

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Навчально-науковий гідрометеорологічний інститут
Кафедра Агromетеорології та агроекології

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА

на тему: **Моделювання впливу агromетеорологічних умов**
на формування урожаю оливкового дерева в Ізраїлі

Виконала студентка 2 курсу групи МНЗ-22А
спеціальності 103 «Науки про Землю»

Ременюк Вікторія Вікторівна

Керівник д-р геогр. наук, професор
Польовий Анатолій Миколайович

Консультант -

Рецензент д-р геогр. наук, професор
Лобода Наталія Степанівна

Одеса 2023

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Навчально-науковий гідрометеорологічний інститут

Кафедра агрометеорології та агроекології

Рівень вищої освіти магістр

Спеціальність 103 «Науки про Землю»

(шифр і назва)

Освітня програма Агрометеорологія

(назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

**В.о. завідувача кафедри
агрометеорології та агроекології**

Вольвач О.В.

« 23 » жовтня 2023 року

**З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ МАГІСТРА**

студентці Ременюк Вікторії Вікторівні

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Моделювання впливу агрометеорологічних умов на формування урожаю оливкового дерева в Ізраїлю

керівник роботи Польовий Анатолій Миколайович, д-р геогр. наук, професор,

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

затверджені наказом ОДЕКУ від “ 16 ” жовтня 2023 року № 215 «С»

2. Строк подання студентом роботи 30 листопада 2023 р.

3. Вихідні дані до роботи: 1. Історичні данні. 2. Матеріали агрометеорологічних спостережень, пункт NIR НАЕМЕК. Ізраїль (багаторічні та за 2018, 2019, 2020 рр.).

3. Статистичні дані про врожайність оливи в Ізраїлі.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): 1. Вивчити історію ізраїльських оливок; 2. Вивчити морфологію та біологію дерева оливи; 3. Розглянути сучасний стан моделювання оливи у Середземномор'ї; 4. На основі моделі лісової екосистеми А.М. Польовий створено дизайн моделі оливи; 5. Дати аналіз агрометеорологічних умов зростання оливи у 2018, 2019 та 2020 роках; 6. Створити банк даних щодо чисельних експериментів з моделлю;

7. Дати оцінку впливу агрометеорологічних умов формування врожаю оливи з допомогою чисельних експериментів з моделлю; 8. Дати прогноз урожаю оливи у 2018, 2019 та 2020 роках.

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

1. В роботі приведено: Рис. 4.1- Блок-схема формування дерева-олива; Рис. 5.1, 5.2, 5.3, 5.4 - Порівняння динаміки температури повітря, опадів, вегетаційних поливів та режиму вегетаційних поливів, випаровування та випаровуваності за Пенманом, за середніх багаторічних умов та термічного режиму за 2018-2020 років. NIR НАЕМЕК. Ізраїль;; Рис. 5.5 - Порівняння динаміки середньої багаторічної та декадної сонячної радіації за 2018-2020 роки. NIR НАЕМЕК; Рис. 5.6-Теплове навантаження (YAN) і різні категорії, створені в результаті поєднання температури (°C) і відносної вологості

(у відсотках); Рис. 5.7- Порівняння динаміки середнього багаторічного та декадного індексу теплового стресу за 2018-2020 рр.; Рис.5.8- Порівняльна динаміка площі всіх листків за 2018-2020 роки та середніх багаторічних умовах; Рис.5.9- Порівняльна динаміка сумарного фотосинтезу при середніх багаторічних умовах та в 2018–2020 роках; Рис.5.10- Порівняльна динаміка маси плодів дерева за 2018-2020 роки та при середніх багаторічних умовах; Рис.5.11- Динаміка ростових функцій при середніх багаторічних умовах; Рис.5.12- Підсумкова оцінка (%) по декадам періоду вегетації 2018 р.

6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання 23 жовтня 2023 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Оцінка виконання етапу	
			у %	за 4-х бальною шкалою
1.	Отримання завдання та збір вихідних даних до роботи. Ознайомлення з літературними джерелами за темою кваліфікаційної роботи магістра.	23.10.2023 р. - 28.10.2023 р.	92	5 (відмінно)
2.	Вивчення біологічних та морфологічних особливостей культури оливи. Оформлення текстової частини 1, 2 та 3 розділів.	29.10.2023 р. - 06.11.2023 р.	93	5 (відмінно)
3.	Ознайомлення з моделлю формування урожаю оливкового дерева. Підготовка банку даних для розрахунків. Оформлення 4 розділу	07.11.2023 р. - 12.11.2023 р.	94	5 (відмінно)
	Рубіжна атестація	13.11.2023 р. - 17.11.2023 р.	93	5 (відмінно)
4.	Виконання розрахунків, побудова графіків, таблиць. Аналіз отриманих результатів, написання та оформлення 5 розділу.	18.11.2023 р. - 25.11.2023 р.	95	5 (відмінно)
5.	Написання висновків. Оформлення остаточної електронної версії роботи та передача її на процедуру встановлення ступеня оригінальності, відсутності ознак плагіату.	26.11.2023 р - 30.11.2023 р.	95	5 (відмінно)
6.	Перевірка роботи на плагіат, складення протоколу і висновку керівника. Підписання авторського договору.	01.12.2023 р. - 04.12.2023 р.	95	5 (відмінно)
	Підготовка презентаційного матеріалу до публічного захисту.	-	-	-
	Інтегральна оцінка виконання етапів календарного плану (як середня по етапам)		94,0	

Студентка _____
(підпис)

Ременюк В.В.
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____
(підпис)

Польовий А.М.
(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

на кваліфікаційну роботу магістра
Ременюк Вікторії Вікторівни на тему:

**«Моделювання впливу агрометеорологічних умов на формування
урожаю оливкового дерева в Ізраїлі».**

Актуальність обраної теми зумовлена тим, що виробництво оливкової олії в Ізраїлі займає центральне місце в економіці Ізраїля, в ізраїльській культурі, історії та кухні.

Метою даного дослідження є: 1. Вивчити вплив агрометеорологічних умов на ріст, розвиток та формування врожаю оливи.

2. Виконати моделювання процесу формування врожаю оливи.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні завдання:

1. Вивчити історію ізраїльських оливок

2. Вивчити морфологію та біологію дерева оливи.

3. Розглянути сучасний стан моделювання оливи у Середземномор'ї

4. На основі моделі лісової екосистеми О.М. Польовий дизайн моделі оливи.

5. Дати аналіз агрометеорологічних умов зростання оливи у 2018, 2019 та 2020 роках.

6. Створити банк даних щодо чисельних експериментів з моделлю

7. Дати оцінку впливу агрометеорологічних умов формування врожаю оливи з допомогою чисельних експериментів з моделлю.

8. Дати прогноз урожаю оливи у 2018, 2019 та 2020 роках.

Об'єкт дослідження - Дерево оливи (*Olea europaea* L).

Предмет дослідження - Вплив агрометеорологічних умов формування врожаю оливи.

Метод дослідження - Аналіз літературних джерел, аналіз впливу агрометеорологічних умов на врожай оливи, моделювання продукційного процесу рослин.

Вперше: Розроблена модель формування урожаю культури олива, яка описує основні процеси життєдіяльності рослини.

Отримані результати можуть бути використані при оцінці впливу погодних умов на формування урожаю оливи

Робота складається із вступу, 5 розділів, висновків, переліку посилань, додатків. Повний обсяг роботи становить 94 сторінок, 15 рисунків, 12 таблиць. Список використаних літературних джерел містить 24 найменувань.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: олива, моделювання, температура повітря, опади, сонячна радіація, випарування, фази розвитку, фотосинтез, ріст

SUMMARY

for master's qualification work

Victoriia Viktorivna Remeniuk on the topic:

"Modeling the influence of agrometeorological conditions on the formation of the olive tree harvest in Israel."

The relevance of the chosen topic is because the production of olive oil in Israel occupies a central place in the Israeli economy, in Israeli culture, history, and cuisine.

The purpose of this research is: 1. To study the influence of agrometeorological conditions on the growth, development, and formation of the olive crop

2. Perform modeling of the process of olive crop formation

To achieve the goal, the following tasks must be solved:

1. To study the history of Israeli olives

2. To study the morphology and biology of the olive tree.

3. To consider the current state of oil modeling in the Mediterranean

4. Based on the forest ecosystem model O.M. Field design of the oil model.

5. Give an analysis of the agrometeorological conditions for the growth of olive oil in 2018, 2019, and 2020.

6. Create a database of numerical experiments with the model

7. Assess the impact of agrometeorological conditions on the formation of the olive crop with the help of numerical experiments with the model.

8. Give a forecast of the olive harvest in 2018, 2019, and 2020.

Research object - Olive tree (*Olea europaea* L)

The subject of the study is the influence of agrometeorological conditions on the formation of the olive crop

Research method - Analysis of literary sources, analysis of the impact of agrometeorological conditions on the olive harvest, modeling of the production process of plants

For the first time: a model of olive crop formation was developed, which describes the main life processes of the plant.

The obtained results can be used in assessing the influence of weather conditions on the formation of the olive crop

The work consists of an introduction, 5 chapters, conclusions, and a list of references. The full scope of the work is 94 pages, 15 figures, and 12 tables. The list of used literary sources 24 contains items.

KEYWORDS: oil, modeling, air temperature, precipitation, solar radiation, evaporation, development phases, photosynthesis, growth.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
РОЗДІЛ 1 ІСТОРІЯ ІЗРАЇЛЬСЬКИХ ОЛИВОК.....	5
1.1 Відмінності між світовою оливковою олією та ізраїльською.....	6
РОЗДІЛ 2 МОРФОЛОГІЯ ОЛИВКОВОГО ДЕРЕВА І ПЛОДУ...	8
2.1 Вирощування та виробництво оливкової олії.....	11
РОЗДІЛ 3 БІОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ОЛИВКОВОГО ДЕРЕВА.....	14
РОЗДІЛ 4 СУЧАСНИЙ СТАН ПРОБЛЕМИ ТА МОДЕЛЮВАННЯ УРОЖАЮ ОЛИВКОВОГО ДЕРЕВА.....	18
4.1 Сучасний стан проблеми моделювання росту оливи в Середземномор'ї.....	18
4.2 Моделювання формування урожаю оливкового дерева (<i>Olea europaea</i> L)	21
РОЗДІЛ 5 АГРОМЕТЕОРОЛОГІЧНІ УМОВИ РОСТУ ДЕРЕВА ОЛИВА ТА МОДЕЛЮВАННЯ ФОРМУВАННЯ УРОЖАЮ.....	31
5.1 Агromетeоролoгічні умови росту дерева оливи у 2018–2020 роках.....	31
5.2 Моделювання формування урожаю оливи у 2018–2020 роках.....	52
ВИСНОВКИ.....	62
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	65
ДОДАТКИ.....	67
Додаток А.....	68
Додаток Б.....	75
Додаток В.....	82
Додаток Г.....	89

ВСТУП

Оливкове дерево, особливо оливкова гілка, займає важливе місце в головах чоловіків та жінок. З давніх часів вона символізувала мир, мудрість та гармонію, і тому це – символ важливий не тільки для країн, де ростуть ці благородні дерева, але і для людей та організацій по всьому світі.

Красу дерева оспівували тисячоліттями. Їстівні оливки вирощували на острові Крит приблизно за 3500 років до нашої ери. Семітські народи, очевидно, культивували його ще за 3000 роки до нашої ери.

Оливкова олія цінувалася для помазання тіла в Греції за часів Гомера, і вона була важливою культурою римлян близько 600 років до нашої ери. Пізніше вирощування олив поширилося в усіх країнах, що межують із Середземномор'ям, Ізраїль не став виключенням. Також дерево висаджують як декоративне у відповідних кліматичних умовах.

Виробництво оливкової олії в Ізраїлі займає центральне місце в ізраїльській культурі, історії та кухні. Оливки є одним із семи природних продуктів ізраїльської землі, які згадуються в Біблії разом із пшеницею, ячменем, інжиром, гранатами, фініковим медом і виноградною лозою. Оливкова олія є кулінарним скарбом і використовується для багатьох речей, таких як косметика, домашні засоби та паливо. Залишки м'якоті використовуються як добриво для тих самих дерев, які дали оливки, як це було в давні часи. Сучасна промисловість оливкової олії в Ізраїлі може бути високотехнологічною, але деякі давні традиції все ще залишаються сильними. Вчені визнають, що середземноморські країни можуть пояснити свою тривалість життя своїм раціоном, багатим на оливкову олію.

Оскільки, оливкове дерево, а саме оливкова олія, дуже важлива для економіки, промисловості ізраїльського народу та його культури. Звідси виникла мета з'ясувати агрометеорологічні умови вирощування оливок на території Ізраїлю та вивчити вплив змін клімату на умови їх вирощування.

РОЗДІЛ 1

ІСТОРІЯ ІЗРАЇЛЬСЬКИХ ОЛИВОК

В Ізраїлі були виявлені оливкові ями, які датуються 6000 роками тому, і багатовікові оливкові сади все ще продовжують процвітати тут. Перші дерева сучасної ізраїльської оливкової промисловості були висаджені на початку 1990-х років.

Сьогодні в Ізраїлі є близько 32780 га оливкових садів, які щороку виробляють близько 16000 тон оливкової олії першого віджиму (EVOO)[8]. Більшість олії, яку виробляє Ізраїль, призначена для внутрішнього споживання, тоді як близько 1000 тон експортується, переважно до США. Принаймні 10000 тон оливкової олії в Ізраїлі виробляється з сучасних оливкових садів, а решта виробляється в традиційних і сімейних садах, які утримують як арабські, так і єврейські фермери. Вони розташовані між Метуллою, найпівнічнішим містом Ізраїлю на кордоні між Ізраїлем і Ліваном, до найпівденнішого Ейлата. У селі Дейр Ханна в нижній частині Галілеї на півночі країни є, мабуть, найстаріше оливкове дерево в Ізраїлі, вік якого оцінюється в понад 900 років (рис. 1.1) [15].

Одна літрова пляшка оливкової олії містить олію з чотирьох-шести кілограмів оливок, що дорівнює приблизно 1000 окремих плодів, і як нація, ізраїльтяни споживають близько 2,5 літра олії першого віджиму на людину на рік.

Згідно з єврейським законодавством, оливкова олія була єдиним паливом, яке використовувалося для семи розгалуженої менори в біблійні часи, а пізніше – для постійного храму в Єрусалимі.



Рисунок 1.1 – Найстаріше оливкове дерево. Село Дейр Ханна в нижній частині Галілеї на півночі країни

Його отримували лише з першої краплі вичавленої оливи, освячували для вживання священнослужителями та зберігали в спеціальних ємностях. Царі Ізраїльського царства були помазані оливковою олією, починаючи з царя Давида.

1.1 Відмінності між світовою оливковою олією та ізраїльською

Ізраїльські оливки (рис. 1.2) зрошуються солоними та очищеними стічними водами, що є екологічно корисним, не погіршуючи якість плодів, і дозволяє фермерам використовувати менше добрив.

Оливки збирають у стислі та чіткі терміни, не допускаючи дозрівання на деревах довше, ніж це абсолютно необхідно. Потім олію необхідно віджимати одразу після збору врожаю, залишати плоди надовго лежати не можна. У Середземномор'ї найкращий час зазвичай з жовтня по грудень. Оливки починають дозрівати в жовтні. У грудні мороз починає вражати землю, оливки починають перезрівати. Коли оливки тільки дозріли, оливки мають достатньо олії та знаходяться на ідеальній стадії для легкого збору врожаю та екстракції.



Рисунок1.2 – Вигляд Ізраїльських оливков на оливкову олію, сорт Сурі

В Ізраїлі росте багато сортів оливков, що дають широкий спектр смаків. Міністерство сільського господарства та охорони здоров'я Ізраїлю ретельно контролює вміст кожної пляшки ізраїльської оливкової олії, забезпечуючи незмінну якість і чистоту. Оливкова олія – єдиний у світі харчовий продукт, правила торгівлі яким включають оцінку смаку та аромату. Екстра вірджин і вірджин повинні мати позитивні властивості, визначені нормативними документами, без істотних дефектів. Зараз Ізраїль виробляє лише оливкову олію першого віджиму, найменш рафіновану з усіх оливкових олій.

РОЗДІЛ 2

МОРФОЛОГІЯ ОЛИВКОВОГО ДЕРЕВА ТА ПЛОДУ

(*Olea europaea* L.)

Оливка – це субтропічне широколисте вічнозелене дерево (родина *Olea europaea* L.). Оливкові плоди та їхня олія є ключовими елементами середземноморської кухні та популярні за межами регіону.

Крона і коренева система. Це скульптурне вічнозелене дерево з розгалуженою, але неагресивною кореневою системою. Оливкове дерево має довге коріння, яке проникає аж до глибоких вологих шарів ґрунту, завдяки чому воно здатне вижити під час сухого літа в Ізраїлі. Порівняно невисоке – від 2 до 6 метрів заввишки і має численні гілки (рис. 2.1). Його стовбур скручений і вузлуватий, і його найвидатнішими рисами є товщина стовбура та сріблясте листя. Його листя, шкірясті, ланцетоподібні, темно-зелені зверху і сріблясті знизу, розташовані попарно на гілочці один проти одного. Деревина стійка до гниття. Якщо верхівка відмирає, з коренів часто виростає новий стовбур.



Рисунок 2.1 – Оливковий сад

Оливкові дерева живуть довше, ніж більшість інших фруктових дерев, навіть століттями. Вважається, що деяким стародавнім деревам, які зараз ростуть у Галілеї, приблизно тисяча років.

В Ізраїлі оливка росте в дикому вигляді, а також культивується. Найбільш очевидною відмінністю між дикими деревами та культивованими сортами є розмір плодів: плід культурних дерев зазвичай відносно більший, м'якоть більш м'ясиста, а вміст олії вищий. У дорослому віці оливкове дерево потребує відстані півтора - два метра від інших дерев.

Регіони вирощування: Будучи місцевим жителем Середземномор'я оливкове дерево є одним із найстаріших дерев Ізраїлю та Близького Сходу, і тому воно ідеально підходить до місцевих кліматичних та ґрунтових умов. Олива росте в напівпосушливому кліматі пустелі, і створені сорти, які відповідають місцевим мікрокліматичним умовам, щоб протистояти холоду, сухості та різним типам ґрунту.

Його квітки (рис. 2.2) з'являються в другій половині квітня і протягом травня відбувається цвітіння. Дрібні білуваті квітки розташовані в пухких пучках в пазухах листків.

