

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет магістерської та
аспірантської підготовки
Кафедра агрометеорології та
агроекології

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему: **Кліматичні зміни та їх вплив на продуктивність
соняшнику в Північному Степу України**

Виконала студентка 2 курсу групи МНЗ-2а
спеціальності 103 «Науки про Землю»,
(шифр і назва)

Освітня програма Агрометеорологія
(назва)

Станєва Анастасія Валеріївна
(прізвище, ім'я, по батькові студента)

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

Консультант -
(науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ім'я, по батькові)

Рецензент к. геогр. н., доцент
Боровська Галина Олександрівна
(науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ім'я, по батькові)

Одеса 2018 р.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет магістерської та аспірантської підготовки
Кафедра агрометеорології та агроекології
Рівень вищої освіти магістр
Спеціальність 103 «Науки про Землю»
(шифр і назва)
Освітня програма Агрометеорологія
(назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
агрометеорології та агроекології
Польовий А.М.
« 29 » жовтня 2018 року

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

Станєвій Анастасії Валеріївні

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Кліматичні зміни та їх вплив на продуктивність соняшнику в Північному Степу України

керівник роботи Жигайло Олена Леонідівна, к. геогр. н, доцент

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від «5» жовтня 2018 року № 271 «С»

2. Строк подання студентом роботи 10 грудня 2018 року

3. Вихідні дані до проекту (роботи) Агрокліматичні дані по Кіровоградській області за періоди: 1986 – 2005 рр.(фактичні); 2021 – 2050 рр., (сценарій A2 і A1B). Програма динамічної моделі формування продуктивності сільськогосподарських культур (соняшнику).

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1) Вивчити вплив кліматичних змін на сільськогосподарське виробництво; 2) Описати біологічні особливості соняшнику, його сорти та гібриди і технологію вирощування; 3) Створити аналіз сучасного стану моделювання продуктивності соняшнику; 4) Описати динамічну модель формування продуктивності соняшнику; 5) Оцінити агрокліматичні умови вирощування соняшнику за періоди 1986 – 2005 і 2021 – 2050 рр. 6) За допомогою моделі формування продуктивності соняшнику провести чисельні розрахунки фотосинтетичної продуктивності соняшнику за кліматичними сценаріями A2 і A1B у Північному Степу України на прикладі Кіровоградської області; 7) Проаналізувати імовірність врожайності соняшнику в залежності від зміни клімату; 8) Оцінити перспективи вирощування соняшнику на досліджуваній території.

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

Графіки динаміки відносної площі листкової поверхні соняшнику в умовах змін клімату за сценаріями A2 і A1B

Графіки динаміки чистої фотосинтетичної продуктивності соняшнику в умовах змін клімату за сценаріями A2 і A1B

Графіки динаміки загальної сухої біомаси соняшнику в умовах змін клімату за сценаріями A2 і A1B

Графіки забезпеченості ймовірних урожаїв соняшнику за сценаріями A2 і A1B

6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання 29 жовтня 2018 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів магістерської кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Оцінка виконання етапу	
			у %	за 4-х бальною шкалою
1	Отримання завдання. Огляд літературних джерел. Формування банку даних. Оформлення текстової частини першого розділу магістерської роботи	29.10.2018 р. - 02.11.2018 р.	90	5(відмінно)
2	Вивчення алгоритму моделі формування продуктивності соняшнику. Розв'язок задач дослідження на ПЕОМ	03.11.2018р. - 10.11.2018р.	90	5(відмінно)
3	Проведення чисельних розрахунків на ПЕОМ. Оформлення текстової частини другого та третього розділів магістерської роботи.	11.11.02018р - 18.11.2018р.	90	5(відмінно)
4	Рубіжна атестація	19.11.2018 р. - 24.11.2018 р.	90	5(відмінно)
5	Побудова табличного та графічного матеріалу. Аналіз отриманих розрахунків. Оформлення текстової частини четвертого розділу магістерської роботи	25.11.2018р. - 10.12.2018р.	90	5(відмінно)
6	Підготовка паперової версії магістерської кваліфікаційної роботи.	11.12.2018 р. - 13.12.2018 р.	90	5(відмінно)
7	Узагальнення отриманих результатів. Оформлення остаточної електронної версії роботи та передача її на процедуру встановлення ступеня оригінальності, відсутності ознак плагіату та складення протоколу і висновку керівника.	14.12.2018 р.	90	5(відмінно)
8	Підготовка презентаційного матеріалу до публічного захисту		-	
	Інтегральна оцінка виконання етапів календарного плану (як середня по етапам)		90,0	

Студентка _____ Станєва А.В.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____ Жигайло О.Л.
(підпис) (прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Станєва А.В. «Кліматичні зміни та їх вплив на продуктивність соняшнику в Північному Степу України»

Глобальні кліматичні зміни 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 змін клімату на агрокліматичні ресурси та врожай насіння соняшнику в північно-степовій підзоні України на прикладі Кіровоградської області.

Основні задачі:

- Виконати розрахунки основних агрокліматичних показників та проаналізувати зміни агрокліматичних ресурсів на досліджуваній території в зв'язку зі змінами клімату;

- 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 та коливання урожайності насіння соняшнику.

Об'єктом досліджень є формування продуктивності соняшнику в умовах змін 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 Кіровоградської області в умовах змін 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 умов Північного Степу України.

Робота складається із вступу, 3 розділів, висновків, списку використаної літератури та додатків. Загальний обсяг роботи 74 сторінки , 7 рисунків, 9 таблиць. Список використаних літературних джерел містить 26 найменувань.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: клімат, температура повітря, опади, теплозабезпеченість, вологозабезпеченість, соняшник, фотосинтетичні показники, продуктивність, урожай.

SUMMARY

Staneva A.V. Climate change and their impact on sunflower productivity in the northern steppe of Ukraine

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 Northern Steppe of Ukraine Kirovograd region.

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 Kirovograd region 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 Northern Steppe of Ukraine.

The work consists of an introduction, four chapters, conclusions, list of references and attachments. Full work is 74 pages, 7 graphics, 9 tables. The list of used literary sources contains 26 items.

KEY WORDS: climate, air temperature, precipitation, heat provision, moisture provision, sunflower, photosynthetic indicators, productivity, harvest.

ЗМІСТ

ВСТУП	7
1 ВИРОБНИЦТВО СОНЯШНИКУ В УКРАЇНІ	9
1.1 Біологічні особливості соняшнику (<i>Helianthus annuus</i> L.)	10
1.2 Вимоги соняшнику до факторів навколишнього середовища	11
1.3 Виробництво соняшника за ефективними технологіями....	13
1.3.1 Виробництво соняшника за класичною технологією...	14
1.3.2 Технологія вирощування соняшнику no-till	15
1.3.3 Технологія вирощування соняшнику Strip-till.....	16
1.3.4 Вирощування соняшнику у суцільних посівах.....	17
2 МОДЕЛЮВАННЯ ВПЛИВУ ФАКТОРІВ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА НА ОСНОВНІ ПРОЦЕСИ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ СОНЯШНИКУ	20
2.1 Моделювання та оцінка майбутніх змін клімату.....	20
2.2 Моделювання впливу факторів навколишнього середовища на основні процеси життєдіяльності соняшнику.....	23
2.2.1 Блок радіаційного та водно-теплого режимів	23
2.2.2 Блок фотосинтезу рослин.....	26
2.2.3 Блок дихання рослин	28
2.2.4 Блок росту рослин та розподілу асимілятів	29
3 ОЦІНКА КЛІМАТИЧНИХ ЗМІН ТА ЇХ ВПЛИВУ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ СОНЯШНИКУ В ПІВНІЧНОМУ СТЕПУ УКРАЇНИ (на прикладі Кіровоградської області)	31
3.1 Загальна характеристика фізико-географічних та агрокліматичних умов території	31
3.1.1 Кліматичні та агрокліматичні умови Кіровоградської області	31
3.2 Оцінка змін агрокліматичних ресурсів на території Кіровоградської області у зв'язку зі змінами клімату.....	33

3.2.1	Аналіз теплозабезпеченості вегетаційного періоду	34
3.2.2	Аналіз вологозабезпеченості вегетаційного періоду ...	37
3.3	Оцінка змін агрокліматичних умов вирощування соняшнику в Кіровоградській області.....	39
3.3.1	Агрокліматичні умови вирощування соняшнику.....	39
3.3.2	Фотосинтетична продуктивність соняшнику	44
3.3.3	Ймовірність урожаїв соняшнику за умов змін клімату	54
ВИСНОВКИ.....		57
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....		59
ДОДАТКИ		62

ВСТУП

Питання визначення впливу очікуваних змін клімату на агрокліматичні умови вирощування, продуктивність і валовий збір врожаю сільськогосподарських культур є актуальним, тому що витрати на виробництво сільськогосподарської продукції визначаються відповідним набором кліматично обумовлених природних ресурсів.

Соняшник належить до основних сільськогосподарських культур України. Завдяки високому вмісту жиру та білка продукти переробки його використовуються у харчовій та кондитерській промисловості, в годівлі тварин, мають технічне застосування [4].

Соняшник став традиційною культурою для аграрного бізнесу в Україні, цьому сприяв стабільний попит зовнішніх ринків на соняшникову олію. Привабливі закупівельні ціни внутрішнього ринку на насіння соняшнику сприяли розширенню посівних площ та запровадженню сучасних технологій його вирощування.

В Україні соняшник вирощують в усіх регіонах, проте найбільше в південних та центральних областях. Так, у 2017 році сівба соняшнику на площах понад 500 тис. га проводилася у Дніпропетровській, Запорізькій, Кіровоградській та Миколаївській областях, на площах понад 400 тис. га – у Харківській та Одеській.

Метою магістерської роботи є оцінити вплив змін клімату на зміни агрокліматичних ресурсів та продуктивність соняшнику в північно-степовій підзоні України на прикладі Кіровоградської області.

Основні задачі:

- Виконати розрахунки основних агрокліматичних показників та проаналізувати зміни агрокліматичних ресурсів на досліджуваній території в зв'язку зі змінами клімату;
- Виконати розрахунки агрокліматичних показників та оцінити зміни агрокліматичних умов вирощування соняшнику;

– Провести чисельні розрахунки й оцінити фотосинтетичну продуктивність та коливання урожайності насіння соняшнику.

Теоретичною основою при виконанні кваліфікаційної роботи є динамічна модель продуктивності посівів соняшнику.

В роботі використані агрокліматичні дані з 1986 по 2005 рр. з агрокліматичного довідника по Кіровоградській області та з 2021 по 2050 рр. за сценаріями змін клімату СДСВ (сюжетні лінії А1В і А2).

1 ВИРОБНИЦТВО СОНЯШНИКУ В УКРАЇНІ

Соняшник належить до основних сільськогосподарських культур України. Завдяки високому вмісту жиру та білка продукти переробки його використовуються у харчовій та кондитерській промисловості, в годівлі тварин, мають технічне застосування [4].

Соняшник став традиційною культурою для аграрного бізнесу в Україні, цьому сприяв стабільний попит зовнішніх ринків на соняшникову олію. Привабливі закупівельні ціни внутрішнього ринку на насіння соняшнику сприяли розширенню посівних площ та запровадженню сучасних технологій його вирощування.

Україна поставляє соняшникову олію в 88 країн. Основними регіонами експорту стали країни ЄС - 27% від загального обсягу, Південна Азія - 23%, Північна Африка - 22%, Близький Схід - 16% СНД - 10%, (дані «АПК-Інформ») [5].

У списку основних країн-покупців лідируючі позиції зайняли: Індія (598 тис. т - 23% від загального обсягу експорту), Єгипет (379 тис. т - 14%), Нідерланди (170 тис. т - 6%), Іспанія (156 тис. т - 6%), Алжир (144 тис. т - 5%), Іран (133 тис. т - 5%) і Туреччина (125 тис. т - 5%).

Крім того, примітним є поява в списку основних імпортерів української продукції Китаю, до 2011 року закуповувати олію в Україні в обсягах не більше 100 т за сезон. А в 2011 році в Піднебесну було відвантажено 36,2 тис. тон.

До честі України частку експорту в продуктах переробки соняшнику все більше й більше місця займають рафінована олія, маргарінова продукція і жири спеціального призначення.

На сьогодні в Україні внутрішній ринок споживає 20% вироблюваного соняшnikової олії, 80% - поставляється на експорт.

Соняшник економічно вигідна культура. Прості розрахунки показують, що при врожайності насіння 2,5 т / га 1 га посіву дає 1,2 т масла, 0,9 т шроту, 0,5 т лушпиння, 30 кг меду. Чистий сукупний прибуток від реалізації зазначеної продукції може скласти понад 10 тис. грн. з 1 га.

1.1 Біологічні особливості соняшнику (*Helianthus annuus* L.)

Соняшник відноситься до сімейства айстрових (*Asteraceae*) або складноцвітих (*Compositae*) [8].

Корінь стрижневий, проникає при хороших ґрунтових умовах на глибину 3 м і більше. Стрижневий корінь росте дуже швидко і перевищує ріст стебла.

Завдяки потужній кореневій системі соняшник найбільш повно, в порівнянні з іншими однорічними рослинами, використовує вологу і поживні речовини з глибоких шарів ґрунту [8].

Стебло у сучасних сортів і гібридів не розгалужено, більш-менш волосисте, трав'янисте, що дерев'яніє в його нижній частині. Закінчується одним великим кошиком, іноді з більш дрібними кошиками на гілках.

Листки чергові, великі, овально-яйцеподібні, довжиною до 30 см, з довгими черешками, як і стебла, покриті жорсткими волосинками. Великі листки знаходяться в середній частині стебла, складаючи 80% асиміляційної поверхні всієї рослини. Листя, а також суцвіття до початку цвітіння повертаються протягом дня по ходу сонця від сходу на захід, тобто вранці вони спрямовані на схід і протягом дня повертаються через південь на захід. Цим посилюється продуктивність фотосинтезу приблизно на 10% [8,19].

Суцвіття - велика корзинка діаметром до 40 см. Крайові квітки в кошику яскраво-жовті, язичкові, безстатеві; серединні - трохи світліше, трубчасті, двостатеві.

Більшість квітів кошика - трубчасті. Залежно від розміру кошика їх кількість коливається від 1000 до 2000. Центр кошика гірше забезпечується

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

Цвітіння відбувається від краю до центру. Тривалість цвітіння окремого кошика - 5 ... 12 днів, стеблостою загалом - близько 3 тижнів. Під час цвітіння кошики приймають стабільний напрямок на південний схід, що захищає сім'янки, які утворюються від сильної інсоляції [8,19].

Плоди - великі сім'янки з шкірястим біля плідником, чорні, бурі або смугасті.

1.2 Вимоги соняшнику до факторів навколишнього середовища

До умов зростання соняшник пред'являє досить високі вимоги.

Вимоги соняшнику до тепла. Насіння у вологому ґрунті починає проростати при 4-6 ° тепла. При температурі 8-10 ° С насіння проростає швидше і сходи з'являються через 15-20 днів після посіву. При 15-16 ° С сходи відзначаються вже через 9-10 днів, а при 20 ° С на 6-8-й день. Сходи соняшнику легко переносять короточасні заморозки до 5-6 ° С. Вимоги рослин до тепла зростають від появи сходів до цвітіння. У фазі цвітіння і в наступні часи для зростання і розвитку соняшнику найбільш сприятлива температура 25-27 ° С. Але температура понад 30 ° С пригноблює розвиток соняшнику [17,18].

Вимоги соняшнику до вологи. Культура соняшник споживає досить багато води, хоча і вважається посухостійким рослиною.

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

Вимоги соняшнику до світла. Культура соняшник - світлолюбна

рослина. Затінення його іншими рослинами особливо в ранньому віці, а також тривала похмура погода послаблюють його зростання і розвиток. Соняшник - рослина короткого дня. При просуванні на північ вегетаційний період подовжується.

Вимога соняшнику до ґрунту. Кращими для соняшника вважаються чорноземи і каштанові ґрунти. Мало придатні для нього піщані, заболочені і солонцюваті ґрунти.

