

Клімат і продуктивність овочевих культур в Україні

Л.Ю. Божко



Tempus

Л.Ю. Божко

Клімат і продуктивність овочевих культур в Україні



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Л. Ю. Божко

**КЛІМАТ І ПРОДУКТИВНІСТЬ ОВОЧЕВИХ
КУЛЬТУР В УКРАЇНІ**

Монографія

159173-TEMPUS-1-2009-1-DE-TEMPUS-JPCR

Одеса
“Екологія”
2010

УДК 635 : 551.582

ББК 40.2

Б 76

Рецензенти:

Г. В. Ляшенко, кандидат географічних наук, завідувач лабораторії агрокліматології Національного наукового центру «Інститут виноградарства і виноробства ім. В.Є. Таїрова»;

В. М. Ситов, кандидат географічних наук, начальник ГМЦ ЧАМ.

У монографії викладено результати досліджень впливу агрометеорологічних умов на темпи розвитку і продуктивність найбільш поширених овочевих культур. Отримано кількісні оцінки радіаційних характеристик полів з овочевими культурами та агрокліматичних умов формування врожаїв різних категорій. Виконано агрокліматичне районування території України щодо вирощування баклажанів, солодкого перцю, томатів, капусти та огірків. Оцінено можливі зміни агрокліматичних умов вирощування овочевих культур при зміні клімату.

Видання підготовлено в рамках проекту 159173-TEMPUS-1-2009-1-DE-TEMPUS-JPCR "Курс з експертизи та контролю якості харчових продуктів з урахуванням європейського досвіду" та призначено для робітників сільського господарства, агрометеорологів, студентів – агрометеорологів, агроекологів, сільськогосподарських вищих навчальних закладів.

Проект фінансується за підтримки Європейської Комісії. Зміст даної публікації є предметом відповідальності автора і не відображає точку зору Європейської Комісії.

Друкується за рішенням вченої ради Одеського державного екологічного університету (протокол № 8 від 29.10. 2009 р.).

ПЕРЕДМОВА

Овочівництво є однією з важливих галузей сільського господарства України. Доброму його розвитку в країні сприяють теплий клімат, родючі ґрунти та забезпеченість рослин світлом.

В цілому в Україні споживання овочів за останні роки значно збільшилось і становить близько 90 – 100 кг на душу населення. Для повноцінного харчування людини така кількість споживаних овочів недостатня, тому головною задачею працівників сільського господарства є значне збільшення вирощування овочів за рахунок розширення зрошуваних земель, розробки і застосування нових технологій вирощування, розширення спеціалізованих зон товарного виробництва овочів, створення нових виробничих тепличних господарств, покращання агрометеорологічного обслуговування овочівництва та ін.

Численні дослідження та широка практика показали, що правильне застосування добрив та зрошення у посушливих теплих районах України у декілька разів підвищують врожайність овочевих культур. Однак зараз цей резерв використовується недостатньо. Для підвищення ефективності зрошення необхідно всебічне вивчення динаміки водоспоживання кожної культури впродовж вегетаційного періоду та його зміни під впливом поточних погодних умов. Це дозволить удосконалити техніку поливів, їх норми та строки і дозволить економно витратити воду для зрошення.

Вирішального значення на сучасному етапі розвитку овочівництва набуває проблема збільшення його економічної ефективності. Велике значення при цьому має впровадження промислових технологій вирощування, які базуються на повній механізації головних виробничих процесів.

Проблеми розробки і впровадження промислових технологій висувають цілу низку складних задач, до яких відносяться: створення та широке розповсюдження сортів овочевих культур, придатних до механізованого збирання; розробка комплексу агротехнічних заходів, який включає норми, строки та засоби внесення добрив, режими зрошення, заходи боротьби з бур'янами, шкідниками та хворобами; вивчення впливу погодних умов на зростання культур та формування їх врожаїв, зіставлення агрокліматичних ресурсів територій вирощування з вимогами культур і т. ін.

Однією із характерних рис сучасного овочівництва є інтенсифікація його шляхом збільшення частки ранніх овочів у відкритому ґрунті, збільшення площі зрошуваних земель, внесення добрив і ін.

Овочеві культури – баклажани, капуста, огірки, солодкий перець та томати є провідними культурами, які вирощуються в Україні. Вони відіграють особливу роль у харчуванні людини через те, що вміщують велику кількість вітамінів, органічних сполук, які нейтралізують

неорганічні кислоти сполуки, що вводяться в організм з такими продуктами харчування як м'ясо, жири, яйця, вироби з муки, крупи. Така нейтралізація необхідна для більш повного засвоєння білків та підтримки лужної реакції крові і нормального функціонування всього організму людини.

Врожаї овочевих культур по території України дуже мінливі і їх величина визначається забезпеченістю території світлом, теплом, вологою, продуктами живлення, а також родючістю ґрунтів та біологічними особливостями.

Підвищення врожаїв овочевих культур можливе за рахунок багатьох факторів: введення у виробництво нових, більш продуктивних сортів, введення сортового районування, при якому розміщення різних за скоростиглістю сортів виконується з врахуванням відповідності агрокліматичних ресурсів території біологічним особливостям цих культур.

Не зважаючи на переважну залежність продуктивності овочевих культур від погодних умов, в агрометеорологічному аспекті ці культури вивчені досить мало.

В цій роботі досліджено залежність розвитку баклажанів, огірків, солодкого перцю та томатів від погодних умов, зв'язок урожаїв цих культур з агрометеорологічними факторами. Крім того, також виконано дослідження агрокліматичного потенціалу території України та розрахована його оцінка стосовно до вирощування овочевих культур, яка спрямована на раціональне використання агрокліматичних ресурсів у сільськогосподарському виробництві.

Для дослідження використовувались матеріали управління статистики з врожайності баклажанів, капусти, огірків, солодкого перцю, томатів; дані спостережень актинометричних, метеорологічних та агрометеорологічних станцій за період з 1961 по 2001 р.р. Для характеристики погодних і кліматичних умов використовувались довідники: "Справочник по климату СССР", "Довідник з агрокліматичних ресурсів України" серія 2, частина 2, а також дані Державних комісій щодо випробовування сортів сільськогосподарських культур.

При виконанні досліджень впливу метеорологічних умов на формування врожаїв овочевих культур використовувались методи, які нині застосовуються в агрометеорології. Засновниками цих методів були: О.О. Шіголев, О.М. Шульгін, М.С. Кулик, М.О. Зубарєв, Ф.Ф. Давітая, О.О. Конторщиков, Г.З. Венцкевич, Ю.І. Чирков, П.І. Колосков, С.О. Сапожникова, Г.Т. Селянінов, Д.І. Шашко, І.А. Гольцберг, О.Р. Константинов, З.А. Міщенко, В.П. Дмитренко та ін.

Для агрокліматичної оцінки продуктивності території України була використана методологія агроекологічної оцінки продуктивності, запропонована Вітченко О.М., яка в основі має математичне моделювання продуктивності рослин А.М. Польового з використанням концепції

максимальної продуктивності Х.Г. Тоомінга, а також методи оцінки агрокліматичних ресурсів світу, континентів і держав.

Автор складає глибоку подяку професору А.М. Польовому за підтримку і важливі поради, завідувачці редакційного відділу ОДЕКУ О.Д. Соколенко за цінні зауваження і поради та асистенту О.А. Барсуковій за допомогу при оформленні цієї роботи.

1 Біологічні особливості овочевих культур

1.1 Господарське значення та розповсюдження.

Овочеві культури – баклажани, капуста, огірки, солодкий перець та томати ціняться за високі смакові якості та великий вміст цінних для харчування людей солей, органічних кислот, вітамінів. Посіви овочевих культур мають розповсюдження по всій території України, особливо в Південному Степу. Співвідношення розмірів посівних площ овочевих культур в різних областях різне. В областях Південного Степу переважають площі солодкого перцю, баклажанів, томатів. Далі, в центральних областях України і при просуванні в північні області України починають переважати посівні площі огірків і капусти.

Зростання та розвиток рослин відображають взаємодію живого організму з факторами навколишнього середовища. Про процеси, які відбуваються в рослинах під дією факторів довкілля, свідчать ряд зовнішніх та внутрішніх ознак рослин, що змінюються в онтогенезі у відповідності з їх біологічними особливостями [1].

На розвиток рослин впливають світло, тепло, волога, ґрунти, наявність питомих речовин і ін. Всі ці фактори для розвитку рослин рівноцінні і незамінні, діють не ізольовано, а у тісній взаємодії один з одним та в найбільш значній мірі проявляються під час сумісної дії.

Для одержання високих врожаїв необхідна наявність усіх життєво необхідних факторів у оптимальному співвідношенні. Це співвідношення різне не тільки для різних видів і сортів, але і для одного і того ж виду і сорту в різні періоди розвитку [2].

Виявити сумісну дію всіх факторів на розвиток рослин можна за допомогою формули Є.А. Мітчерліха [1]

$$Dy / dx = C (A - y) , \quad (1.1)$$

де y – очікуваний врожай;

x – напруженість фактора;

A – умовна постійна величина, що означає найбільший врожай. Ця величина буде мати різні значення в залежності від забезпеченості рослин усіма факторами;

C - коефіцієнт дії змінного фактора.

У подальшому Є.А. Мітчерліх встановив коефіцієнт пошкодження (K) при надмірній кількості будь-якого фактора і тоді формула набирає вигляду

$$Y = A(1 - 10^{-cx}) \cdot x \cdot 10^{-Kx^2} . \quad (1.2)$$

Використовуючи цей вираз, можна визначити величину врожаю, отриману за будь-якої кількості факторів, якщо знати коефіцієнт дії C .

Дослідженнями багатьох авторів встановлено, якщо значення будь-якого фактора знаходиться у межах лімітуючих величин, то такий фактор обмежує дію інших факторів. Це обмеження залежить від стану рослин у будь-який час розвитку та їх біологічних особливостей [1 – 5].

1.2 Баклажани

Батьківщиною баклажанів вважається Індія. До XVII – XVIII століть баклажани були відомі як декоративні рослини. Почали вирощуватись як овочева культура близько 100 років тому назад. На разі посіви баклажан розповсюджені в Японії, Китаї, Індії, Ірані, Туреччині, Італії, Болгарії, Франції, США, Росії, Молдові, країнах Середньої Азії та ін.

Баклажани – *Solanum melongena* – відносяться до сімейства пасльонових. В країнах помірного клімату баклажани – однорічна рослина, в тропічних – можуть бути багаторічними. Районовані в Україні, Молдові та Росії сорти відносяться до західно-азіатського підвиду болгарської та європейської різновидностей [3].

Кущ баклажана, в залежності від сорту, може бути одностебловим або розвилистим. Рослини погано відновлюються після пересаджування. Коріння росте повільно. Головна маса його розташовується у верхньому шарі ґрунту на глибині 20 – 40 см і досить чутко реагує на зміну температури, вологості, живлення та аерації.

Стебло дерев'янисте, округле, опушене. Висота стебла у різних сортів коливається від 25 до 150 см.

Листя товсте, м'яке, опушене, зеленого або фіолетового кольору. Досить велике (від 7 до 25 см довжиною).

Квітки двостатеві, поодинокі або зібрані у завиток. Перше суцвіття складається із однієї квітки, рідко із 2 – 3.

Плоди різної форми від змієподібних до кулястих. Найчастіше – подовжені або грушовидні фіолетового або білого кольору в технічній стиглості і буруваті або жовто-буруваті – в біологічній стиглості, від 6 до 70 см довжиною.

1.2.1 Вимоги баклажан до навколишнього середовища

Світло. Реакція баклажан на умови освітлення обумовлена природою рослин і знаходиться в прямій залежності від тих екологічних умов, в яких вони формувались. Це рослина короткого дня. Стадійний розвиток відбувається в темряві, тому для оптимального розвитку їм необхідний підвищений температурний режим. Як відомо, для розвитку рослин має

значення не стільки тривалість дня, стільки визначена кількість світла у сполученні з його інтенсивністю. Недостатня кількість світла і за тривалістю і за інтенсивністю негативно впливає на баклажани при вирощуванні як у закритому, так і у відкритому ґрунті. Дослідженнями О.І. Філова встановлено, що недостатня кількість світла після появи сходів несприятливо впливає на брунькування та цвітіння рослин.

Недостатнє освітлення в період після висаджування розсади у ґрунт спричиняє осипання репродуктивних органів та пожовтіння і підсихання нижніх листків, що зменшує площу листя. Найбільш вимогливі рослини баклажанів до освітлення в період масового утворення бруньок. Після настання масового утворення бруньок баклажани перестають реагувати на режим освітлення.

Встановлено [4 – 10], що найкращий приріст врожаю баклажанів (до 24 %) спостерігається при вирощуванні розсади сорту Донський – 14 при тривалості дня 12 годин.

Дія спектрального складу світла на рослини досить складна і вона по-різному впливає на ріст та органогенез у різних рослин у різні відрізки розвитку.

Дослідженнями [5] встановлено, що при 24 – годинному фотоперіодизмі розвиток у баклажанів значно уповільнювався та при цьому спостерігалось значне осипання квіток. При 10 – 14 годинному освітленні в умовах збільшення синього світла розвиток значно прискорювався. Це підтверджує, що для баклажанів сприятливе збільшення синього світла після природного освітлення.

Тепло. Проростання насіння у баклажанів за оптимальних умов починається через 8 – 10 днів після сівби при температурі не нижче 13 °С. Оптимальна температура для вирощування баклажанів знаходиться в межах 22 – 28 °С. Під час розвитку вегетативних органів температура повітря не повинна знижуватись до 15 °С і менше.

Цвітіння баклажанів починається через 30 – 40 днів після висаджування розсади у ґрунт. Встановлено, що від утворення видимої бруньки до розкриття квітки проходить 14 – 20 днів, від розкриття квітки до утворення плоду овочевої готовності – від 20 до 30 днів [4 – 8].

У період від цвітіння до початку плодоношення відбувається найбільш інтенсивний ріст рослин. Загальна кількість репродуктивних органів, що утворюються на рослині може бути до 100 і більше, але більша їх частина (60 – 70 %) осипається. Осипання репродуктивних органів – це біологічна особливість більшості овочевих культур. Але при зниженні температур нижче оптимальних, при порушенні режимів водопостачання та живлення спостерігається посилення осипання репродуктивних органів. Як показали дослідження [6, 7], надлишок тепла у сполученні з високою сухістю повітря теж сприяють осипанню органів (рис. 1.1).

Також встановлено, що розміри осипання репродуктивних органів залежать від температурних умов весни. Осипання різко збільшується при різкому переході від оптимальних температур до критично високих [4, 7]. Весь хід репродуктивного розвитку баклажанів пристосований до історично складеної адаптивності процесу обміну речовин до вирівняних температурних умов 24 – 26 °С. Високі температури затримують надходження поживних речовин до зав'язі і порушують процес метаболізму, пов'язаного з новоутворенням клітин, що і зумовлює осипання зав'язі. На одній рослині може утворюватись від 3 до 15 плодів.

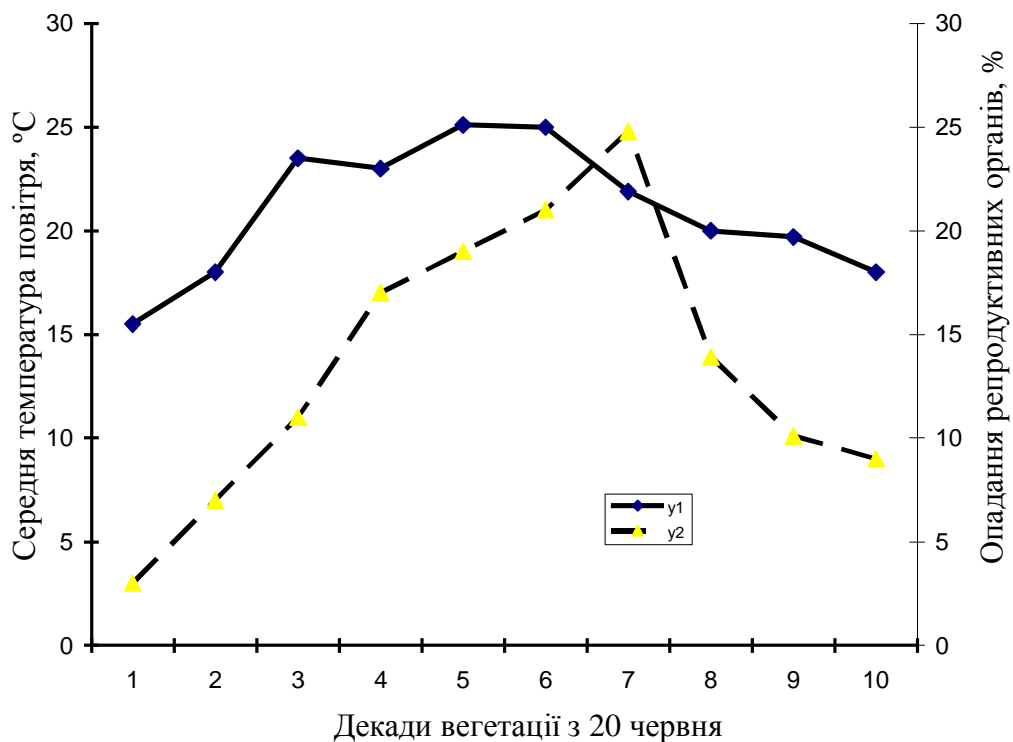


Рис. 1.1 – Динаміка осипання репродуктивних органів у баклажанів в залежності від температури повітря. 1 – температура повітря, °С; 2 – репродуктивні органи, %.

Баклажани досить чутливі до зниження температури повітря. При зниженні температури до 13 – 15 °С в період приживання розсади врожай зменшується на 11 – 22 %. При знижених температурах у рослин слабшають процеси фотосинтезу та дихання, особливо в період переходу до репродуктивного плодоношення [4, 6, 10].

Баклажани вирощуються із застосуванням зрошення. В природних умовах розсаду баклажанів висаджують при переході температури повітря через 13 °С, а оптимальною температурою для росту баклажанів в полі є температура 20 – 25 °С. Особливо помітним стає розвиток розсади на

четвертому-п'ятому тижні після висаджування її в ґрунт. Розсада перестає рости і розвиватись при зниженні температури до 10 °С. Дослідженнями [3] встановлено, що в різні періоди розвитку баклажанів відношення їх до температури повітря різне. Найбільші вимоги до температури вони ставлять у період від висаджування розсади в ґрунт до цвітіння. Після закінчення періоду масового цвітіння вимоги культури до термічного режиму слабшають. В критичні періоди розвитку рослин верхньою межею температурного режиму для розвитку надземної маси є температура повітря 30 – 35 °С, для коріння – вище 32 °С. За більш високих температур спостерігається слабка асиміляція або повна її відсутність, починається розпад білків.

Багаторічний досвід вирощування баклажанів показав, що для того, щоб рослини попадали в оптимальні для розвитку термічні умови, необхідно вибирати оптимальні терміни висаджування розсади в ґрунт.

Молоді рослини зовсім не витримують не тільки заморозків, а і тривалого зниження температури повітря до 5 – 7 °С. За даними [6, 7, 8] найкращими умовами для висаджування розсади в ґрунт є стійкий перехід середньої за добу температури повітря через 15 °С. В більшості областей Південного Степу в середньому розсаду баклажанів в поле висаджують у другій декаді травня. У південних районах Лісостепу – у третій декаді травня, першій декаді червня. Цвітіння рослин спостерігається у першій та другій декаді липня відповідно. Технічна стиглість настає наприкінці липня у південних областях та на початку серпня – в центральних областях України. Закінчується вегетація баклажанів, як і інших овочевих культур, восени при переході температури повітря через 10 °С, тобто у другій декаді вересня – в центральних та східних областях України та третій вересня – в першій жовтня – в областях Південного Степу. Встановлено [7, 8], що тривалість міжфазних періодів розвитку баклажанів при оптимальних умовах зволоження знаходиться в тісній залежності від середньої температури за міжфазний період. Статистична обробка багаторічних матеріалів спостережень за температурою повітря та фазами розвитку баклажанів дозволила отримати рівняння зв'язку тривалості міжфазних періодів з середньою температурою повітря за період (табл. 1.1).

В цілому за вегетаційний період баклажани потребують в залежності від сорту від 1800 °С до 3700 °С сум активних температур вище 10 °С (табл. 1.2).

По території України забезпеченість теплом вегетаційного періоду баклажанів зростає з північного заходу на південний схід. У північних та північно-західних областях забезпеченість вегетаційного періоду баклажанів ранньостиглих сортів складає 65 – 75 %, середньостиглих – 55 – 65 %, пізньостиглих – 50 – 60 %. Слід зазначити, що скоростиглість сортів у таких культур як баклажани та солодкий перець відіграє роль

тільки у термінах настання фаз розвитку. Закінчують вегетацію всі сорти одночасно з настанням переходу температури через 10 °С або з настанням перших осінніх заморозків.

Таблиця 1.1 – Залежність тривалості міжфазних періодів розвитку баклажанів від середньої температури за період

Міжфазний період	Рівняння зв'язку	Коефіцієнт кореляції (r)	Кількість випадків (n)
Висаджування розсади в ґрунт – цвітіння	$Y = 541,6 / x^{-0,84}$	$0,65 \pm 0,05$	92
Цвітіння – технічна стиглість	$Y = 122,5 / x^{-0,54}$	$0,79 \pm 0,03$	89
Технічна стиглість – останній збір	$Y = 5,5 x - 34$	$0,67 \pm 0,08$	91

У північно-західних областях лісової зони України виробничих посівів баклажанів практично нема. Посіви ранньостиглих сортів баклажанів зустрічаються тільки у власних господарствах. При вирощуванні баклажанів в цих областях використовується укриття ділянок з висадженою розсадою у нічні години.

Таблиця 1.2 – Суми активних температур вище 10 °С по міжфазних періодах розвитку баклажан (за О.І. Філовим)

Сорти	Суми активних температур вище 10 °С			
	висадка розсади в ґрунт - цвітіння	цвітіння – технічна стиглість	технічна стиглість – останній збір	висадка розсади – останній збір
Ранні	700 – 800	400 – 450	500 – 700	1600 – 1950
Середні	900 – 1000	500 – 700	700 – 1000	2100 – 2700
Пізні	1200 – 1400	750 – 900	1100 – 1400	3050 – 3700

При просуванні далі на південний схід частка посівних площ баклажанів поступово зростає у загальному балансі посівних площ овочевих культур. У південних районах лісостепової зони вже з'являються

посіви середньостиглих сортів баклажанів. Найбільші посівні площі баклажанів різної міри скоростиглості зустрічаються в областях Південного Степу, в середньому до 2500 – 3000 га в кожній області.

Волога. Потреби баклажанів у теплі в природних умовах неможливо розглядати окремо від їх потреб у ґрунтовій волозі. Коріння рослин баклажан розташовується переважно у орному шарі ґрунту – від 20 до 40 см. Таке неглибоке розташування коріння, нестача опадів впродовж вегетації в зоні недостатнього зволоження, високі температури влітку зумовлюють необхідність проведення частих поливів невеликими поливними нормами.

Ґрунтова волога необхідна для росту, розвитку та забезпечення необхідної концентрації ґрунтового розчину. Вона сприяє пересуванню в рослинах елементів живлення, є регулятором температури ґрунту та приземного шару повітря, входить до складу самої рослини. Повне забезпечення цих процесів вологою сприяє доброму розвитку вегетативної маси і плодів. Нестача вологи у ґрунті викликає призупинення плодоношення, збільшення гіркоти у плодах, масове осипання репродуктивних органів. Найсприятливішим зволоженням для баклажанів є вологість ґрунту у межах 80 – 85 % від *НВ*.

Надмірне зволоження та застій води також несприятливо впливають на розвиток баклажанів. Надмірне зволоження у холодну погоду спричиняє збільшення осипання репродуктивних органів, захворювання чорною ніжкою та іншими грибковими хворобами. Особливо чутливі баклажани до умов перезволоження в період від початку бутонізації до початку масового плодоношення.

Баклажани – культура дуже вимоглива до вологості ґрунту, не ставить таких вимог до вологості повітря. Оптимальною вологістю повітря є 65 – 75 %. При більш високих значеннях вологості повітря посилюється захворювання баклажанів. Сухість повітря за достатньої вологи ґрунту баклажани переносять добре.

Сумарне споживання води баклажанами залежить від сорту, густоти рослин, норм поливів, механічного складу ґрунтів. Витрати води по періодах розвитку у баклажанів неоднакові. Найнижчі – на початку вегетації, найбільші – в період утворення плодів.

Кількість води, витрачена на утворення одиниці врожаю називається *коефіцієнтом водоспоживання*. Величина коефіцієнта водоспоживання залежить від багатьох факторів (табл. 1.3) і за вегетаційний період коливається від 155 до 365 м³/т.

Із збільшенням густоти посадок при недостатній вологозабезпеченості коефіцієнт водоспоживання зростає, при оптимальній вологості ґрунту – зменшується.

Таблиця 1.3 – Коефіцієнт водоспоживання баклажанів (середній за період 1994 – 1996 рр.).

Густота рослин тис/га	Якість розсади	Вологість ґрунту перед зрошенням, % НВ		
		60	70	80
50	низька	320	298	275
	висока	295	270	248
60	низька	340	330	265
	висока	313	300	245
80	низька	370	355	271
	висока	345	323	246

Ґрунти. Для баклажанів кращими ґрунтами є легкі, структурні, родючі ґрунти з високим вмістом гумусу. Реакція середовища нейтральна або наближена до нейтральної [10, 11, 12]. Для настання раннього плодоношення під баклажани необхідно відводити ділянки з супіщаним ґрунтом, який добре прогрівається. На холодних і важких ґрунтах та на ґрунтах з близьким заляганням ґрунтових вод урожаї культури дуже зменшуються. Висаджування розсади баклажанів на важких ґрунтах часто супроводжується пошкодженням її коріння. Це значно погіршує приживання розсади та збільшує захворювання рослин.

Баклажани добре реагують на внесення органічних та мінеральних добрив. Із органічних добрив кращим є перепрілий перегній. Із мінеральних найбільш ефективними є азотні добрива. Ефективне також підживлення рослин впродовж вегетації. Потреба у підживленнях рослин зростає при поліпшенні їх забезпечення водою.

Нестача мінерального живлення викликає порушення процесів азотного та фосфорного обміну рослин, різко подавляє процеси асиміляції і надходження пластичних речовин у репродуктивні органи.

Для визначення потреби в елементах мінерального живлення використовуються чинники про вміст питомих речовин в окремих органах. Середні показники вмісту азоту, фосфору, калію в 100 ц основної та побічної продукції є вихідними для розрахунку доз живлення на запланований врожай. П.І. Патроном [11] запропонована формула для розрахунку кількості добрив (D)

$$D = (P \times 100) - (C_n + U - G_v - B_x) \times K_n / K_y C_y, \quad (1.3)$$

де P – потреба в елементах живлення для отримання запланованого урожаю, кг/га;

C_n – вміст питомих речовин у орному шарі ґрунту, кг/га;

U – внесено з добривами під попередник, кг/га;

G_v –газоподібні витрати азоту із добрив, внесених під попередник, кг/га;

B_x – винос добрив попередником, кг/га;

K_n – коефіцієнт використання рослинами питомих речовин із добрив;

K_y – коефіцієнт використання рослинами питомих речовин із ґрунту;

C_y – вміст діючої речовини добрив, % (табл. 1.4).

Таблиця 1.4 – Розрахунок доз добрив для отримання 600 ц/га врожаю баклажанів. Сорт – Донський 14 (за П.І. Патроном)

Показник	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Споживання на 100 ц плодів, кг	40	14	60
Необхідно для отримання запланованого врожаю, кг/га	240	84	360
Вміст у орному шарі ґрунту, кг/га	210	180	660
Внесено під попередник з			
мінеральними добривами, кг/га	60	60	-
органічними добривами, кг/га	120	60	140
Господарський винос попередником, кг/га	45	12	65
Газоподібні витрати, кг/га	12	-	-
Міститься в ґрунті, кг/га	333	288	735
Коефіцієнт використання з ґрунту, %	50	20	45
Буде використано з ґрунту, кг/га	166	57	330
Необхідно внести з добривами, кг/га	74	27	30
Коефіцієнт використання з добрив, %	45	18	45
Необхідно внести з врахуванням використання із добрив, кг/га	164	150	65
Дійовий початок добрив, %	34	19	40
Дози добрив, кг/га	480	790	160

Крім того, оптимальні дози добрив можна також розраховувати за методом З.І. Журбицького, І.С. Шатилова та М.К. Каюмова [12, 13].

Кращими попередниками для вирощування баклажанів без застосування добрив є: люцерна (при заорюванні у вересні, жовтні), бобові, огірки, цибуля, морква.

Найбільш поширеними сортами у сільськогосподарському виробництві є сорти: Донський 14, Довгий фіолетовий, Універсал, Зміна.

Донський 14 має потужний кущ, прямостоячий, середньої гілчастості. Листки та стебла зелені з коричневою пігментацією. Плоди подовжено-грушовидні, в технічній стиглості глянцеві, темно-фіолетові з коричневим відтінком, в біологічній – коричневі. Сорт середньостиглий. Середня маса плоду 180 – 200 г.

Довгий фіолетовий має прямостоячий кущ з зеленим стеблом та листям з коричневою пігментацією. Плоди циліндричні, довжиною 15 – 18 см діаметром 5 см. Середня маса плоду становить 200 – 250 г. Сорт середньостиглий. Середня врожайність 150 – 200 ц/га.

Вирощуються баклажани розсадним методом. Від термінів висаджування розсади залежить урожай баклажанів. Дослідженнями [4, 6] встановлено, що врожайність баклажанів залежить від віку розсади та строків її висаджування (табл. 1.5).

Таблиця 1.5 – Залежність урожаїв баклажанів від віку розсади і строків висаджування

Вік розсади	Дата висаджування в ґрунт	Урожай, ц/га		
		1 серпня	1 вересня	Загальний
80 днів	9 травня	174	437	657
80 днів	14 травня	75	349	600
33 дні	14 травня	64	358	569

Баклажани добре розвиваються під захистом кулісних рослин із кукурудзи, яка висівається за 4 – 5 діб до висаджування розсади.

1.3 Капуста

Капуста – одна із провідних та найбільш поширених овочевих культур. Вона вирощується у всіх країнах світу, а на теренах СНД займає 30 % площі овочевих культур. Широкий ареал розповсюдження капусти обумовлюється дуже цінними господарськими якостями: високою врожайністю, величезною кількістю форм з різною тривалістю вегетаційного періоду, добрим зберіганням взимку, стійкістю до низьких температур, тривалістю зберігання у свіжому вигляді, легкістю транспортування. За харчовими цінностями капуста поступається перцю, баклажанам, томатам, але перевищує огірки та деякі інші овочеві культури.

Капуста належить до сімейства хрестоцвітих. Рід капусти – Brassica – ділиться на окремі види, із яких найбільш поширені: городня капуста, китайська і пекінська капуста. Городня капуста ділиться на різновидності, різновидності – на форми, а форми – на сорти. Культурні види капусти представлені сортами: листовими (столові, декоративні, кормові), качанними (білокачанна, червонокачанна, савойська, брюссельська, китайська), стебло – плідними (столові і кормові сорти кольрабі) та пагоновими (цвітна капуста).

Родоначальником городньої капусти була дика кущова капуста, яка росте в гірських і приморських районах Італії і донині [18].

Всі види капусти, окрім цвітної, китайської та пекінської – дворічні рослини. У перший рік життя вони утворюють качани. На другий – із качанів розвиваються насіннєві кущі, які зацвітають та дають насіння.

За хімічним складом у порівнянні з іншими овочами капуста займає середнє місце. Але через те, що вона споживається населенням у великій кількості, вона є важливим джерелом вуглеводів, мінеральних солей (калієвих, кальцієвих, фосфорних і ін.), білку та протицинготного вітаміну – С. Капуста також вміщує вітаміни А, В, К. Вміст мінеральних солей та вітамінів змінюється по сортах капусти.

Капуста вміщує 7 – 11 % сухих речовин, до складу яких входять цукор, азотисті речовини, мінеральні солі, вітаміни та каротин. За вмістом вітаміну С капуста займає одне з провідних місць серед овочевих культур. Найбільше аскорбінової кислоти вміщують сорти брюссельської (80 % на 100 мг) та цвітної капусти (48 % на 154 мг).

Під впливом добрив, температури, вологості, сонячної інсоляції та інших факторів хімічний склад капусти значно змінюється. Змінюється хімічний склад і по сортах (табл. 1.6) [18].

Таблиця 1.6 – Вміст сухих речовин, цукру та вітамінів в різних сортах капусти (за О.С. Артем'євим)

Вид капусти	Сорт	Суха речовина, %	Сума цукрів, %	Вітамін С, мл % сиру масу
Білокачанна	Номер перший	8,75	4,20	49,3
-,-,-	Димерська 7	7,25	3,61	41,4
-,-,-	Слава 1305	8,97	5,58	38,0
-,-,-	Ликуришка	10,52	4,97	31,3
-,-,-	Завадовська	9,32	4,39	22,9
Червонокачанна		9,05	2,95	40,5
Савойська		8,43	2,57	42,0
Цвітна		9,4 – 10,4	3,2 – 3,5	42,7-47,8
Кольрабі		8,58	4,48	45,2

Капуста качанна розповсюджена від районів крайньої півночі до районів крайнього півдня. Під впливом людини та умов вирощування капуста качанна дуже змінилась. У качанної капусти є три підвиди: східний, середземноморський, європейський.

Східний підвид поширений в країнах Малої Азії, Болгарії, на Північному Кавказі, Нижньому Поволжі в Росії, на півдні України.

Середземноморський підвид на території країн СНД не зустрічається. Європейський підвид ділиться на 6 груп: західноєвропейська, центральноевропейська, голландська, північна російська, середньоросійська, сибірська.

Сорти західноєвропейської групи майже не поширені в Європейській частині СНД. Сорти інших груп, окрім сибірської, мають дуже широкий ареал розповсюдження. Сорти сибірської групи розповсюджені в Сибіру та на Уралі.

Капуста городня – дворічна рослина. У перший рік вона утворює великі качани від 10 до 45 см у діаметрі конічної, овальної, круглої та округло плоскої і плоскої форми різної щільності. Деякі форми качанної капусти інколи поводяться як однолітні рослини, тобто цвітіння настає у перший рік розвитку, причому часто без утворення качана.

Капуста вирощується здебільшого розсадним методом. Розсада вирощується у парниках та теплицях. В районах центрального та південного Степу України насіння в парниках і теплицях висівають наприкінці січня. Висадка розсади у ґрунт проводиться в середньому багаторічному на початку квітня. Терміни висадки розсади у ґрунт залежать від скоростиглості сортів. Ранні сорти висаджують у поле раніше. Встановлено, що швидкість настання фаз розвитку капусти залежить від віку розсади. Чим старший вік розсади, тим раніше отримується урожай капусти [18].

Світло. Капуста відноситься до групи рослин довгого дня. Безперервне освітлення зумовлює прискорення зацвітання капусти. Вимоги до освітлення залежать від того, до якої групи підвидів відноситься капуста. Найкоротшу світлову стадію мають сорти середземноморського підвиду та деякі сорти, що відносяться до східного підвиду. Ці сорти цвітуть у перший рік розвитку у північних районах з довгим днем. Вирощування качанної капусти та кольрабі при скороченому до 9 годин дні у порівнянні з природним 17 – 18 годинним днем викликає сильне пригнічення рослин [18, 19].

Капуста досить вимоглива до інтенсивності освітлення в усі періоди розвитку – від вирощування розсади до збору урожаю. Інтенсивність фотосинтезу капусти вища у ясні дні і значно знижується у хмарні. Низький рівень сонячної радіації призводить до ураження хворобами, погіршення якості качанів і, в результаті, до зниження урожаю.

Тепло. Капуста – виключно холодостійка рослина. Насіння її починає проростати при температурі 3 – 5 °С. Найшвидше воно проростає за температури 18 – 20 °С [18 – 19].

Холодостійкість капусти залежить від її віку. Найчутливіша до холодів розсада капусти. Найбільш стійкі до холодів дорослі рослини перед настанням фази господарської стиглості. Холодостійкість капусти також залежить від виду та сорту. Листова і савойська капуста

витримують значно нижчі температури ніж качанна. Скоростиглі сорти менше холодостійкі, ніж середньо та пізньостиглі. Всі пізні сорти витримують зниження температури до -5 , -8 °C. Вирощування розсади капусти впродовж тривалого періоду при температурі $2 - 8$ °C призводить до утворення стрілок у ранньої капусти і затримання формування головок та погіршення їх якості у цвітної капусти.

Пошкодження рослин спостерігається при температурі повітря -3 , -5 °C. Для капусти шкідливі повторні замерзання та відтанення. Це спричиняє зменшення терміну зберігання капусти та її пошкодження. Промерзлі головки цвітної капусти не можна вживати.

Насінники на початку утворення суцвіть витримують зниження температури до -5 , -7 °C. В умовах різко континентального клімату пагони капусти при такій температурі пошкоджуються.

Вегетація капусти може відбуватись при температурах нижче 10 °C, біологічний мінімум становить 5 °C. Оптимальною для розвитку капусти є температура $15 - 18$ °C.

Підвищена температура ($27 - 30$ °C) негативно впливає на ріст та розвиток капусти. Найбільш пристосовані до жаркого клімату сорти європейського підвиду. Високі температури лише незначно знижують процеси асиміляції і росту у сортів Завадовська, Тираспольська, Южанка та Ликуришка.

У передгір'ях та північних районах під впливом тривалої дії понижених весняних і літніх температур спостерігається явище передчасного стрілкування капусти.

Тривала дія високих температур, особливо під час посухи, затримує ріст і розвиток капусти. Рослини дуже зменшують розмір качана та збільшують висоту ніжки. Негативний вплив високих температур позначається не тільки на величині рослин, а і на співвідношенні між окремими частинами їх. В жарку погоду качани розтріскуються.

Високі температури несприятливі для розвитку насінних рослин на початку їх росту. Оптимальна температура для формування бруньок становить $17 - 18$ °C. Під впливом високих температур на початку розвитку насінників рослини слабо розвиваються і часто спостерігається утворення вегетативних органів на місці генеративних. Особливо несприятливі високі температури для ранньостиглих сортів [19].

Пізньостиглі сорти, які відзначаються повільним ростом центрального пагону, під впливом високих температур утворюють слабо розвинуті насінневі кущі.

Вплив температури повітря на продуктивність посівів капусти проявляється, перш за все, через вплив на інтенсивність процесів фотосинтезу та дихання. О.Л. Жигайло [21] встановлена залежність продуктивності капусти від середньої температури повітря при різних умовах зволоження (рис. 1.2).

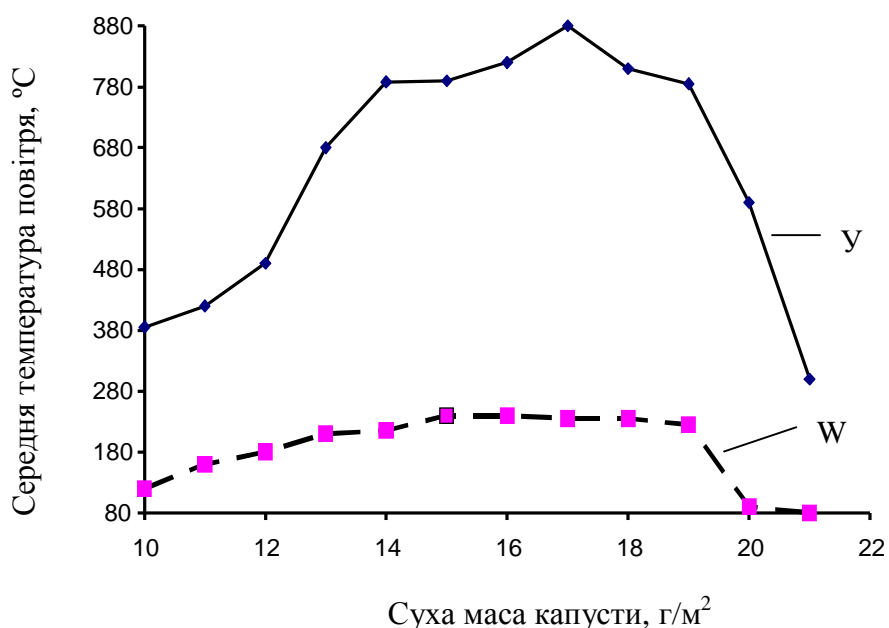


Рис. 1.2 – Вплив температури повітря на продуктивність капусти за різних умов зволоження: у – 80 % НВ; w – 20 % НВ.

Як видно із рис. 1.2, при підвищенні температури повітря до 18 °С продуктивність посівів зростає, при подальшому підвищенні температури продуктивність капусти падає спочатку повільно, після підвищення температури повітря до 21 °С і вище спостерігається різке падіння продуктивності.

Для сортів різної стиглості капусти встановлені суми ефективних температур по міжфазних періодах розвитку (табл. 1.7).

Таблиця 1.7 – Суми ефективних температур вище 6 °С по міжфазних періодах розвитку

Сорти	Висаджування розсади – завивання качана	Завивання качана – технічна стиглість
Ранньостиглі	420	600
Середньостиглі	580	850
Пізнньостиглі	750	950

В період перед настанням технічної стиглості капуста краще росте і дає більший урожай при середніх температурах повітря 8 – 13 °С. При високих температурах качани значно менші за розміром.

Волога. Капуста – вологолюбна культура. Нестача вологи у ґрунті негативно впливає на ріст рослин. В період засухи рослини капусти починають інтенсивно скидати листя і тому ніжка над поверхнею ґрунту вдається високою, а качани мілкими.

Особливо вимоглива капуста до вологи в період формування насінників капусти. При нестачі вологи насінники ростуть повільно з запізненням розвитку [18 – 21].

Сумарне споживання води капустою залежить від віку капусти, фази розвитку, механічного складу ґрунтів, вмісту вологи в ґрунті, густоти рослин, методів обробки ґрунту і ін. Крім того на величину споживання води впливають погодні умови, терміни та дози внесення добрив, своєчасність поливів та їх норми (табл. 1.8).

Таблиця 1.8 – Сумарне споживання води капустою

Дози добрив	Густота рослин (тис/га)	Забезпеченість влогою (% <i>НВ</i>)	Сумарне споживання води (мм/га)
Без добрив	20	60	422
		80	652
	30	60	463
		80	692
N ₉₀ P ₆₀	20	60	437
		80	682
	30	60	486
		80	782
N ₁₈₀ P ₁₂₀ K ₆₀	20	60	448
		80	694
	30	60	501
		80	812

В середньому пізні сорти капусти в умовах зрошення при безрозсадному методі вирощування мають сумарне споживання води до завивання качана 55 – 65 м³/га, у період завивання качана – 65 – 75 м³/га, у період технічної стиглості – 35 – 40 м³/га.

Коефіцієнт споживання води капустою (тобто, кількість води затраченої на створення одиниці урожаю) також залежить від вологозабезпеченості посівів, густоти, внесення добрив ті ін. (табл. 1.9). Оптимальні показники вище вказаних величин зменшують величину коефіцієнта споживання води. У капусти в залежності від сортів, добрив та

ін. коефіцієнт споживання води змінюється від 5 до 222 м³/т. При високій вологозабезпеченості посівів коефіцієнт споживання води капустою зменшується на 28 – 48 % (рис. 1.3) [11].

При розрахунках потреби у воді для отримання запланованого урожаю використовуються такі коефіцієнти споживання води: капуста рання – 100 – 120; капуста пізня – 80 – 100 м³/т.

В степових районах України капуста вирощується при зрошенні. Режим зрошення ранньої, середньої і пізньої капусти різний. Рання капуста в сухий рік поливається 5 – 6 разів за вегетацію, в середній по зволоженню рік – 3 – 4 рази поливною нормою 400 м³/га. Середню і пізню капусту поливають 8 – 10 разів поливною нормою 500 м³/га. Особливо важливі поливи в період завивання качана. При недостатній вологості ґрунту в цей період ріст качанів затримується, вони формуються мілкими і урожай різко зменшується. Важливо підтримувати рівномірне зволоження ґрунту впродовж всього періоду формування качанів. Перебої в поливах викликають розтріскування качанів.

Рання капуста поливається до кінця збору врожаю, а поливи середньої і пізньої припиняються за два тижні до збирання. В цілому для посушливих степових районів в середньому рекомендується режим зрошення, наведений у табл. 1.10.

Таблиця 1.9 – Коефіцієнт споживання води капустою пізніх сортів (за М. І. Патроном)

Густота рослин (тис/га)	Перед поливна вологість ґрунту, % від <i>НВ</i>		
	60	70	80
20	202	180	163
25	204	190	161
30	222	203	159

Слід зазначити, що у вересні та жовтні пізня капуста теж вимагає поливів. Припинення поливів у ці місяці викликає різке зменшення урожаю через те, що в цей період відбувається інтенсивне накопичення органічної маси і нестача вологи зменшує фотосинтез. Виявлена залежність урожаю качанів капусти від кількості поливів за вегетаційний період та норм кожного поливу.

Оптимальна передполивна вологість ґрунту для капусти всіх сортів скоростиглості становить: до завивання качана – 80 % *НВ*, після

зав'язування качана – 70 % *НВ*. Глибина промочуваного шару ґрунту становить відповідно 50 та 70 см.

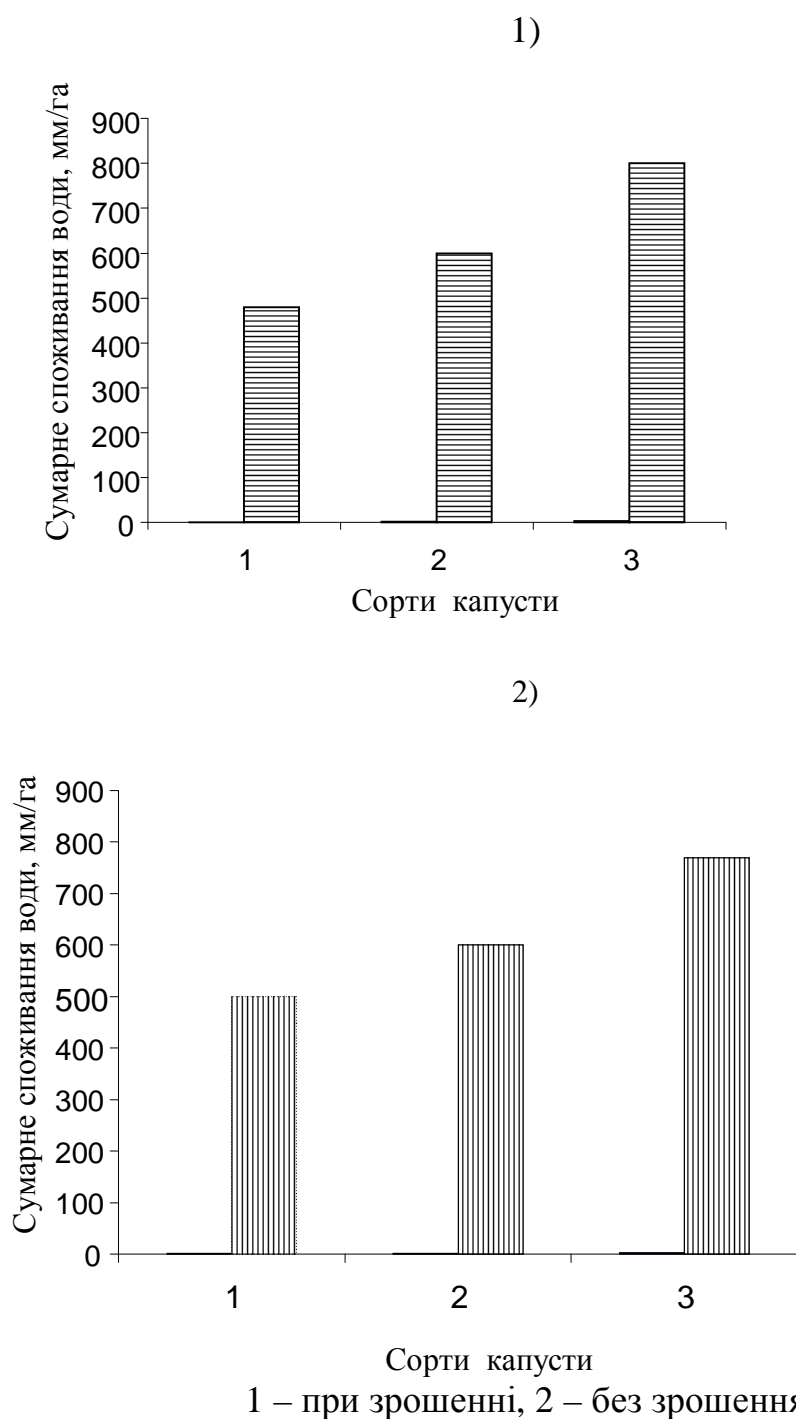


Рис. 1.3 – Сумарне споживання води капостою в залежності від сорту.
Сорти капусти: 1 – ранній – Димерська 7; 2 – середньоранній – Слава 1305; 3 – пізній – Завадовська

Таблиця 1.10 – Режим зрошення капусти різних сортів (за А.С. Симоновим)

Сорти капусти	Зрошувальна норма, м³/га		Кількість поливів		Поливна норма, м³/га	
	р і к					
	сухий	середній	сухий	середній	сухий	середній
Рання	2000-2400	1200-1600	5-6	3-4	400	400
Середня	4000-4500	3000-3500	8-9	6-7	500	500
Пізня	4500-5000	3500-4000	9-10	7-8	500	500

Грунти. Капуста для росту і розвитку потребує родючих ґрунтів і дуже ефективно реагує на внесення високих доз органічних та мінеральних добрив. При високій родючості типи ґрунтів не відіграють важливої ролі. Погано росте капуста на легких супіщаних, сильно кислих, перезволожених ґрунтах з поганою аерацією.

Таблиця 1.11 – Вплив кількості поливів та їх норм на урожай качанів капусти. Сорт Димерська 7. Зрошувальна норма 3600 м³/га (за А.С.Симоновим)

Кількість поливів	Поливна норма кожного поливу, м ³ /га									Урожай капусти (ц/га)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
9	250	250	400	450	450	450	450	450	450	400
8	300	350	450	500	500	500	500	500	-	379
7	450	-	500	500	500	-	550	550	550	362
6	400	400	700	-	700	-	700	-	700	311
5	450	-	800	-	800	-	800	-	750	258

На рівень урожайності капусти впливають терміни висаджування розсади та її вік. Чим старіша розсада, тим раніше отримують готову продукцію у відкритому ґрунті. Оптимальний вік рослин для висаджування в ґрунт 55 – 60 днів.

У відкритий ґрунт розсаду висаджують широкорядним методом з міжряддями 60 – 70 см і відстанню в рядках 30 – 35 см. Оптимальна густота посадок – 45 – 50 тисяч рослина на гектар. Встановлено [16], що збільшення густоти посівів від 28 тис/га до 50 тис/га збільшує валовий урожай капусти (табл. 1.12).

Після висаджування розсади в ґрунт проводиться полив нормою 250 – 300 м³/га.

Таблиця 1.12 – Урожаї ранньої капусти в залежності від густоти посіву (за М.І. Патроном)

Кількість рослин, (тис/га)	Площа живлення, (см ²)	Валовий врожай, (ц/га)	Середня вага качана, (кг)
28,5	70 X 50	221	1,25
33,0	60 X 50	262	1,22
41,0	70 X 35	305	1,05
47,0	60 X 35	353	1,08

Далі поливи проводяться у відповідності із запасами вологи в ґрунті.

Встановлено [11], що на врожай всіх сортів капусти впливає агротехніка вирощування – густота рослин, своєчасність зрошення та внесення добрив.

Впродовж вегетації проводиться підживлення рослин органічними та мінеральними добривами.

Капуста відрізняється високим виносом питомих речовин, особливо пізні сорти. Встановлено, що найбільші врожаї отримують при сумісному внесенні органічних та мінеральних добрив (табл. 1.13).

Підживлення капусти проводиться двічі за вегетаційний період: перше – під час утворення розетки листя, друге – при утворенні качана.

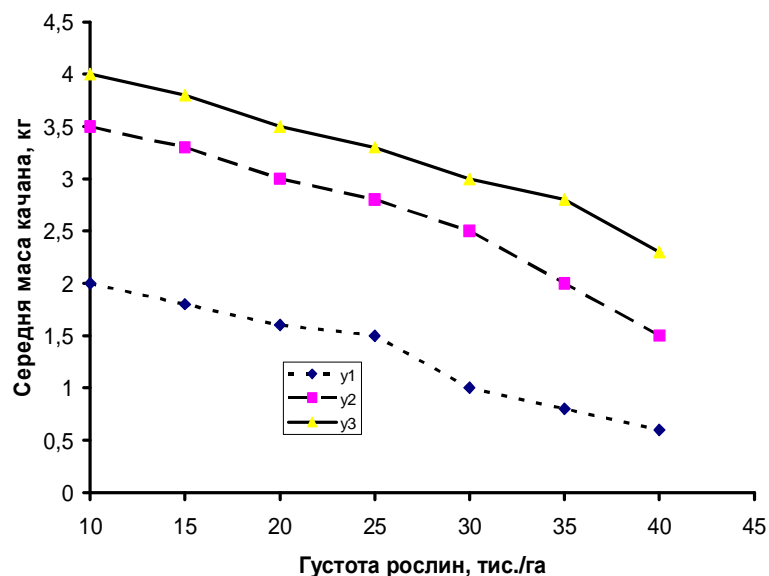
Таблиця 1.13 – Вплив доз та співвідношення добрив на урожай пізньої капусти (за М.І. Патроном)

Добрива та їх дози	Товарний урожай, ц/га	Прибавка урожаю	
		ц/га	%
Без добрив	405	-	-
Гній 20 т/га	496	91	22
Гній 20 т/га +N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀	600	195	47
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	496	91	22
N ₁₂₀ P ₉₀ K ₁₂₀	598	193	46
N ₁₅₀ P ₁₂₀ K ₁₅₀	610	205	48

Від оптимального співвідношення внесення добрив, поливів та густоти рослин залежить середня маса качана, яка під впливом агротехніки може змінюватись від 0,75 до 4,0 кг (рис. 1.4).

Добрива та висока вологість ґрунту збільшують середню масу качана майже вдвічі.

Практикується безрозсадний метод вирощування капусти. У порівнянні з розсадним він дає можливість скоротити виробничі витрати на вирощування розсади.



1 – без зрошення; 2 – без живлення, 3 – із живленням.

Рис. 1.4 – Середня маса качана капусти (сорт Завадовська) в залежності від густоти рослин, живлення та зрошення.

Однак практика показала, що при безрозсадному вирощуванні пізньої капусти зростають її вимоги до термінів висіву в ґрунт. Ранній висів призводить до передчасного дозрівання капусти. Після появи сходів догляд за посівами такий же, як і за розсадною капустою [11].

Високі та сталі врожаї капусти одержують при вирощуванні пізніх сортів безрозсадним методом. Для вирощування безрозсадним методом найбільш придатні зрошувані ділянки з пасльоновими або коренеплідними попередниками.

Зяблева оранка під безрозсадні сорти капусти проводиться на глибину 20 – 30 см. При використанні зяблевої оранки для вирощування безрозсадної капусти урожай її збільшується на 18 – 20 % у порівнянні із вирощуванням на весняній оранці.

Догляд за безрозсадною культурою нічим не відрізняється від догляду за розсадною капустою. Різниця спостерігається тільки після появи сходів та в період проріджування.

У практиці сільськогосподарського виробництва найбільш поширені сорти білокачанної капусти: Димерська 7, Дитмарська рання, Слава 1305, Амагер 611, Завадовська, Осіння грибовська, Білосніжка, Южанка, Ликиришка, Тираспільська та ін.

Димерська 7. Сорт ранньостиглий. Качан круглий, середньої щільності. Листя округлої форми, сіро-зелене зі слабо змощеною поверхнею. Середня вага качана 0,6 – 1,0 кг.

Слава 1305. Середньостиглий сорт. Розетка середніх розмірів, компактна. Листя темно-зелене із середнім восковим нальотом. Качан округлий, стійкий до розтріскування. Районований майже повсюди.

Завадовська. Дуже пізньостиглий сорт. Від сходів до збирання 180 днів. Розетка крупна, багатолиста. Колір листя зелений, або світлозелений із сильним восковим нальотом. Качан округлої форми, середній або крупний, щільний. Сорт високоврожайний.

Тираспольська. Сорт середньопізній, жаростійкий. Качан округлий, округло-плаский, щільний, крупний. Більш високоурожайний, ніж Завадовська.

Амагер 611. Пізньостиглий сорт. Вимогливий до родючості ґрунтів. Качан пласко-округлий, середнього розміру, дуже щільний. Дуже добре зберігається і використовується переважно у другій половині зими. Вегетаційний період більше 150 днів.

Зимова Грабовська. Середньопізній сорт. Від висаджування розсади до технічної стиглості 135 – 150 днів. Дуже вологолюбний. Качани округлі, щільні. Використовується для кашення та зимового зберігання.

1.4 Огірки

Огірки поряд з томатами і капустою є однією із провідних овочевих культур. За розмірами посівних площ огірки займають третє місце після капусти та томатів. В Україні посіви огірків зустрічаються по всій території. Головні масиви зосереджені в Південно-Західному та Донецько–Придніпровському економічних районах. Особливо велика щільність посівних площ огірків у Київській, Чернігівській, Харківській, Донецькій, Дніпропетровській та Луганській областях. На півдні України, в Молдові, Північному Кавказі та Нижньому Поволжі Росії, де більше поширені посіви томатів, посівні площі огірків менші.

Огіркам властива висока харчова цінність, незважаючи на малий вміст сухих речовин і вітамінів. Вони у великій кількості вміщують мінеральні сполуки лужного характеру, які нейтралізують неорганічні кислоти сполуки, що вводяться в організм людини з м'ясом, жирами, яйцями, мучними і круп'яними виробами [18].

Огірки (*Cucumis sativus* L.) – скоростигла однодомна рослина, яка відноситься до сімейства (*Cucurbitaceae*). Вважається, що огірки мають гімалайське походження [22]. Всі культурні форми огірків всередині виду представлені двома підвидами: підвид східно-азійський та підвид західно-азійський. Ці два підвиди в свою чергу поділяються на чотири групи сортотипів: 1 – група сортів з чорно опушеними плодами з помаранчово-жовтим забарвленням насінників, без сітки; 2 – група сортів з чорно опушеними плодами та насінниками коричневого забарвлення, з суцільною сіткою; 3 – група сортів з біло – опушеними плодами, з

насінниками молочно-білого і біло – зеленого забарвлення, без сітки або з її елементами; 4 – група сортів з плодами гладенькими, глянцевими, з насінниками брудно – вохристого, коричневого та біло – зеленого забарвлення з сіткою різної інтенсивності [22, 23].

До східно-азійського підвиду огірків відносяться найпоширеніші сорти: Ніжинський, Чорнобривець, Борщаговський, Кримський, Паризький корнішон, Родичок, Урожайний. До західно-азійського підвиду відносяться сорти: Муромський, Вязниківський, Астраханський, Неросимий та ін. Розповсюдження сортів залежить від місця їх виведення.

Ніжинський сорт районовано для весняних посівів. Сорт середньостиглий, середньо урожайний. Зеленець подовжено-яйцевидної форми або циліндричної форми. Поверхня його крупнопагорбиста темнозеленого і зеленого забарвлення. Насінники коричневі із середньою або крупною комір частістю. В плодах вміщується 4,9 – 5,27 % сухих речовин, цукру – 1,95 %, вітаміну С – 12 – 12,6 мг%.

Урожайний. Середньостиглий, засухостійкий та жаростійкий сорт. Зеленець крупнопагорбистий, у формі еліпса, із сильним восковим нальотом.

Неросимий. Сорт скоростиглий, стійкий до засухи. Листя темно-зелене. Зеленці мають циліндричну форму, пагорбисті, довжиною 10 – 12 см, діаметр 4,0 – 4,5 см. В плодах вміщується 4,6 – 5,7 % сухих речовин, 2,2 – 2,4 % цукру, 13 – 16 мг% вітаміну С. Дає високі врожаї в літніх посадках.

Вязниківський. Найбільш розповсюджений скоростиглий сорт. Урожайний. Зеленець має подовжено-яйцевидну форму. Використовується у свіжому вигляді і для засолювання. Районований по всій території Європейської частини СНД.

Переможець. Сорт середньопізній, урожайний, відзначається тривалим зберіганням. Зеленець циліндричної форми, темно-зеленого кольору, крупнопагорбистий. Відзначається високими смаковими якостями.

На разі огірки вирощуються повсюди. У більш прохолодних районах – в оранжереях та теплицях. У районах помірного та теплого клімату – у відкритому ґрунті. Рослини огірка мають дуже розвинуту надземну частину з повзучим стеблом, крупним слабо опушеним листям, з ціпкими вусиками і з корінням, яке не проникає глибоко в землю. Огірки мають чоловічі та жіночі квітки. Чоловічі квітки розташовуються пучками по декілька штук на головному стеблі та осях першого порядку. Жіночі квітки – на відгалуженнях другого і подальших порядків. Використовується молода зав'язь, яка збирається в міру утворення через 1 – 2 дні. В південних районах рослини плодоносять до відмирання. Найбільшу кількість плодів збирають у період найбільшого цвітіння жіночих квіток [4, 22 – 25].

Вирощуються огірки переважно посівом насіння у відкритий ґрунт. В районах з обмеженою забезпеченістю теплом застосовується розсадний метод. В степових районах огірки вирощують на зрошуваних землях.

1.3.1 Вимоги огірків до факторів навколишнього середовища.

Світло. Огірки, як і більшість рослин південного походження, рослини короткого дня. Дослідження О.І. Філова показали, що скоростиглі сорти огірків мають більшу вегетативну масу при 15 – 16 годинному дні, а середньостиглі – при 12 годинному. Чоловічі квітки скоріше зацвітають при короткому (10 – 12 годин) дні. Скорочений день також сприяє утворенню більшої кількості жіночих квіток, а це, в свою чергу, сприяє збільшенню врожаю.

Одним із факторів, що впливає на швидкість розвитку рослин короткого дня, є інтенсивність освітлення. Світло підвищеної інтенсивності зумовлює прискорення зацвітання. Зменшення інтенсивності освітлення пригнічує ріст рослин, зменшує кількість сухої речовини, змінює окислювально – відновлювальний режим в бік окислення.

Я.П. Ляхновичем встановлено, що збільшення надходження сонячної радіації при добрій забезпеченості посівів вологою сприяє збільшенню пігментів та хлорофілу в листі, прискоренню росту рослин і збільшенню їх асимілятивної поверхні, прискоренню плодоносіння [23].

Дослідження І.О. Шульгіна показали, що пряма залежність ростових процесів від інтенсивності сонячної радіації спостерігається тільки у молодому віці. Через місяць після сходів такої залежності не спостерігається.

Тривалість і інтенсивність сонячної радіації не поодинокі показники, які характеризують вплив світла на життєдіяльність огірків. Велике значення має також якість світла. Додаткове освітлення червоним промінням затримує розвиток рослин короткого дня, а короткохвильове синьо-фіолетове проміння прискорює розвиток рослин короткого дня. Наявність великої кількості короткохвильового проміння сприяє скорішому зацвітання рослин та утворенню більшої кількості жіночих квітів [24].

Більш високі врожаї огірків отримують у роки з малохмарною погодою.

Тепло. За даними більшості дослідників [22, 26, 27] температура початку росту огірків знаходиться у межах 12 – 15 °С. Оптимальна температура – 25 – 30 °С. Верхня межа життєдіяльності огірків становить 35 – 40 °С. Особливо несприятливими для огірків є різкі коливання температури повітря.

Огірки відносяться до групи сільськогосподарських культур дуже чутливих до зниження температур. Пошкодження рослин і їх загибель спостерігається при тривалій дії низьких позитивних температур (3 – 6 °C). При переохолодженні відбувається пошкодження протоплазматичних структур – хлоропластів. Чутливість огірків до знижених температур змінюється з віком рослин. Деякі автори [26] вважають, що загибель рослин огірків спостерігається при тривалому зниженні температури повітря до 10 °C.

Якщо знижені позитивні температури несприятливі для огірків лише після тривалої дії, то навіть короточасні слабкі заморозки спричиняють пошкодження і загибель рослин.

В залежності від мінімальної суми температур вище 10 °C за вимогами до тепла сорти огірків поділяються на 5 груп [22]:

1 – невимогливі до тепла сорти, мінімальна сума температур вище 10 °C – 1600 – 1900 °C;

2 – порівняно невимогливі до тепла сорти, мінімальна сума температур вище 10 °C – 1900 – 2200 °C;

3 – середні за вимогами до тепла сорти, мінімальна сума температур вище 10 °C – 2200 – 2500 °C;

4 – сорти, вимогливі до тепла, мінімальна сума температур вище 10 °C – 2500 – 2800 °C;

5 – дуже вимогливі до тепла сорти, мінімальна сума температур вище 10 °C – не менше 2800 °C.

В залежності від діапазону термічних умов в межах ареалу сорту виділяються підгрупи сортів. Сорти з різницею екстремальних сум температур 200 – 500 °C відносяться до підгрупи *a* з дуже вузьким діапазоном термічних умов; сорти з різницею екстремальних температур 500 – 800 °C відносяться до підгрупи *b*, з різницею 800 – 1100 °C – до підгрупи *c*. Для підгрупи *d* властивий широкий діапазон температур – 1100 – 1400 °C. Сорти підгрупи *e* вирощуються при різниці між екстремальними сумами температур більше 1400 °C.

Значний інтерес з агрометеорологічної точки зору представляють дослідження впливу температури повітря на швидкість росту та розвитку огірків по міжфазних періодах. При достатній вологозабезпеченості проростання насіння та поява сходів спостерігається при температурах 12 – 16 °C. Найкоротший період від сівби до сходів спостерігається при температурі повітря 20 – 25 °C, ґрунту – 25 – 30 °C. При температурі повітря нижче вказаних величин тривалість міжфазного періоду сівба – сходи різко зростає. В.К. Абрамовим встановлена залежність тривалості міжфазного періоду сівба – сходи від середньої температури повітря (табл. 1.14). За кількісний показник міри реакції сортів на температурні умови можна прийняти відношення тривалості міжфазного періоду при низьких і високих температурах. Цей показник застосовується для порівняльної

оцінки сортів огірків. Як видно з табл. 1.15, найбільшою чутливістю до температури відзначаються сорти Український ранній, Успіх 221, Донський 175. Менше впливають температури на тривалість міжфазного періоду сівба – сходи у сортів, які вирощуються у більш північних областях. Зв'язок тривалості міжфазного періоду з середньою температурою повітря за період характеризується для різних сортів різними коефіцієнтами кореляції. Вони вищі для сортів, які вирощуються переважно у південних областях, та нижчі для сортів, які вирощуються північніше. В середньому за міжфазний період сівба – сходи огіркам ранніх сортів необхідна сума температур 160 – 170 °С, середньостиглих сортів – 175 – 190 °С, пізньостиглих – 195 – 205 °С. В залежності від середніх температур повітря за період вказані суми можуть відрізнятись по роках на 100 °С. Зв'язок тривалості міжфазних періодів з середньою температурою описується рівняннями (табл. 1.14 – 1.17), які можна використовувати для прогнозу настання дати фаз розвитку огірків за умов доброго зволоження ґрунту. Відхилення розрахованих і фактичних дат настання фази сходів становить не більше ± 2 дні.

Після появи сходів спочатку огірки ростуть дуже повільно. І подальший розвиток їх також знаходиться в тісній залежності від температури повітря. В період від сходів до цвітіння формуються генеративні органи. Зацвітають рослини після появи 6 – 8 листка. Спочатку зацвітають чоловічі квітки. Жіночі квітки розкриваються пізніше чоловічих. В зв'язку з різним часом появи чоловічих і жіночих квіток розглядається вплив температури повітря на тривалість періодів: сходи – цвітіння чоловічих квіток і сходи – цвітіння жіночих квіток (табл. 1.16 – 1.17). Найбільш чітко видно різницю у тривалості цих періодів при температурах 22 – 24 °С. При зниженні температури різниця зменшується, а при температурі 14 – 16 °С зникає зовсім. Порівняння співвідношення між тривалістю періоду сходи – цвітіння чоловічих квіток та сходи – цвітіння жіночих квіток для різних сортів показало, що при температурі повітря 22 °С вони однакові. При зниженні температури до 16 °С і нижче тривалість періоду сходи – цвітіння жіночих квіток значно збільшується.

Таким чином, сортові відзнаки в тривалості періоду сходи – цвітіння жіночих квіток проявляються більш різко, ніж в тривалості періоду сходи – цвітіння чоловічих квіток і ці відзнаки тим більші, чим вища температура повітря. В залежності від скоростиглості сорту тривалість періоду сходи – цвітіння чоловічих квіток становить в середньому 34 – 40 днів, сходи – цвітіння жіночих квіток – 36 – 47 днів. Коефіцієнти кореляції тривалості періоду сходи – цвітіння чоловічих та жіночих квіток неоднакові для різних сортів і коливаються у межах від 0,52 до 0,77.

При співставленні ліній зв'язку тривалості періоду сходи – цвітіння чоловічих квіток та сходи – цвітіння жіночих квіток звертає не себе увагу той факт, що з підвищенням температури повітря у межах від 15 до 24 °С

розрив у тривалості цих періодів зростає. Найбільш чітко ця тенденція виражена у сортів Урожайний 86, Ніжинський 12, Донський 175. Певною мірою цей факт пояснюється біологічними особливостями різного співвідношення в часі зацвітання чоловічих та жіночих квіток.

Сума температур в залежності від сорту коливається від 600 до 750 °С для періоду сходи – зацвітання чоловічих квіток та від 630 до 850 °С за період сходи – зацвітання жіночих квіток і це залежить від середньої температури повітря за період.

Іншим фактором, який може впливати на швидкість розвитку рослин у період від сходів до цвітіння, є тривалість дня в період світлової стадії. Огірки світлової стадії проходять впродовж 10 – 12 днів після появи сходів. Однак це впливає лише на сорти, що мають ярко виражену фотоперіодичну реакцію. Для сортів з незначною фотоперіодичною реакцією тривалість дня не впливає на швидкість розвитку рослин [22, 23]. У період від початку цвітіння жіночих квіток до початку плодоношення також відзначається чітка залежність тривалості періоду від середньої температури за період. Із зниженням температури повітря тривалість цього періоду зростає. Слід зазначити, що в період початок зацвітання жіночих квіток – початок плодоношення сортові відзнаки огірків значно згладжуються. Так, при середній температурі повітря за період 24 °С тривалість періоду становить в залежності від сорту 8 – 16 днів, при температурі повітря 15 °С збільшується до 18 днів для всіх сортів (табл. 1.17). При цьому тривалість періоду у сортів, що вирощуються у північних районах, збільшується більше, ніж у сортів, що вирощуються у південних областях.

Суми температур за період початок цвітіння жіночих квіток – початок плодоношення становлять в залежності від сорту та від середньої температури повітря за період від 200 – 280 °С при середній температурі 16 °С до 220 – 260 °С при середній температурі за період від 20 °С до 24 °С. В залежності від температурних умов вегетаційного періоду початок плодоношення огірків може змінюватись. При середній температурі 21 °С скоростиглі сорти починають плодоношення через 37 – 48 днів після сівби, середньостиглі – через 50 – 55 днів, пізньостиглі – через 55 – 65 днів. Змінюються також і суми температур від сівби до початку першого збору огірків. В середньому для скоростиглих сортів суми активних температур коливаються в межах 1050 – 1100 °С, середньостиглих – 1100 – 1200 °С, пізньостиглих – 1210 – 1300 °С.

Для районів з добрим забезпеченням теплом плодоношення огірків закінчується задовго до настання низьких температур. Тому в таких районах практикується вирощування огірків літніми посадками. Період плодоношення за рахунок літніх посадок може збільшитись на 50 днів і більше. Дослідженнями Т.О. Побєтової та В.К. Абрамова встановлено, що найбільш поширені та економічно обґрунтовані літні посадки огірків у

південних областях України, рівнинній частині Краснодарського краю та Астраханській області Росії. Була розрахована забезпеченість тривалості вегетаційного періоду огірків літніх посадок для областей Південного степу України. Тривалість вегетаційного періоду огірків літніх посадок змінюється з роками і знаходиться в цілковитій залежності від особливостей погоди.

Волога. Огірки в силу свого походження із районів вологих тропіків ставлять високі вимоги до вологості ґрунту та повітря. Огірки погано переносять ґрунтову та повітряну посуху. Для формування високого урожаю огіркам необхідна велика кількість води. Огірки поливають не тільки в південних областях, а і в середніх, і навіть на півночі.

Дослідженням водоспоживання огірків займалися В.К. Абрамов, О.І. Філов, О.С. Симонов [4, 22 – 25]. Встановлено, що головною причиною підвищеної чутливості огірків до вологості ґрунту, є погано розвинена коренева система. Ріст коріння огірків відбувається дуже повільно і основна маса його розташовується у шарі ґрунту 15 – 20 см. Особливо це стосується сортів, які вирощуються у північних районах. У південних районах коріння огірків проникає трохи глибше. У зв'язку з цим, при відсутності опадів часто складається ситуація, коли коріння не встигає постачати воду надземній масі рослин.

Крім того, огірки відзначаються високим обводненням клітин, яке пов'язане з крупноклітинною будовою тканин і високими темпами наростання вегетативної маси.

Висока обводненість клітин обумовлює низький осмотичний тиск в тканинах огірків, який, в свою чергу, обумовлює слабку сисну силу коріння. Тому коріння може забезпечити рослини водою тільки при великих запасах її в ґрунті. Висока чутливість огірків до забезпечення вологою також пояснюється особливою будовою продихового апарату. При доброму забезпеченні вологою продихи відкриті цілодобово. Внаслідок чого листя огірків слабо захищене від інтенсивного випаровування. Дослідженнями [26, 27] встановлено, що оптимальною вологістю ґрунту для огірків є вологість 80 % від найменшої вологомісткості.

В роботі [26] вказується, що умови зволоження впливають на кількість жіночих квіток, від яких залежить урожай.

Встановлено [27], що площа листя, кількість листків на одній рослині та їх величина змінюються під впливом вологості ґрунту. При зменшенні вологості ґрунту до 60 % від *НВ* всі показники різко зменшуються.

Дослідження [25] показали, що в'янення огірків починається при 30 % забезпеченні вологою.

Слід зазначити, що потреба огірків у воді та вплив зволоження на їх продуктивність в значній мірі залежать від температурного режиму.

Добрий врожай огірків отримують при хорошому забезпеченні вологою та високій температурі повітря.

Багато авторів відзначають [25 – 28], що для огірків дуже небезпечно різке коливання вологості ґрунту, навіть небезпечніше, ніж деякий час буде відчуватись нестача вологи.

Впродовж вегетаційного періоду потреба рослин у вмісті вологи в ґрунті неоднакова. В період утворення пагонів споживання води незначне і різко збільшується в період плодоношення. Період плодоношення огірків можна назвати *критичним періодом* по відношенню до вологи. Нестача вологи в цей період викликає порушення в спорогенезі рослин, квітки гублять здібність до запліднення.

Встановлено, що в період перед початком цвітіння огірків невелике зменшення запасів вологи в ґрунті сприяє формуванню квіток і прискорює настання перших зборів. При надлишках вологи в ґрунті спостерігається сильне обводнення клітин, інтенсивний ріст стебла та утворення листя, що викликає зменшення формування репродуктивних органів.

У період запліднення вологість повітря впливає на процес запліднення жіночих квіток. У вологому повітрі збільшується тривалість періоду збереження життєдіяльності пилку. При відносній вологості повітря 40 % проростає лише незначна кількість пилку, а пилкові трубочки зупиняють ріст. Найбільшої довжини пилкові трубки досягають при відносній вологості 100 %, а при 70 – 80 % вони коротші, але відсоток проростаючих пилкових зерен більш високий [26, 27].

Зменшення життєдіяльності пилку огірків та неповне його проростання у сухому повітрі пов'язане з підсиханням оточуючої слизистої маси та зменшення ефективності діяльності комах – запилювачів.

Сумарне споживання води огірками, як і інших овочевих культур, залежить від сорту. Ранні скоростиглі сорти мають короткий період вегетації, формують урожай при відносно низьких температурах повітря, внаслідок цього витрачають води менше, ніж пізні сорти. Витрати води огірками по періодах розвитку неоднакові. Найменші витрати води спостерігаються на початку розвитку до утворення репродуктивних та запасуючих органів. В період плодоношення водоспоживання збільшується, а на момент масового збору знову зменшується. Середнє за добу споживання води огірками становить до плодоношення 30 – 35 м³/га, в період плодоношення – 55 – 60 м³/га і наприкінці плодоношення – 35 – 40 м³/га.

Незважаючи на те, що у порівнянні з іншими овочевими культурами, огірки не відзначаються високим сумарним споживанням води, коефіцієнт водоспоживання у них високий (рис. 1.5) і становить 300 – 350 м³/т. Він збільшується при збільшенні густоти рослин і без зрошення. При зрошенні коефіцієнт споживання води зменшується.

Таблиця 1.14 – Залежність тривалості періоду сівба – сходи огірків від середньої температури повітря (за В.К. Абрамовим)

Сорти огірків	Тривалість періоду (дні) сівба – сходи за середньої за період температури повітря (°C)									Рівняння зв'язку	Коефіцієнт кореляції
	14	15	16	17	18	19	20	21	середня тривалість періоду, дні		
Український ранній	15	13	12	10	9	8	7	-	11	$Y = - 1,74t + 40,4$	0,68
Сигнал 235	14	13	12	11	10	9	9	8	11	$Y = - 0,87 t + 25,2$	0,58
Успіх 221	15	14	12	11	9	8	8	7	12	$Y = - 1,46 t + 36,3$	0,72
Ніжинський 12	13	11	10	10	9	8	8	8	12	$Y = - 0,97t + 26,5$	0,65
Кримський 7	16	14	13	12	11	10	10	9	13	$Y = - 0,99 t + 28,4$	0,60
Донський 175	18	17	16	14	12	11	9	8	13	$Y = - 1,48 t + 38,1$	0,58
Чорнобривець	13	12	11	10	9	9	8	8	13	$Y = - 0,97 t + 32,4$	0,61
Борщаговський	14	13	12	11	10	10	9	8	13	$Y = - 1,02t + 24,5$	0,66
Паризький корнішон	17	16	15	14	13	11	10	9	14	$Y = - 1,52 t + 31,1$	0.71

Таблиця 1.15 – Залежність тривалості періоду сходи – початок цвітіння чоловічих квіток огірків від середньої температури повітря (за В.К. Абрамовим)

Сорти огірків	Тривалість періоду (дні) сходи – початок цвітіння чоловічих квіток за середньої за період температури повітря (°C)									Рівняння зв'язку	Коефіцієнт кореляції
	16	17	18	19	20	21	22	23	середня тривалість періоду, дні,		
Український ранній	43	40	38	36	35	35	34	-	38	$Y = - 3,25t + 93,7$	0,62
Сигнал 235	41	38	35	32	30	29	27	26	35	$Y = - 2,22 t + 74,8$	0,60
Успіх 221	42	40	38	36	34	32	30	27	37	$Y = - 1,96 t + 75,0$	0,68
Ніжинський 12	43	41	38	37	36	35	34	34	38	$Y = - 0,97t + 26,5$	0,65
Кримський 7	43	42	40	38	36	35	33	31	38	$Y = - 1,97 t + 65,4$	0,60
Донський 175	42	41	41	40	39	38	38	37	40	$Y = - 0,48 t + 42,1$	0,68
Чорнобривець	44	40	40	39	39	37	38	37	39	$Y = - 1,07 t + 42,4$	0,61
Борщаговський	45	43	42	40	38	36	35	31	38	$Y = - 1,72t + 70,5$	0,64
Паризький корнішон	47	46	45	44	43	40	38	37	41	$Y = - 1,62 t + 28,1$	0,71

Таблиця 1.16 – Залежність тривалості періоду початок цвітіння жіночих квіток – перший збір плодів огірків від середньої температури повітря (за В.К. Абрамовим)

Сорти огірків	Тривалість періоду (дні) сходи – початок цвітіння жіночих квіток за середньої за період температури повітря (°C)									Рівняння зв'язку	Коефіцієнт кореляції
	16	18	20	21	22	23	24	25	середня тривалість періоду, дні,		
Український ранній	9	9	10	11	11	11	12	12	11	$Y = 0,35t + 3,7$	0,60
Сигнал 235	12	12	13	14	15	15	16	16	13	$Y = 1,78t + 21,8$	0,58
Успіх 221	14	13	14	14	15	15	16	17	13	$Y = 0,56 t + 3,8$	0,66
Ніжинський 12	18	16	13	11	11	11	10	10	12	$Y = - 0,71t + 25,1$	0,63
Кримський 7	16	13	11	10	10	9	9	8	12	$Y = - 0,97 t + 32,1$	0,61
Донський 175	13	13	12	12	12	12	12	11	12	$Y = - 0,21 t + 17,0$	0,68
Чорнобривець	17	13	12	11	10	10	9	8	11	$Y = - 1,07 t + 31,4$	0,59
Борщаговський	17	14	14	14	12	12	12	12	14	$Y = - 0,72t + 28,0$	0,64
Паризький корнішон	19	18	17	16	16	15	15	14	17	$Y = - 0,76 t + 28,1$	0,61

Таблиця 1.17 – Залежність тривалості періоду початок цвітіння жіночих квіток – початок плодоношення огірків від середньої температури повітря

Сорти огірків	Тривалість періоду (дні) сімба – сходи за середньої за період температури повітря (°C)									Рівняння зв'язку	Коефіцієнт кореляції
	16	17	18	19	20	21	22	23	середня тривалість періоду, дні,		
Український ранній	42	38	34	32	30	29	28	-	36	$Y = - 3,25t + 73,7$	0,62
Сигнал 235	44	38	35	32	30	29	27	26	38	$Y = - 1,91t + 74,8$	0,60
Успіх 221	43	40	38	36	34	32	30	27	38	$Y = - 1,96 t + 68,0$	0,68
Ніжинський 12	46	41	38	37	36	35	34	34	42	$Y = - 1,81t + 74,1$	0,65
Кримський 7	46	42	40	38	36	35	33	31	41	$Y = - 1,97 t + 75,4$	0,60
Донський 175	46	46	46	46	46	46	46	46	46	$Y = - 0,01 t + 52,1$	0,98
Чорнобривець	46	40	40	39	39	37	38	37	43	$Y = - 2,07 t + 78,9$	0,61
Борщаговський	45	43	42	40	38	36	35	31	42	$Y = - 0,72t + 71,5$	0,64
Паризький корнішон	47	47	47	46	47	47	47	47	47	$Y = - 0,01 t + 48,1$	0,91

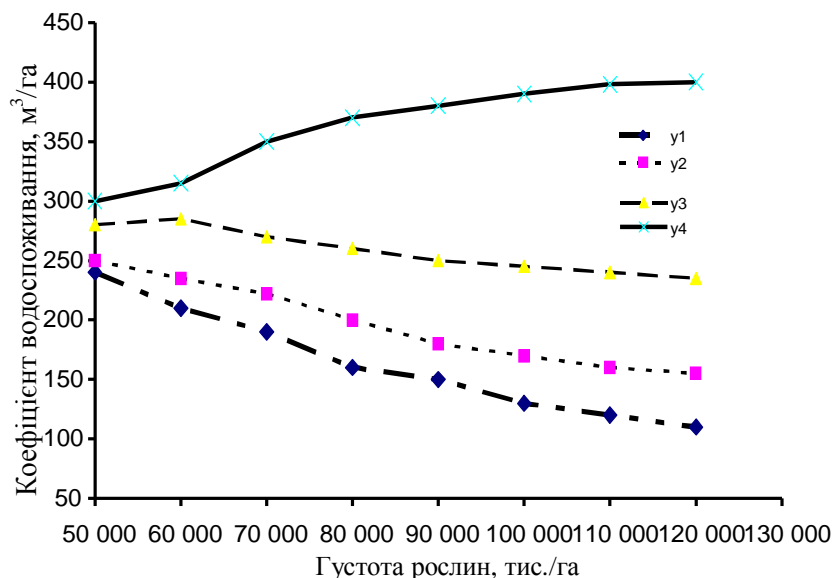


Рис. 1.5 – Коефіцієнт водоспоживання огірків в залежності від густоти рослин, добрив і зрошення (за М.І. Патроном):

- 1 – з мінеральними і органічними добривами при зрошенні;
- 2 – з мінеральними добривами і зрошенням;
- 3 – без добрив із зрошенням;
- 4 – без добрив і без зрошення.

Дослідження М.І. Патрона показали, що на величину коефіцієнта споживання води також впливає внесення мінеральних добрив. При підтримці вологості ґрунту не нижче 80 % *НВ*, застосуванні подвійної норми внесення добрив та збільшенні густоти рослин до 119 тис/га коефіцієнт водоспоживання зменшується на 53 % у порівнянні з величиною його на полях без зрошення, без внесення добрив та густоті рослин 70 тис/га (табл. 1.18).

При організації зрошення огірків, як і для інших овочевих культур, велике значення мають: зрошувальні норми, терміни поливів, норми поливів та глибина шару промочування ґрунту. Встановлено [11, 30], що оптимальна передполивна волога для огірків до плодоношення становить 80 % *НВ* глибина шару промочування – 30 см. В період плодоношення перед поливна вологість ґрунту теж становить 80 % *НВ*, а глибина шару промочування – 50 см. В умовах посушливих зон здійснюється передпосівний полив нормою 250 – 300 м³/га.

У середньо-посушливі роки проводиться 7 – 8 поливів: від сходів до початку утворення жіночих квіток – 2 – 3 поливи нормою 300 – 350 м³/га кожен і від початку утворення жіночих квіток до кінця плодоношення – 5 – 6 поливів з нормою 400 – 450 м³/га. Міжполивні періоди не повинні

перевищувати 8 – 10 днів до утворення жіночих квіток і 6 – 8 днів до кінця плодоношення [31].

Таблиця 1.18 – Сумарне споживання води огірками, мм/га

Дози добрив	Густота рослин, тис/га	Забезпеченість вологою, % <i>НВ</i>	Сумарне споживання води, мм/га
Без добрив	70	60	253
		70	321
		80	425
	71 – 95	60	286
		70	348
		80	471
	96 – 120	60	292
		70	376
		80	491
$N_{90} P_{60}$	70	60	271
		70	349
		80	468
	71 – 95	60	294
		70	391
		80	514
	96 – 120	60	317
		70	404
		80	528
$N_{180} P_{120} K_{60}$	70	60	275
		70	371
		80	493
	71 – 95	60	303
		70	401
		80	537
	96 – 120	60	323
		70	431
		80	544

Ґрунти. Ріст і розвиток огірків в значній мірі залежать від родючості ґрунтів. Дослідженнями [25, 26] встановлено, що для одержання високого урожаю огірків необхідно постійно проводити контроль вмісту і концентрації поживних речовин у ґрунтовому розчині. Мало розвинуте коріння огірків не дає змоги використовувати поживні речовини глибоких

шарів ґрунту. Нормальна концентрація клітинного соку у огірків вища ніж у інших овочевих культур.

Тому необхідною умовою одержання високих урожаїв огірків є достатня кількість поживних речовин в легко засвоюваній формі в ґрунті, який повинен мати нейтральну реакцію або pH не менше 6,5. Погано або зовсім не ростуть огірки на кислих ґрунтах. Вапнування кислих ґрунтів різко підвищує врожай огірків.

У посівній сівозміні кращими попередниками для огірків є шар або оберт шару багаторічних трав, ранньої картоплі та томатів, перцю, баклажанів і цибулі. Не рекомендується висівати огірки після огірків та після капусти.

Висіваються огірки рядковим або стрічковим методом з оптимальною шириною міжрядь 70 см для ранньостиглих сортів та 90 см – для середньо і пізньостиглих сортів. Відстань між рослинами в стрічці становить 50 – 60 см. Насіння при посіві заглиблюється на 3 – 5 см. Після сівби ґрунт прикочується легкими катками.

В період вегетації ґрунт у міжряддях повинен підтримуватись у розпушеному стані і чистим від бур'янів.

До початку плодоношення огірки в рядках проріджують двічі. Перший раз – при появі першого справжнього листка, другий – після утворення 3 – 4 справжніх листків.

Огірки добре реагують на внесення органічних та мінеральних добрив (табл. 1.19).

У мінеральному живленні огірків важливу роль відіграють мікроелементи: бор, марганець, мідь, цинк, молібден і ін. [11 – 17].

На режим мінерального живлення суттєво впливають метеорологічні умови. Між величиною врожаїв і кількістю взятих із ґрунту елементів мінерального живлення існує пряма залежність, тому зменшення урожаїв огірків при несприятливих умовах погоди в значній мірі пояснюється тим, що вони обмежують надходження мінеральних поживних речовин в рослини. При несприятливих температурних умовах та низькому забезпеченні вологою, малому освітленні зменшується не тільки величина споживання мінеральних добрив але і ефективність їх використання.

Густота рослин на початку вегетації не впливає на величину сирової маси рослин. У подальшому із збільшенням густоти рослин на одиницю площі надземна маса їх зменшується. Слід зазначити, що це зменшення також залежить від забезпеченості вологою та внесення добрив (рис. 1.6).

Встановлено [11], що густота рослин, які мають довгі стебла, більше 120 тис/га знижує врожай. Для кущоподібних сортів густота може збільшуватись до 200 тис/га.

Ефект від підвищення доз добрив, вологості ґрунту, густоти рослин буде неоднаковий у різних сортів огірків.

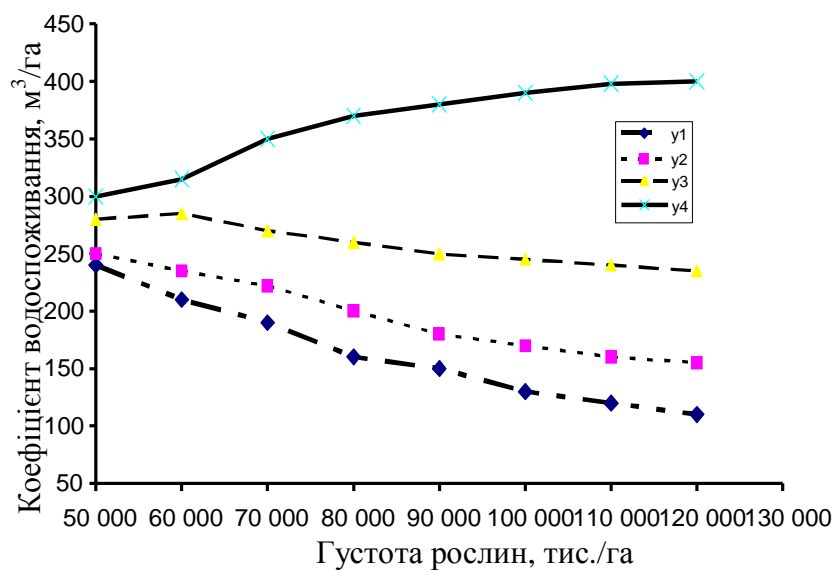


Рис. 1.6 – Сира маса однієї рослини огірків в залежності від агротехніки вирощування (за М.І. Патроном).

- 1 – з мінеральними і органічними добривами і зрошенням;
- 2 – з мінеральними добривами і зрошенням;
- 3 – без добрив із зрошенням;
- 4 – без добрив і без зрошення.

Таблиця 1.19 – Вплив внесення органічних і мінеральних добрив на врожай огірків (середньостиглі сорти) (за В.К. Абрамовим)

Добрива та їх дози	Товарний урожай, ц/га	Приріст урожаю, ц/га
Без внесення добрив	300	-
N ₃₀ P ₆₀ K ₃₀	346	46
N ₆₀ P ₁₂₀ K ₆₀	359	59
Перегній 20 т/га	340	40
Перегній 20 т/га + N ₃₀ P ₆₀ K ₃₀	376	76
N ₃₀ P ₅₀ K ₃₀ + P ₁₀ в рядки під час сівби	316	16

1.5 Солодкий перець

Солодкий перець (*Capsikum annum* L.) виник із гіркого під впливом культури землеробства та в міру просування його з південних районів у північні з більш помірним та прохолодним кліматом. Батьківщиною гіркого перцю вважається Мексика, але ряд його форм походять із Перу, Болівії, Бразилії [3].

Із Америки перець потрапив на тихоокеанські острови, в Африку, Азію і набув значного поширення в Японії, Кореї, Китаї, Індії. На разі найбільші площі гіркого перцю знаходяться в Індії. В Росію гіркий перець поширився із Азії наприкінці XVI століття.

Солодкого перцю у дикому стані не знайдено. Він виник значно пізніше від гіркого перцю і попав у Європу пізніше. Вважається, що солодкий перець був завезений в Україну із Болгарії у другій половині XVIII століття. Спочатку його вирощували тільки на Одещині і лише наприкінці XIX століття посіви його поширились в інших південних областях. Найбільш широке розповсюдження солодкий перець одержав у тридцяті роки минулого століття, коли бурхливо стала розвиватись консервна промисловість [3].

Перець стручковий (гострий і солодкий) відноситься до сімейства пасльонових, роду капсікум, виду *Capsikum annum* L. В нашій країні перець – однолітня рослина, в тропічних країнах може бути багаторічним.

Перець – рослина низько або середньо росла, інколи висока, компактна або напіврозкидиста, має гілчасте коріння, стебло – дерев'янисте внизу, зверху трав'янисте, без опушування. Листя поодинокі або зібране в розетку. Квітки поодинокі, колесовидні, розташовані в розвилці стебла. Білі іноді з зеленим відтінком.

Плід – 2 – 4 гніздова ягода. За формою плоди дуже різноманітні: від циліндричних до кулястих, від ребристих до гладеньких, за розміром – від маленьких до великих (від 1,5 г до 450 г). Колір плодів – від білого до темно-зеленого кольору в технічній стиглості та від темно-червоного до жовтого кольору – в біологічній стиглості. На кущі плід може висіти, стирчати, може зустрічатись на одному кущі змішане положення плодів [3, 4, 32, 35, 36].

О.І. Філов [3] відокремив солодкий перець у ботанічний підвид (*C. Annum ssp. groosum* Fil).

Підвид солодкого перцю поділяється на п'ять ботанічних різновидностей, які відрізняються за формою плода: томатовидна, дзвонovidна, конусовидна, болгарська, циліндрична. До болгарської різновидності відносяться також форми з квадратною, призмovidною та подовженою формою плода. До циліндричної форми об'єднані велико стручкові форми.

О.І. Філов відзначає, що сорти перцю більше відрізняються за формою плоду, ніж за вегетативними органами. Крім того, сортові ознаки солодкого перцю в дуже великій мірі змінюються в залежності від погодних умов та умов вирощування.

За харчовими та смаковими якостями плоди солодкого перцю перевершують томати і інші овочі. Їх використовують в технічній та біологічній фазах стиглості. В біологічній стиглості плоди вміщують найбільшу кількість поживних речовин. У складі сухих речовин солодкого перцю вміщується майже половина легко засвоюваного людиною цукру (фруктоза, глюкоза). Окрім цукру, перець також вміщує клітчатку, пектини, геміцелюлоз, азотисті речовини, органічні кислоти, вітаміни та мінеральні солі. Виключно велику цінність представляє високий вміст вітамінів. За вмістом вітаміну С (84 – 176 мг, %) перець перевищує всі овочі, плоди цитрусових, чорну смородину. Лише в шипшині вітаміну С більше. Особливо багато вітаміну С у плодах, що дозріли в осінню пору (146 – 270 мг %).

На території вирощування солодкого перцю найбільш поширені сорти: Новочеркаський 35, Болгарський 79, Консервний червоний, Ювілейний 307, Консервний круглий та ін. В останні три десятиріччя широке розповсюдження одержали сорти молдовської селекції: Молдавський білий, Молдова 118, Подарунок Молдови та ін. [3, 4, 8].

Новочеркаський 35. Сорт середньостиглий, урожайний, має середній кущ висотою до 55 см, компактний із сильною гілчастістю. Плоди 3 – 4 камерні, усічено-пірамідальної форми. Довжина плоду від 6,3 до 8 см, ширина 5,7 см. Середня вага в технічній стиглості більше 65 г. Забарвлення зелене або світлозелене в технічній стиглості і червоне – в біологічній. Товщина м'якоті 3 – 7 мм.

Молдавський білий. Сорт має середньорослий кущ, напівштамбовий, листя світлозелене. Плоди більш товстостінні, ніж у Новочеркаського. Довжина плоду до 9,5 см. Забарвлення плодів кремове, в біологічній стиглості – червоне. Сорт середньостиглий.

Консервний круглий. Кущ низькорослий, розкидистий. Плоди невеликі, вагою 60 – 90 г, діаметр 4,2 – 5,8 см.. Плоди в технічній стиглості мають кремово-салатове забарвлення, в біологічній – червоне. Сорт середньостиглий.

Консервний красний. Сорт пізньостиглий. Плоди слабо ребристі, темно-зелені в технічній стиглості, темночервоні – в біологічній. Кущ компактний середньо рослий.

Подарунок Молдови. Рослини сорту потужні, середньовисокі, штамбові, добре облиствені. Листя темно-зелене. Плоди конусовидної форми, середні за величиною. Товщина м'якоті 5,5 – 6,3 мм. Забарвлення плодів в технічній стиглості світлозелене, в біологічній – червоне. Сорт високоврожайний, дуже стійкий до в'янення.

Молдова 118. Сорт середньоранній, з подовжено конусовидними плодами, стійкий до в'янення. Забарвлення плодів в технічній стиглості салатове та білувате, в біологічній – червоне. Має тривалий термін зберігання та високу транспортабельність.

Болгарський 79. Середньостиглий сорт з крупними гладенькими плодами усічено-пірамідальної форми, в технічній стиглості зелені, в біологічній – червоні. Районований у всіх областях, де вирощується солодкий перець.

Крупний жовтий. Пізньостиглий, високоврожайний. Плоди ширококонусовидні, слабко ребристі, м'ясисті темно-зеленого кольору в технічній стиглості і помаранчовочервоні – в біологічній. Товщина м'якоті 6 – 8 мм.

Ювілейний 307. Ранньостиглий, врожайний сорт з плодами усіченоконічної форми, кремові в технічній стиглості, ярко-червоні – в біологічній, м'ясисті, солодкі, без гіркоти. Районований в південних областях України.

1.5.1 Вимоги солодкого перцю до умов навколишнього середовища

Агротехніка вирощування. Перець добре вдається на родючих ґрунтах, в долинах річок і після багаторічних трав. На ділянках з внесенням азотних добрив може давати врожай 500 – 600 ц/га. Перець набагато краще відгукується на внесення добрив, ніж інші овочеві культури.

Рослини солодкого перцю повсюди вирощуються розсадним методом. Розсаду в поле висаджують після переходу температури повітря через 13 – 15 °С. Досліди [35, 37, 38] показали, що в умовах півдня України кращі результати дає стрічкова двострунна посадка перцю за відстані між стрічками 80 – 90 см та 40 – 45 см між рядками у стрічці (табл. 1.20).

Густота рослин є одним із чинників одержання високих врожаїв. Досліди [4, 10, 11, 32 – 39] показали, що густота рослин у кількості 76 – 80 тис. рослин на га збільшує урожай на 25 – 28 % (табл. 1.21).

Збільшення густоти посівів більше ніж 80 тис/га, не дає суттєвого збільшення врожаю (табл. 1.21). Таким чином, кращою густотою для отримання високо врожаю є густота 70 – 80 тис/га (рис. 1.7).

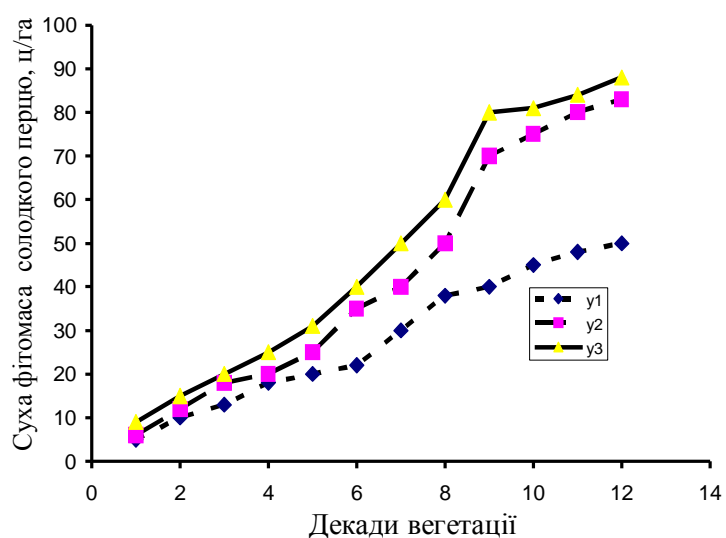
Високі дози добрив та висока вологість ґрунту зменшують негативний вплив високої густоти посівів. Під впливом різних агротехнічних заходів змінюється не тільки маса, але і висота, кількість гілочок на кожному кущі. Із збільшенням густоти рослин, доз добрив та вологості ґрунту кількість гілочок на кущі зменшується, а висота рослин – збільшується.

Таблиця 1.20 – Урожай солодкого перцю в залежності від схеми посадки (сорт Подарунок Молдови)

Схема посадки	Кількість рослин, тис/га	Урожай, ц/га				
		1.08	1.09	15.09	на кінець збору, ц/га	%
Стрічкова двострунна 90 + 40 x 20	78	208	260	432	518	100
Одно стрічкова 65 x 20	78	71	252	340	379	79

Таблиця 1.21– Урожай плодів солодкого перцю в залежності від густоти посівів (сорт Подарунок Молдови)

Кількість рослин, тис/га	Урожай, ц/га			
	1.08	1.09	15.09	1.10
55	164	244	356	369
78	202	348	436	484
106	198	330	438	489



y1 – 50 тис/га; y2 – 80 тис/га; y3 – 110 тис/га

Рис. 1.7 – Динаміка накопичення загальної сухої фітомаси солодкого перцю за різної густоти посівів. Сорт Подарунок Молдови.

Світло. Солодкий перець рослина тропічного походження і тому – це рослина короткого дня. Рослини солодкого перцю пристосовані до високої інтенсивності світла з переважно короткохвильовою синьо-фіолетовою радіацією. Досліди [35, 36] показали, що сорти солодкого перцю північного походження при вирощуванні в умовах короткого (12 – 13 год) дня розвиваються швидше, ніж при 10-ти годинному. Диференціювання бруньок настає раніше також при 12 – 13-ти годинному дні, ніж при 16-ти годинному. Однак тривалий день не затримує повністю розвиток рослин, тобто вони проявляють фотоперіодичну нейтральність.

Дослідженнями Т.В. Олійникової та О.І. Філова встановлено, що вирощування розсади в умовах 12-ти годинного дня підвищує врожай на 47 %. Реакція скоростиглих сортів солодкого перцю на тривалість дня проявляється раніше, ніж пізньостиглих сортів [3, 36].

За характером фотосинтезу рослини солодкого перцю відрізняються від інших культур. Дослідження автора [36 – 42] показали, що оптимум асиміляції відбувається при температурі 20 – 25 °С. На півдні, в умовах високих температур та високої сухості повітря, фотосинтез у денні години може припинятись. Ріст плодів перцю також залежить від інтенсивності фотосинтезу при різних температурах.

Світлова стадія починається у рослин у віці 20 – 35 днів і закінчується у 40 – 75 денному віці. Фази розвитку солодкого перцю швидше настають при вирощуванні при 12 годинному дні.

На забезпеченість рослин світлом дуже впливає густота рослин. Досліди щодо зміни коефіцієнта забезпечення світлом дозволили встановити, що за густоти посівів 30 – 40 тис. рос/га коефіцієнт забезпечення світлом становить в середньому за вегетацію 0,42; при густоті рослин 50 – 60 тис/га – 0,37; при густоті посівів 70 – 80 тис/га – 0,32.

Тепло. Насіння перцю проростає при температурі 20 – 25 °С. При температурах 14 – 16 °С проростання насіння проходить дуже повільно і воно в стані проростка може знаходитись до 30 днів. При цьому спостерігається загнивання насіння і втрата його схожості. Більшість авторів [3, 4, 32, 36 – 40] за нижню межу температури розвитку рослин беруть 13 °С. Автором різними методами уточнювався біологічний мінімум розвитку солодкого перцю. Для періоду від висаджування розсади в ґрунт до утворення бруньок він становить 13,6 °С, від утворення бруньок до масового цвітіння – 17 °С, від утворення зав'язі до технічної стиглості – 15 °С, від технічної стиглості до останнього збору плодів – 10 °С.

За даними [4] при вирощуванні розсади температура повітря вдень не повинна бути нижче 16 °С, вночі – не нижче 13 °С. Оптимальна температура для розвитку рослин при вирощуванні розсади 22 – 24 °С.

Висаджена в ґрунт розсада перцю приживається впродовж 10 – 12 днів. Зменшення температури повітря в цей період спричиняє загибель

рослин, оскільки при знижених температурах відбувається порушення процесів обміну, що призводить до розпаду білкових речовин та відмирання клітин. Короточасні зниження температури охолоджують рослини і вони втрачають здатності до фотосинтезу. Після підвищення температури ця здатність повертається дуже повільно.

За даними [3] відношення перцю до зниження температури залежить від віку рослин. Так, тридцятиденні рослини при температурі 12 – 13 °С не ростуть, а 70 – 90 денні – ростуть і дають плоди. Після висаджування розсади перцю в ґрунт оптимальною температурою для розвитку рослин вважається температура повітря 20 – 25 °С.

Перець дуже чутливий до заморозків. Молоді рослини навесні пошкоджуються повністю при температурі –1 °С. Восени дорослі рослини більш стійкі до заморозків і витримують короточасні зниження температури до – 2 – 5 °С.

Найсуттєвіші зміни рослин солодкого перцю можливі за дії на них низьких температур у „критичний період” переходу від однієї стадії до іншої. В період утворення бруньок та на початку цвітіння нижня межа температури піднімається до 20 – 21 °С. При температурі 17 °С утворення бруньок спочатку уповільнюється, потім зовсім припиняється і починається осипання бруньок, квітів і зав'язі. Верхня межа оптимальних температур становить 32 – 38 °С.

Високі температури повітря при доброму зволоженні ґрунту в період бутонізації забезпечують рослинам перцю більш швидкий розвиток генеративних органів [36]. Фотосинтез при надлишках тепла і слабкому освітленні уповільнюється. Надмірне зниження нічних температур спричиняє повне припинення надходження води та мінерального живлення. О.І. Філов запропонував розраховувати оптимальну нічну температуру для всіх овочевих культур за формулою:

$$T_{opt} = T_{noxm} \pm 7 \quad , \quad (1.6)$$

де T_{opt} – оптимальна температура повітря, яка в різні фази розвитку овочевих відхиляється від оптимальної температури в похмуру погоду (T_{noxm}) не більше ніж на 7 °С. За межами температурного оптимуму ріст всіх овочевих рослин уповільнюється, а за подвійного відхилення від T_{opt} – зупиняється.

Встановлено [32 – 40], що „критичний період” по відношенню до температури повітря у солодкого перцю спостерігається за 10 днів до початку масового утворення бруньок і 20 днів після настання масового цвітіння. В цей період зниження температури повітря до 17 °С спочатку спричиняє припинення утворення репродуктивних органів, при більш тривалому зниженні – масове осипання останніх.

Розвиток рослин солодкого перцю дуже залежить від температури ґрунту. Найкраще коріння солодкого перцю розвивається при температурі 15 – 20 °С. За даними [3] температури на поверхні ґрунту 60 – 66 °С та на глибині розповсюдження коріння 40 – 45 °С зумовлюють масове в'янення рослин.

Дослідження впливу температури повітря по міжфазних періодах розвитку солодкого перцю [37 – 41] показали, що для всіх його сортів оптимальні умови для періоду „висаджування розсади в ґрунт – цвітіння” складається при температурі повітря 18 – 21 °С. Щодо окремих сортів солодкого перцю, то найбільш вимогливими до зміни температури повітря є сорти Молдова 118, Ювілейний 307. Менше реагують на зниження температури сорти Новочеркаський 35, Молдавський білий, Подарунок Молдови. Фенологічні криві розвитку солодкого перцю, побудовані для різних областей України (рис. 1.8), дозволили отримати середню багаторічну тривалість міжфазних періодів. Для більшості областей степової зони України тривалість періоду „висадка розсади в ґрунт – цвітіння” становить 34 – 37 днів. Для центральних областей України – 37 – 41 день. Тривалість періоду „цвітіння – технічна стиглість” в залежності від сорту складає 22 – 26 днів.

Закінчення вегетації рослин солодкого перцю восени обмежується датами переходу температури повітря через 10 °С або настанням перших осінніх заморозків. Чим пізніше відбувається цей перехід, тим довший період „технічна стиглість – останній збір” і тим більший урожай. В середньому тривалість цього періоду становить 70 – 82 дні.

Автором встановлена чітка статистична залежність тривалості міжфазних періодів (Y) від середньої за період температури повітря (t) (табл. 1.22, 1.23).

Слід зазначити, що чітка залежність тривалості періоду „висадка розсади у ґрунт – цвітіння” від середньої температури (t) спостерігається за умови, якщо вік висадженої розсади більше (x_1) – 40 – 45 днів. Якщо висаджена розсада за віком була менша ніж 40 днів, то тривалість періоду розраховується за рівнянням

$$Y = -11,64 t - 0,38 x_1 + 289 \quad , \quad (1.7)$$

$$R = 0,82 \pm 0,02 ; S_y = \pm 3,2$$

Після цвітіння перець стає менш вимогливим до коливань температури повітря і переносить зміни її від 17 до 30 °С. Згладжуються також сортові ознаки солодкого перцю. За середніх температур повітря близько 22 °С і вище сортові ознаки згладжуються повністю. Вік висадженої розсади на тривалість наступних міжфазних періодів не впливає. Всі розрахунки отримані для умов зрошуваних полів [38, 39].

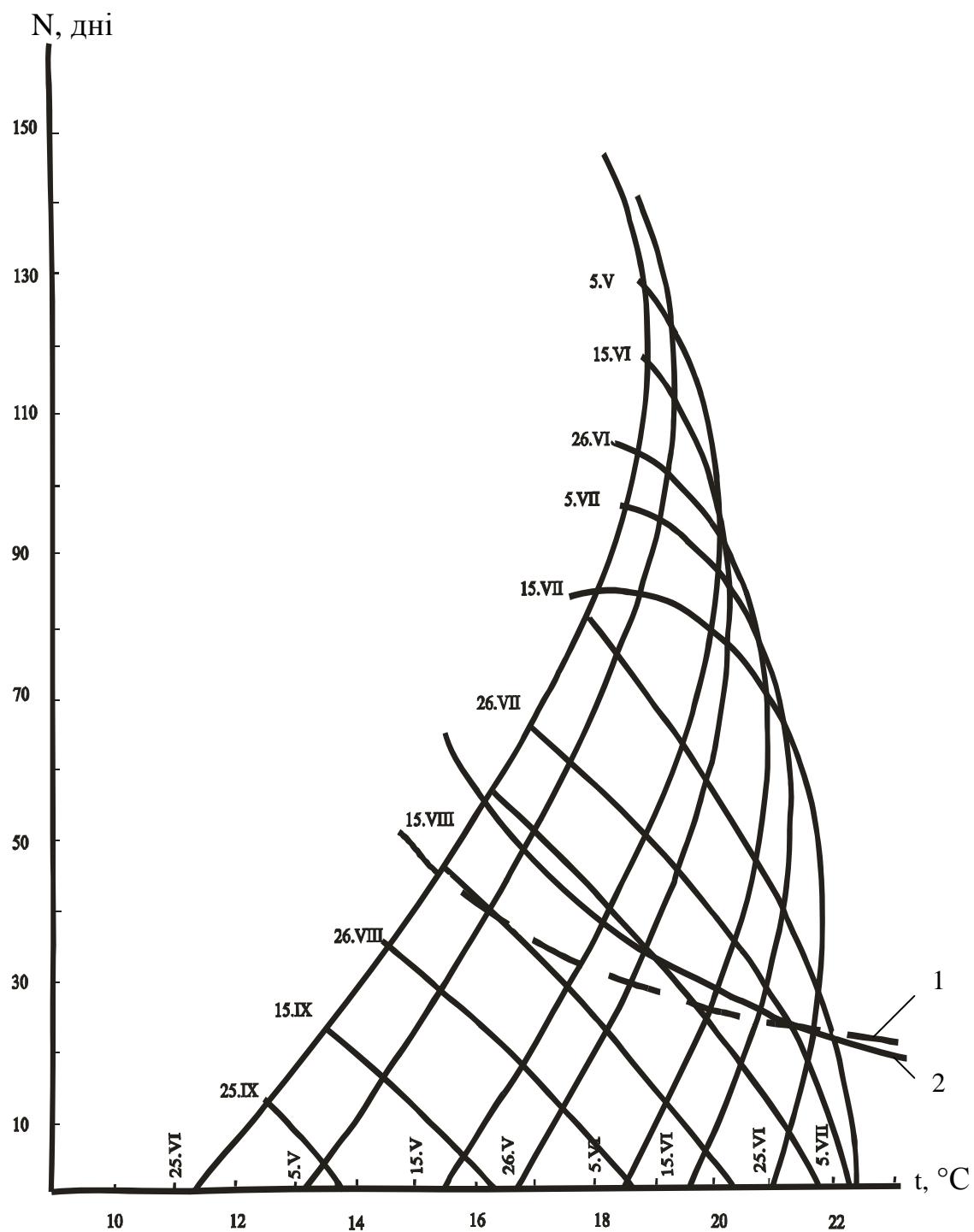


Рис. 1.8 – Термо-фенологічна номограма з фенологічними кривими розвитку солодкого перцю: 1 – від висаджування розсади до цвітіння; 2 – від цвітіння до технічної стиглості.

Таблиця 1.22 – Зв’язок тривалості міжфазного періоду солодкого перцю „висаджування розсади у ґрунт – цвітіння” з середньою температурою повітря за період

Сорти солодкого перцю	Тривалість міжфазного періоду (дні) за різної температури повітря за період, °С								Рівняння зв’язку	Коефіцієнт кореляції	Сума активних температур, °С
	15	16	17	18	19	20	21	середня			
Новочеркаський 35, Молдавський білий,	54	45	40	38	36	34	29	37	$Y = -4,75t + 126$	-0,71	680
Подарунок Молдови, Молдова 118, Ювілейний 307	63	60	55	48	37	33	31	46	$Y = -5,8t + 151$	0,69	790

Таблиця 1.23 – Зв’язок тривалості міжфазних періодів „цвітіння – технічна стиглість” та „технічна стиглість – останній збір” солодкого перцю з середньою температурою за період

Сорти солодкого перцю	Тривалість періоду (дні) за різної середньої температури повітря, °С							Рівняння зв’язку	Коефіцієнт кореляції	Сума активних температур, С
	18	19	20	21	22	23	середня			
Цвітіння – технічна стиглість										
Новочеркаський 35, Молдавський білий, Консервний червоний	33	28	24	16	14	10	22	$Y = - 5,3t + 128$	$-0,66 \pm 0,09$	460
Подарунок Молдови, Молдова 118, Ювілейний 307	36	29	24	20	16	14	26	$Y = - 1,3t + 52$	$-0,72 \pm 0,01$	530
Технічна стиглість – останній збір плодів										
Новочеркаський 35. Молдавський білий і ін.	79	80	90	91	94	98	82	$Y = 4,06t + 113$	$0,81 \pm 0,01$	1221
Подарунок Молдови, Молдова 118 і ін.	65	72	76	78	82	83	70	$Y = 3,27t + 82$	$0,80 \pm 0,01$	920

Якщо проаналізувати зв'язок кожної наступної фази розвитку рослин з попередньою, то просліджується чітка залежність настання фаз цвітіння, технічна стиглість, останній збір з датою висадження розсади у ґрунт (табл. 1.24).

Таблиця 1.24 – Матриці коефіцієнтів кореляції між датами фаз розвитку солодкого перцю (середньостиглі сорти)

Дати настання фаз розвитку	Висадка розсади в ґрунт	Цвітіння	Технічна стиглість	Останній збір
Дата висадки розсади у ґрунт	1	0,68	0,72	0,77
Дата цвітіння		1	0,86	0,79
Дата технічної стиглості			1	0,70
Дата останнього збору плодів				1

В цілому за період від висаджування розсади у ґрунт до останнього збору рослини солодкого перцю в залежності від скоростиглості сорту потребують від 2800 до 3500 °С сум активних температур вище 10 °С. Г.А. Солтановська встановила суми температур для сортів різної скоростиглості від посіву насіння до біологічної стиглості, З.Д. Артюгіна встановила суми температур по міжфазних періодах (табл. 1.25).

Таблиця 1.25 – Суми активних температур по міжфазних періодах розвитку солодкого перцю, °С (за З.Д. Артюгіною)

Сорти перцю	Висаджування розсади в ґрунт – цвітіння	Цвітіння – технічна стиглість	Технічна стиглість – біологічна стиглість	Висаджування розсади – технічна стиглість
Ранньостиглі	560	710	550	1720
Середньостиглі	680	872	604	2156
Пізнньостиглі	750	920	710	2380

В зв'язку з тим, що солодкий перець дуже теплолюбна культура, то термічний режим значно впливає на формування його урожаю. Тому дуже важливо знати навесні очікувану забезпеченість теплом вегетаційного періоду солодкого перцю. Відомі роботи Ф.Ф. Давітая [42], в яких розроблено прогноз забезпеченості теплом вегетаційного періоду винограду, соняшнику, цукрових буряків на основі залежності сум температур від дати переходу температури повітря через 10 °С навесні.

Враховуючи те, що біологічний мінімум розвитку солодкого перцю коливається в межах 13 – 17 °С і в середньому становить 15 °С, автором було розроблено метод розрахунку забезпеченості теплом вегетаційного періоду солодкого перцю. За індекс весни прийнята дата переходу температури повітря через 15 °С (вірніше, кількість днів від 1 травня до дати переходу температури повітря через 15 °С). Рівняння зв'язку має вигляд

$$\sum t \geq 15^{\circ} C = A - a D, \quad (1.8)$$

де A – вільний член рівняння;

a – коефіцієнт при змінній;

D – кількість днів від 1 травня до дати переходу через 15 °С у поточному році.

Значення A та a визначені автором для степових районів України і наводяться у табл. 1.26.

Таблиця 1.26 – Значення A та a в рівнянні (1.8) для прогнозу сум температур на вегетаційний період солодкого перцю

Агromетeоролoгiчнi станцiї	A	a	$\pm\sigma$
1	2	3	4
Черкаси	3951	-30,4	230
Кіровоград	3950	- 29,8	220
Дніпропетровськ	3870	- 29,7	230
Миколаїв	4025	- 25,0	240
Снігірiвка	4074	-26,0	220
Одеса	4165	-27,5	220
Болград	4223	- 28,8	230
Ізмаїл	4324	- 29,8	230
Херсон	4165	- 27,8	220
Генічеськ	4034	- 24,9	220

Продовження табл. 1.26

Запоріжжя	3870	- 24,8	230
Донецьк	3950	- 27,8	240
Луганськ	4056	- 26,3	230
АР Крим	4406	-29,8	240
Харків	3880	-28,8	220
Південно - Дністровськ	3340	-25,8	240
Полтава	3330	- 26,7	230

За допомогою дати переходу температури повітря через 15 °С навесні можна також визначити тривалість вегетаційного періоду солодкого перцю, оскільки дати переходу температури повітря через 15 °С навесні і дати висаджування розсади в ґрунт практично співпадають. Рівняння для розрахунків тривалості вегетаційного періоду в окремих областях наводяться в табл. 1.27.