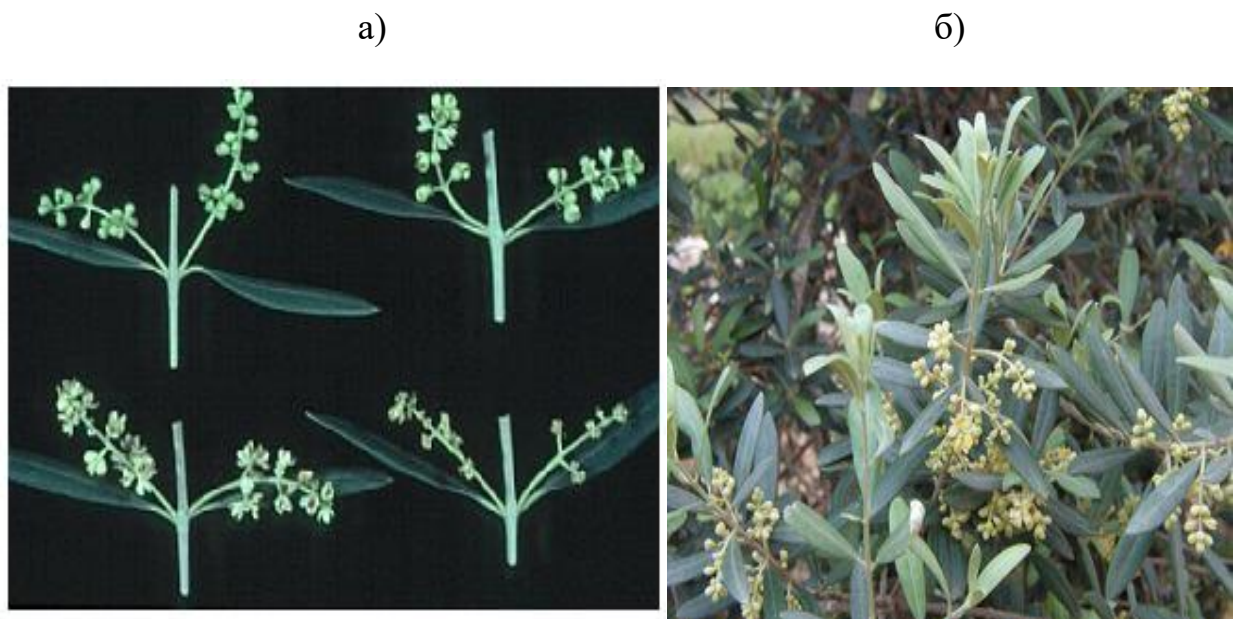


Рисунок 2.2 – Вигляд: а) оливкової квітки; б) вигляд квітучої оливкової гілки

Квітки бувають двох типів: ідеальні, що містять чоловічі і жіночі частини, які здатні розвиватися в плоди оливки; і чоловічі, які містять лише частини, що утворюють пилок. Оливка вітрозапильна рослина. Зав'язування плодів в оливках часто непостійне[19]. У деяких районах, особливо там, де не практикується зрошення та внесення добрив, плодоношення в інші роки є правилом. Одного року дерева можуть дати великий урожай, а наступного навіть не зацвісти.

Плід росте протягом літа та уже у серпні плоди починають дозрівати до «зеленої зрілості» (рис. 2.3) та залишаються зеленими до листопада, коли дозріває їх колір стає фіолетово-чорним, а приблизно в грудні плоди стають чорними. Запилення здійснюють вітер і комахи. Оливкові дерева починають давати плоди у віці 4-8 років в залежності від сорту, і з роками стовбур стає порожнистим. Дерева добре плодоносять раз на два роки, тобто з "перервами": одного року буде багатий урожай, а наступного – поганий.



Рисунок 2.3 – Оливка "Зелена стиглість" сорт Сурі

Оливковий плід ботанічний класифікується як кістянка, схожа на персик або сливу. Кісточка оливи тверда. У середині кісточки є одна або дві насінини. Оливки, як правило, мають найбільшу вагу через шість-вісім місяців після

появи цвіту, максимальний вміст олії (приблизно 20–30 відсотків свіжої ваги) в залежності від сорту. На цьому етапі вони чорні і продовжуватимуть триматися на дереві протягом кількох тижнів. Плід містить високий вміст олії та багатий на вітамін А. Оливки використовуються за двома напрямками: для їжі та для отримання олії. Хоча свіжі оливки містять гірку речовину, яка робить їх неприємними для вживання, маринування видаляє цю речовину повністю або частково. Оливки потребують багато тепла, щоб бути якісними після дозрівання. Чим стигліші плоди, тим більшу кількість олії можна витягти з них.

2.1 Вирощування та виробництво оливкової олії

Комерційне виробництво оливок, як правило, відбувається у двох поясах по всьому світу, між 30° і 45° північної широти та між 30° і 45° південної широти, де можна знайти кліматичні вимоги для росту та плодоношення[12]. Сорти оливок не вирощуються з насіння. Саджанці, як правило, дають неякісні плоди і їх необхідно окулірувати або прищепити до одного з місцевих сортів. Оливки можна розмножувати живцями, або живцями листяної деревини, встановленими навесні в розсаднику, або невеликими живцями з листям, укоріненими під розпилювачем туману в рамці для розмноження. Деревя починають плодоносити через 4-8 років, але повна продуктивність досягається лише через 15-20 років. Плодам для віджиму олії потрібно дозріти, але для переробки в їжу незрілі плоди збирають або струшують з дерева. Сотні названих сортів обох видів оливок, столових і олійних, вирощують у теплому кліматі. У Каліфорнії такі оливки, як сорт Mission, вирощують майже виключно для столового використання. У Європі такі оливки, як Pical, Nevadillo і Morcal, вирощують переважно для отримання олії. В Ізраїлі ж найпопулярніші такі сорти:

Barnea – підходить для виготовлення олії та вживання в їжу. Він дуже швидко росте і дає велику кількість плодів.

Syri – місцевий сорт, чудово підходить для олії та їжі. Має домінуючий аромат і росте відносно повільно.

Coratina – Цей південно-італійський сорт призначений для приготування олії та їжі. Росте відносно швидко і має сильний фруктовий аромат.

Santa – італійський сорт з великими плодами, відмінно підходить для їжі.

Leccino – італійський сорт (з Тоскани) з фруктовим ароматом. Він швидко росте і підходить тільки для олії.

Ascal – має високий вміст олії та сильний аромат. В основному підходить для отримання олії і росте відносно швидко.

Manzolino – це грецькі оливки, які добре маринувати та їсти.

Picholine – французькі оливки, придатні для маринування та олії.

Pikual – іспанські оливки, плоди середнього розміру. Дерево відносно морозостійке. Ці оливки придатні для маринування та для олії.

Оливки вирощують в основному для виробництва оливкової олії (рис. 2.4).



Рисунок 2.4 – Оливкова олія

Свіжі необроблені оливки непридатні в їжу через їхню надзвичайну гіркоту, яка є результатом глюкозиду, який можна нейтралізувати обробкою розведеним лужним розчином. Сольові аплікації також розвіюють частину гіркоти. Оброблені оливки можна їсти як стиглими, так і зеленими.

Оливкова олія класифікують за п'ятьма сходинками[13]:

- 1) олія першого віджиму, що відповідає встановленим стандартам;
- 2) чистий, або їстівний, суміш вишуканого та незайманого;
- 3) рафінований або комерційний, що складається з *лампанту*, з якого видалено кислоту, колір і запах;
- 4) *Лампате (lampante)*, висококислотна олія, названа за використання в якості палива для ламп, отримана в результаті другого пресування залишків целюлози з гарячою водою (деякі нижчі олії першого віджиму класифікуються як *lampante*);
- 5) сульфід, екстрагований розчинниками та багаторазово очищений.

РОЗДІЛ 3

БІОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ОЛИВКОВОГО ДЕРЕВА

Діяльність кореневої системи, синтез вуглеводів, диференціація квіткових бруньок і розвиток плодів (рис. 3.1) є найважливішими процесами в продуктивному циклі оливкового дерева [6,7].

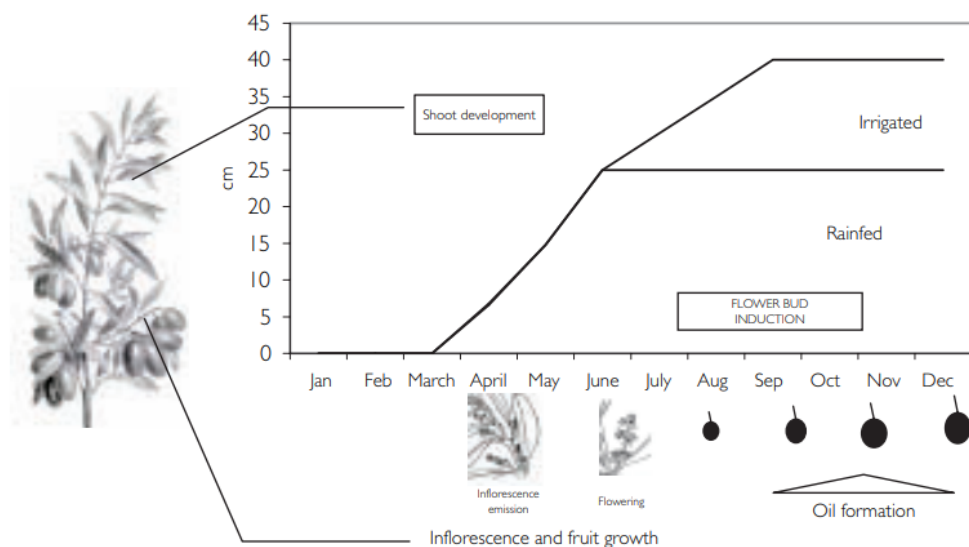


Figure 4. Biennial fruiting cycle of the olive showing the periods of shoot, flower and fruit growth.

Рисунок 3.1 – Дворічний цикл плодоношення оливки, що показує періоди росту пагонів, квіток і плодів

Окрім виконання своїх функцій у великому об'ємі ґрунту, де доступні кисень, вода та поживні речовини, коренева система розвивається шляхом поглинання води та метаболізму поживних речовин, які надходять із рослинного покриву.

Синтез вуглеводів відбувається у листях при оптимальних температурах повітря 20-30 °C і значеннях інтенсивності світла в діапазоні між точкою компенсації, що дорівнює 20-30 мкмоль фотонів м⁻²с⁻¹, і 600-1000 мкмоль.

Вище цього останнього значення фотосинтез залишається постійним (рис. 3.2 та 3.3) [6].

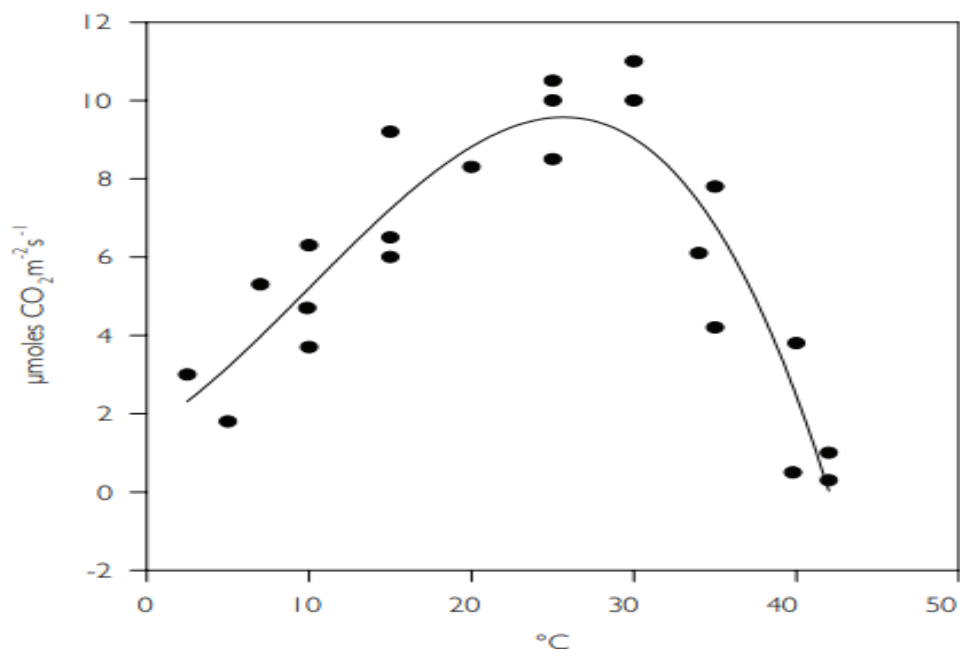


Рисунок 3.2 – Залежність фотосинтезу cv. Сорт Мауріно від температури повітря

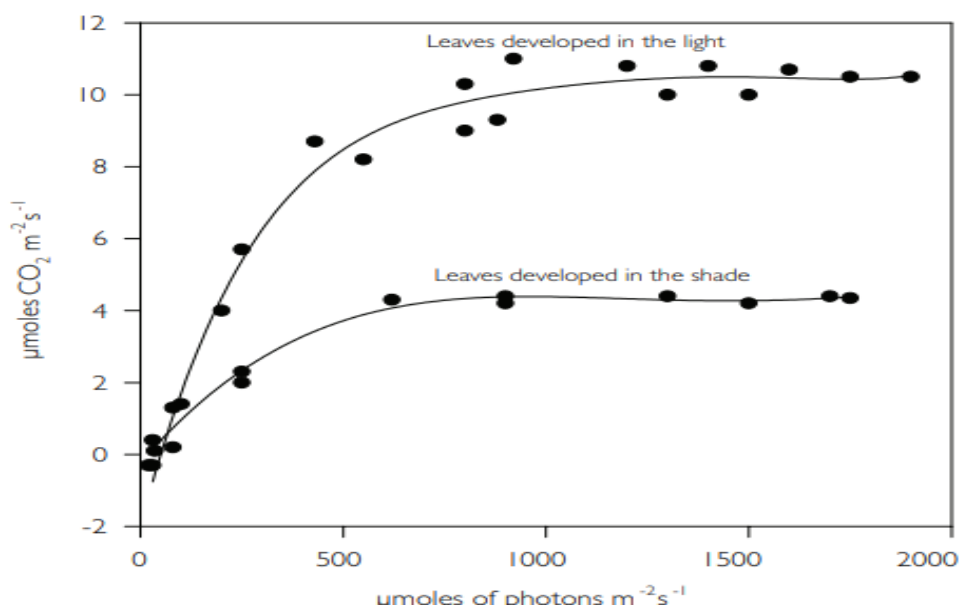


Рисунок 3.3 – Світлова крива фотосинтезу листя оливки

Однак лише листя на пагонах, які піддаються впливу сонячного світла (1600 мкмоль фотонів м⁻²с⁻¹), отримують середню інтенсивність світла, що

дорівнює рівням насичення (рис. 3.4), завдяки впливу кута та орієнтації [6,7]. Фотосинтетичний баланс листя, затіненого всередині крони та кронами сусідніх дерев, може бути негативним протягом більшої частини дня.

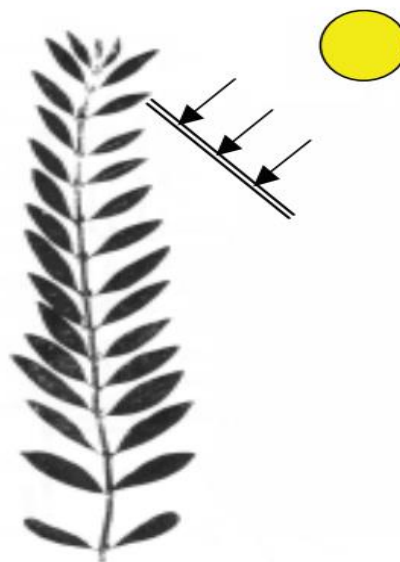


Рисунок 3.4 – Схема розміщенні листя на добре освітленому пагоні ($1600 \text{ мкмоль фотонів м}^{-2} \text{ с}^{-1}$), при якому вони отримують середнє освітлення $900\text{--}1000 \text{ мкмоль фотонів м}^{-2} \text{ с}^{-1}$

Фотосинтез рослин обмежений вологозабезпеченням та високими температурами, а також нападами шкідників і хвороб (рис. 3.5) [6].

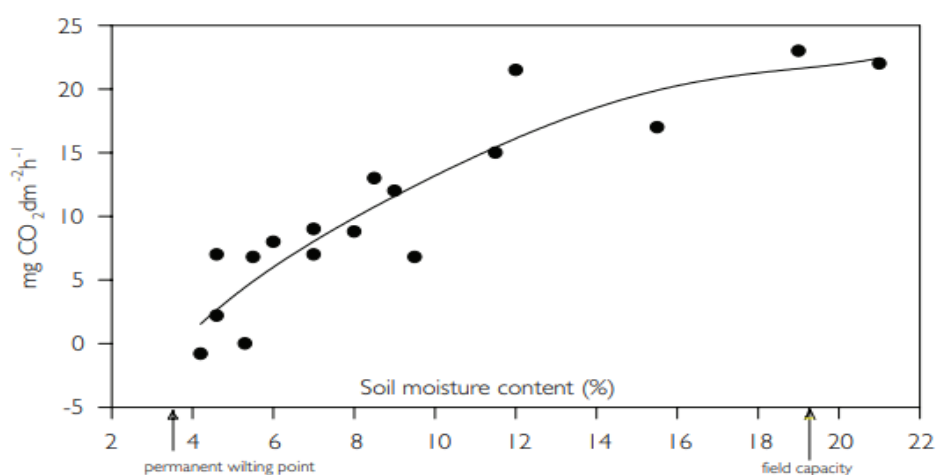


Рисунок 3.5– Вплив вмісту води у ґрунті на фотосинтез листя оливи

Рослинні тканини використовують частину асимілятів для щорічного росту та дихання, тоді як решта йде прямо до органів, таких як плоди або резервні тканини.

Диференціація квіткових бруньок, зав'язування плодів і ріст плодів стимулюються фотосинтетичною активністю покриву, тоді як вони гальмуються затіненням листя (рис. 3.6) [6].

