

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Гідрометеорологічний інститут
Кафедра агрометеорології та
агроекології

**КОМПЛЕКСНА МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА
РОБОТА**

**Моделювання формування урожаю соняшника в
агрокліматичних умовах Північного Причорномор'я**

СКЛАД:

1. Моделювання потенційної урожайності посівів соняшника

Виконала студентка групи МЗА-18
Скороход Г.П. - староста
Керівник: к.геогр.н., доцент Жигайло О.Л.

2. Моделювання можливої урожайності соняшника за тепловими ресурсами

Виконав студент групи МЗА-18
Шелест Д.О.
Керівник: к.геогр.н., доцент Жигайло О.Л.

3. Моделювання дійсно можливого урожаю соняшника за
вологозабезпеченістю посівів

Виконав студент групи МЗА-18
Сніговий О.В.
Керівник: к.геогр.н., доцент Жигайло О.Л.

4. Моделювання урожаю насіння соняшника у виробництві

Виконала студентка групи МЗА-18
Степаненко Є.О.
Керівник: к.геогр.н., доцент Жигайло О.Л.

Науковий керівник: к.геогр.н., доцент Жигайло О.Л.

Рецензент: к.геогр.н., доцент Боровська Г.О.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Гідрометеорологічний інститут
Кафедра агрометеорології та
агроекології

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему: Моделювання дійсно можливого урожаю соняшника за
вологозабезпеченістю посівів

Виконав студент 2 курсу групи МЗА-18
Спеціальності 103 «Науки про Землю»,
(шифр і назва)

Освітня програма «Агрометеорологія»
(назва)

Сніговий Олександр Володимирович
(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 2019 р.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Інститут гідрометеорологічний
Кафедра агromетеорології та агроекології
Рівень вищої освіти магістр
Спеціальність 103 «Науки про Землю»
(шифр і назва)
Освітня програма Агromетеорологія
(назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
агromетеорології та агроекології
Польовий А.М.
« 28 » жовтня 2019 року

ЗАВДАННЯ
НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Сніговому Олександрові Володимировичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Моделювання дійсно можливого урожаю соняшника за вологозабезпеченістю посівів

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від « 18 » жовтня 2019 року № 235 «С»

2. Строк подання студентом роботи 09 грудня 2019 року

3. Вихідні дані до роботи: Агрокліматичні дані по Одеській, Миколаївській і Херсонській областям за періоди: 1980 – 2010 рр.(історичні); 2021 – 2050 рр., (сценарії RCP2.6, RCP4.5, RCP6.0, RCP8.5). Програма базової динамічної моделі впливу агрокліматичних умов на формування урожаю сільськогосподарських культур

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): 1) Вивчити методи розрахунку програмування дійсно можливої урожайності і базову динамічну модель впливу агрокліматичних умов на формування урожаю сільськогосподарських культур

2) Вивчити ґрунтово-кліматичні умови північно-причорноморського району

3) Вивчити базову динамічну модель впливу агрокліматичних умов на формування урожаю сільськогосподарських культур

4) Вивчити потреби культури соняшника у воді

5) Отримати параметри та змінні для розрахунків за моделлю

6) Провести розрахунки і аналіз формування дійсно можливої урожайності всієї біомаси соняшника в сучасних і очікуваних умовах зволоження.

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

Графіки динаміки відносної вологозабезпеченості посівів соняшнику 1980 – 2010 рр. у Північному Причорномор'ї для лісостепової і степової зони (північно-степової і південно-степової підзони)

Графіки динаміки відносної вологозабезпеченості посівів соняшнику за 2021-2050 рр. у Північному Причорномор'ї для лісостепової і степової зони (північно-степової і південно-степової підзони) за сценаріями RCP2.6, RCP4.5, RCP6.0 і RCP8.5.

Графіки динаміки дійсно можливої урожайності (ДМУ) за 1980 – 2010рр. у Північному Причорномор'ї для лісостепової і степової зони (північно-степової і південно-степової підзони)

Графіки динаміки дійсно можливої урожайності (ДМУ) за 2021-2050 рр. у Північному Причорномор'ї для лісостепової і степової зони (північно-степової і південно-степової підзони) за сценаріями RCP2.6, RCP4.5, RCP6.0 і RCP8.5.

6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання 28 жовтня 2019 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 та огляд літературних джерел. Формування банку даних. Оформлення текстової частини першого розділу магістерської роботи	28.10.2019 р. - 04.11.2019 р.	90	5(відмінно)
	Вивчення алгоритму моделі формування продуктивності соняшнику. Розв'язок задач дослідження на ПЕОМ	05.11.2019 р. - 10.11.2019 р.	90	5(відмінно)
	Проведення чисельних розрахунків на ПЕОМ. Оформлення текстової частини другого розділу.	11.11.2019р. 17.11.2019р.	90	5(відмінно)
	<i>Рубіжна атестація</i>	18.11.2019 р.- 23.11.2019 р.	90	5(відмінно)
	Побудова табличного та графічного матеріалу. Аналіз отриманих розрахунків. Оформлення текстової частини третього розділу.	24.11.2019 р. - 30.11.2019 р.	90	5(відмінно)
	Узагальнення отриманих результатів. Підготовка паперової версії магістерської кваліфікаційної роботи. Оформлення остаточної електронної версії роботи та передача її на процедуру встановлення ступеня оригінальності, відсутності ознак плагіату та складення протоколу і висновку керівника.	01.12.2019 р. - 09.12.2019 р.	90	5(відмінно)
	Підготовка презентаційного матеріалу до публічного захисту.			
	Інтегральна оцінка виконання етапів календарного плану (як середня по етапам)		90,0	

Студент _____ (підпис) _____ (прізвище та ініціали) **Сніговий О.В.**

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

АНОТАЦІЯ

Сніговий О. В. Моделювання дійсно можливого урожаю соняшника за вологозабезпеченістю посівів

Цю роботу виконано в рамках багатоскладової магістерської кваліфікаційної роботи, спрямованого на дослідження надзвичайно актуального питання забезпечення населення продуктами харчування, шлях розроблення наукових підходів до раціонального використання агрокліматичних ресурсів для забезпечення найбільшої продуктивності соняшнику в Україні.

Метою даного дослідження було змодельовати процес впливу умов зволоження на рівень дійсно можливої урожайності соняшника у Північному Причорномор'ї.

Для досягнення поставленої мети необхідно було вирішити такі основні завдання:

- отримати параметри та змінні для розрахунків дійсно можливої урожайності за умовами вологозабезпечення;
- провести розрахунки і аналіз формування дійсно можливої урожайності всієї біомаси соняшника в історичних агрокліматичних умовах (за період з 1980 по 2010 рр.)
- провести розрахунки і порівняльний аналіз формування дійсно можливої урожайності всієї біомаси соняшника в очікуваних агрокліматичних умовах (за період з 2021 по 2050 рр.) за сценаріями концентрації парникових газів RCP2.6, RCP4.5, RCP6.0 і RCP8.5.

Об'єкт дослідження - умови волого забезпечення формування дійсно можливої урожайності соняшника.

Предмет дослідження – аналіз впливу умов волого забезпечення на дійсно можливу урожайність соняшника у Північному Причорномор'ї.

Методи дослідження - базова динамічна модель впливу агрокліматичних умов на формування урожаю сільськогосподарських культур.

Вперше: встановлені закономірності впливу умов вологозабезпеченості за сценаріями RCP2.6, RCP4.5, RCP6.0 і RCP8.5 на дійсно можливу урожайність соняшника в Північному Причорномор'ї.

Отримані результати можуть бути використані при оптимізації розміщення посівних площ соняшника в Північному Причорномор'ї.

Робота складається із вступу, 3 розділів, висновків, списку використаної літератури. Повний обсяг роботи становить 61 сторінка, 12 рисунків, 3 таблиці. Список використаних літературних джерел містить 28 найменувань.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: соняшник, модель, опади, дефіцит вологи, відносна вологозабезпеченість, дійсно можлива урожайність.

SUMMARY

O. Snihovyi. Modeling of a really possible crop of sunflower on moisture of crops.

This work was carried out within the framework of a multi-component master's qualification work aimed at researching the extremely topical issue of providing food for the population, by developing scientific approaches to the rational use of agro-climatic resources to ensure the highest productivity of sunflower in Ukraine.

The purpose of this study was to simulate the process of influence of moistening conditions on the level of truly possible sunflower yield in the Northern Black Sea.

To achieve this goal it was necessary to solve the following main tasks:

- get parameters and variables for calculations of the real possible yield under the conditions of moisture supply;

- to carry out calculations and analysis of formation of really possible yield of all biomass of sunflower in historical agroclimatic conditions (for the period from 1980 to 2010).

- to perform calculations and comparative analysis of the formation of a truly possible yield of all sunflower biomass in the expected agro-climatic conditions (for the period from 2021 to 2050) according to the scenarios of concentration of greenhouse gases RCP2.6, RCP4.5, RCP6.0 and RCP8.5.

The object of the study is the conditions of moist ensuring the formation of a truly possible sunflower yield.

The subject of the study is an analysis of the effect of wet supply conditions on the truly possible sunflower yield in the Northern Black Sea.

Research methods - a basic dynamic model of the influence of agro-climatic conditions on crop production.

For the first time: regularities of the influence of moisture conditions under the scenarios RCP2.6, RCP4.5, RCP6.0 and RCP8.5 on the truly possible sunflower yield in the Northern Black Sea have been established.

The results obtained can be used to optimize the placement of sunflower acreage in the Northern Black Sea.

The work consists of an introduction, 3 sections, conclusions, a list of references. The total volume of work is 61 pages, 12 figures, 3 tables. The list of references used contains 28 items.

KEYWORDS: sunflower, model, rainfall, moisture deficit, relative moisture supply, yield is really possible.

ЗМІСТ

ВСТУП	8
1 МОДЕЛЮВАННЯ, ПРОГРАМУВАННЯ І ПРОГНОЗУВАННЯ УРОЖАЙНОСТІ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР .	11
1.1 Розрахунок дійсно можливого урожаю за вологозабезпеченістю посівів.....	12
1.2 Моделювання дійсно можливої урожайності соняшника з урахуванням вологозабезпеченості.....	16
1.2.1 Характеристика показників водного режиму.....	17
1.2.2 Опис функцій умов зволоження на продукційний процес рослин.....	18
1.2.3 Моделювання родючості ґрунтів і забезпечення рослин елементами живлення.....	19
1.2.4 Моделювання дійсно можливої урожайності соняшнику	21
2 ВИРОЩУВАННЯ СОНЯШНИКА В ПІВНІЧНОМУ ПРИЧОРНОМОР'Ї УКРАЇНИ	23
2.1 Ґрунтово-кліматична характеристика Північного Причорномор'я.....	23
2.2 Сучасні технології вирощування соняшника.....	25
3 АНАЛІЗ ДІЙСНО МОЖЛИВОЇ УРОЖАЙНОСТІ СОНЯШНИКА ЗА ВОЛОГОЗАБЕЗПЕЧЕНІСТЮ ПОСІВІВ У ПІВНІЧНОМУ ПРИЧОРНОМОР'Ї	31
3.1 Потреби соняшника у воді	31
3.2 Розрахунки і аналіз дійсно можливої урожайності соняшника за вологозабезпеченістю посівів.....	33
3.2.1 Аналіз розрахунків дійсно можливої урожайності посівів соняшнику у лісостеповій зоні	33
3.2.2 Аналіз розрахунків дійсно можливої урожайності	

посівів соняшнику у північно-степовій підзоні.....	42
3.2.3 Аналіз розрахунків дійсно можливої урожайності посівів соняшнику у південно-степовій підзоні.....	49
ВИСНОВКИ.....	57
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	59

ВСТУП

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

Культура вирощується практично у всіх регіонах нашої країни, але більш активно в центральних і південних областях. Торішній посів на площі понад 500 тис. га був проведений в Запорізької, Дніпропетровської, Кіровоградської областях. У Миколаївській під соняшник було відведено понад 400 тис. га [11].

Соняшник – одна з провідних культур для одержання олії в світі. Насіння новітніх гібридів містять більш ніж 47-50% жиру, 16-19% білка, і вихід олії становить майже 47%. Олійність соняшнику залежить від сортових особливостей, ґрунтово-кліматичних умов та способу вирощування. Масло широко використовується для приготування маргарину, консервів, хлібних і кондитерських виробів, а також застосовується в миловарній, лакофарбовій та інших галузях промисловості. При переробці насіння отримують також шрот та макуху, що є цінним кормом у тваринництві.

Природним ареалом поширення дикорослого однорічного соняшнику є сухі спекотні прерії Північної Америки. Процес окультурення соняшнику, перетворення його в високопродуктивне олійна рослина також відбувався в умовах континентального клімату степу європейської частини Росії. Для клімату Степу характерні високі температури і низька вологість повітря в літні місяці, а також періодичні посухи, які виникають внаслідок того, що випаровуваність тут перевищує кількість опадів [13].

Для отримання високих урожаїв соняшнику бажано глибоке промочування ґрунту в допосівний період, помірні опади протягом вегетаційного періоду до початку наливу насіння, що підтримують вміст

води в ґрунті на рівні не нижче 70% повної вологості, помірна вологість повітря в цей час, а також відсутність опадів і низька відносна вологість повітря в кінці періоду наливу насіння.

Соняшник належить до посухостійких культур, одночасно він добре реагує на достатнє забезпечення вологою. При нестачі вологи в період утворення кошика-цвітіння неможливо одержати високих урожаїв. Тому кількісна оцінка умов вирощування соняшника і особливо його вологозабезпечення залишається актуальною.

Метою даної магістерської кваліфікаційної роботи було – змоделювати процес впливу умов зволоження на рівень дійсно можливої урожайності соняшника на сільськогосподарських угіддях Північного Причорномор'я в Україні.

Для досягнення мети були поставлені такі задачі:

- вивчити методи розрахунку програмування дійсно можливої урожайності і базову динамічну модель впливу агрокліматичних умов на формування урожаю сільськогосподарських культур;
- вивчити ґрунтово-кліматичні умови північно-причорноморського району;
- вивчити потреби культури соняшника у воді;
- отримати параметри та змінні для розрахунків дійсно можливої урожайності;
- провести розрахунки і аналіз формування дійсно можливої урожайності всієї біомаси соняшника в історичних і очікуваних умовах зволоження.

Робота виконана на основі агрокліматичних даних Одеської, Миколаївської і Херсонської областей [7,15,23]. Розглянуто два кліматичних періоди: з 1980 по 2010 рр. і з 2021 по 2050 рр. Другий кліматичний період розглянуто за сценаріями RCP2.6, RCP4.5, RCP6.0 і RCP8.5 .

Динамічна модель впливу агрокліматичних умов на формування урожаю сільськогосподарських культур [21] стала теоретичною основою для моделювання можливої урожайності соняшника за умовами зволоження.

Результати досліджень були представлені на конференції молодих вчених Одеського державного екологічного університету (м. Одеса, 6-19 травня, 2019р.) [9] і на міжнародній науково-практичній конференції «Використання альтернативних джерел енергії в умовах розвитку сільських територій» (м. Полтава , 22 травня, 2019 р.) [25].

1 МОДЕЛЮВАННЯ, ПРОГРАМУВАННЯ І ПРОГНОЗУВАННЯ УРОЖАЙНОСТІ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР

Основне завдання землеробства майбутнього - розробка і впровадження нових методів підвищення продуктивності та урожайності посівів сільськогосподарських культур. В останні роки піднято питання про програмування урожаю. Завдання програмування полягає в розробці комплексу взаємопов'язаних заходів, своєчасне і високоякісне здійснення яких забезпечить досягнення заздалегідь розрахованого рівня врожаю високої якості [6].

В агрометеорології в більшій мірі необхідно було б застосовувати теорію високої продуктивності. В останні роки в рамках цієї теорії розроблені математичні моделі продукційного процесу і формування урожаю. Ці моделі можуть служити основою для розробки агрометеорологічних принципів програмування урожаю.

Програмування врожаю - це науково обґрунтована система вирощування високих врожаїв хорошої якості. Програмування проводять на основі наступних основних показників[10]:

- 1) лімітуючого природного фактору (вологість, теплота, фотосинтетична активна радіація, родючість ґрунту і т.п.);
- 2) потреби культури певного сорту в регульованому факторі (добрива, поливи);
- 3) Величини застосування регульованого фактору на основі природних факторів, що впливають на урожай і створюють оптимальні умови для його формування (меліорація, агротехніка). Отже, в процесі програмування враховують не тільки природні фактори формування урожаю, але і реалізацію комплексу заходів, що забезпечують запланований урожай.

Важливими з цього комплексу заходів є накопичення і використання вологи, хімічна меліорація, застосування добрив, високий рівень

агротехніки, використання високопродуктивних сортів, які сприяють отриманню продукції високої якості. При визначенні запланованого урожаю слід враховувати природні фактори і правильно оцінити можливість використання реальних ресурсів.

В основі програмування урожаїв лежить вимога задоволення потреб рослин в життєво важливих ресурсах для отримання заданого урожаю.

Програмування урожаїв передбачає:

- визначення величини потенційно можливого урожаю ;
- визначення величини врожайності, забезпеченої кліматичними ресурсами;
- визначення величини дійсно можливого урожаю;
- визначення причин невідповідності між фактично отримуються врожайми і дійсно можливими і т.д.

Розглянемо визначення дійсно можливого урожаю за вологозабезпеченістю посівів [22].

1.1 Розрахунок дійсно можливого урожаю за вологозабезпеченістю посівів

Запаси продуктивної вологи визначають за такою формулою

$$W_{pr} = W_0 + 0,9 * O_v \quad (1.1)$$

де W_{pr} – ресурси продуктивної вологи в мм;

W_0 – кількість продуктивної вологи в метровому шарі ґрунту до моменту посіву ярих або відновлення вегетації озимих, мм;

0,9 – коефіцієнт використання опадів, що випадають за вегетаційний період;

O_v – опади за вегетаційний період в мм.

Знаючи залишкову кількість вологи в метровому шарі ґрунту ($WК$) розраховують сумарне водоспоживання культури за період вегетації (E)

$$E = W0 + 0,9 * Oв - WK \quad (1.2)$$

Всі дані, що входять до формули, фахівець може взяти в найближчій до господарству метеостанції, або метеорологічному пункті сільськогосподарського підприємства, якщо такий створено і функціонує.

Контроль за сумарним водоспоживанням культур на кожному полі господарства протягом ряду років, і врахування рівнів урожайності дозволяє з достатньою точністю визначити коефіцієнт водоспоживання ($Kвс$), який в подальшому використовується для розрахунку величини дійсно можливої урожайності ($УМВ$) по водозабезпеченості

$$K_{вп} = \frac{E * 10^2}{У_{биол}} \quad (1.3)$$

де E – сумарне водоспоживання культур за вегетаційний період, мм;
 $У_{биол}$ – фактичний рівень урожайності абсолютно сухої біомаси, ц/га.

Для зручності розрахунків в умовах господарства краще визначати товарний коефіцієнт водоспоживання ($Кт$), тобто витрати вологи на формування одиниці товарної маси урожаю при стандартній вологості.