Ґрунти з глибоким орним шаром, хорошою проникністю для коренів, без ущільнень ґрунту і підґрунтя, з високою корисною вологоємністю придатні для вирощування соняшнику. Вони здатні забезпечити в вегетаційний період рослини вологою і поживними речовинами. Цим вимогам найкраще відповідають лесові ґрунти, лесові і піщані суглинки. На більш легких ґрунтах можна з успіхом вирощувати соняшник, якщо вміст гумусу досить високий, а коріння можуть використовувати ґрунтові води. Виключаються мулисті, безструктурні холодні ґрунти і ґрунти із застійною вологою. Соняшник малочутливий до реакції ґрунтового розчину, оптимальний для нього показник рН 6,2 ... 7 [8,19].

Вимоги соняшнику до режиму живлення. Культура соняшник споживає з ґрунту значну кількість поживних речовин. Так, у 1 ц насіння міститься 6 кг азоту, 2,6 кг фосфору і 18,6 кг калію, що набагато більше, ніж у озимої пшениці. Це пояснюється тим, що жири є найбільш концентрованою формою поживних речовин.

Різні поживні речовини надходять в рослину соняшника нерівномірно. Найбільша кількість азоту засвоюється рослинами від початку створення кошиків до кінця цвітіння, фосфору - від появи сходів до цвітіння і калію від формування кошика до дозрівання.

1.3 Виробництво соняшника за ефективними технологіями

Вирощуванням соняшників в Україні займаються мабуть не перше століття, це вже як візитна карта українця-землероба. За цей час поступово склалася певна технологія вирощування соняшнику, яка дозволяє отримувати високі врожаї в більш ранні терміни при одночасному зниженні фінансових і трудових витрат. З урахуванням використання нових гібридів і сортів, які мають вдосконалені характеристики, аграріям вдається домагатися відмінних результатів у цій важливій галузі сільського господарства [3].

Застосовувана в даний час технологія обробки соняшнику ґрунтується на наступних принципах:

- ретельний підбір якісного посівного матеріалу врожайних сортів, стійких до посухи і хвороб;
- дотримання сівозміни при посіві соняшників;
- належна обробка і підготовка ґрунту перед посівом;
- внесення відповідних добрив у потрібній кількості;
- дотримання строків сівби насіння соняшнику;
- догляд за рослинами протягом сезону;
- своєчасне збирання врожаю за допомогою спеціальної сільськогосподарської техніки.

Знаючи, як виростити соняшник у відповідності до всіх правил, можна отримувати хороший дохід від цієї галузі, адже для посіву потрібно від п'яти до десяти кілограм насіння на один гектар, а врожайність з одного гектара може досягати 25-30 центнерів. Причому із зібраного насіння отримують не тільки рослинне масло, але і шрот, лузгу, макуху, які можуть стати відчутним додатковим джерелом доходу.

1.3.1 Виробництво соняшника за класичною технологією

Насіння соняшнику проростає при температурі 6 ... 8 °С, але при такій температурі сходи з'являться через 15-20 днів. Оптимальна температура для проростання і розвитку соняшнику 20 ... 25 °С. Температура вище 30 °С при посушливій погоді негативно впливає на запилення квіток і розвиток плодів. Сходи соняшнику добре витримують заморозки до -5 ... -6 °С.

Внесення фосфорних і калійних добрив підвищує не тільки врожайність, а й масличність. Основна кількість добрив вносять під основний обробіток ґрунту. Азотні добрива можна вносити під весняну культивуацію, а частина фосфорних добрив вносять з посівом, але не в рядки, а збоку рядка і глибше на 2-3 см, щоб попередити зниження польової схожості насіння.

Істотні прирости врожайності дає рання підгодівля соняшнику - в фазу 2-3 пар листків повним мінеральним добривом.

Раніше соняшник вважали культурою раннього терміну посіву. Нині сучасні високоолійні сорти і гібриди соняшнику з тонкої лушпинням для проростання вимагають більш високих температур. При дуже ранніх термінах посіву насіння соняшнику можуть запліснявіти і втратити схожість. Крім цього, сходи сильно заростають бур'янами. Тому соняшник краще висівати через 10-15 днів після ранніх ярих культур при температурі ґрунту 10 ... 12 С.

Сучасні сорти соняшнику при вирощуванні без зрошення забезпечують найвищу врожайність за середньої густоти стояння рослин до збирання: в Південному Степу - 40 тис. / га, в Північному Степу - 50 тис. / га, Лісостепу - 55-60 тис. / Га. Для гібридів рекомендується густина на 10-15 тис. / Га більше. В середньому, висівають 4-6 кг / га [6].

Перед посівом рослини обов'язково протралівають або обробляють стимуляторами росту або мікробіологічними препаратами.

Висівають соняшник на глибину 5-6 см, а при посушливих умовах на 8-9 см, щоб насіння обов'язково засипалися вологим ґрунтом.

Після посіву проводять коткування. До появи сходів, якщо не вносили ґрунтові гербіциди, проводять боронування. Ґрунтові гербіциди вносять безпосередньо перед посівом, а страхові - після масової появи сходів бур'янів.

Для підвищення врожайності соняшнику при початку цвітіння на посіви вивозять бджіл з розрахунку один вулик на 1 гектар посіву. У перші кілька днів бджіл підгодовують цукровим сиропом, настояним на пелюстках соняшнику. Ці заходи забезпечують підвищення врожайності на 20-30%.

Збирання соняшнику починають при побурінні 85% кошиків, при вологості насіння не більше 12-15% [10].

1.3.2 Технологія вирощування соняшнику no-till

Розвиток сільського господарства супроводжує зростанням обсягів виробництва, впровадженням нових технологій. Все більше використовуються технології мінімального обробітку ґрунту: дрібна, поверхнева, нульова. При no-till технології земля не ореться, а спеціальним чином оброблені залишки рослин шаром покривають поверхню поля. Виходячи з наукових досліджень, технологія більш позитивно впливає на біологічні, хімічні і фізичні властивості ґрунту в порівнянні з традиційними технологіями обробітку ґрунту.

Оскільки верхнього шару ґрунту не наноситься пошкодження, технологія запобігає появі повітряної та водної ерозії ґрунту, і істотно краще зберігає вологу. Завдяки цьому, використання технології найбільш ефективно в посушливих регіонах, а також при погодних умовах з великими опадами, на земельних ділянках, які розміщені на схилах. Завдяки чому створюються сприятливі умови вирощування, після того як ви посіяли насіння соняшнику.

Найважливіші переваги технології no-till, які сприяють підвищенню врожайності соняшнику:

- підвищується вбирає ємність ґрунту;

- збільшується в ґрунті вміст органічних речовин, азоту, магнію, калію, кальцію;
- поліпшується структура ґрунту, підвищуються інфільтраційні властивості., збільшується кількість вологи і зростає потужність ґрунтових агрегатів;
- збільшується чисельність ґрунтової біоти.

Для контролю за шкідливою рослинністю, вельми доцільно застосовувати системні препарати загальної дії, що відносяться до класу гліфосатів. Саме вони є найбільш екологічно сприятливими, оскільки після прояв токсичного впливу швидко нейтралізується в процесі біологічного розпаду мікроорганізмами ґрунту. Гербіциди загальної дії виступають чудовою альтернативою передпосівної обробки землі для контролю за більшою частиною злакових і широколистих бур'янів у посівах соняшнику.

Ще одним із способів зменшення чисельності бур'янів в технології no-till, є зволікання з термінами посівів соняшнику. Переважна частина всіх бур'янів мають схильність до раннього проростання, тому їх знищують ще до посіву культури [21].

1.3.3 Технологія вирощування соняшнику Strip-till

Використане в назві технології англійське слово strip перекладається як довгасту вузьку ділянку, або означає обробку ґрунту саме такими смугами. Технологія обробки ґрунту Strip-till об'єднала в собі елементи класичної технології обробітку ґрунту а так же технології No-till.

Технологія Strip-till подразумеває, що разом з обробкою ґрунту смугами, можна вносити або рідкі або гранульовані або мінеральні добрива на основі органіки. Уже навесні, в ці оброблені смуги землі, вносять насіння соняшнику. Слід зауважити, що при висіванні насіння соняшнику, похибка в їх розміщенні в смугах повинна бути не більше 2 см. Проводити посів насіння соняшнику можна в той же час, коли вносяться добрива і гербіцид.

Саме в цей період соняшник отримує краще харчування, адже добрива вносять на глибину до 20 см. Перша дозування добрив вноситься в рядки при посіві.

Рослинні залишки і смуги стерні по технологія Strip-till залишаються на поверхні і виконують захисну функцію - взимку затримують сніг, захищають ґрунт і накопичують вологу. В оброблених смугах земля до того ж швидше прогрівається навесні.

Технологія Strip-till бере своє коріння в Північній Америці, де тамтешні аграрії отримали блискучі результати в вирощування соняшнику. До речі, там фермери проводили дослідження, яка ж з технологій обробки ґрунту покаже кращу врожайність, і в результаті найкращі показники були саме у технології Strip-till.

В Україні так само технологія Strip-till отримала хороші відгуки. Найчастіше при ній використовували агрегат Хорш Фокус, який складається з бункера для добрив і культиваторних секцій з можливістю підстроювання ширини. Глибина розпушування даної машини досягає 35 см.

Смугова обробка ґрунту з GPS відбувається восени, не раніше кінця жовтня, коли температура землі падає нижче 10 градусів на глибині 10 см. Одночасно вносять і добрива на глибину до 35 см. Навесні, в оброблені восени смуги землі сіють соняшник. Допускається разом з посівом насіння соняшнику вносити першу дозу азоту. Оброблені за технологією Strip-till смуги знаходяться на відстань 45-75 см одна від одної [21].

1.3.4 Вирощування соняшнику у суцільних посівах

Як показала практика, якісного насіння, наявності вологи в ґрунті, дотримання термінів сівби та інших необхідних умов замало. Важливо, щоб кожна рослина мала оптимальну площу живлення. Досягнути цього за широкорядного посіву неможливо. За широкорядного посіву площа живлення рослини нагадує вузький прямокутник. За суцільного вона близька

до круга чи квадрата. Це більш оптимально для рослини: краще розвивається коренева система, яка бере з ґрунту необхідні речовини.

Норму висівання підвищили незначно: з 65 тисяч до 70 тисяч насінин на гектар. Але якщо за класичної технології рослини скупчуються в рядках, то за суцільного посіву вони розміщуються більш рівномірно на площі живлення. Перераховував: сім насіннь на квадратний метр. Маючи кращий доступ до вологи, світла, поживних речовин, рослинам не потрібно конкурувати між собою. Все це напряду впливає на формування врожаю, на його якість.

Суцільний посів зменшує також втрату вологи, що особливо важливо в степових регіонах. При широкому міжрядді листочки закривають поле пізно. Як результат – значна частина вологи випаровується з ґрунту. За суцільного посіву листочки швидше закривають ґрунт, затримуючи сонячні промені. Рослини тим самим отримують більше вологи і краще переносять спеку. Зростає й площа освітлення листочків, що важливо для формування кошика.

Суцільний посів, як кожна технологія, має ризики. При чому вони вищі, ніж для класичної. Важливу роль відіграє селекція. За суцільного посіву рослини мають слабші стебла, є небезпека вилягання. Тому необхідно використовувати низькорослі сорти або гібриди, стійкі до вилягання. Купуємо насіння сингентівських гібридів. Саме воно дало найвищі врожаї. Низькорослі сорти в компанії не використовують, натомість є досвід застосування регуляторів, які гальмують ріст рослини у висоту і зміцнюють стебло.

Крім того, важливо застатися якісними стартовими гербіцидами. Якщо на широкорядному посіві вони не спрацювали, є можливість прополоти міжряддя. За вузьких рядків боротися з бур'янами механічним способом можливо лише на ранніх стадіях розвитку соняшнику. Бур'яни нав'язують конкуренцію соняшнику. До того ж забивають жатки під час збирання».

Є вимоги і до посівної техніки. Крім дотримання точності висівання, що важко зробити простими механічними сівалками, не менш важливо, щоб

агрегат витримував глибину закладання насіння. Соняшник дуже реагує на глибину посіву. Плюс-мінус два сантиметри – критично для рослини. Тому потрібно використовувати сівалки з паралелограмною навіскою сошника, яка точно копіює ґрунт [15].

2 МОДЕЛЮВАННЯ ВПЛИВУ ФАКТОРІВ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА НА ОСНОВНІ ПРОЦЕСИ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ СОНЯШНИКУ

2.1 Моделювання та оцінка майбутніх змін клімату

Кліматичні зміни, що відбуваються протягом останніх десятиліть, не перестають хвилювати учених, що сприяє розвитку методів прогнозування глобальних змін клімату і їх можливих наслідків. В цьому аспекті лідируючим є метод математичного моделювання атмосферних процесів [16].

Для визначення причини змін клімату та оцінки майбутніх змін, був реалізований модельний проект. У проекті взяли участь дослідники з 11 країн. У процесі роботи над проектом були виконані фізико-математичні моделі загальної циркуляції атмосфери і океану. Розраховувався клімат ХХ століття, були задані: відповідні спостереження; концентрація парникових газів; клімат для різних сценаріїв. Сценарії були приведені в Спеціальній доповіді з сценаріїв викидів (СДСВ). Такий комплексний підхід дозволив підвищити достовірність оцінок очікуваних змін клімату і оцінити ймовірності розподілу характеристик клімату для кожного сценарію (рис. 1.1)

Передбачається, що майбутні викиди газів з парниковим ефектом будуть продуктом дуже складних динамічних систем, які включають демографічний розвиток, соціально-економічний розвиток та технологічні зміни. Їх розвиток в майбутньому є невизначеним.

Сценарії - це альтернативні прогнози можливого розвитку подій в майбутньому, вони є засобом для аналізу того, яким чином визначальні чинники можуть впливати на показники майбутніх викидів. Сценарії

сприяють створенню аналізу змін клімату, які включають: моделювання клімату, оцінку наслідків, їх адаптацію та пом'якшення.

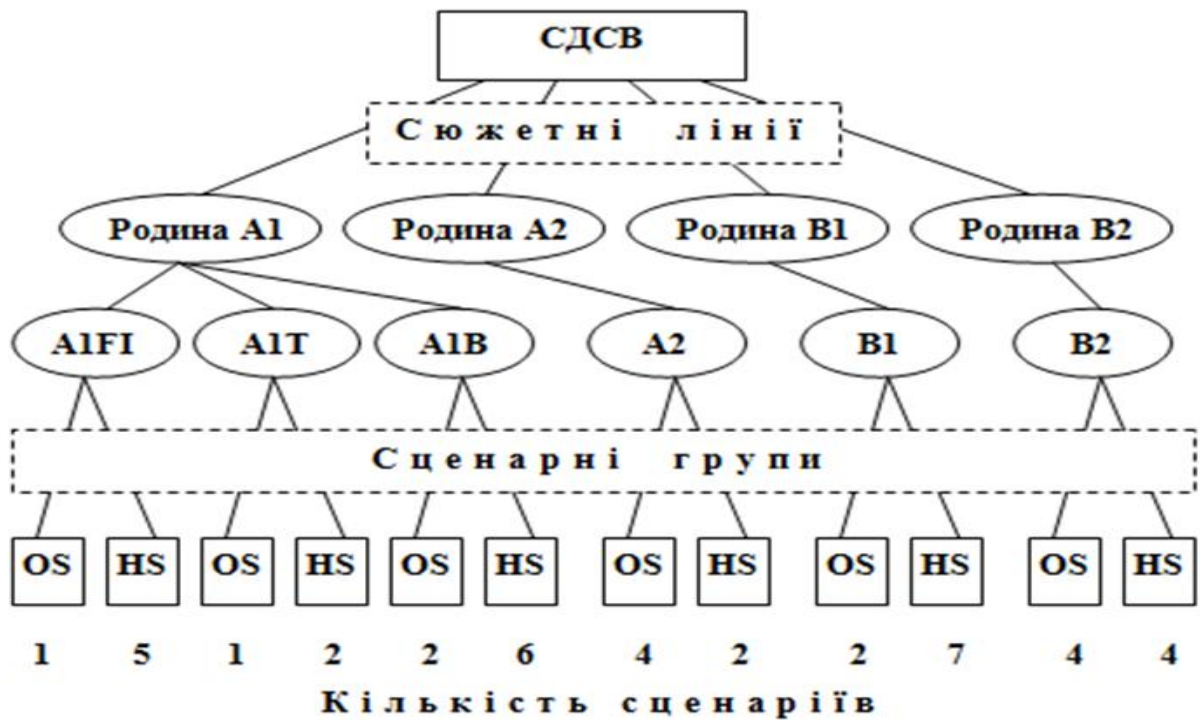


Рисунок 1.1 – Схема сценаріїв СДСВ(Спеціальні доповіді з сценаріїв викидів) [16].