Отримані в таблицях 1.26 та 1.27 рівняння дозволяють складати прогнози тривалості вегетаційного періоду та його забезпеченості теплом з завчасністю 3 – 4 місяці. Оцінка значущості параметрів рівнянь табл. 1.26 та 1.27 наводиться в табл. 1.28

Таблиця 1.27 – Рівняння регресії і коефіцієнти кореляції тривалості вегетаційного періоду (у) і дати переходу температури повітря через 15 °С (Д)

Агromетeоролoгiчнi станцiї	Рiвняння регресiї	Коефiцiєнт кореляцiї, помилка
Чернiвцi	$Y = - 1,64 D + 161$	$0,74 \pm 0,08$
Вiнниця	$Y = - 1,50 D + 160$	$0,79 \pm 0,05$
Черкаси	$Y = - 1,49 D + 162$	$0,76 \pm 0,06$
Кiровоград	$Y = - 1,58 D + 163$	$0,81 \pm 0,04$
Днiпропетровськ	$Y = - 1,38 D + 166$	$0,83 \pm 0,07$
Харкiв	$Y = - 2,44 D + 186$	$0,82 \pm 0,07$
Луганськ	$Y = - 1,41 D + 168$	$0,79 \pm 0,08$
Донецьк	$Y = - 1,66 D + 159$	$0,78 \pm 0,07$
Запорiжжя	$Y = - 1,90 D + 172$	$0,81 \pm 0,06$
Херсон	$Y = - 1,55 D + 186$	$0,74 \pm 0,08$
Миколаїв	$Y = - 1,09 D + 152$	$0,78 \pm 0,07$
Одеса	$Y = - 2,01 D + 179$	$0,70 \pm 0,08$
АР Крим	$Y = - 2,01 D + 180$	$0,71 \pm 0,06$

Таблиця 1.28 – Оцінка значущості параметрів рівнянь зв'язку між тривалістю вегетаційного періоду і датою переходу температури повітря через 15 °С (1) навесні та сумою температур за вегетаційний період з тією ж датою (2)

Агрометеорологічні станції	Табличне значення критерію Стюдента (t), взятого для рівня значущості зі степенями вільності $\alpha = 5 \%$	1	2
Черкаси	2,04	11,0	11,5
Дніпропетровськ	2,09	9,0	15,8
Полтава	2,08	9,5	13,6
Кіровоград	2,04	11,0	11,7
Харків	2,05	9,6	12,1
Луганськ	2,06	9,0	9,9
Херсон	2,04	12,4	9,5
Одеса	2,04	14,0	9,7
Миколаїв	2,06	14,3	11,8
Запоріжжя	2,04	9,87	9,7
АР Крим	2,02	9,87	9,7

Волога. Перець, як і баклажани, дуже вологолюбна культура. За нестачі води в ґрунті активність фізіологічних процесів і росту рослин солодкого перцю значно слабшає. Для фізіологічних процесів і зростання рослин необхідна вологість ґрунту в шарі розповсюдження коріння 75 – 80 % найменшої вологомісткості (*НВ*). Однак перезволоження ґрунту спричиняє спочатку пригнічення рослин, потім, при подальшому впливі перезволоження, рослини солодкого перцю гинуть. При перезволоженні ґрунту ускладнюється доступ кисню, що зумовлює пошкодження коріння, затримку росту рослин. За даними Т.В. Олійникової співставлення фізіологічних змін в рослинах з вологістю ґрунту показало, що при зрошенні для нормальної життєдіяльності рослин рекомендується не допускати зменшення вологості ґрунту до 5 – 6 % мертвого запасу [36].

Рослини солодкого перцю краще розвиваються за відносної вологи повітря 50 – 60 %. Висока вологість повітря (вище 70 %) менш сприятлива, особливо при відсутності вітру, тому що відбувається перегрів рослин і пошкодження плодів вершковою гниллю [3, 29, 30].

Мірою оцінки забезпеченості рослин водою є відношення кількості води, спожитої рослинами в конкретних умовах росту, до кількості води, яка необхідна рослинам для створення найвищого урожаю [39 – 42].

Потреба рослин у воді змінюється впродовж вегетаційного періоду. Методів визначення потреб води для рослин існує багато і у більшості випадків вони ґрунтуються на врахуванні випаровуваності, яку можна розраховувати з використанням стандартних метеорологічних вимірювань.

Водний режим ґрунтів вважається оптимальним, якщо запаси вологи знаходяться у межах 70 – 80 % *НВ*. При цих значеннях запасів вологи потреба рослин у воді наближається до значень випаровуваності.

Дослідженнями А.М. Алпатєва [39] започаткований розвиток біокліматичних методів розрахунку випаровуваності, в яких потреба рослин у воді розглядається як біогеографічна категорія, що залежить від географічного положення місця, біологічних особливостей рослин і метеорологічних умов. В основу методу А.М. Алпатєва покладено поняття про біологічні криві, що являють собою ряд коефіцієнтів (k), які щодаки змінюються і розраховуються як відношення валових витрат води (транспірація рослин плюс випаровування з ґрунту за оптимальної його вологості) за декаду або між фазний період ($E\phi$) до суми дефіциту насичення повітря вологою за той же період ($\sum d$)

$$k = E_0 / \sum d , \quad \text{або} \quad (1.9)$$

$$k = W_1 - W_2 + R / \sum d , \quad (1.10)$$

де E_0 – сумарне випаровування води за умов безперебійного постачання води до коріння, мм;

$\sum d$ – сума дефіцитів насичення повітря за декаду, мм;

W_1, W_2 – запаси продуктивної вологи в шарі ґрунту 0 – 50 см відповідно на початку та наприкінці декади, мм;

R – сума опадів за декаду плюс поливи, мм.

За даними А.М. Алпатєва значення коефіцієнтів біологічних кривих різні для різних культур і навіть для однієї і тієї ж культури в різних географічних зонах. Для підтвердження цього положення автором були проведені дослідження щодо визначення коефіцієнтів біологічної кривої деяких овочевих культур та особливостей споживання води ними.

Спостереження проводились впродовж семи років в районі південного Придністров'я на полях науково-дослідного інституту зрошуваного землеробства і овочівництва та на полях польової агрометеорологічної лабораторії Одеського державного екологічного університету в с. Чорноморка. Ґрунти на дослідних ділянках – південні чорноземи, слабо солонцюваті, середньо суглинкові. Поля НДІЗ та О зрошувались дощуванням, поля АМЛ – поливами по борознах з однаковими нормами поливів. Вологість ґрунту впродовж вегетаційного періоду солодкого перцю підтримувалась в межах 75 – 85 % *НВ*. Вологість ґрунту визначалась за допомогою ґрунтового буру АМ-16. Зразки відбирались до глибини 60 см через кожні 10 см. На полях НДІЗ та О вирощувався сорт

перцю Молдавський білий, на полях АМЛ – сорт Новочеркаський 35. Коефіцієнт біологічної кривої розраховувався за формулою (1.10). Першою декадою для розрахунків k була декада після висаджування розсади в ґрунт.

Порівняння коефіцієнтів біологічної кривої різних сортів солодкого перцю, одержаних за різних методів зрошення, при однакових погодних умовах показало, що значення k дуже близькі між собою (табл. 1.29). Це дозволяє припуститись висновку, що споживання води рослинами солодкого перцю обумовлюється погодними умовами і майже не залежить від методів зрошення. Також майже не відрізняються значення k для різних сортів та в різних районах.

Найбільші значення коефіцієнтів біологічної кривої солодкого перцю відзначаються в період найбільшого накопичення рослинної маси, тобто в період від початку масового цвітіння до технічної стиглості плодів. Декадні значення k дали змогу розрахувати його значення по міжфазних періодах: від висадки розсади у ґрунт до цвітіння $K = 0,65$; від цвітіння до технічної стиглості – $K = 0,75$; дві декади поспіль – $K = 0,68$; до кінця вегетації – $K = 0,56$.

Використовуючи значення коефіцієнтів біологічної кривої солодкого перцю, була розрахована потреба його у воді в багаторічному розрізі по окремих міжфазних періодах і в цілому за період вегетації. У багаторічному розрізі потреба рослин солодкого перцю у воді за вегетаційний період у районах Південного степу України становить 490 – 580 мм, Північного степу – 450 – 530 мм, для АР Крим – 530 – 660 мм.

По міжфазних періодах найбільше споживання води спостерігається в період від технічної стиглості до останнього збору плодів (тривалість періоду найбільша). Було також розраховане споживання води у сухий рік порівняно із середнім багаторічним (табл. 1.30).

Розрахунки потреб рослин у воді допоможуть при плануванні господарських заходів щодо вирощування солодкого перцю, пов'язаних з визначенням оптимальних норм зрошення. Основою для цього є чітка залежність урожаїв солодкого перцю (Y) від кількості спожитої за вегетацію води (x) (рис. 1.9). Зв'язок характеризується коефіцієнтом кореляції $0,87 \pm 0,01$. Рівняння має вигляд

$$Y = 3,222x - 1459,2. \quad (1.11)$$

Сумарні витрати води із шару ґрунту 0 – 50 см за вегетаційний період розраховувались як кількість води, витраченої за період від висаджування розсади перцю в ґрунт до першого вересня.

При визначенні норм та термінів зрошення велике значення мають запаси продуктивної вологи у ґрунті перед поливом.

Таблиця 1.29 – Коефіцієнти біологічної кривої солодкого перцю

Роки спостережень	Сума температур за вегетаційний період, °С	Коефіцієнти біологічної кривої по декадах вегетації											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Тираспіль, НДІЗЗ та О, сорт Молдавський білий													
1	2911	0,68	0,56	0,79	0,79	0,77	0,69	0,57	0,48	0,48	0,35	0,30	0,27
2	2871	0,28	0,45	0,34	0,80	0,89	0,92	0,85	0,80	0,67	0,52	0,45	0,40
3	2500	0,39	0,50	0,40	0,44	0,62	0,74	0,58	0,53	0,40	0,38	0,38	0,29
4	2397	0,57	0,70	0,56	0,84	0,85	0,79	0,49	0,40	0,68	0,60	0,55	0,52
5	2669	0,34	0,20	0,88	0,69	0,78	0,69	0,59	0,64	0,36	0,65	0,60	-
6	2901	0,30	0,59	0,77	0,80	0,81	0,79	0,59	0,57	0,75	0,59	0,58	0,50
7	3000	0,36	0,22	0,46	0,87	0,88	0,81	0,67	0,58	0,36	0,24	0,46	0,36
Середнє		0,42	0,46	0,60	0,75	0,80	0,78	0,62	0,54	0,52	0,50	0,50	0,43
АМЛ с. Чорноморка, сорт Новочеркаський 35													
1	2948	0,56	0,61	0,46	0,86	0,88	0,79	0,85	0,78	0,39	0,59	0,59	0,39
2	2890	0,32	0,52	0,77	0,80	0,81	0,69	0,60	0,60	0,52	0,65	0,45	0,29
3	2483	0,41	0,40	0,31	0,51	0,78	0,69	0,39	0,33	0,24	0,36	0,30	0,27
4	2945	0,60	0,67	0,70	0,72	0,85	0,74	0,69	0,36	0,75	0,60	0,37	0,40
5	3114	0,37	0,51	0,63	0,58	0,62	0,92	0,52	0,64	0,56	0,38	0,60	0,52
6	2775	0,42	0,81	0,72	0,89	0,77	0,64	0,57	0,68	0,57	0,68	0,52	0,52
7	2925	0,35	0,20	0,60	0,91	0,75	0,80	0,69	0,63	0,40	0,37	0,45	0,43
Середнє	-	0,40	0,47	0,60	0,73	0,79	0,79	0,63	0,56	0,53	0,51	0,49	0,40

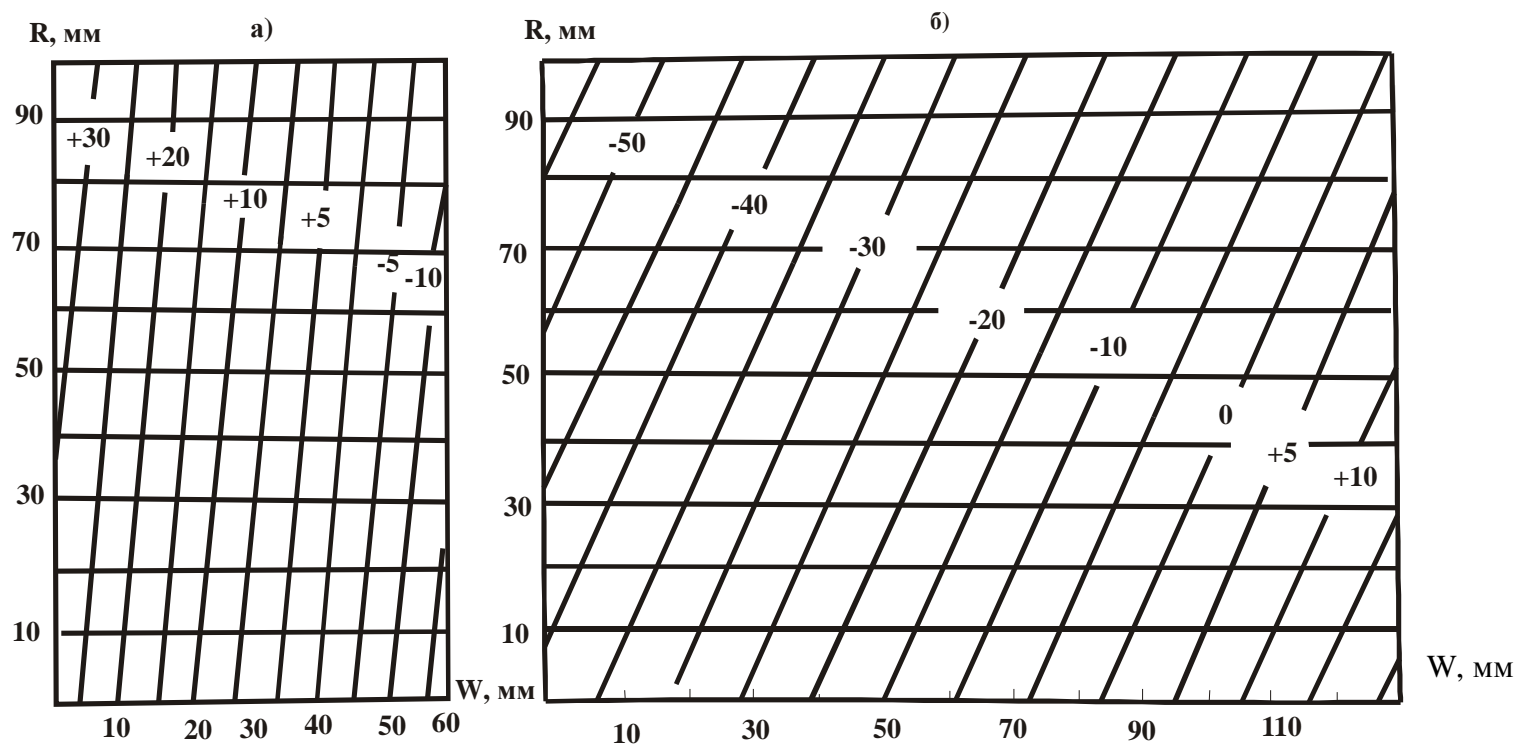


Рис. 1.10 – Зміна запасів продуктивної вологи під солодким перцем в шарах 0 – 20 см (а) та 0 – 50 см в період від висаджування розсади в ґрунт до цвітіння.

Поправка на температуру повітря

Температура повітря, °С	13 -14	15 - 16	17	18 - 19	20	21 - 22	23	24 – 25
Поправка, мм	-2	3	1	0	-1	- 2	- 3	4

На полях овочевих культур інструментальне визначення запасів вологи майже не проводиться. Автором були розроблені залежності очікуваних запасів вологи в ґрунті на полях з солодким перцем від температури повітря, суми опадів за поточну декаду, запасів продуктивної вологи на кінець попередньої декади. Такі залежності отримані для багатьох сільськогосподарських культур [47, 48, 49].

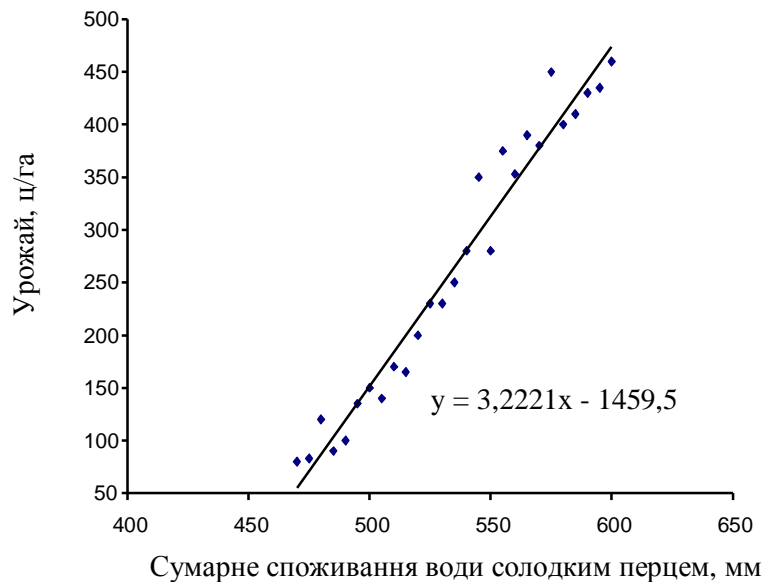


Рис. 1.9 – Залежність урожаїв солодкого перцю від кількості спожитої води.

Розрахунок статистичних залежностей виконувався на матеріалах фактичних спостережень за запасами вологи і метеорологічними величинами на ділянках з солодким перцем на АМЛ „Чорноморка”, та на полях Молдавського науково-дослідного інституту зрошувального землеробства і овочівництва (далі МНДІЗЗ і ОВ) Встановлено, що в період утворення репродуктивних органів та формування плодів потреба рослин перцю у воді зростає, і зрошення необхідно проводити невеликими нормами частіше, ніж один раз на декаду. Тому були розроблені рівняння очікуваних запасів вологи не тільки за декаду, а і за тиждень (табл. 1.31). За цими рівняннями для полегшення розрахунків побудовані робочі графіки (рис. 1.10 – 1.12.). Отримані рівняння були перевірені на незалежних матеріалах спостережень. Перевірка показала задовільні результати. Помилка розрахунків не перевищувала 8 – 11 %.

Аналіз матеріалів спостережень за режимом зволоження показав, що в роки з 80 % забезпеченістю теплом і вище нерівномірність забезпечення рослин водою впродовж періоду вегетації спричиняє втрати урожаю. Збільшення міжполивного періоду більше 10 днів під час плодоношення за

відсутності опадів або при опадах менше 5 мм, призводить до зменшення урожаю на 10 – 15 %, а на 20 днів – зменшення урожаю на 25 – 30 %. Тому розрахунки норм і термінів поливу набувають важливого значення.

Таблиця 1.31 – Розраховане і фактичне споживання води рослинами солодкого перцю, мм (рік з кількістю опадів 60 % від середнього багаторічного)

Періоди вегетації	Споживання води, мм		Кількість днів	Споживання води за добу, мм	
	фактичне	розраховане		фактичне	розраховане
Висадка розсади в ґрунт-цвітіння	188	193	47	4,3	4,1
Цвітіння – технічна стиглість	121	135	22	6,6	6,8
Технічна стиглість – останній збір	272	269	61	4,1	4,4
За вегетаційний період	581	597	130	5,0	5,1

Методів розрахунків норм і термінів поливів багато. Деякі з них ґрунтуються на врахуванні метеорологічних величин при визначенні оптимальної потреби у воді та оптимальних зрошувальних норм [45 – 49].

Зрошувальні норми (N) розраховуються як залишок між сумарними витратами води (Q), що забезпечують отримання певних урожаїв, та сумарними витратами води в природних умовах зволоження (Q_n)

$$N = Q - Q_n \quad (1.12)$$

Сумарні витрати води в природних умовах (Q_n) визначаються як кількість води, яка використовується посівами солодкого перцю з п'ятдесятисантиметрового шару ґрунту за період від висадки розсади у ґрунт до 1 вересня плюс опади за цей же період

$$Q_n = (W_n - W_k) + r. \quad (1.13)$$

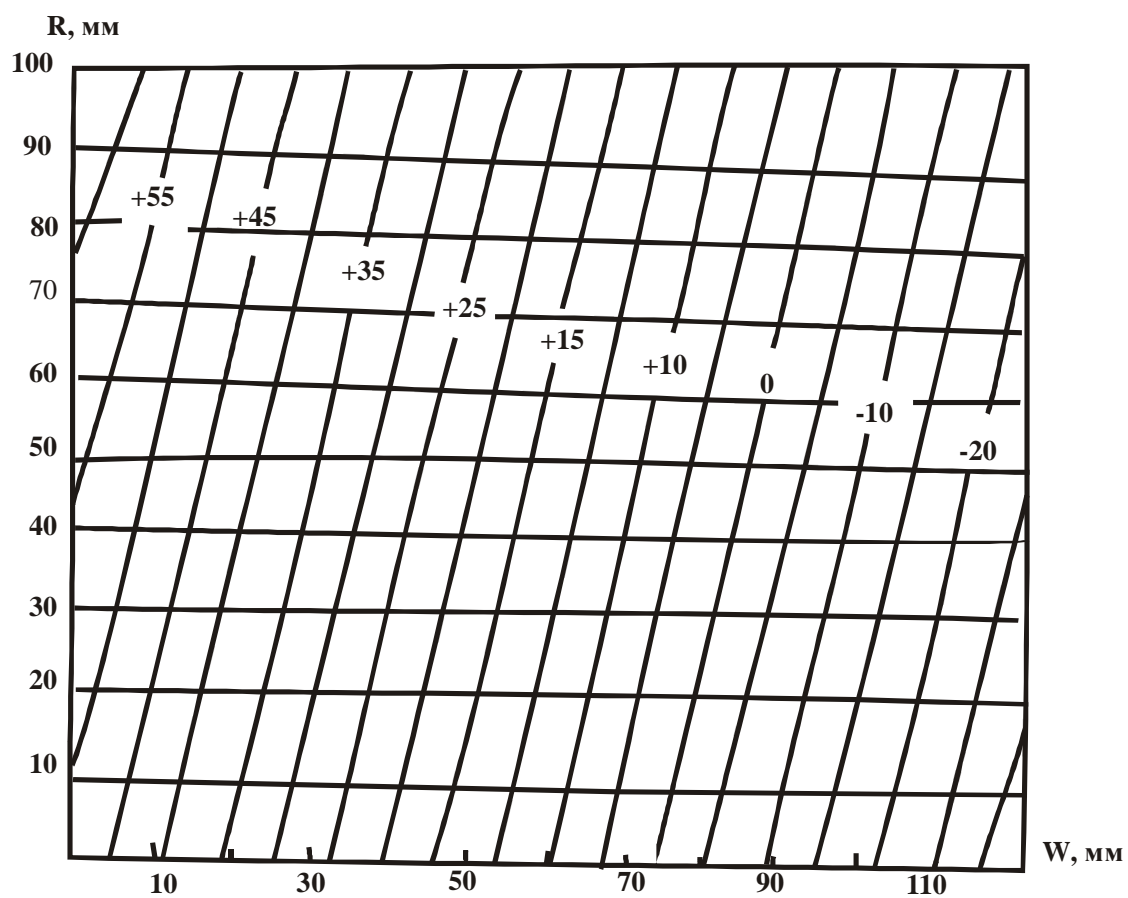


Рис. 1.11 – Зміна запасів продуктивної води під солодким перцем в шарі 0 – 50 см в період від цвітіння до технічної стиглості

Поправка на температуру повітря

Температура повітря, °C											
17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
Поправка, мм											
6	5	4	3	0	-1	-3	-4	-5	-7	-8	-9

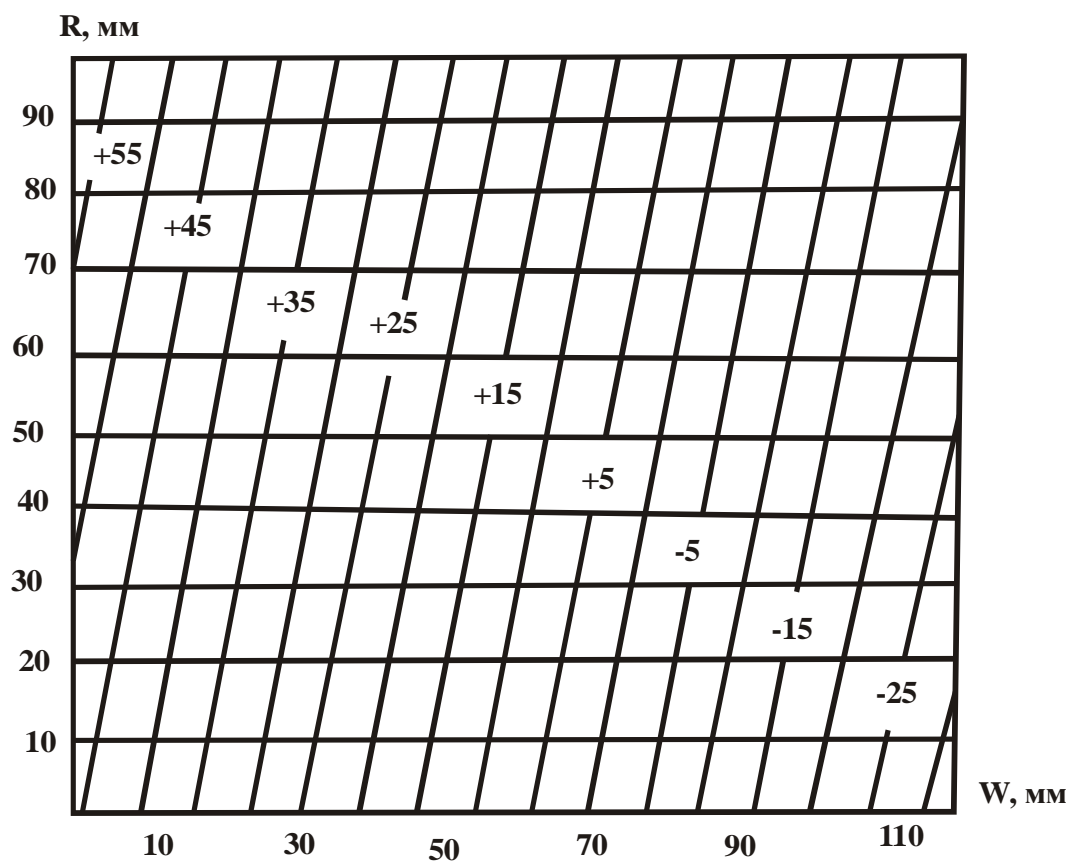


Рис. 1.12 – Зміна запасів продуктивної вологи в шарі 0 – 50 см під солодким перцем в період від технічної стиглості до кінця серпня.

Поправка на температуру повітря

Температура повітря, °C														
14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
Поправка, мм														
7	6	5	4	3	2	1	0	-1	-2	-3	-4	-5	-6	-6

Таблиця 1.32 – Рівняння для розрахунків запасів продуктивної вологи під солодким перцем (грунти – південний середньо суглинковий чорнозем, рис. 1.10 – 1.12)

Міжфазні періоди розвитку солодкого перцю	Рівняння зв'язку	Коефіцієнт кореляції
Для шару ґрунту 0 – 20 см (декадні значення)		
Висадка розсади в ґрунт – цвітіння	$W_p = 0,76W_n + 0,15r - 1,1t + 18,4$	$0,82 \pm 0,04$
Для шару ґрунту 0 – 50 см		
Висадка розсади в ґрунт – цвітіння	$W_p = 0,76W_n + 0,42r - 2,9t + 52,8$	$0,76 \pm 0,03$
Цвітіння – технічна стиглість	$W_p = 0,51W_n + 0,40r - 1,61t + 34,8$	$0,77 \pm 0,02$
Технічна стиглість – останній збір	$W_p = 0,61W_n + 0,46r - 1,32t + 34,8$	$0,74 \pm 0,04$
Для шару ґрунту 0 – 50 см (тижневі значення)		
Цвітіння – технічна стиглість	$W_p = 0,68W_n + 1,02r - 1,02t + 20,3$	$0,76 \pm 0,03$
Технічна стиглість – останній збір	$W_p = 0,60W_n + 0,20r - 1,06t + 23,3$	$0,78 \pm 0,01$

Примітка: W_p – очікувані запаси продуктивної вологи, мм;
 W_n – запаси вологи на кінець попередньої декади, мм;
 r – очікувана сума опадів за декаду, мм;
 t – очікувана середня за декаду температура повітря, °С.

Зрошувальна норма протягом вегетаційного періоду розподіляється на декілька поливів (для перцю від 8 до 12) з врахуванням потреб у воді в різні фази розвитку і кількості опадів, що випали. Кількість води, що надходить в ґрунт з черговим поливом називається *поливною нормою*. Для визначення поливної норми (N_n) та встановлення термінів зрошення необхідно постійне врахування запасів продуктивної вологи та найменшої вологомісткості.

Поливна норма розраховується за формулою

$$N_n = W_{\text{нв}} - W_{\text{мін}} = h P_{\text{пн}} (W'_{\text{нв}} - W'_{\text{мін}}), \quad (1.14)$$

де $W_{\text{нв}}$ – найменша вологомісткість ґрунту, мм;
 $W_{\text{мін}}$ – нижня межа зволоження, мм;
 h – глибина розповсюдження коріння, м;
 $P_{\text{пн}}$ – пористість ґрунту у відсотках від об'єму;
 $W'_{\text{нв}}$ – вологість ґрунту у відсотках від $W_{\text{нв}}$;

$W'_{\text{мін}}$ – вологість ґрунту у відсотках, що відповідає нижній межі зволоження.

При розрахунках оптимальних зрошувальних норм за максимальний урожай береться середній із максимальних урожаїв солодкого перцю 400 ц/га. У зв'язку з тим, що коріння солодкого перцю розповсюджується в основному у шарі ґрунту 0 – 50 см, то і норми поливів розраховуються для промочування шару до 60 см.

У відповідності з наведеними залежностями для отримання такого урожаю на полях з південними середньо суглинковими чорноземами необхідно 450 – 550 мм вологи.

Таким чином, маючи залежність урожаю від кількості спожитої води, рівняння для розрахунку запасів продуктивної вологи та сезонний прогноз погоди можна завжди розрахувати зрошувальні норми та терміни поливів. Оскільки сезонні прогнози бувають не завжди, то для розрахунків кількості опадів використовується номограма забезпеченості опадами вегетаційного періоду овочевих культур. Номограма розрахована для областей Південного Степу України (рис. 1.13). Номограма дозволяє прогнозувати зрошувальні норми різної забезпеченості, тобто давати прогноз потреби рослин у воді в роки з різною забезпеченістю опадами.

Високі врожаї солодкого перцю залежать не тільки від загальної кількості спожитої води за вегетаційний період, але від часу і кількості надходження води у різні періоди розвитку. Найбільше споживання води за добу спостерігається в період плодоношення (табл. 1.33). В календарному відношенні це липень, серпень. Наприкінці серпня потреба у воді зменшується через зниження добових температур. В табл. 1.32 представлені середні і екстремальні значення споживання води.

Величина сумарного споживання води рослинами солодкого перцю також залежить від густоти рослин та норм внесення добрив. Під їх впливом споживання води збільшується у 1,5 – 2 рази.

Сумарне споживання води під впливом густоти рослин, доз добрив та зрошення збільшується від 4820 м³/га на фоні без добрив і передполивної вологості 60 % *НВ* до 8110 м³/га при подвійній дозі добрив і передполивній вологості 80 % *НВ* (табл. 1.34, 1.35).

Кількість води, яка витрачається на створення одиниці урожаю, називається коефіцієнтом водоспоживання. Чим нижчий цей чинник, тим продуктивніше витрачається вода.

У солодкого перцю коефіцієнт водоспоживання змінюється від 120 до 330 м³/га. На величину коефіцієнта водоспоживання солодкого перцю впливає: густота рослин, режим зрошення, своєчасність та кількість внесення добрив, своєчасний обробіток міжрядь і ін. (рис. 1.14).

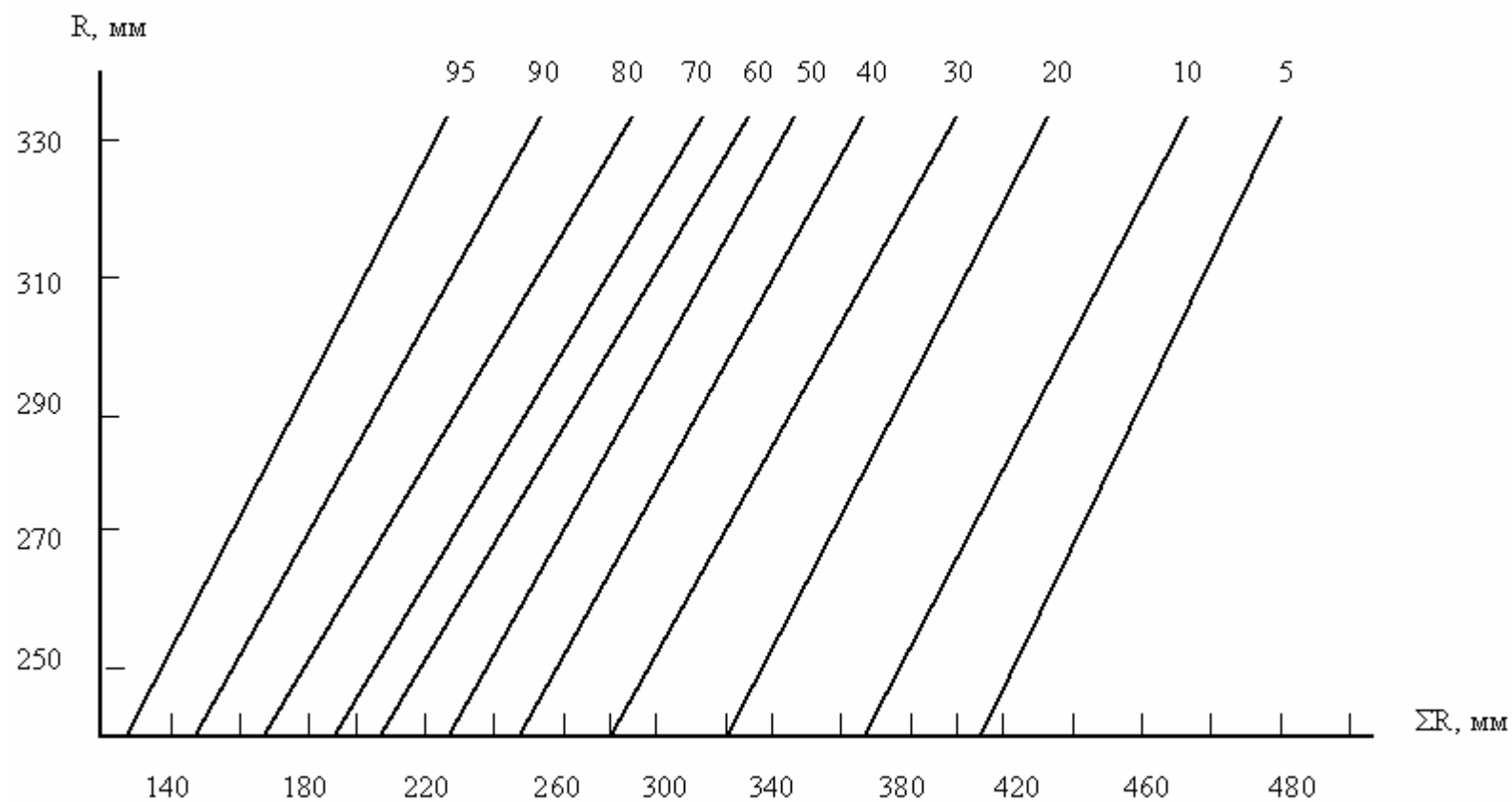


Рис. 1.13 – Номограма забезпеченості опадами вегетаційного періоду солодкого перцю в Південному Степу України при визначених середніх багаторічних сумах

Таблиця 1.34 – Середні багаторічні і екстремальні значення потреби солодкого перцю у воді, мм

Агрометеорологічні станції	Потреба солодкого перцю у воді, мм									За період вегетації
	висадка розсади в ґрунт – цвітіння			цвітіння – технічна стиглість			технічна стиглість – останній збір			
	середня	максим.	мінім.	середня	максим.	мінім.	середня	максим.	мінім.	
Черкаси	128			120			202			450
Дніпропетровськ	126	198	78	130	150	72	199	268	186	455
Луганськ	128	200	98	126	156	76	200	250	185	454
Донецьк	136	208	104	142	210	84	260	285	208	538
Кіровоград	128	190	76	124	149	74	200	265	198	452
Тирасполь	130	192	82	130	159	74	225	260	200	515
Одеса	138	153	108	135	168	100	240	300	190	513
Ізмаїл	138	214	110	152	225	83	275	310	215	565
Миколаїв	130	160	83	142	160	80	230	280	200	502
Херсон	138	216	111	150	228	80	270	306	210	556
Полтава	126	180	78	130	156	76	220	250	180	476

Таблиця 1.33 – Сумарне споживання води солодким перцем

Густота рослин	Вологозабезпеченість	Сумарне водоспоживання, мм		
		без добрив	одинарна норма добрив	подвійна норма добрив
Низька	Низька	482	519	537
	Середня	540	605	620
	Висока	632	718	811
Середня	Низька	529	532	573
	Середня	589	605	620
	Висока	549	718	731
Висока	Низька	549	600	629
	Середня	647	710	746
	Висока	709	758	811

Примітка: густота рослин: низька – менше 60 тис. рос/га, середня – 80 тис. рос/га, висока – більше 106 тис. рос/га. Вологозабезпеченість рослин: низька – менше 60% НВ, середня – 70 – 75 % НВ; висока – більше 80 – 85 % НВ. Добрива: одинарна норма – азот 90 кг/га, фосфор – 60 кг/га; подвійна норма – азот 180 кг/га, фосфор – 120 кг/га, калій – 60 кг/га.

При розрахунках потреб води для запланованого урожаю використовуються середні коефіцієнти водоспоживання солодкого перцю – 90 – 110.

Грунти. Солодкий перець вимогливий до ґрунтів, але може вирощуватись на всіх типах чорноземів, суглинках. Не росте перець лише на солонцях і дуже важких глиняних і холодних ґрунтах. Кислотність ґрунтів повинна бути невисокою – від 6 до 6,6 РН.

Із великої кількості різновидів лісових ґрунтів солодкий перець переважно вдається на темно-сірих лісових ґрунтах. Крім того, для вирощування перцю також придатні заплавні лучні темно-каштанові і шаруваті ґрунти [8 – 11].

Із ґрунту рослини споживають велику кількість макро– та мікроелементів. Найчастіше рослини відчувають нестачу азоту, фосфору та калію. Солодкий перець більше споживає азоту і калію та меншою мірою – фосфор.

Споживання поживних речовин суттєво змінюється в залежності від сортів культури, ґрунтів, на яких вона вирощується. Під впливом добрив мало змінюється співвідношення елементів живлення, але суттєво збільшується загальний виніс їх у зв'язку з підвищенням урожаю.

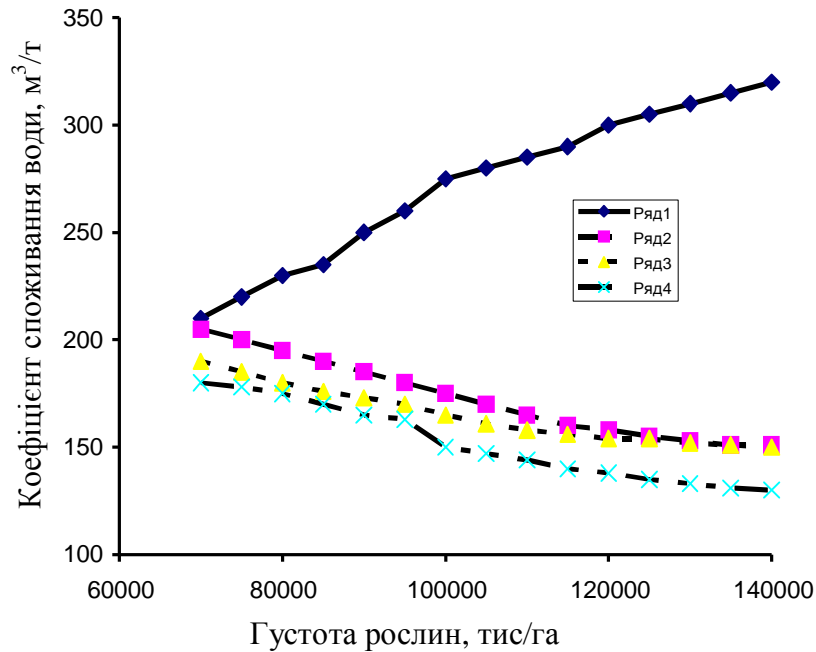


Рис. 1.14 – Коефіцієнт споживання води рослинами солодкого перцю в залежності від густоти рослин, добрив, зрошення, якості розсади і термінів її висаджування.

1 – без добрив (передполивна вологість 60% ПВ), розсада середньої якості; 2 - з добривами (передполивна вологість 80 % ПВ) розсада середньої якості; 3 – з добривами (передполивна вологість 80 % ПВ) розсада високої якості, терміни висаджування – третя декада травня; 4 – те ж, тільки терміни висаджування – перша декада травня (за П.І. Патроном).

Внесення добрив збільшує врожаї перцю на 20 – 40 %. У більшості випадків солодкий перець потребує тільки внесення азоту. Лише на ґрунтах, які вміщують P_2O_5 менше 80 мг/кг та K_2O_5 менше 150 мг/кг, необхідне внесення калію та фосфору.

Дослідженнями Є.І. Тукалова [4] встановлено, що на заплавлених ґрунтах, які забезпечені фосфатами (P_2O_5 більше 60 мг/кг) та калієм (K_2O_5 більше 150 мг/кг), необхідно внесення тільки одного азоту, близько 120 мг/кг).

В період масового плодоношення та найбільш інтенсивного наростання врожаю споживання мінеральних речовин різко зменшується. Тому вносити добрива в цей період не доцільно.

На разі на перше місце виходить питання про раціональне використання добрив. Задача полягає не тільки в тому, щоб отримати високі урожаї, а і в тому, що урожай не повинен вміщувати залишків хімічних елементів, які дуже небезпечні для організму людини.

Споживання елементів мінерального живлення залежить від вологості ґрунту, густоти та віку рослин (табл. 1.35).

Як видно із табл. 1.35 найбільше споживання азоту спостерігається при густоті рослин більше 133 тис/га. У виробничих умовах така густота рослин не зустрічається.

Таблиця 1.35 – Споживання азоту рослинами солодкого перцю, кг/га (за Патроном П.І.)

Доза добрив	Густота рослин	Забезпеченість вологою, % <i>НВ</i>	Споживання азоту, кг/га
Без добрив	Низька, 80 тис. рос/га	Низька, 60 % <i>НВ</i>	86
		Середня, 70 % <i>НВ</i>	92
		Висока, 80 % <i>НВ</i>	99
	Середня, 107 тис.рос/га	Низька	97
		Середня	101
		Висока	106
	Висока, 133 тис.рос/га	Низька	96
		Середня	104
		Висока	111
Одинарна	Низька	Низька	95
		Середня	114
		Висока	128
	Середня	Низька	109
		Середня	133
		Висока	151
	Висока	Низька	110
		Середня	141
		Висока	167
Подвійна	Низька	Низька	100
		Середня	132
		Висока	172
	Середня	Низька	111
		Середня	157
		Висока	201
	Висока	Низька	113
		Середня	160
		Висока	220

1.6 Томати

Томати мають широке розповсюдження в багатьох країнах світу. Серед овочевих культур томати займають провідне місце. Їх вирощують

для забезпечення населення продуктами овочівництва та для переробки на консервних заводах. Посівні площі томатів становлять 57 % всієї площі овочевих культур.

Культурні томати мають походження із тропічної зони Америки. Від Перу до Мексики томати вирощувались задовго до відкриття Нового Світу європейцями. До Європи томати попали наприкінці шістнадцятого століття, де спочатку вони вирощувались в Іспанії та Португалії, а потім розповсюдились по всій Європі та Близькому Сходу.

В Росії томат вперше з'явився в Криму та на Закавказзі. На теренах Радянського Союзу бурхливе розповсюдження томатів спостерігалось починаючи з тридцятих років минулого століття і досягло найбільшого розвитку у 50 – 60 роки. У вісімдесяті роки культура томату просунулась далеко на північ за межі центральних чорноземних районів Росії. На території України томати вирощуються в усіх природно – кліматичних зонах. В степових районах виробничі площі під томатами за розміром займають одне із перших місць серед овочевих культур.

Томати відносяться до сімейства пасльонових (*Solanaceae* Juss.), роду *Lycopersicon Tourn*, який складається з трьох видів. Із них два дикі, третій вид – звичайний томат включає всі культурні форми [50 – 54].

В нашій країні томат – трав'яниста однорічна рослина з прямостоячим або пригнутим стеблом, покритим залозистими волосками. Рослини томата мають специфічний томатний запах, який посилюється при пошкодженні стебла.

Плід – ягода різних розмірів, від 1 до 400 г, соковитий, багато гніздовий різного забарвлення – від зеленого до червоного. Насіння томатів мілке, яйцевидне або бруньковидне, плоске, загострене, в основі світле- або темно-жовте з сіруватим відтінком.

Томати відносяться до рослин з глибоким, сильно гілчастим корінням, що проникає в ґрунт до 1,5 м і більше. Відрізняється коріння рослин, висаджених насінням у ґрунт від коріння рослин висаджених розсадою. Томати, посіяні безпосередньо насінням у ґрунт мають добре виражений головний корінь та глибоку кореневу систему, тоді як висаджені розсадою мають тільки горизонтальне бокове коріння, яке розташовується близько до поверхні ґрунту [55 – 57].

Харчова цінність томатів визначається наявністю в них вуглеводів, органічних кислот, мінеральних солей, ароматичних речовин та вітамінів (С, каротин, B_1 , B_2 , РР, К та ін.). В складі сухих речовин переважають вуглеводи, переважно цукор. Дослідженнями багатьох авторів [50 – 61] встановлено, що хімічний склад плодів томатів дуже змінюється в залежності від особливостей сорту, умов вирощування, віку рослин та інших факторів, що на нього впливають. Найбільш цінні плоди томатів у перший місяць плодоношення. В кінці плодоношення в плодах томатів,

особливо тих, що вирощуються на зрошуваних полях, зменшується вміст цукру і збільшується кислотність.

Амплітуда мінливості вмісту різних речовин в томатах наводиться в табл. 1.36, 1.37.

Плоди томата за хімічним складом також неоднорідні. В середині плода тканини вміщують більше сухої речовини та цукру, гнізда вміщують більше кислот та мало полісахаридів. Співвідношення цукру до кислоти найчастіше використовується при оцінці нових сортів.

Таблиця 1.36 – Амплітуда мінливості вмісту хімічних речовин у плодах томатів (за В.В. Арасимович)

Показники	Коливання	
	межові	найчастіше зустрічаються
Суша речовина, %	4,5 – 8,1	5,6 – 6,0
Сума цукрів, %	1,5 – 4,9	1,9 – 3,0
Титрована кислотність, %	0,35 – 0,85	0,5
Аскорбінова кислота (мг %)	12,0 – 35,7	20,0

На вміст хімічних речовин також впливають терміни внесення добрив, форми добрив, співвідношення окремих елементів при внесенні добрив. За даними Д.Д. Брежнєва, фосфорні добрива підвищують вміст хлорофілу і фосфору в рослинах, покращують хімічний склад та смакові якості плодів. Калійні добрива підвищують вміст цукру в плодах. Азотні добрива збільшують вегетативну масу і в цілому врожай. Але надмірне внесення азотних добрив погіршує якість плодів і зменшує урожай.

За вегетаційний період у томата відзначаються такі фенологічні фази: проростання насіння, сходи, поява першого дійсного листка, бутонізація, початок цвітіння, масове цвітіння, утворення зав'язі, початок дозрівання плода, повна зрілість плода. Після початку дозрівання відзначається ще зелена та бланжова стиглість.

В процесі розвитку культури томатів у різних ґрунтово-кліматичних зонах створювались сорти з визначеними властивостями та ознаками. Д.Д. Брежнєвим встановлено 6 груп сортових типів, які відрізняються між собою наявністю певних ознак та властивостей: південно-європейська, західно-європейська, південно-російська, середньо-російська, північно-російська та північно-американська. Хімічний склад плодів томатів різних груп сортотипів різний (табл. 1.37).

Вирощуються томати в сухих степових районах із зрошенням, в лісостепових та лісових районах – на суходолі, або із застосуванням часткового зрошення. Вирощуються томати розсадним і безрозсадним методом.

Таблиця 1.37 – Хімічний склад плодів томатів різних груп сортових типів (за В.В. Арасимович)

Група сортів типів	На сиру масу плода				Середня маса плода, г
	суха речови- на, %	цукор, %	кислотність за яблуч- ною кисло- тою, %	аскорбінова кислота, мг або %	
Північно- російська	5,0 – 5,6	2,0 – 2,4	0,35 – 0,40	23,0 – 27,0	72
Середньоро- сійська	5,2 – 5,8	2,6 – 2,8	0,41 – 0,47	25,2 – 26,5	79
Південноро- сійська	5,6	2,4	0,38 – 0,44	23,0 – 23,3	110
Західноєвро- пейська	5,7 – 5,9	2,3 – 2,6	0,29 – 0,37	26,6 – 32,4	71
Південно- європейська	5,5 – 5,7	2,0 – 3,0	0,23 – 0,48	24,7 – 25,5	61
Північноапе- риканська	5,5 – 6,4	2,3 – 3,1	0,30 – 0,42	25,2 – 28,5	120

При вирощуванні томатів розсадним методом важливим фактором є висока якість розсади та ранні терміни висаджування її в ґрунт. Найвищі темпи розвитку рослин спостерігаються при застосуванні розсади, вирощеної в поживних кубиках та висадженої під плівку.

Велика роль в репродуктивному розвитку томатів належить умовам вирощування. Рано та рясно цвітуть томати при вирощуванні їх в ранній культурі із застосуванням плівкового укриття, на другому місці – рання культура без застосування укриття, на третьому – звичайна розсадна культура і на останньому – безрозсадна культура. Плодоносіння безрозсадних томатів в залежності від сорту починається на 25 – 35 днів пізніше розсадної культури.

Репродуктивний розвиток томатів знаходиться у великій залежності від погодних умов [50, 57].

Не перемінною основою для отримання високих урожаїв томатів є введення при їх вирощуванні овочевих сівозмін. Не бажано вирощувати томати декілька років на одній і тій же ділянці та після картоплі, перцю баклажанів, фізалісу і тютюну, бо вони ушкоджуються одними і тими ж хворобами. Бажано розташовувати посадки томатів другою культурою після внесення органічних добрив. Добрими попередниками для томатів є капуста, огірки, рис.

Розміщують посівні площі під томати у нечорноземних та центрально-чорноземних районах на захищених від вітру ділянках зі схилами на

південь та низьким стоянням ґрунтових вод. Високі врожаї томатів отримують на заплавних та прирічкових заливних ділянках.

Навесні на полі, відведеному під томати, у всіх ґрунтово-кліматичних зонах проводиться боронування зябу поперек оранки. До висаджування розсади в ґрунт обробіток ґрунту проводять у відповідності з типом ґрунтів. На зрошуваних заливних полях з важкими ґрунтами проводиться оранка зябу з одночасним боронуванням.

Для рівномірного надходження урожаїв в районах Південного Степу рекомендується відводити під розсадні томати 65 – 70 % всієї площі та не менше 15 % вирощувати за типом ранньої культури. При цьому скоростиглі та середньостиглі сорти вирощувати у співвідношенні 1 : 1. На крайньому півдні питому вагу ранніх томатів можна збільшувати до 20 – 30 %.

Для одержання високих урожаїв томатів велике значення має структура посівних площ та густота посівів. Встановлено [52], що найкращі результати дає стрічкова двострунна посадка з величиною широких міжрядь 90 см та вузьких – 50 см для штамбових сортів і відповідно 120 см і 50 см для індетермінантних сортів. Відстань між рослинами в рядках 30 – 35 см. Такі методи висаджування розсади забезпечують гущину 45 – 50 тис. рос/га детермінованих і штамбових сортів і, відповідно 34 – 37 тис. рос/га – ін. детермінантних. Після остаточного приживання розсади, на місце загиблих рослин підсаджують живі.

Висаджується розсада в ґрунт за умови повного припинення заморозків. У південних районах – наприкінці квітня – початку травня, у центральних та північних районах на 7 – 10 днів пізніше.

Найкращими попередниками для томатів є: люцерна, 2 – 3 річного віку, овочевий та зерновий горох, огірки, кабачки, цибуля, морква, пшениця та кукурудза на силос.

Терміни збирання урожаю залежать від термінів висаджування розсади в ґрунт, якості розсади, погодних умов, дотримання агротехніки і т. ін. Плоди збирають одноразово, або багаторазово. Це залежить від сорту. У виробничих умовах найчастіше застосовується 1 – 2 разове збирання плодів.

При безрозсадному методі вирощування томатів використовуються скоростиглі та середньостиглі сорти із звичайним типом куща. Успіх безрозсадної культури томатів залежить від отримання дружніх сходів. Терміни висіву насіння в ґрунт залежать від характеру весняних процесів. У степових районах України томати висіваються переважно в першій або другій декаді квітня. Посіви в травні зменшують урожай.

Догляд за посівами безрозсадних томатів повинен бути ретельним, оскільки бур'яни розвиваються швидше і потрібен обробіток міжрядь для боротьби з ними.

В теплих південних районах України, Молдови та Росії застосовується познивна або пізня культура томатів, яка збільшує надходження врожаю плодів наприкінці вересня, початку жовтня. Розсаду для познивних посівів томата вирощують у парниках з термінами сівби 20 – 25 травня або 1 – 5 червня. Терміни висаджування розсади познивних томатів визначаються термінами збирання попередника, найчастіше це відбувається на початку липня.

1.5.1 Вимоги томатів до умов навколишнього середовища

Світло. Томати – рослини дуже вимогливі до умов освітлення. Чим яскравіше світло, тим скоріше і краще розвиваються рослини. Нестача освітлення в період вирощування розсади зумовлює витягування сіянців, утворення тонких стебел, мілкого та жовтуватого листя. У таких сіянців затримується репродуктивний розвиток.

Чисельними дослідженнями доказано [50 – 57], що швидкість розвитку розсади томатів у парниках залежить від кількості світла, яку отримують рослини. Інтенсивність освітлення дуже впливає і на швидкість зростання. При збільшенні тривалості та інтенсивності освітлення розвиток розсади прискорюється, рослини скоріше починають утворювати бруньки та раніше зацвітати. Дослідження М. Бульєрі –Байрам показали, що освітленість 500 лк є мінімальною при вирощуванні розсади томатів. Вимоги томатів до освітлення залежать від сорту томатів. Рослини, вирощені в умовах довгого дня, більш вимогливі до умов освітлення, ніж короткоденні. Тривалість і інтенсивність освітлення при вирощуванні у відкритому ґрунті на розвиток рослин впливає менше.

Велике значення у покращанні режиму освітлення томатів має площа живлення. Тому для отримання високоякісної розсади під однією парниковою рамою найдоцільніше вирощувати 250 – 300 рослин. В загущених посівах доступ світла до нижніх листків різко зменшується, вони жовтіють і опадають. Продуктивність таких рослин різко зменшується.

Тепло. Одним із найважливіших факторів зовнішнього середовища, що впливають на ріст та розвиток томатів, є температура повітря і ґрунту. Як культурі тропічного походження томатам властиві підвищені вимоги до термічного режиму. Вимоги до тепла залежать від фази розвитку рослин.

Дружні сходи насіння спостерігаються при температурі 20 – 25 °С. При температурі 10 – 11 °С насіння не проростає. Якісна розсада буває при вирощуванні її при температурі 16 – 22 °С вдень та 8 – 10 °С вночі.

Дослідженнями [52, 57, 61] встановлено, що підвищена температура ґрунту до 20 – 25 °С в парниках під час вирощування розсади сприяє тому, що рослини раніше плодоносять, але на величину всього урожаю це не

впливає. Оптимальна температура ґрунту в парниках під час вирощування розсади становить 16 – 18 °С.

Вимоги томатів до термічних умов зростають з початком цвітіння та утворення плодів. Як і на інші овочеві, на томати в цей період більше впливають нічні температури повітря. Оптимальна мінімальна температура вночі знаходиться в межах 15 °С. Найбільш інтенсивне зав'язування плодів буває при температурі повітря вночі 17 – 19 °С. В цей період також підвищені вимоги томатів до температури ґрунту. Кращі умови складаються в цей період при температурі ґрунту близько 25 °С.

Температура повітря в межах 30 – 33 °С негативно впливає на запліднення. Цвіт опадає, уповільнюється або зовсім припиняється ріст рослин, слабшають процеси фотосинтезу.

Різні сорти томатів по-різному реагують на забезпеченість теплом. Сорти, виведені у північних районах, більш холодостійкі, але менше жаровиносливі. Скоростиглі сорти більш холодостійкі, ніж пізньостиглі.

Т.О. Побетовою [51] встановлено, що тривалість міжфазних періодів розвитку томатів знаходиться у тісній залежності від середньої температури повітря за період (табл. 1.38) та сум ефективних температур за період (табл. 1.39).

Залежності тривалості всіх міжфазних періодів (Y) від середньої температури повітря за період характеризуються високими значеннями коефіцієнтів кореляції – 0,76 – 0,66. Рівняння виведені для томатів, вирощених при зрошенні.

Таблиця 1.38 – Рівняння залежності тривалості міжфазних періодів томатів (Y) від середньої температури повітря (t) за період

Сорти	Висадка розсади в ґрунт - цвітіння	Цвітіння – бланжова стиглість	Бланжова стиглість – повна стиглість
Ранньостиглі	$Y = -15,3t + 226,3$	$Y = -17,1t + 117,3$	$Y = -13,6t + 321,7$
Середньостиглі	$Y = -14,8t + 219,6$	$Y = -17,8t + 123,4$	$Y = -13,8t + 334,5$
Пізньостиглі	$Y = -14,9t + 235,3$	$Y = -18,1t + 135,8$	$Y = -14,0t + 352,1$

Після настання бланжової стиглості залежність тривалості міжфазних періодів характеризуються трохи нижчим коефіцієнтом кореляції. Це свідчить про те, що після початку утворення плодів томати менше реагують на різкі коливання температури і можуть дозрівати при середній добовій температурі повітря 15 – 13 °С.

В цілому за період вегетації томатів їм необхідна сума температур вище 10 °С в залежності від скоростиглості сорту від 2500 до 3600 °С.

Вимоги томатів до температури ґрунту теж залежать від фази розвитку рослин. Зростають вимоги томатів до температури ґрунту в період масового плодоношення. Для формування доброго врожаю томатів необхідно збільшення надходження води та мінерального живлення в рослини. Це можливо тільки за високої температури ґрунту. Кращі умови для мінерального живлення і росту рослин складаються при температурах ґрунту близько 25 °С. Така температура сприяє настанню плодоношення у більш ранні терміни (табл. 1.40)

Таблиця 1.40 – Плодоношення томатів в залежності від температури ґрунту (сорт Київський ранній)

Температура ґрунту в період з 20.04 по 20.05, °С	Урожай стиглих плодів наростаючим підсумком, ц/га				
	на 1.07	на 5.07	на 10.07	на 20.07	Всього
20	195	365	520	870	1070
25	261	461	682	857	1059
30	257	432	640	836	1015

Теплолюбні рослини томатів погано переносять навіть незначні заморозки. При виникненні заморозків пошкодження томатів залежить не тільки від інтенсивності і тривалості заморозків, а і від фізіологічного стану рослин. Загартовані молоді рослини з добре розвиненим корінням витримували заморозки до -1,8 °С – -2,0 °С. При слабо розвиненому корінні або його пошкодженні стійкість томатів до заморозків значно знижується. Наприкінці вегетації рослини гинуть, а плоди пошкоджуються при температурі – 0,5 °С.

Волога. Томати добре ростуть за порівняно невисокої вологості повітря. За даними В.І. Едельштейна [54] оптимальна відносна вологість для томатів становить від 45 до 55 %. При відносній вологості більше 60 % томатні рослини більше пошкоджуються хворобами. Особливо небезпечна висока вологість повітря в період вирощування розсади. У сполученні з високою вологістю ґрунту та температурою повітря вона обумовлює високе обводнення тканин рослини. Вони швидко витягуються і, разом з тим, затримуються у розвитку. Для зменшення вологості повітря при вирощуванні розсади в парниках необхідно частіше провітрювати приміщення, поливи проводити тільки вранці.

Вимоги томатів до вологості ґрунту, як і інших овочевих культур, дуже високі, незважаючи на те, що вони значно більш посухостійкі, ніж баклажани та солодкий перець. Дорослі рослини томату витрачають досить багато води. Для створення урожаю 500 ц/га вони витрачають близько 6000 м³ води. Найбільші витрати води рослинами томатів

спостерігаються в період від початку утворення плодів до закінчення плодоношення [55].

Запаси продуктивної вологи в шарі розповсюдження коріння залежать від кількості опадів, норм поливів, надходження ґрунтових вод з нижніх шарів ґрунту, капілярного підйому води та витрат води на транспірацію та випаровування. На величину запасів вологи впливають також агротехнічні заходи, біологічні особливості культури, густота рослин та кліматичні особливості року (сухий чи вологий). Баланс вологи на полях томатів в сухі роки коливається у межах – 85 мм – 120 мм без поливів та – 42 – 64 мм з поливами; у вологі роки баланс вологи без поливів становить – 32 – 61 мм, та від – 27 до + 10 мм з поливами.

Із збільшенням густоти рослин підвищуються витрати води з ґрунту. Також змінюються норми витрат води при внесенні різної кількості добрив. Сумарні витрати води (сумарне випаровування) рослинами томатів за різних умов наведені в табл. 1.41. Споживання води томатами в залежності від густоти рослин, добрив та зрошення наведено на рис. 1.15.

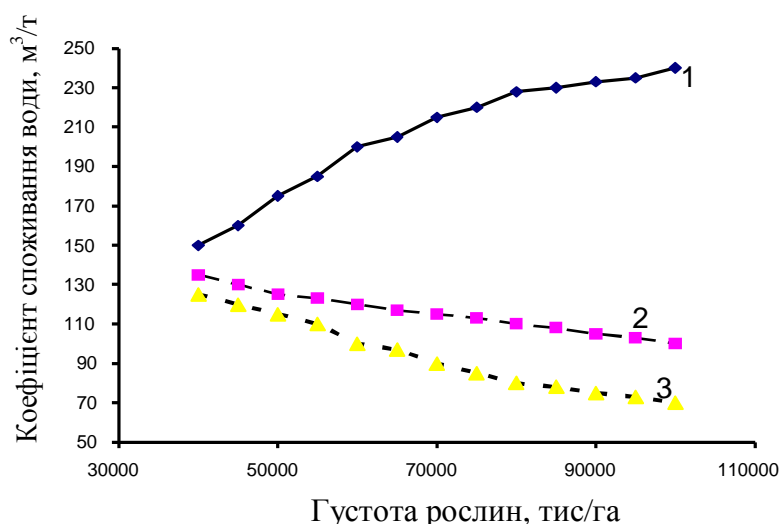


Рис. 1.15 – Коефіцієнт споживання води томатами в залежності від густоти рослин, добрив та зрошення.

- 1 – без добрив та без зрошення;
- 2 – без добрив зі зрошенням;
- 3 – з добривами та зрошенням.

Для томатів характерно збільшення сумарного водоспоживання з покращанням мінерального живлення та збільшенням густоти рослин від 60 до 90 тис. рос/га.

Коефіцієнт споживання води томатами залежить від сортових особливостей, агротехніки вирощування та кліматичних умов року.

Ранньостиглі сорти мають коефіцієнт споживання води на 12 – 15 % нижче ніж пізні. В середньому коефіцієнт споживання води томатами коливається у межах від 98 до 178. Застосування подвійної норми внесення добрив зумовлює зменшення витрат води на одиницю продукції за будь якої густоти рослин.

Таблиця 1.41 – Сумарне споживання води томатами

Дози добрив	Густота рослин*	Забезпеченість вологою**	Сумарне споживання води, мм/га
Без добрив	Низька	Низька	329
		Середня	452
		Висока	573
	Середня	Низька	344
		Середня	476
		Висока	626
	Висока	Низька	363
		Середня	497
		Висока	642
Одинарна N ₉₀ P ₆₀	низька	Низька	358
		Середня	488
		Висока	632
	Середня	низька	382
		Середня	517
		висока	692
	Висока	Низька	412
		Середня	548
		Висока	707
Подвійна N ₁₈₀ P ₁₂₀ K ₆₀	низька	Низька	366
		Середня	501
		Висока	699
	Середня	Низька	393
		Середня	533
		Висока	721
	Висока	Низька	418
		Середня	564
		Висока	747

Примітка: * густота рослин: низька - ≤ 50 тис. рос/га; середня – 71 – 80 тис/га; висока – ≥ 90 тис/га; ** забезпеченість вологою: низька – без зрошення; середня – зрошення при 60 % НВ, висока – зрошення при 80 % НВ.

В районах Південного Степу України томати вирощуються переважно із застосуванням зрошення. Режим зрошення томатів значно відрізняється для різних сортів. Ранні томати в сухі роки поливають 7 – 8 разів, у близькі до середніх багаторічних – 5 – 6 разів. Перші два – три поливи проводять невеликими нормами 250 – 300 м³/га. Наприкінці травня – початку червня до кінця періоду плодоношення на південних важко суглинкових чорноземах рекомендується норма поливу 500 м³/га.

Середньостиглі розсадні та безрозсадні томати в сухі роки поливають 8 – 9 разів, в роки, близькі до середніх багаторічних – 7 – 8 разів з нормою поливу 500 м³/га. Тільки перший полив має норму 300 – 400 м³/га.

У томатів максимальний приріст рослинної маси приходить на липень – серпень. В цей же період різко зростає і споживання води. Для всіх сортів томатів притаманне збільшення розмірів і маси рослин при використанні добрив і зрошення (табл. 1.42).

Таблиця 1.42 – Сира маса рослини томату в залежності від застосування агротехнічних заходів (середнє з 10 рослин) (за П.І. Патроном)

Дози добрив	Густота рослин, тис/га	Без зрошення			Із зрошенням		
		1.06	1.07	1.08	1.06	1.07	1.08
Без добрив	60	6,4	32,6	535	7,4	44,3	700
	70	6,7	30,3	395	7,8	41,2	645
	90	7,0	27,4	296	8,0	36,65	508
N ₉₀ P ₆₀	60	7,7	38,9	540	8,8	50,1	780
	70	7,4	36,8	482	8,3	46,0	726
	90	7,2	31,8	418	8,4	41,6	679
N ₁₈₀ P ₁₂₀ K ₆₀	60	7,8	42,0	598	8,5	57,6	915
	70	7,6	40,6	546	8,8	54,2	854
	90	7,7	34,5	456	8,5	48,1	752

Збільшення густоти рослин на одиницю площі зменшує приріст маси рослин навіть при високих нормах живлення та оптимальному режимі зрошення.

Високоякісна розсада забезпечує більш інтенсивне проходження ростових процесів і більш високоякісне утворення і розвиток генеративних органів. Плоди у рослин, сформованих із високоякісної розсади, мають більшу середню масу. Своєчасне зрошення та внесення добрив підвищують середню масу плода всіх сортів (рис. 1.16).

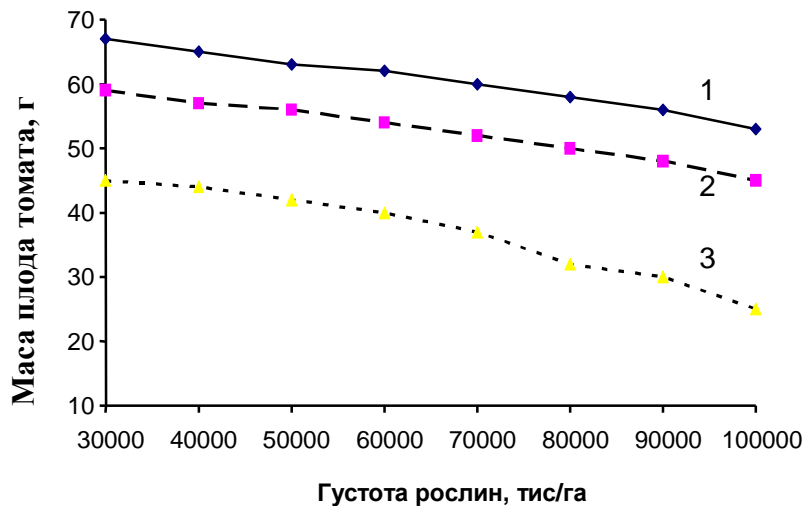


Рис. 1.16 – Середня маса плода томатів сорту Факел в залежності від густоти рослин, добрив та зрошення.

- 1 – із добривами та зрошенням;
- 2 – без добрив із зрошенням;
- 3 – без добрив і без зрошення.

Ґрунти та мінеральне живлення. До родючості ґрунтів томати менш вимогливі, ніж інші овочеві культури. Їх вирощують на різних за механічним складом ґрунтах. Оптимальна реакція середовища pH 5,5 – 5,6. Найвищі урожаї томатів отримують на пухких, добре прогрітих чорноземних та заплавлених родючих ґрунтах. На піщаних та супіщаних ґрунтах урожаї томатів нижчі ніж на суглинках, але досягання плодів починається раніше. Погано ростуть томати на надмірно вологих полях. Склад ґрунту впливає на розвиток томатів починаючи з вирощення розсади в парниках. Для вирощення розсади кращими ґрунтами є суміш дерну з перегноєм у співвідношенні 1:1.

Особливістю томатів є те, що вони на початку розвитку мало поглинають питомих речовин та різко збільшують їх споживання (особливо азоту і калію) в період плодоношення.

За виносом питомих речовин із ґрунту томати є досить вимогливою культурою в порівнянні з іншими сільськогосподарськими культурами [61].

Томати – культура дуже чутлива до внесення органічних та мінеральних добрив. Із органічних добрив під томати вносять перегній, торфогнійний компост, гнійну рідину та курячий послід. Із елементів живлення томати найбільше споживають калію, кальцію, азоту і фосфору. Норма внесення добрив залежить від родючості ґрунтів. Для запобігання забруднення ґрунту надмірним внесенням мінеральних добрив їх вносять з врахуванням родючості ґрунтів і стану рослин. З віком рослин співвідношення основних елементів живлення змінюється (табл. 1.43).

Таблиця 1.43 – Співвідношення елементів живлення томатів у різному віці (за З.І. Журбицьким)

Вік рослин	Азот (N)	Фосфор (P)	Калій (K)	Кальцій (Ca)
Тридцяти денні	100	24	70	89
В період плодоношення	100	48	291	199

Мінеральні добрива найкраще вносити навесні, до висаджування розсади в ґрунт або до посіву насіння. Норми внесення органічних та мінеральних добрив залежать від ґрунтово-кліматичних умов.

Окрім перелічених основних елементів, для нормального розвитку томатам необхідні також мікроелементи: бор, марганець, магній, сірка і ін.

Відсутність бору спричиняє нефроз флоєми. Органічні сполуки бору підсилюють ріст коріння, сприяють кращому переміщенню ростових речовин та прискорюють дозрівання плодів.

Для нормального розвитку рослин наявність марганцю конче необхідна, особливо в період від проростання насіння до утворення плодів.

Нестача цинку уповільнює та зовсім зупиняє ріст стебел та листя томата. Внесення цинку сприяє збільшенню маси плодів та вміщенні в них аскорбінової кислоти [61]. Нестача хлору в ґрунті зменшує стійкість томатів до захворювань, особливо на ранній стадії розвитку.

Внесення йоду прискорює формування кисті та цвітіння, а також підвищує урожай томатів. Нестача сірки в ґрунті спричиняє появу хлорозу листків. Нікель у дуже низькій концентрації викликає хлороз. Нестача магнію зумовлює магнієве голодування томатів, що призводить до зменшення урожаю. Внесення міді у вигляді мідного купоросу збільшує утворення хлорофілу в листі, підвищує інтенсивність дихання.

У відкритому ґрунті застосовують два методи вирощування томатів: розсадний та безрозсадний. Основним є розсадний, який дозволяє отримувати стійкий урожай у більш ранні терміни. Розсаду вирощують на високому фоні добрив, агротехнічних заходів та з дотриманням вимог, які культура вимагає для росту та розвитку.

Є рання і середня розсадні культури томатів. Найбільше поширення має середня культура. В районах крайнього півдня застосовується пожнивна культура томатів. Агротехніка цих культур різна. Рекомендується для безперебійного постачання населенню плодів таке співвідношення посівних площ різних розсадних культур томатів: 15 % – рання розсадна культура, 70 % – середня розсадна культура, 10 % – пожнивна і 6 – 10 % – безрозсадна (табл. 1.44) [52]. При цьому скоростиглі та середньостиглі сорти вирощувати у співвідношенні 1 : 1. Така структура забезпечує рівномірне надходження урожаю з середини червня до кінця вересня.

Таблиця 1.44 – Рациональна структура посівних площ томатів для південних областей України і Молдови

Сорт	Метод вирощування	Термін сівби насіння	Термін висадки розсади в ґрунт	Питома вага до всієї площі томатів, %
Ранньостиглі	Рання культура	1.02 – 10.02	20.04 – 25.04	14
Середньостиглі	Середня культура	1.03 – 10.03	1.05 – 10.05	22
Середньо пізньостиглі	Середньо пізня культура	1.04 – 5.04	10.05 – 15.05	68
Пізньостиглі	Познивна культура	25.05 – 31.05	1.07 – 10.07	46

Безрозсадна культура томатів сприяє збільшенню виробництва томатів та продовження термінів їх надходження на консервні заводи та для споживання населенню у свіжому виді. Для безрозсадної культури використовуються скоростиглі та середньостиглі сорти. Успіх безрозсадної культури томатів залежить від своєчасних та дружніх сходів. Для безрозсадних томатів найкращими є верхні тераси річок. Велике значення при вирощуванні безрозсадних томатів має догляд за рослинами, особливо в перші 6 – 7 тижнів після сходів. Надходження врожаю при безрозсадному вирощуванні томатів відбувається вже з першої декади серпня і триває до кінця вересня. Для безрозсадної культури томатів краще використовувати сорти, які виведені для одноразового збирання.

При застосуванні всіх видів культур томатів забезпечення населення томатами триває до середини жовтня. Цьому сприяє різна динаміка плодоносіння у різних культур томатів (рис. 1.17).

В південних районах країни використовується познивне вирощування томатів. Врожай познивних томатів починає надходити наприкінці вересня – початку жовтня і триває до середини листопаду.

При використанні різних розсадних культур та безрозсадних томатів агротехніка вирощування у них різна.

Найбільш поширені сорти томатів у виробництві Київський ранній, Ранній 83, Совецький 679, Маяк, Волгоградський 5/95, Факел, Новичок та ін.

Київський ранній має звичайний кущ. Плоди округло-пласкі, м'ясисті. Забарвлення плодів померанчово-червоне. Середня вага одного плода 8 – 100 г. Сорт скоростиглий, високоврожайний. Вміст сухих речовин становить від 4,2 до 5,9 %.

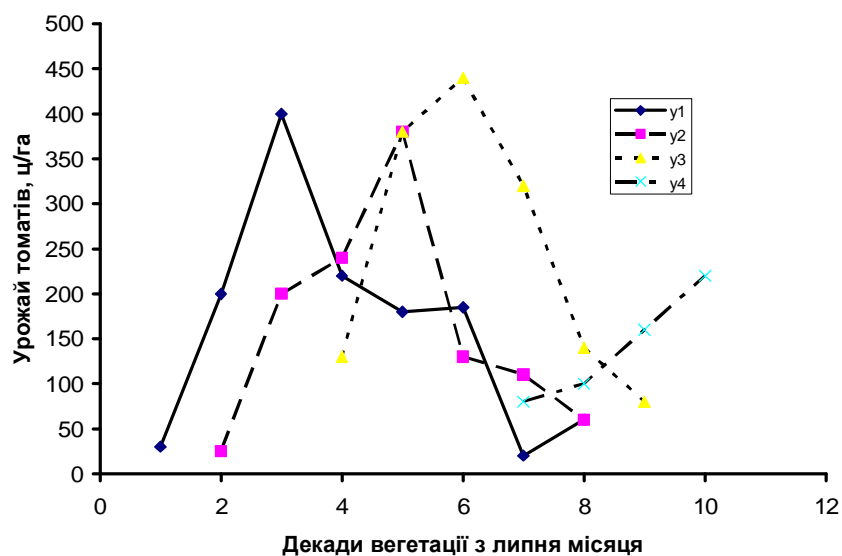


Рис. 1.17 – Динаміка плодоносіння різних за скоростиглістю сортів томатів в залежності від методів вирощування:
 y1 – ранні томати; y2 – середні томати,
 y3 – безрозсадні томати, y4 – пожнивні томати.

Ранній 83 має звичайний кущ. Форма та забарвлення плодів таке ж як і у Київського раннього. Сорт скоростиглий, високоврожайний, має добрі харчові властивості.

Волгоградський 5/95 має штамбовий стоячий високий кущ. Плоди крупні, пласко округлої форми, злегка ребристі, м'ясисті добрих харчових якостей. Вміст сухих речовин від 5,1 до 6,4 %. Сорт середньопізній, високоврожайний. Добре вдається в пожнивній культурі. Стійкий до розтріскування

Сливовидний. Сорт середньостиглий, вирощується як розсадний і безрозсадний. Кущ не штамбовий, середньо рослий. Плоди сливовидні, гладенькі, червоні з добрим смаком. Використовується в консервній промисловості. Вирощується по всій території України.

Новинка Придністров'я. Сорт середньопізній, врожайний, з дружнім дозріванням плодів. Кущ не штамбовий, середньо потужний. Плоди подовжено-овальні, гладенькі невеликі, стійкі до розтріскування, добре транспортуються, довго зберігаються у свіжому вигляді.

2 Агromетeоролoгiчнi умoви фoрмувaння прoдуктивнoстi oвoчeвих кyльтур

2.1 Кoливaння вpoжaйнoстi oвoчeвих кyльтур

Виявлення причин коливання продуктивності овочевих культур в часі і по території та розробка на цій основі кількісних показників, які дозволяють з достатньою мірою точності характеризувати величину їх урожаїв в залежності від умов погоди, що складаються в окремі роки в різних регіонах, є доволі складною проблемою, яка вирішується в сучасних дослідженнях з агromетeоролoгiї.

У зв'язку з частою зміною сортового складу та великою кількістю сортів різної стиглості овочеві культури уявляють достатньо складний об'єкт для досліджень. Кількісних залежностей зв'язку темпів розвитку овочевих та їх урожаїв з показниками агromетeоролoгiчних умов розвитку обмаль.

При встановленні кількісних зв'язків урожаїв сільськогосподарських культур з агromетeоролoгiчними показниками використовуються два підходи: 1 підхід полягає в тому, що використовуються показники за весь вегетаційний період, які характеризують найбільш важливі моменти в житті рослин (термічні умови, умови зволоження); 2 – підхід полягає у врахуванні умов тепло та вологозабезпеченості критичного періоду розвитку рослин. Кількісні зв'язки врожаїв культур з погодними умовами часто встановлюються для груп сортів, найбільш поширених на досліджуваній території. Частіше використовуються всі сорти визначеної скоростиглості або всі стандартні сорти.

Слід зазначити, що на формування врожаю сільськогосподарських культур впливають усі фактори впродовж всього періоду вегетації. Тому більш коректним є використання рівнянь множинної регресії з агromетeоролoгiчними показниками по міжфазних періодах розвитку культур. З цією метою використовуються спостереження мережі агromетeоролoгiчних та гiдрометeоролoгiчних станцій, мережі державного сортовипробування та статистичних управлінь, а також матеріали спеціальних дослідів.

Середні урожаї овочевих культур в Україні коливаються в значних межах. У степових районах при зрошенні урожаї томатів становлять від 150 до 350 ц/га, солодкого перцю – від 130 до 330 ц/га, баклажанів – від 90 до 250 ц/га, огірків – від 160 до 360 ц/га, капусти – від 130 до 500 ц/га. У східних степових районах урожаї нижчі на 30 – 50 ц/га. В областях лісостепової зони України урожаї томатів, солодкого перцю та баклажанів ще нижчі, а огірків і капусти – вищі. Мінливість урожаїв усіх культур по території значна.

Дослідженнями [62, 63, 64] встановлено, що продуктивність більшості сільськогосподарських культур, в тому числі і овочевих, коливається синхронно з коливаннями агрометеорологічних умов вирощування.

В основних районах вирощування врожайність овочевих культур має тенденцію (тренд) до зростання з часом, але темпи зростання різні у різних культур та в різних регіонах. На фоні загального зростання врожайності спостерігаються її щорічні коливання як у бік зростання, так і у бік зменшення.

Причинами, що обумовлюють зростання врожайності з часом, є підвищення культури землеробства, виведення нових більш продуктивних сортів, стійких до пошкодження шкідниками та хворобами та ін. Рівень культури землеробства залежить від цілого ряду факторів: особливостей системи землеробства, засобів обробки ґрунту, міри використання добрив, засобів боротьби зі шкідниками та хворобами, відповідності сортів агрокліматичним ресурсам території, енергозабезпечення виробництва та меліорації клімату. Перелічені фактори визначають загальний рівень врожайності, тобто формують тренд. Щорічні відхилення врожайності від тренда обумовлюються погодними умовами кожного конкретного року.

Таким чином, велика кількість факторів, що впливають на врожай, поділяється на два великих класи: 1 – фактори, що обумовлюють рівень культури землеробства; 2 – метеорологічні фактори. Врахувати міру впливу культури землеробства на величину врожаю досить складно. Передбачається, що вплив рівня культури землеробства зумовлює плавну мінливість врожаїв та що ця мінливість підлягає цілком визначеному закону. Це дозволяє апроксимувати зміну врожайності з часом будь-якою формою залежності (пряма, парабола і ін.). Питання вибору виду кривої тренда досліджувались в роботах А. Маннеля, В.М. Обухова, В.М. Пасова, І.В. Свісюка, А.М. Польового та ін [62 – 66].

Зміна метеорологічної складової врожайності знаходиться у тісному зв'язку зі зміною метеорологічних факторів. Таким чином, динаміку врожайності тої чи іншої культури можна розглядати як наслідок зміни культури землеробства, на фоні якого відбуваються випадкові відхилення, обумовлені особливостями погоди у різних кліматичних зонах. У такому випадку загальна дисперсія врожайності s^2 розглядається як сума двох складових: перша характеризує вклад динаміки культури землеробства s_a^2 , а друга – мінливість погоди s_m^2

$$s^2 = s_a^2 + s_m^2 \quad . \quad (2.1)$$

$$s_m^2 = s^2 - s_a^2 \quad . \quad (2.2)$$

Розрахунок величини s^2 виконується за формулою

$$s^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}{n-1}, \quad (2.3)$$

$$s_a^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (\bar{x}_i - \bar{y})^2}{n-1}, \quad (2.4)$$

$$s_m^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2 - \sum_{i=1}^n (\bar{x}_i - \bar{y})^2}{n-1}, \quad (2.5)$$

де y_i – врожайність конкретного року;

\bar{y} – середня багаторічна врожайність;

\bar{x}_i – динамічна середня величина (врожайність по тренду в конкретному році);

n – кількість років.

Для оцінки мінливості врожайності використовується значення коефіцієнта варіації $C_{\bar{y}}$

$$C_{\bar{y}} = s / \bar{y}. \quad (2.6)$$

Мінливість, що обумовлена погодою (C_m), визначається через s_m

$$C_m = \frac{1}{\bar{y}} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2 - \sum_{i=1}^n (\bar{x}_i - \bar{y})^2}{n-1}}. \quad (2.7)$$

Значення C_m по території дає можливість провести дослідження мінливості врожайності по території, визначити райони однотипної для вирощування культур погоди, специфіку погоди окремих районів, а також визначити райони сприятливих та несприятливих умов для вирощування культур як у багаторічному розрізі, так і в окремі роки. При цьому важливого значення набувають питання прогнозу величин врожайності

культур, оскільки знання очікуваного врожаю дає змогу виділити зони економічно вигідних посівних площ під будь-якою культурою і навпаки. Цінність прогнозів зростає із зростанням їх завчасності.

Розрахунок коефіцієнтів варіації кліматичної складової урожайності овочевих культур (табл. 2.1) показав, що значення кліматичної складової для всіх овочевих культур по економічних районах України підлягають однаковим закономірностям.

Таблиця 2.1 – Кліматична складова мінливості урожаїв овочевих культур по економічних районах України

№ за /п	Економічний район	Кліматична складова урожаю, C_t				
		бакла-жани	огірки	солодкий перець	томати	капуста
1	Північно-західний	0,35	0,28	0,32	0,30	0,24
2	Центральний	0,26	0,24	0,25	0,24	0,22
3	Донецько–Придніпровський	0,23	0,22	0,23	0,22	0,22
4	Південно–західний	0,19	0,19	0,19	0,19	0,21
5	Південний	0,17	0,17	0,16	0,17	0,21

Найменша мінливість кліматичної складової урожаїв спостерігається для капусти та огірків і вона змінюється в напрямку з північного заходу на південний схід від 0,28 – 0,24 до 0,17 – 0,21. Найбільші коливання кліматичної складової урожаю спостерігаються у баклажанів – від 0,35 на північному заході до 0,17 на півдні.

Далі розглянемо, які агрометеорологічні фактори найбільше впливають на урожаї овочевих культур. Урожайність овочевих культур формується в середньому при такому співвідношенні факторів, яке представлено в табл. 2.2.

Врахування умов зони виробничого вирощування баклажанів, капусти, огірків, солодкого перцю та томатів дозволить складати прогнози продуктивності культур та розробляти схему агротехнічних заходів для поліпшення використання кліматичних умов кожного вегетаційного періоду. Згідно закону взаємодії різних факторів використання рослинами світла, тепла та вологи тим ефективніше, чим краще вони забезпечені мінеральним живленням та комплексом агротехнічних заходів.

Коефіцієнт використання сонячної енергії є інтегральним показником продуктивності посівів. Для зручності врахування інтенсивності ΦAP , яка надходить до посівів за період активної вегетації, були виведені

статистичні залежності надходження ΦAP (Y) від кількості годин сонячного саява (x) для степової зони України (табл. 2.3).

Таблиця 2.2 – Середні кількісні значення основних факторів продуктивності овочевих культур

Фактори продуктивності	Аналітичний вираз	Міжфазні періоди розвитку			
		висаджування розсади - цвітіння	цвітіння – зав'язування плодів	зав'язування плодів – технічна стиглість	висаджування розсади – технічна стиглість
Коефіцієнт теплозабезпечення	$\sum t_{\phi} / \sum t_{cp}$	1,07	0,89	2,0	1,02
Коефіцієнт вологозабезпечення	E/E_o	0,43	0,70	1,52	0,75
Індекс використання тепла	$\sum t / Y_c$	212	51,3	217	35,9
Індекс використання води (на 1°C)	$\sum P / \sum t$	2,3	3,2	4,1	2,3
Коефіцієнт водоспоживання	$\sum P / Y_p$	148	182	128	125
Коефіцієнт енергозабезпечення	$\sum Q / \sum Q_{cp}$	1,13	0,83	1,86	0,97

Примітка: $\sum t$ – сума активних температур, °C; E – сумарне водоспоживання культур, мм; E_o – випаровуваність, мм; Y – урожай, ц/га; $\sum P$ – сума опадів, мм; $\sum Q$ – сумарна сонячна радіація, Дж/(м²·г); $\sum Q_c$ – сума ΦAP , Дж/(м²·г).

При аналізі розрахунків $KПД \Phi AP$ різних сортів різних овочевих культур встановлено, що для різних сортів баклажанів $KПД \Phi AP$ майже однакові, для різних сортів солодкого перцю та томатів $KПД \Phi AP$ різні. Найбільший за значенням він у перцю сорту Подарунок Молдови і становить 0,55, сорту Молдавський білий – 0,42, сорту Новочеркаський 35 – 0,38. Для томатів $KПД \Phi AP$ сорту Київський ранній – 0,53, сорту Волгоградський – 0,56.

Величина надземної маси рослин є інтегральним показником міри сприятливості агрометеорологічних умов вимогам культури до навколишнього середовища.

Таблиця 2.3 – Залежність надходження ΦAP від кількості годин сонячного сяйва

Рівняння	Статистичні характеристики			
	коефіцієнт кореляції	період роботи рівняння	межі роботи рівняння, кал/см ²	помилка рівняння, %
Для розрахунків добових значень				
$Y = 0,141x + 1424$	0,61	квітень – вересень	100 – 170	20 - 25
Для розрахунків декадних значень				
$Y = 0,626x + 1358$	0,71	квітень – вересень	1400 – 1700	18 – 23

Таблиця 2.4 – Матриця парних коефіцієнтів кореляції між масою надземної частини овочевих культур і метеорологічними чинниками

	M_n	H	Γ	$\sum T_1$	$\sum T_2$	$\sum T_3$	W_1	W_2	W_3
M_n	1,0	0,212	0,326	0,504	0,502	0,538	0,206	0,218	0,220
H		1,0	0,017	0,162	0,129	0,212	0,208	0,208	0,218
Γ			1,0	0,081	0,060	0,062	0,008	0,006	0,007
$\sum T_1$				1,0	0,328	0,626	0,016	0,018	0,019
$\sum T_2$					1,0	0,452	0,017	0,018	0,020
$\sum T_3$						1,0	0,012	0,021	0,024
W_1							1,0	0,012	0,019
W_2								1,0	0,012
W_3									1,0

Примітка: в табл. M_n – вага надземної маси рослин; H – відносна вологість повітря; Γ – сума опадів; $\sum T_1$ – сума активних температур від висаджування в ґрунт до цвітіння; $\sum T_2$ – сума активних температур від цвітіння до технічної стиглості; $\sum T_3$ – сума активних температур за період плодоношення; W_1, W_2, W_3 – запаси продуктивної вологи у шарі 0-50 см за ті ж періоди вегетації.

Встановлено тісний зв'язок між вагою надземної маси рослин і метеорологічними чинниками періоду висаджування розсади в ґрунт – масове цвітіння. При цьому парні коефіцієнти кореляції між надземною

масою і сумами температур вищі, ніж між надземною масою та запасами продуктивної вологи в шарах 0-20, 0-50 см (табл. 2.4).

Оскільки ці культури в степовій зоні вирощуються при зрошенні, то це закономірно.

Високі значення коефіцієнтів кореляції між сумами температур і рослинною масою свідчать про високі вимоги овочевих культур до забезпечення теплом. Розподіл часток дисперсії окремих елементів підтверджують, що із значної кількості метеорологічних чинників переважну частку дисперсії обумовлюють суми температур періоду плодоношення.

2.2 Вплив агрометеорологічних умов на продуктивність овочевих культур

2.2.1 Баклажани

Урожай баклажанів, як і всіх овочевих культур, формується під впливом багатьох факторів, головними з яких є: біологічні особливості сортів, агротехніка вирощування, пошкодження хворобами та шкідниками, погодні умови впродовж вегетаційного періоду. За мінливістю ці фактори поділяються на: 1 – стійкі, до них відносяться – місце вирощування, механічний склад ґрунтів, біологічні особливості сортів; 2 – мінливі – це фактори, які змінюються із року в рік в одному напрямку та впливають позитивно на збільшення урожаїв. До цієї групи відносяться фактори, пов'язані із зростанням культури землеробства, застосуванням меліоративних заходів, використанням добрив і т. ін.; 3 – фактори, зміна яких може впливати на урожаї і позитивно і негативно, це вплив погодних умов.

Практично в усіх зонах України з 1971 по 2001 рік у баклажанів відзначалось зменшення середніх урожаїв. Причини зменшення полягають у порушенні режимів зрошення, пошкодженні посівів колорадським жуком та порушенні агротехніки вирощування. Були розраховані лінії трендів врожаїв баклажанів для більшості областей України (табл. 2.5). В усіх областях України лінія тренда врожайності баклажанів апроксимується параболою другого порядку.

Були проаналізовані агрометеорологічні умови формування урожаїв баклажанів по міжфазних періодах розвитку в роки з низькими (відхилення від лінії тренда – 2, – 40 ц/га) і в роки з високими врожаями (відхилення від лінії тренду + 15, + 35 ц/га) (табл. 2.6 і табл. 2.7) в різних регіонах.

В несприятливі роки урожаї баклажанів не перевищували 80 – 159 ц/га. Аналіз агрометеорологічних умов показав, що в усіх агрокліматичних зонах зменшення урожаїв спричинено погодними

умовами та пошкодженням посівів колорадським жуком (від 10 до 40 % посівної площі).

Як правило, середня температура повітря в роки з низькими урожаєми в усіх зонах вирощування в період від висадки розсади у ґрунт до цвітіння була нижче оптимальних температур на 2 – 6 °С. В деякі роки і в інші між фазні періоди спостерігалась аналогічна ситуація. В результаті низьких температур впродовж вегетаційного періоду суми температур за вегетацію були нижче оптимальних, і урожай в ці роки був також низьким.

Таблиця 2.5 – Рівняння ліній трендів урожаю баклажанів по областях України

Області	Рівняння
Житомирська	$Y = 0,138 n^2 - 1,79n + 11,8$
Київська	$Y = 0,066 n^2 - 0,82n + 13,5$
Вінницька	$Y = 0,138 n^2 - 1,79n + 17,5$
Черкаська	$Y = 0,14 n^2 - 1,62n + 18,4$
Полтавська	$Y = 0,18 n^2 - 1,48n + 15,4$
Сумська	$Y = 0,086 n^2 - 0,78n + 16,8$
Харківська	$Y = 0,22 n^2 - 1,28n + 19,3$
Дніпропетровська	$Y = 0,129 n^2 - 1,46n + 19,8$
Кіровоградська	$Y = 0,166 n^2 - 0,82n + 13,8$
Миколаївська	$Y = 0,024 n^2 - 0,368n + 14,01$
Одеська	$Y = 0,224 n^2 - 0,435n + 24,01$
Херсонська	$Y = 0,224 n^2 - 3,103n + 23,21$
АР Крим	$Y = - 0,047 n^2 + 0,20n + 33,78$
Запорізька	$Y = 0,012 n^2 + 0,374n + 22,34$

Оскільки баклажани – культура тропічного походження, то вони відзначаються підвищеними вимогами до умов тепло та волого забезпечення. В роботах [3, 6, 7] досліджені зв'язки врожаїв баклажанів з потребою рослин у волозі (випаровуваністю) за вегетаційний період, сумами ефективних температур вище 17 °С за критичний період розвитку баклажанів (10 днів до бутонізації плюс 30 днів після масового цвітіння) та кількістю годин сонячного сяйва також за критичний період.

Зв'язок урожаю баклажанів (Y) з випаровуваністю (E_0) виражається рівнянням

Таблиця 2.6 – Агromетeоролoгiчнi умoви вирoщувaння бaклaжaнiв в нeсприятливi зa пoгoдними умoвaми рoки

Роки	Дати		Середня температура повітря, °С	Дата технічної стиглості	Середня температура повітря, °С	Дата останнього збору плодів	Середня температура повітря, °С	Сума активних температур °С	Сума опадів, мм	Урожай, ц/га
	висадки розсади	цвітіння								
Київська область										
1971	20.05	20.07	18,4	13.08	19,8	30.09	16,5	2470	563	120
1984	22.05	27.07	17,4	10.08	21,3	9.10	15,5	2325	703	130
1996	20.05	26.07	18,9	26.08	21,3	30.09	15,3	2486	533	89
Черкаська область										
1979	15.05	30.06	18,7	10.08	20,3	4.10	17,9	2850	578	139
1983	17.05	21.06	18,9	3.08	19,8	30.09	16,5	2471	359	185
1991	23.05	8.07	18,4	29.07	20,0	28.09	16,8	2340	452	120
Кіровоградська область										
1979	19,05	12.07	17,9	31.07	19,5	24.09	17,5	2565	502	125
1991	21.05	10.07	18,2	30,07	19,8	28.09	16,8	2410	451	128
1995	20.05	4.07	20,4	25.07	21,3	25.09	16,8	2600	433	118
Одеська область										
1989	17.05	30.06	18,3	31.07	20,5	8.10	18,0	2806	597	158
1992	11.05	19.06	19,2	11.07	22,5	30.09	17,9	2924	741	157
1995	19.05	1.07	19,4	28.07	21,3	2.10	18,4	2899	583	157

Таблиця 2.7 – Агromетeоролoгiчнi умoви вирoщувaння бaклaжaнiв в сприятливi за пoгoдними умoвами рoки

Роки	Дати		Середня температура повітря, °С	Дата технічної стиглості	Середня температура повітря, °С	Дата останнього збору плодів	Середня температура повітря, °С	Сума активних температур, °С	Сума опадів, мм	Урожай, ц/га
	висадки розсади	цвітіння								
Київська область										
1976	25.05	10.07	19,4	30.07	20,8	7.10	18,5	2720	518	180
1983	17.05	7.07	19,4	22.07	22,3	26.09	18,5	2725	503	232
1991	16.05	21.06	20,7	28.07	22,0	24.09	17,8	2860	433	193
Черкаська область										
1977	12.05	6.07	18,7	4.08	23,5	17.10	17,9	3178	670	212
1984	17.05	30.06	18,9	30.07	22,8	14.10	19,5	3331	6879	220
1991	14.05	3.07	18,8	11.08	22,6	29.09	19,1	3179	495	275
Кіровоградська область										
1977	16,05	1.07	18,9	1.08	21,3	4.10	18,5	2868	502	238
1984	17.05	3.07	18,8	1.08	22,9	7.10	18,8	3050	608	223
1996	18.05	2.07	20,4	28.07	22,3	5.10	18,2	2919	695	218
Одеська область										
1981	12.05	20.06	19,3	20.07	22,5	8.10	18,3	3108	597	283
1991	11.05	2.07	19,2	19.07	20,5	5.10	18,9	3240	633	290
1996	17.05	29.0	20,4	22.07	23,3	10.10	18,5	3453	695	302

$$Y = 0,57E_o + 461,3 \quad , \quad (2.8)$$

і характеризується коефіцієнтом кореляції $-0,66 \pm 0,12$. Це рівняння має похибку 40,2 ц/га. Якщо випаровуваність за вегетаційний період становить від 400 до 450 мм, то рівень врожайності коливається від 240 до 250 ц/га. При збільшенні випаровуваності до 470 – 580 мм врожай баклажанів знижується. Це свідчить про те, що баклажани погано реагують на перезволоження ґрунту.

Статистичний зв'язок урожаїв баклажанів з сумою ефективних температур вище 17 °С за критичний період описується рівнянням

$$Y = 0,98 \sum T - 0,7 \quad (2.9)$$

характеризується коефіцієнтом кореляції $0,75 \pm 0,1$, має похибку 42,6 ц/га.

При сумі температур за критичний період 240 – 340 °С урожаї баклажанів становлять від 240 до 360 ц/га. При зменшенні сум температур до 140 – 200 °С врожаї знижуються до 130 – 190 ц/га.

В роботах [3, 6, 7] вказується, що на формування врожайності баклажанів значно впливає якість світла та тривалість освітлення. Більш детальні дослідження показали, що врожайність баклажанів залежить від освітлення вранці (від сходу сонця до 10 год) та ввечері (від 16 години до заходу сонця). Статистична залежність виражається рівнянням

$$Y = 3,36n - 589,2 \quad , \quad (2.10)$$

де n – кількість годин з сонячним сяйвом вранці та ввечері.

Ця залежність характеризується коефіцієнтом кореляції $0,85 \pm 0,06$ і має похибку 40,4 ц/га. Співставлення величин врожаїв з кількістю годин сонячного сяйва показали, що низькі врожаї баклажанів отримують в роки з великою кількістю похмурих днів вранці та ввечері.

2.2.2 Капуста

Середні врожаї капусти по території України коливаються в досить широких межах і їх величина залежить від комплексу агрометеорологічних величин, серед яких провідними є температура повітря та вологість ґрунту. Побудовані графіки динаміки врожаю капусти та розраховані лінії тренда показують, що коливання врожаїв по роках

сягають $\pm 20 - \pm 30$ % від середніх значень (рис. 2.1 – 2.3). Спостерігається синхронність коливань урожаю капусти на різних територіях. Це дозволяє дійти висновку, що величина врожаю капусти в значній мірі залежить від погодних умов. Характеристики ліній трендів приводяться в табл. 2.8.

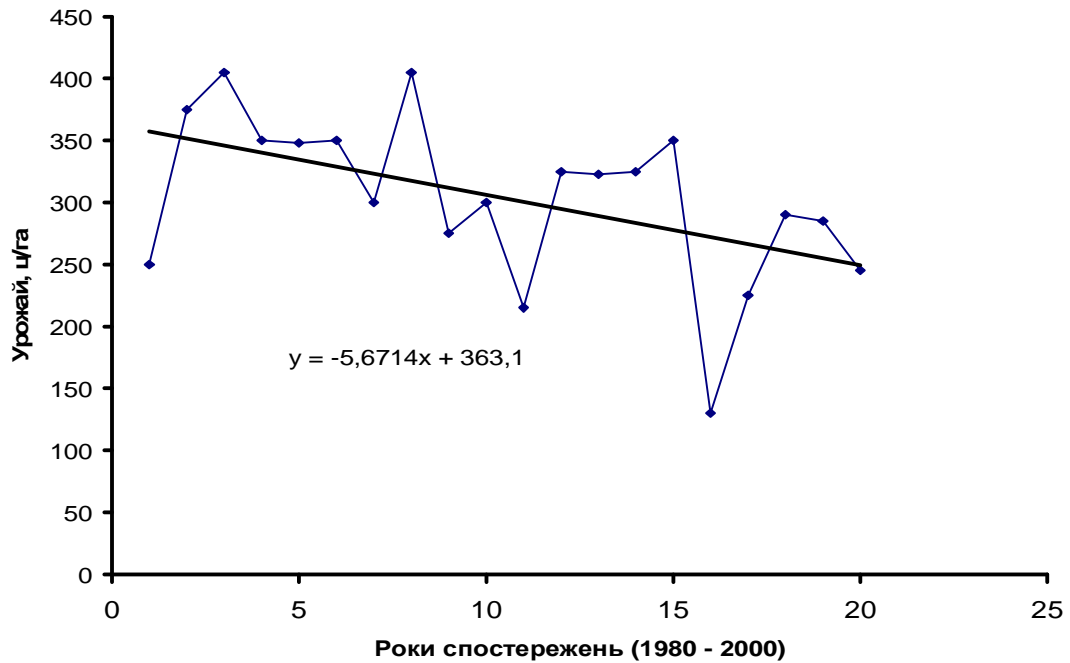


Рис. 2.1 – Динаміка врожаїв капусти і лінія тренда в Поліссі.

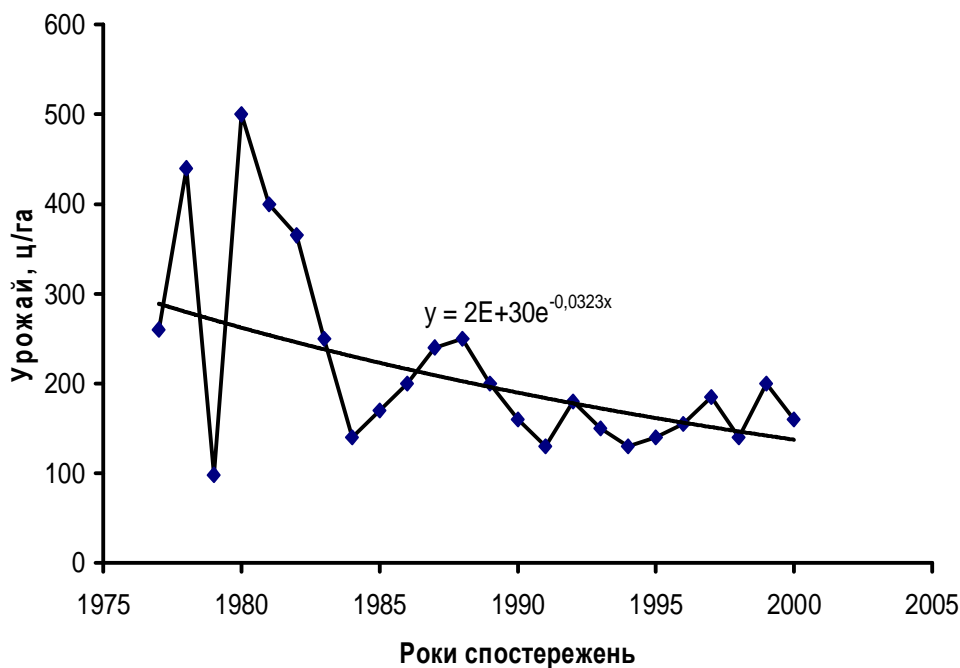


Рис. 2.2 – Динаміка врожаїв капусти і лінія тренда в Лісостеповій зоні України (на прикладі Полтавської області)

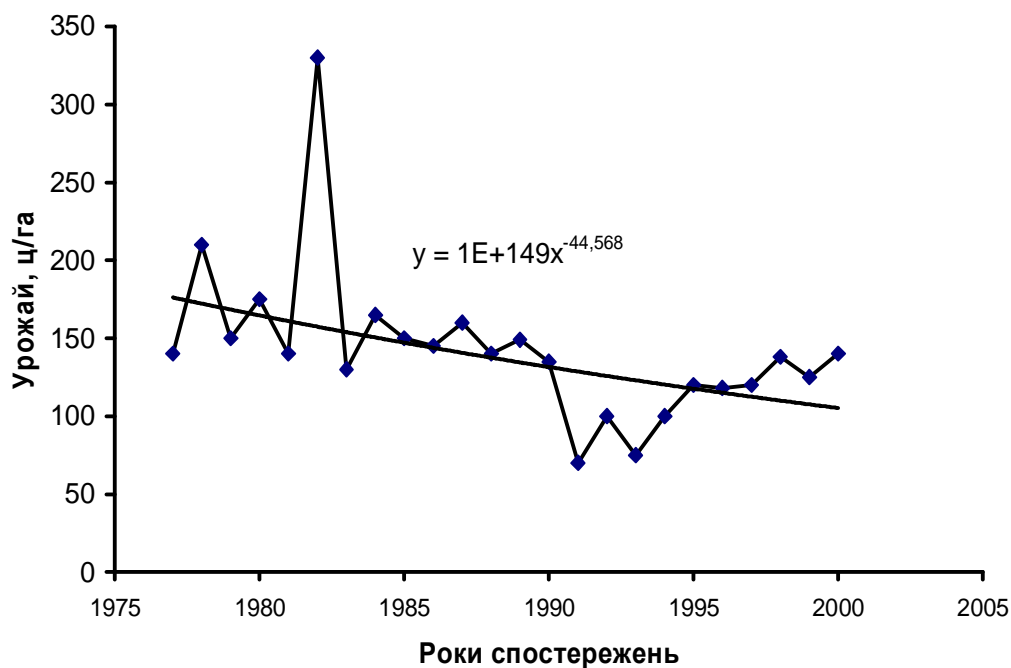


Рис. 2.3 – Динаміка врожаїв капусти і лінія тренда в Північному Степу (на прикладі Дніпропетровської області)

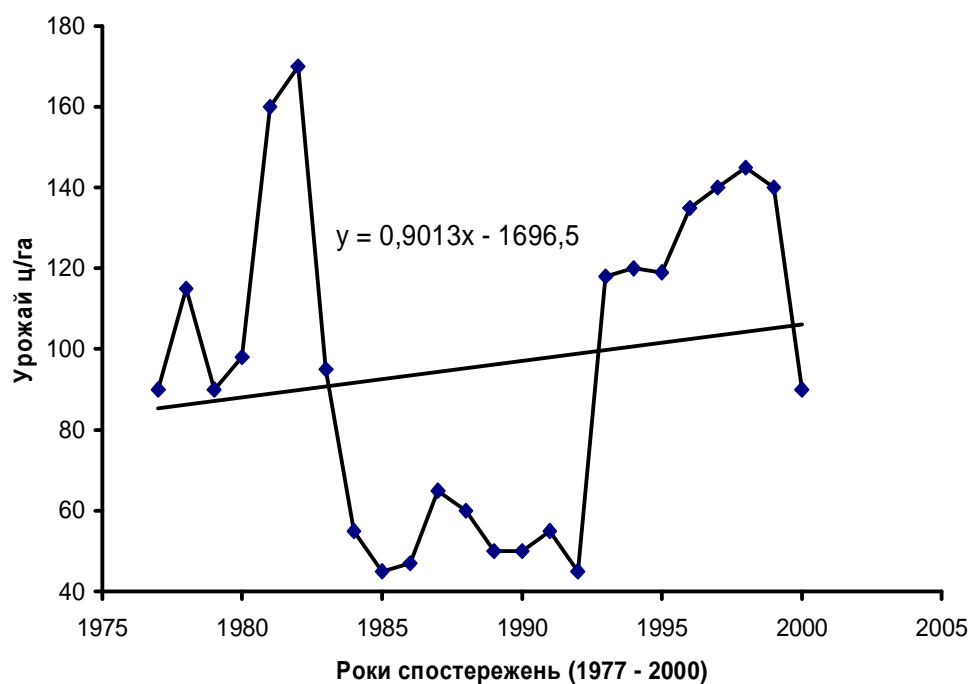


Рис. 2.4 – Динаміка врожаїв капусти і лінія тренда в Південному Степу України (на прикладі Одеської області).

Таблиця 2.8 – Розраховані характеристики ліній трендів капусти

Області	Урожай (Y_p)	Тренд	Відхилення від тренду	Ур-Ур.ср .	Тренд – Ур.ср
1	2	3	4	5	6
Чернігівська					
1977	177	237.0	-60.0	0	60.0
1978	371	227.2	143.8	194	50.2
1979	177	218.0	-41.0	0	41.0
1980	174	209.5	-35.5	-3	32.5
1981	238	201.6	36.4	61	24.6
1982	181	194.3	-13.3	4	17.3
1983	102	187.7	-85.7	-75	10.7
1984	180	181.7	-1.7	3	4.7
1985	173	176.3	-3.3	-4	-0.7
1986	169	171.6	-2.6	-8	-5.4
1987	218	167.4	50.6	41	-9.6
1988	195	163.9	31.1	18	-13.1
1989	178	161.1	16.9	1	-15.9
1990	205	158.8	46.2	28	-18.2
1991	106	157.2	-51.2	-71	-19.8
1992	84	156.2	-72.2	-93	-20.8
1993	167	155.9	11.1	-10	-21.1
1994	161	156.1	4.9	-16	-20.9
1995	157	157.0	0.0	-20	-20.0
1996	153	158.5	-5.5	-24	-18.5
1997	199	160.7	38.3	22	-16.3
1998	203	163.5	39.5	26	-13.5
1999	153	166.9	-13.9	-24	-10.1
2000	138	170.9	-32.9	-39	-6.1
Середній	177.0	177.5	0.0	0.5	0.5
Черкаська					
1977	259	369.3	-110.3	42	152.3
1978	437	351.3	85.7	220	134.3
1979	193	333.9	-140.9	-24	116.9
1980	490	317.2	172.8	273	100.2
1981	413	301.2	111.8	196	84.2
1982	372	285.7	86.3	155	68.7
1983	137	271.0	-134.0	-80	54.0
1984	254	256.8	-2.8	37	39.8
1985	166	243.3	-77.3	-51	26.3
1986	186	230.5	-44.5	-31	13.5
1987	224	218.3	5.7	7	1.3
1988	232	206.7	25.3	15	-10.3
1989	197	195.8	1.2	-20	-21.2

продовження табл. 2.8

1	2	3	4	5	6
1990	258	185.5	72.5	41	-31.5
1991	147	175.9	-28.9	-70	-41.1
1992	121	166.9	-45.9	-96	-50.1
1993	169	158.5	10.5	-48	-58.5
1994	153	150.8	2.2	-64	-66.2
1995	121	143.8	-22.8	-96	-73.2
1996	136	137.4	-1.4	-81	-79.6
1997	160	131.6	28.4	-57	-85.4
1998	178	126.5	51.5	-39	-90.5
1999	60	122.0	-62.0	-157	-95.0
2000	135	118.1	16.9	-82	-98.9
Середній	217.0	216.6	0.0	-0.4	-0.4
Хмельницька					
1977	199	252.0	-53.0	3	56.0
1978	316	247.1	68.9	120	51.1
1979	114	242.3	-128.3	-82	46.3
1980	353	237.5	115.5	157	41.5
1981	246	232.6	13.4	50	36.6
1982	265	227.8	37.2	69	31.8
1983	154	222.9	-68.9	-42	26.9
1984	251	218.0	33.0	55	22.0
1985	183	213.1	-30.1	-13	17.1
1986	208	208.2	-0.2	12	12.2
1987	264	203.3	60.7	68	7.3
1988	171	198.3	-27.3	-25	2.3
1989	234	193.4	40.6	38	-2.6
1990	204	188.4	15.6	8	-7.6
1991	146	183.5	-37.5	-50	-12.5
1992	161	178.5	-17.5	-35	-17.5
1993	156	173.5	-17.5	-40	-22.5
1994	141	168.5	-27.5	-55	-27.5
1995	153	163.5	-10.5	-43	-32.5
1996	143	158.4	-15.4	-53	-37.6
1997	156	153.4	2.6	-40	-42.6
1998	172	148.4	23.6	-24	-47.6
1999	162	143.3	18.7	-34	-52.7
2000	142	138.2	3.8	-54	-57.8
Середній	196.0	195.6	0.0	-0.4	-0.4

Аналіз погодних умов по періодах вегетації капусти в роки з високими та низькими врожаєм дозволив встановити, що в умовах зрошення (Степова зона) основним показником, який визначає величину врожаю, є висока температура повітря. В умовах Полісся в роки з добрим зволоженням ґрунту величину врожаю також визначає температура повітря, яка не завжди буває оптимальною.

Були досліджені зв'язки між урожайністю капусти білоголової і температурними умовами періоду вегетації. За показник термічного режиму була прийнята середня температура повітря та сума температур за міжфазні періоди „висаджування розсади в ґрунт – початок завивання качана” та «початок завивання качана – технічна стиглість”. Аналіз зв'язків між урожаєм капусти з середньою температурою повітря за міжфазні періоди показав, що в умовах Лісової та північних районів Лісостепової зони урожай капусти (Y) знаходиться у прямій залежності від середньої температури повітря обох міжфазних періодів (t). Математичний вираз цього зв'язку має вигляд

$$Y = 51,6t + 32. \quad (2.11)$$

Високі врожаї капусти в умовах доброго зволоження формуються при температурі повітря вище 15°C впродовж всього періоду вегетації. Зниження температури повітря до 10°C призводить до різкого зменшення врожаю. Підвищення температури повітря вище 20°C призводить до того, що листя капусти стає жорстким, грубим і врожай зменшується.

Співставлення врожаїв капусти з сумами температур за різні міжфазні періоди показало, що найбільш тісний зв'язок спостерігається між урожаєм та сумою температур за період „початок завивання качана – технічна стиглість”

$$Y = 0,71 \sum t - 129,8 \quad (2.12)$$

$$r = 0,73 \pm 0,02.$$

Отримана залежність показує, що сума температур вище $700 - 800^{\circ}\text{C}$ за період „початок завивання качана – технічна стиглість” забезпечує високі врожаї капусти ($400 - 450$ ц/га). Зменшення сум температур до $300 - 400^{\circ}\text{C}$ за цей же період знижує врожай до $170 - 200$ ц/га.

Дуже важливим фактором, який суттєво впливає на врожай капусти, є освітлення. За показник умов освітлення взята кількість годин сонячного саява. Аналіз статистичних залежностей врожаю від кількості годин сонячного саява, підрахованих за різні міжфазні періоди, показав, що в період від висаджування розсади в ґрунт до завивання качана зв'язок між цими показниками був дуже слабкий. Цей період співпадає з червнем

початком липня, коли тривалість дня найбільша, а асиміляційний апарат мало розвинений, тобто вимоги капусти до умов освітлення знижені. З ростом листя вимоги капусти до освітлення зростають.

Тіснота зв'язку між урожаєм (Y) та кількістю годин сонячного саява (x) за період від початку завивання качана до технічної стиглості характеризується коефіцієнтом кореляції $0,68 \pm 0,08$. Відповідно рівняння буде

$$Y = 2,68x - 69 \quad . \quad (2.13)$$

Оскільки тривалість сонячного саява не прогнозується, то рівняння (2.13) використовується тільки для оцінки агрометеорологічних умов.

2. 2.3 Огірки

Середні по областях урожаї огірків в різних категоріях господарств на території України змінюються від 50 – 70 ц/га в північно – західних областях до 90 – 120 ц/га в центральних та південно – східних областях. В умовах Державної мережі випробування сортів урожаї огірків вищі, що пояснюється високим рівнем агротехніки на сортодільницях. Між середніми урожаєм огірків у господарствах і на сортодільницях існує тісний зв'язок. Співвідношення середніх по областях урожаїв огірків у всіх категоріях господарств (x) і на сортодільницях (Y) має вираз

$$Y = - 0,56x + 118 \quad . \quad (2.14)$$

Важливо не тільки значення середньої величини урожаю, а його стійкість в окремі роки. Для характеристики стійкості урожаїв огірків в різних областях України використовувався коефіцієнт варіації.

Дослідження рядів урожаїв огірків [22] в різних природно-кліматичних зонах допомогли встановити середні для зон урожаї огірків та виявити їх мінливість по території. В південних районах України в районах зрошуваного землеробства середні врожаї огірків становлять більше 340 ц/га, в лісостеповій зоні в західних областях – більше 300 ц/га, в центральних областях – 150 – 215 ц/га, в північних районах України, в районах незрошуваного землеробства врожаї огірків коливаються в межах 281 – 345 ц/га.

Найбільша стійкість урожаїв огірків (коефіцієнт варіації 16 %) у відкритому ґрунті спостерігається по території Донецько–Придніпровського та Південного економічних районів. Найменш стійкі урожаї в Північно–західному економічному районі (коефіцієнт варіації

становить 45 %). Слід зазначити, що більша відносна стійкість урожаїв огірків спостерігається в районах з високими середніми урожаями.

Для виявлення тенденції урожаїв огірків були побудовані графіки динаміки урожаїв за останні 25 років для кожної агрокліматичної зони України (рис. 2.5 – 2.8) і розраховані лінії трендів. Рівняння ліній трендів наводиться в табл. 2.9.

