

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет магістерської та
аспірантської підготовки
Кафедра агрометеорології та
агрометеорологічних прогнозів

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему: **ОЦІНКА ВПЛИВУ ЗМІН КЛІМАТУ НА ФОРМУВАННЯ
ВРОЖАЮ СОНЯШНИКУ В СХІДНОМУ СТЕПУ УКРАЇНИ**

Виконав студент 2 курсу групи МАЕ - 60
спеціальності 8.04010602 Прикладна екологія та
збалансоване природокористування
Спеціалізації - Агроекологія
Лисань Сергій Володимирович

Керівник к.геогр.н., доцент
Жигайло Олена Леонідівна

Рецензент к.геогр.н., доцент
Боровська Галина Олександрівна

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет магістерської та аспірантської підготовки
Кафедра агрометеорології та агрометеорологічних прогнозів
Освітньо-кваліфікаційний рівень магістр
Спеціальність 8.04010602 Прикладна екологія та збалансоване природокористування
(шифр і назва)
Спеціалізація Агроекологія

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри _____

“ 31 ” жовтня 2016 року

З А В Д А Н Н Я
НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Лисаню Сергію Володимировичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Оцінка впливу змін клімату на формування врожаю соняшнику в Східному Степу України

керівник роботи Жигайло Олена Леонідівна, к.геогр.н., доцент,
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від “14” вересня 2016 року № 270-С

2. Строк подання студентом роботи 01.02.2017 року
3. Вихідні дані до роботи Агрокліматичні дані за періоди: 1986 – 2005 рр.(фактичні); 2021 – 2050 рр. (сценарії RCP4.5, RCP8.5). Математична модель формування продуктивності соняшнику

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Вивчити основні підходи до оцінки чутливості кліматичної системи до збурень

Вивчити біологічні особливості культури соняшнику. Технологію його вирощування в Україні. Сучасні сорти, що районовані в Україні

Оцінити агрокліматичні умови вирощування соняшнику на досліджуваній території за періоди 1986 – 2005, 2021 – 2050

За допомогою моделі формування продуктивності соняшнику провести чисельні розрахунки фотосинтетичної продуктивності соняшнику за кліматичними сценаріями RCP4.5, RCP8.5 у Східному Степу України

Оцінити перспективи вирощування соняшнику на досліджуваній території

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)
Графіки динаміки площі листя соняшнику в Східному Степу за середньо багаторічними даними (1986-2005 рр.) та за сценаріями змін клімату RCP4.5 і RCP8.5

Графіки фотосинтетичного потенціалу соняшнику в Східному Степу за середньо багаторічними даними (1986-2005 рр.) та за сценаріями змін клімату RCP4.5 і RCP8.5

Графіки динаміки чистої продуктивності соняшнику в Східному Степу за середньо багаторічними даними (1986-2005 рр.) та за сценаріями змін клімату RCP4.5 і RCP8.5

Графіки динаміки сухої маси соняшнику в Східному Степу за середньо багаторічними даними (1986-2005 рр.) та за сценаріями змін клімату RCP4.5 і RCP8.5.

Графіки динаміки урожайності соняшнику в Східному Степу за сценаріями змін клімату RCP4.5 і RCP8.5

Карти очікуваних ризиків недобору врожаю соняшнику в Східному Степу за сценаріями змін клімату RCP4.5 і RCP8.5

6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання 31 жовтня 2016 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів магістерської кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Оцінка виконання етапу	
			у %	за 4-х бальною шкалою
	Отримання завдання. Огляд літературних джерел. Формування банку даних. Оформлення текстової частини першого розділу магістерської роботи	31.10.2016-20.11.2016	85,0	відмінно
	Вивчення алгоритму моделі формування продуктивності соняшнику. Розв'язок задач дослідження на ПЕОМ	21.11.2016 - 04.12.2016	85,0	добре
	Атестація	5.12.2016-10.12.2016	85,0	відмінно
	Оформлення текстової частини другого та третього розділів магістерської роботи. Проведення чисельних експериментів на ПЕОМ.	11.12.2016-20.12.2016	95,0	відмінно
	Побудова табличного та графічного матеріалу. Аналіз отриманих розрахунків. Оформлення текстової частини четвертого розділу магістерської роботи	21.12.2016 – 31.12.2015	95,0	відмінно
	Виправлення зауважень, підготовка рукопису дипломного проекту, написання доповіді та підготовка презентації	16.01.2017-31.01.2016		
	Інтегральна оцінка виконання етапів календарного плану (як середня по етапам)		90,0	відмінно

Студент

_____ (підпис)

Лисань С.В.

_____ (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

_____ (підпис)

Жигайло О.Л.

_____ (прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Тема магістерської кваліфікаційної роботи «**Оцінка впливу змін клімату на формування врожаю соняшнику в Східному Степу України**»
Виконав ст. гр. МАЕ-60 Лисань Сергій Володимирович

Глобальні кліматичні зміни, що відбуваються нині, істотно змінюють агрокліматичний потенціал території, впливаючи тим на ефективність сільського господарства. Тому АПК України має ефективно адаптуватися до майбутніх змін клімату, адже від цього передусім залежить продовольче забезпечення людства. Процес пристосування до нових умов природного середовища, безумовно, буде найбільш ефективним виключно за прогнозування очікуваного становища, тому особливо актуальним постає передбачення майбутніх наслідків природно-кліматичних перемін на вирощування та продуктивність провідних сільськогосподарських культур.

Мета роботи – оцінити вплив зміни клімату на агрокліматичні ресурси та врожай насіння соняшнику в Східному Степу України.

Основні задачі:

- Виконати розрахунки агрокліматичних показників та скласти аналіз агрокліматичних умов вирощування соняшнику в умовах кліматичних змін ;
- Провести чисельні розрахунки й оцінити в умовах кліматичних змін фотосинтетичну продуктивність соняшнику.
- Оцінити ризики недобору врожаю соняшнику на досліджуваній території.

Об'єктом досліджень є формування продуктивності соняшнику в умовах зміни клімату. Предмет досліджень – вплив агрокліматичних умов на основні фотосинтетичні показники соняшника: площу листя, чисту продуктивність фотосинтезу, приріст, біомасу, фотосинтетичний потенціал.

Для виконання розрахунків та порівняння результатів використовувалась математична модель продукційного процесу соняшнику.

Досліджено формування продуктивності соняшнику, надана оцінка коливання врожайності насіння соняшнику на сільськогосподарських угіддях Східного Степу України в умовах зміни клімату.

Переміна клімату обумовить зміни агрокліматичних умов вегетації соняшнику, що викликає необхідність адаптації до цих змін. Насамперед ретельно підбирати сорти та гібриди соняшнику, які будуть адаптовані до найбільш посушливих умов у зоні Східного Степу України.

Робота складається із вступу, 4 розділів, висновків, переліку посилань та додатків. Загальний обсяг роботи 104 сторінки машинописного тексту, в т.ч. 14 таблиць і 16 рисунків.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: КЛІМАТ, ТЕМПЕРАТУРА ПОВІТРЯ, ОПАДИ, ТЕПЛОЗАБЕЗПЕЧЕНІСТЬ, ВОЛОГОЗАБЕЗПЕЧЕНІСТЬ, СОНЯШНИК, ФОТОСИНТЕТИЧНІ ПОКАЗНИКИ, ПРОДУКТИВНІСТЬ, УРОЖАЙ.

SUMMARY

Lysan S.V. Assessing the impact of climate change on yield formation sunflower in the Eastern Steppe of Ukraine - Manuscript. – Odessa State Environmental University. – Odessa, 2017.

Global climate change is occurring now, significantly changing agro-climatic potential of the territory by influencing the efficiency of agriculture. Because AIC Ukraine has effectively adapted to future climate change, because it depends primarily on food security of mankind. The process of adaptation to the new conditions of the environment will certainly be most effective only at forecasting the expected position, as appears particularly relevant predictions of future consequences of climatic changes on the growth and performance of the leading crops.

The aim is to assess the impact of climate change on agro-climatic resources and harvest of sunflower seeds in the Eastern Steppe of Ukraine.

Main tasks:

- Perform calculations agro-climatic indicators and analysis of agro-climatic conditions make sunflowers growing in terms of climate change;
- Carry out numerical calculations and assess in terms of climate change photosynthetic productivity of sunflower.
- Rate shortfall risks harvest sunflower in the investigated area.

The object of the research is to develop the productivity of sunflower in a changing climate. Subject of research - the impact of agro-climatic conditions in the main photosynthetic parameters sunflower leaf area, net photosynthetic productivity, growth, biomass, photosynthetic potential.

To perform calculations and compare the results used mathematical model of the sunflower production process.

Formation of productivity of sunflower, the estimation of yield fluctuations sunflower seeds in farmland Eastern Steppe of Ukraine in a changing climate.

Climate change should cause a change of agro-climatic conditions of vegetation sunflower, which makes it necessary to adapt to these changes. First glean sunflower varieties and hybrids, which are most adapted to arid conditions in Eastern Steppe zone of Ukraine.

Key words: climate, air temperature, precipitation, heat provision, moisture provision, sunflower, photosynthetic indicators, productivity, harvest.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	8
1 СУЧАСНИЙ СТАН ДОСЛІДЖЕНЬ ВПЛИВУ ПОГОДНИХ І КЛІМАТИЧНИХ УМОВ НА ТЕМПИ РОЗВИТКУ ТА ПРОДУКТИВНІСТЬ СОНЯШНИКУ	10
1.1 Вплив погодних і кліматичних умов на темпи розвитку соняшнику	
1.2 Погодні та кліматичні умови формування продуктивності соняшнику	
2 ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОЩУВАННЯ СОНЯШНИКУ В УКРАЇНІ.....	22
2.1 Біологічні особливості соняшника (<i>Helianthus annuus</i> L.)	26
2.2 Вимоги соняшника до ґрунтово-кліматичних умов	29
2.3 Сучасні сорти соняшнику в Україні.....	33
2.4 Технологія вирощування соняшнику.....	34
3 ДИНАМІЧНА МОДЕЛЬ ФОРМУВАННЯ ВРОЖАЮ СОНЯШНИКУ	36
3.1 Опис вхідної інформації для виконання розрахунків по моделі	37
3.2 Динамічна модель водно-теплового режиму та продуктивності соняшнику.....	39
4 МОДЕЛЮВАННЯ Й ОЦІНКА ВПЛИВУ ЗМІН КЛІМАТУ НА ФОРМУВАННЯ ВРОЖАЮ СОНЯШНИКА У СХІДНОМУ СТЕПУ УКРАЇНИ	46
4.1 Моделювання глобальних кліматичних змін за новими сценаріями антропогенного впливу RCP	46
4.2 Моделювання та оцінка впливу кліматичних змін на формування продуктивності соняшнику.....	47
4.2.1 Оцінка термінів сівби та фаз розвитку соняшнику.....	48

4.2.2	Оцінка агрокліматичних умов вирощування соняшнику	51
4.2.3	Оцінка показників фотосинтетичної діяльності посівів соняшнику.....	57
4.2.4	Оцінка ризиків недобору врожаю насіння соняшника в 2021-2050 рр. в Східному Степу України.....	75
	ВИСНОВКИ.....	79
	ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	81
	ДОДАТКИ.....	84

ВСТУП

Проблема зміни клімату в цілому і глобального потепління зокрема стала однією з найсерйозніших і актуальних напрямків науково-технічної діяльності на сучасному етапі [17].

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 [18].

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 [6].

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 [5,21].

Мета роботи - оцінити формування врожаю насіння соняшнику в сучасних та майбутніх умовах клімату в Дніпропетровській, Донецькій та Луганській областях, що розташовані в Східному Степу України

Основні задачі:

1. Отримати: показники тепло та вологозабезпеченості соняшнику на досліджуваній території, параметри та змінні для розрахунків за моделлю;
2. Виконати розрахунки агрокліматичних показників за сценаріями *RCP4.5* і *RCP8.5* та проаналізувати умови росту та розвитку соняшнику в сучасних та майбутніх агрокліматичних умовах;
3. Провести чисельні розрахунки й аналіз фотосинтетичної продуктивності посівів соняшнику та врожаю насіння на сільськогосподарських угіддях Дніпропетровської, Донецької та Луганської областей.
4. Оцінити ризики недобору врожаю соняшнику на досліджуваній території.

Для оцінки змін агрокліматичних ресурсів при можливих змінах клімату було використано сценарії *RCP4.5* і *RCP8.5*.

Дослідження формування врожаю соняшнику проводилося на основі динамічної моделі продуктивності посівів соняшнику [15].

Для порівняльного аналізу сценарних метеорологічних величин з минулими даними з агрокліматичного довідника Дніпропетровської області [1], Донецької області [2] та Луганській області [3] береться період з 1986 до 2005 рр. В сценаріях *A1B* *RCP4.5* і *RCP8.5* розглянуто кліматичний період з 2021 до 2050 рр.

1 СУЧАСНИЙ СТАН ДОСЛІДЖЕНЬ ВПЛИВУ ПОГОДНИХ І КЛІМАТИЧНИХ УМОВ НА ТЕМПИ РОЗВИТКУ ТА ПРОДУКТИВНІСТЬ СОНЯШНИКУ

Початок досліджень впливу умов погоди (зокрема суми опадів) на врожайність і олійність насіння соняшнику згідно з літературними даними було покладено академіком В.С. Пустовойтом в 1916-1926 роках [10]. Так, В.С. Пустовойт зазначає, що при річних сумах опадів від 481 до 825 мм були отримані середні та вище середніх врожаї.

В подальшому дослідження впливу агрометеорологічних умов на розвиток, ріст і продуктивність соняшнику показали залежність цих процесів від різних агрометеорологічних показників [9,11,13,14,19,23,24].

1.1 Вплив погодних і кліматичних умов на темпи розвитку соняшнику

П.Е. Міуським [13] при вивченні швидкості розвитку соняшнику, встановлено залежність тривалості періоду сівба-сходи від суми ефективних температур і запасів продуктивної вологи в шарі ґрунту 0-20 см:

$$n = - 0.128x - 0.837y + 50. \quad (1.1)$$

де n – тривалість міжфазного періоду посів-сходи, доб., x – сума ефективних температур за період; y - середні запаси продуктивної вологи в шарі ґрунту 0-20 см за вказаний період, мм.

Дослідження, що дозволяють оцінювати настання фаз розвитку в цілому для всього онтогенезу, проведені Мельником Ю.С.[9]. Так при середній температурі 16°C і вище тривалість періоду посів-сходи мінімальна, вона коливається в межах 6-8 днів (табл. 1.1)

Таблиця 1.1 – Залежність тривалості періоду сівба-сходи від середньої температури повітря при оптимальному зволоженні (за Мельником Ю.С.)

Середня температура періоду сівба-сходи, °С								
6,0	8,0	10,0	12,0	14,0	16,0	18,0	20,0	22,0
Тривалість періоду, дні								
28	20	14	12	10	8	8	6	6

У цих же роботах подано біологічні мінімуми і суми ефективних температур за межфазними періодами онтогенезу (табл.1.2).

Таблиця 1.2 - Суми ефективних температур ($\sum t_{\text{еф}}$) і біологічний мінімум (В) для окремих міжфазних періодів розвитку соняшнику[14]

Групи сортів	Міжфазні періоди					
	Сходи- утворення суцвіть		Утворення суцвіть – цвітіння		Цвітіння – дозрівання	
	$\sum t_{\text{еф}}$	В	$\sum t_{\text{еф}}$	В	$\sum t_{\text{еф}}$	В
середньопізньостиглі	250	12,0	120	15,0	250	13,0
середньостиглі	220	12,0	90	15,0	230	13,0
середньошвидкостиглі	200	12,0	70	15,0	219	13,0

Наведені показники дозволяють по температурі повітря розраховувати настання основних фаз розвитку соняшнику.

Австралійські дослідники [22] для прогнозу розвитку соняшнику розвивають весь онтогенез на три стадії: вегетативну, репродуктивну і стадію старіння. Наступ кожної стадії визначається середньою температурою повітря, середнім значенням вологості ґрунту і середньою довжиною світлої частини доби.

При цьому в інші запропоновані два рівняння для репродуктивної стадії старіння показник довжини світлої частини доби не входить.

Характеристика умов розвитку соняшнику не буде повною, якщо не дати мінімальні та оптимальні температури для процесів росту і розвитку.

Наприклад для вегетативної стадії:

$$D = 0.000749T + 0.00546W + 0.001318H \quad (1.2)$$

де D - рівень розвитку, від. од.; T - середня температура повітря за період вегетативної стадії, °С; W - середнє відносне значення вологості ґрунту, від. од., H - середня довжина світлової частини доби, год.

В роботі Міуського П.Е. [13] дана характеристика вимог соняшнику до температурного фактору. Так, автор зазначає, що сходи соняшнику легко переносять заморозки інтенсивністю -3,0, -3,5 °С. У тойже час, короткочасне зниження температури повітря до -5 °С пошкоджує листя соняшнику. При більш тривалому впливі низької температури пошкоджуються точки росту. Міуський П.Е. вважає, що оптимальною температурою для формування генеративних органів є температура повітря близько 23-25°С, а вища 25°С діє гнітюче на соняшник.

Мурга А.В. в роботі [14] уточнював оптимальні значення температурного фактора та суми опадів по зонах України. Біологічні мінімуми і оптимуми, які пропонує Мурга А.В., наведені в табл.1.3. Слід зазначити, що біологічні мінімуми і оптимуми для соняшника були розраховані автором на основі опрацювання матеріалу по врожайності культури і даним метеорологічних станцій – всього 2375 випадків. Ця врожайність отримана за реальних ґрунтово-кліматичних умов, і в цілому відображає випадки як з низькою, так і з високою врожайністю. За рахунок цього оптимуми температури занижені на 5-6 градусів. Оптимуми опадів, які надає Мурга А.В. прив'язані не до фаз розвитку соняшнику, а до календарних місяців, крім того, не враховуються запаси продуктивної вологи в ґрунті. В цьому відношенні можна лише побічно врахувати отримані автором оптимуми і мінімуми температур і опадів стосовно до культури соняшнику.

Таблиця 1.3 - Біологічні мінімуми і оптимуми температури повітря (°C) за періодами розвитку соняшнику (за даними Мурги А.В.)

Показник температури, °C	Період вегетації				
	Проростання насіння	Початок росту рослин	Формування вегетативних органів	Формування генеративних органів	Плодоносіння
Біологічний мінімум	3 – 4	5 – 7	7 – 8	12 – 15	10 – 12
Біологічний оптимум	5 – 7	8 – 12	15 – 18	19 – 23	16 – 22

В цілому, біологічна потреба соняшнику в теплі оцінюється Мельником Ю. С. в діапазоні сум температур в 1800 - 2400 °C (табл.1.4).

Таблиця 1.4 - Біологічні і біокліматичні суми температур за період вегетації соняшнику (за даними Мельника Ю.С.).

Група сортів	Біологічна сума температур, °C	Поправка на кліматичну різницю, °C	Біокліматична сума температур, °C
Середньо пізньостиглі	2400	-100	2300
Середньостиглі	2100	-100	2000
Середньо швидкостиглі	1800	-100	1700

Таким чином, спираючись на дані представлені в табл. 1.4, можна зробити висновок, що соняшник пройде весь онтогенез, в тому числі репродуктивну стадію, якщо в даній кліматичній зоні фактор тепла накопичується в не менших межах відповідних сум температур.