$Кт$ - визначається за фактичними урожаєми в господарстві за ряд років і є інтегрованим показником, що включає в себе ефективну родючість ґрунтів і рівень агротехніки в господарстві. Високі значення $Кт$ свідчать про низький агротехнічний рівень господарства. З ростом агротехніки, введенням

інтенсифікації землеробства значення показника знижуються і стабілізуються на певній величині.

$$K_m = \frac{E}{U_m}, \quad (1.4)$$

де U_m – фактична урожайність основної продукції при стандартній вологості, ц/га.

Розрахувавши коефіцієнти водоспоживання с.-г. культур в господарстві і виявивши їх середні значення по попередникам можна приступити до визначення УДВ.

При визначенні УДВ по водозабезпеченості існує два підходи:

1. На підставі середньої багаторічної водозабезпеченості (стратегія норми).
2. На підставі кліматично оптимальної стратегії.

Перший підхід простий і широко застосовується в господарствах. Суть його полягає в тому, що на підставі середніх багаторічних даних визначаються ресурси продуктивної вологи і по співвідношенню 2.5

$$U_{дв. ср} = \frac{W_{ср}}{K_m}, \quad (1.5)$$

знаходять дійсно можливу урожайність по середньобагаторічної водозабезпеченості (УДМ. сер.багат.)

$W_{ср}$ – ресурси продуктивної вологи за середніми багаторічними даними (мм);

K_m – усереднений товарний коефіцієнт водоспоживання сільськогосподарських культур, мм / ц.

Однак у зв'язку з непередбачуваністю кількості опадів на майбутній с.-г. рік при орієнтації на середню багаторічну водозабезпеченість, в роки з опадами вище норми можливі значні втрати в урожаї тому, що в першому мінімумі можуть виявитися інші фактори.

Дослідження академіка Шатілова І.О. [26] показали, що при програмуванні урожаїв слід орієнтуватися не на середню багаторічну водозабезпеченість, а на водозабезпеченість, що відповідає оптимальної стратегії.

Суть цієї стратегії полягає в тому, що урожайність розраховується на такий рівень водозабезпеченості, щоб виграш від прибавки урожаю в сприятливі роки перекривав втрати від витрат на внесення добрив і формування структури посіву в несприятливі. Або кажучи іншими словами виграш від додаткових щорічних витрат на урожай в сприятливі роки повинен бути вище суми цих витрат в несприятливі роки.

Розрахунок водозабезпеченості здійснюється за формулою

$$WKo = WCp + I \theta * D \quad (1.6)$$

де WCp – середні багаторічні ресурси продуктивної вологи, (мм);

$I \theta$ – емпіричний коефіцієнт дії неврахованих факторів;

D – середньоквадратичне відхилення ресурсів продуктивної вологи за тривалий проміжок часу в мм.

$$\delta = \sqrt{\frac{(W_{np} - W_1)^2 + (W_{np} - W_2)^2 + (W_{np} - W_n)^2}{n - 1}} \quad (1.7)$$

де W_{np} – ресурси продуктивної вологи за роки спостережень, мм;

N – кількість років спостережень.

Урожайність, відповідна кліматично оптимальної стратегії знаходиться за співвідношенням

$$U_{dvo} = \frac{W_{ko}}{K_m}, \quad (1.8)$$

Через нерівномірність випадання опадів по агрокліматичних районах області розрахунок дійсно можливих урожаїв по середньому багаторічному водозабезпеченню і кліматично оптимальної вологозабезпеченості слід проводити диференційовано для кожного господарства, а в подальшому для кожного поля з урахуванням ґрунтових особливостей і рельєфу місцевості.

1.2 Моделювання дійсно можливої урожайності соняшника з урахуванням вологозабезпеченості

Ріст рослин і рівень урожаю залежать від інтегрального ефекту впливу багатьох чинників, кожен з яких може лімітувати процеси життєдіяльності рослин. Головною передумовою для отримання високого врожаю, близького до ПУ, є оптимальність водного режиму в посівах. Водний режим рослин вельми складний. Розгляду його присвячені численні дослідження [1,3,5,12,16,17, 24].

Для моделювання дійсно можливої урожайності соняшника в даній роботі використовується підмодель впливу умов зволоження на ДМУ соняшника в існуючих ґрунтових умовах, що входить до комплексної моделі впливу агрокліматичних умов на урожайність сільськогосподарських культур [19].

1.2.1 Характеристика показників водного режиму

Розрахунок запасів продуктивної вологи проводиться за рівнянням водного балансу

$$W^{j+1} = W^j + O_s^j + P_{nor}^j - E^j - F_{ilt}^j, \quad (1.9)$$

де W – запаси продуктивної вологи (в шарі ґрунту 0-100 см), мм;

O_s – сума опадів за декаду, мм;

P_{nor} – норма вегетаційних поливів, мм;

E – сумарне випаровування, мм;

F_{ilt} – інфільтрація в нижні шари ґрунту за декаду, мм.

Для розрахунку випаровування (E_0) використаний спосіб Алпатьєва О. М.

$$E_0^j = 0.65 \cdot ДВВ^j \cdot dv^j \cdot 0.75, \quad (1.10)$$

де $ДВВ$ – середній за декаду дефіцит вологості повітря, мм;

dv – число днів у розрахунковій декаді.

Сумарне випаровування визначається за методом Харченко С. І. []

$$E^j = \frac{2W^j + O_s^j + P_{nor}^j}{1 + \frac{W_{HB}}{E_0^j}}, \quad (1.11)$$

де E – сумарне випаровування, мм;

W_{HB} – найменша вологоємність (в шарі ґрунту 0-100 см), мм;

За допомогою наступного співвідношення розраховується інфільтрація в нижні шари ґрунту

$$F_{ilt}^j = W^j + O_s^j + P_{nor}^j - E^j - W_{HB}, \quad (1.12)$$

де F_{ilt} – інфільтрація в нижні шари ґрунту за декаду, мм.

1.2.2 Опис функцій умов зволоження на продукційний процес рослин

Функція впливу вологи ґрунту на фотосинтез (γ_ϕ) знаходиться по формулі

$$\gamma_\phi = \begin{cases} -1.163 \cdot (x_4^j)^2 + 2.187 \cdot x_4^j, \\ \text{при } W^j < W_{opt1}^j, 1, \text{ при } W_{opt1}^j \leq W^j \leq W_{opt2}^j, \\ -0.654 + 3.824 \cdot x_5^j - 2.633 \cdot (x_5^j)^2 + 0.467 \cdot (x_5^j)^3, \\ \text{при } W^j > W_{opt2}^j \end{cases} \quad (1.13)$$

де W^j – запаси продуктивної вологи в метровому шарі ґрунту, мм;

W_{opt1} – нижня межа оптимальних вологозапасів, мм;

W_{opt2} – верхня межа оптимальних вологозапасів, мм.

$$x_4^j = W^j / W_{opt1}^j, \quad (1.14)$$

$$x_5^j = W^j / W_{opt2}^j, \quad (1.15)$$

Функція впливу вологозабезпечення посівів розглядалася як поєднання двох функцій. Враховувалася функція впливу вологості ґрунту на

продуктивність рослин і відношення сумарного випаровування посівів до випаровуваності:

$$FM = \left(\gamma_{\phi}^j \cdot \frac{E^j}{E_0} \right)^{0.5}, \quad (1.16)$$

де FM – відносна вологозабезпеченість посівів.

1.2.3 Моделювання родючості ґрунтів і забезпечення рослин елементами живлення

Функція впливу наявності гумусу в ґрунті визначається за формулою

$$FM_{G_{um}} = (F_{G_{um}})^{1.35} \cdot \exp[1.1 \cdot (1 - F_{G_{um}})], \quad (1.17)$$

де $FM_{G_{um}}$ – функція впливу наявності гумусу в ґрунті на формування урожаю. $FM_{G_{um}}$ змінюється от 0 до 1.

Значення функцій оптимального азотного, фосфорного і калійного живлення розраховується за методом Образцова А. С. [] :

$$F_N = \frac{N_m}{N_{opt}}, \quad (1.18)$$

$$F_P = \frac{P_m}{P_{opt}}, \quad (1.19)$$

$$F_K = \frac{K_m}{K_{opt}}, \quad (1.20)$$

де N_m, P_m, K_m – доза мінеральних (азотних, фосфорних і калійних) добрив, що вноситься, кг/а;

N_{opt} , P_{opt} , K_{opt} – оптимальна доза азотних, фосфорних і калійних добрив, що необхідна для отримання максимального урожаю, кг/га;

F_N , F_P , F_K – функції впливу забезпеченості азотом, фосфором и калієм, від. од. F_N , F_P , F_K змінюються від 0 до 1.

Вплив режиму зволоження ґрунту на ефективність добрив розраховується за виразом

$$k_{ef}^j = \begin{cases} 1, \text{при } W^j / W_{opt}^j \geq 0.85 \\ 0.8, \text{при } 0.70 < W^j / W_{opt}^j < 0.85 \\ 0.6, \text{при } W^j / W_{opt}^j \leq 0.70 \end{cases}, \quad (1.21)$$

де k_{ef}^j – коефіцієнт ефективності добрив в залежності від вологості ґрунту, від. од.

Визначається співвідношення дози органічних добрив до їх оптимальної величиною і розраховується функція впливу внесення органічних добрив з урахуванням року внесення добрив

$$F_{O_{rg}} = \frac{O_{rg}}{O_{rg_{opt}}}, \quad (1.22)$$

де $F_{O_{rg}}$ – функція впливу внесення органічних добрив на урожай, від. од.

$F_{O_{rg}}$ змінюється від 0 до 1.;

O_{rg} – доза органічних добрив, що вноситься, т/га;

$O_{rg_{opt}}$ – оптимальна для культури доза внесення органічних добрив, т/га.

Узагальнену функцію впливу родючості ґрунту і внесення мінеральних і органічних добрив розрахуємо за принципом Лібіха:

$$FW_{ef}^j = \min \{ F_{O_{rg}}^j, F_N^j, F_P^j F_k^j \}, \quad (1.23)$$

де FW_{ef} – функція впливу ефективної родючості на урожай, від. од.

FW_{ef} змінюється от 0 до 1.

1.2.4 Моделювання дійсно можливої урожайності соняшнику

Приріст можливої урожайності є приріст потенційної урожайності, яка обмежена впливом водного режиму

$$\frac{\Delta MU^j}{\Delta t} = \frac{\Delta PY^j}{\Delta t} \cdot FTW1, \quad (1.24)$$

де $\frac{\Delta MU^j}{\Delta t}$ – приріст можливої урожайності, г/м²;

$FTW1$ – функція впливу водного режиму.

Формування дійсно можливої урожайності обмежується рівнем природної родючості ґрунту

$$\frac{\Delta \Delta MU^j}{\Delta t} = \frac{\Delta MU^j}{\Delta t} \cdot B_{III} \cdot F_{G_{um}}, \quad (1.25)$$

де $\frac{\Delta ДМУ^j}{\Delta t}$ – приріст дійсно можливої урожайності, г/м²;

$B_{ПЛ}$ – бал ґрунтового бонітету.

Для культури соняшника було підібрано параметри:

- коефіцієнт гуміфікації рослинних рештків – 0,15;
- відносний винос азоту з урожаєм – 0,003;
- тип ґрунту за механічним складом – середній суглинок – 1.

2 ВИРОЩУВАННЯ СОНЯШНИКА В ПІВНІЧНОМУ ПРИЧОРНОМОР'І УКРАЇНИ

2.1 Ґрунтово-кліматична характеристика Північного Причорномор'я

Ґрунти Північного Причорномор'я представлені головним чином чорноземами (рис. 1), які мають добре виражений зональний характер. На півночі поширені найбільш родючі – чорноземи звичайні. Для них характерний високий вміст гумусу в орному шарі – вище 4,5 %, добре розвинутий гумусовий профіль – 70-80 см [7,15,23].

У центральній і південній частині степу переважають чорноземи південні малогумусні і чорноземи південні міцелярно-карбонатні. Чорноземи південні малогумусні залягають на рівнинних слабодренованих широких вододілах та їх схилах. Це досить однорідні за гранулометричним складом ґрунти, переважно важко- та середньосуглинкові. Глибина гумусового профілю змінюється в межах 45-64 см. Вміст гумусу в орному шарі складає 2,0-3,5 % і зменшується з півночі на південь.

На південь від чорноземів південних залягають другі за загальною площею ґрунти Північного Причорномор'я – темно-каштанові залишково, слабо- та середньосолонцюваті. Через значне поширення різних форм мікрорельєфу, в першу чергу, плоскодонних замкнутих западин - подів, темно-каштанові ґрунти зустрічаються в комплексі з іншими ґрунтами. За гранулометричним складом переважають важко-,легко-та середньосуглинкові відміни. Каштанові ґрунти в комплексі із солонцями розповсюджені в приморській зоні.

На надрічкових терасах Південного Бугу та Інгулу розвинуті лучно-чорноземні, лучні та їх солонцюваті різновиди, сформовані на сучасних алювіальних відкладеннях. Солонцюваті різновиди цих ґрунтів

потребують хімічної меліорації. На засолених ґрунтах необхідні як хімічні, так і гідротехнічні меліоративні заходи. На них можна вирощувати зернові або овочеві культури.

Район Північного Причорномор'я характеризується помірно-континентальним кліматом, малосніжною, порівняно теплою зимою, спекотним з частими суховіями літом.

За рік середня температура повітря становить 9,0... 11,0 °С. Середня температура січня дорівнює -0,5... -3,1 °С, середня температура липня 21,3... 23,4 °С.

У Північному Причорномор'ї зима триває 60-82 дні. Приблизно з 10 грудня до 18 лютого.

Період із середніми добовими температурами повітря 5°С і вище починається в середньому 18 березня і закінчується 11 листопада, тривалість періоду 228-246 днів.

Період із середніми добовими температурами повітря 10°С і вище триває 179-198 днів. Цей період починається 9-18 квітня і закінчується 13-25 жовтня.

Літній період, коли середня добова температура повітря 15°С і вище, триває 127-142 дні. Цей період починається з 11-16 травня і закінчується 18-30 вересня.

Середня кількість опадів по району за рік становить 468 мм, на півночі кількість опадів дорівнює змінюючись 503 мм, на півдні знижується до 239 мм.

Екстремальні метеорологічні явища. Перші осінні заморозки в повітрі спостерігаються в кінці третьої декади вересня, останні весняні – в першій декаді травня.

Сніговий покрив залягає протягом січня. Загальна тривалість залягання снігового покриву за зиму коливається від 20 до 53 днів. Середня висота снігу за зиму – 3-4 см, тоді як максимальна висота в окремі роки

досягає 21-44 см. В останні десятиріччя досить часто спостерігаються роки без сталого снігового покриву або взагалі безсніжні зими.

Середня глибина промерзання ґрунту за зиму коливається від 19 см до 29 см.

Середня із мінімальних температур ґрунту на глибині 3 см по області за зиму, залежно від типу ґрунту, становить мінус 1,7-2,9 °С.

Узимку зазвичай спостерігаються відлиги, кількість днів з якими за період грудень – лютий по області коливається від 58 до 67. Відлиги, які тривають більше ніж 5 днів поспіль, зумовлюють порушення зимового спокою озимини, що призводить до зниження морозостійкості рослин.

Сувора атмосферна посуха, яка часто поєднується із ґрунтовою в період активної вегетації сільськогосподарських культур (ГТК менше 0,7).

У вегетаційний період на території Північного Причорномор'я спостерігається від 14 до 20 днів із суховіями різної інтенсивності Вони негативно впливають на розвиток сільськогосподарських культур, що призводить до істотного зниження їх урожайності, у прибережній зоні – 6-11 днів. Найбільш притаманні суховії клімату Херсонщини, у вегетаційний період на території області (крім приморських районів) спостерігається від 15 до 33 днів із суховіями. В окремі роки кількість днів із суховіями досягає 40-43 днів.

Серед інших несприятливих для сільськогосподарських культур явищ погоди на території Північного Причорномор'я у вегетаційний період спостерігається град, сильний вітер, дуже сильний дощ та зливи.

2.2 Сучасні технології вирощування соняшника

На сьогоднішній день соняшник є однією з найприбутковіших сільськогосподарських культур України. Саме тому можемо спостерігати високу насиченість сівозмін цією культурою у південних та південно-східних областях. Зараз, загальна посівна площа соняшнику вже досягла 6 млн га, а

середня урожайність складає близько 20,3 ц/га. Але, як зазначають фахівці, валовий збір насіння все ще не забезпечує наявні потужності вітчизняної олійної промисловості, яка потребує 20 млн т сировини щорічно [11].

Тому, для того щоб зрозуміти чому саме валовий збір сировини не забезпечує наявні потужності, необхідно розібратися в біологічних особливостях вирощування соняшнику.

При вирощуванні будь-якої культури, необхідно мати уявлення про морфо-біологічні характеристики і дотримуватися відповідних вимог.

Вимоги до температури. Проростання насіння соняшнику починається при температурі 4-6°C. При температурі 8-10°C вони з'являються через 15-20 днів після посіву, при 15-16°C – через 9-10 і при 20°C – через 6-8 днів. Сходи соняшнику можуть виносити короткочасні заморозки до 8°C. Для соняшнику у фазі цвітіння і в наступний період найбільш сприятлива температура 25-27°C. Температура понад 30°C негативно позначається на рості і розвитку рослин [13].

Вимоги до вологи. Соняшник – посухостійка рослина. Коефіцієнт водоспоживання його значно вищий, ніж у багатьох інших рослин, і становить 450 – 570, може підвищуватись до 700. За період вегетації соняшник використовує від 3000 до 6000 т води з 1 га. Найбільше вологи (60%) він засвоює у період утворення кошика-цвітіння [2].

Вимоги до світла. Соняшник – світлолюбна рослина. Похмура погода та затінення затримують ріст і розвиток рослин, сприяють формуванню на них дрібних листя, що знижує врожай. При просуванні на північ вегетаційний період соняшнику подовжується.

Вимоги до ґрунту. Сприятливий для росту рослин інтервал рН=6,0-6,8. Кращими ґрунтами для нього є суглинні і супіщані чорноземи, багаті поживними речовинами. Соняшник не вдається на важких глинистих, піщаних, а також на кислих і сильно засолених ґрунтах [2].

Отже, можна побачити, що ця культура досить прискіплива до ґрунтово-кліматичних умов. Тому для підвищення врожайності соняшника досить актуальним залишається питання пошуку високоврожайних гібридів.

Треба досить уважно вибирати гібриди, так як на одному і тому ж самому полі різні гібриди соняшнику дадуть різний урожай і різниця між хорошими і поганими гібридами для ваших умов, може становити до 40-50% врожайності (зазвичай 15-30%).