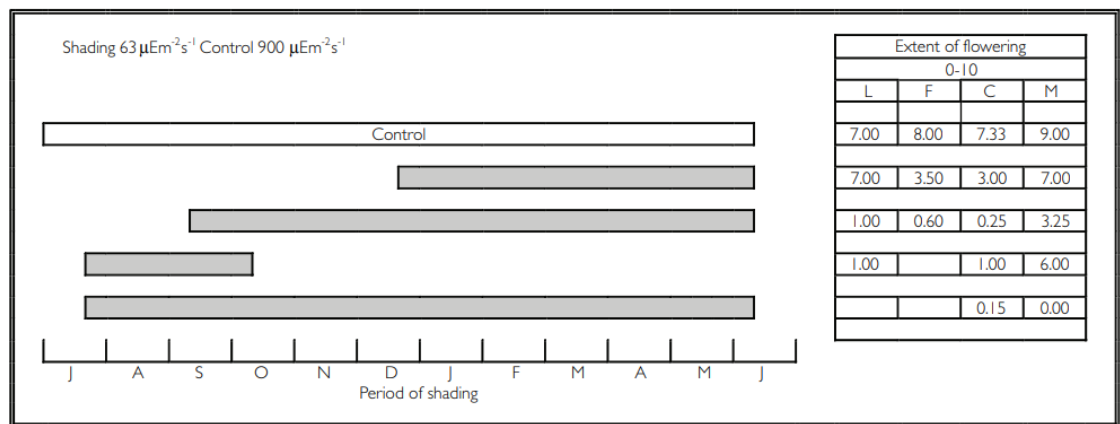


Рисунок 3.6 – Залежність утворення квіток у св. Леччіно (L), Франтойо (F), Коратіна (C) і Мауріно (M) від різних умов освітлення

РОЗДІЛ 4

СУЧАСНИЙ СТАН ПРОБЛЕМИ ТА МОДЕЛЮВАННЯ УРОЖАЮ ОЛИВКОВОГО ДЕРЕВА

4.1. Сучасний стан проблеми моделювання росту оливи у Середземномор'ї

Оливкове дерево (*Olea europaea* L.) є давньою традиційною культурою Середземноморського басейну. У середземноморському регіоні традиційні оливкові сади відрізняються переважаючими кліматичними умовами. Оливкові дерева дійсно вважаються одними з найбільш прийнятних і найкраще пристосованих видів до клімату середземноморського типу. Проте, за прогнозами, зміни клімату можуть виникнути нові виклики, які загрожують цій традиційній культурі. Середземноморський басейн вважається «гарячою точкою» зміни клімату, оскільки майбутні прогнози натякають на значні тенденції потепління та висихання. За останні кілька десятиліть уже повідомлялося про зміни у придатності оливкових дерев. У цьому контексті зміна клімату може стати особливою проблемою для виробників оливок [12].

Все більше доказів значної зміни клімату в найближчі десятиліття спонукають до вжиття заходів адаптації. Щоб ефективно впоратися з прогнозованими змінами, як короткострокові, так і довгострокові стратегії адаптації повинні бути вчасно сплановані зацікавленими сторонами сектора та особами, які приймають рішення, щоб адаптуватися до більш теплого та сухого майбутнього.

Вирощування оливкових дерев наразі є домінуючою сільськогосподарською діяльністю в Середземноморському басейні, де зростаючий вплив зміни клімату в поєднанні з неефективним управлінням оливковими гаями негативно впливає на ріст оливкового дерева та виробництво і якість оливкової олії в деяких маргінальних районах [11]. Тому

для вирішення всіх сучасних питань як і раніше потрібно прогнозувати ймовірні збитки, урожаї, хвороби та інше, а в цьому допомагає моделювання.

XXI століття – це століття розвитку технологій, тому і в сучасне сільське господарство уже модернізувалося та опановує нові напрямки моделювання та прогнозу. Наприклад: супникові знімки допомагають розпізнавати інфікованих "*Xylella fastidiosa*" оливкових садів у часових рядах даних супутникової евапотранспірації MODIS Terra та аналізувати за допомогою Фішера–Шеннона та мультифрактального аналізу детрендованих флуктуацій. В сучасному світі супутникові зображення можуть допомогти відстежувати ріст урожаю в різних умовах навколишнього середовища, таким чином надаючи корисну інформацію для оптимізації управління оливковими гаями та кінцевого виробництва. Для виведення об'єму оливкового дерева на піксель спочатку використовувався для лінійного перемасштабування сигналу VI у відповідне значення для трав'яного покриву та оливкових дерев. Моделі, що описують взаємозв'язок між перемасштабованими VI і спостережуваною часткою фотосинтетично активного випромінювання (fPAR), були підігнані, а потім перевірені на відповідність незалежним наборам даних [9].

Однією із немало важливих причин розвитку сучасного моделювання є зміна клімату, як наприклад, у регіонах Всесвітньої спадщини Коа, що на півночі Португалії, там сільське господарство має вирішальне економічне, соціальне та культурне значення. Оливкові гаї є частиною економічної бази цього регіону, сприяючи регіональному комерційному бюджету та засобам існування його жителів. Очікується, що зміна клімату матиме значний вплив на цю культуру, де кліматичні умови вже дуже теплі та сухі, що становить ключову загрозу для секторів оливкової олії та виноробства. Тому для даного регіону важливо досліджувати та аналізувати вплив зміни клімату на потенційну урожайність цієї культури у регіоні Коа. А для цього було ініціалізовано дві моделі сільськогосподарських культур, які використовували найсучасніші просторові дані про клімат, ґрунт, рельєф і рослини. В якості вихідних даних моделей сільськогосподарських культур було отримано

потенційну урожайність оливкових дерев для недавнього минулого (1981–2005 роки) і для майбутнього (2041–2070 роки) за двома кліматичними сценаріями (RCP4.5 і RCP8.5). Потім результати (потенційну урожайність) нормалізували з врахуванням останніх максимальних урожаїв і розділили на чотири класи (низький, низький-помірний, помірно-високий і високий). Що стосується недавнього минулого, то результати моделей урожаю демонструють високий збіг з поточним розташуванням виноградників і оливкових гаїв. На майбутнє виявлено два різних типи впливу (позитивний і негативний). Для оливкових дерев результати показують багатообіцяючі майбутні покращення можливих територій розширення в регіоні Коа.

Тим не менш, ці результати також свідчать про те, що негативний вплив зміни клімату можна пом'якшити шляхом застосування відповідних заходів адаптації, заснованих на зміні певних методів управління, навіть у більш суворому майбутньому сценарії [10]. Тому ці заходи мають бути ретельно сплановані та своєчасно впроваджені фермерами. Отже, сучасне моделювання повинно вирішувати сучасні проблеми такі як зміна клімату та тривалість сезону вирощування оливок, урожайність, температура і опади, фактичне випаровування, потреба у воді, і продуктивність води. Тобто йому необхідно оцінити вплив зміни клімату на цю культуру з різних точок зору та допомогти їх вирішенню у майбутньому, а для цього потрібні й майбутні технології. Сучасний світ технологій стрімко розвивається у всіх напрямках для вирішення людських потреб та проблем і сільське господарство не є виключенням. Тому сучасне моделювання стрімко розвивається за допомогою супутників, а точніше супутникових знімків які на даний час мають непогану якість що допомагає вирішувати або для раннього виявлення захворювань дерев. Все вище згадане допомагає адекватно та своєчасно планувати відповідні заходи адаптації для забезпечення сталості оливкового сектора.

4.2. Моделювання формування урожаю оливкового дерева (*Olea europaea* L.)

Нами за основу розробки моделі оливкового дерева взяті результати розробки прикладних моделей А.М. Польового [1, 2].

В основі розробленої нами моделі росту дерева лежить система рівнянь для оцінки радіаційного та теплового режимів, водного балансу та балансу біомаси дерева.

Основні концептуальні положення моделювання такі:

- ріст і розвиток рослин визначається генотипом і факторами навколишнього середовища;
- моделюється радіаційний, тепловий і водний режими системи ґрунт – рослина – атмосфера;
- моделюються процеси фотосинтезу і дихання;
- моделюється ріст рослин (накопичення сухої біомаси) шляхом розподілу продуктів фотосинтезу.

У моделі росту дерева-оливи (*Olea europaea* L.) розглядається одне окреме дерево (віком 10–12 років), яке складається з двох функціонально зв'язаних частин: надземної (*shoot*) і підземної (*root*), які в свою чергу розділяються на окремі органи або їхні складові частини. У надземній частині дерева виділяються такі органи: стовбур (*stem*), скелетні гілки (*skeletal branches*), нові молоді гілки (*young branches*), листя скелетних гілок (*skeletal leaves*), листя молодих гілок (*young leaves*) суцвіття (*flower*) та плоди (*oliv*).

Маса окремих органів – стовбура, гілок та коренів складається із з двох компонентів – маси заболоні - функціонуючої частини окремого органу (*sapwood*) та ядра – неживої частини органу (*core*). Гілки поділяються на дві групи – скелетні гілки минулих років та молоді гілки поточного року.

Блок-схема моделі формування урожаю дерева-оливи (*Olea europaea* L.) включає 8 блоків і наведена на рис. 4.1.

Перший блок – «Вхідна інформація» – містить необхідні початкові дані, щоденну метеорологічну інформацію: температуру повітря, кількість опадів, сумарну сонячну радіацію, вологість повітря, індекс теплового стресу, випаровування, випаровуваність, норма вегетаційних поливів.

Другий блок – «Радіаційний режим» – охоплює розрахунок величини поглиненої короткохвильової радіації рослинного покриву та інтенсивності фотосинтетично-активної радіації, яка надходить до листя скелетних та нових молодих гілок.

Третій блок – «Тепловий режим» – включає розрахунок функції впливу величини індексу теплового стресу на ріст рослини.

Четвертий блок – «Водний режим» – охоплює розрахунок за даними випаровування та випаровуваності функції вологозабезпеченості.

П'ятий блок – «Фотосинтез» – містить розрахунок інтенсивності скелетних та нових молодих гілок, впливу температури повітря та вологозабезпеченості, фаз розвитку рослин.

Шостий блок – «Дихання» – включає розрахунок витрат на дихання складових органів надземної частини рослин та кореневої системи.

Сьомий блок – «Врахування умов міжфазних періодів» – враховує агрометеорологічні умови міжфазних періодів та їх відмінність від середніх багаторічних умов.

Восьмий блок – «Блок росту» – містить п'ять підблоків: скелетні та нові молоді гілки (ядро, заболонь, листя), стовбур дерева (ядро, заболонь), коріння (ядро, заболонь) та генеративні органи (суцвіття, ягоди).

Зупинимось на деяких особливостях моделювання окремих біологічних процесів.

Розглядається окремо фотосинтез листків скелетних гілок та молодих гілок, для яких окремо визначається інтенсивність падаючої на листок ФАР. Ми розглядаємо, що листки молодих гілок будуть освітлені краще, чим скелетних.

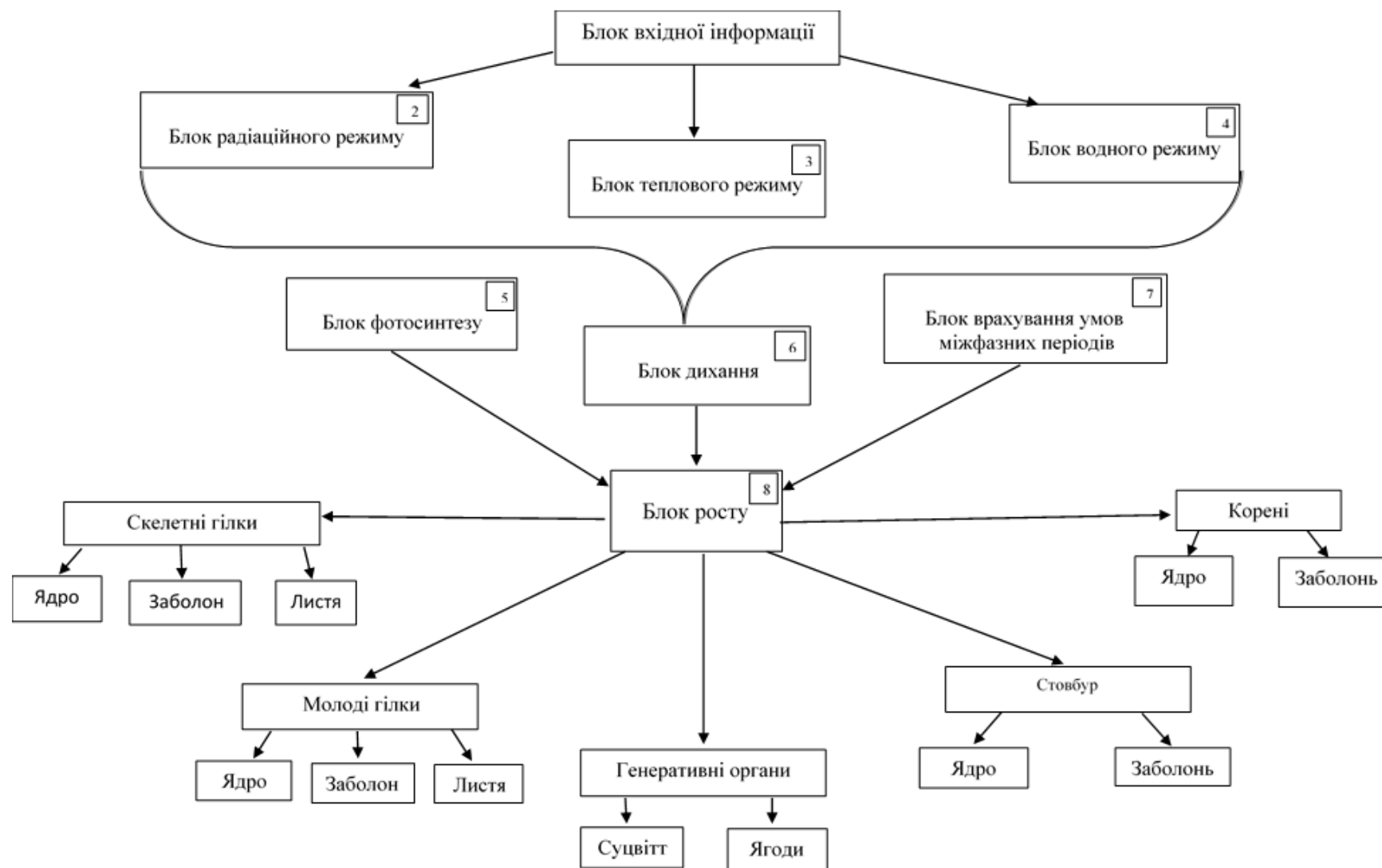


Рисунок 4.1 - Блок - схема моделі формування урожаю дерева - олива

Інтенсивність падаючої на листок ФАР буде визначатись окремо для цих видів листків. Величини поглиненої короткохвильової радіації рослинного покриву і поверхні ґрунту визначаються за співвідношеннями:

$$Q_L = Q_o (1 - \alpha_{LS}), \quad (4.1)$$

$$Q_S = Q_o a_Q (1 - \alpha_S), \quad (4.2)$$

де Q_o – сумарна короткохвильова радіація над верхньою межею РП;

α_{LS} і α_S – альбедо РП і поверхні ґрунту.

a_Q – функція пропускання сумарної радіації РП.

Альбедо поверхні ґрунту розраховується в залежності від зволоження ґрунту за допомогою рівняння:

$$\alpha_S = \begin{cases} \alpha_S^{\max} & \text{при } W_{SS} < W_{WP} \\ \alpha_S^{\max} - (\alpha_S^{\max} - \alpha_S^{\min}) \frac{W_{SS} - W_{WP}}{W_{FC} - W_{WP}} & \text{при } W_{WP} \leq W_{SS} \leq W_{FC} \\ \alpha_S^{\min} & \text{при } W_{SS} > W_{FC}, \end{cases} \quad (4.3)$$

де α_S – альбедо поверхні ґрунту;

$\alpha_S^{\max}, \alpha_S^{\min}$ – альбедо сухого і досить зволоженого ґрунту;

W_{SS} – вологість поверхневого шару ґрунту.

W_{WP} – вологість стійкого в'янення.

W_{FC} – найменша вологоємність ґрунту.

Функцію пропускання сумарної радіації визначаємо за формулою (Росс Ю.К., Бихеле З.Н., 1986)

$$a_Q = (1 - c_2) \exp\left(-\frac{k_S^L L}{\sinh_o}\right) + c_2 \exp\left(-c_3 \frac{k_S^L L}{\sinh_o}\right), \quad (4.4)$$

де c_2, c_3 – емпіричні постійні;

k_s^L – емпірична постійна, яка характеризує вплив геометричної структури РП на пропускання сонячної радіації.

Процес фотосинтезу листя описується формулою (Росс Ю.К., Бихеле З.Н. 1986) з врахуванням впливу на фотосинтез рівня мінерального живлення, фази розвитку рослин, температурного режиму і вологозабезпеченості рослин

$$\frac{d\Phi}{dt} = \frac{1}{1/\Phi_{pot} K_{\Phi}(N_{str}^L) + 1/a_C C_0 + 1/a_{\Phi} \Pi} \min \left\{ \alpha_{\Phi}, \Psi_{\Phi}, \frac{ET}{ET_{pot}} \right\}, \quad (4.5)$$

де Φ_{pot} – інтенсивність потенційного фотосинтезу;

a_C – нахил вуглекислотної кривої фотосинтезу;

C_0 – концентрація CO_2 у повітрі;

a_{Φ} – нахил світлової кривої фотосинтезу;

Π – поглинена рослинним покривом фотосинтетично активна радіація;

α_{Φ} – онтогенетична крива фотосинтезу;

Ψ_{Φ} – температурна крива фотосинтезу;

$K_{\Phi}(N_{str}^L)$ – коефіцієнт забезпеченості рослин елементами мінерального живлення.

В основі продукційного процесу рослин лежить фотосинтез. Його інтенсивність обумовлюється фазою розвитку рослин та умовами навколишнього середовища. Для розрахунку онтогенетичної кривої фотосинтезу використовується формула

$$\alpha_{\Phi}^j = \exp \cdot \left[-a_{\Phi} \left(\frac{TS_2 - \Sigma t_1}{10} \right)^2 \right], \quad (4.6)$$

де величина α_{Φ} визначається за виразом

$$\alpha_{\Phi} = \frac{-100 \cdot \ln \alpha_{\Phi}^o}{(\Sigma t_1)^2}, \quad (4.7)$$

де α_{Φ} – онтогенетична крива фотосинтезу, відн. од.;

α_ϕ^0 – початкове значення онтогенетичної кривої фотосинтезу, відн. од.;

Σt_{1_1} – сума ефективних температур повітря від сходів, при якій спостерігається максимальна інтенсивність фотосинтезу рослин, °C;

TS_2 – сума ефективних температур, °C.