Для розрахунку настання окремих фаз розвитку соняшнику Ю.С. Мельником [9] використаний транзитивний метод. Цей метод заснований на тому факті, що настання фаз розвитку підпорядковується певній послідовності, і дата настання кожної попередньої фази визначає дату настання наступної. У зв'язку з цим, Мельником Ю.С. запропоновані наступні рівняння:

$$x_2 = 0.765 + 22.345 \quad (1.3)$$

$$x_3 = 0.551x_1 + 66.123 \quad (1.4)$$

$$x_4 = 0.556x_1 + 93.988 \quad (1.5)$$

$$x_5 = 0.658x_1 + 124.234 \quad (1.6)$$

$$x_3 = 0.599x_2 + 55.243 \quad (1.7)$$

$$x_5 = 0.788 x_2 + 108.116 \quad (1.8)$$

$$x_4 = 0.706x_3 + 51.814 \quad (1.9)$$

$$x_5 = 0.870x_3 + 71.300 \quad (1.10)$$

$$x_5 = 1.056 x_4 + 26.896 \quad (1.11)$$

де x_1 – дата посіву; x_2 – дата сходів; x_3 – дата утворення суцвіть; x_4 – дата цвітіння; x_5 – дата дозрівання соняшнику. Всі дати відлічуються від 1 квітня

1.2 Погодні та кліматичні умови формування продуктивності соняшнику

Розглянемо існуючі методи, які враховують вплив агрометеорологічних показників на урожайність соняшнику. Відомо, що соняшник вирощується в основному в тих кліматичних зонах, де лімітуючим фактором росту та розвитку за більшістю сільськогосподарських культур є фактор вологи. У

зв'язку з цим, П.Е. Міуський пов'язує врожайність соняшнику з показником зволоження [13]:

$$P=22.86K -15.3 \quad (1.12)$$

$$Sp=\pm 1.58 \quad r=0.89\pm 0.03$$

де P – урожай соняшнику; K – показник зволоження; Sp – помилка; r – коефіцієнт кореляції.

В якості показника зволоження за вегетаційний період Міуський П.Е. пропонує наступні рівняння:

$$K = \frac{W+n}{0.1 \cdot \sum t} \quad (1.13)$$

де W – запаси продуктивної вологи в шарі ґрунту 0-100 см до початку сівби; n – опади; $\sum t$ – сума середніх добових температур за цей період, зменшена в 10 разів.

Слід зауважити, що рівняння (1.12) і (1.13) розраховані для умов агротехніки сортодільниць. Тому вони не стосуються безпосередньо для розрахунку врожайності в умовах господарського обробітку культури соняшника, де рівень агротехніки помітно відрізняється від рівня агротехніки сортодільниць.

У цій же роботі Міуським П. Е. запропоновані інші види зв'язків врожайності соняшнику з фактором вологи. Так наприклад, залежність врожаю соняшнику від суми опадів має вигляд:

$$Y=0,1x-0,031 \cdot 10^{-7} \cdot x^4 + 11,1 \quad (1.14)$$

де Y – урожай соняшнику (в ц*га⁻¹); x – сума опадів (в мм) за період від посіву до утворення суцвіть; помилка рівняння $Sy = t 3.4$ ц/га.

На відміну від робіт Міуського П.Е., Мельником Ю.С. запропоновано дещо інші види зв'язків врожайності соняшнику від показника зволоження.

Мельник Ю. С. також дає інший вид показника зволоження [9]. Як вважає автор, показник зволоження, заснований на суму опадів за попередній вегетації соняшнику осінньо-зимовий і весняний період, краще визначає рівень врожайності на сортодільницях. Так, рівняння показника зволоження К має вигляд :

$$K = \frac{0,6\sum x_1 + \sum x_2}{0,1\sum t} \quad (1.15)$$

де $\sum x_1$ – сума опадів за попередній вегетації осінньо-зимовий період (рахуючи від дати переходу середньодобової температури повітря через 5°C восени до дати переходу через 10°C навесні наступного року); $\sum x_2$ – сума опадів за вегетаційний період (рахуючи від дати переходу середньодобової температури повітря через 10°C навесні до дати дозрівання соняшнику); $\sum t$ – сума температур за період вегетації соняшнику.

Залежність врожайності соняшнику на сортодільницях Y (ц/га) від пропонованого показника зволоження K представлена Мельником Ю.С. у вигляді:

$$Y = 23.44(K - 0.46)^{0.8} \quad (1.16)$$

$$S_y = \pm 3.3 \text{ ц*га}^{-1} \quad r = 0.76$$

S_y - помилка рівнянь; r – коефіцієнт кореляції.

Для обліку рівня агротехніки обробітку соняшнику в різних районах і областях Мельник Ю.С. пропонує наступну схему [9]. На початку розраховується спрощений показник зволоження W :

$$W = 0,6\sum X_1 + \sum X_2 \quad (1.17)$$

де $\sum x_1$ – сума опадів за попередній вегетації осінньо-зимовий період (див. рівняння 1.16); $\sum x_2$ – сума опадів за вегетаційний період (див. рівняння 1.15).

Потім даються рівняння регресії залежності врожайності Y_1 в районах і областях від показника зволоження W (рівняння 1.16). Більшість представлених рівнянь регресії мають параболічний вигляд. При цьому величина врожайності Y_1 являє собою величину врожаю соняшнику з виключенням впливу зміни культури землеробства. Облік культури землеробства в цю схему вводиться поправкою на приріст рівнянь тренду для кожного району.

У роботах Мельника Ю.С. [9] з'ясувалася роль опадів для соняшнику за основними міжфазними періодами.

Так, на основі обробки даних спостережень агрометеорологічних станцій Мельником Ю.С. отримано рівняння множинної регресії :

$$Y = 1.026 - 0.065x_1 + 0.054x_2 + 0.073x_3 + 0.054x_4 + 0.041x_5 - 0.032x_6 \quad (1.18)$$

де Y – урожай соняшнику на сортоділянці, ц/га; x_1 – сума опадів за осінньо-зимовий-весняний період; x_2 – сума опадів період від сівби до сходів; x_3 – сума опадів за період від сходів до утворення суцвіть; x_4 – сума опадів за період утворення суцвіть – цвітіння; x_5 – сума опадів за період від цвітіння до дати накопичення суми температур 500° ; x_6 – сума опадів за період від дати накопичення суми температур 500° до дати досягання.

За коефіцієнтами рівняння (1.18), що стоять біля кожного аргументу можна судити про значення опадів для виділених міжфазних періодів.

Залежність врожаю соняшнику від сумарних витрат вологи за весь період вегетації дається Мельником Ю.С. у вигляді [9]:

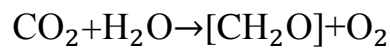
$$Y = 0.059 E + 2.83 \quad (1.19)$$

де Y – урожай насіння соняшника, ц/га; E – сумарні витрати вологи за період вегетації, $m^3/га$.

Коефіцієнт кореляції рівняння (1.19) дорівнює $r = 0,87$, помилка рівняння $S_y = \pm 3.6$ ц/га. Таким чином, знаючи сумарні витрати вологи за весь період вегетації по рівнянню (1.19) можна оцінити врожайність соняшнику.

Розглянемо роботи з культури соняшнику, що стосуються елементів теорії продукційного процесу цієї культури. При цьому під продуктивним процесом рослини буде розуміти процес, в результаті якого утворюється повноцінний організм рослини.

В роботі [22] французькими дослідниками вивчався процес фотосинтезу соняшнику і його розрахунок. При цьому, вивчати первинні процеси фотосинтезу згідно зі схемою



В результаті експериментальних спостережень за газообміном листя соняшнику автори [22] запропонували рівняння для розрахунку інтенсивності фотосинтезу:

$$F = \left[\mu - k \frac{dC_i}{dt} - k'(C_i - C_e) \right] \frac{C_0}{C_i} \quad (1.20)$$

де F – інтенсивність фотосинтезу, $\text{мг мг CO}_2 \cdot \text{с}^{-1} \cdot \text{м}^{-2}$; μ – значення потенційної швидкості газообміну CO_2 , $\text{CO}_2 \cdot \text{с}^{-1} \cdot \text{м}^{-2}$; C_i – опір CO_2 в середині листка; C_e – зовнішній опір CO_2 ; k і k' – коефіцієнти.

Рівняння (1.20) має теоретичний інтерес і не може бути використаний для розрахунків, так як опір газообміну C_i , C_e і C_0 визначаються безпосередньо, або пропонують складні обчислення.

У великому обсязі продукційний процес соняшнику описаний у роботі [22]. Інтенсивність фотосинтезу в роботі розраховується за рівнянням:

$$P = \frac{b P_m I}{\sqrt{(b^2 I^2 + P_m^2)}} \quad (1.21)$$

де P – інтенсивність фотосинтезу; I – інтенсивність падаючої радіації; b – початковий нахил світлової кривої фотосинтезу; P_m – максимальна швидкість фотосинтезу.

При розрахунку інтенсивності фотосинтезу враховується вплив температурного фактора:

$$P_m = P_{mopt} \{ 1 - a (T - T_{opt})^2 \} \quad (1.22)$$

де P_{mopt} – максимальна інтенсивність фотосинтезу при оптимальній температурі; T_{opt} – оптимальна температура для фотосинтезу; T – поточна температура.

Розраховується також дихання органів з урахуванням впливу на процес температурного фактора. Пропонується також описувати розподіл продуктів фотосинтезу з органів. Для цього пропонуються так звані розподільні функції. Ці функції одержані автором експериментально і описують розподіл асимілятів за такими органами: листя, стебла, коріння, репродуктивні органи. У запропонованих розрахунках розподілу асимілятів відсутній опис процесу перетікання пластичних речовин при старінні і відмиранні вегетативних органів.

Спроба описати число утворюючогося насіння в кошику соняшнику та накопичення насінням своєї біомаси зроблена Тебуєвим Х.Х. у роботі [19]. В основу опису покладено рівняння, яке визначає число закладеного насіння в залежності від фотосинтезу, максимальної та мінімальної температури повітря, вологості ґрунту, кількості днів з дощем. При цьому функції впливу використовуваних факторів визначаються безрозмірними коефіцієнтами.

Маса насіння, що наведена у розрахунках є сумою маси лущиння і маси ядра. У цьому описі виділяються три зони кошики: крайова, середня і центральна. Маса цих виділених елементів визначається масою кошика через безрозмірні коефіцієнти. Представлений розрахунок реалізований Тебуєвим Х.Х. для умов Північного Кавказу і показує помилку розрахунку в межах 2 –

44 %. При всіх перевагах роботи можна помітити, що пропонований розрахунок значною мірою насичений безрозмірними коефіцієнтами, які не несуть фізіологічного навантаження.

В іншій роботі Тебуєва Х.Х. [19] запропоновано розрахунок фотосинтезу посіву соняшнику. Розрахунок спирається на світлову криву, запроповану Монси і Саекі. Враховується вплив фактору світла, тепла і вологи, а так само онтогенетичний аспект фотосинтезу. Представлено зіставлення рослин і фактичної площі листя, де видно, що розрахункові дані задовільно апроксимують фактичні.

Розглянемо тепер роботи, що стосуються безпосередньо прогнозів врожайності соняшнику.

Довгостроковий прогноз врожайності соняшнику запропоновано Мельником Ю. С. [9]. Автор розглядає проблему формування врожаю, як результат впливу трьох складових:

1. Ресурси (Р), яке має в своєму розпорядженні сільськогосподарське виробництво (грунти, їх родючість, а також капіталовкладення в сільське господарство).
2. Агротехніка (А) в широкому сенсі слова (підбір сортів, прийомів обробітку, та ін.)
3. Погодні умови (П) осінньо-зимового та вегетаційного періодів.

Ці фактори зв'язуються рівнянням:

$$Y = P + A + П \quad (1.23)$$

Для конкретної реалізації даного положення про складових факторів врожайності, Мельник Ю.С. виділяє тенденцію врожайності і будує регресійну залежність величини відхилення врожайності від тренда в залежності від спрощеного показника рівняння (1.17). Прогноз врожайності здійснюється за рівнянням регресії. Відсутні дані (сума опадів до кінця вегетації) визначається довгостроковим метеорологічним прогнозом погоди.

У спільній роботі Мельника Ю. С., Тебуева Х. Х., Забеліна Ст. Н. [11] для здійснення прогнозу врожайності насіння соняшнику пропонується розглядати врожайність як функцію двох основних факторів – умов зволоження W і зростання культури землеробства A :

$$Y=f(W,A)$$

Зростання культури землеробства підстави методом аналітичного вирівнювання часових рядів врожайності. В якості показника зволоження застосовували рівняння (1.17). У той же час у цій роботі використовується інший показник агрометеорологічних умов формування урожаю соняшнику: це комплексний агрометеорологічний показник теплової вологозабезпеченості запропонований Педем Д. А.

$$P_i = \frac{\Delta T}{GT} - \frac{\Delta R}{GR} - \frac{\Delta W}{GW} \quad (1.24)$$

де ΔT - аномалія температури повітря; ΔR - аномалія опадів; GR - середньоквадратичне відхилення опадів; GT – середньоквадратичне відхилення температури; GW – середньоквадратичне відхилення продуктивності вологи.

Далі в цій роботі пропонуються рівняння регресії, що зв'язують відхилення врожайності від тренду з показником (1.24). При цьому для різних районів і областей запропоновано рівняння, що відрізняються значеннями коефіцієнтів регресії.

2 ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОЩУВАННЯ СОНЯШНИКУ В УКРАЇНІ

Серед технічних культур провідне місце в агропромисловому виробництві України займає соняшник - основна олійна культура. Насіння його районованих сортів і гібридів містить 50-52% олії. 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 [21].

Роль соняшнику в світовій інфраструктурі. В Україні сільське господарство традиційно відіграє важливу роль в економіці. В агропромисловому комплексі країни задіяне 90-95% сільськогосподарських угідь, 50% водних і 30% трудових ресурсів. Але попри те, що на території України знаходиться четверта частина світових запасів чорноземів, і природні умови є сприятливими для аграрного виробництва, показники розвитку сільського господарства гірші, ніж в інших країнах, середня урожайність зернових і технічних культур нижча порівняно з розвинутими країнами [20].

Батьківщиною соняшнику є західна частина Північної Америки. В культурі його почали вирощувати у XVIII ст., що набагато пізніше у порівнянні з багатьма іншими олійними культурами. Чорноземні регіони виявилися сприятливими для вирощування соняшнику й забезпечили активне розповсюдження на цих територіях. Так, 1883 року у Російській імперії, до складу якої входила і Україна, соняшнику вирощувалося вже 150 тис. га. В 2010 році під посівами соняшнику в Україні було зайнято понад 4,5 млн. га, що становить 14,6% ріллі. Найбільші площі вирощування соняшнику знаходяться у Російській Федерації - 5,8 млн. га (табл. 21.2).

Таблиця 2.1 – Світове виробництво й експорт насіння та олії соняшнику

Країни	Товарне насіння, млн т*			Олія, млн т*		
	2008-2009	2009-2010	2010-2011	2008-2009	2009-2010	2010-2011
Виробництво						
Світ	33,274	30,453	30,652	11,986	11,626	11,327
<i>Україна</i>	<i>7,000</i>	<i>6,350</i>	<i>6,750</i>	<i>2,632</i>	<i>2,545</i>	<i>2,667</i>
Аргентина	2,440	2,300	2,800	1,345	1,115	1,118
Росія	7,350	6,425	5,500	2,565	2,505	2,082
Туреччина	0,830	0,800	0,875	0,515	0,626	0,596
ЄС	7,130	6,940	6,950	2,460	2,591	2,536
Інші	8,524	7,638	7,777	2,469	2,244	2,266
% України у Світі	21,0	20,9	22,0	22,0	21,9	23,5
Експорт						
Світ	2,142	1,565	1,527	4,568	4,651	4,331
<i>Україна</i>	<i>0,767</i>	<i>0,354</i>	<i>0,400</i>	<i>2,098</i>	<i>2,645</i>	<i>2,500</i>
Аргентина	0,074	0,067	0,050	0,850	0,690	0,975
Росія	0,160	0,020	0,010	0,802	0,504	0,170
Туреччина	0,013	0,020	0,010	0,131	0,068	0,060
ЄС	0,449	0,543	0,450	0,120	0,150	0,130
Інші	0,679	0,561	0,607	0,567	0,594	0,519
% України у Світі	35,8	22,6	26,2	45,9	56,9	57,7

* за даними *Foreign Agricultural Service/USDA/Office of Global Analysis* станом на 1 березня 2011 року

Український потенціал. Швидкі темпи росту споживання та потреби в рослинних жирах призвели до того, що протягом 90-х років минулого століття та першого десятиліття нового тисячоліття в аграрному секторі України відбувся різкий перерозподіл посівних площ на користь групи олійних культур, де основну роль відіграє соняшник - одна з найбільш прибуткових та високоліквідних культур. Так, до 1990 року посівні площі соняшнику становили близько 1,6 млн га, а останніми роками значно збільшились і сягнули 4,1-4,5 млн га.

Активний розвиток олійно-жирової промисловості вимагає відповідного рівня забезпеченості олійною сировиною. При цьому лідерами виробництва та основними виробниками насіння соняшнику є Росія, Україна, країни ЄС та Аргентина, де він використовується для виготовлення харчової олії та маргарину, також застосовується у тваринництві соняшникова макуха

та шрот, які багаті на білок та інтенсивно використовуються на кормові цілі [20].

Зростання площ посіву під соняшником (рис. 1.2) та стабільна урожайність (табл. 1.2) забезпечили Україні високі валові збори. Серед світових виробників Україна посідає провідне місце за валовим збором насіння цієї культури. Упродовж останніх трьох років у країні виробляється 6,36-6,77 млн т насіння. Зростання світового попиту на олію постійно нарощує і стимулює виробництво олійних культур, зокрема соняшнику. Так, в Україні за період 2005-2010 років виробництво соняшнику зросло на 42,5%. За питомою вагою виробництва у світі Україна поступається лише Росії та ЄС. Значно зросли й переробні потужності олійних культур у нашій країні [20].

За даними «Укроліяпром», потужності переробки соняшнику підвищилися до 10 млн т, при цьому понад 65% загального виробництва олії припадає на 10 олійно-жирових комбінатів. В Україні торік вироблено більш ніж 2,6 млн т соняшnikової олії, що вшестеро більше за потребу країни. Тому, на сьогодні Україна є найбільшим експортером соняшnikової олії у світі.



Рисунок 2.1 – Посівні площі соняшнику в Україні у 2016 році.

Соняшник як високоенергетична продовольча культура відіграє провідну роль у виробництві продуктів харчування та кормів. Проте, як відомо, для прибуткового ведення господарювання необхідна стабільна та обґрунтована цінова політика на продукцію сільськогосподарського виробництва. Інтенсивне виробництво насіння соняшнику дає змогу Україні виступати повноправним гравцем на ринку цієї продукції у світі, оскільки за останні десятиріччя частка виробництва соняшнику в Україні відносно до світового зростала від 11,3% (1990 рік) до 22,2% (2010 рік).

Україна є не лише одним із лідерів виробництва товарного насіння соняшнику, а й займає провідне місце серед експортерів олії цієї культури. За останні маркетингові роки сільськогосподарськими підприємствами України вирощувалося від 6,3 до 6,7 млн т товарного насіння, що становило 21,0-22,2% від світового валового виробництва. Близький за кількістю до українського валовий збір насіння отримували аграрії Росії та країн ЄС, дещо більше - інші разом взяті країни. Проте олії найбільше виробляла саме Україна, тобто її олійно-екстракційні комбінати - 21,9-23,5% світового виробництва [20].

Серед значних гравців на ринку соняшникової олії найбільшими імпортерами є країни ЄС, а також Туреччина. Найбільшим експортером соняшникового насіння у 2008 році була Україна, проте розвиток потужностей з переробки насіння забезпечив зменшення вивозу сировини з 0,767 млн т (2008 рік) до 0,400 млн т (2010 рік), а найбільшими експортерами насіння стали країни ЄС. Зростання потужностей переробки насіння соняшнику в Україні забезпечили лідерство з експорту олії саме нашій державі, відсоток участі якої в світовому ринку соняшникової олії у 2008 році становив 45,9%, а у 2009-2010 роках підвищився до 56,9-57,7%. Урожайність в Україні (табл. 2.2)

Таблиця 2.2 – Динаміка виробництва соняшнику в Україні

Показники	Роки									
	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Посівна площа, млн. га	4,0	4,1	4,2	4,5	4,7	5,1	5,1	5,2	4,6	5,3
Урожайність, ц/га	19,5	16,0	16,5	15,0	18,4	16,5	21,7	19,4	19,9	25,5

2.1 Біологічні особливості соняшника (*Helianthus annuus* L.)