Міжнародною групою експертів зі зміни клімату розроблені чотири основних описових сюжетних ліній (рис. 1.1), які послідовного викладають зв'язку між визначальними факторами викидів і їх розвитком. Кожна сюжетна лінія зображує демографічні, соціальні, економічні, технологічні та екологічні події.

Сценарій - це конкретне кількісне тлумачення однієї з чотирьох сюжетних ліній. Сценарії, які засновані на одній сюжетній лінії, представляють сценарну «родину».

Кожна сюжетна лінія включає кілька сценаріїв з різною концепцією моделювання. Такий підхід охоплюють існуючий діапазон невизначеності щодо майбутніх викидів парникових газів (ПГ), які виникають внаслідок різних характеристик цих моделей.

Для кожної сценарної сім'ї розроблені два види сценаріїв:

- сценарії з узгодженими припущеннями щодо глобального населення, економічного зростання і кінцевого використання енергії;
- сценарії з альтернативним кількісним визначенням сюжетної лінії.

Двадцять шість сценаріїв узгоджені з розвитку загального населення і сукупного національного продукту.

Для кожної сценарної сім'ї розроблені два види сценаріїв:

- сценарії з узгодженими припущеннями щодо глобального населення, економічного зростання і кінцевого використання енергії;
- сценарії з альтернативним кількісним визначенням сюжетної лінії.

Двадцять шість сценаріїв узгоджені з розвитку загального населення і сукупного національного продукту.

Зупинимось більш докладно на сюжетній лінії A1, яка містить опис майбутнього світу, що характеризується швидким економічним зростанням, глобальним населенням, показники якого досягають пікових значень в століття з подальшим зменшенням, а також швидким впровадженням нових і більш ефективних технологій.

Сценарна сім'я A1 розбивається на три групи, які надають опис альтернативних варіантів технологічних змін в енергетичній системі:

- суттєва частина викопних видів палива (A1FI),
- невикопного види палива (A1T)
- рівновага між усіма джерелами (A1B),

A1B визначається як дуже велика залежність від одного конкретного джерела енергії.

У сюжетної лінії A2 описується дуже неоднорідний світ, де головною темою є самозабезпечення і збереження місцевої самобутності зі стійким зростанням загальної чисельності населення. З цієї сюжетної лінії економічний розвиток буде мати регіональну спрямованість, а економічне зростання будуть фрагментарним і повільним [16].

2.2 Моделювання впливу факторів навколишнього середовища на основні процеси життєдіяльності соняшнику

Прикладна динамічна модель продуктивності соняшнику є базовою моделлю для агрометеорологічних розрахунків. В моделі описані фундаментальні процеси росту та розвитку рослин: фотосинтез, дихання, ріст. Модель має блочну структуру (рис. 3.1), зупинимося на кожному блоці окремо [17].

2.2.1 Блок радіаційного та водно-теплового режимів

В даному блоці описується алгоритм впливу основних факторів навколишнього середовища на ріст і розвиток рослин.

Основним фактором життєдіяльності рослинної формації є світло. Характеристикою, що описує вплив світла на рослини є фотосинтетична активна радіація.

Сонячна радіація, що надходить на підстильну поверхню землі включає пряму сонячну радіацію та розсіяну, сума цих характеристик має назву сумарної сонячної радіації і розраховується за формулою Сівкова

$$Q^j = 12.66(S^j)^{1.31} + 315(\sinh \frac{j}{h_0})^{2.1} \quad (3.1)$$

де S – тривалість сонячного сяйва, год.; h_0 – полуденна висота Сонця.

Однак не вся сонячна радіація надходить на підстилаючої поверхню засвоюється рослинами. Приблизно 1/2 її частина поглинається рослинами и називається вона фотосинтетична активна радіація (ФАР).

З початку фотосинтетична активна радіація надходить на верхню межу посіву. В моделі цей процес описується виразом [17]

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

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

Поглинання посівом фотосинтетичної активної радіації розраховується за формулою [13]

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

де I_0^j – інтенсивність поглинаної сонячної радіації, кал/(см²/хв.);
 C – емпірична постійна величина; LAI – площа листової поверні, м²/м².

На ріст і розвиток рослин значний вплив оказує тепло. Характеристикою тепла є температура. В моделі вплив температури повітря на фотосинтетичну діяльність рослин описується функцією впливу температури повітря на інтенсивність фотосинтезу та звана «температурна крива фотосинтезу» визначається як [13]

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

де Ψ_ϕ - температурна крива фотосинтезу; t_n – температура повітря, С⁰ ;

$t_0^\phi, t_{opt1}^\phi, t_{opt2}^\phi, t_{max}^\phi$ - Відповідно початкова, нижня і верхня межа оптимальної температури і максимальна температура процесу фотосинтезу.

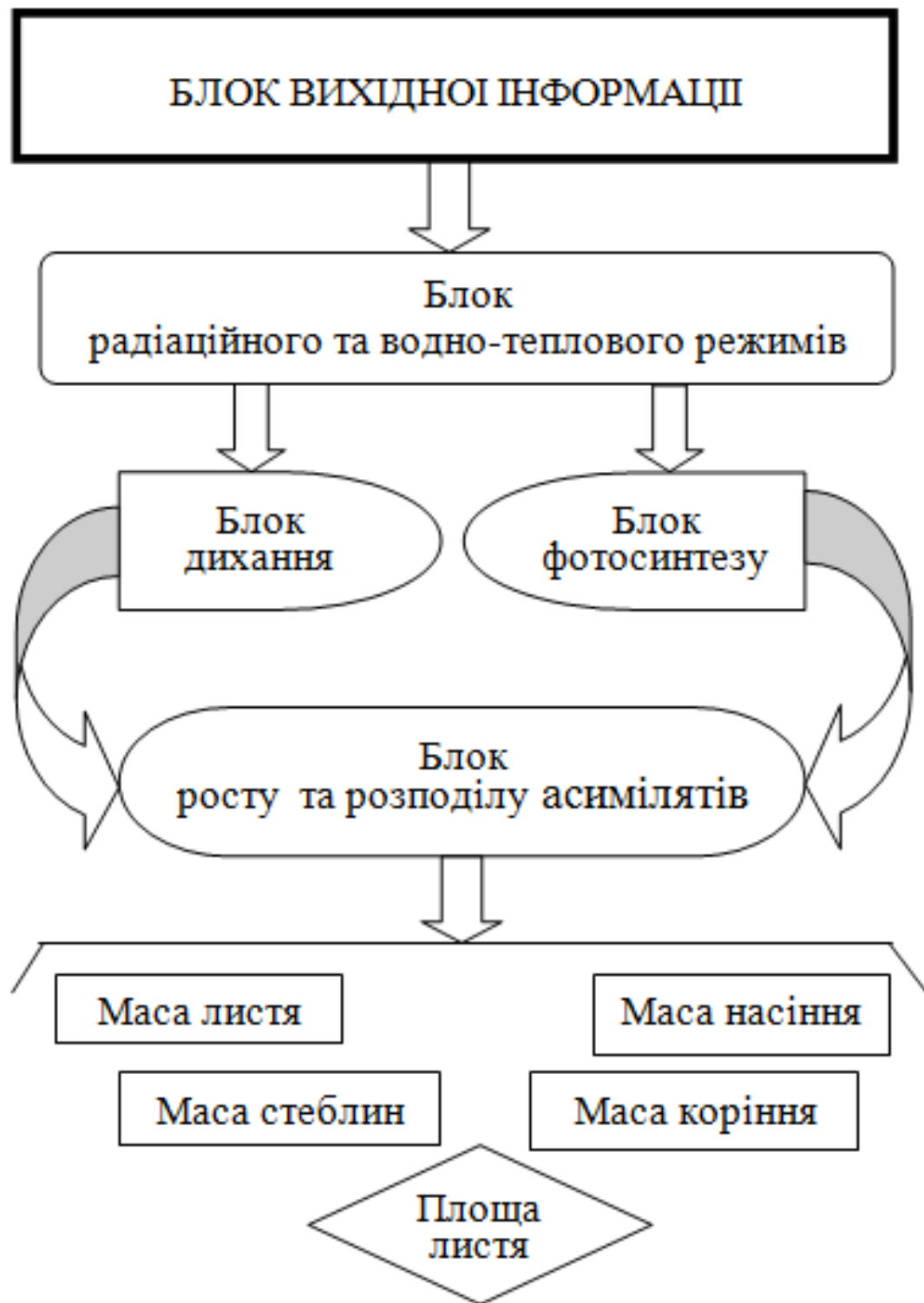


Рисунок 3.1 – Блок-схема динамічної моделі водно-теплого режиму та продуктивності соняшнику [7].

Ще одним незамінним фактором життєдіяльності рослин є волога. Основним джерелом надходження вологи до рослин є запаси вологи в ґрунті. Зміни запасів вологи в ґрунті W по декадах визначається за рівнянням водного балансу:

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

де Q – сума опадів за декаду, мм; X – норма вегетаційного поливу, мм; V_w - витрати ґрунтових вод в зону аерації, мм; E – сумарне випаровування, мм; U_w - інфільтрація атмосферних опадів, мм;

Для визначення волого потреби соняшника в період росту та розвитку в моделі використовується рівня, що описує залежність випарності від середнього за декаду дефіциту вологості повітря d_w :

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

де n – число днів у розрахунковій декаді.

Для визначення вологозабезпеченості рослин потрібно знати кількість води, що рослина потребує за фактичними умовами, для цього в моделі використовується рівняння розрахунку сумарного випаровування [13]

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

де $W_{H.B.}$ - найменша вологоємність, мм; $W_{B.3}$ - волога в'янення, мм.

2.2.2 Блок фотосинтезу рослин

Рослини в процесі фотосинтезу під впливом енергії сонячної радіації та поглинання листям з атмосфери CO_2 і кореневою системою воду з ґрунту, створюють органічну речовину у вигляді (асиміляти). Разом з фотосинтезом

йде процес транспірації, який відповідає за надходження в рослини води і елементів мінерального живлення, а також регулюється тепловий режим рослин. Процес фотосинтезу може йти з більшою або меншою швидкістю - це залежить від інтенсивності ФАР, водного і температурного режиму, швидкості вітру, концентрації CO₂ в повітрі, родючості ґрунту і видових особливостей рослин.

В моделі інтенсивність фотосинтезу листя описується формулою [17]

$$\Phi_o^j = \frac{\Phi_{\max} a_{\phi} I^j}{\Phi_{\max} + a_{\phi} I^j}, \quad (3.8)$$

де Φ_{\max} – інтенсивність фотосинтезу листя при світловому насиченні та нормальній концентрації CO₂ в атмосфері, мгCO₂/дм² г⁻¹; a_{ϕ} - початковий нахил світлової кривої фотосинтезу, мгCO₂ дм⁻² г⁻¹/(Вт).

Залежність фотосинтезу вмісту CO₂ в атмосфері розглядається величина Φ_{\max} як функція концентрації CO₂:

$$\Phi_{\max} = \tau_C \cdot C_o, \quad (3.9)$$

де τ_C – початковий нахил вуглецевої кривої фотосинтезу; C_o – концентрація CO₂ в атмосфері.

Фотосинтез здійснюється у рослин головним чином через листя, тому в моделі сумарний фотосинтез посіву на одиницю площі посіву за світлий час доби визначається з виразу [13]

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

де Φ^j - сумарний фотосинтез посіву, г/м² доб; ε - коефіцієнт для перерахунку в одиниці сухої маси, г/мг⁻¹CO₂; Φ_{τ}^j - інтенсивність фотосинтезу

одиниці площі листя в реальних умовах середи, $\text{мгСО}_2/\text{дм}^2$, яка розраховується за формулою

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

де α_{Φ} - онтогенетична крива фотосинтезу; Φ_o - інтенсивність фотосинтезу при оптимальних умовах тепло- та вологозабезпеченості та реальних умовах освітленості, $\text{мгСО}_2/\text{дм}^2 \text{ г}$; $\frac{E^j}{E_o^j}$ - вологозабезпеченість, %; Ψ_{Φ} - температурна крива фотосинтезу.

2.2.3 Блок дихання рослин

Не менш важливий процес, який відбувається в рослинах - це процес дихання. Він відповідає за постачання енергією різних біохімічних процесів синтезу. Процес дихання пов'язаний з ростом, побудовою нових структурних елементів рослин і з транспортом речовин, а також підтримкою життєздатних структур органів рослин. На дихання у рослин витрачаються органічні речовини, накопичені в органах рослин.

Розрахунок процесу дихання виконується з урахування витрат на дихання поділяються на дихання, пов'язане з підтриманням структури тканин і на дихання, пов'язане із зростанням:

$$R^j = \alpha_R^j (C_1 M^j \varphi_R^j + C_2 \Phi^j), \quad (3.13)$$

де R - інтенсивність дихання, $\text{г м}^{-2} \text{ доб}^{-1}$; α_R - онтогенетична крива дихання, C_1 - коефіцієнт дихання підтримання, г/ гсут ; C_2 - коефіцієнт витрат, що пов'язані з ростом, безрозмірний;

2.2.4 Блок росту рослин та розподілу асимілятів

Фотосинтез і ріст розглядають як взаємопов'язані процеси. З боку фотосинтезу відбувається енергетичне забезпечення ростової функції. У взаємодії фотосинтезу і зростання виникають донорно-акцепторні відносини. Між донором і акцептором формуються тимчасові проміжні фонди асимілятов. Фонди знаходяться у всіх органах, але більше їх в листі.

Зростання є складовою частиною продукційного процесу. Він супроводжується збільшенням маси і розмірів органів.

Самий елементарний показник зростання фітомаси - це приріст. Приріст біомаси посіву визначається остатком між сумарним фотосинтезом посіву та витратами на дихання:

$$\Delta M^j = \phi^g - R^j \quad (3.14)$$

В моделі ураховується накопичення асимілятів в окремих органах рослини. Ріст окремих органів рослин протягом вегетаційного періоду описується системою рівнянь [17]

$$\begin{cases} m_i^{j+1} = m_i^j + (\beta_i^j \frac{\Delta M}{\Delta t} - \mathcal{G}_i^j m_i^j) n^j \\ m_p^{j+1} = m_p^j + (\beta_p^j \frac{\Delta M}{\Delta t} + \sum_i^{l+s+r} \mathcal{G}_i^j m_i^j) n^j \end{cases}, \quad (3.15)$$

l – листя; s – стеблини; r – коріння; p – насіння

де m_i – суха біомаса i -го органу рослин, г/м; β_i – функція росту вегетаційного періоду, яка описує розподіл «свіжих» асимілятів, безрозмірна ($\beta_i \geq 0, \sum \beta_i = 0$); \mathcal{V}_i – функція росту репродукційного періоду, що визначає перетікання «старих», раніше запасених асимілятів при старінні рослини з вегетативних органів у репродуктивні, доб.

Динаміка площі асимілюючої поверхні визначається з рівнянь [17]

$$L^{j+1} = L^j + \left(\frac{\Delta m_l^j}{\Delta t} \frac{1}{\sigma_l} \right) n^j, \quad \text{при } \frac{\Delta m_l^j}{\Delta t} > 0, \quad (3.16)$$

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

де σ_l - питома поверхнева площа листа, г/м²; k_h - параметр, що характеризує частку життєдіяльних структур в загальній біомасі листа, безрозмірний.