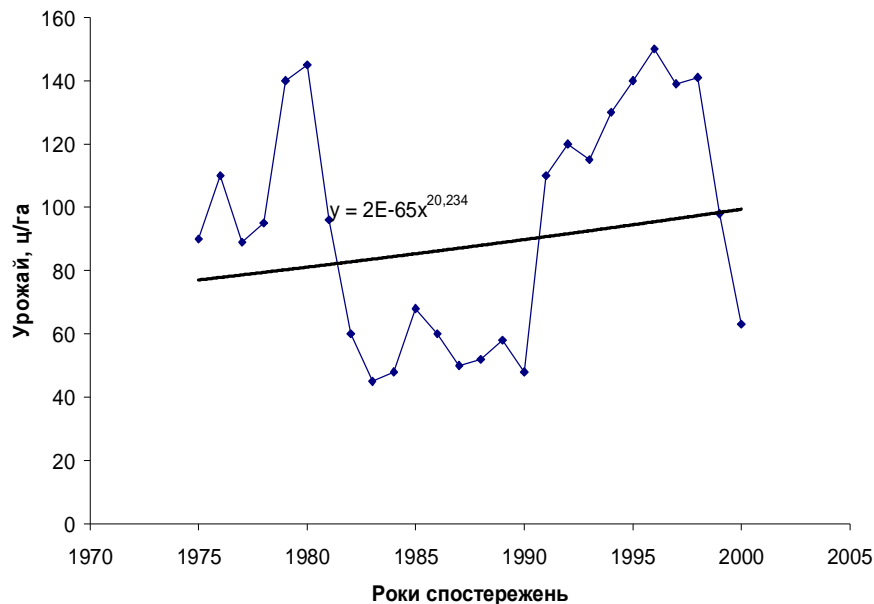


Рис. 2.5 – Динаміка врожаїв огірків у Поліссі (на прикладі Житомирської області)

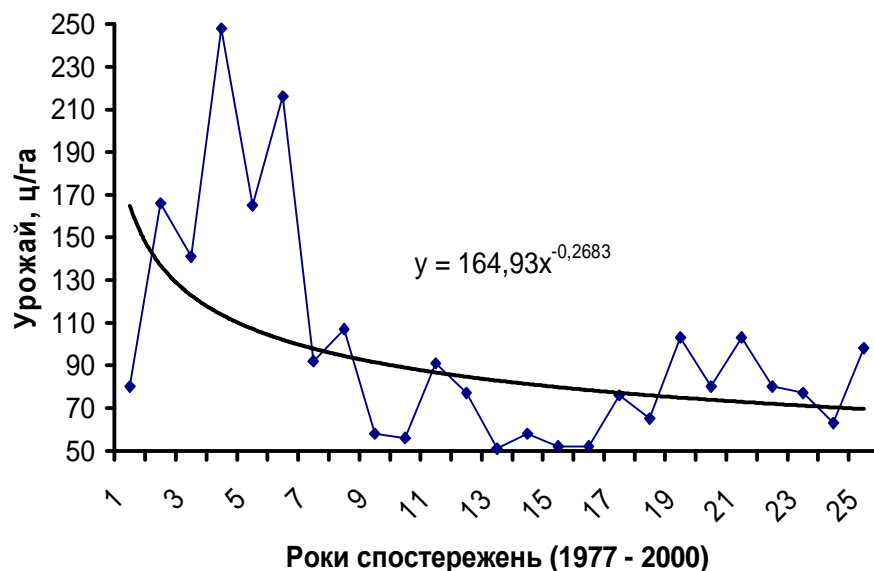


Рис. 2.6 – Динаміка врожаїв огірків у Лісостеповій зоні (на прикладі Полтавської області)

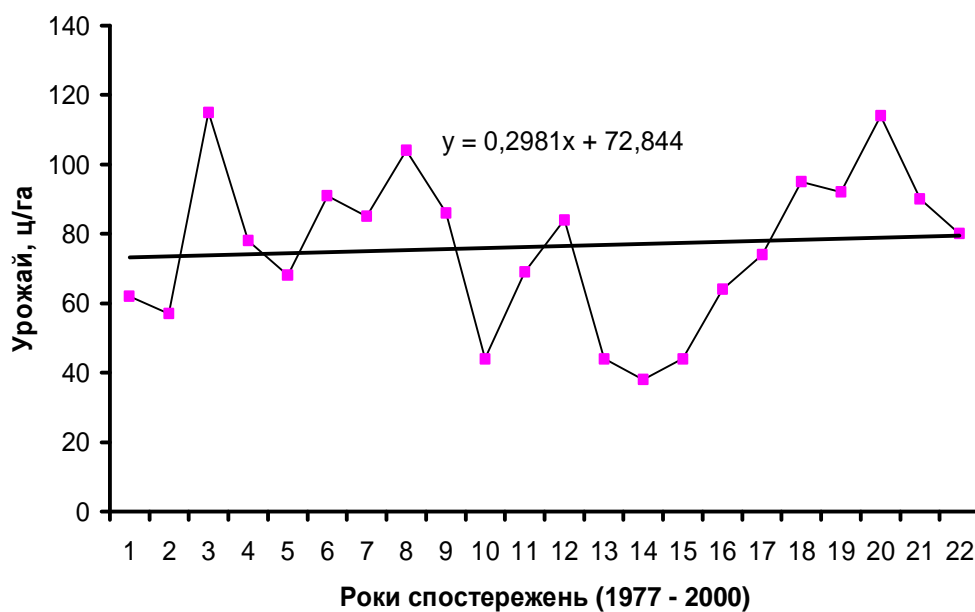


Рис. 2.7 – Динаміка врожаїв огірків і лінія тренда в Північному Степу (на прикладі Дніпропетровської області)

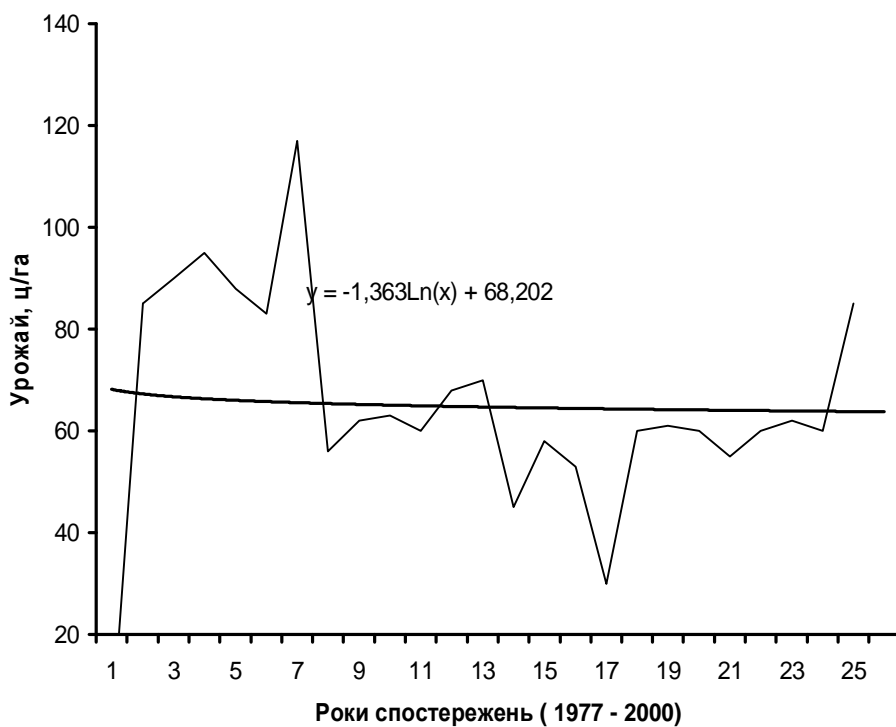


Рис. 2.8 – Динаміка врожаїв огірків та лінія тренда в Південному Степу (на прикладі Одеської області)

У зв'язку з мінливістю погодних умов урожай огірків в різних районах суттєво змінюється. Коливання урожаїв із року в рік в різних за

забезпеченням теплом зонах характеризується однаковими значеннями середнього квадратичного відхилення, значення якого знаходиться у межах 90 – 130 ц/га.

Таблиця 2.9 – Рівняння ліній трендів урожаю огірків по областях України

	Рівняння
Житомирська	$Y = 0,138 n^2 - 1,79n + 11,8$
Київська	$Y = 0,066 n^2 - 0,82n + 13,5$
Вінницька	$Y = 0,138 n^2 - 1,79n + 17,5$
Черкаська	$Y = 0,14 n^2 - 1,62n + 18,4$
Полтавська	$Y = 0,18 n^2 - 1,48n + 15,4$
Сумська	$Y = 0,086 n^2 - 0,78n + 16,8$
Харківська	$Y = 0,22 n^2 - 1,28n + 19,3$
Дніпропетровська	$Y = -0,298n + 72,84$
Кіровоградська	$Y = 0,166 n^2 - 0,82n + 13,8$
Миколаївська	$Y = 0,024 n^2 - 0,368n + 14,01$
Одеська	$Y = -1,363 \ln(x) - 68,202$
Херсонська	$Y = 0,224 n^2 - 3,103n + 23,21$
АР Крим	$Y = -0,047 n^2 + 0,20n + 33,78$
Запорізька	$Y = 0,012 n^2 + 0,374n + 22,34$

Для виявлення причин коливання урожаїв огірків були співставлені агрометеорологічні умови по періодах розвитку огірків основних сортів в роки з найвищими та найнижчими урожаями в різних агрокліматичних зонах України (табл. 2.10). Для порівняння розраховувались: середня тривалість кожного міжфазного періоду (n), середня температура за період (t), сума температур за період ($\sum t$), гідротермічний коефіцієнт (ГТК). Для розрахунків використовувались спостереження за розвитком огірків та метеорологічними елементами мережі агро та гідрометеорологічних станцій України.

Із таблиці 2.10 видно, що у лісовій та північних областях лісостепової зони урожай в значній мірі залежить від температурних умов періоду сівба – початок плодоношення. В північних районах лісової зони, де накопичується за вегетаційний період сума температур 1600 – 2000 °С, період плодоношення коротший, ніж в зонах з вищими сумами температур на 19 днів. В інших районах лісової зони тривалість періоду коротше на 13 днів. В північних районах лісової зони в роки з мінімальними урожаями тривалість плодоношення збільшується і середня температура нижче, ніж в

роки з максимальними урожаєми на 2,5 – 3,6 °С. В інших районах лісової зони ця різниця менше – 0,8 – 0,9 °С.

В північних районах лісостепової зони з сумами температур 2000 – 2400 °С також існує різниця між тривалістю вегетаційного періоду у роки з мінімальними і максимальними урожаєми. Вона становить 9 – 11 днів.

В південних районах лісостепової зони та в північних районах степової зони, де накопичується сума температур за вегетаційний період 2400 – 2800 °С, в роки з найменшими та найбільшими урожаєми різниці у тривалості вегетаційного періоду не спостерігається. Але в роки з мінімальними урожаєми середня температура за між фазні періоди сівба – перший збір та перший збір – припинення вегетації була нижча на 0,8 – 0,9 °С.

У Південному Степу, де за вегетаційний період накопичується сума температур більше 2800 °С, вегетація огірків закінчується задовго до переходу температури повітря через 10 °С. В роки з мінімальними урожаєми в цій зоні спостерігається низький температурний режим на 1 – 1,5° С нижче від оптимального до початку плодоношення огірків. Знижений температурний режим зменшує в цілому суму температур за вегетаційний період на 50 – 100° С.

Виявити вплив зволоження на формування урожаю огірків не вдалося, через те, що у зоні Північного Степу огірки зрошуються частково, а у зоні Південного Степу огірки зрошуються впродовж всього вегетаційного періоду.

Для виявлення міри впливу факторів навколишнього середовища на урожай огірків були побудовані графіки залежності урожаїв огірків сортів різної скоростиглості від тривалості всього вегетаційного періоду, тривалості періоду плодоношення, сум температур за окремі міжфазні періоди та в цілому за вегетаційний період (рис. 2.9, 2.10) і розраховані коефіцієнти кореляції (табл. 2.11).

Криві залежності урожаю огірків від сум температур за період плодоношення мають s-подібний вигляд і описуються рівнянням логістичної функції:

$$Y = A / 1 + 10^{a + bx + c}, \quad (2.15)$$

де Y – урожай, ц/га;

x – тривалість періоду плодоношення, дні;

$A = 355$ – середній багаторічний урожай сорту;

$a = 1,147$; $b = 0,002$; $c = 15$.

Таблиця 2.11– Залежність загального урожаю огірків від тривалості періоду плодоносіння та сум температур за цей же період

Сорти	Коефіцієнти кореляції урожаю	
	з тривалістю періоду плодоносіння	з сумами температур за період плодоносіння
Ранньостиглі	$0,60 \pm 0,02$	$0,65 \pm 0,01$
Середньостиглі	$0,67 \pm 0,01$	$0,65 \pm 0,03$
Пізнньостиглі	$0,78 \pm 0,02$	$0,78 \pm 0,02$

Залежність урожаю огірків від сум температур за період сівба – припинення вегетації (рис. 2.9) показує, що ранньостиглі сорти мають урожайність у межах 230 – 250 ц/га, середньостиглі – 300 – 320 ц/га, пізнньостиглі – 470 – 490 ц/га. Такі урожаї в середньому багаторічному забезпечуються сумами температур 1700 – 1800 °С, 2200 – 2300 °С, 2400 – 2500 °С відповідно.

Слід зазначити, що суми температур, які необхідні різним сортам для завершення вегетаційного періоду, знаходяться в залежності від забезпеченості теплом району вирощування огірків.

Величина врожаю огірків великою мірою залежить від тривалості періоду плодоносіння та інтенсивності плодоносіння у різні його інтервали. За період плодоносіння урожай збирається багаторазово при досягненні огірками технічної стиглості. Інтенсивність плодоносіння огірків змінюється впродовж періоду плодоносіння і досягає найбільших значень у фазу найбільшої плодовитості рослин [22]. На початку та наприкінці періоду плодоносіння урожаї кожного збору порівняно невеликі (1 – 3 ц/га).

В період найбільшої плодовитості величина урожаю одного збору становить 6 – 8 ц/га. Величина урожаю одного збору знаходиться у прямій залежності від середньої температури повітря у період плодоносіння. Найменший урожай одного збору спостерігається при середній температурі повітря 12 – 15 °С, найбільший – при температурі 21 – 22 °С.

Поряд з температурою повітря на урожайність рослин впливають умови зволоження, умови вирощування, родючість ґрунту та ін. Для характеристик умов зволоження використовувалось значення гідротермічного коефіцієнта Г.Т. Селянінова (*ГТК*). Досліджувався вплив умов зволоження на формування урожаю огірків по міжфазних періодах розвитку: сходи – цвітіння жіночих квіток, цвітіння – перший збір. Найбільш тісний зв'язок урожаю з *ГТК* спостерігається за період сходи – початок цвітіння жіночих квіток (рис. 2.11). Зв'язок описується рівнянням

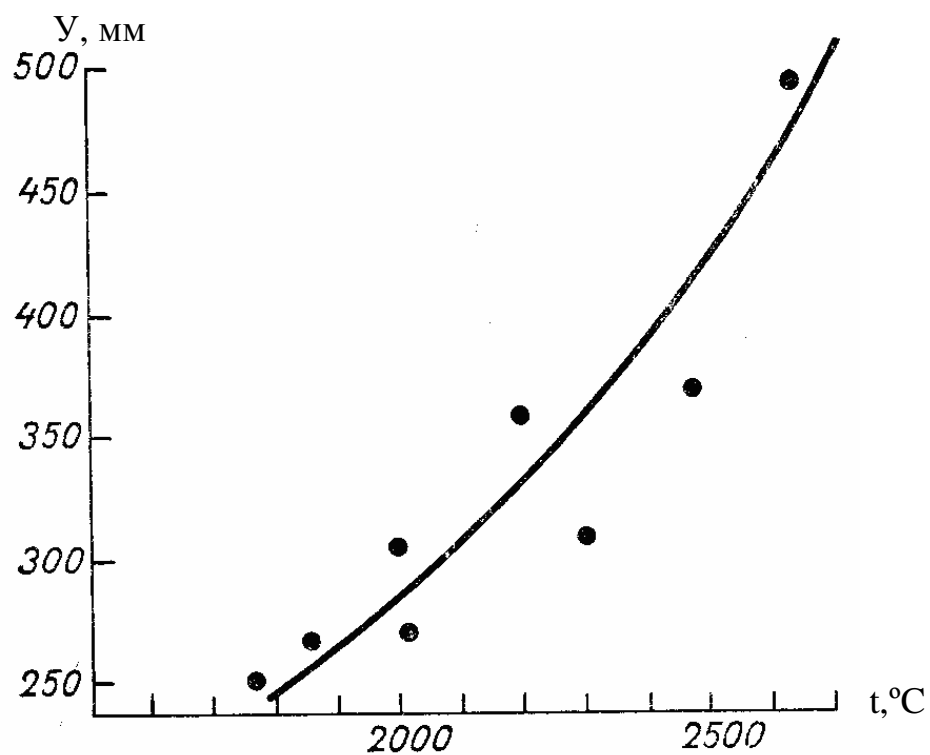


Рис. 2.9 – Залежність урожаїв огірків(y) від сум температур за вегетаційний період (t).

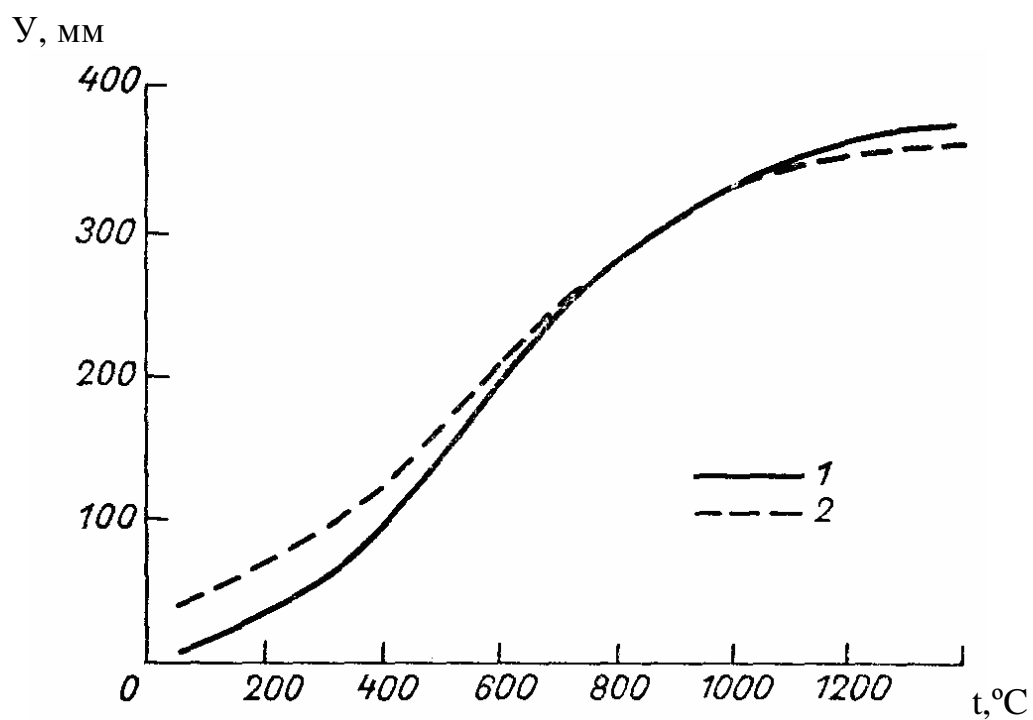


Рис. 2.10 – Залежність урожаїв огірків(y) від сум температур за період плодоносіння (t).

Таблиця 2.10 – Агрометеорологічні показники розвитку огірків в роки з екстремальними умовами

Зони	Суми температур вище 10° С	Урожай		Сівба – перший збір				Перший збір – останній збір			
		Характеристика	ц/га	N	$\sum t$	T	ГТК	N	$\sum t$	T	ГТК
1	1600 – 2000	Найбільший	411	52	940	18,9	1,2	39	660	16,9	1,0
		Найменший	48	68	1105	16,0	1,5	21	270	13,6	1,9
2	2000 – 2400	Найбільший	361	62	1065	17,5	1,3	50	815	16,4	1,1
		Найменший	51	67	1135	16,7	1,0	39	570	15,3	1,1
3	2400 – 2800	Найбільший	391	63	1100	18,1	1,0	55	1049	18,8	1,1
		Найменший	138	59	1050	17,9	1,0	55	1003	18,0	1,0
4	2800 – 3200	Найбільший	466	65	1275	18,8	1,0	46	1052	22,4	0,8
		Найменший	187	73	1321	17,6	0,8	46	990	21,2	0,8

Примітка: N – тривалість періоду, дні; $\sum t$ – сума температур за період, ° С;
 Т – середня температура за період, ° С;
 ГТК – гідротермічний коефіцієнт.

$$Y = 83,0 + 458,2 ГТК - 188,2 ГТК^2 \quad (2.16)$$

При зміні ГТК за період сходи – початок цвітіння жіночих квіток від 0,4 до 1,1 урожай збільшується від 145 до 400 ц/га. При подальшому збільшенні ГТК урожай огірків усіх сортів починає зменшуватись. Це слід враховувати при вирощуванні огірків на зрошуваних ділянках.

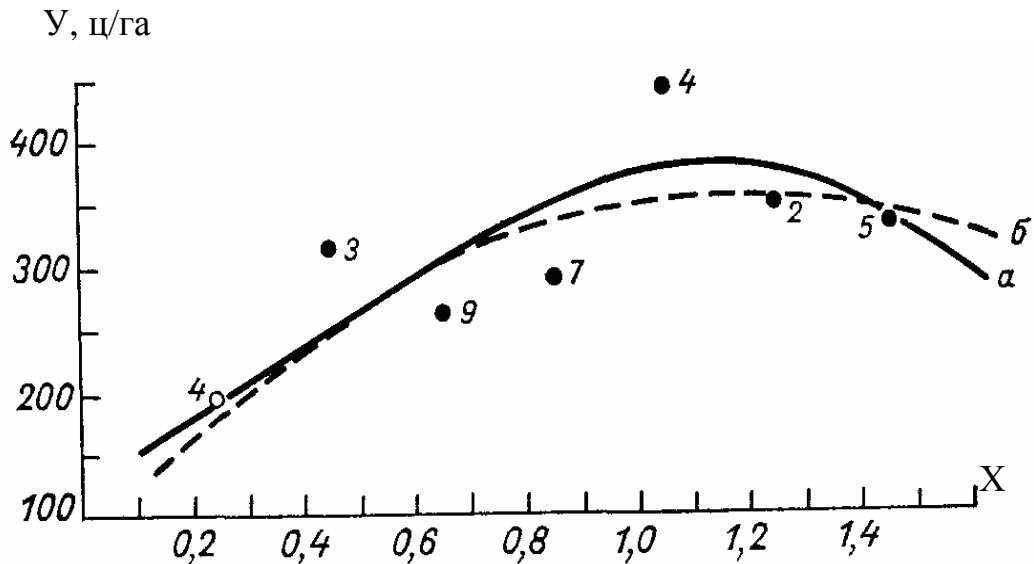


Рис. 2.11 – Залежність урожаїв огірків (у) від ГТК (х) за період сходи – початок цвітіння жіночих квіток (за В.К. Абрамовим).

2.2.4 Солодкий перець

Рослини солодкого перцю відзначаються підвищеними вимогами до умов тепло та волого забезпечення. Майже на всій території України солодкий перець вирощується в умовах повного або часткового зрошення. Найбільші виробничі посівні площі солодкого перцю зосереджені південніше лінії Чернівці – Знам'янка – Ізюм. Найвищі середні урожаї культури спостерігаються в Одеській, Миколаївській, Херсонській, Запорізькій, Донецькій областях та в АР Крим і становлять 200 – 260 ц/га. На родючих землях заплав річок урожаї на окремих полях досягають до 600 ц/га. Змінюються урожаї як по території, так і в часі. Для оцінки змін були побудовані графіки динаміки урожаїв (рис. 2.12, 2.13) по областях та розраховані рівняння ліній трендів (табл. 2.12). Для території України мінливість урожаїв в часі апроксимується прямою лінією або поліномом другого порядку. Коефіцієнти в рівняннях характеризують середній за рік приріст урожаїв.

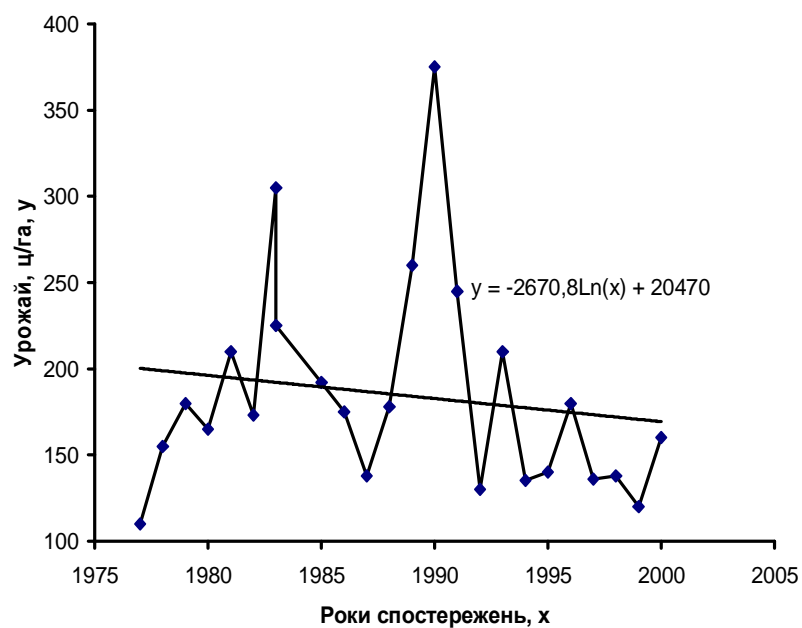


Рис. 2.12 – Динаміка врожаю солодкого перцю і лінія тренда в Північному Степу України (на прикладі Дніпропетровської області)

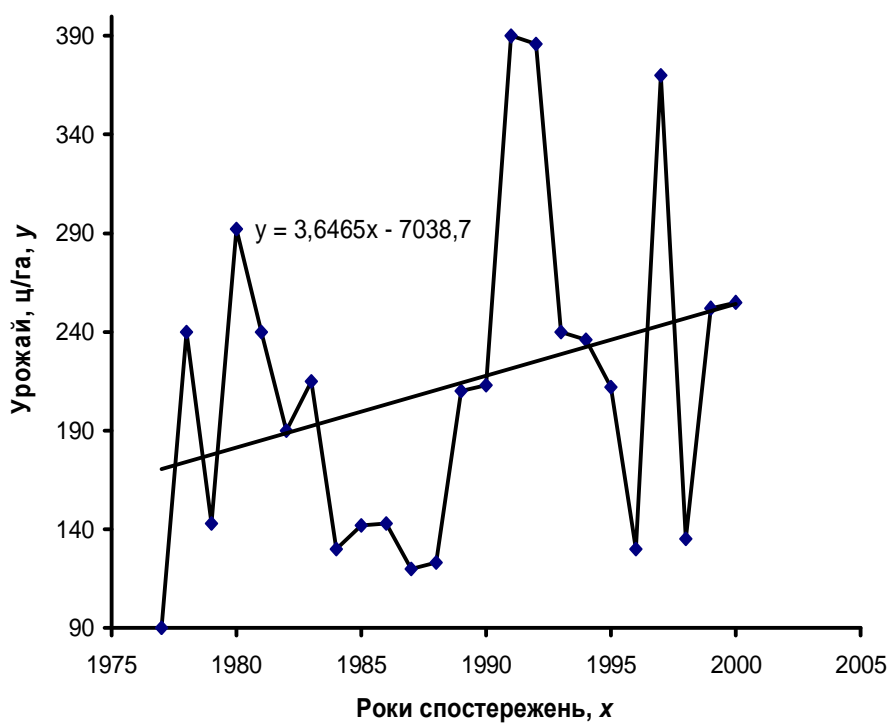


Рис. 2.13 – Динаміка врожаю солодкого перцю і лінія тренда в Південному Степу (на прикладі Одеської області)

Аналіз тенденції зміни урожаїв солодкого перцю показує, що приріст урожайності в різних районах нерівномірний. Найбільшим він виявився в Одеській, Херсонській та Миколаївській областях (42 – 65 %). В інших областях приріст урожайності значно нижчий, особливо в АР Крим (16 %). Слід зазначити, що в деяких областях, особливо у південно-східних, швидкість приросту в останні роки зменшилась. Зменшення швидкості приросту пояснюється порушенням режиму зрошення, агротехніки умов вирощування, погіршенням водно-сольового режиму ґрунтів внаслідок тривалого зрошення і т. ін.

Дослідження урожаїв солодкого перцю в часі за допомогою коефіцієнтів варіації показують, що відносно стійкі врожаї культури спостерігаються в АР Крим, Одеській, Херсонській та Миколаївській областях ($c = 0,16 - 0,18$). Трохи більші коливання урожаїв спостерігаються в центральних областях України ($c = 0,22 - 0,24$). Значно більші коливання урожаїв спостерігаються у південно – східних та східних областях ($c = 0,28 - 0,32$).

Якими же чинниками обумовлюється відхилення урожаїв від лінії трендів щорічно? Солодкий перець повсюди вирощується в умовах повного або часткового зрошення. Тому припускаємо, що вологозабезпеченість рослин була достатньою і у подальшому досліджуватимемо тільки вплив термічного режиму на формування врожаю солодкого перцю.

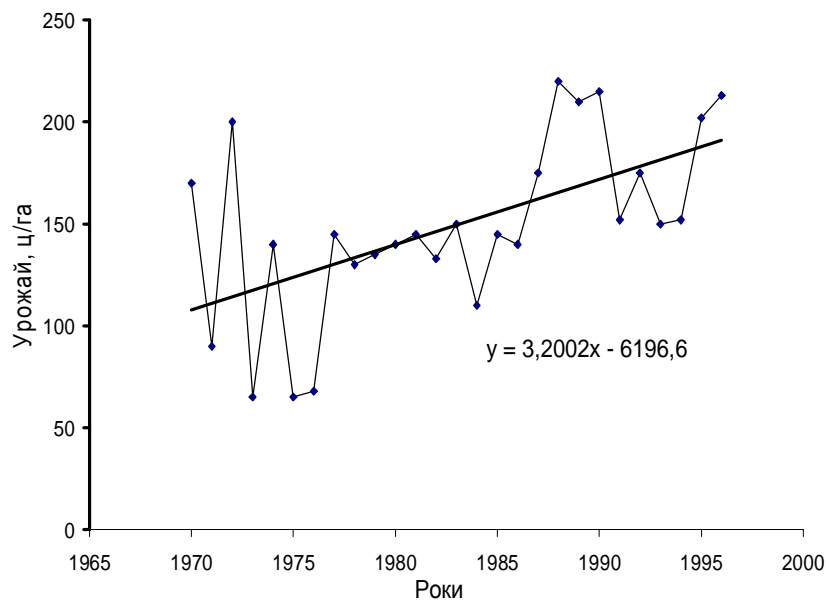


Рис. 2.14 – Динаміка врожаїв огірків та лінія тренда в Лісостеповій зоні (на прикладі Черкаської області)

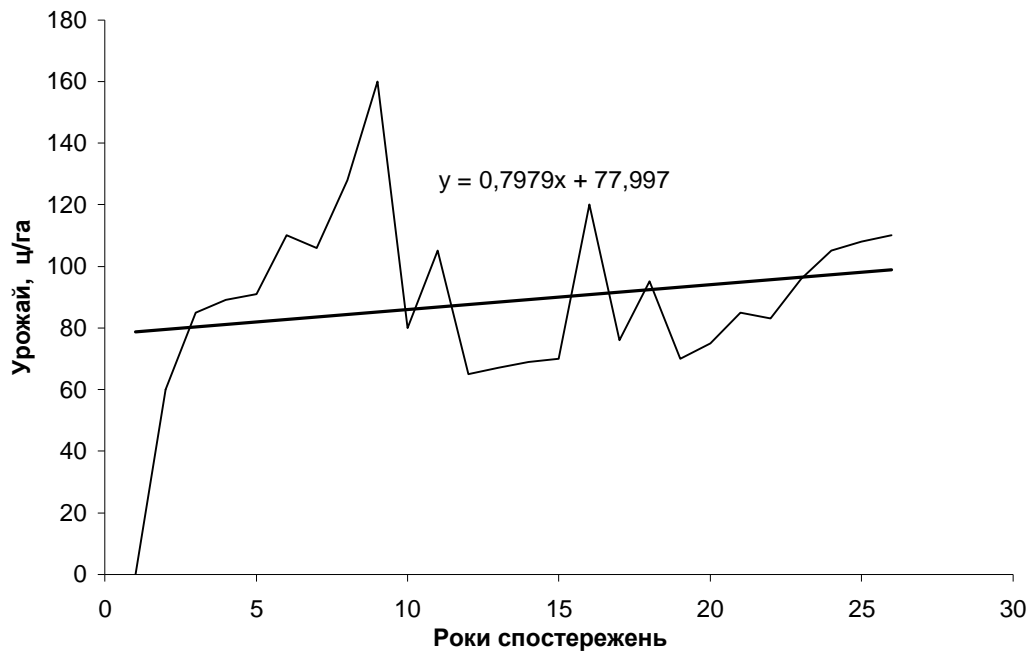


Рис. 2.15 – Динаміка урожаїв солодкого перцю в Поліссі (на прикладі Київської області).

Таблиця 2.12 – Рівняння ліній трендів урожаїв солодкого перцю за період з 1977 по 2000 рр.

Область	Рівняння лінії тренда	Урожай, ц/га		Приріст урожаю		Коефіцієнт варіації
		на початок періоду	на кінець періоду	ц/га	%	
Одеська	$Y=0,17x^2 + 20,4x + 46,9$	193	318	115	52	0,18
Херсонська	$Y = 1,9 x + 154,9$	198	311	113	47	0,18
Миколаївська	$Y = 1,6 x + 180,8$	130	269	139	49	0,16
Крим	$Y = 1,6 x + 210,1$	253	291	38	16	0,19
Запорізька	$Y=0,9x^2 + 24,5x + 54,8$	99	146	47	47	0,24
Донецька	$Y = 1,2 x + 139,6$	98	183	85	48	0,31
Луганська	$Y=3,4x^2 + 58,2x + 19,5$	96	159	63	56	0,32
Дніпропетровська	$Y = 2,7 x + 138,8$	96	185	90	98	0,22
Кіровоградська	$Y = 1,3 x + 154,8$	83	188	105	101	0,24
Вінницька	$Y = 1,5 x + 149,9$	80	188	108	100	0,24
Черкаська	$Y = 1,9 x + 151,2$	85	186	101	101	0,26

Для більш чіткої уяви про вплив температури повітря на формування врожаїв солодкого перцю були розраховані коефіцієнти кореляції щорічного відхилення урожаїв від лінії тренда з відхиленнями середньої за декаду температури повітря від середньої багаторічної впродовж вегетаційного періоду.

Динаміка коефіцієнтів кореляції (рис. 2.16) з другої декади травня по другу декаду вересня дозволила виявити періоди з найбільш значним впливом температури повітря на формування урожаю солодкого перцю.

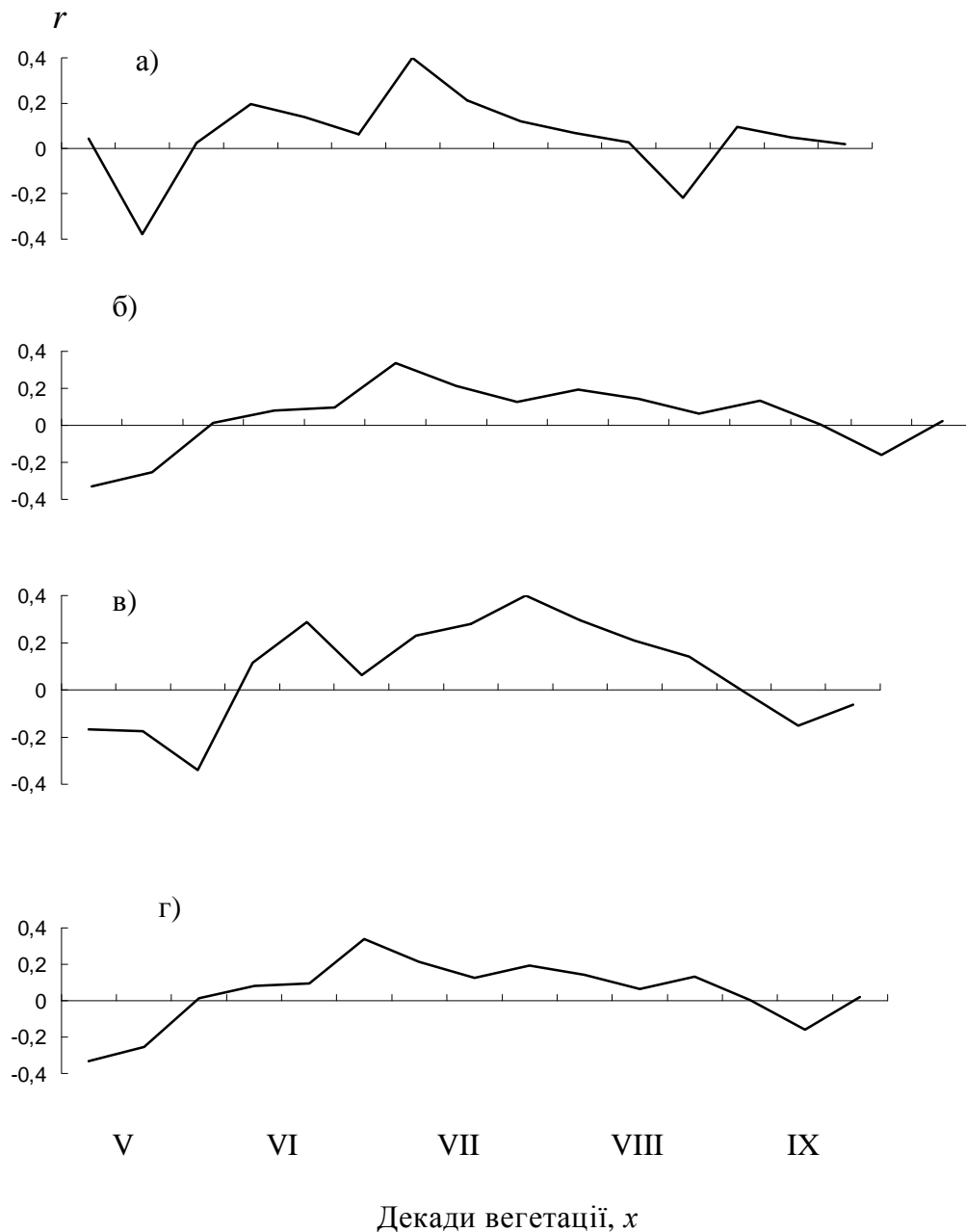


Рис. 2.16 – Динаміка коефіцієнтів кореляції (r) між відхиленнями врожайності перцю та середньої декадної температури повітря від середніх багаторічних: а – Лісова зона; б – Лісостепова зона; в – Північний Степ; г – Південний Степ.

Як видно з рис. 2.16, не у всіх областях вплив температури повітря на формування урожаю солодкого перцю однакове. В південних та південно - східних областях найбільший позитивний вплив температури повітря на формування урожайності спостерігається з кінця червня до кінця серпня, для центральних областей – з початку липня до кінця серпня.

В деякій мірі це пояснюється тим, що розсада в центральних областях висаджується в поле наприкінці червня, в південних областях – у першій – другій декаді червня. Високі температури впродовж двох тижнів після висадки розсади у ґрунт зумовлюють погане приживання рослин та збільшують зрідженість посівів, особливо при порушенні режиму зрошення.

В залежності від агрометеорологічних умов розвитку рослин поливи культури проводяться через 8 – 10 днів. У період плодоношення частота поливів зростає – поливи проводяться раз на тиждень за відсутності опадів менше 5 мм.

Кореляційний аналіз відхилень середньої за декаду температури від середньої багаторічної та урожайності від лінії тренда дозволяє зробити висновок, що на всій території вирощування найвищі значення коефіцієнтів кореляції спостерігаються в період масової бутонізації а масового цвітіння солодкого перцю (від 0,42 у АР Крим до 0,65 – в Дніпропетровській області). Цей період триває близько 30 днів – 10 днів до масового цвітіння плюс 20 днів після настання періоду найбільшої кількості відкритих квіток за вегетаційний період і називається *критичним* по відношенню до температури повітря. Було встановлено залежність урожаю солодкого перцю від сум середніх за добу температур повітря вище 15 °С за критичний період рис. 2.17).

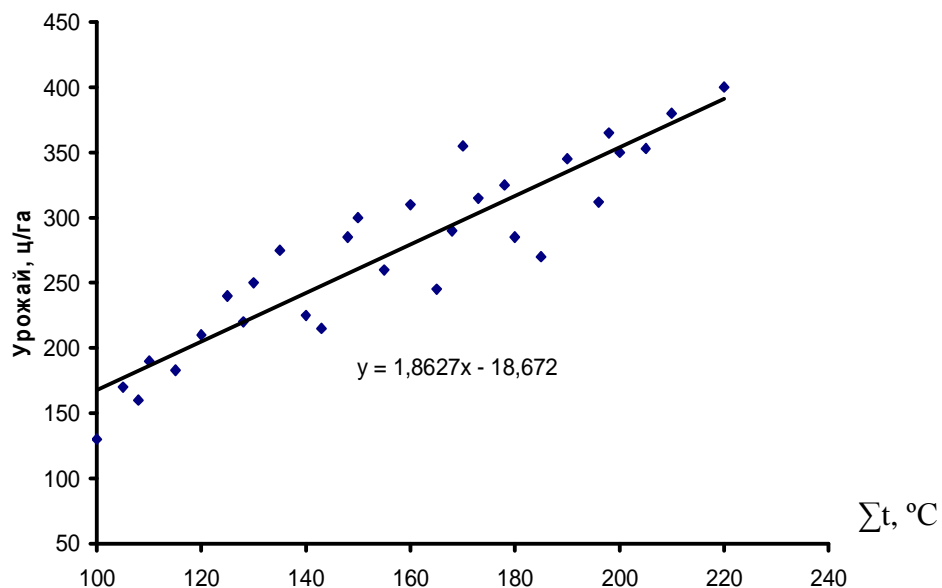


Рис. 2.17 – Залежність врожаю солодкого перцю від сум температур за критичний період.

Детальний аналіз показав, що низькі урожаї за достатніх сум температур та оптимального зволоження спостерігаються у роки масового пошкодження рослин грибом *Verticillium alboartrum* та вірусом стовбура. Значне зменшення урожаю спостерігається вже при 18 % пошкоджених рослин. Найбільше пошкодження рослин спостерігається в роки з різкими переходами від вологих прохолодних періодів до жарких і сухих [3, 37, 38].

Автором були одержані статистичні залежності врожаїв солодкого перцю від різних показників термічного режиму (рис. 2.17 – 2.19), тривалості періоду плодоношення, від середнього врожаю одного збору і т. ін.

Залежність урожаю перцю від сум температур вище 15 °С за критичний період досить прямолінійна (рис. 2.16) характеризується високим коефіцієнтом кореляції ($r = 0,77 \pm 0,03$) і описується рівнянням

$$Y = 1,86x + 189, \quad (2.17)$$

де Y – величина урожаю, ц/га;

x – сума температур вище 15 °С за критичний період;

S_y – похибка рівняння становить 12 ц/га.

Похибка рівняння у відсотках становить 9 % середньої величини урожаю солодкого перцю (236 ц/га).

Залежність урожаю від сум температур вище 15 °С при кількості пошкоджених рослин більше 18 % має вигляд

$$Y = 1,6x + 102, \quad (2.18)$$

$$R = 0,73 \pm 0,07.$$

Також встановлена залежність урожаю плодів солодкого перцю з іншими показниками забезпеченості теплом різних періодів вегетації солодкого перцю. Тісний зв'язок урожаю з вище вказаними показниками характеризується високими значеннями коефіцієнтів кореляції ($r = 0,60 - 0,86$) (табл. 2.13). Як видно із табл. 2.13, найвищі значення коефіцієнтів кореляції врожаїв спостерігаються з показниками забезпеченості теплом за критичний період та в цілому за період вегетації.

Солодкий перець – це культура багаторазового збирання. Дослідження показали, що існує тісний зв'язок між величиною врожаю і середнім урожаєм одного збору. Кількість зборів урожаю коливається від 5 до 12 і залежить від тривалості періоду плодоношення (рис. 2.18).

Таблиця 2.13 – Коефіцієнти кореляції урожаю солодкого перцю з показниками забезпеченості теплом за різні періоди вегетації

Сорти солодкого перцю	Суми температур вище 15 °С					
	за критичний період		за період плодоносіння		за вегетаційний період	
	R	Σ	R	Σ	R	Σ
Ранньостиглі	0,66	0,03	0,60	0,03	0,86	0,01
Середньостиглі	0,60	0,03	0,57	0,03	0,85	0,04
Пізнньостиглі	0,56	0,04	0,52	0,04	0,75	0,03
Середнє, без врахування сорту	0,62	0,01	0,57	0,01	0,80	0,03

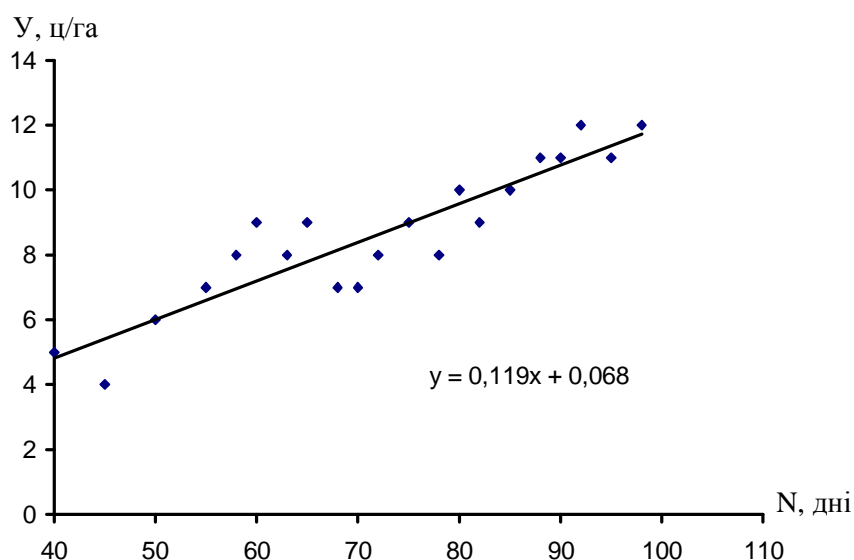


Рис. 2.18 – Залежність кількості зборів урожаю солодкого перцю від тривалості періоду плодоносіння.

Одержані рівняння залежності врожайності від різних показників можна використовувати для складання прогнозу очікуваного врожаю солодкого перцю. При цьому завчасність прогнозу величини врожаю за сумою ефективних температур вище 15 °С за критичний період складатиме 1,5 – 2 місяці, а розрахунки виправданості становлять 86 – 92 %. Ще більша завчасність (3 – 3,5 місяці) прогнозу урожаю, який можна скласти за залежністю його від забезпеченості вегетаційного періоду теплом, використовуючи при цьому прогноз сум температур за вегетаційний період. Але виправданість його становить 64 – 68 %. Тому рекомендується скласти прогноз очікуваного врожаю солодкого перцю за забезпеченістю

вегетаційного періоду теплом, а після закінчення критичного періоду уточнювати цей прогноз за сумами ефективних температур за критичний період.

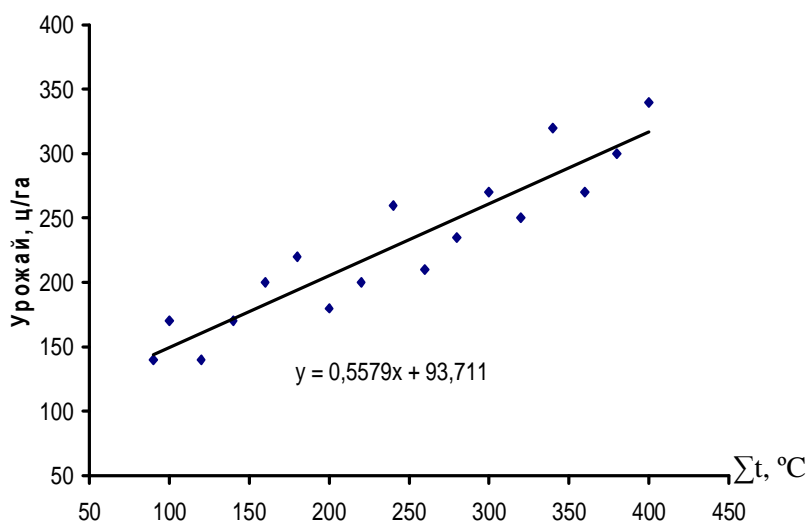


Рис. 2.19 – Залежність урожаю солодкого перцю від сум температур за період плодоношення.

Відомо, що врожай сільськогосподарських культур в господарствах завжди нижчий, ніж на дослідних ділянках, на яких проводиться випробування сортів. На цих ділянках дотримуються високого рівня агротехніки вирощування культур. Автором було знайдено співвідношення середнього урожаю солодкого перцю по областях до врожаю на сортодільницях. Співвідношення наводяться в табл. 2.14.

Таблиця 2.14 – Співвідношення середнього по області врожаю солодкого перцю з його врожаєм на сортодільницях

Область	$U_{\text{госп}} / U_{\text{дсд}}$
Одеська, Миколаївська, Херсонська	0,80
АР Крим	0,56
Дніпропетровська, Кіровоградська	0,50
Запорізька, Донецька, Луганська	0,41
Вінницька, Черкаська, Полтавська	0,60

При підвищенні рівня агротехніки в господарствах співвідношення підвищується.

2.2.5 Томати

Дослідження впливу агрометеорологічних умов на врожайність томатів ще менш чисельні, ніж для інших овочевих культур. Найбільші фундаментальні дослідження виконані Д.Д. Брежнєвим, Т.О. Побєтовою, В.П. Краснянською, Х.М. Абдуллаєвим, О.Є. Ярмольською, В.Л. Єршовою.

Як і інші досліджувані вище овочеві культури, томат відноситься до групи теплолюбних культур. Практично томати вирощуються по всій території України, але найбільші посівні площі зосереджені в областях Північного та Південного Степу. У всіх районах практикується вирощування різних за скоростиглістю сортів для продовження надходження врожаїв до населення якомога довше. Ранньостиглі сорти дозрівають через 90 – 95 днів після сходів, середньостиглі – через 110 – 120 днів, пізньостиглі – 125 – 150 днів. Швидкість дозрівання томатів залежить також від природно кліматичної зони вирощування. Одні й ті ж сорти в південних районах дозрівають на 15 – 20 днів раніше, ніж в центральних районах України, і на 25 – 30 днів раніше ніж в північних.

Збір плодів залежить від погодних умов та характеру використання плодів. Для негайного використання в їжу збираються плоди у повній технічній стиглості. Для транспортування плодів в інші регіони їх краще збирати у стані бланжової стиглості.

Настання зрілості томатів залежить від способу вирощування. При вирощуванні томатів розсадним способом збір плодів починається з другої декади липня в південних районах та з третьої декади липня в центральних та північних районах. При вирощуванні безрозсадним способом надходження врожаю спостерігається з першої декади серпня і триває до кінця вересня, середини жовтня. Величина врожаю безрозсадних томатів нижче, ніж томатів вирощених розсадним методом. Крім того, величина врожаю томатів також залежить від способу збирання. При багаторазовому збиранні врожай вище, ніж при одноразовому (табл. 2.15) [52]. Строки плодоношення різних за скоростиглістю томатів відрізняються на 15 – 20 днів.

В південних районах України та Молдови для підвищення виробництва плодів застосовується пожнивний спосіб вирощування томатів. Урожай при пожнивному вирощуванні надходить у другій половині вересня – першій половині жовтня. Врожаї пожнивних томатів значно нижчі і в середньому становлять 100 – 170 ц/га. В роки з дуже пізніми осінніми заморозками врожаї підвищуються і становлять 350 – 430 ц/га.

В цілому по території України величини врожаїв різні. В Лісовій зоні вони коливаються від 50 до 125 ц/га, в Лісостеповій – від 58 до 208 ц/га, в Північному Степу – від 150 до 300 ц/га, в Південному Степу – від 175 до 458 ц/га.

Таблиця 2.15 – Урожайність томатів за різних способів збирання (за даними В.Л. Єршової та Б.С. Ангела)

Сорт	Урожай, ц/га		Зменшення врожаю при одноразовому збиранні плодів	
	збирання 1 раз на тиждень	разовий збір плодів	ц / га	%
Вирощування розсадою				
Ранньостиглі	634	588	46	8
Середньостиглі	627	485	142	23
Пізнньостиглі	452	467	- 15	-
Безрозсадне вирощування				
Ранньостиглі	564	529	35	6
Середньостиглі	582	508	74	13
Пізнньостиглі	752	595	157	21

Як і в інших овочевих культур, у томатів спостерігається коливання урожаїв як у часі, так і просторі. Були побудовані графіки динаміки урожаїв томатів по кліматичних зонах України та розраховані лінії трендів (рис. 2.20 – 2.2).

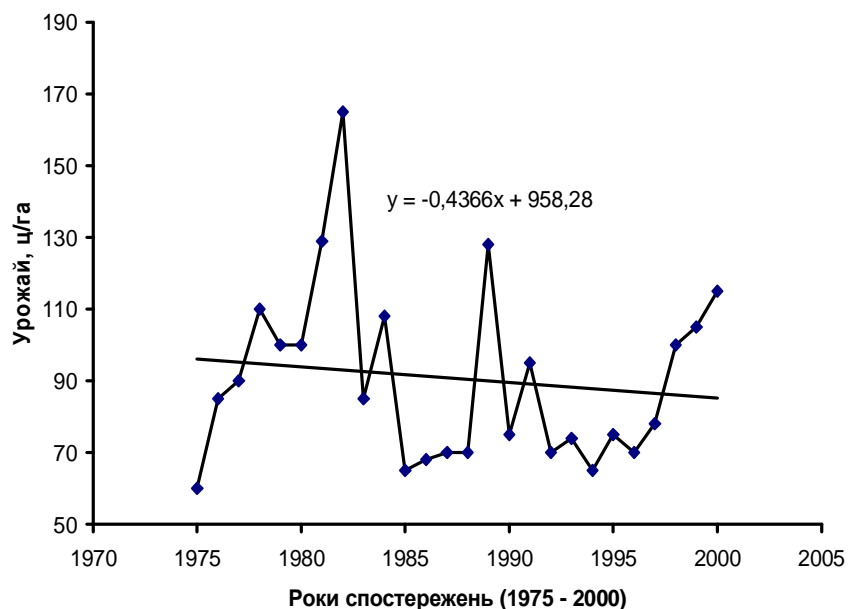


Рис. 2.20 – Динаміка врожаїв томатів і лінія тренда в Лісовій зоні України (на прикладі Київської області)

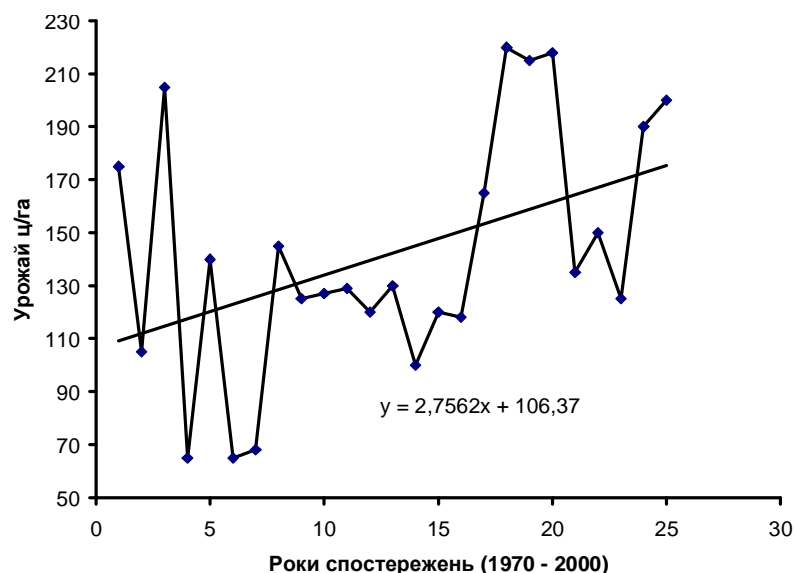


Рис. 2.21 – Динаміка врожаїв томатів і лінія тренда в Лісостеповій зоні України (на прикладі Черкаської області).

Як видно з рис. 2.20 – 2.22. в усіх зонах спостерігається щорічне відхилення урожаїв від ліній трендів. Для оцінки мінливості врожаїв, окрім дисперсії (формули 2.1, 2.2,) використовувався також коефіцієнт варіації (формула 2.6). Перевірка гіпотези, що мінливість випадкової величини не пов'язана зі зміною часу показала, що можна прийняти гіпотезу про випадковий характер відхилень часового ряду врожаїв від тренда (табл. 2.17).

Для Північного Степу розрахована таблиця зі значеннями лінії тренду та її характеристик (табл. 2.16).

Таблиця 2.16 – Динаміка врожаїв томатів в Північному Степу України (на прикладі Дніпропетровської області)

Дніпропетровська	Урожай, ц/га	Тренд	Відхилення від тренда	Урожай серед. ц/га	Тренд урожай ср.	Дисперсія 1	Дисперсія 2	Кліматична мінливість Д1-Д2
1977	56	94,4	-38,4	-41	-2,6	1681,0	6,9	1674,1
1978	100	95,5	4,5	3	-1,5	9,0	2,2	6,8
1979	140	96,5	43,5	43	-0,5	1849,0	0,2	1848,8
1980	75	97,4	-22,4	-22	0,4	484,0	0,2	483,8
1981	87	98,2	-11,2	-10	1,2	100,0	1,4	98,6
1982	116	98,8	17,2	19	1,8	361,0	3,3	357,7
1983	117	99,3	17,7	20	2,3	400,0	5,4	394,6
1984	92	99,7	-7,7	-5	2,7	25,0	7,3	17,7
1985	59	99,9	-40,9	-38	2,9	1444,0	8,6	1435,4
1986	134	100,1	34,0	37	3,1	1369,0	9,3	1359,7
1987	144	100,0	44,0	47	3,0	2209,0	9,2	2199,8

Продовження табл. 2.16

1988	131	99,9	31,1	34	2,9	1156,0	8,3	1147,7
1989	106	99,6	6,4	9	2,6	81,0	6,7	74,3
1990	92	99,2	-7,2	-5	2,2	25,0	4,8	20,2
1991	75	98,6	-23,6	-22	1,6	484,0	2,7	481,3
1992	60	98,0	-38,0	-37	1,0	1369,0	0,9	1368,1
1993	79	97,2	-18,2	-18	0,2	324,0	0,0	324,0
1994	61	96,2	-35,2	-36	-0,8	1296,0	0,6	1295,4
1995	112	95,2	16,8	15	-1,8	225,0	3,4	221,6
1996	98	94,0	4,0	1	-3,0	1,0	9,2	-8,2
1997	69	92,6	-23,6	-28	-4,4	784,0	19,1	764,9
1998	106	91,2	14,8	9	-5,8	81,0	33,9	47,1
1999	127	89,6	37,4	30	-7,4	900,0	55,0	845,0
2000	83	87,9	-4,9	-14	-9,1	196,0	83,4	112,6
Середнє	97,0	96,6	0,0	-0,4	-0,4	732,7	12,3	690,5

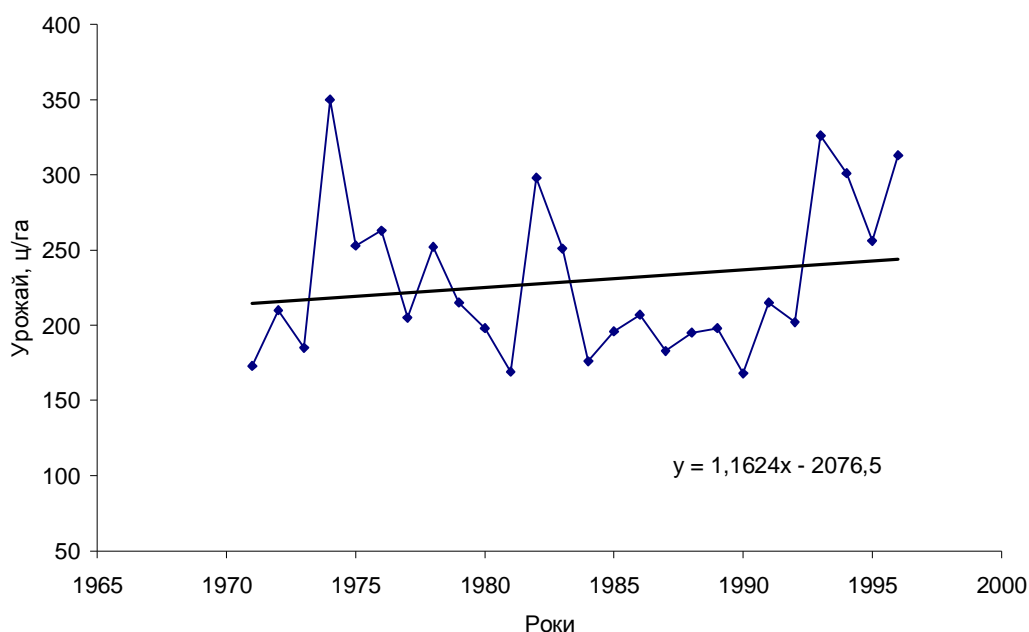


Рис. 2.20 – Динаміка врожаїв томатів і лінія тренда в Південному Степу України.

Мінливість урожаїв томатів відображає особливості термічного режиму та режиму забезпечення вологою кожного конкретного року у всіх районах.

Культура томатів в областях Південного Степу відзначається найвищою дохідністю (табл. 2.18).

Таблиця 2.17 – Оцінка випадкових відхилень урожайності томатів від тренду (Лісостепова зона)

Роки	Відхилення від тренду	Відхилення в зменшуваному порядку	Роки	Відхилення від тренду	Відхилення в зменшуваному порядку
1970	0.20	5.91	1984	2.98	- 0.20
1971	-4.27	4.28	1985	-0.53	0.08
1972	2.42	4.10	1986	-4.71	- 0.14
1973	-0.24	3.26	1987	4.28	- 0.24
1974	0.76	2.98	1988	2.11	- 0.38
1975	-0.38	2.82	1989	-6.96	- 0.53
1976	2.18	2.42	1990	4.10	- 0.71
1977	-1.42	2.18	1991	-2.13	- 1.32
1978	0.51	2.11	1992	5.91	- 2.01
1979	-2.01	1.98	1993	-3.28	- 3.28
1980	-0.14	0.84	1994	0.15	- 3.82
1981	0.08	0.76	1995	-9.82	- 4.30
1982	0.82	0.58	1996	0.84	- 6.56
1983	-1.97	0.51	1997	2.42	-6.58
			1998	0.76	-6.59

Таблиця 2.18 – Питома вага томатів в прибутках овочівництва в окремому господарстві (Одеська область)

Показники	Роки			
	1997	1998	1999	2000
Питома вага томатів в загальній площі овочів, %	27,7	23,7	24,6	39,4
Прибуток від томатів, тис. грн.	7845	6528	11250	11198
Питома вага томатів у прибутку, %	76	69	80	81

Як і у інших овочевих культур, величина врожаю томатів залежить від багатьох факторів, в першу чергу від забезпечення вологою, теплом, поживними речовинами особливо в критичний період розвитку – в період від масового утворення бруньок до першого масового збору плодів.

В районах, де томати вирощуються без зрошення, на їх врожай значно впливають умови зволоження через одну – дві декади після висаджування розсади в ґрунт та умови температурного режиму. В районах зрошуваного землеробства при дотриманні термінів і норм поливів врожай томатів залежить від забезпечення теплом впродовж вегетаційного періоду.

Автором були отримані статистичні залежності врожаїв томатів (Y) для районів Лісової та Лісостепоної зон від сум опадів (x) за критичний

період (червень, липень) та середніх температур повітря (t) за ці ж місяці. Залежність описується рівнянням

$$Y = -0,47x_6 + 0,0012x_6^2 - 51,8t_6 + 1,7t_6^2 + 492,4 \quad (2.19)$$

$$R = 0,71; \quad S_y = 8,1 \text{ ц/га}$$

Для районів Північного Степу рівняння має вигляд

$$Y = -0,40x_6 - 0,00039x_6^2 - 151,8t_7 + 2,97t_7^2 + 1568,7 \quad (2.20)$$

$$R = 0,73; \quad S_y = 10,1 \text{ ц/га}$$

В районах Південного Степу на врожайність томатів впливає також дефіцит насичення повітря (d). Статистична залежність врожаю в умовах зрошення описується рівнянням

$$Y = 51,8t_7 - 1,79t_7^2 + 10,4d + 2,8d^2 - 423,6 \quad (2.21)$$

$$R = 0,71; \quad S_y = 8,1 \text{ ц/га}$$

За допустиму похибку рівнянь можна також приймати величину 0,67б. Забезпеченість допустимих похибок при складанні прогнозів за рівняннями (2.19 – 2.21) становить 80 – 100 %. Тому ці рівняння можна рекомендувати для оперативного обслуговування овочівництва для складання прогнозів очікуваних урожаїв із завчасністю 2 місяці.

Для складання прогнозу доцільно використовувати робочу форму (табл. 2.19).

Таблиця 2.19 – Форма для складання прогнозу середнього по області врожаю томатів

Область	Стан-ція	Сума опадів		Сума дефіцитів насичення, гПа	Середня температура повітря, °С		Очікуваний врожай	
		червень	липень		червень	липень	ц/га	%
Одеська	1							
	2							
	...							
	Середнє							

3 Вплив агрометеорологічних умов на фотосинтетичну продуктивність овочевих культур

3.1 Радіаційний режим і радіаційні характеристики посівів овочевих культур

Режим сонячної радіації і радіаційні властивості посівів сільськогосподарських культур є одним із найголовніших факторів сільськогосподарського виробництва. Сонячна радіація суттєво впливає на всі фізіологічні процеси, які проходять в рослинах. При цьому важливим є інтенсивність та тривалість опромінювання рослин сонячним світлом і спектральний склад радіації. Останнім визначається фотоморфогенетичний, фотосинтетичний та тепловий ефекти впливу на рослини [66, 67]. Ультрафіолетова радіація (290 – 380 нм) має морфогенетичний ефект. Фотосинтетична радіація (ΦAP) (380 – 710 нм) має фотосинтетичний ефект, а також впливає на тепловий режим та морфогенез рослин. Близька інфрачервона радіація (750 – 400 нм) має тепловий ефект та частково – морфогенетичний.

Найбільш повно сучасний стан фітоактинометрії і закономірності радіаційного режиму викладені в [66, 67, 72 – 78].

Серед різноманітних досліджень радіаційних умов вирощування сільськогосподарських культур дослідження щодо овочевих майже відсутні.

Дослідження радіаційного і теплового балансів сільськогосподарських полів сприяють значному розширенню і поглибленню уявлень про закономірності радіаційно-теплового режиму підстильної поверхні та їх зміну під впливом зрошення.

Для аналізу закономірностей фізичного режиму атмосфери в середині рослинного покриву необхідно мати уявлення про особливості фітогеометрії як окремих рослин, так і їх сукупності [66].

Радіаційні процеси, що протікають в діяльному шарі будь-якого фітоценозу, є енергетичною основою фотосинтезу і визначають життєдіяльність рослин та формування їх продуктивності. Дослідженню цього питання надається особливе значення у зв'язку з біофізичними аспектами проблем фотосинтезу рослинного покриву [68 – 71].

Для дослідження зв'язку продуктивності овочевих культур із складовими теплового балансу, елементами мікроклімату, а також впливу їх зміни на продуктивність культур під дією зрошення автором був проведений комплексний біолого – агрометеорологічний експеримент. Він включав спостереження за станом рослин і посівів в цілому (фенологічні і фітометричні), за станом зовнішнього середовища (повний комплекс

актинометричних, фітокліматичних, тепло- і водобалансових спостережень над посівами і в посівах овочевих культур).

Ділянки спостережень розташовувались на рівнинному плато з невеликим уклоном на південь. Ґрунти – чорнозем південний, середньосуглинковий, слабо солонцюватий з товщиною гумусового горизонту 60 – 65 см. Об'єктом досліджень були середньостиглі сорти баклажанів, капусти, огірків, солодкого перцю та томатів. Агротехніка вирощування – з використанням розсади, зрошення дощуванням та по борознах. Норми та терміни поливів розраховувались для підтримки вологості ґрунту на рівні 75 – 85 % найменшої вологомісткості (НВ). Дослідження проводились на ділянках з густотою посівів 55 – 65; 75 – 80; 100 – 120 тис. рослин/га. Розміри ділянок 8 x 15м. Попередники – чисті пари. Рослини висаджувались стрічково – рядковим (капуста, огірки) та стрічково – двострунним (томати, баклажани, солодкий перець) способами.

Фенологічні спостереження за ростом, розвитком та станом культур проводились через день, повний спектр метеорологічних спостережень – щоденно у відповідності з нормативними вказівками до проведення спостережень [70, 71]. Запаси продуктивної вологи визначались щодавно, у восьмий день декади. Після масового цвітіння – кожного тижня у шарах ґрунту 0 – 10, 0 – 20, 0 – 50, 0 – 100 см. Фітометричні спостереження включали: спостереження за динамікою приросту площі листя, лінійного приросту рослин, динамікою сухої біомаси органів рослин – коріння, стебел, листків, квіток, зав'язі, плодів. На кожній ділянці для спостережень вибиралось по 40 постійних рослин. Для визначення динаміки рослинної маси відбиралось по 10 рослин.

Площа листя визначалась методом висічок. Для відбору рослин завчасно обстежувались ділянки і відбирались по 20 найбільш типових для варіанта рослин. Із 20 рослин в першу пробу відбиралось 10, інші десять залишались для наступної проби. Через 10 днів брались залишені 10 рослин і одночасно помічались по 10 рослин для подальшого використання і так до кінця вегетації через кожні 10 днів. Зрізане листя зважувалось, із нього залізною трубкою діаметром 1см набирались висічки в кількості 150 штук і зважувались. Оскільки сумарна площа дисків та їхня маса були відомі, то за співвідношенням зважувань визначалась площа всього листя. Середня площа листя однієї рослини перемножувалась на густоту рослин і визначалась площа листя на 1га.

При дослідженні продуктивного процесу овочевих культур їх посіви розглядалися як єдине ціле співтовариство одновидових рослин, тому фотометричні спостереження проводилися так, щоб можна було дати достовірну характеристику цьому співтовариству, відповідно до загально прийнятих методик.

При виборі параметрів, що характеризують показники життєдіяльності рослин, виходили з таких передумов: кожен показник повинен визначатися одним параметром; вибраний параметр повинен дозволяти характеризувати отриману залежність від конкретних географічних умов, просто і надійно вимірюватися.

Експеримент включав спостереження за станом рослин і посівів в цілому, за станом навколишнього середовища та оцінку агротехнічних і агроеліоративних заходів.

Спостереження за станом рослин включали фенологічні та фітометричні спостереження та вимірювання інтенсивності фотосинтезу листків овочевих культур.

В дослідженнях широко використовувались експериментальні спостереження Херсонського та Молдавського науково-дослідних інститутів зрошуваного землеробства та овочівництва.

Для отримання надійних матеріалів про площу листя і фітомасу посівів відбирались типові рослини: по 10 рослин у чотирьох повторностях. При цьому вимірювався ріст рослин, їх густота, візуальна оцінка стану і ін. Загальна маса рослин включає масу окремих органів: листя, стебел, репродуктивних органів (бруньки, квітки, зав'язь, плоди), коріння. Маса коріння овочевих культур визначалась тричі: перед висадкою розсади у ґрунт, в період масового цвітіння та перед останнім збором плодів.

Вертикальний розподіл фітомаси та площі листя визначались за допомогою натягнутих паралельно між вертикальними стовбчиками шнурів, які поділяли рослини на 5 шарів. Листя і інші органи рослин кожного шару зрізались та зважувались. Площа листя визначалась методом висічок та за лінійними параметрами листка [70, 71]. Визначення площі листя за лінійними параметрами полягає в тому, що встановлюється коефіцієнт пропорційності між фактичною площею листка та площею найпростішої геометричної фігури, яка вписується в листок або описує його. Такі коефіцієнти отримані для розрахунків площі листя за лінійними параметрами ячменю, кукурудзи, картоплі, озимої пшениці, томатів. Для інших овочевих культур ці коефіцієнти застосовувати неможливо. Тому виникла необхідність визначення перевідного коефіцієнта для солодкого перцю, баклажанів, огірків. Перевідний коефіцієнт K розраховувався як відношення площі листя, отриманої за допомогою метода-еталону (метод висічок), до площі трикутника, в якому за його висоту прийнята довжина листків l , за основу – найбільша ширина їх – d . Для розрахунків перевідного коефіцієнта було використано по 400 випадків вимірювання площі листя різних ярусів, різного віку рослин з площею листя від 1 до 20 см² у солодкого перцю, від 1 до 60 см² у баклажанів і від 1 до 45 см² у огірків.

Для сортів солодкого перцю K в середньому становить 0,64, для огірків – 0,66, для баклажанів – 0,68. Тобто площу листка цих культур можна визначати як

$$S_n = 0,64 \text{ ld} ; \quad S_o = 0,66 \text{ ld} ; \quad S_b = 0,68 \text{ ld}, \quad (3.1)$$

відповідно для солодкого перцю, огірків і баклажанів.

Забезпеченість похибок при розрахунках площі листя за цими формулами складає 83 %.

Площа листя всієї рослини розраховується за формулою

$$S_p = \sum S_i \cdot n, \quad (3.2)$$

де n – кількість листків на одній рослині.

Тоді площа листя у розрахунках на га становитиме

$$S_{\text{га}} = \sum S_p \cdot N \cdot 10^{-4}, \quad (3.3)$$

де N – кількість рослин на га, тис.

Для отримання сухої маси рослин частина сирої маси висушувалась і визначалась доля сухої речовини в кожному із органів рослин.

В програму радіаційних спостережень входило вимірювання радіаційного балансу (R) і його складових: прямої (S'), сумарної (Q), розсіяної (D), відбитої радіації (rk) і ефективного випромінювання ($E_{\text{еф}}$) на посівах овочевих і метеорологічному майданчику, вимірювання їх вертикальних профілів в рослинному покриві ($РП$) і розрахунок радіаційних характеристик посівів в області фотосинтетично активної радіації (ΦAP). Спостереження проводилися відповідно до «Наставлення по актинометрическим наблюдениям» над і під $РП$, а також за вертикальним розподілом радіаційних потоків у середині $РП$ годинними серіями в дату настання основних фаз розвитку рослин.

Для дослідження термічного режиму і теплового балансу проводилося визначення температури і вологості повітря в посіві на висоті 10 см; температури, вологості повітря і швидкості вітру на висотах 50, 100, 200 см над шаром витіснення; температури поверхні ґрунту і на глибинах 5, 10, 15, і 20 см; складових радіаційного балансу на висоті 1,5 м над посівом, температури листя різних ярусів.

Контролем служили матеріали синхронних спостережень на метеорологічному майданчику, розташованому на відстані 200 м від експериментальних ділянок.

Обробка спостережень за складовими радіаційного балансу проводилася у відповідності з [70].

Радіаційний баланс посівів овочевих культур представляє різницю між надходженням і витратами коротко- і довгохвильової радіації на діяльну поверхню і виражається рівнянням

$$R = S' + D - rk + E_a - E_z - r_g, \quad (3.4)$$

де S' і D – пряма і розсіяна радіація, що надходять на діяльну поверхню;
 rk – відображена короткохвильова сонячна радіація від діяльної поверхні;

E_a – випромінювання атмосфери, спрямоване до діяльної поверхні;

E_z – випромінювання діяльної поверхні, спрямоване в атмосферу;

r_g – відбита довгохвильова радіація.

Звичайно відбита довгохвильова радіація настільки незначна, що цією величиною нехтують, а величину відбитої короткохвильової радіації оцінюють відбивною здатністю діяльної поверхні, тобто альбедо (A_k), тоді

$$R = (S' + D)(1 - A_k) - yE_a - E_z, \quad (3.5)$$

де y – поглинальна здатність діяльної поверхні.

Воднобалансові спостереження складались з: визначення запасів продуктивної ґрунтової вологи, вимірювання опадів, кількості поливів і поливних норм, випаровування з поверхні ґрунту (E_z) і сумарного випаровування (E_ϕ). Спостереження за запасами продуктивної вологи в ґрунті проводилися щодаки, а також до і після поливу термостатно-буровим методом до глибини 80 см через кожні 10 см.

Сумарне випаровування E_ϕ визначалося за рівнянням водного балансу

$$E_\phi = W_1 + X - W_2 - r_g - r_z - r_{нов}, \quad (3.6)$$

де W_1 і W_2 – початкові і кінцеві за розрахунковий період запаси вологи (мм);

X – сума опадів за розрахунковий період плюс поливи (мм);

r_g , r_z , $r_{нов}$ – складові вертикального, горизонтального і поверхневого стоку.

На добре спланованих полях складовими r_g , r_z , $r_{нов}$ можна нехтувати. Тоді формула для розрахунку E_ϕ спрощується.

Опади (X) вимірювались дощомірами Ф.Ф. Давітая, встановленими в міжряддях у восьмикратній повторності. Кількість поливної води на полях визначалась за поливними нормами.

За даними вимірювань інтегральної (IP) і фотосинтетично активної радіації (ΦAP) над і під PP визначалися показники: коефіцієнти пропускання прямої a_s , розсіяної a_d , сумарної a_t , інтегральної і фотосинтетично активної радіації як відношення відповідних потоків під

рослинами і над ними; альbedo посівів і ґрунту; коефіцієнти послаблення ефективного випромінювання e_t і повного радіаційного балансу b_t ; коефіцієнти поглинання інтегральної радіації a_p і $\Phi AP - a_{пф}$.

При вивченні вегетаційного ходу радіаційних характеристик PP використовувалися середньозважені за день і за добу значення альbedo (A), коефіцієнти пропускання (a_t) і поглинання інтегральної і фотосинтетично активної радіації (a_n). Перевагою цих величин є їх незалежність протягом вегетаційного періоду від висоти сонця, його азимута і вони визначаються, головним чином, мірою розвитку PP . Кількість сонячної радіації, поглиненої за добу або інші відрізки часу, можна отримати використовуючи середньозважені значення вказаних величин [67, 69, 76].

Спостереження над вертикальним розподілом радіаційних потоків усередині рослинного покриву виконувалися за допомогою піранометрів і балансмірів, встановлених на спеціальній стійці усередині травостою і проводилися годинними серіями. Усередині травостою вимірювався потік розсіяної радіації, що направлена вниз (D_y), радіаційний баланс без сонця ($B - S'$) і коефіцієнт пропускання a_s прямої сонячної радіації. Одночасно вимірювалися всі величини на висоті 1,5 м над PP .

Вплив зрошування на динаміку складових теплового балансу посівів досліджувався багатьма авторами [66 – 74]. Проте для посівів овочевих культур ці дослідження носять, в основному, якісний характер [75 – 76].

Динаміка ходу складових радіаційного балансу на полі з овочевими культурами в різні періоди їх розвитку різна (табл. 3.1).

Таблиця 3.1 – Денний хід складових радіаційного балансу, на полі зайнятому рослинами солодкого перцю та на метеорологічному майданчику ($Вт/м^2$)

Складові радіаційного балансу	Години спостережень						
	6 – 7	7 – 8	9 – 10	11 – 12	13 – 14	15 - 16	17 – 18
1	2	3	4	5	6	7	8
Висадка розсади в ґрунт (15 – 22 травня)							
Поле солодкого перцю							
R	0,21	3,19	5,58	6,62	6,28	3,98	1,53
S'	0,62	3,41	5,48	7,96	7,54	5,09	2,09
D	0,55	1,18	1,04	1,26	1,33	1,39	1,60
Q	1,25	4,74	7,26	8,10	8,58	6,56	2,79
A_k	0,91	0,97	1,05	1,27	1,39	1,60	-
R_k	-	0,63	0,91	1,04	1,04	1,04	0,55
E_a	2,79	2,79	3,07	3,01	3,01	3,07	3,35
E_3	3,28	3,55	3,62	3,71	3,71	3,76	3,76

Продовження табл. 3.1

1	2	3	4	5	6	7	8
r_q	-0,49	-0,56	-0,83	-0,83	-0,83	-0,83	-0,83
<i>Цвітіння (кінець червня)</i>							
R	0,21	2,79	5,23	6,35	6,00	3,77	1,47
S'	0,69	3,49	7,40	8,93	7,68	6,01	3,49
D	0,49	1,11	1,39	1,32	1,41	1,25	0,84
Q	1,25	4,40	7,59	8,38	8,52	6,84	2,93
A_K	-	1,53	1,32	1,29	1,29	1,39	-
R_K	0,35	0,91	1,39	1,41	1,44	1,19	0,55
E_a	3,00	3,21	3,25	3,49	3,50	3,50	3,49
E_3	3,23	3,98	4,39	4,46	4,46	4,54	4,52
r_q	-0,69	-0,76	-1,11	-0,98	-0,98	-0,95	-0,95
<i>Технічна стиглість (кінець липня)</i>							
R	0,07	2,17	4,96	6,26	5,96	3,69	0,87
S'	0,41	2,72	6,21	7,61	6,98	4,47	1,54
D	0,27	0,83	0,97	1,05	1,15	0,84	0,41
Q	0,63	3,96	8,45	8,17	8,17	5,31	2,09
A_K	-	0,91	1,39	1,39	1,25	1,06	-
R_K	0,13	1,69	1,41	1,41	1,47	1,60	0,91
E_a	3,14	3,12	3,52	3,52	3,52	3,49	3,21
E_3	3,69	4,01	4,33	4,33	4,45	4,54	4,19
r_q	-0,50	-0,13	-0,83	-0,76	-0,98	-0,67	-0,41
<i>Метеорологічний майданчик, 15 – 22 травня</i>							
R	0,35	2,65	4,25	4,81	4,46	2,65	0,75
S'	0,61	3,84	6,91	8,31	7,75	4,87	1,95
D	1,04	0,42	1,00	1,04	1,25	1,33	0,42
Q	1,25	5,03	8,03	9,21	9,00	1,39	2,79
A_K	1,39	1,39	1,39	1,39	1,60	-	-
R_K	0,21	0,91	1,46	1,74	1,69	1,08	0,76
E_a	3,49	3,69	4,16	4,24	4,29	3,68	3,76
E_3	4,12	4,95	6,21	6,49	6,91	6,28	5,58
r_q	-0,55	-1,26	-2,02	-2,37	-2,65	-1,99	-1,87
<i>Кінець червня</i>							
R	0,46	2,30	3,98	4,47	4,12	2,44	-
S'	0,55	3,49	4,19	7,82	7,12	4,61	-
D	0,20	0,55	0,91	1,05	0,97	0,84	-
Q	0,95	4,19	6,98	8,58	8,03	5,58	-
A_K	-	1,39	1,39	1,39	1,39	1,44	-
R_K	0,1	0,84	1,39	2,03	1,88	1,19	0,62
E_a	3,18	3,44	3,99	4,02	4,33	3,70	-

Продовження табл. 3.1

1	2	3	4	5	6	7	8
E_3	3,83	4,12	4,29	6,54	6,21	5,09	-
r_q	0,69	-1,39	-2,09	-3,98	-1,88	-1,39	-
<i>Кінець липня</i>							
R	-0,07	1,88	3,49	3,51	1,95	-	0,14
S'	0,21	3,07	6,23	7,89	7,05	4,39	0,20
D	0,21	0,69	0,69	0,77	0,69	0,69	0,49
Q	0,41	3,70	6,82	8,38	7,75	4,87	1,38
A_k	-	1,38	1,39	1,54	1,54	1,36	-
R_k	0,07	0,69	1,38	1,74	1,57	1,12	0,47
E_a	3,21	3,42	3,51	3,84	3,63	3,49	3,77
E_3	3,62	5,79	5,38	6,14	5,56	5,58	5,03
r_q	- 0,41	-0,98	-1,81	-2,30	-2,28	- 2,09	- 1,26

Пряма сонячна радіація (S') у всі фази розвитку овочевих рослин є найважливішою складовою радіаційного балансу протягом всієї вегетації і має денний максимум між 11 і 12 годинами. За вегетаційний період максимальне значення $S' = 5,36 \cdot 10^{-2}$ Вт/м² спостерігалось в період масового цвітіння (кінець червня).

Дослідження пропускання S' рослинністю проводилося за допомогою формули Ю. Росса і Т. Нильсона [69]

$$a_s = \exp[-G(h_o)L/\sin(h_o)] , \quad (3.8)$$

де $G(h_o)$ – ефективна проекція одиниці площі фітоелементів на поверхню, перпендикулярну сонячному промінню. Ця функція істотно залежить від структури посіву і, перш за все, від орієнтації листя.

В посівах овочевих культур 2/3 листя розташовано у верхньому шарі. Посіви овочевих культур горизонтально неоднорідні, що впливає на величину a_s . Наші дослідження показали, що хід a_s в початковій фазі розвитку рослин має неістотну асиметрію, яка посилюється в міру зростання рослин і її величина залежить від орієнтації рядків рослин що до сторін світу. Послаблення радіації в посівах овочевих культур істотно залежить від висоти рослин, надземної фітомаси і площі листя. Серед овочевих культур найбільше послаблення радіації спостерігається на посівах солодкого перцю, найменше – на посівах томатів.

Розсіяна радіація (D) має незначний максимум між 14 і 15 годинами і становить в середньому $1,26 - 1,60 \cdot 10^{-2}$ Вт/м² в червні і $0,91 \cdot 10^{-2}$ Вт/м² в серпні. Такий же хід S' і D спостерігався на полях баклажан і томатів.

Різниця між прямою і розсіяною радіацією на полі з рослинами баклажан, солодкого перцю, томатів і метеорологічним майданчиком становить в середньому $0,14 - 0,18 \cdot 10^{-2} \text{ Вт/м}^2$.

Сумарна радіація Q – основна прибуткова частина радіаційного балансу має максимальні значення $7,33 - 8,01 \cdot 10^{-2} \text{ Вт/м}^2$ опівдні, зменшуючись від висадки розсади в ґрунт до технічної стиглості.

Пропускання сумарної радіації (a_t) рослинним покривом визначається закономірностями коефіцієнтів пропускання прямої і розсіяної радіації і розраховується за формулою

$$a_t = 1/1 + cL/\sin(h_o), \quad (3.9)$$

де коефіцієнт c змінюється залежно від висоти сонця.

При однорідному посіві і при розташуванні L на висоті $2/3$ висоти рослин значення коефіцієнта пропускання становить від $0,8$ до $0,9$ для томатів і $0,6 - 0,8$ баклажанів і перцю.

Денний хід відбитої короткохвильової радіації (r_k) аналогічний ходу прямої сонячної радіації і становить після висаджування розсади в ґрунт $1,04 - 1,05 \cdot 10^{-2} \text{ Вт/м}^2$, в період цвітіння – $0,96 - 1,19 \cdot 10^{-2} \text{ Вт/м}^2$ для всіх овочевих культур. Значення r_k на полях з культурами нижче, ніж на метеорологічному майданчику. Найбільше значення r_k спостерігається в період максимального приросту листової поверхні рослин (технічна стиглість).

Альbedo (A) полів з овочевими культурами залежить від віку рослин і визначається здатністю відбиття діяльної поверхні. Після висадки розсади в ґрунт відбиття буває в основному від поверхні ґрунту і складає близько 13% . У міру розвитку рослин величина альbedo зростає і у фазі технічної стиглості досягає значень $24 - 26\%$ на полях солодких перців, $23 - 24\%$ на полях баклажанів, $21 - 22\%$ на полях томатів, $25 - 26\%$ на полях огірків та капусти. Після технічної стиглості альbedo на полях всіх культур змінюється незначно. На метеорологічному майданчику альbedo практично має постійну величину.

Окрім короткохвильового потоку у вигляді прямої і розсіяної радіації до діяльної поверхні надходить довгохвильова промениста енергія від випромінювання атмосфери. Основними факторами, які визначають довгохвильове випромінювання атмосфери, є зміни температури і вологості повітря з висотою. Впродовж доби випромінювання атмосфери на метеорологічному майданчику вище, ніж на полях з овочевими культурами. Найбільша різниця між максимумом і мінімумом спостерігається через два тижні після висадки розсади в ґрунт. В міру розвитку рослин вона зменшується і до технічної стиглості становить від $0,07 \cdot 10^{-2}$ до $0,13 \cdot 10^{-2} \text{ Вт/м}^2$.

Добовий хід випромінювання діяльної поверхні (E_3) полів овочевих культур істотно відрізняється від добового ходу E_3 на метеорологічному майданчику. На метеорологічному майданчику E_3 вище, ніж на полі, має чітко виражений мінімум до сходу сонця і максимум пополудні. Найбільша різниця між значеннями E_3 на метеорологічному майданчику і на полях овочевих культур спостерігається о 13 годині і становить $1,74 - 1,88 \cdot 10^{-2} \text{ Вт/м}^2$. В нічний час E_3 на полях овочевих культур вище на $0,07 \cdot 10^{-2} \text{ Вт/м}^2$. Особливо збільшується ця різниця після поливу.

Довгохвильовий радіаційний баланс (r_q) має більш високі значення на полях з овочевими культурами в порівнянні з метеорологічним майданчиком. Максимальних значень він досягає в післяполудневій годині в період масового цвітіння. Амплітуда коливань добового ходу r_q на полях з овочевими культурами становить $0,42 \cdot 10^{-2} \text{ Вт/м}^2$, на метеорологічному майданчику вона дорівнює $1,79 \cdot 10^{-2} \text{ Вт/м}^2$. Найменші значення амплітуди на полях спостерігаються в перші дні після поливів. Амплітуда коливань добового ходу довгохвильового радіаційного балансу на полях овочевих культур збільшується в міру віддалення від дати поливу і перед черговим поливом досягає значень $0,97 - 1,11 \cdot 10^{-2} \text{ Вт/м}^2$. На добовий хід амплітуди також значно впливає різниця температур діяльної поверхні полів овочевих культур і метеорологічного майданчика.

Добовий хід радіаційного балансу R ясно виражений і на ділянках овочевих культур і на метеорологічному майданчику.

Максимальне значення R спостерігається пополудні, мінімум – після заходу сонця в період масового цвітіння овочевих культур і завивання качана у капусти ($7,74 - 7,79 \cdot 10^{-2} \text{ Вт/м}^2$).

Нічні значення радіаційного балансу, в основному, визначаються потоками ефективного випромінювання і залежать від температури діяльної поверхні, хмарності і стратифікації атмосфери. В середньому вночі радіаційний баланс коливається в межах від $-0,43$ до $-0,48 \cdot 10^{-2} \text{ Вт/м}^2$. Максимальна добова амплітуда спостерігається в період масового цвітіння овочевих і складає на полі перцю $7,84 \cdot 10^{-2} \text{ Вт/м}^2$, баклажанів – $7,65 \cdot 10^{-2} \text{ Вт/м}^2$, томатів – $7,63 \cdot 10^{-2} \text{ Вт/м}^2$ (табл. 3.2).

Вночі значення радіаційного балансу на полях овочевих культур мало відрізняються від його значень на метеорологічному майданчику і завжди мають негативний знак.

Перехід радіаційного балансу через 0 на полях овочевих культур вранці відбувається раніше, ніж на метеорологічному майданчику, від 40 хвилин до однієї години.

Значення радіаційного балансу вдень на полях овочевих культур більше ніж на метеорологічному майданчику протягом всього періоду вегетації. Різниця зменшується в дні перед поливом і досягають значень $2,16 - 1,99 \cdot 10^{-2} \text{ Вт/м}^2$. Значення R на полях овочевих культур і на

метеорологічному майданчику змінюється вслід за зміною надходження радіації до діяльної поверхні.

Хмарність порушує хід радіаційного балансу. В похмурі дні післяполудневі значення радіаційного балансу значно нижче від полуденних (табл. 3.2).

Змінюється також значення радіаційного балансу під впливом зрошення.

Радіаційні властивості посівів овочевих культур значною мірою залежать від фаз розвитку рослин. У міру зростання і розвитку рослин денні величини значень радіаційного балансу зменшуються. При середній висоті рослин 40 – 45 см і відносній площі листя 26 – 28 тис.м²/га величина післяполудневого радіаційного балансу становить 4,6 – 4,2·10⁻² Вт/м². При висоті рослин 55 – 60 см і площі листя 29-30 тис.м²/га полуденні значення радіаційного балансу становлять 3,6 – 2,8·10⁻² Вт/м² (рис. 3.1). Радіаційний баланс в шарі рослинності зменшується і становить на висоті 20 см від поверхні ґрунту 38 – 42 %, на висоті 35 – 40 см – 45 – 47 % загального радіаційного балансу.

Тепловий баланс підстильної поверхні значною мірою визначається величиною радіаційного балансу і розраховувався за формулою

$$R = P + LE + B + \Delta \quad , \quad (3. 10)$$

де R – радіаційний баланс підстильної поверхні;

P – турбулентний потік теплоти;

LE – витрати тепла на випаровування (L – питома теплота пароутворення,

E – потік водяної пари або сумарне випаровування);

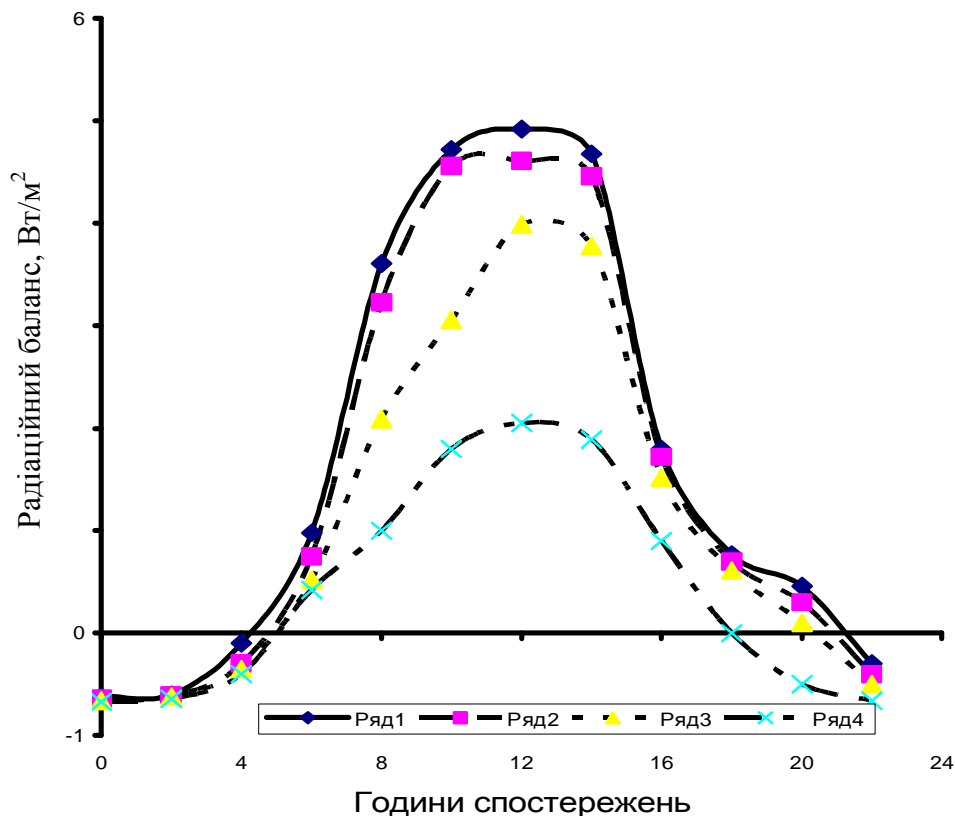
B – потік тепла в ґрунт;

Δ – тепло, що витрачається або виділяється при біохімічних процесах, які відбуваються в рослинах або в ґрунті. Ця величина не перевищує 2 % від величини радіаційного балансу і при розрахунках нею нехтують.

Відомо, що характер діяльної поверхні поля з рослинами, змінюється в міру зростання і розвитку рослин. Також на характер діяльної поверхні впливають зрошування, внесення добрив, агротехнічні заходи. Всі ці чинники суттєво впливають на структуру теплового балансу діяльної поверхні [68, 72].

В добовому ході турбулентного теплообміну (P) і витрат тепла на випаровування (LE) встановлено, що максимальне значення цих величин спостерігається біля полудня. Після 14 годин спостерігається зміна знаків потоку тепла в ґрунт (B). Добова сума теплообміну за середніми даними на всіх полях становить 4 – 5 % відповідної величини радіаційного балансу. На нагрівання повітря шляхом турбулентного теплообміну затрачується за

добу $544,7 \cdot 10^2 \text{ Вт/м}^2$, що складає 42 – 44 % добової суми радіаційного балансу.



- 1 – після висаджування розсади в ґрунт;
- 2 – в період масового цвітіння;
- 3 – в період технічної стиглості;
- 4 – перед припиненням вегетації.

Рис. 3.1 – Добовий хід радіаційного балансу поля солодкого перцю

Негативні значення турбулентного потоку тепла (P), тобто надходження тепла з повітря до діяльної поверхні, в сумі становить 3 – 5 % позитивних значень P . Витрати тепла на випаровування в середньому за добу становлять $585,6 \cdot 10^2 \text{ Вт/м}^2$, що складає 50% радіаційного балансу.

При цьому витрати тепла на випаровування вдень менше турбулентної тепловіддачі в повітря, а в сумі за добу обидві складові балансу дуже близькі між собою. Добова сума теплообміну в ґрунті (B) за усередненими даними за 3 роки експерименту дорівнює 4 – 5 % відповідної величини радіаційного балансу. В результаті теплообміну за добу діяльна поверхня поля овочевих культур отримує від $52,3 \cdot 10^2$ до $54,4 \cdot 10^2 \text{ Вт/м}^2$.

В період від цвітіння до останнього збору плодів овочевих культур у величинах складових теплового балансу спостерігаються зміни. Витрати тепла на випаровування після поливу збільшуються в 1,5 – 2 рази, а турбулентний потік в денні години зменшується. Ця закономірність

зберігається на полях усіх культур. Перед поливом максимальне значення витрат тепла на випаровування досягає $1,04 \cdot 10^2 \text{ Вт/м}^2$ після поливу – $1,67 \cdot 10^2 \text{ Вт/м}^2$. Турбулентний теплообмін до поливу становить $0,622 \cdot 10^2 \text{ Вт/м}^2$, після поливу $0,79 \cdot 10^2 \text{ Вт/м}^2$.

Значно відрізняються середньодобові значення величин теплового балансу на полях з різною густотою рослин, різною мірою розвитку рослинного покриву, до і після поливів і в порівнянні з метеорологічним майданчиком (табл. 3.3), (рис. 3.2).

Слід зазначити, що до моменту настання технічної стиглості плодів всіх культур, коли спостерігається найбільший розвиток рослинного покриву, відмінності у величинах складових теплового балансу дещо згладжуються між ділянками з різною густотою посадок, але залишаються значними в порівнянні з метеорологічним майданчиком.

Відмінності в складових теплового балансу в різні міжфазні періоди обумовлені, в основному, зміною поглинальних властивостей діяльної поверхні, фізичних властивостей ґрунту, біологічними процесами, що відбуваються в рослинах під впливом зрошення. Зменшення денних сум складових теплового балансу по фазах розвитку культур від висаджування розсади в ґрунт до біологічної стиглості пояснюється зменшенням надходження сумарної радіації і зростанням ефективного випромінювання діяльної поверхні.

Важливим показником теплового балансу є його структура. Під структурою теплового балансу мається на увазі співвідношення між окремими складовими: R , LE , P , G . Як характеристика структури теплового балансу $РП$ використовувалось відношення P/R_{pn} , де R_{pn} – радіаційний баланс $РП$. Як указується в [65, 66] в першому наближенні R_{pn} дорівнює кількості поглиненої рослинами ΦAP . Була визначена залежність відношення P/R_{pn} від сумарної радіації Q і запасів продуктивної вологи W . Залежність характеризується достатньо високим значенням кореляційного відношення ($r = 0,72 \pm 0,02$) і може бути використана для розрахунку відношення P/R_{pn} за значеннями Q і W . Залежність дозволяє зробити висновок, що частка турбулентного теплообміну в радіаційному балансі $РП$ тим вище, чим нижче запаси вологи в ґрунті і чим більше надходження сонячної радіації при незмінних запасах вологи (рис. 3.3).

Комплексним показником тепло- і вологозабезпеченості посівів служить співвідношення Боуена (P/LE). Його використовують при дослідженні закономірностей взаємної залежності компонентів зовнішнього середовища і продуктивності рослин [66]. Відношення Боуена може служити тепловобалансовим критерієм оцінки посушливих умов і динамічним показником ефективності зрошувальних заходів.

Основними параметрами, що визначають мінливість співвідношення Боуена, є стан $РП$ і умови волого забезпечення. Дослідження зв'язку P/LE з відносною площею листя (L) і відносними запасами продуктивної вологи

(W) показало, що частка впливу цих величин на P/LE становить 58 %, тоді як інших чинників – 42 %.

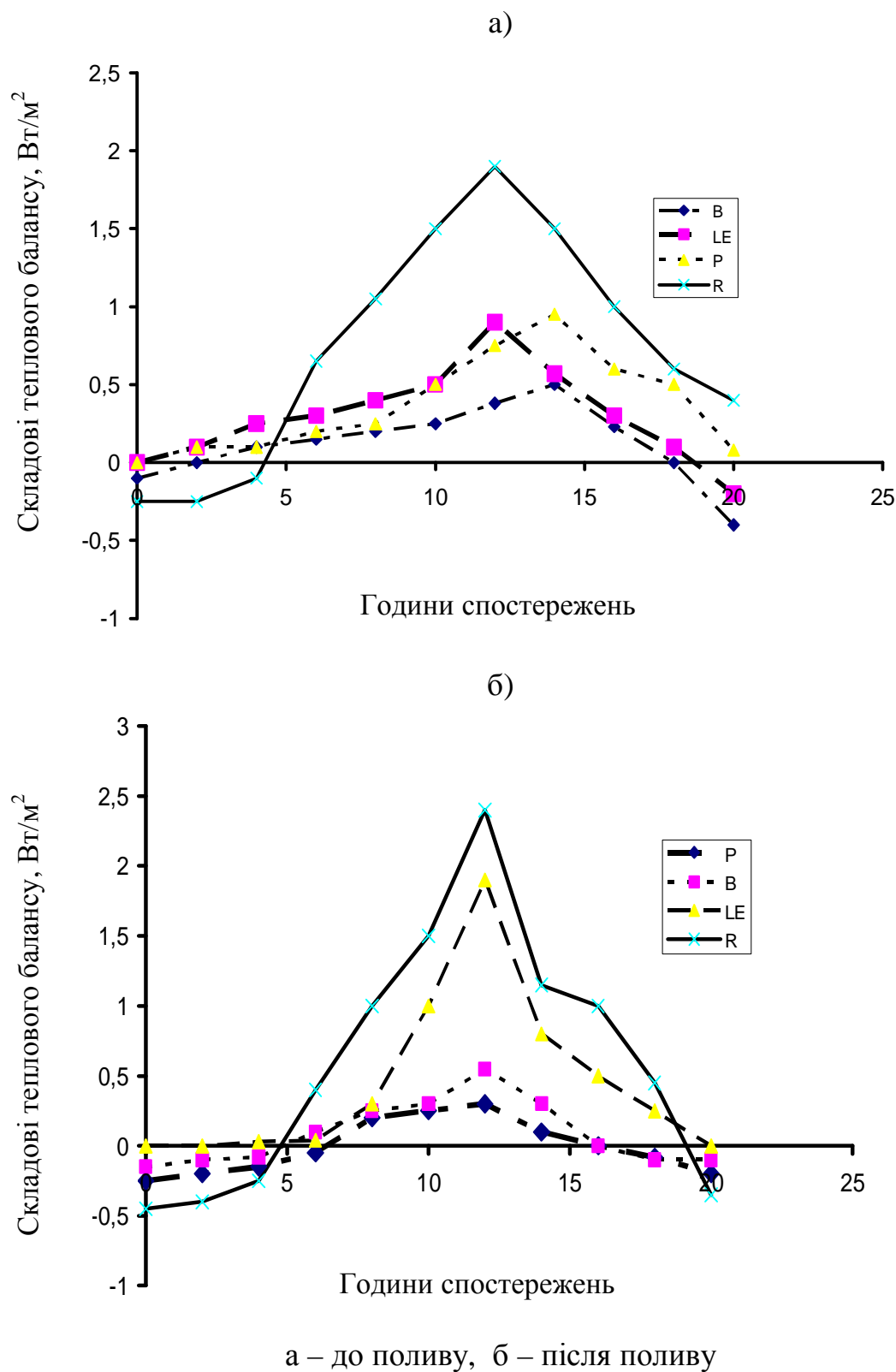


Рис. 3.2 – Добовий хід складових теплового балансу на посівах солодкого перцю.

Таблиця 3.2 – Добовий хід складових теплового балансу поля баклажанів по міжфазних періодах розвитку

Міжфазні періоди	Складові теплового балансу	Години спостережень									
		0	4	6	8	10	12	14	16	18	20
Висаджування розсади в ґрунт – цвітіння	R	- 0,63	- 0,55	0,48	3,14	4,54	4,37	3,66	2,09	0,00	-0,48
	P	- 0,14	- 0,9	0,00	0,48	1,25	1,87	1,81	1,39	0,06	-0,06
	LE	- 0,19	0,06	0,06	0,82	1,28	1,39	1,31	1,11	0,69	0,38
	B	- 0,69	- 0,36	0,38	1,39	1,81	1,31	0,36	-0,18	-0,83	-1,05
Цвітіння – технічна стиглість	R	- 0,35	- 0,24	0,06	2,65	4,75	5,65	5,02	2,24	0,20	-0,36
	P	- 0,06	- 0,12	-0,18	-0,36	-0,47	-0,62	-0,62	-0,12	-0,12	-0,12
	LE	- 0,06	0,12	0,35	2,51	4,53	5,44	5,35	3,55	0,76	0,20
	B	- 0,05	- 0,05	0,00	0,06	0,10	0,12	0,05	0,00	-0,04	-0,07
Технічна стиглість – останній збір плодів	R	- 0,36	- 0,24	- 0,24	1,60	3,42	4,26	3,42	0,97	- 0,36	-0,48
	P	- 0,06	- 0,06	- 0,18	0,06	0,62	0,48	0,55	0,06	- 0,06	-0,18
	LE	0,06	0,00	0,12	1,05	1,67	2,72	2,45	0,18	0,06	0,18
	B	- 0,31	- 0,24	- 0,06	0,18	0,76	0,83	0,35	- 0,18	- 0,36	-0,48

Таблиця 3.3 – Добові суми складових теплового балансу поля баклажанів і метеорологічного майданчика перед поливом і після поливу в різні періоди розвитку рослин (Вт/м²)

Дати поливів	До поливу				Після поливу			
	<i>R</i>	<i>LE</i>	<i>P</i>	<i>B</i>	<i>R</i>	<i>LE</i>	<i>P</i>	<i>B</i>
поле баклажанів								
1.06	1443	758	415	-38	1550	1839	-305	17
10.06	1391	1110	255	25	1825	1926	-150	-13
1.07	1445	1516	-46	-25	1676	1927	-234	-14
10.07	1298	548	646	113	1763	1659	79	25
1.08	1039	552	398	79	1361	1106	171	83
10.08	997	550	377	67	1257	1022	159	79
Фази розвитку рослин	поле баклажанів				метеорологічний майданчик			
	<i>R</i>	<i>LE</i>	<i>P</i>	<i>B</i>	<i>R</i>	<i>LE</i>	<i>P</i>	<i>B</i>
10 днів після висаджування розсади	1634	1298	71	620	1072	649	268	171
Цвітіння	1496	1453	25	17	921	477	389	54
Технічна стиглість	1277	2032	-8	-366	1131	712	222	195

Залежність P/LE від відносної площі листової поверхні при різних значеннях запасів продуктивної вологи в півметровому шарі ґрунту представлена на рис. 3.4.

При високих значеннях запасів продуктивної вологи ($W = 80 \% HB$) спостерігаються близькі до нуля і негативні значення P/LE . Це означає, що має місце негативна значення турбулентного надходження тепла до діяльної поверхні, умови на зрошуваному полі виникають при доброму розвитку $РП$, на фоні високих температур, збільшенні дефіциту насичення і швидкості вітру. За відсутності або при слабкому розвитку $РП$ ($L=1$) незалежно від ступеня зволоження ґрунту турбулентний обмін має позитивний знак.

Зв'язок P/LE з відотною площею листя і запасами вологи в ґрунті криволінійний, кореляційне відношення становить 0,62.

Сумарне випаровування, як основна витратна складова теплового балансу зрошуваних сільськогосподарських полів, формується під впливом різних факторів: гідрогеологічних, біологічних, метеорологічних, ґрунтових, господарської діяльності людини.

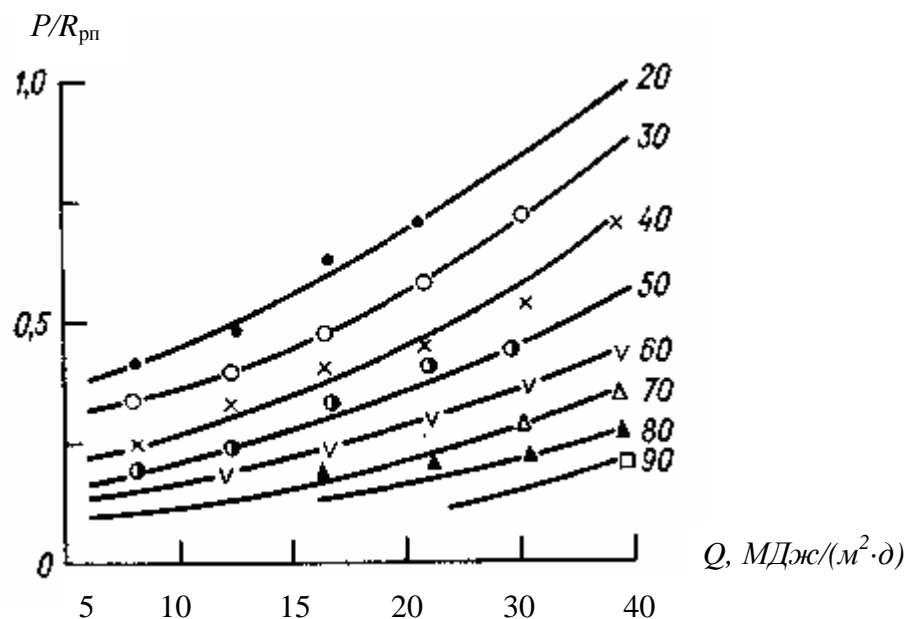


Рис. 3.3 – Залежність відношення потоку тепла до радіаційного балансу $P/R_{\text{рп}}$ від сумарної радіації при різних запасах води в ґрунті.

Систематичні спостереження за сумарним випаровуванням дозволили виявити закономірності його зміни в динаміці розвитку овочевих культур протягом вегетаційного періоду.

Максимальні добові величини сумарного випаровування спостерігаються в період від цвітіння до технічної стиглості у всіх культур у зв'язку з найбільшою кількістю рослинної маси, що накопичилась, і підвищеним температурним режимом (табл. 3.4).

Таблиця 3.4 – Сумарне випаровування з полів овочевих культур по міжфазних періодах розвитку

Культура	Між фазні періоди						Всього
	висадка розсади в ґрунт – цвітіння		цвітіння – технічна стиглість		технічна стиглість – останній збір		
	за добу	за період	за добу	за період	за добу	за період	
Томати	2,1	88	4,8	110	4,6	230	448
Солодкий перець	2,5	98	6,5	154	5,8	281	530
Баклажани	2,3	90	5,7	149	5,2	270	486

Найбільша кількість споживаної води за вегетаційний період приходить на солодкий перець, найменше – томатів.

Порівняння величин сумарного випаровування з полів овочевих культур до поливу і після поливу показує, що величина сумарного випаровування до поливу в два, два з половиною рази нижче, ніж до поливу.

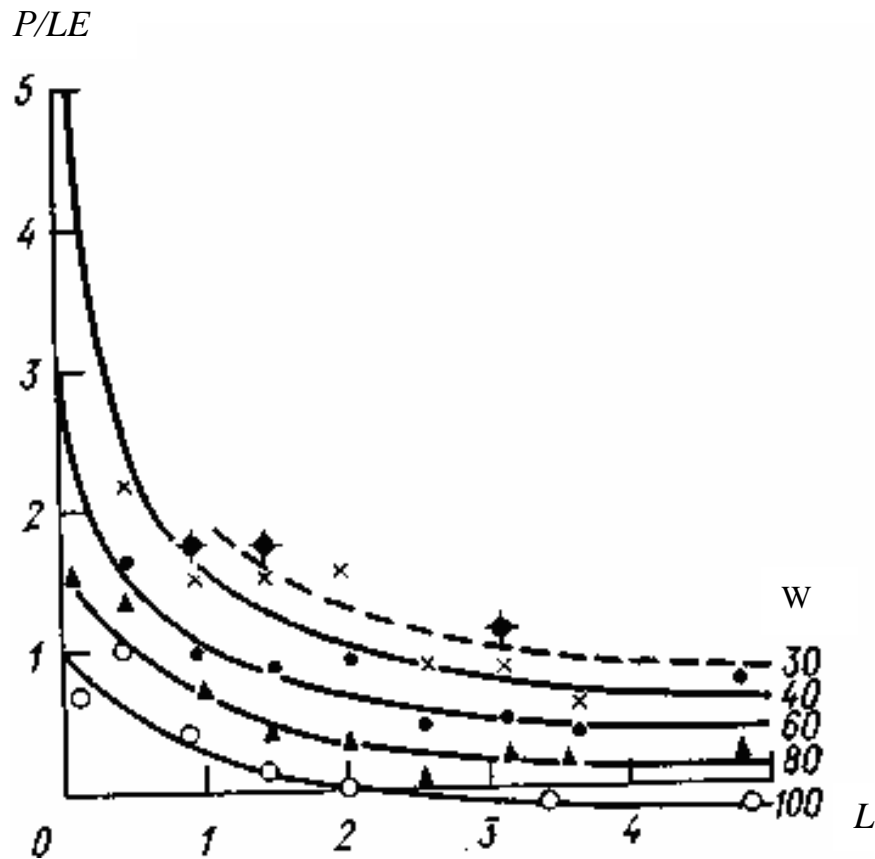


Рис. 3.4 – Залежність структури теплового балансу (P/LE) від відносної площі листя (L) і запасів продуктивної вологи в ґрунті (W).

Потім ефект зрошування згладжується і величина сумарного випаровування через 6 – 7 днів досягає значень до поливу. До моменту максимального розвитку надземної маси рослин (фаза технічної стиглості) такого згладжування не спостерігається в наслідок збільшення транспірації рослин і зменшення випаровування з поверхні ґрунту через збільшення його затінювання. Таке співвідношення величини сумарного випаровування зберігається до кінця вегетаційного періоду.

Обробка спостережень експериментальних досліджень дозволила кількісно оцінити вплив рослинного покриву, сонячної радіації і режиму зволоження на структуру теплового балансу посівів. З результатів аналізу добового і сезонного ходу складових радіаційного і теплового балансів

виходить, що величини складових обумовлені надходженням сумарної радіації, потужністю та структурою посівів і зволоженням ґрунту.

Співвідношення між найважливішими складовими теплового балансу: турбулентним потоком тепла та його витратами на сумарне випаровування істотним чином змінюється з розвитком рослин і зміною вологості ґрунту. Міра сприятливості умов зростання рослин тим вище, чим менше це співвідношення.

Турбулентний потік тепла можна використовувати як характеристику тієї частки поглиненої рослинами радіації, яка витрачається на перегрів рослин при нестачі ґрунтової вологи, сприяє зниженню інтенсивності фотосинтезу і швидкості накопичення органічної речовини.

Експериментальні дані дозволять створити спрощену модель радіаційного режиму посівів овочевих культур для вирішення задач програмування урожаю, а також для розрахунку урожаю і радіаційних характеристик посівів баклажан, солодкого перцю і томатів при створенні математичних моделей продуктивного процесу рослин.

3.2 Вплив агрометеорологічних умов на фотосинтетичну продуктивність овочевих культур

Фотосинтетична діяльність рослин залежить від багатьох факторів, серед яких одним із головних є сонячна радіація як первинне джерело усіх біологічних і фізичних процесів, які відбуваються в рослинах. За даними Х.Г. Тоомінга роль сонячної радіації в житті рослин багатостороння і визначається вона не тільки закономірностями зміни елементів фотосинтетичної діяльності рослин в залежності один від одного, але і впливом змін агротехнічних заходів, густоти рослин, норм і термінів зрощення та норм і термінів живлення [87].

Фотосинтетична діяльність рослин у посівах характеризується величинами: площею листя, фотосинтетичним потенціалом, чистою продуктивністю фотосинтезу, коефіцієнтом господарської ефективності та коефіцієнтом енергетичної ефективності формування урожаю [73 – 79].

Визначення перелічених показників методологічно ускладнено, тому експериментальні дослідження щодо виявлення ролі сонячної радіації в процесі формування урожаю досить обмежені. Більш поширені дослідження з допомогою теоретичних моделей [82 – 89].

Розподіл сонячної радіації в посівах овочевих культур та поглинання її залежить від густоти рослин, фази розвитку, величини та характеру розташування листя. О.О. Ничипоровичем встановлено, що найбільш повно сонячна енергія використовується в посівах з площею листя 30 – 40 тис. м²/га [76].

Наростання площі листя овочевих культур в залежності від густоти рослин представлено у табл. 3.5. Після висадки розсади овочевих культур у ґрунт розвиток рослин і наростання площі листя протягом 10 – 12 днів майже не спостерігається через приживання розсади. Потім спостерігається бурхливий приріст площі листя, який у всіх культур спостерігається до початку утворення плодів. Після настання фази технічної стиглості приріст площі листя незначний і спостерігається він у всіх культур до кінця вегетації. Найбільша площа листя серед овочевих культур спостерігається у солодкого перцю, трохи менша у баклажанів. Найменша площа листя спостерігається у огірків та томатів.

Таблиця 3.5 – Наростання площі листя овочевих культур в залежності від густоти посівів (середнє за три роки)

Культура	Густота рослин, тис. га	Площа листя (тис.м ² /га)								
		ч е р в е н ь			л и п е н ь			с е р п е н ь		
		1	2	3	1	2	3	1	2	3
баклажани	55	0,8	1,4	3,0	6,2	9,8	14,3	17,1	21,8	26,4
	75	1,0	2,1	4,0	8,3	11,8	16,4	19,3	24,6	28,8
	105	1,4	2,8	5,2	9,4	13,2	17,8	21,5	25,6	30,5
огірки	60	2,3	3,8	4,2	5,8	7,6	11,4	13,2	15,5	15,1
	80	3,1	4,2	5,6	6,9	8,3	13,8	16,4	19,2	19,8
	110	3,6	5,8	7,4	8,6	10,4	14,8	18,1	21,9	21,2
солодкий перець	55	2,0	4,1	6,3	10,0	18,6	24,3	26,1	27,2	32,0
	75	2,6	5,8	10,2	20,1	25,8	29,1	30,4	32,6	33,0
	105	3,8	11,0	16,8	25,6	30,8	33,6	35,9	38,4	38,8
томати	50	2,0	4,1	6,3	7,9	10,1	12,4	14,2	15,8	15,9
	65	2,5	4,5	6,8	9,9	11,9	14,0	15,8	17,5	18,0
	103	2,8	5,1	7,4	10,3	12,2	14,7	17,0	19,3	19,6

Слід зазначити, що у томатів площа листя однієї рослини дуже залежить від біологічної особливості сорту. Наприкінці вегетації починається відмирання листя у огірків, баклажан та томатів. На динаміку накопичення листя та рослинної маси в цілому значно впливає густота посівів. З підвищенням кількості рослин на га площа листя однієї рослини зменшується, але в розрахунку на га збільшується. При збільшенні кількості рослин з 55 тис/га до 106 тис/га за три роки спостережень площа листя однієї рослини баклажанів зменшувалась від 20,1 до 18,1 дм², у солодкого перцю – від 33 до 28,2 дм², томатів – від 19,3 до 17,1 дм², огірків – від 19,5 до 18,0 дм². З підвищенням густоти рослин площа листя на 1

рослину падає не пропорційно збільшенню кількості рослин на одиницю площі, а трохи повільніше.

Як відзначається у [76 – 78], на формування площі листя значно впливають агрометеорологічні умови вегетації, своєчасність зрошення, густота рослин та мінеральне живлення. На величину площі листя солодкого перцю та баклажанів також впливає якість розсади, агрометеорологічні умови періоду впродовж 10 – 12 днів після висаджування розсади, в період масового утворення бруньок та цвітіння. На приживання розсади впливає температурний режим. Найбільш чутливий до зниження температур солодкий перець.

Закономірності формування площі листя у томатів, огірків та капусти такі ж як у перцю і баклажанів, але в цілому вони формують меншу площу листя. Для цих культур дуже важливе підтримання вологості ґрунту в межах 80 % найменшої вологомісткості.

Серед томатів найбільшу площу листя формують рослини ранніх сортів. Аналіз декадних приростів листя та репродуктивних органів показав, що у всіх культур найбільший приріст площі листя спостерігається перед початком масового цвітіння, потім до кінця вегетації приріст має хвилястий характер, збільшуючись після масового збирання плодів (рис. 3.5, 3.6) та зменшуючись до кінця вегетації. На

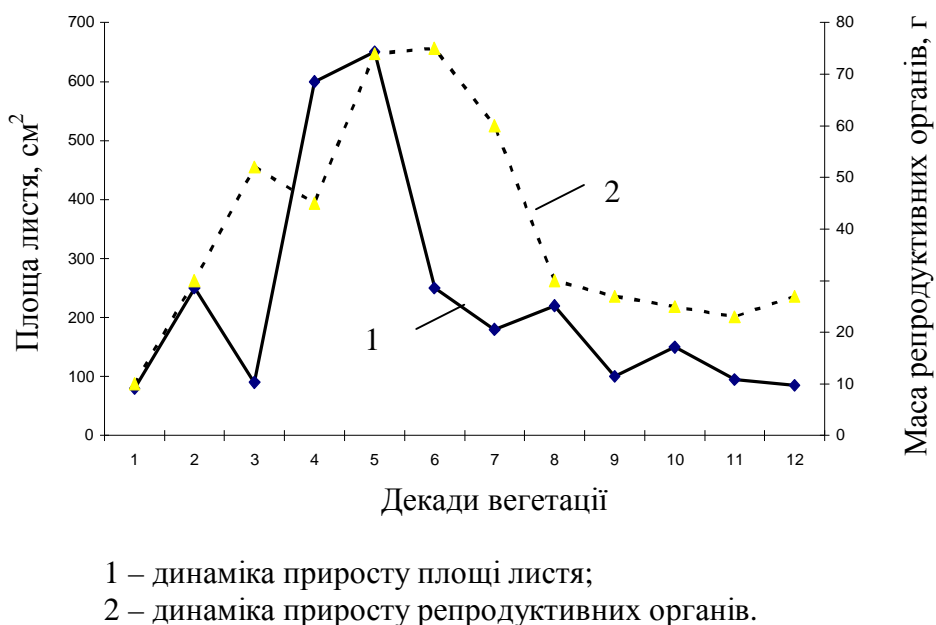


Рис. 3.5 – Динаміка приросту площі листя та репродуктивних органів солодкого перцю

приріст листя значно впливає температура повітря. При температурі повітря після висадки розсади у ґрунт 16 – 18 °С приріст листової

поверхні у всіх культур значно менший, ніж при температурі 20 – 22 °С. Найбільш чутливий до зниження температур солодкий перець.