Функція впливу температури повітря на продукційний процес рослин визначається як

$$\psi_\phi = \begin{cases} 13,7 \cdot \sin(0,077 \cdot x_1^j) & \text{при и } (T^j - T_\phi) < T_{opt1}^j, \\ 1 & \text{при и } T_{opt1} \leq (T^j - T_\phi) \leq T_{opt2}^j, \\ 1,13 \cdot \cos(1,570 \cdot x_2^j) & \text{при и } (T^j - T_\phi) > T_{opt2}^j, \end{cases} \quad (4.8)$$

де ψ_ϕ – температурна крива фотосинтезу, відн. од.;

T – середньодекадна температура повітря, °C;

T_ϕ – середньодекадна температура повітря, при якій починається фотосинтез, °C;

T_{opt1} – нижня межа температурного оптимуму для фотосинтезу, °C;

T_{opt2} – верхня межа температурного оптимуму для фотосинтезу, °C.

У рівнянні (4.8) проміжні величини визначається за формулами:

$$x_1^j = (T_s^j \cdot k_{eks}^T - T_\phi) / (T_{opt1}^j - T_\phi), \quad (4.9)$$

$$x_2^j = (T_s^j \cdot k_{eks}^T - T_{opt2}^j) / (T_{max} - T_{opt2}^j), \quad (4.10)$$

де T_{max} – середньодекадна температура повітря, при якій припиняється фотосинтез, °C;

T_s – температура повітря на горизонтальній поверхні, °C;

k_{eks}^T – коефіцієнт для перерахування температури повітря на схилі.

Значення нижньої і верхньої межі температурного оптимуму для фотосинтезу визначаються як функції часу.

Вплив вологозабезпеченості на фотосинтез враховується через відношення сумарного випаровування до випаровуваності

$$FW = ET / ET_{pot}, \quad (4.11)$$

де ET – сумарне випаровування;

ET_{pot} – випаровуваність;

Визначається узагальнена функція впливу термічного режиму і вологозабезпеченості FW на фотосинтез

$$FTW_1 = (\psi_\phi FW)^{0.5}. \quad (4.12)$$

До цієї функції вводиться корекція на рівень температури в сполученні з вологозабезпеченістю:

$$FTW_2 = \begin{cases} FTW_1[1 + (1 - \Psi_\phi)(1 - FW)] & \text{при } t_n < t_{opt1} \\ FTW_1 & \text{при } t_{opt1} \leq t_n \leq t_{opt2} \\ FTW_1[1 - (1 - \Psi_\phi)(1 - FW)] & \text{при } t_n > t_{opt2} \end{cases}. \quad (4.13)$$

Витрати на дихання росту і дихання підтримки моделюються з використанням концепції Мак-Крі (McCree K.J., 1970) і з врахуванням зміни інтенсивності дихання в онтогенезі та під впливом температури повітря

$$\frac{dR}{dt} = \alpha_R \left[C_G \frac{dm}{dt} + C_m m \varphi_R \right], \quad (4.14)$$

де C_G – коефіцієнт витрат на дихання росту;

C_m – коефіцієнт витрат на дихання підтримки;

α_R – онтогенетична крива дихання;

dm / dt – приріст біомаси рослин;

m – маса рослин;

φ_R – температурна крива дихання.

Температурна функція дихання підтримки представлена в моделі наступною формулою

$$\varphi_R = 2^{0.1(T-T_R)}, \quad (4.15)$$

де T_R – кардинальна температура дихання, °C.

Приріст маси рослин на кожному часовому кроці являє собою баланс продуктів фотосинтезу і витрат на дихання

$$dm/dt = (\Phi - R)FI_{SH} , \quad (4.16)$$

де Φ – маса продуктів фотосинтезу;

R – витрати вуглеводів на дихання рослин;

FI_{SH} – функція впливу теплового стресу (Stress Heat). Індекс теплового стресу – це міра, яка виражає ступінь дискомфорту в результаті поєднання температури повітря до наявної в ньому вологи.

Динаміка біомаси надземної і підземної частин рослин розраховується за визначенням співвідношення γ_{shoot} та описується такими рівняннями:

$$\frac{dm_{shoot}}{dt} = \left(\Phi - \frac{dR}{dt} \right) \gamma_{shoot} \quad (4.17)$$

і

$$\frac{dm_{root}}{dt} = \left(\Phi - \frac{dR}{dt} \right) (1 - \gamma_{shoot}), \quad (4.18)$$

де $\frac{dm_{shoot}}{dt}$ і $\frac{dm_{root}}{dt}$ – приріст маси відповідно надземної і підземної частин рослин;

dR/dt – дихання рослин, що визначається як складова двох компонентів – дихання росту і дихання підтримки структур за формулою (4.14).

Приріст надземної маси складових частин органів дерева оливи розподіляється за рівнянням росту:

$$dm_i/dt = \gamma_i (dm_{shoot}/dt), \quad (4.19)$$

$$i \in m_{L.sk.br.}, m_{L.you.br.}, m_{sap.sk.br.}, m_{sap.you.br.}, m_{cor.sk.br.},$$

$$m_{cor.you.br.}, m_{sap.stem.}, m_{cor.stem.}, m_{flower}, m_{oliv}$$

де dm_i/dt приріст біомаси i -их складових частин органів дерева оливи:

$m_{L.sk.br.}$ – маса листя скелетних гілок,

$m_{L,you.br.}$ — маса листя молодих гілок,

$m_{sap.sk.br.}$ — маса заболоні скелетних гілок,

$m_{sap,you.br.}$ — маса заболоні молодих гілок,

$m_{cor.sk.br.}$ — маса ядра скелетних гілок,

$m_{cor,you.br.}$ — маса ядра молодих гілок,

$m_{sap.stem.}$ — маса заболоні стовбура дерева,

$m_{cor.stem.}$ — маса ядра дерева,

m_{flower} — маса суцвіть,

m_{oliv} — маса оливків.

γ_i — функції розподілу асимілятів для i -их складових частин органів дерева оливи.

Динаміка площі асимілюючої поверхні скелетних та нових молодих гілок (L) описується такими рівняннями:

$$dL_{L.sk.br.}/dt = (dm_{L.sk.br.}) / \delta_m , \quad (4.20)$$

$$dL_{L.you.br.}/dt = (dm_{L.you.br.}) / \delta_m , \quad (4.21)$$

де δ_m — питома поверхнева щільність листя.

Параметризація запропонованої моделі формування урожаю дерева оливи проведена на підставі літературних даних, які характеризують фотосинтетичну продуктивність дерева оливи в умовах Середземномор'я, а також відомостей про агротехніку та умови росту та розвитку культури, рівня урожайності оливкового дерева в умовах Ізраїлю.

РОЗДІЛ 5

АГРОМЕТЕОРОЛОГІЧНІ УМОВИ РОСТУ ДЕРЕВА ОЛИВА ТА МОДЕЛЮВАННЯ ФОРМУВАННЯ УРОЖАЮ

5.1. Агromетeоролoгiчнi умoви рoстy дeрeвa oливa в 2018–2020 роках

Порівнюючи температуру повітря середню багаторічну (1988–2000 роках) та температуру повітря за 2018 рік спостерігаємо, що температура першої декади 2018 року на $0,5^{\circ}\text{C}$ вищою за середню багаторічну та зростає до другої декади, після чого знижується до значень нижчих ніж середні багаторічні і становить $15,7^{\circ}\text{C}$ (рис. 5.1). Надалі спостерігається у 2018 році різке підвищення температури в 4-й декаді, що значно відрізняється від середніх багаторічних і не значно знижується до 5-ї декади. У 5-й та 6-й декадах відбувається незначне підвищення в температурі та 6 декада не значно вища від середніх багаторічних температур. Між 6-ю та 12-ю декадами 2018 року спостерігаються коливання в температурах від $19,9$ до $26,4^{\circ}\text{C}$ що значно вищі від середніх багаторічних спостережень, але на 12-й декаді 2018 температура повертається до значень середніх багаторічних і навіть нижча на $0,1^{\circ}\text{C}$. Надалі температура 2018 року різко збільшується протягом декади на плавно знижується протягом трьох наступних декад і повертаються бути відповідним до середніх багаторічних температур протягом восьми декад після чого знову поступово збільшуються на 27-й декаді і продовжують бути високими від середніх багаторічних після чого спостерігається плавне зниження температур, що на $1,4^{\circ}\text{C}$ вище від середніх багаторічних.

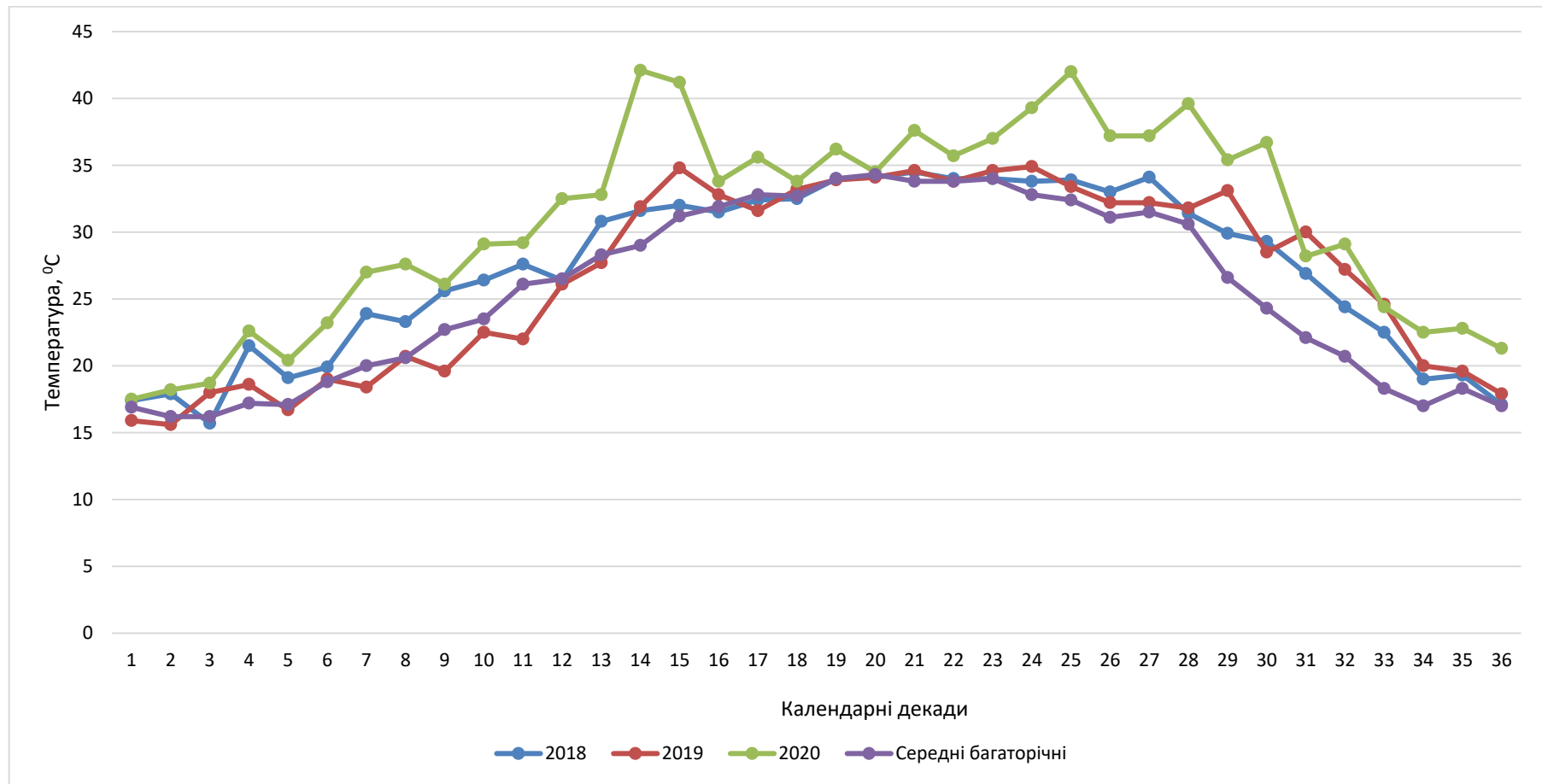


Рисунок 5.1 - Порівняння динаміки температури повітря за середніх багаторічних умов та термічного режиму за 2018-2020 років. NIR НАЕМЕК. Ізраїль

З 28-ї декади відбувається плавне зниження температур що відповідає сезонним зниженням, але залишаються високими в середньому на $3,4^{\circ}\text{C}$ від середніх багаторічних спостережень. Між 34-ю та 35-ю декадами 2018 року відбувається легке підвищення в температурах, що досі високі від багаторічних і на далі зниження в температурі до середніх багаторічних.

У 2019 році в першу декаду січня спостерігається температура на $1,0^{\circ}\text{C}$ нижчою від середніх багаторічних та залишається такою ж протягом 2-ї декади.

Від 2-ї декади до 4-ї спостерігається підвищення в температурі що є високими від багаторічних спостережень, далі температура в 2019 році знижується до середніх багаторічних температур і відповідає їм протягом двох декад. З шостої декади відбувається пониження в температурах та є нижчим від середніх багаторічних температур, на восьмій декаді відбулося підвищення до середніх багаторічних значень. Після чого, знову спостерігається коливання в температурах, що є на $3-4^{\circ}\text{C}$ нижчі від середніх багаторічних температур. З дванадцята декади спостерігається підвищення в температурах до середніх багаторічних та продовжують плавне зростання до тринадцятої декади і становлять на $1,4^{\circ}\text{C}$ нижчі від середніх багаторічних температур. На далі відбувається різке підвищення температури протягом двох наступних декад і воно на $3,6^{\circ}\text{C}$ вищі від середніх багаторічних температур. Протягом наступних декади відбувається пониження в температурах до нижчих для цього сезону, а потім легке підвищення до середніх багаторічних температурах та відповідає їм протягом наступних двох декад. Додаткове легке підвищення відбувається протягом наступної декади і на 21-й температура на $0,8^{\circ}\text{C}$ вище від середніх багаторічних. Далі спостерігаємо коливання температур 2019 року які вищі від середніх багаторічних та на 29-й декаді набуває свого піку в значенні $33,1^{\circ}\text{C}$, тридцята декада відзначається різким зниженням температур але все ще залишаються значно високими від середньо багаторічних температур. Між 31-ю та 34-ю декадами відбувається зниження температур і на $3-6^{\circ}\text{C}$ вища від середніх багаторічних, на

завершення 36-ї декади 2019 року температура на $0,9^{\circ}\text{C}$ вища від середньою багаторічної температури.

Порівнюючи температуру середню багаторічну та 2020 рік спостерігаємо, що перша декада розпочинається на $0,6^{\circ}\text{C}$ вище від середніх багаторічних температур, та продовжується плавне зростання протягом двох наступних декад і різке збільшення приросту температури спостерігається в 4-ту декаду, що є на $5,4^{\circ}\text{C}$ вище середніх багаторічних температур далі зниження на $2,2^{\circ}\text{C}$ але все ще залишаються високими для сезону і таке високе коливання в температурах спостерігається протягом наступних дев'ять декад і максимальна температур 2020 року спостерігається на 14-й декаді і становить $42,1^{\circ}\text{C}$ що на $13,1^{\circ}\text{C}$ вище від середніх багаторічних температур. 15-та декада відзначається не значним зниженням в температурах, але протягом наступної декади спостерігається різке зниження температур, але не достатньо низькими для значень середніх багаторічних температур. Наступні шість декад відзначаються коливанням температурах що є наближеними до середніх багаторічних і тільки на 20-й декаді вони відповідають середнім багаторічним температурам. 21-ша та 22-га декади відзначаються коливанням температур, яке більше на $2\text{--}5^{\circ}\text{C}$ від середніх багаторічних, надалі плавне підвищення температури до 42°C на 25-й декаді, що є вище на $10,4^{\circ}\text{C}$ від середніх багаторічних спостережень. Протягом наступної 26-ї декади спостерігається пониження температур, що зберігається і на 27-й декаді, але все ще дуже високі від багаторічних спостережень. З 28-ї декади відбувається збільшення температури, а потім зниження і такі коливання на високих відмітках спостерігаються три декади поспіль. 31-ша декада 2019 року відзначається різким зниженням температури але все ще висока від середніх багаторічних температур, на наступній декаді спостерігається легке підвищення температур, а починаючи з 33-ї декади спостерігається сезонне пониження температур з легким підйомом на 35-й декаді але вони залишаються високими від середніх багаторічних спостережень.

Отже, провівши порівняння динаміки температур середніх багаторічних та температури 2018–2020 рр. можемо чітко сказати що найспекотнішим роком був 2020 рік, його максимальна температура була відмічена на 14 декаді і позначка сягала 42,1 °С , а мінімальна на 1-й декаді і сягала позначки 17,1 °С. Тобто 2020 рік був у 1,5 рази тепліший ніж середні багаторічні спостереження.

Найближчим роком до середніх багаторічних температур і навіть подекуди холоднішим був 2019 рік. Максимальна температура якого відзначалась у 24-й декаді і становила 34,9 °С, а найхолоднішою була 2-га декада 15,6 °С.