При виборі гібрида соняшнику слід мати на увазі, що умови вирощування в кожній агрокліматичній зоні, окремо взятому господарстві й навіть на певному полі різняться за вологозабезпеченням, родючістю ґрунту, системою живлення, фітосанітарною ситуацією, попередником та багатьма іншими чинниками. Тому під час вибору гібрида поряд з іншими характеристиками слід враховувати їх інтенсивність:

- гібриди інтенсивного типу максимально реалізують свій потенціал за дотримання всіх технологічних вимог: НК Бріо, НК Конді, СИ Купава, Суміко, НК Неома, СИ Діамантіс, Тутті, СИ Експерто, Таленто, СИ Бакарді КЛП, СИ Неостар КЛП;
- гібриди помірно інтенсивного типу менш вибагливі до високого агрофону, вони демонструють стабільну та високу врожайність за меншого волого забезпечення: НК Рокі, СИ Кадікс, СИ Ласкала, СИ Арізона, СИ Едісон, Естрада, Субаро, НК Фортімі, НК Ададжіо;
- гібриди екстенсивного типу відзначаються високою стабільністю в посушливих та несприятливих умовах: Алькантара, Босфора, Коломбі, Санай МР, СИ Барбаті, СИ Розета КЛП [21].

Крім біологічних особливостей, необхідно дослідити і встановити оптимальне місцерозташування соняшнику у сівозміні для отримання гарного врожаю. Кращим попередником є озимі зернові, що висіяні по зайнятих і чистих парах або зернобобових. У Лісостепу, де умови зволоження сприятливіші, непоганими попередниками є ярі колосові культури. Сіють також після кукурудзи, картоплі. Не сіють після сої, квасолі,

гороху, ріпаку, які уражуються спільними з ним хворобами (біла і сіра гниль, фомоз, склеротиніоз).

Для отримання гарного врожаю, важливе місце займає підготовка ґрунту, а сама передпосівний обробіток ґрунту.

В багатьох зонах обробіток соняшнику проводять по типу поліпшеної зяблевої: після луцення стерні проводять дві-три пошарових поверхневих обробки ґрунту, а основну оранку – у вересні-жовтні. Пошарова обробка на 70-80% знижує кількість бур'янів і покращує якість подальшої оранки.

У зволжених районах застосовується дворазова послійная оранка. Пошарова обробка ґрунту в поєднанні з глибокою оранкою ефективна при боротьбі з корнепаростковими бур'янами. [18].

Після підготовки ґрунту, спочатку необхідно підготувати насіння. Для сівби використовують кондиційне насіння, схожість якого не нижче 85%, чистота не менше 98%. Посівні якості насіння гібридів першого покоління визначають за нормами ДСТУ 2240-93. Маса 1000 насінин для гібридів – не менше 50 г, для сортів – не менше 55 г.

Далі переходять безпосередньо до сівби. Сіють соняшник пунктирним способом з шириною міжрядь 70 см, 45 см або інші в залежності від наявності посівної техніки. При звичайному широкорядному способі сівби розподіл насіння в рядку не контролюється, а при пунктирному способі насіння розміщується рівномірно, через більші чи менші інтервали, згідно встановленої норми висіву. Відстань між рослинами в рядку має рівномірно становити від 41-36 см (35-40 тис./га) до 16-14 см (90-100 тис./га).

Насіння, зазвичай, загортають у вологий шар ґрунту на глибину 6-8 см (у сортів). Глибше загортання (на 8-10 см) є виправданим лише за недостатньої вологості верхнього шару ґрунту, зазвичай - у разі запізнення з сівбою.

Також при сівбі необхідно враховувати норми посіву. У посушливих умовах норму висіву знижують, а для ранньостиглих і низькорослих гібридів – збільшують.

Оптимальний строк сівби високоолійних сортів і гібридів з урахуванням їхніх фізіолого-біологічних особливостей настає у той період, коли середньодобова стійка температура на глибині загортання насіння досягає 10-12°C. Сівба в цей строк дає можливість одержувати дружні сходи на 9-12 день. Можливими строками сівби соняшника може бути період від 5 квітня до 10 травня [11,18].

Як вже зазначалося, соняшник вважається посухостійкою рослиною, але в степу добре реагує також на зрошення, при якому врожайність може збільшитися до 3,5-4,5 т/га. Залежно від зволоження ґрунту норми поливів можуть змінюватися від 600 до 800 м³/га. Вегетаційні поливи рекомендується проводити в наступні фази:

- перший — при формуванні 2-3 пар листків,
- другий — під час утворення кошиків,
- третій — в період масового цвітіння.

При цьому вологість ґрунту повинна підтримуватися близько 70-80% НВ [13].

Під час вирощування за будь-якої культурою необхідно доглядати, а саме:

- боротися з бур'янами: боронуванням, міжрядною культивуацією, внесенням гербіцидів (до посіву, після посіву, страхових гербіцидів, система Клеарфілд (Евролайтнінг), система Клеарфілд плюс (Евролайтнінг плюс), система Експрес (гранстар));
- боротися з шкідниками;
- боротися з хворобами;
- боротися з вовчком;
- декілька разів внести добрива;
- проводити запилення за допомогою бджіл (вивозять пасіки з розрахунку один вулик на 1 га посіву соняшнику).

Останнім етапом у вирощуванні соняшнику є збирання урожаю. Спочатку необхідно встановити ступінь дозрівання. До ознак, за якими

судять про дозрівання соняшнику, відносяться: пожовтіння тильного боку кошики, в'янення і опадання язичкових квіток, нормальна для сорту і гібриду забарвлення сім'янок, затвердіння ядра в них, засихання більшості листя.

Збирання соняшнику починають при середній вологості насіння 12-14%, коли у 80-90% рослин кошики жовто-бурі, бурі та сухі, а у 10-20% вони лише жовті. Оптимальні умови для збирання складаються за вологості насіння 9-11%

Оптимальна тривалість збирання соняшника - 5-6 днів. Якщо соняшник починають збирати у фазі повної стиглості, то на п'ятий день втрати від осипання насіння збільшуються в 2 рази, а на 15 день у 12 разів [18].

3 АНАЛІЗ ДІЙСНО МОЖЛИВОЇ УРОЖАЙНОСТІ СОНЯШНИКА ЗА ВОЛОГОЗАБЕЗПЕЧЕНІСТЮ ПОСІВІВ У ПІВНІЧНОМУ ПРИЧОРНОМОР'І

3.1 Потреби соняшника у воді

Природним ареалом поширення дикорослого однорічного соняшнику є сухі спекотні прерії Північної Америки. Процес окультурення соняшнику, перетворення його в високопродуктивне олійна рослина також відбувався в умовах континентального клімату степу європейської частини Росії. Для клімату Степу характерні високі температури і низька вологість повітря в літні місяці, а також періодичні посухи, які виникають внаслідок того, що випаровуваність тут перевищує кількість опадів.

В процесі своєї еволюції він пристосувався переносити несприятливі умови степового клімату - нестача води і високі температури. Тому екологічно соняшник сформувався як типова рослина степової та лісостепової зони: світлолюбна, факультативно короткоденна, адаптована до ґрунтової посухи і суховіїв, що супроводжуються високими температурами.

Посухостійкість соняшнику зумовлена в основному наявністю добре розвиненої кореневої системи, головний стрижневий корінь якої здатний використовувати недоступні для більшості інших однорічних рослин запаси вологи в ґрунті на глибині до 3м і більше. Але будова надземних органів у соняшнику типово для мезофітів, листя випаровують багато води, в зв'язку з чим для нього характерний порівняно високий транспіраційний коефіцієнт, що дорівнює, за даними різних авторів від 400 до 700, тобто вищий, ніж у проса, кукурудзи та деяких інших рослин [13,16]. Сумарна транспірація рослин соняшнику зростає з підвищенням вологості ґрунту. Максимуму вона досягає зі зниженням відносної вологості повітря і з збільшенням площі листя від сходів до цвітіння, а потім різко знижується. Незважаючи на те, що

соняшник здатний переносити посуху, скорочення фактичної транспірації в порівнянні з потенційно можливою внаслідок нестачі вологи або підвищеної випаровуваності призводить до зниження урожайності [13]. Встановлено, що в різних ґрунтово-кліматичних зонах потреби соняшника до води змінюються від 400 мм до 700мм і вище. Тому при вивченні впливу клімату і погоди на соняшник зазвичай порівнюють величини урожаїв не просто з кількістю опадів, а з показником, що відображає ступінь забезпечення посівів водою, для обчислення якого кількість води (опади з урахуванням або без урахування весняних запасів вологи) ділять на величину, що характеризує ступінь випаровування. Такі дослідження, проведені в різних зонах вирощування соняшнику, показали, що чим повніше забезпечені посіви вологою, тим вищий урожай насіння вони дають [13,16].

Хоча потреба посівів соняшнику у волозі максимальна до фази цвітіння, а найбільше зниження урожаю спостерігається при в'яненні рослин в періоди цвітіння і формування насіння, вирішальну роль у створенні урожаю соняшнику грають опади осінньо-зимового періоду і першої половини вегетації [13,16]. Протягом періоду цвітіння - дозрівання вплив опадів на урожай насіння соняшнику якісно змінюється. Якщо опади перших двох тижнів після цвітіння, коли відбувається зростання насіння, підвищують урожаї, то опади наступного періоду - наливу насіння - найчастіше знижують урожай сім'янок. Особливо велике значення для нормального дозрівання насіння і збереження їх якості мають умови зволоження в кінці дозрівання соняшнику, після того як вологість сім'янок знизиться до 40-50%. В цей час подальше зниження їх вологості знаходиться в майже повній логарифмічною залежності від суми середньодобових дефіцитів вологості повітря (Мельник). Таким чином, для отримання високих урожаїв соняшнику бажано глибоке промочування ґрунту в допосівний період, помірні опади протягом вегетаційного періоду до початку наливу насіння, що підтримують вміст води в ґрунті на рівні не нижче 70% повної вологоємності, помірна вологість

повітря в цей час, а також відсутність опадів і низька відносна вологість повітря в кінці періоду наливу насіння.

3.2 Розрахунки і аналіз дійсно можливої урожайності соняшника за вологозабезпеченістю посівів

При високому рівні агротехніки досягнення урожайності відповідної потенційної можливості сортів обмежується кліматичними умовами району, тобто прогнозований рівень урожайності не повинен перевищувати величину урожаю, що забезпечується кліматичними факторами. Під кліматично забезпеченим урожаєм розуміють такий рівень урожайності, який можна досягти в ідеальних ґрунтових і агротехнічних умовах, при обмеженій дії різних метеорологічних чинників. Рівень кліматично забезпеченого урожаю завжди менше потенційно можливого. Основним лімітуючим фактором у південних районах є волога [12,17].

В роботі виконані розрахунки дійсно можливого урожаю всієї біомаси посівів в залежності від кількості опадів і середніх температур повітря. Проведені розрахунки вологоспоживання, дефіциту вологи і вологозабезпеченості посівів соняшника за період вегетації посів – збиральна стиглість за період з 1986 по 2010 рр.

Розраховано очікуваний дійсно можливий урожай за період з 2021 по 2050 рр. по даним сценаріїв зміни клімату RCP2.6, RCP4.5, RCP6.0 и RCP8.5.

3.2.1 Аналіз розрахунків дійсно можливої урожайності посівів соняшнику у лісостеповій зоні

В даний час сіяти соняшник в зоні Лісостепу починають в середньому в другій декаді квітня, за сценаріями зміни клімату RCP2.6 і RCP6.0 (табл.3.1) сіяти будуть дещо раніше (на 7-8дней), а за сценаріями RCP4.5 і RCP8.5 пізніше на 10-14 днів (табл. 3.1).

Кількість опадів за період сівба – збиральна стиглість за фактичними середньо багаторічними даними становить 383 мм, забезпеченість посівів вологою дорівнює 405 мм, дефіцит вологи становить 157 мм, тому відносна вологозабезпеченість дорівнює 0,72 від.од.

За кліматичним сценарієм RCP2.6 очікується зниження суми опадів за період сівба - збиральна стиглість на 20%. Це трохи погіршить забезпечення рослин вологою, збільшить дефіцит вологи до 240 мм, замість 158 мм, а також знизить відносну вологозабезпеченість соняшнику з 0,72 до 0,62 від.од. (рис. 3.1А)

Максимальний приріст Δ ДМУ всієї сухої біомаси збільшиться до 88 г/м² проти 74 г/м² за фактичними даними (рис. 3.1Б).

Рівень дійсно можливого урожаю всієї сухої маси за період від сівби до збиральної стиглості становитиме 97% від фактичного середнього багаторічного.

За кліматичним сценарієм RCP4.5 сума опадів за період посів - збиральна стиглість буде трохи менше фактичної середньої багаторічної суми і складатиме 86% від її величини. Досить значна кількість опадів зменшить випаровування і відповідно знизить дефіцит вологи до 150 мм. Вологозабезпеченість на фоні знижених температур залишиться достатньою і складатиме 0,70 від.од., що всього на 0,02 від.од. нижче, ніж за фактичними умовами (рис. 3.2А).

У порівнянні з умовами зволоження сценарію RCP2.6, кількість опадів буде більше (336 мм проти 307 мм), що буде сприяти зниженню дефіциту вологи (менше на 90 мм), вологозабезпеченість періоду сівба - збиральна стиглість буде на 13% вище, що сприяє наростанню рослинної маси.

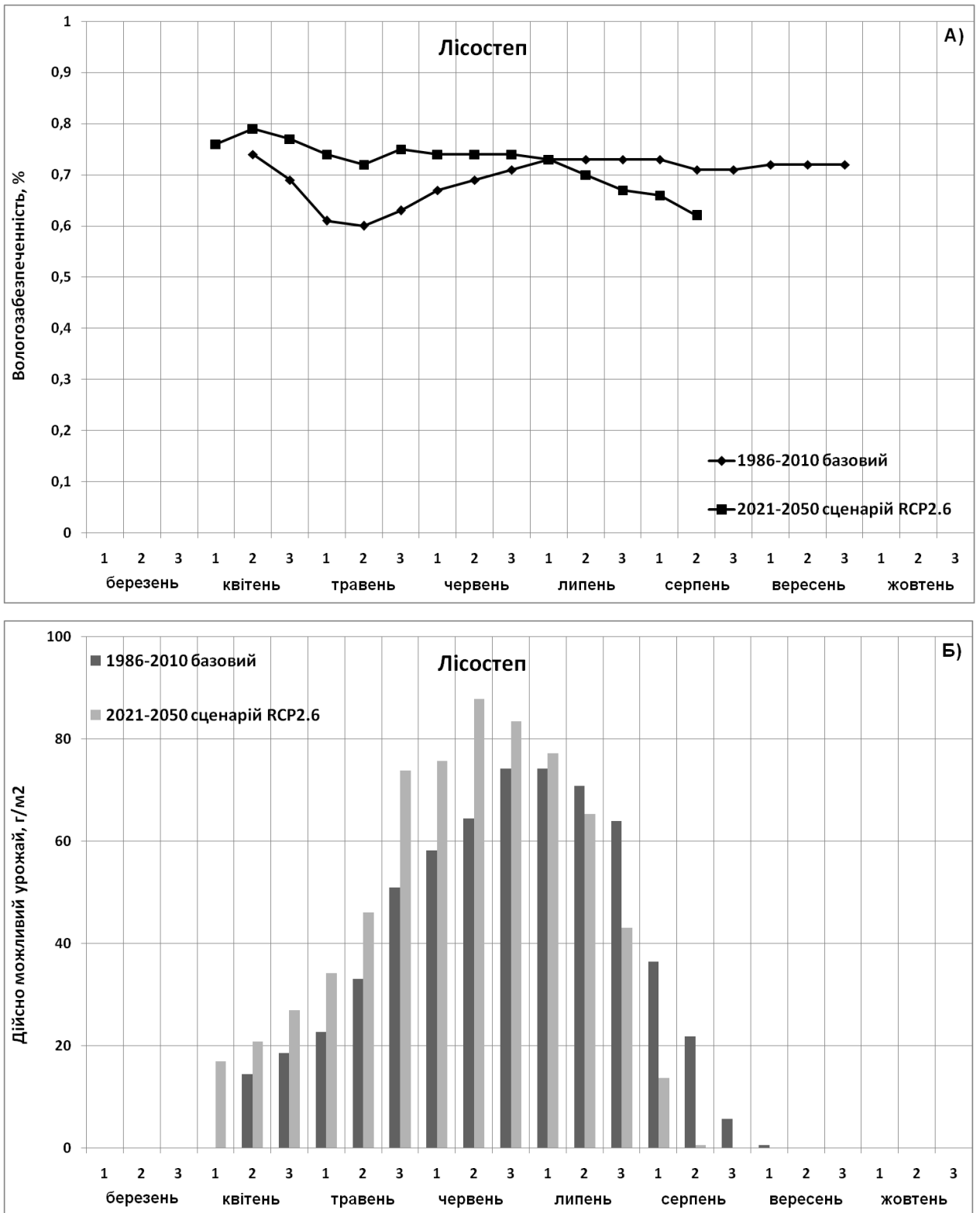


Рисунок 3.1 – Динаміка: А) вологозабезпеченості, від. од. і Б) приростів дійсно можливого урожаю (ДДМУ), г/м² в період сівба – збиральна стиглість в порівнянні фактичних середніх багаторічних і сценарних розрахункових даних RCP2.6. Лісостепова зона Північного Причорномор'я