Припинення формування листя у овочевих спостерігається найраніше у огірків та томатів і у третю декаду серпня приріст не перевищує 0,4 тис.м²/га. У баклажанів та солодкого перцю приріст площі листя спостерігається до кінця вегетації, але величина його зменшується (табл. 3.5).

Площа листя до утворення плодів у овочевих культур складає левову частку рослинної маси. Після утворення плодів співвідношення окремих частин рослинної маси (листя, стебел, коріння, плодів) змінюється. На приріст рослинної маси впливає також і густина посівів, чим вища густина тим більше приріст рослинної маси. Це спостерігається до певної густини рослин.

Збільшення густоти посівів до 100 тис. рослин на га у огірків та томатів і до 110 тис. рослин на га у баклажанів та солодкого перцю урожай практично не збільшує. Це пояснюється поганою фотосинтетичною продуктивністю листків нижнього ярусу внаслідок затінення.

Маса рослин в цілому і маса кожного органа окремо значною мірою залежать від погодних умов впродовж вегетаційного періоду. Згідно з нашими спостереженнями швидкість росту рослин і продуктивність овочевих культур в різні за погодними умовами роки і в різних варіантах експерименту відрізняються.

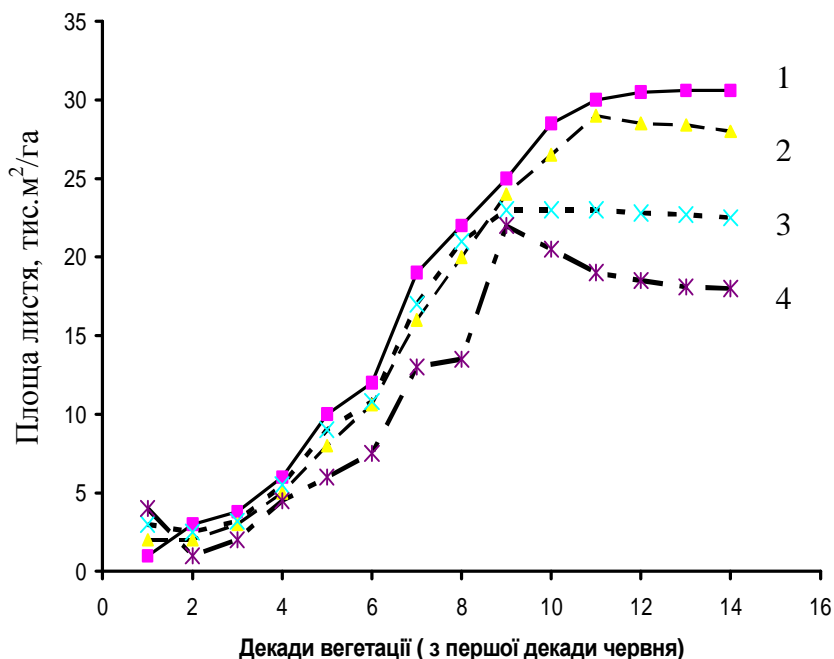


Рис. 3.6 – Динаміка наростання площі листя овочевих культур.
1 – солодкий перець, 2 – баклажани, 3 – томати, 4 – огірки.

При оптимальних умовах зволоження частка води, що припадає на одну рослину в загущених посівах менше, менше також споживання сонячної радіації. Оптимальний термічний режим сприяє більш швидкому наростанню площі листя однієї рослини при густоті посівів 50 – 75 тис. рослин/га.

При однакових погодних умовах швидше збільшується площа листя на посівах з густотою 55 тис. рослин/га. Для більшості овочевих оптимальна густота посівів повинна бути в межах від 75 до 85 тис. рослин/га.

Дослідження також показали, що використання розсади низької якості зменшує загальну площу листя на 16 – 30 %. Також велику роль у формуванні площі листя відіграють строки висаджування розсади в ґрунт при вирощуванні розсадним методом та терміни висіву насіння при вирощуванні насінням. Пізні строки висаджування розсади у ґрунт зменшують площу листя більшою мірою, ніж ранні.

При оптимальному забезпеченні рослин поживними речовинами та водою у більш загущених посівах усіх овочевих культур з початку вегетації відбувається більш швидке наростання листя у розрахунку на одиницю площі, при чому, листя довше зберігається в діяльному стані, що і обумовлює збільшення фотосинтетичного потенціалу (табл. 3.6).

Важливу роль у формуванні врожаїв овочевих культур відіграє максимальна площа листя та тривалість її роботи.

Таблиця 3.6 – Продуктивність овочевих культур в залежності від густоти посівів

Показники продуктивності	Густота рослин, тис. рослин/га								
	баклажани			Огірки			солодкий перець		
	50	75	100	50	75	100	50	75	100
Максимальна площа листя	20	28	21	17	23	21	21	30	31
Суха біомаса рослин, г/м ⁻²	189	220,1	237,1	176,4	224,5	220,2	240,1	260,4	280,1
Суша маса плодів, г/м ⁻²	132	184	161	128,4	184,5	180,6	198	226,2	224,0

Показником потужності фотосинтетичного апарату рослин є фотосинтетичний потенціал посіву, який виражається в м²·днів/га. На

величину фотосинтетичної роботи листя впливають агрометеорологічні умови вегетації, густота посівів, якість розсади, своєчасність зрошення та внесення добрив, надходження сумарної радіації.

За високої агротехніки вирощування при оптимальному зрошенні фотосинтетичний потенціал в значній мірі залежить від термічного режиму повітря і ґрунту, відносної вологості повітря.

Слід зазначити, що посіви огірків утворюють фотосинтетичний потенціал у два рази менше, ніж посіви інших овочевих культур. Це обумовлюється повільним зростанням площі листя у огірків на початку вегетації та більш раннім їх відмиранням.

На основі експериментальних даних про добовий хід фотосинтезу і його залежності від сумарної радіації в умовах оптимальної вологозабезпеченості посівів була визначена залежність середніх за добу значень фотосинтезу від добових значень сум сумарної радіації. При оптимальній вологозабезпеченості посівів залежність майже прямолінійна.

Чиста продуктивність фотосинтезу F визначається як відношення добового приросту сухої біомаси рослин до середньої площі листя у розрахунку на 1 м^2 .

Для визначення чистої продуктивності фотосинтезу використовувались ті ж рослини, що і для визначення площі листя. Чиста продуктивність рослин розраховувалась за формулою

$$F = B_2 - B_1 / 0,5(L_1 + L_2) n , \quad (3.11)$$

де B_2 , B_1 – маса рослин наприкінці та на початку декади, г;

n – кількість днів у декаді;

L_1 та L_2 – площа листя на початку і в кінці декади, $\text{м}^2/\text{га}$.

Отримані експериментальні дані підтверджують, що чиста продуктивність фотосинтезу дуже змінюється впродовж вегетації і залежить від агрометеорологічних умов конкретного року, агротехніки вирощування та густоти рослин (табл. 3.7).

Таблиця 3.7 – Денний хід фотосинтезу Φ ($\text{мг CO}_2/\text{м}^2 \cdot \text{г}$), сумарної радіації Q ($\text{Вт}/\text{м}^2$), температури $T_{\text{РП}}$ ($^{\circ}\text{C}$), відносної вологості $P_{\text{РП}}$ (%), та вологості ґрунту = 80 % НВ

Показники	Час спостережень, год			
	8 – 9	11 – 12	14 – 15	17 – 19
період технічної стиглості плодів				
Q	356	620	773	402
$T_{\text{РП}}$	23,8	28,4	30,2	29,4
$P_{\text{РП}}$	80	63	50	52
Φ	60	62	78	44

З підвищенням густоти рослин чиста продуктивність фотосинтезу томатів зменшується уже з другої декади червня, коли листки сильно розростаються, затінюють одне одного, при цьому погіршуються умови для фотосинтезу та менше накопичується органічної маси в розрахунку на одиницю площі. У солодкого перцю затінення менше і тому при підвищенні густоти рослин зростає накопичення органічної маси. У огірків загушення посівів також призводить до зменшення чистої продуктивності фотосинтезу на 7 – 15 %.

Середня чиста продуктивність фотосинтезу за вегетацію коливається у баклажанів від 2,0 до 3,5, огірків – від 2,7 до 3,2, солодкого перцю – від 2,4 до 3,6, томатів – від 1,7 до 3,3, капусти від 3,0 до 4,6 г/м². У всіх овочевих культур ці показники зростають до утворення плодів, зав'язування качанів і досягають максимуму, потім поступово знижуються до кінця вегетації.

Від величини чистої продуктивності фотосинтезу та потужності фотосинтетичного апарату залежить накопичення органічної маси і формування господарсько – цінної частини урожаю.

Посіви, які мають потужний фотосинтетичний потенціал і високу продуктивність фотосинтезу, накопичують більше сухої фітомаси. Для отримання високого урожаю овочів попри все інше, необхідно збільшувати значення $K_{\text{госп}}$ – коефіцієнт господарської ефективності урожаю. $K_{\text{госп}}$ значно змінюється в залежності від сорту культури.

У баклажанів та солодкого перцю разом із зростанням біологічного урожаю зростає і урожай плодів. Під впливом агрометеорологічних умов, зміни густоти рослин та внесення добрив $K_{\text{госп}}$ у солодкого перцю та баклажанів змінюється від 0,35 до 0,55. При цьому урожай фітомаси коливається від 27,1 до 37 ц/га, у тому числі плодів – 10,5 – 18,4 ц/га при густоті рослин до 80 тис. рослин/га. У томатів $K_{\text{госп}}$ коливається в залежності від сорту від 0,47 до 0,54. При несвоєчасному поливі і зменшенні запасів продуктивної вологи $K_{\text{госп}}$ баклажанів, солодкого перцю і томатів зменшується до 0,33 (табл. 3.8).

Підвищення дози фосфорних добрив та збільшення густоти рослин до 100 тис. рослин/га солодкого перцю, баклажанів та томатів при оптимальному зволоженні ґрунту збільшує коефіцієнт господарської ефективності до 0,61. Максимальний урожай сухої фітомаси становить 92 ц/га, а урожай плодів – 416 ц/га.

Огірки порівняно з іншими овочами накопичують за вегетацію у 2 – 3 рази меншу суху фітотому. В середньому урожай фітомаси середньостиглих сортів огірків становить 11 – 39,7 ц/га, в тому числі плодів 3,6 – 14 ц/га. В залежності в агротехніки вирощування $K_{\text{госп}}$ огірків коливається в межах від 0,28 до 0,38. При збільшенні густоти рослин в оптимальних умовах вирощування $K_{\text{госп}}$ огірків знижується. Така ж закономірність спостерігається і для капусти.

Таблиця 3.8 – Фотосинтетичний потенціал посівів овочевих культур
(млн. м²·днів)/га (середньостиглі сорти)

Густота рослин, тис/га	Вологість ґрунту, % від <i>ППВ</i>		
	60	70	80
Б а к л а ж а н и			
80	0,98	1,05	1,07
100	1,02	1,16	1,19
120	1,09	1,23	1,27
О г і р к и			
70	0,63	0,75	0,83
90	0,80	0,92	1,06
110	0,86	0,96	1,09
С о л о д к и й п е р е ц ь			
80	0,98	1,06	1,86
100	1,17	1,28	2,06
120	1,28	1,49	2,72
Т о м а т и			
55	1,25	1,28	1,72
75	1,26	1,67	1,84
95	1,32	1,81	1,93
К а п у с т а			
45	1,22	1,35	1,50
55	1,40	1,56	1,83
65	1,62	1,78	2,04

Головним критерієм впливу сонячної радіації на формування урожаю є коефіцієнт її використання. Використання сонячної енергії залежить від поглинання її рослинами та величиною використання на фотосинтез. Величина поглинання сонячної радіації залежить від розмірів асимілюючої поверхні.

Кількість накопиченої енергії в урожаї встановлюється шляхом визначення калорійності фітомаси. Як відомо [74 – 77] калорійність більшості овочевих культур коливається від 3800 до 4200 ккал/г сухої речовини. За даними урожаю сухої фітомаси і її калорійності визначається кількість накопиченої енергії та відсоток її використання.

Якщо розсаду овочевих культур висаджувати в поле у травні, то за період вегетації надходження *ФАР* становить 3,1 – 3,5 млрд. ккал/га. В урожаєх баклажанів, солодкого перцю, томатів, накопичується енергія від 11,02 до 34 млн. ккал/га, в урожаї огірків – 4,5 млн. ккал/га, в урожаї капусти – від 36,0 до 40,3 млн.ккал/га. Використання *ФАР* при цьому в середньому за вегетацію становило $\beta = 1,09\%$ у баклажанів та солодкого

перцю, 1,08 % – у томатів, 1,0 % – у огірків та 1,5 – 2 % у капусти (рис. 3.7).

Збільшення густоти рослин збільшує коефіцієнт використання ΦAP але незначно. Це збільшення спостерігається до певної густоти, потім починає зменшуватись (табл. 3.9).

За даними [76, 77] теоретично можливі коефіцієнти використання ΦAP значно вищі і будуть оптимальними при значенні фотосинтетичного потенціалу ($\Phi П$) у капусти 2,5 – 2,8 (млн.м²·днів)/га, чистої продуктивності 4,2 – 4,0 г/(м²·д), $K_{госп}$ – 0,35 – 0,40; огірків – $\Phi П$ від 3,5 до 4,0 (млн.м²·днів)/га, чистій продуктивності – 3,2 – 3,0 г/(м²·д) та $K_{госп}$ – 0,35 – 0,40; томатів $\Phi П$ = 4,0 – 4,2 (млн.м²·днів)/га, чистої продуктивності – 3,3 – 3,1 г/(м²·д), $K_{госп}$ – 0,50 – 0,53; у баклажанів та солодкого перцю – $\Phi П$ – 4,5 – 5,1 (млн.м²·днів)/га, чистої продуктивності – 3,6 – 3,1 г/(м²·д), $K_{госп}$ – 0,50 – 0,55.

Таблиця 3.9 – Урожай сухої маси і коефіцієнт господарської ефективності середньостиглих сортів овочевих культур (середнє за 3 роки, 1994 – 1996) при вологозабезпеченості 80 % *НВ*)

Густота посівів, тис. рослин/га	Маса рослин, ц/га	В тому числі плоди, ц/га	$K_{госп}$
Б а к л а ж а н и			
80	37,7	15,7	0,41
100	40,2	15,7	0,39
120	43,2	17,3	0,39
О г і р к и			
80	28,4	10,8	0,38
100	34,0	12,6	0,37
120	32,7	12,1	0,37
С о л о д к и й п е р е ц ь			
80	44,5	19,1	0,43
100	50,6	20,6	0,41
120	53,2	21,4	0,40
К а п у с т а			
80	36,1	11,2	0,30
100	42,7	12,4	0,24
120	41,4	12,0	0,29
Т о м а т и			
55	40,1	20,6	0,51
70	41,0	20,5	0,51
90	43,2	20,3	0,47

Статистична оцінка залежності коефіцієнта продуктивності поглинання радіації від температури повітря по міжфазних періодах: висадка розсади у ґрунт – цвітіння, цвітіння – технічна стиглість, технічна стиглість – останній збір плодів показала, що вона досить тісна, характеризується коефіцієнтами кореляції від 0,62 до 0,72 (рис. 3.7). У всіх культур, окрім капусти, залежність характеризується кривими насичення. Температура, за якої досягається плато насичення, відповідає максимальній продуктивності і називається оптимальною ($T_{\text{опт}}$). Значення $T_{\text{опт}}$ змінюються впродовж вегетації: найнижчі значення спостерігаються в період від висадки розсади у ґрунт до цвітіння і становлять для баклажанів, солодкого перцю та томатів 20 °С, для огірків – 18 °С, для капусти від сходів до завивання качана – 16 °С.

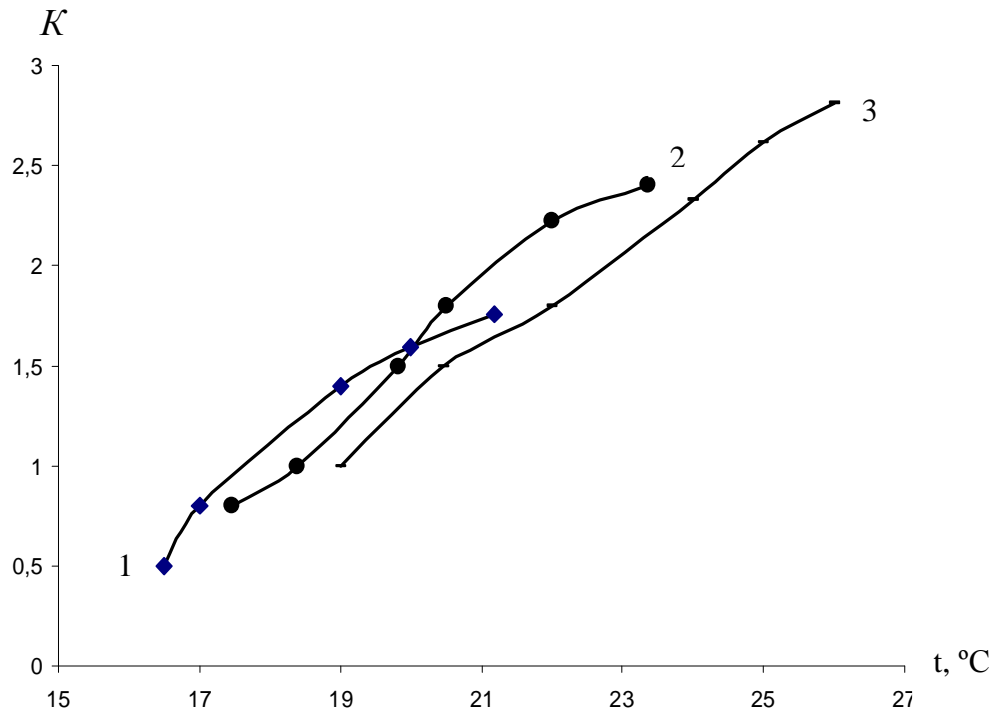


Рис. 3.7 – Залежність коефіцієнта продуктивності поглиненої сонячної енергії від середньої за період температури повітря по міжфазних періодах. 1 – висаджування розсади у ґрунт – цвітіння; 2 – цвітіння – технічна стиглість; 3 – технічна стиглість останній збір.

У період від цвітіння до технічної стиглості $T_{\text{опт}}$ зростає відповідно до 26, 24, та 23 °С, в період від технічної стиглості до збирання знову зменшується до 25, 23, 22 °С відповідно. При такому зростанні $T_{\text{опт}}$ коефіцієнт продуктивності поглиненої радіації поступово збільшується від

0,5 до 2 у баклажанів, огірків, солодкого перцю та томатів і від 0,5 до 2,5 у капусти (рис. 3.7).

Також зростає значення коефіцієнту поглинання сонячної радіації при підвищенні вологості повітря до 70 %. При подальшому підвищенні вологості повітря він залишається незмінним (рис. 3.8).

Величина рослинної маси, яка утворюється за кожен міжфазний період, є складовою частиною загального урожаю. Тому загальна величина накопичення рослинної маси також залежить від тривалості кожного із міжфазних періодів. Для баклажанів та солодкого перцю збільшення тривалості періоду від технічної стиглості до останнього збору сприяє значному збільшенню накопичення рослинної маси і загального урожаю.

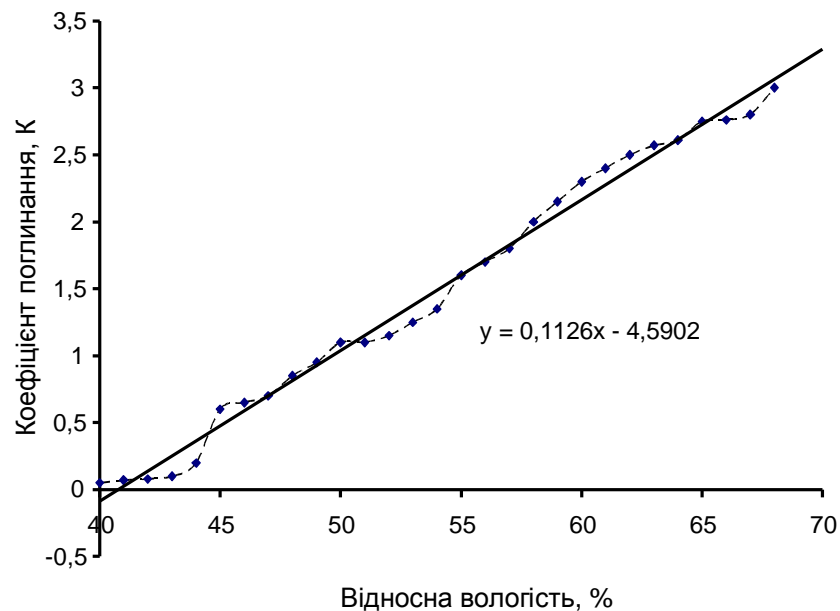


Рис. 3.8 – Залежність поглинання сонячної радіації від вологості повітря в рослинному покриві

Отримані числові характеристик продуктивності посівів можна використати при розробці моделі формування урожайності овочевих культур.

3.3 Вплив зрошення на гідрометеорологічний режим овочевих культур

Температурний режим посівів. Для характеристики температурного режиму повітря і ґрунту використовувались показники: температура повітря над посівом $T_{\text{пн}}$, в посіві $T_{\text{п}}$, температура поверхні листя $T_{\text{л}}$, різниця температур $T_{\text{л}} - T_{\text{п}}$, температура поверхні ґрунту $T_{\text{гп}}$, температура ґрунту на глибинах 5, 10, 15, 20 см. Ці показники необхідні для вирішення суцього практичних задач таких, як визначення термінів висаджування розсади, виконання розрахунків випаровування з поверхні ґрунту, регулювання діяльності мікроорганізмів та ін. Також відомості про температуру необхідні для розв'язання задач при математичному моделюванні продуктивного процесу рослин та задач по дослідженню теплового і водного режимів приземного шару повітря [84, 93, 94].

Основними факторами, які визначають формування термічного режиму ґрунту і приземного шару повітря при наявності РП, є радіаційний режим, стан рослин, теплофізичні характеристики ґрунту і повітря.

При вивченні впливу зрошення на термічний режим встановлено, що засоби поливів по-різному впливають на режим температури ґрунту. При поливі по борознах утворюється більш контрастний температурний режим ґрунту за рахунок його перезволоження в борознах та недостатнього зволоження на вершинах валків. На вершинах валків температура ґрунту через швидке висихання за значеннями близька до температури ґрунту незрошуваних ділянок. Температура ґрунту в борознах нижче за температуру ґрунту на ділянках, де зрошування виконувалось дощуванням. Під впливом зрошення значно зменшується амплітуда добового ходу $T_{\text{г}}$. На другу добу на ділянках після поливу дощуванням амплітуда знижується на 5 – 6 °С, а на полі, зрошуваному по борознах, амплітуда $T_{\text{г}}$ на вершинах валків збільшується на 2 °С в порівнянні з незрошуваним полем. Така різниця в температурі ґрунту спостерігається на початку вегетаційного періоду культур. З ростом рослин термічний ефект зрошення значно слабшає.

Для характеристики впливу рослинності на формування термічного режиму ґрунту і приземного шару повітря використовувалась різниця температур $\Delta T_{\text{г}}$ оголеної поверхні ґрунту на метеорологічному майданчику $T_{\text{гм}}$ і в посівах $T_{\text{пн}}$ та різниця стрибків температури ґрунт – повітря, які характеризують збудження температурного поля приземного шару повітря, обумовлене наявністю рослин

$$\sigma T_{\text{п}} = \Delta T_{\text{гм}} - \Delta T_{\text{гп}} , \quad (3.12)$$

де $T_{\text{гм}}$ та $\Delta T_{\text{гп}}$ – стрибки температури ґрунт – повітря на метеорологічному майданчику ($\Delta T_{\text{гп}} = T_{\text{гм}} - T_{2,0}$) і в посіві ($\Delta T_{\text{пн}} = T_{\text{пн}} - T_{2,0\text{п}}$);

$T_{2,0}$ та $T_{2,0п}$ – температура повітря на висоті 2,0 м над поверхнею ґрунту на метеорологічному майданчику і на висоті 2,0 м над шаром витіснення посіву.

На величину вище вказаних параметрів впливають інтенсивність сумарної радіації Q , стан рослинного покриву, за показник якого взята суха надземна фітомаса M_c (т/га), відносна площа листя L , міра зволоження верхніх шарів ґрунту W .

Аналіз результатів спостережень показав, що при вологості ґрунту в шарі 0 – 20 см від 30 до 50 мм при збільшенні сумарної радіації ΔT_r зростає. Зростання його незначне при фітомасі до 0,2 т/га. При збільшенні фітомаси ΔT_r зростає пропорційно зростанню M_c (табл. 3.10).

Слід зазначити, що такі закономірності зміни ΔT_r , які спостерігаються на полі з солодким перцем під впливом сумарної радіації і сухої маси рослин, спостерігаються для баклажанів і томатів. На полях огірків різниця збільшується внаслідок повного затінення ґрунту рослинами.

Залежність ΔT_r від Q впродовж доби неоднозначна. У першій половині дня із збільшенням сумарної радіації ΔT_r безперервно зростає. У другій половині дня із зменшенням Q ΔT_r також зменшується, але повільніше, ніж зростає у першій половині. Після заходу сонця різниця має позитивний знак, перед світанком різниця має мінусовий знак.

Таблиця 3.10 – Залежність різниці температур ΔT_r поверхні ґрунту на метеорологічному майданчику і в посіві солодкого перцю від сумарної радіації Q при різних значеннях сухої надземної фітомаси M_c і $W_{0-20} = 30 - 50$ мм

M_c , т/га	Сумарна сонячна радіація Q , Вт/см ²							
	100	200	300	400	500	600	700	800
0,25	-4,8	-1,5	0	0,3	0,8	1,0	1,1	1,9
2,5	-2,5	0,8	1,5	3,9	4,8	5,5	6,8	9,5
3,5	0	1,1	3,6	5,2	7,1	9,8	12,0	14,9
7,5	0,2	1,5	2,5	5,1	10,1	11,2	13,5	16,1

Вплив PP на термічний режим повітря оцінювався шляхом порівняння температури повітря на полях з овочевими культурами з температурою повітря на метеорологічному майданчику на рівні шару витіснення ΔT_{zp} та на висоті 2,0 м над ним $\Delta T_{2,0 zp}$

$$\Delta T_{zp} = T_{zp,м} - T_{zp,п} , \quad (3.13)$$

$$\Delta T_{2,0 zp} = T_{2,0 zp} - T_{2,0 zp,п} , \quad (3.14)$$

де $T_{\text{зп,м}}$ і $T_{\text{зп,п}}$ – температура повітря на метеорологічному майданчику та на полі на рівні шару витіснення $h_{\text{зп}}$.

$T_{2,0 \text{ зп}}$ і $T_{2,0 \text{ зп,п}}$ – температура повітря на метеорологічному майданчику на висоті 2,0 м і в полі на висоті 2,0 м над шаром витіснення.

Значення $\Delta T_{\text{зп}}$ та $\Delta T_{2,0 \text{ зп}}$ можуть мати плюсовий і мінусовий знак і залежать від ступеня розвитку посівів. Після висаджування розсади в ґрунт, коли фітомаса мала, температура повітря на метеорологічному майданчику на висоті $h_{\text{зп}}$ не набагато нижче від температури повітря на тій же висоті в посівах. Найбільшого значення ця різниця набуває о 13 год і складає 1,5 °С. Різниця температури повітря на висоті 2,0 над $h_{\text{зп}}$ значно менше і становить о 13 год 0,7 °С, а у вечірні години і вночі має зворотний знак. Із зростанням фітомаси температура повітря в полі стає нижчою, ніж на метеорологічному майданчику. В добовому ході $\Delta T_{\text{зп}}$ та $\Delta T_{2,0 \text{ зп}}$ чітко простежується перехід $T_{\text{зп}}$ через 0. Строки переходу залежать від величин M_c та відносної площі листя L . Це дозволяє зробити висновок, що зміни термічного режиму приземного шару повітря під впливом рослинного покриву спостерігаються і добовому ході, і в міру розвитку рослин. Для огірків та капусти в зв'язку із незначною висотою рослин ці закономірності виражені недостатньо.

Дослідження показали, що впродовж доби спостерігається зміна коливань $\Delta T_{\text{п}}$. Найбільші значення $\Delta T_{\text{п}}$ спостерігаються на початку періоду розвитку овочевих культур, один – два тижні після висаджування розсади у ґрунт, біля полудня, коли $\Delta T_{\text{п}}$ змінюється від 0,8 до 28,9 °С. В подальшому, коли рослини підростуть та будуть більш розвинені, діапазон коливань $\Delta T_{\text{пм}}$ і його найбільш імовірні значення зменшуються в залежності від накопиченої фітомаси. В період технічної стиглості рослин, при найбільшій фітомасі діапазон коливань $\Delta T_{\text{пм}}$ о 13 год в порівнянні з метеорологічним майданчиком зменшується у 3 рази на полях з баклажанами, солодким перцем та томатами і в два рази на полях огірків і капусти. Такі зміни $\Delta T_{\text{пм}}$ в процесі розвитку рослин свідчать про значний вплив рослинності на термічний режим приземного шару.

Величина стрибків $\Delta T_{\text{пм}}$ також залежить від надходження сонячної радіації і від вологості ґрунту (табл. 3.11).

Головним чинником зміни динаміки добового ходу показників термічного режиму посівів є денний хід Q , який визначається широтою місця, схиленням сонця, наявністю хмар та прозорістю атмосфери.

В умовах змінної хмарності на механізм формування термічного режиму в посівах значною мірою будуть впливати випадкові коливання сумарної радіації і елементів термічного режиму, які спричинятимуться мінливістю хмарності та густотою посівів.

Таблиця 3.11 – Залежність стрибків температури ґрунт – повітря на метеорологічному майданчику ($\Delta T_{\text{пм}}$, °C) від надходження сумарної радіації і вологості ґрунту $W_{0-20} = 30 - 50 \text{ мм}$

Строки спостережень, год	Сумарна радіація, Вт/м ²												
	70	140	210	280	350	420	490	560	630	700	770	850	920
7	1,9	2,3	2,5	2,9	3,5	4,0	-	-	-	-	-	-	-
10	2,4	3,6	5,6	7,4	10,2	12,1	13,5	14,9	16,2	17,5	18,4	19,3	-
13	-	-	7,3	9,3	11,0	13,4	15,6	17,8	19,2	20,4	20,5	20,9	21,7
16	3,9	6,0	7,3	9,2	11,1	13,0	15,1	17,8	-	-	-	-	-
19	1,9	3,0	3,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

В табл. 3.12 представлені показники гідрометеорологічного режиму в посівах овочевих культур в ясну погоду в дні настання основних фаз розвитку при різній густоті посівів. Аналіз розрахунків показав, що найбільше на температуру поверхні ґрунту впливає густота посівів. При густоті 80 тис. рослин/га різниця становить 7,3 °C.

Водний режим посівів овочевих культур. Всі овочеві культури відзначаються підвищеними вимогами до забезпечення вологою. На більшій частині території України (степова зона) баклажани, капуста, огірки, солодкий перець і томати вирощуються переважно на зрошуваних полях. У лісостеповій зоні – при частковому зрошенні. Водоспоживання рослин на незрошуваних і зрошуваних ділянках буде різним.

Водоспоживання рослин – це сумарна кількість води, яка витрачається посівами за вегетаційний період і визначається через величину сумарного випаровування. На величину водоспоживання рослин впливають їхні біологічні особливості, гідрометеорологічний режим впродовж вегетації та типи ґрунтів. В умовах достатнього зволоження водоспоживання рослин дорівнює їх потребі у воді, яка прирівнюється до випаровуваності.

Існуючі методи врахування гідрометеорологічних факторів при встановленні потреб рослин у воді ґрунтується переважно на врахуванні випаровуваності, яка розраховується за формулами з використанням стандартної метеорологічної інформації.

Дослідженнями [45] започатковано розвиток біокліматичних методів розрахунку випаровування і випаровуваності, в основі яких лежить визначення потреби рослин у воді, її мінливості під впливом погодних умов та стану рослин, а також визначення оптимального водного режиму ґрунту. Потреба рослин у воді – це біологічна категорія, котра залежить від географічного положення місця, біологічних особливостей кожної культури і гідрометеорологічних умов.

Водний режим ґрунту вважається оптимальним, якщо кількість вологи в ґрунті знаходиться в інтервалі 70 – 80 % *НВ*.

Водоспоживання рослин прирівнюється до сумарного випаровування E , яке складається із транспірації рослин E_T та випаровування із поверхні ґрунту E_G . Для врахування біологічних особливостей рослин А.М. Алпатєвим введено поняття біологічної кривої водоспоживання. При її побудові для кожної декади вегетаційного періоду визначається максимальне водоспоживання при оптимальних запасах продуктивної вологи в ґрунті. Біологічні криві деяких овочевих культур наведені на рис. 3.9.

Порівняння значень біологічних кривих баклажанів і томатів з біологічною кривою солодкого перцю показує, що різниця між ними не перевищує 0,1 в період максимального розвитку надземної маси. Біологічні криві, побудовані з використанням даних при різних видах поливів, показують їх ідентичність. Найбільші значення біологічних кривих для овочевих спостерігаються в період максимального накопичення рослинної маси, тобто в період від початку цвітіння до першого збору плодів.

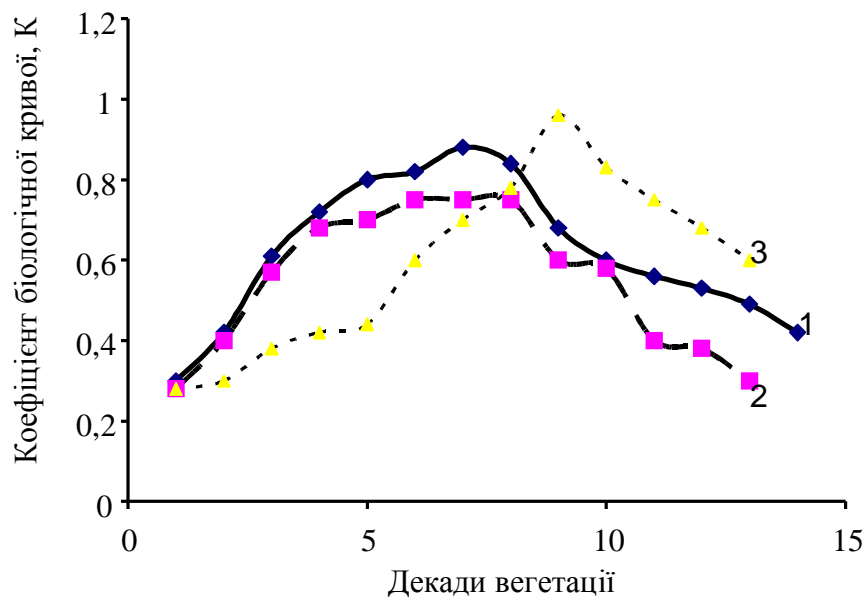


Рис. 3.9 – Біологічні криві. 1 – солодкого перцю, 2 – баклажанів, 3 – огірків.

Таблиця 3.12 – Гідрометеорологічний режим в посівах овочевих культур (за даними вимірювань о 14 год, за ясної погоди, при густоті посівів 50 та 80 тис. рослин/га)

Культура	Фази розвитку рослин																
	цвітіння, червень						утворення плодів, липень						технічна стиглість, серпень				
	T _n	R	ΔT	ΔI	T _г	T ₁₀	T _n	R	ΔT	ΔI	T _г	T ₁₀	T _n	R	ΔT	ΔI	T _г
Бакла-жани																	
1	23,0	19	1,4	0,9	45,1	24,6	22,7	35	0,6	0,4	30,0	23	19,6	53	0,4	0,7	28,5
2	23,0	20	1,0	1,2	25,9	23,5	22,5	36	0,4	0,4	22,7	22	19,6	54	0,9	0,9	26,7
Солод-кий пе-рець																	
1	23,4	20	1,4	0,8	46,0	24,5	22,6	36	0,2	0,6	25,5	22,2	23,5	53	1,3	0,6	27,5
2	22,3	22	0,6	1,0	26,1	22,0	22,0	39	0,0	0,9	22,1	21.1	19,5	55	0,8	1,1	22,1
Томати																	
1	23,2	20	1,4	0,5	44,5	24,4	22,7	33	0,6	0,6	27,2	23,3	23,5	52	0,3	28,8	23,9
2	23,0	20	1,1	0,7	26,5	23,1	22,6	36	0,2	1,1	22,2	21,9	19,6	55	0,9	27,0	23,6

Примітка: 1, 2 – густина рослин відповідно 50 і 80 тис. рослин/га;

T_n – температура повітря на рівні висоти рослин, °C;

R – відносна вологість повітря на рівні висоти рослин, %;

ΔT та ΔI – градієнти температури і вологості повітря між $\frac{3}{4}$ висоти рослин і висотою 2м.

По міжфазних періодах значення коефіцієнтів біологічної кривої становить: від $-0,82$; через дві декади після настання фази технічної стиглості $-0,78$, далі до кінця вегетації $-0,56$.

Приведені до однакових погодних умов та оптимальних запасів вологи у ґрунті біологічні криві є стійкою характеристикою впливу біологічних особливостей рослин на водоспоживання.

Використовуючи декадні значення коефіцієнтів біологічних кривих K , за формулою А.М. Алпатьяєва була розрахована випаровуваність, яка прирівнюється до потреби у волозі, по міжфазних періодах і в цілому за вегетаційний період: для баклажанів від висаджування розсади в ґрунт до цвітіння вона становить 180 мм, від цвітіння до технічної стиглості -138 мм, від технічної стиглості до припинення вегетації -270 мм; для огірків $-164, 121, 238$ мм; для солодкого перцю $-188, 145, 272$ мм; для томатів $-180, 140, 269$ мм; для капусти від висаджування розсади у ґрунт до завивання качана 162 мм, від завивання до технічної стиглості 285 мм.

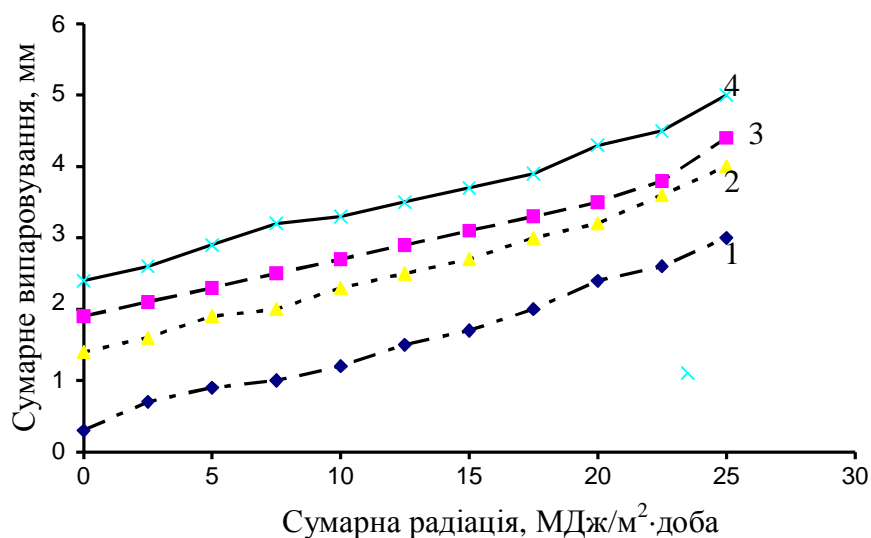
Інтенсивність випаровування також залежить від надходження Q , W , $T_{\text{рп}}$ та площі зрошуваної ділянки. При зменшенні площі ділянок інтенсивність випаровування зростає. Залежність E від Q та L для баклажанів представлена на рис. 3.10. Залежності побудовані при запасах продуктивної вологи у шарі 0 -50 см 50 -70 мм.

Із рис. 3.10 видно, що при всіх значеннях відносної площі листя залежність випаровування від сумарної радіації прямолінійна. Аналогічні залежності спостерігаються на полях солодкого перцю, томатів і огірків. Такі залежності дають змогу розраховувати сумарне випаровування за даними сумарної радіації і площі листя.

Врахування таких факторів як відносна площа листя та сумарна радіація підвищить точність розрахунків сумарного випаровування.

Крім того, можливість розрахунків сумарного випаровування через відносну площу листя та сумарну радіацію дає змогу включати їх в модель формування продуктивного процесу рослин.

Величина випаровування і зміна запасів вологи під овочевими культурами $-$ функції багатьох процесів. Динаміка цих величин залежить від температури повітря та ґрунту, ступеня розвитку коріння рослин. Основна маса коріння овочевих культур розташована у верхньому шарі ґрунту до глибини 50 -60 см. То ж і при розрахунках норм зрошення слід глибину шару промочування брати такою ж. При визначенні норм і термінів зрошення необхідно знати початкові запаси продуктивної вологи перед поливом. Вони не завжди можуть бути визначені інструментально.



Площа листя: 1 – 0,5; 2 – 1,5; 3 – 2,5; 4 – 4 м²/м²

Рис. 3.10 – Залежність інтенсивності сумарного випаровування баклажанів від сумарної радіації та площі листя.

Тому були отримані статистичні залежності очікуваних запасів продуктивної вологи під баклажанами, солодким перцем, томатами в наступній декаді W від значень запасів вологи у попередній декаді W_1 , сум опадів і поливної води X та температури повітря t (табл. 3.13).

Таблиця 3.13 – Рівняння для розрахунків запасів продуктивної вологи під баклажанами, солодким перцем та томатами

Міжфазні періоди	Рівняння зв'язку	Коефіцієнт кореляції
Для шару ґрунту 0 – 20 см (декадні значення)		
Висаджування розсади в ґрунт – цвітіння	$W = 0,76W_1 + 0,15X - 1,1t + 18,4$	$0,82 \pm 0,04$
Для шару ґрунту 0 – 50 см		
Висаджування розсади в ґрунт – цвітіння	$W = 0,76W_1 + 0,42X - 2,94t + 52,8$	$0,76 \pm 0,05$
Цвітіння – технічна стиглість	$W = 0,51W_1 + 0,4X - 1,61t + 34,8$	$0,77 \pm 0,03$
Для шару 0 – 50 см (тижневі значення)		
Висаджування розсади в ґрунт – цвітіння	$W = 0,68W_1 + 1,02X - 1,02t + 20,3$	$0,76 \pm 0,06$
Цвітіння – останній збір плодів	$W = 0,61W_1 + 0,02X - 1,06t + 23,3$	$0,78 \pm 0,01$

За цими рівняннями при наявності синоптичного прогнозу можна прогнозувати запаси продуктивної вологи та визначати терміни та норми поливів.

4 Моделювання оцінки агрокліматичних ресурсів формування врожаю різних овочевих культур

4.1. Сучасний стан моделювання формування врожаю овочевих культур

Сучасна кількісна теорія фотосинтетичної продуктивності посівів, розвиток якої визначили роботи Ничипоровича А.А., Будаговського О.І., Росса Ю.К., Тоомінга Х.Г., Будико М.І., Сиротенко О.Д., Польового А.М., Монсі М., Саєкі Т. та ін., дозволяє розглянути процес формування врожаю як складну сукупність цілої низки фізіологічних процесів. Першими дослідженнями в агрометеорології такого рівня були роботи Чиркова Ю.І., пов'язані з розробкою методу оцінки умов формування врожаю кукурудзи та методу прогнозу її врожаю.

Відомо багато динамічних моделей продуктивності різних сільськогосподарських культур, які дозволяють оцінити ріст рослин впродовж вегетаційного періоду як результативну основних фізіологічних процесів. При побудові таких моделей використовується методологія, розроблена Россом Ю.К. [102, 103], Тоомінгом Х.Г. [89], Торнлі І. [104], а також принципи моделювання низки фізіологічних процесів, сформульовані цими авторами.

В роботі [102] наводиться динамічна модель, яка використовується для дослідження процесів транспірації та випаровування в світлу пору доби. Ґрунтовий блок моделі складає рівняння провідності тепла та вологи ґрунтом. Надземний блок – рівняння теплового балансу рослинного покриву та рівняння водного балансу агроценозу.

Для овочевих культур подібні дослідження представлені роботами Сиптиця С.О. та Федченко Д.К. [105], Белоногова А.М. [106], Дж. Торнлі [104], в яких розроблені моделі формування продуктивності капусти, огірків, салату, вегетативних томатів.

Існуючі моделі продуктивності овочевих культур можна об'єднати в три групи, в яких накопичення сухої маси рослин розглядається як:

- 1) функція загального фотосинтезу та дихання;
- 2) по співвідношенню структура – запас;
- 3) функція вмісту азоту в надземних органах.

Так, в моделі формування продуктивності салату [106] оцінюється вплив мінливих погодних та ґрунтових умов на реакцію культур на азотні добрива впродовж сезону. В цій моделі накопичення сухої біомаси салату розглядається як функція вмісту азоту в надземній частині. Загальний азот в рослинах та вага надземної маси завдаються початковими значеннями і підраховуються потім щоденно. Приріст сухої біомаси оцінюється за максимально можливим приростом з врахуванням лімітуючих умов.

Максимальний щоденний приріст розраховується за логістичним рівнянням як функція максимального врожаю.

Модель має чітко визначений ґрунтовий блок, який описує пересування води і нітратів в ґрунті за різних умов, поглинання нітратів із ґрунту корінням (при цьому припускається, що азот знаходиться в ґрунті тільки в нітратній формі). Поглинання азоту салатом визначається з логістичного рівняння з врахуванням концентрації нітратів в ґрунті, їх доступності корінню, загального азоту, який вміщують рослини. Модель може бути використана для розрахунків урожаю салату в залежності від дози азотних добрив, способу їх внесення, віку рослин, ґрунтових та погодних умов.

В роботі [107] розроблена динамічна модель для прогнозу щоденних змін приросту капусти та складу питомих речовин при вирощуванні в полі з різними рівнями азотних та калійних добрив. В моделі виконується розрахунок утворення нітратів нітрифікацією іонів амонію та мінералізацією органічної речовини ґрунту; визначення концентрації калію в розчині як результат відновлення балансу різних форм калію в ґрунті, а також оцінюється розподіл води і нітратів за профілем ґрунту. Потім підраховується щоденний приріст рослин в залежності від біомаси рослин, рівня надходження сонячної радіації в цей день та середнього тиску ґрунтової води в зоні розповсюдження коріння.

В роботі вказується, що як засвоєння, так і реакція рослин на калій залежать від рівня вмісту нітратів в ґрунті та від концентрації азоту в тканинах рослин. Важливою особливістю моделі є дослідження дії ґрунтової води на поглинання питомих речовин корінням рослин. Ґрунт поділяється на шари і вважається, що ґрунтова вода розподіляється таким чином, щоб при наявності великої кількості шарів вміст води в окремому шарі був рівним *ПВ* або мертвому запасу. Далі було прийнято, що для ґрунту з вологістю, яка дорівнює величині вологості в'янення, рухливість питомих речовин настільки незначна, що рослини не можуть засвоїти ні однієї з цих речовин.

В роботі [104] запропонована динамічна модель формування врожаїв капусти. Ріст рослин описується системою рівнянь, які дозволяють розраховувати основні елементи продуктивного процесу капусти. Розрахунок виконується з кроком в одну добу з моменту висаджування розсади у відкритий ґрунт. Добовий приріст сухої речовини визначається на основі кількісної теорії фотосинтезу рослин. Інтенсивність фотосинтезу розраховується в залежності від інтенсивності ΦAP з врахуванням впливу температури і вологості повітря. Наводяться рівняння дихання для надземної частини і коріння. В моделі також враховуються умови азотного живлення і ґрунтової родючості.

Математичне моделювання продуктивного процесу огірків наведено в роботі [106]. В застосованій моделі продукти фотосинтезу та кореневого

поглинання представлені фондами асимілятів і фондами мінеральних елементів. Вміст фондів визначається з рівнянь

$$\frac{dF_1}{dt} = \frac{f_1}{M} \Phi_p(Q, C_A, T_A, S_L) - (A_1 - C_1)k(T_i, \Psi_i) \cdot \frac{F_1 \cdot F_2}{A_1 F_2 + A_2 F_1}, \quad (4.1)$$

$$\frac{dF_2}{dt} = \frac{f_2}{M} F_N(W, C_N, T_n, S_R) - A_R k(T_i, \Psi_i) \cdot \frac{F_1 \cdot F_2}{A_1 F_2 + A_2 F_1}, \quad (4.2)$$

де F_1 – фонд асимілятів в рослині, г/г;

F_2 – фонд мінеральних елементів, г/г;

M – біомаса рослин, г;

f_1, f_2 – функції, які забезпечують виконання умови $\frac{\Phi_p}{A_1} = \frac{F_N}{A_2}$,

де Φ_p – фотосинтез рослин мг СО / (дм² год);

Q – сонячна радіація, Вт/м²;

C_A – вміст СО в повітрі, %;

T_A – температура повітря, °С;

S_L, S_R – площа листя, площа поверхні коріння, см²;

A_1, A_2 – коефіцієнти, г/г;

C_1 – коефіцієнт витрат на дихання росту, г/г;

Ψ_l – водний потенціал листя, бар;

F_N – потік мінеральних елементів в корінь, г/розч. год;

W – вологість ґрунту, мм;

C_N – вміст мінеральних елементів у ґрунтовому розчині, г/см³;

T_n – температура ґрунту, °С.

Модель може бути використана для визначення необхідних умов вирощування, отримання оптимальних значень факторів середовища будь-який час, що дає можливість керувати швидкістю росту біомаси.

В роботі [102] розглядається модель росту зимового салату. В цій моделі накопичення сухої речовини рослин розглядається в залежності від поглинання сонячної радіації, інтенсивності фотосинтезу. Суха маса рослин поділяється на дві складові: суха маса накопичення та структурна маса. Мінливість кожної складової описується диференціальними рівняннями. В модель вводяться дві змінні – щільність світлового потоку та середня за день температура повітря. Модель дає можливість визначити зміну сухої маси накопичення, структурної та загальної маси, а також зміну в часі дійсної і ефективної площі листя і дозволяє розраховувати швидкість дихання. Розрахунки виконуються з кроком в одну добу.

В роботі Торнлі І. [104] запропонована односубстратна трипартментальна (лист, стебло, корінь) модель. Уточнення стаціонарної моделі виконувалось за даними аналізу росту рослин томата до цвітіння. В основі моделі використовується припущення, що стан рослини в певний відрізок часу визначається двома перемінними – сухою масою структурного матеріалу та сухою масою запасуючої речовини. Інтенсивність росту визначається залежністю швидкості росту структури від кількості наявного запасу речовини. Відносна площа рослин пропорційна структурній масі.

Рослина за інтервал часу отримує визначену кількість субстрату, частка якого витрачається на дихання росту і перетворення в рослинний матеріал. Поглинання субстрату для росту описується співвідношенням

$$\frac{V_l \cdot K_l \cdot S_l}{K_l + S_l}, \quad (4.3)$$

де V_l – об'єм листової тканини, м³;

S_l – концентрація субстрату в листовому компартаменті, кг·моль·м³;

K_l – константа, яка відображує максимальну швидкість утилізації речовини;

$(S_l \rightarrow \infty)$, безрозмірна;

K_l – константа Михаеліса-Ментен, безрозмірна.

Аналогічні рівняння записані для стебла і кореня. Потік субстрату із листа в стебло

$$\frac{b(S_l - S_s)}{r_{ls}}, \quad (4.4)$$

із стебла в корінь

$$\frac{b(S_s - S_r)}{r_{rs}}, \quad (4.5)$$

де r – опір транспорту між листком і стеблом, с;

b – масштабний коефіцієнт, безрозмірний;

r_{rs} – опір між стеблом і коренем, с;

S_s – концентрація субстрату в стеблі, кг/(моль · м³);

S_r – концентрація субстрату в корінні, кг/(моль · м³).

Швидкість зміни субстрату дорівнює різниці між надходженням і відтоком та утилізацією. Надходження – інтенсивність дійсного фотосинтезу P_q , відтік – транспортний потік в стебло. Тоді

$$\frac{d}{dt}(V_l S_l) = P_q - \frac{b(S_l - S_s)}{r_{ls}} - \frac{V_l K_l S_l}{K_l + S_l}, \quad (4.6)$$

де $V_l S_l$ – розмір пулу субстрату.

Для стебла можна записати

$$\frac{d}{dt}(V_s S_s) = \frac{b(S_l - S_s)}{r_{ls}} - \frac{b(S_s - S_r)}{r_{sr}} - \frac{V_s K_s S_s}{K_s + S_s}, \quad (4.7)$$

для кореня

$$\frac{d}{dt}(V_r S_r) = \frac{b(S_l - S_r)}{r_{sr}} - \frac{V_r K_r S_r}{K_r + S_r} \quad (4.8)$$

Робота Торнлі І. має велике теоретичне значення у подальшій розробці моделей продуктивного процесу рослин, оскільки запропонована модель правильно описує фізіологічну сутність росту.

В роботі [108] розрахунок врожайності томатів пропонується виконувати з допомогою математичної моделі «погода – врожай», структура якої наводиться в [109].

В цій моделі розглядається процес формування врожаю зернових культур. Для культури томатів структура моделі взята практично в незмінному вигляді, без врахування особливостей цієї культури. Розрахунок маси та площі плодів виконується за рівняннями

$$m_R^i = m_R^{i-1} + (G_R^i - D_R^i - q_R^i - P_R^i)\Delta t - sK_R m_R^{i-1}, \quad (4.9)$$

$$LG_R^i = LG_R^{i-1} + S_R (G_R^i - D_R^{iR})\Delta t - sK_R LG_R^{i-1}, \quad (4.10)$$

де m_R – маса плодів на i -м кроці за часом;

G_R – швидкість росту;

D_R – дихання;

q_R – розпад;

P_R – осипання маси плодів (для будь-якої доби $q_R = 0, P_R = 0$);

s – логічна перемінна, дорівнює 1 в день збирання та 0 в інші дні;

K_R – частка плодів, що збираються;

Δt – крок в часі, рівний одній добі;
 LG_R – площа поверхні плодів;
 S_R – коефіцієнт переходу від щойно утвореної структурної маси плодів до їх площі;
 D_R^R – дихання росту.

В моделі також проведена оцінка ефективності поливів, які проводяться при вирощуванні томатів. У зв'язку із специфікою вибраної моделі, вона не описує процеси морфогенетичного розвитку томатів, а саме, утворення пагонів і формування китиць різних ярусів і порядків, не враховуються також притаманні культурі томатів особливості формування врожаю плодів. Ці особливості пов'язані з послідовним утворенням плодів на китицях різних порядків і ярусів та різницею в темпах їх досягання.

В роботі [110] в основу моделі формування врожаю томатів покладено рівняння балансу сухої біомаси на одиницю площі. За ріст береться накопичення сухої речовини, яка складається із пулу вуглеводів та азотного пулу. Модель засновується на положеннях, викладених в роботах [65, 87 – 89, 111, 112, 113].

Модель має блокову систему і в ній відображено вплив факторів середовища на основні процеси життєдіяльності рослин: фотосинтез, дихання, розподіл асимілятів, поглинення елементів мінерального живлення. Також модель враховує особливості формування вегетативних і репродуктивних органів, хвилі росту плодів, які спостерігаються у цієї культури, розташованих на китицях різного порядку. Крім формування кількості врожаю, модель описує якість врожаю і можливий розвиток шкідників і хвороб.

Харчова цінність плодів томатів визначається вмістом в них вуглеводів, органічних кислот, мінеральних солей, ароматичних речовин і вітамінів [52, 53, 57, 61]. В моделі [110] за показник якості плодів взято вміст цукру. Моделювання якості врожаю томатів розглядається як моделювання накопичення цукру в плодах у взаємозв'язку з факторами навколишнього середовища.

Процес утворення цукру описаний рівнянням Михаеліса – Ментен з врахуванням впливу температури повітря і вологості повітря та ґрунту.

$$\frac{\Delta P^i}{\Delta t} = \frac{P_{\max} \Delta C_{kq}^i(f) / \Delta t}{\Delta C_{kq}^i(f) / \Delta t + K_p} \cdot \Psi_p^i \cdot g_p^i, \quad (4.11)$$

де $\frac{\Delta P}{\Delta t}$ – швидкість утворення цукру, г/(м²·д);

P_{\max} – максимально можлива швидкість утворення цукру, г/(м²·д);

$\Delta C_{kq}^i(f) / \Delta t$ – швидкість надходження вуглеводів в плоди, г/(м²·д);

K_p – константа Михаеліса – Ментен, г/(г·д);

Ψ_p, g_p – функції впливу температури повітря і вологості ґрунту на процес утворення цукру, безрозмірні.

Швидкість надходження вуглеводів у плоди визначається виразом

$$\frac{\Delta C_{kq}^i(f)}{\Delta t} = \frac{\Delta m_{kq}^i(f)}{\Delta t} \left(1 - \frac{\Delta \bar{N}_{надз}}{\Delta t} \right), \quad (4.12)$$

де $\frac{\Delta \bar{N}_{надз}}{\Delta t}$ – концентрація азоту в прирості надземної частки рослини.

В моделі формування продуктивності солодкого перцю [38], яка розроблена автором на основі базової моделі продуктивності сільськогосподарських культур А.М. Польового [111], описані головні процеси: фотосинтез та дихання.

Процес фотосинтезу розглядається як функція ΦAP , температури повітря, вологості ґрунту і площі листя. Дихання, як головний процес розщеплення вуглеводів з виділенням енергії і утворенням інших біохімічних компонентів рослини, береться як функція швидкості фотосинтезу, температури та біомаси (окремо для листя, стебел, коріння).

Фотосинтез – головний процес утворення органічної речовини в рослинах. В запропонованій нами моделі в реальних умовах тепло- та вологозабезпеченості інтенсивність фотосинтезу описується рівнянням

$$\Phi_t^j = \Phi_o^j a_{\Phi}^j j_{\Phi}^j Y_f^j, \quad (4.13)$$

де Φ_o^j – інтенсивність фотосинтезу при найсприятливіших умовах тепло- та вологозабезпеченості, мг $\text{CO}_2 \text{ дм}^{-2} \text{ г}^{-1}$;

a_{Φ}^j – онтогенетична крива фотосинтезу;

j_{Φ}^j – функція впливу температури повітря;

Y_f^j – функція впливу вологості ґрунту.

За період розвитку фотосинтетична діяльність рослин не залишається однаковою, а змінюється згідно з реальними умовами тепло та вологозабезпеченості. Ці зміни оцінюються згідно з дослідженнями А.М.Польового [111]. Вплив вологості ґрунту на інтенсивність фотосинтезу враховується з допомогою коефіцієнта вологозабезпеченості

$$g = \frac{E^j}{E_o^j}, \quad (4.14)$$

де E^j – фактичне сумарне випаровування, мм;

E_0^j – випаровуваність за найбільш можливого зволоження ґрунту, мм.

Температурна крива фотосинтезу апроксимується виразом

$$j_j = \left(\frac{Q^j - 0.0004}{2} \right)^{7.74} \left(\frac{Q^g - 1}{10} \right) \left(\frac{1.4 - Q^g}{0.4} \right)^{38} \left(\frac{Q^g - 1}{10} \right), \quad (4.15)$$

$$Q^j = t^j / t_{optq}, \quad (4.16)$$

де t^j – середня температура повітря за декаду, °С;

t_{optq} – оптимальна температура повітря, °С;

$Q^j = t^j / t_{optq}$ – порогова температура початку фотосинтезу, °С.

Витрати енергії на дихання залежать від маси, віку рослин та інтенсивності фотосинтезу і визначаються з формули

$$R = a_R (c_1 M + C_2 \Phi), \quad (4.17)$$

де R – витрати на дихання, г/м²;

a_R – онтогенетична крива дихання;

C_1 – 0,255 – витрати на підтримку структур;

C_2 – 0,088 – витрати на створення нових структурних одиниць та рух речовин;

M – суха біомаса посіву, г/м².

У вегетативних органів овочевих культур найінтенсивніше дихання спостерігається в період цвітіння та формування плодів.

Приріст біомаси посіву визначається як різниця між сумарним фотосинтезом й витратами на дихання

$$\frac{\Delta m^j}{\Delta t} = \frac{1}{1 + C_2} \Phi^j - \frac{C_1 a_R^j}{1 + C_2} M^j Q_{10}^{\frac{1}{2}(T_{\max} - T_{\min})}, \quad (4.18)$$

де $\frac{\Delta m^j}{\Delta t}$ – приріст біомаси, г/м²;

C_2 – коефіцієнт дихання підтримки,

C_1 – коефіцієнт дихання росту;

a_R – параметр, який характеризує вплив фази онтогенезу на швидкість дихання;

T_{\max} – максимальна температура повітря, °C;

T_{\min} – мінімальна температура повітря, °C

Маса окремих органів рослин перцю визначається системою рівнянь

$$\begin{cases} m_l^{j+1} = m_l^j + \left(b \frac{\Delta m_u^j}{\Delta t} - v_l^j m_l^j \right) n \\ m_s^{j+1} = m_s^j + \left(b_s^j \frac{\Delta m_u^j}{\Delta t} - v_s^j m_s^j \right) n \\ m_p^{j+1} = m_p^j + \left(b_p^j \frac{\Delta m_u^j}{\Delta t} + v_l^j m_l^j + v_s^j m_s^j \right) n \end{cases}, \quad (4.19)$$

де m_l^j , m_s^j , m_p^j – біомаси листя, стебел, плодів відповідно, г/м² дек;

b_l^j , b_s^j , b_p^j – ростові функції листків, стебел, плодів відповідно;

v_l^j , v_s^j – функції перетоку асимілятів з листків та стебел.

Функції перетоку визначаються з рівняння

$$v_i^j = \frac{K_p TSI^j}{\left(2 \sum T_{opt}^2 - \sum T_p \right)} - 2 \sum T_{i\ opt}^2, \quad (4.20)$$

де TSI – середньодобова температура повітря за декаду, °C;

$\sum T_{opt}$ – оптимальна сума температур для росту плодів, °C;

$\sum T_p$ – сума середньодобових температур, з якої починається утворення плодів, °C;

$\sum T_{i\ opt}^2$ – оптимальна сума температур для росту окремих органів овочевих рослин, °C.

Фотосинтезуюча поверхня визначалась з формули

$$LL^{j+1} = LL^j + \frac{\Delta m_l^j}{p} (\Delta m_l^j > 0), \quad (4.21)$$

$$LL^{j+1} = LL^j + \frac{\Delta m_l^j}{s_i K_q} (\Delta m_l^j < 0), \quad (4.22)$$

де LL^{j+1} – відносна площа листя, м²/м²;

Δm_l^j – приріст сухої біомаси листя, г/м²;

s_i – питома поверхнева щільність, г/м².

Вид ростових функцій вегетативного та репродуктивного періодів і онтогенетичні криві дихання і фотосинтезу визначаються згідно з (4.16), а їхні параметри – з дослідних даних.

Для розрахунків за моделлю необхідні такі початкові дані:

t_0 – номер декади розрахункового періоду, починаючи з травня;

j – географічна широта місця;

$W_{\text{нв}}$ – найменша вологомісткість ґрунту в шарі 0 – 50 см;

m_i – початкова біомаса окремих органів;

L_i – початкова площа асимілюючої поверхні.

Початкову біомасу і площу асимілюючої поверхні визначають з польових спостережень. З польових спостережень також визначені і ростові функції b_R , b_n , b_l , b_s , b_p які відповідно становлять 0,12; 0,88; 0,34; 0,18; 0,48 для всіх овочевих культур, які розглядаються.

Параметр s_i , який характеризує питому поверхневу щільність листя, визначена з дослідних даних і для всього періоду вегетації баклажанів становить 43 г/м², солодкого перцю – 45 г/м², томатів – 41 г/м².

Прискорення процесів підтримки при підвищенні температури враховується з допомогою коефіцієнта a_R , в розробленій моделі він дорівнює 2,0. Початкова інтенсивність дихання дорівнює 0,5. Також визначені згідно з [2, 3, 4] $a_{\phi} = 0,29$ мг СО₂ дм²/г/Вт, коефіцієнт затухання $\Phi AP = 0,5$.

В базову модель введено блок формування продуктивних і репродуктивних органів, який складається із семи підблоків (рис. 4.1) і з його допомогою описані процеси утворення бруньок, квітів, запліднення та формування кількості плодів із врахуванням впливу на ці процеси факторів зовнішнього середовища – температури і вологості повітря, вологості ґрунту.

Кількість закладених бруньок на початок цвітіння овочевих культур визначається з виразу

$$S_I^{j+1} = (S_I^j - D / \sum T_{\text{цв}} - \sum T_{\text{бр}} \cdot TSI) \cdot K_1, \quad (4.23)$$

де S_I^j – кількість бруньок на початок цвітіння, шт.;

D – кількість бруньок, які опали, шт.;

$\sum T_{\text{цв}}$ – сума ефективних температур, необхідна для настання фази цвітіння, °С;

$\sum T_{\text{бр}}$ – сума ефективних температур, необхідна для настання фази утворення бруньок, °С;

K_1 – параметр, який визначається з формули

$$K_I^j = \frac{\Delta m_p^j}{\Delta m_{p \max}}, \quad (4.24)$$

де Δm_p^j – приріст плодів, г/м²·дек;

$\Delta m_{p \max}$ – максимально можливий приріст плодів, г/м²·дек.

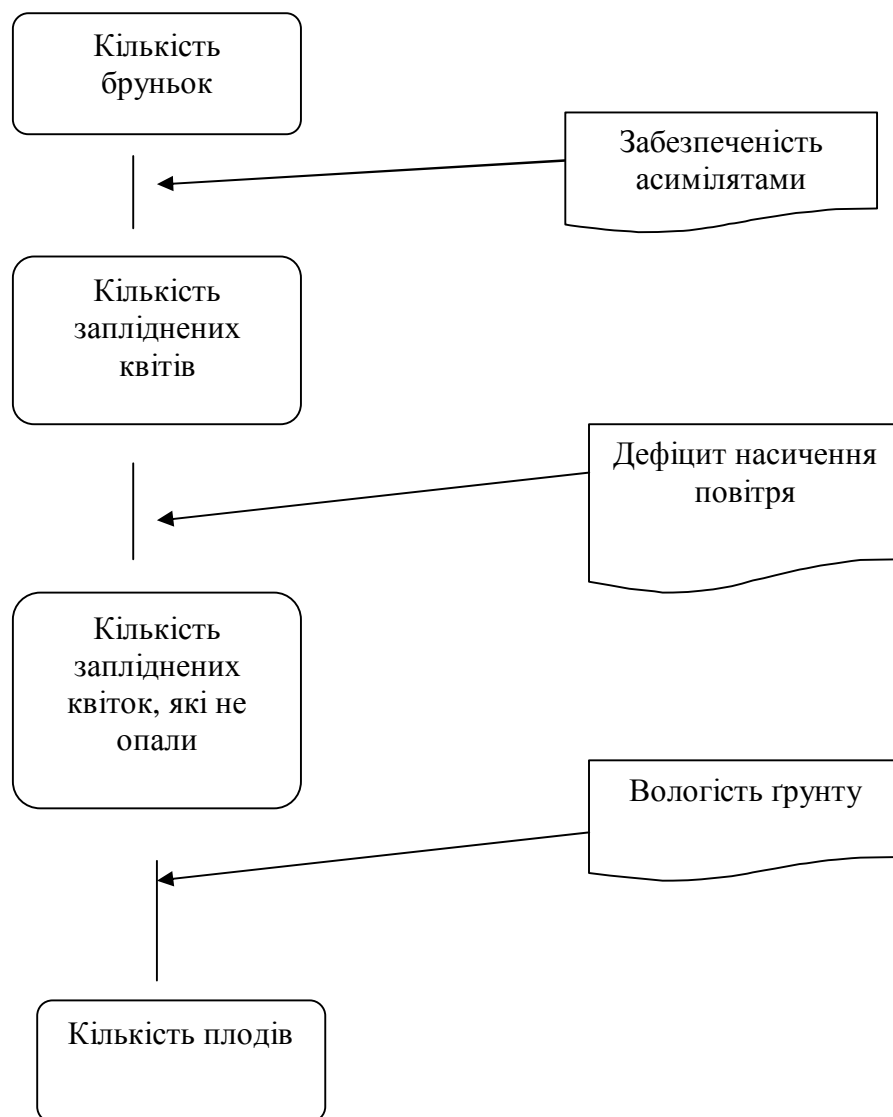


Рис.4.1 – Блок формування генеративних та репродуктивних органів овочевих культур

Величини S_l^j та D задаються на початок розрахунку за результатами польового дослідження.

Кількість запліднених квіток на кожному розрахованому кроці визначається з формули

$$S_{II}^{j+1} = S_{II}^j + \Delta S_{II}^j, \quad (4.25)$$

де S_{II}^j, S_{II}^{j+1} – кількість запліднених квіток на j -й та $j+1$ розрахованому кроці, безрозмірні;

ΔS_{II}^j – кількість запліднених квіток за декаду, визначається з такого виразу

$$\Delta S_{II}^j = \frac{S_I^j}{\sum T_{k.цв} - \sum T_{н.цв}} T S1 \cdot K(d), \quad (4.26)$$

де $\sum T_{к.цв}$ – сума ефективних температур, які накопичились на кінець цвітіння, $^{\circ}\text{C}$;

$K(d)$ – коефіцієнт, який враховує вплив дефіциту насичення повітря на проходження процесу запліднення квіток.

Вплив дефіциту насичення повітря оцінюється функцією

$$K(d) = \begin{cases} 1 & \text{при } d \leq d_{opt} \\ \frac{1}{0.05d} & \text{при } d > d_{opt} \end{cases}, \quad (4.27)$$

де d – дефіцит насичення повітря, гПа;

d_{opt} – оптимальне значення дефіциту насичення повітря, за якого відбувається запліднення, гПа.

Можлива кількість запліднених квіток, які збереглися до початку інтенсивного росту зав'язі, оцінюється формулою

$$S_{III}^{j+1} = S_{III}^j + \Delta S_{III}^j, \quad (4.28)$$

де S_{III}^{j+1} та S_{III}^j – кількість запліднених квіток, шт.;

ΔS_{III}^j – кількість запліднених квіток за декаду, визначається за формулою

$$\Delta S_{III}^j = \frac{D_I}{\sum T_{рзав} - \sum T_{к.цв}} T S1 \cdot K_{II}^j, \quad (4.29)$$

де $\sum T_{рзав}$ – сума ефективних температур, необхідна для початку інтенсивного росту зав'язі, $^{\circ}\text{C}$;

$\sum T_{к.цв}$ – сума температур, яка накопичується на кінець цвітіння, $^{\circ}\text{C}$;

K_{II}^j – коефіцієнт вологості, який визначається з виразу

$$K_{II}^j = \begin{cases} 1 & \text{при } \frac{W^j}{W_{нб}} \geq 0,7 \\ 3.3 \left(\frac{W^j}{W_{нб}} - 0,4 \right) & \text{при } 0,4 \leq \frac{W^j}{W_{нб}} < 0,7 \end{cases}, \quad (4.30)$$

де $W_{нб}$ – найменша вологомісткість, мм;

W – вологість ґрунту, мм.

Знаючи кількість утвореної зав'язі (S_{III}^j), можна розрахувати на кожному кроці середню вагу одного плоду перцю таким чином. Спочатку визначається середній приріст одного плоду перцю на розрахованому кроці

$$\overline{\Delta m_{1p}}^j = \frac{\Delta m_p^j}{S_{III}^j}, \quad (4.31)$$

де $\overline{\Delta m_{1p}}^j$ – середній приріст одного плоду перцю за декаду, г/м²·дек.

Тоді середня маса одного плоду перцю визначається як

$$\overline{m_{1p}}^{j+1} = \overline{m_{1p}}^j + \overline{\Delta m_{1p}}^j, \quad (4.32)$$

де $\overline{m_{1p}}^{j+1}$ та $\overline{m_{1p}}^j$ – середня маса одного перцю.

Харчова цінність плодів баклажанів, солодкого перцю та томатів визначається вмістом в них вуглеводів, органічних кислот та вітамінів. В запропонованій моделі за показник якості плодів взято вміст в них цукру. Процес утворення цукру в плодах описується виразом Міхаеліса-Ментен, з розрахунком впливу на швидкість протікання цього процесу температури повітря [111].

$$\frac{\Delta C^j}{\Delta t} = \frac{C_{\max} \cdot \Delta m_p^j / \Delta t}{R_m + \Delta m_p^j / \Delta t} K(T), \quad (4.33)$$

де $\frac{\Delta C^j}{\Delta t}$ – швидкість утворення цукру в плодах, г/дек;

C_{\max} – максимально дійсна швидкість утворення цукру в плодах, г/дек;

R_m – константа Міхаеліса-Ментен, г/г·д;

$K(T)$ – функція впливу температури повітря на швидкість утворення цукру, безрозмірна.

В роботах [85, 117, 131] вказується, що підвищення температури сприяє накопичуванню цукру. В нашій моделі вплив температури повітря

на швидкість утворення цукру враховується з допомогою наступного виразу

$$K(T) = \begin{cases} 0.04 & \text{при } T \leq 25^{\circ} \\ 1 & \text{при } T > 25^{\circ} \end{cases}, \quad (4.34)$$

де T – середня за декаду температура повітря, $^{\circ}\text{C}$.

Вміст цукру в плодах на кожному кроці описується виразом

$$C^{j+1} = C^j + \frac{\Delta C^j}{\Delta t}, \quad (4.35)$$

де C^j – вміст цукру на початок декади, г/м^2 ;

C^j – приріст вмісту цукру за декаду, г/м^2 .

4.2. Ідентифікація параметрів та перевірка адекватності моделі

Використання моделі продуктивного процесу перцю передбачає адекватне описування основних процесів життєдіяльності рослин. Ідентифікація параметрів моделі продуктивного процесу пов'язано з оцінкою близькості результатів моделювання з дослідними даними про ріст і розвиток рослин. Ідентифікація параметрів продуктивного процесу проводилась нами методом незалежного розрахунку параметрів за результатами експериментальних спостережень. Деякі параметри визначені з літературних джерел.

Для розрахунку інтенсивності фотосинтезу рослин солодкого перцю виконуються такі характеристики фотосинтетичного апарату листка як Φ_{\max} та $a\phi$. В нашій моделі Φ_{\max} згідно даним [115] прийнято рівним $28 \text{ мг CO}_2/\text{дм}^2 \cdot \text{ч}$, $a\phi = 0,29 \text{ мг CO}_2 \cdot \text{дм}^2 \cdot \text{ч/Вт} \cdot \text{м}^2$. Коефіцієнт затухання ΦAP в посівах прийнято рівним 0,5 на основі даних [116, 117].

До параметрів, які дозволяють врахувати вплив зміни фізіологічного віку органів на інтенсивність фотосинтезу, відносяться параметри онтогенетичної кривої фотосинтезу $a\phi$ та онтогенетичної кривої дихання a_R .

Закономірністю онтогенетичної мінливості фотосинтезу рослин перцю є порівняно низький фотосинтез у молодого листя та збільшення інтенсивності в міру росту рослин, досягнення максимального рівня перед цвітінням і зниженням в процесі старіння [79 – 82].

Початкова інтенсивність фотосинтезу по відношенню до максимальної дорівнює 0,5. Оскільки максимум інтенсивності дихання

приходиться на період цвітіння – плодоношення перцю, то початкова інтенсивність дихання також прийнята рівною 0,5. Для розрахунку інтенсивності дихання рослин перцю використовуються коефіцієнти дихання росту і коефіцієнти дихання підтримки. За даними [117, 118] коефіцієнти C_1 та C_2 дорівнюють 0,255 та 0,088 відповідно.

Прискорення процесів підтримки з підвищенням температури враховується за допомогою коефіцієнта a_R . В нашій моделі він дорівнює 2,0.

До параметрів, які використовується для описання росту і розвитку рослин, відносяться параметри ростових функцій вегетативного та репродуктивного періодів, ростові функції b_l, b_s, b_p, R_r визначені за експериментальними даними, осередненими за 3 роки спостережень.

Параметр s характеризується питомою поверхневою щільністю листя (ППЩ). В розрахунках використовуються середні значення ППЩ за весь вегетаційний період 54 г/м^2 .

Для оцінки швидкості утворення цукру в плодах вводиться значення C_{\max} , яке дорівнює, $0,6 \text{ г/м}^2 \cdot \text{д}$. Константа Михаеліса-Ментен R_m дорівнює $5 \text{ г/м}^2 \cdot \text{д}$.

Оптимальне значення дефіциту вологості повітря, за якого відбувається запліднення, становить $8 - 12 \text{ гПа}$ [126].

Перевірка моделі виконувалась шляхом співставлення розрахованих за моделлю і емпіричних характеристик біомаси вегетативних і репродуктивних органів і площі асимілюючої поверхні. Порівняння розрахункових і емпіричних значень приростів біомаси репродуктивних і вегетативних органів проводилось в динаміці від посадки розсади перцю в ґрунт. Результати порівняння представлені на рис. 4.2. З рисунка видно, що розрахункові значення біомаси добре узгоджені з емпіричними значеннями. Різниця між розрахованими та емпіричними значеннями більш помітна при великих приростах біомаси.

На рис. 4.3 представлений хід зміни розрахованої маси рослин і фактичної біомаси репродуктивних органів. а на рис. 4.4 хід розрахованої і фактичної площі листя.

На рис. 4.4 представлено хід розрахованої і фактичної площі листя.

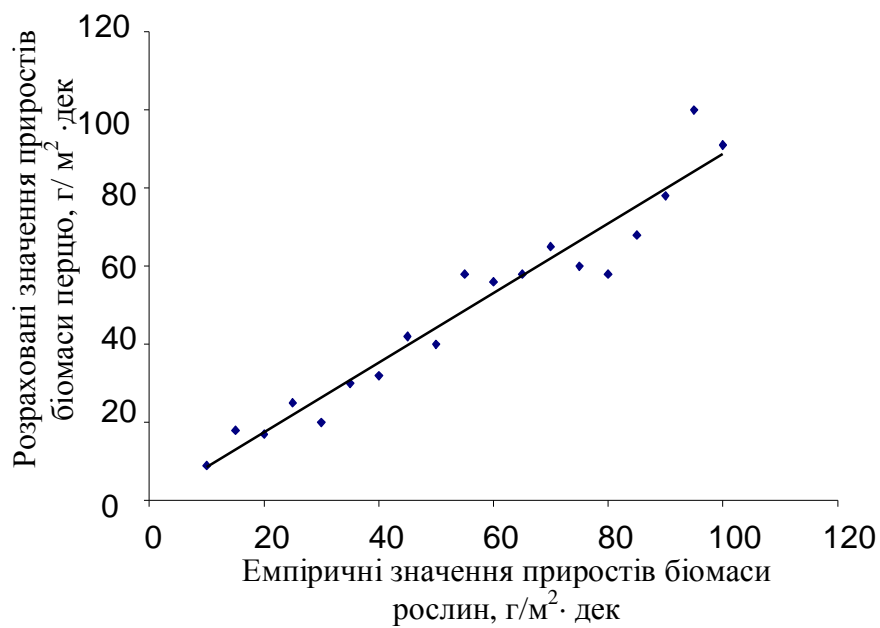


Рис. 4.2 – Порівняння розрахованих (у) і емпіричних (х) значень приростів біомаси рослин за декаду (г/м²·дек).

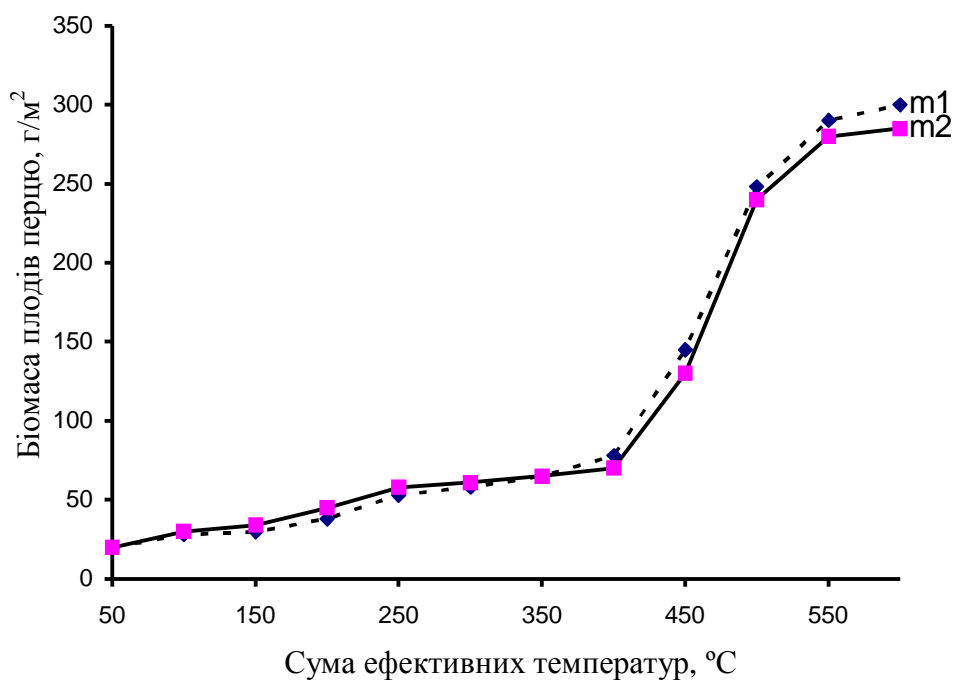
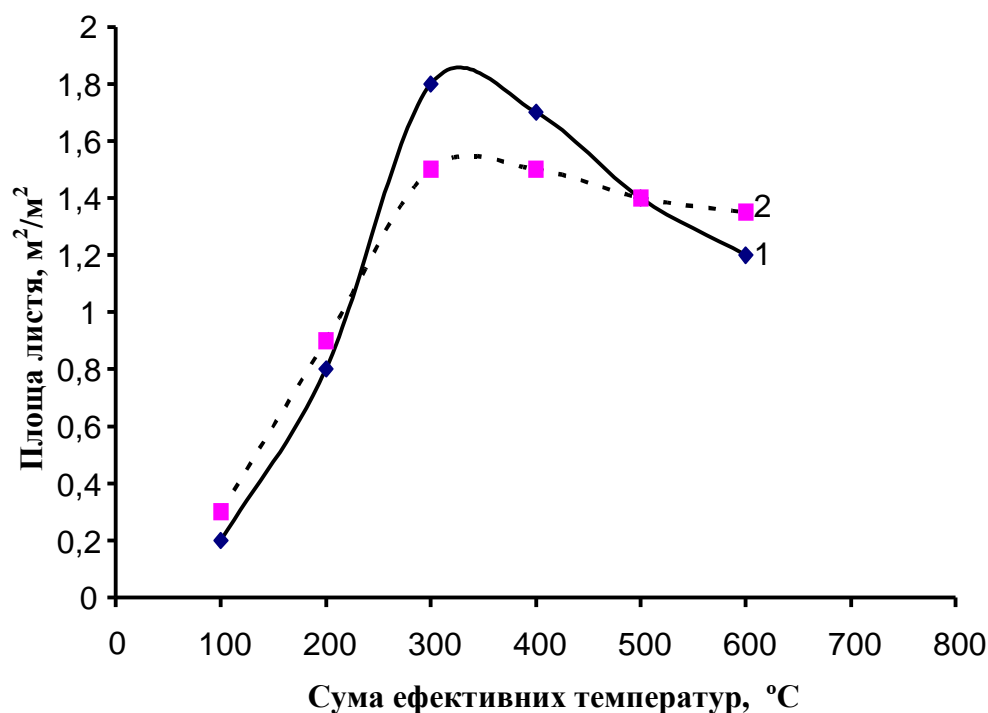


Рис. 4.3 – Динаміка біомаси плодів перцю. 1 – розрахована, 2 – емпірична. Сорт Подарунок Молдови.



1 – розрахована, 2 – фактична

Рис. 4.4 – Динаміка відносної площі листя ($\text{м}^2/\text{м}^2$).

Як видно із рисунків, закономірність формування площі листя і репродуктивних органів, розрахованих за моделлю, співпадають з закономірностями динаміки утворення фактичної асимілюючої поверхні та біомасою репродуктивних органів.

Значення відносної похибки (%) розрахунку площі листя і біомаси репродуктивних органів представлені в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Похибки розрахунку (%)

Рік спостереження	Похибка розрахунку, %	
	площа листя	біомаси репродуктивних органів
1994, вар.1	16	14
вар.2	14	14
1995 вар.1	12	12
вар.2	14	12
1996 вар.1	16	14
вар.2	14	11

Таким чином, аналіз розрахованих і фактичних характеристик біомаси рослин і площі листя дозволяє зробити висновок, що можна використовувати запропоновану модель продуктивного процесу солодкого перцю для оцінки агрометеорологічних умов вирощування його та прогнозування врожайності.

4.3 Модель оцінки агрокліматичних ресурсів формування урожаю

4.3.1 Загальна характеристика моделі

Продуктивність сільськогосподарських культур обумовлюється сукупністю агрокліматичних показників, які характеризують агрокліматичні ресурси території. Показники агрокліматичних ресурсів повинні всебічно відображати: 1 – наскільки сільськогосподарські культури забезпечені цими ресурсами, 2 – співвідношення ресурсів потреб рослин, 3 – ступінь використання цих ресурсів. Найадекватніше відображення агрокліматичних ресурсів може бути реалізовано в агроекологічних категоріях врожайності, які ґрунтуються на принципах максимальної продуктивності і відповідності умов зовнішнього середовища потребам рослин [113].

Згідно з першим принципом – максимальної продуктивності – рослини та фітоценози в природних умовах мають максимальну в існуючих умовах продуктивність, а також максимальний коефіцієнт корисної дії (ККД) використання фотосинтетичний активної радіації (ФАР). Згідно з другим принципом – відповідні умови – максимальна продуктивність і висока врожайність забезпечуються шляхом створення умов, які задовольняють потреби рослин. Принцип відповідності умов реалізується антропогенним впливом [114]:

- 1) зміна умов навколишнього середовища відповідно до потреб сільськогосподарських культур реалізується шляхом використання відповідних агротехнічних заходів;
- 2) досягнення кращої відповідності біологічних властивостей рослин умовам навколишнього середовища за допомогою селекції;
- 3) розміщення сільськогосподарських культур, їх окремих сортів та гібридів відповідно до ґрунтово-кліматичних умов та з урахуванням мікрокліматичних особливостей території;
- 4) цілеспрямований і обґрунтований захист рослин від хвороб і шкідників.

Запропонована Тоомінгом Х.Г. система еталонних урожаїв дозволяє значно глибше підходити до вирішення питань оцінки відповідності кліматичних ресурсів біологічним вимогам різних сільськогосподарських культур. Цей принцип знайшов широке використання [115 – 117].

На основі концепції максимальної продуктивності Тоомінга Х. Р. [113] і результатів моделювання формування врожаю, отриманих в роботах А.М. Польового [65, 112], була розроблена модель оцінки агрокліматичних умов формування урожаю овочевих культур, яка призначена для оцінки продуктивності клімату України. Для більш детальної оцінки агрокліматичних умов за крок моделі взято декаду [114].

Модель має блокову структуру і містить шість блоків (рис. 4.5):

- блок вхідної інформації;
- блок показників сонячної радіації і волого – температурного режиму;
- блок функції впливу фази розвитку і метеорологічних чинників на продуктивний процес рослин;
- блок родючості ґрунту і забезпеченості рослин мінеральним живленням;
- блок агроекологічних категорій врожайності;
- блок узагальнених оцінкових характеристик.

4.3.2 Блок вхідної інформації

Цей блок вміщує дані стандартних метеорологічних і агрометеорологічних спостережень та включає всі необхідні для виконання розрахунків характеристики. Вони діляться на дві групи:

- перша група: середня за декаду температура повітря, °С; сума опадів за декаду, мм; середня за декаду загальна хмарність, бал; середня за декаду відносна вологість повітря, %; кількість днів у розрахунковій декаді;
- друга група: відомості про внесення доз азотних, фосфорних і калійних добрив, кг/га; дані про оптимальні дози цих добрив, кг/га; дані про внесення органічних добрив і їх оптимальну дозу, т/га; про рік внесення органічних добрив; бали ґрунтового бонітету.

4.3.3 Блок показників сонячної радіації і волого - температурного режиму

Для розрахунку інтенсивної сумарної сонячної радіації використовується формула Берлянд Т.Г. [95]

$$Q_0^j = Q_{\max}^j \cdot (1 - 0.38 \cdot (1 + N) \cdot N), \quad (4.36)$$

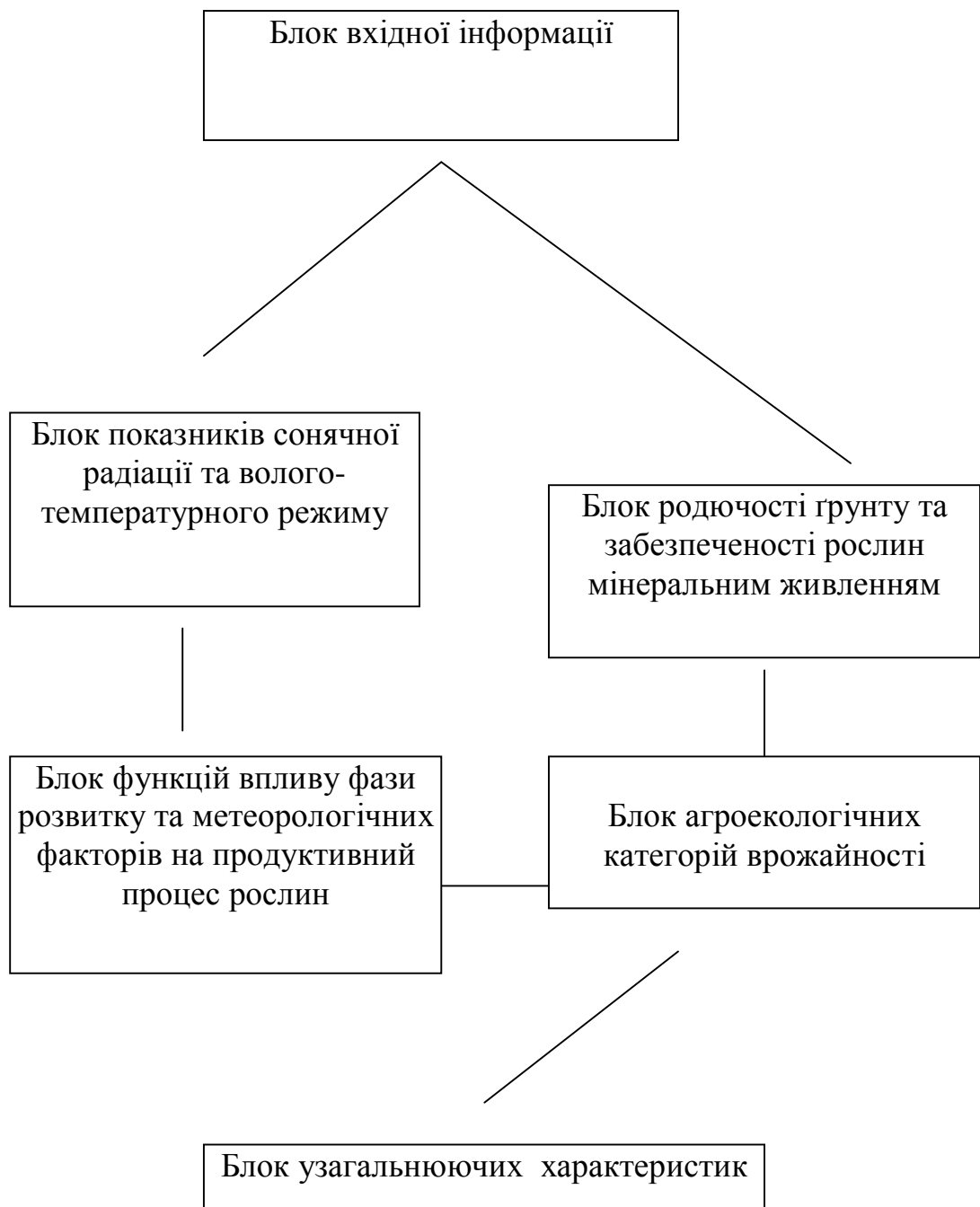


Рис. 4.5 – Блок–схема базової моделі оцінки агрокліматичних ресурсів

де Q_0^j – сумарна сонячна радіація, що надходить на горизонтальну поверхню, кал/(см²·д);

Q_{\max} – максимально можлива сумарна сонячна радіація, кал/(см²·д);

N – середня за декаду загальна хмарність;

j – номер розрахункової декади.

Для розрахунку випаровуваності (E_0) була використана формула Алпат'єва А. М. [45]

$$E_0^j = 0.65 \cdot ДВВ^j \cdot dv^j \cdot 0.75, \quad (4.37)$$

де $ДВВ$ – середній за декаду дефіцит насичення повітря;

dv – кількість днів в розрахунковій декаді.

Сумарне випаровування визначається за формулою С.І. Харченко [118]

$$E^j = \frac{2W^j + O_s^j + P_{\text{нор}}^j}{1 + \frac{1W_{HB}}{E_0^j}}, \quad (4.38)$$

де E – сумарне випаровування, мм;

$P_{\text{нор}}$ – норма вегетаційних поливів, м³/га;

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

O_s – сума опадів за декаду, мм;

W – запаси продуктивної води в шарі ґрунту 0-100 см.

За допомогою співвідношення (4.39) розраховується інфільтрація в нижні шари ґрунту:

$$F_{ilt}^j = W^j + O_s^j + P_{\text{нор}}^j - E^j - W_{HB}, \quad (4.39)$$

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

Розрахунок запасів продуктивної води виконується за рівнянням водного балансу:

$$W^{j+1} = W^j + O_s^j + P_{\text{нор}}^j - E^j - F_{ilt}^j, \quad (4.40)$$

4.3.4 Блок функцій впливу фази розвитку і метеорологічних чинників на продуктивний процес рослин

В основі продуктивного процесу рослин лежить фотосинтез. Його інтенсивність обумовлюється фазою розвитку рослин і умовами навколишнього середовища.

Для розрахунку онтогенетичної кривої фотосинтезу використовується формула [111]

$$a_{\phi}^j = \exp \left[-a_{\phi} \cdot \left(\frac{TS_2 - \sum t_1}{10} \right)^2 \right], \quad (4.41)$$

в якій величина a_{ϕ} визначається з виразу

$$a_{\phi} = \frac{-100(1n)a_{\phi}^0}{(\sum t_{1_1})^2}, \quad (4.42)$$

де a_{ϕ} – онтогенетична крива фотосинтезу, відн. од.;

a_{ϕ}^0 – початок онтогенетичної кривої фотосинтезу, відн. од.;

$\sum t_{1_1}$ – сума ефективних температур від висаджування розсади в ґрунт, за якої спостерігається максимальна інтенсивність фотосинтезу рослин °C;

TS_2 – сума ефективних температур, °C.

Функція впливу температури повітря на продуктивний процес визначається за допомогою такої процедури. Температурна крива фотосинтезу визначається з формули

$$\Psi_{\phi} = \begin{cases} 1.37 \cdot \sin(0.077 \cdot x_1^j), npu(t^j - t_0) < t_{opt1}^j \\ 1, nput_{opt1} \leq (t^j - t_0) \leq t_{opt2}^j \\ 1.13 \cdot \cos(1.570 \cdot x_2^j), npu(t^j - t_0) > t_{opt2}^j \end{cases}, \quad (4.43)$$

де Ψ_{ϕ} – температурна крива фотосинтезу;

t – середня за декаду температура повітря;

t_0 – середня за декаду температура повітря, при якій починається фотосинтез;

t_{opt1} – нижня межа температурного оптимуму для фотосинтезу;

t_{opt2} – верхня межа температурного оптимуму для фотосинтезу.

$$x_1^j = (t_x^j - t_0) / (t_{opt1}^j - t_0), \quad (4.44)$$

$$x_2^j = (t_x^j - t_{opt2}^j) / (t_{max} - t_{opt2}^j), \quad (4.45)$$

де t_{max} – середня за декаду температура повітря, при якій припиняється фотосинтез;

t_x – температура повітря.

Значення нижньої і верхньої меж температурного оптимуму для фотосинтезу визначаються з формул

$$t_{opt1}^j = 15.40 + 20.93x_3^j - 20.09(x_3^j)^2, \quad (4.46)$$

$$t_{opt2}^j = 18.49 + 18.53x_3^j - 17.52(x_3^j), \quad (4.47)$$

$$x_3^j = \frac{t^j}{\sum t_{req}}, \quad (4.48)$$

де $\sum t_{req}$ – сума температур, необхідна для дозрівання рослин.

Функція впливу температури повітря на фотосинтез Ψ змінюється від 0 до 1.

Функція впливу вологості ґрунту на фотосинтез (g_ϕ) визначається за формулою

$$g_\phi = \begin{cases} -1.163 \cdot (x_3^j)^2 + 2.187 \cdot x_3^j & \text{при } W^j < W_{opt1}^j \\ 1 & \text{при } W_{opt1}^j \leq W^j \leq W_{opt2}^j \\ -0.654 + 3.824 \cdot x_4^j - 2.633 \cdot (x_4^j)^2 + 0.467 \cdot (x_4^j)^3 & \text{при } W^j > W_{opt2}^j \end{cases}, \quad (4.49)$$

де W^j – запаси продуктивної води в метровому шарі ґрунту;

W_{opt1} – нижня межа оптимальних запасів води;

W_{opt2} – верхня межа оптимальних запасів води.

$$x_3^j = W^j / W_{opt1}^j, \quad (4.50)$$

$$x_4^j = W^j / W_{opt2}^j. \quad (4.51)$$

Функція впливу вологозабезпеченості посівів визначається як поєднання двох функцій. Враховувалася функція впливу вологості ґрунту на продуктивність рослин і відношення сумарного випаровування посівів до випаровуваності:

$$FM = \left(g_{\phi}^j \cdot \frac{E^j}{E_0} \right)^{0.5}, \quad (4.52)$$

де FM – відносна вологозабезпеченість посівів.

4.3.5. Блок родючості ґрунту і забезпеченості рослин мінеральним живленням

Родючість ґрунту характеризується наявністю в ньому гумусу, яка залежить від міри впливу ерозії ґрунту:

$$G_{um} = k_{er}^G \cdot G_{um}, \quad (4.53)$$

$$F_{G_{um}} = \frac{G_{um}}{G_{um_{opt}}}, \quad (4.54)$$

де G_{um} – наявність гумусу в ґрунті %;

G_{um} – наявність гумусу в ґрунті на схилах, з урахуванням ерозії %;

k_{er}^G – функція впливу ерозії ґрунту на наявність гумусу, відн.од;

$G_{um_{opt}}$ – оптимальна для культури кількість гумусу в ґрунті, %.

Функція впливу наявності гумусу в ґрунті визначається аналогічно за формулою, запропонованою в [45] для розрахунку забезпеченості елементами мінерального живлення:

$$FM_{G_{um}} = (F_{G_{um}})^{1.35} \cdot \exp[1.1 \cdot (1 - F_{G_{um}})], \quad (4.55)$$

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

Значення функцій оптимального азотного, фосфорного і калійного живлення розраховується за методом Образцова А. С. [119] з деякими модифікаціями

$$F_N = \frac{N_m}{N_{opt}}, \quad (4.56)$$

$$FM_N^j = \{(F_N)^{1.35} \cdot \exp[1.1 \cdot (1 - F_N)]\} \cdot k_{ef}^j, \quad (4.57)$$

$$F_p = \frac{P_m}{P_{opt}}, \quad (4.58)$$

$$FM_p^j = \{(F_p)^{1.35} \cdot \exp[1.1 \cdot (1 - F_p)]\} \cdot k_{ef}^j, \quad (4.59)$$

$$F_K = \frac{K_m}{K_{opt}}, \quad (4.60)$$

$$FM_K^j = \{(F_K)^{1.35} \cdot \exp[1.1 \cdot (1 - F_K)]\} \cdot k_{ef}^j, \quad (4.61)$$

де P_m, K_m – доза мінеральних (азотних, фосфорних і калійних) добрив, що вносяться, кг/га;

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

FM_N, FM_K – функція впливу забезпеченості азотом, фосфором і калієм, відн. од., змінюється від 0 до 1.

Далі враховується вплив режиму зволоження ґрунту на ефективність добрив

$$k_{ef}^j = \begin{cases} 1, \text{при } W^j / W_{opt1}^j \geq 0.85 \\ 0.8, \text{при } 0.70 < W^j / W_{opt1}^j < 0.85 \\ 0.6, \text{при } W^j / W_{opt}^j \leq 0.70 \end{cases}, \quad (4.62)$$

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

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

$$F_{O_{rg}} = \frac{O_{rg}}{O_{rg_{opt}}}, \quad (4.63)$$

$$FW_{O_{rg}}^j = \left\{ (F_{O_{rg}})^{1.35} \cdot \exp[1.1 \cdot (1 - F_{O_{rg}})] \right\} \cdot k_{ef}^j \cdot k_{O_{rg}}^g, \quad (4.64)$$

де $FW_{O_{rg}}$ – функція впливу внесення органічних добрив на урожай, відн.од.; $FW_{O_{rg}}$ змінюється від 0 до 1.

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

O_{rg} – оптимальна для культури доза внесення органічних добрив, т/га;

$k_{O_{rg}}^g$ – коефіцієнт впливу року внесення органічних добрив, відн. од.

Узагальнена функція впливу родючості ґрунту і внесення мінеральних і органічних добрив розраховується за принципом Лібіха

$$FW_{ef}^j = \min\{FW_{O_{rg}}^j, FN_N^j, FW_P^j FW_K^j\}, \quad (4.65)$$

де FW_{ef} – функція впливу ефективної родючості на урожай, відн.од., змінюється від 0 до 1.

4.3.6 Блок агроекологічних категорій врожайності

Визначимо величини різних агроекологічних категорій врожайності з урахуванням внесених модифікацій, та із залученням більш повної інформації і наповнення цих категорій новим змістом.

Приріст потенційної врожайності за декаду визначається залежно від інтенсивності ΦAP і біологічних особливостей культури з урахуванням зміни здатності рослин до фотосинтезу протягом вегетації

$$\frac{\Delta PB^j}{\Delta t} = a_{\phi}^j \frac{h \cdot Q_{\phi ap}^j \cdot dn^j}{q}, \quad (4.66)$$

де $\frac{\Delta PB^j}{\Delta t}$ – приріст потенційної врожайності за декаду;

a_ϕ – онтогенетична крива фотосинтезу;

h – ККД посівів;

$Q_{\phi ap}$ – інтенсивність ФАР;

dn – кількість днів в розрахунковій декаді;

q – калорійність;

j – номер розрахункової декади.

Середня калорійність сухої біомаси різних видів змінюється в межах 16.7 – 20.5 кДж/г. Калорійність змінюється в онтогенезі і для окремих органів рослин вона різна.

За О.О. Ничипоровичем [76 – 78], посіви за їх середніми значеннями ККД підрозділяються на групи:

звичайно спостережувані	0.5 – 1.5%
добрі	1.5 – 3.0%
рекордні	3.5 – 5.0%
теоретично можливі	6.0 – 8.0%

ККД залежить від багатьох факторів і, перш за все, від площі листя.

Найбільші значення ККД спостерігаються при площі листя 40 – 50 тис.м²/га.

Приріст метеорологічно можливої врожайності є приростом потенційної врожайності, який обмежується впливом режимів зволоження та температури.:

$$\frac{\Delta MMB^j}{\Delta t} = \frac{\Delta PB^j}{\Delta t} \cdot FTW2, \quad (4.67)$$

де $\frac{\Delta MMB^j}{\Delta t}$ – приріст метеорологічно можливої врожайності;

$FTW2$ – узагальнена функція впливу температурного режиму та режиму зволоження з корекцією на поєднання різних екстремальних умов.

Ця функція визначається за принципом Лібіха з урахуванням впливу температури повітря і умов зволоження на продуктивний процес.

Формування дійсно можливої врожайності обмежується рівнем природної родючості ґрунту

$$\frac{\Delta DMB^j}{\Delta t} = \frac{\Delta MMB^j}{\Delta t} \cdot B_{пл} \cdot F_{G_{um}}, \quad (4.68)$$

де $\frac{\Delta DMB^j}{\Delta t}$ – приріст дійсно можливої врожайності;

$B_{пл}$ – бал ґрунтового бонітету.

Рівень господарської врожайності обмежується реальним рівнем культури землеробства і ефективністю внесених мінеральних і органічних добрив

$$\frac{\Delta UB^j}{\Delta t} = \frac{\Delta ДМВ^j}{\Delta t} \cdot k_{земл} \cdot FW_{ef}^j, \quad (4.69)$$

де $\frac{\Delta UB^j}{\Delta t}$ – приріст врожайності у виробництві;

$k_{земл}$ – коефіцієнт, який характеризує рівень культури землеробства і господарської діяльності;

FW_{ef} – функція ефективності внесення органічних і мінеральних добрив залежно від умов забезпечення вологою декад вегетації. Визначається шляхом перемноження функції впливу вологості ґрунту на ефективність внесення добрив на функцію забезпечення посівів органічними та мінеральними добривами.

Важливим показником продуктивності посівів сільськогосподарських культур вважається коефіцієнт господарської ефективності урожаю, який відображає відношення кількості сухої фітомаси господарської частки урожаю (зерно, бульби, качани, плоди і т.д.) до маси загальної сухої фітомаси. Коефіцієнт господарської ефективності залежить від сорту сільськогосподарських культур та агрометеорологічних умов. За допомогою коефіцієнта господарської ефективності розраховуються агроекологічні категорії урожаю плодів при їх стандартній вологості

$$PB_{плодів} = PB \cdot K_{зосн} \cdot 1.14 \cdot 0.1 \quad (4.70)$$

$$ММВ_{плодів} = ММВ \cdot K_{зосн} \cdot 1.14 \cdot 0.1 \quad (4.71)$$

$$ДМВ_{плодів} = ДМВ \cdot K_{хоз} \cdot 1.14 \cdot 0.1 \quad (4.72)$$

$$UB_{плодів} = UB \cdot K_{зосн} \cdot 1.14 \cdot 0.1 \quad (4.73)$$

Для однієї і тієї ж культури коефіцієнт господарської ефективності може бути різним. При високій загальній продуктивності фотосинтезу і високому прирості загальної сухої фітомаси зниження $K_{земл}$ обумовлено погіршенням умов ΦAP в середині посіву при інтенсивному розвитку вегетативної маси рослин, великої висоти рослин і недостатній забезпеченості рослин поживними речовинами при високій вологості ґрунту [78].

Мінеральні елементи при подрібненому і диференціальному вживанні підвищують $K_{земл}$ і якість урожаю [78]. Сумісне внесення азоту і фосфору, посилене фосфорне живлення, а також бор і марганець сприяють підвищенню, тоді як посилене азотне живлення і мідь знижують $K_{земл}$ окремих культур. Аналіз дослідів з різними культурами дозволив зробити деякі узагальнюючі висновки:

1. В ході селекції врожай як загальної сухої фітомаси, так і зерна поступово підвищується, при цьому спостерігається тенденція до зростання $K_{земл}$;

2. Показник $K_{земл}$ зменшується при дуже низькому та досить високому накопиченні фітомаси, але при певній середній величині фітомаси він досягає найбільшого значення.

Таким чином, високий рівень накопичення загальної фітомаси, з одного боку, є базою для створення високого врожаю плодів, з іншого – часто веде до зниження коефіцієнта господарської ефективності посівів $K_{земл}$. Отже, рівень господарсько цінної частки врожаю не завжди пропорційний значенню $KKД$, розрахованому за значеннями загальної сухої фітомаси. Тому разом з $KKД$ посіву, розрахованим по загальній сухій фітомасі, можна розраховувати окремо $KKД$ господарсько цінної частки врожаю за вегетаційний період:

$$h_{хоз} = \frac{qm_{хоз}}{\sum Q_{\phi}}, \quad (4.74)$$

де $m_{хоз}$ – суха фітомаса господарсько цінної частки врожаю;

q – калорійність урожаю;

$\sum Q_{\phi}$ – сума ΦAP за вегетаційний період.

Таким чином, $h_{хоз}$ – це частка ΦAP , яка накопичилась протягом вегетаційного періоду у фітомасі господарсько цінних органів рослин. $KKД$, розрахований за загальною сухою фітомасою і

$h_{хоз} = \frac{qm_{хоз}}{\sum Q_{\phi}}$ пов'язані співвідношенням:

$$h_{хоз} = hK_{хоз}. \quad (4.75)$$

Отже, щоб забезпечити високі значення $KKД$ господарсько цінній частці врожаю, розведення нових сортів і всі агротехнічні прийоми повинні бути спрямовані на забезпечення високого показника $K_{земл}$ при високому значенні $KKД$ загальної фітомаси посіву.

Величина, яка показує частку плодів у загальній масі врожаю, знаходиться в залежності від розмірів загальної біомаси рослин, з

урахуванням впливу температури повітря періоду вегетації на рівень цієї величини:

$$K_{\text{хоз}} = \left[-0.43 + 6.702 \cdot 10^{-4} \cdot M_{\text{общ}} - 4.171 \cdot 10^{-7} (M_{\text{общ}})^2 + 8.889 \cdot 10^{-11} \cdot (M_{\text{общ}})^3 \right] \cdot t_{K_{\text{хоз}}} \quad (4.76)$$

$$t_{K_{\text{хоз}}} = -4.648 + 0.536 \cdot \bar{t}_{\text{В.П.}} - 0.13(\bar{t}_{\text{В.П.}})^2, \quad (4.77)$$

де $t_{K_{\text{хоз}}}$ – функція впливу температури повітря на рівень ;

$\bar{t}_{\text{В.П.}}$ – середня за період вегетації температура повітря.

Формули (4.24 – 4.66) дозволяють визначити різні агроекологічні категорії врожайності різних овочевих культур. Включення в модель параметрів, які характеризують відмінності у вимогах груп сортів до умов зовнішнього середовища, дозволило оцінити реакцію різних сортів на агрокліматичні умови їх вирощування і виконати в сортовому розрізі агрокліматичне районування продуктивності цієї культури для умов України.

Перевірка адекватності запропонованої моделі показала, що середня відносна помилка розрахунку *ДМВ* становить 15 – 18% для різних овочевих культур. Це дає підстави використовувати її для вирішення поставлених задач.

4.3.7 Блок узагальнених оцінкових характеристик

Аналіз різноманітних агроекологічних категорій врожайності (*ПВ*, *ММВ*, *ДМВ*, *УВ*), а також їх співвідношень і відмінностей дозволяє оцінювати природні і антропогенні ресурси сільського господарства, а також ефективність господарського використання цих ресурсів.

Для цього існують п'ять узагальнених характеристик:

1. Ступінь сприятливості метеорологічних умов обробітку культури характеризує співвідношення *ММВ* і *ПВ*:

$$K_{\text{м}} = \text{ММВ} / \text{ПВ} , \quad (4.78)$$

де $K_{\text{м}}$ – коефіцієнт сприятливості метеорологічних умов, відн. од.

$$K_{\text{п}} = \text{ДМВ} / \text{ММВ} , \quad (4.79)$$

де $K_{\text{п}}$ – коефіцієнт сприятливості ґрунтових умов, відн. од.

$$K_{ap} = UB/MMB, \quad (4.80)$$

де K_{ap} – коефіцієнт ефективності використання агрокліматичних ресурсів, відн. од.

$$K_{земл} = UB/ДМВ, \quad (4.81)$$

де $K_{земл}$ – коефіцієнт ефективності використання фактичних агрометеорологічних і ґрунтових умов, характеризує рівень культури землеробства, відн. од.

$$K_{агро} = UB/ПВ, \quad (4.82)$$

де $K_{агро}$ – коефіцієнт реалізації агроекологічного потенціалу, відн. од.

Підвищення рівня UB і доведення його до $ДМВ$ потребує ретельного дотримання всіх засобів агротехніки, виконання їх у цілковитій відповідності з агрометеорологічними умовами на конкретному полі. Це – першочергова задача програмування урожаїв, яка спрямована на усунення лімітуючої дії різноманітних господарських чинників. Наближення $ДМВ$ до $ММВ$ вимагає роботи щодо підвищення родючості ґрунту. Різниця між $ММВ$ і $ПВ$ компенсується за рахунок меліоративних заходів, а також як результат правильного підбору сортів і культур, які краще були пристосовані до особливостей конкретного клімату. Підвищення рівня $ПВ$ забезпечується, головним чином, шляхом селекції нових сортів, які матимуть більш високий рівень врожайності за рахунок більш ефективного використання сонячної радіації.

Перевірка адекватності запропонованої моделі була пов'язана з деякими труднощами, які полягають в тому, що не всі агроекологічні величини врожайності, розраховані за моделлю, можна зіставити з фактичними даними.

Це пояснюється тією обставиною, що деякі величини являють собою потенційні характеристики, отримання яких можливе тільки при оптимальності всіх агроекологічних і біологічних чинників, що визначають рівень врожайності. Разом з тим, ці величини є орієнтирами для підвищення продуктивності сільського господарства.

Серед чотирьох агроекологічних категорій врожайності (потенційна врожайність ($ПВ$), метеорологічно можлива врожайність ($ММВ$), дійсно-можлива врожайність ($ДМВ$), виробнича врожайність (UB)) реальним є зіставлення рівнів $ДМВ$ з врожайністю, яка одержана [11, 22, 52] в умовах високої агротехніки – на дослідних ділянках сільськогосподарських установ або держсортоділянках.

Таблиця 4.2 – Зіставлення розрахованих по моделі рівнів *ДМВ* з фактичними врожаями овочевих культур

№ п/п	Найменування області	Баклажани			Солодкий перець			Томати		
		розр ДМВ ц/га	факт урожай ц/га	Р %	розр. ДМВ ц/га	факт урожай ц/га	Р %	розр. ДМВ ц/га	факт урожай ц/га	Р %
1	Донецька	260	214	18	246	206	16	273	253	7
2	Херсонська	253	240	14	262	214	18	263	248	6
3	Одеська	267	213	20	282	245	15	329	285	14
4	Луганська	198	162	19	234	182	23	195	172	12
5	Миколаївська	256	212	18	249	209	20	263	236	11
6	Кримська	245	223	9	262	222	15	279	242	14
7	Полтавська	105	72	21	135	105	25	180	156	14
8	Черкаська	141	110	20	184	141	20	249	213	15
9	Дніпропетровська	149	116	22	164	127	24	171	151	13
10	Житомирська	78	59	25	90	78	13	141	114	20
11	Чернігівська	100	78	22	99	85	14	184	158	15
12	Чернівецька	87	72	18	93	78	16	100	70	30
13	Вінницька	188	150	21	170	158	9	172	142	18
14	Кіровоградська	188	152	20	174	142	19	181	150	18
15	Сумська	98	76	23	107	92	15	130	102	22
16	Рівненська	76	50	23	94	76	24	108	72	34
17	Закарпатська	154	126	18	172	142	18	156	112	29
18	Київська	90	70	20	108	98	10	148	122	18
19	Харківська	92	77	14	147	126	15	130	115	12
20	Волинська	79	65	18	93	72	34	110	72	35
21	Запорізька	173	140	23	229	186	19	90	62	32
22	Івано-Франківська	110	81	28	108	82	25	117	108	8
23	Тернопільська	112	78	30	114	86	25	122	102	17
24	Хмельницька	111	82	26	95	78	18	101	78	23
25	Львівська	98	77	21	93	76	19	106	82	23

Такі врожаї були отримані в умовах властивій цій території ґрунтової родючості. Тут дотримується агротехніка обробітку культури, вноситься оптимальна доза мінеральних і органічних добрив, допускаються мінімальні втрати урожаю при його збиранні. Таким чином, врожайність на рівні *ДМВ* цілком може бути співставлена з рівнем врожайності дослідних ділянок.

Виходячи з цього, нами було виконано зіставлення розрахованих за середніми багаторічним агрометеорологічними даними рівнів *ДМВ* з фактичними середніми багаторічними урожаями (табл. 4.2).

Як видно з даних табл. 4.2 розраховані значення врожайності задовільно узгоджуються з фактичними даними. Максимальна відносна помилка становить не більше 18 – 26 %. Можна відзначити, що вона дещо більша для баклажанів, що, мабуть, можна пояснити значно меншим обсягом спостережень за цією культурою в порівнянні з даними по солодкому перцю.

5 Агрокліматичні умови формування продуктивності овочевих культур в Україні

Продуктивність усіх сільськогосподарських культур, в тому числі і овочевих, визначається мірою відповідності кліматичних умов їх біологічним особливостям та агротехніки вирощування.

Правильна оцінка і раціональне використання всіх природних ресурсів є необхідною умовою отримання стабільних урожаїв високої якості.

Найвища продуктивність буває за умов найбільш повного використання рослинами кліматичних ресурсів. Цього можна досягти виведенням нових сортів, зміною структури посівних площ, застосуванням інтенсивних способів вирощування та ін. Зміною структури посівних площ можна досягнути кращої відповідності кліматичних умов біологічним особливостям культур.

Урожаї баклажанів, капусти, огірків, солодкого перцю та томатів формуються в залежності від умов середовища, в якому вони вирощуються.

На більшості території України овочеві культури, крім огірків, вирощуються за допомогою розсади. В роботах [3, 4, 8, 10, 18, 26, 34, 52, 53] вказується, що найбільш сприятливими термінами висівання насіння та висаджування розсади в ґрунт є терміни, коли температурний режим відповідає вимогам рослин і сприяє доброму приживанню розсади.

Після сівби і висаджування розсади у ґрунт розвиток овочевих культур визначається факторами зовнішнього середовища, які постійно змінюються і кожен із них в різній мірі впливає на процеси життєдіяльності рослин. Оскільки кількість впливових факторів значна, а реакція рослин на їх вплив неоднозначна, то виникає необхідність схематизації та кількісного опису впливу цих факторів на ріст, розвиток та формування врожаю. На разі існує багато методів оцінки агрометеорологічних умов вирощування сільськогосподарських культур [114 – 130], які можна поділити на чотири групи:

1. Методи оцінки умов забезпечення вологою посівів сільськогосподарських культур, запропоновані С.О. Веріго, О.В. Процеровим, М.С. Куликом, А.С. Конторщиковим, І.А. Цубербіллер, О.П. Федосєєвим та ін. [125 – 127].

2. Методи оцінки формування продуктивності колосу та приростів рослинної маси, розроблені Ю.І. Чирковим, О.М. Поповською, О.М. Конторщиковою [128, 129].

3. Методи оцінки умов формування врожаю, створені Т.З. Венцкевичем, М.І. Зубарєвим [129, 130].

4. Методи оцінки агрокліматичних ресурсів, які засновуються на концепції максимальної продуктивності Х.Г. Тоомінга та математичного моделювання продуктивності рослин А.М. Польового [65, 114 – 117].

При вирішенні задачі оцінки агрокліматичних ресурсів формування урожаїв баклажанів, капусти, огірків, солодкого перцю та томатів в Україні була використана методологія агроекологічної оцінки продуктивності території А.М. Вітченко [115], математичне програмування продуктивності рослин А.М. Польового [65], засноване на концепції максимальної продуктивності Х.Г. Тоомінга, а також методи оцінки агрокліматичних ресурсів світу, континентів, держав П.І. Колоскова [133], Ф.Ф. Давітая [42], С.А. Сапожникової [134], Д.І. Шашка [132], І.А. Гольцберг [131], О.Р. Костянтинова [136], В.П. Дмитренка та З.А. Міщенко [139, 140].