Соняшникову олію широко використовують як продукт харчування у 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 соняшникової олії входять і такі дуже цінні для організму людини компоненти, як фосфатиди, стеарини, вітаміни (А, D, Е, К). Соняшникову олію використовують у кулінарії, хлібопеченні, для виготовлення різних кондитерських виробів і консервів. Вона є основним компонентом при виробництві маргарину. Соняшникову олію застосовують також при виготовленні лаків, фарб, стеарину, лінолеуму, електроарматури, клейонки, водонепроникних тканин тощо [21].

Ботанічна характеристика соняшника. Соняшник – рослина, яка відноситься до олійних культур [21]. Встановлений Ліннеєм вид соняшнику (*Helianthus annuus* L.) сімейства складноцвіта (*Compositae*) розглядається в даний час як збірний, що складається з двох самотійних видів: *Helianthus cultus* Wenzl. — соняшник культурний и *Helianthus ruderalis* Wenzl. — соняшник дикорослий.

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

Культурний соняшник — однорічна рослина [21].

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.

Стеблина прямостояча, дерев'яниста, нерозгалужена, заповнена пухкою серцевиною, висотою від 0,6 до 2,5 м (у силосних сортів 3-4 м і більше).

Листя 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.

Суцвіття – 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 [21].

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 навколо плідника (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 соняшниковою 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 [9].

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 соняшникової молі.

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

2.2 Вимоги соняшника до ґрунтового-кліматичних умов

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 [21,25].

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 [21,25].

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 [9].

Вимоги соняшника до тепла. До умов вирощування соняшник пред'являє досить високі вимоги [21,25].

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 [21,25].

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 [21,25].

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:P₂O₅:K₂O 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 [21,25].

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.

2.3 Сучасні сорти соняшнику в Україні

Характеристика сучасних сортів та гібридів соняшнику. В Україні соняшник слід висівати у Степу і Лісостепу та зменшити його площі в малосприятливих по зволоженню областях [20].

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

2.4 Технологія вирощування соняшнику

Підготовка насіння до сівби. Для сівби використовують насіння соняшнику з високими сортовими та посівними якостями. Важливого значення набуває хімічне протруювання насіння (Додаток В1) [21].

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 В2).

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 безполицевий 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 В3).

Догляд за посівами. Застосування гербіцидів та механічних прийомів догляду дає змогу захистити посіви і підвищити урожайність на 0,3-0,6 т/га (Додаток В4) [21].

Сівба. Рано сіяти соняшник недоцільно не тільки через повільне проростання бур'янів (які слід знищити під час передпосівної культивації),

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 В5)

Збирання врожаю. В Степу краще збирати соняшник при вологості насіння 10% (Додаток В 6).

3 ДИНАМІЧНА МОДЕЛЬ ФОРМУВАННЯ ВРОЖАЮ СОНЯШНИКУ

Модель водно-теплого режиму та продуктивності соняшнику є складна сукупність цілого ряду фізіологічних процесів, інтенсивність яких визначається біологічними особливостями рослин, факторами зовнішнього середовища, взаємозв'язком між самими процесами [15].

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 ($\sum t$). 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:

$$\sum t_{abh} = \bar{t} \cdot n \quad (3.1)$$

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:

$$\sum t_{ef} = (\bar{t} - B) \cdot n, \quad (3.2)$$

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

Суми активних і ефективних температур одержані для Дніпропетровської [1], Донецької [2] та Луганської [3] областей з використанням середньої багаторічної температури повітря за 1986 – 2005 рр.

3.1 Опис вхідної інформації для виконання розрахунків по моделі.

Для виконання розрахунків по моделі середня по Дніпропетровській 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, °С;

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

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

- inf(1) m_l – початкові значення росту листя, ;
- inf(2) m_s - початкові значення росту стебел;
- inf(3) m_r - початкові значення росту кореня;
- inf(4) m_p - початкові значення росту насіння;
- inf(5) Π – 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 світлової кривої фотосинтезу;
- inf(26) - $b(a_\phi)$ - початковий нахил світлової 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.

3.2 Динамічна модель водно-теплого режиму та продуктивності соняшнику

Прикладна динамічна модель продуктивності соняшнику призначена для агрометеорологічних розрахунків, описує процеси фотосинтезу, дихання, росту і містить відповідно п'ять блоків (рис. 3.1) : блок вихідної інформації; блок радіаційного і водно-теплого режимів; блок дихання; блок фотосинтезу; блок росту.

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

$$I^j = \frac{I_0^j}{1 + C * LAI}, \quad (3.3)$$

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:

$$I_0^j = \frac{0.5Q^j}{60\tau_g}, \quad (3.4)$$

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

Сумарна сонячна радіація розраховується за формулою Сівкова:

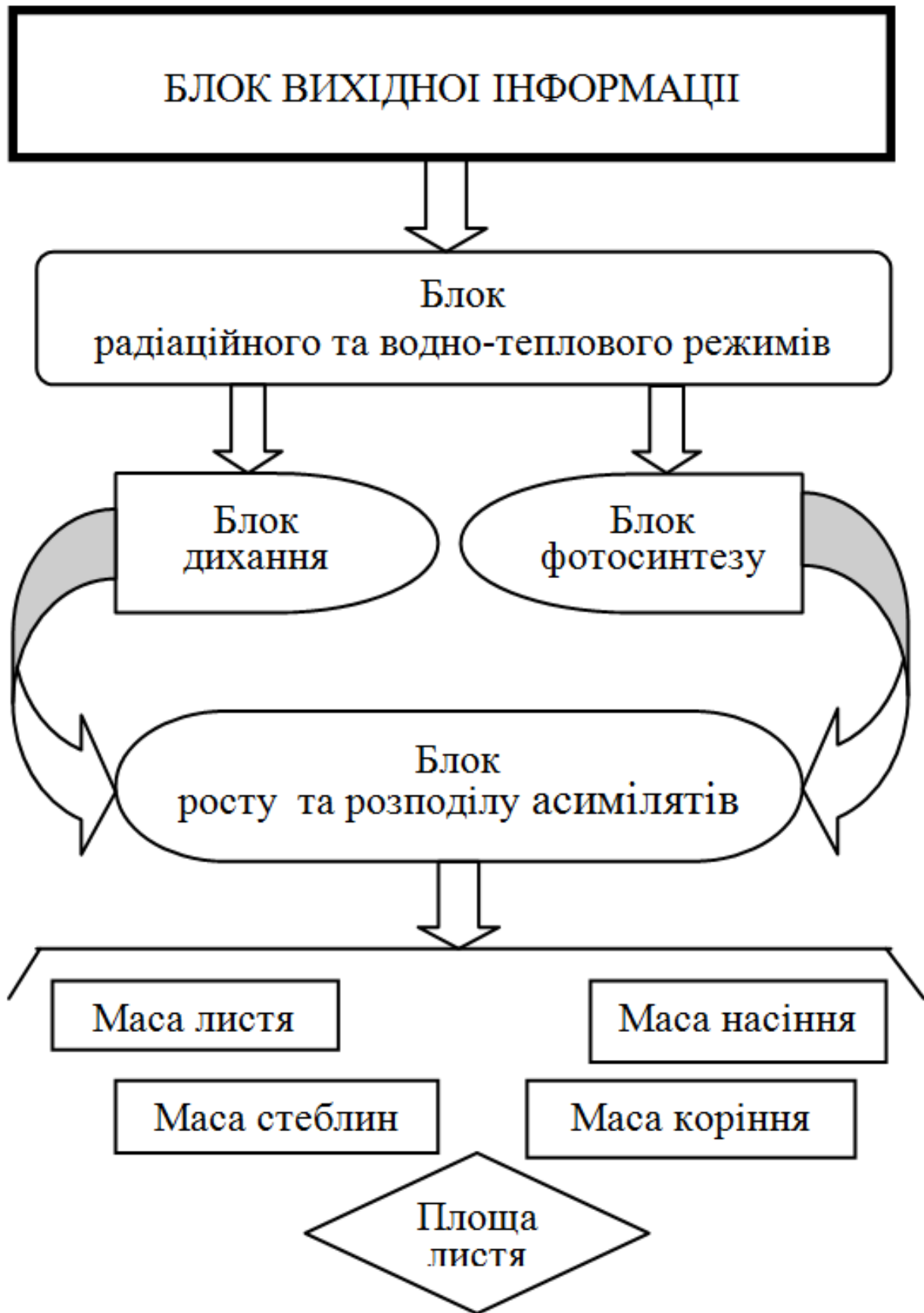


Рисунок 3.1– Блок-схема математичної моделі водно-теплого режиму та продуктивності соняшнику.

$$Q^j = 12.66(S^j)^{1.31} + 315(\sinh_0^j)^{2.1} \quad (3.5)$$

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

$$\Psi_\phi = \begin{cases} 13.7 \sin(0.0774x_2 \dots n_{pu} \dots t < t_{opt1}^\phi \\ 1 \dots n_{pu} \dots t_{opt1}^\phi < t_n < t_{opt2}^\phi \\ 1.1323 \cos(1.5705x_3) - 0.1323 \dots n_{pu} \dots t > t_{opt2}^\phi \end{cases} \quad (3.6)$$

де Ψ_ϕ - температурна крива фотосинтезу;

t_n – температура повітря, $С^0$;

t_o^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 вологи в ґрунті W по декадах визначається за рівнянням водного балансу:

$$W^{j+1} = W^j + Q^j + X^j + V_w^j - E^j - U_w^j, \quad (3.7)$$

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 :

$$E_0^j = 0.65 d_w^j n^j, \quad (3.8)$$

де n – число днів у розрахунковій декаді.

Сумарне випаровування визначається за формулою:

$$E^j = \frac{2W^j + Q^j + X^j + V_w^j}{1 + 2(W_{H.B.} - W_{B.3})/\eta E^j}, \quad (3.9)$$

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:

$$\Phi^j = \varepsilon \Phi_\tau^j L^j \tau_d^j, \quad (3.10)$$

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

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

Φ_τ^j - інтенсивність фотосинтезу одиниці площі листя в реальних умовах середі, мгСО₂ дм⁻², яка знаходиться з виразу:

$$\Phi_\tau^j = \alpha_\phi^j \Phi_o^j \frac{E^j}{E_o^j} \psi_\phi^j, \quad (3.11)$$

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, $\text{мгСО}_2 \text{ дм}^{-2} \text{ г}^{-1}$.

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

$$\alpha_{\phi}^j = 1 - a \left(\frac{TS_2 - \sum t_i^i}{10} \right) \quad (3.12)$$

де параметр a вираховується за формулою:

$$a = \frac{-100l_n \cdot \alpha_{\phi}^j}{\sum t_i^1} \quad (3.13)$$

де TS_2 – сума ефективних температур наростаючим додаванням; $\sum t_i^1$ - 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:

$$\Phi_o^j = \frac{\Phi_{\max} a_{\phi} I^j}{\Phi_{\max} + a_{\phi} I^j}, \quad (3.14)$$

де Φ_{\max} - інтенсивність фотосинтезу листя при світловому насиченні та нормальній концентрації СО_2 в атмосфері, $\text{мгСО}_2 \text{ дм}^{-2} \text{ г}^{-1}$;

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

Для кількісного опису залежності фотосинтезу не тільки від щільності потоку ФАР, але і від вмісту СО_2 в атмосфері розглядають величину Φ_{\max} як функцію концентрації СО_2 :

$$\Phi_{\max} = \tau_C \cdot C_o, \quad (3.15)$$

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:

$$R^j = \alpha_R^j (C_1 M^j \varphi_R^j + C_2 \Phi^j), \quad (3.16)$$

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

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

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:

$$\Delta M^j = \phi^g - R^j \quad (3.17)$$

Ріст окремих органів рослин протягом вегетаційного періоду описується системою рівнянь:

$$\begin{cases} m_i^{j+1} = m_i^j + (\beta_i^j \frac{\Delta M}{\Delta t} - \vartheta_i^j m_i^j) n^j \\ m_p^{j+1} = m_p^j + (\beta_p^j \frac{\Delta M}{\Delta t} + \sum_i^{lsr} \vartheta_i^j m_i^j) n^j \end{cases}, \quad (3.18)$$

де m_i - суха біомаса і-го органу рослин, $г/м^2$;

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

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

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

Динаміка площі асимілюючої поверхні визначається з рівнянь:

$$L^{j+1} = L^j + \left(\frac{\Delta m_l^j}{\Delta t} \frac{1}{\sigma_l} \right) n^j, \quad \text{при } \frac{\Delta m_l^j}{\Delta t} > 0, \quad (3.19)$$

$$L^{j+1} = L^j + \left(\frac{\Delta m_l^j}{\Delta t} \frac{1}{\sigma_l} \frac{1}{k_h} \right) n^j, \quad \text{при } \frac{\Delta m_l^j}{\Delta t} < 0, \quad (3.20)$$

де σ_l - питома поверхнева площа листя, $\text{г}/\text{м}^2$;

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

4 МОДЕЛЮВАННЯ Й ОЦІНКА ВПЛИВУ ЗМІН КЛІМАТУ НА ФОРМУВАННЯ ВРОЖАЮ СОНЯШНИКА У СХІДНОМУ СТЕПУ УКРАЇНИ

4.1 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 [7] при значній ролі природної кліматичної мінливості.

Сучасне покоління глобальних циркуляційних моделей - хороший інструмент для аналізу ймовірних тенденцій зміни клімату майбутнього [7]. 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 [7].

В даний час дані для території Європи з високим просторовим і тимчасовим дозволом надаються консорціумом EURO-CORDEX, який є підпроектом Всесвітньої кліматичної програми BMO і включає в себе близько 30 наукових інститутів. Для оцінки майбутніх змін температури

повітря і опадів виявилось можливим використання розрахунків за 40 комбінаціям глобальних і регіональних кліматичних моделей з просторовим дозволом 50 км для різних сценаріїв концентрації парникових газів.

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

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

4.2 Моделювання та оцінка впливу кліматичних змін на формування продуктивності соняшнику

За допомогою моделі, яка описана в розділі 3, були проведені розрахунки фотосинтетичної продуктивності соняшнику, з урахуванням його потреб до екологічних факторів, описаних в розділі 2.

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, Чаплине; Донецької області [2] за сімома станціями: Артемівськ, Дебальцеве, Красноармійськ, Донецьк, Амвросіївка, Волноваха, Маріуполь; Луганської області [3] за п'ятьома станціями: Троїцьке, Сватове, Біловодськ, Луганськ, Дар`ївка.

Інформація складається з таких показників:

- Географічна широта станції, град.;

- Дати посіву та фаз розвитку соняшнику: сходи, цвітіння, збиральна стиглість, дні;
- Тривалість сонячного сяйва, години;
- Середня декадна температура повітря, °С;
- Декадний дефіцит вологості повітря, мб;
- Сума опадів за декаду, мм;
- Найменша вологоємність в ґрунті, мм;
- Запаси продуктивної вологи в 0-100 см шарі ґрунту на початок посіву, мм;
- Тривалість вегетаційного періоду, дні;
- Сума ефективних температур за вегетаційний період сходи – збиральна стиглість, °С;
- Поточна концентрація CO₂ в повітрі, р.р.м.

Період з 1986 до 2005 рр. приймається за базовий.

Для оцінки змін агрокліматичних ресурсів при можливих змінах клімату було використано сценарії змін клімату *RCP4.5* і *RCP8.5*, які описані в підрозділі 4.1. В сценаріях *RCP4.5* і *RCP8.5* розглянуто кліматичний період з 2021 до 2050 рр.

4.2.1 Оцінка термінів сівби та фаз розвитку соняшнику

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

Із табл. 4.1 видно, що середні багаторічні терміни сівби соняшнику спостерігались в Дніпропетровській області в кінці третьої декади квітня (30.04), а в Донецькій та Луганській областях у кінці першої декади травня.

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 в усіх досліджуваних

областях. Відчутніші відхилення спостерігатимуться у Дніпропетровській (14-19 днів) і Донецькій (15-17 днів) областях.

Більш значна відмінність у термінах настання сівби за сценаріями буде спостерігатись у Дніпропетровській області, де за сценарієм *RCP4.5* воно становитимуть 14 днів, а за сценарієм *RCP8.5* – 19 днів.

Таблиця 4.1 – Фази розвитку соняшнику за середніми багаторічними даними та сценаріями змін клімату *RCP4.5* і *RCP8.5*. Східний Степ

Кліматичний період	Сівба	Фази розвитку			Тривалість періоду сівба-збиральна стиглість, дні
		Сходи	Цвітіння	Збиральна стиглість	
Дніпропетровська область					
1986-2005	30.04	15.05	16.07	10.09	133
<i>Сценарій RCP4.5</i>					
2021-2050	15.04	04.05	15.07	29.08	135
Різниця	-15	-11	-1	-11	+2
<i>Сценарій RCP8.5</i>					
2021-2050	11.04	02.05	12.07	26.08	137
Різниця	-19	-13	-4	-14	+4
Донецька область					
1986-2005	09.05	22.05	19.07	14.09	129
<i>Сценарій RCP4.5</i>					
2021-2050	25.04	10.05	14.07	22.08	119
Різниця	-14	-12	-5	-23	-10
<i>Сценарій RCP8.5</i>					
2021-2050	22.04	08.05	08.07	14.08	114
Різниця	-17	-14	-11	-30	-15
Луганська область					
1986-2005	08.05	21.05	25.07	11.10	157
<i>Сценарій RCP4.5</i>					
2021-2050	30.04	16.05	23.07	13.09	136
Різниця	-8	-5	-2	-28	-21
<i>Сценарій RCP8.5</i>					
2021-2050	28.04	13.05	21.07	10.09	135
Різниця	-10	-8	-4	-31	-22

Відповідно змістяться і строки появи сходів. Сходи соняшнику за середніми багаторічними даними базового періоду спостерігалися в Дніпропетровській області 15 травня, а в Донецькій і Луганській – 22 і 21 травня відповідно. 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 в Дніпропетровській, на 12-14 днів – в Донецькій і на 5-8 днів – в Луганській областях.

Наступна за сходами фаза цвітіння, що характеризує закінчення періоду листяутворення та утворення суцвіть, за обома сценаріями в усіх розглянутих областях очікується близькою до середніх багаторічних. Відчутніші відхилення спостерігатимуться у Донецькій області (на 5-11 днів раніше). Відмінність у термінах настання цвітіння за сценаріями буде спостерігатись у Донецькій області, де за сценарієм *RCP4.5* воно наставатимуть раніше середніх багаторічних на 5 днів, а за сценарієм *RCP8.5* на 11 днів.

Збиральна стиглість насіння соняшнику за середніми багаторічними даними базового періоду спостерігалась в Дніпропетровській 10 вересня, у Донецькій – 14 вересня, а в Луганській – 11 жовтня. За сценаріями зміни клімату *RCP4.5* і *RCP8.5* відхилення термінів сходів очікуються за обома сценаріями і наставатимуть раніше середніх багаторічних на 11-14 днів в Дніпропетровській, відчутніші відхилення спостерігатимуться в Донецькій (на 23-30 днів) і в Луганській (на 28-31 днів).

В наслідок зміщення термінів настання фаз розвитку соняшнику в бік більш ранніх тривалість періоду його вегетації в Дніпропетровській області (на 2-4 дні раніше) мало відрізнятимуться від середньої багаторічної. Відчутніші відхилення спостерігатимуться у Донецькій (на 10-15 днів раніше) і в Луганській (на 21-22 дні раніше) областях.

4.2.2 Оцінка агрокліматичних умов вирощування соняшнику

Зміни клімату впливатимуть на агрокліматичні умови вирощування соняшнику (табл. 4.2)

В період від сходів до цвітіння простежується зростання **середньої температури повітря** за середніми багаторічними значеннями від 19,3°C в Дніпропетровській і Донецькій областях до 20,0°C в Луганській області (табл.4.2).

За сценарієм зміни клімату *RCP4.5* в цей період середня температура коливатиметься від 17,9 °C в Дніпропетровській до 19,0 °C в Донецькій і Луганській областях. Розрахунки за сценарієм показують, що в цей період очікується середня температура нижче базової на -1,4°C в Дніпропетровській , на -0,3 °C – в Донецькій, а в Луганській вона буде нижчою середніх багаторічних значень на -1,0 °C.