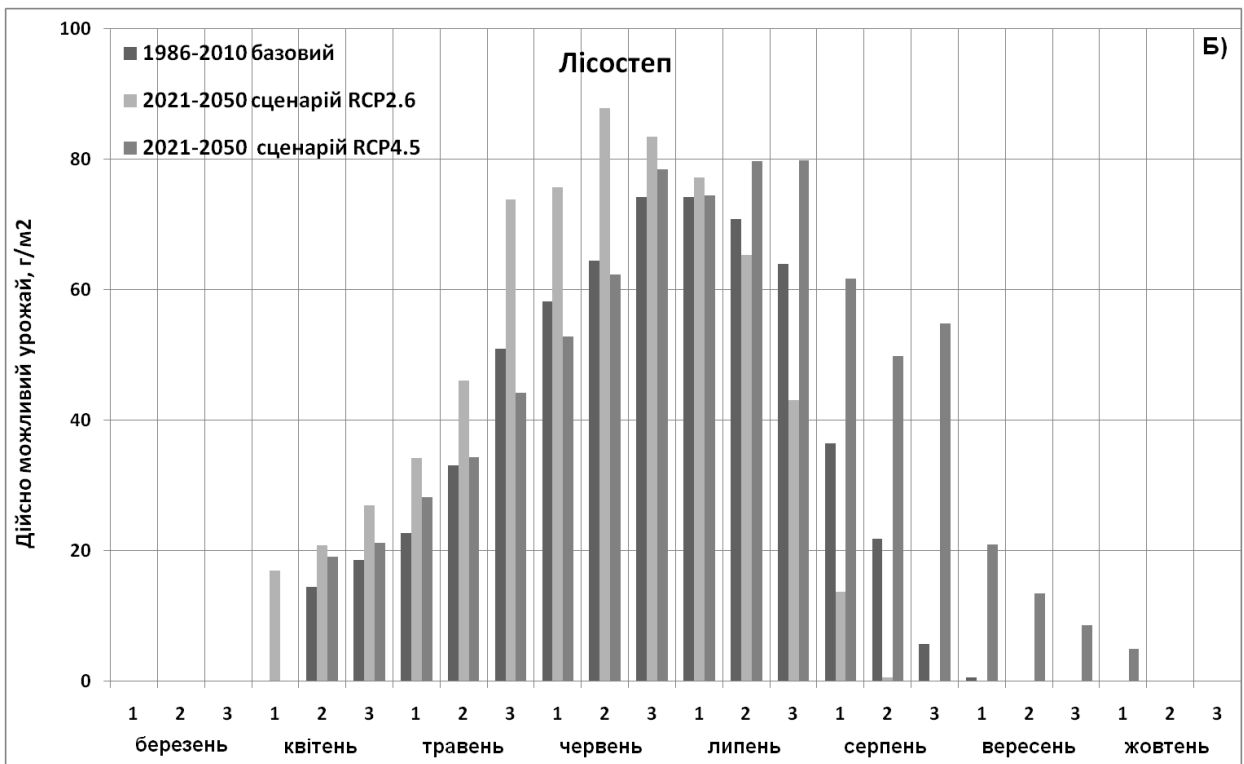
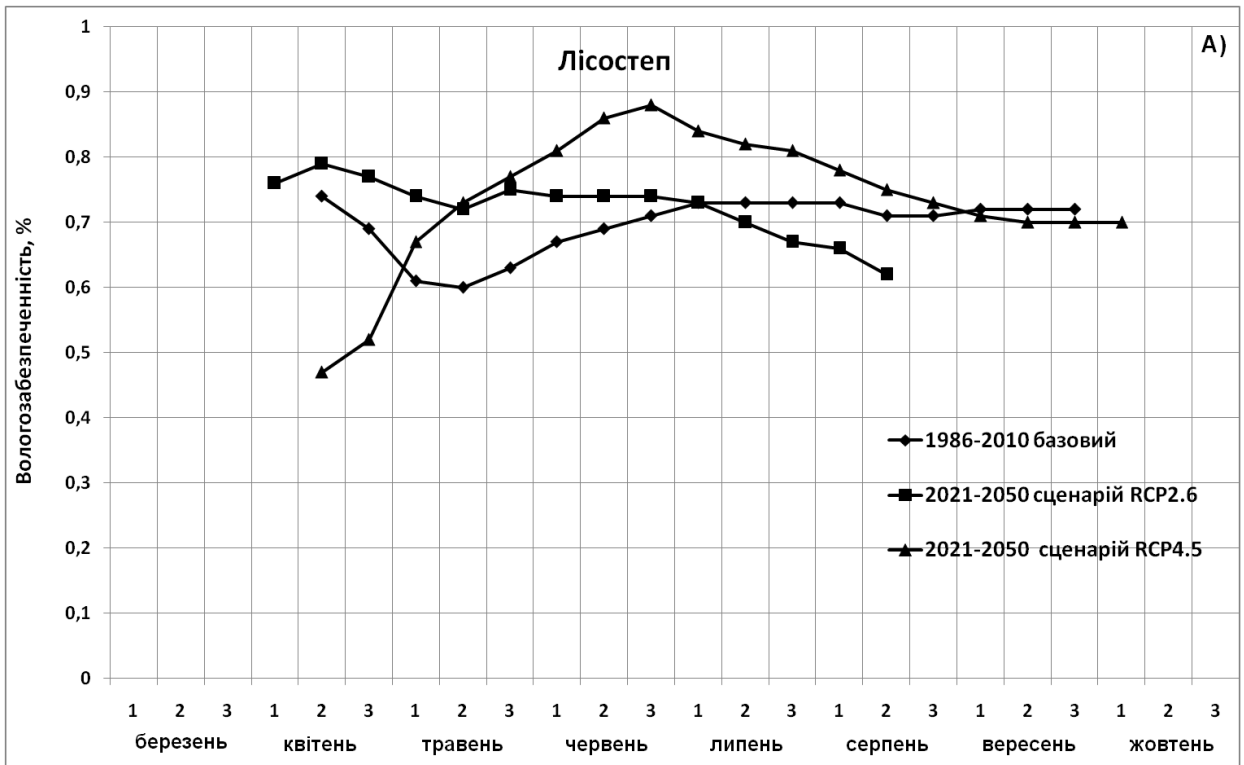


Рисунок 3.2 – Динаміка: А) вологозабезпеченості, від. од. і Б) приростів дійсно можливого урожаю (ДДМУ), г/м² в період сівба – збиральна стиглість в порівнянні фактичних середніх багаторічних і сценарних розрахункових даних RCP2.6 і RCP4.5. Ліностепова зона Північного Причорномор'я

Максимальний приріст ДДМУ всієї сухої біомаси зростатиме до 80 г/м^2 , що становитиме 108 % від фактичного середньо багаторічного (рис. 3.2Б). В порівнянні з максимальним приростом дійсно можливої урожайності за сценарієм RCP2.6 він буде трохи нижчим (80 г/м^2 проти 88 г/м^2).

Рівень ДВУ посівів за період сівба – збиральна стиглість очікується 79 ц/га всієї сухої рослинної маси, що на 15% вище фактичного середнього багаторічного значення. В порівнянні з дійсно можливим урожаєм за сценарієм RCP2.6 також буде вище (79 ц/га проти 67 ц/га).

За сценарієм RCP6.0 сума опадів за період від посіву до збиральної стиглості становитиме 90% від фактичної середньої багаторічної суми. Підвищений температурний режим і деяке зниження суми опадів трохи погіршить забезпечення рослин вологою, збільшить дефіцит води до 252 мм , замість 158 мм , а також знизить відносну вологозабезпеченість з $0,72$ до $0,63$ від.од.(рис. 3,3А), знизиться величина ГТК до $1,3$ від.од.

У порівнянні з умовами зволоження сценарію RCP2.6, кількість опадів буде дещо більше (344 мм проти 307 мм), дефіцит води трохи вище (на 10 мм), вологозабезпеченість періоду посів - збиральна стиглість на рівні вологозабезпечення за сценарієм RCP2.6 (табл. 3.1).

У порівнянні з умовами зволоження сценарію RCP4.5, кількість опадів буде трохи менше (344 мм проти 336 мм), що сприятиме збільшенню дефіциту води (більше на 100 мм), вологозабезпеченість періоду сівба - збиральна стиглість буде на 10% менше.

Максимальний приріст ДДМУ всієї сухої біомаси збільшиться в порівнянні з фактичним до 88 г/м^2 проти 74 г/м^2 і буде дорівнювати максимальному приросту за сценарієм RCP2.6 (рис. 3.3Б), більше він буде в порівнянні з максимальним ДДМУ за сценарієм RCP4.5 (88 г/м^2 проти 80 г/м^2).

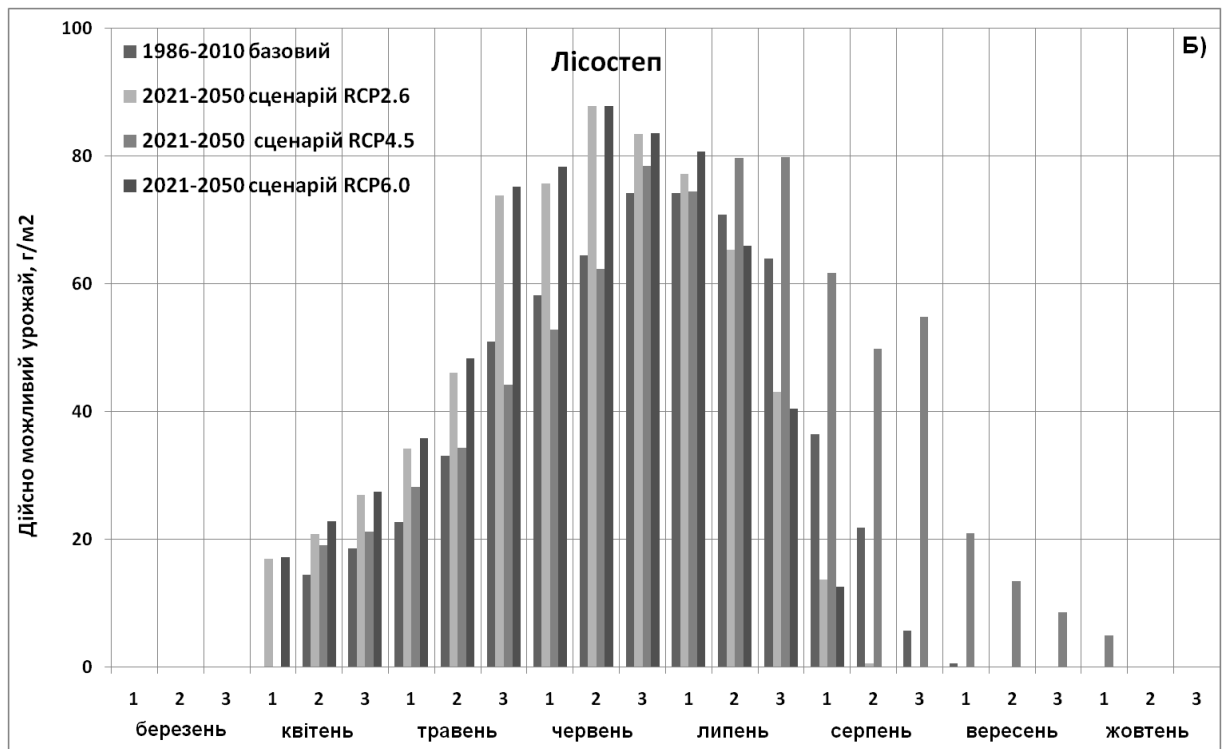
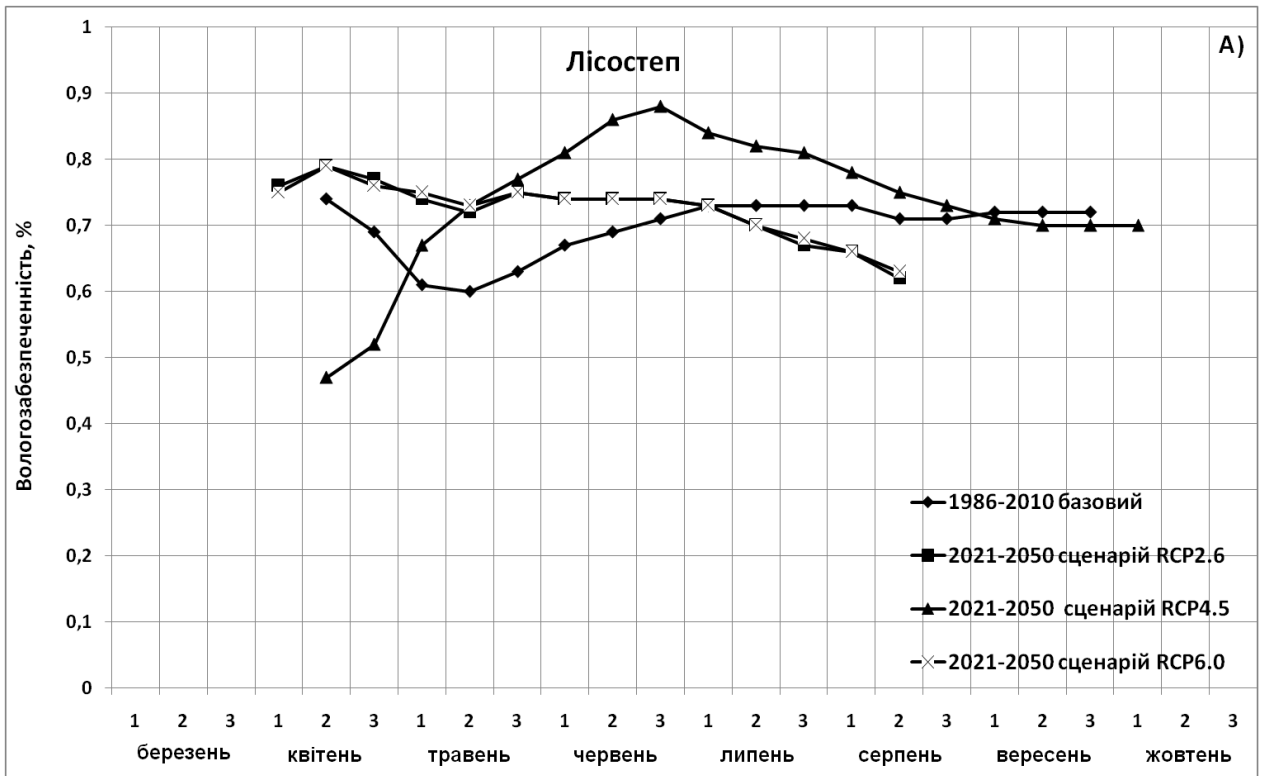


Рисунок 3.3 – Динаміка: А) вологозабезпеченості, від. од. і Б) приростів дійсно можливого урожаю (ДДМУ), г/м² в період сівба – збиральна стиглість в порівнянні фактичних середніх багаторічних і сценарних розрахункових даних RCP2.6, RCP4.5 і RCP6.0. Лісостепова зона Північного Причорномор'я

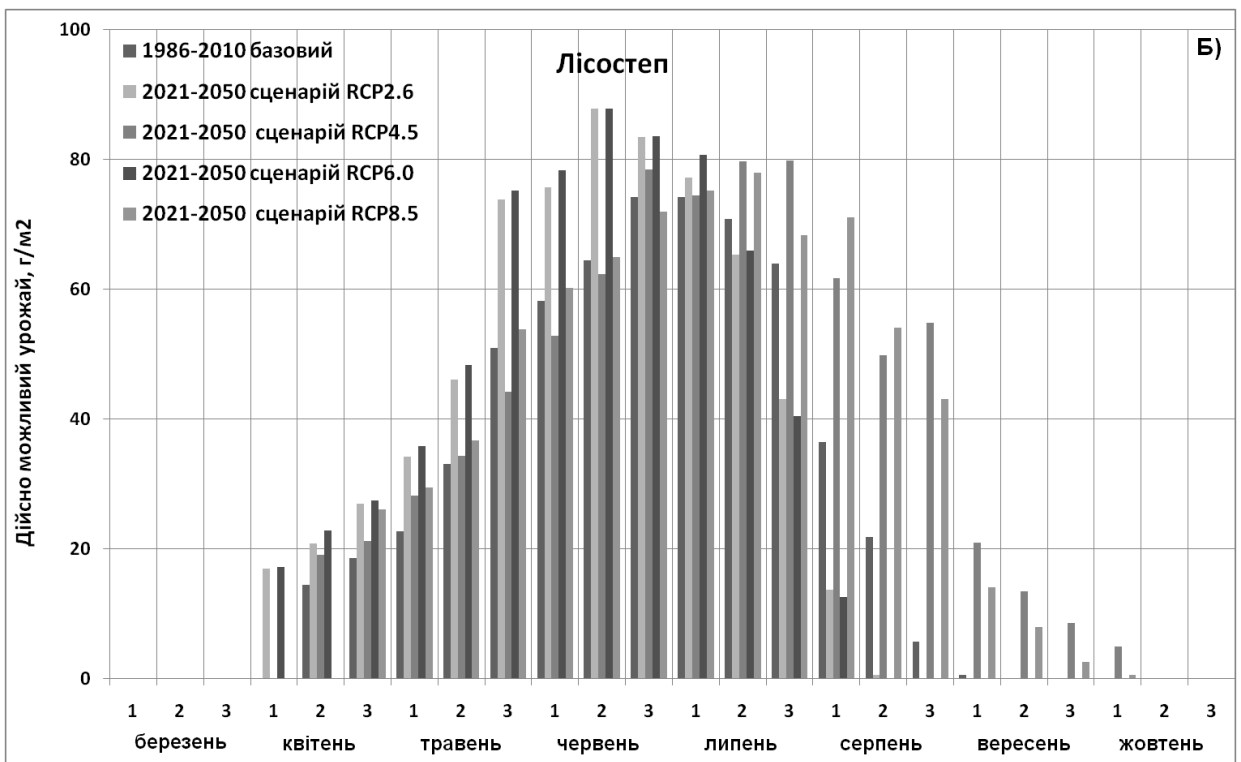
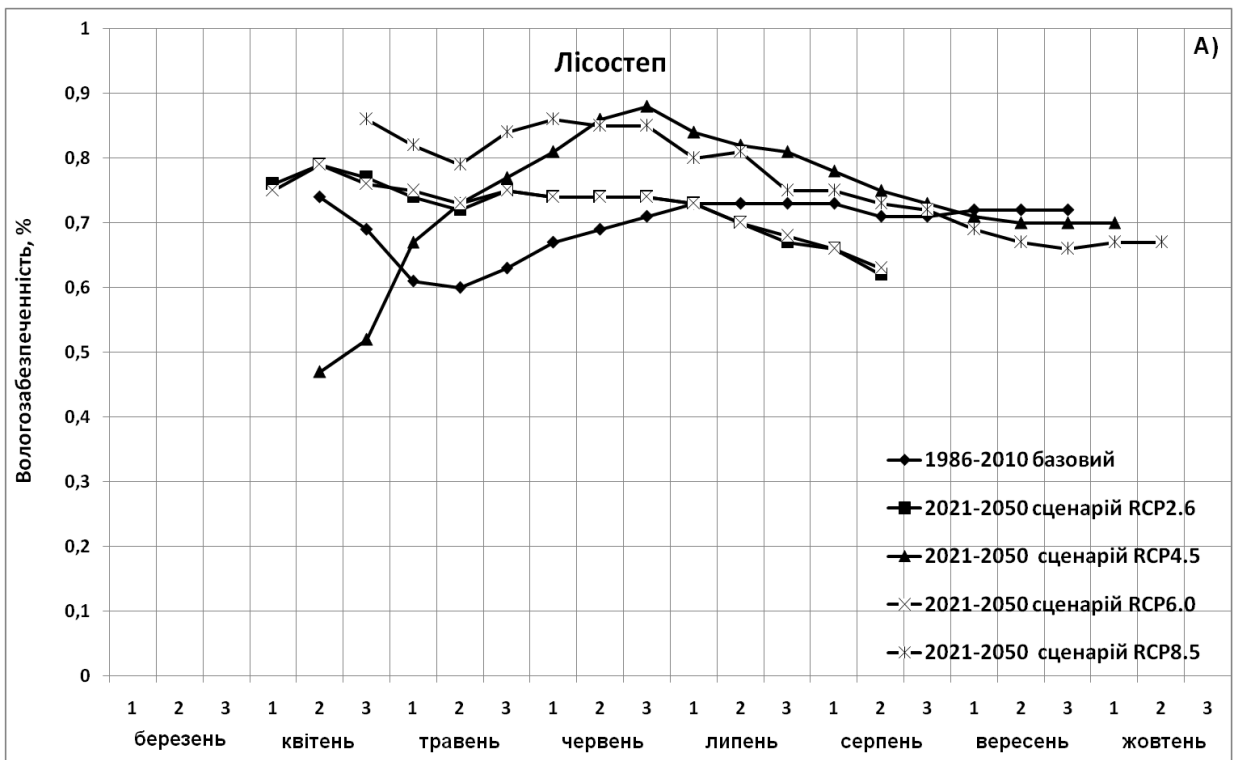


Рисунок 3.4 – Динаміка: А) вологозабезпеченості, від. од. і Б) приростів дійсно можливого урожаю (ДДМУ), г/м² в період сівби – збиральна стиглість в порівнянні фактичних середніх багаторічних і сценарних розрахункових даних RCP2.6, RCP4.5, RCP6.0 і RCP8.5. Ліностепова зона Північного Причорномор'я

Рівень дійсно можливого урожаю всієї сухої маси за період вегетації від посіву до збиральної стиглості становитиме 99% від фактичного середнього багаторічного (табл. 3.2).