5.1 Загальні підходи до оцінки клімату

При врахуванні впливу клімату на ефективність сільськогосподарського виробництва є визначення агрокліматичних умов територій, яке реалізується шляхом їх агрокліматичного районування. На разі існуючі методи підходу до агрокліматичного районування поділяються на два типи. До першого відноситься одна із головних форм природного районування, при якому використовуються показники, які найповніше характеризують кліматичні умови вирощування сільськогосподарських культур: сума біологічно активних температур ST °C, сума опадів SH (річних або за вегетаційний період), сума дефіцитів насичення повітря Sd або середніх запасів продуктивної вологи в ґрунті W , а також інші показники забезпеченості рослин вологою, повторність небезпечних явищ погоди та ін. Враховуються також фізико-географічні особливості території і характеристики ґрунтів [131 – 140].

До другого типу районування територій відноситься більш загальне агрокліматичне районування зі спеціальним галузевим. При цьому по території або її окремих регіонах виділяються зони можливого вирощування сільськогосподарських культур та розглядається ступінь сприятливості агрокліматичних умов для їх вирощування, інколи оцінюється і можлива продуктивність. Для цього використовується ціла низка різних показників зволоження і випаровуваності [133 – 136, 142].

Врахування агрокліматичних умов, які визначають всі процеси життєдіяльності рослин, при програмуванні врожаїв та життєдіяльності сільськогосподарських культур зводиться до того, що оцінюються агрокліматичні ресурси регіону (надходження сонячної радіації, запаси продуктивної вологи в ґрунті, ґрунтова родючість), враховуються агрокліматичні умови при визначенні термінів сівби та збирання, термінів застосування хімічних речовин для захисту рослин, при розрахунках оптимальних доз NPK , при оптимізації сівозмін, визначенні структури посівних площ також оцінюються меліоративні заходи та

агromетeорoлoгiчнa дiагнoстикa стaну пoсiвiв, рoзрaхункiв i прoгнoзiв oчiкyвaнoї врoжaйнoстi.

5.1.1 Оцiнкa aгpoклiмaтичних рeсурсiв зa дoпoмoгoю фiзикo-стaтистичних мoдeлeй

Иснує велика кiлькiсть рoбiт, в якoх aгpoклiмaтичнi рeсурси oцiнюютьcя зa дoпoмoгoю фiзикo-стaтистичних мoдeлeй [141 – 155].

В фiзикo-стaтистичних мoдeлeх в якoстi пoкaзникa aгpoклiмaтичних рeсурсiв використовуютьcя рoзрaхункoвi знaчeння пoтeнцiйнoгo врoжaю (*ПВ*), дiйcнo мoжливoгo врoжaю (*ДМВ*), бaли вiднoснoї врoжaйнoстi i т. iн. При тaкoмy пiдxoдi дo oцiнки aгpoклiмaтичних рeсурсiв вaжливим є тe, щo вoни вирaжaютьcя в дoстiть зручних для eкoнoмiчнoї iнтepпpeтaцiї знaчeннях урoжaйнoстi.

При зaстocувaннi фiзикo-стaтистичних мoдeлeй oцiнкa aгpoклiмaтичних рeсурсiв рeгioну пeрeдбaчae рoзрoбкy рeкoмeндaцiй щoдo iх використaння.

Пeршим зaпpoпoнувaв зaстocoвувaти фiзикo-стaтистичнe мoдeлювaння при oцiнцi aгpoклiмaтичних рeсурсiв Дж. Aццi [144]. Йoгo мoдeлi, клiмoскoпи мaють тaбличну фoрмy i вмищують вiдoмoстi пpo oпaди, екcтpeмaльнi тeмпepaтури пo мiжфaзних пeрioдaх тa бaлoвi oцiнки впливу нa кyльтyрy рiзних фaктoрiв нaвкoлишньoгo сepeдoвищa.

Пoдaльший рoзвитoк в рoзрoбцi фiзикo-стaтистичних мoдeлeй вiдбyвaвcя в рoбoтaх П.И. Кoлoскoвa [133] тa Д.И Шaшкa [132]. Вoни зaпpoпoнувaли мeтoд oцiнки зeмлi зa пoкaзникaми пoтeнцiйнoї бioлoгiчнoї пpoдyктивнoстi – знaчeннi бioклiмaтичнoгo пoтeнцiялу (*БКП*), який рoзрaхoвyeтьcя зa знaчeннями кoeфiцiєнтa бioлoгiчнoї пpoдyктивнoстi (кoeфiцiєнтa рoстy) тa вiднoшeнню сyм тeмпepaтур зa пeрioд aктивнoї вeгeтaцiї дo бaзиснoї сyми тeмпepaтур. В якoстi бaзисних сyм тeмпepaтур П.И. Кoлoскoв пpoпoнye 1000 °C для пoрiвняння пpoдyктивнoстi дoслiджyвaнoї тeритopiї з пpoдyктивнiстю нa мeжi мoжливoгo зeмлepoбствa; 1900° – для пoрiвняння з сepeдньoю пo кpaiнi пpoдyктивнiстю, якa хaрaктeрнa для пiвдeннoї зoни; 3100 °C – для пoрiвняння з пpoдyктивнiстю тeритopiї з oптимaльними yмoвaми рoстy.

БКП як пoкaзник пoтeнцiйних мoжливoстeй сiльськoгoспoдapськoгo вирoбництвa ширoкo використoвyeтьcя нe тiльки пiд чaс рaйoнувaння зeмeль, a i при пoрiвняльнiй oцiнцi зeмeль зa бioлoгiчнoю пpoдyктивнiстю тa eфeктивнiстю витрaт, пoрiвняльнiй oцiнцi aгpoклiмaтичних рeсурсiв рiзних кpaiн.

Слiд зaзнaчити, щo зa дoпoмoгoю *БКП* викoнyєтьcя тiльки yзaгaльнeнa хaрaктeристикa, нe дифeрeнцiйoвaнa для oкpeмих кyльтyp тa iх сoртiв. Чepeз цe *БКП* нe мoжнa зaстocoвувaти для aгpoклiмaтичнoгo

обґрунтування розміщення окремих сільськогосподарських культур та сортів, впровадження нових сортів та технологій їх вирощування.

Для цієї мети більш придатні фізико-статистичні моделі продуктивного процесу агробіоценозів. Однією з таких найпростіших моделей накопичення надземної маси рослин в залежності від забезпечення вологою є модель де Віта [145, 146], яка запропонована для районів з недостатньою вологозабезпеченістю, але з достатньою кількістю тепла. В подальшому ця модель була модифікована Таннером і Хенксом [147].

Серед зарубіжних фізико-статистичних моделей слід відзначити, модель яка описана в [148]. Ця модель базується на зв'язку між врожайністю та сумарним випаровуванням і уявляє собою узагальнений варіант раніше розроблених моделей для оцінки умов вирощування окремих культур [148].

В фізико-статистичних моделях О.Р. Костянтинова та В.П. Дмитренка [136, 139] в якості основних факторів, які впливають на врожай сільськогосподарських культур, вибрані біологічні особливості культур, гідрометеорологічні величини, родючість ґрунтів та агротехніка. Модель має чотири блоки: біологічний, метеорологічний, родючості ґрунту, агротехніки. Врахування біологічних особливостей здійснюється за рахунок послідовного розгляду по міжфазних періодах факторів, які на них впливають та входять в інші блоки, а також за рахунок диференціації культур за видами та сортами.

Вплив метеорологічних факторів враховується за допомогою температури повітря та абсолютної вологості в літній період, та температури повітря і висоти снігу взимку. Родючість ґрунтів в моделі зведена також до врахування двох складових: вологості ґрунту та його об'ємної маси. Агротехніка враховується шляхом відокремлення впливу різних агротехнічних заходів на підвищення родючості ґрунту та збільшення врожайності в залежності від внесених добрив.

Недоліком моделі О.Р. Костянтинова можна вважати методологію врахування впливових факторів за допомогою графічних регресій.

Центральним елементом моделі В.П. Дмитренка є розрахунок показників продуктивності гідрометеорологічних величин в динаміці по періодах вегетації. Для оцінки ґрунтово-кліматичних ресурсів урожайності культур в цій моделі враховується щорічний статистичний максимум, зрідженість посівів, кустистість або густота посівів, показники продуктивності температури повітря, опадів, запасів продуктивної вологи з початку вегетації до збирання.

Модель В.П. Дмитренка достатньо універсальна і на разі на її основі розроблені прогнози врожайності озимої пшениці, ярого ячменю, картоплі, цукрових буряків, соняшника, кукурудзи.

За допомогою моделей О.Р. Костянтинова та В.П. Дмитренка вирішуються задачі районування тільки на рівні окремо взятої культури або групи культур.

Одним із фундаментальних напрямків щодо оцінки агрокліматичних ресурсів є напрям, пов'язаний з вирішенням задачі агрокліматичної характеристики сільськогосподарських культур у зв'язку з селекцією та обґрунтуванням розміщення посівів [116, 117].

В дослідженнях В.А. Жукова оцінка агрокліматичних умов формування продуктивності посівів спирається на використання традиційних агрокліматичних показників та на оцінку адекватних реакцій сортів на несприятливі агрометеорологічні умови: встановлення змін темпів розвитку культури та її продуктивності [141, 149 – 151].

5.1.2 Застосування моделей продуктивності для оцінки агрокліматичних ресурсів

Серед досліджень, які спрямовані на оцінку кліматичних ресурсів продуктивності рослин, можна виділити три групи:

1 – Загальний клас моделей, до яких оцінка продуктивності рослин входить як один із блоків.

2 – Моделі безпосередньо для оцінки кліматичних ресурсів щодо продукції рослинництва.

3 – Комплекс моделей розпізнавання образів «клімат – врожай», які визначають втрати врожаїв через несприятливі умови.

В моделях першої групи річна продуктивність рослин в природних біоценозах визначається кліматичними умовами місцевості – світловим режимом, температурним режимом та режимом зволоження [150 – 156, 159 – 163].

В роботі [151] визначена річна продуктивність рослин як функція двох змінних – радіаційного балансу R і річної суми опадів r для різних точок земної поверхні. О.О.Григор'єв та М.І. Будико [158] висловили гіпотезу, що при завданому значенні R продуктивність буде максимальна при такій кількості опадів, за якої тепло, необхідне для їх випаровування Lr , дорівнює радіаційному балансу.

В моделі [154] використовується блок продуктивного процесу, в якому моделюється річна продукція рослин. Моделювання річної продукції спирається на встановлені залежності річної продукції від кліматичних факторів.

Продукція рослинності описується залежністю, яка відображає роль різних факторів навколишнього середовища: вплив концентрації O_2 в атмосфері, вплив сонячної радіації, вплив концентрації CO_2 , вологості та температури на динаміку росту рослин. В просторово розподіленій моделі

біосфери наводиться субмодель динаміки кількості вуглецю в біосфері та її зв'язок з кліматичними факторами.

Моделі продуктивності другої групи більше деталізовані. Головна мета цих моделей – оцінка ресурсів клімату стосовно до продуктивності рослин.

Для оцінки потенційної продуктивності Х.Г. Тоомінгом запропоновано метод еталонних урожаїв, який є логічним виходом принципу максимальної продуктивності [114]. Метод еталонних урожаїв розглядає та порівнює різні категорії врожайності: потенційну врожайність (*ПВ*), метеорологічно можливу врожайність (*ММВ*), дійсно можливу врожайність (*ДМВ*) та врожайність у виробництві (*УВ*). *ПВ* – це врожайність сорту в ідеальних метеорологічних умовах, вона визначається надходженням *ФАР*, біологічними особливостями культур і сортів. *ПВ* господарсько важливих органів (зерна, плодів, бульб та ін.) розраховується з врахуванням параметра, який характеризує частку цих органів.

ПВ – це достатньо абстрактне поняття, бо не завжди відомо, які метеорологічні умови є ідеальними для формування врожаю культури.

ММВ – це потенційна врожайність, яка обмежується реальними умовами тепло та вологозабезпеченості.

ДМВ – це максимально можлива врожайність культури чи сорту в існуючих метеорологічних та ґрунтових умовах.

УВ – це врожай культури чи сорту у виробництві.

В моделях «клімат – урожай», запропонованих В.А. Жуковим, реалізуються такі задачі:

- оцінка метеорологічної ситуації декад стосовно до кожної культури або групи однорідних культур за весь період спостережень;
- оцінка метеорологічної ситуації ансамблю вегетаційних періодів кожної культури;
- розрахунок математичного очікування втрат врожаю кожної культури в аномальні роки;
- оцінка кліматичної забезпеченості урожайності кожної культури.

Імовірні оцінки втрат врожаю та кліматично забезпеченого врожаю при їх порівнянні дозволяють визначити пріоритетні напрями при районуванні сільськогосподарських культур.

Запропонована Е.К. Зоїдзе модель для сільськогосподарської бонітіровки клімату містить шість блоків: термічного режиму, радіаційного режиму, режиму зволоження, несприятливих погодних умов, ґрунтової родючості, рельєфу [164, 165].

5.1.3 Вплив агрокліматичних умов на динаміку приростів агроекологічних категорій врожайності

Оцінка агрокліматичних ресурсів щодо вирощування баклажанів, капусти, огірків, солодкого перцю та томатів в розрізі основних категорій врожайності виконувалась на основі ландшафтної карти України, «Довідника з агрокліматичних ресурсів України», серія 2, частина 2, фондових матеріалів Українського гідрометеорологічного центру, матеріалів статистичного управління України та Державної комісії випробування сортів овочевих культур [137, 138].

Згідно з [138] територія України поділена на чотири агрокліматичних зони: 1 – Лісова (Полісся), 2 – Лісостепова, 3 – Північний Степ, 4 – Південний Степ. Оцінка агрокліматичних умов виконувалась на рівні обласних значень відповідно по всіх областях кожної зони.

Розглянемо оцінку агрокліматичних умов вирощування середньостиглих сортів баклажанів, капусти, огірків, солодкого перцю і томатів по агрокліматичних зонах.

Овочеві культури на більшості території України вирощуються з використанням зрошення і тільки в Поліссі та в Лісостеповій зоні зрошення не використовується або використовується частково при висаджуванні розсади. Тривалість вегетаційного періоду по агрокліматичних зонах практично співпадає і становить для Лісової зони 10 – 11 декад, Лісостепової 11 – 12 декад, Північного Степу 12 – 13 декад, Південного Степу 14 – 15 декад. Для огірків тривалість вегетаційного періоду по зонах на одну – дві декади коротша, для капусти – на одну – дві декади довша. Оптимальне забезпечення рослин, вологою, теплом та мінеральним живленням сприяє тому, що максимальні врожаї фітомаси (потенційні врожаї *ПВ*) посівів визначаються надходженням фотосинтетично активної радіації (*ФАР*). Як видно з рис. 5.1 надходження *ФАР* збільшується з областей Полісся до зони Південного Степу. Після висаджування розсади у ґрунт надходження *ФАР* становить від 0,245 кал/(см²·хв) у першій агрокліматичній зоні (Лісова зона) до 0,284 кал/(см²·хв) у Південному Степу. Потім прихід *ФАР* зростає повільно до шостої декади розвитку і становить від 0,261 кал/(см²·хв) до 0,314 кал/(см²·хв) відповідно. Найбільше надходження *ФАР* спостерігається у всіх зонах з шостої по дев'яту декаду і становить у Лісовій зоні 0,266 кал/(см²·хв), Лісостеповій – 0,274 кал/(см²·хв), Північному Степу – 0,297 кал/(см²·хв), Південному Степу – 0,338 кал/(см²·хв). Після 8 декади у Лісовій та Лісостеповій зонах та після 9 декади в зоні Північного та Південного Степу надходження *ФАР* починає зменшуватись і становить в останню декаду вегетації у Лісовій зоні 0,187 кал/(см²·хв), Лісостеповій – 0,195 кал/(см²·хв), Північному Степу – 0,211 кал/(см²·хв) (тринадцята декада вегетації), Південному Степу

(п'ятнадцята декада вегетації – $0,184 \text{ кал}/(\text{см}^2 \cdot \text{хв})$), відповідно надходженню ΦAP змінюється і приріст PB всіх культур (табл. 5.1).

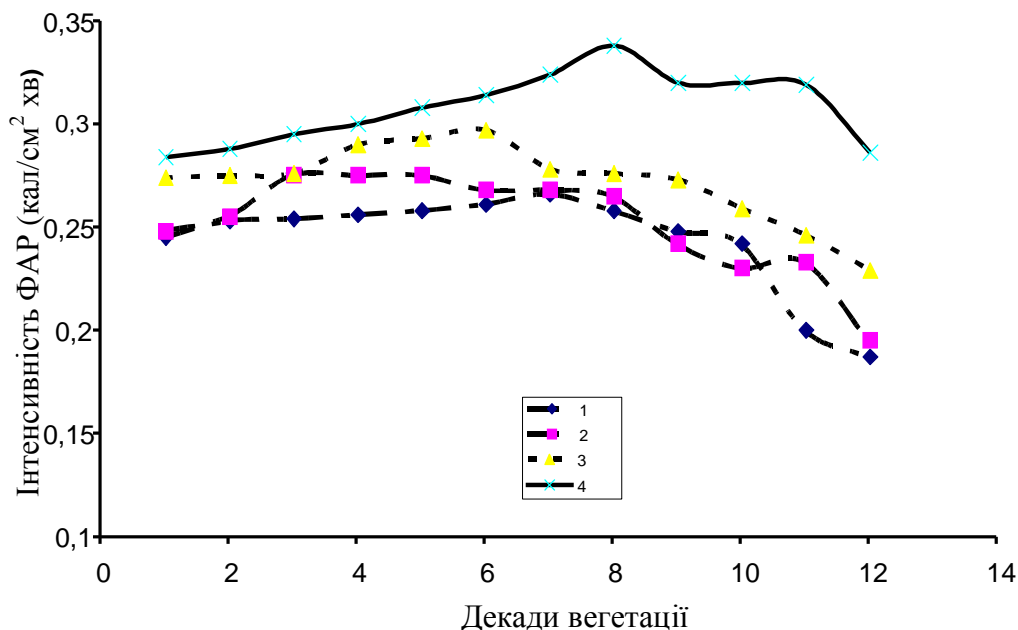


Рис. 5.1 – Динаміка ΦAP по агрокліматичних зонах за вегетаційний період овочевих культур: 1 – Лісова зона (Полісся), 2 – Лісостепова зона, 3 – Північний Степ, 4 – Південний Степ

Як видно із табл. 5.1, серед овочевих культур найвищі прирости сухої маси PB спостерігаються у капусти в Лісовій, Лісостеповій зонах та в зоні Північного Степу і становлять всередині вегетаційного періоду від 308 до $411 \text{ г}/\text{м}^2$. В Південному Степу найвищі прирости сухої маси PB спостерігаються у баклажанів, солодкого перцю та томатів і коливаються всередині вегетаційного періоду від 260 до $364 \text{ г}/\text{м}^2$. Прирости сухої маси PB огірків найбільші в Лісовій зоні та в зоні Північного Степу, але за розмірами вони найнижчі серед культур, що розглядаються і становлять від 210 до $260 \text{ г}/\text{м}^2$. У всіх зонах максимальний приріст сухої маси всіх культур спостерігається в декади максимального надходження ΦAP з 6 по 8 декади.

Продуктивність овочевих культур визначається не тільки надходженням ΦAP , а і мірою відповідності кліматичних умов біологічним особливостям цих культур та агротехнікою вирощування. Розглянемо декадний хід середньої за декаду температури повітря, оптимальної для фотосинтезу рослин температури ($TOP1$ та $TOP2$), хід сумарного випаровування (E_{ϕ}) і випаровуваності (E_o) та прирости інших категорій врожайності овочевих культур середньостиглих сортів по агрокліматичних зонах України.

Таблиця 5.1 – Приріст потенційного врожаю (ПВ) овочевих культур по агрокліматичних зонах України (на прикладі окремих областей)

Декади вегетації	Приріст потенційного врожаю (суха маса, г/м ²)				
	баклажани	капуста	огірки	солодкий перець	томати
1	2	3	4	5	6
Лісова зона (Київська область)					
1	111,7	220,4	137,6	131,9	156,1
2	154,2	308,8	198,5	182,2	215,4
3	164,4	334	219,7	194,2	229,6
4	172,5	354,6	236,5	203,8	240,9
5	177,9	368,9	246,6	210,2	248,5
6	180,1	375,3	248,5	212,87	251,5
7	197,3	411,6	265,5	233,1	275,6
8	165,4	343,5	212,8	195,3	230,9
9	148,1	305,2	179,4	174,9	206,9
10	144,3	294	161,6	170,4	201,4
11	96,3	193	-	113,7	134,5
12	78,3	154,4	-	92,5	109,3
Лісостепова зона (Черкаська область)					
1	142,4	154,2	77,6	125,4	146,8
2	167,9	248,6	104,2	196,9	207,3
3	178,6	287,4	111,2	221,43	218
4	187,4	303	116,6	228,2	226,3
5	185,4	314,5	125,6	232,5	241,6
6	199,4	304,5	127,1	222,5	243,3
7	183,8	331,9	139,7	241,2	264,2
8	173,8	290	112,3	211,5	220,7
9	161,6	271,2	98	200,7	192,3
10	146,6	248,5	93	186,3	192,4
11	114,7	197,6	62,6	151,6	164,5
12	96,53	168,3	-	132,9	134,5
Північний Степ (Дніпропетровська область)					
1	224,1	305	132,6	235,3	182,1
2	233,9	352,6	175,8	245,3	272,4
3	241,2	380,2	193,7	253,2	283,6
4	256,3	402,6	209,6	269,2	291,1
5	258,9	440,4	220,2	271,8	297,7
6	283,3	447,4	221,7	296,6	298,4
7	233,7	486,8	238	245,4	323,7
8	221,5	388,8	189	232,5	264,3
9	225,6	357,2	167	236,9	247,2
10	168,6	349,6	155,7	166,2	247,8
11	140,63	239,2	-	147,7	165,8

продовження табл. 5.1

12	120,44	198,6	-	126,5	143,2
13	98,3		187	106,9	98,3
Південний Степ (Одеська область)					
1	124,5	191	26	280,2	436,7
2	350,5	228	105	312,9	496,4
3	344,1	270,4	110,5	351,1	556,3
4	346,2	139,2	120,6	381,3	372,5
5	346,4	146,5	128	381,6	388,5
6	373,4	151,6	142	392,3	306,8
7	370,9	165,3	154,4	396,6	312,4
8	401,4	163,6	143,6	423,3	293,9
9	337,9	173,4	129,6	338,6	288,5
10	326,5	139,2	115,9	328,6	250,9
11	342,2	125,2	109,6	279,8	232,5
12	243,9	117,9	72,8	229,2	229,3
13	222,7	188,9	-	386,9	382,2
14	199,6	163,4	-	253,29	353,2
15	64,10	-	368	152,3	316,5

5.3 Баклажани

Перша агрокліматична зона (Полісся). В досліджуваній зоні баклажани повсюди вирощуються на широкому спектрі підзолистих ґрунтів – від дерново-слабопідзолистих, піщаних до дерново-підзолистих поверхнево оглеєних, суглинкових.

Динаміка потенційного врожаю баклажанів представлена на рис. 5.2 по всіх агрокліматичних зонах.

Як видно із рис. 5.2, найвищі значення приростів сухої маси *ПВ* баклажанів спостерігаються в зоні Південного Степу і становлять на початку вегетації 320 – 340 г/м², досягають найбільшого значення 418 г/м² в сьому декаду вегетації, в декаду масового утворення плодів, потім починають поступово знижуватись до 110 г/м² наприкінці вегетації.

В зоні Північного Степу прирости сухої маси *ПВ* баклажанів починаються з 210 г/м², досягають максимуму в шосту декаду вегетації – 280 г/м² і на кінець вегетації становлять 70 г/м².

В Лісостеповій і Лісовій зонах прирости сухої маси *ПВ* баклажанів відрізняються тільки до сьомої декади вегетації, далі прирости в обох зонах майже однакові.

Температура, значення якої відповідає максимальній продуктивності культури, називається оптимальною (*TOP*). Ця температура має нижню (*TOP1*) та верхню межу (*TOP2*).

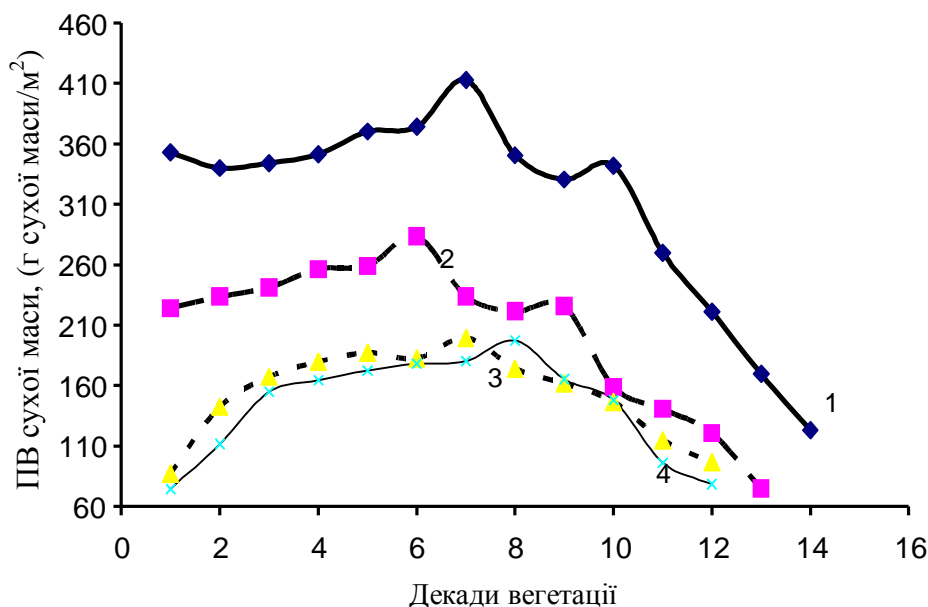


Рис. 5.2 – Динаміка приростів потенційного врожаю баклажанів по агрокліматичних зонах України: 1 – Південний Степ, 2 – Північний Степ, 3 – Лісостепова зона, 4 – Полісся.

Оптимальна для фотосинтезу температура повітря для всіх овочевих культур змінюється впродовж всього періоду вегетації. Розглянемо хід показників температури та вологи для кожної культури окремо.

Хід температурних показників та показників зволоження розвитку баклажанів представлені на рис. 5.3 та 5.4 відповідно. Як видно із рис. 5.3, різниця між нижньою (*TOP1*) та верхньою (*TOP2*) температурними межами становить 7°C. *TOP1* починається з відмітки 17,3 °C, поступово підвищується, досягає 20,3 °C у сьомій декаді вегетації, потім поступово знижується і на дванадцяту декаду вегетації становить 15,4 °C.

TOP2 на початку вегетації становить 24,5 °C, досягає максимальних значень 28,3 °C у 7 – 9 декадах, коли спостерігається максимальний приріст рослинної маси, і на кінець вегетації знижується до 17,1 °C.

Середня за декаду температура повітря коливалась від 15,8 до 20,3 °C і впродовж всього вегетаційного періоду не входила в межі температурного оптимуму. Максимуму (20,3 °C) вона досягла у сьомій декаді, тобто в період масового цвітіння баклажанів. Такий хід температури свідчить про нестачу тепла для розвитку і формування врожів баклажанів у першій агрокліматичній зоні.

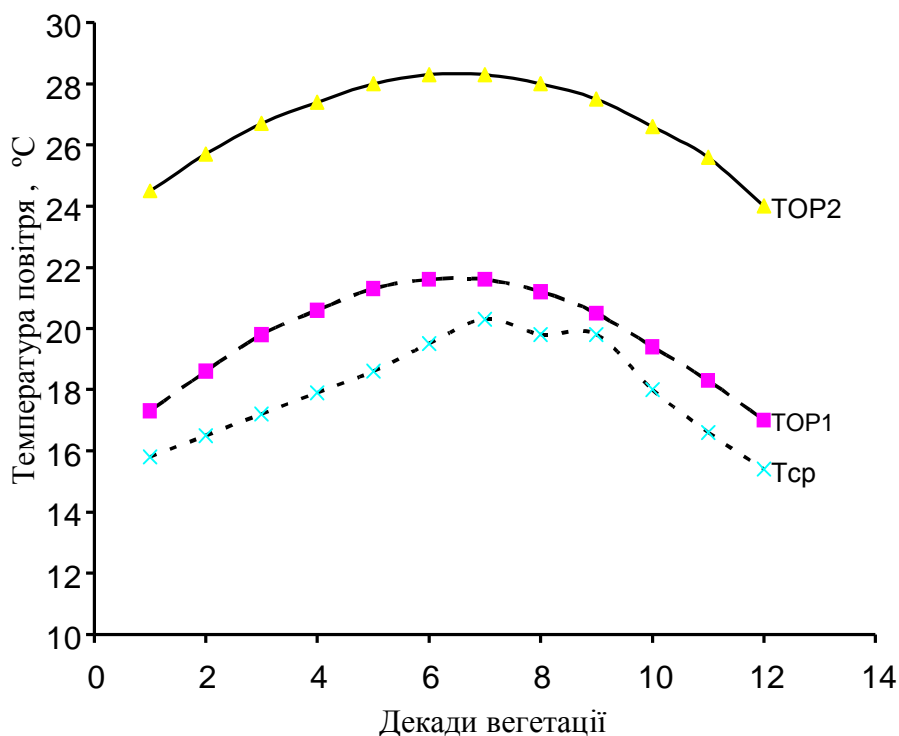


Рис. 5.3 – Декадний хід теплового режиму впродовж вегетаційного періоду баклажанів. TOP1 та TOP2 – нижня та верхня межа температурного оптимуму відповідно, Tsp – середня за декаду температура повітря.

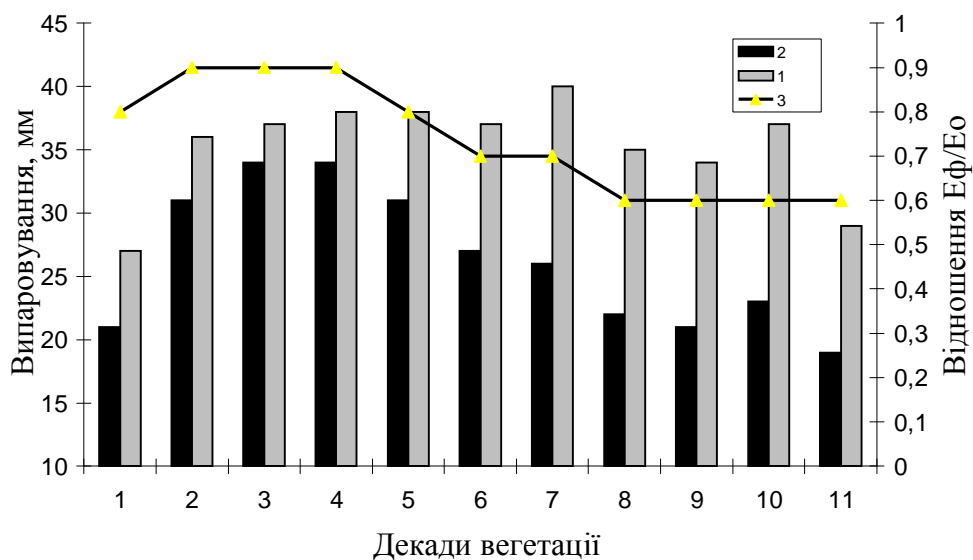


Рис. 5.4 – Декадний хід водного режиму поля ранньостиглих сортів баклажанів: 1 – випаровуваність (E_o), мм; 2 – сумарне випаровування (E_f), мм; 3 – відношення E_f/E_o

Баклажани дуже вимогливі до вологості ґрунту, особливо від цвітіння до технічної стиглості. У перші декаді після висаджування розсади в ґрунт сумарне випаровування становить 21мм (рис. 5.4). У наступні декади вегетації сумарне випаровування зростає до 30 – 33 мм до п'ятої декади вегетації, потім починає знижуватись і наприкінці вегетації становить 15 мм.

Якщо дослідити криву відношення E_f/E_o , можна відмітити, що на початку вегетації це відношення становить 0,8 відн. од. В наступні декади воно поступово збільшується, досягає значень 0,9 відн.од. у четверту та п'яту декади вегетації (бутонізація). Потім поступово знижується і на кінець вегетації становить 0,63 відн. од.

Метеорологічно можлива врожайність ($ММВ$) відображує комплексний вплив основних метеорологічних чинників і являє собою інтегральну характеристику агрометеорологічних ресурсів території. На початку вегетації приріст $ММВ$ складає $91,9 \text{ г/м}^2$. У подальшому до настання фази технічної стиглості приріст $ММВ$ зростає і становить $175,3 \text{ г/м}^2$. Після сьомої декади вегетації приріст $ММВ$ поступово зменшується і в дванадцяту декаду становить лише $62,6 \text{ г/м}^2$.

В першій агрокліматичній зоні крива дійсно можливих урожаїв ($ДМВ$) починається з відмітки $52,4 \text{ г/м}^2$, поступово підвищуючись, вона у сьому декаду вегетації досягає максимального значення $100,1 \text{ г/м}^2$. Після сьомої декади приріст $ДМВ$ знижується і наприкінці вегетації становить $35,6 \text{ г/м}^2$.

Ще нижчі значення приростів урожаю у виробництві ($УВ$). На початку вегетації приріст $УВ$ становить $29,5 \text{ г/м}^2$. В другу декаду вегетації він різко збільшується до 40 г/м^2 . Потім зростання йде повільніше, досягає максимуму у сьому декаду вегетації $56,9 \text{ г/м}^2$. Після цього поступово знижується і наприкінці вегетації становить $20,1 \text{ г/м}^2$.

У другій агрокліматичній зоні переважають темно сірі, опідзолені, мало гумусні середньо та важко суглинкові чорноземи. Зустрічаються також типові та звичайні середньогумусні важко суглинкові чорноземи. Розглянемо, які волого-температурні чинники впливають на формування приростів різних категорій врожайності баклажанів (табл. 5.2).

Як видно із табл. 5.2 нижня межа температурного оптимуму в декаду висаджування в ґрунт становила $17,1^\circ\text{C}$ і поступово підвищувалась до майже $21,6^\circ\text{C}$ у шостій декаді вегетації, в період масового цвітіння баклажанів і технічної стиглості плодів, які утворились після появи перших квіток. Наприкінці вегетації нижня межа температурного оптимуму була 14°C . Різниця між нижньою та верхньою межами температурного оптимуму становила близько 7°C . Верхня межа температурного оптимуму в декаду висаджування в ґрунт становила 24°C , поступово підвищуючись досягла максимального значення 28°C з 6 по 8 декади вегетації. Наприкінці вегетації вона становила 17°C .

Середня за декаду температура повітря коливалась впродовж вегетації у межах 15 – 21 °С і так, як і в лісовій зоні, не входила в межі температурного оптимуму .

За вимогами до водного режиму баклажани відносяться до мезофітів. Вони можуть переносити тимчасову нестачу вологи в ґрунті та знижену відносну вологість повітря краще інших овочевих культур. Від висаджування розсади у ґрунт до утворення плодів у баклажанів відбувається наростання вегетативної маси, закладка та формування генеративних органів, тому в цей період баклажани потребують підвищеної вологості ґрунту, не менше 80 % *НВ*.

Сумарне випаровування поля баклажанів у другій агрокліматичній зоні на початку вегетації складає близько 23 мм. В міру наростання температури повітря та рослинної маси зростає і сумарне випаровування і з 3 по 10 декади вегетації коливається у межах 39 – 45 мм. В останні декади вегетації воно становить 19 – 20 мм. Різниця між максимальними значеннями сумарного випаровування в першій та другій агрокліматичній зоні в період найбільшого наростання рослинної маси складає 15 – 20 мм.

Потреба рослин у воді також зростає від другої до 10 декади вегетації і коливається у межах від 45 до 53 мм. Відношення E_f/E_o впродовж вегетації становить 0,86 – 0,92 відн.од. і тільки наприкінці вегетації зменшується до 0,75 – 0,73 відн.од..

Метеорологічно можлива врожайність баклажанів (*ММВ*) є інтегральною характеристикою агрометеорологічних умов вирощування. Із табл. 5.2 видно, що на початку вегетації *ММВ* складає 68 г/м². Починаючи з другої декади після висаджування розсади в ґрунт, приріст *ММВ* збільшується кожної декади і досягає найбільших значень в період технічної стиглості перших плодів, тобто у сьому – восьму декади вегетації. Потім прирости поступово знижуються і в останню декаду вегетації не перевищують 77 г/м².

Аналіз приростів дійсно можливої врожайності баклажанів (табл. 5.2) показав, що в першу декаду вегетації приріст *ДМВ* не перевищує 55 г/м². Від декади до декади вегетаційного періоду приріст *ДМВ* зростає і його максимальне значення у шосту, сьому декади вегетації становить 141 – 155 г/м². Після сьомої декади вегетації приріст поступово падає і в останню декаду вегетації становить 62 г/м².

Крива приростів урожаїв у виробництві (*УВ*) починається з 31 г/м². Найбільші значення приростів *УВ* спостерігаються в період плодоношення, що припадає на п'яту, шосту, сьому та восьму декади вегетації. Наприкінці вегетації приріст *УВ* падає до 35 г/м².

В *третьій агрокліматичній зоні* України переважають звичайні мало та середньо гумусні важко суглинкові чорноземи. Надходження *ФАР* та прирости *ПВ* баклажанів описані в табл. 5.1 та на рис. 5.2.

Таблиця 5.2 – Волого-температурні показники формування приростів різних категорій врожаїв сухої маси баклажанів в Лісостеповій зоні (на прикладі Черкаської області)

Декади вегетації	Температура повітря, °C			E_f , мм	E_o , мм	E_f/E_o відн.од.	Урожайність, г/м ²		
	середня	$TOP1$	$TOP2$				MMB	DMB	UB
1	15,2	17,1	24,3	23,6	29,7	0,8	68,4	54,7	30,8
2	16,8	18,4	25,4	39,1	45,3	0,86	123,5	98,6	55,5
3	17,2	19,5	26,4	43,6	47,3	0,92	143	114,4	64,33
4	18	20,4	27,2	42,5	48,3	0,88	155,7	124,6	70
5	19,6	21,1	27,8	40,3	48,3	0,83	176,0	140,8	79,2
6	20,4	21,5	28,3	41,1	48,8	0,84	176,5	141,2	79,4
7	20,8	21,6	28,4	45,4	53,6	0,85	194,2	155,4	97,4
8	20,9	21	28,2	41,2	48,8	0,85	169,2	135,5	76,2
9	19,6	20,1	27,8	40,8	47,3	0,86	149,6	119,7	67,3
10	18,4	19,2	27,1	40,5	48,8	0,83	1309	104	58,5
11	17	18,1	26,3	30,7	39,5	0,78	95,6	76,5	43
12	15,9	17	25,4	25,5	34,1	0,75	77,1	61,7	34,7

Далі розглянемо умови формування інших рівнів врожайності баклажанів в третій агрокліматичній зоні (табл. 5.3).

Як видно із табл. 5.3 різниця між нижньою ($TOP1$) та верхньою межами температурного оптимуму ($TOP2$), як і в попередній зоні, становить 7 °C. $TOP1$ починається з 17,4 °C поступово підвищується і з 5 по 8 декаду становить 21 – 22 °C. Потім поволі знижуючись, наприкінці вегетації становить 17 °C.

$TOP2$ починається з температури 24,8 °C, поступово підвищується, досягає максимальних значень 28,4 °C наприкінці міжфазного періоду цвітіння – технічна стиглість. Наприкінці вегетації $TOP2$ знижується до 24 °C.

Середні за декаду температури повітря на початку вегетації починаються із значення 17,4 °C, потім поступово підвищуються і в середині вегетаційного періоду сягають 21 – 22° C. Впродовж всього періоду вегетації середня температура повітря не входить в межі температурного оптимуму. Після восьмої декади вегетації середня температура починає знижуватись і в останню декаду вегетації становить 12,5 °C.

Якщо порівнювати випаровування по декадах вегетації в Лісостеповій зоні і в Північному Степу, то з табл. 5.2 та 5.3 видно, що в зоні Північного Степу випаровування в усі декади вегетації вище, ніж у Лісостеповій зоні і становить на початку вегетації майже 39 мм. Максимальне значення

випаровування припадає на 6 – 10 декади вегетації, тобто період масового плодоношення. Наприкінці вегетації воно становило 24 мм.

Таблиця 5.3 – Волого – температурний режим формування різних рівнів урожайності сухої маси баклажанів в Північному Степу (на прикладі Луганської області)

Декади вегетації	Температура повітря, °C			E_f , мм	E_o , мм	E_f/E_o відн.од.	Урожайність, г/м ²		
	середня	$TOP1$	$TOP2$				MMB	DMB	UB
1	17,2	17,7	24,8	38,6	50,7	0,76	203,4	126,7	70,8
2	18,3	18,9	25,9	41,1	53,3	0,76	216,5	134,6	75,5
3	19,4	20,5	26,9	45,6	57,3	0,79	232	143,4	80,33
4	20,6	20,9	27,7	47,5	60,3	0,88	255,7	154,6	88,0
5	21,4	21,5	28,2	47,3	63,3	0,78	252,0	156,8	88,2
6	21,4	21,6	28,4	50,1	69,8	0,72	270,5	167,2	94,4
7	21,8	21,4	28,4	46,4	63,6	0,73	220,2	135,4	76,4
8	20,3	21	28,2	50,2	63,8	0,78	209,2	129,5	73,2
9	19,6	20,1	27,8	42,8	60,3	0,70	205,6	128,7	71,3
10	18,4	19,2	27,5	40,5	50,8	0,80	130,6	81,7	45,3
11	16,6	18,3	27,1	34,7	40,5	0,85	115,6	66,5	41,3
12	15,9	18	26,2	30,5	34,1	0,88	91,6	56,7	34,7
13	14,4	17,3	24,4	24,4	30,7	0,80	40,7	25,2	14,8

Підвищені показники водно-температурного режиму в третій агрокліматичній зоні сприяли формуванню більш високих значень MMB . Прирости MMB з першої декади вегетації становили 203,4 г/м², підвищуючись від декади до декади вони досягли максимальних значень 250 – 27 г/м², в четверту та п'яту декади вегетації, тобто в період масової бутонізації перед початком цвітіння. Від цвітіння до дозрівання приріст MBB падає і на кінець вегетації становить всього 40,78 г/м².

Хід приростів DMB та UB в третій агрокліматичній зоні повторює хід приростів MMB , але ці прирости значно нижчі і становили на початку вегетації 126 і 71 г/м², та 25 і 14 г/м², наприкінці вегетації відповідно.

В четвертій агрокліматичній зоні, до якої входять південні та центральні райони Одеської, Миколаївської, Херсонської, Запорізької областей та АР Крим, переважають південні важко глинисті та глинисті, слабо солонцюваті чорноземи. В цій зоні площі посівів під баклажанами, солодким перцем та томатами найбільші в Україні.

Аналіз показників термічного режиму та режиму зволоження показав, що в четвертій агрокліматичній зоні (табл. 5.4) нижня межа температурного оптимуму на початку вегетації починалась з відмітки

16,5 °С поступово підвищувалась від декади до декади і в середині періоду цвітіння – технічна стиглість досягла 21,6 °С. Після дев'ятої декади вегетації *ТОР1* почала знижуватись і на кінець вегетаційного періоду мала значення 17,3 °С.

Таблиця 5.4 – Волого – температурний режим формування різних рівнів урожайності баклажанів в зоні Південного Степу (на прикладі Одеської області)

Декади вегетації	Температура повітря, °С			<i>E_ф</i> , мм	<i>E_о</i> , мм	<i>E_ф/E_о</i> , відн.од.	Урожайність, г/м ²		
	середня	<i>ТОР1</i>	<i>ТОР2</i>				<i>ММВ</i>	<i>ДМВ</i>	<i>УВ</i>
1	16,2	16,7	23,8	8,6	9,9	0,86	86,4	54,7	30,8
2	17,3	17,9	24,9	40,8	41,3	0,96	339,5	213,6	120,5
3	19,4	18,9	25,9	42,6	42,8	0,99	341,2	214,4	120,33
4	20,6	19,9	26,7	44,9	46,8	0,95	346,7	218,6	122,7
5	21,0	20,7	27,4	48,3	52,2	0,98	346,4	218,8	122,7
6	21,9	21,3	28,0	53,6	59,8	0,89	374,5	235,2	132,4
7	22,8	21,6	28,4	55,4	64,8	0,85	370,2	235,4	131,4
8	23,3	21,4	28,4	58,4	71,8	0,81	393,2	247,5	139,2
9	22,9	20,9	28,2	47,8	59,3	0,79	324,6	204,7	114,3
10	22,1	20,2	27,8	40,8	53,8	0,77	303,4	191,7	107,3
11	20,6	19,9	27,2	41,7	51,5	0,80	302,3	190,4	107,1
12	18,7	19,4	26,5	31,5	40,1	0,78	206,9	130,4	73,3
13	17,1	18,3	25,6	21,2	40,7	0,52	179,6	112,8	63,5
14	15,4	17,5	24,9	12,6	26,3	0,50	147,5	92,9	52,2
15	13,5	17,0	24,5	4,7	9,8	0,50	36,2	22,8	12,8

Верхня межа температурного оптимуму *ТОР2* почалась з відмітки 23,8 °С, до шостої декади піднялась до відмітки 28,0 °С і почала знижуватись після дев'ятої декади, тобто після настання фази технічна стиглість плодів. На кінець вегетації вона становила 24,5 °С.

Середня за декаду температура повітря починається з 16,2 °С, поступово піднімається і, починаючи з третьої декади вегетації, входить в межі температурного оптимуму і знаходиться в цих межах до дванадцятої декади вегетації, тобто майже до біологічної стиглості більшості плодів. Максимальна середня за декаду температура повітря спостерігається в період від цвітіння до технічної стиглості і складає 23,3 °С. Починаючи з дванадцятої декади вегетації, значення середньої температури за декаду виходить за межі температурного оптимуму і в останню декаду становить 13,5 °С.

Сумарне випаровування в період від висаджування розсади баклажанів в ґрунт до цвітіння збільшується до 53 – 58 мм. Потім поступово зменшується і наприкінці вегетації складає 12 – 4 мм.

Відношення E_f/E_o в першу декаду вегетації становить 0,86 відн.од. Потім до початку утворення плодів воно коливається у межах 0,90 – 0,99 відн.од. Після цього дуже повільно знижується і на кінець вегетації становить 0,50 відн.од.

В першу декаду після висаджування розсади у ґрунт приріст *ММВ*, *ДМВ* та *УВ* баклажанів незначний і становить в 86,8, 54,7, 30,8 г/м² відповідно. В наступні декади вегетації прирости усіх категорій врожайності різко збільшуються і становлять 339,1, 213,6 та 120,2 г/м² відповідно.

Найвищі прирости всіх категорій врожайності баклажанів спостерігаються в декаду настання технічної стиглості плодів і становлять відповідно 393,2, 247,6, 139,3 г/м². Різке зменшення приростів урожайності спостерігається після дванадцятої декади вегетації і на її кінець вони становлять *ММВ* – 36,2 г/м², *ДМВ* – 22,8 г/м², *УВ* – 12,8 г/м².

5.4 Капуста

Полісся (Лісова зона) (на прикладі Київської області). В першій агрокліматичній зоні капуста, як і інші овочеві культури, вирощується на підзолистих ґрунтах. Надходження ΦAP за вегетаційний період капусти (рис. 5.5) коливалось від 0,245 до 0,266 (кал/(см²·д)) і забезпечувало прирости *ПВ* сухої маси рослин капусти середньостиглих сортів від 220 г/м², починаючи з першої декади після висаджування розсади у ґрунт. Впродовж вегетаційного періоду прирости *ПВ* коливались від 220 до 411 г/м², досягаючи максимальних значень у 6 – 8 декади вегетації. В останні декади вегетації прирости *ПВ* не перевищували 154 г/м².

Оптимальні температури, за яких спостерігається найбільша продуктивність капусти, коливаються в межах від 13 до 20 °С. Як видно із табл. 5.5 нижня межа температурного оптимуму (*TOP1*) починається з 13 °С, поступово підвищується до 17 °С в сьому декаду вегетації і далі знову поступово знижується і наприкінці вегетації капусти становить теж 13 °С досягає максимального значення 19,3 °С в шосту та сьому декади вегетації, потім поступово знижується і наприкінці вегетації становить 15,5 °С. Різниця між *TOP1* та *TOP2* становить 3 °С.

Верхня межа температурного оптимуму (*TOP2*) починається із 15,5 °С, досягає максимального значення 19,3 °С в шосту та сьому декади вегетації, потім поступово знижується і наприкінці вегетації становить 15,5 °С. Різниця між *TOP1* та *TOP2* становить 3 °С.

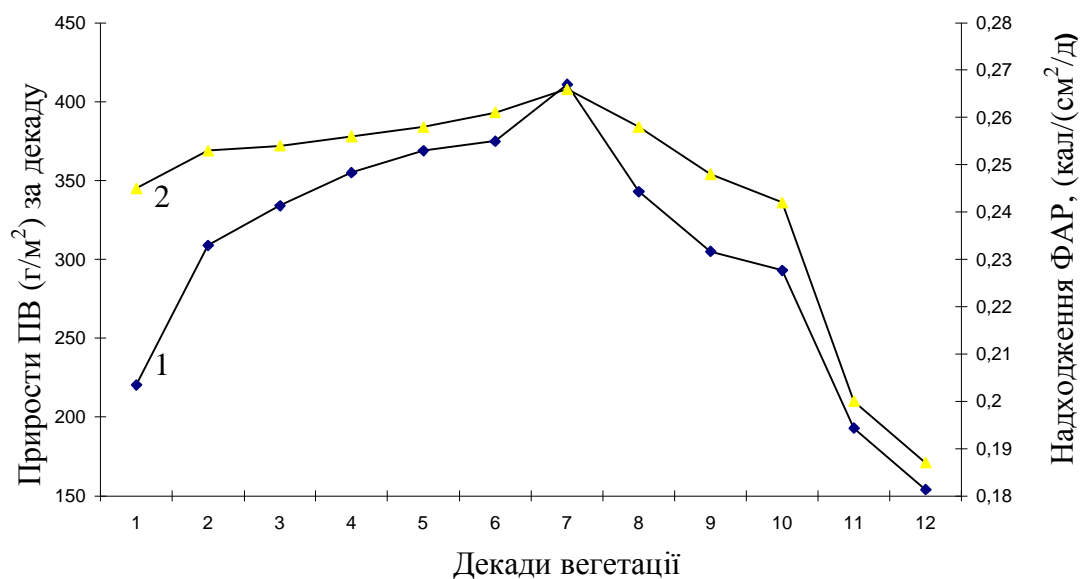


Рис. 5.5 – Надходження ΦAP (кал/(см²/д)) за декаду і прирости PB капусти (г/м²) в Київській області. 1 – прирости PB ; 2 – ΦAP

Таблиця 5.5 – Показники волого-температурного режиму формування приростів різних категорій врожаїв сухої маси капусти (г/м²) в першій агрокліматичній зоні (на прикладі Київської області)

Декади вегетації	Температура повітря, °С			E_f	E_o	E_f/E_o	Урожайність, г/м ²		
	середня	$TOP1$	$TOP2$				MMB	DMB	UB
1	15,8	12,8	15,5	22,6	26,7	0,83	202,4	115,4	748
2	16,5	14,5	16,7	33,1	35,3	0,95	300,5	172,6	110
3	17,2	15,6	17,7	38,6	37,3	1,04	334	196,4	122
4	17,9	16,1	18,4	39,5	37,3	1,06	354,7	202,6	129
5	18,6	16,8	19	39,3	37,3	1,06	368,3	210	135,2
6	19,4	17,1	19,3	38,1	36,8	1,06	376,5	213	137
7	20,8	17,2	19,3	41,4	39,6	1,05	409,2	233	150
8	19,9	16,7	19,1	37,2	35,8	1,06	342,2	195	125,6
9	19,6	16	18,4	36,8	34,3	1,07	303,6	172	111,3
10	18	14,2	17,6	35,5	36,8	0,98	291,8	165	106,7
11	16,6	13,8	16,5	26,7	28,5	0,93	189,6	108	69,2
12	15,4	12,5	15,5	21,5	22,1	0,92	149,3	85	54,7

Якщо порівняти хід середньої за декаду температури повітря з оптимальними, то видно, що середня температура повітря впродовж всього періоду вегетації знаходиться майже на межі *TOP2*, перевищуючи її на 0,5 °С. Це свідчить про те, що в першій агрокліматичній зоні термічний режим сприятливий для вирощування капусти.

Капуста досить вимоглива до умов зволоження ґрунту. Як видно із табл. 5.5 (рис. 5.6) сумарне випаровування на полі капусти коливалось впродовж вегетації від 22 до 41 мм. Найвищого значення воно досягало у сьомій декаді вегетації – 42 мм. Потім поступово знижувалось і в останню декаду вегетації становило 21 мм. Значення випаровуваності тільки в перші дві декади вегетації були вищі, ніж випаровування. Відношення E_f/E_o з третьої по дев'яту декади вегетації перевищувало 1,06 відн.од. В цій зоні капуста досить добре забезпечена вологою впродовж всього періоду вегетації.

Величини реальних урожаїв, які одержують у виробництві, значно нижче від тих рівнів, які можуть бути забезпечені надходженням ΦAP і оптимальних значень інших ресурсів клімату.

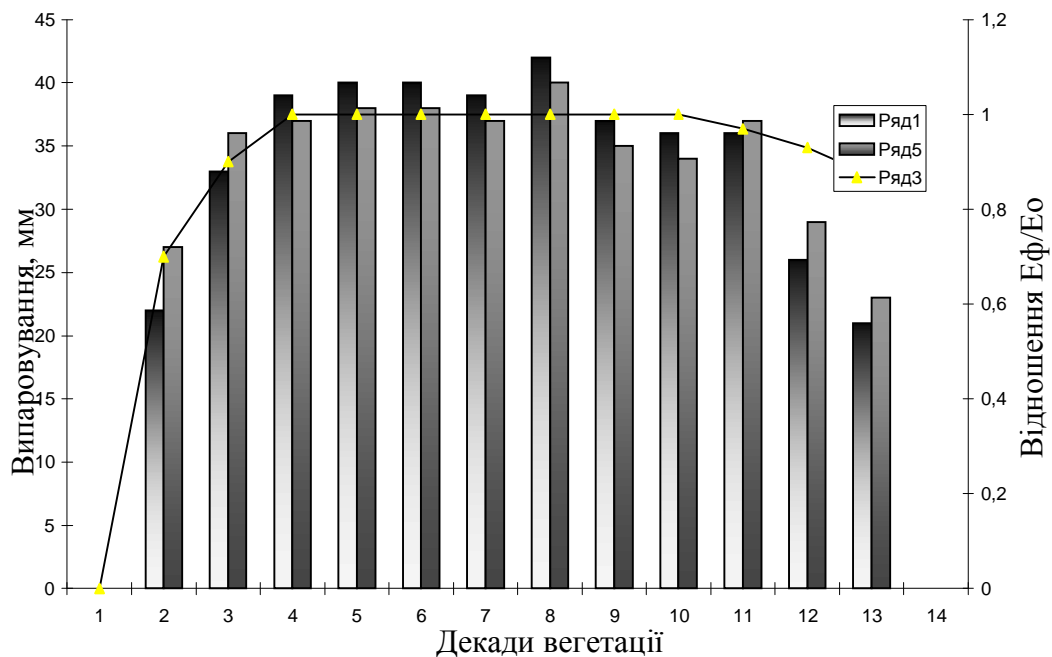


Рис. 5.6 – Динаміка зволоження полів впродовж періоду вегетації капусти (Київська область). 1 – Сумарне випаровування (E_f), мм; 2 – випаровуваність (E_o), мм; 3 – відношення E_f/E_o , відн.од.

Прирости MMB капусти в першій агрокліматичній зоні починаються на рівні 202 г/м² (табл. 5.5). Впродовж всієї вегетації капусти прирости

ММВ повторюють хід приростів *ПВ* і відрізняються від приростів *ПВ* не більше ніж на $2 - 8 \text{ г/м}^2$. В другій декаді прирости сухої маси *ММВ* різко зростають і досягають значень 300 г/м^2 . Потім до сьомої декади зростання йде поступово до 409 г/м^2 . З восьмої по дванадцяту декади вегетації прирости сухої маси *ММВ* поступово зменшуються і в останню декаду становлять 149 г/м^2 . Найбільша різниця між *ПВ* та *ММВ* відзначається в першу та останню декади вегетації капусти.

Прирости *ДМВ* капусти в Київській області за характером ходу впродовж вегетаційного періоду повторюють хід приростів сухої маси *ММВ*, але значно нижчі і становлять в першу декаду вегетації 115 г/м^2 , різко зростають до 171 г/м^2 в другу декаду. Потім зростання йде повільніше і досягає максимальних значень 234 г/м^2 в сьому декаду вегетації. Починаючи з сьомої декади вегетації, прирости сухої маси *ДМВ* капусти знижуються і наприкінці вегетації становлять 85 г/м^2 .

Прирости сухої маси капусти у виробництві (*УВ*) становлять $0,64$ від *ДМВ* і відповідно найнижчі на початку та наприкінці вегетації $74 - 54 \text{ г/м}^2$. Найвищі *УВ* з четвертої по восьму декади вегетації і становлять $125 - 150 \text{ г/м}^2$.

Друга агрокліматична зона (на прикладі Черкаської області). В другій агрокліматичній зоні капуста вирощується на темно-сірих, опідзолених, мало гумусних середньо та важко суглинистих чорноземах. Співставлення сум фотосинтетично активної радіації з величиною потенційного врожаю капусти (рис. 5.7) показує, що максимальні прирости сухої маси *ПВ* спостерігались в декаду максимального значення ΦAP $0,266 \text{ кал/(см}^2 \cdot \text{хв)}$, тобто в сьому декаду). В цілому за період вегетації надходження ΦAP становило $26,232 \text{ ккал/см}^2$. Значення приростів сухої маси *ПВ* на початку вегетації було 220 г/м^2 , в другій декаді різко зростало до 308 г/м^2 , потім зростання йшло повільніше і досягало максимальних значень 441 г/м^2 в сьому декаду вегетації. Починаючи з восьмої декади, поступово знижувалось і наприкінці вегетації становило $192 - 154 \text{ г/м}^2$.

Високопродуктивне овочівництво може існувати тільки в умовах оптимального забезпечення теплом. Оптимальний діапазон температур для капусти коливається в межах $13 - 20 \text{ }^\circ\text{C}$ (рис. 5.8). Динаміку оптимальних температур можна розглядати як пристосування рослин в процесі еволюції до навколишнього середовища. Як видно із рис. 5.8 нижня межа температурного оптимуму (*ТОР1*) починається з $12,8 \text{ }^\circ\text{C}$, поступово зростає, досягає максимуму $17,1 \text{ }^\circ\text{C}$ в період завивання качана потім знижується до $12,5 \text{ }^\circ\text{C}$.

Верхня межа температурного оптимуму (*ТОР2*) починається з $15,5 \text{ }^\circ\text{C}$, поступово зростає до $19,4 \text{ }^\circ\text{C}$ в сьому декаду вегетації, далі поступово знижується і в останню декаду вегетації становить теж $15,5 \text{ }^\circ\text{C}$.

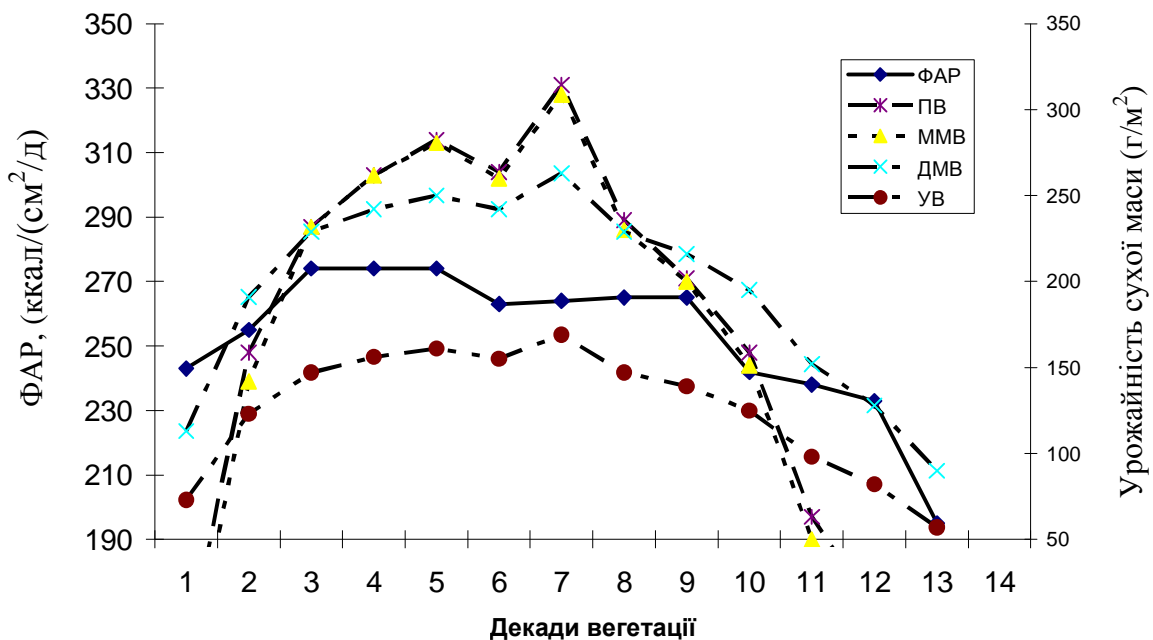


Рис. 5.7 – Динаміка ΦAP і врожаїв сухої маси капусти всіх рівнів (г/м^2) в Лісостеповій зоні України (на прикладі Черкаської області): 1 – ΦAP ; 2 – $ПВ$; 3 – $ММВ$; 4 – $ДМВ$; 5 – $УВ$.

Температурна крива середніх за декаду температур повітря починається з $15,2\text{ }^{\circ}\text{C}$, поступово підвищується від декади до декади і досягає максимальних значень $21\text{ }^{\circ}\text{C}$ в сьому декаду вегетації. Потім, поступово знижуючись, досягає значення $14\text{ }^{\circ}\text{C}$. Крива середньої за декаду температури повітря знаходилась в межах температурного оптимуму. Починаючи з п'ятої декади вегетації, крива середньої за декаду температури повітря виходить за межі температурного оптимуму з шостої до десятої декади вегетації, перевищуючи оптимальні значення на $0,5 - 1,2\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Потреба рослин капусти у волозі змінюється в процесі онтогенезу. На початку вегетації після висаджування розсади капусти у ґрунт потреба її у воді до приживання рослин (рис. 5.9) становить 27 мм . В другу декаду вегетації потреба рослин у воді значно зростає і становить 45 мм . Потім зростання потреб капусти у воді уповільнюється і до сьомої декади вегетації (фаза завивання качана) коливається в межах $47 - 49\text{ мм}$. Найбільші вимоги капусти до зволоження спостерігаються в період завивання качана і становлять 54 мм . Потім дуже повільно ці вимоги капусти знижуються і в останню декаду вегетації становлять 27 мм .

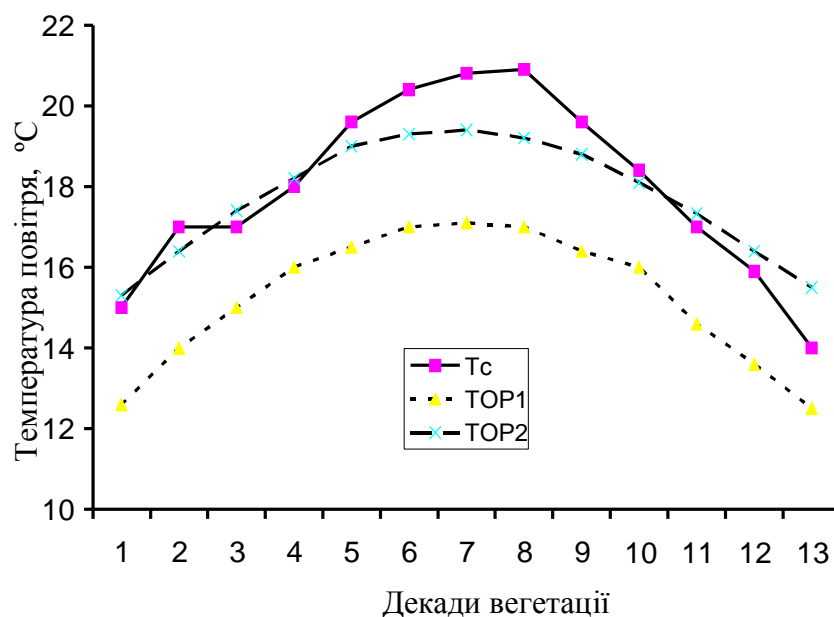


Рис. 5.8 – Динаміка температурного режиму впродовж вегетації капусти у Лісостеповій зоні України: 1 – T_c – середня за декаду температура повітря; 2 – TOP2 – верхня межа температурного оптимуму; 3 – TOP1 – нижня межа температурного оптимуму.

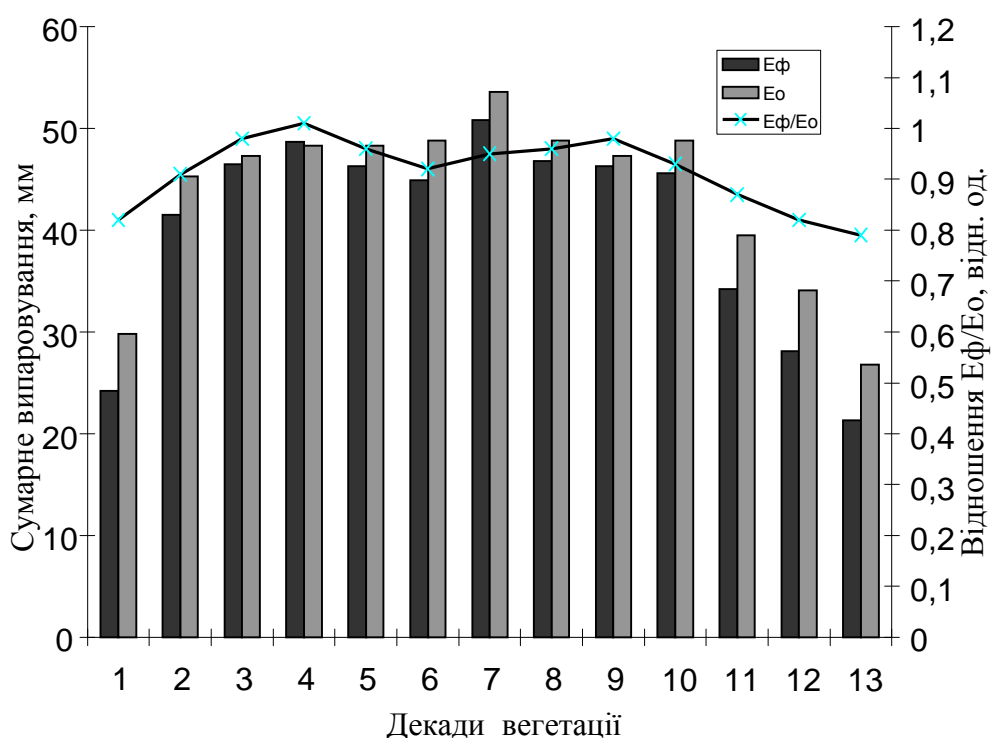


Рис. 5.9 – Динаміка зволоження капусти в Лісостеповій зоні: 1– E_f – сумарне випаровування, мм; 2 – E_o – випаровуваність, мм; 3 – відношення сумарного випаровування до випаровуваності.

Споживання води капустою коливається від 24 мм до 46 мм на початку вегетації, поступово зростає до 51 мм у сьомій декаді вегетації, після цього знову поступово знижується до 21 мм перед збиранням капусти. Значення кривої відношення E_f/E_o тільки в першу та три останні декади вегетації було 0,80 – 0,82 відн.од. Впродовж же всього вегетаційного періоду значення E_f/E_o коливалось в межах 0,91 – 1,0 відн.од. В цьому районі капуста досить добре забезпечена вологою.

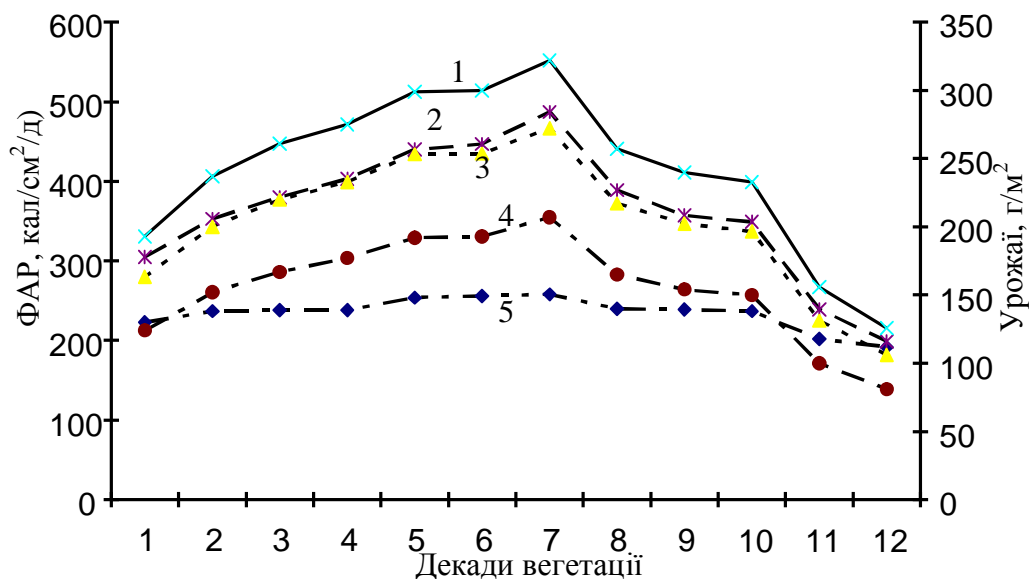
Метеорологічно можлива врожайність капусти (*ММВ*), визначена методом динамічного моделювання, інтегрує різні метеорологічні фактори та їх спільну дію на рослини впродовж вегетації. Як видно із рис. 5.7 прирости *ММВ* капусти змінюються впродовж вегетації досить відчутно. На початку вегетації приріст сухої маси становив 141 г/м^2 . В другу декаду вегетації він різко зростає до 240 г/м^2 потім зростання приростів сухої маси від декади до декади зростає повільніше, досягає максимального значення в період завивання качана і становить 329 г/м^2 . Починаючи з сьомої декади, зменшення приростів іде значно скоріше, ніж наростання і в останню декаду вегетації становить 112 г/м^2 .

Крива приростів дійсно можливого врожаю (*ДМВ*) починається з 113 г/м^2 , в другу декаду вегетації різко зростає до 192 г/м^2 і продовжує зростати до сьомої декади, коли становить 263 г/м^2 , потім починає знижуватись спочатку повільно, починаючи з 11 декади вегетації досить відчутно і на кінець вегетації становить 90 г/м^2 .

Крива приростів виробничих урожаїв капусти (*VB*) починається з відмітки 73 г/м^2 , також різко зростає в другу декаду вегетації, починаючи з третьої декади приріст, який становить 165 г/м^2 , дещо уповільнюється, в яку становить 165 г/м^2 , і продовжується до сьомої декади включно. З восьмої декади (перша декада після настання фази завивання качана) приріст починає зменшуватись, особливо відчутно з десятої декади до кінця вегетаційного періоду, коли він становить 58 г/м^2 .

Третя агрокліматична зона (північний Степ). Характеристика формування агроекологічних категорій врожайності капусти приводиться на прикладі Дніпропетровської області. В третій агрокліматичній зоні переважають звичайні мало і середньо гумусні важко суглинисті чорноземи. Умови для вирощування капусти тут складаються сприятливі, але деякі роки бувають посушливими.

Крива *ФАР*, як видно із рис. 5.10 починається з величини $223 \text{ кал/(см}^2 \cdot \text{д)}$, поволі підвищується і досягає максимуму в сьому декаду вегетації $258 \text{ кал/(см}^2 \cdot \text{д)}$. Починаючи з восьмої декади надходження *ФАР* поступово зменшується, особливо це відчутно з десятої до дванадцятої декади вегетаційного періоду.



1 – ΦAP , 2 – $ПВ$, 3 – $ММВ$, 4 – $ДМВ$, 5 – $УВ$.

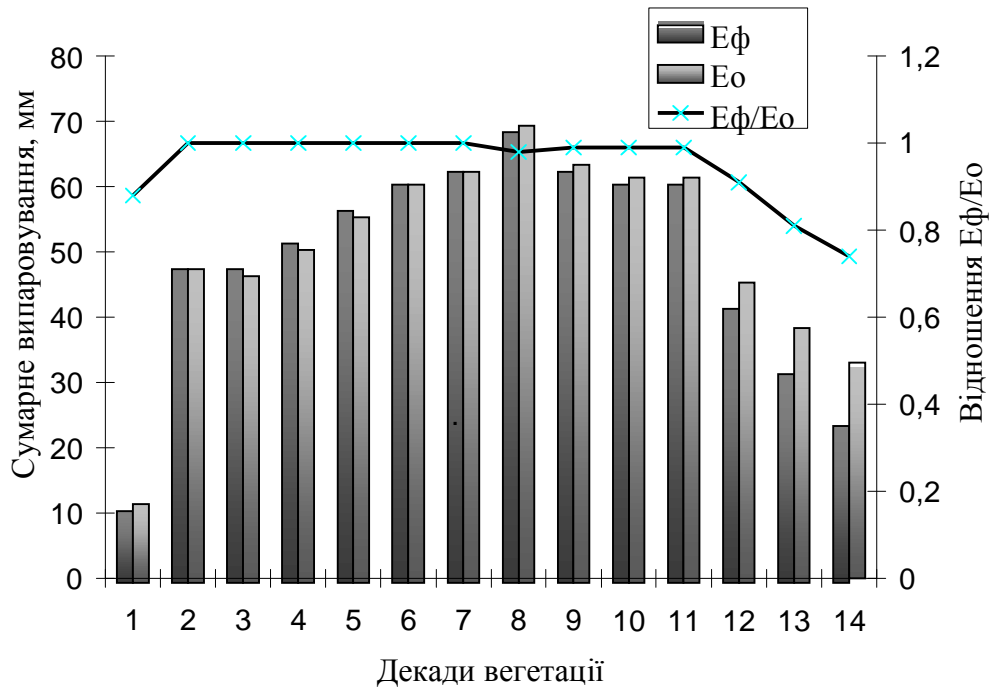
Рис. 5.10 – Динаміка ΦAP (кал/(см²·д)) та прирости сухої маси (г/м²) врожаїв капусти всіх рівнів в зоні Північного Степу.

Співставлення кривих надходження ΦAP з кривою $ПВ$ показує, що крива приростів $ПВ$ різко підвищується в другу декаду після висадження розсади у ґрунт і досягає до 353 г/м². В декаду найбільшого приросту сухої маси $ПВ$ капусти приріст становить 487 г/м², потім поволі знижується і наприкінці вегетаційного періоду становить 199 г/м².

Визначають величини приростів $ММВ$ температурний режим та режим зволоження території. Розглянемо хід температурних кривих $ТОР1$ та $ТОР2$.

$ТОР1$ починається з 13 °С, плавно зростає і в середині вегетаційного періоду капусти становить 17,1 °С. Потім поступово знижується і в останню декаду вегетації становить 12,5 °С. $ТОР2$ починається з 15,7 °С, потім плавно підвищується до максимального значення 19,4 °С в середині вегетаційного періоду. Після цього поступово знижується до 15,5 °С в останню декаду перед збиранням урожаю. Різниця між $ТОР1$ та $ТОР2$ становить 2,5 °С (табл. 5.6).

Випаровування ($E\phi$) на початку вегетації становить 37,8 мм, від декади до декади зростає до сьомої декади вегетаційного періоду (фаза завивання качана) до 66,9 мм (табл. 5.6, рис. 5.11) Потім поступово знижується і наприкінці вегетації становить 27,4 мм. Випаровуваність (тобто потреба рослин у воді) теж підвищується від початку вегетації до сьомої декади і коливається в межах 46 – 67 мм. Від завивання качана до технічної стиглості випаровуваність (Eo) поступово знижується і наприкінці вегетаційного періоду становить 37 мм.



1 – сумарне випаровування (E_f); 2 – випаровуваність (E_o);
3 – відношення E_f до E_o

Рис. 5.11 – Динаміка показників зволоження капусти впродовж періоду вегетації в Дніпропетровській області.

Відношення випаровування до випаровуваності (табл. 5.6) тільки в одну декаду на початку вегетації становить 0,86 відн.од., в і дві декади наприкінці вегетації 0,78 – 0,73 відн.од. В інші декади розвитку капусти E_f/E_o становить 1,0 відн.од.

Як видно із рис. 5.10 прирости $ММВ$ починаються з 279,8 г/м². В другій декаді вегетації капусти прирости $ММВ$ різко зростають до 343 г/м². В наступні чотири декади зростання приростів сухої маси капусти йде повільніше і досягає максимальних значень 466 г/м² в сьому декаду вегетації. Після сьомої декади прирости зменшуються, особливо в останні дві декади вегетаційного періоду і становлять 225 – 182 г/м².

Прирости сухої маси $ДМВ$ капусти нижчі за прирости $ММВ$ і починаються з 193 г/м², різко підвищуючись у другу декаду вегетації до 236 г/м². Далі зростання приростів сухої маси $ДМВ$ проходить плавно до сьомої декади, в яку становить 321,9 г/м². З восьмої декади прирости сухої маси $ДМВ$ знижуються і в останню декаду вегетації перед збиранням врожаю становлять 125 – 155,9 г/м².

Крива приростів $УВ$ сухої маси капусти починається з відмітки 124 г/м², підвищується в наступні шість декад до 207 г/м², потім плавно зменшується до 80,9 г/м² наприкінці вегетаційного періоду.

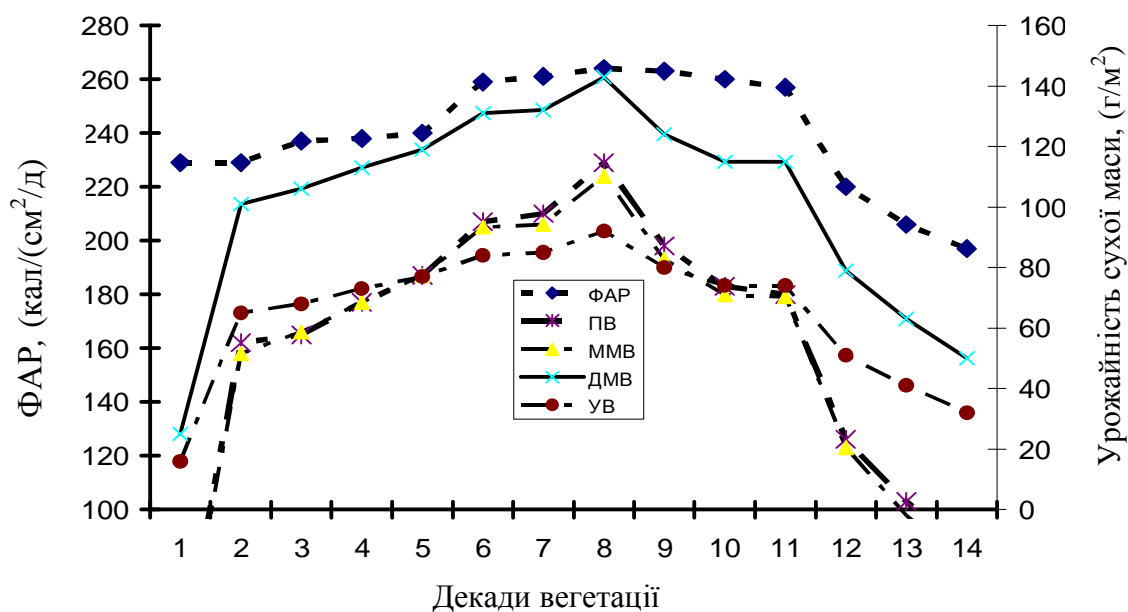
Таблиця 5.6 – Волого – температурний режим формування різних рівнів урожайності сухої маси капусти (г/м^2) в третій агрокліматичній зоні (на прикладі Дніпропетровської області)

Декади вегетації	Температура повітря, $^{\circ}\text{C}$			$E\phi$, мм	E_o , мм	$E\phi/E_o$ відн.од
	середня	TOP1	TOP2			
1	17,1	13,1	15,7	37,6	45,7	0,82
2	18,3	14,4	16,8	44,6	47,3	0,94
3	19,2	15,4	17,8	49,6	48,3	1,0
4	20,1	16,2	18,6	51,5	49,3	1
5	21	16,8	19,1	56,3	54,3	1
6	21,9	17,3	19,4	60,1	58,8	1
7	22,4	17,1	19,3	66,4	66,6	1
8	22,3	16,6	18,9	60,7	60,8	1
9	21	15,8	18,3	57,8	57,3	1
10	19,4	15	17,4	51,5	57,8	0,9
11	17,2	13,8	16,5	35,4	45,5	0,78
12	15,2	12,5	15,5	27,5	37,3	0,73

Четверта агрокліматична зона (на прикладі Миколаївської області). В Південному Степу України капуста, як і інші овочеві культури, вирощується при зрошенні. Сорти за скоростиглістю досить різні – від дуже ранніх до найпізніших. Розглянемо формування врожаїв капусти пізньостиглих сортів. Для цього проведемо аналіз кривої надходження ΦAP за вегетаційний період та динаміку приростів сухої маси капусти врожаїв всіх рівнів (рис. 5.12). Крива надходження ΦAP починається з $229 \text{ кал/}(\text{см}^2 \cdot \text{д})$, поступово зростає і у восьму декаду вегетації досягає максимального значення $264 \text{ кал/}(\text{см}^2 \cdot \text{д})$. Потім до кінця вегетації поступово зменшується і становить $197 \text{ кал/}(\text{см}^2/\text{д})$.

Крива приростів потенційно можливого врожаю ($ПВ$) починається з 41 г/м^2 . З другої декади вегетації прирости сухої маси $ПВ$ різко зростають до 162 г/м^2 . В наступні декади збільшення приростів відбувається повільніше. Максимального значення прирости $ПВ$ досягають з шостої по восьму декаду вегетації до $210 - 229 \text{ г/м}^2$, потім декадні прирости сухої маси поволі знижуються і в останню декаду вегетації становлять 85 г/м^2 .

Характеристики волого-температурного режиму розвитку капусти в Південному Степу (на прикладі Миколаївської області) наводяться на рис. 5.13 та 5.14.



1 – ΦAP , 2 – ПВ, 3 – ММВ, 4 – ДМВ, 5 – УВ.

Рис. 5.12 – Динаміка ΦAP (кал/(см²/д) та прирости сухої маси (г/м²) врожаїв капусти всіх рівнів. Південний Степ (Миколаївська область).

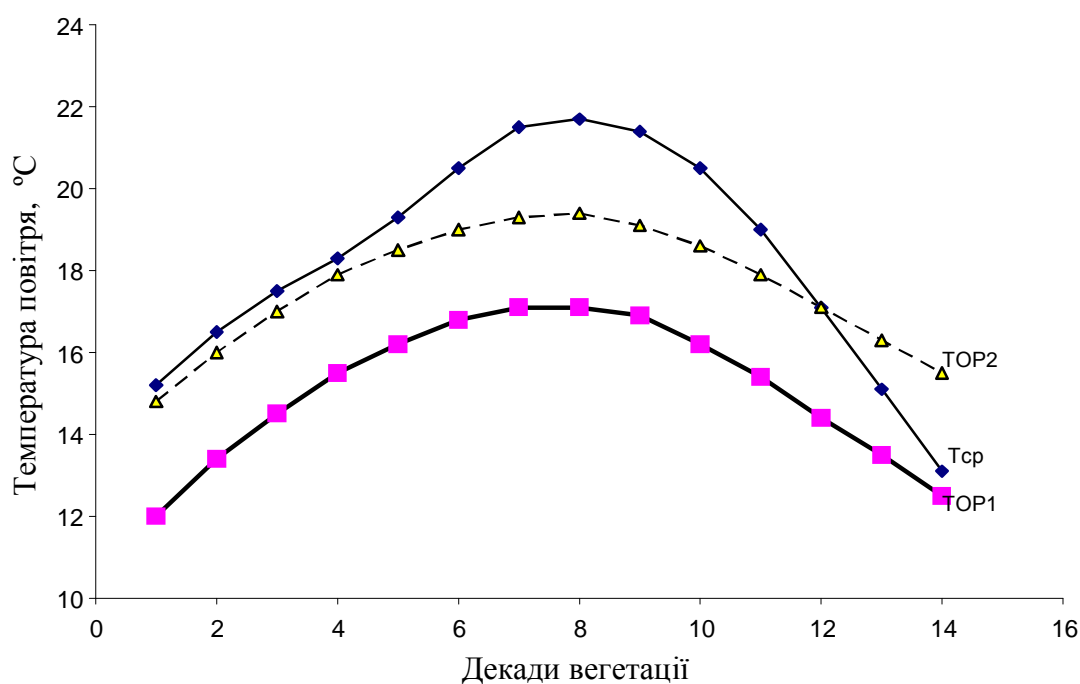


Рис. 5.13 – Динаміка температурних показників розвитку капусти в Південному Степу (на прикладі Миколаївської області). 1 – Тср – середня температура повітря, °C; 2 – TOP1 – нижня межа температурного оптимуму, °C; 3 – TOP2 – верхня межа.

Як видно із рис. 5.13 значення $TOP1$ починається з $12\text{ }^{\circ}\text{C}$, поступово підвищується від декади до декади і досягає значень $17,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ в сьому і восьму декаду вегетації, тобто в період після настання фази завивання качана. У подальшому значення $TOP1$ починає знижуватись до $12,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ в останню декаду вегетації.

Крива $TOP2$ починається із відмітки $14,8\text{ }^{\circ}\text{C}$, поступово піднімається до $19,4\text{ }^{\circ}\text{C}$ восьму декаду вегетації і далі поступово знижується до $15,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ в останню декаду вегетації. Різниця між $TOP1$ та $TOP2$ впродовж всього вегетаційного періоду становила $2,8 - 3\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Крива середньої за декаду температури повітря починається із $15,2\text{ }^{\circ}\text{C}$, поступово підвищується до $21,7\text{ }^{\circ}\text{C}$ у восьму декаду вегетації і далі знижується до $13,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ в останню декаду вегетації. До дванадцятої декади вегетації крива середньої температури виходила за верхню межу температурного оптимуму і тільки в останні дві декади вегетації ввійшла в межі температурного оптимуму.

Переходячи до характеристик випаровування та випаровуваності, можна відзначити, що в першу декаду після висаджування розсади капусти в ґрунт (рис. 5.14) сумарне випаровування ($E\phi$) становило лише 10 мм. Але

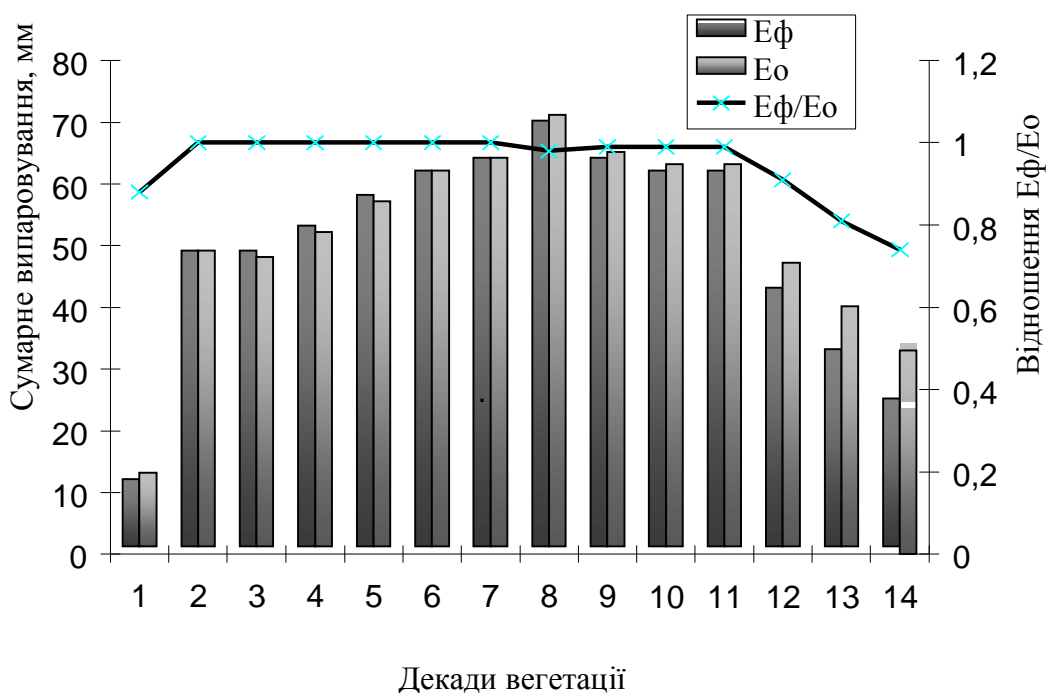


Рис. 5.14 – Динаміка показників зволоження капусти впродовж періоду вегетації в зоні Південного Степу. 1 – сумарне випаровування ($E\phi$); 2 – випаровуваність (Eo); 3 – відношення $E\phi$ до Eo

вже в другу декаду вегетації значення сумарного випаровування різко зростає до 48 мм. В наступні декади зростання $E\phi$ відбувається повільніше

і досягає максимальних значень 62 – 68 мм в сьому – десяту декади вегетації. З десятої декади значення E_f поступово зменшується до 24 мм.

Випаровуваність на полі капусти (E_o) впродовж всього періоду вегетації була майже однаковою з сумарним випаровуванням, за виключенням останніх трьох декад. Тому і відношення E_f/E_o з другої по одинадцяту декаду включно становило близько однієї відн.од.

Описуючи динаміку приростів сухої маси $ММВ$, слід зазначити, що в першу декаду вегетації після висаджування розсади в ґрунт, поки відбувалось її укорінення, приріст сухої маси $ММВ$ був незначний і становив $41,6 \text{ г/м}^2$. А вже з другої декади приріст сухої маси $ММВ$ різко зростає до 162 г/м^2 . В наступні декади приріст відбувається повільніше і становить від 13 до 26 г/м^2 . Найбільший приріст сухої маси $ММВ$ капусти спостерігався у восьмій декаді вегетації і становив 223 г/м^2 . З дев'ятої декади приріст поволі зменшується і в останню декаду перед збиранням врожаю становить 79 г/м^2 .

Крива приростів $ДМВ$ починається з 25 г/м^2 , в другу декаду різко зростає до 101 г/м^2 , в наступні декади розвитку прирости збільшуються на 7 г/м^2 до дати настання фази завивання качана (п'ята декада вегетації). Далі впродовж чотирьох декад після настання завивання качана прирости сухої маси $ДМВ$ капусти були найбільшими і становили 131 – 143 г/м^2 . З дев'ятої декади прирости починають зменшуватись і наприкінці вегетації становлять 63 – 50 г/м^2 .

Хід кривої приростів сухої маси капусти $УВ$ повторює хід кривої приростів сухої маси $ДМВ$, але прирости $УВ$ нижчі на 45 – 55 г/м^2 . Найвищі значення приростів сухої маси $УВ$ спостерігались в з п'ятої по восьму декаду і становили 84 – 92 г/м^2 .

В цілому дослідження умов формування врожаїв капусти всіх рівнів показали, що в усіх агрокліматичних зонах для всіх за скоростиглістю сортів спостерігається єдина тенденція підвищення приростів перед настанням фази завивання качана і впродовж 2 – 4 декад після неї. Швидкість збільшення приростів наростає з південних до північних областей. Найвищі прирости сухої маси капусти спостерігаються в областях Лісової зони України.

5.5 Огірки

Огірки вирощуються по всій території України. Площі посівів огірків займають третє місце після капусти та томатів. Серед країн СНД посівні площі огірків в Україні займають 80 % всієї посівної площі цієї культури на ЄЧ СНД.

Огірки у великій кількості вміщують мінеральні сполучення лужного характеру, які нейтралізують неорганічні кислоти з'єднання, що вводяться в

організм людини з м'ясом, мучними та круп'яними виробами, яйцями і жирами.

Середній рівень урожаїв огірків значно коливається як по території так і по окремих роках в залежності від кліматичних умов. Тому необхідно враховувати кліматичні умови вирощування при вирішенні задач, які направлені на збільшення виробництва огірків і поліпшення забезпечення ними населення. До таких задач відносяться: оптимальне розміщення посівів, вибір найбільш сприятливих районів, виділення районів сортового насінництва, розробка та оцінка ефективності меліоративних та агротехнічних заходів.

Огірки вирощуються переважно сівбою насіння у відкритий ґрунт. Тільки в районах з обмеженою забезпеченістю теплом виникає необхідність вирощувати огірки розсадним засобом.

При правильному виборі сортів та забезпеченні теплом, вологою і мінеральним живленням найвищий врожай посівів залежить від приходу сонячної радіації за вегетаційний період огірків та коефіцієнта її використання. В залежності від приходу ΦAP формується потенційний врожай огірків.

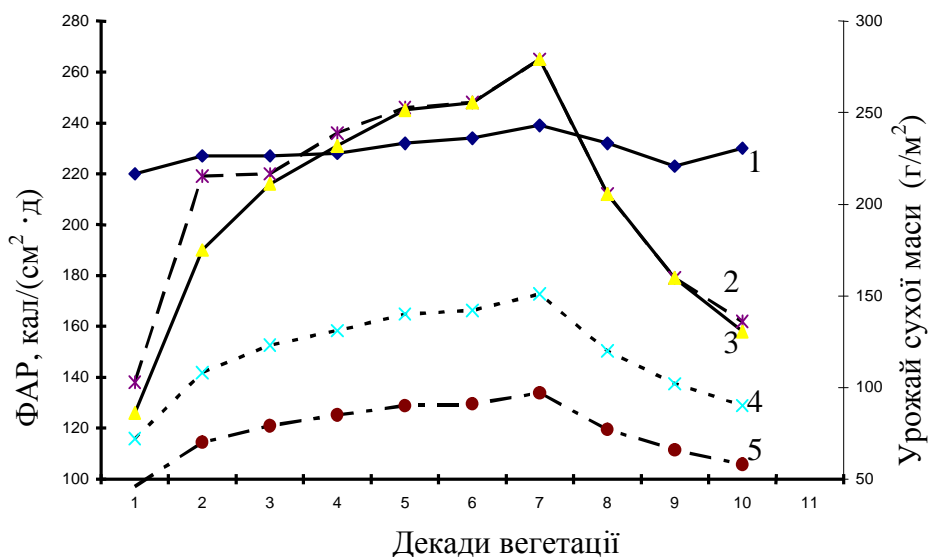
Перша агрокліматична зона (на прикладі Чернігівської області).

Тривалість вегетаційного періоду огірків в першій агро кліматичній зоні коливається в залежності від скоростиглості сорту від 90 до 110 днів. За вегетаційний період надходить фотосинтетично активної радіації (ΦAP) 210 – 250 кал/(см²·д) (рис. 5.15). Як видно із рис. 5.15 крива надходження ΦAP починається з відмітки 220 кал/(см²·д) поступово підвищуючись у наступні шість декад і досягає значення 240 кал/(см²·д) в шосту декаду вегетації. Потім надходження ΦAP скорочується до 223 кал/(см²·д). Формування рослинної маси огірків обумовлене надходженням ΦAP і становить на початку вегетаційного періоду 138 г/м², в середині вегетаційного періоду – 265 кал/(см²·д), наприкінці – 161 кал/(см²·д).

Показники волого – температурного режиму та формування MMB , DMB і UV огірків наведені у табл. 5.7. Для характеристики цих показників вибрана

Чернігівська область, де агрокліматичні умови вирощування є характерними для всієї першої зони.

Як видно із табл. 5.7 нижня межа температурного оптимуму ($TOP1$) починається з 17,1 °С, поступово підвищується від декади до декади і досягає максимальних значень 21,6 °С в сьому декаду вегетації. Після цього вона знижується значно швидше і на 12 декаду вегетації становить 17 °С.



1 – ФАР; 2 – ПВ; 3 – ММВ; 4 – ДМВ; 5 – УВ.

Рис. 5.15 – Динаміка ФАР кал/(см²·д) прирости сухої маси врожаїв огірків всіх рівнів (г/м²) в лісовій зоні.

Верхня межа температурного оптимуму (*TOP2*) починається з відмітки 23 °С, поступово підвищується в наступні декади і досягає максимальних значень з шостої по восьму декаду включно, тобто в період масового цвітіння жіночих і чоловічих квіток, і досягає відмітки 27,4 °С. Потім поступово знижується і в кінці вегетації становить також 23 °С.

Середня температура повітря впродовж вегетаційного періоду огірків не входить в межі температурного оптимуму. Максимальних значень досягає з шостої по восьму декаду включно. Починаючи з дев'ятої декади поступово знижується і на кінець вегетації становить 15,9 °С.

Вологість ґрунту і повітря відіграють важливу роль у формуванні продуктивності огірків, так як вони визначають міру обводнення тканин рослини. Оскільки за походженням огірки із районів вологих тропіків, то вони пред'являють підвищені вимоги до забезпечення вологою.

Після сходів у першу декаду розвитку в долі сумарного випаровування частка випаровування з поверхні ґрунту значно перевищує транспірацію рослин. В наступні декади розвитку огірків різниця різко зменшується. На початку вегетації сумарне випаровування становило біля 23 – 24 мм. Вже в другу декаду вегетації воно збільшилось до 35 мм. Далі, поступово збільшуючись, найвищого значення досягло в сьому декаду вегетації, тобто в декаду максимального розвитку рослинної маси. Поступово знижуючись на кінець вегетації сумарне випаровування становило 35,5 мм. Потреба рослин у воді коливалась в межах від 30 до 53 мм. Найбільшу

потребу у воді огірки відчували в період максимального розвитку рослинної маси і утворення плодів, з третьої по десятку декади.

Значення кривої відношення E_f/E_o тільки в перші декади розвитку огірків становило 0,80 – 0,86 відн.од. Далі впродовж всієї вегетації коливалось в межах 0,91 – 1,0 відн.од.

Як уже вказувалось, метеорологічно можлива врожайність ($ММВ$) є інтегрованою характеристикою агрометеорологічних умов вирощування огірків. Як видно із табл. 5.8 прирости $ММВ$ різко зростають в другу декаду вегетації до 190 г/м^2 , в наступні декади вони зростають повільно а вже в сьому декаду знову зростають до 265 г/м^2 . Максимальних значень прирости сухої маси огірків досягають у сьому декаду. В останню декаду вегетації воно прирости сухої маси $ММВ$ огірків знижуються до 158 г/м^2 .

Таблиця 5.7 – Показники волого-температурного режиму формування приростів різних категорій врожаїв сухої маси огірків(г/м^2) (в першій агрокліматичній зоні (на прикладі Чернігівської області)

Декади вегетації	Температура повітря, °C			E_f , мм	E_o , мм	E_f/E_o	Урожайність, г/м^2		
	середня	TOP1	TOP2				ММВ	ДМВ	УВ
1	15,8	15,1	18,3	21,6	26,7	0,81	125,4	71,4	46,8
2	16,8	16,4	19,4	30,1	35,3	0,86	190,5	108,6	70,5
3	17,2	17,5	20,4	34,6	37,3	0,92	216	123,4	79,3
4	17,8	18,4	21,2	35,5	37,3	0,95	230,7	131,6	84,6
5	18,6	19,1	21,7	36,3	37,3	0,97	245,3	140,8	90,2
6	19,5	19,5	21,9	36,1	36,6	0,99	248,5	141,2	91,4
7	20,3	18,6	21,4	39,4	39,6	1,0	265,2	151,4	98,4
8	19,8	17,6	20,7	35,2	35,8	1,0	211,2	120,5	77,2
9	19,8	16,4	19,5	35,8	34,3	1,0	179,6	102,7	65,3
10	18,0	14,2	18,0	35,5	36,8	0,98	158,8	90,3	58,5

Хід приростів дійсно можливих урожаїв сухої маси огірків ($ДМВ$) починається з відмітки $71,4 \text{ г/м}^2$ різко зростає в другу декаду вегетації до $108,6 \text{ г/м}^2$. В наступні декади збільшення приростів відбувається повільніше і досягає максимумів в шосту – сьому декади вегетації $141 – 151 \text{ г/м}^2$. Наприкінці вегетації прирости $ДМВ$ становили 90 г/м^2 .

Хід приростів урожаїв сухої маси огірків у виробництві ($УВ$) повторює хід приростів дійсно можливих урожаїв, але величина їх значно менше і складає $0,4 – 0,5$ від приростів $ДМВ$. Крива приростів $УВ$ починається з

відмітки 46 г/м². Максимальне значення приростів *УВ* спостерігалось у сьому декаду і становило 97 г/м².

В другій агрокліматичній зоні (на прикладі Вінницької області) розповсюджені посіви огірків різної скоростиглості. Надходження *ФАР* в цій зоні коливається в межах від 230 кал/(см² · доба) на початку вегетації до 245 кал/(см² · доба) в середині вегетаційного періоду. Прирости *ПВ* починаються з відмітки 160 г/м², досягають максимальних значень у шосту - восьму декади 280 г/м² і знижуються до 170 г/м² в останню декаду вегетації.

Як видно із табл. 5.8 температурні показники *ТОР1* починаються з 17,1 °С, поступово підвищуються і в період з п'ятої по восьму декади досягають значень 21 – 21,6 °С. Потім починається поступове зниження і наприкінці вегетації значення *ТОР1* становить 15,9 °С. Значення *ТОР2* починається з відмітки 21,3 °С, поступово підвищується і з шостої по восьму декаду становить 25,8 – 26,4 °С. Закінчення вегетаційного періоду характеризується значеннями *ТОР2* 23,4 – 21,4 °С. Різниця між *ТОР1* та *ТОР2* впродовж всього вегетаційного періоду становила 4 °С.

Співставлення значень *ТОР1* та *ТОР2* із середньою за декаду температурою повітря показує, що її значення впродовж всього вегетаційного періоду нижче, ніж *ТОР1*. Це свідчить про те, що в цій зоні не завжди вистачає тепла для формування високих урожаїв огірків.

Таблиця 5. 8 – Волого-температурний режим формування приростів різних категорій врожаїв сухої маси огірків (г/м²) в другій агрокліматичній зоні (на прикладі Вінницької області)

Декади вегетації	Температура повітря, °С			<i>Eф</i> , мм	<i>Eо</i> , Мм	<i>Eф/Eо</i>	Урожайність, г/м ²		
	середня	<i>ТОР1</i>	<i>ТОР2</i>				<i>ММВ</i>	<i>ДМВ</i>	<i>УВ</i>
1	15,2	14,8	18,2	26,3	32,7	0,80	71,7	64,1	44
2	16,1	16,2	19,4	38,1	43,9	0,87	100	90	57,7
3	16,8	17,3	20,4	43,6	47,3	0,92	108,8	97,4	62,9
4	17,8	18,4	21,2	45,5	48,3	0,95	116,2	104,6	67,1
5	19,2	18,8	21,8	47,1	48,3	0,98	125,2	113,8	72,7
6	20,6	19,5	21,8	48,4	48,8	0,99	127,6	114,2	73,4
7	20,8	19,6	21,8	47,6	48,8	0,99	139,8	114,9	80,4
8	20,4	18,4	21,3	47,6	48,8	0,99	119,8	105,8	64,8
9	20,1	17,5	20,8	44,2	47,3	0,93	98,2	88,4	56,8
10	19,6	16,5	19,1	41,5	48,8	0,85	92,8	83,4	53,6
11	18,4	14,5	18	31,7	39,5	0,80	62,6	56,4	36,2
12	15,9	17	21,4	31,5	37,1	0,83	168,3	102,7	61,6

Головною причиною підвищеної чутливості огірків до зволоження ґрунту і повітря вважається мілке укорінення рослин. Росте коріння огірків повільно і основна маса коріння розташовується у верхньому 20 – 25 см шарі ґрунту.

В цій зоні огірки вирощуються на суходолі. Вологість ґрунту у верхніх шарах нестійка і тому забезпечення великої рослинної маси водою може здійснюватись тільки всією масою коріння. Крім того, огірки відзначаються підвищеним обводненням клітин, яке пов'язане з тим, що клітини тканин огірків мають великі розміри і мають підвищений темп наростання рослинної маси.

Сумарне випаровування огірків починається з 26,3 мм, в другу декаду вегетації із-за різкого наростання рослинної маси підвищується до 38 мм. Максимальних значень сумарне випаровування досягає у період з шостої по десяту декади, тобто в період найбільшого наростання рослинної маси і коливається від 47 до 53 мм. Наприкінці вегетації сумарне випаровування знижується до 31 мм.

Потреба огірків у воді в декаду сходів становить 32,8 мм, і зростає одночасно із зростанням рослинної маси і досягає максимальних значень 48 – 54 мм у період з четвертої по десяту декади вегетації. В останні дві декади вегетації потреба у волозі становила 49 – 39 мм.

Відношення E_f/E_o не знижувалось з третьої по дев'яту декади вегетації нижче 0,93 відн.од. Максимальні значення цього відношення були в період з четвертої по восьму декаду вегетації і коливались від 0,94 до 0,99 відн.од. Це говорить про те, що в цій зоні огірки добре забезпечені вологою на полях без зрошення.

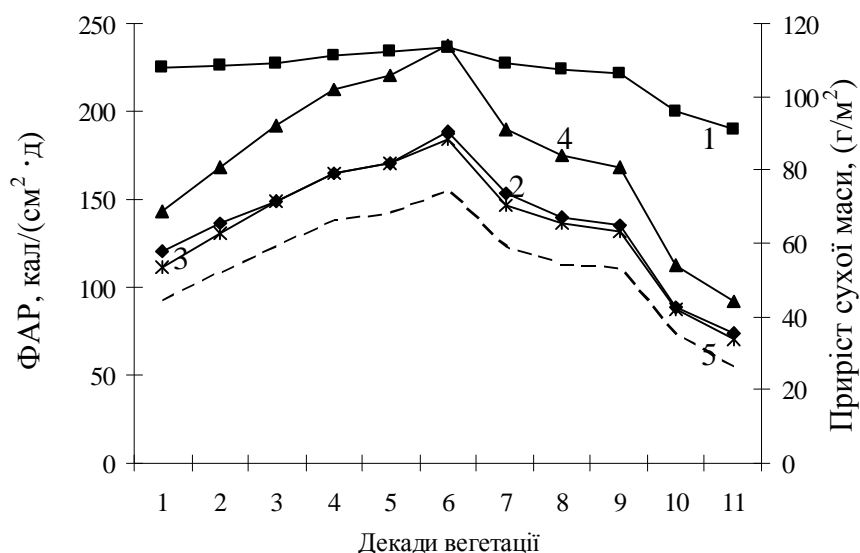
Огірки порівняно із іншими овочевими культурами мають найбільшу швидкість наростання рослинної маси. В першу декаду після сходів приріст $ММВ$ становив 71 г/м^2 (табл. 5.8). В другу декаду прирости $ММВ$ зросли до 100 г/м^2 . Найбільші прирости рослинної маси відбувались в період п'ятої по восьму декаду включно, досягнувши максимальних значень $139,6 \text{ г/м}^2$ у сьому декаду вегетації. В останню декаду вегетації прирости становили 62 г/м^2 .

Як видно із табл. 5.8 приріст сухої маси $ДМВ$ мав такий же декадний хід впродовж вегетації, але значення їх були значно нижчі і коливались від 89 до $125,8 \text{ г/м}^2$.

Урожай сухої маси огірків у виробництві коливався від 41 г/м^2 до $80,8 \text{ г/м}^2$, був найвищий у сьому декаду вегетації. Впродовж всього вегетаційного періоду приріст сухої маси $УВ$ становив $0,58 - 0,59 \text{ г/м}^2$ від $ДМВ$.

Третя агрокліматична зона (на прикладі Дніпропетровської області). В областях третьої агрокліматичної зони посівні площі огірків найбільші. Формуванню високих урожаїв огірків тут заважає нестача вологи у верхньому шарі ґрунту в період інтенсивного утворення плодів. Не

зважаючи на те, що в цій зоні коріння огірків проникає глибше, ніж в першій та другій агрокліматичних зонах, вологи в деякі роки недостатньо.. Через нестачу вологи огірки вирощуються на зрошуваних полях. Характеристика надходження ФАР впродовж періоду вегетації, прирости сухої маси урожаїв всіх рівнів представлена на рис. 5.16. Характеристика волого-температурного



1 – ФАР; 2 – ПВ; 3 – ММВ; 4 –ДМВ; 5 – УВ.

Рис. 5.16 – Динаміка ФАР кал/(см²·д) приростів сухої маси огірків врожаїв в всіх рівнів (г/м²) в Дніпропетровській області.

режиму вирощування огірків у третій агрокліматичній зоні наведена у табл. 5.9.

Нижня межа *TOP1* починається з 14,7 °С досягає максимальних значень з п'ятої по дев'яту декади до 18,5 – 19,2 °С, знижуючись на кінець вегетації до 11,2 °С.

TOP2 починається з 18°С поступово підвищується, досягає максимального значення у дев'яту – десятую декади 27,8 °С. В останні декади вегетації значення *TOP2* становить 25,4 – 26,2 °С. Різниця між *TOP1* та *TOP2* впродовж всієї вегетації становить 4 °С.

Значення середньої за декаду температури повітря впродовж вегетаційного періоду знаходилась у межах температурного оптимуму і були: на початку вегетації 17,2 – 18,3 °С, з п'ятої до восьмої – від 20,6 до 21,7 °С. В останні три декади вегетації середня температура поступово знижувалась від 19 до 14,3°С.

Характеризуючи динаміку сумарного випаровування можна сказати, що у перші дві декади після сходів воно становило 40 – 45 мм. Починаючи з третьої декади вегетаційного період значення сумарного випаровування різко зростає спочатку до 53 мм, поступово підвищуючись досягає максимальних значень 55 – 56 мм. З десятої до одинадцятої декад вегетації воно становило 45 – 36 мм. В останню декаду вегетаційного періоду сумарне випаровування різко знижується і становить 24,4 мм.

Потреба рослин у воді збільшується із збільшенням рослинної маси та із підвищенням температури повітря. Найбільших значень потреба у воді відзначається з четвертої декади до дев'ятої включно 63 – 69 мм. Тільки в останню декаду потреба у воді зменшується до 40 мм.

Відношення E_f/E_o становило 0,79 – 0,85 відн.од. в перші дві декади після сходів. Потім до кінця вегетації воно коливалось від 0,80 до 0,90 відн. од.

Таблиця 5.9 – Волого-температурний режим формування різних рівнів урожайності сухої маси огірків (г/м^2) в третій агрокліматичній зоні (на прикладі Дніпропетровської області)

Декади вегетації	Температура повітря, °C			E_f , мм	E_o , мм	E_f/E_o	Урожайність, г/м^2		
	середня	TOP1	TOP2				ММВ	ДМВ	УВ
1	17,2	15,3	18,4	40,1	50,7	0,79	111,2	69	44,3
2	18,3	16,2	19,6	45,8	53,6	0,85	131,3	81	52,3
3	19,8	17,5	20,9	51	57	0,89	148,6	92	59,2
4	20,6	18,6	21,3	53,1	60,5	0,87	165,2	102,4	65,8
5	21,3	19	21,8	53,9	63,4	0,85	171,3	106,2	68,3
6	21,7	19,1	21,9	56,3	69,7	0,81	184,6	114,4	73,6
7	21,5	18,7	21,6	50,5	63,4	0,80	147,3	91,3	58,7
8	20,3	18	21	51,6	60,5	0,85	135,7	84,1	54,1
9	18,7	16,9	20,2	55,7	63,3	0,88	132,1	81,9	52,7
10	16,6	15,7	19	45,6	50,2	0,91	87,9	54,5	35
11	14,4	14,5	18	36,6	40,5	0,90	71,6	44,4	28,5

Динаміка приростів ММВ в першу декаду після сходів починається з 163 г/м^2 (табл. 5.9). В другу декаду різко зростає до 191 г/м^2 . До четвертої декади зростання приростів ММВ коливається від 9 до 20 г/м^2 . В п'яту декаду приріст ММВ сухої маси зростає відразу на 32 г/м^2 і становить 250 г/м^2 . Найбільші прирости ММВ сухої маси відбуваються у шостій та сьомій декадах і становлять 269 г/м^2 . Починаючи з десятої декади прирости ММВ різко зменшуються і на кінець вегетації становлять 108 г/м^2 .

Динаміка приростів *ДВУ* сухої маси огірків від другої декади вегетації до одинадцятої коливається від 112 г/м^2 до 159 г/м^2 . Найбільші прирости *ДМВ* відбуваються з п'ятої по дев'яту декади.

Динаміка приростів *ДВУ* сухої маси огірків від другої декади вегетації до одинадцятої коливається від $81,4$ до 114 г/м^2 . Найбільші прирости *ДМВ* відбуваються з четвертої до сьомої декади вегетаційного періоду огірків.

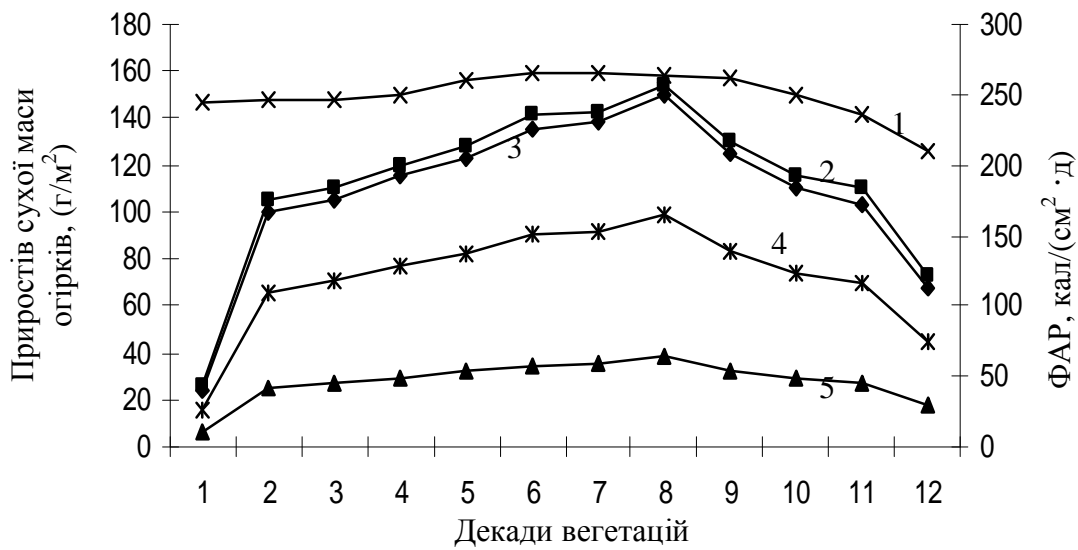
Початковий рівень приростів сухої маси *УВ* становить $65 - 76 \text{ г/м}^2$, поступово підіймаючись досягає максимальних значень $100 - 107 \text{ г/м}^2$ з п'ятої по дев'яту декади. Наприкінці вегетації прирости *УВ* становлять $43 - 63 \text{ г/м}^2$.

Четверта агрокліматична зона (на прикладі Херсонської області). Особливості розвитку огірків в четвертій агрокліматичній зоні полягають в тому, що ця зона найбільш забезпечена теплом, але відзначається значною посушливістю. Огірки в цій зоні вирощуються тільки на зрошуваних полях. Впродовж вегетаційного періоду температура повітря буває значно вищою оптимальних температур для розвитку огірків. Буває так, що вегетаційний період огірків скорочується через високі температури, не зважаючи на зрошення. Слабко розвинута коренева система не встигає поповнювати витрати води тканинами огірків.

Надходження *ФАР* і прирости всіх категорій врожайності огірків представлені на рис. 5.17.

В зоні Південного Степу надходження *ФАР* починається з відмітки $238 \text{ кал/}(\text{см}^2 \cdot \text{д})$ до четвертої декади вегетації піднімається повільно до відмітки $258 \text{ кал/}(\text{см}^2 \cdot \text{д})$. В п'яту декаду вегетації надходження *ФАР* зростає швидше і в шосту декаду вегетації досягає максимальних значень $280 \text{ кал/}(\text{см}^2 \cdot \text{д})$. З дев'ятої декади починається поступове зменшення надходження *ФАР* і в останню декаду вегетації воно становило $215 \text{ кал/}(\text{см}^2 \cdot \text{д})$.

В четвертій агро кліматичній зоні прирости сухої маси у всі декади розвитку вищі, ніж в інших зонах (рис. 5.17). Прирости сухої маси потенційного врожаю в першій декаді після сходів становили 142 г/м^2 . Починаючи з другої декади вегетації майже до кінця вегетаційного періоду коливались від 165 до 224 г/м^2 . При цьому слід відзначити, що зростання приростів сухої маси *ПВ* йшло швидше, ніж його зниження наприкінці вегетації.



1 – ФАР; 2 – ПВ; 3 – ММВ; 4 – ДМВ; 5 – УВ.

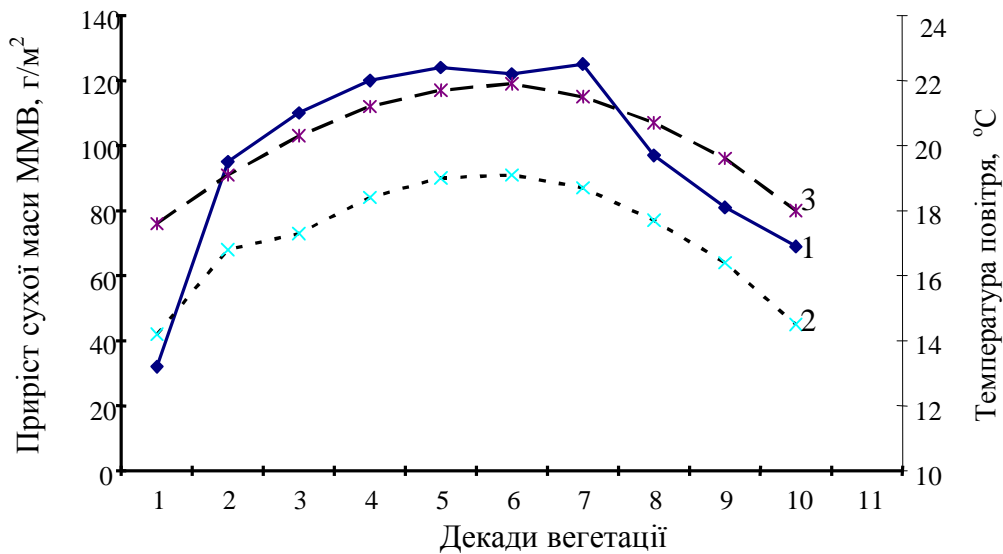
Рис. 5.17 – Динаміка ФАР кал/(см²·д) приростів сухої маси огірків врожаїв в всіх рівнів (г/м²) в зоні Південного Степу (Херсонська область).

Динаміка приростів сухої маси *ММВ* з початку вегетації до шостої декади майже однакова з динамікою приростів *ПВ*. Починаючи з шостої декади відзначається значне зменшення приростів *ММВ*. Це пояснюється високими температурами повітря в липні та серпні.

Прирости сухої маси дійсно можливої врожайності (*ДМВ*) впродовж вегетації коливались від 79 до 134 г/м². Максимальних значень вони досягали в період від четвертої до восьмої декади вегетації.

Крива приростів сухої маси *УВ* починається з 51 г/м², поволі зростає і в третій декаді становить 64 г/м², досягає максимуму у сьомій декаді вегетації – 86 г/м² і потім поступово знижується до 33 г/м² в останню декаду вегетації.

Із рис. 5.18 видно, що нижня межа температурного оптимуму (*ТОР1*) починається з 14,7 °С, поступово підвищується в наступних декадах вегетації і в період від шостої до десятої декади вегетації становить 18 – 19 °С. Наприкінці вегетації знижується до 10 °С. Значення *ТОР2* починається з 18 °С, підвищується в наступні декади і досягає максимального значення в період з шостої по десяту декади вегетації 22 – 24 °С. В кінці вегетаційного періоду *ТОР2* становить 14 °С.



