густота - 50 тис./га. Підготовка ріллі до посіву загальноприйнята. Під культивуацію, або краще разом з посівом, забезпечити внесення добрив N₃₀ P₃₀ K₃₀. Посіви, які проведено в оптимальний період, десикації не потребують.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Захоплення F1 (Селекційно-генетичний інститут УААН).

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

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

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

Алісон F1 ("Євраліс Семанс").

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

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

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

Олівер 90 F1 (Селекційно-генетичний інститут УААН).

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

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

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

Тайфун (НВФ "Хлібороб").

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

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

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

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

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

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

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

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

Карамба F1 ("Євраліс Семанс").

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

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

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

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

Сорт кондитерського напрямку.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Імператор F1 (ТОВ АФ "Сади України").

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

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

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

Президент F1 (ТОВ АФ "Сади України").

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

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

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

Златібор F1 (Інститут рільництва і овочівництва м. Нові Сад, Сербія; НВТ "Насіння").

Рослина висока, не галузиться. Положення кошика – напівобернене донизу, розмір середній, форма (з боку сім'янок) - плоска. Сім'янка середнього розміру, вузкоюйцевидна.

Вегетаційний період за роки випробування - 125-132 дні. Середня врожайність в умовах Степу - 25,42 ц/га, Лісостепу – 24,2 ц/га; потенційна - 46,2 ц/га. Вміст жиру-49 ,9-50, 8%, білка-17,1-18,5%, вихід масла1082-1148 кг/га.

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

Меридіан F1 (Інститут рільництва і овочівництва м. Нові Сад, Сербія, СТОВ "Перспектива").

Висота рослин - середня, не галузиться. Положення кошика – напів обернене донизу, розмір - середній, форма (з боку сім'янок) - злегка випукла. Сім'янки середнього розміру, широкояйцеподібні.

Вегетаційний період за роки випробування - 125-34 дні. Середня врожайність у зоні Степу - 26,1-27,4 ц/га, Лісостепу - 27,4 ц/га; потенційна - 40,8 ц/га. Вміст жиру - 48,1-49,8%, білка - 17,6-18,5%; вихід масла - 1045-1108 кг/га.

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

ДОДАТОК Б

Інсектофунгіциди для знищення шкідливих організмів.

Ефективними препаратами проти несправжньої борошнистої роси, фомозу, гнилі є: [Венцедор](#), 1,2 л/т; [Антал](#), 0,3-0,4 л/т; Фаер, 2,5-3,0 л/т; проти дротяників – [Контадор Максї](#), 12 л/т; [Командор Екстра](#), 8-12 л/т та ін.

Технологія внесення добрив. Науковими установами розроблені орієнтовані норми удобрення соняшнику для основних зон: Степ південний – $N_{30-60}P_{40-90}$, Степ північний – $N_{30-40}P_{60}$. Калійні добрива слід вносити на ґрунтах з низьким вмістом цього елемента. При наявності його більше 30 мг на 100 г ґрунту вносити калійні добрива недоцільно. Для фосфорних добрив (за Чириковим) ця величина становить 24 мг.

Всі існуючі види добрив можна вносити під соняшник. Добрі приростки врожаю (0,35-0,4 т/га) дає внесення восени або навесні по 2 ц/га аміачної води, РКД. Органічні добрива – це не тільки джерело поживних речовин, а й фактор стабілізації родючості ґрунту. В досліді ІСГСЗ вищі приростки врожаю (0,2 т/га) і післядію впродовж чотирьох років забезпечило внесення гною під оранку, а нижчі (0,05 т/га) – під дискову борону навесні.

В умовах дефіциту гною позитивний ефект дає заробка в ґрунт соломи попередника. Але при цьому для компенсації мікробіологічної діяльності бактерій необхідно на кожен тону вносити 8-12 кг азоту. В досліді заробка в ґрунт 5,5-6 т/га соломи озимої пшениці і додавання 10 кг/т азоту в цілому підвищили урожайність соняшнику на 0,27 т/га.