Середня температура повітря за сценарієм зміни клімату *RCP8.5* в період сходи - цвітіння коливатиметься від 18,1°C в Донецькій до 19,1°C в Луганській (табл.4.2). В Дніпропетровській області середня температура зменшиться від базовій на 1,1°C, в Донецькій на 1,2°C, а в Луганській на -0,9°C.

Сума опадів в період від сходів до цвітіння за середніми багаторічними даними коливалася: в Дніпропетровській - 96 мм, в Донецькій - 141 мм, а в Луганській – 132 мм.

За сценарієм зміни клімату *RCP4.5* кількість опадів від сходів до цвітіння збільшиться в Дніпропетровській на 15 %, а Донецькій і Луганській областях спостерігатиметься зменшення опадів (на 43%).

Сума опадів від сходів до цвітіння за сценарієм *RCP8.5* в Дніпропетровській області, як за сценарієм *RCP4.5* спостерігатиметься збільшення опадів (на 15%). В Донецькій і Луганській областях як і за першим сценарієм кількість опадів також зменшиться, але в Донецькій

більше (на 50 %), а в Луганській менше і буде нищю від середніх багаторічних сум на 34%.

Сумарне випаровування за сценаріями змін клімату *RCP4.5* за цей період вегетації в Дніпропетровській і Луганській областях зменшиться на 9 % і 5 відповідно. В Донецькій сумарне випаровування практично не зміниться (зросте на 1 %).

За сценарієм зміни клімату *RCP8.5* зменшення очікується в Дніпропетровській області 6%, в Луганській сумарне випаровування практично не зміниться (менше на 2 %), а в Донецькій області зросте на 6%.

За результатами розрахунків за сценарієм *RCP4.5* в період від сходів до цвітіння випаровуваність в Східному Степу (у всіх областях) в порівнянні з базовим збільшиться на 4...8 %. Найбільша випаровуваність спостерігатиметься в Донецькій області (на 8%).

за сценарієм *RCP8.5* за цей період випаровуваність в Дніпропетровській області збільшиться на 11 % в порівнянні з базовим, в Луганській – на 4 % , а в Донецькій випаровуваність зменшиться на 5% (табл.4.2).

За середніми багаторічними значеннями **вологозабезпеченість** посівів соняшнику від сходів до цвітіння коливалась від 0,70 відн. од в в Дніпропетровській області до 0,49...0,50 відн. од. в Донецькій і Луганській областях. За умов реалізації сценарію *RCP4.5* вологозабезпеченість посівів соняшнику зменшиться в Дніпропетровській області на 13 %. В Донецькій вологозабезпеченість за цим же сценарієм зменшиться на 6 % , а в Луганській – на 10 %.

Вологозабезпеченість від сходів до цвітіння за сценарієм *RCP8.5* зменшиться в порівнянні з базовим періодом в Дніпропетровській області на 16 %., в Луганській – на 6 % , а в Донецькій вологозабезпеченість за цим же сценарієм залишиться без змін.

Таблиця 4.2 – Агрокліматичні умови вирощування соняшнику за середньо багаторічними даними (1986-2005 рр.) та сценаріями зміни клімату RCP4.5 і RCP8.5. Східний Степ

Кліматичний період	Міжфазний період										Вегетаційний період	
	Сходи - цвітіння					Цвітіння - збиральна стиглість						
	середня температура, °С	сума опадів, мм	сумарне випаровування, мм	випаровуванність, мм	Вологозабезпеченість, відн.од	середня температура, °С	сума опадів, мм	сумарне випаровування, мм	випаровуванність, мм	Вологозабезпеченість, відн.од	сума опадів, мм	вологозабезпеченість, відн.од
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Дніпропетровська область												
1986-2005	19,3	96	193	277	0,70	20,6	89	89	281	0,32	185	0,51
<i>Сценарій RCP4.5</i>												
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%
<i>Сценарій RCP8.5</i>												
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%
Донецька область												
1986 – 2005	19,3	141	175	356	0,49	19,3	95	136	378	0,36	236	0,27
<i>Сценарій RCP4.5</i>												
2021-2050	19,0	81	177	386	0,46	23,0	20	65	421	0,15	101	0,17
Різниця	-0,3	-43%	+1%	+8%	-6%	+3,7	-79%	-53%	+11%	-58%	-57%	-38%
<i>Сценарій RCP8.5</i>												
2021-2050	18,1	71	186	338	0,49	24,0	18	67	411	0,16	89	0,30
Різниця	-1,2	-50%	+6%	-5%	0%	+4,7	-81%	-51%	+9%	-56%	-62%	+11%

Продовження табл. 4.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Луганська область												
1986 – 2005	20,0	132	198	397	0,50	16,6	114	128	388	0,33	246	0,42
<i>Сценарій RCP4.5</i>												
2021-2050	19,0	78	189	425	0,45	19,9	39	71	452	0,16	117	0,30
Різниця	-1,0	-43%	-5%	+7%	-10%	+3,3	-66%	-45%	+16%	-52%	-52%	-29%
<i>Сценарій RCP8.5</i>												
2021-2050	19,1	87	195	412	0,47	20,7	34	74	450	0,16	121	0,31
Різниця	-0,9	-34%	-2%	+4%	-6%	+4,1	-70%	-42%	+12%	-52%	-51%	-26%

В період від цвітіння до збиральної стиглості простежується зменшення середньої температури повітря за середніми багаторічними значеннями з заходу на схід від 20,6°C в Дніпропетровській області до 16,6°C в Луганській області.

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 по всіх досліджуваних областях і буде вищою в Дніпропетровській області на 1,2°C за обома сценаріями, в Донецькій на 3,7 °C і 4,7°C, та в Луганській на 3,3°C і 4,1°C відповідно.

В період від цвітіння до збиральної стиглості (табл. 4.2) простежується збільшення кількості опадів за середніми багаторічними значеннями з заходу на схід від 89 мм в Дніпропетровській області до 114 мм в Луганській. За обома сценаріями *RCP4.5* і *RCP8.5* сума опадів по всіх областях в період від цвітіння до збиральної стиглості по відношенню до середньо багаторічних значень дуже значно зменшиться: на 60 % і 56 % в Дніпропетровській області, на 79 % і 81 % в Донецькій та на 66 % і 70 % в Луганській відповідно.

Сумарне випарування в період від цвітіння до збиральної стиглості за середніми багаторічними значеннями коливалось від 89 мм в Дніпропетровській області до 136 мм в Донецькій.

За сценарієм змін клімату *RCP4.5* сумарне випарування зменшиться в Дніпропетровській області на 19 %, в Донецькій на 53 %, в Луганській – на 45 %.

Сумарне випарування за сценарієм змін клімату *RCP8.5* ще більше зменшиться в порівнянні зі середніми багаторічними значеннями в Дніпропетровській області і становитиме 67 мм. У Донецькій і Луганській областях буде практично на рівні сумарного випарування сценарію *RCP4.5* і становитиме 67 мм і 74 мм відповідно.

За результатами розрахунків від цвітіння до збиральної стиглості випаровуваність за сценарієм зміни клімату *RCP4.5* збільшиться в Дніпропетровській області на 7 %, а в Донецькій – на 11 %. Збільшиться випаровуваність і в Луганській області але на 16% (табл.4.2).

Випаровуваність в період від цвітіння до збиральної стиглості за сценарієм *RCP8.5* найбільшою очікується в Луганській області до 450 мм (на 12 %). В Донецькій області випаровуваність зросте на 9 %, а в Дніпропетровській на 5% в порівнянні з базовим значенням.

Вологозабезпеченість посівів соняшнику від цвітіння до збиральної стиглості за середніми багаторічними значеннями коливалась від 0,32 відн.од в Дніпропетровській області до 0,36 відн. од. в Донецькій. За умов реалізації сценарію *RCP4.5* за період 2021 – 2050 рр. вологозабезпеченість зменшиться в Дніпропетровській області до 0,24 відн.од., а в Донецькій до 0,15 відн. од. В Луганській вологозабезпеченість зменшиться до 0,16 відн. од., що на 52 % менше від середньо багаторічного значення.

За сценарієм *RCP8.5* вологозабезпеченість в усіх областях зменшиться: в Дніпропетровській на 28 % від середньо багаторічного значення, в Донецькій на 56 %, а в Луганській , як і за сценарієм *RCP4.5* на 52 %.

За період вегетації від сходів до збиральної стиглості кількість опадів за умов реалізації сценарію зміни клімату *RCP4.5* зменшиться в Дніпропетровській на 21 %, а в Донецькій і Луганській на 57 % і 52 % відповідно.

За умов реалізації сценарію *RCP8.5* сума опадів за період вегетації від сходів до збиральної стиглості в усіх областях зменшиться: в Дніпропетровській на 19 %, в Донецькій – на 62 %, в Луганській – на 51%.

За результатами розрахунків вологозабезпеченість за умов реалізації сценарію *RCP4.5* за період вегетації від сходів до збиральної стиглості збільшиться в Дніпропетровській на 4%. Вологозабезпеченість в Донецькій області зменшиться на 38 %, а в Луганській очікуватиметься зменшся на 29 % (табл.4.2).

За умов реалізації сценарію *RCP8.5* вологозабезпеченість збільшиться в Донецькій області на 11%. Зменшення вологозабезпеченості спостерігатимуться в Дніпропетровській області на 20 % і в Луганській на 26 %.

4.2.3 Оцінка 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 [6].

Розподіл цих показників у Східному Степу по адміністративних районах: Дніпропетровській області, Донецькій області, Луганській 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.4.3).

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

- базовий період (1986 – 2005 рр.);
- кліматичні умови розрахункового періоду за сценарієм *RCP4.5* за період 2021 – 2050 рр.;
- 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 CO_2 в атмосфері .

Динаміка площі листя та загальної біомаси наводиться на рис. 4.1 – 4.3.

За результатами розрахунків площа листя (табл. 4.3 та рис. 4.1- 4.3) в період максимального розвитку в середньому за базовий період коливалась від $2,7 \text{ м}^2/\text{м}^2$ в Дніпропетровській області до $1,4 \text{ м}^2/\text{м}^2$ в Луганській. У варіанті «клімат» за сценарієм *RCP4.5* видно, що відбудеться збільшення площі листя до $1,5 \text{ м}^2/\text{м}^2$ у Донецькій області, у Луганській зменшення до $1,3 \text{ м}^2/\text{м}^2$, а в Дніпропетровській площа листя дорівнюватиме базовій.

Розрахунки за варіантом «клімат + CO_2 » вказують на збільшення площі листя в порівнянні із її середнім багаторічним значенням і в порівнянні з варіантом «клімат», а саме: в Дніпропетровській до $2,9 \text{ м}^2/\text{м}^2$, в Донецькій до $1,6 \text{ м}^2/\text{м}^2$. В Луганській за варіантом «клімат + CO_2 » площа листя дорівнюватиме базовій.

За реалізації сценарію *RCP8.5* у варіантах «клімат» і «клімат + CO_2 » розрахунки показують, що в Дніпропетровській області відбудеться зменшення площі листя в порівнянні із середніми багаторічними значеннями та значеннями першого сценарію ($2,2 \text{ м}^2/\text{м}^2$ і $2,3 \text{ м}^2/\text{м}^2$). В Донецькій області відбудеться збільшення площі листя в порівнянні із середніми багаторічними значеннями та значеннями першого сценарію до $1,9 \text{ м}^2/\text{м}^2$ і $2,1 \text{ м}^2/\text{м}^2$ відповідно. В Луганській площі листя в порівнянні із середніми багаторічними значеннями та значеннями першого сценарію буде дорівнюватиме як базовій, так і значенням першого сценарію. (рис. 4.1-4.3).

Таким чином, за умови реалізації будь-якого із сценаріїв змін клімату в підзоні Східного Степу очікується інтенсивність формування площі асимілюючої поверхні на рівні середній багаторічній. І лише в разі реалізації сценарію *RCP8.5* в Дніпропетровській і Донецькій областях формування площі листя очікується більш інтенсивне.

Таблиця 4.3 – Порівняння показників фотосинтетичної продуктивності соняшнику за середніми багаторічними даними (1986-2005 рр.) та сценаріями зміни клімату *RCP4.5* і *RCP8.5*. Східний Степ

Кліматичний період	Варіант	Показники фотосинтетичної продуктивності в період максимального розвитку			Суша біомаса, г/м ²	Фотосинтетичний потенціал, м ² /м ²
		Площа листя, м ² /м ²	*ЧПФ, г/м ² дек	Приріст маси, г/м ² · дек		
Дніпропетровська область						
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
Донецька область						
1986-2005	Базовий	1,4	78	106	465	106
<i>Сценарій RCP4.5</i>						
2021-2050	Клімат	1,5	54	77	311	102
	Клімат + CO ₂	1,6	57	86	343	109
<i>Сценарій RCP8.5</i>						
2021-2050	Клімат	1,9	52	96	396	126
	Клімат + CO ₂	2,1	55	115	465	141
Луганська область						
1986-2005	Базовий	1,4	70	92	438	109
<i>Сценарій RCP4.5</i>						
2021-2050	Клімат	1,3	41	52	246	106
	Клімат + CO ₂	1,4	42	58	271	113
<i>Сценарій RCP8.5</i>						
2021-2050	Клімат	1,3	43	54	252	105
	Клімат + CO ₂	1,4	45	64	293	116

*ЧПФ – Чиста продуктивність фотосинтезу

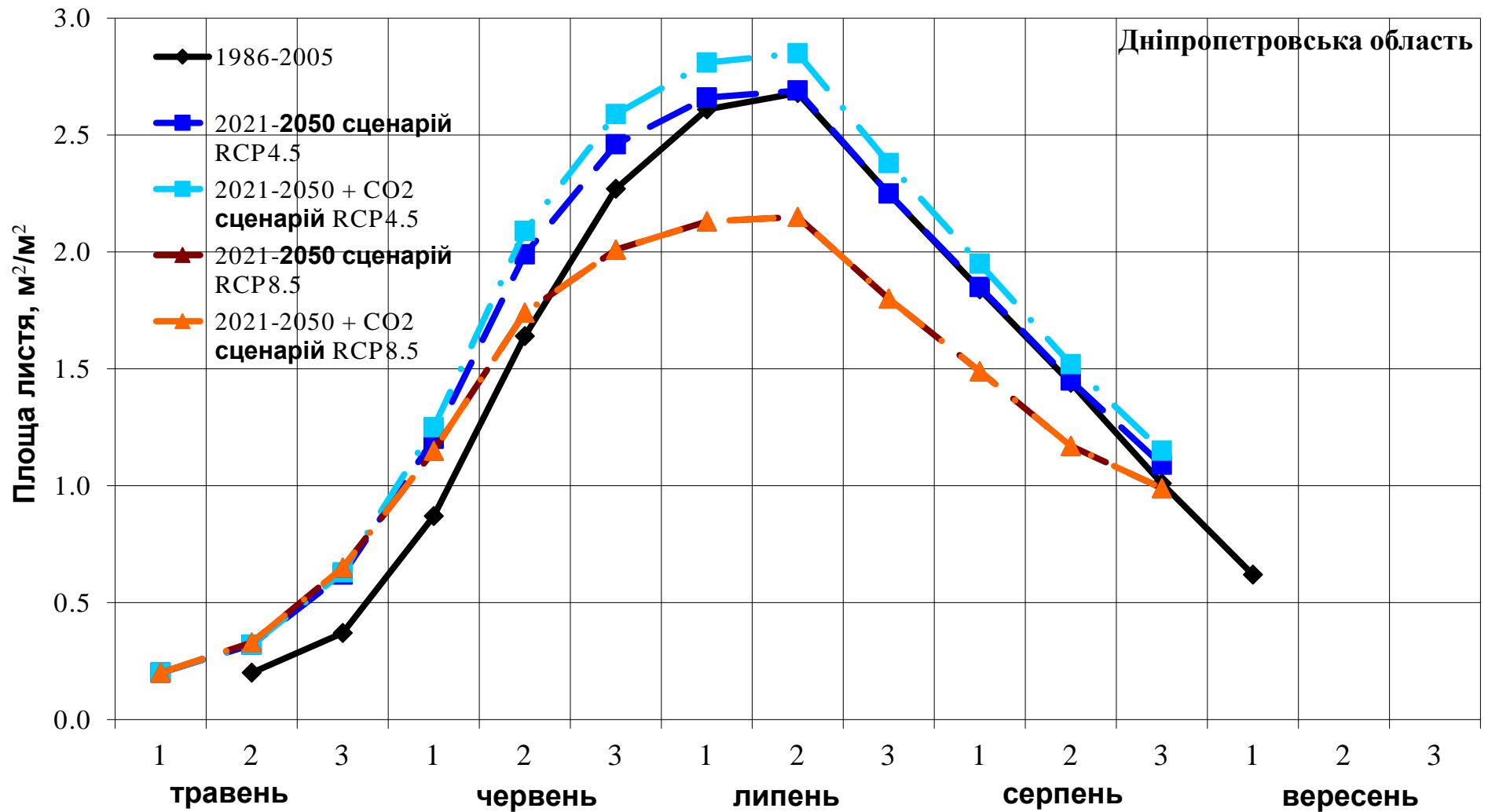


Рисунок 4.1 – Динаміка площі листя соняшнику за середньо багаторічними даними (1986-2005 рр.) та за сценаріями змін клімату *RCP4.5* і *RCP8*. Дніпропетровська область.

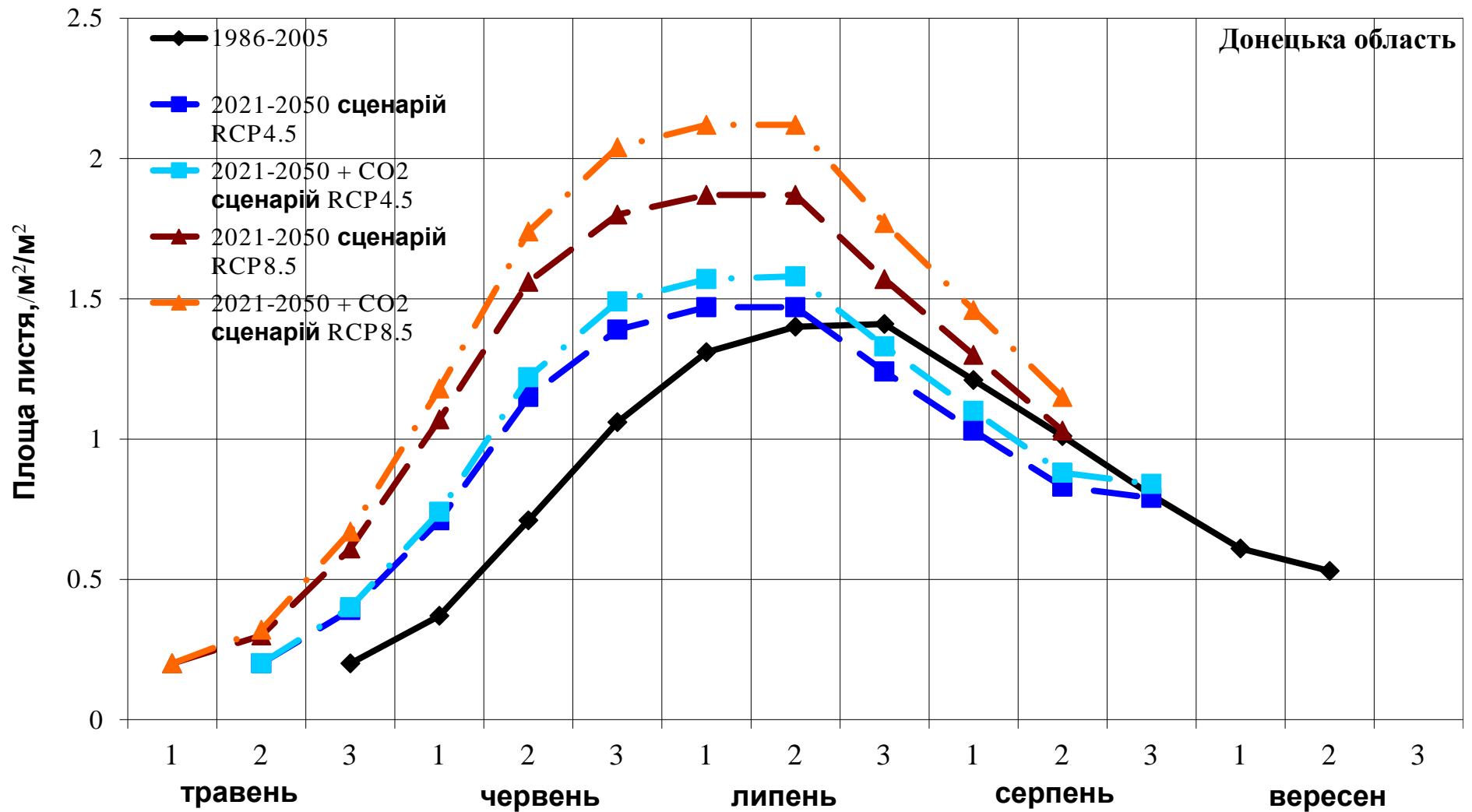


Рисунок 4.2 – Динаміка площі листя соняшнику за середньо багаторічними даними (1986-2005 рр.) та за сценаріями змін клімату *RCP4.5* і *RCP8*. Донецька область.

