

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет магістерської та
аспірантської підготовки
Кафедра агрометеорології та
агроекології

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему: **Вплив агрометеорологічних умов на формування
врожайності картоплі в Полтавській області**

Виконала студентка 2 курсу групи МНЗ-2а
Спеціальності 103 «Науки про Землю»,

(шифр і назва)

Освітня програма Агрометеорологія

(назва)

Волкова Анастасія Степанівна

(прізвище, ім'я, по батькові студента)

Керівник к.геогр.н., доцент

Свидерська Світлана Михайлівна

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

Консультант -

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

Рецензент к. геогр. н., доцент

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

Бояринцев Євгеній Львович

Одеса 2018 р.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

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

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

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

Волковій Анастасії Степанівні

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Вплив агрометеорологічних умов на формування врожайності картоплі в Полтавській області

керівник роботи Свидерська Світлана Михайлівна, к.геогр.н., доцент,
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

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

2. Строк подання студентом роботи 10 грудня 2018 року

3. Вихідні дані до роботи: 1. Агрокліматичні дані по Полтавській області за 1986-2005 рр.;

2. Метеорологічні дані спостережень мережі станцій Полтавської області в посушливі та вологі роки;

3. Програма динамічної моделі формування урожайності сільськогосподарських культур

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): 1) Вивчити фізико-географічні умови Полтавської області; 2) Описати агрокліматичні умови вегетації культури картоплі; 3) Описати біологічні особливості картоплі та її основні сорти; 4) Описати динамічну модель формування урожайності; 5) Оцінити зміну фотосинтетичної продуктивності картоплі при середньобогаторічних умовах та в умовах посушливих і вологих років

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

1. Графіки динаміки площі листя, чистої продуктивності фотосинтезу, приростів рослинної маси, загальної біомаси та маси бульб.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада Консультанта	Підпис, дата	
		Завдання видав	завдання прийняв
	Немає		

7. Дата видачі завдання 29 жовтня 2018 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів магістерської кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Оцінка виконання етапу	
			у %	за 4-х бальною шкалою
1	Отримання завдання. Огляд літературних джерел. Збір даних для виконання роботи.	29.10.2018 р.- 1.11.2018 р.	89	4 (добре)
2	Вивчити фізико-географічні умови Полтавської області. Ознайомлення з об'єктом дослідження, написання вступу та першого розділу.	2.11.2018 р. - 7.11.2018 р.	90	5 (відмінно)
3	Описати біологічні особливості картоплі та основні сорти картоплі.	8.11.2018 р.- 11.11.2018 р.	90	5 (відмінно)
4	Описати динамічну модель формування урожайності	12.11.2018 р.- 18.11.2018 р.	91	5 (відмінно)
	Рубіжна атестація	19.11.2018 р. - 24.11.2018 р.	90	5 (відмінно)
5	Оцінити зміну фотосинтетичної продуктивності картоплі в різних агрометеорологічних умовах. Написання третього розділу роботи.	25.11.2018 р. - 30.11.2018 р.	90	5 (відмінно)
6	Написання четвертого розділу роботи. Опис отриманих результатів	1.12.2018 р.- 6.12.2018 р.	90	5 (відмінно)
7	Підготовка паперової версії магістерської кваліфікаційної роботи.	7.12.2018 р. - 10.12.2018 р.	90	5 (відмінно)
8	Узагальнення отриманих результатів. Оформлення остаточної електронної версії роботи та передача її на процедуру встановлення ступеня оригінальності, відсутності ознак плагіату та складення протоколу і висновку керівника.	13.12.2018 р.	90	5 (відмінно)
9	Підготовка презентаційного матеріалу до публічного захисту	-		
	Інтегральна оцінка виконання етапів календарного плану (як середня по етапам)	-	90,0	

Студентка _____ Волкова А.С.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____ Свидерська С.М.
(підпис) (прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Волкова А.С. «Вплив агрометеорологічних умов на формування врожайності картоплі в Полтавській області»

Актуальність теми зумовлена тим, що культура картоплі є важливою продовольчою культурою, вона вважається «другим хлібом». Картопля має значення і як технічна культура. Вона використовується на виробництво крохмалю, декстрину, патоки, глюкози, спирту. Висока екологічна пластичність сприяє широкому поширенню цієї культури в Україні, але основні посіви сконцентровані в Лісостеповій та Поліській зонах. В умовах зміни клімату проблема розміщення посадок картоплі з врахуванням умов вирощування набуває особливого значення.