1 – ММВ; 2 – ТОР1; 3 – ТОР2.

Рис. 5.18 – Динаміка температурного режиму та приростів сухої маси огірків в Південному Степу (на прикладі Миколаївської області).

Крива середньої за декаду температури повітря на початку періоду перші три, декади майже співпадає з кривою ТОР1, далі різко підвищується і досягає значень 24 – 26 °С. З восьмої по дванадцяту декаду вегетації крива середньої декадної температури виходить за верхню межу температурного оптимуму і повертається в його межі в дванадцяту декаду вегетації. Це свідчить про те, що в четвертій агрокліматичній зоні висока середня температура повітря викликає в'янення бадилля, пожовтіння листя, осипання зав'язі та втрату життєздатності пилку. Часті поливи мало покращують становище, тому що коренева система огірків проникає вглибину всього на 20 – 25 см і не спроможна задовольнити вологою всю масу рослини.

В степовій зоні забезпечення посівів огірків вологою здійснюється за допомогою зрошення.

Сумарне випаровування огірків в перші дві декади після сходів становить 27 – 28 мм, (табл. 5.10, рис. 5.19), потім різко підвищуючись від декади до декади і досягає максимальних значень 60 – 70 мм в період з шостої по одинадцяту декади. Потім знижується до 32 мм. Потреба рослин в воді виражена через випаровуваність, яка розраховувалась за формулою С.І. Харченко, в перші дві декади вегетації становила 33 мм, потім підвищувалась від декади до декади і в період максимального наростання рослинної маси становила 77 – 88 мм. Крива відношення E_{ϕ}/E_o впродовж вегетації змінювалась мало і коливалась від 0,82 до 0,9 відн.од.

Таблиця 5.10 – Волого-температурний режим формування різних рівнів урожайності огірків в зоні Південного Степу (на прикладі Херсонської області)

Декади вегетації	Температура повітря, °C			E_f , мм	E_o , мм	E_f/E_o	Урожайність, г/м ²		
	Середня	TOP1	TOP2				ММВ	ДМВ	УВ
1	14,2	14,7	17,8	23	29	0,79	130,6	79,7	51,2
2	15,3	15,7	18,9	28,4	34,1	0,84	145	88,3	57
3	17,4	16,9	19,5	34,5	39	0,88	165	100,7	64,7
4	17,6	17,9	20,7	41,9	45,8	0,90	178,8	109	70,1
5	20,0	18,7	21,4	49,3	54,2	0,91	196,3	119,7	77
6	21,3	18,8	21,5	58,6	63,8	0,92	201,4	122,8	79
7	23,3	19,6	21,4	58,4	64,8	0,92	220,8	134,7	86,6
8	23,8	19,7	22,4	56,4	64,8	0,88	180,5	110	70,8
9	22,5	20,9	22,7	58,9	71,2	0,83	163,5	99,7	64,1
10	21,1	20,2	21,8	64,5	83,4	0,77	159,8	97,5	62,7
11	20,6	18,0	19,1	65,5	79,5	0,73	117	71,4	45,9
12	18,7	17,4	18,1	59,4	66,5	0,86	85,9	52,4	33,7

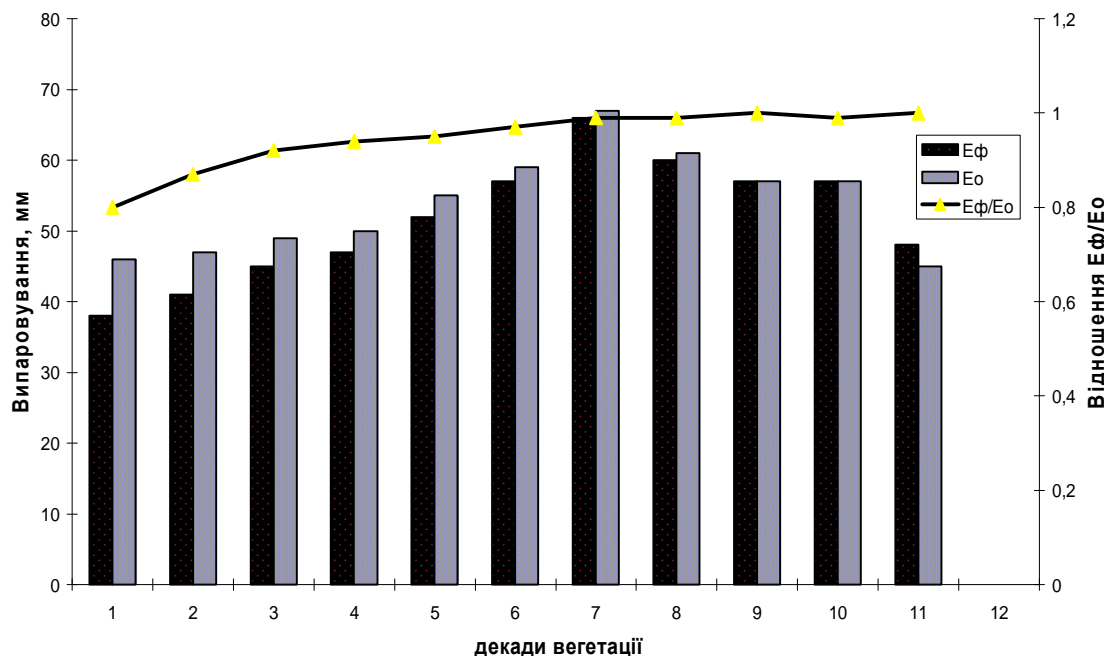


Рис. 5.19 – Динаміка зволоження огірків впродовж вегетації в Херсонській області. 1 – сумарне випаровування (E_f); 2 – випаровуваність (E_o); 3 – відношення E_f/E_o

5.6 Агрокліматичні умови вирощування солодкого перцю в Україні

Солодкий перець більш вимогливий до тепла, ніж інші овочеві культури, особливо в період бутонізації і цвітіння. Різні за скоростиглістю сорти потребують різної кількості тепла для формування врожаю. В першій агрокліматичній зоні (Полісся) виробничі посівні площі солодкого перцю незначні і тут вирощуються тільки ранньостиглі сорти: Нікітинський білий, Глорія, Відбірний північний, Ранній круглий, Болгарський.

В першій агрокліматичній зоні переважають дерново – опідзолені ґрунти. Як і для інших культур, для солодкого перцю сонячна радіація є енергетичною основою життєдіяльності рослин, особливо фотосинтезу. При програмуванні врожаїв врахування ΦAP має велике значення.

Як видно з рис. 5.1 надходження ΦAP збільшується з Лісостепової зони до зони Південного Степу. Після висаджування розсади у ґрунт надходження ΦAP становить від 0,245 кал/(см²·хв) у першій агрокліматичній зоні (Полісся) до 0,284 кал/(см²·хв) у Південному Степу. Потім надходження ΦAP зростає повільно до шостої декади розвитку і становить від 0,261 кал/(см²·хв) до 0,314 кал/(см²·хв) відповідно. Найбільше надходження ΦAP спостерігається у всіх зонах з шостої по дев'яту декаду і становить у Лісовій зоні 0,266 кал/(см²·хв), Лісостеповій – 0,274 кал/(см²·хв), Північному Степу – 0,297 кал/(см²·хв), Південному Степу – 0,338 кал/(см²·хв). Після восьмої декади у Лісовій та Лісостеповій зонах та після дев'ятої декади в зоні Північного та Південного Степу надходження ΦAP починає зменшуватись і становить в останню декаду вегетації у Лісовій зоні 0,187 кал/(см²·хв), Лісостеповій – 0,195 кал/(см²·хв), Північному Степу – 0,211 кал/(см²·хв) (тринадцята декада вегетації), Південному Степу (п'ятнадцята декада вегетації – 0,184 кал/(см²·хв) відповідно ΦAP змінюється і приріст $ПВ$ всіх культур (табл. 5.1).

Як видно із табл. 5.1 в Південному Степу найвищі прирости сухої маси $ПВ$ спостерігаються у солодкого перцю і коливаються всередині вегетаційного періоду від 260 до 364 г/м². У всіх зонах максимальний приріст сухої маси солодкого перцю спостерігається в декади максимального надходження ΦAP з 6 по 8 декади.

Декадний хід температурного режиму та приростів $ММВ$ представлено на рис. 5.19. Крива нижньої межі температурного оптимуму починається з 17,4 °С, досягає максимуму 21,6 °С наприкінці між фазного періоду цвітіння – технічна стиглість. Потім, поволі знижуючись на кінець вегетаційного періоду досягає позначки 17,0 °С. Крива верхньої межі температурного оптимуму $ТОР2$ починається з 24,5, поступово

підвищується до 28,3 °С в той же період, що і температура нижньої межі температурного оптимуму.

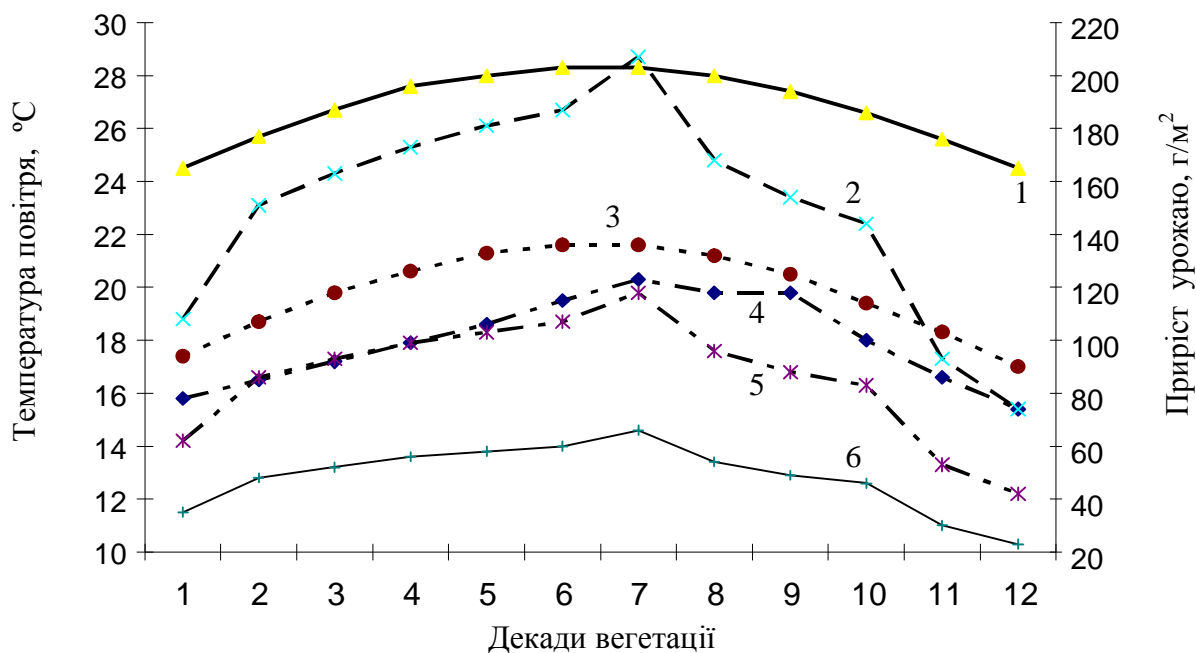


Рис. 5.19 – Декадний хід термічного режиму та приростів *ММВ*, *ДМВ*, *УВ* солодкого перцю на прикладі Київської області. Криві зверху вниз: 1 – *TOP2*; 2 – *ДМВ*; 3 – *TOP1*; 4 – *ММВ*; 5 – середня температура повітря; 6 – *УВ*.

На кінець вегетації крива *TOP2* досягає значень 24,5 °С. Різниця між *TOP1* та *TOP2* впродовж всього періоду вегетації становить 7,2 °С.

Крива середньої за декаду температури повітря впродовж всього періоду вегетації не входить в межі температурного оптимуму. Це говорить про те, що в першій агрокліматичній зоні солодкий перець не забезпечений теплом в достатній мірі.

При оцінці ресурсів зволоження головним гідрометеорологічним фактором є сумарне випаровування (*Eф*).

Як видно із рис. 5.20 на початку вегетації сумарне випаровування (*Eф*) становить 21 мм, в міру підвищення температури повітря та розвитку рослинної маси воно підвищується і досягає значень 30 – 34 мм з другої по п'яту декаду вегетації. Потім, поступово знижуючись наприкінці вегетації становить 15 мм. Випаровуваність (*Eо*), яка прирівнюється до вологопотребности рослин, на початку вегетації становить 27 мм. З розвитком рослин вона підвищується до 38 – 49 мм. В середині періоду технічної стиглості випаровуваність становить 46 – 54 мм. На останню декаду вегетаційного циклу вона знижується до 22 мм.

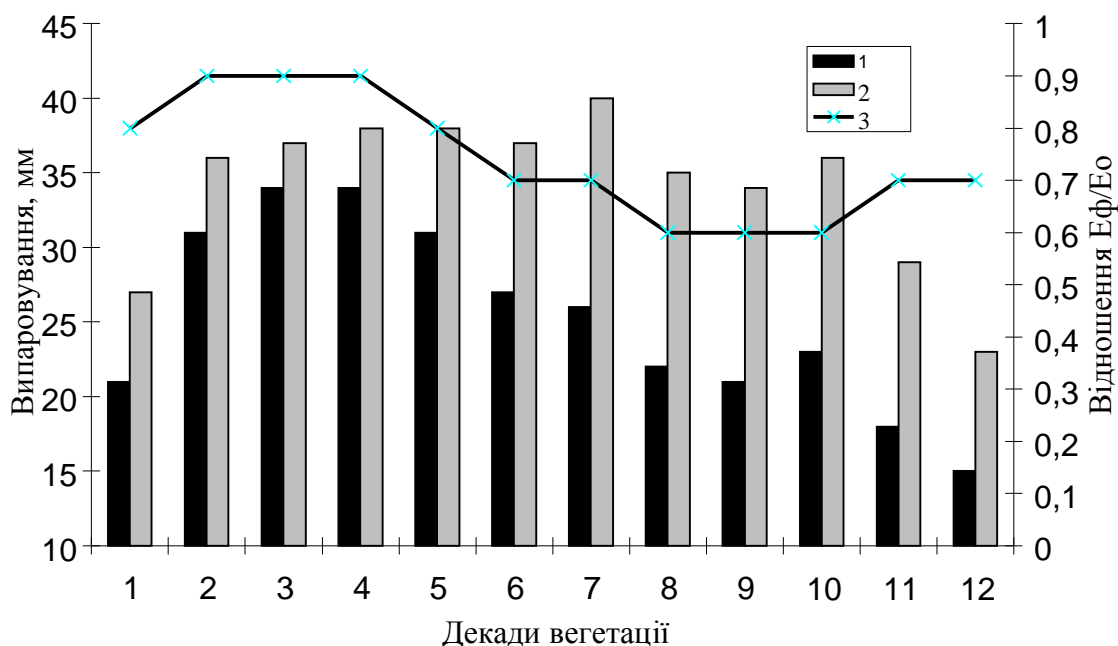


Рис. 5.20 – Декадний хід водного режиму поля ранньостиглого солодкого перцю (на прикладі Київської області): 1 – сумарне випаровування (E_f), мм; 2 – випаровуваність (E_o), мм; 3 – відношення E_f до E_o , відн. од.

Крива відношення E_f/E_o починається із значення 0,8 відн.од, поступово підвищується і на початок періоду цвітіння – технічна стиглість становить 0,9 відн.од. Потім поступово зменшується і на кінець вегетації становить 0,6 – 0,7 відн.од.

Слід зазначити, що в першій агрокліматичній зоні солодкий перець вирощується без зрошення, тільки в період висаджування розсади проводиться вологозарядковий полив. В деякі дуже посушливі роки може проводитись 1 – 2 поливи за вегетаційний період.

Якщо проаналізувати криву приростів $ММВ$ (рис. 5.19), то видно що вона починається з 108 г/м^2 . В наступній декаді приріст різко збільшується до 151 г/м^2 . В подальшому збільшення приростів відбувається більш плавно, досягає максимальних значень 207 г/м^2 перед першим збором плодів. Починаючи з восьмої декади приріст $ММВ$ помітно знижується від декади до декади і в останню декаду вегетації становить 74 г/м^2 .

Як видно із рис. 5.19 приріст $ДМВ$ починається з позначки 62 г/м^2 . За другу декаду вегетації в приріст становить 86 г/м^2 . В наступних декадах приріст $ДМВ$ теж зростає, але повільніше і досягає максимуму 118 г/м^2 наприкінці між фазного періоду технічна стиглість – перший збір плодів. Після цього приріст $ДМВ$ поволі знижується і в останню декаду вегетаційного періоду становить 42 г/м^2 .

Крива приростів *УВ* повторює хід кривої приростів *ДМВ*, але значення приростів в усі декади вегетації значно нижчі. На початку періоду приріст становить 35 г/м², на період максимального приросту – 66 г/м², на кінець вегетації – 24 г/м².

Друга агрокліматична зона. (На прикладі Харківської області). В другій агрокліматичній зоні також вирощуються ранньостиглі сорти солодкого перцю. Розглянемо особливості формування різних категорій врожайності солодкого перцю в залежності від характеристик надходження *ФАР*, температурного та водно-теплового режимів цієї зони.

Найбільше надходження *ФАР* в другій агрокліматичній зоні спостерігається з шостої по дев'яту декаду і становить у Лісостеповій зоні – 0,275 кал/(см²·хв). На кінець вегетаційного періоду солодкого перцю надходження *ФАР* знижується до 0,235 кал/(см²·хв). Приріст сухої маси *ПВ* починається зі 125 г/м², поступово підвищуючись від декади до декади приріст *ПВ* досягає максимальних значень з 5 по сьому декади вегетації і коливається від 230 до 248 г/м². Наприкінці вегетації приріст зменшується до 132 г/м².

Як видно із табл. 5.11 нижня межа температурного оптимуму починається з 17,2 °С, поступово підвищується від декади до декади і в період бутонізація – масове цвітіння перцю досягає значень 21,3 – 21,6 °С.

Таблиця 5.11 – Волого-температурні показники формування приростів різних категорій врожаїв солодкого перцю в Лісостеповій зоні (на прикладі Харківської області)

Декади вегетації	Температура повітря, °С			<i>Eф</i> , мм	<i>Eо</i> , Мм	<i>Eф/Eо</i>	Урожайність, г/мс ²		
	середня	ТОР1	ТОР2				ММВ	ДМВ	УВ
1	17,2	17,1	24,3	23,0	27,0	0,83	98,4	63,7	35,8
2	18,3	18,5	25,6	46	49	0,94	193,5	122,6	69,5
3	19,2	19,7	26,6	46	52	0,89	203	130,4	73,33
4	20	20,6	27,5	43	51	0,84	213	136,6	77
5	20,5	21,3	28,5	40	51	0,78	217,0	139,8	78,2
6	21,4	21,6	28,3	37	49	0,75	215,5	137,2	77,4
7	21,8	21,6	28,3	46	57	0,80	236,2	151,4	85,4
8	21,5	21,1	27,9	44	51	0,86	194,2	124,5	70,2
9	20,6	20,4	27,3	45	49	0,92	179,6	114,7	64,3
10	18,4	19,3	26,4	44	49	0,88	169	108	61,5
11	16,3	18,2	25,5	30	38	0,78	112,6	72,5	40
12	14,4	17	24,9	23	31	0,73	74,1	48,7	26,7

Після цвітіння починається поступове зниження значень температурної межі і в останню декаду вегетації значення її становить 17°C . Значення показників верхньої межі температурного оптимуму на 7°C вищі в усі декади вегетації.

Середня за декаду температура повітря впродовж всього періоду вегетації була трохи нижчою, ніж значення нижньої межі температурного оптимуму і тільки з шостої до дев'ятої декади вегетаційного періоду вона була вища неї на $0,1 - 0,2^{\circ}\text{C}$.

Темпи розвитку культур та кількість води, яку вони витрачають для забезпечення росту та формування врожаю, є проявою спадкових властивостей виду та сортів рослин.

Сумарне випаровування в Харківській області на полях солодкого перцю становило 23 мм. Із зростанням рослин та підвищенням температури повітря його значення різко зростає уже в другій декаді вегетації до 44 мм. Потім темпи зростання сумарного випаровування (E_f) дещо зменшуються і з третьої по сьому декади вегетаційного періоду коливаються в межах 43 – 49 мм. Після настання технічної стиглості сумарне випаровування поступово знижується і наприкінці вегетації становить 31 мм.

Відношення E_f/E_o впродовж вегетації становило $0,84 - 0,92$ відн.од. Наприкінці вегетації це відношення зменшилося до $0,73$ відн.од.

Як видно із табл. 5.11 прирости $ММВ$, $ДМВ$ та $УВ$ на початку вегетації становили 99 г/м^2 , 63 г/м^2 та 36 г/м^2 відповідно. В другу декаду вегетації прирости всіх категорій врожайності різко зросли. Починаючи з третьої декади, зростання приростів йшло повільніше і досягло максимальних значень у останню декаду перед настанням фази технічної стиглості 236 г/м^2 , 151 г/м^2 , 85 г/м^2 . Після технічної стиглості плодів приріст усіх категорій врожайності поступово знижувався і на останню декаду вегетаційного періоду становив відповідно 74 г/м^2 , 47 г/м^2 та 27 г/м^2 .

Третя агрокліматична зона. (На прикладі Дніпропетровської області). В третій агрокліматичній зоні вирощуються ранньостиглі, середньостиглі та пізньостиглі сорти солодкого перцю на переважно південних важко суглинкових чорноземах.

Надходження $\PhiАР$ на початку вегетаційного періоду перцю становило $0,275\text{ кал/}(\text{см}^2\cdot\text{хв})$, максимальних значень досягло з п'ятої по сьому декади і становило $0,285\text{ кал/}(\text{см}^2\cdot\text{хв})$. Наприкінці вегетації надходження $\PhiАР$ зменшилось до $0,235\text{ кал/}(\text{см}^2\cdot\text{хв})$. Обумовлений надходженням $\PhiАР$ приріст $ПВ$ починався з відмітки 235 г/м^2 . Найбільші прирости сухої маси $ПВ$ солодкого перцю спостерігалися з третьої по дев'яту декади і коливалися в межах $245 - 296\text{ г/м}^2$.

Температурні показники та показники водного режиму формування приростів урожаїв усіх рівнів в третій агрокліматичній зоні наводяться в табл. 5.12.

Таблиця 5.12 – Волого-температурні показники формування приростів різних категорій врожаїв солодкого перцю в зоні Північного Степу

Декади вегетації	Температура повітря, °С			$E\phi$, мм	E_o , мм	$E\phi/E_o$	Урожайність, г/м ²		
	середня	$TOP1$	$TOP2$				MMB	DMB	UB
1	17,2	17,1	24,3	23,0	27,0	0,83	142,5	94,7	60
2	18,3	18,5	25,6	46	49	0,94	196,5	129,6	73,5
3	19,2	19,7	26,6	46	52	0,89	212	140,4	79,3
4	20	20,6	27,5	43	51	0,84	223	146,6	83
5	20,5	21,3	28,5	40	51	0,78	250,0	165,8	93,2
6	21,4	21,6	28,3	37	49	0,75	257	170,2	95,4
7	21,8	21,6	28,3	46	57	0,80	278,2	183,4	103,4
8	21,5	21,1	27,9	44	51	0,86	233,2	154,5	87
9	20,6	20,4	27,3	45	49	0,92	214	141,7	79,3
10	18,4	19,3	26,4	44	49	0,88	201	133	74,5
11	16,3	18,2	25,5	30	38	0,78	132,6	86,5	48
12	14,4	17,1	25,1	23	31	0,73	92,1	61,7	34,7
13	12,8	17	24,5	17	25	0,68	44,6	29,4	16,6

Як видно із табл. 5.12 нижня межа температурного оптимуму починається з температури 17,2 °С. Повільно піднімаючись, вона досягає максимальних значень в період цвітіння – технічна стиглість і становить 21,8 °С. Після восьмої декади значення $TOP1$ поступово знижується і в кінці вегетаційного періоду становить 12,8 °С.

Верхня межа температурного оптимуму $TOP2$ починається з 24,4 °С, піднімаючись досягає максимуму в той же період, що $TOP1$ і становить 28,4 °С. В останню декаду вегетації $TOP2$ становить 24,5 °С. Різниця між $TOP1$ та $TOP2$ складає 7,1 – 7,3 °С.

Співставлення середньої за декаду температури повітря із значеннями $TOP1$ та $TOP2$. Спочатку вегетації середня температура майже співпадає з $TOP1$, відрізняючись від неї на 0,2 – 0,5 °С, але не входить у межі температурного оптимуму. Найвищого значення середня за декаду температура досягає в середині періоду цвітіння – технічна стиглість, у сьому декаду вегетації, і становить 21,4 °С. Після сьомої декади починається зниження середньої за декаду температури повітря і в кінці вегетації вона становить 10,8 °С, так і не входячи в межі температурного оптимуму.

Випаровування в першу декаду після висаджування розсади в ґрунт становило 27 мм. Уже в другій декаді вегетації воно різко зросло до 39 мм.

В наступні декади вегетації зростання сумарного випаровування йшло повільніше і досягло максимальних значень в період від цвітіння до технічної стиглості. На кінець періоду плодоношення воно знизилось до 28 мм і наприкінці вегетації становило 12 мм.

Відношення E_f/E_o починається з 0,81 відн.од. В другій декаді вегетації піднімається до 0,89 відн.од. і, поволі зростаючи, майже до 10 декади відношення E_f/E_o вище 0,93 відн.од. Високі значення відношення E_f/E_o пояснюються тим, що в цій зоні солодкий перець вирощується при зрошенні. І тільки в останні декади вегетації, коли зрошення майже не проводиться, відношення E_f/E_o знижується до 0,7 – 0,6 відн.од.

Аналіз приростів *ММВ* показав, що хід приростів має досить плавний характер. В першу декаду вегетації приріст становив 143 г/м^2 , в наступну декаду приріст різко збільшився до 197 г/м^2 . Наприкінці фази утворення суцвіть приріст *ММВ* 250 г/м^2 , а всередині періоду цвітіння – технічна стиглість спостерігався максимальний приріст 278 г/м^2 . У наступні декади приріст поволі зменшувався і в останню декаду був 27 г/м^2 .

Прирости *ДМВ* повторювали хід приростів *ММВ*, але були значно нижчі. На початок вегетації приріст *ДМВ* складав 94 г/м^2 , в період максимального приросту у сьому декаду вегетації він був 184 г/м^2 . Після цього почав зменшуватись і наприкінці вегетації був 18 г/м^2 .

Прирости *УВ* на першу декаду були 52 г/м^2 . Починаючи з другої декади вегетації, прирости *УВ* зростали досить плавно і в середині періоду плодоношення досягли максимуму 103 г/м^2 . Після цього зменшення приростів *УВ* йде досить плавно до кінця вегетації і становить 16 г/м^2 .

Четверта агрокліматична зона. В четвертій агрокліматичній зоні, Південному Степу, посівні площі солодкого перцю найбільші. В цій зоні, яка добре забезпечена теплом, але погано вологою, вирощування солодкого перцю, як і інших овочевих, неможливе без зрошення.

Як видно із рис. 5.1 надходження *ФАР* тут найбільше в усі декади вегетаційного періоду і коливалось від $0,285 \text{ кал/(см}^2 \cdot \text{хв)}$ на початку періоду до $0,345 \text{ кал/(см}^2 \cdot \text{хв)}$ в сьому і восьму декади вегетації. Наприкінці вегетації надходження *ФАР* становило $0,275 \text{ кал/(см}^2 \cdot \text{хв)}$. Високі значення *ФАР* обумовили найвищі прирости *ПВ* цій зоні. Крива приростів починалась з відмітки 280 г/м^2 , поступово підвищувалась і в восьму декаду вегетації досягла максимального значення 423 г/м^2 . Після восьмої декади прирости почали знижуватись і на кінець періоду становили 152 г/м^2 .

Температурні показники формування приростів *ММВ* середньостиглих сортів солодкого перцю наведені на рис. 5.21.

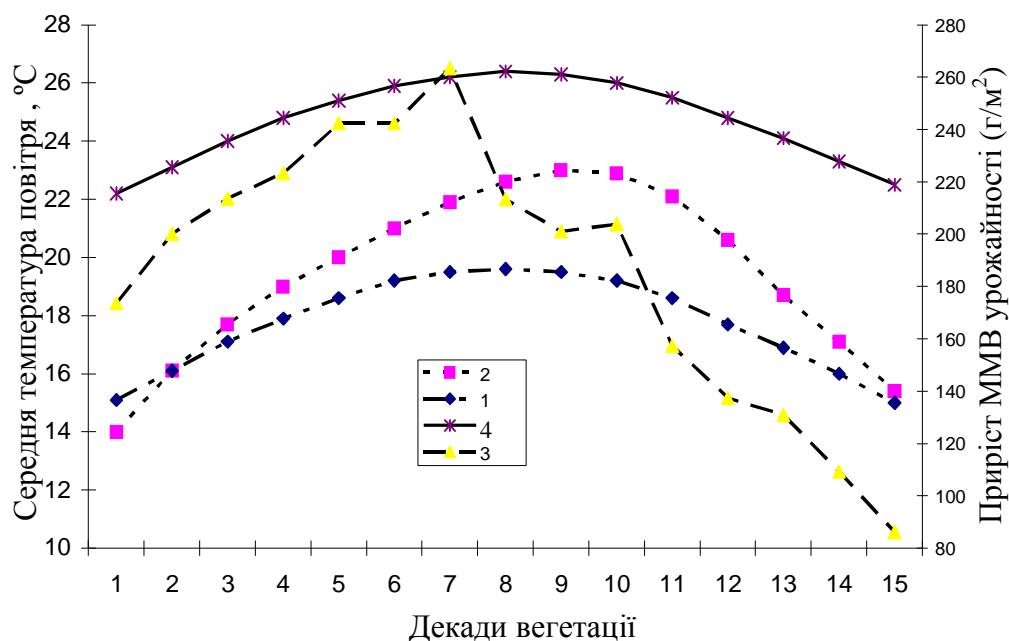


Рис. 5.21 – Динаміка температурного режиму та приростів *ММВ* солодкого перцю в Одеській області: 1 – нижня межа температурного оптимуму, 2 – середня за декаду температура повітря, 3 – декадний приріст *ММВ*; 4 – верхня межа температурного оптимуму,

Крива верхньої межі температурного оптимуму на початку вегетації була 24,4 °C. Досягла максимуму в шостій – восьмій декаді вегетації і становила 28,4 °C. Різниця між *TOP1* та *TOP2* становить 7,4 °C.

Порівняння середньої за декаду температури повітря з температурним оптимумом показало, що тільки в першу декаду вегетації крива була за межами температурного оптимуму. Починаючи з другої декади і до кінця вегетації крива середньої за декаду температури повітря не залишала межі температурного оптимуму.

Сумарне випаровування (рис. 5.22) в період від висаджування розсади в ґрунт до утворення бокових пагонів становило 44 мм, потім поволі зростало і наприкінці цвітіння становило 59 мм, наприкінці технічної стиглості 72 мм. У фазу повної стиглості випаровування становило 10 мм.

Крива відношення E_f/E_o починається з відмітки 0,84 відн.од. До фази цвітіння вона зростає і становить 0,92 відн.од. В період масового збору плодів вона дещо знижується до 0,81 відн.од., а вже на середину фази плодоношення підвищується до 1, потім знову знижується до 0,82 відн.од.

Аналіз кривої приростів *ММВ* солодкого перцю показав, що вона починається з 173 г/м², зростає на фазу утворення бокових пагонів до 348 г/м², на кінець періоду цвітіння – технічна стиглість – до 408 г/м². У

фазу плодоносіння прирости *ММВ* зменшуються до 330 – 270 г/м². В останню декаду вегетації прирости *ММВ* становлять 60 г/м².

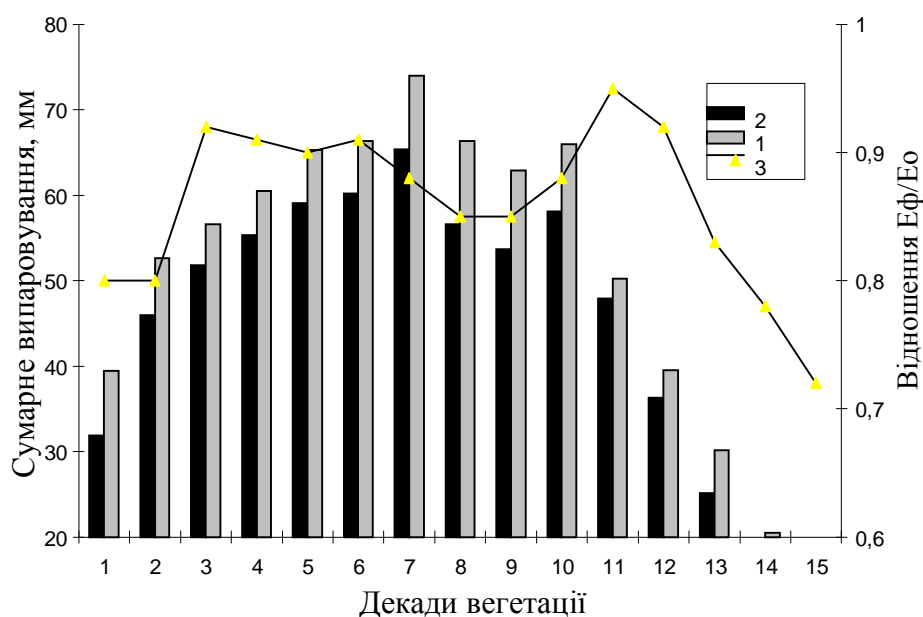


Рис. 5.22 – Декадний хід водного режиму поля середньостиглих сортів солодкого перцю: 1 – випаровуваність, E_o ; 2 – сумарне випаровування, E_f ; 3 – відношення E_f/E_o (Одеська область).

Крива приростів *ДМВ* починається із 120 г/м² і на фазу утворення суцвіть зростає до 198 г/м². На кінець цвітіння приріст *ДМВ* найбільший і становить 238 г/м². Потім різке зменшення прирости *ДМВ* спостерігається в середині періоду плодоносіння до 156 г/м². Наприкінці вегетаційного періоду приріст *ДМВ* не перевищує 34 г/м².

Крива урожаїв у виробництві (*УВ*) починається з 67 г/м² (рис. 5.21). В період від утворення суцвіть до цвітіння прирости *УВ* становили 93 – 102 г/м², в середині періоду цвітіння – технічна стиглість – 135 г/м². З сьомої декади вегетації спостерігається зменшення приростів *УВ* і на кінець вегетації вони становлять 19 – 16 г/м².

На основі аналізу формування приростів урожаїв солодкого перцю усіх рівнів можна зробити висновок, що в усіх агрокліматичних зонах для сортів різної скоростиглості спостерігається єдина тенденція підвищення приростів на кінець цвітіння і початок технічної стиглості. Швидкість наростання приростів урожаїв усіх рівнів вище в південних областях України. Це пояснюється більш високим рівнем надходження *ФАР* та підвищеним температурним режимом.

5.7. Томати

Томати вирощуються в усіх областях України (*ранньостиглі сорти в першій агрокліматичній зоні, на прикладі Київської області*), але найбільші площі під посівами томатів зосереджені в областях Північного і Південного Степу. У більшості районів томати вирощуються за допомогою розсади і тільки в південних районах можливий посів насіння в ґрунт.

В різних природно – кліматичних зонах вирощуються різні сорти. На півночі країни вирощуються сорти західно-європейської групи, в південних – російської групи, в центральних і східних районах – середньоросійської групи. В північних областях більше розповсюдження мають ранньостиглі сорти, в центральних – середньостиглі, в південних – всі групи сортів.

В першій агрокліматичній зоні розсада томатів висаджується в поле переважно наприкінці другої декади травня на дерново – опідзолених ґрунтах.

Як і для інших культур, максимальний врожай плодів залежить від надходження фотосинтетично активної радіації і коефіцієнта її використання при оптимальному забезпеченні теплом, вологою та мінеральним живленням. Надходження ΦAP та прирости потенційного врожаю наводяться на рис. 5.1 та в табл. 5.1.

Як видно із табл. 5.1 максимальне значення приростів потенційного врожаю томатів спостерігається в наступну декаду після максимального приходу ΦAP і становить 275 г/м^2 перед настанням фази бланшової стиглості. Після цього приріст PB поступово зменшується і наприкінці вегетації становить 109 г/м^2 .

Забезпечення території теплом є важливим фактором отримання високих урожаїв томатів. Оптимальний діапазон температур різний для різних сортів томатів. Оптимальною температурою називається температура, за якої спостерігається найбільша продуктивність культури. Вона змінюється в онтогенезі рослин і характеризує пристосованість рослин до умов навколишнього середовища. Характеристика температурного та водного режимів формування врожаїв томатів в першій агрокліматичній зоні наводиться в табл. 5.13.

Як видно із табл. 5.13 нижня межа температурного оптимуму починається з $15,3^\circ\text{C}$, поступово піднімається впродовж наступних декад до сьомої декади вегетації, до фази зеленої стиглості. Потім поступово знижується і в останню декаду вегетації досягає позначки $15,4^\circ\text{C}$.

Верхня межа $TOP2$ починається з позначки $22,5^\circ\text{C}$, поступово підвищується, досягає максимальної позначки $26,4^\circ\text{C}$ в ту ж декаду, що і $TOP1$. Наприкінці вегетації $TOP2$ становить 15°C .

Таблиця 5. 13 – Волого-температурні показники формування приростів різних категорій врожаїв томатів в першій агрокліматичній зоні (на прикладі Київської області)

Декади вегетації	Температура повітря, °С			E_f	E_o	E_f/E_o	Урожайність, г/м ²		
	середня	$TOP1$	$TOP2$				MMB	DMB	UB
1	15,8	15,3	22,3	22,0	27,0	0,83	143,5	81,7	46,8
2	16,5	16,7	23,6	34	36	0,95	209	119,6	67,5
3	17,2	17,7	24,6	36	37	0,96	224	127,4	73
4	17,9	18,6	25,5	33	37	0,87	233	133,6	75
5	18,6	19,3	26,1	32	37	0,86	244,0	139	78
6	19,5	19,6	26,3	31	37	0,85	250,5	142,2	80
7	20,3	19,6	26,3	33	40	0,83	267,2	152,4	85,7
8	19,8	19,2	26,4	29	35	0,83	221,2	126,5	71
9	19,8	18,4	25,4	29	34	0,87	199,6	113,7	64
10	18	17,3	24,6	34	37	0,92	197	112	63
11	16,6	16,2	23,6	25	29	0,88	130,6	74,5	41
12	15,4	15	22,5	20	23	0,87	104,4	59,5	33,7

Середня за декаду температура повітря починається з позначки 15,8 °С, поступово піднімається в наступні декади до максимального значення 20,3 °С. Після цього йде поступове зниження середньої температури до 15, °С наприкінці вегетаційного періоду. В шостій декаді вегетації значення середньої температури впритул наближається до значень нижньої межі температурного оптимуму, а починаючи з сьомої декади, значення середньої температури повітря перевищують значення $TOP1$ на 0,7 – 0,3 °С.

Томати серед овочевих відрізняються більшою посухостійкістю, але оптимальне зволоження забезпечує формування високого врожаю. Воно повинно бути не нижче 70 % $НВ$. Найбільшу потребу у волозі томати проявляють після зав'язування плодів.

Після висаджування розсади, поки йде її приживання, сумарне випаровування (табл. 5.13) становить 22 мм. Але вже з другої декади, коли починається розвиток рослин і підвищується температура повітря, сумарне випаровування збільшується до 34 мм і коливається в залежності від температурного режиму та опадів у межах 32 – 35 мм. Після настання бланжової стиглості сумарне випаровування поступово зменшується і в останні декади вегетації становить 25 – 19 мм.

Відношення E_f/E_o мають досить високі значення 0,83 – 0,95 відн.од. майже впродовж всього вегетаційного періоду.

Інтегральною характеристикою водно-теплогового режиму району вирощування є метеорологічно можлива врожайність (MMB). Як видно із

табл. 5.13 в першу декаду після висаджування розсади приріст *ММВ* становить 144 г/м^2 , в другу декаду – 209 г/м^2 і поступово підвищується, досягаючи максимального значення в фазу бланжової стиглості 267 г/м^2 . Після цього прирости *ММВ* впродовж трьох декад зменшуються поступово, а з одинадцятої декади різко падають і становлять 104 г/м^2 .

Прирости сухої маси *ДВУ* томатів в першій агрокліматичній зоні коливались від 59 до 152 г/м^2 . На початку вегетації вони становили 82 г/м^2 , поступово підвищуючись, досягли максимального значення 152 г/м^2 у фазу настання бланжової стиглості. Після бланжової стиглості прирости поволі зменшувались і наприкінці вегетації становили $59 - 74 \text{ г/м}^2$.

Прирости *УВ* були значно нижчими і в першу декаду вегетації становили 46 г/м^2 . Потім підвищувались до сьомої декади вегетації, досягли максимальної позначки 86 г/м^2 . Після цього прирости *УВ* поволі зменшувались і в останню декаду вегетації становили 33 г/м^2 .

В другій агрокліматичній зоні посіви томатів середньостиглих сортів розташовані переважно в прирічкових долинах. Найбільше розповсюджені сорти середньоросійської групи томатів.

Як і у інших культур, максимальний врожай томатів в оптимальних умовах волого-температурного режиму формується під впливом надходження *ФАР*.

Розглянемо умови формування приростів *ПВ* на прикладі Харківської області. Як видно з рис. 5.1 інтенсивність *ФАР* становить на початку вегетаційного періоду $0,279 \text{ (кал/(см}^2 \cdot \text{хв))}$, поступово збільшується, досягає максимуму в наступну декаду після настання фази бланжової стиглості і становить $0,323 \text{ (кал/(см}^2 \cdot \text{хв))}$. Потім починається поступове зменшення інтенсивності *ФАР* і в останню декаду вона становить $0,226 \text{ (кал/(см}^2 \cdot \text{хв))}$. Така інтенсивність *ФАР* обумовлює прирости *ПВ* від 144 г/м^2 на початку вегетації, 240 г/м^2 в середині вегетаційного періоду та 125 г/м^2 наприкінці його.

Температурний режим характеризується значеннями температурного оптимуму та середньої за декаду температури повітря (рис. 5.23).

Як видно із рис. 5.23 нижня межа температурного оптимуму *ТОР1* починається з позначки $15,3^\circ\text{C}$, поступово підвищуючись у наступні декади досягає максимальних значень $19,6^\circ\text{C}$. Потім, після сьомої декади вегетації поступово знижується і на кінець вегетації становить 15°C .

Верхня межа температурного оптимуму починається з позначки 22°C , підвищується до сьомої декади до $26,4^\circ\text{C}$, потім поволі знижується і наприкінці становить $22,5^\circ\text{C}$.

Співставлення *ТОР1* та *ТОР2* із середньою за декаду температурою повітря показує, що починаючи з другої декади вегетації значення середньої за декаду температури повітря входить в межі температурного оптимуму і виходить з нього тільки після десятої декади вегетації, в середині періоду технічної стиглості плодів.

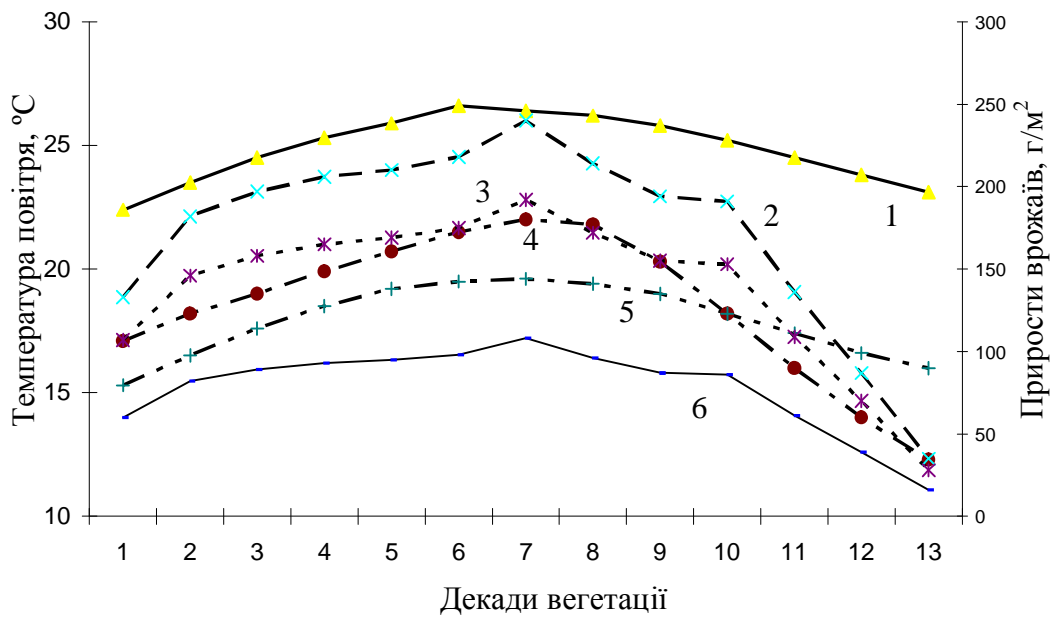


Рис. 5.23 – Декадні характеристики температурного режиму формування приростів врожаїв томатів різного рівня середньостиглих сортів в Лісостеповій зоні: 1 – *ТОР2*; 2 – *ММВ*; 3 – *ДМВ*, г/м²; 4 – середня температура повітря, °C; 5 – *ТОР1*; 6 – *УВ* (нумерація ліній зверху вниз).

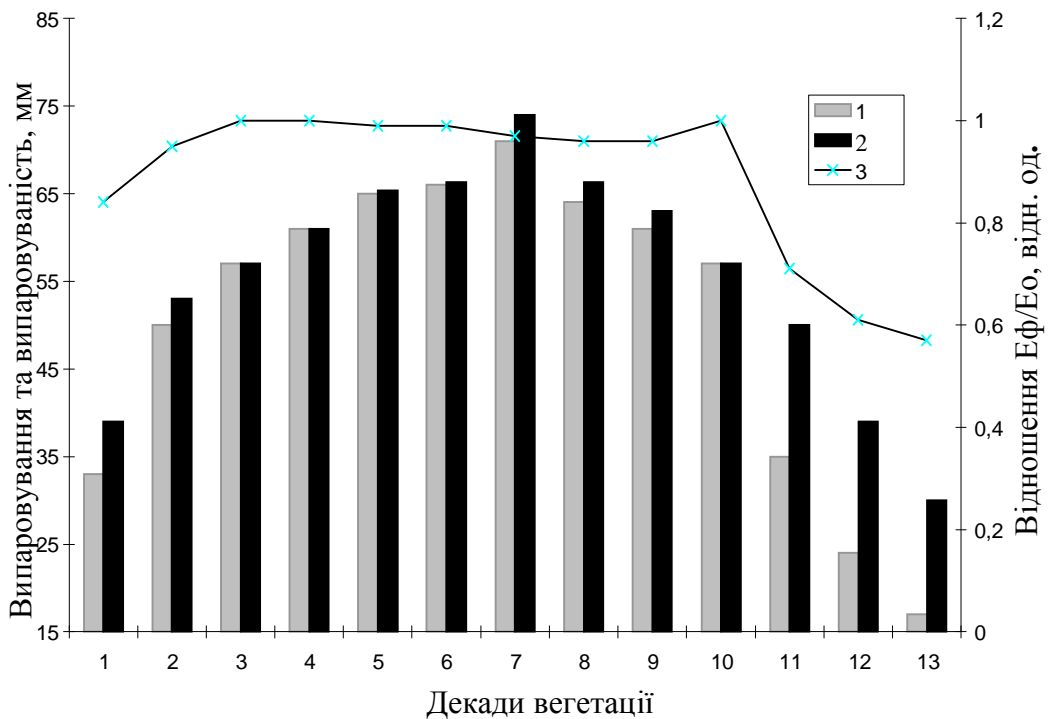


Рис. 5.24 – Динаміка режиму зволоження впродовж вегетаційного періоду томатів в Лісостеповій зоні (на прикладі Харківської області). 1 – сумарне випаровування (E_{ϕ}), мм; 2 – випаровуваність (E_o), мм; 3 – відношення E_{ϕ}/E_o .

Наприкінці вегетації середня температура повітря не перевищує 12 °С.

В другій агрокліматичній зоні в центральних та західних областях томати зрошуються тільки під час висаджування розсади в ґрунт та після зниження вологості ґрунту в шарі 0 – 50 см нижче 60 % *НВ*. У східних областях за вегетаційний період проводиться 5 – 6 поливів, останній перед настанням фази зеленої стиглості.

Впродовж вегетації випаровування (рис. 5.24) коливалось в межах 29 – 33 мм. Найменші значення випаровування були в першу та останню декади вегетації 22 мм та 19 мм відповідно.

Якщо проаналізувати відношення E_f до E_o то воно майже до 10 декади вегетації було в біля 1,0 відн.од. за виключенням першої декади, коли воно становило 0,83 відн.од. В останні три декади вегетації воно різко зменшилось і становило 0,71 – 0,57 відн.од.

Прирости *ММВ*, *ДМВ*, та *УВ* (рис. 5.23) на початку вегетації становили 133, 107 та 60 г/м² відповідно. Починаючи з другої декади, вони зростали, в середині періоду зелена – бланжова стиглість досягли максимальних значень 240, 192 та 108 г/м² відповідно. Після цього прирости почали поступово зменшуватись і наприкінці вегетації відповідно становили 87, 70, 39 г/м².

В третій агрокліматичній зоні (на прикладі Луганської області) інтенсивність ΦAP на початку вегетації становила 0,279 кал/(см²·хв). До початку цвітіння інтенсивність поступово підвищується і становить 0,310 кал/(см²·хв). Найбільша інтенсивність ΦAP спостерігається в середині періоду утворення плодів – зелена стиглість і становить 0,323 кал/(см²·хв). Потім починається повільне зменшення інтенсивності ΦAP і наприкінці вегетації її значення становить 0,226 кал/(см²·хв). Слід зазначити, що в третій агрокліматичній зоні інтенсивність ΦAP різна в різних областях. Найменша вона у західному регіоні зони, збільшується в центральних районах і найбільша вона в східних районах. Різниця між інтенсивністю ΦAP в західних і східних районах лісостепу 0,029 – 0,032 кал/(см²·хв). Тому і прирости потенційного врожаю теж в східних районах дещо вищі і становлять на початку вегетації 186 г/м². Починаючи з четвертої декади вегетації, тобто з декади масового цвітіння до бланжової стиглості прирости *ПВ* збільшуються до 240 г/м². Після настання бланжової стиглості прирости *ПВ* зменшуються і на кінець вегетації становлять 104 г/м².

Волого-температурні показники формування врожаїв сухої маси різного рівня наводяться в табл. 5.14.

Як видно із табл. 5.14 нижня межа температурного оптимуму починається з 15,3 °С, поступово підвищується і досягає максимального значення 22,0 °С в період бланжової стиглості томатів. На кінець вегетації значення нижньої межі температурного оптимуму становить 15,8 °С.

Таблиця 5.14 – Волого-температурні показники формування приростів різних категорій врожаїв томатів в третій агрокліматичній зоні (на прикладі Луганської області)

Декади вегетації	Температура повітря, °C			E_{ϕ} , мм	E_o , мм	E_{ϕ}/E_o	Урожайність, г/м ²		
	середня	$TOP1$	$TOP2$				MMB	DMB	UB
1	17,1	15,3	22,3	22,0	27,0	0,84	133,5	106,7	60,8
2	18,2	16,5	23,6	49	52	0,95	182	146,6	82,5
3	19	17,7	24,5	56	57	0,99	197	157,4	89
4	19,9	18,6	25,5	60	61	0,99	206	165,6	93
5	20,7	19,3	25,9	65	66	0,99	211,0	169	95
6	21,5	19,6	26,3	71	74	0,97	219	175	98
7	22	19,6	26,4	64	66	0,97	240,2	192,4	108,7
8	21,8	19,4	26,4	60	63	0,96	214,2	172,5	97
9	20,3	18,9	25,8	60	63	0,96	194,6	155,7	87
10	18,2	18,2	25,8	56	66	0,86	191	153	86
11	16,0	17,2	24,6	35	50	0,71	136,6	109	61
12	14,4	16,6	23,8	24	39	0,61	87,4	69,5	39,7
13	12,3	15,7	23,4	17	30	0,57	35	28	16

Верхня межа температурного оптимуму починається з позначки 22,4 °C, поступово підвищуючись досягає максимуму в той же період, що $TOP1$ і становить 26,4 °C. Різниця між нижньою та верхньою межею температурного оптимуму становить 7,4 °C.

Середня за декаду температура повітря на початку вегетації становила 17,1 °C. Максимальних значень вона досягла в сьому декаду вегетації і становила 22,0 °C. Майже впродовж всього вегетаційного періоду значення середньої за декаду температури повітря знаходилося в межах $TOP1$ і $TOP2$. І тільки за три декади до кінця вегетації середньо декадна температура виходить за нижню межу $TOP1$.

Сумарне випаровування після висаджування розсади в ґрунт становило 32 мм. Починаючи з другої декади вегетації, воно різко зростає до 50 мм. Далі зростання йде повільніше і досягає максимальних значень 72 мм перед настанням бланжової стиглості. В другій половині вегетаційного періоду воно поступово зменшується до 17 мм. Відношення E_{ϕ}/E_o з першої до десятої декади вегетації коливається в межах 0,86 – 0,99 мм, досягаючи максимальних значень в період від утворення суцвіть до цвітіння.

Динаміка приростів DMB по території зони коливається в межах 96 – 106 г/м² в перші декади вегетації до 180 – 192 г/м² в період максимального

розвитку рослин від зеленої до бланжової стиглості. Наприкінці вегетації прирости *ДМВ* зменшуються до 23 – 39 г/м².

Прирости *УВ* на початку вегетації становлять близько 82 г/м², потім зростають та в період від зеленої до бланжової стиглості досягають максимальних значень 98 – 104 г/м². Після фази повної стиглості прирости *УВ* різко зменшуються і наприкінці вегетації становлять 39 г/м².

Четверта агрокліматична зона. Переходячи до характеристик агрометеорологічних умов формування врожайності томатів різних рівнів, слід зазначити, що в четвертій агрокліматичній зоні вирощуються томати різних термінів стиглості. Розглянемо хід волого-температурних показників для пізньостиглих сортів томатів.

Інтенсивність *ФАР* в четвертій агрокліматичній зоні найвища і на початку вегетації становить (рис. 5.1, табл. 5.1) 0,280 кал/(см²·хв) поступово зменшується і в період масового утворення плодів становить 0,253 кал/(см²·хв).

Інтенсивність *ФАР* обумовлює величину приростів *ПВ*. Найбільших значень прирости *ПВ* досягають в третю декаду вегетації і становлять 556 г/м², поступово зменшуючись, особливо після першого та другого збору плодів і становлять 272 – 308 г/м².

Волого-температурний режим території обумовлює величину приростів *ММВ*, *ДМВ* та *УВ* (рис. 5.25).

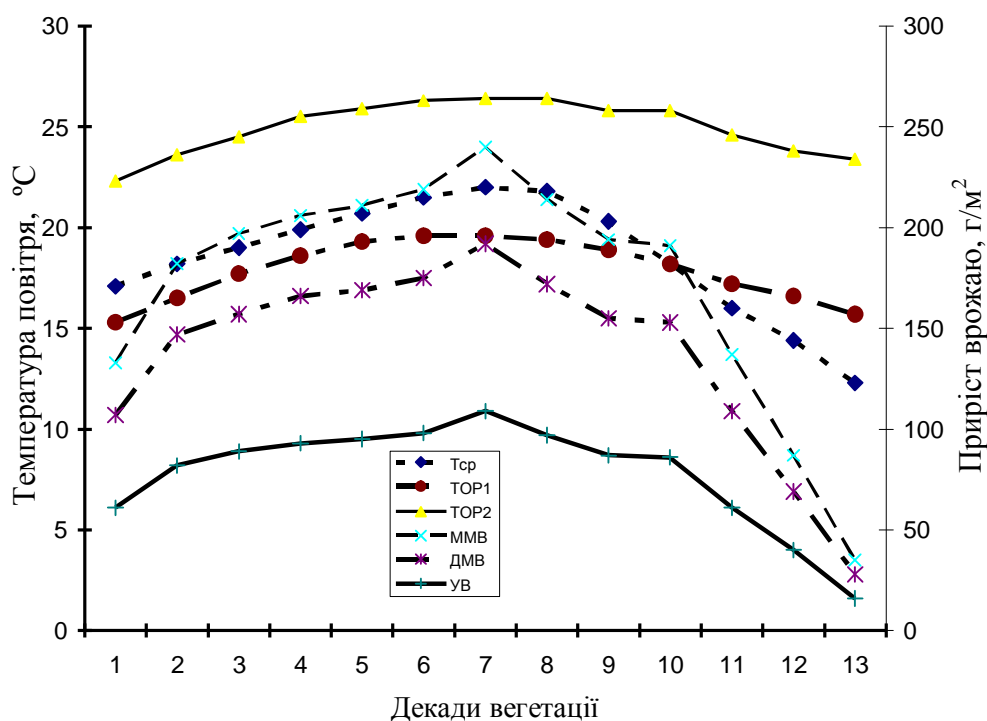


Рис. 5.25 – Динаміка температурного режиму (*Тср*, *TOP1*, *TOP2*) і приростів врожаїв сухої маси томатів (*ММВ*, *ДМВ*, *УВ*) в Південному Степу (на прикладі Херсонської області).

Нижня межа кривої температурного оптимуму $TOP1$ починається з температури 15°C , поступово підвищується і досягає максимальних значень $19,6^{\circ}\text{C}$ в період закінчення фази зелена стиглість. Після цього відбувається поступове зниження $TOP1$ і наприкінці вегетації вона становить $15,4^{\circ}\text{C}$.

Верхня межа кривої температурного оптимуму – $TOP2$ починається з температури $22,2^{\circ}\text{C}$. Максимальних значень $26,4^{\circ}\text{C}$ досягає в той же період, що і $TOP1$. Наприкінці вегетації $TOP2$ становить $22,4^{\circ}\text{C}$. Різниця між $TOP1$ та $TOP2$ становить $7,7^{\circ}\text{C}$.

Крива середньої температури повітря починається з позначки 14°C . В другій декаді вегетації входить в межі температурного оптимуму і перебуває там до кінця вегетації. З восьмої по одинадцяту декади вегетації значення середньої за декаду температури повітря досягали середини між $TOP1$ та $TOP2$.

Хід кривої приростів MMB (рис. 5.24) починається з відмітки 351 г/м^2 , різко підвищується до 540 г/м^2 в наступні дві декади. Потім в період утворення плодів прирости дещо зменшуються до 275 г/м^2 , після першого масового збору плодів знову збільшуються впродовж 3 декад до 308 г/м^2 .

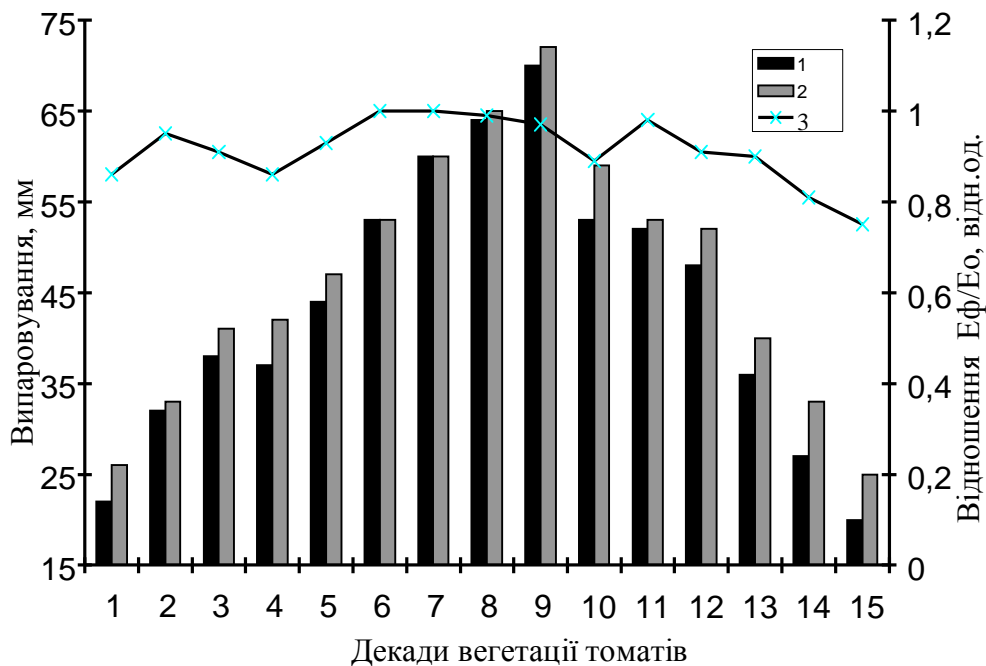


Рис. 5.26 – Декадний хід режиму зволоження томатів в Південному Степу: 1 – сумарне випаровування ($E\phi$), мм; 2 – випаровуваність (E_o), мм; 3 – відношення $E\phi/E_o$, відн.од.

Криві приростів $ДМВ$ та $УВ$ повторюють хід приростів $ММВ$, але їх значення значно нижче за $ДМВ$ на $120 - 200\text{ г/м}^2$, $УВ$ нижче $ДМВ$ на $100 - 150\text{ г/м}^2$. Таке співвідношення між різними рівнями врожаїв томатів

спостерігається впродовж всього вегетаційного періоду. Наприкінці вегетації різниця між $ДМВ$ та $УВ$ становить 20 г/м^2 .

Після висаджування розсади сумарне випаровування було 22 мм . Його значення поступово підвищувалось і в декаду найбільшого наростання вегетативної маси становило $64 - 69 \text{ мм}$. Після бланжової стиглості сумарне випаровування почало зменшуватись до $46 - 51 \text{ мм}$. В кінці вегетаційного періоду воно становило $19 - 26 \text{ мм}$ (рис. 5.26).

Відношення E_f/E_o впродовж всієї вегетації томатів коливається в межах $0,93 - 1,0$ відн. од. і лише в першу декаду вегетації становить $0,86$ відн.од., та в дві останні відповідно $0,81 - 0,76$ відн. од.

6 Комплексна оцінка агрокліматичних умов вегетації овочевих культур та оцінка продуктивності агрокліматичних ресурсів території України

6.1 Комплексна оцінка агрокліматичних умов вегетації овочевих культур

Продуктивність сільськогосподарських культур визначається мірою відповідності кліматичних умов біологічним особливостям цих культур та агротехнікою їх вирощування. Найвища продуктивність досягається за умов максимального використання рослинами кліматичних ресурсів. Це може бути досягнуто за рахунок зміни структури посівних площ, сортів сільськогосподарських культур, які мають деякі біологічні відмінності у вимогах до факторів навколишнього середовища.

Необхідною умовою розвитку адаптивного рослинництва з метою одержання високих та стійких урожаїв високої якості є правильна оцінка та раціональне використання всіх природних ресурсів території, серед яких провідними є клімат і ґрунти. Вирішення цієї проблеми пов'язано з розробкою ефективних методів оцінки агрокліматичних ресурсів на обмежених територіях у межах окремих областей або районів з використанням агрокліматичних показників.

Світло, тепло, волога та їх співвідношення впливають як безпосередньо на рослини, так і через обумовлені ними ґрунтоутворюючі та мікробіологічні процеси.

Під агрокліматичними ресурсами розуміють кліматичні можливості території для одержання сільськогосподарської продукції. Характеристиками агрокліматичних ресурсів можуть бути продуктивність і урожайність сільськогосподарських культур в залежності від показників клімату. Але адекватний вираз агрокліматичних ресурсів при такому підході досить складний, оскільки фактори погоди діють на рослини безперервно і комплексно, а результат цієї дії залежить від фізіологічних параметрів самих рослин та ценотичної взаємодії в ценозах. Внаслідок цього буде обґрунтованим поряд з багаторічними агрокліматичними характеристиками вивчати і щорічні агрометеорологічні умови. Останні характеризуються фактичною врожайністю або значеннями агроєкологічних категорій продуктивності, які відображають комплексну дію агрометеорологічних умов кожного року на продуктивний процес. При цьому ресурси продуктивності можна оцінювати по відношенню до конкретної культури і навіть сорту.

Оцінка агрокліматичних ресурсів природно-територіальних комплексів щодо продуктивності баклажанів, капусти, огірків, солодкого перцю та томатів виконувалась на основі фізико-географічної карти

України, карти ґрунтів України (рис. 6.1), та на основі карти агрокліматичного районування території України (рис. 6.2) [138].

Розрахунки всіх категорій врожайності сухої маси рослин і плодів (качанів у капусти) та всіх оцінок (K_m , K_e , $K_{агро}$) були виконані для кожної області на основі даних середніх багаторічних метеорологічних та агрометеорологічних спостережень, інформації про внесення органічних і мінеральних добрив та по термінах і нормах поливів.

Аналіз різних агроекологічних категорій врожайності (*ПВ*, *ММВ*, *ДМВ*, *УВ*) та їх співвідношення, а також відмінностей між ними дозволяє оцінювати природні і антропогенні ресурси сільського господарства та ефективність господарського використання цих ресурсів [71 – 73].

Для кожної області по кожній культурі були побудовані карти по кожному з видів категорій врожайності та розподілу всіх розрахованих оцінок.

В табл. 6.1 наведені узагальнені характеристики агрокліматичних умов вирощування баклажанів, капусти, огірків, солодкого перцю та томатів різних за скоростиглістю сортів по чотирьох агрокліматичних зонах України.

Потреба рослин у теплі різних за скоростиглістю сортів різних культур різна. Слід зазначити, що всі овочеві культури, які досліджуються, відзначаються підвищеними вимогами до тепла та вологи. Для огірків сума температур від початку до припинення вегетації коливається в межах від 1800 °С до 2800 °С, для капусти від – 1750 до 3000 °С, для баклажанів, солодкого перцю та томатів – від 2100 до 3300 °С в залежності від скоростиглості сортів.

Слід зазначити, що скоростиглість сорту у таких культур, як капуста, огірки досить виражена. У баклажанів та солодкого перцю скоростиглість сортів стосується лише термінів настання таких фаз розвитку, як бутонізація, цвітіння, зав'язування плодів та технічна стиглість. Вегетацію всі за скоростиглістю сорти закінчують одночасно після переходу температури повітря через 10 °С восени або при настанні перших осінніх заморозків. Таким чином, тривалість вегетаційного періоду в цілому у всіх сортів цих культур однакова. У томатів скоростиглість сортів виражена менше, ніж у капусти та огірків, але все ж таки вона є.

Співставленням потреб овочевих культур у теплі та сум температур, які накопичуються за вегетаційний період кожної культури, визначається забезпеченість різних за скоростиглістю сортів по території України.

Із табл. 6.1 видно, що в середньому багаторічному за вегетаційний період суми температур коливаються для огірків ранньостиглих сортів від 1300 °С до 1500 °С, для пізньостиглих сортів від 1550° до 2000 °С; для ранньостиглих сортів капусти – від 1250 °С до 1450 °С, для пізньостиглих від 1500° до 2950 °С. Для баклажанів, солодкого перцю та томатів суми температур коливаються від 2100 °С до 3000 °С.

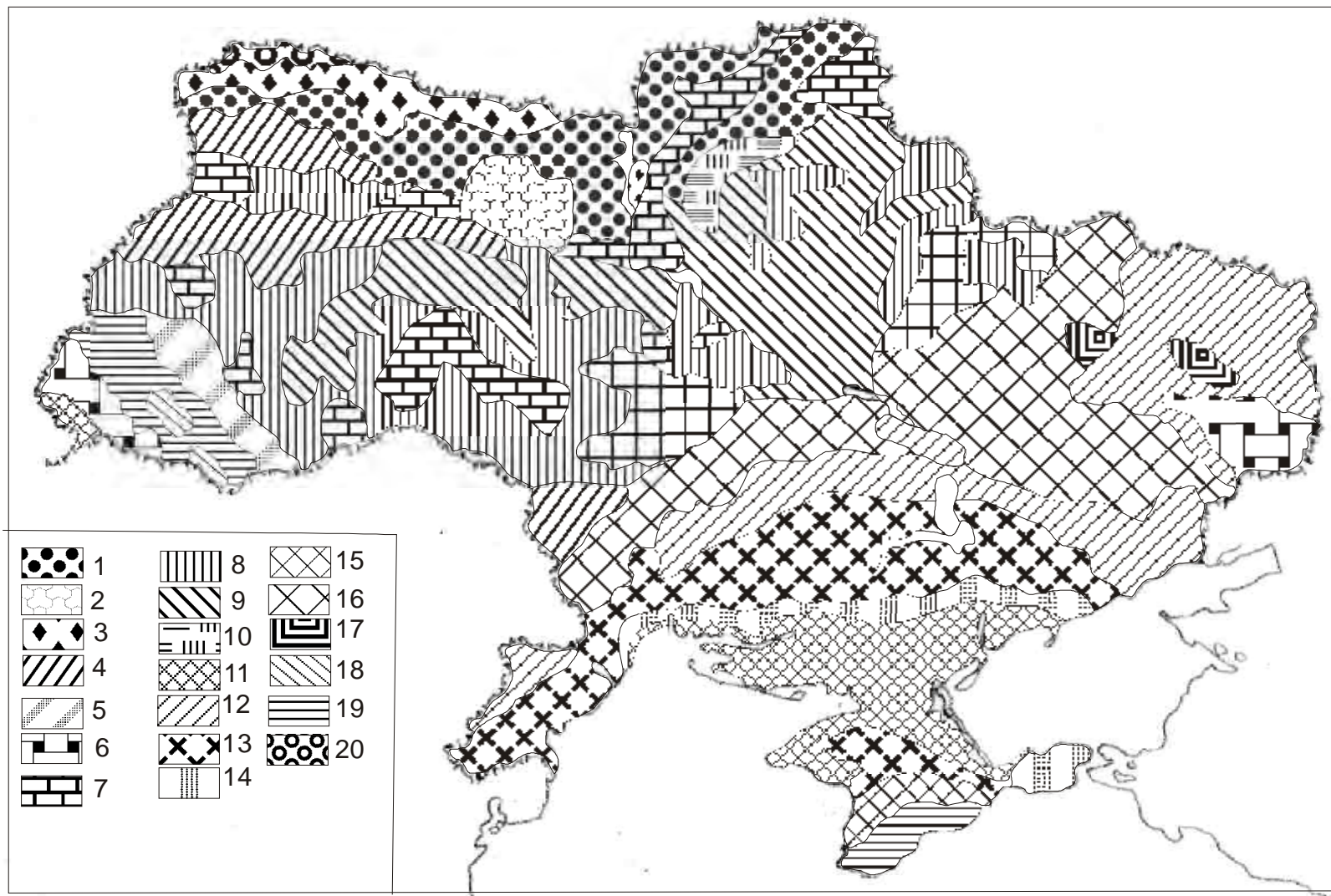


Рис. 6.1 – Карта ґрунтів України



Рис. 6.2 – Карта – схема адміністративного розподілу

Умовні позначки до рис. 6.1:

Підзолисті ґрунти: 1 – дернові – підзолисті; 2 – дернові середньо підзолисті супісчані; 3 – дернові – підзолисті глеюваті та глеєві; 4 – дернові підзолисті разом з дерновими карбонатними; 5 – дернові підзолисті поверхнево глеюваті суглинкові; 6 – буроземно-підзолисті.

Опідзолені: 7 – сірі та світло-сірі опідзолені; 8 – темно-сірі і опідзолені чорноземи.

Чорноземи: 9 – типові мало гумусні середньо- та важко суглинкові; 10 – типові середньо гумусні важко суглинкові; 11 – звичайні середньо гумусні важко суглинкові; 12 – звичайні мало гумусні; 13 – південні важко суглинкові та глинисті, 14 – південні солонцюваті; 15 – на твердих карбонатних породах; 16 – на твердих без карбонатних породах; 17 – чорноземно-пісчані.

Каштанові: 18 – темно – каштанові солонцюваті у комплексі з солонцями; 19 – чорноземні лугові.

Ґрунти річкових долин: : 20 – дернові і лугові; 21 – торф'яно– болотні і торф'яники; 22 – бурі лісові; 23 – горно – лугові; 24 – розбиті і напівзакріплені піски.

України та розподілу на агрокліматичні зони. 1 – 25 нумерація областей; 1 – IV – агрокліматичні зони

Умовні позначки до рис. 6.2:

I – Лісова зона (Полісся), зволожена, помірно тепла, ГТК = 2,0 – 1,3; сума температур (ΣT) = 2400 – 3100 °С. Три підзони: 1*– підзона достатньо волога, ГТК = 2,0 – 1,3; ΣT + 2400 – 2600 °С, 1^а – Закарпатський район, вологий, теплий, з м'якою зимою, ГТК 1,8 – 1,3, ΣT = 2600 – 3100; 1^б– Передкарпатський район, вологий, ГТК 1,6 – 1,3; ΣT = 2600 – 2900 °С;

II – Лісостепова зона недостатньо волога, тепла, ГТК = 1,3 – 1,0, ΣT = 2500 – 2900 °С;

III – зона Північного Степу, посушлива, дуже тепла ГТК = 1,0 – 0,7, ΣT = 2900 – 3300 °С. До неї входить один підрайон III^а – Донецький, недостатньо вологий, ГТК = 1,1, дуже теплий, ΣT = 3000 °С;

IV – зона Південного Степу, дуже посушлива, помірно жарка з м'якою зимою, ГТК = 0,7 – 0,5, ΣT = 3300 – 3400 °С. До неї входить один підрайон IV^а –передгірний Кримський район, посушливий, дуже теплий, з м'якою зимою, ГТК = 0,7 – 0,8, ΣT = 2800 – 3300 °С.

А – Карпатський район вертикальної кліматичної зональності;

Б – Кримський район вертикальної кліматичної зональності.

Вся територія України поділена на 25 адміністративних областей. Кожній області присвоєно свій номер: 1) Волинська, 2) Рівненська,

3) Житомирська, 4) Київська, 5) Чернігівська, 6) Сумська, 7) Львівська, 8) Тернопільська, 9) Хмельницька, 10) Вінницька, 11) Черкаська, 12) Полтавська, 13) Харківська, 14) Кіровоградська, 15) Дніпропетровська, 16) Донецька, 17) Луганська, 18) Одеська, 19) Миколаївська, 20) Херсонська, 21) Запорізька, 22) АР Крим, 23) Івано-Франківська, 24) Чернівецька, 25) Закарпатська.

Порівняння вимог культур до забезпечення теплом із забезпеченістю території ним свідчать про те, що ранньостиглі і середньостиглі сорти капусти та огірків забезпечені теплом по всій території України. Пізньостиглі сорти цих культур повністю забезпечені теплом тільки в третій та четвертій агрокліматичних зонах.

Для пізньостиглих сортів баклажанів, солодкого перцю та томатів суми температур за вегетаційний період відповідають вимогам цих культур на 80 % в третій та повністю в четвертій агрокліматичній зоні.

За даними надходження ΦAP в цілому можна сказати, що суми ΦAP збільшуються з північного заходу України на південний схід. Найбільше забезпечена ΦAP четверта агрокліматична зона – Південний Степ, де суми ΦAP коливаються від 25 ккал/см² за вегет. період для ранньостиглих сортів капусти, та огірків і томатів до 36 ккал/см² за вегетаційний період для пізньостиглих сортів баклажанів, солодкого перцю та томатів. По мірі просування з півдня на північ надходження ΦAP зменшується. В третій агрокліматичній зоні суми ΦAP коливаються від 28,7 ккал/см² за вегетаційний період до 30,1 ккал/см² для сортів ранньої та середньої стиглості овочевих культур. В другій агрокліматичній зоні надходження ΦAP за вегетаційний період овочевих культур становить від 25,7 до 26,6 ккал/см² за вегетаційний період. В першій агрокліматичній зоні надходження ΦAP не перевищує 26 ккал/см² за вегетаційний період.

Тривалість вегетаційного періоду у різних за скоростиглістю сортів та в різних агрокліматичних зонах різна. Найкоротший вегетаційний період у ранньостиглих сортів капусти та огірків у першій агрокліматичній зоні (70 – 80 днів). С скоростиглих сортів капусти та огірків тривалість вегетаційного періоду збільшується до 100 – 110 днів. У пізньостиглих сортів огірків тривалість вегетаційного періоду становить від 110 до 120 днів, у капусти – від 145 до 156 днів.

Томати ранньостиглих сортів мають тривалість вегетаційного періоду 90 – 105 днів, середньостиглі сорти – 120 – 125 днів, пізньостиглі – 140 – 145 днів.

У баклажанів та солодкого перцю скоростиглість сортів проявляється тільки в датах настання фаз розвитку. Кінець вегетаційного періоду у цих культур спостерігається у всіх сортів одночасно – при переході температури повітря через 10 °С, або перед настанням перших заморозків.

В цілому тривалість вегетаційного періоду цих культур збільшується з півночі на південь і становить від 120 днів в північних областях до 156 днів в областях Південного Степу.

Окрім тепла важливим фактором в житті рослин є волога. Всі овочеві культури, які розглядаються, відзначаються підвищеними вимогами до забезпечення вологою впродовж вегетаційного періоду і, особливо, в критичний період, який у всіх культур, окрім капусти, спостерігається в період утворення бруньок та масового цвітіння. У капусти критичний період спостерігається в період завивання качана.

Потреба рослин у воді впродовж вегетації визначається за даними випаровуваності. Оптимальна потреба у воді для баклажанів змінюється від 470 мм в першій агрокліматичній зоні до 667 мм в четвертій; капусти – від 295 до 672 мм; огірків – від 270 мм до 420 мм; солодкого перцю – від 450 до 690 мм; томатів – від 470 до 660 мм відповідно.

Режим зволоження території визначається кількістю опадів за вегетаційний період культур. Кількість опадів по території України зменшується з північного заходу на південний схід і коливається від 320 мм до 190 мм за вегетаційний період пізньостиглих овочевих культур. Забезпечення вологою за рахунок опадів спостерігається тільки в першій та другій агрокліматичній зонах ранньостиглих та середньостиглих сортів капусти та огірків. В цих зонах баклажани, томати та солодкий перець вирощуються при частковому зрошенні під час висадження розсади та в окремі посушливі періоди впродовж вегетації. В третій та четвертій агрокліматичних зонах всі культури вирощуються на зрошуваних землях.

Для характеристики ступеня зволоження території існує багато умовних одиниць, які називаються коефіцієнтами зволоження [135]. Нами в якості такого коефіцієнта використовувався гідротермічний коефіцієнт зволоження Г.Т. Селянінова (ГТК), який враховує надходження вологи у вигляді сум опадів та сумарні витрати на випаровування у вигляді сум температур, зменшених у десять разів. По агрокліматичних зонах України ГТК зменшується з півночі на південь і коливається від 1,45 в першій агрокліматичній зоні до 0,60 в четвертій.

Сумарні витрати вологи на випаровування та транспірацію теж зростають з північного заходу на південний схід і становлять для баклажанів від 370 мм на півночі до 619 мм на півдні, капусти – від 290 мм до 632 мм відповідно, для огірків – від 270 мм до 505 мм відповідно, для солодкого перцю – від 350 до 694 мм відповідно, для томатів – від 334 мм до 634 мм відповідно.

Дефіцит вологи, тобто різниця між потребою у воді і сумарним випаровуванням на території України змінюється неадекватно зміні сум опадів, через те, що рослини не скрізь вирощуються із зрошенням. Дефіцит вологи у незрошуваних районах становить від 7 мм до 138 мм і збільшується із заходу зони до східних районів. В зонах Північного і

Південного Степу дефіцит вологи для всіх культур становить 300 – 450 мм і поповнюється за рахунок зрошення. В зрошуваних районах дефіцит вологи становить 30 – 50 мм і спостерігається переважно в останні декади вегетації, коли поливи майже не проводяться.

Аналіз різних агроекологічних категорій врожайності (*ПВ*, *ММВ*, *ДМВ*, *УВ*) та їх співвідношення, а також відмінностей між ними дозволяє оцінювати природні і антропогенні ресурси сільського господарства та ефективність господарського використання цих ресурсів [89]. Для виконання аналізу агроекологічних категорій врожайності овочевих культур були розраховані п'ять узагальнених характеристик: K_m – ступінь сприятливості метеорологічних умов вирощування культур; K_e – ступінь сприятливості ґрунтових умов; K_e – ступінь ефективності використання агрокліматичних ресурсів; $K_{земл}$ – ступінь використання сучасних агротехнологій вирощування; $K_{агро}$ – рівень реалізації агрокліматичного потенціалу. Всі розраховані оцінки виражені в відносних одиницях.

Порівняння розрахованих оцінок для кожної культури показало, що розподіл всіх оцінок для баклажанів та солодкого перцю співпадає, також співпадає розподіл оцінок для капусти та огірків. За оцінками сприятливості кліматичних умов для вирощування капусти та огірків виділено 3 зони. Найвищі оцінки сприятливості кліматичних умов для вирощування капусти спостерігаються в Лісовій і Лісостеповій зонах – 0,981 – 0,99 відн.од. Найнижчі – в областях Південного Степу Херсонській, Запорізькій та АР Крим – 0,940 – 0,960 відн.од. (рис. 6.3).

Для огірків найвищі значення оцінок сприятливості кліматичних умов 0,981 – 0,990 спостерігаються в областях Лісостепової зони і в східних областях Лісової зони. У Волинській, Рівненській та Житомирській областях оцінки найнижчі і становлять 0,940 – 0,960 відн.од. В областях Південного Степу оцінки коливаються від 0,961 до 0,980 відн.од. (рис.6.4).

Як видно із рис.6.5 найнижчі оцінки сприятливості кліматичних умов (K_m) для вирощування баклажанів і солодкого перцю відзначаються у північних та північно-західних областях України (0,750 – 0,800 відн.од). У північно-східних областях значення K_m становить 0,801 – 0,85 відн.од. В другій агро кліматичній зоні найвищий рівень K_m у Вінницькій області (0,895 – 0,900 відн.од.) В інших областях цієї зони значення K_m коливається від 0,865 до 0,890 відн.од. Найвищі рівні K_m 0,862 – 0,950 відн.од. для середньостиглих сортів цих культур спостерігаються в областях Південного Степу.

Як видно із рис. 6.5 характер розподілу оцінок сприятливості кліматичних умов для вирощування томатів, баклажанів і солодкого перцю однаковий. Найнижчі рівні оцінок в північно-західних районах 0,850 – 0,870 відн.од. Оцінки сприятливості кліматичних умов дещо підвищуються в Чернігівській, Тернопільській та Чернівецькій областях, де K_m становить 0,871 – 0,885.

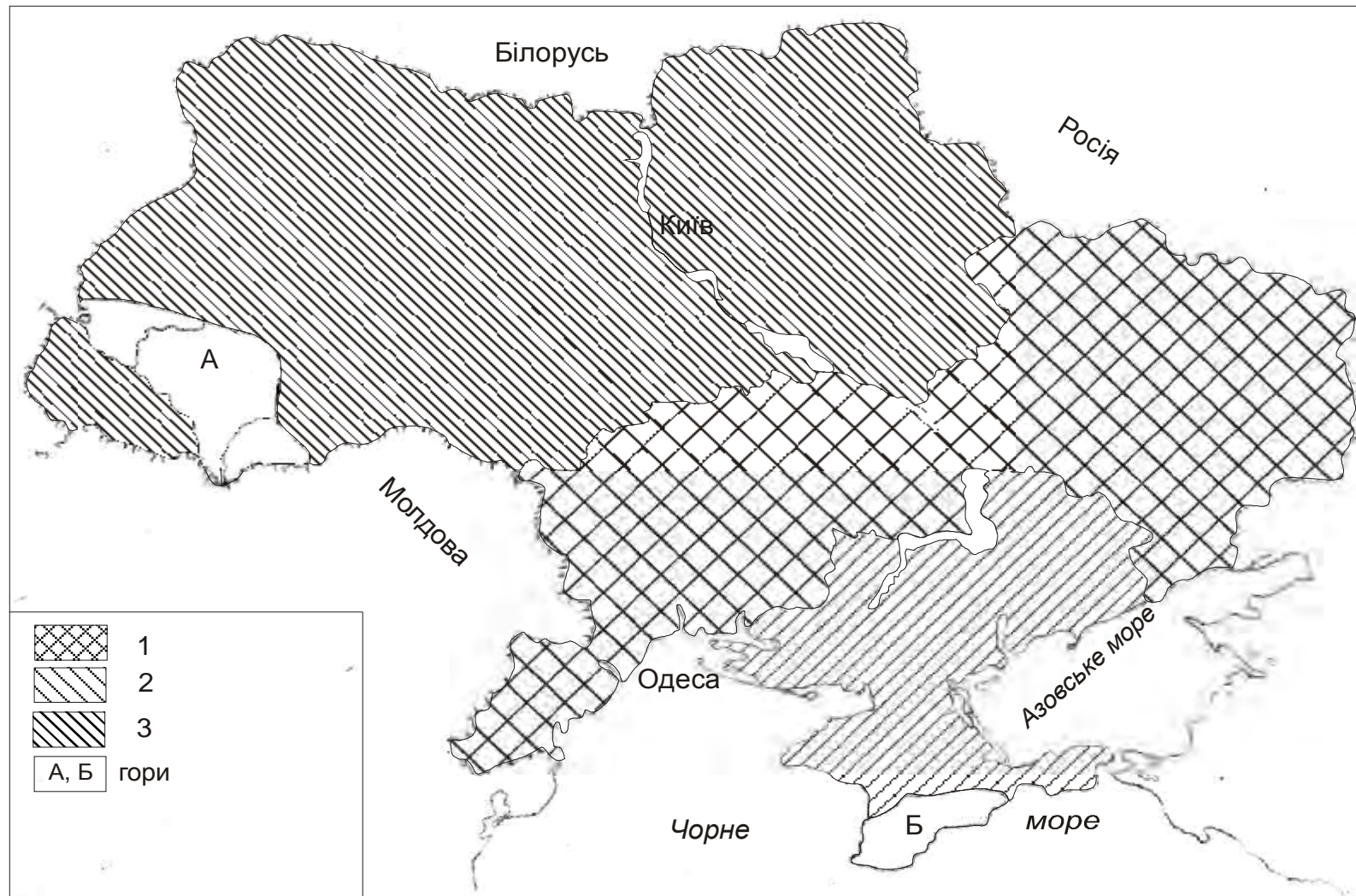


Рис. 6.3 – Карта – схема розподілу оцінок (відн. од.) ступеню сприятливості кліматичних умов для вирощування капусти: 1 – 0,940 – 0,960; 2 – 0,961 – 0,980; 3 – 0,981 – 0,999; А, Б – гори.

Таблиця 6.1 – Узагальнені характеристики агрокліматичних умов вирощування овочевих культур в Україні (1-а та 2-а зони ранньостиглі сорти, 3-я та 4-а–зони пізньостиглі сорти)

№ за/п	Загальні показники за період активної вегетації	Агрокліма-тичні зони	Баклажани	Капуста	Огірки	Солодкий перець	Томати
1	Сума активних температур вище. 10 °С	1	2100	1250	1100	2100	2000
		2	2300	1300	1300	2300	2200
		3	2600-2800	1600-1900	1600-1800	2600 - 2800	2500-2800
		4	2801-3200	1901-3300	1801 -3100	2801- 3200	2801-3100
2	Сума ФАР, МДж/м ²	1	1311	990	990	1294	1290
		2	1414	1290	1275	1430	1315
		3	1515	1590	1550	1530	1526
		4	1734	1750	1720	1750	1734
3	Тривалість вегетаційного періоду, дні	1	120	75	80	112	103
		2	130	95	95	129	115
		3	135	135	121	140	125
		4	141	156	130	150	141
4	Сума опадів, мм	1	314	183	193	298	314
		2	298	205	205	294	238
		3	260	186	178	260	192
		4	208	216	196	212	208
5	Потреба рослин у волозі, мм	1	470	295	270	450	470
		2	515	320	335	515	489
		3	545	545	420	621	549
		4	669	692	570	694	660
6	Сумарне випаровування, мм	1	370	290	268	353	334
		2	466	310	335	406	471
		3	512	478	375	584	504
		4	619	632	505	694	634
7	ГТК у відносних одиницях	1	1,45	1,45	1,45	1,40	1,46
		2	1,26	1,26	1,29	1,26	1,14
		3	1,04	1,00	1,04	1,00	1,04
		4	0,61	0,60	0,61	0,60	0,62

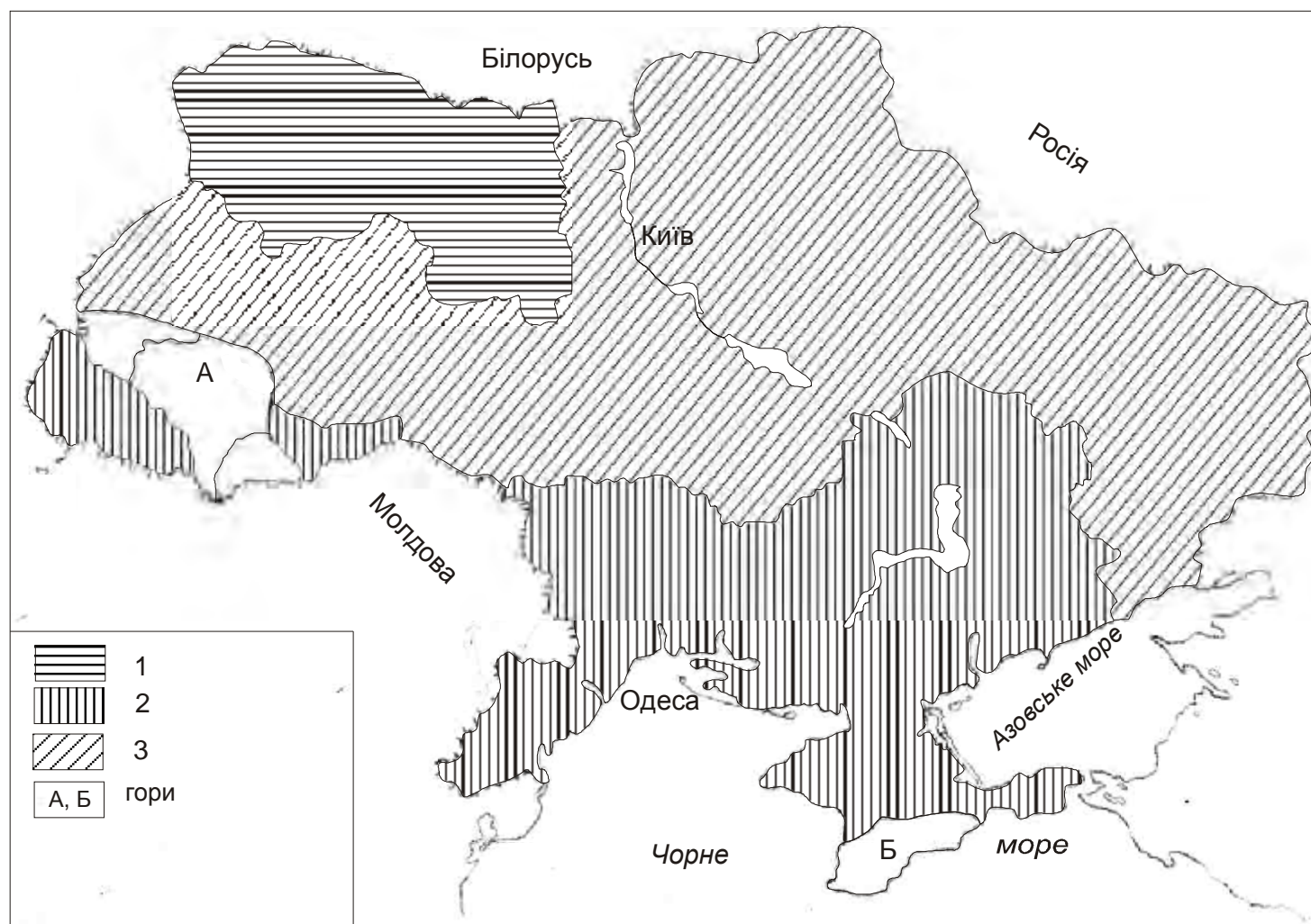


Рис. 6.4 – Карта – схема розподілу оцінок (відн. од.) ступеня сприятливості агрокліматичних умов вирощування тютюну: 1 – 0,940 – 0,960; 2 – 0,961 – 0,980; 3 – 0,981 – 1,00; А, Б – гори

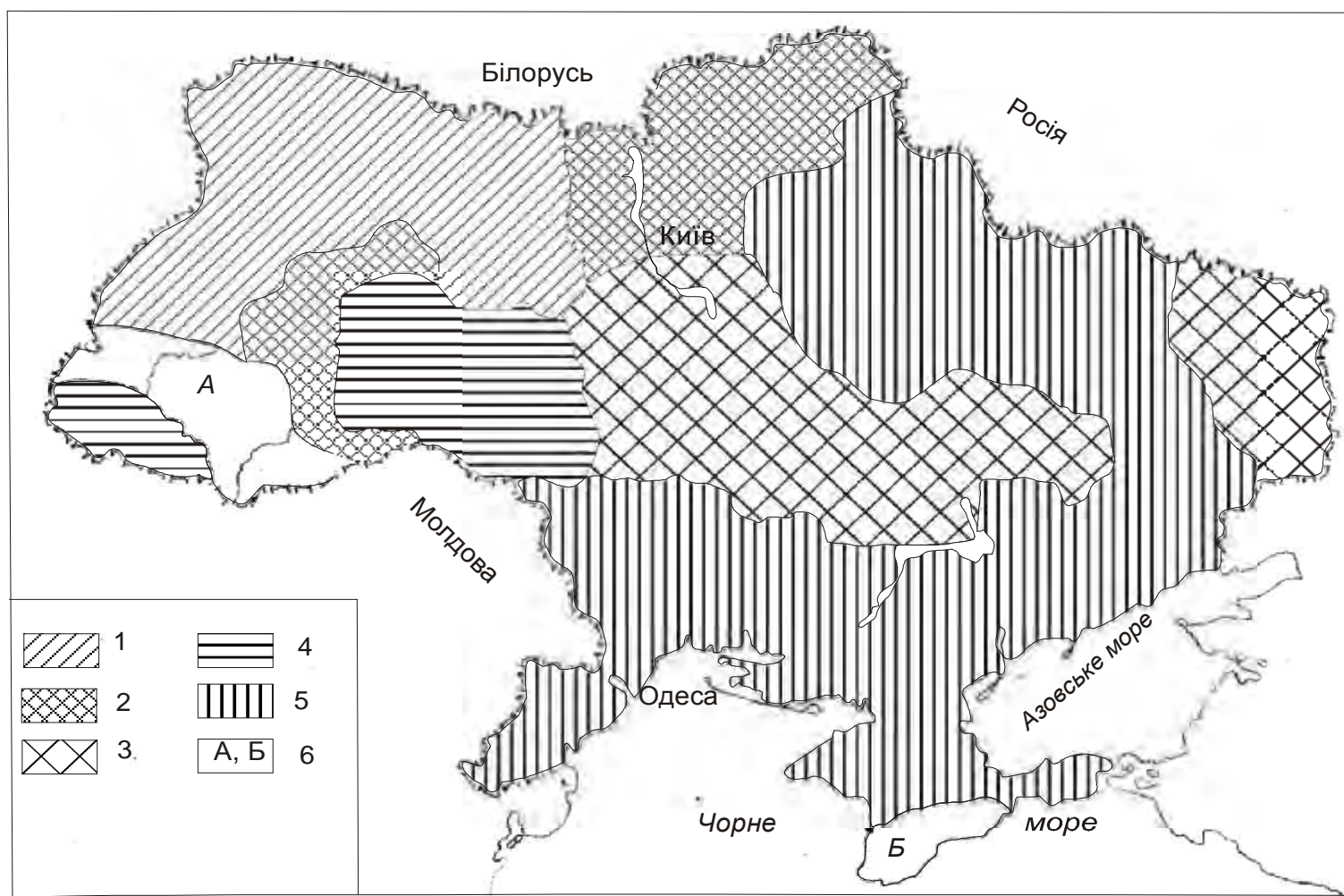


Рис. 6.5 – Карта-схема розподілу оцінок ступеня сприятливості кліматичних умов (K_m) для вирощування баклажанів, солодкого перцю і томатів, відн.од. 1) 0,75 – 0,800; 2) 0,81 – 0,85; 3) 0,86 – 0,90; 4) 0,91 – 0,95; 5) > 0, 96; 6) А, Б – гори.

Таблиця 6.2 – Комплексні оцінки продуктивності овочевих культур по агрокліматичних зонах України

№ п/п	Комплексні оцінки	зони	баклажани	капуста	огірки	солодкий перець	томати
1	Оцінка ступеня сприятливості кліматичних ресурсів, відн.од. ($K_m = \text{ММУ/ПУ}$)	1	0,854	0,952	0,926	0,795	0,969
		2	0,877	0,892	0,892	0,871	0,946
		3	0,894	0,892	0,892	0,891	0,915
		4	0,961	0,952	0,952	0,961	0,961
2	Оцінка ефективності використання агро кліматичних ресурсів, відн. од. ($K_3 = \text{УВ/ММУ}$)	1	0,562	0,617	0,625	0,562	0,562
		2	0,450	0,450	0,550	0,456	0,456
		3	0,450	0,450	0,550	0,456	0,456
		4	0,450	0,450	0,385	0,456	0,343
3	Оцінка рівня господарського використання метеорологічних і ґрунтових умов, відн. од. ($K_{\text{агро}} = \text{УВ/ПУ}$)	1	0,562	0,624	0,632	0,562	0,562
		2	0,562	0,624	0,632	0,562	0,562
		3	0,562	0,624	0,632	0,562	0,562
		4	0,562	0,624	0,632	0,562	0,562
4	ПУ всієї сухої маси, г/м ²	1	1791	1970	1712	1923	2501
		2	1905	3230	2350	2448	2772
		3	2813	4220	2970	3130	2868
		4	4366	4608	3983	4584	4176
5	ММУ всієї сухої маси, г/м ²	1	1529	1725	1664	1521	2423
		2	1703	2930	1996	2197	2276
		3	2498	3846	2327	2780	2625
		4	4098	4484	3084	4357	4008
6	ДМУ всієї сухої маси, г/м ²	1	1143	1525	1146	1298	1381
		2	1362	2334	1468	1743	1675
		3	1647	3362	2082	2225	1627
		4	2581	3814	2983	2483	2444

продовження табл. 6.2

7	УВ всієї сухої маси, г/м ²	1	490	650	696	530	777
		2	766	926	917	980	943
		3	927	1282	1146	1251	914
		4	1452	1625	1475	1497	1375
8	Кгосп., відн.од.	1	0,50	0,41	0,37	0,50	0,50
		2	0,50	0,41	0,37	0,51	0,50
		3	0,52	0,40	0,36	0,54	0,53
		4	0,54	0,40	0,36	0,55	0,56
9	ПУ плодів, ц/га	1	186	264	198	203	268
		2	258	364	208	258	297
		3	291	465	258	330	307
		4	452	508	353	484	508
10	ММУ плодів, ц/га	1	159	222	176	161	261
		2	197	293	188	197	245
		3	289	384	232	230	271
		4	424	484	308	420	449
11	ДМУ плодів, ц/га	1	109	194	146	141	210
		2	171	213	168	174	208
		3	267	343	222	205	286
		4	357	385	298	385	416
12	УВ плодів, ц/га	1	90	150	55	99	101
		2	98	213	58	103	111
		3	106	282	106	123	132
		4	150	325	115	154	162

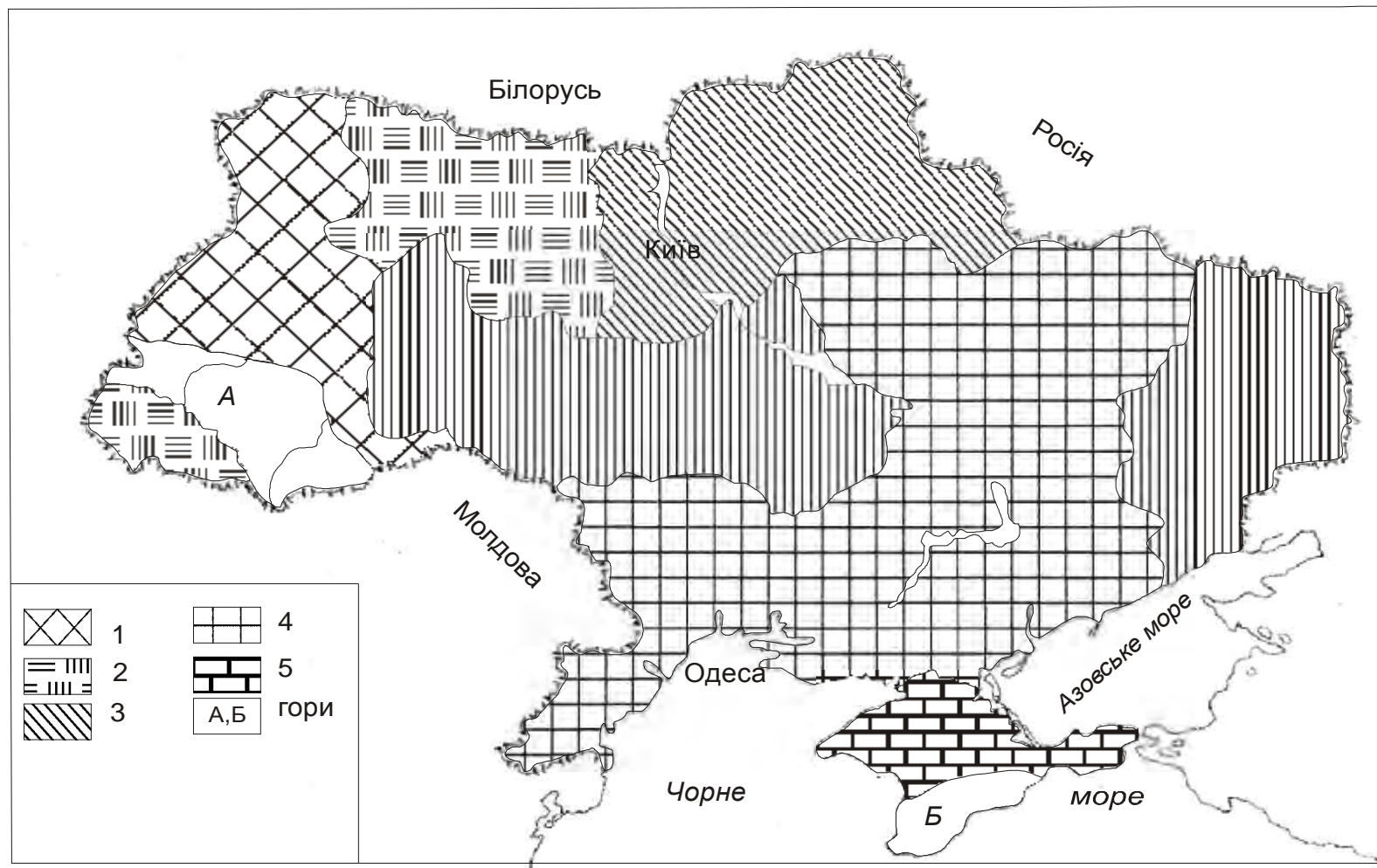


Рис. 6.6 – Карта – схема розподілу оцінок (відн. од.) ступеня використання агрокліматичних ресурсів при вирощуванні середньостиглих сортів баклажанів, солодкого перцю та томатів: 1) 0,250 – 0,280; 2) 0,281 – 0,310; 3) 0,311 – 0,340; 4) 0,341 – 0,370; 5) більше 0,381; 6) А, Б – гори.

Для центральних областей України (Черкаська, Кіровоградська, Дніпропетровська рівень K_m підвищується від 0,901 до 0,939 відн.од. Такі ж значення K_m і в Луганській області.

Для Одеської, Херсонської, Миколаївської областей рівні K_m коливаються від 0,940 до 0,970 відн.од. Такий же рівень оцінок у Вінницькій, Полтавській та Харківській областях. Для Запорізької та Луганської областей рівень K_m становить 0,970 відн.од.

Для характеристики оцінок рівня використання агрокліматичних ресурсів K_e для вирощування середньостиглих сортів баклажанів, солодкого перцю та

Для характеристики оцінок рівня використання агрокліматичних ресурсів K_e для вирощування середньостиглих сортів баклажанів, солодкого перцю та томатів побудована карта розподілу оцінок використання агрокліматичних ресурсів по території України (рис. 6.6). Із рис. 6.6 видно, що найвищі рівні $K_e \geq 0,380$ відн. од. в центральних областях України: Вінницькій, Черкаській, Кіровоградській та Хмельницькій областях. Такий же рівень K_e в Донецькій та Запорізькій областях. В Дніпропетровській, Полтавській та Харківській областях K_e зростає до рівня 0,340 – 0,370 відн.од.

В областях Південного Степу (Одеська, Херсонська, Миколаївська, Запорізька області) K_e коливається від 0,340 до 0,380 відн. од. Знижуються значення K_e спостерігаються в Київській, Чернігівській областях та АР Крим – 0,311 – 0,330 відн. од. Найнижчі значення K_e у північно-західних областях та західних областях України – 0,251 – 0,279 відн. од.

В АР Крим оцінка рівня використання агрокліматичних ресурсів становить 0,320 відн. од. Такий же рівень оцінок і в Київській та Сумській областях. Найнижчий рівень використання агрокліматичних ресурсів в Чернівецькій, Тернопільській та Волинській областях і становить від 0,251 до 0,279 відн. од.

Розподіл оцінок рівня використання агрокліматичних ресурсів K_e при вирощуванні капусти і огірків представлені на рис. 6.7, 6.8.

Найвищі оцінки ступеня використання агрокліматичних ресурсів при вирощуванні капусти спостерігаються в Чернівецькій, Вінницькій та Черкаській областях і становлять 0,450 – 0,500 відн. од. В більшості областей Лісостепової зони та Північного Степу оцінки коливаються від 0,401 до 0,450 відн. од. Найнижчі оцінки рівня використання агрокліматичних умов при вирощування капусти спостерігаються у північно-західних областях Лісової зони – 0,301 – 0,350 відн.од

Найвищі значення оцінок рівня використання агрокліматичних ресурсів при вирощуванні огірків спостерігаються в областях Лісостепової зони від 0,451 до 0,500 відн.од., окрім Сумської та Харківської областей, де рівень оцінок використання становить від 0,401 до 0,450 відн.од. В областях Південного Степу оцінки коливаються в межах від 0,351 до

0,400 відн.од. Найнижчі значення оцінок рівня використання агрокліматичних ресурсів при вирощуванні огірків 0,301 – 0,350 відн.од. спостерігаються в областях Лісової зони: Волинській, Рівненській, Житомирській та Київській.

Розраховані показники *ПВ*, *ММВ*, *ДМВ* та *УВ* сухої маси рослин і господарської частини, тобто плодів і качанів (табл. 6.2) показують, що як суха маса рослин, так і врожай плодів усіх культур збільшуються з північного заходу на південь. Найменші значення *ПВ* сухої маси відзначаються в першій агрокліматичній зоні у баклажанів та солодкого перцю до 1520 г/м², найбільші – у огірків і капусти – до 1700 г/м². Поступово потенційні врожаї сухої маси збільшуються і в південних областях четвертої агрокліматичної зони досягають 3000 г/м² у огірків та більше 4000 г/м² у інших культур. Слід відзначити, що швидкість зростання сухої маси рослин неоднакова у овочевих культур. Найбільша вона у капусти, огірків, найменша – у баклажанів. Так, приріст *ПВ* сухої маси капусти у другій агрокліматичній зоні становить 1255 г/м², огірків – 638 г/м², солодкого перцю та томатів – 525 г/м², баклажанів – 114 г/м². Швидкість зростання приростів *ПВ* сухої маси рослин неоднакова між зонами. Найменша швидкість зростання приростів *ПВ* сухої між першою та другою зонами. Найбільша – між третьою та четвертою зонами і коливається для різних культур від 388 г/м² у капусти до 1523 г/м² у баклажанів.

ММВ сухої маси рослин по всій території України повторює хід потенційної врожайності, збільшується з півночі на південь і становить для баклажанів по зонах 1 – 1592 г/м², 2 – 1703 г/м², 3 – 2496 г/м², 4 – 2098 г/м²; для капусти: 1 – 1725 г/м², 2 – 2930 г/м², 3 – 3846 г/м², 4 – 4484 г/м²; для огірків: 1 – 1664 г/м², 2 – 1996 г/м², 3 – 2327 г/м², 4 – 3084 г/м²; для солодкого перцю: 1 – 1521 г/м², 2 – 2197 г/м², 3 – 278 г/м², 4 – 435 г/м²; для томатів: 1 – 2276 г/м², 2 – 2423 г/м², 3 – 2625 г/м², 4 – 4008 г/м².

ДМВ сухої маси рослин зменшується порівняно з *ММВ* в першій агрокліматичній зоні на 300 – 400 г/м², в другій – на 400 – 500 г/м², в третій та четвертій – на 550 – 600 г/м².

УВ всієї сухої маси рослин змінюється по зонах від 490 до 1452 г/м² у баклажанів, від 650 до 1625 г/м² у капусти, від 696 до 1375 г/м² у огірків, від 600 до 1475 г/м² у солодкого перцю та томатів.

Одним із важливих показників продуктивності фітоценозів є коефіцієнт господарської ефективності врожаю ($K_{\text{госп}}$), який виражає відношення кількості сухої маси господарської частини врожаю до загальної сухої фітомаси рослин. Для всіх категорій врожайності і в усіх агрокліматичних зонах $K_{\text{госп}}$ становить: для баклажанів 0,54, капусти – 0,40, огірків – 0,36, солодкого перцю – 0,55, томатів – 0,56 відн.од.

Урожайність плодів баклажанів, огірків, солодкого перцю, томатів та качанів капусти має таку ж закономірність щодо розподілу величин

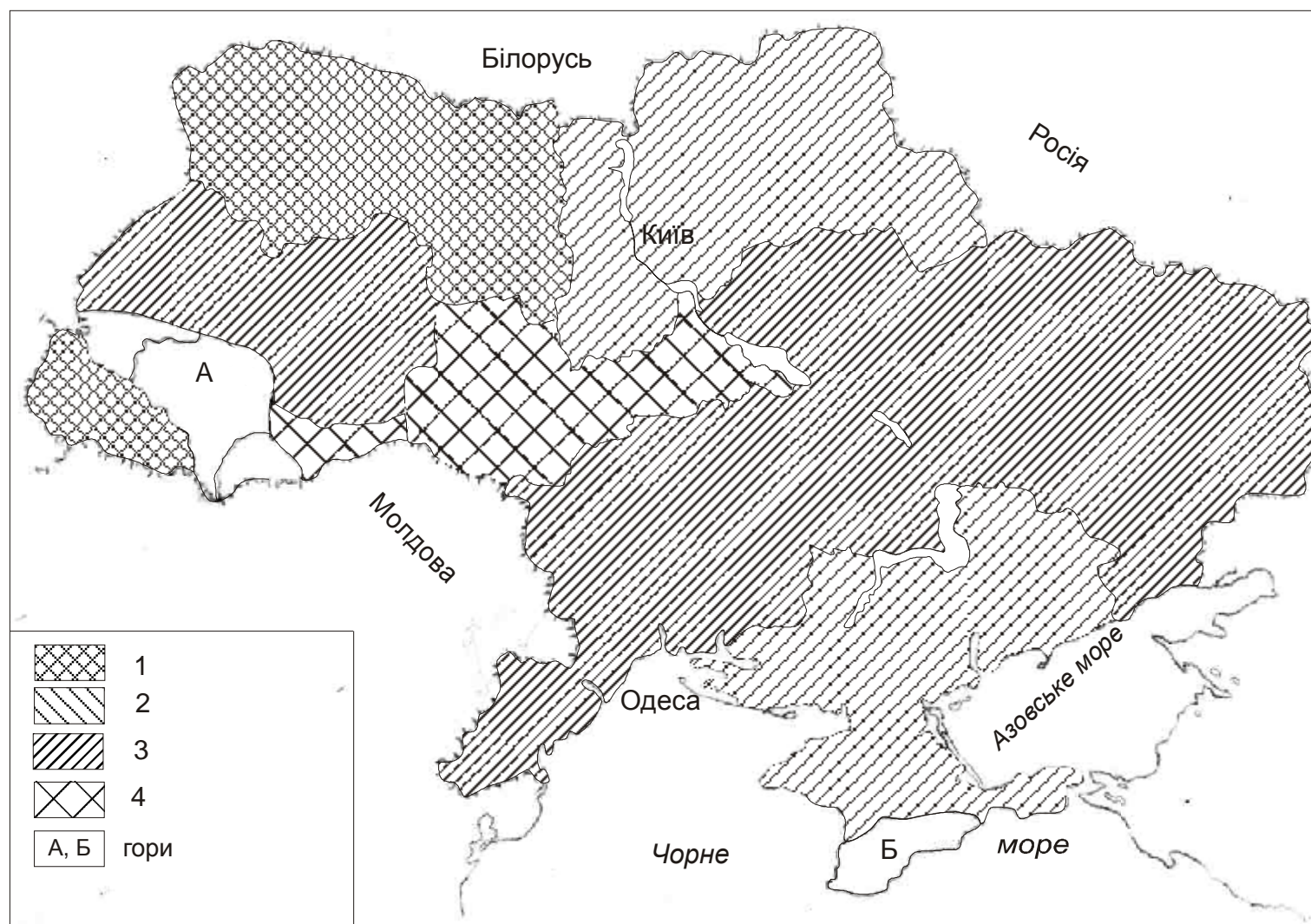


Рис. 6.7 – Карта – схема розподілу оцінок (відн.од.) рівня використання агрокліматичних ресурсів при вирощуванні капусти по території України: 1 – 0,301 – 0,350; 2 – 0,351 – 0,400; 3 – 0,401 – 0,450; 4 – 0,451 – 0,500; А, Б – гори

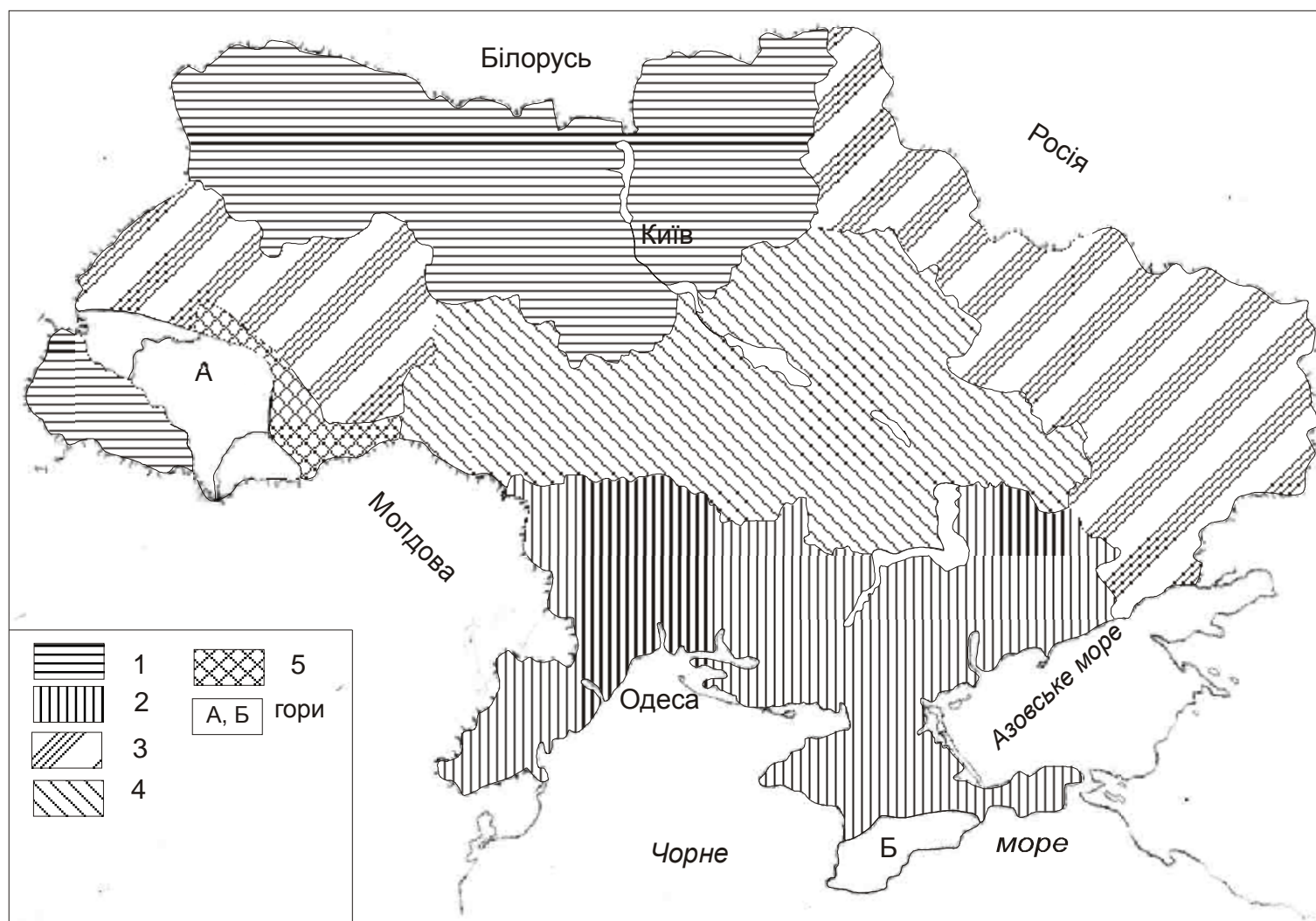


Рис. 6.8 – Карта – схема розподілу оцінок (відн.од.) рівня використання агрокліматичних ресурсів при вирощуванні огірків: 1 – 0,301 – 0,350; 2 – 0,351 – 0,400; 3 – 0,401 – 0,450; 4 – 0,451 – 0,500; 5 – більше 0,501; А, Б – гори.

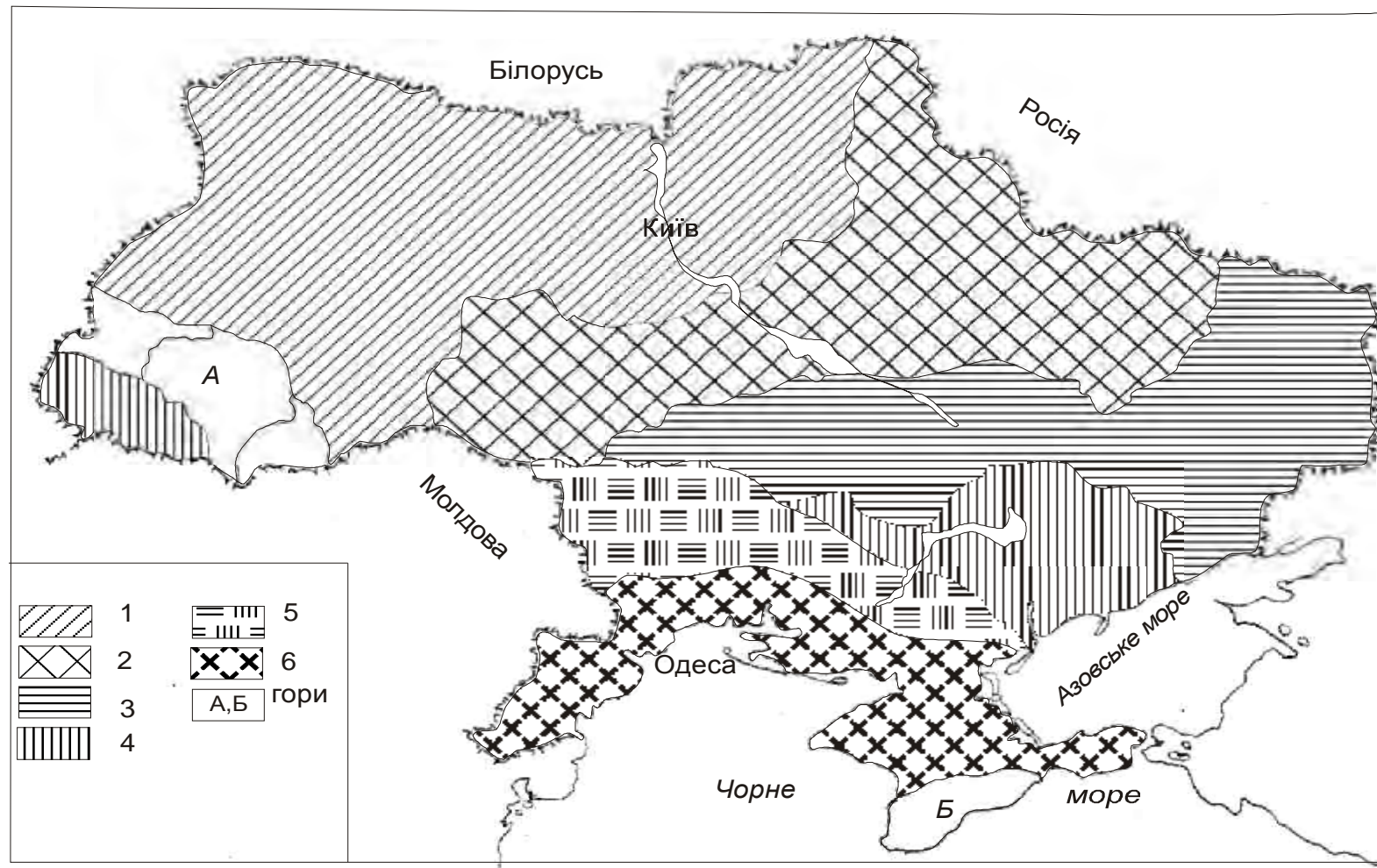


Рис. 6.9 – Карта – схема розподілу *ММВ* баклажанів (ц/га) по території України . 1) 110 – 16 ; 2) 161 – 210; 3) 211 – 260; 4) 261 – 310; 5) 311 – 360; 6) 361 – 410; 7) А, Б – гори.