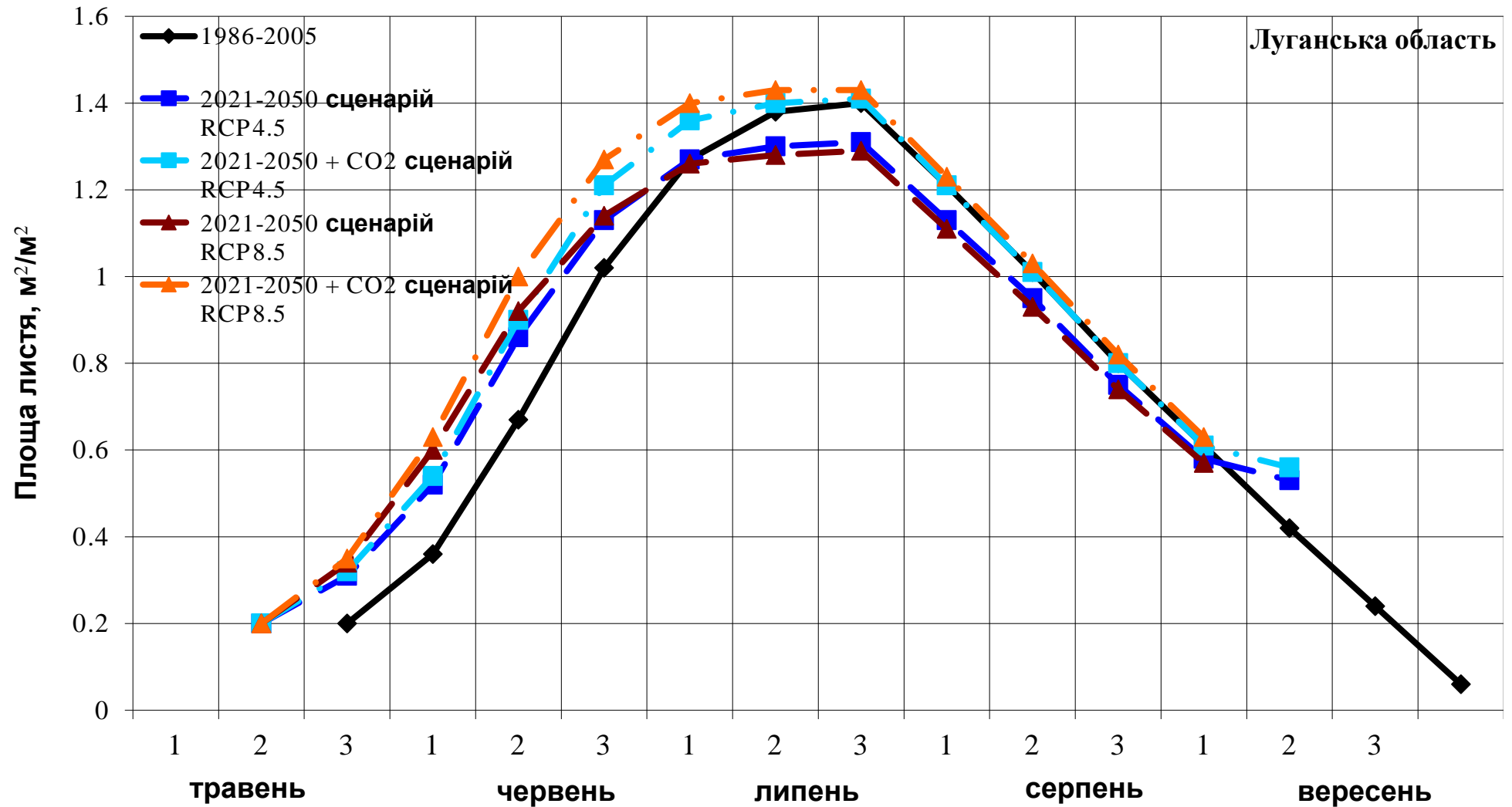


Рисунок 4.3 – Динаміка площі листя соняшнику за середньо багаторічними даними (1986-2005 рр.) та за сценаріями змін клімату *RCP4.5* і *RCP8*. Луганська область.

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. 4.3, а її динаміка впродовж періоду вегетації на рис. 4.4 – 4.6.

Середні багаторічні значення сухої маси соняшнику в базовий період змінювались від 756 г/м² у Дніпропетровській області, поступово зменшувались на сход і в Луганській області становили 438 г/м².

Розрахунки сухої маси за сценаріями *RCP4.5* і *RCP8.5* показують, що суха маса зменшуватиметься в усіх варіантах в Дніпропетровській і Луганській області та за сценарієм *RCP4.5* у Донецькій області, а за сценарієм *RCP8.5* у Донецькій області збільшуватимуться.

Розглянемо темпи збільшення та зменшення сухої маси в різних областях за обома сценаріями змін клімату за варіантами.

Так, в разі реалізації сценарію *RCP4.5* у варіанті «клімат» зменшення буде в Дніпропетровській на 7%, в Донецькій значніше на 32 %, а в Луганській області буде ще значніше на 44 %. У розрахунках за цим же сценарієм у варіанті «клімат + CO₂» буде збільшення біомаси в порівнянні з варіантом «клімат» і становитиме відповідно 757 г/м², 343 г/м² і 271 г/м², але тільки в Дніпропетровській області суха біомаса дорівнюватиме середньої багаторічної (0%), а в Донецькій і Луганській областях очікується зменшення на 27 % і 39 % відповідно (рис. 4.4 – 4.6).

За реалізації сценарію *RCP8.5* розрахунки за варіантом «клімат» теж показують зменшення сухої маси рослин у порівнянні із середніми багаторічними у Дніпропетровській на 25%, у Донецькій на 15%. Особливо відчутне це зменшення в Луганській області (на 43%). В Дніпропетровській і областях очікується зменшення сухої маси більш значніше (на 25%), а в Донецькій навпаки менш значніше ніж в за сценарієм *RCP4.5* (15%). В Луганській області зменшення сухої біомаси в порівнянні з середньо багаторічними дорівнюють зменшенню першого сценарію (на 43%) і встановлятимуть 252 г/м².

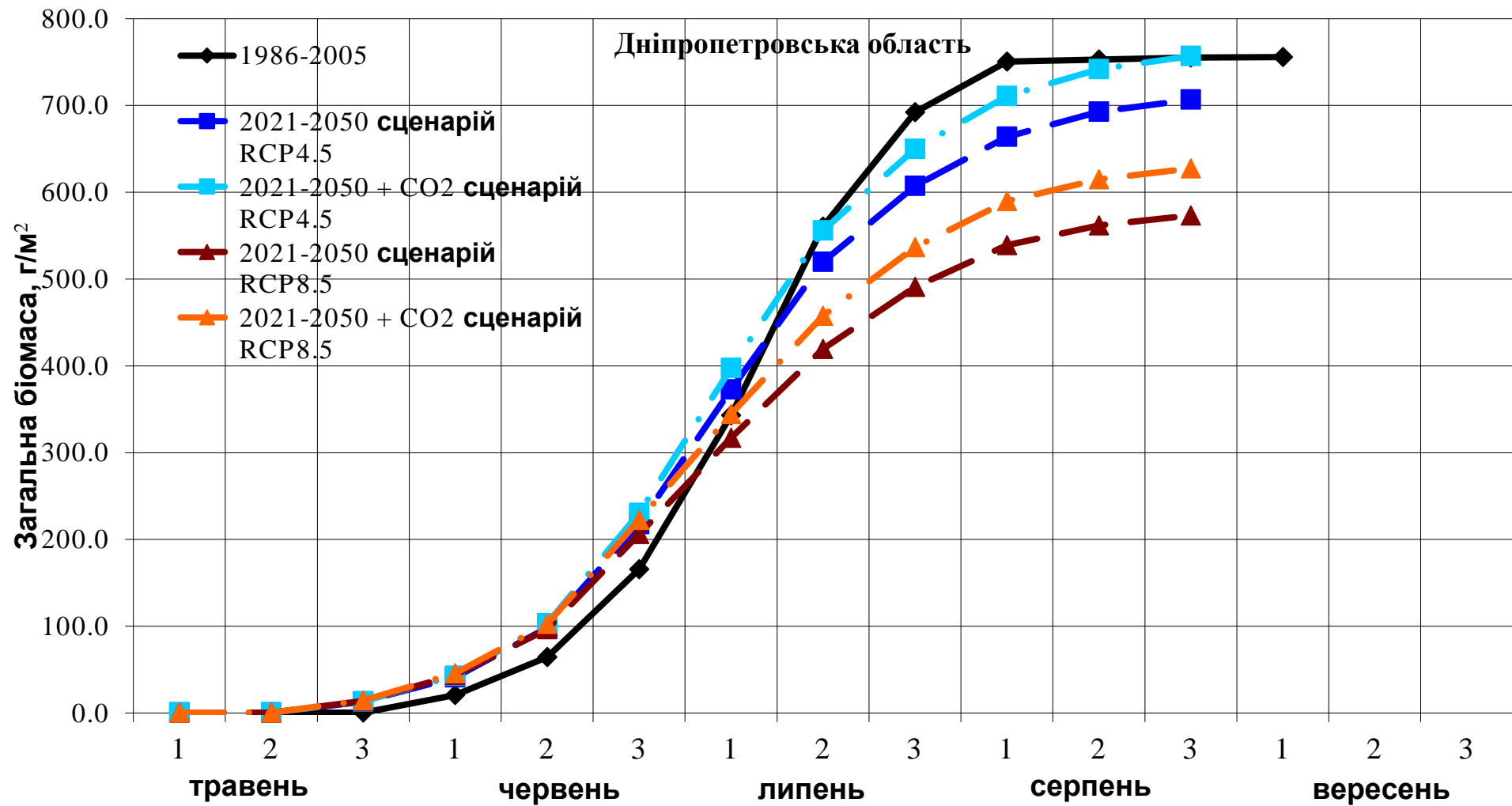


Рисунок 4.4 – Динаміка сухої маси соняшнику за середньо багаторічними даними (1986-2005 рр.) та за сценаріями зміни клімату *RCP4.5* і *RCP8.5*. Дніпропетровська область.

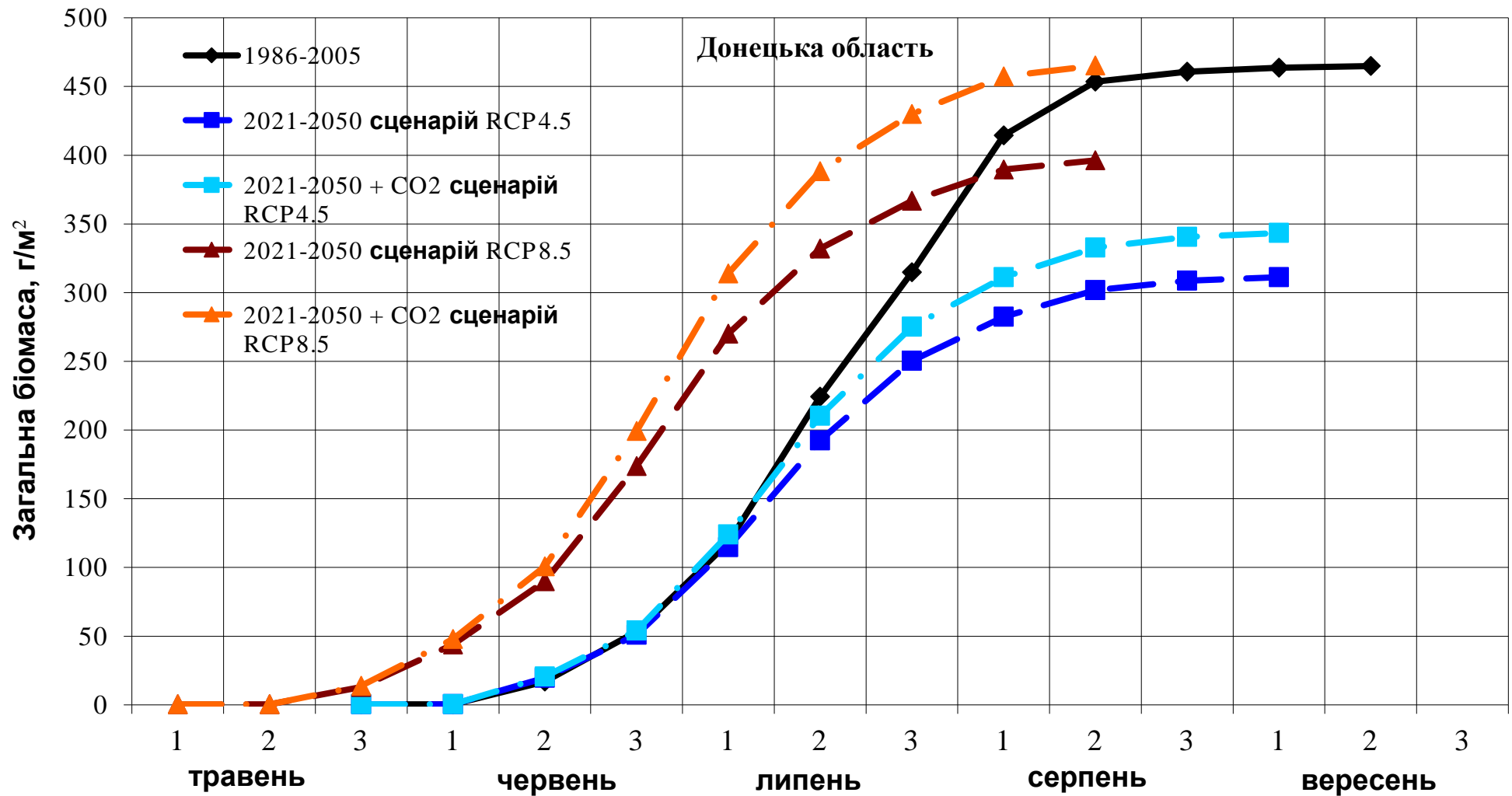


Рисунок 4.5 – Динаміка сухої маси соняшнику за середньо багаторічними даними (1986-2005 рр.) та за сценаріями зміни клімату *RCP4.5* і *RCP8.5*. Донецька область.

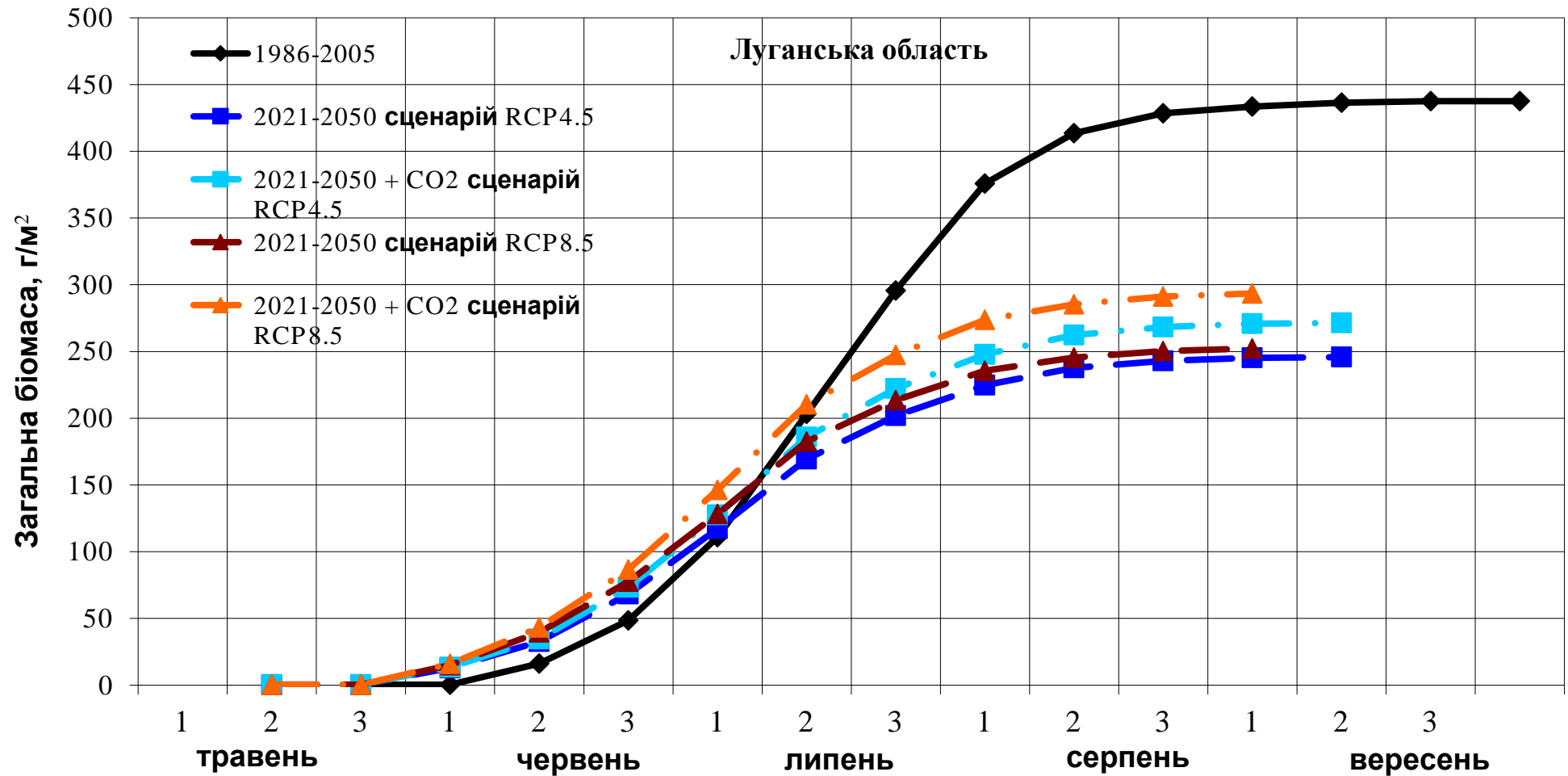


Рисунок 4.6 – Динаміка сухої маси соняшнику за середньо багаторічними даними (1986-2005 рр.) та за сценаріями зміни клімату *RCP4.5* і *RCP8.5*. Луганська область.

У варіанті «клімат + CO₂» очікується збільшення біомаси в порівнянні з варіантом «клімат», але в порівнянні з середньо багаторічними спостережатимуться зменшення в Дніпропетровській на 17%, в Луганській на 33%. Лише в Донецькій області очікується біомаса, що буде дорівнювати середньої багаторічної (табл. 4.2, рис. 4.4 – 4-6).

Із змінами площі листя, сухої маси рослин відповідно змінюватиметься і значення фотосинтетичного потенціалу соняшнику (табл. 4.3 і рис. 4.7-4.9).

За базовий період значення фотосинтетичного потенціалу були найменшими в Донецькій області і становили 106 м²/м², найбільшими – в Дніпропетровській – 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 в усіх досліджуваних областях буде різною.

Так, ріст фотосинтетичного потенціалу очікується за обома сценаріями буде в Дніпропетровській області.