Розглянемо динаміку опадів за ці роки (рис. 5.2). На першу декаду січня 2018 року сума опадів склала 59 мм, що є вище від середніх багаторічних опадів які складають 38 мм для цього періоду. В другу декаду 2018 року опади зменшились до середніх багаторічних, на третю декаду різка зросли до максимальної позначки 2018 роки 94 мм що є в 2,2 рази вищі від середніх багаторічних опадів. Наступна декада була сухою, що не є характерним для першої декади лютого за даними багаторічних спостережень. Після чого знову різке збільшення опадів і наступної ж декади їх відсутність, що протримається ще наступну декаду, а на далі поступове збільшення опадів до 10-ї декади. Від десятої декади до одинадцятої спостерігається зменшення опадів до їх відсутності що не є звичним за багаторічними спостереженнями, після чого знову різке збільшення та плавне зниження опадів до 14 -ї декади і уже з 14-ї декади

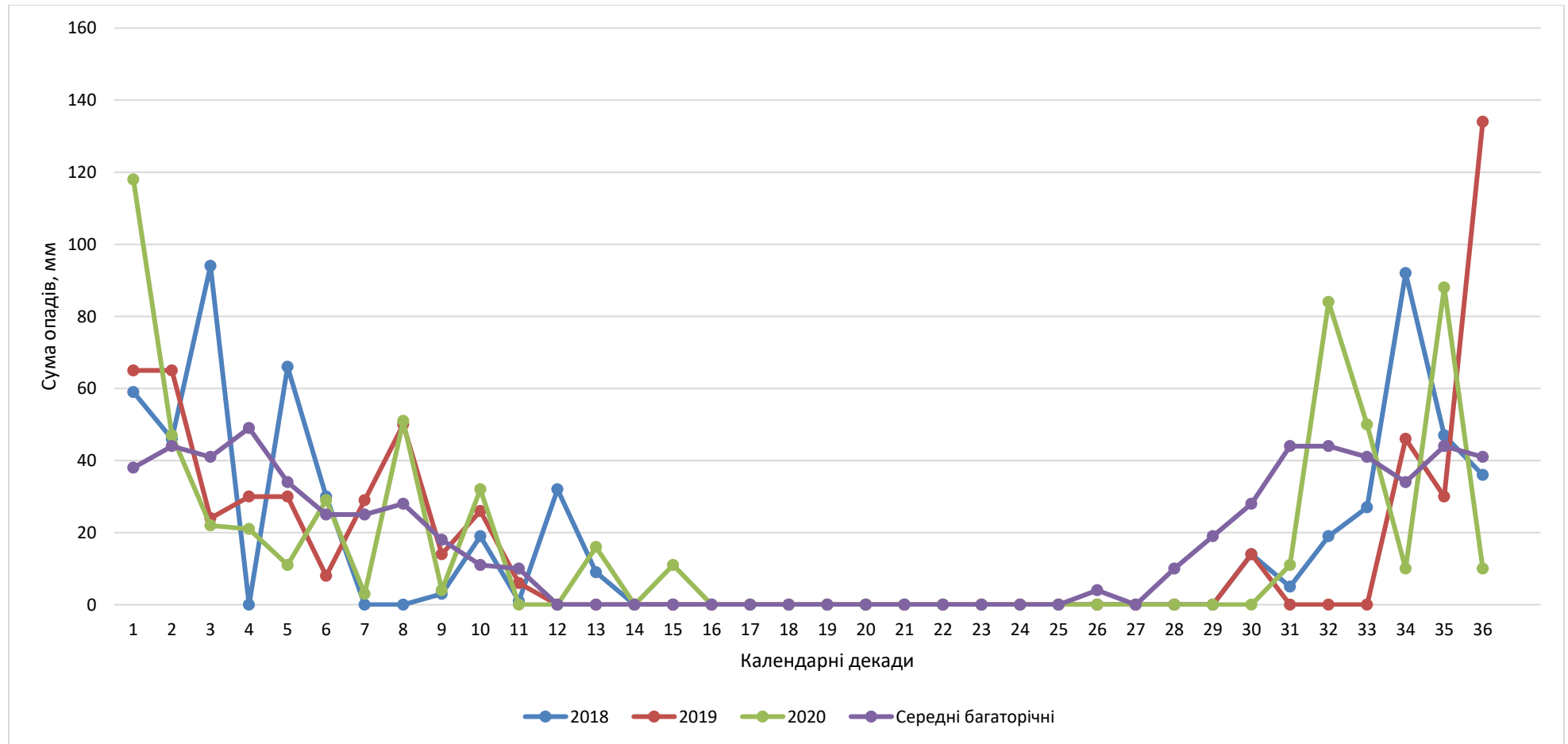


Рисунок 5.2 - Динаміка середніх багаторічних опадів та режиму опадів за 2018-2020 роки. NIR НАЕМЕК. Ізраїль

до 29-ї декади повна їх відсутність що збігається з середніми багаторічними опадами. Починаючи з 29-ї декади спостерігаються опади, що є нижчими і не є характерними для цього сезону за багаторічними спостереженнями. З 30-ї до 31-ї декади відбувається зниження опадів після чого поступове збільшення до 92 мм , що є майже в 3-ри рази вищими від середніх багаторічних опадів, на далі спостерігається зниження до норм середніх багаторічних опадів і на 36-й декаді додаткове зниження, що призвело до опадів нижчих від середніх багаторічних в кінці календарної декади.

Порівнюючи кількість опадів середніх багаторічних і 2019 року бачимо, що в першу декаду січня кількість опадів становить 65 мм, що майже в два рази більше від середніх багаторічних і тримаються протягом другої декади та лише після цього різко падають до норм нижчих від середньо багаторічних. На далі спостерігається легкий ріст опадів , який тримається протягом двох декад та є значно нижчим від середніх багаторічних опадів, а звідси знову значний ріст опадів і таке коливання опадів спостерігається протягом наступних декад, що не відповідає середнім багаторічним даним спостережень. Починаючи з 12-ї до 27-ї декади спостерігається відсутність опадів, що є характерним середнім багаторічним опадам. Відсутність опадів 2019 року спостерігається також протягом 27-ї та 28 декад, що не є нормою за середніми багаторічними спостереженнями. І тільки з 29-ї по 30-ту декаду з'являються невеликі опади, які в 2 рази менші від середніх багаторічних на далі знову спостерігається відсутність опадів протягом двох наступних декад. Між 33-ю та 34-ми декадами відмічаємо різке збільшення опадів, що з настанням наступної декади знижується і тільки після цього на 36-й декаді зазнає піку 2019 року та становлять 134 мм, це є в 3-ри більше від середніх багаторічних.

Описуючи опади 2020 року бачимо, перша декада січня відзначається опадами в 118 мм, що є в 3 рази більшими від середніх багаторічних, потім різко падають протягом наступних двох декад з легким збільшенням на 4-й декаді і знову знижуються що не є звичним для сезону та не відповідає

середнім багаторічним опадам лише друга декада наближено відповідає багаторічним спостереженням. Між 5-ю та 6-ю декадами збільшення опадів, а далі знову зниження до майже мінімальної відмітки в 3 мм, що у 8 разів менше від середніх багаторічних опадів. Далі спостерігаємо різкий ріст опадів і знову зниження і таке коливання опадів маємо до 16-ї декади, таке коливання не відповідає середнім багаторічним опадам. Починаючи з 16-ї до 27-ї декад бачимо відсутність опадів, це є повне співпадіння з середніми багаторічними опадами які відповідають даному сезону. Починаючи з 27-ї до 30-ї декад продовжується засуха, що не є нормою для сезону і тільки з 30-ї декади спостерігаємо легке збільшення, а з наступної різкий приріст опадів. На далі дві декади зменшення та далі знову збільшення, таке різке коливання опадів спостерігається на 36-й декаді і має позначку 10 мм, що в 4 рази менше від середніх багаторічних опадів.

Отже, порівнюючи середні багаторічні та опади 2018, 2019 та 2020 років можемо сказати що, що 2020 рік наближений до сум опадів середніх багаторічних але відзначаються не рівномірним їх розділенням. Загальна сума середніх багаторічних опадів за рік становить 632 мм і характеризується плавним розподіленням. Загальна кількість опадів за: 2018 рік – 599 мм, 2019 рік – 570 мм, 2020 рік – 618 мм.

Зупинимось на нормах вегетаційних поливів (рис. 5.3). Порівнюючи середні багаторічні поливи та полив за 2018 рік, маємо відмітити, перший полив відбувається на 14-й декаді, що на чотири декади пізніше від середніх багаторічних і його середня кількість становить 30 мм. На далі відбувається збільшення кількості води, а після чого зменшення до 30 мм яка триває дві декади поспіль. На 18-й декаді кількість поливу збільшується до значень в 40 мм та триває три наступних декади, після чого здобуває різкий зріст в поливу до значень в 80 мм на 22-й декаді та не змінюється протягом наступної декади. 24-та декада відповідає зниженню кількості поливу в 60 мм, після чого знову відбувається ріст поливу до 80 мм, що не відповідають середнім багаторічним поливам.

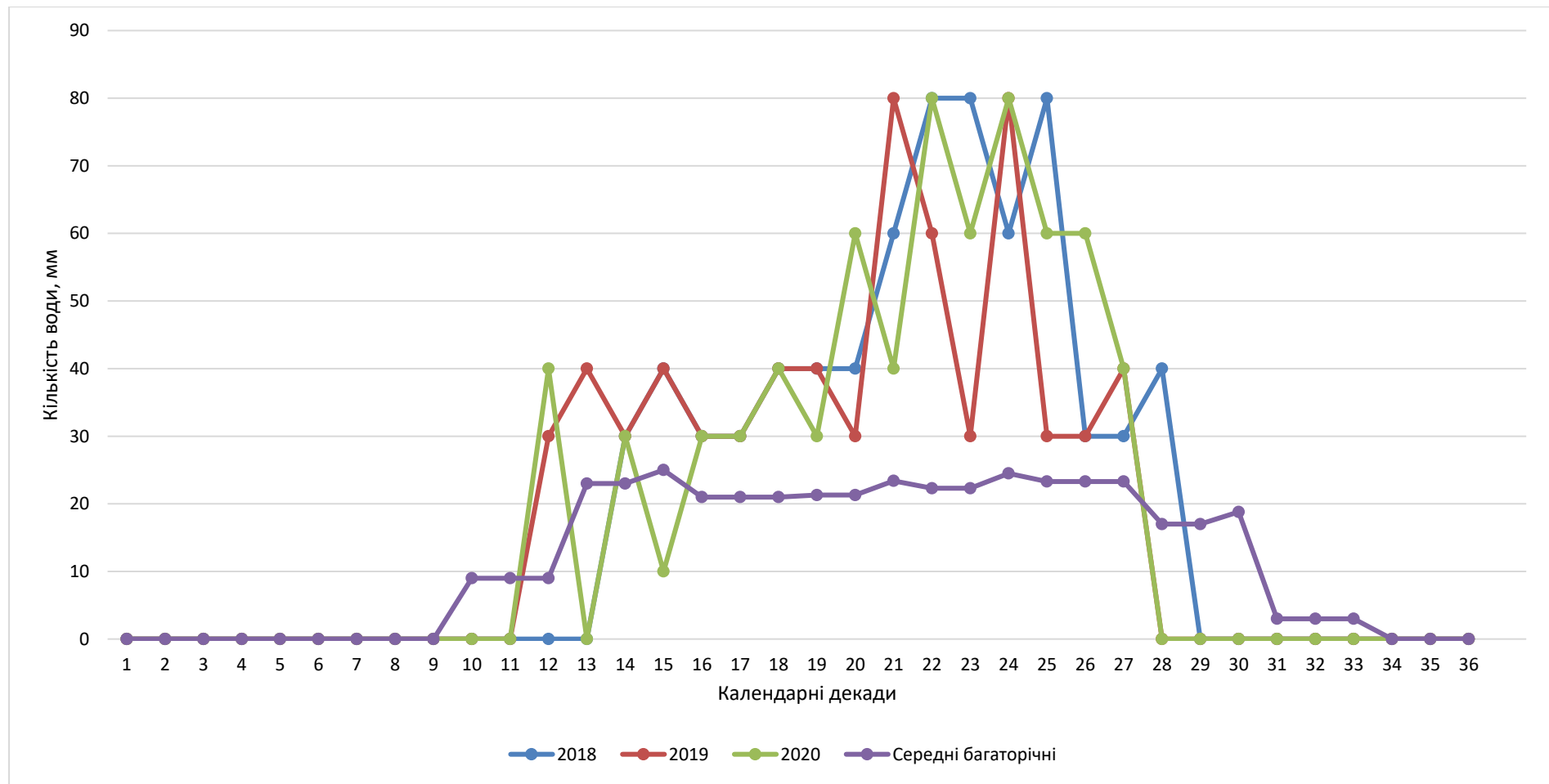


Рисунок 5.3 – Порівняння середніх багаторічних вегетаційних поливів та режиму вегетаційних поливів за 2018-2020 роки. NIR НАЕМЕК. Ізраїль

Між 25-ю та 26-ю декадами відбувається різке зниження кількості поливу до значень в 30мм та тримаються протягом наступної декади. На 29-й декаді ріст кількості води до 40 мм та надалі полив не відбувається.

У 2019 році вегетаційний полив розпочався на 2-ві декади пізніше від середніх багаторічних поливів. На 12-й декаді кількість поливу становила 30 мм, а на наступну декаду полив зріс до 40 мм. Полив на 14-й декаді склав 30 мм, таке коливання було протягом наступних двох декад. На далі спостерігається рівна кількість поливу протягом двох декад в 30 мм, а далі спостерігається ріст в кількостях поливу в 40 мм протягом двох декад.

З 20-ї декади відбувається різкий зріст в поливах до значень в 80 мм на 21-й декаді спостерігається зниження до 60 мм і на наступній декаді відбувається додаткове зниження поливів до 30 мм. Між 22-ю та 25 -ю декадами спостерігається стрибок до значень 80 мм та назад до 30 мм, що тримається стабільно протягом двох наступних декад. На далі відбувається легке збільшення поливів 40 мм, а наступні декади поливів не відбувається. Таке проведення поливів не співпадає з середніми багаторічними поливами. Початок поливів у 2020 році розпочинається на 2 тижні пізніше від середніх багаторічних спостережень. На 12-й декаді кількість поливів становила 40 мм, на наступну декаду полив відсутній. На 14-й декаді кількість поливів становила 30 мм, потім падає до 10 мм і знову зростає до 30 мм та є стабільним протягом наступної декади.

Коливання між поливами 40 мм та 30 мм відбувається на 18-й та 19-й декади, а далі ріст до 60 мм та зниження до 40 мм. На 22-й декаді значення поливів становлять 80 мм, легке зниження значень до 60 мм спостерігається на 23- й декаді і таке ж коливання відбувається протягом наступних двох декад. З 26-ї декади відбувається скорочення поливів 60 мм, 30 мм та 0 мм на 28- декаді , що на 6 декад раніше від середніх багаторічних поливів.

Отже, представлені роки (2018–2020) не відповідають середнім багаторічним поливам, значення даних років значно вищі від середніх багаторічних поливів.

Далі розглянемо режим випаровування та випаровуваності з посадок оливи (рис. 5.4). Порівнюючи середнє багаторічне фактичне випаровування та фактичну випаровуваність (буде описана окремо) за 2018 рік бачимо, що в перші три декади та тридцять шостій декаді спостерігаються найнижча кількість фактичної випаровуваності які навіть нижчі від середніх багаторічних спостережень.

В 3-ю декаду спостерігається найнижчий показник 5 мм при середньому багаторічному 17,2 мм, що в 3,4 рази менший від середнього багаторічного випаровування. Найвищі показники фактичного випарування спостерігаються з 17-ї до 22-ї декад і набуває піку в 21-ї декаді (85 мм), що в 19,2 рази більше від середнього багаторічного випаровування. Збіг з середніми багаторічними спостереженнями та 2018 року спостерігається в двох декадах 27-й та 29-й . У всі інші декади 2018 року спостерігається високе фактичне випаровування від середніх багаторічних даних спостережень.

Характеризуючи фактичне випарування 2019 року, що найнижчі показники випаровування спостерігались протягом першої, другої, тридцять четвертої та тридцять п'ятої декад , але відмітимо що, порівнюючи їх з середнім багаторічним фактичним випаровуванням лише 34-та та 35-та декади були нижчими. Високих значень випаровування спостерігалось на 15-й декаді – 74 мм та 20-й декаді – 92 мм, що є найвищим значенням даного року. Повних збігів фактичного випаровування 2019 року та середніх багаторічних величин не спостерігалось. Натомість, спостерігались відносні збіги що були на 0,8 мм – 7-й, 12-й та 0,9 мм – 17-й декадах менші від середніх багаторічних значень, а також 26-та декада яка була вищою на 0,1 мм і становила 45 мм.

Описуючи та порівнюючи випаровування 2020 року із середнім багаторічним фактичним випаровуванням, відмітимо що найнижчим значенням 2020 року було 12 мм на першій декаді при 14,5 мм за середніми багаторічними спостереженнями на цій же декаді.

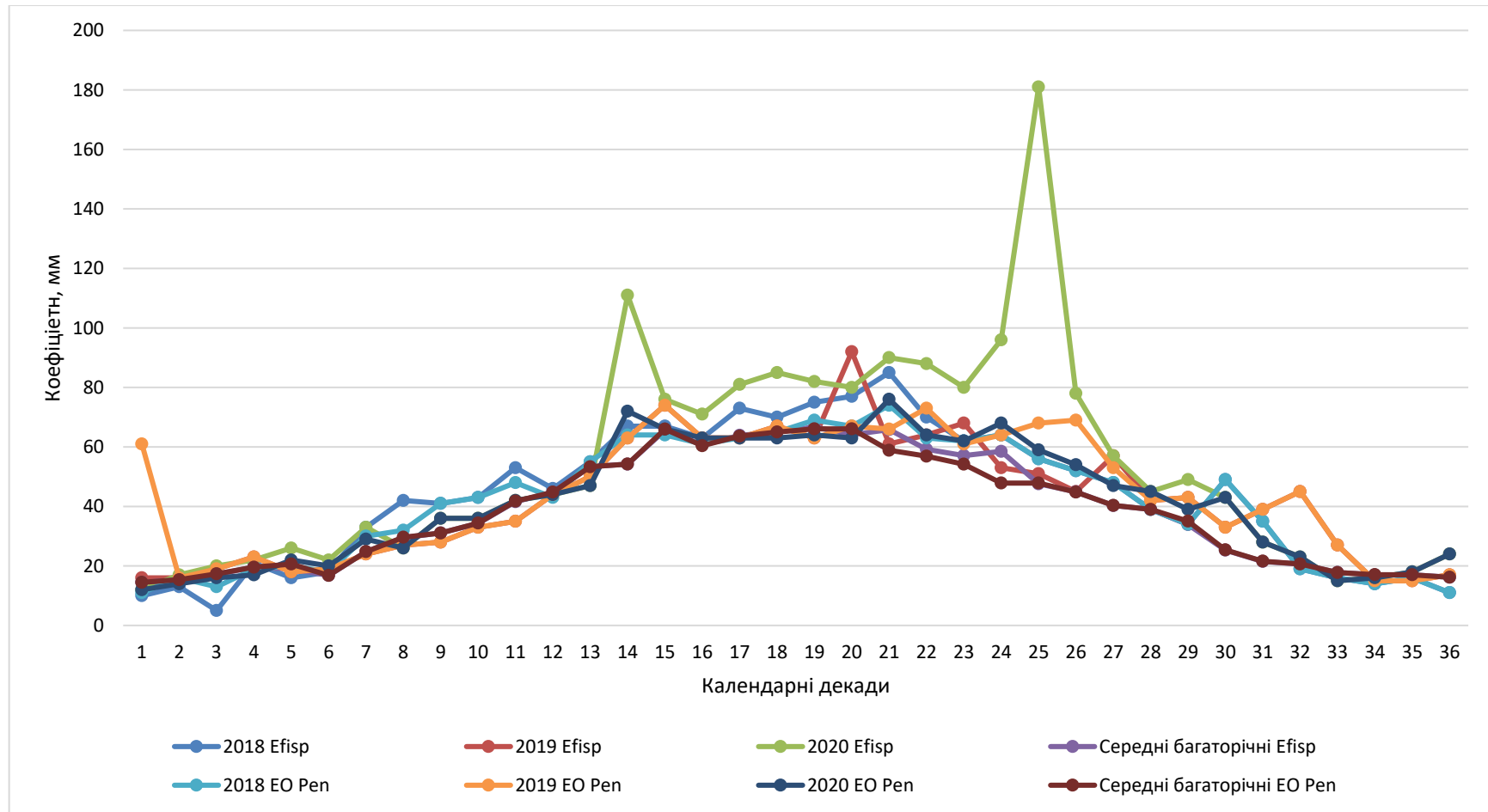


Рисунок 5.4 – Динаміка середнього багаторічного випаровування та випаровуваності за Пенманом за 2018-2020 роки. NIR НАЕМЕК. Ізраїль

Найвищі показники 2020 року відмічались на 14-й декаді – 111 мм та 25-й декаді 181 мм, є в 2 та 3,8 рази відповідно більші від середнього багаторічного фактичного випаровування. З 15-ї до 26-ї декад спостерігалися високі значення фактичного випаровування в 2020 році значення яких коливалися між 71мм до 181 мм. Повних збігів фактичного випаровування з середнім багаторічним фактичним випаровуванням не відмічалось, але спостерігався відносний збіг на 12-й декаді і становив 44 мм від 44,8 мм на цій декаді за середніми багаторічними спостереженнями. Всі інші декади були з завищеним фактичним випаровуванням, що не відповідали багаторічним спостереженням. Отже, наближеним роком до середніх багаторічних значень випаровування був 2019 рік.