урожайності по зонах, як і врожай сухої маси. Всі категорії урожайності плодів баклажанів, солодкого перцю та томатів збільшуються з півночі на південь і найвищі вони в четвертій агрокліматичній зоні (табл. 6.2). На рис. 6.9 представлена карта розподілу *ММВ* баклажанів.

Розглянемо детальніше розподіл всіх категорій врожайності овочевих культур по території України.

Баклажани. На території України за розподілом *ПВ* баклажанів ранньостиглих сортів виділені 6 зон. Найменші потенційні врожаї баклажанів 150 – 250 ц/га спостерігаються в північних областях, тобто в першій агрокліматичній зоні. В Лісостеповій зоні *ПВ* баклажанів становить 251 – 300 ц/га, в областях Північного Степу в північних його районах *ПВ* баклажанів становить 301 – 351 ц/га, в південних районах *ПВ* досягає 351 – 400 ц/га, В північних районах Південного Степу *ПВ* = 400 – 451 ц/га і в південних районах – більше 451 ц/га.

В районах Південного Степу накопичено величезний досвід вирощування овочевих культур, крім того, ці райони характеризуються найвищою кількістю надходження *ФАР* – більше 35 – 36 ккал/см² за вегетаційний період. В південних районах Лісостепової зони та північних районах Північного Степу рівень *ПВ* підвищується до 280 – 351 ц/га У більшості районів Центрального Степу врожаї баклажанів становлять близько 400 ц/га. В Південному Степу *ПВ* баклажанів більше 450 ц/га. У районах Північного та Південного Степу спостерігається збільшення посівних площ цієї культури до 3000 – 3500 тис./га в кожній області.

Найвищий *ММВ* баклажанів в Лісовій зоні буває у Волинській та Чернігівській областях – до 160 ц/га (рис. 6.9).

В Лісостеповій зоні врожаї відрізняються по областях. В західних областях зони вони найбільші у Вінницькій області – 210 ц/га. В східних областях зони *ММВ* баклажанів коливаються від 170 до 180 ц/га, а в центральних областях зони вони вже підвищуються до 240 – 260 ц/га.

В Південному Степу в східних районах *ММВ* баклажанів досягає рівня 240 ц/га, в західних – 320 – 350 ц/га. Як і рівень *ПВ*, *ММВ* баклажанів найвищий у районах центрального та Південного Степу, де він становить від 400 до 430 ц/га.

ДМВ баклажанів на території України більш стійкі і тому на території України за їх розподілом виділено тільки п'ять зон. Найменші значення *ДМВ* у західних та північно-західних районах (Волинська, Івано-Франківська, Рівненська обл.) Лісової зони і становлять 60 – 80 ц/га; у Київській, Чернігівській областях Лісової зони, та в Сумській і Харківській областях Лісостепової зони рівень *ДВУ* досягає 90 – 100 ц/га. У центральних областях Лісостепової зони (Черкаська і Полтавська області) та в деяких областях Північного Степу (Дніпропетровська область) рівень *ДВУ* баклажанів досягає позначки 140 – 150 ц/га. В східних та південно-східних областях Північного Степу (Луганська, Запорізька, Донецька обл.)

рівень *ДМВ* вищий – 170 – 190 ц/га. Найвищі рівні *ДМВ* плодів баклажанів спостерігаються в Одеській, Херсонській, Миколаївській областях та АР Крим, де вони досягають 250 – 270 ц/га.

Аналіз карти розподілу *УВ* баклажанів (рис. 6.10) дозволяє зробити висновок, що розподіл *УВ* має більш чіткий зональний розподіл, ніж інші категорії врожаїв.

В Лісовій зоні чітко визначені дві підзони урожаїв у виробництві: перша – до 50 ц/га (Волинська, Рівненська, Івано-Франківська та Житомирська області). На території цих областей переважно дерново – підзолені ґрунти і забезпеченість вегетаційного періоду баклажанів теплом становить 65 – 70 %. Друга підзона з урожаями 51 – 70 ц/га, до неї входить Київська і Чернігівська області Лісової зони та Сумська та Харківська області Лісостепової зони. В цій зоні баклажани вирощуються без зрошення, і в період масового наростання зеленої маси і плодів баклажани відчують нестачу тепла і вологи.

В центральних та західних областях Лісостепової зони *УВ* баклажанів у виробництві зростає до 71 – 90 ц/га. В Північному Степу до 91 – 110 ц/га. В цих областях при вирощуванні баклажанів застосовується часткове зрошення (тобто поливи перед висадженням та після висадження розсади в ґрунт).

Найвищі врожаї баклажанів у виробництві до 130 – 150 ц/га отримують в районах Південного Степу, де вирощуються середньо та пізньостиглі сорти баклажанів на зрошуваних полях. Забезпеченість теплом середньостиглих сортів баклажанів в цих районах становить 100%, пізньостиглих – 90 – 100 %.

Капуста. За значеннями *ПВ*, *ММВ*, *ДМВ*, *УВ* качанів капусти по території України виділено чотири зони (рис. 6.11). Найвищі врожаї качанів капусти всіх категорій спостерігаються у Лісовій зоні. *ПВ* найвищі у Волинській та Рівненській областях і становлять 600 – 650 ц/га. Вони дещо знижуються в Київській та Чернігівській областях і становлять до 550 ц/га. Такий же *ПВ* капусти і в Сумській області. В західних областях Лісової зони Львівській, Івано-Франківській та Тернопільській областях *ПВ* качанів капусти становлять 400 – 450 ц/га. Такі ж *ПВ* і в центральних областях України, тобто в Лісостеповій зоні. Найнижчі значення *ПВ* капусти відзначаються в областях Південного Степу (Одеська, Миколаївська та Херсонська області), де *ПВ* капусти відзначаються на рівні 300 – 350 ц/га. Дещо вищі вони в Запорізькій, Донецькій та Луганській областях і становлять від 350 до 400 ц/га.

Розподіл *ММВ* качанів капусти по території України подібний до розподілу *ПВ*, але рівні його нижчі і становлять від 450 ц/га в Лісовій зоні до 300 ц/га в областях Південного Степу. Карта розподілу *ММВ* качанів капусти наводиться на рис. 6.11. Як видно з рис. 6.11, *ММВ* качанів капусти зменшуються при просуванні на південь. На більшій частині

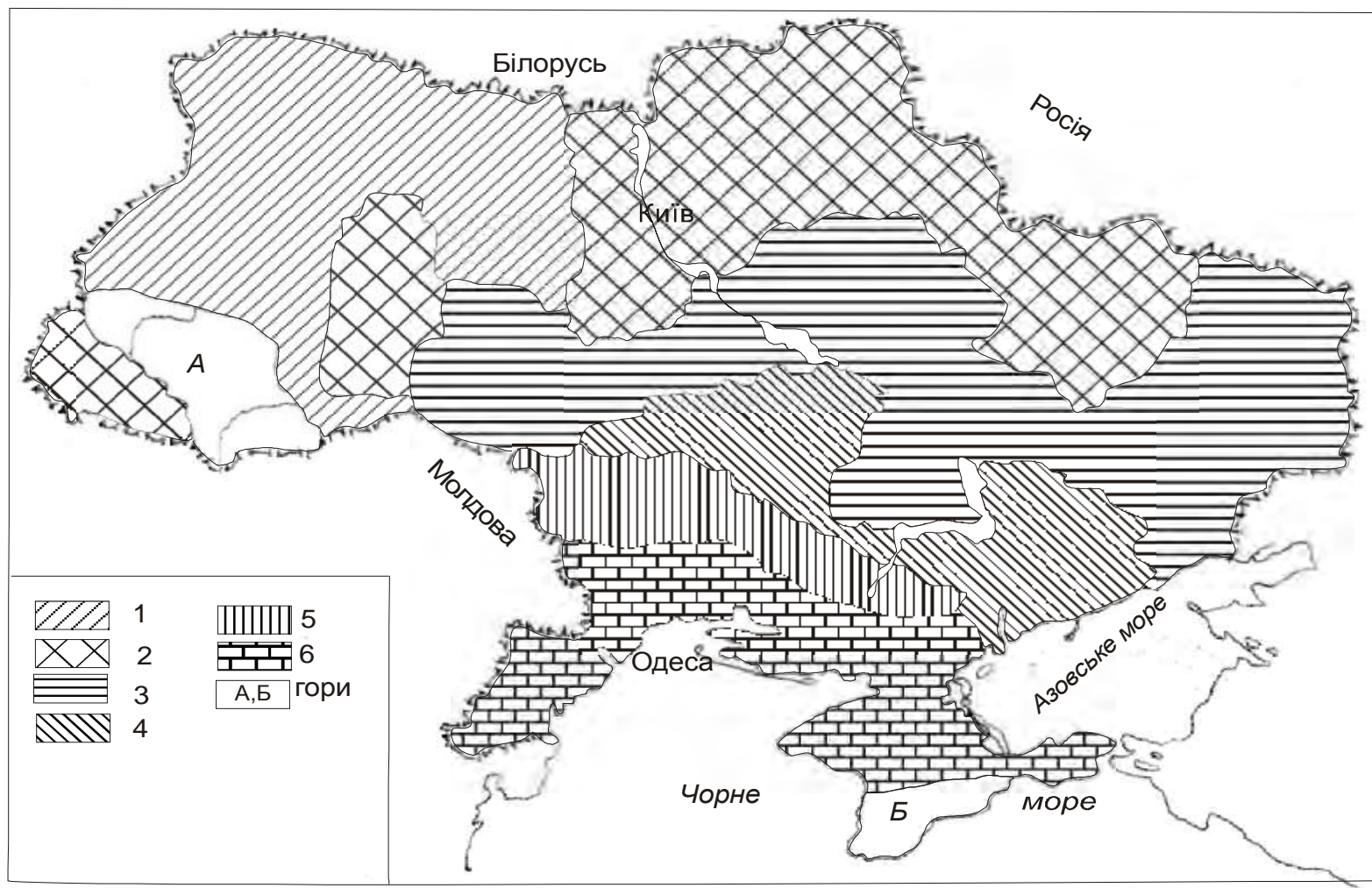


Рис. 6.10 – Карта – схема розподілу урожаїв (ц/га) баклажанів у виробництві (УВ). 1) до 50; 2) 51 – 70; 3) 71 – 90; 4) 91 – 110; 5) 111 – 130; 6) 131 – 150; 7) А, Б – гори.

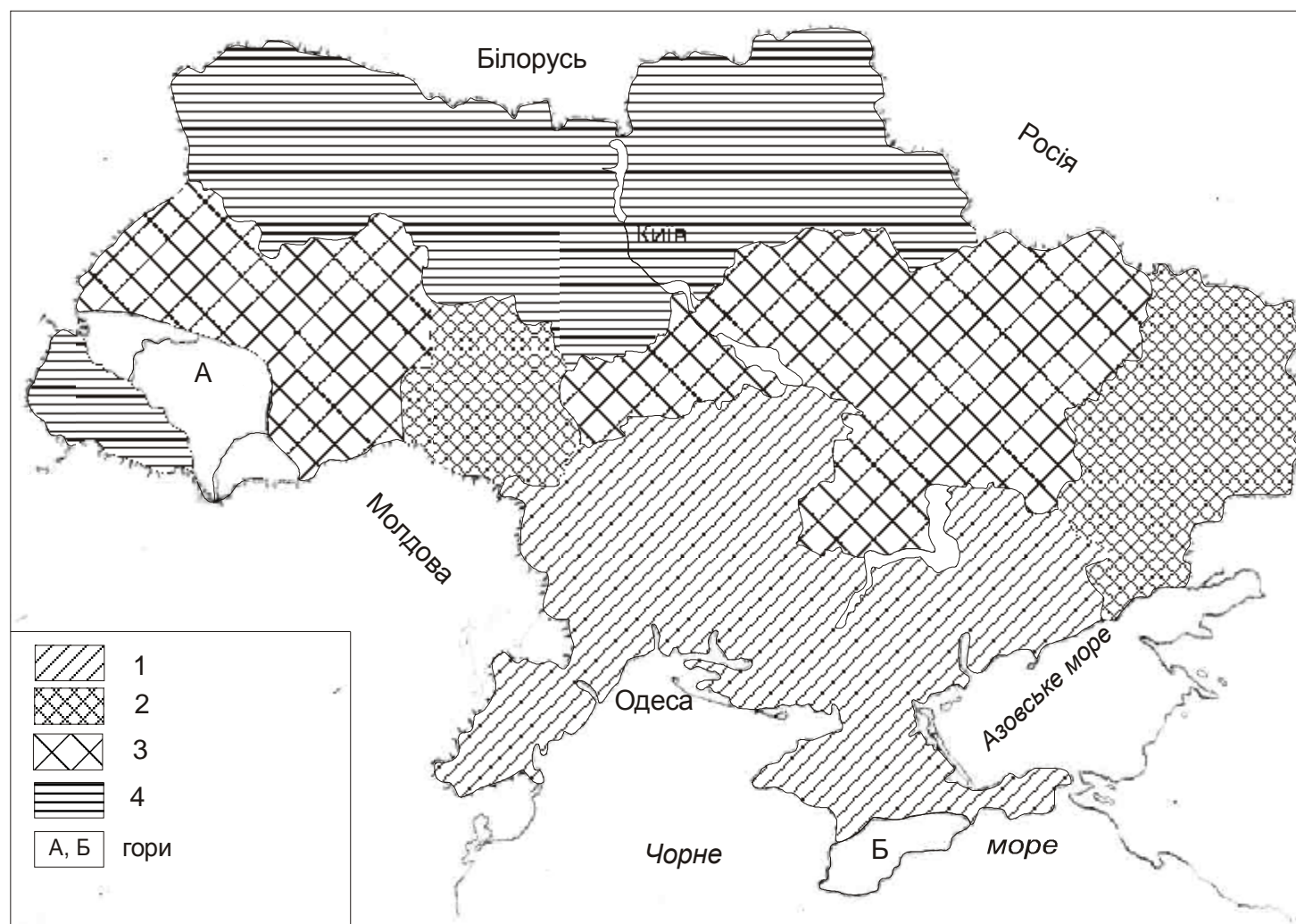


Рис. 6.11 – Карта – схема розподілу *ММВ* (ц/га) капусти по території України: 1) 300 – 350; 2) 351 – 400; 3) 401 – 450; 4) більше 451; 5) А, Б – гори

Лісостепової зони вони (Вінницька, Луганська та Донецька області) коливаються в межах 351 – 400 ц/га.

В центральній частині Лісостепової зони вони вищі і становлять 401 – 450 ц/га. В зоні Північного та Південного Степу *ММВ* качанів капусти становить 300 – 350 ц/га.

Розподіл *ДМВ* качанів капусти подібний до розподілу *ММВ*, але значення його нижчі і коливаються по території України від 350 ц/га в Лісовій зоні до 250 ц/га в зоні Південного Степу.

За розподілом *УВ* качанів капусти територія України теж поділена на чотири основних зони. Як і інші категорії врожаїв *УВ* качанів найвищі в областях Лісової зони і відзначаються на рівні 190 – 200 ц/га. В областях Лісостепової зони урожаї капусти в господарствах коливаються від 170 до 185 ц/га, при цьому вони збільшуються при пересуванні в східні області зони. Значно нижчі *УВ* в областях Південного Степу і становлять до 140 ц/га.

Огірки. Закономірності розподілу урожаїв огірків різного рівню однакові по території України. В цілому за розподілом урожаїв огірків по території України виділено 4 зони. Аналіз розподілу *ПВ* плодів огірків показав, що найвищі його рівні більше 300 ц/га відзначались у Волинській, Житомирській та Закарпатській областях. В областях Черкаській, Дніпропетровській, Полтавській, Київській і Сумській рівні *ПВ* досягали 200 – 250 ц/га. В інших областях України вони коливались в межах 170 – 200 ц/га. Найнижчі *ПВ* – 130 – 145 ц/га відзначались у Львівській, Івано-Франківській та Тернопільській областях.

Розподіл *ММВ* огірків по території України майже такий, як і розподіл *ПВ* (рис. 6.12). Як видно із рис. 6.12 найвищі рівні *ММВ* огірків 250 – 300 ц/га відзначались в центральних та північно-західних областях Лісової зони, тобто в Рівненській, Волинській, Житомирській та Київській. В областях північного сходу цієї зони (Чернігівська, Сумська, Харківська, а також в Полтавській області) рівні *ММВ* коливались від 200 до 250 ц/га. На території областей Північного і Південного Степу *ММВ* огірків відзначався на рівні 151 – 200 ц/га. У Львівській, Івано-Франківській та Тернопільській областях *ММВ* відзначався на рівні 100 – 150 ц/га.

ДМВ огірків в умовах природного зволоження має такий же розподіл по території України, тобто найвищі *ДМВ* 125 – 140 ц/га відзначались в областях Лісової зони України, найнижчі – в західних областях Лісової зони 90 – 100 ц/га. В інших областях України коливання *ДМВ* відзначалось на рівні 105 – 120 ц/га.

Урожай огірків у виробництві (*УВ*) розподіляється по території України подібно до інших категорій, але рівні його значно нижчі. Найменші рівні *УВ* огірків 60 – 70 ц/га відзначались у західних областях Лісової зони – Львівській, Івано-Франківській. Найвищі 85 – 95 ц/га – в

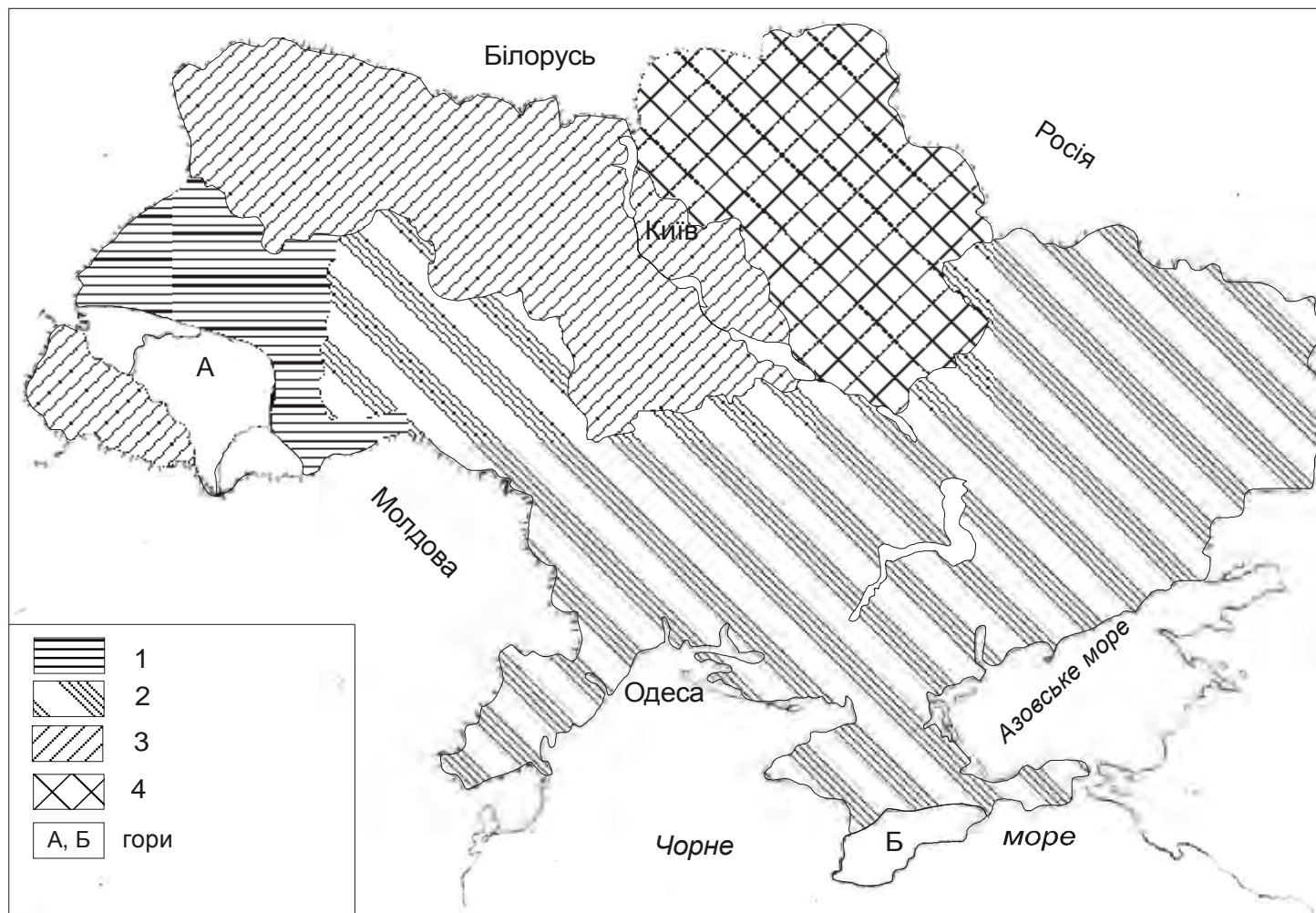


Рис. 6.12 – Карта – схема розподілу ММВ (ц/га) огірків по території України: 1) 101 – 150; 2) 151 – 200; 3) 201 – 250; 4) 251 – 300; 5) А, Б – гори

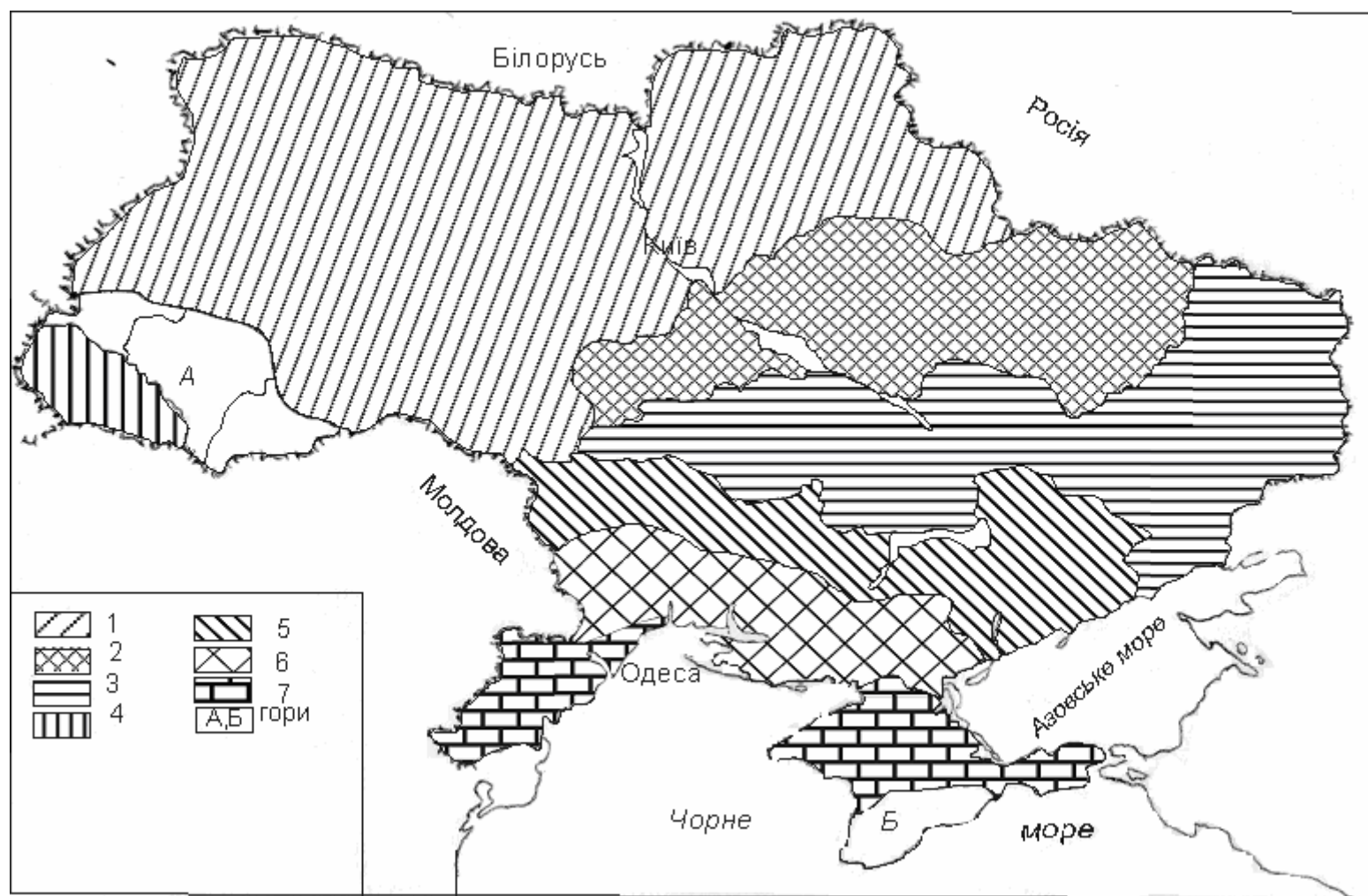


Рис. 6.13 – Карта – схема розподілу *ММВ* солодкого перцю (ц/га) по території України. 1 – до 200 ц/га, 2 – 201 – 250; 3 – 251 – 300 ; 4 – 301 – 350; 5 – 351 – 400; 6 – 401 – 500; 7 > 500; 8 – А, Б – гори.

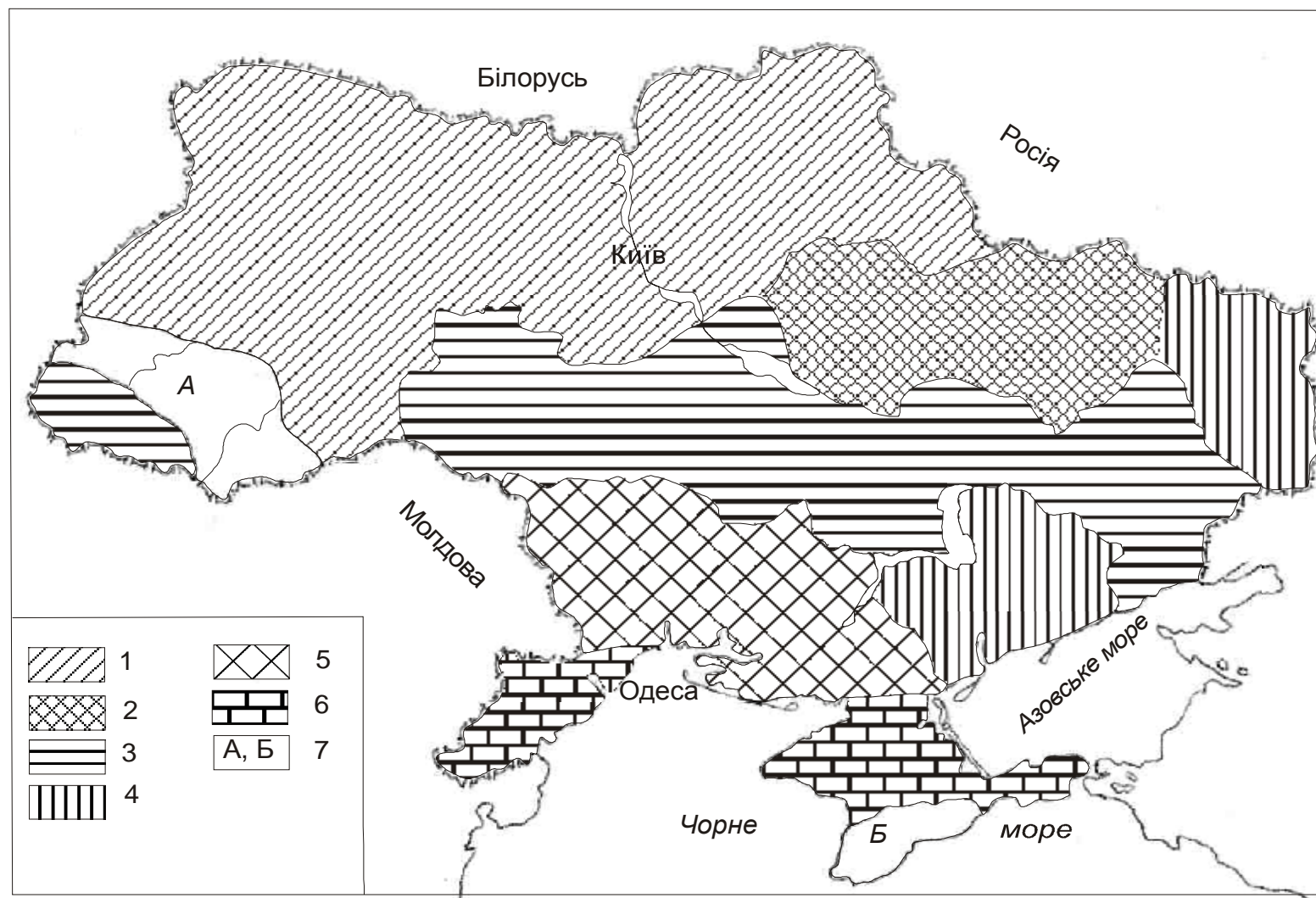


Рис. 6.14 – Карта – схема розподілу врожаїв солодкого перцю (ц/га) у виробництві (УВ) по території України. 1) 50 – 70; 2) 71 – 90; 3) 91 – 110; 4) 11 – 130; 5) 131 – 150; 6) > 150; 7) А, Б – гори.

північних областях Лісової зони. В центральних і південних областях України та на сході врожаї відзначались на рівні 75 – 85 ц/га.

Солодкий перець. За значеннями *ПВ*, *ММВ* та *ДМВ* плодів солодкого перцю на території України виділено сім зон. В Лісовій зоні вирощуються тільки скоростиглі сорти солодкого перцю. Найнижчі значення *ПВ* солодкого перцю 155 ц/га відзначаються в західних районах Лісової зони (Тернопільська, Хмельницька, Чернівецька, Львівська області). В інших областях цієї зони вони коливаються від 156 до 200 ц/га і тільки в Харківській та Сумській областях *ПВ* солодкого перцю досягає 201–245 ц/га. В центральній частині Лісостепової зони *ПВ* солодкого перцю досягають 260 – 280 ц/га (Черкаська, Кіровоградська області). В південних районах Лісостепової зони *ПВ* становлять від 300 до 350 ц/га. В Північному Степу відрізняється *ПВ* солодкого перцю в Донецькій області до 300 ц/га, де рівень ґрунтової родючості на 11 % менший, ніж в інших областях. *ПВ* плодів солодкого перцю зростають на південь і становлять від 400 ц/га в Херсонській та Миколаївській областях до 485 ц/га в Одеській області та АР Крим.

Аналіз розподілу *ММВ* плодів солодкого перцю (рис. 6.13) показав, що по всій території України він такий же як розподіл *ПВ*. Також виділено сім зон. 1 – західні і північні області Лісової зони з урожаєм до 200 ц/га, 2 – центральні і східні області Лісостепової зони з рівнем *ММВ* від 201 до 250 ц/га; 3 – центральні і східні області Північного Степу з урожаєм 351 – 400 ц/га; 4 – Закарпаття з *ММВ* від 300 до 350 ц/га; 5 – Південні райони Північного Степу з *ММВ* від 300 до 357 ц/га; 6 – Південний Степ з *ММВ* від 400 до 450 ц/га; 7 – Південні райони Південного Степу та АР Крим з *ММВ* більше 450 ц/га.

Розподіл *ДМВ* плодів солодкого перцю по території України має чітко виражений характер, значно менші коливання *ДМВ* по областях, тому за розподілом *ДМВ* виділено тільки 5 зон: 1 – майже всі області Лісової зони з *ДМВ* від 50 до 100 ц/га; 2 – Київська, Сумська, Харківська та Полтавська області, де рівень *ДМВ* від 101 до 150 ц/га; 3 – області Лісостепової зони і Закарпатська область з рівнем *ДМВ* від 151 до 200 ц/га; 4 – області Північного Степу з *ДМВ* від 201 до 250 ц/га; 5 – області Південного Степу, де *ДМВ* становить більше 250 ц/га; 6 – гірські райони України УК та КГ.

Стосовно розподілу *УВ* плодів по території України, то слід зазначити, що у всіх північних областях, де вирощуються скоростиглі сорти солодкого перцю, найвищий рівень *УВ* спостерігається в Сумській та Київській областях і становить до 60 ц/га. В Чернігівській області – 55 ц/га, в північно західних областях зони рівень *УВ* не перевищує 50 – 53 ц/га.

У Лісостеповій зоні *УВ* збільшуються від 75 – 80 ц/га в Полтавській та Харківській областях до 100 – 110 ц/га в Черкаській та Запорізькій областях. В Південному Степу *УВ* солодкого перцю зростають від 140 –

145 ц/га в Миколаївській та Херсонській областях до 150 – 156 ц/га в Одеській області та АР Крим.

Томати. Розподіл потенційного врожаю плодів томатів по Україні досить неоднорідний. За рівнями *ПВ* виділено 7 районів. Найменші *ПВ* 150 – 200 ц/га томатів можна отримати у Івано-Франківській, Тернопільській та Хмельницькій областях. У Рівненській, Житомирській областях Лісової зони та в Сумській, Харківській областях Лісостепової зони вони становлять 201 – 250 ц/га. У Волинській, Київській, Чернігівській областях Лісової зони та в Вінницькій, Чернівецькій, Полтавській областях Лісостепової зони, а в Луганській області Степової зони *ПВ* вищі і складають від 211 до 300 ц/га. В Черкаській, Кіровоградській та Дніпропетровській областях *ПВ* підвищуються до 301 – 350 ц/га. В Донецькій області та північних районах Одеської, Миколаївської та Запорізької областей *ПВ* зростає до 351 – 400 ц/га. На решті території Запорізької, Миколаївської областей, в Херсонській області, в центральних районах Одеської області *ПВ* томатів становлять 401 – 450 ц/га. В південних районах Одеської області та АР Крим *ПВ* найвищі і становлять 451 – 500 ц/га.

Якщо проаналізувати рівні *ММВ* плодів томатів по території України, то можна відзначити їх схожість з *ПВ*. Також виділяється сім районів за рівнями *ММВ*. Найвищі рівні *ММВ* на півдні Одеської області та АР Крим – вище 500 ц/га. В центральних районах Одеської, Миколаївської областей та в Херсонській і Запорізькій областях вони змінюються з заходу на схід і коливаються від 430 до 405 ц/га. В центральних областях України, окрім Вінницької, *ММВ* томатів становить 310 – 320 ц/га (рис. 6.15).

Найнижчі значення *ММВ* спостерігаються в західних областях Лісової зони та східних областях Лісостепової зони – 172 – 176 ц/га.

Розподіл рівнів *ДМВ* томатів по території України має більшу однорідність і за їх значеннями визначено п'ять районів. Найнижчі рівні *ДМВ* відзначаються в західних та північно – західних областях – до 106 ц/га. Дещо вищі вони в Сумській та Харківській областях і становлять 122 ц/га. В Житомирській, Київській та Хмельницькій областях рівні *ДМВ* коливаються від 112 ц/га до 130 ц/га. В центральних областях України (Вінницька, Полтавська, Дніпропетровська області) *ДМВ* томатів коливаються від 171 до 195 ц/га. В Черкаській, Кіровоградській, Запорізькій областях *ДМВ* сягає 230 – 249 ц/га. В південних областях рівні *ДМВ* становлять від 263 ц/га до 320 ц/га.

Розподіл урожайності плодів томатів у виробництві (*УВ*) по Україні відзначається ще більшою однорідністю, ніж *ДМВ*. Як видно із рис. 6.16 найнижчі врожаї у виробництві отримують в західних і північно-західних областях Лісової зони від 56 до 70 ц/га. В північних областях *УВ* дещо вищі і коливаються від 73 до 83 ц/га.

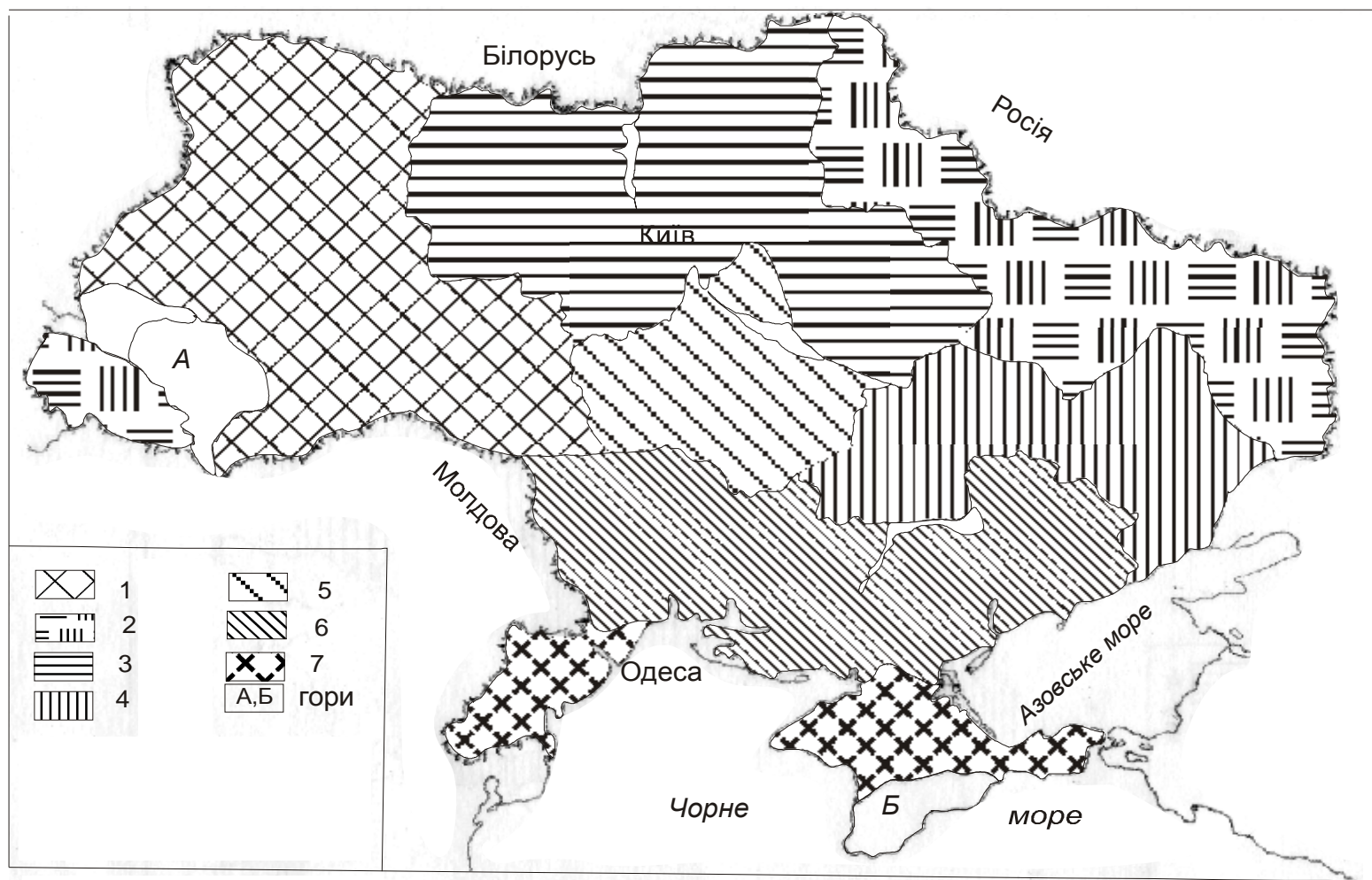


Рис. 6.15 – Карта – схема розподілу *ММВ* томатів (ц/га) по території України 1 – 150 – 200; 2 – 201 – 250; 3 – 251 – 300; 4 – 301 – 351; 5 – 351 – 400; 6 – 401 – 450; 7 – 451 – 500; 8 – А, Б – гірські райони

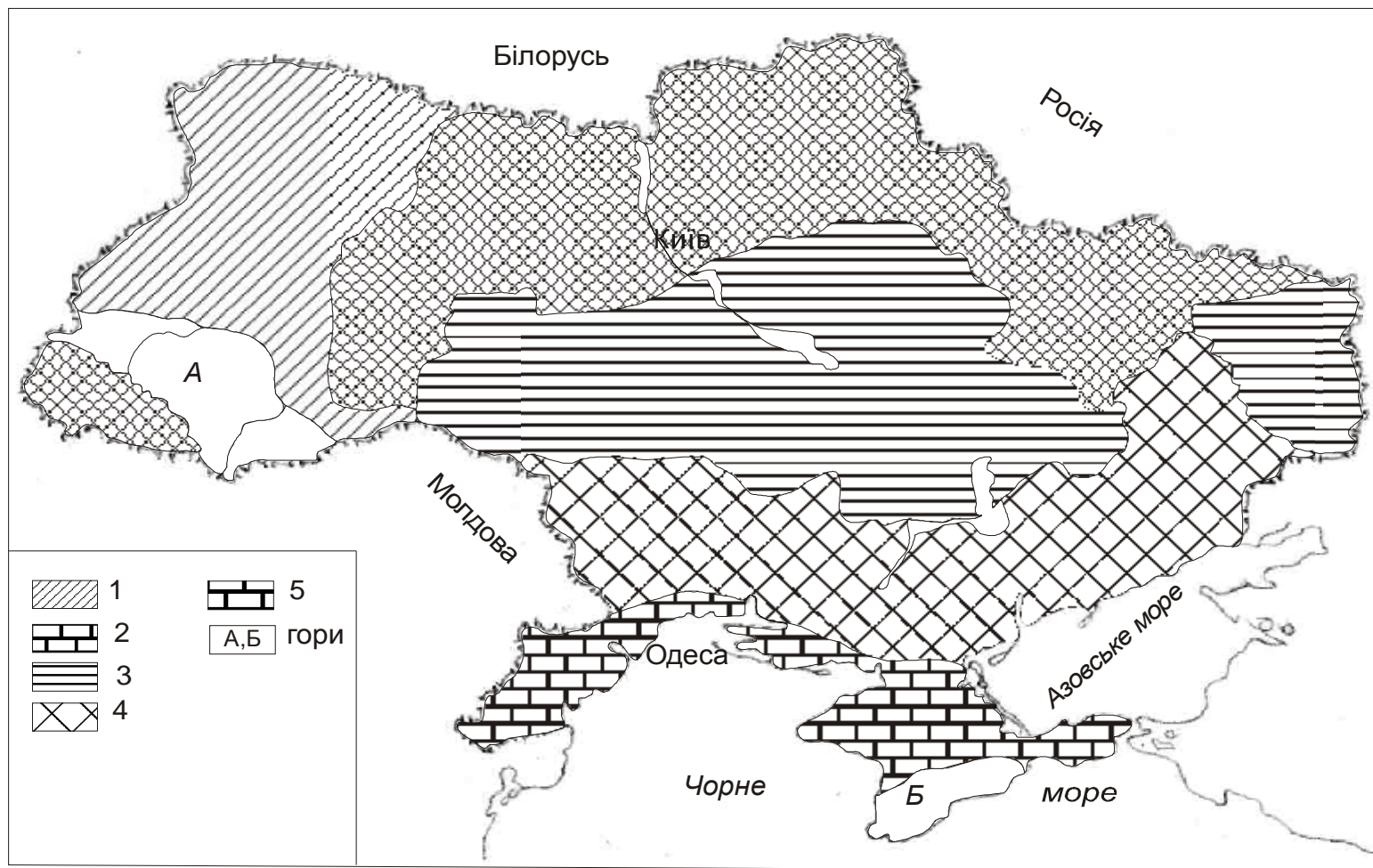


Рис. 6.16 – Карта – схема розподілу врожаїв томатів (ц/га) у виробництві по території України. 1) 40 – 70; 2) 71 – 100; 3) 101 – 130; 4) 131 – 160; 5) 161 – 190; 6) А, Б – Гірські райони.

Однакові рівні $УВ$ в центральних областях України – від 110 до 130 ц/га. На сході Північного степу рівні $УВ$ досягають 160 ц/га. Найвищі рівні $УВ$ в південних областях та АР Крим – більше 161 ц/га.

Доброю характеристикою агрокліматичних умов є криві забезпеченості теплом різних категорій врожайності. Було розраховано середні врожаї $ПУ$, $ММВ$, $ДВУ$ та $УВ$ всіх овочевих культур і забезпеченість їх радіаційно-світловими ресурсами по агрокліматичних зонах України (табл. 6.3) за тридцятирічний період.

Як видно із табл. 6.3 по всій території України теплом забезпечені ранньостиглі сорти овочевих культур. Забезпечені теплом і середньостиглі сорти капусти, огірків та томатів і ранньостиглі сорти баклажанів і солодкого перцю у другій агрокліматичній зоні. Пізньостиглі сорти капусти, огірків забезпечені теплом в зонах Північного та Південного Степу. Повністю забезпечені теплом пізньостиглі сорти баклажанів, солодкого перцю та томатів тільки в четвертій агрокліматичній зоні. В цій же зоні в умовах зрошення максимально реалізується надходження ΦAP .

Були також розраховані недобори врожаїв овочевих культур через несприятливі ґрунтово-кліматичні фактори, неповне використання потенційних кліматичних ресурсів (табл. 6.4).

Таблиця 6.3 – Забезпеченість радіаційно-світловими ресурсами різних категорій врожайності овочевих культур по території України

Зони	$\sum Q$, мДж/м ²	$\sum Q_{\phi}$, мДж/м ²	$\sum T$, °С	$N_{т.п.}$, дні	ПУ (КПД=1%)	ДМУ, ц/га	УВ, ц/га
1.Лісова зона	2650	1250	2200	120	130	122	112-115
2.Лісостепова зона	2651-2800	1255 - 1350	2201-2500	121-130	131-135	123-125	116-118
3.Північний Степ	2801-3200	1351 - 1550	2501-2950	131-138	136-140	126-131	119-124
4.Південний Степ	3201-3600	1551 - 1800	2951-3400	139 - 145	141-146	132-136	125-128

Таблиця 6.4 – Розраховані недобори врожаїв овочевих культур через несприятливі кліматичні умови (*ПВ – ДМВ*) та неповне використання потенційних кліматичних ресурсів (*ДМВ – УВ*)

Агро кліматична зона	<i>ПВ– ДМВ</i> , ц/га	<i>ДМВ – УВ</i> , ц/га	K_m , при 1 – 3 %	K_e , при 1 %	E_{ϕ}/E_o
1	240	180	0,46	0,49	0,9
2	220	200	0,51	0,59	0,8
3	270 – 300	201 – 210	0,59	0,67	0,65
4	300	211 – 240	0,75	0,83	0,6

Співставлення табл. 6.3 та 6.4 показує, що в Україні наявні значні резерви для підвищення врожайності овочевих культур, особливо при розширенні площ зрошуваних земель.

6.2 Агрокліматичне районування вирощування овочевих культур в Україні

Різноманітність природних умов України, серед яких слід відзначити строкатість ґрунтового покриву, значну неоднорідність температурних умов та умов зволоження, пересічений рельєф, визначають коливання врожайності овочевих культур. Найбільш ефективним шляхом підвищення врожайності овочевих культур на рівні областей є впровадження в практику сільськогосподарського виробництва сортового районування, за якого розміщення різних за скоростиглістю сортів виконується з врахуванням відповідності кліматичних ресурсів території вирощування біологічним особливостям цих сортів.

На основі виконаного аналізу закономірностей мінливості агроєкологічних категорій урожайності овочевих культур та комплексних оцінок нами виконано агрокліматичне районування території України стосовно вирощування баклажанів, капусти, огірків, солодкого перцю та томатів. При районуванні за основу було взято: 1 – на основі значень *ММВ* виділялись агрокліматичні округи продуктивності овочевих культур; 2 – на основі оцінок використання агрокліматичних ресурсів ці зони диференціювались на агрокліматичні райони.

В цілому по Україні для баклажанів, солодкого перцю та томатів виділено сім агрокліматичних округів. Всі агрокліматичні округи діляться на агрокліматичні райони (табл. 6.5, рис. 6.17). В табл. 6.5 вказані округи, райони і області. До першого агрокліматичного округу відносяться області з найнижчою продуктивністю: Львівська, Тернопільська, Хмельницька,

Вінницька та Чернівецька. Цей округ має два агрокліматичні райони з однаковою продуктивністю, але з різними оцінками використання агрокліматичних ресурсів. До агрокліматичного району з найнижчими оцінками використання агрокліматичних ресурсів відносяться Львівська, Тернопільська та Чернівецька області. До другого – області з високою ефективністю використання агрокліматичних ресурсів більше 0,370 відн.од. (Хмельницька та Вінницька).

До другого агрокліматичного округу зі зниженою продуктивністю баклажанів, солодкого перцю та томатів відносяться Волинська, Рівненська, Сумська, Харківська, Луганська та Закарпатська області. В свою чергу за значеннями оцінок використання агрокліматичних ресурсів округ має чотири агрокліматичні райони: 1 – зі зниженою продуктивністю та зниженою ефективністю використання агрокліматичних ресурсів (Волинська область); 2 – з середньою оцінкою використання агрокліматичних ресурсів (0,310 – 0,339 відн.од), до якого відносяться Рівненська, Сумська та Чернівецька області; 3 – з високою оцінкою ефективності використання агрокліматичних ресурсів (0,340 – 0,369 відн.од), до якого відноситься Харківська область; 4 – з дуже високою оцінкою ефективності використання агрокліматичних ресурсів (більше 0,370 відн.од.), до якого відноситься Луганська область.

Третій агрокліматичний округ з *ММВ* 251 – 300 ц/га має два агрокліматичні райони та включає Житомирську, Київську, Чернігівську та Полтавську області. Перший агрокліматичний район третього округу з оцінкою ефективності використання агрокліматичних ресурсів від 0, 280 до 0,309 відн.од включає Житомирську, Київську та Чернігівську область. Другий – з високою оцінкою ефективності використання агрокліматичних ресурсів 0,340 – 0,369 відн.од. включає Полтавську область.

До четвертого агрокліматичного округу з *ММВ* 301 – 350 ц/га та високою оцінкою ефективності використання агрокліматичних ресурсів (340 – 0,370 відн.од.) відносяться Дніпропетровська та Донецька області.

П'ятий агрокліматичний округ з *ММВ* 351 – 400 ц/га та з дуже високою оцінкою ефективності використання агрокліматичних ресурсів (більше 0,370 відн.од) влючає Черкаську та Кіровоградську області.

Шостий агрокліматичний округ з дуже високою продуктивністю (*ММВ* становить 400 – 451 ц/га) та високою оцінкою ефективності використання агрокліматичних ресурсів 0,340 – 0,369 відн.од. включає Миколаївську, Херсонську та Запорізьку області.

До сьомого агрокліматичного району з дуже високою продуктивністю (*ММВ* більше 451 ц/га) та високою оцінкою ефективності використання агрокліматичних ресурсів 0,340 – 0,369 відн.од. відносяться Одеська область, яка входить до першого агрокліматичного району, та АР Крим з середньою оцінкою ефективності використання агрокліматичних ресурсів

Таблиця 6.5 – Агрокліматичне районування України стосовно вирощування середньостиглих сортів баклажанів, солодкого перцю та томатів (легенда до карти 6.17)

Агрокліматичний округ			Агрокліматичний район			Загальний індекс	Загальна характеристика
Індекс	ММВ, ц/га	Номера областей	Індекс	Оцінка використання агрокліматичних ресурсів, К _м , відн. од.	Номери областей		
1	2	3	4	5	6	7	8
А. I	150-200	7, 8, 9, 10, 24	с.1	0,250 – 0,279	7, 8, 24	А I, с.1	Низька продуктивність з низькою ефективністю використання агрокліматичних ресурсів
			с.5	> 0,370	9, 24	А I, с.5	Низька продуктивність з високою ефективністю використання агрокліматичних ресурсів
А. II	201-250	1, 2, 6, 13, 17, 25	с.2	0,280 – 0,309	1	А II, с.2	Знижена продуктивність з пониженою ефективністю використання агрокліматичних ресурсів
			с.3	0,310 – 0,339	2, 6, 25	А II, с.3	Знижена продуктивність з середньою ефективністю використання агрокліматичних ресурсів
			с.4	0,340 – 0,369	13	А II, с.4	Знижена продуктивність з високою ефективністю використання агрокліматичних ресурсів
			с.5	> 0,370	17	А II, с.5	Знижена продуктивність з дуже високою ефективністю використання агрокліматичних ресурсів

продовження табл. 6.5

1	2	3	4	5	6	7	8
			с.4	0,340 – 0,369	12	А ІІІ, с.7	Середня продуктивність з високою ефективністю використання агрокліматичних ресурсів
А.ІV	301-350	15, 16	с.4	0,340 – 0,369	15	А ІV, с.4	Достатньо висока продуктивність з високою ефективністю використання агрокліматичних ресурсів
			с.5	> 0,370	16	А ІV, с.5	Достатньо висока продуктивність з високою ефективністю використання агрокліматичних ресурсів
А. V	351-400	11, 14	с.5	> 0,370	11, 14	А V, с.5	Висока продуктивність з дуже високою ефективністю використання агрокліматичних ресурсів

0,310 – 0,339 відн.од., який входить до другого агрокліматичного району сьомого округу.

Серед агрокліматичних округів найвища продуктивність баклажанів, солодкого перцю та томатів спостерігається в областях Південного Степу – Одеській, Миколаївській, Херсонській, Запорізькій та АР Крим – більше 400 ц/га.

Для вирощування капусти та огірків на території України виділено чотири агрокліматичних округи. Найвища продуктивність капусти з *ММВ* більше 451 ц/га та низькою оцінкою використання агрокліматичних ресурсів 0,351 – 0,400 відн. од. відзначається в областях Лісової зони – Волинській, Рівненській, Житомирській, Київській, Закарпатській та Чернігівській (рис. 6.18, табл. 6.6). Найнижча – з *ММВ* 300 – 350 ц/га та з низькою оцінкою використання агрокліматичних ресурсів 0,301 – 0,350 відн.од. в південних областях – Херсонській, Запорізькій та АР Крим.

Достатньо високою продуктивністю капусти з *ММВ* 401 – 450 ц/га та високою оцінкою використання агрокліматичних ресурсів від 0,401 до 0,450 відн. од. виділяються Львівська, Тернопільська, Хмельницька, Полтавська, Харківська та Дніпропетровська області. Середньою продуктивністю капусти з *ММВ* 351 – 400 ц/га та високою оцінкою використання агрокліматичних ресурсів від 0,401 до 0,500 відн.од. виділяються Вінницька, Донецька та Луганська області, які відносяться до другого агрокліматичного округу.

До третього агрокліматичного округу відносяться області з достатньо високою середньою *ММВ* капусти 401 – 450 ц/га. За оцінками ефективності використання агрокліматичних ресурсів цей округ поділяється на два агрокліматичні райони: *с.3* – з оцінкою використання агрокліматичних ресурсів 0,401 – 0,450 відн.од., до якого відносяться Львівська, Тернопільська, Хмельницька, Полтавська і Дніпропетровська області, та *с.4* – з високою оцінкою використання агрокліматичних ресурсів 0,451 – 0,500 відн.од., до якого відносяться Черкаська та Чернівецька області.

Четвертий агрокліматичний округ з метеорологічно можливою врожайністю капусти більше 450 ц/га має два агрокліматичні райони: *с.2* – з середньою оцінкою ефективності використання агрокліматичних ресурсів 0,351 – 0,400 відн.од., до якого відносяться Київська, Чернігівська та Сумська області, та *с.1* – з низькою оцінкою використання агрокліматичних ресурсів 0,301 – 0,350, до якого відносяться Волинська, Рівненська та Житомирська області.

На рис. 6.19 наводиться карта агрокліматичного районування вирощування огірків, до якої додається легенда в табл. 6.7. Щодо вирощування огірків територія України поділяється на чотири агрокліматичні округи, які в свою чергу поділяються на агрокліматичні райони.

Таблиця 6.6 – Агрокліматичне районування України стосовно вирощування капусти (легенда до карти 6.18)

Агрокліматичний округ			Агрокліматичний район			Загальний індекс	Загальна характеристика
Індекс	ММВ, ц/га	Номери областей	Індекс	Оцінка використання агрокліматичних ресурсів, К _м , відн. од.	Номери областей		
1	2	3	4	5	6	7	8
А. І	300 - 350	14, 18, 19, 20, 21, 22	с.1	0,301 – 0,350	20,21,22	А І, с.1	Низька продуктивність зі зниженою ефективністю використання агрокліматичних ресурсів
			с.3	0,401 - 0,450	14,18,19	А І, с.3	Низька продуктивність з підвищеною ефективністю використання агрокліматичних ресурсів
А. ІІ	351 - 400	10, 16, 17	с.3	0,401 – 0,450	16, 17	А ІІ, с.3	Середня продуктивність з підвищеною ефективністю використання агрокліматичних ресурсів
			с.4	0,451 – 0,500	10	А ІІ, с.4	Середня продуктивність з високою ефективністю використання агрокліматичних ресурсів
А. ІІІ	401 -450	7, 8, 9, 11, 12, 13, 15, 23, 24	с.3	0,401 – 0,450	7, 8, 9, 12, 13, 15	А ІІІ, с.3	Достатньо висока продуктивність з підвищеною ефективністю використання агрокліматичних ресурсів
			с.4	0,451 – 0,500	11, 23 ,24	А ІІІ, с.4	Достатньо висока продуктивність із середньою ефективністю використання агрокліматичних ресурсів

продовження табл. 6.6

1	2	3	4	5	6	7	8
A IV	>451	1, 2, 3, 4, 5, 6, 25	с.2	0,351- 0,400	4, 5, 6, 25	A IV, с.2	Висока продуктивність зі зниженою ефективністю використання агрокліматичних ресурсів
			с.1	0,301 – 0,350	1 ,2, 3	A IV, с.1	Висока продуктивність з низькою оцінкою використання агрокліматичних ресурсів

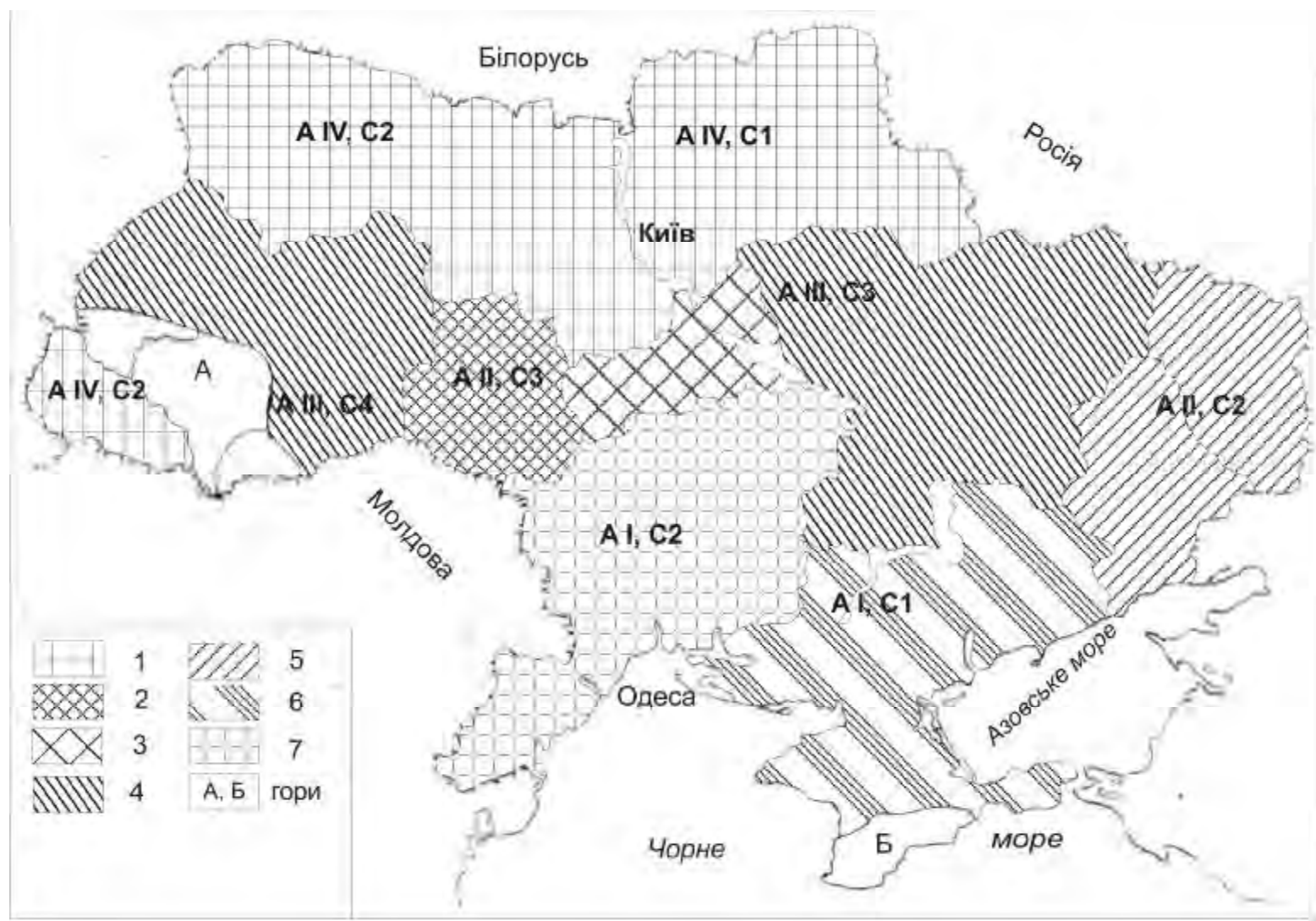


Рис. 6.18 – Карта-схема агрокліматичного районування вирощування капусти в Україні (легенда до карти в табл. 6.6).

Таблиця 6.7 – Агрокліматичне районування України стосовно вирощування огірків (легенда до карти 6.19.)

Агрокліматичний округ			Агрокліматичний район			Загальний індекс	Загальна характеристика
індекс	ММВ, ц/га	номери областей	індекс	оцінка використання агрокліматичних ресурсів, K _м , відн. од.	номери областей		
1	2	3	4	5	6	7	8
А. I	80 – 130	7, 8, 23	с.3	0,401 – 0,450	7, 8, 23	А I, с.3	Низька продуктивність з підвищеною ефективністю використання агрокліматичних ресурсів
А. II	131 – 180	9, 10, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22	с.3	0,401 – 0,450	9, 13, 16, 17	А II, с.3	Знижена продуктивність з підвищеною ефективністю використання агрокліматичних ресурсів
			с.2	0,351 – 0,400	18, 19, 20, 21, 22	А II, с.2	Знижена продуктивність зі зниженою ефективністю використання агрокліматичних ресурсів
			с.4	0,451 – 0,500	10, 14, 15	А II, с.4	Знижена продуктивність з високою ефективністю використання агрокліматичних ресурсів

продовження табл.6.7

1	2	3	4	5	6	7	8
А. III	181 – 230	5, 6, 25	с.3	0,401 – 0,450	5, 6, 25	А III, с.3	Достатньо висока продуктивність з підвищеною ефективністю використання агрокліматичних ресурсів
А IV	231 – 280	1, 2, 3, 4, 11, 12, 24	с.1	0,301 – 0,351	1, 2, 3, 4	А IV, с.1	Висока продуктивність з низькою ефективністю використання агро кліматичних ресурсів
			с.3	0,401-0,450	25	А IV, с.3	Достатньо висока продуктивність з підвищеною ефективністю використання агрокліматичних ресурсів
			с.4	0,451 – 0,500	11, 12, 24	А IV, с.4	Висока продуктивність з високою ефективністю використання агро кліматичних ресурсів

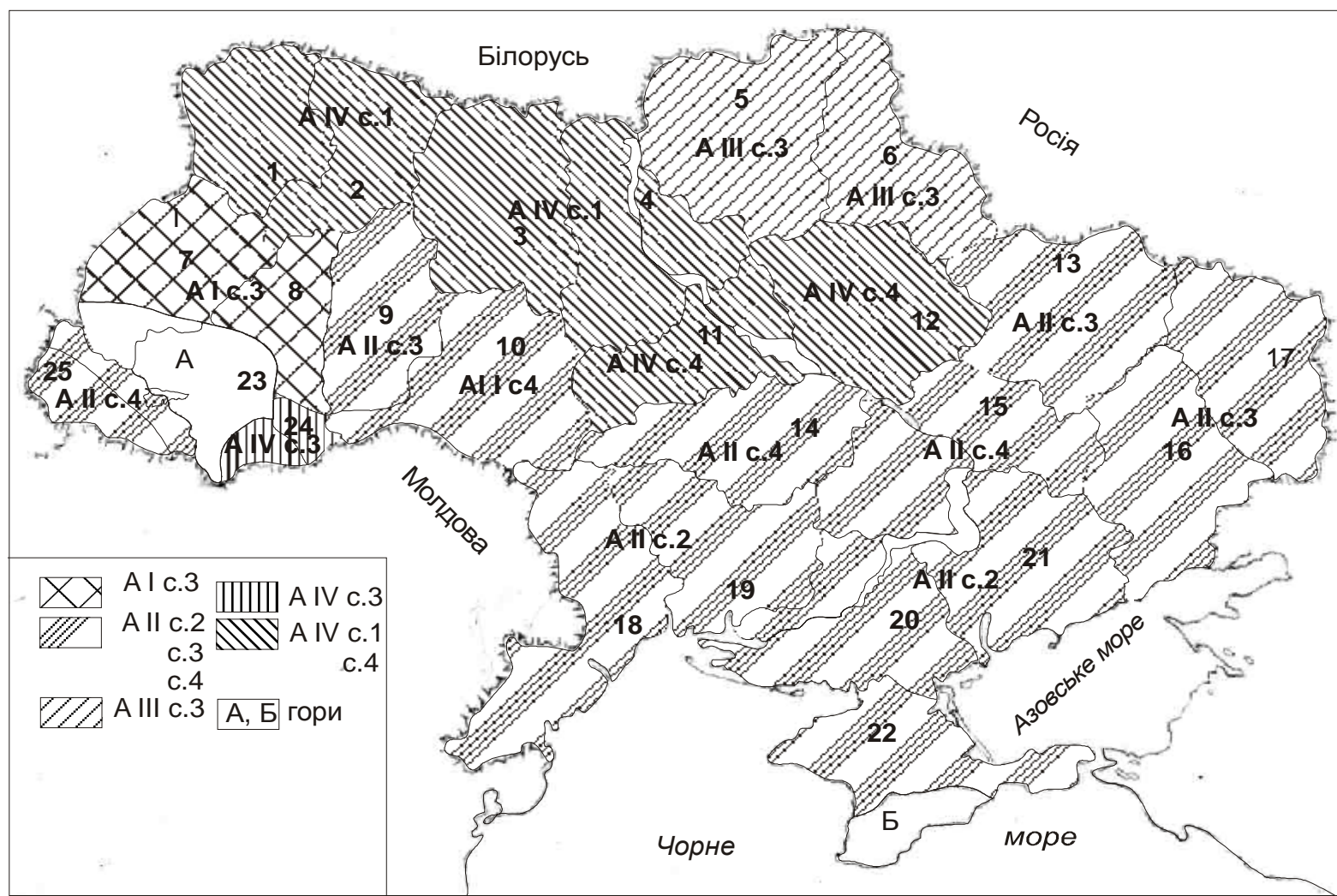


Рис. 6.19 – Карта-схема агрокліматичного районування вирощування огірків в Україні (легенда до карти в табл.6.7).

До першого агрокліматичного округу відносяться райони з низькою продуктивністю (*ММВ* 80 – 130 ц/га) та середньою оцінкою ефективності використання агрокліматичних ресурсів 0,401 – 0,450 відн.од. До цього округу відносяться Львівська, Тернопільська та Івано-Франківська області.

До другого агрокліматичного округу зі зниженою продуктивністю (*ММВ* 131 – 180 ц/га) відносяться три агрокліматичних райони: с.2 – з оцінкою ефективності використання агрокліматичних ресурсів 0,351 – 0,400 відн.од, до якого відносяться Одеська, Миколаївська, Херсонська, Запорізька області та АР Крим; с.3 – з підвищеною оцінкою ефективності використання агрокліматичних ресурсів 0,401 – 0,450 відн. од, до якого відносяться Хмельницька, Харківська, Луганська та Донецька області; с.4 – з високою оцінкою ефективності використання агрокліматичних ресурсів 0,451 – 0,500 відн.од, до якого відносяться Вінницька, Кіровоградська та Дніпропетровська області.

До третього агрокліматичного округу з підвищеною *ММВ* огірків від 181 до 230 ц/га відносяться Чернігівська та Сумська області з середніми оцінками ефективності використання агрокліматичних ресурсів від 0,401 до 0,450 відн. од.

До четвертого агрокліматичного округу, який характеризується високою врожайністю огірків від 231 до 280 ц/га відносяться Волинська, Рівненська, Житомирська, Київська Черкаська, Полтавська, Чернівецька та Закарпатська області. Цей округ поділяється на три агрокліматичні райони: с.1 – з низькою оцінкою ефективності використання агро кліматичних ресурсів 0,301 – 0,351 відн.од., до якого відносяться Волинська, Рівненська, Житомирська, Київська області; с.3 – з високою оцінкою ефективності використання агрокліматичних ресурсів 0,401 – 0,450 відн.од., до якого відносяться Чернівецька та Закарпатська області; с.4 – дуже високою оцінкою ефективності використання агрокліматичних ресурсів 0,451 – 0,500 відн.од., до якого відносяться Черкаська та Полтавська області.

7 Антропогенні зміни клімату та їхній вплив на виробництво овочів в Україні

7.1 Значення клімату в господарській діяльності людини

Промениста енергія, що надходить від Сонця на Землю, визначає тепловий баланс і температурний режим нашої планети.

Куляста форма Землі, рух її навколо Сонця і нахил земної осі визначають неоднакове нагрівання земної поверхні і розподіл опадів на ній. У нижніх шарах атмосфери (30 – 40 км) і біля поверхні Землі відбуваються різноманітні, безупинно змінні фізичні процеси, які визначають погодні умови у кожному конкретному пункті. Однак при всіх розбіжностях погодних умов діб, місяців і років кожену місцевість можна охарактеризувати загальними закономірностями послідовних змін погодних умов або осереднених багаторічних режимів погоди, який називають *кліматом*.

Клімат (від грецького слова *klimatos* – нахил, у розумінні нахилу поверхні до сонячних променів) – це закономірна послідовність атмосферних процесів, яка формується у конкретній місцевості в результаті взаємодії сонячної радіації, атмосферної циркуляції і фізичних явищ, які відбуваються на підстильній поверхні. Клімат кожної території історично формується під впливом кліматоутворювальних процесів – циркуляції атмосфери, тепло- і вологообігу. Ці процеси в поєднанні з конкретними географічними умовами, такими, як широта і довгота місцевості, висота над рівнем моря, розподіл суші і водних поверхонь, вплив теплих або холодних океанічних течій, орієнтація гірських схилів до основних атмосферних потоків, що несуть вологу, рослинні й снігові покриви і т.п., називаються *кліматоутворювальними факторами* [156 – 158].

Розрізняють *клімат глобальний* – статистична сукупність стану атмосфери, океану, суші й біосфери в цілому за періоди кількох десятиліть, або тисячоліть і *клімат локальний* – статистична сукупність атмосферних умов за багаторічний період (не менше 30 років), властивих даних місцевості в залежності від її географічних умов.

До основних природних факторів, серед яких проходить життя і всі види діяльності людей, відносяться кліматичні ресурси. Сукупність кількісних значень кліматичних величин, (таких, як сонячна радіація, температура, опади, випаровування і т.п.) конкретної території, які використовуються людиною у різних галузях економіки, називається *кліматичними ресурсами* [156].

Ті кліматичні ресурси, які використовуються безпосередньо в процесі сільськогосподарського виробництва (фотосинтетично-активна

радіація (*ФАР*), тепло, волога та ін.), є *агрокліматичними ресурсами* [132, 133, 134].

Клімат визначає географічне поширення й успішність вирощування сільськогосподарських культур, умови випасу та утримання сільськогосподарських тварин. У 1897 р. відомий учений К.А. Тімірязєв відзначав, що кліматичні дані становлять інтерес для сільського господарства лише тоді, коли поряд з ними відома потреба рослин у факторах клімату. Для виявлення величини цих потреб необхідне встановлення кількісного виразу зв'язку розвитку, росту і формування продуктивності рослин з факторами клімату. Кількісно виражені зв'язки між факторами клімату, з одного боку, і ростом, розвитком, зимостійкістю і формуванням урожайності, з іншого боку, називають *агрокліматичними показниками*. Використовуючи їх, можна встановлювати ступінь сприятливості клімату різних територій стосовно до вирощування різних сільськогосподарських культур і утримання тварин [156, 159, 160, 172].

За агрокліматичні показники потреби рослин у теплі за весь період вегетації або за окремі міжфазні періоди використовують суми позитивних, активних і ефективних температур. Усі види сум температур, які характеризують потребу рослин у теплі, легко зіставляти з термічними ресурсами території. Таке зіставлення дозволяє виявити ступінь теплозабезпеченості сільськогосподарських культур, які вирощуються на досліджуваній території. Вирощування культури вважається рентабельним, якщо вона забезпечена теплом не менше ніж на 80 %.

При оцінці термічних умов території враховуються також такі показники, як середня температура найтеплішого місяця, тривалість беззаморозкового періоду, терміни настання пізніх весняних і ранніх осінніх заморозків, їхня повторюваність та ін.

Для оцінки умов зволоження території звичайно використовують середню багаторічну суму опадів і розподіл їх по території і в часі. Однак середня багаторічна кількість опадів не цілком характеризує умови вологозабезпеченості рослин, оскільки частина опадів непродуктивно витрачається на поверхневий стік, випаровування з поверхні ґрунту і фільтрацію в більш глибокі шари ґрунту. Лише частина атмосферної вологи, яка надходить, витрачається рослинами на транспірацію, в процесі утворення біомаси.

Оцінити ступінь вологозабезпеченості сільськогосподарських культур можна також за величиною запасів продуктивної вологи в шарах ґрунту, в яких розповсюджена коренева система. Дуже об'єктивним критерієм оцінки вологозабезпеченості рослин є порівняння фактичних запасів вологи з найменшою вологомісткістю ґрунту. Для оцінки забезпечення території вологою використовуються різні показники зволоження [174 – 184].

7.2 Вплив господарської діяльності людини на зміни клімату

Господарська діяльність людей завжди мала вплив на навколишнє середовище. На початковій стадії розвитку цивілізації за невеликої чисельності населення і обмеженості технічних засобів ці впливи мали локальний характер. Із зростанням чисельності населення і переходом до великих промислових виробництв почався прогресуючий вплив на природу, включаючи атмосферу, а отже, і на клімат.

Безперервна зміна меж рослинного покриву за умов інтенсивного розвитку АПК, вирубки лісів, перш за все тропічних, що особливо інтенсивно почались з другої половини ХХ ст., призвела до опустелювання великих площ земної поверхні, як це спостерігається в деяких районах Африки, Азії, Південної Америки. До цього слід додати осушення боліт на великих просторах, створення крупних водосховищ. Все це зумовило до зміни теплофізичних властивостей і відбивальної здатності підстильної поверхні, вологовмісту повітря, надходження кисню в атмосферу.

На думку ряду спеціалістів, найбільш потужний вплив на клімат в індустріальну епоху відбувся в результаті змін газового складу атмосфери. В зв'язку з цим для пояснення глобального потепління була прийнята теорія парникового ефекту [174, 175, 176].

Парниковий ефект – це властивість атмосфери пропускати сонячну радіацію, але затримувати земне випромінювання і тим самим сприяти акумуляції Землею тепла.

Накопичення в атмосфері вуглекислого газу, метану, фторхлорвуглеводів, оксиду азоту (II), тропосферного озону, інших газів і аерозолів, які пропускають короткохвильові сонячні промені, перешкоджає довгохвильовому випромінюванню, в результаті відбувається поступове потепління клімату.

Основним парниковим газом є CO_2 , динаміка вмісту якого в часі відносно добре вивчена. За період індустріальної епохи відбувалося спочатку повільне, а потім прискорене зростання вмісту вуглекислого газу в атмосфері. За розрахунками МГЕЗК, вміст CO_2 , з 1750 по 2100 рр. підвищиться на 75 – 350 %. З розвитком науково-технічного прогресу в області енергетики можна очікувати зниження викидів CO_2 в повітряне середовище в зв'язку із заміною спалювання органічного палива, процесами отримання енергії з використанням термоядерних реакцій. Поряд з CO_2 антропогенного походження, залишаються природні джерела надходження в атмосферу вуглекислого газу – вулкани, мінералізація рослинних і тваринних решток тощо [172, 173].

За розрахунками МГЕЗК, за період 1990 – 2100 рр. можна очікувати підвищення глобальної температури на 1,4 – 5,8 °С. Це буде найбільшим підвищенням температури за 100-річний період протягом останніх 10 тис. років. Найбільше потепління очікується у високих широтах Земної кулі.

Передбачається, що на півночі Канади, Гренландії і Азії зимові температури будуть вищі на 40 % в порівнянні з середньою глобальною температурою. При цьому зросте частота й інтенсивність екстремальних явищ.

Сумарний антропогенний вплив обумовлюється різними формами господарської діяльності:

- розорювання мільйонів гектарів землі під посіви сільськогосподарських культур і поліпшення природних пасовищ спричиняє зміну альbedo земної поверхні, швидку втрату вологи, підйом пилу в атмосферу;

- знищення лісів, названих «легенями планети», особливо тропічних, на великих площах скорочує відтворення кисню, змінює альbedo, підсилює випаровування з «оголеної» поверхні землі, погіршує водний режим території;

- надмірна чисельність поголів'я худоби, що випасається на одиниці пасовищної площі, перетворює степи і савани в пустелі; при цьому відбувається різке зниження кількості й розмаїття біологічних видів екосистем, погіршуються водно-фізичні властивості ґрунту, розвиваються процеси водної й вітрової ерозії, збільшується альbedo;

- зростання обсягів викопного органічного палива, що спалюється, (вугілля, нафта, газ) підсилює забруднення атмосфери його продуктами;

- значне зростання обсягів промислових і автотранспортних відходів, які викидаються в атмосферу, призводить до зміни складу атмосфери, збільшення вмісту в ній радіаційно-активних газів і аерозолів, які створюють так званий парниковий ефект, забруднюють водні об'єкти, згубно впливають на стан рослин, організми тварин і здоров'я людини.

При потеплінні клімату покращаться умови для полярної навігації і господарської діяльності людей у полярних областях, знизиться рівень витрат на опалення приміщень і т.п. У районах з відносно холодним і вологим кліматом відбудеться пом'якшення агрокліматичних умов для вирощування сільськогосподарських і плодових культур, продуктивність яких стане більш високою і стабільною завдяки збільшенню тривалості вегетаційного періоду і збільшенню сум активних температур, в умовах достатньої вологозабезпеченості посівів. Така зміна агрокліматичних умов дозволить значно просунути на північ інтенсивні технології землеробства, зробити зміну сортів сільськогосподарських культур на більш теплолюбні та урожайні. Відбудеться зміна і просування границь ґрунтово-кліматичних (географічних) зон на північ.

У більш південних регіонах, з режимом нестійкого зволоження, в результаті потепління відбудуться негативні зміни кліматичних умов. Зменшення кількості опадів буде виявлятися через зниження вологозабезпеченості посівів, частішають повторюваності посух, посушливих явищ і суховіїв, відбудеться зниження рівня внутрішніх

водоймищ і ґрунтових вод, погіршиться загальний баланс прісної води. Усе це буде негативно позначатися на продуктивності не тільки сільськогосподарського виробництва, але й інших галузей економіки.

В останні 10 – 15 років з'явилося багато досліджень, які доводять, що соціальні наслідки потепління клімату будуть значні й неоднозначні для різних регіонів світу і окремих держав [180 – 201].

За прогнозом МГЕЗК, на 2100 р. передбачається підвищення рівня світового океану до 88 см за рахунок теплового розширення морської води і припливу води в результаті танення льодовиків і льодяного покриву. Підвищення рівня води призведе до зміни берегової лінії, ерозії берегів, затоплення більшості низин в усьому світі, завдасть збитку прибережним орним землям і витіснить мільйони людей із прибережних районів та з невеликих островів. Вторгнення солоної води на сушу знизить якість і кількість запасів прісної води. Постраждають галузі виробництва морепродуктів.

Різко погіршиться ситуація на величезних просторах багаторічної мерзлоти, яка тільки в Росії займає близько 60 % території країни. В останні десятиріччя вже спостерігається деградація мерзлих ґрунтів, відбувається скорочення їх площ і потужності. При потеплінні почнуть руйнуватися будинки, виходити з ладу нафтогазопроводи та інші споруди [188 – 192].

Підвищений рівень вмісту CO_2 в атмосфері в період потепління повинен стимулювати фотосинтез деяких рослин і, отже, сприяти підвищенню продуктивності сільськогосподарських культур.

Зменшення запасів прісної води в зв'язку зі зміною клімату може негативно позначитись на санітарному стані населення. Високі температури можуть призвести до зміни географічного розповсюдження переносників захворювань. За більш теплих умов комарі, кліщі та гризуни можуть розширити ареал свого розповсюдження до більш високих широт.

7.3 Сценарії можливих змін клімату

Проблема зміни глобального клімату настільки складна і значуща для людства, що її дослідженням займаються великі наукові колективи в багатьох країнах світу, міжнародні організації і спеціально створені творчі групи. У 1988 р. Всесвітньою Метеорологічною Організацією (ВМО) і Програмою ООН з навколишнього середовища (ЮНЕП) була заснована Міжурядова група експертів зі зміни клімату (МГЕІК), одну з робочих груп якої очолює академік Російської Академії Наук Ю.А. Ізраель.

Ученими світу розроблені десятки різних сценаріїв можливих змін клімату Землі під впливом антропогенних факторів – зростаючої господарської діяльності людини, а також військових конфліктів різного масштабу. Як уже відзначалося, клімат геологічних епох Землі

неодноразово змінювався під впливом природних причин. При вивченні палеокліматів минулих епох російські науковці М.І. Будико, А.А. Величко та ін. показали можливість формування на Землі в доступному для огляду майбутньому кліматичних умов, аналогічних клімату деяких минулих епох [172, 173].

В основі більшості інших сценаріїв теорії клімату лежать розрахунки, виконані за допомогою математичних моделей, які враховують різні допуски тимчасових змін кількості викидів в атмосферу CO_2 , метану, інертних газів, фреону та ін., зміни вмісту в тропосфері метану й інших парникових газів. Як приклад наведемо фрагмент очікуваних змін кліматичних умов до 2030 р. (температури повітря і кількості опадів) за трьома сценаріями, два з яких – США (*GEDL*) і Канади (*CCC*) – аридні, а сценарій Росії – гумідний (палеокліматичний сценарій *EMI*) (табл. 7.1).

Таблиця 7.1 – Зміна температури ΔT і опадів ΔR за сценаріями *EMI*, *CCC* і *CFDL* для центральних районів Європейської частини Росії (О.Д. Сиротенко, О.В. Абашина, 1994)

Місяць	$\Delta T, ^\circ\text{C}$			$\Delta R, \%$		
	<i>EMI</i>	<i>CCC</i>	<i>GFDL</i>	<i>EMI</i>	<i>CCC</i>	<i>GFDL</i>
Січень	9,8	4,3	2,1	16	15	10
Липень	0,2	1,8	2,2	16	0	5

Як свідчать дані, наведені в табл. 7.1, загальним для названих сценаріїв еволюції майбутнього клімату є його потепління, однак рівні потепління і зміни кількості опадів різні.

Усі кліматичні зміни вчені пов'язують з антропогенною зміною концентрації парникових газів. За даними Ю.А. Ізраеля, Ю.А. Груза та ін., із третього звіту МГЕІК концентрація CO_2 в атмосфері з 1750 по 2000 р. збільшилася на 31 % [169, 173].

Як відзначалося раніше, сценарії зміни клімату розробляються на основі математичних моделей, які враховують основні фізичні закони природи. Найбільш складні – глобальні кліматичні моделі – включають як основні компоненти взаємодії одна з одною моделей атмосфери, океану, верхніх шарів суші, кріо- і біосфери. Розрахунки за такими моделями виконуються за допомогою потужної сучасної обчислювальної техніки у вузлах регулярної координатної сітки для різних регіонів у заданому масштабі. Однак для розрахунків по регіонах і областях необхідно залучення значної кількості додаткових параметрів і тривалих однорідних рядів спостережень.

У 2000 р. названа вище робоча група МГЕІК під керівництвом академіка Ю.А. Ізраєля представила спеціальну доповідь про очікуваний глобальний стан природного середовища і клімату, додавши розрахунки за соціально-економічними показниками (табл. 7.2).

Таблиця 7.2 – Очікуваний стан природного середовища і клімату та соціально-економічні показники на період 1990 – 2100 рр.

Рік	Населення Землі, млрд. чол.	Глобальний національний й продукт, 10^{12} \$/рік	Призем- на концент- рація, ум. од.	Концентра- ція CO_2 , ум. од.	Зміна глобальної темпера- тури, °С
1990	5,3	21	—	354	0
2000	6,1...6,2	25...28	40	367	0,2
2050	8,4...11,3	59...187	*60	463...623	0,8...2,6
2100	7,0...15,1	197...550	>70	478...1099	1,4...5,8

Таким чином, сільськогосподарська діяльність у ХХІ ст. буде проходити в умовах досить швидкої зміни природного середовища і клімату. А це потребує розробки нових підходів і методів агрокліматичного районування і розрахунку показників забезпеченості теплом та вологою сільськогосподарських культур та загального біологічного потенціалу.

7.4 Вплив можливих змін клімату на сільськогосподарське виробництво

Російські науковці показали можливість формування на Землі в доступному майбутньому кліматичних умов, аналогічних клімату минулих епох. В основу цієї гіпотези покладені оцінки газового стану атмосфери окремих геологічних епох і очікуваних змін концентрації CO_2 , метану та інших газів у найближчі 100 років[172 – 175].

В основі сценаріїв зміни клімату лежать розрахунки, виконані за допомогою математичних моделей, які враховують різні допуски тимчасових змін кількості викидів в атмосферу CO_2 , метану, інертних газів, фреону та ін. За більшістю сценаріїв в майбутньому світ очікує потепління, однак рівні потепління різні.

Дослідження [174 – 180] показали, що протягом ХХ ст. середня глобальна температура поверхні Землі збільшилася на $0,6 \pm 0,2$ °С. Таке підвищення температури у ХХ ст. виявилось найбільшим за останнє

тисячоліття. В період з 1950 по 1993 р. нічні мінімальні температури повітря над сушею за десятиліття підвищувалися на 0,2 °С, а денні максимальні температури – на 0,1 °С. Це призвело до збільшення тривалості беззаморозкового періоду. З кінця 1960-х років площа снігового покриву Землі зменшилася на 10 %, спостерігалось скорочення площі гірських льодовиків у неполярних районах.

Результатом потепління протягом ХХ ст. стало те, що середній рівень світового океану підвищився на 10 – 20 см в результаті теплового розширення води і танення материкового льоду. У ХХ ст. кількість атмосферних опадів зростала за десятиліття в середньому на 0,5 – 1 %, в основному у високих і середніх широтах Північної півкулі. Повторюваність і інтенсивність посух помітно зросла. У Північній півкулі зменшилася повторюваність екстремально низьких температур і трохи збільшилася повторюваність екстремально високих. Але потепління клімату відбувається нерівномірно відносно материків і океанів. В деяких районах Південної півкулі й в Антарктиді потепління клімату не відзначено.

За останні 20 років близько 3/4 надходження в атмосферу антропогенного CO_2 пов'язують зі спалюванням величезної кількості органічного палива (нафти, газу, вугілля), інша частина припадає на зміни в системах землекористування, скорочення площі лісів. Тільки в 90-х роках ХХ ст. концентрація CO_2 збільшувалася щорічно на 0,2 – 0,8 %. Концентрація метану CH_4 в атмосфері, починаючи з 1750 р. збільшилася до нашого часу на 151 % і продовжує зростати. Основними джерелами збільшення концентрації метану в атмосфері є спалювання органічного палива і сміття, збільшення відходів тваринницьких господарств та ін. За останні десятиліття в атмосфері значно зростає концентрація оксиду азоту, що пов'язано із сільськогосподарською обробкою ґрунту і розвитком хімічної промисловості, а також надходженням ряду так званих малих домішок газів (хлористі, сірчані та ін.). Усі ці гази, що безупинно надходять в атмосферу, утворюють антропогенний аерозоль, який змінює радіаційні умови [176].

Сценарії зміни клімату розробляються на основі математичних моделей, які враховують основні фізичні закони природи. Найбільш складні – глобальні кліматичні моделі – включають як основні компоненти взаємодії одна з одною моделей атмосфери, океану, верхніх шарів суші, кріо- і біосфери. В останні роки вченим удалося реально відтворити деякі стани кліматичної системи за останні 20 тис. років [186 – 190]. Однак для розрахунків по регіонах і областях необхідно залучення значної кількості додаткових параметрів і тривалих однорідних рядів спостережень.

В останні роки ученими розроблена велика кількість моделей зміни клімату – від найпростіших до складних моделей загальної циркуляції атмосфери [174, 187]. Практично всі моделі прогнозують поступове

зростання середньої глобальної температури в основному завдяки збільшенню концентрації газів, пов'язаних з господарською діяльністю людини. Оцінки рівня підвищення температури повітря, отримані за розрахунками різних моделей на різну часову перспективу, варіюють від 1,5 до 5,5 °С. Таке потепління, безумовно, буде впливати на прискорення танення льодовиків планети. Розрахунки показують, що в цих умовах рівень світового океану може підвищитися на 25 – 165 см, внаслідок чого відбудеться часткове затоплення багатьох прибережних регіонів материків (частини Північної Європи, Індостану, островних держав та ін.).

Наприклад, зміняться гідрологічні умови на ріках і водоймищах, від яких залежить можливість і тривалість річкової навігації, робота гідроелектростанцій і т.п. Крім того, в зв'язку з ростом рівня теплозабезпеченості рослин у центральних і південних регіонах стане можливим вирощування теплолюбних сільськогосподарських культур в умовах штучного зрошення.

Глобальне потепління може мати позитивні і негативні наслідки для людства. Наприклад, підвищення температури на 1,5 °С для Європи забезпечить економію 1,5 млн. т нафти на опалення.

Нижче наводяться деякі міркування МГЕЗК про можливі наслідки глобального потепління. Більш тепле повітря здатне вміщувати більшу кількість вологи. Звідси зростання інтенсивності випаровування, зростання хмарності, що може спричинити прискорення гідрологічного циклу, збільшення кількості опадів і приросту річного стоку. Оскільки приріст температури за глобального потепління підвищується від низьких широт до високих, то слід очікувати в такому ж напрямку зростання опадів і річного стоку. Наприклад, головною причиною підвищення рівня води в Каспійському морі в 1978–1995 рр. було збільшення стоку Волги. При цьому можна очікувати зростання частоти повеней, що вже спостерігається у Європі й Північній Америці в останні десятиріччя. У тропічних районах, навпаки, уже за нинішнього потепління спостерігається зниження водності річок.

Для одних сільськогосподарських районів зміна клімату буде мати реальну небезпеку, а для інших, можливо, виявиться корисною. Передбачається, що центральні континентальні райони, такі як “зерновий пояс” США, значні райони в середніх широтах Азії, території Африки, розташовані південніше Сахари, і частина Австралії опиняться в більш посушливих і жарких кліматичних умовах.

Разом з тим у багатьох регіонах помірних широт з потеплінням збільшення опадів може призвести до підвищення урожайності.

Підвищений рівень вмісту CO₂ в атмосфері в період потепління повинен стимулювати фотосинтез деяких рослин і, отже, сприяти підвищенню продуктивності сільськогосподарських культур.

Потепління матиме вплив на біологічну різноманітність екосистеми. Уже за нинішнього потепління мігруючі птахи стали пізніше відлітати і раніше прилітати. Відзначається більш раннє настання періоду весняного розмноження багатьох птахів, земноводних і зсув ареалу розповсюдження в бік півночі чутливих до холоду метеликів, жуків, вовчків. Також спостерігається просування лісів на північ: із-за підвищення температури на 1 °C ліси на Алясці просуваються на північ на 100 км. Сибірські ліси добре себе почувають при 35-градусних морозах, а з потеплінням на 5 °C почнуть гинути. Умови в пустелях і посушливих степових районах можуть стати більш екстремальними і більш жаркими, що створить небезпеку вимирання організмів, які практично вичерпали резерв теплостійкості.

Передбачається, що за потепління клімату високі температури в літній період можуть становити серйозну небезпеку в першу чергу для людей, які мають захворювання судинної і легеневої систем. З іншого боку, більш м'які зими в помірних широтах дозволять скоротити смертність від холоду.

Зменшення запасів прісної води в зв'язку зі зміною клімату може негативно позначитись на санітарному стані населення. Високі температури можуть призвести до зміни географічного розповсюдження переносників захворювань. За більш теплих умов комарі, кліщі та гризуни можуть розширити ареал свого розповсюдження до більш високих широт. Потепління морських вод, наприклад, у випадку Ель-Ніньйо супроводжується епідеміями малярії і тропічної лихоманки в прибережних районах.

Зниження обсягів виробництва продуктів харчування на місцевому рівні призведе до недоїдання і голоду, що буде відбиватися на здоров'ї населення.

7.5 Сценарії змін клімату в Україні

Наслідки зміни клімату в Україні оцінюються з використанням сценаріїв змін кліматичних параметрів при зростанні вмісту CO₂ та інших парникових газів у атмосфері.

Для спрощення побудови кліматичних сценаріїв сумарний вплив парникових газів виражається як концентрація двоокису вуглецю, яка може спричинити цей вплив, і має назву "еквівалентної концентрації двоокису вуглецю".

Кліматичні сценарії можна побудувати за допомогою:

- фізико-математичного моделювання реакції кліматичної системи на зміну вмісту парникових газів в атмосфері;
- використання палеологічних даних як аналогів клімату майбутнього;

- використання даних щодо динаміки змін середньорічної температури за період інструментальних спостережень[171, 173, 176, 177, 178, 179, 196, 197].

За висновками Міжурядової Групи експертів зі зміни клімату, чисельні моделі загальної циркуляції атмосфери та океану (МЗЦ), є на цей час найбільш досконалим інструментом для побудови сценаріїв зміни клімату. Ці моделі дозволяють отримати оцінки кліматичних параметрів для упорядкованої сітки точок по всій земній кулі. Проте, МЗЦ не спроможні реалістично відтворювати процес зміни клімату на регіональному рівні. В зв'язку з цим проведення оцінки наслідків зміни клімату має базуватися на використанні декількох сценаріїв зміни клімату [185, 186, 187].

За даними [171 – 186] при розробці сценаріїв зміни клімату для території України були використані дані розрахунків за такими моделями:

GISS – модель Інституту Годдарда з космічних досліджень, чутливість до подвоєння CO_2 – 4,2 °C;

GFDL – модель Лабораторії геофізичної гідродинаміки США, чутливість до подвоєння CO_2 – 4,0 °C;

CCCM – модель Канадського кліматичного центру, чутливість до подвоєння CO_2 – 3,5 °C;

UKMO – модель Метеорологічного бюро Об'єднаного Королівства, чутливість до подвоєння CO_2 – 3,5 °C.

Дані розрахунків відносяться до так званого стану рівноваги, тобто є оцінками зміни клімату, яка внаслідок “раптового” подвоєння концентрації CO_2 в атмосфері буде мати місце після завершення періоду термічної релаксації земної кліматичної системи. Більш реалістичним можна вважати моделювання у перехідному стані, а саме в умовах, коли концентрація CO_2 підвищується поступово, зокрема на 1 % на рік. У цьому випадку можна простежити інерцію кліматичної системи. Зважаючи на це, було зроблено спробу використати дані розрахунків за моделлю *GFDL-30 %* для перехідного (нестационарного) стану.

При побудові сценарію для перехідного стану були сформовані базисні кліматичні дані за період 1991 – 2070 рр.; зроблена вибірка результатів розрахунків по МЗЦ для точок регулярної мережі, які попадають на територію України; виконана інтерполяція даних МЗЦ у місця розташування метеорологічних станцій; комбінація отриманих даних з даними базисного клімату.

В табл. 7.3 наведені результати, отримані на основі розрахунків за середніми багаторічними даними та за моделлю *GFDL – 30 %* для перехідного стану зміни кліматичних показників, осереднених по агрокліматичних зонах України.

Слід відзначити той факт, що з кінця XIX ст. відбулося підвищення глобальної температури повітря на 0,7 °C. Середня швидкість підвищення

глобальної температури до 1970 р. складала 0,05 °С за 10 років, в останнє десятиріччя вона подвоїлася.

Клімат України за дослідженнями українських учених має значну чутливість до зміни глобального клімату, що підтверджується синхронністю багаторічного ходу аномалій річної глобальної та регіональної температури повітря з 1900 по 2000 рр. Було виявлено, що зміни річної температури у бік потепління за столітній період становлять у Поліссі та Лісостепу 0,7 – 0,9 °С, у Степу – 0,2 – 0,3 °С [186, 189].

Як же зміняться умови вегетації овочевих культур при зміні клімату за моделлю *GFDL* – 30 %? Як видно із табл. 7.4 середня температура повітря з травня по жовтень включно в Лісовій зоні буде вища, ніж за середніми багаторічними даними. Особливо відчутна різниця в червні – липні та з другої декади серпня по жовтень включно.

В Лісостеповій зоні з травня до першої декади липня середня багаторічна температура вище температури повітря за сценарієм на 0,8 – 1,6°С. З другої декади липня по 3 декаду вересня температура повітря за сценарієм *GFDL*- 30% вища за середню багаторічну на 2 – 2,5°С. В жовтні ця різниця збільшується до 5 – 7°С.

В зоні Північного Степу температура повітря за сценарієм з травня до 2 декади червня нижча середньої багаторічної на 0,5 – 0,8 °С. Починаючи з третьої декади червня і по серпень включно, різниця в температурах становить 1,5 – 2°С. З другої декади вересня вона різко зростає до 6 – 10 °С.

В Південному Степу з травня по червень температура повітря за сценарієм була вище на 0,8 – 2,9°С, потім, з другої декади вересня ця різниця зросла до 5 – 6°С.

Сума опадів, розрахованих за моделлю *GFDL* – 30 % в Лісовій, Лісостеповій та зоні Північного Степу з травня до третьої декади червня нижче середніх багаторічних значень. З третьої декади червня до другої декади вересня включно сума опадів за сценарієм вища середніх багаторічних значень в Лісовій зоні на 3 – 8 мм, в Лісостеповій – на 8 – 16 мм, в зоні Північного Степу – на 11 – 13 мм за декаду. В областях Південного Степу сума опадів за сценарієм впродовж всього вегетаційного періоду до другої декади вересня була вища від середніх багаторічних. Особливо значне перевищення 8 – 12 мм за декаду спостерігалось з липня до кінця вегетації.

Значення дефіциту насичення повітря в Лісостеповій зоні тільки в перші дві декади було вище за середніми багаторічними даними. В подальшому розраховані за *GFDL* – 30 % значення дефіциту були вищими за середні багаторічні на 2 – 5 мб за декаду.

В Лісостеповій зоні дефіцит насичення повітря впродовж травня та червня був вищий за середні багаторічні значення і тільки з липня до кінця

вегетації дефіцит вологи, розрахований за моделлю *GFDL* – 30 %, став перевищувати середні багаторічні значення.

В зонах Північного та Південного Степу спостерігалось таке ж становище, але значення дефіциту насичення були вищі на 2 – 3 мб за декаду.

Тривалість вегетаційного періоду при розрахунках за моделлю у всіх культур значно зростає. В Лісовій та Лісостеповій зонах на 3 – 4 декади, в Степу – на 4 – 5 декад.

Розглянемо тепер, як же зміняться агрокліматичні показники розвитку овочевих культур при розрахунках за моделлю *GFDL* – 30% в порівнянні з середніми багаторічними (табл. 7.4 – 7.8).

7.6 Оцінка зміни агро кліматичних умов росту, розвитку та формування врожайності овочевих культур в Україні

За умов реалізації сценарію *GFDL* 30 % (збільшення CO_2 на 30 % в атмосфері) агрокліматичні умови вирощування овочевих культур будуть змінюватись по різному в різних ґрунтово-кліматичних зонах (табл. 7.10). Співставлення табл. 7.5 – 7.9 з даними табл. 7.10 показує, що значно довшим стане вегетаційний період всіх овочевих культур, які розглядаються. Погіршаться умови зволоження за рахунок підвищення температури повітря і збільшення витрат води на сумарне випаровування. За реалізації сценарію *GFDL* 30 % значно збільшиться надходження ΦAP в Лісовій зоні в середньому на 10 ккал/см², в Лісостеповій зоні найбільше підвищення надходження ΦAP буде спостерігатись у Сумській області на 16 ккал/см², найменше – у Вінницькій – 12,7 ккал/см². В зоні Північного Степу у всіх областях надходження ΦAP збільшиться на 14 ккал/см². В областях Південного Степу сума ΦAP збільшиться на 14 – 16 ккал/см² за вегетаційний період овочевих культур.

За умови реалізації сценарію *GFDL* 30 % в зв'язку з підвищенням середньої температури повітря та значним збільшенням тривалості вегетаційного періоду у всіх агрокліматичних зонах різко зростуть суми температур. В Лісовій зоні в середньому зростання за вегетаційний період становитиме 1150 °С. Найвищі відхилення сум температур відзначатимуться в Чернівецькій, Хмельницькій та Тернопільській областях, де суми збільшаться на 1430 – 1600 °С. Найменші відхилення сум температур від середніх багаторічних відзначаться в Чернігівській (1072 °С) та Львівській (987 °С) областях.

Таблиця 7.3 – Зміна температури повітря, опадів та дефіциту вологості повітря за сценарієм зміни клімату GFDL 30 % (1) в порівнянні з середніми багаторічними значеннями (2)

Показник	Травень			Червень			Липень			Серпень			Вересень			Жовтень	
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Лісова зона																	
Температура, °C																	
1		15,4	15,7	18,3	22,1	22,2	23,5	20,1	21,0	20,7	25,4	24,3	22,7	22,2	19,9	17,9	15,7
2		13,3	15,8	16,5	16,5	17,2	17,9	18,6	19,5	20,3	19,8	19,8	16,0	14,4	12,4	10,2	8,6
Опади, мм																	
1		15	18	14	26	31	35	33	53	37	36	27	23	19	12	10	10
2		20	28	30	30	28	27	28	28	29	28	21	17	13	12	11	11
Дефіцит насичення повітря (мб)																	
1		5,0	6,9	8,3	8,7	12,3	12,5	14,0	9,4	10,4	10,0	14,5	13,6	12,3	12,4	10,7	9,4
2		6,9	7,3	7,6	7,7	7,7	7,5	7,4	7,2	7,0	6,8	5,9	5,3	4,7	3,6		
Лісостепова зона																	
Температура																	
1		13,1	15,9	15,9	18,0	18,6	22,5	22,6	23,9	20,6	21,5	21,2	25,8	24,8	23,2	22,7	20,4
2		15,2	16,8	17,2	18,0	19,6	20,4	20,8	20,9	19,9	18,4	17,0	15,9	14,0	12,1	10,1	8,7
Опади, мм																	
1		13	15	18	17	12	28	33	36	26	49	33	37	15	21	18	9
2		22	28	28	29	29	28	25	20	19	18	18	16	14	14		
Дефіцит насичення повітря (мб)																	
1		4,2	5,1	7,1	8,0	8,9	12,7	12,8	14,4	9,7	11,1	10,7	14,9	12,7	12,8	11,1	10,0
2		8,7	9,3	9,7	9,9	9,9	9,9	10,0	10,0	10,0	10,0	9,7	9,1	8,1	7,0		

продовження таблиці 7.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Північний Степ																	
Темпе- ратура , °C	1 2	15,6 17,4	17,6 18,3	19,9 19,4	20,3 20,6	24,0 21,4	24,1 21,7	26,2 21,5	22,6 21,7	23,4 21,5	23,1 20,3	27,3 18,7	26,6 16,6	25,0 16,4	23,4 13,2	21,0 12,5	18,8 16,1
Опади,мм	1 2	13 18	14 20	15 21	21 21	20 20	31 18	23 16	30 15	24 13	24 11	13 10	19 9	20 10	19 10	14 10	16 9
Дефіцит насичення повітря, мб	1 2	5,0 10,4	8,3 11,0	9,9 11,7	10,0 12,4	14,5 13,0	14,7 13,0	16,3 13,0	12,3 12,4	13,2 11,8	12,9 10,3	16,1 8,3	15,5 6,3	14,2 5,8	13,2 5,2	11,6 4,6	10,0 8,1
Південний Степ																	
Темпе- ратура , °C	1 2	15,6 14,0	17,4 16,1	19,8 17,7	20,6 19,0	23,7 20,0	24,2 21,0	25,8 21,9	22,5 22,6	23,6 23,0	23,3 22,9	27,7 22,1	27,0 20,6	25,3 18,7	24,2 17,1	22,1 15,4	20,2 19,7
Опади,мм	1 2	11 11	14 13	14 16	20 18	25 19	26 19	22 16	34 14	29 13	25 13	16 13	20 12	17 11	18 11	21 10	18 7
Дефіцит насиче- ння повітря, мб	1 2	5,0 5,9	8,1 6,8	9,8 7,7	10,4 8,7	14,0 9,6	14,8 10,7	16,7 12,2	12,1 13,3	13,4 13,4	13,1 12,2	16,5 10,9	15,8 9,6	14,5 8,2	13,8 6,8	12,3 5,4	11,0 8,0

В областях Лісостепової зони відхилення сум температур, які накопичаться за реалізації сценарію, будуть вищі за середні багаторічні суми в середньому на 1370 °С. Найбільші відхилення будуть в Черкаській (1836 °С), Сумській (1430 °С) та Полтавській (1338 °С) областях. Найменші – у Харківській (1121 °С) та Вінницькій (1172 °С) областях.

В зоні Північного Степу відхилення сум температур за сценарієм найвище і становить в середньому 1798 °С. Найвищі відхилення будуть спостерігатись в Луганській та Донецькій областях і становитимуть 2090 °С. Найменше відхилення в Дніпропетровській області – 1410 °С.

В областях Південного Степу середнє відхилення сум температур за сценарієм від середніх багаторічних сум становитиме 1500 °С. Найвищі відхилення будуть в Одеській області (1703 °С) та в АР Крим (1520 °С).

В зв'язку зі зміною напруги термічного режиму значно підвищиться сумарне випаровування всіх овочевих культур у всіх агрокліматичних зонах та зросте дефіцит вологи у ґрунті.

При зміні клімату за умови реалізації сценарію *GFDL* 30 % значно зросте тривалість вегетаційного періоду всіх овочевих культур в усіх зонах. У Лісовій зоні до 16 декад, в Лісостеповій – до 17 декад, в Північному Степу до 17 – 18 декад, в Південному Степу – до 19 декад.

Зміна кліматичних умов викличе зміну в динаміці ходу сумарного випаровування та значно збільшить дефіцит вологи для нормального розвитку рослин баклажанів, капусти, огірків, солодкого перцю та томатів. Розглянемо динаміку сумарного випаровування по агрокліматичних зонах.

Збільшення сумарного випаровування при зміні клімату відбудеться як за рахунок збільшення тривалості вегетаційного періоду, так і за рахунок підвищення його впродовж вегетаційного періоду.

Баклажани. Розглянемо як змінюється сумарне випаровування по областях Лісової зони за вегетаційний період баклажанів (рис. 7.1).

Як видно із рис. 7.1 по областях Лісової зони України при зміні клімату за сценарієм *GFDL* 30 % сумарне випаровування буде змінюватись неоднаково. Найбільші зміни відбудуться в Житомирській та Чернігівській областях на 250 – 280 мм. Найменше зростає сумарне випаровування в Львівській та Івано-Франківській областях – до 70 – 75 мм. На території інших областей Лісової зони збільшення сумарного випаровування при зміні клімату становить 175 – 195 мм.

Впродовж вегетаційного періоду збільшення сумарного випаровування при зміні клімату відбуватиметься неоднаково від декади до декади (рис. 7.2). Як видно із рис. 7.2 в першу декаду після висаджування розсади значення сумарного випаровування майже однакове за середніми багаторічними даними і за даними сценарію і становить 25 мм.

Починаючи з другої декади сумарне випаровування за сценарієм перевищує середні багаторічні значення до п'ятої декади вегетації на 10 –

Таблиця 7.4 – Агрокліматичні умови вирощування баклажанів за середніми багаторічними даними

Грунтово-кліматична зона, область	Сума ФАР за вегетаційний період, ккал/см ²	Сума температур, вище 10 °С	Середня температура за вегетаційний період, °С	Сума опадів, мм	Сумарне випаровування за вегетаційний період, мм	Дефіцит вологи за вегетаційний період, мм
Лісова зона						
Волинська	23,6	1765	16,7	300	371	67
Рівненська	22,7	1845	16,6	294	296	95
Житомирська	25,3	1967	16,5	237	296	158
Чернігівська	23,9	1922	17,2	278	273	138
Київська	26,2	2161	18,0	314	370	100
Львівська	23,2	1868	16,7	292	468	61
Тернопільська	22,7	1894	17,9	284	400	22
Хмельницька	22,7	1894	17,9	284	403	16
Чернівецька	24,7	1872	17,2	326	314	135
Івано-Франківська	22,7	1894	17,9	284	400	20
Закарпатська	25,8	2033	18,1	299	342	117
Лісостепова зона						
Черкаська	28,3	2331	18,1	294	466	49
Сумська	23,6	1992	18,3	233	338	86
Харківська	26,3	2268	19,2	230	405	78
Полтавська	27,3	2159	17,8	234	433	55
Вінницька	27,6	2389	18,4	305	450	42
Північний Степ						
Кіровоградська	30,3	2495	17,8	260	512	34
Дніпропетровська	28,0	2268	18,6	192	494	72
Луганська	33,7	2520	18,0	192	588	34
Донецька	29,7	2520	19,6	231	528	9
Південний Степ						
Одеська	34,6	2797	20,5	208	560	108
Миколаївська	33,4	2517	18,5	218	610	35
Херсонська	34,6	2841	19,9	160	520	103
Запорізька	33,2	2701	20,5	195	548	57
АР Крим	36,0	2668	20,2	179	649	46

Таблиця 7.5 – Агрокліматичні умови вирощування капусти за середніми багаторічними даними

Грунтово-кліматична зона, область	Сума ФАР за вегетаційний період, ккал/см ²	Сума температур, вище 10 °С	Середня температура за вегетаційний період, °С	Сума опадів, мм	Сумарне випаровування за вегетаційний період, мм	Дефіцит вологи за вегетаційний період, мм
Лісова зона						
Волинська	23,5	1795	16,7	300	438	66
Рівненська	22,7	1845	16,6	294	382	12
Житомирська	25,3	1967	16,5	237	432	81
Чернігівська	27,9	2268	17,5	262	468	75
Київська	26,2	2161	18,0	314	459	36
Львівська	27,2	2268	16,7	292	468	61
Тернопільська	22,7	1894	17,9	284	400	22
Хмельницька	22,7	1895	17,9	284	406	31
Чернівецька	23,1	1722	17,4	297	406	13
Івано-Франк.	22,7	1894	17,9	284	400	20
Закарпатська	25,8	2033	18,1	299	442	20
Лісостепова зона						
Черкаська	23,7	1862	18,8	246	413	19
Сумська	22,3	1840	18,6	219	385	16
Харківська	24,9	2124	19,7	219	443	15
Полтавська	24,3	1865	18,5	210	386	50
Вінницька	25,0	2060	18,7	273	430	22
Північний Степ						
Кіровоградська	26,6	2109	19,2	229	467	20
Дніпропетровська	26,6	2143	19,1	183	440	31
Луганська	29,24	2153	19,6	165	532	10
Донецька	28,2	2239	19,9	218	502	7
Південний Степ						
Одеська	30,9	2404	20,7	177	524	76
Миколаївська	30,5	2235	19,5	198	576	12
Херсонська	34,6	2701	19,9	160	598	26
Запорізька	30,2	2347	21	175	549	15
АР Крим	31,4	2496	21,5	157	615	18

Таблиця 7.6 – Агрокліматичні умови вирощування огірків за середніми багаторічними даними

Грунтово-кліматична зона, область	Сума ФАР за вегетаційний період, ккал/см ²	Сума температур, вище 10 °С	Середня температура за вегетаційний період, °С	Сума опадів, мм	Сумарне випаровування за вегетаційний період, мм	Дефіцит вологи за вегетаційний період, мм
Лісова зона						
Волинська	22,1	1618	16,9	280	397	16
Рівненська	21,4	1709	16,9	277	322	6
Житомирська	22,6	1695	17,1	27	380	28
Чернігівська	22,6	1796	17,6	261	468	5
Київська	23,2	1840	18,4	276	410	12
Львівська	21,2	1752	18,2	264	380	13
Тернопільська	21,3	1752	18,3	264	381	13
Хмельницька	21,3	1752	18,3	264	382	11
Чернівецька	24,9	1871	17,3	326	473	135
Івано-Франк.	21,2	1752	18,3	264	380	13
Закарпатська	24,1	1868	18,3	278	407	20
Лісостепова зона						
Черкаська	23,7	1992	18,2	233	482	22
Сумська	23,6	1996	18,3	234	414	12
Харківська	28,3	2332	18,7	294	493	23
Полтавська	26,3	2268	17,8	230	463	20
Вінницька	27,5	2158	18,4	234	471	18
Північний Степ						
Кіровоградська	30,3	2268	17,9	260	526	20
Дніпропетровська	29,8	2418	18,6	192	501	26
Луганська	33,7	2498	18,0	192	590	30
Донецька	33,2	2501	19,6	193	593	29
Південний Степ						
Одеська	34,9	2518	19,6	209	589	26
Миколаївська	33,5	2517	18,5	218	625	20
Херсонська	32,2	2565	20,9	143	571	18
Запорізька	33,2	2816	20,5	195	565	40
АР Крим	36,0	2946	20,2	179	681	23

Таблиця 7.7 – Агрокліматичні умови вирощування солодкого перцю за середніми багаторічними даними

Грунтово-кліматична зона, область	Сума ФАР за вегетаційний період, ккал/см ²	Сума температур, вище 10 °С	Середня температура за вегетаційний період, °С	Сума опадів, мм	Сумарне випаровування за вегетаційний період, мм	Дефіцит вологи за вегетаційний період, мм
Лісова зона						
Волинська	23,6	1765	16,7	300	406	33
Рівненська	22,7	1845	16,6	294	314	77
Житомирська	23,3	1967	16,5	237	367	87
Чернігівська	23,9	1922	17,1	278	277	138
Київська	26,2	2160	18,0	314	370	100
Львівська	23,2	1868	16,7	292	468	61
Тернопільська	22,7	1894	17,9	284	400	22
Хмельницька	22,7	1894	17,9	284	397	22
Чернівецька	24,7	1871	17,2	326	314	135
Івано-Франк.	22,7	1894	17,9	284	400	20
Закарпатська	25,8	2033	18,1	299	421	37
Лісостепова зона						
Черкаська	28,3	2331	18,1	294	465	49
Сумська	23,7	1992	18,3	233	397	35
Харківська	26,3	2268	19,2	230	434	48
Полтавська	27,3	2158	17,8	234	461	26
Вінницька	27,6	2389	18,4	305	469	24
Північний Степ						
Кіровоградська	30,3	2494	17,8	260	504	45
Дніпропетровська	28,0	2268	18,6	192	474	20
Луганська	33,7	2520	18,0	192	584	37
Донецька	33,7	2520	18,0	192	584	37
Південний Степ						
Одеська	32,3	2558	20,5	185	519	70
Миколаївська	33,4	2517	18,5	218	617	28
Херсонська	34,6	2841	19,7	160	528	95
Запорізька	33,2	2701	20,5	195	564	43
АР Крим	36,0	2946	20,2	179	650	45

Таблиця 7.8 – Агрокліматичні умови вирощування томатів за середніми багаторічними даними

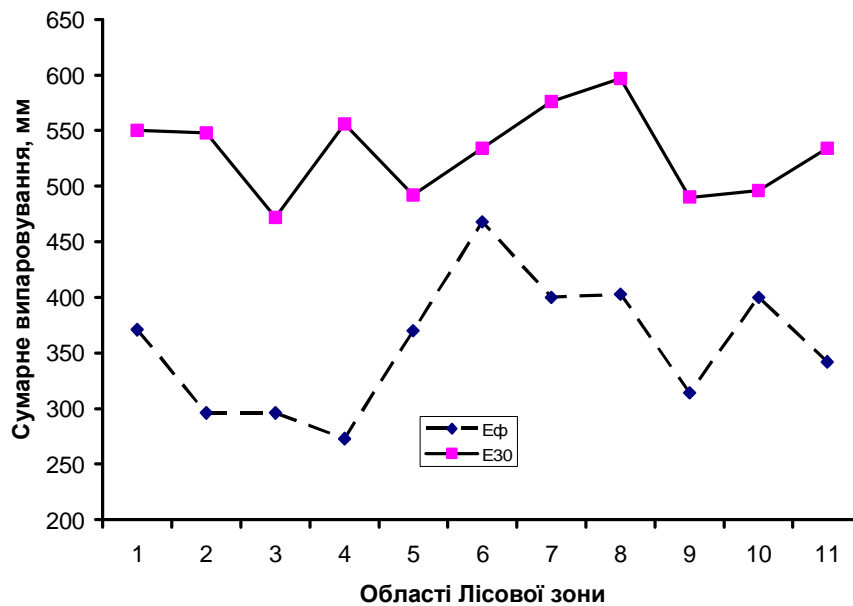
Грунтово-кліматична зона, область	Сума ФАР за вегетаційний період, ккал/см ²	Сума температур, вище 10 °С	Середня температура за вегетаційний період, °С	Сума опадів, мм	Сумарне випаровування за вегетаційний період, мм	Дефіцит вологи за вегетаційний період, мм
Лісова зона						
Волинська	23,6	1765	16,7	300	372	66
Рівненська	22,7	1845	16,6	294	379	11
Житомирська	25,3	1967	16,5	295	374	81
Чернігівська	24,5	1921	17,5	278	285	151
Київська	25,3	1967	16,5	237	374	81
Львівська	22,2	1848	16,7	292	468	61
Тернопільська	22,1	1854	16,9	284	400	36
Хмельницька	22,7	1894	17,9	284	400	20
Чернівецька	24,7	1872	17,2	326	314	134
Івано-Франк.	22,7	1894	17,9	284	400	20
Закарпатська	25,8	2033	18,2	299	433	25
Лісостепова зона						
Черкаська	28,3	2332	18,1	294	344	170
Сумська	23,7	1992	18,3	233	403	21
Харківська	26,3	2568	19,8	230	433	49
Полтавська	27,3	2158	17,8	234	471	17
Вінницька	27,6	2389	18,4	305	455	38
Північний Степ						
Кіровоградська	30,3	2495	18,8	260	501	45
Дніпропетровська	28,0	2268	18,6	102	405	90
Луганська	33,7	2520	18,0	192	566	56
Донецька	29,8	2392	19,6	231	504	33
Південний Степ						
Одеська	28,9	2968	19,5	209	374	32
Миколаївська	33,4	2518	18,5	218	605	40
Херсонська	34,6	2840	19,7	160	577	47
Запорізька	33,2	2701	20,5	195	566	40
АР Крим	36,0	2946	20,2	179	659	36

Таблиця 7.9 – Агрокліматичні умови вирощування овочевих культур при зміні клімату за умови реалізації сценарію GFDL 30%

Грунтово-кліматична зона, область	Кількість опадів, мм	Сума температур вище 10° С	Сума <i>ΦАР</i> , ккал/с м ²	Капуста		Огірки		Солодкий перець		Томати	
				сумарне випаровування, мм, <i>E</i>	дефіцит вологості, мм	сумарне випаровування, мм, <i>E</i>	дефіцит вологості, мм	сумарне випаровування, мм, <i>E</i>	дефіцит вологості, мм	сумарне випаровування, мм, <i>E</i>	дефіцит вологості, мм
Лісова зона											
Волинська	408	3236	36,6	510	153	468	71	550	104	586	97
Рівненська	431	3082	35,7	594	63	534	84	548	102	583	59
Житомирська	415	3212	39,8	598	140	546	56	472	213	577	71
Чернігівська	444	3340	39.4	468	275	468	45	556	118	419	226
Київська	398	3462	41.2	603	168	554	72	492	236	584	145
Львівська	516	3225	37.7	594	102	510	82	534	112	504	261
Тернопільська	453	3332	38	589	110	513	86	576	98	584	106
Хмельницька	453	3329	37.9	587	109	512	97	597	91	575	99
Чернівецька	497	3474	42.3	538	257	493	111	490	216	490	216
Лісостепова зона											
Черкаська	410	3828	45.5	686	177	582	122	603	171	613	324
Сумська	388	3395	39	593	130	516	106	558	121	551	115
Харківська	328	3453	39.9	553	190	563	111	566	177	549	185
Вінницька	437	3330	40.2	620	129	571	120	614	74	582	122

продовження табл. 7.9

Північний Степ											
Кіровоградська	385	3829	44.8	668	183	636	132	648	158	645	155
Дніпропетровська	356	3982	43.2	643	172	635	143	679	210	600	289
Луганська	337	4066	47	693	193	617	150	747	128	689	187
Донецька	348	4089	47.8	903	207	693	176	747	144	692	200
Південний Степ											
Одеська	354	4221	49,2	741	194	669	96	726	209	742	194
Миколаївська	336	4243	49	745	185	678	98	676	165	745	186
Херсонська	287	4137	50.2	759	200	682	120	729	229	707	252
Запорізька	320	4238	48.8	716	212	685	140	770	159	711	204
АР Крим	289	4463	52.7	847	166	785	220	734	145	740	206



Порядок областей: 1) Волинська, 2) Рівненська, 3) Житомирська, 4) Чернігівська, 5) Київська, 6) Львівська, 7) Тернопільська, 8) Хмельницька, 9) Чернівецька, 10) Івано-Франківська, 11) Закарпатська.