3 ОЦІНКА КЛІМАТИЧНИХ ЗМІН ТА ЇХ ВПЛИВУ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ СОНЯШНИКУ В ПІВНІЧНОМУ СТЕПУ УКРАЇНИ

(на прикладі Кіровоградської області)

3.1 Загальна характеристика фізико-географічних та агрокліматичних умов території

Кіровоградська область розташована у центральній частині України [1], між 49°10' і 48°18' північної широти та 33°54' і 29°42' східної довготи. Протяжність території із заходу на схід становить понад 335 км, з півночі на південь – майже 148 км. Загальна площа області дорівнює 24,6 тис. км², тобто 4,1% території України. Кіровоградська область межує на півночі з Черкаською, на північному сході – з Полтавською, на сході та південному сході – з Дніпропетровською, на півдні – з Миколаївською, на південному заході – з Одеською, на заході – з Вінницькою областями України.

3.1.1 Кліматичні та агрокліматичні умови Кіровоградської області

Територія області розташована в досить широкій смузі переходу лісостепової зони в степову. Відповідно до цього, північна частина області відноситься до лісостепу, південна - до північного степу. Клімат області помірно-континентальний, з добре вираженими порами року [1]. Північно-західна лісостепова частина області знаходиться під більшим впливом вологих повітряних мас з Атлантичного океану. На південну та східну степову частину області західні повітряні потоки також впливають, але ця територія більше ніж північно-західна зазнає впливу континентальних повітряних мас, що надходять з Арктики та Азії. Через це клімат північно-

західної частини області є трохи м'якшим, ніж південно-східної. Північно-західна та північна частини області належать до недостатньо вологої, теплої, а південна і східна - до посушливої, дуже теплої агрокліматичної зони.

Зима м'яка, з частими відлигами, малосніжна, нестійка, літо спекотне. Середня температура повітря за рік по області становить 8,1-8,9°C. Середня температура січня (найхолоднішого місяця) становить мінус 2,8-3,9°C, середня температура липня (найтеплішого місяця) - 20,6-22,0°C.

Абсолютний мінімум температури повітря по області відмічався у січні 1987 року і становив 30,4°C морозу (М Долинська), абсолютний максимум - 39,4°C тепла відмічався у серпні 1998 року (М Бобринець).

Зимовий період на Кіровоградщині триває 86-100 днів - з 24 листопада - 3 грудня до 26 лютого - 4 березня, коли відбувається стійкий перехід середньої добової температури повітря через 0 °C у бік потепління та починається весна.

Вегетаційний період (із середніми добовими температурами повітря 5°C і вище) триває 211-221 дні, починається в середньому по області 26 березня - 1 квітня і закінчується 30 жовтня - 5 листопада. Сума позитивних температур повітря вище 5 °C за цей період змінюється від 3210 °C на півночі області до 3440 °C на півдні та 3450 °C- на крайньому сході.

Період активної вегетації с.-г. культур (із середніми добовими температурами повітря 10 °C і вище) триває 169-176 днів, змінюючись в окремі роки від 144 до 197 днів, починається 15-19 квітня і закінчується 5-9 жовтня. Сума позитивних температур повітря вище 10 °C за цей період змінюється від 2870 °C на півночі області до 3090 °C на півдні, на крайньому сході - 3130 °C. В окремі роки ця сума коливається від 2470 до 3510 °C.

Літній період (із середніми добовими температурами повітря 15 °C і вище), триває в області 117-129 днів - з 13—18 травня до 11-19 вересня. Сума позитивних температур повітря вище 15 °C за цей період змінюється від 2175 °C на півночі області до 2380 °C на півдні, на крайньому сході (у Світловодську) - близько 2485 °C .

Середня обласна кількість опадів за рік становить 535 мм, змінюючись по території від 501 до 570 мм. Кількість опадів по роках змінюється від 285 до 882 мм. Близько 70 % від річної кількості опадів випадає у теплий період року.

Режим зволоження території області створює в цілому позитивний баланс вологи в ґрунті. Проте у зв'язку з особливостями яружно-балкового рельєфу в районах Лісостепу та Степу, значну повторюваність мають ґрунтові засухи, які негативно впливають на розвиток с.-г. культур.

Помірна атмосферна засуха, яка часто поєднується із ґрунтовою у період активної вегетації с.-г. культур (ГТК становить 0,7-0,9), має ймовірність 15 % .

Відносна вологість повітря у теплий період року (квітень - жовтень) по області коливається від 60 % весною до 80 % восени, а кількість днів із відносною вологістю повітря 30 % та менше за цей період становить 13-27 днів.

3.2 Оцінка змін агрокліматичних ресурсів на території Кіровоградської області у зв'язку зі змінами клімату

Оцінка змін агрокліматичних ресурсів Кіровоградської області проводилася з використанням сценаріїв измененій клімату А1В і А2., які є сюжетними лініями СДСВ (Спеціальної доповіді зі сценаріїв викидів) [16].

Порівняльний аналіз характеру зміни клімату проводився за даними кліматичних сценаріїв А1В і А2 за 2021-2050 рр і середніх багаторічних кліматичних і агрокліматичних показників за 1986-2005 рр .

Для оцінки впливу змін клімату на продуктивність соняшника використовувались дві групи агрокліматичних показників – теплозабезпеченість і вологозабезпеченість.

В роботі досліджуються агрокліматичні умови вирощування соняшнику на сільськогосподарських угіддях Кіровоградської області у північно-степовій підзоні.

3.2.1 Аналіз теплозабезпеченості вегетаційного періоду

Теплозабезпеченість періоду визначалась основними кліматичними та агрокліматичними характеристиками температурного режиму:

- дати стійкого переходу температури повітря через 0, 5, 10, 15 °С навесні та восени;
- тривалість періоду з температурами повітря вище 0, 5, 10, 15 °С;
- суми позитивних температур повітря за період з температурами вище 0, 5, 10, 15 °С ;
- середня температура повітря січня, липня та їхня амплітуда.

В роботі представлені показники термічного режиму, розраховані за різними сценаріями (табл.3.1).

Початок весни це дата стійкого переходу температури повітря через 0 °С в сторону підвищення температури повітря, а початок осені – це дата стійкого переходу температури повітря через 0 °С в сторону від’ємних температур. Порівняльний аналіз розрахунків за сценарієм *A1B* показав, що в період з 2021 по 2050 рр. у *Кіровоградській області* перехід температури повітря через 0 °С весною наставатиме раніше на 7 днів, восени він буде пізніше на 11 днів, тому тривалість періоду з позитивними температурами збільшиться на 18 днів і дорівнюватиме 278 днів. Тому що тривалість періоду зростатиме, суми температур збільшуватимуться (табл. 3.2) до 3450 °С (базова 3409 °С). В цій зоні середня температура січня очікується вищою за базову на 1,3 °С. Температура липня буде нижча, ніж в липні базового періоду на 0,6 °С, а амплітуда температур меншою на 1,9 °С і становитиме 24,2 °С .

Таблиця 3.1 - Дати стійкого переходу середньої добової температури повітря через 0, 5, 10, 15 °С та тривалість періодів з цими температурами. Кіровоградська область

Період	Дати переходу температури повітря через межі								Кількість днів з температурою повітря рівною або вище			
	Навесні				Восени							
	0 °С	5 °С	10 °С	15 °С	15 °С	10 °С	5 °С	0 °С	0 °С	5 °С	10 °С	15 °С
Сценарій А1 В												
1986 – 2005	6.03	1.04	17.04	16.05	16.09	7.10	30.10	21.11	260	213	173	123
2021 – 2050	27.02	23.03	11.04	11.05	24.09	23.10	13.11	1.12	278	223	194	135
Різниця	-7	-7	-6	-4	9	16	13	11	18	10	21	12
Сценарій А 2												
2021 – 2050	21.02	20.03	13.04	18.05	13.09	9.10	2.11	1.12	284	226	177	119
Різниця	-13	-7	-4	3	2	2	2	10	24	13	4	-4

Перехід температури повітря через 0 °С за сценарієм *A2* навесні на досліджуваної території буде раніше на 13 днів, восени пізніше - на 10 днів. Тривалість періоду з позитивними температурами буде на 24 дні довше середньої багаторічної тривалості. Суми температур зростуть значно більше в порівнянні з сценарієм *A1B* і становитимуть 3541 °С, що вище базової суми на 132 °С. Температура в січні за сценарієм *A2* буде вищою температури січня базового періоду на 2,8 °С, а в липні нижче на 2,4 °С. Амплітуда температур зменшиться до 20,9 °С і буде меншою базової на 5,2 °С.

Таблиця 3.2 – Характеристики температурного режиму.

Кіровоградська область

ПЕРІОД	Сума активних температур вище				Температура повітря, °С		
	0 °С	5 °С	10 °С	15 °С	січень	липень	амплітуда
Сценарій <i>A1B</i>							
1986–2005	3409	3356	3010	2372	-4,0	22,1	26,1
2021–2050	3450	3354	2987	2389	-2,7	21,5	24,2
Різниця	41	-2	-23	17	1,3	-0,6	-1,9
Сценарій <i>A2</i>							
2021–2050	3541	3366	2976	2182	-1,2	19,7	20,9
Різниця	132	10	-34	-190	2,8	-2,4	5,2

3.2.2 Аналіз вологозабезпеченості вегетаційного періоду

Головним джерелом зволоження земної поверхні є опади, тому саме опади визначають стан багатьох природних ресурсів. Тому зміна опадів грає важливу роль при оцінці і прогнозах природних ресурсів (табл. 4.3).

Для оцінки тенденції умов зволоження були взяті періоди по сезонам і за рік: базовий 1986-2005 рр. та розрахунковий 2021 – 2050 рр. за кліматичними сценаріями *A1B* та *A2*.

При цьому розглядалися такі показники:

- сума опадів за періоди з температурами повітря вище 5, 10 °С;
- сума опадів за періоди: зима, весна, літо, осінь, зима, рік;
- сумарне випаровування, випаровуваність, дефіцит випаровування.

Розраховані у відповідності до кліматичних сценаріїв багаторічні режими сум опадів показали, що очікуються суттєві зміни (табл.3.3).

У *Кіровоградській області* в період 2021 – 2050 рр. за сценарієм *A1B* кількість річних сум опадів зменшується на 7 мм і становитиме 560 мм. За сценарієм *A2* зростає до 645 мм, що вище базової суми на 78 мм. За обома сценаріями в літній період сума опадів буде незначно нижче за базову і становитиме 169 і 172 мм. За зиму сума опадів зросте до 145 мм за першим сценарієм і до 153 мм за другим сценарієм, що вище сум базового періоду відповідно на 36 та 46 мм. Впродовж весни за першим сценарієм суми опадів зменшаться в порівнянні з базовим періодом на 20 мм, впродовж літа будуть майже на рівні базових опадів, а восени зменшаться на 19 мм і становитимуть 118 мм проти 137мм за осінь базового періоду.

За сценарієм *A2* зростання опадів буде спостерігатись в усі сезони, окрім літа, коли сума опадів буде на рівні середніх багаторічних значень базового періоду.

На досліджуваній території просліджується тенденція збільшення сумарного випаровування. Сумарне випаровування за обома сценаріями становитиме 507 мм та 536 мм, що перевищуватиме значення сумарного

випаровування за базовий період на 28 та 57 мм відповідно. Випаровуваність становитиме 1229 мм за першим сценарієм та 1138 мм за другим і буде меншою базового періоду на 130 та 221 мм відповідно. Дефіцит випаровування зменшиться від 880 до 772 мм за першим сценарієм до 602 мм за другим.

Таблиця 3.3 - Режим зволоження. Кіровоградська область

Період	Кількість опадів за період, мм							Сумрне випаровування,	Випаровуваність, мм	Дефіцит випаровування
	T _{ср}		зима	весна	літо	осінь	рік			
	5 °С	10° С								
Сценарій А1В										
1986 – 2005	362	305	109	148	173	137	567	479	1359	880
2021 – 2050	369	310	145	128	169	118	560	507	1229	722
Різниця	7	5	36	-20	-4	-19	-7	28	-130	-158
Сценарій А2										
1986 – 2005	362	305	109	148	173	137	567	479	1359	880
2021 – 2050	401	337	153	163	172	157	645	536	1138	602
Різниця	39	32	46	15	-1	20	78	57	-221	-278

3.3 Оцінка зміни агрокліматичних умов вирощування соняшнику в Кіровоградській області

3.3.1 Агрокліматичні умови вирощування соняшнику

За даними багаторічних спостережень 1986-2005 рр. (табл. 3.4) тривалість вегетаційного періоду соняшнику становить 104 дні. За умов реалізації сценарію *A2* тривалість вегетаційного періоду соняшнику за кліматичним періодом 2021-2050 рр. збільшиться на 16 днів і становитиме 120 днів.

За базовими даними 1986-2005 рр. терміни посіву становить 25.04. Згідно з сценарієм строки посіву змістяться на 15 – 18 днів раніше базових термінів. Відповідно змістяться і строки появи сходів на 6 днів раніше за базовий період. Зміщення термінів цвітіння буде не таким істотним. Так цвітіння настане на 3 дні пізніше за базовий період. Достигання в кліматичний період з 2021 по 2050рр. буде пізніше на 9 днів.

Таблиця 3.4– Фази розвитку соняшнику. Кіровоградська область

Сценарій *A2*

Період	Сходи	Цвітіння	Достигання	Тривалість вегетаційного періоду, дні
1986 – 2005	11.05	15.07	23.08	104
2021 – 2050	05.05	18.07	02.09	120
Різниця	-6	+3	+9	+16

За сценарієм *A1B* (табл. 3.5) тривалість вегетаційного періоду буде практично дорівнювати середньобагаторічному, сходи з'являтимуться на 7

раніше базових, у порівнянні з кліматичним сценарієм *A2* вони практично співпадатимуть.

Таблиця 3.5– Фази розвитку соняшнику. Кіровоградська область
Сценарій *A1B*

Період	Сходи	Цвітіння	Достигання	Тривалість вегетаційно го періоду, дні
1986 – 2005	11.05	15.07	23.08	104
2021 – 2050	04.05	06.07	14.08	102
Різниця	-7	-9	-9	-2

За даним сценарієм цвітіння буде спостерігатися раніше на 9 в порівнянні з базовими строками, а в порівнянні з сценарієм *A2* на 12 днів раніше за сценарій *A1B*. Порівняння дат досягання за різними сценаріями показують, що в першому випадку досягання буде пізніше, в другому випадку раніше на 9 днів.

Аналіз динаміки середньої за декаду температури повітря при зміні кліматичних умов за сценарієм *A2* та базового періоду за період вегетації соняшнику показує, що зміщення строків посіву в сторону більш ранніх термінів призведе до того, що за весь період вегетації соняшнику ріст і розвиток будуть проходити на фоні знижених температур. На досліджуваній території знижений режим спостерігається як у першому (1,6 °C), так і в другому (1,9 °C) періодах вегетації.

Кількість опадів у період сходи – цвітіння збільшусь на 10 % (табл.3.6). В період цвітіння – досягання кількість опадів зростатиме на 13 %. В цілому за вегетацію в порівнянні з базовим спостерігається зростання опадів на 11%.

Таблиця 3.6 – Агрокліматичні умови вирощування соняшнику за сценарієм А2. Кіровоградська область

Період	I період сходи – цвітіння					II період цвітіння – досягання					Вегетаційний період				
	середня температура, °С	сума опадів, мм	сумарне випаровування, мм	сумарна випаровуваність, мм	вологозабезпеченість, відн.од	середня температура, °С	сума опадів, мм	сумарне випаровування, мм	сумарна випаровуваність, мм	вологозабезпеченість, відн.од	середня температура, °С	сума опадів, мм	сумарне випаровування, мм	сумарна випаровуваність, мм	вологозабезпеченість, відн.од
1986 – 2005	18,2	136	139	290	0,48	20,7	94	95	221	0,43	19,3	230	234	511	0,46
2021 – 2050	16,6	150	145	276	0,53	18,8	106	96	200	0,48	17,6	256	241	476	0,51
Різниця	-1,6	+10%	+4%	+5%	+10%	-1,9	+13%	+1%	-10%	+12%	-1,7	+11%	+3%	-7%	+11%

Незначно зросте в порівнянні з базовим сумарне випаровування. Для періоду сходи – цвітіння буде характерно зростання на 4 %. Для періоду цвітіння – досягання сумарне випаровування в порівнянні з базовим залишатиметься без змін (зростання на 1 %). В цілому за вегетацію спостерігатиметься зростання сумарного випаровування лише на 3 %.