Добрі результати забезпечує внесення мінеральних добрив в дозі $N_{40}P_{60}$ локально-смуговим способом з осені або одночасно з сівбою. Так, за даними ВНДІОК, при врожайності в контролі 3,0 т/га, внесення $N_{40}P_{60}$ розкидним способом під зяб забезпечило приростку на рівні 0,21 т/га, під передпосівну культивуацію – 0,17, локально при сівбі однією смугою – 0,36 т/га. При використанні сівалки СУПН-8, коли добрива розміщуються на відстані 2-3 см від насіння, можна вносити $N_{20}P_{30}$, але повну норму добрив

$N_{40}P_{60}$ тут застосовувати ризиковано через можливість втрати схожості насіння.

В дослідях підживлення $N_{20}P_{30}$ при першому міжрядному обробітку в умовах доброї вологості ґрунту зумовлювало підвищення врожайності насіння на 0,26 т/га.

Необхідність кореневого або позакореневого підживлення визначається вмістом в листках сояшнику загального фосфору. Якщо його менше 0,8%, то необхідно внести $N_{20}P_{30}$. Для позакореневого підживлення рослин у фазі 5-6 пар листків можна застосовувати РКД-10-34 та КАС-28 або мікродобрива та фізіологічно-активні речовини.

Серед мікроелементів особливої уваги заслуговують їх сполуки з органічними кислотами (хелатами), які використовуються для позакореневого підживлення.

Технологія обробітку ґрунту. На полях забур'янених багаторічними коренепаростковими бур'янами прийоми обробітку треба проводити з метою їх виснаження і знищення. Для цього відразу після збирання пшениці необхідно в міру відростання бур'янів проводити дво-, триразове їх підрізування, а за 12-15 днів до останнього глибокого розпушування ґрунту обробляти бур'яни гербіцидом Отаман (4-6 л/га), Отаман Екстра (2-4 л/га), Аргумент (4-6 л/га) або Аргумент Форте 500 SL (2-4 л/га).

На схилах необхідно оранку замінити безполицевим обробітком (плоскорізи, чизелі) на 16-22 см із залишенням на поверхні рослинних решток. При цьому треба посилити хімічні заходи боротьби з бур'янами, шкідниками та хворобами, кількість яких за такого обробітку збільшується. Навесні роботу починають із закриття вологи важкими боронами, волокушами по діагоналі до зяблевого обробітку. Якщо зяб не вирівняний, треба одночасно з підготовкою ґрунту під ранні ярі культури провести першу культивацію на глибину 10-12 см, а другу – після масового проростання бур'янів перед сівбою сояшнику культиваторами,

обладнаними стрілочастими лапами, на глибину 6-8 см. До культиватора приєднують борони БЗСС-1,0 для вирівнювання і кришіння ґрунту.

На вирівняних полях можна обмежитись однією передпосівною культивацією на 6-8 см.

Зараз певного розвитку набуло вирощування соняшнику за «нульового» обробітку ґрунту, коли насіння висівають у необроблений ґрунт, а бур'яни знищують гербіцидами. Ця технологія забезпечує високу ефективність на легких ґрунтах, не схильних до ущільнення. При застосуванні такої технології на середньо- та важкосуглинистих чорноземах Степу урожайність соняшнику знижувалась на 15-20%, однак енергетична ефективність була високою.

Технологія догляду за посівами соняшнику. У посівах соняшнику можна використовувати проти злакових та дводольних бур'янів ґрунтові гербіциди: Еталон (1,5-2,5 л/га), Герб 900 (1,5-2,5 л/га), Капрал (2-4 л/га), Преміум Голд (4-4,5 л/га). Страхові гербіциди Цетодим (0,2-0,8 л/га), Антизлак (0,2-0,8 л/га), Козак (0,4-1,8 л/га), Лемур (1-2 л/га) знищують тільки злакові бур'яни в період вегетації соняшнику. Вищеназвані гербіциди не знищують багаторічників – осоту, березки, молочаю та інших. Навіть застосування з осені або навесні по сходах багаторічних бур'янів гербіциду Отаман і його аналогів (4 л/га) не завжди повністю вирішує проблему. Тому часто ефективними бувають міжрядні обробітки і присипання бур'янів у рядках. При сівбі після озимої пшениці соняшник можна вирощувати без гербіцидів, застосовуючи досходові та післясходові боронування і два-три міжрядні обробітки, останній із яких обов'язково із загортачами для присипання бур'янів у рядках.