Випаровуваність вираховувалась за методом Пенмана. Порівнюючи 2018 рік та середні багаторічні можемо сказати, що перша та тридцять шоста декада дорівнювала 11 мм, що нижче від середньої багаторічної випаровуваності і були найнижчими в даному році. Найвищий показник випаровуваності даного року був зафіксований на 21- декаді і становив 74 мм. Відмітимо, що з 21-ї декади до 27-ї декади випаровуваність відзначалась завищеною від середньої багаторічної випаровуваності для цього сезону. Повний збіг середньої багаторічної та 2018 р. випаровуваності відмічалось у 18-й та 28-й декадах.

Порівнюючи 2019 рік та середні багаторічні дані випаровуваності бачимо, що найнижчі показники були на 2-й, 34-й та 35-й декадах та становили 16 мм, 15 мм та 15 мм відповідно але дані показники є вищими від середніх багаторічних. Найвищий показник випаровуваності даного року спостерігався на 15 декаді і становив 74 мм, який є на 5,9 мм вищим від середніх багаторічних випаровуваності. Повне співпадіння середніх багаторічних даних спостережень та 2019 року не відбувалось але слід відмітити, що майже співпадіння спостерігалось на 7-й, 12-й та 17-й декадах і було відповідно меншим на 0,7 мм, 0,8 мм та 0,64 мм від середніх багаторічних величин випаровуваності.

У 2020 році випаровуваність найбільшою спостерігалась на 21 -й декаді і становила 76 мм, що порівнюючи з середніми багаторічними даними на 17,1 мм більше. Також, на 14-й декаді 2020 року відмічалась висока випаровуваність у 72 мм, яка на 17,8 мм вища для даного сезону за багаторічними спостереженнями. Найнижча випаровуваність спостерігалась в першій декаді даного року і становила 12 мм, що на 2.5 мм нижча, якщо порівнювати з середньою багаторічною випаровуваністю. Відзначаючи співпадіння випаровуваності середньої багаторічної та 2020 року відмітимо, що даного року не спостерігалось повне співпадіння, лише на 11-й декаді 2020 року значення були вищі 0.3 мм від середніх багаторічних та нижчі на 0.8мм та 0.6 мм на 12-й та 17-й декадах.

Отже, порівнявши середні багаторічні дані випаровуваності та випаровуваність 2018–2020 рр. зауважимо, що річна сума випаровуваності становила у 2018 році – 1494 мм, 2019 році – 1587 мм та 2020 року 1496 мм при середніх багаторічних даних випаровуваності 1366 мм. Тобто, в дані роки випаровуваність була високою.

Режим сонячної радіації відіграє важливу роль в процесі фотосинтезу (рис. 5.5). Порівнюючи середню багаторічну та 2018 р. сонячну радіацію відмітимо, що мінімальна сонячна радіація була на 36-й декаді і склала 341.967 wt/m^2 , що є низькими від середніх багаторічних спостережень. Найвищий показник було зафіксовано у 21-й декаді та становив 786,026 wt/m^2 . На початку року, тобто в першу декаду січня сонячна радіація склала 369,609 wt/m^2 від середньої багаторічної для даного періоду спостережень 543 wt/m^2 . Коливання спостерігалось між 1-ю та 9-ю декадами в межах 543 до 800 wt/m^2 , вони були низькими від середньої багаторічної радіації. З 10-ї до 24-ї декад спостерігалось плавне збільшення сонячної радіації, після чого з 27-ї по 29-ту декаду відбувся значний спад і в наступні декади з цієї відмітки відбувалися коливання та зниження до мінімальних показників в цьому році така поведінка сонячної радіації не відповідала середній багаторічній сонячній радіації.

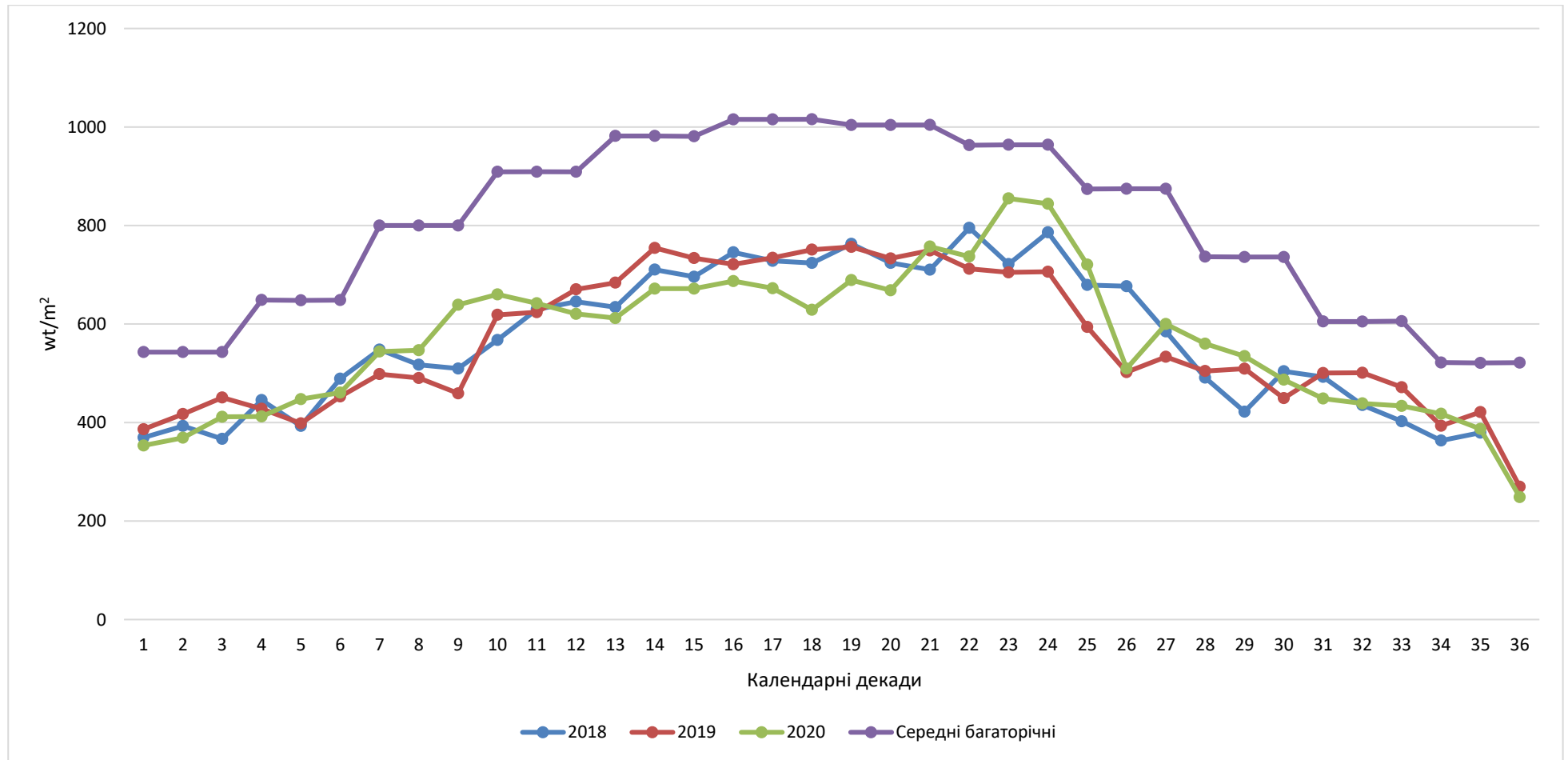


Рисунок 5.5 – Порівняння динаміки середньої багаторічної та декадної сонячної радіації за 2018-2020 роки. NIR НАЕМЕК. Ізраїль.

Аналізуючи сонячну радіацію 2019 року спостерігаємо, що на першу декаду сонячна радіація становить $386,309 \text{ wt/m}^2$, вона є низькою від середніх багаторічних спостережень. На протязі року спостерігається коливання кожні дві або три декади в різні сторони: зростання, спаду, така поведінку сонячної радіації 2019 року відповідає середнім багаторічним спостереженням але має значно менші кількості радіації. Максимальні значення сонячної радіації спостерігались на 23-й декаді та становили $749,285 \text{ wt/m}^2$, мінімальні ж значення спостерігались на 36-й декаді та становили $269,545 \text{ wt/m}^2$, що на $251,955 \text{ wt/m}^2$ менше від середньої багаторічної радіації.

Сонячна радіація 2020 року характеризується стабільним зростанням з першої до десятої декади, а після рівномірно знижується до значень $611,977 \text{ wt/m}^2$ та знову зростає між 14-ю та 16-ю декадами з легким зниженням на 15-й декаді. На 17-й та 18-й декадах відбувається значення кількості радіації і з 19-ї до 23-ї декади спостерігається коливання та значний приріст радіації де набуває максимальне значення в $854,861 \text{ wt/m}^2$. Починаючи з 24-ї до 26-ї декад спостерігається різке зниження сонячної радіації, на 27-й декаді зріст та надалі поступове зниження кількості радіації до мінімальних значень 2020 року на 36-й декаді – $248,603 \text{ wt/m}^2$.

Сонячна радіація 2020 року не співпадала з середніми багаторічними спостереженнями та була значно нижчою від них.

Розглянемо показники теплового навантаження (стресу) (рис. 5.6). Стрес (Stress Heat) – це міра, яка виражає ступінь дискомфорту в результаті поєднання температури повітря до наявної в ньому вологості.

Індекс, який використовується IDF і прийнятий Метеорологічною службою, був сформульований професором Езерою Зохаром на основі роботи С.Е. Thom (1959) і розраховується як середнє значення сухої та вологої температури. Цей індекс також відомий як «індекс дискомфорту» – (Index Discomfort) і виражається як 1 за допомогою «незручної одиниці» - ЯН (хоча його вихідні значення вказані в індексі).

ТЕМПЕРАТУРА, °C																													
50	49	48	47	46	45	44	43	42	41	40	39	38	37	36	35	34	33	32	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	
36.6	35.8	35.1	34.4	33.7	32.9	32.2	31.5	30.7	30.0	29.2	28.5	27.7	27.0	26.2	25.6	24.8	24.0	23.3	22.6	21.8	21.0	20.3	19.5	18.7	17.9	17.2	16.4	15.6	5%
37.8	36.9	36.3	35.4	34.8	33.8	33.2	32.4	31.6	30.9	30.1	29.3	28.6	27.8	27.0	26.2	25.4	24.6	23.9	23.2	22.4	21.6	20.7	20.0	19.2	18.4	17.6	16.8	16.0	10%
38.8	38.0	37.2	36.4	35.7	34.8	34.1	33.2	32.5	31.7	30.9	30.1	29.2	28.5	27.7	26.9	26.1	25.3	24.5	23.7	22.9	22.2	21.3	20.5	19.7	18.9	18.1	17.3	16.5	15%
39.8	39.1	38.1	37.4	36.5	35.8	34.9	34.1	33.3	32.4	31.6	30.8	30.0	29.2	28.3	27.5	26.8	25.9	25.1	24.2	23.5	22.6	21.7	21.0	20.1	19.4	18.5	17.6	16.9	20%
	39.9	39.1	38.2	37.4	36.5	35.7	34.8	34.1	33.1	32.4	31.4	30.7	29.8	29.0	28.2	27.3	26.5	25.7	24.8	23.9	23.2	22.3	21.4	20.6	19.7	18.9	18.1	17.2	25%
		39.9	39.0	38.2	37.3	36.5	35.6	34.7	33.9	33.0	32.2	31.2	30.4	29.6	28.7	27.9	27.0	26.1	25.3	24.5	23.6	22.8	21.9	21.0	20.2	19.3	18.4	17.6	30%
			38.0	37.2	36.3	35.4	34.5	33.7	32.7	31.9	31.1	30.1	29.3	28.4	27.5	26.7	25.8	24.9	24.1	23.2	22.3	21.5	20.5	19.7	18.8	18.0			35%
				37.9	36.9	36.1	35.1	34.3	33.3	32.5	31.6	30.7	29.9	28.9	28.1	27.2	26.3	25.4	24.5	23.6	22.7	21.9	21.0	20.1	19.2	18.3			40%
					37.6	36.7	35.7	34.9	33.9	33.1	32.1	31.3	30.4	29.4	28.6	27.6	26.7	25.9	24.9	24.0	23.2	22.2	21.3	20.4	19.6	18.6			45%
						37.3	36.3	35.4	34.5	33.6	32.6	31.8	30.9	29.9	29.0	28.1	27.2	26.3	25.3	24.4	23.6	22.7	21.7	20.8	19.9	19.0			50%
							36.9	36.0	35.0	34.1	33.2	32.2	31.3	30.4	29.5	28.6	27.6	26.7	25.8	24.8	23.9	23.0	22.1	21.2	20.2	19.3			55%
								36.5	35.6	34.6	33.7	32.8	31.8	30.8	29.9	29.0	28.0	27.1	26.2	25.2	24.3	23.4	22.4	21.5	20.6	19.7			60%
									36.0	35.1	34.1	33.1	32.2	31.3	30.3	29.4	28.5	27.5	26.6	25.6	24.7	23.7	22.8	21.8	20.9	20.0			65%
										35.5	34.6	33.6	32.6	31.7	30.8	29.8	28.8	27.9	26.9	26.0	25.1	24.1	23.1	22.2	21.2	20.3			70%
											35.0	34.1	33.1	32.1	31.2	30.2	29.2	28.2	27.3	26.3	25.3	24.4	23.4	22.5	21.5	20.6			75%
												32.5	31.5	30.5	29.6	28.6	27.7	26.7	25.7	24.7	23.8	22.8	21.9	20.9				80%	
													30.9	29.9	29.0	28.0	27.1	26.1	25.1	24.1	23.1	22.1	21.2					85%	
														30.3	29.3	28.3	27.4	26.4	25.4	24.4	23.4	22.5	21.5					90%	
															30.7	29.7	28.7	27.7	26.7	25.7	24.7	23.7	22.7	21.7				95%	
																30.0	29.0	28.0	27.0	26.0	25.0	24.0	23.0	22.0				100%	

Ві
Д
н
о
с
н
а

в
о
л
о
гі
ст
ь,
%

Рисунок 5.6 – Теплове навантаження (YAN) і різні категорії, створені в результаті поєднання температури (°C) і відносної вологості (у відсотках)

Недолік цього індексу полягає в тому, що він безпосередньо не враховує радіацію та вітер, які також впливають на фізіологічне відчуття теплового навантаження. Однак перевагою індексу є його простота та відносна легкість його розрахунку з використанням лише двох метеорологічних змінних. Цей індекс досліджували професор Епштейн і професор Моран (2006) і визнали його найкращим робочим індексом.

Суша температура (або її більш повна назва: bulb dry temperature (TD) – це професійний термін для загальноприйнятого поняття температури повітря, яке ми використовуємо в нашому повсякденному житті (в прогнозі, новинах тощо). або більш повною назвою: температура за вологим термометром (TW – temperature bulb wet) – це температура, до якої повітря охолоджується за допомогою випаровування. На практиці цю температуру вимірюють термометром, на кінці якого одягнений мокрий ґніт. Він визначається за сухою температурою та відотною вологістю (вимірюється датчиками).

Індекс дискомфорту розраховується наступним чином: $\text{індекс дискомфорту} = 0,5TW + TD0,5$.

Згідно з новими визначеннями IDF існує шість категорій теплового навантаження, визначених відповідно до значень:

- Без теплового навантаження – індекс дискомфорту менше 22,0 °C.
- Легке теплове навантаження – індекс дискомфорту від 22,0 до 23,9 °C.
- Помірне теплове навантаження – індекс дискомфорту від 24,0 до 25,9 °C.
- Помірне теплове навантаження індекс дискомфорту від 26,0 до 27,9 °C.
- Велике теплове навантаження – індекс дискомфорту від 28,0 до 29,9 °C.
- Екстремальне теплове навантаження – індекс дискомфорту 30,0 °C або вище.

Представляє інтерес також динаміка середнього багаторічного теплового стресу (1996 – 2004 роки) та 2018 р. (рис. 5.7). У 2018 році перший тепловий стрес відбувається на 16-й декаді та становить 16 ЯН - це на 5.7 ЯН вищі від середніх багаторічних спостережень. З 17-й до 22-й декад спостерігається посилення теплового стресу та на 22-й декаді приймає піку 2018 року і становить 36 ЯН , такі показники значно вищі від середніх багаторічних спостережень та на декаду раніше відбувається пік 2018 року теплового стресу. На 23-й декаді тепловий стрес знижується до максимальних значень теплового стресу багаторічних спостережень та співпадають на значенні 31 ЯН.