За кліматичним сценарієм RCP8.5 сума опадів за період сівба - збиральна стиглість буде трохи менше фактичної середньої багаторічної суми і складатиме 84% від її величини. Досить значна кількість опадів зменшить випаровування і відповідно знизить дефіцит вологи до 187 мм. Вологозабезпеченість на фоні знижених температур залишиться достатньою і складатиме 0,67 від.од., що становитиме 93% від фактичної середньої багаторічної (рис. 3.4А). Така водозабезпеченість прийтиме інтенсивному наростанню рослинної маси.

У порівнянні з умовами зволоження сценарію RCP2.6, кількість опадів буде більше (329 мм проти 307 мм), вологозабезпеченість періоду посів - збиральна стиглість буде на 8% вище. У порівнянні з величиною сценарію RCP4.5 опадів буде менше (табл. 3.1, рис. 3.4А) і вологозабезпеченість буде нижче (0,67 від.од. проти 0,70 від.од.). При порівнянні з умовами зволоження сценарію RCP6.0 опадів буде трохи менше, а вологозабезпеченість завдяки зниженому температурному режиму буде вище (табл. 3.1).

Максимальний приріст ДДМУ всієї сухої біомаси (рис. 3.4Б) буде трохи більше фактичного середньо багаторічного. В порівнянні з максимальним приростом дійсно можливої урожайності за сценарієм RCP2.6, RCP4.5 і RCP6.0, він буде трохи нижчим (78 г/м² проти 80-88 г/м²).

Рівень ДВУ посівів за період сівба – збиральна стиглість, який складатиме 76 ц/га всієї сухої рослинної маси буде на 10% вище фактичного середнього значення.

Таким чином, дійсно можливий урожай по сценаріями RCP2.6 і RCP6.0 буде трохи нижче, за сценаріями RCP4.5 і RCP8.5 трохи вище. В цілому можна зробити висновки, що умови зволоження очікуються схожими з фактичними і урожай за всіма сценаріями буде мало чим відрізнятися від фактичного.

Таблиця 3.1 – Формування дійсно можливого урожаю за вологозабезпеченістю посівів соняшника в порівнянні фактичних середніх багаторічних і сценарних розрахункових даних. Лісостепова зона Північного Причорномор'я

Період	Дата сівби	Сума опадів за період (R), мм	Сумарне випаровування за період (E), мм	Дефіцит вологи, мм	Відносна вологозабезпеченість (E/E ₀), відн.од.	Дійсно можливий урожай всієї сухої маси (ДМУ), ц/га	Дата збиральної стиглості
Базовий							
1986-2010	11.04	383	405	157	0,72	69	21.09
Сценарій RCP2.6							
2021-2050	04.04	307	400	240	0,62	67	15.08
Сценарій RCP4.5							
2021-2050	25.04	336	348	150	0,70	79	10.10
Сценарій RCP6.0							
2021-2050	03.04	344	420	252	0,63	68	14.08
Сценарій RCP8.5							
2021-2050	21.04	329	377	187	0,67	76	20.10

3.2.2 Аналіз розрахунків дійсно можливої урожайності посівів соняшнику у північно-степовій підзоні

Сіяти соняшник в північно-степовій зоні за фактичними середніми багаторічними даними починають на початку квітня, за сценаріями зміни клімату RCP2.6 і RCP6.0 (табл. 3.2) сіятимуть дещо раніше (1-2 квітня проти 7 квітня), за сценаріями RCP4.5 і RCP8.5 на 5-6 днів пізніше.

Кількість опадів за період сівба – збиральна стиглість за фактичними середньо багаторічними даними становить 221 мм, забезпеченість посівів вологою дорівнює 287 мм, дефіцит вологи становить 278 мм, тому відносна вологозабезпеченість дорівнює 0,51 від.од. (табл. 3.2)

За кліматичним сценарієм RCP2.6 очікувана кількість опадів буде такою, як фактична (на 2 мм більше). Однак підвищений температурний режим буде впливати на дефіцит вологи (352 мм проти 278 мм). Але в цілому вологозабезпеченість рослин становитиме 92% від фактичної середньої багаторічної (рис. 3.5А).

Максимальний приріст Δ ДМУ всієї сухої біомаси зростатиме до 71 г/м², що становитиме 108 % від фактичного середньо багаторічного (рис. 3.5Б).

Рівень дійсно можливого урожаю становитиме 104% від фактичного середнього багаторічного (табл. 3.2).

За кліматичним сценарієм RCP4.5 за період сівба - збиральна стиглість кількість опадів за вегетаційний період очікується дещо менше фактичної і становитиме 90% від її величини. Зниження опадів зменшить випаровування на 83% від фактичного, однак високі температури (середня температура повітря 22,2°C) в період цвітіння і наливу насіння спричинять зростання випаровуваності, що збільшить дефіцит вологи до 392 мм. Тому вологозабезпеченість складатиме 0,38 від.од., що на 25% нижче, ніж за фактичними середніми багаторічними умовами (рис. 3.6А).

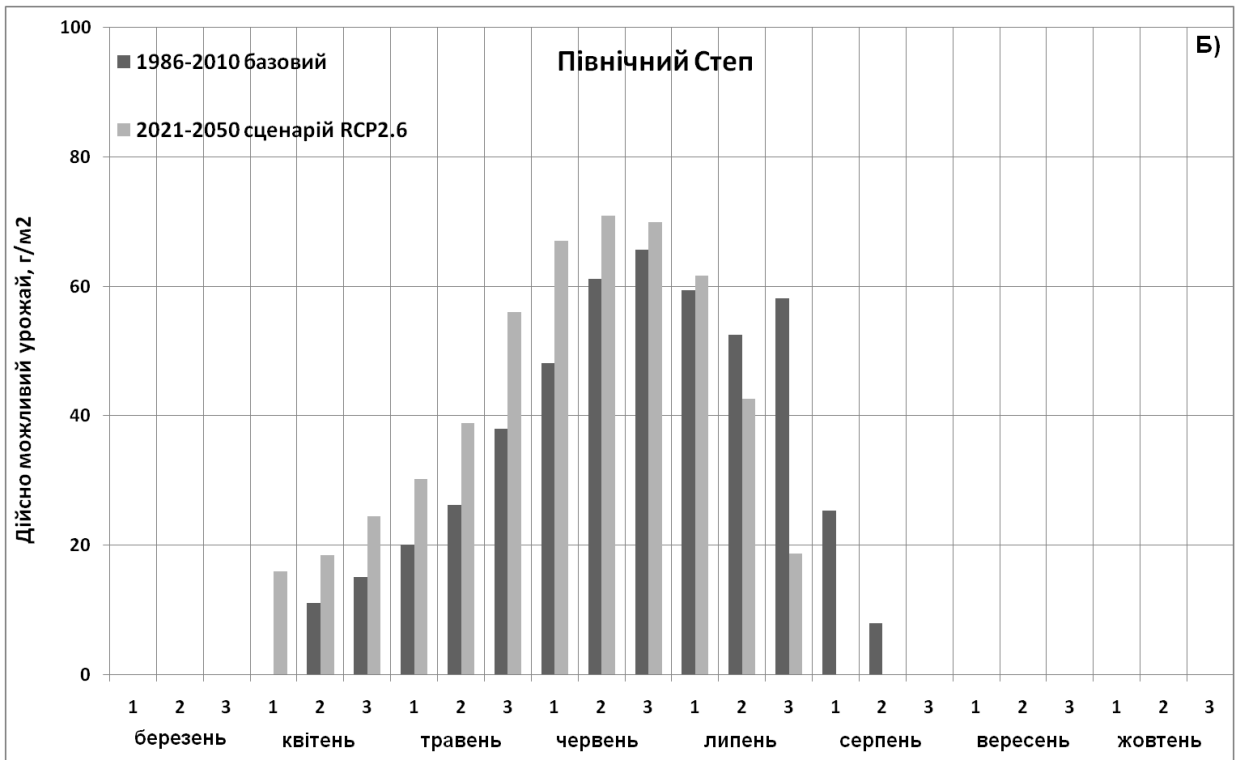
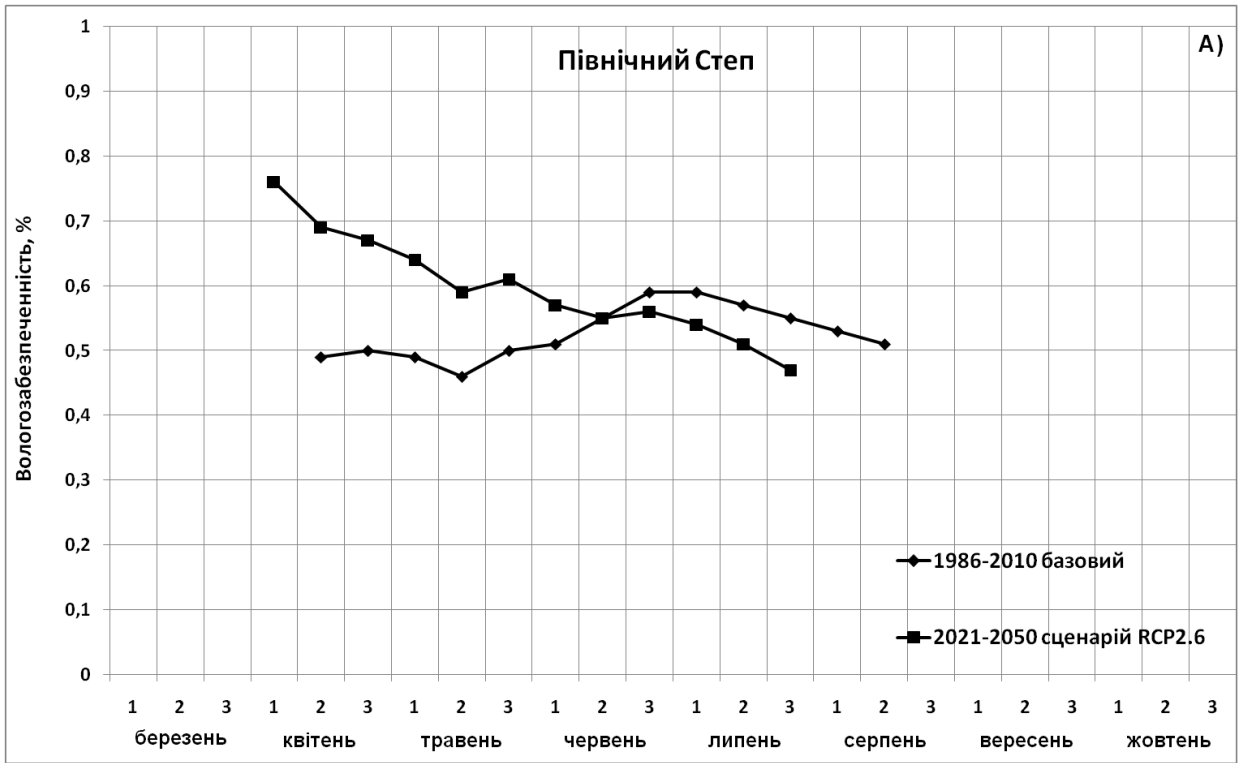


Рисунок 3.5 – Динаміка: А) вологозабезпеченості, від. од. і Б) приростів дійсно можливого урожаю (ДДМУ), г/м² в період сівба – збиральна стиглість в порівнянні фактичних середніх багаторічних і сценарних розрахункових даних RCP2.6. Північне Причорномор'я. Північно-степова підзона

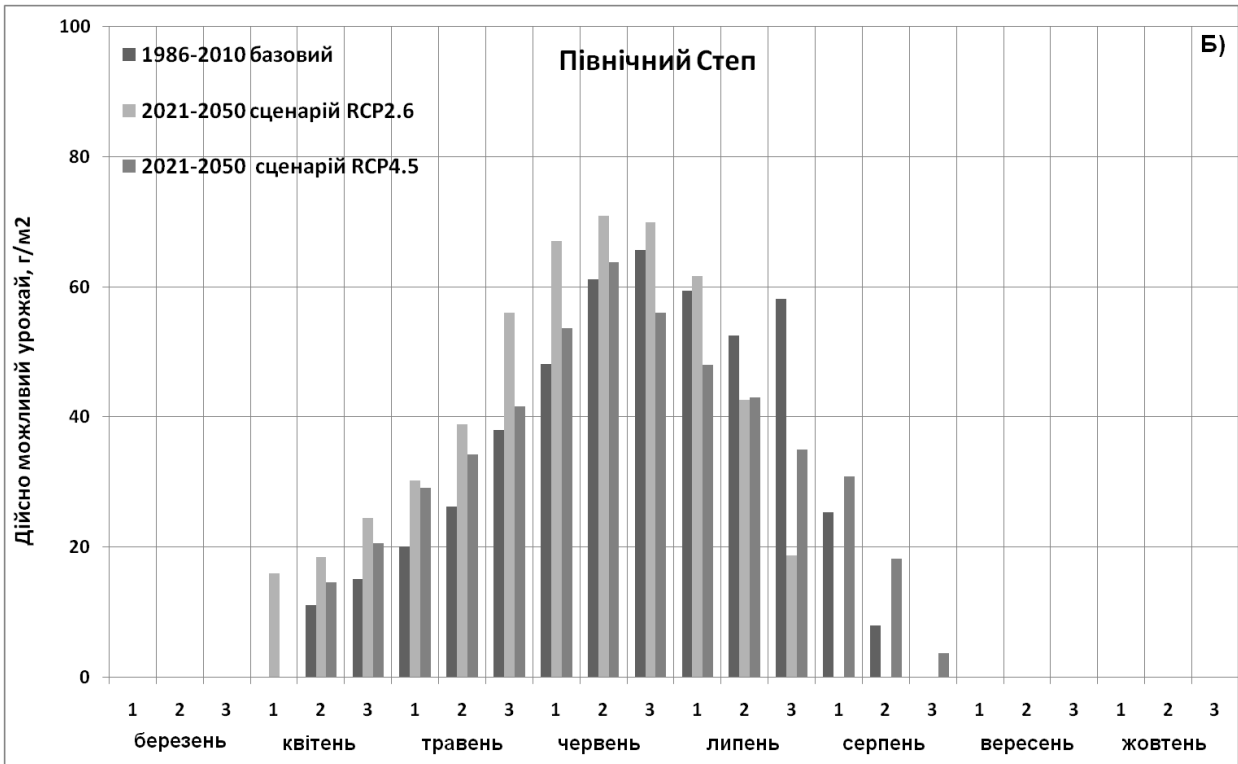
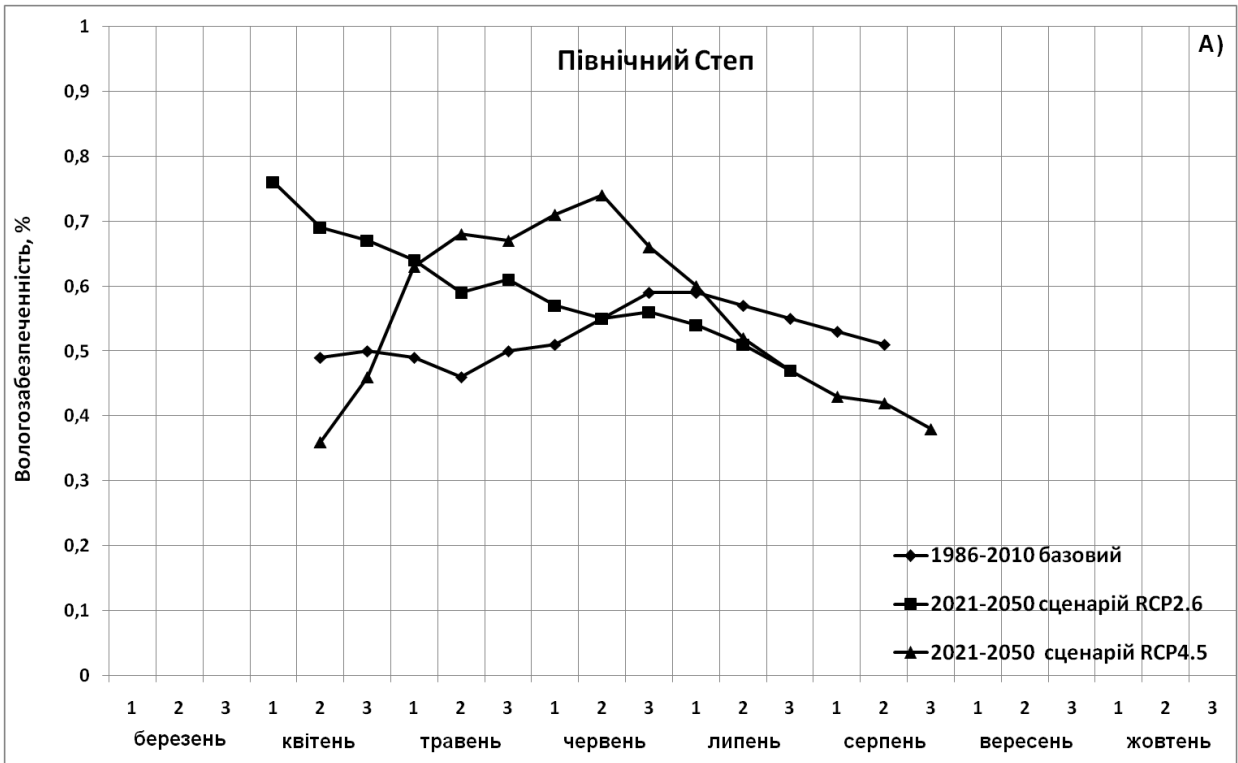


Рисунок 3.6 – Динаміка: А) вологозабезпеченості, від. од. і Б) приростів дійсно можливого урожаю (ΔДМУ), г/м² в період сівба – збиральна стиглість в порівнянні фактичних середніх багаторічних і сценарних розрахункових даних RCP2.6 і RCP4.5. Північне Причорномор'я. Північно-степова підзона

У порівнянні з умовами вологозабезпеченості за сценарієм RCP2.6 умови сценарію RCP4.5 будуть також більш посушливими. Вологозабезпеченість становитиме 81% від її величини. Однак слід зазначити, що водно-тепловий режим в період від посіву до цвітіння буде менш посушливим, що сприяє наростанню рослинної маси.

Максимальний приріст ДДМУ всієї сухої біомаси буде дорівнювати приросту за фактичними даними (рис. 3.6Б). В порівнянні з максимальним приростом дійсно можливої урожайності за сценарієм RCP2.6 він буде нижче (64 г/м^2 проти 71 г/м^2).