Технологія проведення сівби соняшнику. Густота стояння рослин середньоранніх гібридів перед збиранням повинна становити: у південному Степу – 35-40 тис./га, у північному – 50-60, у Лісостепу – 55-65 тис./га. Для ранньостиглих низькорослих гібридів її слід збільшити на 5-10 тис./га. Страхова надбавка до передзбиральної густоти на гербіцидному фоні 30%,

без гербіцидів 50%. Це дасть змогу провести необхідний механізований догляд за посівами.

В ДУ ІСГСЗ розроблено нову технологію вирощування соняшнику на основі звужених міжрядь 15-35 см (табл.). Мета її – підвищення врожайності насіння соняшнику при зниженні затрат на вирощування завдяки скороченню прийомів догляду за посівами, повнішому використанню факторів зовнішнього середовища за більш рівномірного розміщення рослин на площі. Цього досягають при висіванні соняшнику після озимих хлібів.

Таблиця - Урожайність соняшнику при звуженні міжрядь від 70 до 30 см

Ширина міжрядь, см	Густота стояння рослин, тис./га	Урожайність гібридів, т/га			
		Світоч	Харківський 58	Одеський 123	СФ187
30	40	2,37	2,53	2,50	2,49
	50	2,64	2,67	2,71	2,79
	60	2,50	2,92	2,81	2,98
	70	2,54	2,86	2,63	3,01
70	40	2,31	2,51	2,48	2,52
	50	2,47	2,63	2,52	2,70
	60	2,35	2,56	2,41	2,63
	70	2,25	2,44	2,29	2,51
НІР _{0,5} , т/га		0,2-0,3			

Підготовку ґрунту, внесення добрив, гербіцидів здійснюють так само, як і за звичайною технологією. Однак сівбу проводять сівалкою Horsch-1835 або СУПН-8 за два проходи з міжряддями 30-35 см. Густоту стояння рослин до збирання формують більшу на 15-20 тис./га за оптимальну для широкорядного посіву з міжряддями 70 см (залежно від морфологічного типу гібрида в межах 70-80 тис./га). При необхідності після сівби проводять прикочування ґрунту, боронування до і після появи сходів соняшнику для знищення бур'янів. Збирають урожай звичайними приставками або комбайнами з ліфтерами. У дослідях ДУ ІСГСЗ в середньому за 2006-2008 рр. при сівбі з міжряддями 30 см урожайність соняшнику становила 3,14 т/га, а з міжряддями 70 см, де провели два міжрядних обробітки, – 2,86 т/га.

У 2008 р. в ТОВ “Лада” Криничанського району Дніпропетровської області такі посіви забезпечили урожайність 2,2 т/га, на 0,43 т/га більше, ніж посіви з широкими міжряддями.

В роки з достатньою вологозабезпеченістю і на зрошенні в Лісостепу і Степу скоростиглі гібриди і сорти соняшнику можна вирощувати на насіння в післяукісних і пожнивних посівах. Сіяти соняшник треба після поверхневого обробітку або використовувати сівалки для прямої сівби в необроблений ґрунт, з міжряддями 30, 45 або 70 см, добрива ($N_{45}P_{30}$) вносити краще при сівбі.

Технологія збирання соняшнику. Для прискорення досягання рослин і зниження шкодочинності кошикових форм білої та сірої гнилі необхідно частину посівів обробляти десикантами ([Отаман](#) та аналоги – 3 л/га; [Альфа-Дикват](#) ([Скорпіон](#)) – 2-3 л/га). Найбільш швидко підсушує рослини [Альфа-Дикват](#) ([Скорпіон](#)), а повільніше – [Отаман](#), тому першим десикантом треба обробляти посіви за 5-7, а другим – за 10-14 днів до збирання.