Зростає й вологозабезпеченість. Для періоду сходи – цвітіння на 10 % більша за базову. Для періоду цвітіння – досягання це збільшення у порівнянні з базовим буде на 12 %.

Таким чином, вологозабезпеченість всього періоду від сходів до досягання соняшнику збільшуватимуться в порівнянні з базовим періодом (табл.3.6). Це пояснюється збільшенням періоду вегетації, посів припадає на більш ранні терміни, тому у ґрунті знаходиться достатня кількість вологи, цьому сприяли зимові опадів, вегетація проходитиме при пониженому температурному режимі, а також із збільшенням кількості опадів за період вегетації, та зменшенням дефіциту вологи. Тому вологозабезпеченість посівів соняшнику при зміні клімату буде краща в порівнянні з базовою.

Порівняльний аналіз середньої за декаду температури повітря за сценарієм А1В і базового періоду за період вегетації соняшнику показав, що зарахунок більш ранніх строків сівби період сходи - цвітіння буде проходити на фоні знижених температур, а період цвітіння - дозрівання навпаки на фоні підвищених температур (табл. 3.7) .

Період сходи – цвітіння буде проходити при знижених температурах на $0,6^{\circ}\text{C}$.

Температурний режим в період цвітіння – досягання буде підвищеним в порівнянні з базовим на $1,0^{\circ}\text{C}$. В цілому за вегетацію температурний режим буде на $0,2^{\circ}\text{C}$ вище за базовий.

Кількість опадів у період сходи – цвітіння буде меншою за базову (табл. 3.7) на 7%. Для періоду цвітіння – досягання буде незначне

Таблиця 3.7– Агрокліматичні умови вирощування соняшнику за сценарієм *A1B*. Кіровоградська область

Період	I період сходи – цвітіння					II період цвітіння – досягання					Вегетаційний період				
	середня температура, °С	сума опадів, мм	сумарне випаровування, мм	сумарна випаровуванність, мм	вологозабезпеченність, відн.од	середня температура, °С	сума опадів, мм	сумарне випаровування, мм	сумарна випаровуванність, мм	вологозабезпеченність, відн.од	середня температура, °С	сума опадів, мм	сумарне випаровування, мм	сумарна випаровуванність, мм	вологозабезпеченність, відн.од
1986 – 2005	18,2	136	139	290	0,48	20,7	94	95	221	0,43	19,3	230	234	511	0,46
2021 – 2050	17,6	126	134	278	0,48	21,7	91	95	209	0,45	19,5	217	229	492	0,47
Різниця	-0,6	-7%	-4%	-4%	0%	+1,0	-3%	0%	-6%	+5%	+0,2	-6%	-2%	-4%	+2%

зменшення лише на 3%. В цілому за вегетацію в порівнянні з базовим спостерігається зменшення опадів на 6%.

Сумарне випаровування по території і по періодам розвитку змінюється так: для періоду сходи – цвітіння знижується на 4%, а для періоду цвітіння – досягання в порівнянні з базовим змін не спостерігається (0%). В цілому за вегетацію спостерігатиметься незначне (2%) зменшення сумарного випаровування. Вологозабезпеченість практично не змінюється в порівнянні з базовим періодом: для періоду сходи – цвітіння вона дорівнюватиме базовій, для періоду цвітіння – досягання вологозабезпеченість зростатиме на 5%.

Отже в Кіровоградській області вологозабезпеченість всього періоду від сходів до досягання соняшнику незначно збільшуватиметься (на 2%) (табл.3.7) . Це пояснюється збільшенням температурного режиму в період цвітіння – досягання незначного зростання кількості опадів. Тому вологозабезпеченість посівів соняшнику при зміні клімату буде залишатися на рівні базового .

3.3.2 Фотосинтетична продуктивність соняшнику

У обох регіонах для культури соняшник були розраховані показники фотосинтетичної продуктивності його посівів в умовах зміни клімату за сценаріями А2 (табл. 3.8) і А1В (табл. 3.9). Динаміка наростання площі листової поверхні наведена для :

- I-го досліджуваного району (Кіровоградський регіон, північна-стєпова підзона) на рис. 3.1 і 3.4;

Таблиця 3.8– Фотосинтетична продуктивність соняшнику. Кіровоградська область. Сценарій А2

Період	Варіант	Період максимального росту			Загальна біомаса на момент досягання, г/м ²	**ФПП м ² /доб.	Урожай, ц/га
		площа листкової поверхні, м ² /м ²	*ЧПФ, г/м ²	приріст загальної біомаси, г/м ² за добу			
1986–2005	Базовий	2,55	77	121,3	491,8	138	15,6
2021–2050	Клімат	4,06	75	161,4	765,4	237	23,5
	Клімат + CO ₂	4,48	73	181,1	851,6	260	26,2

Таблиця 3.9 – Фотосинтетична продуктивність соняшнику. Кіровоградська область. Сценарій *A1B*

Період	Варіант	Період максимального росту			Загальна біомаса на момент досягання, г/м ²	**ФПП м ² /доб.	Урожай, ц/га
		площа листової поверхні, м ² /м ²	*ЧПФ, г/м ²	приріст загальної біомаси, г/м ² за добу			
1986–2005	Базовий	2,55	77	121,3	491,8	138	15,6
2021–2050	Клімат	2,75	78	119,5	509,9	142	15,9
	Клімат + CO ₂	3,02	79	134,0	566,9	154	17,8

* Чиста продуктивність фотосинтезу;

** Фотосинтетичний потенціал посівів за вегетаційний період

Умови змін клімату у *Кіровоградській області* (північно-степовій підзоні) призведуть к зміщенню термінів сівби, тому й сходи з'являтимуться на декаду раніше в порівнянні з базовим періодом.

За сценарієм *A2* прирости площі листя будуть інтенсивнішими за базові (рис. 3.1), максимальне значення зростатиме з 2,55 до 4,06 м²/м² (табл. 3.8), підвищення вмісту CO₂ збільшуватиме значення площі листя, відповідно до 4,48 м²/м².

У зв'язку з підвищеним температурним режимом чиста продуктивність фотосинтезу буде складати 75 г/м² і 73 г/м² (рис. 4.2). Інтенсивність приросту загальної біомаси буде більшою за базову (рис. 3.3) загальна біомаса соняшнику на момент дозрівання зростатиме з 491,8 до 765,4 г/м². Підвищення вмісту CO₂ призведе до збільшення загальної біомаси до 851,6 г/м² (табл.3.8).

За сценарієм *A1B* інтенсивність приростів площі листя (рис 3.4) буде меншою ніж за сценарієм *A2*, в порівнянні з базовою максимальна площа листя (табл. 3.9) збільшуватимуться з 2,55 до 2,75 м²/м². При підвищенні CO₂ в атмосфері показник максимальної площі листя зростатиме на 18% .

Максимальна чиста продуктивність залишатимуться на рівні базової (рис. 3.5, табл. 3.9). Фотосинтетичний потенціал зростатиме з 138 до 142 м²/доб, а при збільшенні CO₂ в атмосфері буде зростати до 154 м²/доб.

Інтенсивність приростів загальної біомаси в умовах зміни клімату за сценарієм *A1B* (рис 3.6) збільшиться в порівнянні з базовою з 491,8 до 509,9 г/м² (табл. 3.9). Підвищення CO₂ сприятиме підвищенню приростів біомаси й на момент дозрівання зростатиме до 566,9 г/м².

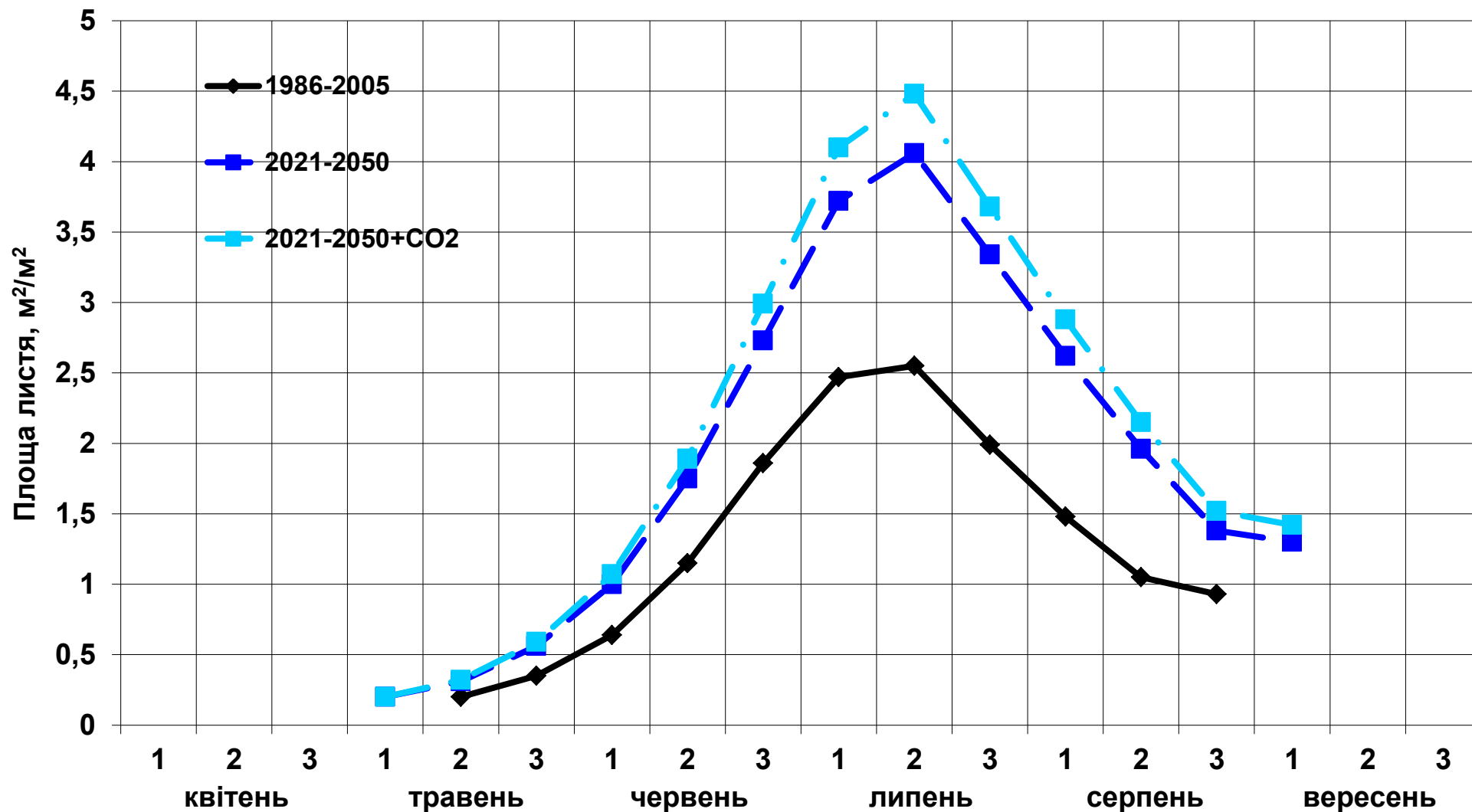


Рисунок 3.1 – Динаміка відносної площі листкової поверхні соняшнику в умовах зміни клімату за сценарієм *A2* в порівнянні з періодом 1986-2005 рр. (базовий період). Кіровоградська область.

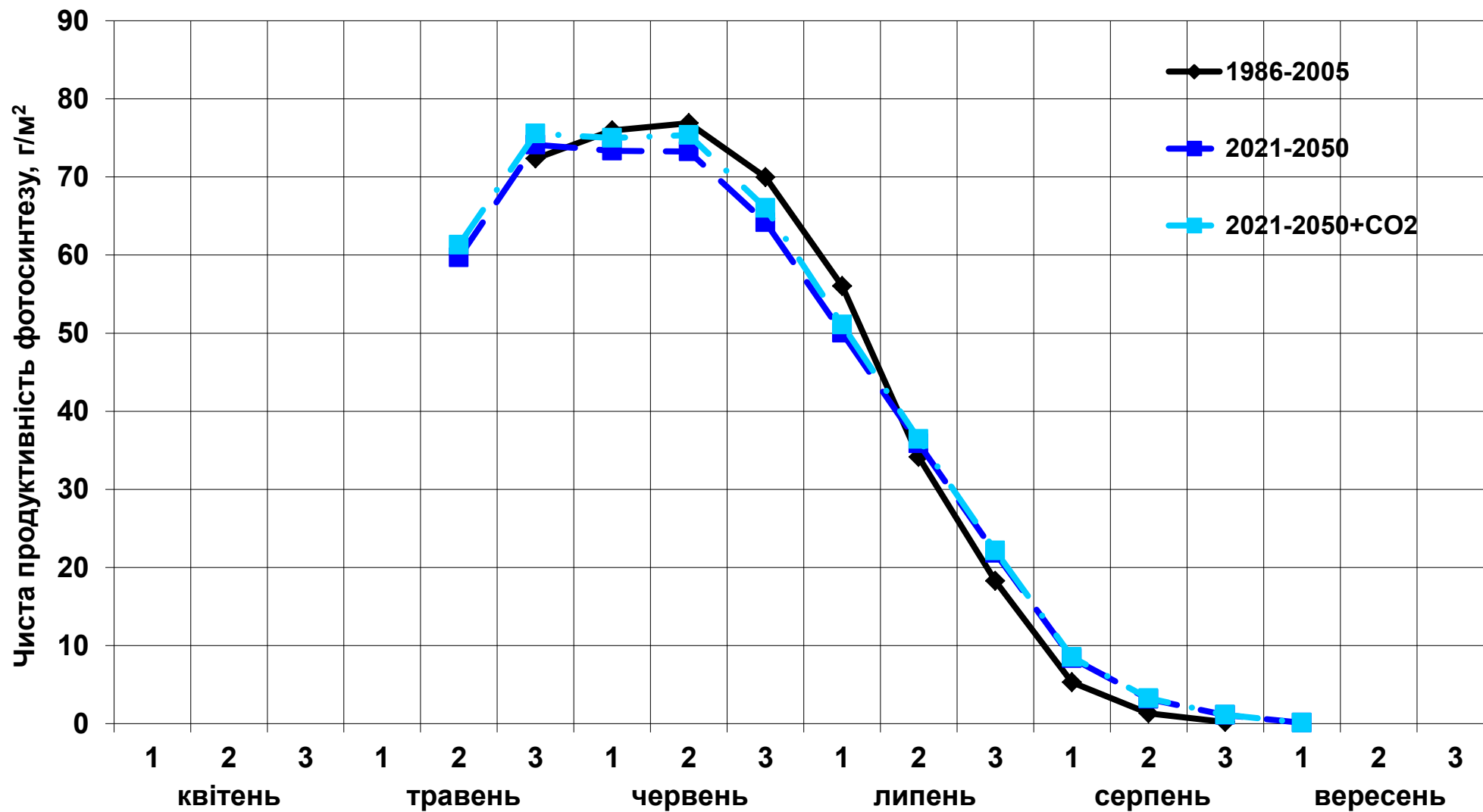


Рисунок 3.2 – Динаміка чистої фотосинтетичної продуктивності соняшнику в умовах зміни клімату за сценарієм A2 в порівнянні з періодом 1986-2005 рр. (базовий період). Кіровоградська область.