Значення фотосинтетичного потенціалу в Дніпропетровській області 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. 4.3, рис. 4.7). В Донецькій області фотосинтетичний потенціал як у варіанті «клімат» (на 4 % менше), так і у варіанті «клімат + CO₂» (на 3% більше) буде практично дорівнювати середньо багаторічному. Аналогічна тенденція буде спостерігатися і в Луганській області: у варіанті «клімат» на 3 % менше, а у варіанті «клімат + CO₂» на 4% більше.

Розрахунки фотосинтетичного потенціалу за сценарієм *RCP8.5* показали (табл. 4.3, рис. 4.8), що в Дніпропетровській області порівнянні із середніми багаторічними значеннями очікується зниження фотосинтетичного потенціалу у варіанті «клімат» 15 %, «клімат + CO₂» - 8 %.

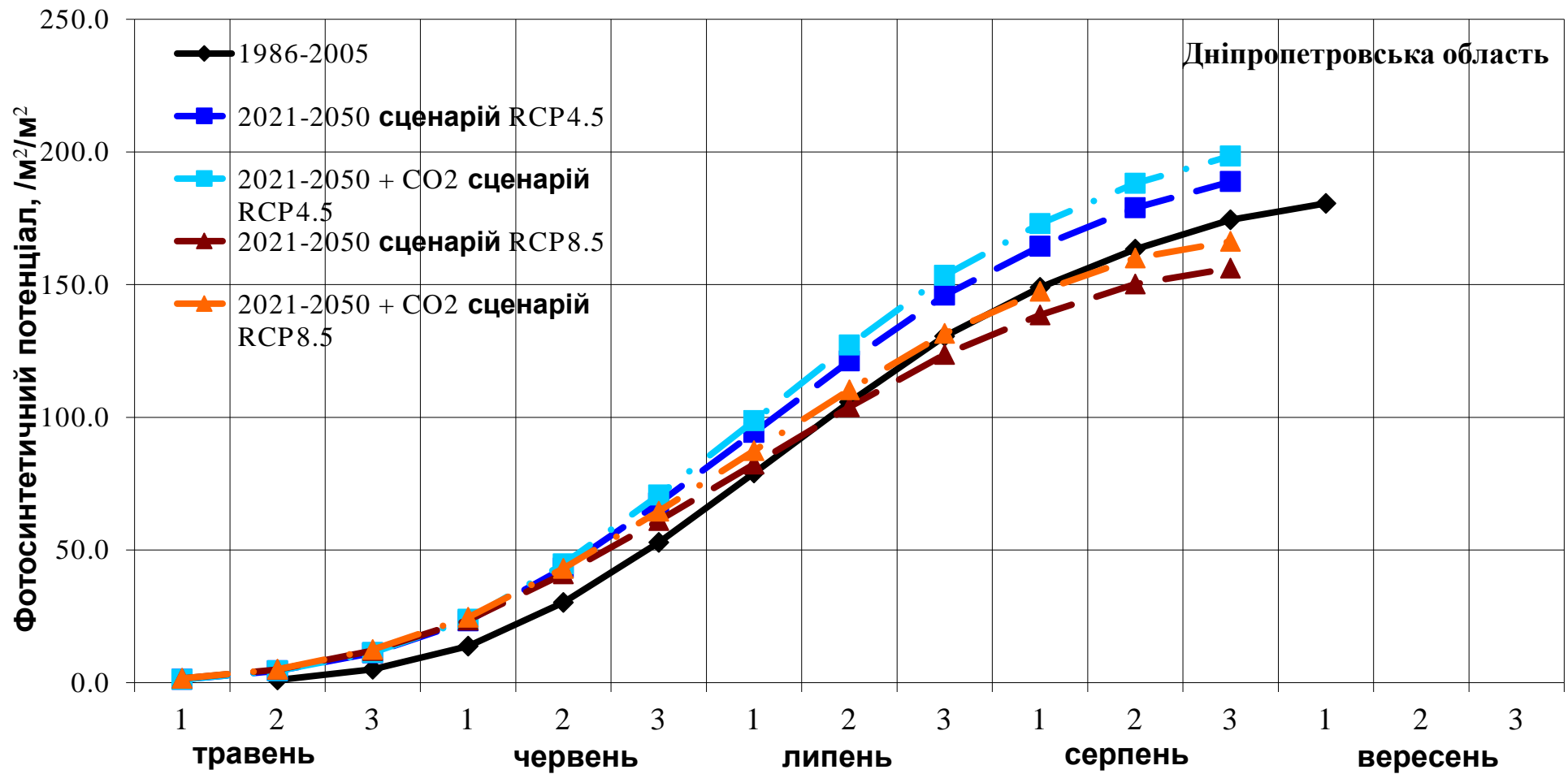


Рисунок 4.7 – Фотосинтетичний потенціал соняшнику за середньо багаторічними даними (1986-2005 рр.) та за сценаріями зміни клімату *RCP4.5* і *RCP8.5*. Дніпропетровська область.

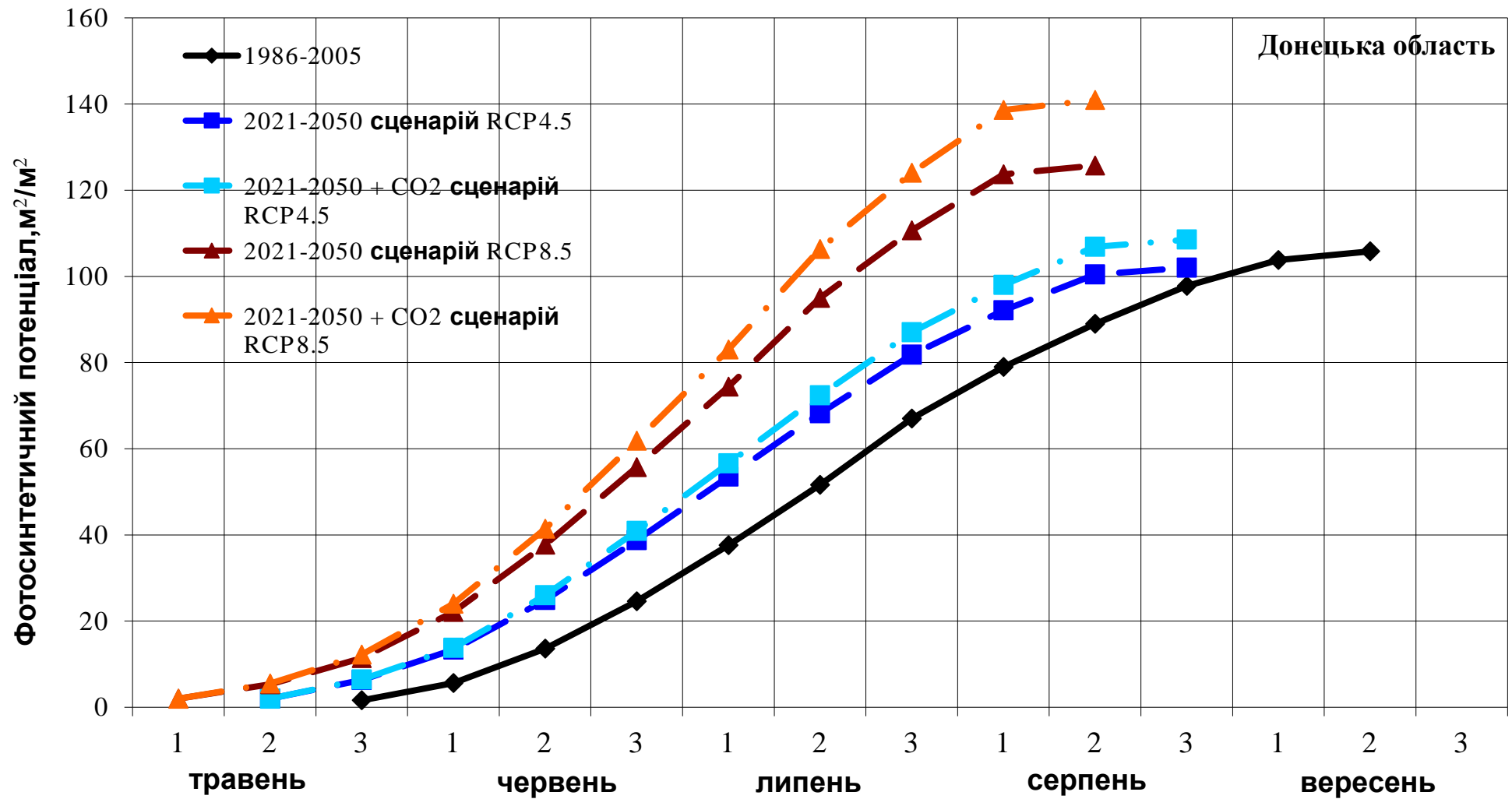


Рисунок 4.8 – Фотосинтетичний потенціал соняшнику за середньо багаторічними даними (1986-2005 рр.) та за сценаріями зміни клімату *RCP4.5* і *RCP8.5*. Донецька область.

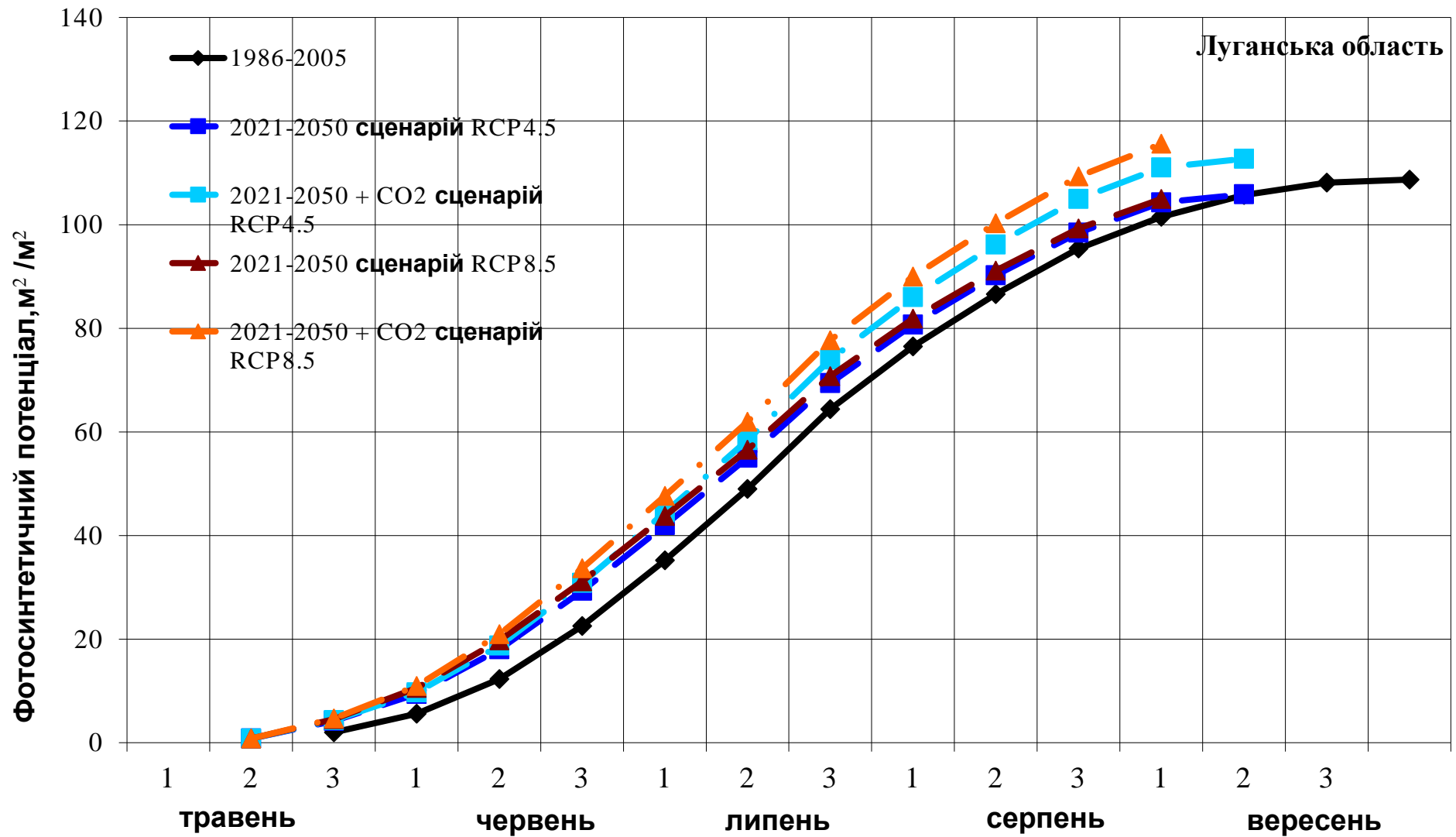


Рисунок 4.9 – Фотосинтетичний потенціал соняшнику за середньо багаторічними даними (1986-2005 рр.) та за сценаріями зміни клімату *RCP4.5* і *RCP8.5*. Луганська область.

В Донецькій області середні багаторічні значення фотосинтетичного потенціалу найнижчі - $106 \text{ м}^2/\text{м}^2$, але ріст за розрахунками за сценарієм *RCP8.5* в обох варіантах буде становитиме відповідно 19 і 33%.

В Луганській області у варіанті «клімат» спостерігатимуться незначне але зменшення (на 4%) фотосинтетичного потенціалу, а у варіанті «клімат + CO_2 » очікується зростання на 6% (табл. 4.3, рис. 4.9).

Ще одним показником фотосинтетичної діяльності рослин є чиста продуктивність фотосинтезу. Найвищі значення чистої продуктивності фотосинтезу за середніми багаторічними даними спостерігались в Дніпропетровській області і становили $85 \text{ г}/\text{м}^2$. В Донецькій вона становила $78 \text{ г}/\text{м}^2$, а в Луганській області – $70 \text{ г}/\text{м}^2$ (табл.4.3, рис. 4.10-4.12).

В разі реалізації сценарію *RCP4.5* чиста продуктивність фотосинтезу у варіантах «клімат» та «клімат + CO_2 » в зменшиться в Дніпропетровській області на $19 \text{ г}/\text{м}^2$, якщо реалізується сценарій *RCP4.5*, то спостерігатиметься зменшення чистої продуктивності фотосинтезу в обох варіантах до 58 і $57 \text{ г}/\text{м}^2$.

В Донецькій області відбудеться зменшення чистої продуктивності фотосинтезу за обома сценаріями в обох варіантах. За сценарієм *RCP4.5* чиста продуктивність становитиме 54 і $57 \text{ г}/\text{м}^2$ відповідно, тобто на 24 і $21 \text{ г}/\text{м}^2$ нижче середнього багаторічного. За сценарієм *RCP8.5* вона зменшиться ще більше і становитиме відповідно 52 та $55 \text{ г}/\text{м}^2$, що на 26 та 23 $\text{г}/\text{м}^2$ менше, ніж середня багаторічна (табл.4.3, рис. 4.11).

В Луганській області чиста продуктивність фотосинтезу за сценарієм *RCP4.5* зменшиться в обох варіантах до 41 та $42 \text{ г}/\text{м}^2$, що нижче середньої багаторічної відповідно на 29 і $28 \text{ г}/\text{м}^2$. За сценарієм *RCP8.5* вона зменшиться до 43 і $45 \text{ г}/\text{м}^2$, що на 27 і $25 \text{ г}/\text{м}^2$ менше, ніж середня багаторічна (табл.4.3, рис. 4.12).

Таким чином, за обома сценаріями в усіх областях Східного Степу очікується значна зміна агрокліматичних умов росту, розвитку та формування продуктивності соняшнику. Оцінка коливань його урожайності

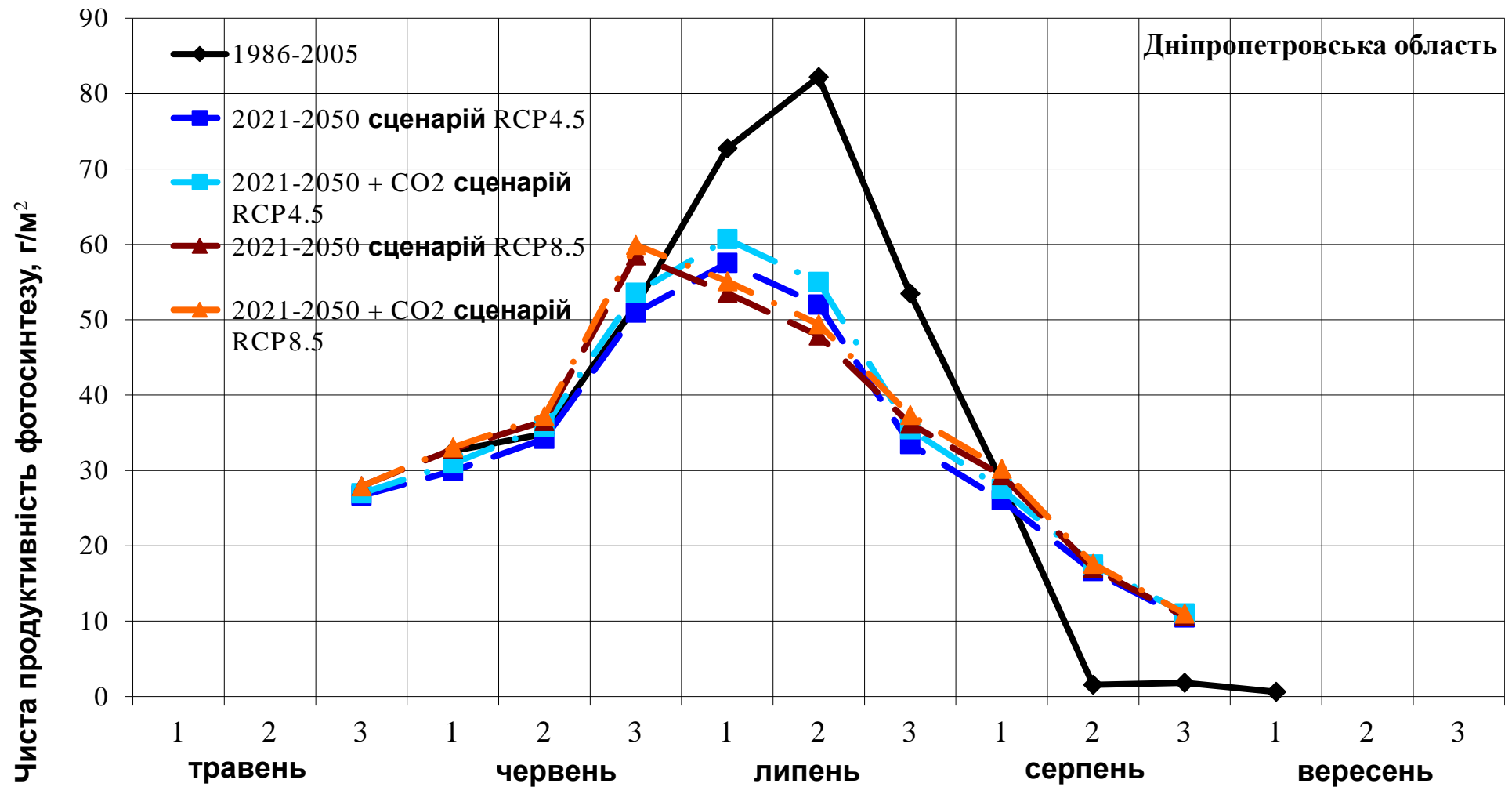


Рисунок 4.10 – Чиста продуктивність фотосинтезу соняшнику за середньо багаторічними даними (1986-2005 рр.) та за сценаріями зміни клімату *RCP4.5* і *RCP8.5*. Дніпропетровська область.