Досліди ДУ ІСГСЗ показали, що десикацію слід проводити, коли у 50-60% рослин кошики пожовтіли, 20-30% – з бурими краями і у 10-20% – бурі при середній вологості насіння 25-35%. Застосування десикації в більш ранні строки призводить до недобору врожаю, тому що препарати (особливо реглон) через 3 дні гальмують накопичення олії і підвищення маси насіння. Технологія десикації соняшнику відрізняється від вище наведеної, якщо посіви дуже уражені хворобами. На масивах, де уражено гниллю 15-18% рослин, оптимальним строком проведення цього прийому слід вважати, коли вологість насіння не більше 40-45%; при ураженні 10-12% рослин – обробку можна провести в другу чергу, на 2-3 дні пізніше. При цьому необхідно застосовувати реглон в дозі 3 л/га.

Десикацію можна успішно проводити сумішшю [Альфа-Дикват](#) ([Скорпіон](#)) (1 л/га) і аміачної селітри (10 кг/га). Застосування більш високих норм селітри (15-25 кг/га) призводило до зниження врожаю, оскільки дуже

швидко припинявся налив насіння в центральній частині кошиків і у окремих рослин пізніх строків досягання. Використання цієї суміші сприяє економії коштів, а ефект десикації такий же, як і при обробці лише [Альфа-Дикват \(Скорпіон\)](#) (2-3 л/га).

При застосуванні десикантів в наведених нормах, залишки препаратів у насінні соняшнику на рівні ГДК. Якість його не знижується, а навіть підвищується.

Слід зауважити, що десиканти діють швидко і ефективніше при температурі не нижче 13-14°C. Краще, коли після десикації встановлюється бездождова погода. Норма витрати розчину – 75-100 л/га.

ДОДАТОК В

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
llm(15),qm(15),ts1m(15),ts2m(15)
common
dww(15),ts(15),ss(15),dv(15),inf(
50),os(15)
dimension
jlm(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. radiacij, Wt/m2'
write(*,101) (ss(j),j=1,n)
print *, ' Chislo dney v
rashetnoy deкаде:'
write(*,115) (dv(j),j=1,n)

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

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

ff01(bk,b,jj)=bk*b*jj/(bk+b*jj)
j1=1
gi=0
ml=inf(1)
ms=inf(2)
mr=inf(3)
mp=inf(4)
sss=inf(25)
sss1=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
ОПРАТОВ,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)
cc      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 В

```

1'i',3x,'mr',3x,'i',4x,'mp',2x,'i
',3x,'m',4x,'i',3x,'mg',4x,'i')
      write(*,109)
      print *,'mg - urogay pri
14% wladnosti semjnok, 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
c      RBxar=((0.72*qxr)-(dv(j)*50*0.001))/dv(j)
c      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-cccccccccc4-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 В

```

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-cccccccccc4-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)
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

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      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-cccccccccc4-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

```

```

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*dw0(j)*dv(j)*0.75)
cc x12(j)=(ts2/inf(3))
ccc betxr=0.89554-
1.2546*x12(j)+20.303*(x12(j))**2-
60.042*(x12(j))
ccc 2**3+65.887*(x12(j))**4-
24.840*(x12(j))**5
betxr=0.6
cccccc exr=16.7*((0.74*qxr)-
(dv(j)*60*0.001))
exr=16.7*((0.74*qxr)-
(dv(j)*20*0.001))
ccc exr=16.7*((0.74*qxr)-
(0.75*dv(j)*60*0.001))
eakxr=(2*w0(j)-
1)+(os(j))/
1 (1+(2*(inf(7)-
0))/(betxr*exr))

IF(EAKXR.GT.EXR) EAKXR=EXR

if(eakxr.lt.(0.2*exr)) eakxr=0.2*exr

cc filt(j)=w0(j-1)+os(j)-
inf(1)-eakxr
cc
if(filt(j).lt.0.) filt(j)=0
w0(j)=w0(j-1)+os(j)-eakxr
c 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*f1)
ab32(j)=dmm*dv(j)
v1=0.3*ml*ts1/(tss(j2)-
2.*inf(10))

```

Продовження додатку В