Рівень дійсно можливого врожаю за період сівба – збиральна стиглість за сценарієм RCP4.5 складатиме 49 ц/га всієї сухої рослинної маси (98% від фактичних значень і 94% від сценарних RCP2.6).

За кліматичним сценарієм RCP6.0 очікується зростання суми опадів за вегетаційний період від посіву до збиральної стиглості (231 мм проти 221 мм). Однак слід зазначити, що через підвищений температурний режим зросте дефіцит вологи (різниця випаровуваності і випарності до 336 мм, замість 278 мм), одночасно дещо знизиться відносна вологозабезпеченість посівів 30,51 від.од. до 0,49 від.од (рис. 3.7А).

Максимальний приріст ДДМУ всієї сухої біомаси (рис. 3.7Б) буде більшим за фактичний середньо багаторічний (на 11%). В порівнянні з максимальним приростом дійсно можливої урожайності за сценарієм RCP2.6 він буде трохи вище (73 г/м^2 проти 71 г/м^2), а в порівнянні з максимальним приростом за сценарієм RCP4,5 очікується на 14% вище.

При цьому рівень дійсно можливої урожайності за період вегетації від посіву до збиральної стиглості за сценаріями RCP2.6 і RCP6.0 буде рівним. У порівнянні з сценарними даними RCP4.5 її рівень на 3 т/га буде вище (табл. 3.2).

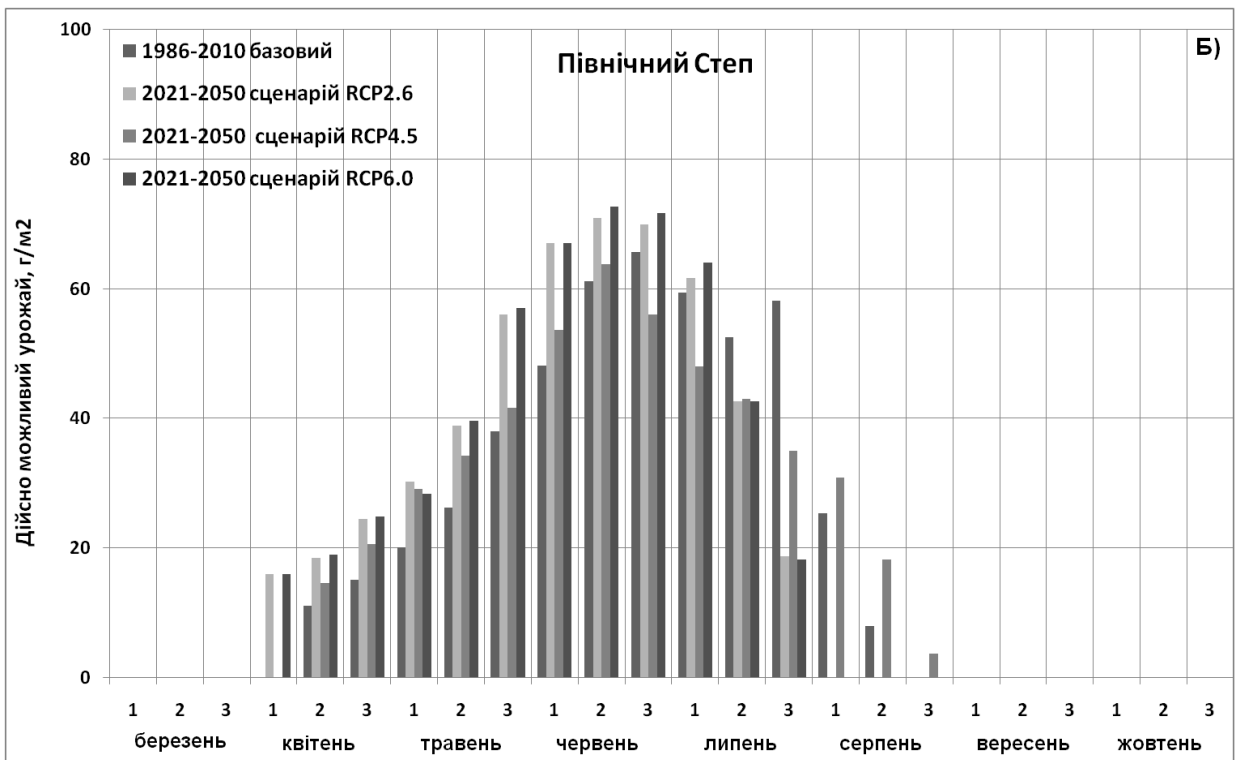
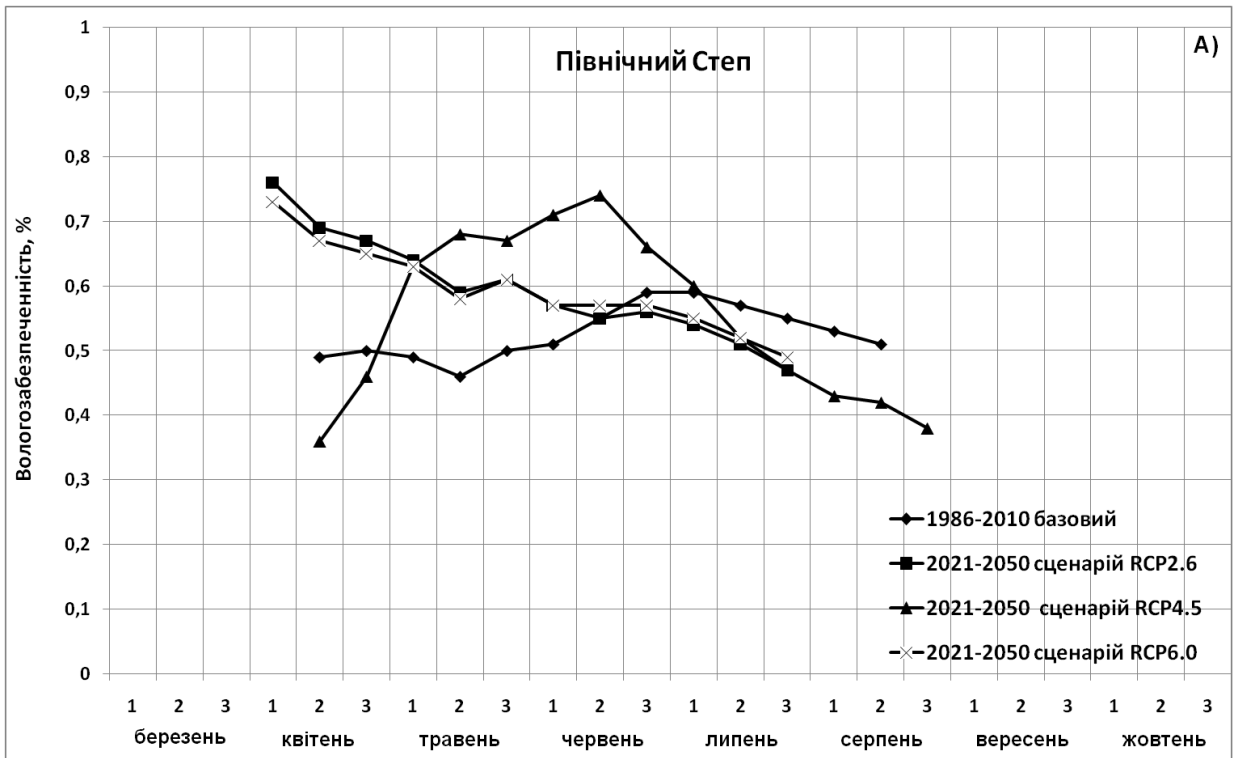


Рисунок 3.7 – Динаміка: А) вологозабезпеченості, від. од. і Б) приростів дійсно можливого урожаю (ДДМУ), г/м² в період сівба – збиральна стиглість в порівнянні фактичних середніх багаторічних і сценарних розрахункових даних RCP2.6, RCP4.5 і RCP6.0. Північне Причорномор'я. Північно-степова підзона

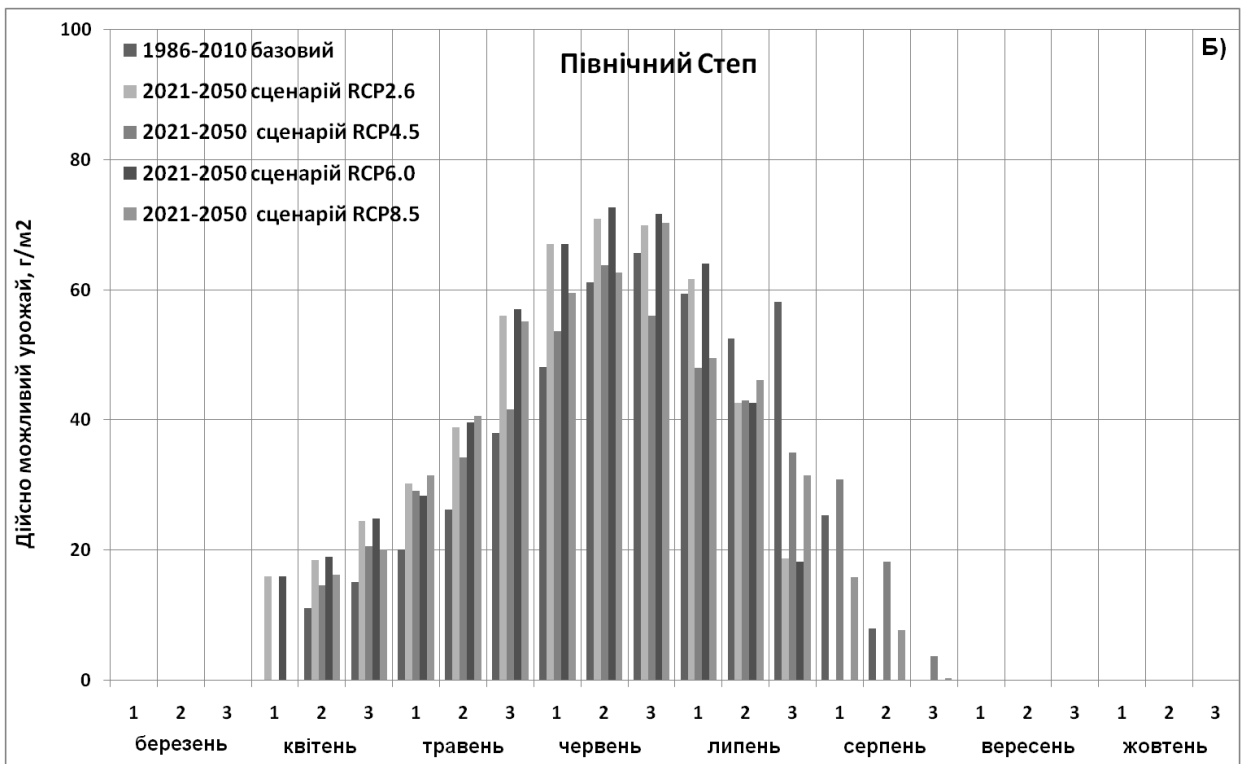
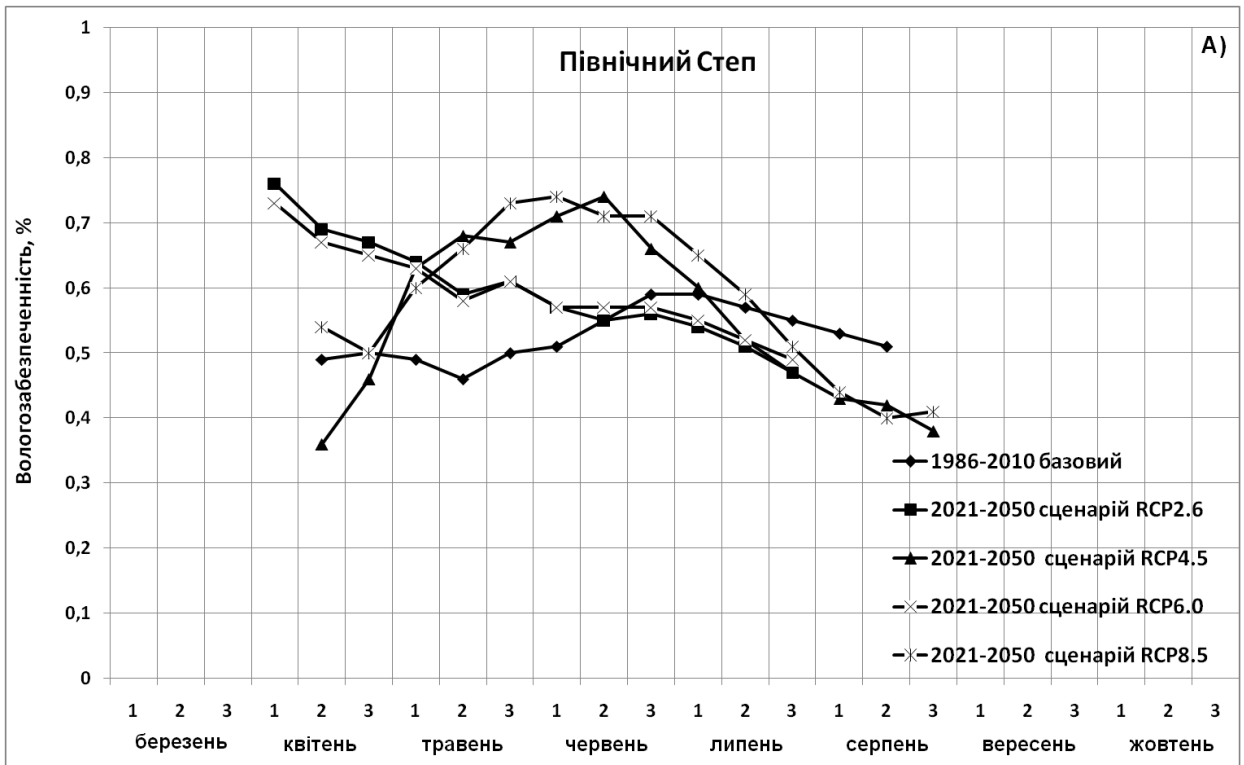


Рисунок 3.8 – Динаміка: А) вологозабезпеченості, від. од. і Б) приростів дійсно можливого урожаю (ДДМУ), г/м² в період сівба – збиральна стиглість в порівнянні фактичних середніх багаторічних і сценарних розрахункових даних RCP2.6, RCP4.5, RCP6.0 і RCP8.5. Північне Причорномор'я. Північно-степова підзона

Таблиця 3.2 – Формування дійсно можливого урожаю за вологозабезпеченістю посівів соняшника в порівнянні фактичних середніх багаторічних і сценарних розрахункових даних. Північне Причорномор'я. Північно-стєпова підзона

Період	Дата сівби	Сума опадів за період (R), мм	Сумарне випаровування за період (E), мм	Дефіцит вологи, мм	Відносна вологозабезпеченість (E/E ₀), відн.од.	Дійсно можливий урожай всієї сухої маси (ДМУ), ц/га	Дата збиральної стиглості
Базовий							
1986-2010	07.04	221	287	278	0,51	50	24.08
Сценарій RCP2.6							
2021-2050	02.04	223	319	352	0,47	52	04.08
Сценарій RCP4.5							
2021-2050	13.04	200	238	392	0,38	49	02.09
Сценарій RCP6.0							
2021-2050	01.04	231	328	316	0,49	52	03.08
Сценарій RCP8.5							
2021-2050	12.04	213	262	378	0,41	51	27.08

За кліматичним сценарієм RCP8.5 за період сівба - збиральна стиглість сума опадів за період сівба - збиральна стиглість очікується дещо менше фактичної середньої багаторічної і становитиме 96% від її величини. Зменшення кількості опадів збільшить дефіцит вологи до 378 мм, тому вологозабезпеченість посівів знизиться з 0,51 від.од. до 0,41 від.од (рис. 3.8А).

Максимальний приріст ДМУ всієї сухої біомаси (рис. 3.8Б) буде трохи більше фактичного середньо багаторічного (70 г/м² проти 66 г/м²). В порівнянні з максимальним приростом дійсно можливої урожайності за

сценарієм RCP2.6 і RCP6.0, він буде трохи нижчим (на 2-4%), в порівнянні з величиною за сценарієм RCP4.5 трохи вищим (на 9%).

Слід зазначити, що рівень дійсно можливого урожаю за період від сівби до збиральної стиглості буде трохи вище фактичного середнього багаторічного (51 ц/га проти 50 ц/га).

Аналіз отриманих розрахунків показав, що дійсно можлива урожайність і за фактичними умовами зволоження, і за сценарними буде коливатися в межах 49 – 52 ц/га.

3.2.3 Аналіз розрахунків дійсно можливої урожайності посівів соняшнику у південно-степовій підзоні

Сіяти соняшник за фактичними середніми багаторічними даними в південно-степовій зоні починають на початку квітня, за сценаріями змін клімату RCP2.6 і RCP6.0 (табл. 3.3) сіятимуть раніше на 11-14 днів і трохи пізніше (на 4-5 днів) за сценаріями RCP4.5 і RCP8.5.

За фактичними середньо багаторічними даними кількість опадів за період сівба – збиральна стиглість становить 194 мм, забезпеченість посівів вологою дорівнює 266 мм, дефіцит вологи становить 373 мм, тому відносна вологозабезпеченість дорівнює 0,42 від.од. (табл. 3.2)

Очікувана кількість опадів за кліматичним сценарієм RCP2.6 складе 84% від фактичного середнього багаторічного. Це трохи погіршить умови вологозабезпечення, збільшить дефіцит вологи до 476 мм замість 373 мм, як наслідок знизиться відносна вологозабезпеченість посівів з 0,42 від.од. до 0,34 від.од. (рис.3.9А).

Максимальний приріст ДДМУ всієї сухої біомаси (рис. 3.9Б) буде трохи більшим за фактичний середньо багаторічний (на 7%).

Рівень дійсно можливого урожаю за період сівба-збиральна стиглість становитиме 97% від фактичного середнього багаторічного (табл. 3.3).