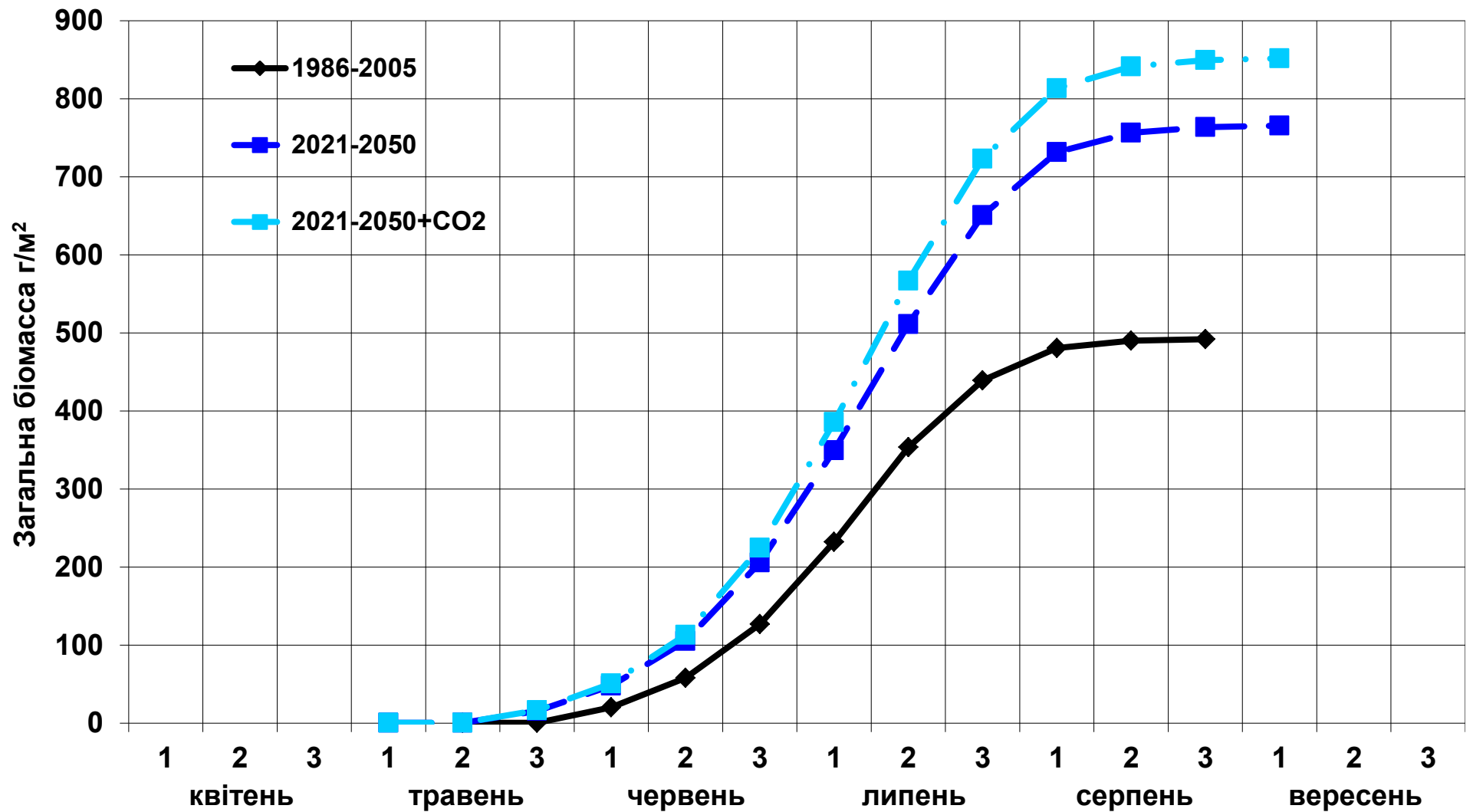


Рисунок 3.3 – Динаміка загальної сухої біомаси соняшнику в умовах зміни клімату за сценарієм *A2* в порівнянні з періодом 1986-2005 рр. (базовий період). Кіровоградська область.

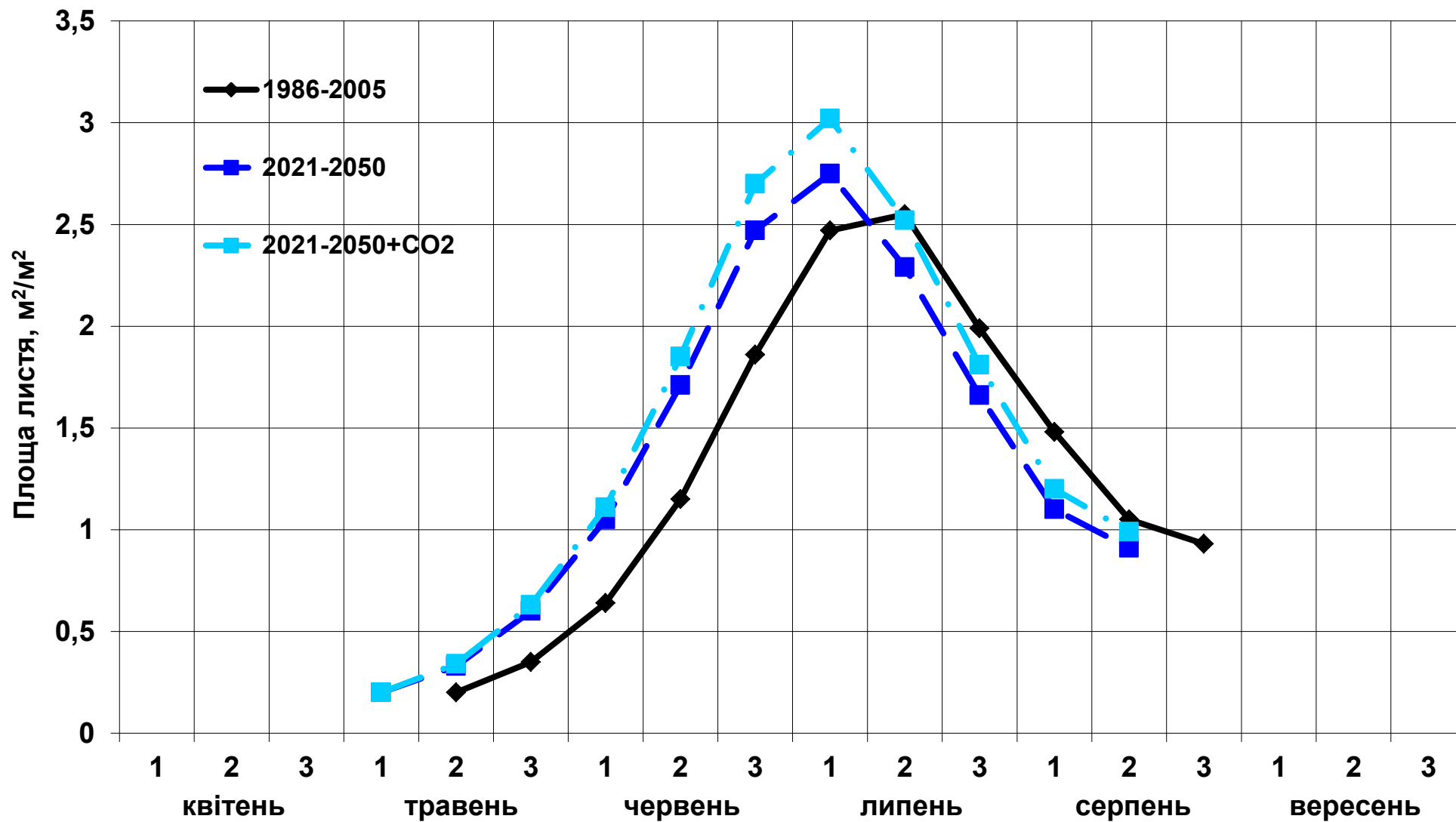


Рисунок 3.4 – Динаміка відносної площі листової поверхні соняшнику в умовах зміни клімату за сценарієм *A1B* в порівнянні з періодом 1986-2005 рр. (базовий період). Кіровоградська область.

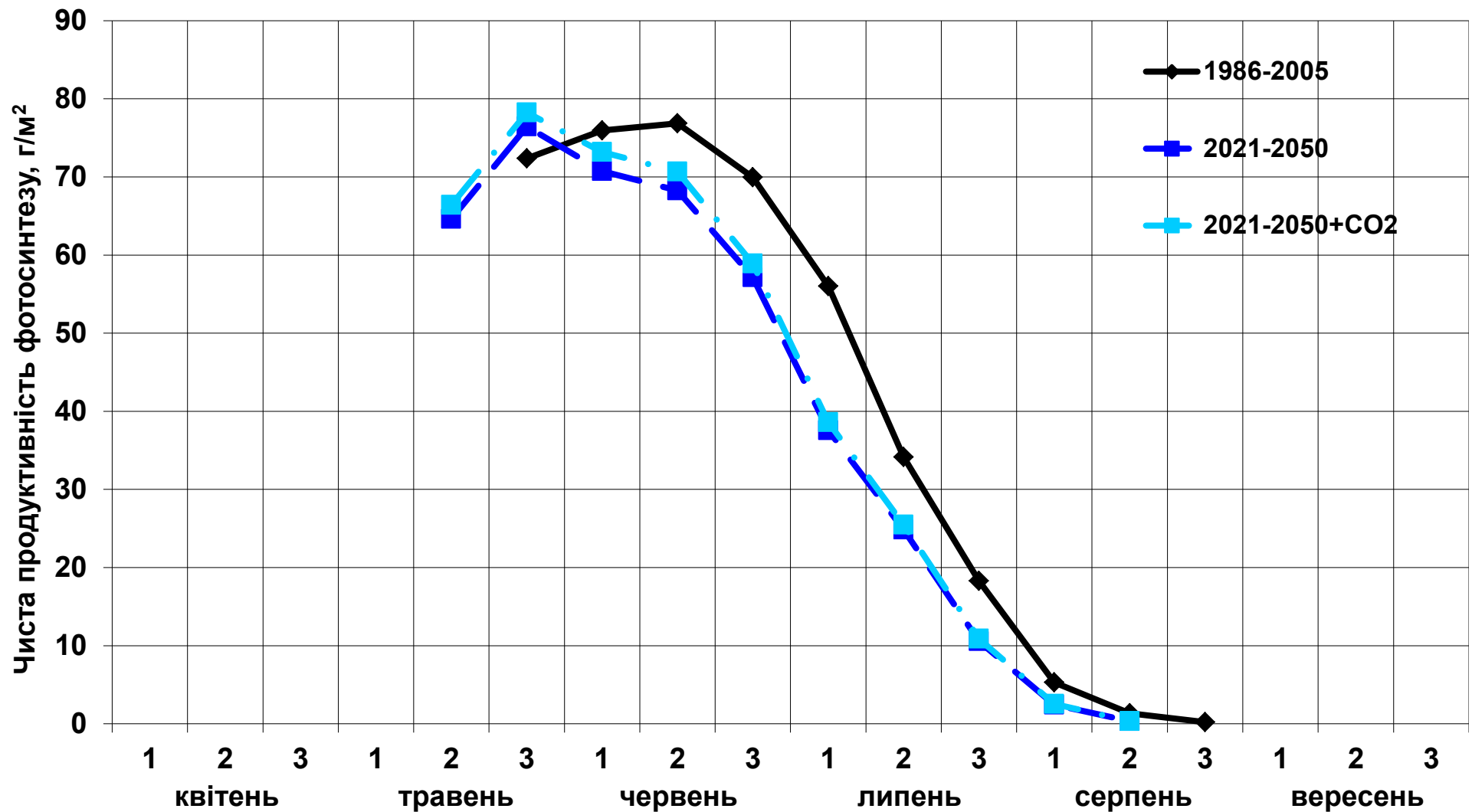


Рисунок 3.5 – Динаміка чистої фотосинтетичної продуктивності соняшнику в умовах змін клімату за сценарієм *A1B* в порівнянні з періодом 1986-2005 рр. (базовий період). Кіровоградська область.

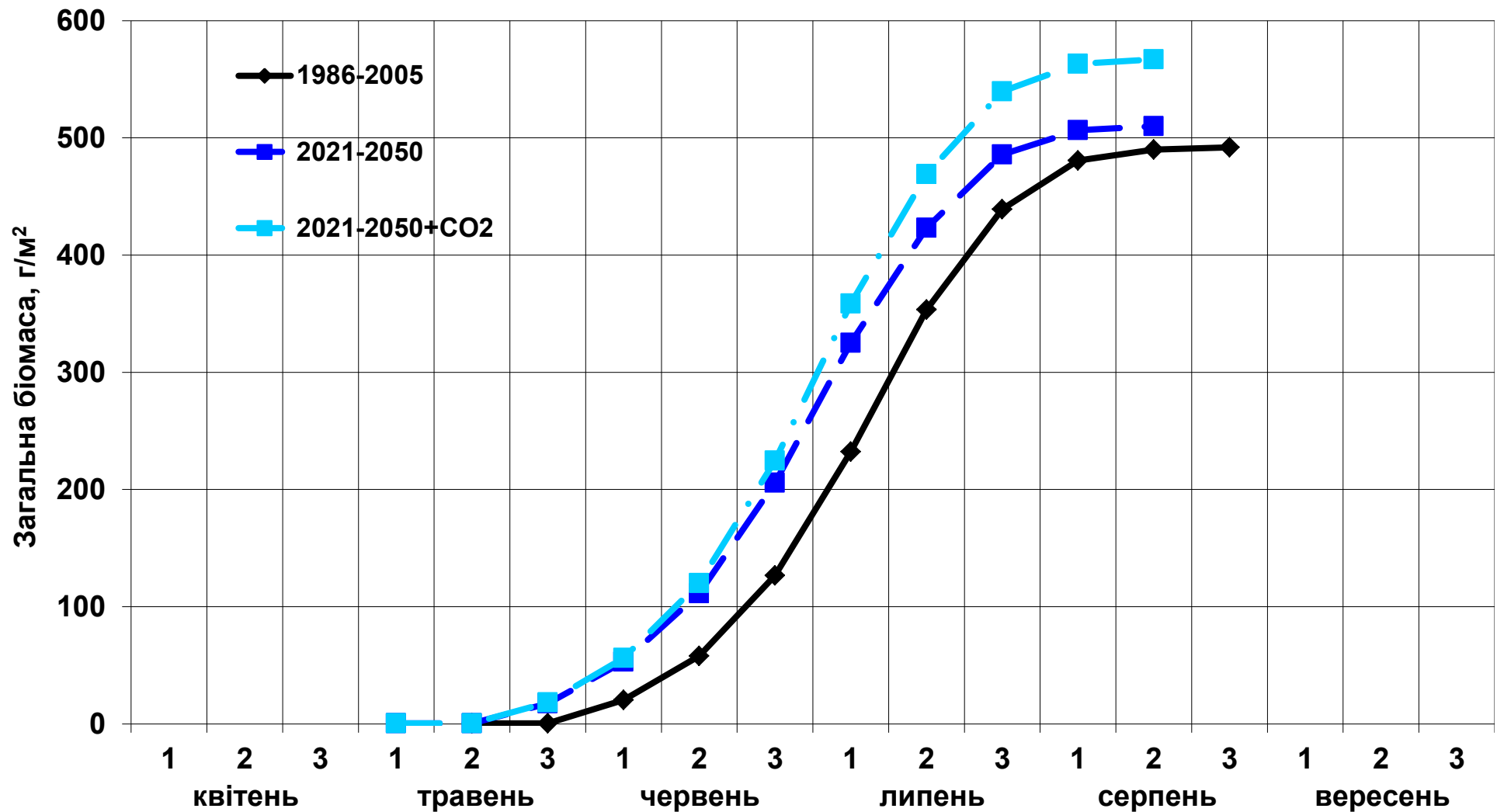


Рисунок 3.6 – Динаміка загальної сухої біомаси соняшнику в умовах змін клімату за сценарієм *A1B* в порівнянні з періодом 1986-2005 рр. (базовий період). Кіровоградська область.

Дані таблиць 4.8 і 4.9 показують, що, у Кіровоградській області буде спостерігатись збільшення рівня урожайності за рахунок змін кліматичних умов.

За сценарієм *A2* збільшення врожаю буде на 50% за базову. Зростання вмісту CO₂ в атмосфері призведе до підвищення урожайності на 68 %.

За сценарієм *A1B* буде незначне (на 2%) збільшення врожаю. Зростання вмісту CO₂ в атмосфері призведе до підвищення урожайності лише на 14%.

3.3.3 Ймовірність урожаїв соняшнику за умов змін клімату

Значний інтерес представляють не тільки середні характеристики врожаїв, а й то – з яких значень вони отримані, яка міра відстані їх значень щодо середньої, яка частота повторюваності.

Для цього частіше застосовується метод побудови кривих ймовірностей досліджуваних величин, для яких використовується графоаналітичний метод Т.А. Алексєєва. Виходячи з теоретичних і практичних міркувань він запропонував для побудови емпіричної кривої сумарної ймовірності формулу виду:

$$P_{(x_m)} = \frac{m - 0,25}{n + 0,50} \cdot 100\% , \quad (3.1)$$

де $P_{(x_m)}$ - забезпеченість у відсотках, значення якої поступово збільшуються;

$m = 1, 2, \dots, n$ – порядковий номер членів статистичного ряду, розташованих в спадному порядку;

n – кількість років або спостережень в ряду.