Рис. 7.1 – Динаміка сумарного випаровування (мм) по областях Лісової зони за середніми багаторічними даними (E_{ϕ}) і за сценарієм *GFDL* 30 %

13 мм. З шостої декади сумарне випаровування за сценарієм різко зменшується і становить 23 мм, тоді як середнє багаторічне значення становить 26 мм. У подальшому значення сумарного випаровування за сценарієм зростає і в одинадцяту декаду вегетації становить 37 мм.

В Лісостеповій зоні, до якої відносяться Черкаська, Сумська, Харківська та Полтавська області, впродовж вегетаційного періоду баклажанів сумарне випаровування за середніми багаторічними значеннями коливалося від 340 мм в Сумській області до 466 мм в Черкаській області. За даними зміни клімату за сценарієм *GFDL* 30 % сумарне випаровування становило від 560 мм в Харківській та Сумській областях до 660 мм в Полтавській області. Найбільші зміни в динаміці сумарного випаровування за зміни клімату очікуються в Полтавській області, де сумарне випаровування зросте на 235 мм.

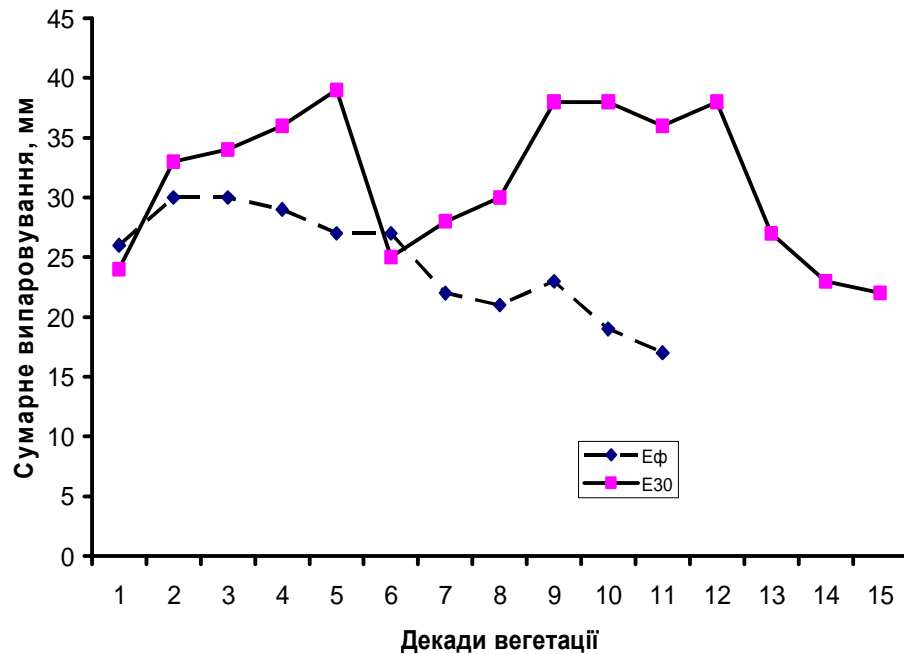


Рис. 7.2. – Динаміка сумарного випаровування з поля баклажанів за середніми багаторічними даними (E_{ϕ}) і за сценарієм (E_{30}) в Лісовій зоні (на прикладі Рівненської області)

Впродовж вегетаційного періоду зростання сумарного випаровування теж відбувалось нерівномірно (табл. 7.10)

Таблиця 7.10 – Сумарне випаровування по декадах вегетації баклажанів в Лісостеповій зоні (на прикладі Полтавської області)

Декади вегетації											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Сумарне випаровування за середніми багаторічними даними (E_{ϕ})											
31	39	43	45	47	45	46	43	45	45	35	31
Сумарне випаровування при зміні клімату за сценарієм GFDL 30% (E_{30})											
19	30	38	46	60	56	57	45	54	55	60	51

Як видно із табл. 7.10 в перші три декади вегетації сумарне випаровування за сценарієм нижче значень середнього багаторічного. Починаючи з четвертої декади воно зростає і до кінця вегетації перевищує середнє багаторічне значення на 10 – 13 мм.

В областях Північного Степу середнє багаторічне сумарне випаровування коливалося від 494 мм в Дніпропетровській області до 588 мм в Луганській області. Сумарне випаровування при зміні клімату за вказаним вище сценарієм коливалося від 648 мм в Кіровоградській області

до 747 мм в Донецькій. Найбільше відхилення сумарного випаровування за сценарієм відзначалось в Донецькій області і становило 219 мм. Найменше – в Кіровоградській області – 133 мм.

Динаміка сумарного випаровування впродовж вегетаційного періоду баклажанів в Південному Степу (на прикладі Запорізької області) наводиться на рис. 7.3.

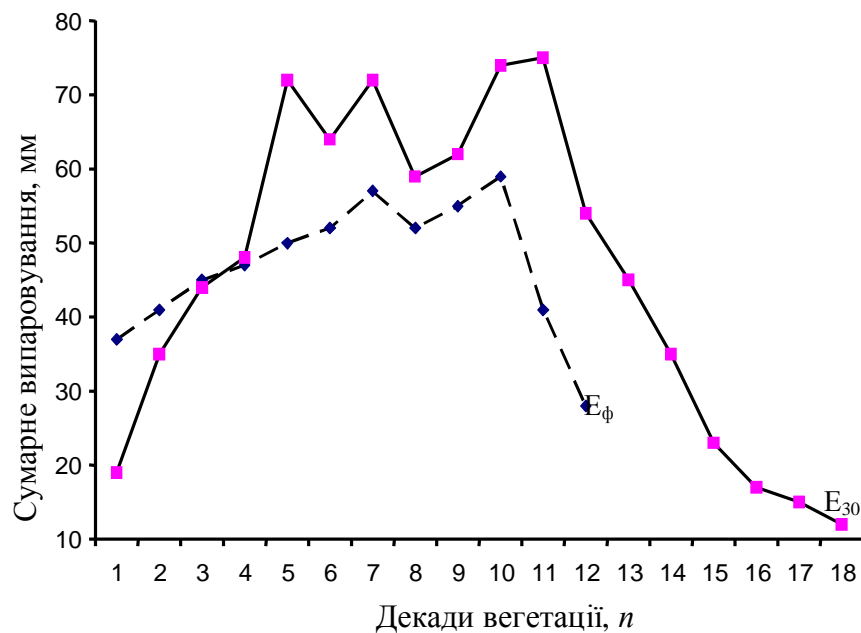


Рис. 7.3 — Динаміка сумарного випаровування впродовж вегетаційного періоду баклажанів за середніми багаторічними даними (E_{ϕ}) та даними за сценарієм (E_{30}) в Південному Степу.

В областях Південного Степу, де тривалість вегетаційного періоду баклажанів за зміни клімату збільшиться до 19 декад, сумарне випаровування за сценарієм коливатиметься від 680 мм в Миколаївській області до 770 мм в Запорізькій області. Середнє багаторічне значення сумарного випаровування коливається від 520 мм в Херсонській області до 649 мм в АР Крим.

Як видно із рис. 7.3 сумарне випаровування з поля баклажанів за сценарієм *GFDL* 30 % в перші чотири декади було значно нижче, ніж за середніми багаторічними даними. Після четвертої декади вегетації воно становиться вищим на 10 – 20 мм і це перевищення спостерігається до кінця вегетаційного періоду.

Розглянемо як вплине зміна тривалості вегетаційного періоду та всіх його характеристик на накопичення сухої маси *ММВ* та *УВ* баклажанів.

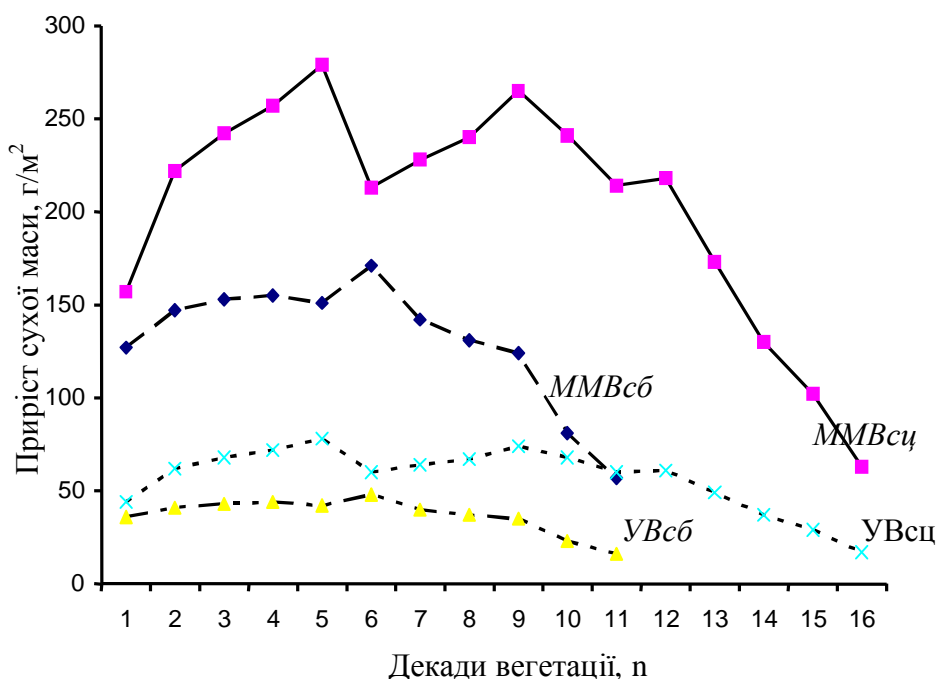


Рис. 7.4 – Динаміка середніх багаторічних приростів сухої маси ($MMB_{сб}$) і ($UB_{сб}$) та приростів за зміни клімату ($MMB_{сц}$ та $UB_{сц}$) баклажанів в Поліссі (на прикладі Чернігівської області)

Як видно із рис. 7.4 прирости MMB та UB при зміні клімату за умови реалізації вищевказаного сценарію різко зростають на початку періоду на 20 – 40 г/м², починаючи з сьомої декади на 100 – 120 г/м². Таке збільшення приростів за зміни клімату викликане підвищенням середньої за декаду температури повітря впродовж всього періоду вегетації. А баклажани дуже вимогливі до тепла і за середніми багаторічними показниками перша агрокліматична зона забезпечена теплом для вирощування баклажанів тільки на 60 – 65 %. Тому підвищення температури повітря при зміні клімату сприятиме підвищенню врожайності і розширенню зони виробничого вирощування баклажанів.

На рис. 7.5 наводиться динаміка приростів сухої маси баклажанів в четвертій агрокліматичній зоні (на прикладі Одеської області).

Як видно із рис. 7.5 прирости сухої маси MMB баклажанів при зміні клімату за сценарієм *GFDL* 30 % четвертій агрокліматичній зоні вищі за середні багаторічні значення. Особливо це помітно у другій половині вегетаційного періоду. Різниця між приростами сухої маси баклажанів урожаїв у виробництві не така відчутна в перші декади вегетації (до сьомої декади). Після сьомої декади різниця між приростами сухої маси дещо збільшується.

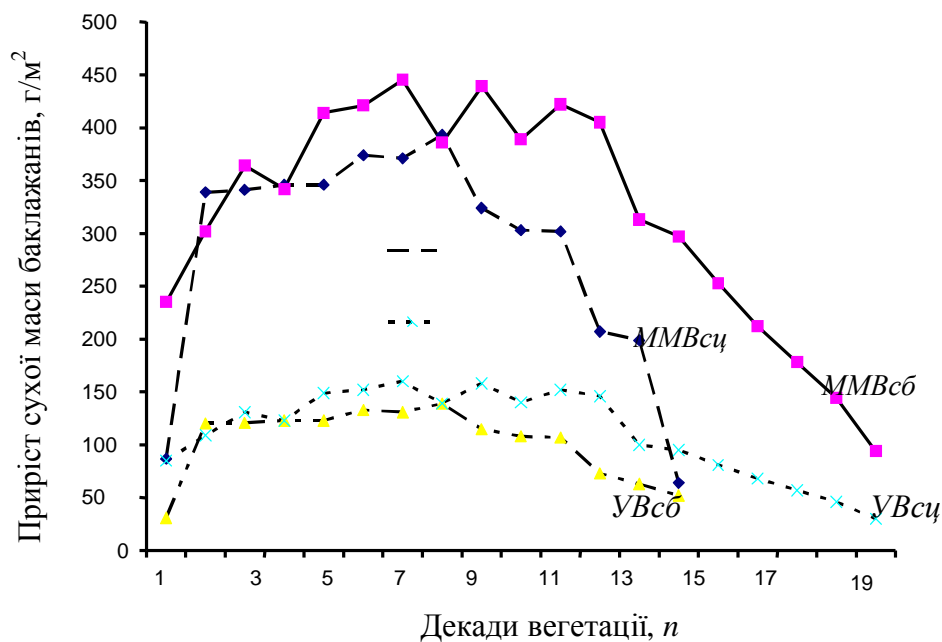


Рис. 7.5 – Динаміка середніх багаторічних приростів сухої маси (MMB_{cb}), (UB_{cb}) баклажанів та приростів при зміні клімату (MMB_{cu} , UB_{cu}) в четвертій агрокліматичній зоні (на прикладі Одеської області).

Якщо порівняти динаміку приростів по агрокліматичних зонах, то можна зробити висновок, що різниці між приростами збільшуються від четвертої агрокліматичної зони до першої. Це свідчить про те, що четверта агрокліматична зона в середньому багаторічному забезпечена теплом для вирощування баклажанів, а Північний Степ, Лісостепова і Лісова зони менш забезпечені теплом, і тому підвищення температури за реалізації зміни клімату за сценарієм GFDL 30 % покращить теплозабезпеченість вегетаційного періоду баклажанів, і прирости сухої маси зростатимуть. Причому, зростання збільшуватиметься з південних областей до північних, де воно буде найвищим. В табл. 7.12 наводяться узагальнені характеристики волого-температурного режиму та показників формування продуктивності баклажанів при зміні клімату за умов реалізації сценарію GFDL 30 %.

Порівняння табл. 7.4 та 7.11 показує, що вегетаційний період баклажанів зростає в першій агрокліматичній зоні на 3 декади, в другій та третій – на 4 декади і в четвертій – на 5 декад.

Дефіцит вологи зростає на 100 – 130 мм і найвідчутніше це буде в зонах Лісостепу та Північного Степу. Підвищуються оцінки ступеня сприятливості кліматичних умов вирощування баклажанів в усіх агрокліматичних зонах, окрім Південного Степу, де вони залишаться на

тому ж рівні. Погіршаються оцінки рівня використання агрокліматичних ресурсів в зоні Південного Степу та підвищуються в зоні Лісостепу.

Таблиця 7.12 – Узагальнені характеристики агрокліматичних умов вирощування баклажанів при зміні клімату за умов реалізації сценарію *GFDL 30 %*

№ п/п	Загальні показники за період вегетації	Агрокліматичні зони			
		1	2	3	4
1	Сума активних температур, °C	3112	3548	3692	4239
2	Сума ФАР, (ккал/см ² за вегетаційний період	35,8	41,3	42,7	48,8
3	Тривалість вегетаційного періоду (доба)	162	172	172	192
4	Сума опадів, мм	394	382	372	320
5	Потреба рослин у воді, мм	654	774	805	928
7	Сумарне випаровування, мм	549	603	647	770
8	Дефіцит вологи за вегетаційний період, мм	104	171	158	159
9	<i>ПВ</i> сухої маси, (г/м ²)	3667,4	3587	3975	5565
10	<i>ММВ</i> сухої маси, (г/м ²)	3343,4	3312	3729	5205
11	<i>ДМВ</i> сухої маси, (г/м ²)	1571,2	2650	2461	3071
12	<i>УВ</i> сухої маси, (г/м ²)	883,4	1486	1384	1702
13	<i>ПВ</i> плодів, ц/га	387,7	379	420	588
14	<i>ММВ</i> плодів, ц/га	353,6	349	393	550
15	<i>ДМВ</i> плодів, ц/га	166,3	279	260	324
16	<i>УВ</i> плодів, ц/га	93	157	146	180
17	Оцінка міри сприятливості кліматичних умов (K_M), відн.од.	0,912	0,923	0,911	0,935
18	Оцінка рівня використання агрокліматичних ресурсів(K_e),	0,264	0,449	0,338	0,327

Капуста. Виробничі посівні площі капусти серед овочевих культур займають перше місце в Лісовій та Лісостеповій зонах України. На рис. 7.6 наводиться динаміка сумарного випаровування капусти, розрахована за середніми багаторічними даними та за даними реалізації сценарію *GFDL 30 %*. Як видно із рис. 7.6 сумарне випаровування з поля капусти в Лісовій зоні за умови реалізації сценарію *GFDL 30 %* на початку вегетації до п'ятої декади вегетації нижче, ніж сумарне випаровування за середніми

багаторічними даними. З початку шостої декади вегетації воно різко зростатиме на 10 – 13 мм.

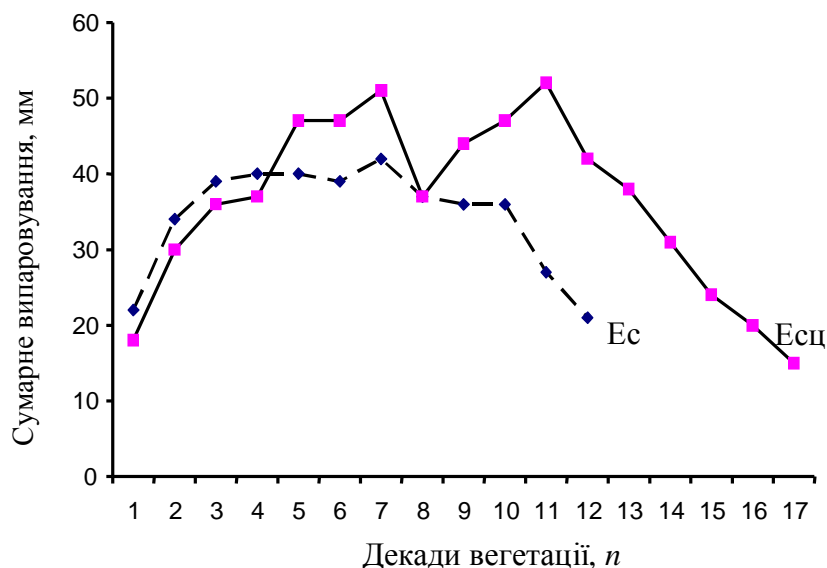


Рис. 7.6 – Динаміка середнього багаторічного сумарного випаровування ($E_{сб}$) та за реалізації сценарію ($E_{сц}$) з поля капусти в Лісовій зоні України (на прикладі Київської області)

Далі до кінця вегетації переважає сумарне випаровування за умов зміни клімату при реалізації сценарію *GFDL* 30 %.

В другій агрокліматичній зоні спостерігається подібний хід динаміки сумарного випаровування, але зростання його при зміні клімату за умов реалізації сценарію *GFDL* 30 % починається вже з п'ятої декади. Рівень сумарного випаровування в Лісостеповій зоні вищий, ніж в Лісовій зоні і за середніми багаторічними даними і за умов реалізації сценарію на 7 – 10 мм.

В зоні Північного Степу (на прикладі Дніпропетровської області, рис. 7.7) сумарне випаровування, розраховане за середніми багаторічними даними ($E_{сб}$) вище сумарного випаровування при зміні клімату за сценарієм *GFDL* 30 % ($E_{сц}$) майже до десятої декади вегетації і становить на початку періоду 40 мм, а в десяту декаду вегетації – 62 мм. $E_{сб}$ на початку вегетації становить 22 мм, в десяту декаду – 60 мм. Починаючи з десятої декади $E_{сб}$ поступово зменшується і наприкінці вегетації становить 18 мм. $E_{сц}$ знижується повільніше і в чотирнадцяту декаду вегетації становить 28 мм, а наприкінці вегетації 12 мм.

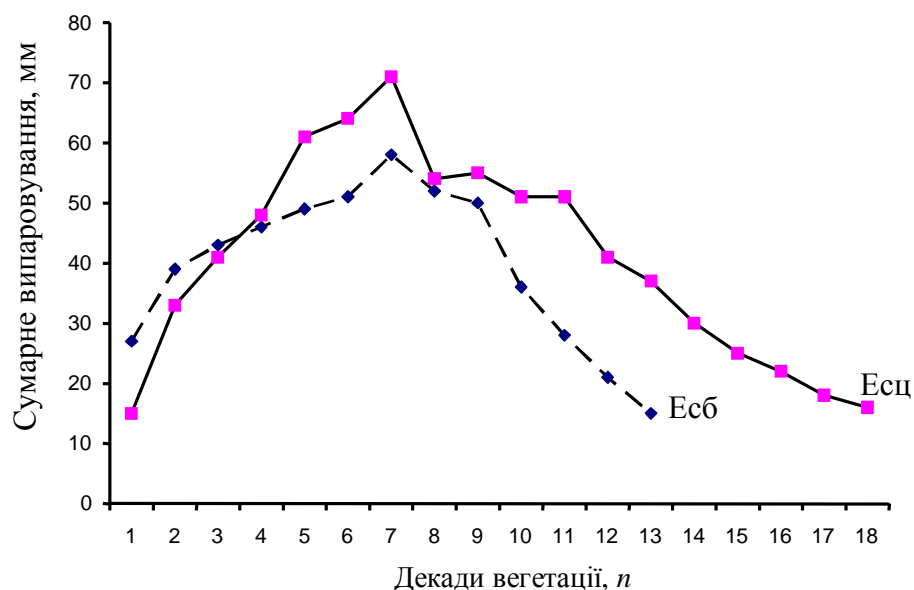


Рис. 7.7 – Динаміка середнього багаторічного випаровування ($E_{сб}$) і випаровування при зміні клімату за умов реалізації сценарію ($E_{сц}$) з поля капусти в Північному Степу України (на прикладі Дніпропетровської області)

В Південному Степу (на прикладі Одеської області) сумарне випаровування з поля капусти за середніми багаторічними даними і за сценарієм *GFDL* 30 % незначно відрізняються (на 2 – 5 мм) до восьмої декади вегетації. З 8 по 10-ту декади вегетації сумарне випаровування за середніми багаторічними даними перевищує його значення при зміні клімату за умов реалізації сценарію *GFDL* 30 % впродовж двох декад на 12 мм та на 3 мм. В десяту декаду вегетації значення $E_{сб}$ та $E_{сц}$ вирівнюються і становлять 59 мм. Починаючи з одинадцятої декади $E_{сц}$ перевищує $E_{сб}$ на 3 – 8 мм.

Вплив змін клімату за умов реалізації сценарію *GFDL* 30 % на прирости сухої маси капусти впродовж періоду вегетації в різних агрокліматичних зонах представлено в табл. 7.13.

На рис. 7.8 представлена динаміка приростів сухої маси капусти в Лісовій зоні України (на прикладі Житомирської області).

Як видно із рис. 7.8 та табл. 7.13 середнє багаторічне значення приросту сухої маси капусти як *MMB* так і *UB* вище в північних та центральних областях України. В південних областях термічний режим для розвитку капусти несприятливий через те, що середні температури впродовж вегетаційного періоду значно вищі температурного оптимуму для розвитку капусти.

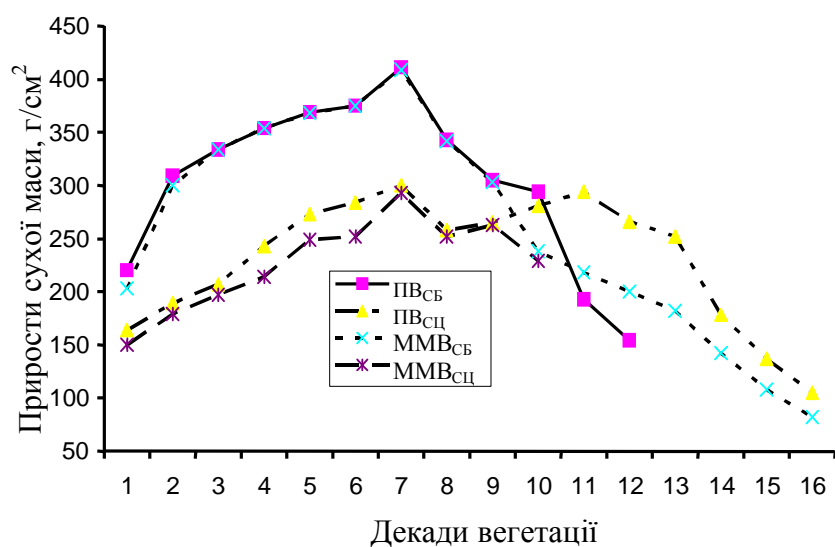


Рис. 7.8 – Динаміка приростів сухої маси капусти потенційного та метеорологічно можливого врожаю за середніми багаторічними даними (ПВсб, ММВсб) та за ПВ, ММВ (даними сценарію) (Житомирська область)

Таблиця 7.13 – Динаміка середніх багаторічних приростів сухої маси ММВ та УВ капусти по агрокліматичних зонах України та при зміні клімату за умови реалізації сценарію GFDL 30 %.

Декади вегетації	Приріст сухої маси, г/м ² , середні багаторічні							
	ММВ,				УВ			
	агрокліматичні зони				агрокліматичні зони			
	1	2	3	4	1	2	3	4
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	202	141	246	176	74	73	98	72
2	300	239	284	219	110	123	113	90
3	334	287	317	270	122	148	126	111
4	355	303	345	138	130	156	137	57
5	368	313	354	145	135	161	141	58
6	375	303	390	148	137	156	155	61
7	410	329	318	160	150	169	127	66
8	343	286	299	156	126	147	119	64
9	303	270	299	163	111	139	119	67
10	291	245	201	130	107	126	80	54
11	190	191	166	119	69	98	66	49
12	149	161	132	114	55	83	53	47
13		112		183		58		75
14				154				64

продовження табл. 7.13

1	2	3	4	5	6	7	8	9
За умов реалізації сценарію <i>GFDL</i> 30%								
1	115	154	137	222	45	69	51	80
2	177	222	181	258	70	100	67	93
3	193	221	196	274	76	100	73	99
4	209	237	233	315	82	107	87	113
5	236	265	243	316	87	119	90	114
6	203	261	253	313	80	104	94	113
7	210	268	250	298	83	107	93	107
8	228	265	247	323	90	107	92	116
9	214	259	250	319	84	103	98	115
10	193	270	265	347	76	121	71	125
11	188	291	191	240	74	131	65	87
12	164	227	175	211	64	102	61	76
13	136	215	184	228	54	86	55	73
14	108	221	166	209	37	79	49	67
15	81	198	148	197	28	69	40	63
16	60	172	123	173	21	57	34	56
17	30	142	103	144	12	43	26	46
18		109	80	117		49		37
19				93				29

За умов реалізації сценарію *GFDL* 30 % прирости сухої маси *ММВ* та *УВ* будуть вищими майже впродовж всього вегетаційного періоду. В цілому за вегетаційний період приріст сухої маси капусти збільшується за рахунок збільшення тривалості вегетаційного періоду та приростів сухої маси капусти в середині вегетаційного періоду.

Особливо відчутним збільшення приростів сухої маси та качанів капусти буде в областях Південного Степу.

Солодкий перець. Як вказувалось у попередніх розділах, посівні площі солодкого перцю мають найбільше поширення в областях Південного Степу. Трохи менші посівні площі його в областях Північного Степу. В Лісостеповій та Лісовій зонах України виробничі посівні площі солодкого перцю майже не зустрічаються, а розповсюджені переважно на присадибних ділянках.

Динаміка сумарного випаровування з поля солодкого перцю розрахованого за середніми багаторічними даними та при зміні клімату за умов реалізації сценарію *GFDL* 30 % в Лісовій зоні представлена на рис. 7.9.

Як видно із рис. 7.9 сумарне випаровування за умов реалізації сценарію *GFDL* 30 % в перші чотири декади буде нижчим за середні багаторічні значення. Починаючи п'ятої декади, воно стає вищим на 10 – 20 мм, особливо після дев'ятої декади.

Подібна динаміка сумарного випаровування спостерігається з полів солодкого перцю і в Лісостеповій зоні (рис. 7.10).

Порівняння величин сумарного випаровування з полів солодкого перцю в областях Північного та Південного Степу показало, що їх динаміка в цих зонах подібна (рис. 7.11). На початку вегетації перевищують значення багаторічного випаровування. Починаючи з четвертої декади середні багаторічні значення і значення сумарного випаровування при зміні клімату за умови реалізації сценарію *GFDL* 30 % вирівнюються, а з п'ятої декади сумарне випаровування за сценарієм перевищує середні багаторічні на 8 – 20 %. Особливо це помітно з дев'ятої декади вегетації.

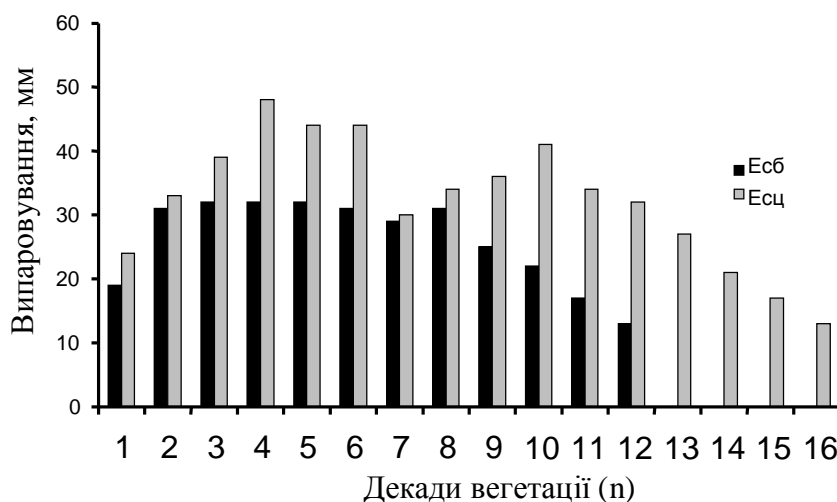


Рис. 7. 9 – Динаміка середнього багаторічного випаровування (E_{cb}) та випаровування за умов реалізації сценарію (E_{sc}) з поля солодкого перцю в Лісовій зоні (на прикладі Київської області).

Зміна волого-температурних показників за умов реалізації сценарію зміни клімату *GFDL* 30% зумовить зміну в накопиченні рослинної маси солодкого перцю і у величині врожаю його плодів.

Як вказувалось вище, при умові зміни клімату за сценарієм *GFDL* 30 % в областях Лісової і Лісостепової зон значно зростуть суми температур за вегетаційний період солодкого перцю і забезпеченість теплом цієї теплолюбної культури також зросте. Тому прирости сухої маси впродовж вегетаційного періоду як *MMB* так і *VB* також зростуть (рис. 7.12). В перші дві декади вегетації прирости сухої маси *MMB* в порівнянні з середніми багаторічними зростуть незначно. А вже з третьої декади і до

кінця вегетаційного періоду прирости сухої маси при зміні клімату зростатимуть спочатку на 40 г/м^2 , а потім, у наступні декади, на $80 - 100 \text{ г/м}^2$.

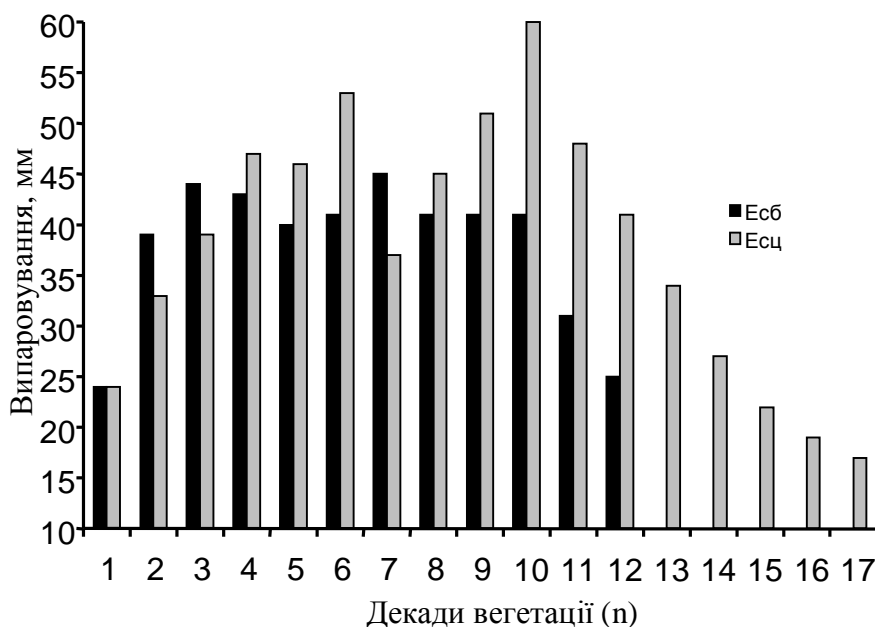


Рис. 7.10 – Порівняння результатів розрахунків сумарного випаровування з поля перцю по *GFDL* (*Eсц*) з середніми багаторічними (*Eсб*). Лісостепова зона (на прикладі Черкаської області)

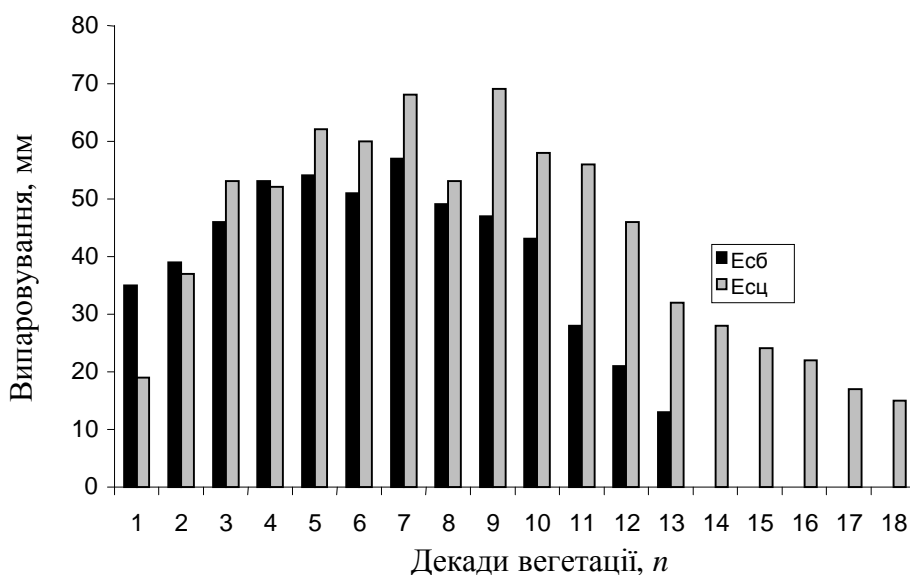


Рис. 7.11 – Порівняння результатів розрахунків сумарного випаровування з поля солодкого перцю за *GFDL* (*Eсц*) з середніми багаторічними даними (Південний Степ, на прикладі Одеської області)

Динаміка приростів сухої маси UB відзначається більшою згладженістю як середніх багаторічних значень, так і за умови зміни клімату за сценарієм.

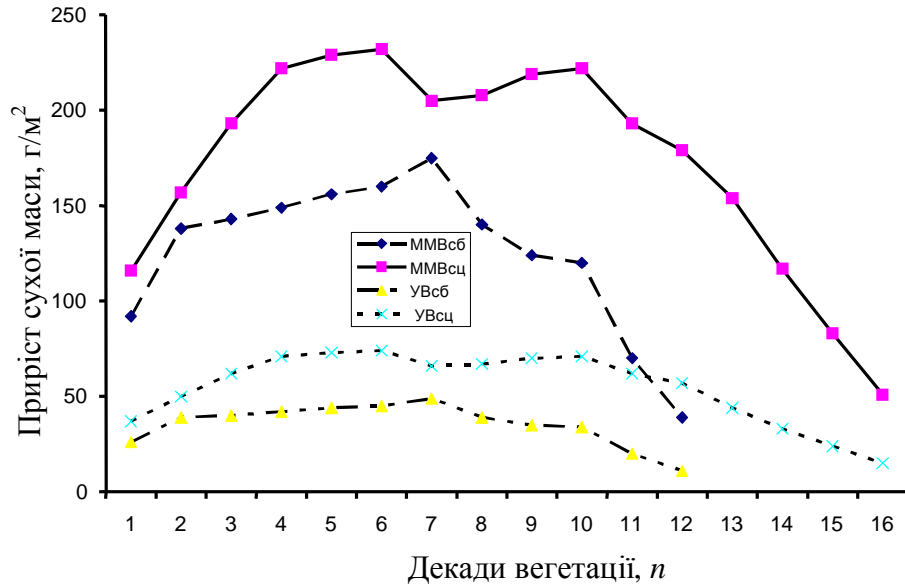


Рис. 7.12 – Динаміка середніх багаторічних приростів ($ММВ_{сб}$, $UB_{сб}$) та приростів при зміні клімату ($ММВ_{сц}$, $UB_{сц}$) сухої маси солодкого перцю у першій агрокліматичній зоні (на прикладі Житомирської області).

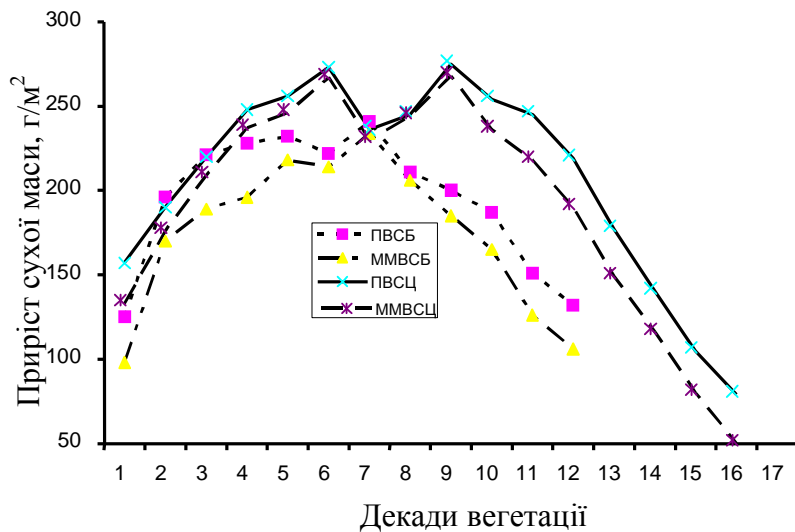


Рис. 7.13 – Динаміка середніх багаторічних приростів ($ММВ_{сб}$, $UB_{сб}$) та приростів при зміні клімату ($ММВ_{сц}$, $UB_{сц}$) сухої маси солодкого перцю вдругій агрокліматичній зоні (на прикладі еркаської області).

Як видно із рис. 7.13 у динаміці приростів сухої маси *ММВ* солодкого перцю при зміні клімату за умов реалізації сценарію в Лісостеповій зоні будуть спостерігатися не значні відхилення від середніх багаторічних значень.

Динаміка приростів сухої маси *УВ* солодкого перцю при зміні клімату за умов реалізації сценарію відрізняється від середніх багаторічних значень тільки в період з другої по п'яту декади вегетаційного періоду. У наступні декади відхилення незначне.

Як видно із рис. 7.14 в областях Південного Степу в перші чотири декади вегетації середні багаторічні прирости сухої маси *ММВ* та *УВ* вища за прирости, які відбудуться при зміні клімату за умови реалізації сценарію GFDL 30 %. Впродовж п'ятої та шостої декад прирости сухої маси *ММВ* та *УВ* солодкого перцю будуть однаковими. Починаючи з сьомої декади прирости сухої маси *ММВ* та *УВ* при зміні клімату будуть вищі, особливо збільшиться різниця після десятої декади вегетації.

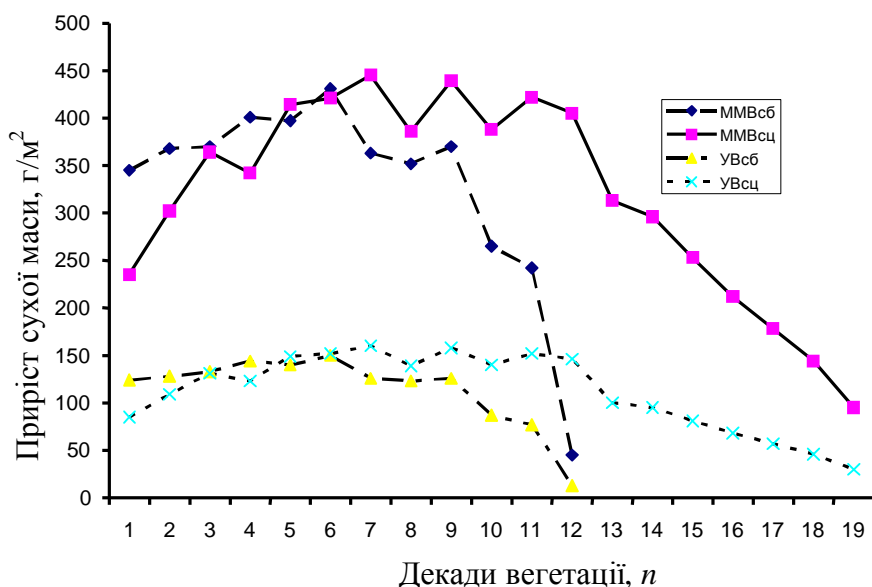


Рис. 7.14 – Динаміка середніх багаторічних приростів (*ММВ*_{сб}, *УВ*_{сб}) та приростів при зміні клімату (*ММВ*_{сц}, *УВ*_{сц}) сухої маси солодкого перцю в Південному Степу (на прикладі Одеської області).

Як видно із рис. 7.12 – 7.14 при зміні клімату за умови реалізації сценарію GFDL 30 % не по всій території України відбудуться ідентичні зміни в показниках розвитку солодкого перцю. В табл. 7.14 наводяться узагальнені характеристики зміни волого-температурних показників та приростів рослинної маси і плодів солодкого перцю по всіх агро кліматичних зонах України.

Порівняння показників табл. 7.14 з середніми багаторічними показниками (табл. 7.8) показує, що при зміні клімату за умови реалізації сценарію *GFDL 30 %* відбудеться значне підвищення сум температур за вегетаційний період солодкого перцю, надходження ΦAP , суми опадів.

Таблиця 7.14 – Узагальнені характеристики агрокліматичних умов вирощування солодкого перцю при зміні клімату за умови реалізації сценарію *GFDL 30 %*

№п/п	Загальні показники за період вегетації	Агрокліматичні зони			
		1	2	3	4
1	Сума активних температур, °C	3082	3606	3983	4212
2	Сума ΦAP , (ккал/см ² за вегетаційний період	35,78	42,8	46,7	49,1
3	Тривалість вегетаційного періоду (доба)	160	172	182	192
4	Сума опадів, мм	431	347	335	354
5	Потреба рослин у воді, мм	656	807	889	935
7	Сумарне випаровування, мм	473	668	679	726
8	Дефіцит вологи за вегетаційний період, мм	184	139	210	209
9	<i>ПВ</i> сухої маси, (г/м ²)	3653,4	3710	4565	6615
10	<i>ММВ</i> сухої маси, (г/м ²)	3244,4	3472	4160	6059
11	<i>ДМВ</i> сухої маси, (г/м ²)	1622,2	2153	2579	3878
12	<i>УВ</i> сухої маси, (г/м ²)	912,4	1199	1404	2121
13	<i>ПВ</i> плодів, ц/га	385,7	392	482	686
14	<i>ММВ</i> плодів, ц/га	342,6	367	439	628
15	<i>ДМВ</i> плодів, ц/га	171,3	227	272	402
16	<i>УВ</i> плодів, ц/га	96,3	126	148	220
17	Оцінка ступеня сприятливості кліматичних умов (K_M), відн.од.	0,888	0,936	0,911	0,916
18	Оцінка рівня використання агрокліматичних ресурсів(K_e),	0,281	0,345	0,338	0,350
19	Оцінка господарського використання ґрунтових та метеорологічних умов ($K_{агро}$)	0,562	0,557	0,562	0,547

Потреба рослин у воді зростає від 650 мм в Лісовій зоні до 950 мм в Південному Степу, а сумарне випаровування – від 470 мм в Лісовій зоні до 730 мм в областях Південного Степу. До 200 мм зростає дефіцит вологи

в областях Північного і Південного Степу. Тривалість вегетаційного періоду зросте на 3 декади в Лісостеповій зоні, чотири декади – в Лісостеповій та 5 декад в зонах Північного і Південного Степу. Такі зміни волого-температурних показників сприятимуть зростанню сухої маси рослин врожаїв всіх рівнів солодкого перцю. В зв'язку з потеплінням пошириться на північ зона виробничого вирощування культури, зміняться оцінки сприятливості кліматичних умов для вирощування солодкого перцю (K_m), оцінки ефективності використання кліматичних умов (K_e) та оцінки господарського використання метеорологічних та ґрунтових умов ($K_{агро}$).

Зростуть оцінки рівня сприятливості кліматичних умов (K_m) для вирощування солодкого перцю в областях Лісової зони до 0,86 – 0,90 відн.од, Лісостепової – до 0,91 – 0,94. Не зміняться оцінки рівня сприятливості кліматичних умов в областях Північного та Південного Степу.

Оцінка ефективності рівня використання агрокліматичних умов (K_e) також зросте в областях Лісової зони до 0,285 відн.од, в областях Лісостепової зони залишиться незмінною в Хмельницькій, Вінницькій та Черкаській областях і зменшиться до 0,345 відн.од. в Полтавській та Харківській областях. В областях Північного Степу оцінка ефективності рівня використання агрокліматичних умов залишиться незмінною в Кіровоградській та Дніпропетровській областях. В Луганській та Донецькій областях знизиться до 0,350 відн.од. Знизяться оцінки рівня використання агрокліматичних умов в усіх областях Південного Степу.

Оцінка господарського використання метеорологічних та ґрунтових умов залишиться незмінною по території України і коливатиметься від 0,547 до 0,562 відн.од.

Зміни волого-температурних показників за умови реалізації сценарію сприятимуть підвищенню врожаїв плодів всіх рівнів у всіх агрокліматичних зонах. В областях Лісової зони *ММВ* плодів підвищиться до 342 ц/га, Лісостепової – до 367 ц/га, Північного Степу – до 440 ц/га, Південного Степу – до 630 ц/га.

УВ становитиме вище на 40 – 50 ц/га в областях Лісової зони, в Харківській та Полтавській областях Лісостепової зони, 20 – 30 ц/га в інших областях Лісостепової зони та Кіровоградській, Дніпропетровській, Луганській та Донецькій областях Північного Степу. В Південному Степу збільшення врожаїв по областях буде нерівномірним і буде вищим на 40 – 50 ц/га в Запорізькій, Херсонській та Миколаївській областях і на 60 – 70 ц/га в Одеській області та АР Крим.

Томати. Томати в Україні займають найбільші серед овочевих культур посівні площі. При зміні клімату за умови реалізації сценарію *GFDL* 30 %, як і для інших культур, відбудеться зміна волого-температурних показників розвитку томатів. Збільшення надходження

ΦAP та підвищення середньої температури впродовж вегетаційного періоду сприятимуть підвищенню сумарного випаровування. Як видно із рис. 7.15 при зміні клімату за умови реалізації сценарію *GFDL* 30% сумарне випаровування зростає впродовж всього вегетаційного періоду томатів. В перші три декади вегетації перевага незначна, в наступні декади вона збільшуватиметься, особливо в дев'яту та десятую декади і досягне значень 52 – 57 мм.

Потреба рослин у воді становитиме з четвертої по тринадцяту декади вегетації 60 – 70 мм за декаду, тоді як за середніми багаторічними даними вона становить 30 – 37 мм.

В областях Лісостепової зони середнє багаторічне сумарне випаровування коливалось від 30 до 38 мм в перші шість декад вегетації до 13 – 25 мм в останні декади вегетації. При зміні клімату за умови реалізації сценарію *GFDL* 30 % сумарне випаровування зростає і коливатиметься в межах 26 – 39 мм до дванадцятої декади вегетації та від 15 до 27 мм з 13 по 17 декади .

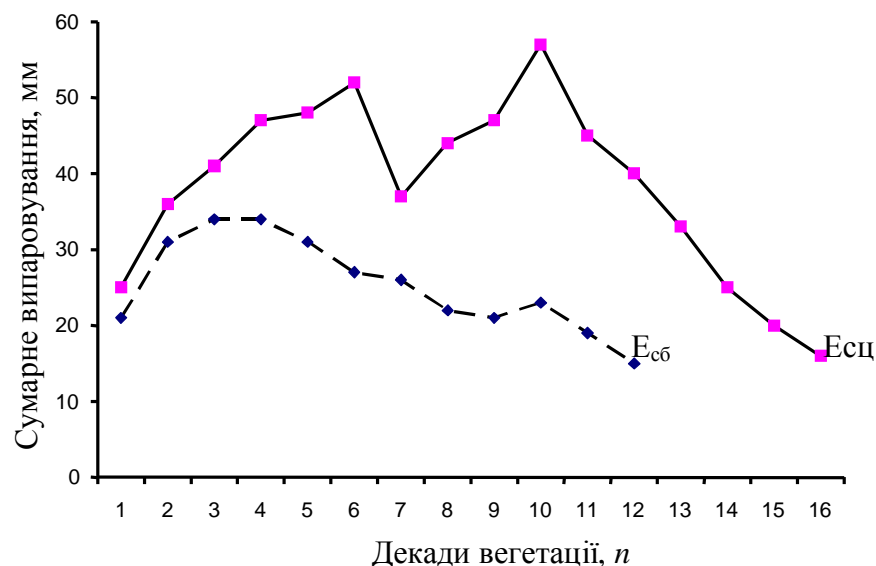


Рис. 7.15 – Динаміка середнього багаторічного випаровування ($E_{сб}$) та випаровування при зміні клімату за сценарієм ($E_{сц}$) з поля томатів в Поліссі (на прикладі Чернігівської області).

Співставлення середнього багаторічного випаровування з випаровуванням при зміні клімату за сценарієм для областей Північного Степу представлено в табл. 7.15.

При зміні клімату сумарне випаровування відчутно зростатиме, починаючи з четвертої декади вегетації. Особливо відчутне зростання буде спостерігатись в п'яту та шосту декади і в 8 – 14 декади.

Порівняння значень середнього багаторічного випаровування та випаровування при зміні клімату в областях Південного Степу (рис. 7.16)

показало, що в областях Південного Степу різниця між середнім багаторічним сумарним випаровуванням і випаровуванням за сценарієм менш відчутна, ніж в інших зонах.

В перші три декади вегетації сумарне випаровування за сценарієм нижче від середніх багаторічних значень і коливається в межах 18 – 47 мм. З четвертої декади вегетації до сьомої $E_{\text{сц}}$ перевищує $E_{\text{сб}}$ і коливається від 57 до 83 мм. У восьму та дев'яту декади значення $E_{\text{сб}}$ та $E_{\text{сц}}$ однакові. Починаючи з десятої декади і до кінця вегетаційного періоду, $E_{\text{сц}}$ вище за значення $E_{\text{сб}}$.

Таблиця 7.15 – Середнє багаторічне сумарне випаровування ($E_{\text{сб}}$) та випаровування за умов зміни клімату ($E_{\text{сц}}$) з полів томатів в Північному Степу (на прикладі Дніпропетровської області)

Сумарне випаровування	Декади вегетації								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$E_{\text{сб}}$	27	38,9	43	46,2	49,5	51,3	58,4	52,2	46,4
$E_{\text{сц}}$	27,7	38,5	45,9	59,2	60,9	67,8	51,7	59,2	58,1
	10	11	12	13	14	15	16	17	18
$E_{\text{сб}}$	41,9	28,6	22,5	17,2	12,8				
$E_{\text{сц}}$	57,4	45	40,3	32,2	24,3	22,8	19,0	17,4	

Зміна волого – температурних показників при зміні клімату за умов реалізації сценарію GFDL 30 % сприятиме зміні в приростах сухої маси томатів. Розглянемо це по агрокліматичних зонах. Співставлення середніх багаторічних приростів MMB та VB з приростами за сценарієм видно на рис. 7.17 – 7.20.

Як видно із рис 7.17 динаміка приростів сухої маси MMB при зміні клімату поступово збільшується до шостої декади та досягає 292 г/м^2 , тоді як середні багаторічні прирости становлять 267 г/м^2 .

В сьому декаду вегетаційного періоду вони зрівнюються, а в наступні декади прирости $MMB_{\text{сц}}$ вищі і становитимуть від $280 - 303 \text{ г/м}^2$ до тринадцятої декади, далі поступово зменшуватимуться до 70 г/м^2 наприкінці вегетації.

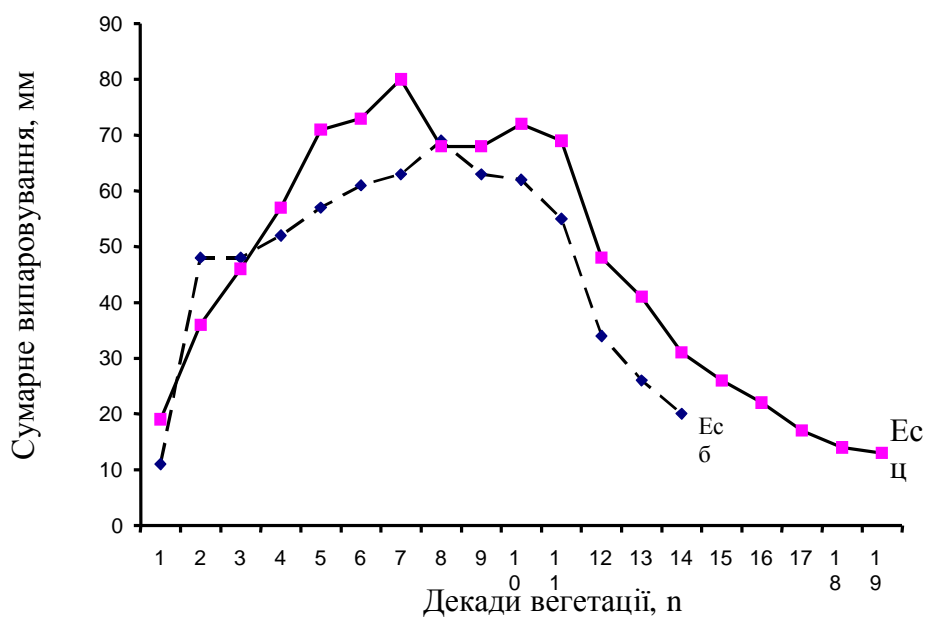


Рис. 7.16 – Динаміка середнього багаторічного випаровування ($E_{сб}$) та випаровування при зміні клімату за сценарієм ($E_{сц}$) з поля томатів в Південному Степу (на прикладі Запорізької області)

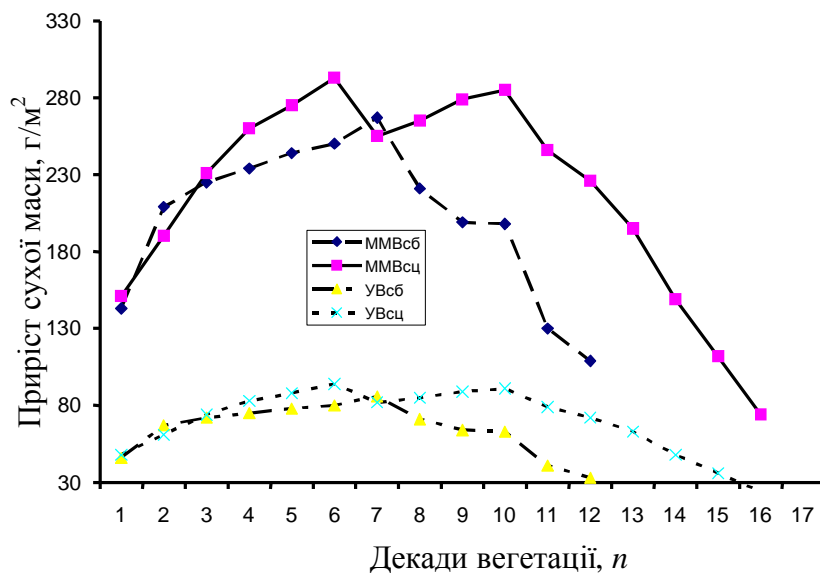


Рис. 7.17 – Динаміка середніх багаторічних приростів сухої маси $ММВ_{сб}$, $UB_{сб}$ томатів та приростів $ММВ_{сц}$, $UB_{сц}$ при зміні клімату в Лісовій зоні України (на прикладі Київської області).

Середні багаторічні прирости сухої маси UB до п'ятої декади вегетації однакові з приростами , які очікуються при зміні клімату, і становлять від

48 до 93 г/м². Після шостої декади вегетації прирости сухої маси *УВ* за сценарієм вищі, ніж середні багаторічні прирости.

Динаміка приростів сухої маси *ММВ* та *УВ* в областях Лісостепової зони наводиться на рис. 7.18.

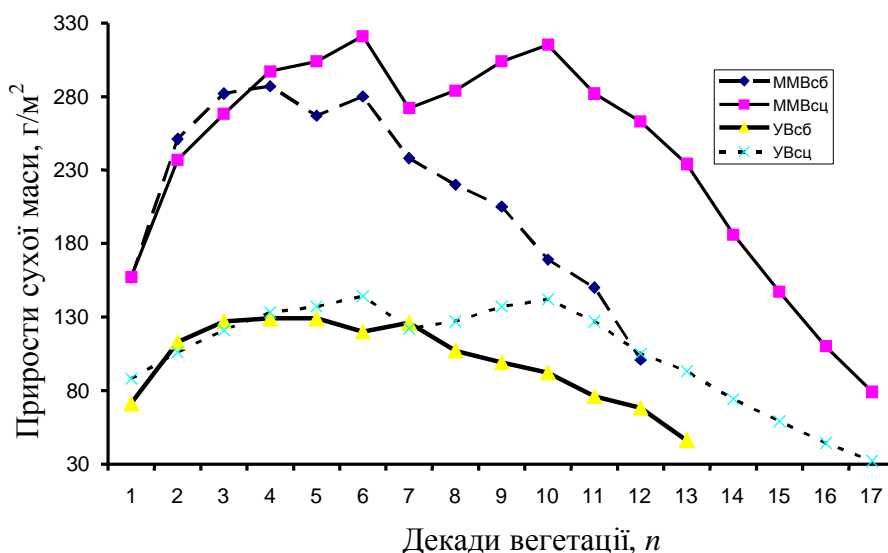


Рис. 7.18 – Динаміка середніх багаторічних приростів сухої маси *ММВ*_{сб} та *УВ*_{сб} і приростів *ММВ*_{сц}, *УВ*_{сц} за умови зміни клімату в Лісостеповій зоні України (на прикладі Черкаської області).

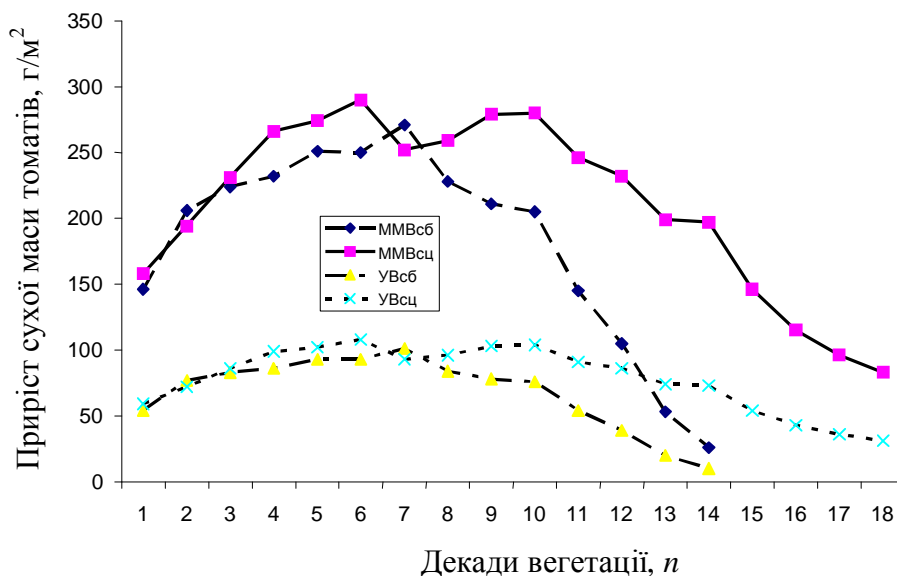


Рис. 7.19 – Динаміка середніх багаторічних приростів сухої маси *ММВ*_{сб} та *УВ*_{сб} і приростів *ММВ*_{сц}, *УВ*_{сц} томатів за умови зміни клімату в Північному Степу України (на прикладі Дніпропетровської області).

Як видно із рис. 7.18 динаміка середніх багаторічних приростів сухої маси MMB та UB і динаміка приростів за сценарієм подібні до динаміки в областях Лісової зони, але значення приростів MMB та UB в Лісостеповій зоні вищі впродовж всього вегетаційного періоду на $35 - 40 \text{ г/м}^2$ і становлять в другу декаду вегетації 236 та 106 г/м^2 . Слід відзначити, що після шостої декади вегетації прирости сухої маси як MMB так і UB за середніми багаторічними значеннями починають знижуватись, тоді як приріст сухої маси, який очікується при зміні клімату за сценарієм, починає знижуватись тільки після дев'ятої декади.

В цілому за вегетаційний період томатів в областях накопичується середня багаторічна суха маса MMB $2896 - 2920 \text{ г/м}^2$, UB $- 1303 - 1313 \text{ г/м}^2$; за сценарієм $MMB = 4050 - 4098 \text{ г/м}^2$, $UB = 1793 - 1810 \text{ г/м}^2$.

Як видно із рис.7.19 прирости сухої маси томатів MMB та UB як за середніми багаторічними значеннями, так і за умови зміни клімату мають ідентичну динаміку з динамікою в областях Лісостепової зони. Слід відзначити, що прирости сухої маси MMB та UB в областях Північного Степу в порівнянні з Лісостеповою зоною за умови зміни клімату будуть нижчі і коливатимуться в межах $194 - 290 \text{ г/м}^2$. Найвищі прирости сухої маси томатів будуть відзначатись з шостої по десятю декади вегетації. В умовах Північного Степу погіршаться умови зволоження і зросте необхідність у розширенні зрошуваних земель для одержання високих врожаїв.

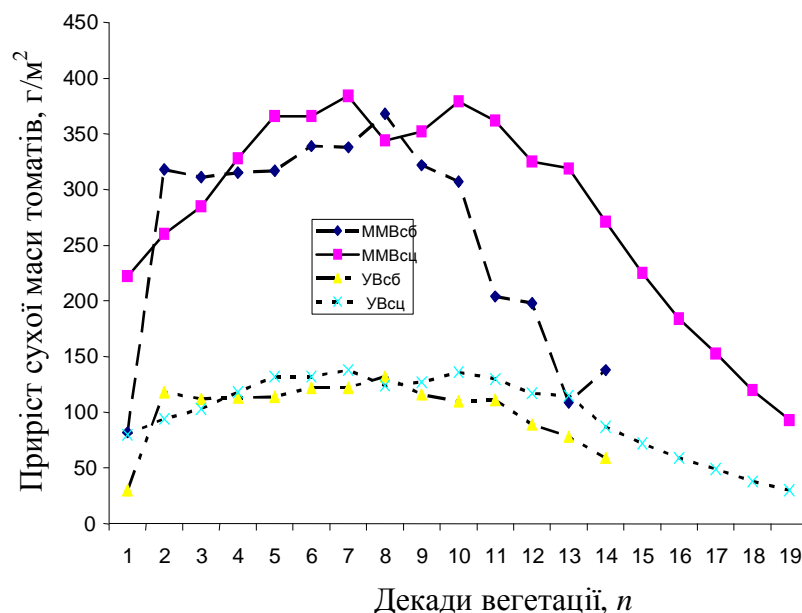


Рис. 7.20 – Динаміка середніх багаторічних приростів сухої маси $MMB_{сб}$ та $UB_{сб}$ і приростів $MMB_{сц}$, $UB_{сц}$ томатів за умови зміни клімату в Південному Степу України (на прикладі АР Крим).

В областях Південного Степу середні багаторічні прирости $MBB_{сб}$ та $UB_{сб}$ сухої маси томатів в перші три декади вегетації будуть вищі.

В четвертій декаді прирости сухої маси MMB , які відбудуться за умови зміни клімату, досягають значень середніх багаторічних і вже з п'ятої декади ці прирости будуть вищі. Але відчутне збільшення відбудеться, тільки починаючи з десятої декади вегетації (рис. 7.20).

Прирости сухої маси UB томатів дещо вищі за умов зміни клімату, тільки починаючи з десятої декади вегетації.

Слід відзначити, що в динаміці приростів MMB за умов зміни клімату спостерігається зменшення приростів в Лісовій, Лісостеповій зонах та в Північному Степу в шосту, сьому декади вегетації. В Південному Степу таке зниження спостерігатиметься у восьму, дев'яту декади.

Зміна волого-температурного режиму, збільшення вегетаційного періоду за умов зміни клімату сприятиме збільшенню декадних приростів сухої маси по декадах і в цілому за вегетаційний період. Це, в свою чергу, зумовлює збільшення врожаю плодів і зміни оцінок сприятливості агрокліматичних умов, використання кліматичних ресурсів і оцінок використання метеорологічних умов (табл. 7.16).

При зміні клімату за умови реалізації сценарію *GFDL* 30% тривалість вегетаційного періоду томатів зросте в областях першої агрокліматичної зони до 16 декад, областях Лісостепу – до 17 декад, Північного Степу – до 18 декад і Південного Степу – до 19 декад. Крім тривалості вегетаційного періоду зростуть всі волого-температурні показники за вегетаційний період. Так, сума опадів зросте в Лісовій зоні на 80 – 100 мм, в Лісостеповій – на 90 – 150 мм, в зоні Північного Степу – на 110 – 180 мм, Південного Степу – на 120 – 150 мм.

Зростання сум температур вище 10 °C до 3300, 3500, 3700, 4240 °C відповідно по зонах спричинить підвищення сумарного випаровування до 470 мм – у Львівській, Волинській Тернопільській та Івано-Франківській областях. До 450 мм зросте сумарне випаровування у Житомирській, Чернігівській Київській, Хмельницькій та Чернівецькій областях. В Лісостеповій зоні найвище сумарне випаровування буде в Харківській, Полтавській, Вінницькій та Черкаській областях – 585 мм найменше – в Сумській області – 517 мм.

Різко зросте потреба рослин у воді від – 730 мм в областях Лісової зони до 930 мм в зоні Південного Степу. Підвищення сум опадів, яке буде спостерігатись при зміні клімату, не забезпечить рослини вологою і значно зросте потреба рослин у воді у всіх зонах – на 150 – 180 мм.

Збільшення тривалості вегетаційного періоду, та підвищення приростів сухої маси рослин щодавно у всіх зонах сприятиме значному збільшенню накопичення рослинної маси врожаїв томатів всіх рівнів, а відповідно і плодів. Слід зазначити, що підвищення врожаїв томатів не у всіх областях України буде відбуватись рівномірно. В областях Північного

Степу збільшення буде менш значним, ніж в областях Лісостепової зони і Південного Степу.

Підвищуються оцінки сприятливості кліматичних умов вирощування томатів в областях Лісової та Лісостепової зони. В областях Північного та Південного Степу вони трохи погіршуються або залишаються без змін.

Таблиця 7.16 – Узагальнені характеристики агрокліматичних умов вирощування томатів при зміні клімату за умови реалізації сценарію *GFDL 30 %*

№п/п	Загальні показники за період вегетації	Агрокліматичні зони			
		1	2	3	4
1	Сума активних температур, °C	3308	3548	3709	4244
2	Сума ФАР, (ккал/см ² за вегетаційний період	39,4	41,3	42,9	49,0
3	Тривалість вегетаційного періоду (доба)	162	172	183	193
4	Сума опадів, мм	383	382	372	336
5	Потреба рослин у воді, мм	729	774	800	931
7	Сумарне випаровування, мм	473	585	645	746
8	Дефіцит вологи за вегетаційний період, мм	184	189	154	186
9	<i>ПВ</i> сухої маси, (г/м ²)	3720	4737	3891	5794
10	<i>ММВ</i> сухої маси, (г/м ²)	3486	4098	3618	5341
11	<i>ДМВ</i> сухої маси, (г/м ²)	1987	3278	2388	3418
12	<i>УВ</i> сухої маси, (г/м ²)	1117	1793	1343	1881
13	<i>ПВ</i> плодів, ц/га	400	509	418	622
14	<i>ММВ</i> плодів, ц/га	374	440	389	574
15	<i>ДМВ</i> плодів, ц/га	214	352	257	368
16	<i>УВ</i> плодів, ц/га	120	192	144	202
17	Оцінка ступеню сприятливості кліматичних умов (K_M), відн.од.	0,937	0,865	0,911	0,922
18	Оцінка рівня ефективності використання агрокліматичних ресурсів(K_e),	0,321	0,438	0,338	0,352
19	Оцінка господарського використання ґрунтових та метеорологічних умов ($K_{агро}$)	0,562	0,547	0,562	0,550

Оцінки ефективності використання агрокліматичних ресурсів підвищуються в областях Лісової та Лісостепової зон і коливатимуться в межах 0,321 – 0,438 відн.од., але зменшаться в областях Північного та Південного Степу до 0,338 та 0,352 відн.од. відповідно.

Висновки

Аналіз літературних джерел, обробка та аналіз експериментальних матеріалів та матеріалів багаторічних спостережень за розвитком та формуванням врожайності овочевих культур по областях України дозволили дійти висновку, що ґрунтово-кліматичні умови території України і наявність зрошення в посушливих районах дозволяють досить успішно вирощувати такі овочеві культури, як баклажани, капуста, огірки, солодкий перець та томати.

Ріст та розвиток рослин у відповідності з біологічними особливостями та вимогами до навколишнього середовища в різних агрокліматичних зонах України відбувається за різних природних умов: температурного режиму, освітленості, вологості ґрунту та повітря, живлення. На ріст культур також суттєво впливають і такі агротехнічні заходи, як засоби зрошення, зрошувальний режим, засоби вирощування, густина рослин, добрива, боротьба з хворобами та шкідниками і т. ін. Це спричиняє закономірні зміни темпів проходження головних етапів органогенезу, які обумовлюють біологічну скоростиглість, та ростових процесів, від яких залежать як маса вегетативних органів, так і продуктивність рослин.

Нами встановлені статистичні залежності тривалості міжфазних періодів баклажанів, капусти, огірків, солодкого перцю та томатів від показників температури повітря як в умовах суходолу (Лісова і Лісостепова зони України), так і в умовах зрошення (Степова зона). Крім того, встановлена статистична залежність продуктивності цих культур від різних агрометеорологічних показників: середньої температури, сум температур за різні періоду розвитку культур і в цілому за вегетаційний період, ГТК та сумарного випаровування. Ці залежності можна використовувати для складання прогнозів дат настання фаз розвитку овочевих культур та величин очікуваних врожаїв.

Всі перелічені овочеві культури в Степовій зоні, особливо в зоні Південного Степу, вирощуються при зрошенні. Зрошення – потужний засіб підвищення врожайності овочевих культур в зоні недостатнього зволоження. Але, якщо не дотримуватись зрошувальних норм, термінів і норм поливів, зрошення може мати зворотний вплив. При організації зрошення необхідно знати потребу культур у волозі впродовж вегетаційного періоду. Багаторічні комплексні експериментальні дослідження гідрометеорологічного режиму зрошуваних полів овочевих культур дозволили виявити закономірності його формування в умовах зрошення та оцінити вплив агрометеорологічних факторів на формування врожаю цих культур. Встановлені закономірності формування термічного режиму, вологості повітря та ґрунту в посівах зрошуваних культур дають можливість більш повно та надійно враховувати вплив цих факторів на

ріст і розвиток рослин та оцінювати умови вирощування. Одержані значення коефіцієнтів біологічних кривих, рівняння для розрахунків запасів продуктивної волого дозволяють прогнозувати раціональний режим зрошення.

На основі експериментальних даних визначено вплив агрометеорологічних факторів на фотосинтетичну продуктивність і урожай овочевих культур. Встановлено, що при оптимальній вологозабезпеченості на формування врожайності найсуттєвіше впливає режим *ФАР*. Фотосинтез і приріст фітомаси рослин знаходиться в прямій залежності від надходження *ФАР* та термічного режиму. Крім того, одержані кількісні оцінки впливу рослинного покриву, сонячної радіації та режиму зволоження на структуру теплового балансу посівів овочевих культур. Аналіз добової та сезонної динаміки складових радіаційного та теплового балансів дозволив зробити висновок, що величини складових обумовлені надходженням сумарної радіації, потужністю та структурою посівів і зволоженням ґрунту.

Співвідношення між найважливішими складовими теплового балансу: турбулентним потоком тепла та його витратами на сумарне випаровування суттєво змінюється в міру розвитку рослин та змін вологості ґрунту. Чим менше це співвідношення, тим вище ступінь сприятливості умов для вирощування рослин.

В результаті досліджень встановлена різниця в оптимальних значеннях *ФАР*, температури повітря і характеристик зволоження для різних овочевих культур в різних агрокліматичних зонах України.

Одержані результати дозволяють побудувати спрощену модель радіаційного режиму посівів овочевих культур для вирішення задач програмування врожаїв та для розрахунків радіаційних характеристик посівів і культур при побудові математичних моделей продуктивного процесу рослин.

На основі базової моделі оцінки агрокліматичних ресурсів формування продуктивності сільськогосподарських культур, яка заснована на концепції максимальної продуктивності рослин Х.Г. Тоомінга, результатах моделювання формування врожаю рослин А.М. Польового, виконана оцінка щодакдної динаміки в середині вегетаційного періоду показників приростів агроекологічних категорій врожайності баклажанів, капусти, огірків, солодкого перцю та томатів під впливом радіаційного, теплового та водного режимів по території України, визначені рівні агроекологічних категорій врожайності, отримані кількісні комплексні показники оцінок ступеня сприятливості кліматичних ресурсів вирощування овочевих культур в різних агрокліматичних зонах, оцінки ступеня ефективності використання агрокліматичних ресурсів, виділені райони найбільш сприятливі для вирощування овочевих культур, що дозволить більш раціонально розташовувати посівні площі під ними.

Очікувані зміни глобального та регіонального клімату призведуть до значної зміни кліматичних ресурсів України, деякої зміни меж ґрунтово - кліматичних зон і як наслідок цього до суттєвої зміни агрокліматичних умов вирощування овочевих культур, які обумовляють зміну рівнів їх врожайності.

На основі моделі А.М. Польового виконані дослідження впливу зміни клімату за умов реалізації сценарію *GFDL* 30 % на ріст та формування врожайності овочевих культур. Дослідження показали, що при потеплінні клімату межа Північного і Південного Степу значно просунеться на північ і буде знаходитись в нинішніх межах Лісостепової зони. Внаслідок потепління у всіх агрокліматичних зонах збільшиться тривалість вегетаційного періоду, зростуть суми температур за вегетаційний період, надходження *ФАР* та сумарне випаровування, зросте нестача води для задоволення потреб рослин. Внаслідок цього північна межа виробничого вирощування баклажанів, солодкого перцю та томатів відступить на північ і в усіх зонах ці культури будуть забезпечені теплом.

Через різке підвищення температур зменшиться територія агрокліматичних районів, сприятливих для вирощування капусти та огірків. Значно зросте територія недостатнього зволоження, де потрібно буде розвивати зрошення.

Література

1. *Марков В.М.* Овощеводство. М., «Колос», 1969. – 586 с.
2. *Полевой А.Н.* Сельскохозяйственная метеорология. – Л.: Гидрометеиздат. 1992. – 424 с.
3. *Филов А.И.* Перцы и баклажаны. –М. – Л.: Сельхозиздат, 1956. – 364 с.
4. *Овощеводство Молдавии.* - Кишинев: Изд. «Картя Молдовэняскэ», 1972. – С. 288 – 301.
5. *Кружилин А. С., Шведская З.М.* Биология двухлетних растений. – М.: Изд - во „Наука”, 1966. 186 с.
6. *Пыхтина М.А.* Агрометеорологические условия произрастания баклажан в южных областях Украины. //В сб. «Метеорология, климатология и гидрология. 1971. Вып. 17. – С. 118 – 124.
7. *Пыхтина М.А.* Агрометеорологические условия произрастания баклажан в Херсонской и Николаевской областях УССР. //В сб. Метеорология, климатология и гидрология. Вып. 7. 1971, – С. 118 – 124.
8. *Солтановская Г.А.* Перцы и баклажаны. – Крымиздат, 1962. – С. – 56.
9. *Сабинин Д.А.* Физиология развития растений. – М.: Изд-во АН СССР, 1963. – 196 с.
10. *Алпатьев А.В.* Перцы и баклажаны. –М.: Московский рабочий. 1953. – 60 с.
11. *Патрон П.И.* Комплексное действие агроприемов в овощеводстве. – Кишинев: Изд-во „Штиница”, 1981. – 283 с.
12. *Журбицкий З.И.* Физиологические и агрохимические основы применения удобрений. – М.: Изд-во АН СССР, 1963. – 186 с.
13. *Шатилов И.С.* Принципы программирования урожайности. – В кн.: Программирование урожаев сельскохозяйственных культур. – М.: Колос, 1975. –С. 7 – 17.
14. *Федосеев А.П.* Погода и эффективность удобрений. – Л.: Гидрометеиздат, 1985. – 144 с
15. *Кулик М.С.* Погода и минеральные удобрения. – Л.: Гидрометеиздат, 1966. – 138 с.
16. *Шостак З.А., Федосеев А.П.* Влияние влажности почвы на эффективность летней подкормки азотом зерновых культур. //Труды ИЭМ. 1976. – Вып. 9 (68).
17. *Коровин А.И.* Роль температуры в минеральном питании растений. – Л.: Гидрометеиздат, 1972. – 281 с.
18. *Лизгунова Т.В.* Капуста. М., «Колос», 1965.
19. *Артемьев А.С.* Капуста. Кишинев., Изд. «Картя Молдовэняскэ». 1972. – С. 329 – 342.

20. *Симонов А.С.* Водопотребление и полив овощных культур. Кишинев., Изд. «Картя Молдовеняскэ». 1972. – С. 83 – 91.
21. *Жигайло Е.Л.* Моделирование продукционного процесса капусты. Автореф. на соиск. уч. ст.. к.г.н. Одеса, 1994.
22. *Абрамов В.К.* Климат и культура огурца. – Л.: Гидрометеиздат, 1974. – 142 с.
23. *Абрамов В.К.* К вопросу о расчете продолжительности межфазных периодов растений по температуре воздуха. //Труды феносектора Геогр. об-ва СССР. 1966. Вып 4. - С. 15 – 30.
24. *Шульгин И.А.* Растение и солнце. – Л.: Гидрометеиздат, 1973. – 251 с.
25. *Побетова Т.А.* Повышение использования климатических ресурсов при выращивании теплолюбивых овощных культур. //Труды ГМЦ. 1975. Вып 140. – С. 82 – 96.
26. *Огурцы.* –М.: Сельхозиздат, 1963. – 207 с. (Ткаченко Н.Н., Чижів С.Т., Мещеров Э.Т., Ткачев Р.Я., Данилов В.П.).
27. *Балашов Н.Н., Земан Г.О.* Овощеводство. – Ташкент. Изд-во , Средняя и высшая школа”. 1961, – 400 с.
27. *Минина Е.Г* Смещение пола у растений под воздействием факторов внешней среды. – М.: Изд – во АН СССР, 1962. – 198 с.
29. *Сортное районирование овощных культур.* –М.: Сельхозиздат, 1971, – 302 с.
30. *Гельмут Ф.* Физиологические предпосылки дополнительного водоснабжения овощных культур. – М.: Изд – во „ Наука”. 1966. – 17 с.
31. *Куликова М.Ф.* Полив овощных культур. – М.: „Колос”. 1964. – 280 с.
32. *Абрамова Л.И.* Перец и баклажаны – важне овощные культуры //Земледелие и овощеводство Молдавии. – 1960, №1 . – 58 с.
33. *Алпатьяев С.М.* Возрастные изменения у растений и поливной режим //Биологические основы орошаемого земледелия. – М.: Наука, 1966. – С. 57 – 68.
34. *Артюгина З.Д.* Влияние длины дня на рост, развитие и урожайность сладкого перца. //Вестник с.х наук. – 1958, № 8. –С 138 – 140.
35. *Артюгина З.Д.* Формирование морфологических и генетических признаков у сладкого перца в зависимости от способов выращивания. //Тр. По прикладной ботанике, генетике, селекции. – 1965. – Т. 37. Вып. 2.
36. *Олейникова Т.В.* Требования перцев к световым и температурным условиям. //Доклады АН СССР. – 1961. – Т. 77. №5.
37. *Божко Л.Е.* Требования перца сладкого к температурным условиям //В сб. Метеорология, климатология и гидрология. – 1966. – Вып. 2. – С. 164 – 169.

38. *Божко Л.Е.* Влияние агрометеорологических условий на рост, развитие и формирование продуктивности сладкого перца на юге Украины и в Молдавии. Автореферат дисс. на соиск. степени к.г.н. – О.; 1989. – 22 с.
39. *Божко Л.Е.* Агрометеорологические условия и продуктивность овощных культур в Украине. //Украинский гидрометеорологический журнал. – О.: Тес. 2006, № 1. – С. 119 – 127.
40. *Божко Л.Е., Пыхтина М.А.* Влияние температуры воздуха на темпы развития баклажан и сладкого перца. //В сб. Метеорология, климатология и гидрология. – 1982. – Вып. 18. – С. 97 – 102.
41. *Божко Л.Ю., Сердюк В.И.* Теплообеспеченность вегетационного периода сладкого перца в южных областях Украины и в Молдавии. //В сб. Метеорология, климатология и гидрология. – 1983. – Вып. 19. – С. 92 – 96.
42. *Давитая Ф.Ф.* Исследование климатов винограда в СССР и обоснование их практического исследования. –Л.: Гидрометеиздат, 1952. – 302 с.
43. *Божко Л.Е., Пыхтина М.А.* К вопросу агроклиматического обоснования выращивания баклажан и сладкого перца. //В сб. Метеорология, климатология и гидрология. – 1989. – Вып. 25. – С. 103 – 108.
44. *Божко Л.Е.* Агрометеорологическое обоснование влагопотребности овощного перца. //В сб. Метеорология, климатология и гидрология. – 1979. – Вып. 15. – С. 85 – 89.
45. *Алпатыев А.М.* Влагообороты в природе и их преобразование. – Л.: Гидрометеиздат. 1969. – 322 с.
46. *Божко Л.Е.* Водопотребление овощного перца //Ж. «Картофель и овощи», №7, 1978. – С. 32.
47. *Вериго С.А., Разумова Л.А.* Почвенная влага и ее значение в сельскохозяйственном производстве. – Л.: Гидрометеиздат. 1982. – 164 с.
48. *Вериго С.А.* Прогноз изменения запасов влаги в почве по периодам вегетации. Руководство по составлению агрометеорологических прогнозов. – Л.: Гидрометеиздат, 1984. Т.1. – 301 с.
49. *Вериго С.А., Разумов Л.А.* Почвенная влага (применительно к запросам сельского хозяйства) –Л.: Гидрометеиздат, 1973. – 317 с.
50. *Краснянская В.П.* О прогнозе сроков созревания помидоров на юге Дальнего Востока. //Труды ДВНИИ. 1974. – Вып.48.
51. *Побетова Т.А.* Методика прогноза агрометеорологических условий произрастания помидоров. Сб. методических указаний по анализу и оценке сложившихся и ожидаемых агрометеорологических условий. – Л.: Гидрометеиздат, 1957.
52. *Ершова В.Л.* Возделывание томатов в открытом грунте. – Кишинев.: Изд. «Штиница». 1978. – 280 с.
53. *Брежнев Д.Д.* Томаты. –Л.: Изд. Колос. 1964. – 319 с.

54. Даскалов Х., Колев Н. Овощеводство. – София: Земиздат. 1958. – 519 с.
55. Кружилин А.С. Выращивание овощных культур и картофеля при орошении. – М.: Россельхозиздат, 1975. – 118 с.
56. Куперман Ф.М. Морфофизиология растений. – М.: Высшая школа, 1973. – 223 с.
57. Медведєва Г.С. Помідори. – Київ: „Урожай”, 1973. – 86 с.
58. Сказкин Ф.Д. Критический период у растений по отношению к недостатку воды в почве. – Л.: «Наука», 1971. – 56 с.
59. Божко Л.Е. Агрометеорологические условия и продуктивность овощных культур в Украине. //Український гідрометеорологічний журнал. 2006, №1. – С. 119 – 127.
60. Журбицкий З.И. Физиологические и агрохимические основы применения удобрений. – М.: Изд-во АН СССР, 1963.
61. Жученко А.А. Генетика томатов. – Кишинев: «Штиница», 1973.
62. Польовий А.М. Методи експериментальних досліджень в агрометеорології. – О.: 2003. – 240 с.
63. Манелля А.И., Френкель А.А. О прогнозировании урожая сельскохозяйственных культур по одномерному ряду //записки Ленинградского СХИ. – 1973. Том 207. – 53 с.
64. Пасов В.М. Изменчивость урожая основных яровых зерновых культур в различных климатических зонах //Метеорология и гидрология. 1973. №7. – С. 82 – 86.
65. Полевой А.Н. Прикладное моделирование и прогнозирование продуктивности посевов. – Л.: Гидрометеиздат, 1988. – 318 с.
66. Ефимова Н.А. Радиационные факторы продуктивности растительного покрова. – Л.: Гидрометеиздат, 1977. – 214 с.
67. Гойса Н.И. Радиационные факторы и продуктивность сельскохозяйственных культур. //Труды УкрНИГМИ, 1978. – Вып. 164. – С. 49 – 72.
68. Раунер Ю.Л. Тепловой баланс растительного покрова. – Л.: Гидрометеиздат, 1972. – 210 с.
69. Росс Ю.К. Радиационный режим и архитектура растительного покрова. – Л.: Гидрометеиздат, 1975. – 342 с.
70. Методика проведения комплексных полевых опытов для построения математических моделей агробиоценозов. – Новочеркасск, 1978. – 36 с.
71. Руководство по теплобалансовым наблюдениям. – Л.: Гидрометеиздат, 1977. – 146 с.
72. Будаговский А.И., Росс Ю.К, Тооминг Х.Г. Вертикальное распределение потоков длинноволновой радиации и радиационного баланса в растительном покрове. – В кн.: Актинометрия и оптика атмосферы. – Таллин.: Валгус, 1968. – С. 299 – 307.

73. Будаговский А.И., Росс Ю.К. Основы количественной теории фотосинтетической деятельности посевов. //В кн. Фотосинтезирующие системы высокой продуктивности. – М.: Наука, 1966. – С. 51 – 58.

74. Будаговский А.И., Ничипорович А.А., Росс Ю.К. Количественная теория фотосинтеза и ее использование для решения научных и прикладных задач физической географии. – Язв. АН СССР. Сер. геогр., 1964, № 6. – С. 13 – 27.

75. Ничипорович А.А. Фотосинтез и теория получения высоких урожаев. –М.: Изд-во АН СССР, 1956. – 95 с.

76. Ничипорович А.А., Строганова Л.Е., Чмора С.Н., Власова М.П. Фотосинтетическая деятельность растений в посевах. –М.: Изд-во АН СССР, 1961. – 135 с.

77. Ничипорович А.А. Потенциальная продуктивность растений и принципы оптимального ее использования. – Сельскохозяйственная биология, 1979, т.14, №6. – С. 683 – 694.

78. Ничипорович А.А. О путях повышения продуктивности фотосинтеза растений в посевах. //В кн.: Фотосинтез и вопросы продуктивности растений. – М.: Изд-во АН СССР, 1963. – С. 5 – 36.

79. Молдау Х. и др. Географическое распространение фотосинтетически активной радиации на территории Европейской части СССР. //Фотосинтез и вопросы продуктивности растений. – М.: Изд-во АН СССР, 1963. –С. 149 – 156.

80. Патрон П.И. Чистая продуктивность фотосинтеза некоторых овощных культур. //В кн. Материалы научной конференции факультета плодовоовощеводства и виноградарства.12-15 марта 1969. – Кишинев: СХИ, 1970. – С. 20 – 21.

81. Гойса Н.И. Распределение суммарной радиации по территории Украины и Молдавии. //Труды УкрНИГМИ. 1961. Вып 26. – С. 14 – 27.

82. Гойса Н.И., Перелет Н.А. Методические указания для расчета фотосинтетически активной радиации. – Киев: Изд-во Всесоюзного НИИ сахарной свеклы. 1977. – 26 с.

83. Гойса Н.И., Перелет Н.А. Обеспеченность сельскохозяйственных культур фотосинтетически активной радиацией на территории Украины. //Труды УкрНИГМИ, 1972. Вып. 115. – С. 3 – 11.

84. Гойса Н.И., Олейник Н.Р., Рогаченко А.Д. Гидрометеорологический режим и продуктивность орошаемой кукурузы. – Л.: Гидрометеиздат, 1983. – 230 с.

85. Рогаченко А.Д. Радиационные факторы и продуктивность фотосинтеза посевов в условиях орошения. //В кн.: Фотосинтез и использование солнечной энергии. – Л.: Наука, 1971. – С. 62 – 66.

86. Чирков Ю.И. Обеспеченность фотосинтетической деятельности посевов некоторых сельскохозяйственных культур ресурсами климата и

проблема прогноза урожая. //В кн.: Важнейшие проблемы фотосинтеза в растениеводстве. М.: Колос, 1970. – С. 108 – 127.

87. Тооминг Х.Г. Солнечная радиация и формирование урожая. –Л.: Гидрометеиздат, 1977. – 200 с.

88. Тооминг Х.Г., Гуляев Б.И. Методика измерения фотосинтетически активной радиации. – М.: Наука, 1968. – 143 с.

89. Тооминг Х.Г. Экологические принципы максимальной продуктивности посевов. – Л.: Гидрометеиздат, 1984. – 263 с.

90. Сивков С.И. Методы расчета характеристик солнечной радиации. – Л.: Гидрометеиздат, 1968. – 232 с.

91. Бойко А.П. Исследование гидрометеорологического режима среды обитания растений численными методами. – С.-П.: Гидрометеиздат, 1993. – 215 с.

92. Будыко М.И.и др. Влияние метеорологических факторов на фотосинтез. //В кн. Теоретические основы фотосинтетической продуктивности. – М.: Наука, 1972. – С. 424 – 436.

93. Сакали Л.И. Тепловой баланс Украины и Молдавии.-Л.: Гидрометеиздат, 1970. – 234 с.

94. Абашина Е.В. Определение пропускания и поглощения ФАР посевами сельскохозяйственных культур по данным измерений интегральной радиации. //Труды ИЭМ, 1972, вып. 28. – С. 136 – 141.

95. Алиев Д.А. Фотосинтетическая деятельность, минеральное питание и продуктивность растений. – Баку, 1974. – 213 с.

96. Буриков Е.А. Особенности радиационного режима растительного покрова в зависимости от его структуры. //В кн.: Актинометрия и оптика атмосферы. Таллин: Валгус, 1968. – С. 299 – 307.

97. Берлянд Т.Г. Распределение солнечной радиации на континентах. – Л.: Гидрометеиздат, 1961. – 230 с.

98. Ботнарь Л.С., Булгар Е.С. Изучение особенностей продуктивности фотосинтеза межсортовых гибридов томатов. //В кн. Физиология обмена веществ и продуктивность фотосинтеза. – Кишинев: Штиница. 1972. – С.89 – 103.

99. Брежнев А.И. Радиационный режим сельскохозяйственных посевов и имитационное моделирование процесса формирования урожая. //В кн. Теоретические основы и количественные методы программирования урожая. – Л.: 1979. – С. 14 – 23.

100. Гойса Н.И. Радіаційні чинники і продуктивність сільськогосподарських культур. //Праці УкрНІГМІ, 1978. – Вип. 164. – С. 49 – 72.

101. Божко Л.Е. Радиационные факторы и продуктивность овощных культур. //Український гідрометеорологічний журнал. – О.: 2007. – №2. – С. 105 – 119.

102. *Божко Л.Ю.* Вплив агрометеорологічних умов на фотосинтетичну продуктивність овочевих культур. //Вісник Одеського державного екологічного університету. 2007. – Вип.4. – С. 155 – 163.
103. *Росс Ю. К.* Система уравнений для количественного роста растений //Фитоактинометрические исследования растительного покрова. – Таллин: Валгус, 1968. – С. 64 – 89.
104. *Thornley I. H. M.* Mathematical models in plant physiology. A quantitative approach to problems in plant and crop physiology. – London – New York: A card Press, 1976. – 318 p.
105. *Сиптиц С. О., Федченко Д. К.* Динамическая модель формирования урожая капусты //Сибирский вестник с.-х. науки. – 1984. – №1.
106. *Белоногов А. Н.* Математическое моделирование продукционного процесса огурца в теплицах //Труды Уральского НИИ сельского хозяйства. – 1982. – Т. 33. – С. 15 – 27.
107. *Greenwood D. I., Wood I. M., Cleaver M. I.* A Dynamic Model for the Effects of Soil and Weather Conditions on Nitrogen Response //I. agric. Sci.: Cambridge, UK – 1974 – p. 455 – 467.
108. *Харчевская Н. Ф.* Расчёт урожаев томатов с помощью динамической модели “Погода – урожай” //Труды ВНИИСХМ. – 1986. – Вып. 21. – С. 48 – 53.
109. *Абашина Е. В., Сиротенко О. Д.* Прикладная динамическая модель формирования урожая для имитационных систем агрометеорологического обеспечения сельского хозяйства //Труды ВНИИСХМ. – 1986. – Вып. 21. – С. 13 – 33.
110. *Baker C. H., Horrocks R. D.* A computers simulation of corn grain production //Trans. ASAE. – 1973 – № 6. – p. 1027 – 1029.
111. *Полевой А. Н.* Теория и расчёт продуктивности сельскохозяйственных культур. – Л.: Гидрометеиздат, 1983. – 175 с.
112. *Monsi M., Saeki T.* Uber den Lichtfaktor den Pflanzengesellschaften und sein Bedeutung fur die stoffproduction //Jap. J. Botany. – 1953. – Vol. 14. – p. 22– 52.
113. *Бихеле И. Г., Молдау Х. А., Росс Ю. К.* Математическое моделирование транспирации и фотосинтеза растений при недостатке почвенной влаги. – Л.: Гидрометеиздат, 1980. – 223 с.
114. *Польовий А.М.* Моделювання гідрометеорологічного режиму та продуктивності агроєкосистем. – Київ, КНТ, 2007. – 344 с.
115. *Витченко А. Н.* Агроклиматическая оценка условий формирования урожая сельскохозяйственных культур //Актуальные проблемы общественных и естественных наук. – Минск: Изд-во Высшая школа, 1981. – С. 145 – 146.

116. *Польовий А.М.* Математичне моделювання вегетативного та репродуктивного розвитку сільськогосподарських культур. //Вісник ОДЕКУ, №5, 2008. – С. 91 – 99.
117. *Полуэктон Р.А., Пых Ю.А., Швытов И.А.* Динамические модели экологических систем. – Л.: Гидрометеиздат, 1986. – 151с.
118. *Полевой А.Н., Перстенева И.Ф.* Оценка агроклиматических ресурсов различных ландшафтов Молдавии применительно к возделыванию кукурузы. //В Ж. Метеорология и гидрология. 2001, № 6. – С. 107–116.
119. *Харченко С. И.* Гидрология орошаемых земель. – Л.: Гидрометеиздат, 1968. – 246 с.
120. *Образцов А. С., Цимбаленко И. М., Ким Н. А., Единбаев Д. В.* Математическая модель урожайности кукурузы и её использование в планировании кормопроизводства //Сельскохозяйственная биология. – 1983. №1. – С. 90 – 98.
121. *Каринг П. Х.* Агроклиматическая оценка и методы использования ресурсов и микроклимата в сельском хозяйстве: Автореф. докт. дисс... – Л.: АФИ. – 1991. – 64 с.
122. *Мищенко З. А., Ляхова С. В.* Пространственно-временная изменчивость урожаев ягод винограда в Причерноморье Украины //Метеорология, климатология и гидрология. – Одесса: Мидина, 1996. – Вып. 33. – С. 24 – 32.
123. *Польовий А.М., Божко Л.Ю., Ситов В.М., Ярмольська О.Є.* Практикум з сільськогосподарської метеорології. – Одеса, 2003.
124. *Вериге С. А.* Методика составления прогноза запасов продуктивной влаги в почве и оценка влагообеспеченности зерновых культур //Сборник методических указаний по анализу и оценке сложившихся и ожидаемых агрометеорологических условий. – Л.: Гидрометеиздат, 1957. – С. 143 – 165.
125. *Кулик М. С.* Оценка засушливых явлений //Сборник методических указаний по анализу и оценке сложившихся и ожидаемых агрометеорологических условий. – Л.: Гидрометеиздат, 1957. – С. 57 – 83.
126. *Конторщиков А. О.* Агрометеорологическая оценка условий формирования урожая сельскохозяйственных культур на примере яровой пшеницы //Труды ЦИП. – Вып. 53. – С. 82 – 95.
127. *Цубербиллер Е.А.* Суховеи, их агрометеорологическая сущность и пути борьбы с ними. – М.: Колос, 1966. – 110 с.
128. *Чирков Ю. И.* Агрометеорологические условия и продуктивность кукурузы. – Л.: Гидрометеиздат, 1969. – 251 с.
129. *Венцкевич Г. З.* Об использовании для оперативных целей метода балловой оценки суточного комплекса условий погоды и увлажнении почвы в отношении формирования урожая яровой пшеницы //Труды ЦИП. – 1959. – Вып. 88. – С. 28 – 37.

130. *Зубарев Н. А.* Методика оценки агрометеорологических условий формирования урожая сельскохозяйственных культур (путём оценки аномалий) //Труды ЦИП. – 1959. – Вып. 8. – С. 37 – 57.
131. *Гольцберг И. А.* Агроклиматическая характеристика заморозков в СССР и методы борьбы с ними. – Л.: Гидрометиздат, 1971. – 328 с.
132. *Шашко Д.И.* Агроклиматические ресурсы СССР. – Л.: Гидрометеиздат, 1985. – 247 с.
133. *Колосков П. И.* Климатический фактор сельского хозяйства и агроклиматическое районирование. – Л.: Гидрометиздат, 1971. – 328 с.
134. *Сапожникова С. А.* Опыт агроклиматического районирования территории СССР //Вопросы агроклиматического районирования СССР. – М.: Изд. МСХ СССР, 1958. – С. 14 – 37.
135. *Селянинов Г. Т.* Принципы агроклиматического районирования СССР /Вопросы агроклиматического районирования СССР. – М.: Изд. МСХ СССР, 1958. – С. 7.
136. *Константинов А. Р., Зоидзе Е. К., Смирнова С. И.* Почвенно-климатические ресурсы и размещение зерновых культур. – Л.: Гидрометиздат, 1981. – 278 с.
137. Агроклиматический атлас Мира / Под ред. И. А. Гольцберг. – М., Л.: ГУГКБ Гидрометеиздат, 1972. – 186 с.
138. Агроклиматический атлас Украинской ССР / Под ред. С. А. Сапожниковой. – Киев: Урожай, 1964. – 37 с.
139. *Дмитренко В. П., Вилькенс А. А., Перелёт Н. А., Чекина Т. А.* Учёт агро-климатических ресурсов при специализации сельскохозяйственного производства в Украине //Метеорология и гидрология. – 1980.– №2. – С. 97–103.
140. *Мищенко З. А.* Агро- и микроклиматические ресурсы и их учёт в адаптивном растениеводстве //Изв. АН Молд. ССР. Серия биолог. и химических наук. – 1986. – №1. – С. 16 – 29.
141. *Жуков В. А.* Моделирование, оценка и рациональное использование агроклиматических ресурсов России: Автореф. докт. дисс. – М.: Росгидрометиздат, 1998. – 54 с.
142. *Каринг П. Х.* Агроклиматический атлас многолетних трав Эстонской ССР, составленный с помощью ЭВМ. – Таллин: Валгус, 1980. – 46 с.
143. *Коне Баперма Гийом.* Оценка продуктивности посевов сорго в центральной части Сахельской зоны //Метеорология, климатология и гидрология. – Киев: Лыбидь. – 1996. – Вып. 33. – С. 32 – 34.
144. *Ацци Дж.* Сельскохозяйственная экология. – М.: Сельхозиздат, 1959.– 479 с.
145. *De Wit C. T.* Transpiration and crop yields – Verse Lrandbouw Onderz. (Agr. Res. Rep), 64.6. Cravenhage, 1958. – 88 p.

146. *De Wit C. T., Brouner R.* Production of photosynthetic systems. Models and methods. Trebon. Proc. IBR/PP, Techn. Meeting. – 1969.
147. *Hanks R. I.* Model for predicting plant yields as influenced by water use // *Agrom. J.* – 1974. – №65. – p. 660 – 665.
148. *Katerji Nader, Iihomme Jean – Paul* A simple modeling of crop water balance for agrometeorological applications // *Ecol. Modell.* – 1991. – №1 – 2. – p. 11 – 25.
149. *Жуков В. А.* Принципы оценки неблагоприятных погодных условий в системе “климат – урожай” с целью оптимизации размещения сельскохозяйственного производства // *Труды ВНИИСХМ.* – 1981. – Вып. 4. – С. 13 – 31.
150. *Жуков В. А., Горбачёв В. А.* О некоторых задачах агроклиматологии // *Труды ВНИИСХМ.* – 1981. – Вып. 4. – С. 3 – 12.
151. *Жуков В. А., Полевой А. Н., Витченко А. Н., Даниелов С. А.* Математические методы оценки агроклиматических ресурсов. – Л.: Гидрометеиздат, 1989. – 207 с.
152. *Божко Л.Е.* Оценка агроклиматических ресурсов возделывания овощных культур в Украине. // *Вісник Одеського державного екологічного університету.* 2006. – Вип. 3. – С. 86 – 95.
153. *Сапожникова С. А., Мель М. И., Смирнова В. И.* Агроклиматическая характеристика территории СССР применительно к культуре кукурузы // *Труды НИИАК.* – М., 1957. – Вып. 2. – С. 5 – 17.
154. *Селянинов Г. Т.* К вопросу о классификации сельскохозяйственных культур по климатическому признаку // *Труды по с. – х. метеорологии.* – 1930. – Вып. 21. – №2. – С. 130 – 174.
155. *Сапожников С.А., Бринкен Д.А.* Опыт интегральной сельскохозяйственной оценки климата территории социалистических стран Европы // *Агроклиматическое районирование пяти основных сельскохозяйственных культур на территории социалистических стран Европы.* – София: БАН, 1979. – С. 99 – 114.
156. *Будыко М. И.* Климат и жизнь. – Л.: Гидрометеиздат, 1971. – 472 с.
157. *Школьный Є.П., Лоева І.Д., Гончарова Л.Д.* Обробка та аналіз гідрометеорологічної інформації. – Одеса, 1999. – 578 с.
158. *Григорьев А. А., Будыко М. И.* Связь балансов тепла и влаги с интенсивностью географических процессов // *ДАН СССР.* – 1965. – Т. 132. – №1. – С. 165 – 168.
160. *Бердников С. В., Саранча Д. А., Белотелов Н. В.* Пространственно распределённая модель биосферы // *Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем.* – Л.: Гидрометеиздат, 1982. – С. 181 – 199.
161. *Базилевич Н. И., Дроздов А. В., Родин Л. Е.* Продуктивность растительного покрова земли, общие закономерности размещения и связь с

факторами климата //Журнал общей биологии. – 1989. – №3. – С. 261 – 271.

162. *Пегов С. А., Крутько В. Н., Мельникова Г. Л., Никитин Е. В.* Моделирование глобальных природных процессов //Вопросы географии. Моделирование экосистем. – М.: Мысль, 1986. – С. 41 – 46.

163. *Борисова О. А.* Агроклиматическое обоснование оптимизации размещения сельскохозяйственных культур на территории Северного Кавказа. //Дисс. на соиск. к.г.н. /ВНИИСХМ – Обнинск, 1987. – 220 с.

164. *Зоидзе Е. К.* О концепции сельскохозяйственной бонитировки климата в России // Труды ВНИИСХМ. – 1994. – Вып. 30. – С. 45 – 59.

165. *Зоидзе Е. К., Мамедов В. З.* Опыт использования агрометеорологической (агроклиматической) информации при решении некоторых экономических задач в сельском хозяйстве //Труды ВНИИСХМ. – 1989. – Вып. 24. – С. 18–29.

166. *Cillory J. F., Dyer T. G. J.* Interaction between moisture deficits, maize yield and subtropical high pressure belt over south Africa. – Crop Pred., 1980. – V. 9. – p. 83 – 87.

167. *Feddes R. A. et al.* Simulation of field water use and crop yield. – Simulation Monographs, Pudon, Wageningen, 1978. – 189 p.

168. *Horie T.* Early prediction of corn yields from daily weather data and single predetermined seasonal constraints //Agricultural meteorology. – Amsterdam, Netherlands, 1982. – V. 27. – №27. – №3 – 4. – p. 191 – 207.

169. Антропогенные изменения климата. //Под ред. М. И. Будыко и Ю.А. Израэля/. – Л., Гидрометеиздат, 1987. – 406 с.

170. *Бобылев С.Н.* Воздействие изменения климата на сельское хозяйство и водные ресурсы России. М.: Фонд «Защиты природы». – 2003. – 35 с.

171. *Жуков В.А., Святкина О.А.* Стохастическое моделирование и прогноз агроклиматических ресурсов при адаптации сельского хозяйства к региональным изменениям климата на территории России. //Метеорологи и гидрология. – 2000. – № 1. – 100–109.

172. *Будыко М.И.* Изменения климата.– Л.: Гидрометеиздат, 1974. – 280 с.

173. Изменение климата. Заявление о современном состоянии знаний и приоритетных направлениях исследований ВПИК //Бюлл. ВМО, 1990-39. № 1. С. 51–57.

174. *Израэль Ю.А., Антохин Ю.А.* и др. Последствия изменения климата для России //В сб.: Состояние и комплексный мониторинг природной среды и климата. Пределы изменений.– М.: Наука, 2001. – С. 40 – 64.

175. *Логинов В.Ф.* Причины и следствия климатических изменений. – Минск: Навука і тэхніка, 1992. – 320 с.

176. *Тарко А.М.* Антропогенные изменения глобальных биосферных процессов. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2005. – 231 с.
177. *Френкель А. А.* Математические методы анализа динамики и прогнозирования производительности труда. – М.: Экономика, 1972. – 189 с.
178. *Кобак К.И., Кондрашева Н.Ю.* Глобальное потепление и природные зоны. //Метеорология и гидрология. – 1992.– №8.– С. 91 – 98.
179. Проблеми і стратегія виконання Україною Рамкової Конвенції ООН про зміну клімату. /Шевчук В.Я., Трофимова І.В., Трофимчук О.М. та інші/. – Київ, 2001. – 96 с.
180. *Сиротенко О. Д., Абашина Е. В.* Влияние глобального потепления на агроклиматические ресурсы и продуктивность сельского хозяйства России. //Метеорология и гидрология, 1994, № 4. – С. 101 – 112.
181. *Сиротенко О. Д., Величко А. А., Долгий-Трач В. А., Климанов В. А.* Глобальное потепление и будущие агроклиматические ресурсы Русской равнины. — Природа, 1991, № 3, – С. 83 – 88.
182. *Сиротенко О. Д., Абашина Е. В., Павлова В. Н.* Чувствительность сельского хозяйства России к изменениям климата, химического состава атмосферы и плодородия почв. – Метеорология и гидрология, 1995, № 4. – С. 107 – 114.
183. *Сиротенко О. Д., Абашина Е. В.* Агроклиматические ресурсы и физико- географическая зональность территории России при глобальном потеплении. — Метеорология и гидрология. – 1998. – № 3. – С. 94 – 102.
184. *Польовий А.М., Кульбіда М.І., Адаменко Т.І., Трофімова І.В.* Моделювання впливу змін клімату на агрокліматичні умови вирощування та фотосинтетичну продуктивність озимої пшениці в Україні. //Український гідрометеорологічний журнал. –О. 2007, №2. – С. 76 – 92.
185. *Полевой А.Н., Кульбида Н.И.* Моделирование формирования урожая озимой пшеницы в период весенне-летней вегетации в Украине. //Метеорологія, кліматологія і гідрологія. – Одеса: 2001. – Вип. 43. – С. 127 – 135.
186. *Сиротенко О.Д., Павлова В. Н.* Стохастическая модель климата для расчета продуктивности агроэкосистем. — Метеорология и гидрология, 1988, № 7. – С. 105 – 114.
187. *Сиротенко О.Д.* Будущее сельского хозяйства России в связи с ожидаемыми изменениями климата. //В сб.: Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем. – 2000.– Т. XVII.– С. 258 – 274.
188. Україна та глобальний парниковий ефект. Книга 2. Вразливість і адаптація екологічних та економічних систем до зміни клімату. /За редакцією В.В.Васильченка, М.В.Рапцуна, І.В.Трофимової/. – Київ, 1998. – 208 с.

189. Aggarwal, P.K. and Sinha, S.K. Effect of probable increase in carbon dioxide and temperature on wheat yields in India. *J. Agr. Met.*, Vol. 48, No.5, 1993, p. 811 – 814.
190. Bachelet, D. et al. Climate Change in Thailand and its potential impact on rice yield. *Climatic Change*. Vol. 21, No.4, 1992, p. 347 – 366.
191. Buendia, L. et al. Implication of Climate Change in the Philippine Agriculture. *J. Agr. Met.* Vol. 48, No.5, p. 611 – 616.
192. Butterfield, R.E. and Morison, J.I. Modelling the impact of climatic warming on winter cereal development. *Agr. And Forest Meteorol.* – 1992 Vol. 12. No. 3 – 4, p. 241 – 261.
193. Farter, T. The greenhouse effect and Finish agriculture. *Maataloushaallinuon aikak* – 1992 22, No.1, p. 31 – 57.
194. Cherhilfewski, F.M., and Lieth. Der Einflub von Klimaschwankungen auf die Kornertrage des Winterroggen in Halle von 1901 bis 1980. *Wiss. Z. Humboldt – Univ. Berlin. R. Math. Naturwiss.* 1992. Vo. 41. No.2, p. 55 – 67.
195. Chou, T.–Y. and Ritchie, J.T. Impact of global climate change on the maize production in US Amer. Soc. Agron. Annu. Meet., 1991 – Madison, 1991, 15 p.
196. Climate Change due to Greenhouse Effect and its implications for China. Published by WWF-World Fund for Nature (formerly World Wildlife Fund), 1992, 57 p.
197. Climate Change. Impacts, Adaptations and Mitigation of Climate Change: Scientific-Technical Analyses. – Contribution of WCII to the Second Assessment Report of the IPCC. 1995. – Cambridge University Press, 876 p.
198. Climate change and its impacts in Mongolia. Ulaanbaatar, 2000. – 227 p.
199. Hackel, H. and Welb, S. Ergebnisse erster Testrechnungen uber die Auswirkungen von Klimaanderungen auf das Ertragsverhalten landwirtschaftlicher Nutzpflanzen. *Bayer. Landwirt. Jahrb.* – 1990. Vol. 67, Sonderh. No.1, p. 191 – 199.
200. Izrael, Yu. A. Potential impacts of climate change. Report from Working Group II to IPCC. IPCC, June 1990, 250 p.
201. Jones, J.A., Rosenzweig, C., Curry, B., Chou, T.–Y. and Ritchie, J.T. A comparison of simulated wheater, corn and soybean response of predicted climate change in the US, Amer. Soc. Agron. Annu. Meet., 1991 – Madison, 1991, 20 p.

Зміст	Стр.
Передмова	3
1. Біологічні особливості овочевих культур	6
1.1. Господарське значення та розповсюдження	6
1.2 Баклажани.....	7
1.2.1 Вимоги баклажанів до навколишнього середовища.....	7
1.3 Капуста	15
1.4 Огірки.....	26
1.4.1 Вимоги огірків до факторів навколишнього середовища ...	28
1.5 Солодкий перець	42
1.5.1 Вимоги солодкого перцю до факторів навколишнього середовища.....	44
1.6 Томати.....	70
1.6.1 Вимоги томатів до факторів навколишнього середовища.....	75
2. Агрометеорологічні умови формування продуктивності овочевих культур.....	85
2.1 Коливання врожайності овочевих культур	85
2.2 Вплив агрометеорологічних умов на продуктивність овочевих культур.....	91
2.2.1 Баклажани.....	91
2.2.2 Капуста.....	95
2.2.3 Огірки.....	101
2.2.4 Солодкий перець.....	109
2.2.5 Томати.....	118
3. Вплив агрометеорологічних умов на фотосинтетичну продуктивність овочевих культур.....	125
3.1 Радіаційний режим і радіаційні характеристики посівів овочевих культур.....	125
3.2 Вплив агрометеорологічних умов на фотосинтетичну продуктивність овочевих культур	143
3.3 Вплив зрошення на гідрометеорологічний режим овочевих культур.....	154
4. Моделювання оцінки агрокліматичних ресурсів формування врожаю різних овочевих культур.....	162
4.1 Сучасний стан моделювання формування врожаю овочевих культур.....	162
4.2 Ідентифікація параметрів та перевірка адекватності моделі.....	175
4.3 Модель оцінки агрокліматичних ресурсів формування . врожайв.....	179
4.3.1 Загальна характеристика моделі.....	179

4.3.2 Блок вхідної інформації	180
4.3.3 Блок показників сонячної радіації і волого – температурного режиму.....	182
4.3.4 Блок функцій впливу фази розвитку і метеорологічних чинників на продуктивний процес рослин.....	183
4.3.5 Блок родючості ґрунту і забезпеченості рослин мінеральним живленням	185
4.3.6 Блок агроекологічних категорій врожайності	188
4.3.7 Блок узагальнених оцінкових характеристик	192
5. Агрокліматичні умови формування продуктивності овочевих культур в Україні.....	195
5.1 Загальні підходи до оцінки клімату	196
5.1.1 Оцінка агрокліматичних ресурсів за допомогою фізико-статистичних моделей	197
5.1.2 Застосування моделей продуктивності для оцінки агрокліматичних ресурсів.....	199
5.1.3 Вплив агрокліматичних умов на динаміку приростів агроекологічних категорій врожайності	201
5.2 Баклажани.....	204
5.3 Капуста.....	212
5.4 Огірки.....	225
5.5 Агрокліматичні умови вирощування солодкого перцю в Україні	236
5.6 Томати	245
6. Комплексна оцінка агрокліматичних умов вегетації овочевих культур та оцінка продуктивності агрокліматичних ресурсів території України	255
6.1 Комплексна оцінка агрокліматичних умов вегетації овочевих культур	255
6.2 Агрокліматичне районування вирощування овочевих культур в Україні.....	288
7. Антропогенні зміни клімату та їхній вплив на виробництво овочів в Україні	300
7.1 Значення клімату в господарській діяльності людини.....	300
7.2 Вплив господарської діяльності людини на зміни клімату	302
7.3 Сценарії можливих змін клімату	304
7.4. Вплив можливих змін клімату на сільськогосподарське виробництво	307
7.5 Сценарії змін клімату в Україні.....	309
7.6 Оцінка зміни агрокліматичних умов росту, розвитку та формування врожаїв овочевих культур в Україні	312
Висновки	348
Література	351

Наукове видання

Божко Людмила Юхимівна

**КЛІМАТ І ПРОДУКТИВНІСТЬ ОВОЧЕВИХ
КУЛЬТУР В УКРАЇНІ**

Монографія

Надруковано в авторській редакції

Підп. до друку 30. 07. 2010. Формат 60x84 /16
Гарнітура —. Друк офсетний. Умовн. друк. арк. 21.39. Тираж 100. Вид. № 18. Зам. № 161

Одеський державний екологічний університет
65016, Одеса, вул. Львівська, 15

Надруковано з готового оригінал-макета

Видавництво: друкарня «Екологія»

Божко Л. Ю.

- Б 76** Клімат і продуктивність овочевих культур в Україні : монографія / Л.Ю. Божко. – Одеса : Екологія, 2010. – 368 с.

The monograph covers the results of the research into the influence of agrometeorological conditions on development rates and productivity of the most widespread vegetable crops. Quantitative estimates of radiation in vegetable crop areas and agroclimate conditions for formation of yields of various categories are obtained. Agroclimate zoning of the territory of Ukraine for growing aubergines, sweet bell red pepper, tomatoes, cabbage and cucumbers is performed. The probable changes in agroclimate conditions for growing vegetable crops under the climate change are given estimation.

The publication is prepared within the framework of 159173-TEMPUS-1-2009-1-DE-TEMPUS-JPCR 'EU Based Course in Foodstuff Expertise and Quality Control' project and is intended for agricultural workers, agrometeorologists, students of agrometeorological and agroecological directions and the students of agricultural higher educational establishments.

This project has been funded with support from the European Commission. This publication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

УДК 635 : 551.582
ББК 40.2