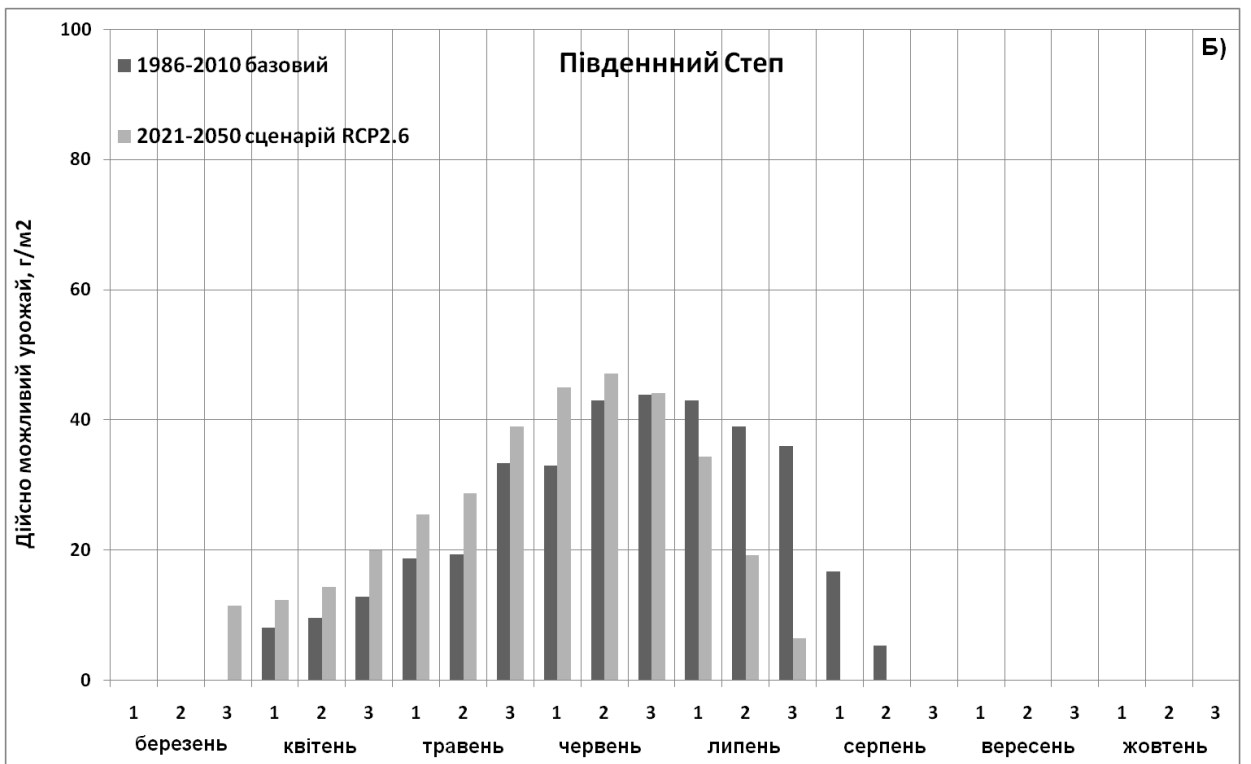
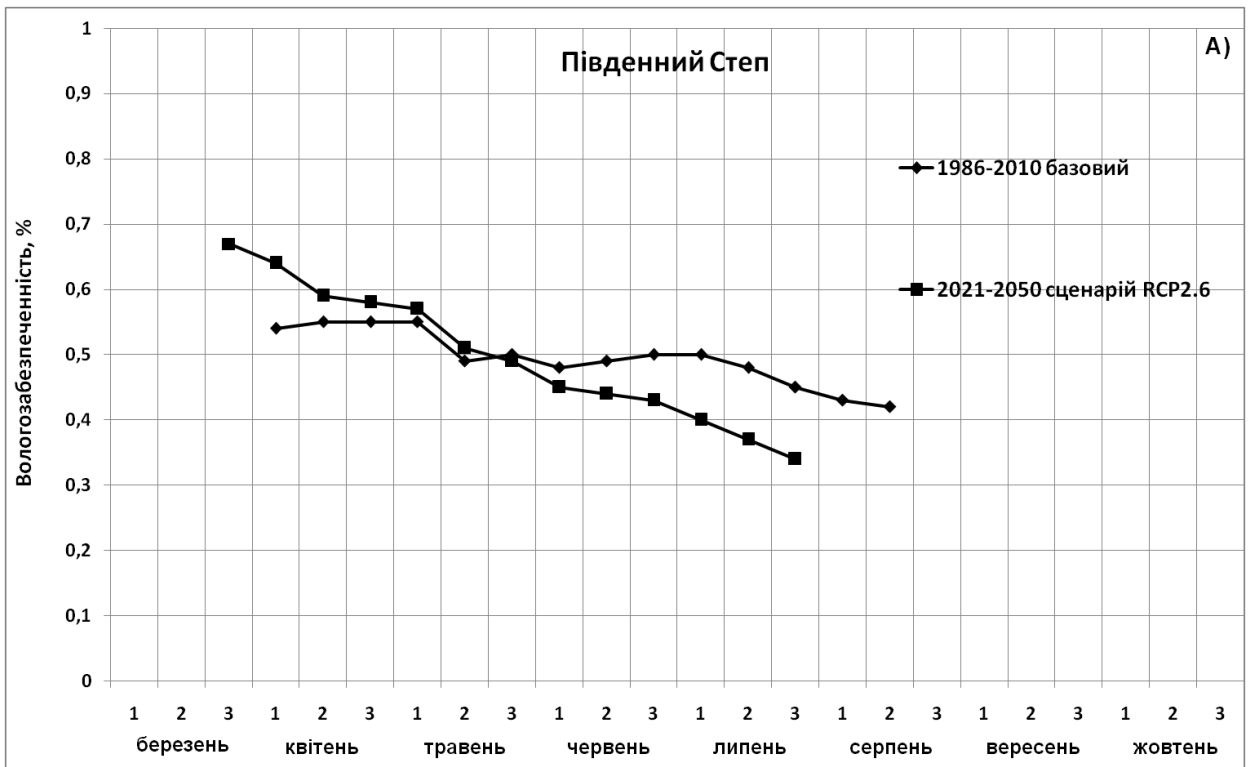


Рисунок 3.9 – Динаміка: А) вологозабезпеченості, від. од. і Б) приростів дійсно можливого урожаю (ДДМУ), г/м² в період сівба – збиральна стиглість в порівнянні фактичних середніх багаторічних і сценарних розрахункових даних RCP2.6. Північне Причорномор'я. Південно-стєпова підзона

Сума опадів за сценарієм RCP4.5 за період від посіву до збиральної стиглості очікується значно менше (66% від фактичної величини). Значне зниження опадів, збільшить випаровування, і тим самим збільшить дефіцит вологи до 533 мм, що послужить причиною низької вологозабезпеченості до 0,25 від.од. замість 0,42 від.од (рис. 3.10А).

Умови забезпеченості посівів вологою за сценарієм RCP4.5 в порівнянні з умовами за сценарієм RCP2.6 будуть також більш посушливими. Вологозабезпеченість складатиме 74% від її величини.

Максимальний приріст ДДМУ всієї сухої біомаси (рис. 3.10Б) буде дорівнювати фактичному середньо багаторічному. В порівнянні з максимальним приростом дійсно можливої урожайності за сценарієм RCP2.6 він буде трохи нище (44 г/м² проти 47 г/м²).

Дійсно можлива урожайність всієї сухої маси посівів за вегетаційний період від сівби до збиральної стиглості очікується на рівні 32 ц/га (89% від фактичних даних і 91% від сценарних RCP2.6).

Кількість опадів за сценарієм RCP6.0 за період сівба - збиральна стиглість очікується менше в порівнянні з фактичною середньою багаторічною (на 87%), так само як і за попередніми сценаріями. Це збільшить дефіцит вологи на 465 мм замість 373 мм, одночасно знизиться відносна вологозабезпеченість посівів з 0,42 від. од. до 0,36 від. од. Слід зазначити, що вологозабезпеченість за сценарієм RCP6.0 буде схожою з величиною за сценарієм RCP2.6 і вище на 44% величини за сценарієм RCP4.5 (рис.3.11А).

Максимальний приріст ДДМУ всієї сухої біомаси (рис. 3.11Б) буде трохи більшим за фактичний середньо багаторічний (на 8%). Він буде на рівні максимального приросту дійсно можливої урожайності за сценарієм RCP2.6, а в порівнянні з максимальним приростом за сценарієм RCP4,5 очікується на 9% вище.

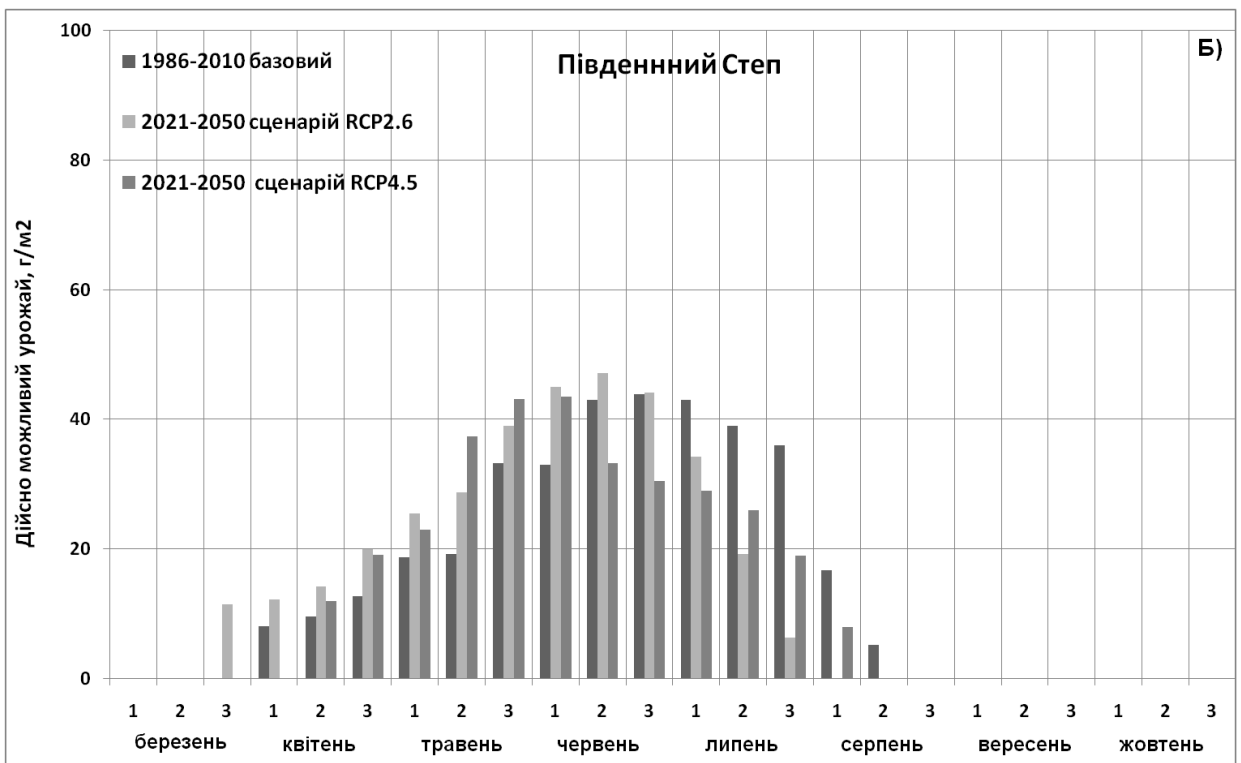
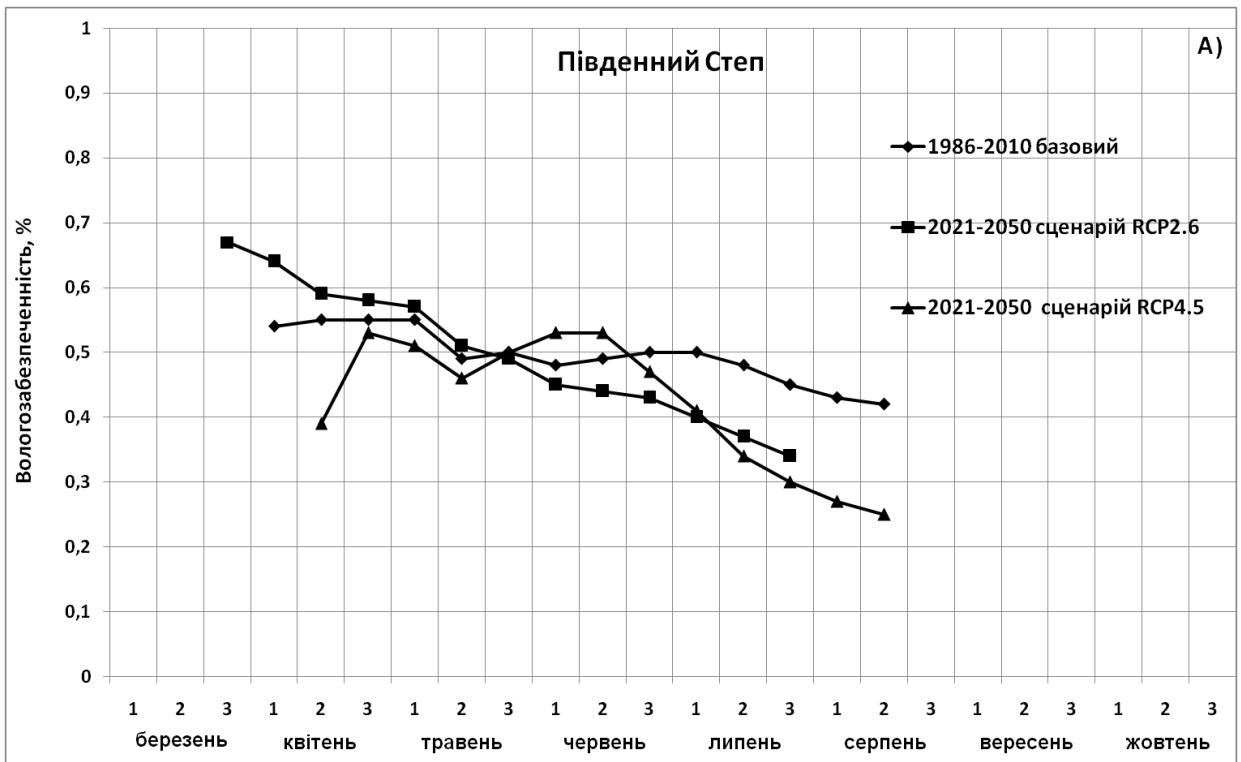


Рисунок 3.10 – Динаміка: А) вологозабезпеченості, від. од. і Б) приростів дійсно можливого урожаю (ДДМУ), г/м² в період сівба – збиральна стиглість в порівнянні фактичних середніх багаторічних і сценарних розрахункових даних RCP2.6 і RCP4.5. Північне Причорномор'я. Південно-стєпова підзона

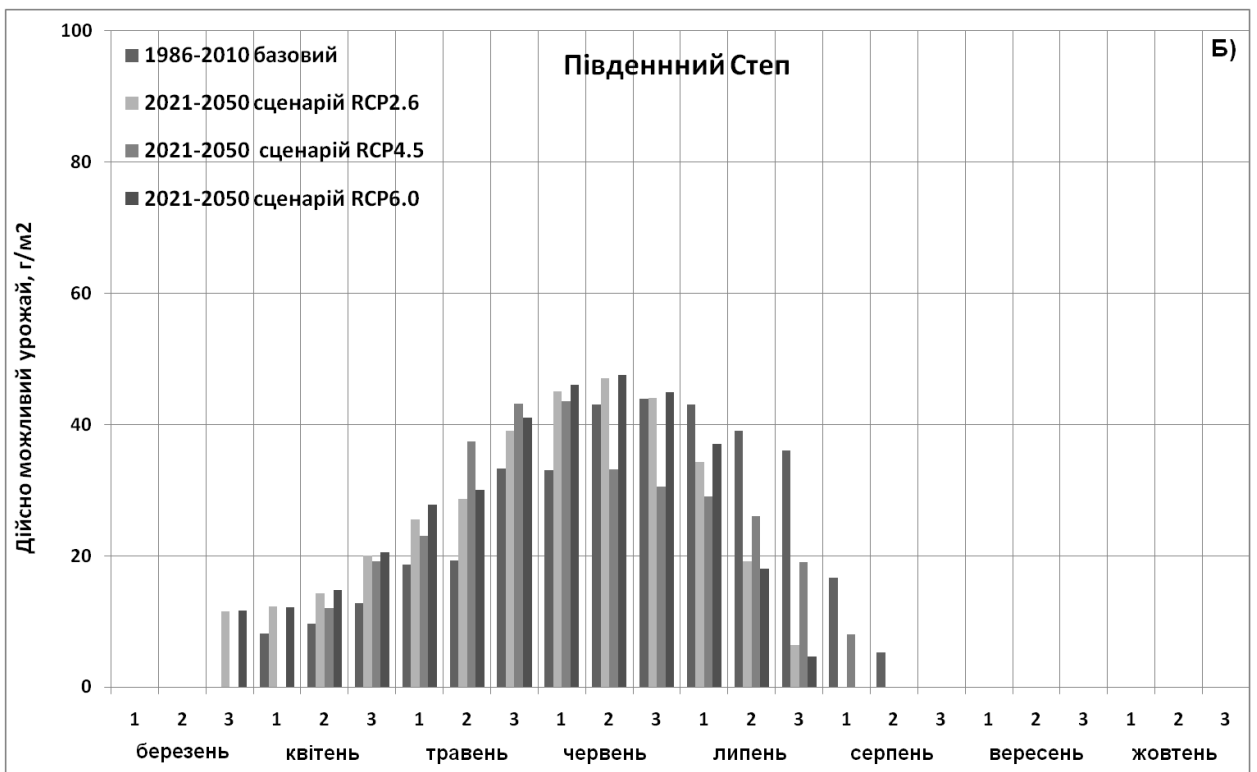
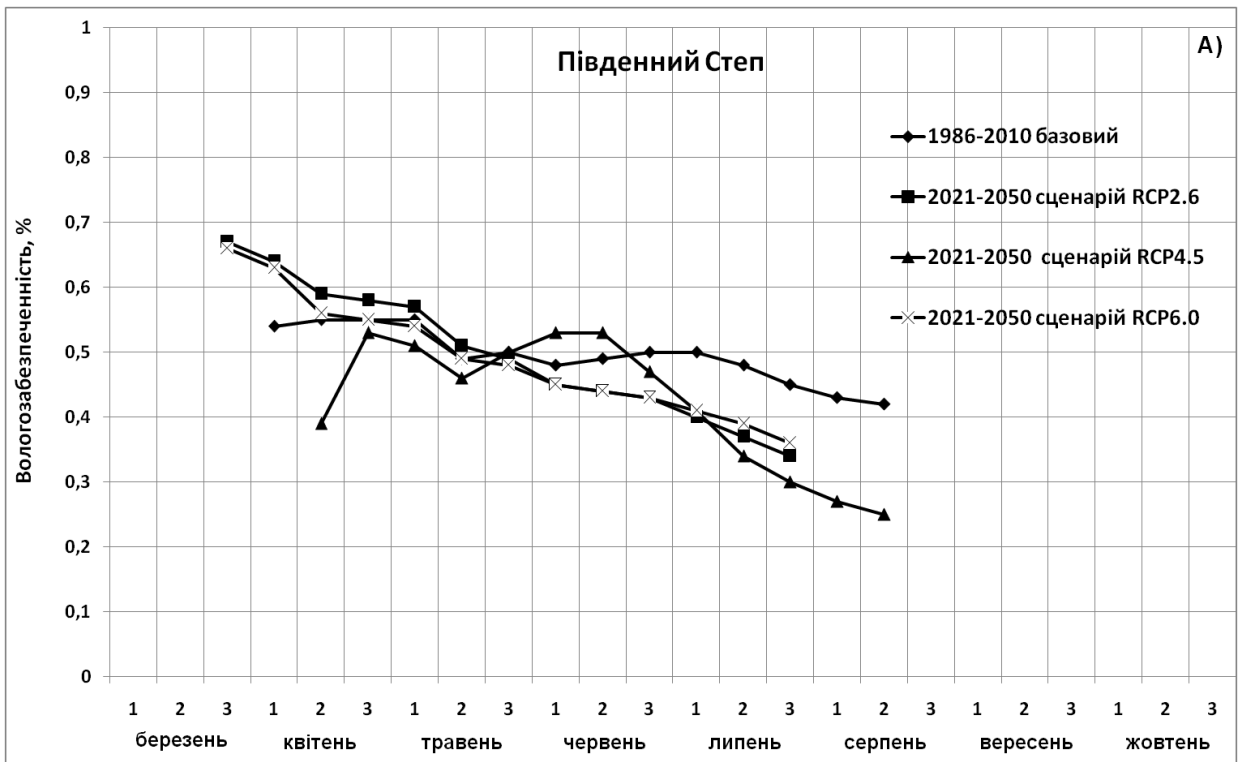


Рисунок 3.11 – Динаміка: А) вологозабезпеченості, від. од. і Б) приростів дійсно можливого урожаю (ДДМУ), г/м² в період сівба – збиральна стиглість в порівнянні фактичних середніх багаторічних і сценарних розрахункових даних RCP2.6, RCP4.5 і RCP6.0. Північне Причорномор'я. Південно-степова підзона

При таких умовах зволоження ДМУ за період сівба – збиральна стиглість становитиме 36 ц/га (100% фактичної) всієї сухої рослинної маси, тобто буде домірним до рівня врожайності при фактичних умовах (табл. 3.3).