Далі зростають до максимальних значень 36 ЯН і далі спостерігається зниження теплового стресу, але все ще залишаються високими від середніх багаторічних спостережень. На 26-й декаді тепловий стрес відсутній, що не є звичайним для другої декади вересня за багаторічними спостереженнями. На 27-й декаді різке збільшення теплового навантаження до значень 22 ЯН, що на 7.7 ЯН вище від середніх багаторічних теплових навантажень, потім починає знижуватись протягом двох наступних декад і на 29-й декаді зникає таким чином дана декада співпадає з середніми багаторічними спостереженнями. На 30-й декаді з легку зростає і становить 5 ЯН, що є високим для даного сезону, за багаторічними спостереженнями вона повинна бути відсутня.



Рисунок 5.7 – Порівняння динаміки середнього багаторічного та декадного індексу теплового стресу за 2018-2020 роки. NIR НАЕМЕК. Ізраїль

І на 31-й декаді тепловий стрес повністю зникає в даному 2018 році, що відповідає середнім багаторічним даним теплового стресу.

Перший тепловий стрес 2019 року спостерігався на 16 -й декаді і становив 17 ЯН, що співпадає з початком середніх багаторічних спостережень але вищий на 6,7 ЯН. На другій декаді відбувається зниження теплового стресу 2019 року майже до середніх багаторічних значень але все ще залишаються на 0.8 ЯН вищим від них. З 18-ї по 21-шу декаду спостерігається посилення теплового стресу з 26–32 ЯН та не змінюються протягом наступної декади такі значення більші від середніх багаторічних спостережень. 23-тя декада дорівнювала 28 ЯН, що на 2.5 ЯН нижче від середнього багаторічного теплового стресу. В наступній декаді спостерігалось посилення теплового стресу до максимальних значень 2019 року 38 ЯН, що на 13.7 ЯН вище від середніх багаторічних. Протягом 25-ї та 28-ї декад спостерігається зниження теплового навантаження до значень 13 ЯН, але все ще залишається високим порівняно з середнім багаторічним тепловим стресом. На 29-й декаді спостерігається легке посилення теплового стресу до 17 ЯН і після чого зниження протягом двох наступних декад до їх відсутності, що на дві декади пізніше від середніх багаторічних спостережень.

Перший тепловий стрес 2020 року спостерігався на 16- декаді та становив 8 ЯН, що на 2.3 ЯН нижчий від середніх багаторічних спостережень. З 16-ї по 22-ту декади спостерігається збільшення теплового навантаження від 8 до 36 ЯН з легким коливанням на 21-й декаді в 18 ЯН , таке плавне зростання теплового стресу подібно до середніх багаторічних спостережень, а порівнюючи коефіцієнти то вони високі для даного сезону. Між 23-ю та 25-ю декадами спостерігається додаткове навантаження до максимального на 25-й декаді де становить 51 ЯН, що перевищує в 2,5 рази від середніх багаторічних теплових навантажень. Починаючи з наступної декади теплове навантаження стрімко знижується протягом чотирьох наступних декад, така поведінка теплового стресу співпадає зі багаторічними спостереженнями але коефіцієнти залишаються бути зависокими для даного періоду спостережень.

На 30-й декаді спостерігається легке збільшення теплового навантаження і до наступної декади зникає, що на дві декади пізніше від середніх багаторічних спостережень.

5.2. Моделювання формування урожаю оливи у 2018–2020 роках

Розглянемо результати моделювання процесу формування урожаю оливи. Порівнюючи динаміку площі всіх листків 2018 року та середніх багаторічних бачимо (рис. 5.8), що з першої по восьму декаду площа не змінюється та становить $3,1 \text{ м}^2/\text{м}^2$, що $1 \text{ м}^2/\text{м}^2$ нижче від середньо багаторічних спостережень. Плавний ріст площі всіх листків спостерігається з восьмої декади $3,5 \text{ м}^2/\text{м}^2$ та зростає до тринадцятої декади і становить $6 \text{ м}^2/\text{м}^2$, порівнюючи з середніми багаторічними спостереженнями можемо сказати що, початок періоду росту співпадає але площа всіх листків 2018 року залишається нижчою, щодо періоду завершення росту площі листків то він на одну декаду пізніше та на $1 \text{ м}^2/\text{м}^2$ менший від середніх багаторічних спостережень. Починаючи з тринадцятої декади змін площі всіх листків не відбувається до 36-ї декади така поведінка розвитку площі листків співпадає з середніми багаторічними даними. У 2019 році на початок року розвитку площі листя становили $5,1 \text{ м}^2/\text{м}^2$ та були сталими до дев'ятої декади, що на дві декади більше та зі значеннями на $1 \text{ м}^2/\text{м}^2$ вищими від середніх багаторічних даних. Починаючи з 10-ї по 12-ту декаду спостерігається плавний ріст площі всіх листків до найвищих значень в $8 \text{ м}^2/\text{м}^2$ що не змінюється до 36-ї декади.

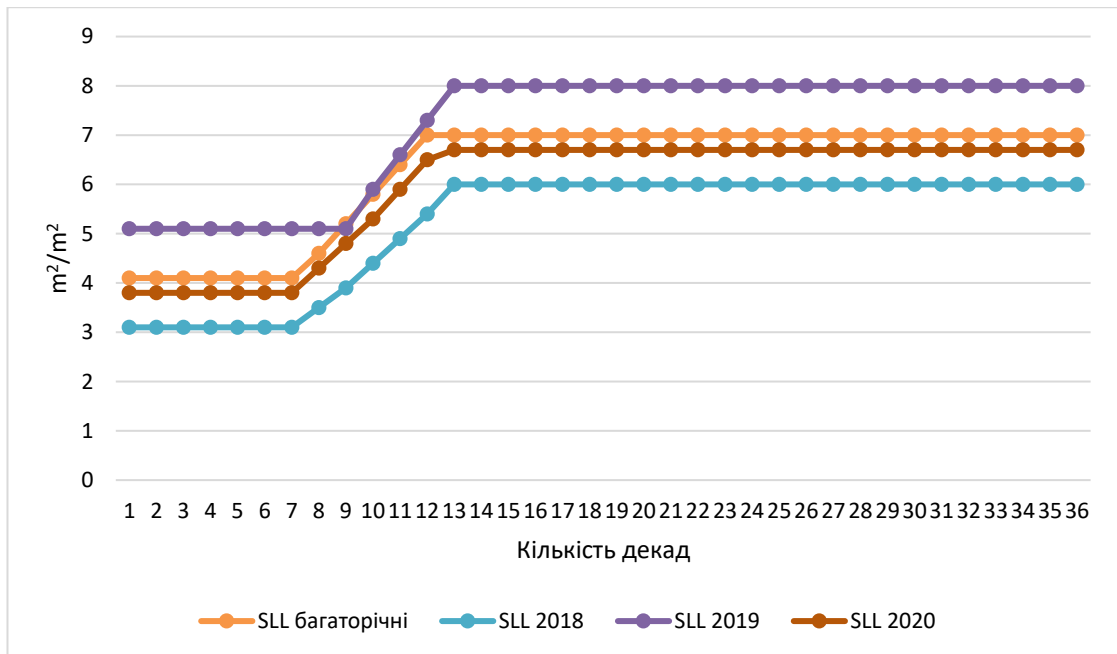


Рисунок 5.8 – Порівняльна динаміка площі всіх листків за 2018-2020 роки та середніх багаторічних умовах. NIR НАЕМЕК. Ізраїль

Якщо порівнювати з середнім багаторічним ростом площа всіх листків, то значення у 2019 році залишаються на $1 \text{ м}^2/\text{м}^2$ вищими та розвиток триває на одну декаду довше.

Описуючи 2020 рік та порівнюючи з середніми багаторічними даними спостерігаємо, що з першої по сьому декаду площа всіх листків становить $3,8 \text{ м}^2/\text{м}^2$ це на $0,3 \text{ м}^2/\text{м}^2$ вище від порівнюючи даних, а період спокої 2020 року та середніх багаторічних співпадає.

Площа листя визначає процес фотосинтезу.

Сумарний фотосинтез 2018 року спостерігається на шостій декаді та становить $36,8 \text{ г}/\text{м}^2$, що на $15,1 \text{ г}/\text{м}^2$ нижче від середніх багаторічних спостережень (рис. 5.9). Починаючи з шостої декади спостерігається приріст фотосинтезу до 18-ї декади де набуває найвищих значень 2018 року $118,6 \text{ г}/\text{м}^2$, такий період росту співпадає з середніми багаторічними даними спостережень але все ще залишаються низьким для вісімнадцятої декади.

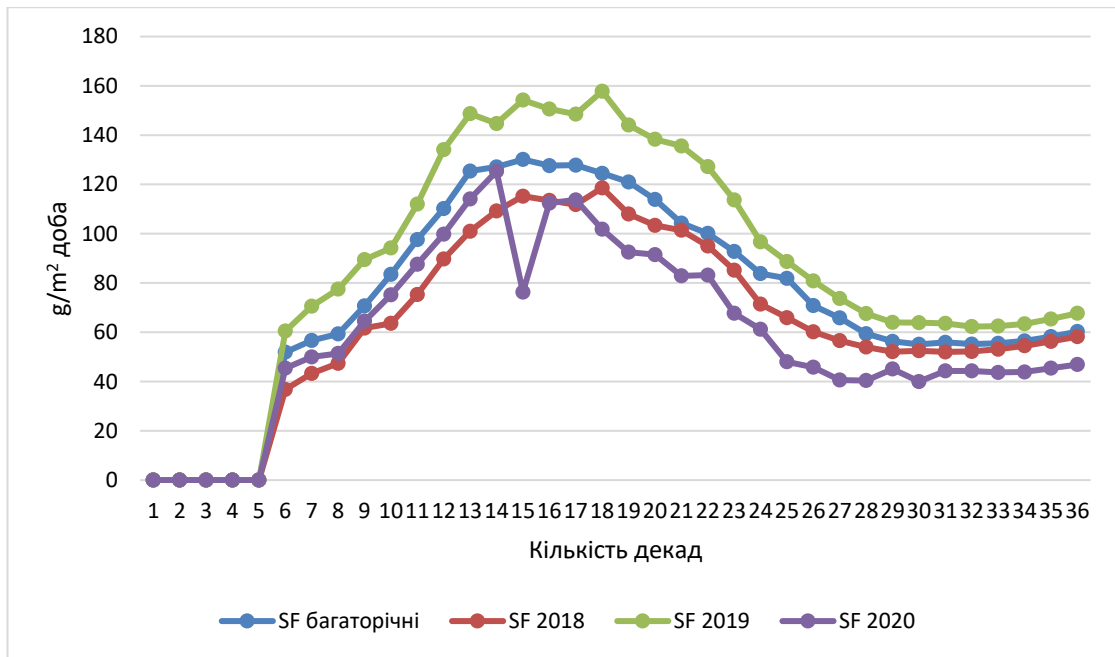


Рисунок 5.9 – Порівняльна динаміка сумарного фотосинтезу при середніх багаторічних умовах та в 2018–2020 роках. NIR НАЕМЕК. Ізраїль

З 19-ї декади спостерігається зниження коефіцієнту фотосинтезу до тридцять другої декади де вона становить $52,2 \text{ г/м}^2$, а дані знову зростає і на тридцять шостій декаді становить $58,2 \text{ г/м}^2$. Порівнюючи з середніми багаторічними даними бачимо що, у 2018 році процес зниження коефіцієнту сумарного фотосинтезу відбувається на дві декади довше та зі значеннями нижчими, завершення року тридцять шоста декада характеризується на $2,1 \text{ г/м}^2$ нижче від середніх багаторічних. Описуючи та порівнюючи динаміку сумарного фотосинтезу 2019 року та середні багаторічні спостереження бачимо що з першої по п'яту декаду фотосинтез не відбувається, а починається з шостої декади у значеннях $60,5 \text{ г/м}^2$, що на $8,6 \text{ г/м}^2$ більше від середніх багаторічних спостережень. Починаючи з шостої по десятую декаду спостерігається плавне збільшення сумарного фотосинтезу, а з одинадцятої по вісімнадцяту більш різкий ріст. Порівнюючи з середніми багаторічними, бачимо що більш різкий ріст сумарного фотосинтезу у 2019 році на дві декади пізніше та з вищими значеннями. На вісімнадцятій декаді спостерігається пік 2019 року який становить $154,2 \text{ г/м}^2$, такі значення на 18,8 % більші від

максимальних середніх багаторічних. З шістнадцятої по тридцять другу декаду спостерігається скорочення значень сумарного фотосинтезу до значень $62,3 \text{ г/м}^2$ дане значення вище від середніх багаторічних. Починаючи з тридцять третьої декади по тридцять шосту бачимо ріст значень сумарного фотосинтезу, що відповідає середнім багаторічним даним але значення все ще залишаються вищими на $7,4 \text{ г/м}^2$.

У 2020 році сумарний фотосинтез з першої по п'яту декаду був відсутній але починаючи з шостої декади він становить $45,4 \text{ г/м}^2$, що на $6,5 \text{ г/м}^2$ нижче від середніх багаторічних значень. Наступних дві декади відбувається плавний ріст і з десятої декади спостерігається більш виражене збільшення сумарного фотосинтезу, такий ріст співпадає з середніми багаторічними спостереженнями але з нижчими показниками. Максимальне значення сумарного фотосинтезу спостерігається на чотирнадцятій декаді і становить $125,3 \text{ г/м}^2$, що на одну декаду раніше та на $4,8 \text{ г/м}^2$ нижче ніж середні багаторічні показники. П'ятнадцята декада виділяється різким зниженням сумарного фотосинтезу і становить $76,3 \text{ г/м}^2$, що на 41,3% нижче від середніх багаторічних спостережень для даного сезону. Після чого протягом двох декад спостерігається різке збільшення сумарного фотосинтезу але значення все ще залишаються зниженими, що не є прийнятним для цих декад. Починаючи з вісімнадцятої до тридцятої декади відбувається плавне зниження значень яке відповідає середнім багаторічним спостереженням та все ще значення 2020 року залишаються низькими. З тридцять першої по тридцять шосту декаду бачимо сезонний ріст сумарного фотосинтезу, така поведінка відповідає середнім багаторічним спостереженням але значення все ще залишаються низькими у 2020 році.

Зупинимось на формуванні плодів. Порівнюючи з середніми багаторічними масу плодів 2018 року бачимо що ріст маси починається на вісімнадцятій декаді і становить $132,6 \text{ г/м}^2$, що на $22,1 \text{ г/м}^2$ менше від середніх багаторічних даних (рис. 5.10).

Далі спостерігається ріст маси до максимальних значень 2018 року на тридцять першій декаді і становить 3782,6 г/м², що на одну декаду пізніше та на 785,9 г/м² менше від середніх багаторічних спостережень. Починаючи з тридцять першої декади зміни маси плодів не спостерігається.

У 2019 році приріст маси плоду відбувся на 18-й декаді і становив 181,6 г/м², що на 17,4 % більше від середніх багаторічних спостережень. З шістнадцятої по двадцять дев'яту декади спостерігається ріст маси плоду і на двадцять дев'ятій декаді становить 5697,8 г/м² де приймає максимальні значення маси, що на 24,9 % вище та на одну декаду раніше від середніх багаторічних значень. Протягом тридцятьої та тридцять першої декад відбувається легке зниження в масі, таке легке зниження маси плоду є відповідним середнім багаторічним спостереженням але все ще залишаються високими. На далі змін маси плоду не спостерігається.

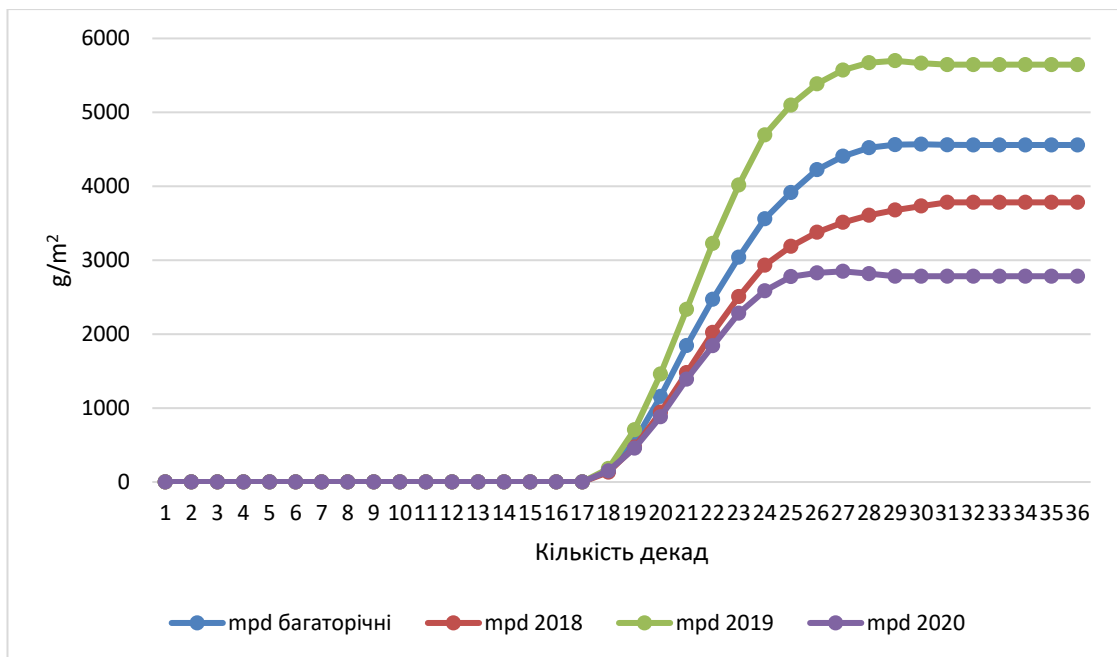


Рисунок 5.10 – Порівняльна динаміка маси плодів дерева за 2018-2020 роки та при середніх багаторічних умовах. NIR НАЕМЕК. Ізраїль

Описуючи 2020 рік та порівнюючи його з середніми багаторічними даними маси плодів дерева спостерігаємо що, приріст маси плодів розпочався

на вісімнадцятій декаді і становить $149,8 \text{ г/м}^2$, що на $4,9 \text{ г/м}^2$ менше від середніх багаторічних спостережень. До двадцять сьомої декади відбувається ріст маси плодів дерева де вона набуває максимальних значень 2020 року і становить $2849,2 \text{ г/м}^2$, що на три декади раніше та на $1719,3 \text{ г/м}^2$ менше від максимальної маси середніх багаторічних спостережень. Наступні дві декади відбувається зниження маси плодів дерева до значень $2783,2 \text{ г/м}^2$, таке зниження маси характерне для плодів що відбувається на дві декади раніше за середніми багаторічними спостереженнями. З двадцять дев'ятої декади змін маси плоду не спостерігається.