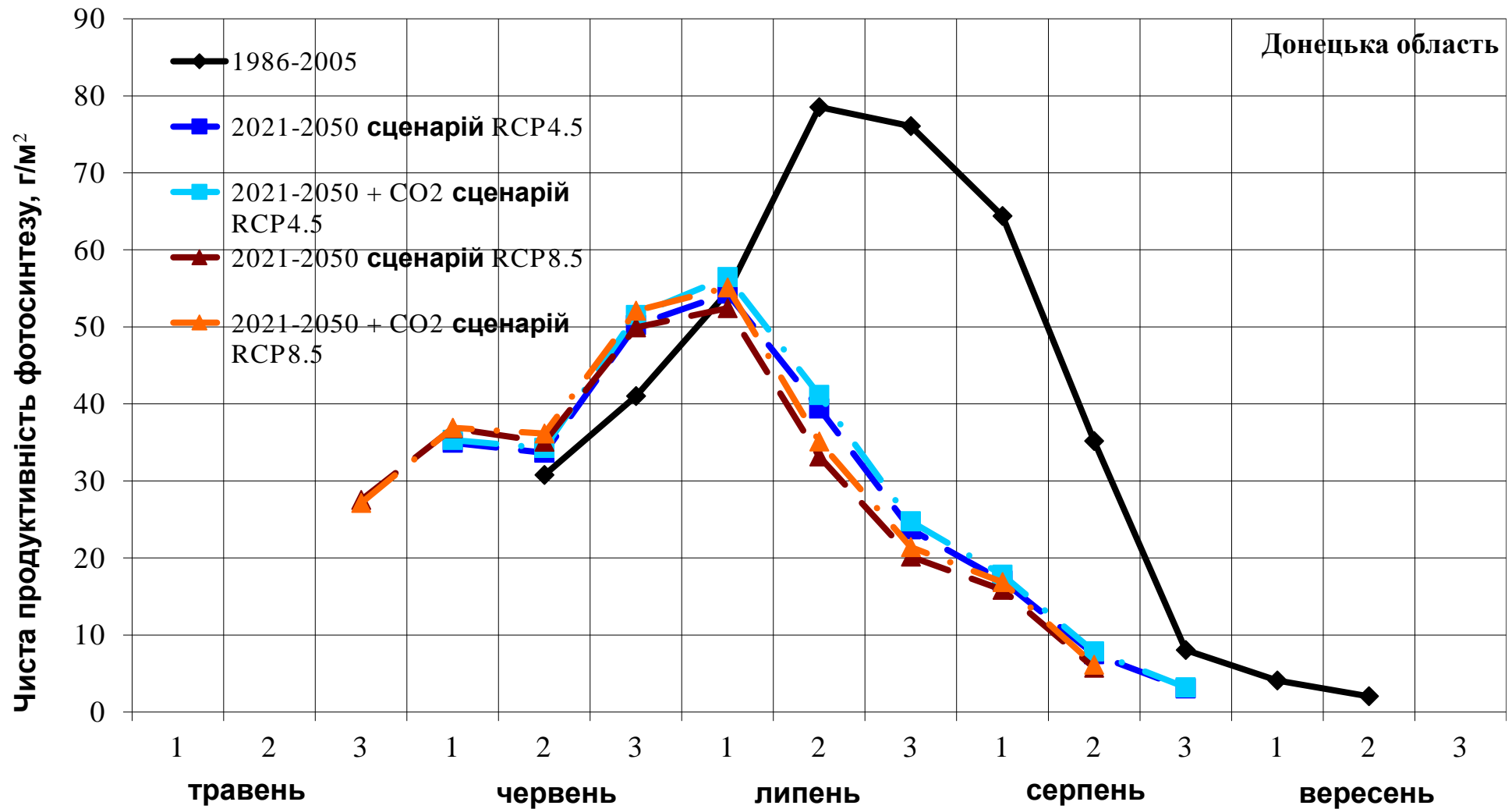


Рисунок 4.11 – Чиста продуктивність фотосинтезу соняшнику за середньо багаторічними даними (1986-2005 рр.) та за сценаріями зміни клімату *RCP4.5* і *RCP8.5*. Донецька область.

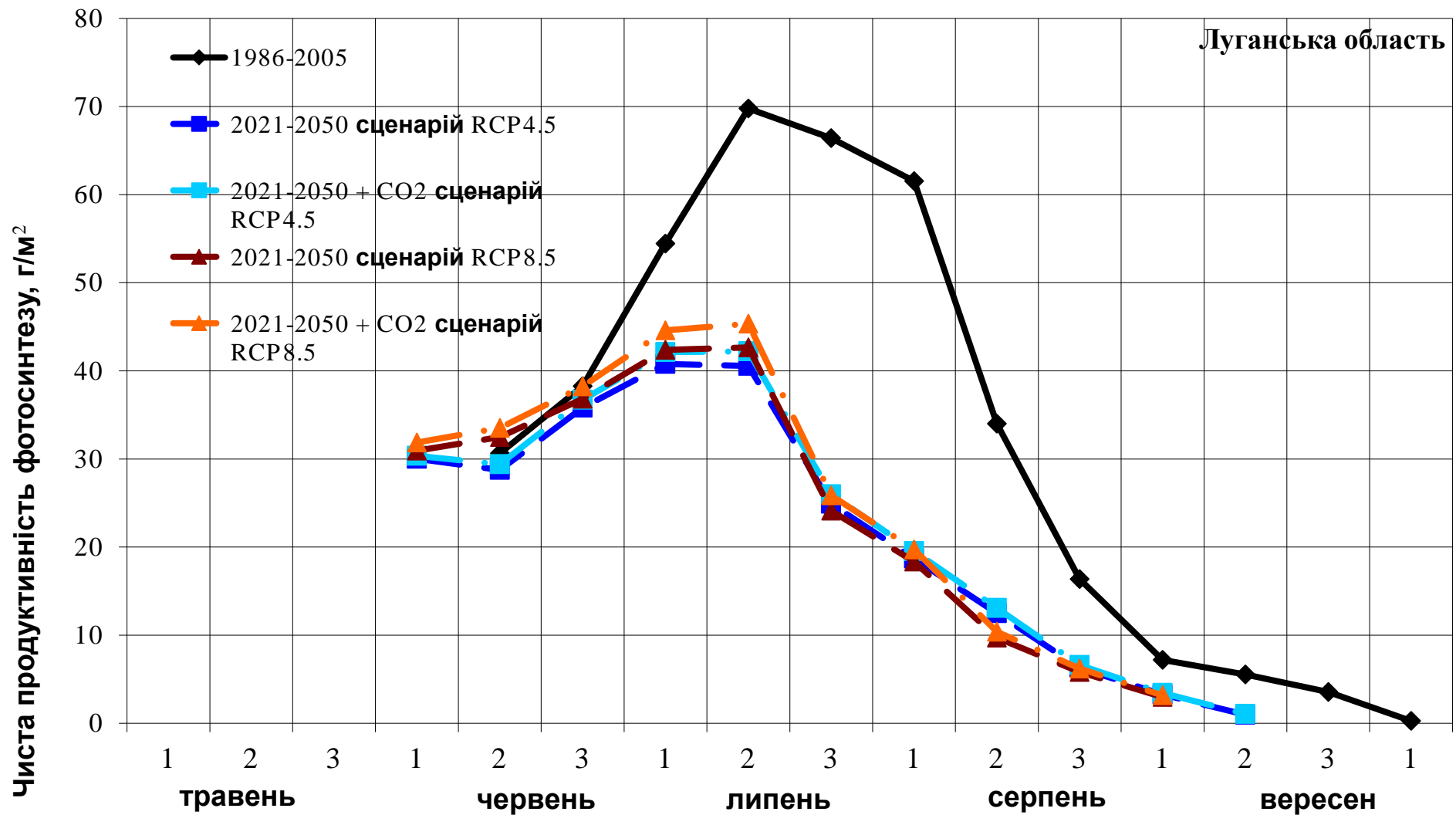


Рисунок 4.12 – Чиста продуктивність фотосинтезу соняшнику за середньо багаторічними даними (1986-2005 рр.) та за сценаріями зміни клімату *RCP4.5* і *RCP8.5*. Луганська область.

показала, що при зміні клімату за сценаріями *RCP4.5* та *RCP8.5* будуть складуватися взагалі сприятливі умови для вирощування соняшнику в Дніпропетровській області, в Донецькій та Луганській не дуже сприятливі умови, як за реалізації сценарію *RCP4.5*, так і за реалізації сценарію *RCP8.5*.

4.2.4 Оцінка ризиків недобору врожаю насіння соняшника в 2021-2050 рр. в Східному Степу України

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 Східному Степу були виконані розрахунки очікуваних ризиків недобору врожаю насіння соняшника за сценаріями змін клімату *RCP4.5* та *RCP8.5* (тал. 4.4, рис. 4.13 і 4.14).

Як показують розрахунки за сценарієм змін клімату *RCP4.5* (рис. 4.13) середні ризики недобору врожаю слід очікувати у Донецькій – 10,6 % та у Дніпропетровській – 12,8 % областях. Високі ризики до 17,2 % спостерігатимуться в Луганській області.

В разі реалізації сценарію *RCP8.5* (рис. 4.14) в Донецькій і Луганській областях повсюдно відбудуться високі ризики недобору врожаю (18,0 %). В Дніпропетровській також як і при реалізації сценарію *RCP4.5* спостерігатимуться середні ризики недобору врожаю, що становитиме 12,6 %.



Рисунок 4.13 – Розподіл очікуваних ризиків недобору врожаю насіння соняшнику (%) в Східному Степу України за сценарієм змін клімату *RCP4.5*.



Рисунок 4.14 – Розподіл очікуваних ризиків недобору врожаю насіння соняшнику (%) в Східному Степу України за сценарієм змін клімату *RCP8.5*.

Таблиця 4.4 – Очікувані ризики недобору врожаю насіння соняшника в 2021-2050 рр. за сценаріями змін клімату *RCP4.5* і *RCP8.5*.
Східний Степ

№ п/п	Область	Сценарій					
		<i>RCP4.5</i>			<i>RCP8.5</i>		
		Ризики недобору врожаю,		Серед. річне ГТК, від.од.	Ризики недобору врожаю,		Серед. річне ГТК, від.од.
		%	оцінка		%	оцінка	
1	Дніпропетровська	12,8	середні	0,7	12,6	середні	0,7
2	Луганська	17,2	високі	0,6	18,0	високі	0,5
3	Донецька	10,6	середні	0,7	18,0	високі	0,5

Примітка: (0-5% – низькі, 6-15% – середні, 16-25% – високі, >25% – значно високі)

ВИСНОВКИ

В роботі наведено теоретичні узагальнення досліджень формування продуктивності соняшнику під впливом агрокліматичних умов. Наведено рішення даної наукової задачі за допомогою методу математичного моделювання, а саме:

1. Вивчена технологія вирощування соняшнику. Оптимальний термін сівби соняшнику відносно короткий. Можна сіяти, коли температура ґрунту на глибині 5 см досягає 8°C . Поява сходів у великій мірі залежить від температури ґрунту. Необхідна сума температур від посіву до появи сходів становить $70 \dots 80^{\circ}\text{C}$. При оптимальному терміні посіву сходи з'являються через 10 ... 15 днів, при його недотриманні - через 20 і більше днів.
2. З літературних джерел встановлено, що оптимальна для фотосинтезу температура повітря становить 25°C , 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 CO_2 в атмосфері складає 380 р.р.м, очікувана дорівнює 470 і 520 р.р.м.
3. Вивчено модель водно-теплогового режиму та формування продуктивності соняшнику. Отримані параметри формування врожаю соняшнику на основі даних спостережень гідрометеорологічних та агрометеорологічних стацій і постів Східного Степу.
4. Виконано розрахунки та аналіз настання дат сівби та основних фаз розвитку соняшнику. В період з 1986 по 2005. Сівбу проводили в кінці квітня, на початку травня, в період з 2021 по 2050 сівба буде раніше на 8...15 днів раніше, тому й фази розвитку наставатимуть раніше. Тривалість вегетації в Дніпропетровській області значно не зміниться, в Донецькій та Луганській очікується скорочення на 10...15 і 21...22 дні, відповідно.
5. За результатами розрахунків проведено аналіз теплового режиму та теплозабезпеченості соняшнику. Очікувані погодні умови за обома

кліматичними сценаріями через зростання дефіциту вологи і внаслідок значного підвищення температури повітря в період дозрівання будуть менш сприятливими для вирощування соняшнику на сільськогосподарських угіддях Донецької та Луганської областей, на Дніпропетровщині агрокліматичні умови спостерігатимуться на рівні базових.

6. Визначено основні показники фотосинтетичної діяльності посівів соняшнику за агрокліматичних умов Східного Степу. Встановлено, що найменш продуктивні посіви очікуються у Луганській області як при реалізації сценарію RCP4.5, так і сценарію RCP8.5.

7. На основі методики розрахунку кліматичних ризиків при виробництві сільськогосподарських культур дана оцінка очікуваних ризиків недобору врожаю насіння соняшника в Східному Степу. Встановлено, що за сценарієм змін клімату RCP4.5 в Дніпропетровській та Донецькій області слід очікувати середні ризики недобору врожаю 13 і 11 % відповідно. В Луганській області відбудуться високі ризики до 17 %. В разі реалізації сценарію RCP8.5 високі ризики недобору врожаю – 18 % відбудуться в Донецькій та Луганській областях. В Дніпропетровській області як і за першим сценарієм спостерігатимуться 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 Донецькій області / Гол. ред. Т.І. Адаменко – Кам’янець-Подільський: ПП Радіонова Л.П., 2010. – 180 с.
3. Агрокліматичний довідник по Луганській області / Гол. ред. Ю.М. Власов – Луганськ: ТОВ «Віртуальна реальність», 2011. – 216 с.
4. Агрокліматичний довідник по території України. / За ред. Т.І. Адаменко, М.І. Кульбіді, А.Л. Прокопенко. – Кам’янець-Подільськ, 2011. – 107 с.
5. 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.
6. 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
7. Кліматичні зміни та їх вплив на сфери економіки України. / За ред. С.М. Степаненка, А.М. Польового. – Одеса: Вид. «ТЕС», 2015– 520 с.
8. Ляшенко Г.В. Агрокліматическое районирование Украины по условиям увлажнения // Метеорологія, кліматологія та гідрологія. – 2005. – Вип. 49. – С. 274 – 284.
9. Мельник Ю.С. Клімат и произрастание подсолнечника. – Л.: Гидрометеоздат, 1972. – 143с.
10. Мельник Ю.С. Состояние и перспективы развития методов агрометеорологических прогнозов урожайности подсолнечника // Труды ГМЦ СССР. – 1980. – Вып.214. С.87-98.
11. Мельник Ю.С., Тибуев Х.Х. Забелин В.Н. Методические основы прогноза средней обласной урожайности семян подсолнечника для территории Украины // Труды ГМЦ СССР, 1991, Вып.312. С.57-67.

12. 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.
13. 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.
14. Мурга Ю.С. Уточнение оптимальных значений температуры воздуха и осадков для подсолнечника по зонам УССР // Труды УкрНИГМИ. – 1976. – Вып. 151. – С. 44-51.
15. Польовий А.М. Моделювання гідрометеорологічного режиму та продуктивності агроєкосистем. – Одеса: «Екологія», 2013. – 430 с.
16. Подсолнечник / Научные труды ВАСХНИЛ Под общей редакцией академика В.С. Пустовойта - М.: Колос, 1975. - 591 с.
17. Проблеми і стратегія виконання Україною рамкової конвенції ООН про зміну клімату / В.Я. Шевчук, І.В. Трофимова, О.М. Трофимчук та ін. – К.: УІНСіРб, 2001. – 96 с.
18. Польовий А. М. Вплив антропогенних змін клімату на сільське господарство: конспект лекцій / А. М. Польовий. – Одеса : 2013. – 107 с.
19. Тибуев Х.Х. Моделирование влияния агрометеорологических условий на формирование продуктивности подсолнечника // Метеорология и гидрология, 1988, №10. С. 114-121.
20. Фадеев Л.В. Подсолнечник Украины – сегодня и завтра. // СПЕЦЭММ. – Харьков, 2013. – 128 с.
21. Цветок солнца (основы биологии и агротехники подсолнечника): монография / И.Д. Ткалич, Ю.И. Ткалич, С.Г. Рычик // под ред. док-ра с.-х. наук, проф. И.Д. Ткалича. – Днепропетровск, 2011. – 172 с.
22. Aguera F., Villalobos F. & Orgaz, F. (1997). Evaluation of sunflower (*Helianthus annuus*, L.) genotypes differing in early vigour using a simulation model. *European Journal of Agronomy* 7 (1-3), pp.109-118.

23. Anderson W.K., Smith R.C.G., Mc William J.R. A system approach to the adaptation of sunflower to new environments. I. Phenology and development // *Field Crops Research*. – 1978. V.1.P/141-152.
24. Brisson, N., Gary, C., Justes, E., Roche, R., Mary, B., Ripoche, D., Zimmer, D., Sierra, J., Bertuzzi, P., Burger, P., Bussi re, F., Cabidoche, Y.M., Cellier, P., Debaeke, P., Gaudill re, J.P., H nault, C., Maraux, F., Seguin, B. & Sinoquet, H. (2003). An overview of the crop model STICS. *Eur. J. Agron.* 18 (3–4), pp.309–332
25. High Plains Sunflower Production Handbook, Kansas State University, April, 2009. 50 pp.
26. Pereyra-Irujo G.A. & Aguirrezabal L. A. (2007). Sunflower yield and oil quality interactions and variability : Analysis through a simple simulation model. *Agricultural and Forest Meteorology* 143 (3-4), pp.252-265.
27. Sunflower production guide for Cambodian conditions. Australian Centre for International Agricultural Research (ACIAR) 2016. Canberra. 56 pp.