```

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

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

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

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

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

```

```

c      rd3(j)=mp*0.75*1.14*0.1
      mg=mp*0.65*1.14*0.1
c      write(6,337)ml,ms,mp,mr
      337 format(1x,4f10.3)
      if((bl*dmm-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)=ts1
      ts2m(j)=ts2
cccc      Eakxr=Eakt(j)
cccccccc      Eakt(j)=Eakxr
cccccccc      exr=E0(j)

write(6,151)jlm(ji),gim(ji),llm(j
i),qm(ji),ab32(ji),ts2m(ji)
      1,flm(ji),ksi(ji),gamfm(ji)
      154 continue
      151
format(4x,'i',i3,1x,'i',1x,i3,1x,
'i',f5.2,
1'i',f8.3,'i',f7.3,3x,'i',f8.3,'i
',f6.3,'i',f7.3,'i',1x,f5.2,'i')
      write(*,121)
      write(*,140)
      write(*,153)
      153 format(15x,'Ростовые
функции, онтоген кривая фотосинт
и дыхания')
      write(*,140)
      write(*,149)
      write(*,140)
      149
format(4x,'i','DEK',1x,'i',1x,
'CYT',1x,'i',3x,'bl',3x,'i',
13x,'bs',3x,'i',3x,'br',3x,'i',3x
,'bp',3x,'i',2x,'afl',2x,'i',3x,
1'arl',3x,'i',2x,'W0
',2x,'i')
      do 141 i5=1,j1
write(6,150)jlm(i5),gim(i5),blm(i
5),
      1
bsm(i5),brm(i5),bpm(i5),aflm(i5),
arlm(i5),W0(i5)
      141 continue
      write(*,140)
      150
format(4x,'i',i3,1x,'i',1x,i3,1x,
'i',2x,
1f5.3,1x,'i',2x,f5.3,1x,'i',2x,f5
.3,1x,'i',2x,f5.3,1x,'i',
11x,f5.3,1x,'i',1x,f5.3,3x,'i',1x
,f5.1,3x,'i')
      140 format(4x,70('-'))
c=====
      write(*,140)
      write(*,253)

```

Продовження додатку В

```

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
      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 Г.1

=====

БАЗОВАЯ ДИНАМИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ФОРМИРОВАНИЯ УРОЖАЯ
ПОДСОЛНЕЧНИКА

=====

Dnipro_d sr 2005

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

месяц всходов; широта пункта

11134 14 5 48.36

Summa osadkov za dekadu (mm):'

14.0 25.0 22.0 32.0 32.0 19.0 14.0 16.0 16.0 14.0 16.0

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

08.0 08.0 08.0 08.0 07.0 10.0 10.0 10.0 10.0 10.0 09.0

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

15.6 16.9 18.3 19.9 19.4 21.0 21.4 21.9 21.8 20.4 19.1

Sredn. za dekadu solnechnaj radiacij (Wt/m2):'

348.000 342.000 336.000 328.000 341.000 344.000 336.000 370.000 334.000 352.000 321.000

Chislo dney v raschetnoy deкаде:'

6 11 10 10 10 10 10 11 10 10 07

Informazionniy massiv, parametri modeli (inf):

0.135 0.105 0.155 0.000 0.200 1334.000 152.000 280.000 293.000 293.000

293.000 320.000 813.000 507.000 0.600 0.500 380.000 380.000 2.000 40.000

0.300 0.460 0.270 0.050 28.000 280.000 08.000 25.000 107.000

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

ДОДАТОК Г2

=====

БАЗОВАЯ ДИНАМИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ФОРМИРОВАНИЯ УКОЖАЯ
ПОДСОЛНЕЧНИКА

=====

РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТОВ

=====

СУХАЯ БИОМАССА ОРГАНОВ

idek icyt i ml i ms i mr i mp i m i mg i
mg - urogay pri 14% wladnosti semjnok, z/ga

i 1i 6 i	0.129i	0.096i	0.150i	0.000i	0.395i	0.000i
i 2i 17 i	7.461i	11.339i	5.507i	0.000i	0.375i	0.000i
i 3i 27 i	22.403i	34.249i	16.004i	0.000i	24.307i	0.000i
i 4i 37 i	51.277i	78.523i	39.970i	0.000i	72.657i	0.000i
i 5i 47 i	93.218i	142.833i	88.288i	0.000i	169.770i	0.000i
i 6i 57 i	128.485i	196.915i	150.890i	18.677i	324.339i	1.384i
i 7i 67 i	132.190i	202.601i	162.739i	103.546i	494.967i	7.673i
i 8i 78 i	123.069i	188.623i	150.869i	180.870i	601.076i	13.402i
i 9i 88 i	115.055i	176.340i	140.161i	220.895i	643.431i	16.368i
i 10i 98 i	108.308i	166.000i	131.182i	248.780i	652.451i	18.435i
i 11i105 i	104.327i	159.898i	125.913i	264.484i	654.271i	19.598i