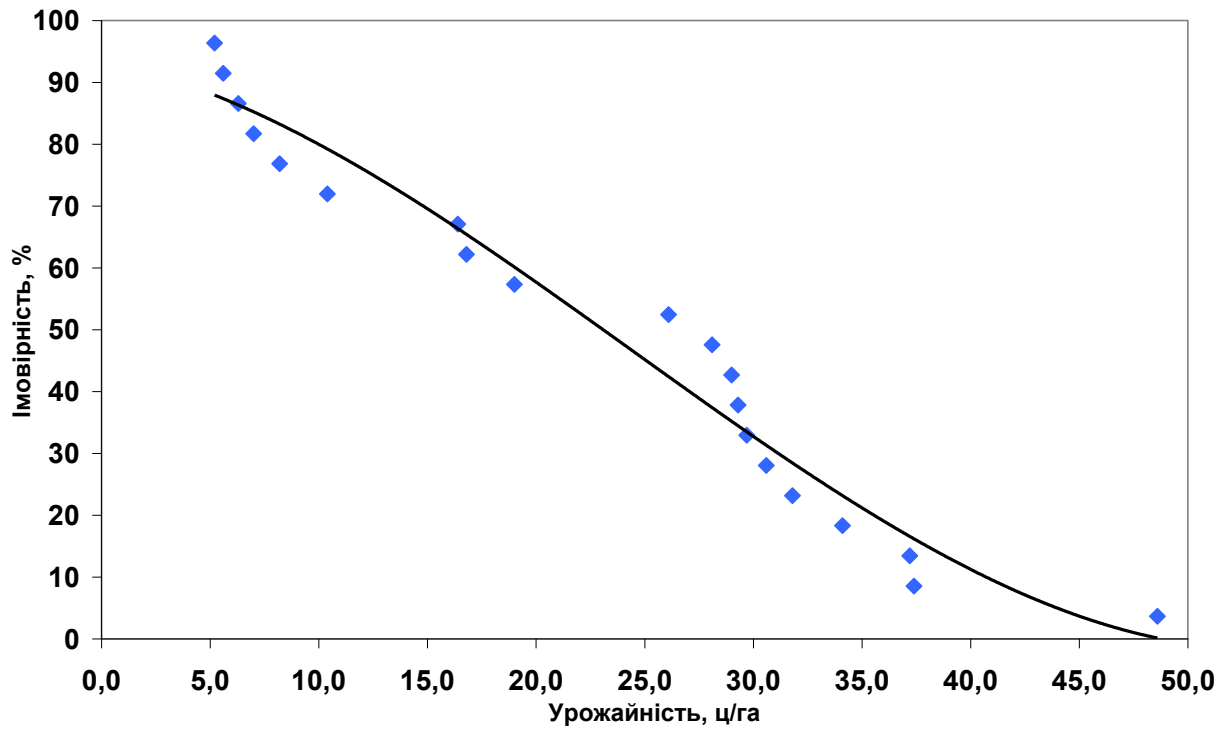
За допомогою цієї формули проводять розрахунки сумарної ймовірності для елементів клімату як з нормальним, так і асиметричним розподілом.

Криві забезпеченості врожаїв соняшнику в умовах змін клімату побудовані за сценаріями змін клімату *A2* и *A1B* (рис. 3.7).

За сценарієм змін клімату *A2* на території Кіровоградської області північно-степовій підзони (рис. 3.7А) ймовірність високого урожаю – 45 ц/га буде забезпечена на 5%, кожного року можливо одержувати врожаї до 6 ц/га.

За сценарієм змін клімату *A1B* урожай 5 ц/га забезпечений на 90% (рис.3.7 Б), один раз в 20 років можливо очікувати високий урожай до 34 ц/га.

А)



Б)

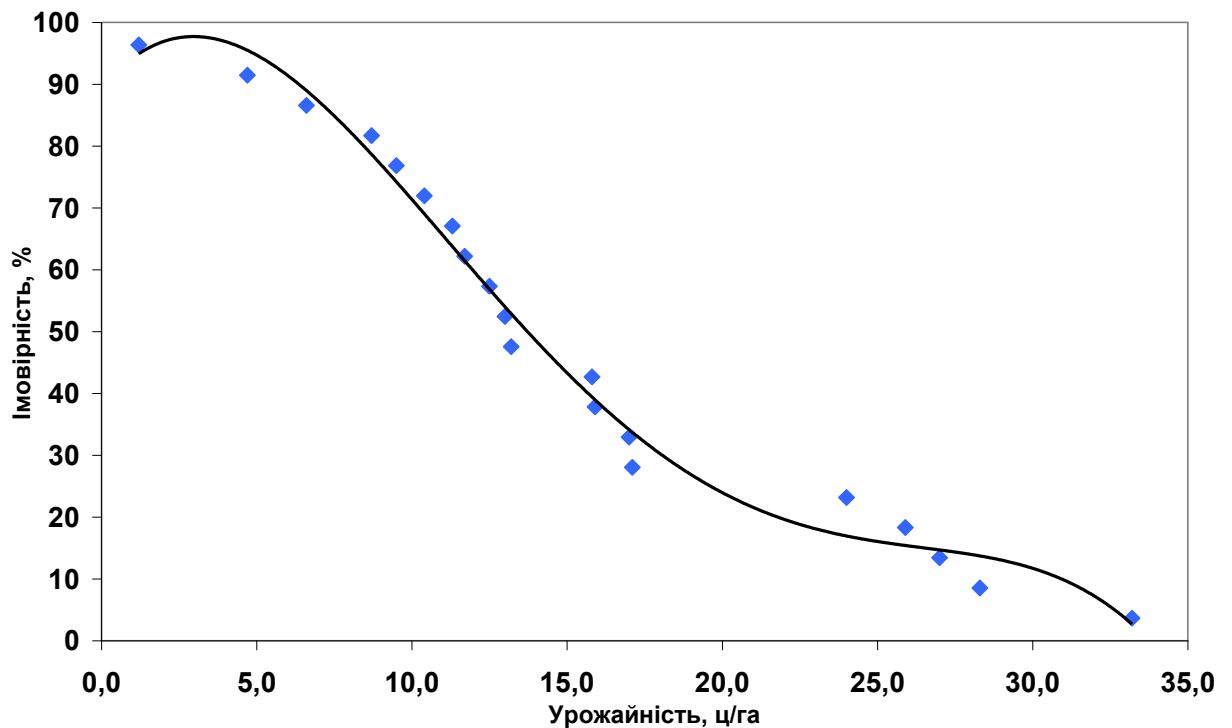


Рисунок 3.7 – Забезпеченість ймовірних урожаїв соняшнику в кліматичний період 2021-2050 рр. за сценарієм: А) - А2; Б) - А1В. Кіровоградська область.

ВИСНОВКИ

У магістерській роботі вивчені теоретичні питання щодо умов вирощування соняшнику на сільськогосподарських угіддях Кіровоградської області, що розташовані в північно-степовій підзоні Степової зони України, які склалися з 1986 по 2005 роки і очікуватимуться у період з 2021 по 2050 роки за сценаріями змін клімату *A2* і *A1B*, що дозволило вирішити ряд завдань, а саме:

1. Вивчти особливості технології та перспективи вирощування соняшнику в Україні.

2. Вивчено сучасний стан моделювання продуктивності соняшнику та модель водно-теплого режиму та формування продуктивності соняшника.

За допомогою моделі виконані розрахунки та створено порівняльний аналіз формування врожаю насіння соняшнику в сучасних і майбутніх умовах клімату.

3. Встановлено, що весна в кліматичний період 2021-2050 рр. в порівнянні з базовим періодом 1986-2005рр. буде наставати раніше як за сценарієм *A2*, так і за сценарієм *A1B*, а осінь навпаки пізніше, тому тривалість періоду з позитивними температурами збільшиться. Довше буде й період активної вегетації сільськогосподарських культур, а також літо.

На досліджуваній території просліджується тенденція збільшення сумарного випаровування за обома сценаріями. Випаровуваність буде меншою за базову.

4. Встановлено, що за сценарієм *A2* терміни посіву соняшнику будуть на 15-18 днів раніше за базові терміни посіву. Відповідно змістяться і строки появи сходів на 6 днів раніше за базові. Достигання буде пізніше на 12 днів. Тривалість вегетаційного періоду соняшнику збільшиться на 16 днів.

За сценарієм *A1B* сходи з'являтимуться раніше на 7 днів. Достигання буде наставати раніше за базове на 9 днів. Тривалість вегетаційного періоду соняшнику скоротиться на 2 дні.

Отже аналіз отриманих розрахунків показав, що при реалізації сценаріїв зміни клімату на дослідженій території будуть формуватися більш сприятливі агрокліматичні умови весняного періоду вегетації, тому строки сівби можливо проводити на 14 днів раніше.

5. Встановлено, що врожайність у Кіровоградській області за сценарієм *A2* зросте на 51%, цьому буде сприяти зменшення температури повітря, та зростання кількості опадів. За умов сценарію *A1B* буде спостерігатися незначне зростання (2%) урожаю, тому що в період досягання насіння спостерігатимуться підвищені температури повітря.

6. Розрахунки і аналіз забезпеченості імовірнісних врожаїв в північній підзоні Степової зони показали, що в окремі роки будуть спостерігатися різкі коливання температурного режиму та режиму зволоження в період вегетації соняшнику, тому і урожай буде схильний до значних відхилень від середньої багаторічної величини.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Агрокліматичний довідник по Кіровоградській області: (1986-2005)/ М-во надзвичайних ситуацій України; Кіровоград. Обл. центр з гідрометеорології; за ред.. О. І. Юрченко, Т.І. Адаменко. – Одеса: Астропринт, 2011 – 212 с.
2. Будыко М.И. Изменения климата. Л.: Гидрометеоздат, 1974.–280 с.
3. Васильев Д.С. Агротехника подсолнечника. М.: Колос.1983.
4. Васильев Д. С. Способы, сроки сева и густота стояния / Д. С. Васильев, В. И. Марин, Л. И. Токарева // Технические культуры. - 1990. №2. С. 8-9.
5. Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні на 2015 рік (станом на 14.01.2015) URL: <http://vet.gov.ua/sites/default/files/ReestrEU-2015-01-04a.pdf>.
6. Дребот В. А. Продуктивность гибридов подсолнечника и их родительских форм в зависимости от пространственного размещения растений / В. А. Дребот // Интенсификация производства технических и кормовых культур. - 1990. - С. 4-10.
7. 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.
8. Зінченко О.І., Салатенко В.Н., Білоножко М.А. Рослинництво. К.: Аграрна освіта, 2001. С.356 - 373 URL: <http://www.studfiles.ru/>
9. Изменение климата. Заявление о современном состоянии знаний и приоритетных направлениях исследований ВПИК //Бюлл. ВМО, 1990-39. № 1. С. 51-57.
10. Коритник В. М. Визначення оптимальної густоти стояння рослин в залежності від групи стиглості гібридів, строків сівби, ширини міжрядь та частки вкладу цих факторів у формування врожаю соняшнику в Північно-

- східному регіоні України / В. М. Коритник, М. П. Бондаренко, А. Г. Письменний // Бюлетень Інституту зернового господарства. - Дніпропетровськ, 2001. №17. С. 62-64.
11. Мельник Ю.С. Климат и произрастание подсолнечника. – Л.: Гидрометеиздат, 1972. 143с.
12. Мінковський А. Є. Реакція гібридів соняшнику на ширину міжрядь, густоту посівів та конкурентноздатність відносно бур'янів / А. Є. Мінковський // Бюлетень Інституту зернового господарства. - Дніпропетровськ, 2000. - №14. - С. 27-29.
13. 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.
14. 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.
15. Олексюк О.М. Реакція гібридів соняшнику різного морфотипу на зміну ширини міжрядь та густоти посіву // Бюл. / ІЗГ УААН. – Дніпропетровськ, 1999. - № 9. - С. 35-38.
16. Оцінка впливу кліматичних змін на галузі економіки України: монографія за ред. С.М. Степаненка, А.М. Польового. Одеса: «Екологія», 2011. 694 с.
17. Польовий А.М. Моделювання гідрометеорологічного режиму та продуктивності агроєкосистем. Одеса: «Екологія», 2013. 430 с.
18. Подсолнечник / Научные труды ВАСХНИЛ Под общей редакцией академика В.С. Пустовойта. М.: Колос, 1975. 591 с.
19. 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.
20. Станєва А.В., Жигайло О.Л. Моделювання та оцінка фотосінтетичної продуктивності соняшнику в Південному Степу України. Матеріали міжнародної наукової конференції студентів та молодих вчених «Сучасна

гідрометеорологія: актуальні проблеми та шляхи їх вирішення», 21-23 березня, 2018р. Одеса: ОДЕКУ. 2018. С.26-28.

- 21.Суцільні соняхи: як нова технологія посіву може збільшити врожайність
URL: <http://agravery.com/uk/posts/show/sucilni-sonahi-ak-nova-tehnologia-posivu-moze-zbilsiti-vrozajnist>.
- 22.Slafer G. A. (2003). Genetic basis of yield as viewed from a crop physiologist's perspective. *Annals of Applied Biology* 142 (2), pp. 117-128.
- 23.High Plains Sunflower Production Handbook, Kansas State University, April, 2009. 50 pp.
- 24.Sunflower production guidefor cambodian conditions. Australian Centre for International Agricultural Research (ACIAR) 2016. Canberra. 56 pp.
- 25.Casadebaig P., Guilioni L., Lecoeur J., Christophe A., Champolivier L. & Debaecke P. (2011). SUNFLO, a model to simulate genotype – specific performance of the sunflower crop in contrasting environments. *Agricultural and Forest Meteorology*, 151 (2011) pp. 163–178.
- 26.Pereyra-Irujo GA.& Aguirrezabal L. A. (2007). Sunower yield and oil quality interactions and variability : Analysis through a simple simulation model. *Agricultural and Forest Meteorology* 143 (3-4), pp.252-265.