Ростові функції надають уявлення про розподіл продуктів фотосинтезу між окремими органами. Ростові функції листків при середніх багаторічних розпочинаються з першої декади та тривають протягом п'ятнадцяти декад з тридцяти шести (рис. 5.11). На початок росту вони мають $0,125$ відн.од., що є їх максимальним значенням та надалі знижуються і на п'ятнадцятій декаді досягають мінімальних значень $0,1$ відн.од. Описуючи ростові функції стовбура при середніх багаторічних то спостерігаємо, що ріст розпочинається з першої декади де має значення $0,109$ відн.од. та триває протягом наступних п'ятнадцяти декад де значення зростають до дванадцятої декади тут набуває максимальних значень $0,115$ відн.од., що залишаються незмінними протягом двох наступних декад, а потім знижуються на $0,001$ відн.од.

Ростові функції нових гілок цього року бачимо що, розвиток триває протягом перших двадцяти трьох декад із тридцяти шести і на першу декаду становлять $0,109$ відн.од. на далі зростають до дванадцятої декади де набувають найбільших значень $0,115$ відн.од. які тримаються протягом двох наступних декад і на п'ятнадцятій декаді значення починають знижуватися до мінімальних значень $0,001$ відн.од.

Описуючи ростові функції скелетних гілок минулого року маймо що, їх розвиток відбувається з першої по двадцять третю декади. Перша декада має значення $0,109$ відн.од після чого зростають до дванадцятої декади де набувають максимальний значень $0,115$ відн.од. що залишаються не змінними

протягом двох наступних декад і на п'ятнадцятій декаді значення починають знижуватися до мінімальних значень 0,001 відн.од.

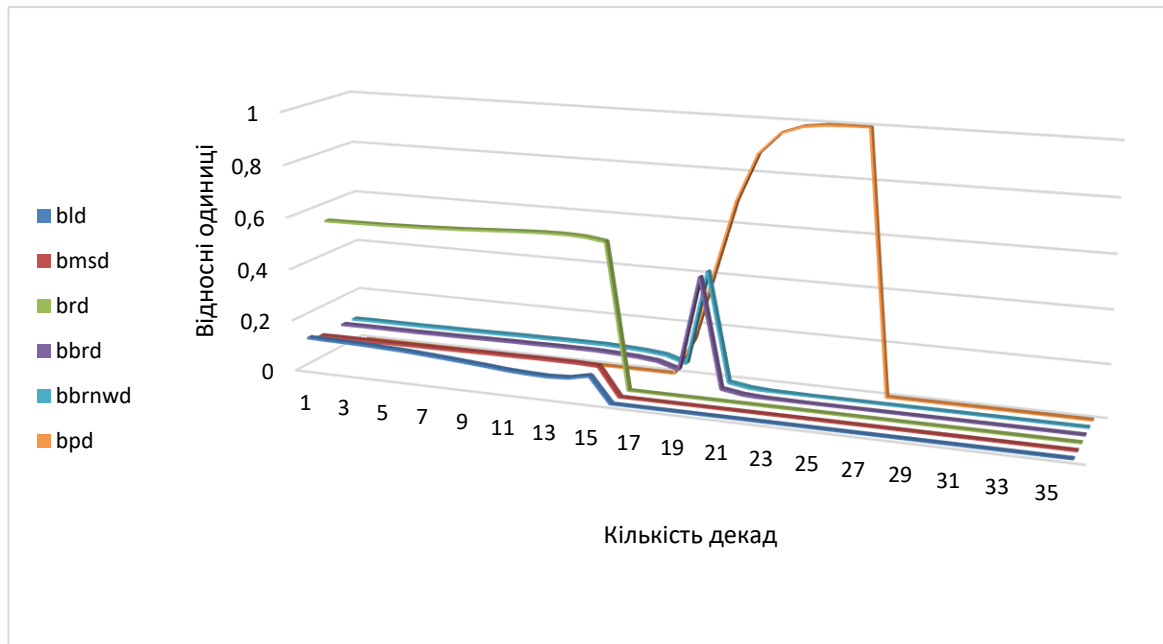


Рисунок 5.11 – Динаміка ростових функцій при середніх багаторічних умовах. NIR НАЕМЕК. Ізраїль

Якщо ж описати динаміку ростових функцій кореня то помічаємо що, розвиток корінних функцій відбувається з вісімнадцятої по тридцять шосту декади де його мінімальні значення становлять 0,144 відн.од які далі зростають до тридцять шостої декади і становлять 1,009 відн.од.

Зупинимось на розгляді оцінок окремих періодів вегетації.

Підсумовуючи періоди вегетації дерева олива 2018 року відмітимо що перший період початок росту нових гілок відбувався між шостою та одинадцятою декадами (рис. 5.12).

На шосту декаду від набув максимальних значень 134 % і на далі знижувався, що спостерігалось на одинадцятій декаді значення 21 % у всіх наступних декадах до тридцять шостої процесів не спостерігалось.

Оцінюючи по декадам другий період вегетації активний ріст нових гілок то можемо слідкувати за тим що розвиток другого періоду припадає з дванадцятої до чотирнадцятої декад. Активний процес відбувається на

дванадцятій декаді і становить 108 % і до чотирнадцятої знижується до значень в 99 %.

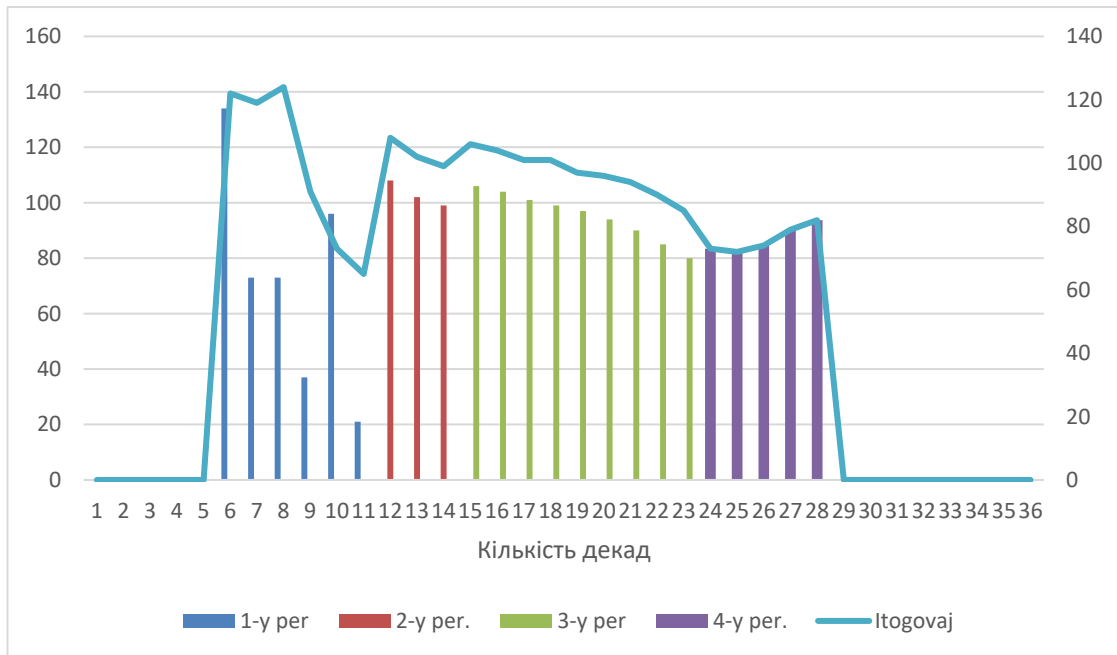


Рисунок 5.12 – Підсумкова оцінка (%) по декадам періоду вегетації 2018 року. NIR НАЕМЕК. Ізраїль

Третій періоду а саме період із зав'язування плоду і до росту до зеленої стиглості припадає на 15–23 декади. Даний період набуває максимальних значень на п'ятнадцятій декаді, що протягом наступних восьми декад знижується і на двадцять третій декаді досягає 80 % .

Останній період дозрівання плоду до повної стиглості. Даний період відбувається між двадцять третьою та двадцять восьмою декадами. На двадцять четвертій декаді відзначаються мінімальне значення 73 %, що протягом чотирьох декад зростає і таким чином на двадцять восьмій декаді відповідає значенню 82 %.

Отже, якщо дати підсумкову оцінку періодам вегетації то можемо сказати що, дані чотири періоди відбувається між шостою та двадцять восьмою декадами. Початок кожного залежить від закінчення попереднього. Максимальне значення набувається на восьмій декаді і становить 124%, після чого відбувається зниження продуктивності процесів і на двадцять восьмій

декаді становить 82%. Мінімальне значення спостерігається на одинадцятій декаді і становить 65%, що виділяється своєю різкістю на фоні попередніх значень.

Були виконані розрахунки урожайності оливи за моделлю та прогнозування урожайності на окремі фази розвитку при поєднанні результатів прогнозу тенденції урожайності та оцінки умов формування урожаю, отриманою за допомогою модельних розрахунків за 2018–2020 роки та середніх багаторічних умовах (табл. 5.1).

Таблиця 5.1–Результати розрахунків урожайності оливи. NIR НАЕМЕК.
Ізраїль

Урожай розрахований по моделі				
Період	На одне дерево, кг	На дунам, кг		
2018	6,12	612,16		
2019	9,03	903,04		
2020	4,45	445,3		
Середні багаторічні	7,29	729,28		
Прогноз урожаю на фазу цвітіння				
Період	Тренд урожаю т/дун	Оцінка умов %	Урожай по прогнозу т/дун	Урожай фактичн. Ізраїль , т/дун
2018	0,858	82,46	0,654	0,58
2019	0,857	102,23	0,75	1,97
2020	0,945	95,95	0,77	0,76
Середні багаторічні	0,886	100,31	0,802	0,83
Прогноз урожаю на фазу зеленої стиглості				
Період	Тренд урожаю т/дун	Оцінка умов %	Урожай по прогнозу т/дун	
2018	0,857	87,51	0,64	
2019	0,857	100,06	0,733	
2020	0,945	96,42	0,77	
Середні багаторічні	0,886	99,03	0,79	
Прогноз урожаю на фазу повної стиглості				
Період	Тренд урожаю т/дун	Оцінка умов %	Урожай по прогнозу т/дун	
2018	0,857	79,08	0,58	
2019	0,857	89,26	0,65	
2020	0,945	84,2	0,73	
Середні багаторічні	0,886	87.89	0,70	

ВИСНОВКИ

В результаті виконання роботи було отримано наступні результати:

1. Вивчено біологічні та морфологічні особливості культури оливи. Біологічний мінімум температури є (-7°C), якщо ж температура нижча стовбур дерева починає «розриватись» із середини.
2. Встановлено оптимальні умови для зростання та формування плодів. Для цвітіння потрібно 2 місяці температури в діапазоні $20-30^{\circ}\text{C}$
3. Розроблена модель формування урожаю культури олива, яка описує основні процеси життєдіяльності рослини. Наша модель розглядає дві функціонально зв'язані частини: надземну (*shoot*) і підземну (*root*), які в свою чергу розділяються на окремі органи або їхні складові частини. У надземній частині дерева виділяються такі органи: стовбур (*stem*), скелетні гілки (*skeletal branches*), нові молоді гілки (*young branches*), листя скелетних гілок (*skeletal leaves*), листя молодих гілок (*young leaves*) суцвіття (*flower*) та плоди (*oliv*).
4. Розглядається, що маса окремих органів – стовбура, гілок та коренів складається із з двох компонентів – маси заболоні –функціонуючої частини окремого органу (*sapwood*) та ядра – неживої частини органу (*core*). Гілки поділяються на дві групи – скелетні гілки минулих років та молоді гілки поточного року.
5. В моделі розглядаються наступні процеси:
 - «Тепловий режим» - включає розрахунок функції впливу величини індексу теплового стресу на ріст рослини.
 - «Водний режим» – охоплює розрахунок за даними випаровування та випаровуваності функції вологозабезпеченості.
 - «Фотосинтез» – містить розрахунок інтенсивності скелетних та нових молодих гілок, впливу температури повітря та вологозабезпеченості, фаз розвитку рослин.

– «Дихання» – включає розрахунок витрат на дихання складових органів надземної частини рослин та кореневої системи.

– «Врахування умов міжфазних періодів» – враховує агрометеорологічні умови міжфазних періодів та їх відмінність від середніх багаторічних умов.

– «Блок росту» – містить п'ять підблоків: скелетні та нові молоді гілки (ядро, заболонь, листя), стовбур дерева (ядро, заболонь), коріння (ядро, заболонь) та генеративні органи (суцвіття, ягоди).

6. В даній моделі розглядається окремо фотосинтез листків скелетних гілок та молодих гілок, для яких окремо визначається інтенсивність падаючої на листок ФАР. Ми розглядаємо, що листки молодих гілок будуть освітлені краще, чим скелетних. Інтенсивність падаючої на листок ФАР буде визначатись окремо для цих видів листків.

7. Для моделювання процесу формування урожаю оливи підготовлено масив середніх багаторічних даних та за 2018-2020 роки по станції NIR НАЕМЕК. Ізраїль.

8. Виконано порівняльну характеристику погодних умов 2018, 2019 та 2020 років з середніми багаторічними даними.

9. Виконано за допомогою моделі розрахунки динаміки показників фотосинтетичної продуктивності оливи: площі листя, інтенсивності фотосинтезу, динаміки маси окремих органів та урожайності оливи.

Урожай розрахований по моделі		
Період	На одне дерево, кг	На дунам, кг
2018	6,12	612,16
2019	9,03	903,04
2020	4,45	445,3
Середні багаторічні	7,29	729,28

10. Було виконано прогнозування урожайності на окремі фази розвитку при поєднанні результатів прогнозу тенденції урожайності та оцінки умов

формування урожаю, отриманою за допомогою модельних розрахунків за 2018–2020 роки та середніх багаторічних умовах.

Прогноз урожаю на фазу цвітіння				
Період	Тренд урожаю т/дун	Оцінка умов %	Урожай по прогнозу т/дун	Урожай фактичний Ізраїль т/дун
2018	0,858	82,46	0,654	0,58
2019	0,857	102,23	0,75	1,97
2020	0,945	95,95	0,77	0,76
Середн багаторічні	0,886	100,31	0,802	0,83
Прогноз урожаю на фазу зеленої спілості				
Період	Тренд урожаю т/дун	Оцінка умов %	Урожай по прогнозу т/дун	
2018	0,857	87,51	0,64	
2019	0,857	100,06	0,733	
2020	0,945	96,42	0,77	
Середні багаторічні	0,886	99,03	0,79	
Прогноз урожаю на фазу повної стиглості				
Період	Тренд урожаю т/дун	Оцінка умов %	Урожай по прогнозу т/дун	
2018	0,857	79,08	0,58	
2019	0,857	89,26	0,65	
2020	0,945	84,2	0,73	
Середні багаторічні	0,886	87,89	0,70	

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Польовий А.М. 2005. Моделювання росту лісової екосистеми в умовах радіоактивного забруднення. Український гідрометеорологічний журнал. № 1. С. 23 – 32.
2. Польовий А.М. Моделювання гідрометеорологічного режиму та продуктивності агроєкосистем: навчальний посібник. Київ: КНТ, 2007. 344 с.
3. Польовий А.М., Божко Л.Ю., Ситов В.М., Ярмольська О.Є. Практикум із сільськогосподарської метеорології. Одеса : 2002. 400 с
4. McCree K.J. 1970. An equation for the rate of respiration of white clover plants growth under controlled condition //In: Prediction and measurement of photosynthetic productivity. Wageningen: Pudoc. P. 221–229.
5. <https://likynia.livejournal.com/335765.html>
6. Artegraf, S. A. Production techniques in olive growing. International Olive Council Príncipe de Vergara, 154 28002 Madrid (Spain) by: Printed in Spain
7. Blazakis K.N., Kosma M., Kostelenos G. 2017. Description of olive morphological parameters by using open access software. Plant Methods 13, P.111
8. Haaretz. Reuters. 2012. Jerusalem olive trees among oldest in world.
9. Luisa Leolini, Marco Moriondo, Riccardo Rossi, Edoardo Bellini, Lorenzo Brilli, Álvaro López-Bernal, Joao A. Santos, Helder Fraga, Marco Bindi, Camilla Dibari, Sergi Costafreda-Aumedes Use of Sentinel-2 Derived Vegetation Indices for Estimating fPAR in Olive Groves, 2022.
10. Helder Fraga, Nathalie Guimarães, Teresa R. Freitas, Aureliano C. Malheiro, João A. Santos. Future Scenarios for Olive Tree and Grapevine Potential Yields in the World Heritage Côa Region, Portugal, 2022.
11. Helder Fraga, Marco Moriondo, Luisa Leolini, João A. Santos. Mediterranean Olive Orchards under Climate Change: A Review of Future Impacts and Adaptation Strategies, 2020.

12. Maria Celeste Dias, Márcia Araújo, Sónia Silva and Conceição Santos. Sustainable Olive Culture under Climate Change: The Potential of Biostimulants, 2022.
13. Ioanna Kosma, Maria Vavoura, Stavros Kontakos, Ioannis Kapařariac. Characterization and Classification of Extra Virgin Olive Oil from Five Less Well-Known Greek Olive Cultivars, 2016.
14. Israel Meteorological Service/ <https://ims.gov.il/he/agricultureBulletin>
15. קק"ל 2020. היסטוריה זיתים גידול בישראל.
16. יונס מוגירה, ניזאר עבד אלהדי, ניר קילמן, אהוד חנוך, ראובן בירגר 2018. הזית למגדלי לעונה הנחיות .
17. יונס מוגירה, ניזאר עבד אלהדי, ניר קילמן, אהוד חנוך, ראובן בירגר 2019. הזית למגדלי לעונה הנחיות .
18. יונס מוגירה, ניזאר עבד אלהדי, ניר קילמן, אהוד חנוך, ראובן בירגר 2020. הזית למגדלי לעונה הנחיות .
19. ויקטור כלכלן, 2014. תיאור וניתוח של ענף הזית בישראל.
20. 2017. ראובן בירגר ומשרד החקלאות. מצגת בנושא "גידול זיתים בארץ ובעולם"
21. 2018. מצגת בנושא. אשר איזנקוט, אגף שירות שדה, משרד החקלאות ופיתוח הכפר. "השקיה- בערבה-גיגית-או-פנמן"
22. 2019. מצגת בנושא. גאורג בן ארי, אלון סמך. "התפתחות הפרח והפרי"
23. 2021. משרד התחבורה השירות המטאורולוגי "מיפוי עומס חום "
24. 2020. גאורג בן ארי. "סיכום עונה 2019-2020"