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

idek icyt i LL i q i DM(g/m2)i ts2 i fl i ksifl i gamf i

i 1 i 6 i	0.20i	404.885i	-0.020 i	45.600i	0.000i	0.000i	0.91i
i 2 i 17 i	0.38i	421.940i	23.932 i	143.500i	2.553i	0.875i	0.91i
i 3 i 27 i	0.76i	594.241i	48.349 i	246.500i	6.336i	0.929i	0.86i
i 4 i 37 i	1.48i	630.114i	97.113 i	365.500i	13.455i	0.975i	0.86i
i 5 i 47 i	2.53i	621.906i	154.569 i	479.500i	21.463i	0.963i	0.86i
i 6 i 57 i	3.41i	647.010i	170.628 i	609.500i	22.917i	0.994i	0.77i
i 7 i 67 i	3.50i	639.595i	106.109 i	743.500i	14.001i	0.998i	0.64i
i 8 i 78 i	2.74i	636.912i	42.355 i	896.400i	5.118i	1.000i	0.53i
i 9 i 88 i	2.07i	552.943i	9.021 i	1034.400i	1.239i	1.000i	0.49i
i 10 i 98 i	1.51i	500.852i	1.819 i	1158.401i	0.260i	0.985i	0.46i
i 11 i 105 i	1.18i	454.808i	0.353 i	1236.100i	0.071i	0.955i	0.53i

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

iDEK	iCYT	bl	bs	br	bp	afl	arl	W0	
i 1	i 6	0.300	0.460	0.239	0.000	0.657	0.562	i 117.9	i
i 2	i 17	0.306	0.470	0.224	0.000	0.801	0.730	i 117.8	i
i 3	i 27	0.309	0.474	0.217	0.000	0.950	0.920	i 108.3	i
i 4	i 37	0.297	0.456	0.247	0.000	0.989	0.990	i 108.2	i
i 5	i 47	0.271	0.416	0.313	0.000	0.879	0.878	i 108.6	i
i 6	i 57	0.240	0.368	0.367	0.024	0.648	0.620	i 96.4	i
i 7	i 67	0.112	0.171	0.210	0.507	0.381	0.332	i 83.3	i
i 8	i 78	0.010	0.016	0.024	0.950	0.169	0.126	i 73.5	i
i 9	i 88	0.002	0.004	0.006	0.987	0.057	0.034	i 70.9	i
i 10	i 98	0.002	0.002	0.005	0.991	0.017	0.008	i 68.6	i
i 11	i 105	0.001	0.002	0.005	0.991	0.006	0.002	i 74.1	i

Сумма осадков, испарение и испаряемость, освещенность

iDEK	iCYT	Os	Eakt	E0r	bp	afl	Wt/m2	kal/sm2 min	
i 1	i 6	14.0	13.1	28.0	0.000	0.657	312.6	i 0.448	i
i 2	i 17	25.0	25.1	53.7	0.000	0.801	318.8	i 0.457	i
i 3	i 27	22.0	31.5	70.1	0.000	0.950	440.3	i 0.632	i
i 4	i 37	32.0	32.1	74.5	0.000	0.989	462.0	i 0.663	i
i 5	i 47	32.0	31.7	73.5	0.000	0.879	455.2	i 0.653	i
i 6	i 57	19.0	31.2	76.6	0.024	0.648	477.0	i 0.684	i
i 7	i 67	14.0	27.0	75.7	0.507	0.381	478.8	i 0.687	i
i 8	i 78	16.0	25.8	82.9	0.950	0.169	488.6	i 0.701	i
i 9	i 88	16.0	18.6	65.0	0.987	0.057	437.7	i 0.628	i
i 10	i 98	14.0	16.2	58.6	0.991	0.017	410.8	i 0.589	i
i 11	i 105	16.0	10.5	37.0	0.991	0.006	385.8	i 0.553	i