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
11m(15),qm(15),ts1m(15),ts2m(15)
      common
dww(15),ts(15),ss(15),dv(15),inf(
50),os(15)
      dimension
j1m(15),gim(15),flm(15),ksi(15),g
amfm(15),blm(15),
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,11m,betxr,exr,eakxr,defwl,qxr
      real*8 ksif1,top,td
      integer t0,dv,gi,g2,gim
      common n,t0,n1,n2,fi
      real
m,ml,ms,mr,mp,11,1s,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
ОРГАНОВ, 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
334 format(1x, f10.2)
  nn=dv(j)
do 400 i=1, nn
444 format(1x, i5, 2x, f7.3)

```

```

c
c nn=dv(j)
c do 400 i=1, nn
c 444 format(1x, i5, 2x, f7.3)
c ts2=tss(gi+1)
cc write(*, 444) gi, tss(gi)
DELTA=(-
23.4*cos(2*3.1428*((t0+gi)+10)/36
5))*0.017453
a=sin(0.017453*fi)*sin(delta)
b=cos(0.017453*fi)*cos(delta)
c tz=12+3.8197*acos(-
a/b)
c
delta=0.017453*(0.473*(t0+gi)-
0.196e-2*(t0+gi)**2-0.407e-5*
c *(t0+gi)**3-0.616)
c
a=sin(0.017453*fi)*sin(delta)
c
b=cos(0.017453*fi)*cos(delta)
tz=12+3.8197*acos(-a/b)
tv=24-tz
s1=s1-delta
s2=s2+a
s3=s3+b
s4=s4+tz
s5=s5+tv
c
335 write(6, 335) tv, delta
format(1x, 2f8.2)
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
cc write(*, 334) m
c 334 format(1x, f10.2)

```

```

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

```

```

ar1=s7/dv(j)
dml=s8/dv(j)
dms=s9/dv(j)
dmr=s10/dv(j)
dmp=s11/dv(j)
dm=dml+dms+dmr+dmp

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

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

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

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

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

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

cccccccccc XFAR(j)=j0

```

```

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

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

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

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

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

```

```

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

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

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

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

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

cccccccccc XFAR(j)=j0

```

```

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 f01=ff01(sss,sss1,jj)

f01=(inf(25)*inf(26)*jj)*FCO(j)/(
inf(25)+inf(26)*jj)
ftl=af1*f01*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)m1,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)=ar1
      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)

      E0(j)=exr
write(*,139)j,gi,m1,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=j1-1
      write(*,121)
      write(*,170)
      170 format(10x,'Площадь
листьев, радиация, суммы т-
р, функции влияния')
      write(*,140)
      write(*,143)
      143
format(4x,'i','dek',1x,'i','cyt',
2x,'i',2x,'LL',1x,'i',3x,'q',4x,
1'i',2x,'DM(g/m2)', 'i',3x,'ts2',2
x,'i',2x,'fl',2x,'i',1x,'ksifl',1
x
      1,'i','gamf','i')
      write(*,140)
      do 154 j1=1,j1

      153
      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'ar1',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

```

=====

Базовая динамическая модель формирования урожая подсолнечника

=====

Входная информация, сценарий А1В

Kirov_d ab 2150

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

mesjz vsxodov; schirota punkta:

11124 4 5 48.50

Summa osadkov za dekadu (mm):

16.0 25.0 19.0 19.0 24.0 23.0 16.0 29.0 21.0 11.0 14.0

Sredn. za dekadu defizit wlagnosti vozduxa (mb):

8.0 8.0 8.0 8.0 7.0 10.0 10.0 10.0 10.0 10.0 9.0

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

13.2 15.7 17.7 18.5 19.5 21.1 20.9 21.6 22.1 22.6 21.5

Sredn.za dekadu colnechn. radiazij, Wt/m2

348.000 342.000 336.000 328.000 341.000 344.000 336.000 370.000 334.000 352.000

321.000

Chislo dney v rashetnoy deкаде:

6 10 11 10 10 10 10 10 11 10 4

Informazionniy massiv, parametri modeli:

0.135 0.105 0.155 0.000 0.200 999.000 215.000 287.000 301.000 301.000

301.000 328.000 833.000 519.000 0.600 0.500 380.000 380.000 2.000 40.000

0.300 0.460 0.270 0.050 28.000 299.000 8.000 22.000 129.000

=====

Результаты расчетов

=====

Сухая биомасса органов, (г/м2)

Продовження додатку Б

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

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

i 1i 6	i 0.129	i 0.096	i 0.150	i 0.000	i 0.395	i 0.000
i 2i 16	i 5.340	i 8.086	i 4.069	i 0.000	i 0.376	i 0.000
i 3i 27	i 16.331	i 24.939	i 11.775	i 0.000	i 17.495	i 0.000
i 4i 37	i 34.046	i 52.102	i 25.250	i 0.000	i 53.045	i 0.000
i 5i 47	i 60.642	i 92.882	i 52.088	i 0.000	i 111.398	i 0.000
i 6i 57	i 90.897	i 139.274	i 94.245	i 0.645	i 205.613	i 0.048
i 7i 67	i 102.337	i 156.821	i 118.168	i 45.805	i 325.060	i 3.394
i 8i 77	i 96.795	i 148.330	i 112.468	i 128.156	i 423.131	i 9.496
i 9i 88	i 89.159	i 136.629	i 102.787	i 178.025	i 485.750	i 13.192
i 10i 98	i 82.478	i 126.391	i 94.311	i 206.782	i 506.600	i 15.323
i 11i 102	i 80.191	i 122.886	i 91.430	i 215.786	i 509.961	i 15.990

Площадь листьев, радиация, прирост, суммы т-р, ф-ции влияния

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

i 1i 6	i 0.20	i 466.178	i -0.019	i 31.200	i 0.000	i 0.000	i 0.74
i 2i 16	i 0.33	i 521.969	i 17.120	i 108.200	i 1.982	i 0.822	i 0.76
i 3i 27	i 0.60	i 538.785	i 35.550	i 214.900	i 4.184	i 0.907	i 0.71
i 4i 37	i 1.05	i 570.639	i 58.353	i 319.900	i 8.249	i 0.936	i 0.68
i 5i 47	i 1.71	i 603.288	i 94.215	i 434.900	i 13.551	i 0.966	i 0.68
i 6i 57	i 2.47	i 580.354	i 119.447	i 565.900	i 16.549	i 0.995	i 0.67
i 7i 67	i 2.75	i 571.005	i 98.071	i 694.900	i 12.983	i 0.993	i 0.63
i 8i 77	i 2.29	i 580.207	i 62.619	i 830.900	i 7.774	i 0.999	i 0.67
i 9i 88	i 1.66	i 527.665	i 20.850	i 986.000	i 2.358	i 1.000	i 0.66
i 10i 98	i 1.10	i 522.880	i 3.362	i 1131.999	i 0.433	i 0.998	i 0.59
i 11i 102	i 0.91	i 485.444	i 0.330	i 1185.999	i 0.108	i 0.999	i 0.64

 Ростовые функции, онтоген-ая кривая дых. Ф-т-с-за, запасы влаги.

 iDEK i CYT i bl i bs i br i bp i afl i arl i W0 i

 i 1 i 6 i 0.299 i 0.459 i 0.242 i 0.000 i 0.639 i 0.542 i 133.1 i
 i 2 i 16 i 0.304 i 0.467 i 0.229 i 0.000 i 0.753 i 0.673 i 135.2 i
 i 3 i 27 i 0.309 i 0.474 i 0.217 i 0.000 i 0.909 i 0.866 i 128.6 i
 i 4 i 37 i 0.304 i 0.465 i 0.231 i 0.000 i 0.993 i 0.987 i 123.9 i
 i 5 i 47 i 0.282 i 0.433 i 0.285 i 0.000 i 0.939 i 0.943 i 123.3 i
 i 6 i 57 i 0.253 i 0.388 i 0.353 i 0.005 i 0.738 i 0.720 i 122.9 i
 i 7 i 67 i 0.178 i 0.273 i 0.314 i 0.235 i 0.470 i 0.425 i 116.4 i
 i 8 i 77 i 0.026 i 0.039 i 0.054 i 0.881 i 0.240 i 0.191 i 122.6 i
 i 9 i 88 i 0.004 i 0.006 i 0.009 i 0.982 i 0.090 i 0.060 i 120.5 i
 i 10 i 98 i 0.002 i 0.003 i 0.005 i 0.990 i 0.025 i 0.013 i 111.7 i
 i 11 i 102 i 0.001 i 0.002 i 0.005 i 0.991 i 0.008 i 0.003 i 118.4 i

Осадки, влагопотребность, влагопотребление.

 iDEK i CYT i Os i Eakt i E0r i bp i afl i Wt/m2 i kal/sm2 min i

 i 1 i 6 i 16.0 i 11.9 i 32.6 i 0.000 i 0.639 i 370.9 i 0.532 i
 i 2 i 16 i 25.0 i 22.9 i 61.2 i 0.000 i 0.753 i 404.9 i 0.581 i
 i 3 i 27 i 19.0 i 25.6 i 69.6 i 0.000 i 0.909 i 406.6 i 0.583 i
 i 4 i 37 i 19.0 i 23.7 i 67.2 i 0.000 i 0.993 i 422.2 i 0.606 i
 i 5 i 47 i 24.0 i 24.6 i 71.2 i 0.000 i 0.939 i 441.8 i 0.634 i
 i 6 i 57 i 23.0 i 23.5 i 68.4 i 0.005 i 0.738 i 424.2 i 0.609 i
 i 7 i 67 i 16.0 i 22.4 i 67.2 i 0.235 i 0.470 i 420.4 i 0.603 i
 i 8 i 77 i 29.0 i 22.8 i 68.4 i 0.881 i 0.240 i 433.9 i 0.622 i
 i 9 i 88 i 21.0 i 23.1 i 68.1 i 0.982 i 0.090 i 404.4 i 0.580 i
 i 10 i 98 i 11.0 i 19.9 i 61.3 i 0.990 i 0.025 i 413.5 i 0.593 i
 i 11 i 102 i 14.0 i 7.3 i 22.7 i 0.991 i 0.008 i 393.4 i 0.564 i

=====

Базовая динамическая модель формирования урожая подсолнечника

=====

Входная информация, сценарий А2

Kirov_d a2 2150

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

mesjz vsxodov; schirota punkta:

13125 5 5 48.50

Summa osadkov za dekadu (mm):

21.0 19.0 26.0 26.0 17.0 20.0 21.0 26.0 15.0 16.0 13.0 18.0 18.0

Sredn. za dekadu defizit wlagnosti vozduxa (mb):

4.0 4.0 4.0 5.0 5.0 6.0 7.0 7.0 7.0 8.0 7.0 6.0 6.0

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

12.6 14.4 15.7 16.8 18.4 18.7 19.7 19.7 20.0 19.7 19.3 17.4 16.6

Sredn.za dekadu colnechn. radiazij, Wt/m2

348.000 342.000 336.000 328.000 341.000 344.000 336.000 370.000 334.000 352.000

321.000 268.000 0.000

Chislo dney v rashetnoy deкаде:

5 10 11 10 10 10 10 10 11 10 10 11 2

Informazionniy massiv, parametri modeli:

0.135 0.105 0.155 0.000 0.200 999.000 215.000 287.000 301.000 301.000

301.000 328.000 833.000 519.000 0.600 0.500 380.000 380.000 2.000 40.000

0.300 0.460 0.270 0.050 28.000 299.000 8.000 22.000 129.000

=====

Результаты расчетов

=====

Сухая биомасса органов, (г/м2)

Продовження додатку Б.1

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

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

i 1i 5	i 0.130	i 0.098	i 0.151	i 0.000	i 0.395	i 0.000
i 2i 15	i 4.745	i 7.173	i 3.687	i 0.000	i 0.379	i 0.000
i 3i 26	i 14.680	i 22.408	i 10.760	i 0.000	i 15.606	i 0.000
i 4i 36	i 32.334	i 49.476	i 23.250	i 0.000	i 47.849	i 0.000
i 5i 46	i 62.199	i 95.270	i 48.291	i 0.000	i 105.060	i 0.000
i 6i 56	i 101.367	i 155.327	i 92.862	i 0.000	i 205.760	i 0.000
i 7i 66	i 140.893	i 215.934	i 151.783	i 2.310	i 349.556	i 0.171
i 8i 76	i 154.372	i 236.608	i 181.509	i 78.054	i 510.921	i 5.784
i 9i 87	i 145.739	i 223.377	i 171.847	i 190.440	i 650.544	i 14.112
i 10i 97	i 137.092	i 210.124	i 160.729	i 248.387	i 731.403	i 18.405
i 11i 107	i 129.166	i 197.975	i 150.515	i 285.918	i 756.333	i 21.187
i 12i 118	i 122.323	i 187.487	i 141.737	i 313.882	i 763.574	i 23.259
i 13i 120	i 121.245	i 185.835	i 140.361	i 318.129	i 765.429	i 23.573

Площадь листьев, радиация, прирост, суммы т-р, ф-ции влияния

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

i 1i 5	i 0.20	i 386.605	i -0.016	i 23.000	i 0.000	i 0.000	i 0.79
i 2i 15	i 0.31	i 441.151	i 15.226	i 87.000	i 1.749	i 0.760	i 0.79
i 3i 26	i 0.56	i 487.067	i 32.243	i 171.700	i 3.717	i 0.822	i 0.79
i 4i 36	i 1.00	i 461.541	i 57.211	i 259.700	i 7.896	i 0.871	i 0.82
i 5i 46	i 1.75	i 508.426	i 100.700	i 363.700	i 14.509	i 0.933	i 0.78
i 6i 56	i 2.73	i 517.194	i 143.796	i 470.700	i 20.819	i 0.943	i 0.76
i 7i 66	i 3.72	i 489.464	i 161.365	i 587.700	i 22.540	i 0.971	i 0.76
i 8i 76	i 4.06	i 481.915	i 139.623	i 704.700	i 18.416	i 0.971	i 0.78
i 9i 87	i 3.34	i 477.430	i 80.859	i 836.700	i 9.470	i 0.978	i 0.73

Продовження додатку Б.1

i 10 i 97 i 2.62i 434.473i 24.929 i 953.700i 3.261i 0.971i 0.72i
 i 11 i 107 i 1.96i 408.356i 7.241 i 1066.701i 0.968i 0.960i 0.69i
 i 12 i 118 i 1.38i 341.747i 1.855 i 1170.101i 0.238i 0.896i 0.71i
 i 13 i 120 i 1.30i 370.953i 0.141 i 1187.301i 0.100i 0.862i 0.80i

 Ростовые функции, онтоген-ая кривая дых. Ф-т-с-за, запасы влаги.

 iDEK i CYT i bl i bs i br i bp i afl i arl i W0 i

 i 1 i 5 i 0.299 i 0.458 i 0.243 i 0.000 i 0.629 i 0.532 i 141.6 i
 i 2 i 15 i 0.303 i 0.465 i 0.232 i 0.000 i 0.722 i 0.637 i 140.5 i
 i 3 i 26 i 0.308 i 0.472 i 0.219 i 0.000 i 0.861 i 0.804 i 141.8 i
 i 4 i 36 i 0.309 i 0.473 i 0.218 i 0.000 i 0.969 i 0.947 i 146.2 i
 i 5 i 46 i 0.297 i 0.455 i 0.249 i 0.000 i 0.989 i 0.991 i 139.5 i
 i 6 i 56 i 0.272 i 0.418 i 0.310 i 0.000 i 0.888 i 0.888 i 136.2 i
 i 7 i 66 i 0.245 i 0.376 i 0.365 i 0.014 i 0.682 i 0.657 i 135.5 i
 i 8 i 76 i 0.157 i 0.241 i 0.285 i 0.317 i 0.440 i 0.392 i 139.9 i
 i 9 i 87 i 0.022 i 0.034 i 0.048 i 0.895 i 0.230 i 0.182 i 131.7 i
 i 10 i 97 i 0.004 i 0.006 i 0.009 i 0.981 i 0.099 i 0.066 i 129.4 i
 i 11 i 107 i 0.002 i 0.003 i 0.006 i 0.989 i 0.038 i 0.021 i 125.6 i
 i 12 i 118 i 0.002 i 0.002 i 0.005 i 0.991 i 0.014 i 0.006 i 128.4 i
 i 13 i 120 i 0.001 i 0.002 i 0.005 i 0.991 i 0.007 i 0.003 i 143.2 i

 Осадки, влагопотребность, влагопотребление

 iDEK i CYT i Os i Eakt i E0r i bp i afl i Wt/m2 i kal/sm2 min i

 i 1 i 5 i 21.0 i 8.4 i 22.2 i 0.000 i 0.629 i 307.1 i 0.441 i
 i 2 i 15 i 19.0 i 20.1 i 51.2 i 0.000 i 0.722 i 342.2 i 0.491 i
 i 3 i 26 i 26.0 i 24.6 i 62.5 i 0.000 i 0.861 i 367.6 i 0.527 i

i 4 i 36 i 26.0 i 21.6 i 53.7 i 0.000 i 0.969 i 341.5 i 0.490 i
i 5 i 46 i 17.0 i 23.7 i 59.5 i 0.000 i 0.989 i 372.3 i 0.534 i
i 6 i 56 i 20.0 i 23.3 i 60.6 i 0.000 i 0.888 i 378.1 i 0.542 i
i 7 i 66 i 21.0 i 21.7 i 57.1 i 0.014 i 0.682 i 360.4 i 0.517 i
i 8 i 76 i 26.0 i 21.6 i 56.2 i 0.317 i 0.440 i 360.4 i 0.517 i
i 9 i 87 i 15.0 i 23.2 i 61.2 i 0.895 i 0.230 i 365.9 i 0.525 i
i 10 i 97 i 16.0 i 18.3 i 50.4 i 0.981 i 0.099 i 343.6 i 0.493 i
i 11 i 107 i 13.0 i 16.8 i 47.1 i 0.989 i 0.038 i 334.7 i 0.480 i
i 12 i 118 i 18.0 i 15.2 i 42.8 i 0.991 i 0.014 i 292.1 i 0.419 i
i 13 i 120 i 18.0 i 3.2 i 8.5 i 0.991 i 0.007 i 326.2 i 0.468 i