ДОДАТКИ

ДОДАТОК А

```

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

118 format(1x,72('-'))
      write(*,118)
      print *, ' Информационный
massiv, parametri modeli:'
      write(*,101) (inf(j), j=1, 29)
      write(*,119)
      119 format(1x,72('='))
      write(*,120)
      120 format(1x, ' РЕЗУЛЬТАТЫ
РАСЧЕТОВ')
      write(*,119)
      call dmpp
      100 format(4i3,f6.2)
      101 format(10f8.3)
      102 format(14f5.1)
      115 format(24i3)
      116 format(4a4)
      1141 format(4a20)
      30 continue
      stop
      end
      subroutine dmpp
      dimension
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),
      1
bsm(15), brm(15), bpm(15), aflm(15),
arlm(15), tss(150), ts11(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
W0(15), x12(15), ab32(15), FCO(15), E
akt(15), E0(15), rd3(15),
      1 rad(15)
      real
ksi, l1m, 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
ОПІАНОВ, Г/М²')
write(*, 120)
109
format(4x, 'i''dek', 1x, 'i', 'cyt', 2
x, 'i', 3x, 'ml', 3x, 'i', 3x, 'ms', 3x,
do 300 j=1, n
nn=dv(j)
do 310 i=1, nn
ts1=ts(j)-inf(27)
if(ts1.lt.0) ts1=0
ts2=ts2+ts1
tss(i+j2)=ts2
310 continue
j2=j2+dv(j)
ts11(j)=ts1
300 continue
do 99 j=1, n
s1=0
s2=0
s3=0
s4=0
s5=0
s6=0
s7=0
s8=0
s9=0
s10=0
s11=0
ts1=ts11(j)
m=ml+ms+mr+mp
fm=ml+ms
c write(*, 334) m
334 format(1x, f10.2)
nn=dv(j)
do 400 i=1, nn
444 format(1x, i5, 2x, f7.3)

c nn=dv(j)
c do 400 i=1, nn
c 444 format(1x, i5, 2x, f7.3)
c ts2=tss(gi+1)
cc write(*, 444) gi, tss(gi)
DELTA=(-
23.4*cos(2*3.1428*((t0+gi)+10)/36
5))*0.017453
a=sin(0.017453*fi)*sin(delta)
b=cos(0.017453*fi)*cos(delta)
c tz=12+3.8197*acos(-
a/b)
c delta=0.017453*(0.473*(t0+gi)-
0.196e-2*(t0+gi)**2-0.407e-5*
c *(t0+gi)**3-0.616)
c a=sin(0.017453*fi)*sin(delta)
c b=cos(0.017453*fi)*cos(delta)
c tz=12+3.8197*acos(-a/b)
c tv=24-tz
c s1=s1-delta
c s2=s2+a
c s3=s3+b
c s4=s4+tz
c s5=s5+tv
c write(6, 335) tv, delta
335 format(1x, 2f8.2)
c al=-
100.*alog(inf(15))/(inf(8)**2)
Продовження додатку А
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 semjнок, z/ga'
120 format(4x, 70('-'))
write(*, 120)
c+++++++
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
c 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      nnl=30-nl+1
c      if( gi.le.nnl ) goto 7
c      if( gi.le.nnl+31 ) goto 8
c      td=0.873*tmax(j)-0.686
c      goto 9
c 1    nnl=31-nl+1
c      if( gi.le.nnl ) goto 4
c      if( gi.le.nnl+30 ) goto 5
c      if( gi.le.nnl+61 ) goto 6
c      if( gi.le.nnl+91 ) goto 7
c      if( gi.le.nnl+122 ) goto 8
c      td=0.873*tmax(j)-0.686
c      goto 9
c 2    nnl=30-nl+1
c      if( gi.le.nnl ) goto 5
c      if( gi.le.nnl+30 ) goto 6
c      if( gi.le.nnl+61 ) goto 7
c      if( gi.le.nnl+92 ) goto 8
c      td=0.873*tmax(j)-0.686
c      goto 9
c 3    nnl=31-nl+1
c      if( gi.le.nnl ) goto 6
c      if( gi.le.nnl+30 ) goto 7
c      if( gi.le.nnl+61 ) goto 8
c      td=0.873*tmax(j)-0.686
c      goto 9
c 4    td=tmax(j)-3.

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

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

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

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

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

cccccccccc XFAR(j)=j0

```

```

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

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

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

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

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

```

```

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

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

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

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

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

cccccccccc XFAR(j)=j0
C=====
c      R A S C H E T pokazatelj
zasuschlivosti Bova i GTK
C-----
veg=tsveg+ts(j)*dv(j)

Bova(j)=10*(inf(7)+os(j))/tsveg

      FCO(j)=(0.2*(inf(17)-
inf(18))/inf(18))+1
C=====
c      V O D N I Y B L O K
C-----
      if(j.gt.1) go to 2001
cccccccccc
epot(j)=(0.65*dww(j)*dv(j)*0.75)
cccccccccc
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
ccc      betxr=0.6
ccc      exr=16.7*((0.74*qxr)-
(dv(j)*60*0.001))

```

```

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

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

cc filt(j)=w0(j-1)+os(j)-
inf(1)-eakxr
cc
if(filt(j).lt.0.)filt(j)=0
w0(j)=w0(j-1)+os(j)-eakxr
c dWP0(j)=(-
0.7*ts(j)+0.26*Os(j)-0.25*WP0(j-
1)+7.4)
cccc WP0(j)=WP0(j-1)+(-
0.7*ts(j)+0.26*Os(j)-0.25*WP0(j-
1)+9.4)
cccc if(WP0(j).lt.0) WP0(j)=0
defwl=os(j)-exr+W0(j-1)

c f0l=ff0l(sss,sss1,jj)

f0l=(inf(25)*inf(26)*jj)*FCO(j)/(
inf(25)+inf(26)*jj)
ftl=af1*f0l*ksifl*gamf
fl=0.68*ftl*11*taud*0.1
dmm=f1-
arl*(0.015*m+0.20*f1)
ab32(j)=dmm*dv(j)

```

Продовження додатку А

```

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*
c 7(xw2**3)
c
if(W0(j).lt.(wtp*inf(7)))gamf=-
1.163*(xw1**2)+2.187*(xw1)
c
if(W0(j).gt.(wtp*inf(7)).and.W0(j)
).lt.Wtopt2)gamf=1.0
c if(gamf.gt.1)gamf=1
c if(gamf.lt.0.1)gamf=0.1
c+++++
2002 w1=w0(j)/inf(7)

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

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

v1=0.3*m1*ts1/(tss(j2)-
2.*inf(10))
v2=0.3*ms*ts1/(tss(j2)-
2.*inf(11))
v3=0.3*mr*ts1/(tss(j2)-
2.*inf(12))
if(ts2.lt.2*inf(10))v1=0
if(ts2.lt.2*inf(11))v2=0
if(ts2.lt.2*inf(12))v3=0
ml=ml+(bl*dmm-v1)*dv(j)
ms=ms+(bs*dmm-v2)*dv(j)

```



```

mr=mr+(br*dmm-v3)*dv(j)
mp=mp+(bp*dmm+v1+v2+v3)*dv(j)
c      rd3(j)=mp*0.75*1.14*0.1
      mg=mp*0.65*1.14*0.1
c      write(6,337)ml,ms,mp,mr
      337 format(1x,4f10.3)
      if((bl*dmm-v1)*dv(j).ge.0)
ll=ll+(bl*dmm-v1)*dv(j)/inf(20)
      if((bl*dmm-v1)*dv(j).lt.0)
ll=ll+(bl*dmm-
v1)*dv(j)/(inf(20)*0.3)
      if(ll.lt.0) ll=0.001
      jlm(j)=j
      gim(j)=gi
      flm(j)=fl
      ksi(j)=ksifl
      gamfm(j)=gamf
      blm(j)=bl
      bsm(j)=bs
      brm(j)=br
      bpm(j)=bp
      aflm(j)=afl
      arlm(j)=arl
      llm(j)=ll
      qm(j)=q
      rd3(j)=mg
      tslm(j)=ts1
      ts2m(j)=ts2
cccc      Eakxr=Eakt(j)
      Eakt(j)=Eakxr
cccccccc      exr=E0(j)

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

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

```

Продовження додатку А

```

E0(j)=exr
write(*,139)j,gi,ml,ms,mr,mp,m,mg
      139
format(4x,'i',i5,'i',i3,2x,'i',f7
.3,1x,'i',1x,f7.3,'i',1x,f7.3,
1'i',f8.3,'i',f8.3,'i',f8.3,'i')
      j1=j1+1
      99 continue
      write(*,120)
      j1=j-1
      write(*,121)
      write(*,170)
      170 format(10x,'Площадь
листьев, радиация, суммы т-
р, функции влияния')
      write(*,140)
      write(*,143)
      143
format(4x,'i','dek',1x,'i','cyt',
2x,'i',2x,'LL',1x,'i',3x,'q',4x,
1'i',2x,'DM(q/m2)', 'i',3x,'ts2',2
x,'i',2x,'fl',2x,'i',1x,'ksifl',1
x
      1,'i','gamf','i')
      write(*,140)
      do 154 ji=1,j1

```

Продовження додатку А

```

      253
format(15x,'влагопотребление, влаго
потребность, влагообеспеченность')
      write(*,140)
      write(*,249)
      write(*,140)
      249
format(4x,'i','DEK',1x,'i',1x,
'CYT',1x,'i',3x,'Os',3x,'i',
13x,'Eakt',3x,'i',3x,'E0r',3x,'i'
,3x,'bp',3x,'i',2x,'afl',2x,'i',3
x,
      1'arl',3x,'i',2x,'rad
',2x,'i')
      do 241 i5=1,j1

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

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

```

Характеристика сучасних сортів та гібридів соняшнику

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

Оригіатор (Трилійній 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; лушпинність - 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 обсипання – 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 трилійній гібрид Ясон, має потенціал урожайності 4,5 т/га.

Особливості технології вирощування: рекомендована густина - 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 (Трилійній 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 (ботритису), соняшникової молі.

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

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

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

Веgetаційний 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.

Веgetаційний 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.

Веgetаційний 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.

Веgetаційний 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.

Веgetаційний 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.

Веgetаційний 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.

Веgetаційний 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.

Веgetаційний 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.

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

Рослина висока, не галузиться. Положення кошика - обернене донизу, розмір - середній, форма (з боку сім'янок) - злегка випукла. Сім'янка середнього розміру, узкойяцевидная.

Вегетаційний період за період випробування - 123-134 дні. Середня врожайність у зоні Лісостепу - 26,6, потенційна - 45,0 ц / га. Вміст жиру - 50,2%, білка - 17,0%; вихід олії - 1310 кг / га.

Стійкий до осипання, вилягання, посухи. Поразка хворобами за період випробування незначне. Рекомендований для зони Лісостепу.

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

Рослина висока, не галузиться. Положення кошика - напівобернений донизу, розмір - середній, форма (з боку сім'янок) - злегка випукла. Сім'янка середнього розміру, вузькойяцевидна.

Вегетаційний період за роки випробування - 134 дні. Середня врожайність у зоні Лісостепу - 27,1 ц/га, потенційна - 44,2 ц/га. Вміст жиру - 50,8%, білка - 17,5%; вихід олії - 1590 кг/га.

Стійкий до вилягання, осипання, посухи. Ураження хворобами за період випробування незначне. Рекомендований для зони Лісостепу.

ПР64Г45 (ХФ 335) F1 ("Піонер Насіння Холдинг, ГмбХ").

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

Вегетаційний період за роки випробування - 128-132 дні. Середня врожайність у зоні Степу - 24,9 ц/га, Лісостепу - 23,8 ц/га, потенційна - 46,0 ц/га.

Вміст жиру - 49,0-50,5%, білка - 17,0-18,3%, олеїнової кислоти - 90,2%; вихід олії - 1294-1336 кг/га.

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

ПР64А58 (ХФ 4250) F1 ("Піонер Насіння Холдинг ГмбХ").

Рослина висока, не галузиться. Кошик – повернений донизу, розмір - середній, форма (з боку сім'янок) злегка випукла. Сім'янка великого розміру, широкояйцеподібна.

Вегетаційний період за роки випробування - 130-137 днів. Середня врожайність у зоні Степу - 28,4 ц/га, Лісостепу - 27,3 ц/га, потенційна - 45,3 ц/га.

Вміст жиру - 49,3 - 50,2%, білка - 17,1 - 18,2%; вихід олії - 1171-1325 кг/га.

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

Сана F1 ("Сингента Сидз С. А. С").

Рослина висока, не галузиться. Кошик напівоберней донизу, розмір - великий, форма (з боку сім'янок) - злегка випукла. Сім'янка дрібна, вузко яйцевидна.

Вегетаційний період за роки випробування - 124 дні. Середня врожайність у зоні Степу - 24,5, потенційна - 47,7 ц / га. Вміст жиру - 48,1%, білка - 18,6%; вихід олії - 1364 кг / га.

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

Роккі (НХ 90036) F1 ("Сингента Сидз С. А. С").

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

Вегетаційний період за роки випробування - 128-135 днів. Середня врожайність у зоні Степу - 25,8 ц/га, Лісостепу - 26,2 ц/га, потенційна - 41,6 ц/га. Вміст жиру - 48,7-49,0%, білка - 17,4-17,9%; вихід масла-1457-1472 кг/га.

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

В1. 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.

В2. 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 прибавки 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 дослідях ІСГСЗ вищі прибавки 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 кожну тонну вносити 8-12 кг азоту. В дослідях 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 прибавку 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 соняшнику 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.

ВЗ. 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 культивуацію на глибину 10-12 см, а другу – після масового проростання бур'янів перед сівбою соняшнику культиваторами, обладнаними

стрілчастими 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.

В4. 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.

В5. 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 Ногч-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.

В6. 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 бездощова погода. Норма витрати розчину – 75-100 л/га.

ДОДАТОК Г.1

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

Dnepropetr sr 2005

Число декад; число дней от 1-го января; дата всходов
 месяц всходов; широта пункта
 12135 15 5 48.10
 Summa osadkov za dekadu (mm):'
 05.0 15.0 18.0 14.0 21.0 15.0 13.0 18.0 17.0 12.0 17.0 20.0
 Sredn. za dekadu defizit wlagnosti vozduxa (mb):'
 09.0 08.0 08.0 10.0 08.0 11.0 11.0 11.0 12.0 11.0 10.0 7.0
 Sredn. za dekadu tempratura vozduxa (grad. C):'
 15.8 17.1 18.5 20.1 19.8 21.7 21.9 22.4 22.3 20.9 19.4 16.6
 Sredn. za dekadu chislo chasov solnechnogo sijnij (chasi):'
 09.2 09.5 08.9 09.3 08.9 10.2 10.1 11.0 09.7 09.7 09.0 06.8
 Korrektir. koeffizient wlogoobespechennosti(otn.ed.):'
 000.230 000.348 000.590 000.470 000.690 000.750 000.590 000.540 000.350
 000.310
 000.310 000.450
 Chislo dney v raschetnoy deкаде: '
 5 11 10 10 10 10 10 11 10 10 11 10
 Informazionniy massiv, parametri modeli (inf):'
 00.14 00.10 0.16 0.00 0.20 1400.00 0151.00 467.00 350.00
 275.00
 352.00 352.00 877.00 353.00 0.50 0.50 380.00 380.00 2.00
 35.00
 0.21 0.41 0.26 0.08 29.00 295.00 08.00 25.00 124.00
 0.10
 inf(1)-Inf(4) начальные массы листьев, стеблей, корней, колосьев;
 inf(5)-начальная площадь листьев; inf(6) сумма температур за период всходы
 (воз.вегет.) - воск спелость
 inf(7)- Наим. влагоемкость в слое 0-100 см; inf(8)-Сумма т-р для альфа
 Ф; inf(9) - сумма т-р для альфа Р; inf(10) -inf(13) -суммы т-р для
 ростовых функций листьев, стеблей,
 корней, колосьев; inf(14)-сумма т-р для начала роста колоса; inf(15)-
 начало кривой альфа Ф; inf(16)-начало кривой альфа Р; inf(17)- ожидаемая
 концентрация CO2;
 inf(18) - текущая концентрация CO2; inf(19) равно 2; inf(20)- удельн.
 поверхностная плотность листьев; inf(21)-inf(24)- доля листьев, стеблей,
 корней, колосьев при созревании; inf(25)-плато световой кривой
 фотосинтеза;
 inf(26)- наклон световой кривой фотосинтеза; inf(27) -биологический нуль
 культуры; inf(28) -оптимальная для фотосинтеза температура воздуха;
 inf(29)- запасы влаги в почве на начало расчета в слое 0-100 см;inf(30) -
 величина, которая характеризует количество (долю) продуктов распада при
 старении листьев

=====
 БАЗОВАЯ ДИНАМИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ФОРМИРОВАНИЯ УКОЖАЯ ПОДСОЛНЕЧНИКА
 =====

Doneck sr 2005

Число декад; число дней от 1-го января; дата всходов
 месяц всходов; широта пункта
 12143 23 5 47.03
 Summa osadkov za dekadu (mm):'
 18.0 24.0 24.0 41.0 26.0 13.0 21.0 20.0 12.0 16.0 20.0 13.0
 Sredn. za dekadu defizit wlagnosti vozduxa (mb):'
 09.0 09.0 10.0 08.0 10.0 11.0 11.0 11.0 11.0 09.0 07.0 06.0
 Sredn. za dekadu temperatura vozduxa (grad. C):'
 16.8 18.1 19.8 19.6 21.2 21.5 21.9 21.6 20.3 18.8 16.1 14.8
 Sredn. za dekadu chislo chasov solnechnogo sijnij (chasi):'
 10.0 09.0 09.0 09.0 10.0 10.0 11.0 10.0 10.0 09.0 07.0 07.0
 Korrektir. koeffizient wlogoobespechennosti(otn.ed.):'
 000.500 000.500 000.930 000.660 000.720 000.200 000.720 000.670 000.300
 000.330
 000.370 000.800
 Chislo dney v raschetnoy deкаде: '
 08 10 10 10 10 10 11 10 10 11 10 04
 Informazionniy massiv, parametri modeli (inf):'
 00.14 00.10 0.16 0.00 0.20 1311.00 0150.00 433.00 328.00
 262.00
 329.00 329.00 813.00 330.00 0.50 0.50 380.00 380.00 2.00
 35.00
 0.21 0.41 0.26 0.08 25.00 260.00 08.00 25.00 105.00
 0.10
 inf(1)-Inf(4) начальные массы листьев, стеблей, корней, колосьев;
 inf(5)-начальная площадь листьев; inf(6) сумма температур за период всходы
 (воз.вегет.) - воск спелость
 inf(7)- Наим. влагоемкость в слое 0-100 см; inf(8)-Сумма т-р для альфа
 Ф; inf(9) - сумма т-р для альфа Р; inf(10) -inf(13) -суммы т-р для
 ростовых функций листьев, стеблей,
 корней, колосьев; inf(14)-сумма т-р для начала роста колоса; inf(15)-
 начало кривой альфа Ф; inf(16)-начало кривой альфа Р; inf(17)- ожидаемая
 концентрация CO2;
 inf(18) - текущая концентрация CO2; inf(19) равно 2; inf(20)- удельн.
 поверхностная плотность листьев; inf(21)-inf(24)- доля листьев, стеблей,
 корней, колосьев при созревании; inf(25)-плато световой кривой
 фотосинтеза;
 inf(26)- наклон световой кривой фотосинтеза; inf(27) -биологический нуль
 культуры; inf(28) -оптимальная для фотосинтеза температура воздуха;
 inf(29)- запасы влаги в почве на начало расчета в слое 0-100 см;inf(30) -
 величина, которая характеризует количество (долю) продуктов распада при
 старении листьев

 БАЗОВАЯ ДИНАМИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ФОРМИРОВАНИЯ УКОЖАЯ ПОДСОЛНЕЧНИКА

Lyganck sr 2005

Число декад; число дней от 1-го января; дата всходов
 месяц всходов; широта пункта
 14142 21 5 49.03
 Summa osadkov za dekadu (mm):'
 24.0 16.0 18.0 23.0 25.0 13.0 25.0 15.0 10.0 13.0 20.0 19.0 14.0 11.0
 Sredn. za dekadu defizit wlagnosti vozduxa (mb):'
 08.0 09.0 10.0 08.0 10.0 11.0 10.0 11.0 10.0 09.0 07.0 06.0 05.0 04.0
 Sredn. za dekadu tempratura vozduxa (grad. C):'
 16.2 17.9 19.7 19.8 20.9 21.2 21.7 21.3 19.6 18.2 15.8 14.0 12.0 10.1
 Sredn. za dekadu chislo chasov solnechnogo sijnij (chasi):'
 10.0 09.0 09.0 09.0 10.0 11.0 11.0 10.0 10.0 09.0 07.0 07.0 06.0 06.0
 Korrektir. koeffizient wlogoobespechennosti(otn.ed.):'
 000.610 000.530 000.450 000.870 000.760 000.570 000.720 000.470 000.400
 000.170
 000.500 000.800 000.200 000.200
 Chislo dney v raschetnoy deкаде: '
 10 10 10 10 10 10 11 10 10 11 10 10 10 10
 Informazionniy massiv, parametri modeli (inf):'
 00.14 00.10 0.16 0.00 0.20 1389.00 0150.00 458.00 347.00
 278.00
 348.00 348.00 861.00 349.00 0.50 0.50 380.00 380.00 2.00
 35.00
 0.21 0.41 0.26 0.08 20.00 195.00 08.00 25.00 147.00
 0.10
 inf(1)-Inf(4) начальные массы листьев, стеблей, корней, колосьев;
 inf(5)-начальная площадь листьев; inf(6) сумма температур за период всходы
 (воз.вегет.) - воск спелость
 inf(7)- Наим. влагоемкость в слое 0-100 см; inf(8)-Сумма т-р для альфа
 Ф; inf(9) - сумма т-р для альфа Р; inf(10) -inf(13) -суммы т-р для
 ростовых функций листьев, стеблей,
 корней, колосьев; inf(14)-сумма т-р для начала роста колоса; inf(15)-
 начало кривой альфа Ф; inf(16)-начало кривой альфа Р; inf(17)- ожидаемая
 концентрация CO2;
 inf(18) - текущая концентрация CO2; inf(19) равно 2; inf(20)- удельн.
 поверхностная плотность листьев; inf(21)-inf(24)- доля листьев, стеблей,
 корней, колосьев при созревании; inf(25)-плато световой кривой
 фотосинтеза;
 inf(26)- наклон световой кривой фотосинтеза; inf(27) -биологический нуль
 культуры; inf(28) -оптимальная для фотосинтеза температура воздуха;
 inf(29)- запасы влаги в почве на начало расчета в слое 0-100 см;inf(30) -
 величина, которая характеризует количество (долю) продуктов распада при
 старении листьев