За кліматичним сценарієм RCP8.5 очікується зниження опадів за період сівба – збиральна стиглість (на 38% від фактичних середніх багаторічних). Це незначно, але погіршить умови забезпечення рослин вологою, зросте дефіцит води з 373 мм до 519 мм, знову ж знизиться вологозабезпеченість посівів (до 62% від фактичної середньої багаторічної). Умови вологозабезпеченості посівів будуть схожими з сценарними умовами RCP4.5 (табл. 3.3). У порівнянні з умовами забезпеченості рослин вологою за сценаріями RCP2.6, і RCP6.0 вони будуть гірше. Очікувані опади будуть на 25-28% менше, тому відносна вологозабезпеченість зменшиться майже на третину (рис. 3.12).

Максимальний приріст ДДМУ всієї сухої біомаси (рис. 3.12Б) буде менше фактичного середньо багаторічного (38 г/м² проти 44 г/м²). В порівнянні з максимальним приростом дійсно можливої урожайності за сценаріями RCP2.6, RCP4.5 і RCP6.0, він буде трохи нижчим (на 6-10 г/м²).

Рівень дійсно можливої урожайності за період сівба – збиральна стиглість становитиме 89% від фактичної середньої багаторічної, нижче на 3-4 ц/га вона буде в порівнянні з сценарними даними RCP2.6, RCP6.0 і точно такою, як за сценарієм RCP4.5.

Отже, погіршення умов зволоження в порівнянні з фактичними за сценаріями RCP2.6 і RCP6.0 не будуть мати значного впливу на дійсно можливий урожай всієї біомаси. За сценаріями RCP4.5 і RCP8.5 очікуються посушливі умови, але для посухостійкого соняшнику значних втрат урожаю не буде.

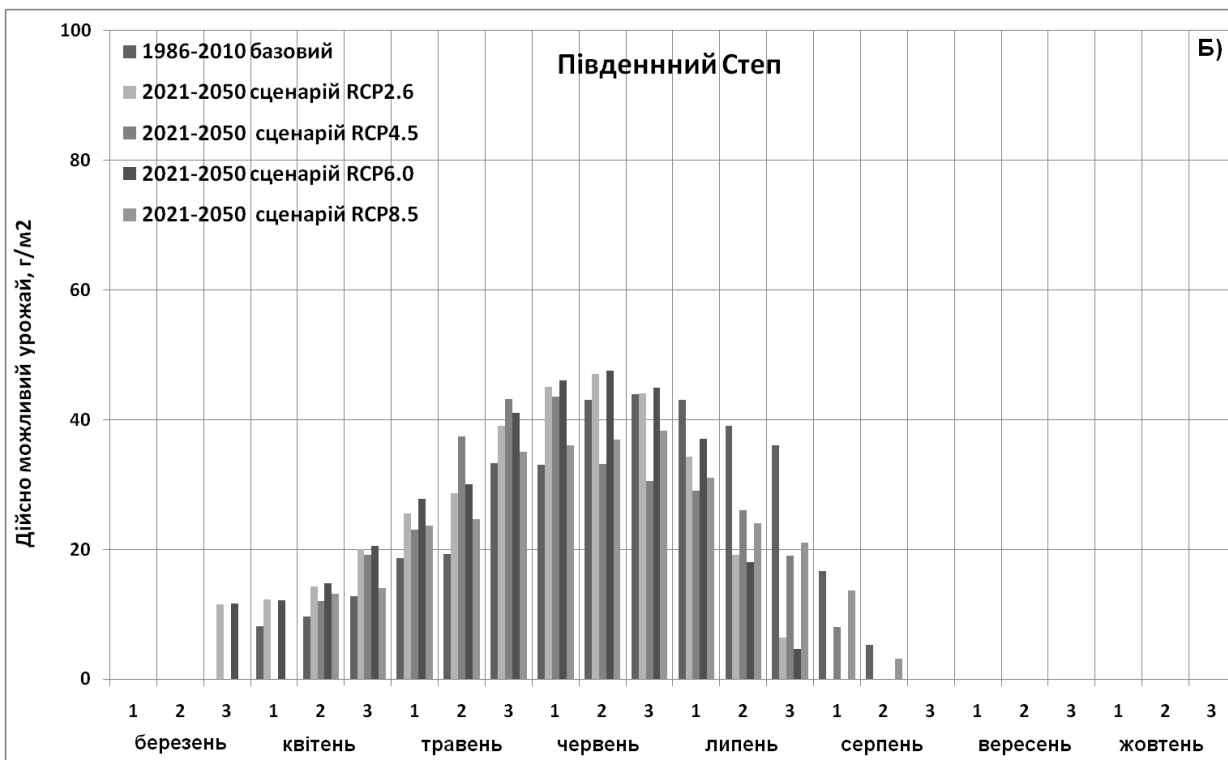
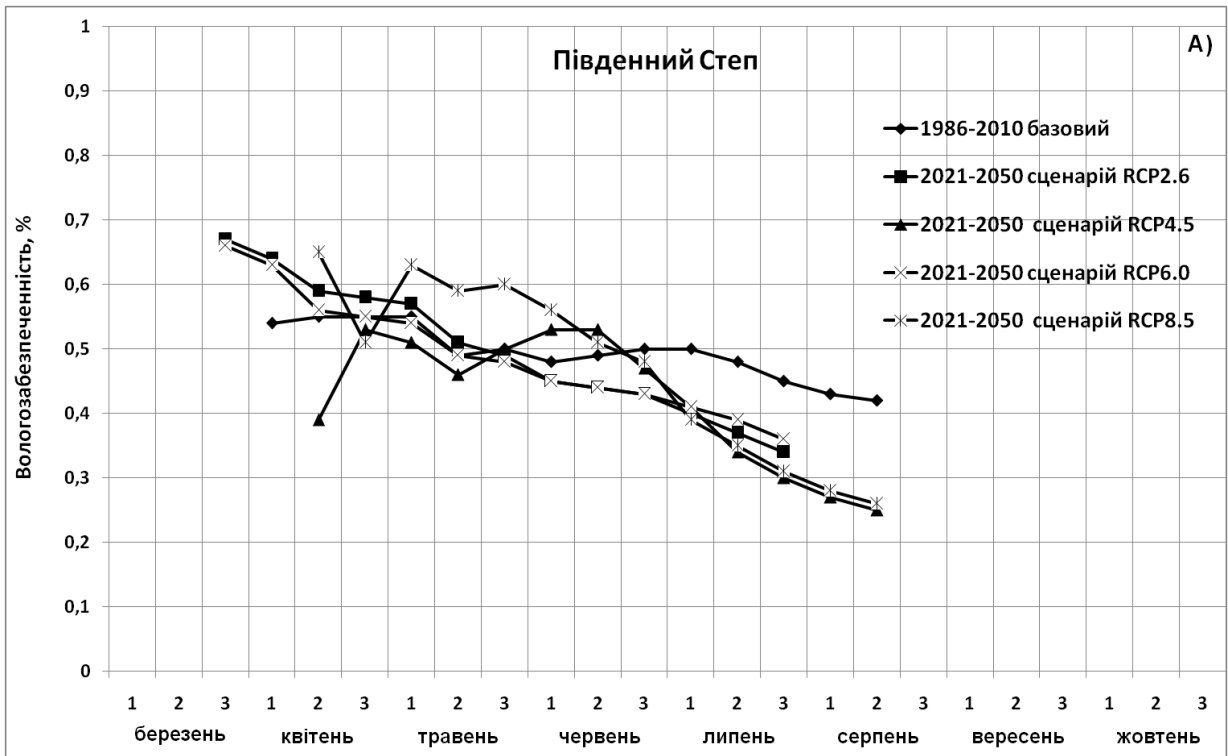


Рисунок 3.12 – Динаміка: А) вологозабезпеченості, від. од. і Б) приростів дійсно можливого урожаю (ДДМУ), г/м² в період сівба – збиральна стиглість в порівнянні фактичних середніх багаторічних і сценарних розрахункових даних RCP2.6, RCP4.5, RCP6.0 і RCP8.5. Північне Причорномор'я. Південно-стєпова підзона

Таблиця 3.3 – Формування дійсно можливого урожаю за вологозабезпеченістю посівів соняшника в порівнянні фактичних середніх багаторічних і сценарних розрахункових даних. Північне Причорномор'я. Південно-стєпова підзона

Період	Дата сівби	Сума опадів за період (R), мм	Сумарне випаровування за період (E), мм	Дефіцит вологи, мм	Відносна вологозабезпеченість (E/E_0), відн.од.	Дійсно можливий урожай всієї сухої маси (ДМУ), ц/га	Дата збиральної стиглості
Базовий							
1986-2010	04.04	194	266	373	0,42	36	23.08
Сценарій 2.6							
2021-2050	24.03	163	248	476	0,34	35	01.08
Сценарій 4.5							
2021-2050	08.04	128	177	533	0,25	32	21.08
Сценарій 6.0							
2021-2050	21.03	169	260	465	0,36	36	30.07
Сценарій 8.5							
2021-2050	09.04	123	180	519	0,26	32	24.08

ВИСНОВКИ

При виконанні магістерської роботи отримано наступні результати:

1. Вивчено методи розрахунку програмування дійсно можливої урожайності і базова динамічна модель впливу агрокліматичних умов на формування урожаю сільськогосподарських культур.
2. Вивчено ґрунтово-кліматичні умови північно-причорноморського району.
3. Вивчено потреби культури соняшника у воді.
4. Отримано параметри і змінні для культури соняшника в районі Північного Причорномор'я.
5. Виконані розрахунки агрокліматичних показників, що характеризують умови формування дійсно можливої урожайності соняшника за умовами зволоження.
6. Виконано порівняння дійсно можливої урожайності соняшника при фактичних умовах та в умовах кліматичних сценаріїв RCP2.6, RCP4.5, RCP6.0 і RCP8.5 за період з 2021 до 2050 року на сільськогосподарських угіддях Північного Причорномор'я.
7. Встановлено, що у лісостеповій зоні північно-причорноморського району відносна вологозабезпеченість посівів соняшника за період від сівби до збиральної стиглості посівів соняшника дорівнює 0,72 від.од., фактична дійсно можлива урожайність всієї біомаси складає 69 ц/га. За сценаріями RCP2.6 і RCP6.0 відносна вологозабезпеченість за період вегетації від сівби до збиральної стиглості буде нижче (86-88% від фактичної середньо багаторічної), дійсно можлива урожайність (ДМУ) очікується близькою до фактичної (67-68 ц/га проти 69 ц/га). За кліматичними сценаріями RCP4.5 і RCP8.5 за період сівба - збиральна стиглість буде очікуватися, що вологозабезпеченість залишиться на

рівні фактичної (93-97%), але за рахунок зниження температурного режиму дійсно можлива урожайність збільшиться на 10-15% .

8. Встановлено, що у північно-степовій підзоні вологозабезпеченість посівів за період сівба – збиральна стиглість дорівнює 0,51 від. од., фактична дійсно можлива урожайність всієї біомаси складає 50 ц/га. За сценаріями RCP2.6 і RCP6.0 вологозабезпеченість посівів за вегетаційний період соняшнику буде дорівнювати фактичній (92-96 %), тому очікується, що дійсно можлива урожайність (ДМУ) буде в межах фактичної (52 ц/га). За кліматичними сценаріями RCP4.5 і RCP8.5 за період сівба - збиральна стиглість буде очікуватися зниження вологозабезпеченості посівів (0,38-0,41 від. од. проти 0,51 від. од.), але дійсно можлива урожайність буде залишатися на рівні фактичної середньої багаторічної (49-51 ц/га), що також пов'язано з більш низкою температурою повітря.
9. Встановлено, що відносна вологозабезпеченість посівів за період сівба – збиральна стиглість у південно-степовій підзоні дорівнює 0,42 від. од., фактична дійсно можлива урожайність всієї біомаси складає 36 ц/га. Вологозабезпеченість посівів соняшника за сценаріями RCP2.6 і RCP6.0 в порівнянні з фактичною очікується трохи меншою (81-86% від фактичної середньо багаторічної). Дійсно можлива урожайність всієї маси буде в межах фактичної (35-36 ц/га). За сценаріями RCP4.5 і RCP8.5 вологозабезпеченість посівів буде нижче фактичної (0,25-0,26 від. од. проти 0,42 від. од.), дійсно можлива урожайність очікується трохи меншою (89% від фактичної).

Таким чином, результати розрахунків показали, що за умовами зволоження в Північно-причорноморському районі дійсно можлива урожайність в майбутньому буде в межах сучасної.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Алпатьев А.М. Влагообороты в природе и их преобразования.- Л.:Гидрометеиздат, 1969.
2. Біологічні особливості соняшнику. [Електронний ресурс] URL: <https://agrosience.com.ua/plant/biologichni-osoblyvosti-sonyashnyku>.
3. Будаговский А. И. Испарение почвенной влаги. М., «Наука», 1964.
4. Будыко М. И. Климат и жизнь. Л., Гидрометеиздат, 1971. 472 с. 35.
5. Вериго С.А., Разумова Л. А. Почвенная влага. Л.: Гидрометеиздат, 1973.-328 с.
6. Динамическое моделирование в агрометеорологии / Под. ред. Хваленского Ю.А., Сиротенко О.Д., Полевого А.Н./ Л. Гидрометеиздат, 1982. 145.
7. Дуранік Л.М., Адаменко Т.І. Агрокліматичний довідник по Миколаївській області /М-во надзвичайних ситуацій України; Одеський обласний центр з гідрометеорології. Одеса: Астропринт, 2011. 198 с.
8. Жигайло О.Л., Жигайло Т.С. Моделювання продуктивності соняшнику в умовах майбутніх змін клімату в Україні за сценаріями антропогенного впливу RCP. Український гідрометеорологічний журнал. 2017. № 20. С. 71-78.
9. Жигайло О.Л., Сніговий О.В., Шелест Д.О.Агроекологічна оцінка впливу змін клімату на продуктивність соняшнику в Північному Причорномор'ї //Матеріали І міжнародної науково-практичної конференції «Використання альтернативних джерел енергії в умовах розвитку сільських територій». Полтава: ПДАА, 22 травня, 2019, с.53-55.
10. Каюмов М.К. Программирование продуктивности полевых культур. [Електронний ресурс] Справочник. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Росагропромиздат, 1989. 368 с: <https://www.studmed.ru> > kayumov-mk-program

11. Книшук А.Г. Опис та характеристика рослини соняшник однорічний [Електронний ресурс]. URL: <https://agrarii-razom.com.ua/plants/sonyashnik>.
12. Круківська А.В. Агрокліматична оцінка умов вологозабезпечення території України у період вегетації сільськогосподарських культур. Автореф. дисс... К.: “ЛОГОС”, 2008. 20 с.
13. Мельник Ю.С. Климат и произрастание подсолнечника. Л.: Гидрометеиздат, 1972. 143с.
14. Мельник Ю.С. Изменчивость урожая подсолнечника в зависимости от условий погоды // Метеорология и гидрология . 1975. №6. С 89-95.
15. Мельничук С.І., Адаменко Т.І. Агрокліматичний довідник по Херсонській області /М-во надзвичайних ситуацій України; Одеський обласний центр з гідрометеорології. Одеса: Астропринт, 2011. 208 с.
16. Миусский П.Е. Зависимость урожая подсолнечника от осадков и увлажнения почвы в различные периоды вегетации на Украине // Труды ЦИП. 1965. Вып. 145. С.132-138
17. Мищенко З.А., Кирнасовская Н.В. Агроклиматическое районирование ресурсов влаги в почве под подсолнечником на территории Украины // Метеорология, климатология и гидрология. 2005. Вып. 49.
18. Особливості технології вирощування соняшника. [Електронний ресурс]. URL: <https://laboulet.com.ua/sftech-ua/>.
19. Полевой А.Н. Базовая модель оценки агроклиматических ресурсов формирования продуктивности сельскохозяйственных культур. В сб. Метеорология, климатология и гидрология, 2004, вып. 48. С. 195-205.
20. Попередники соняшнику. [Електронний ресурс]. URL: <https://agrosience.com.ua/plant/51-poperednyky-sonyashnyku>
21. Правильний вибір гібрида соняшнику – перший крок до успіху. [Електронний ресурс]. URL: <https://www.syngenta.ua/news/sonyashnik/pravilniy-vibir-gibrida-sonyashniku-pershiy-krok-do-uspihu>

22. Программирование продуктивности сельскохозяйственных культур.: /И.Н. Романова, С.М. Князева Смоленск: ФГБОУ ВО Смоленская ГСХА, 2014. - 173 с.
23. Ситов В.М., Адаменко Т.І. Агрокліматичний довідник по Одеській області /М-во надзвичайних ситуацій України; Гідрометеорологічний центр Чорного та Азовського морів. Одеса: Астропринт, 2011. 204 с.
24. Слейчер Р. Водный режим растений. М., «Мир», 1970. 365 с.
25. Сніговий О.В., Жигайло О.Л. Агрокліматичні умови вирощування соняшника в Кіровоградській області //Матеріали наукової конференції студентів та молодих вчених Одеса: ОДЕКУ, 6-19 травня, 2019, С. 29-30.
26. Шатилов И.С. Принципы программирования урожайности. Вестник сельскохозяйственной науки. 1973. №3. С. 8-14.
27. 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.
28. Sridhara, S., Prasad, T.G. A combination of mechanistic and empirical models to predict growth and yield of sunflower as influenced by irrigation and moisture stress. "HELIA", 2002, 25, Nr. 37, pp. 39-50