Метою дослідження є моделювання впливу різних агрометеорологічних умов на формування урожайності картоплі у Полтавській області.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішувались наступні завдання:

1. Вивчити фізико-географічні умови Полтавської області;
2. Описати агрокліматичні умови вегетації с.-х. культур;
3. Описати біологічні особливості картоплі по відношенню до факторів довкілля, та основних шкідників цієї культури;
4. Описати динамічні моделі формування урожайності картоплі;
5. Оцінити зміну фотосинтетичної продуктивності картоплі при середніх багаторічних умовах та в посушливих і вологих умовах.

Об'єкт дослідження - агрометеорологічні умови формування урожайності картоплі.

Предмет дослідження - оцінка впливу агрометеорологічних на урожайність картоплі в Полтавській області.

Методи дослідження - метод математичного моделювання продукційного процесу рослин.

Обсяг роботи - 61 сторінка, 11 графіків, 4 таблиць. Магістерська робота містить 6 основних розділів, висновки, список використаної літератури, 5 додатків.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: погодні умови, картопля, шкідники, урожай, агрометеорологічні умови, фотосинтетична продуктивність, базова модель, бульби.

SUMMARY

Volkova A.S. "Influence of agricultural meteorology terms on forming of the productivity of potato in the Poltava region"

Actuality of theme is predefined by that a culture of potato is an important food culture, she is by the "second bread". A potato matters and as an industrial crop. She is used on the production of starch, dextrin, treacle, glucose, alcohol. High ecological plasticity assists wide distribution of this culture in Ukraine, but the basic sowing is concentrated in the Forest-steppe and Polesye areas. In the conditions of change of climate the problem of placing of landings of potato taking into account the terms of growing takes on the special significance.

A research *purpose* is a design of influence of different agricultural meteorology terms on forming of the productivity of potato in the Poltava region

For achievement of the put purpose it is necessary next tasks decided:

1. To learn the geografical terms of the Poltava region;
2. To describe the agroclimatic terms of vegetation of agricultures;
3. To describe the biological features of potato in relation to the factors of environment, pests of this culture;
4. To describe dynamic models of forming of the productivity of potato;
5. To estimate the change of the photosynthetic productivity of potato at middle climatic and in droughty and moist terms.

A *research object* is agricultural meteorology terms of forming of the productivity of potato.

The article of research is an estimation of influence of agricultural meteorology on the productivity of potato in the Poltava region.

Research methods are a method of mathematical design of production process of plants.

Volume of work – 61 pages, 11 charts, 4 tables. Master's degree work contains 6 basic divisions, conclusion, list of the used literature, 5 annex.

KEY WORDS: weather terms, potato, pests, harvest, agrometerological terms, photosynthetic productivity, base model, tubers.

ЗМІСТ

ВСТУП.....		6
1	ФІЗИКО-ГЕОГРАФІЧНИЙ ОПИС І АГРОКЛІМАТИЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ПОЛТАВСЬКОЇ ОБЛАСТІ.....	8
	1.1 Загальна фізико-географічна характеристика Полтавської області.....	8
	1.2 Кліматична характеристика Полтавської області.....	9
	1.3 Характеристика ґрунтових умов Полтавської області.....	10
2	БІОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ КАРТОПЛІ.....	13
	2.1 Шкідники культури картоплі.....	16
3	АГРОТЕХНІКА КУЛЬТУРИ КАРТОПЛІ.....	19
4	ДИНАМІЧНА МОДЕЛЬ ФОРМУВАННЯ УРОЖАЮ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР.....	22
5	ОЦІНКА ДИНАМІКИ СЕРЕДНЬООБЛАСНОЇ УРОЖАЙНОСТІ ОЗИМОЇ ПШЕНИЦІ У ПОЛТАВСЬКІЙ ОБЛАСТІ.....	28
6	ВПЛИВ АГРОМЕТЕОРОЛОГІЧНИХ УМОВ РІЗНИХ ЗА ЗВОЛОЖЕННЯМ РОКИ НА ФОРМУВАННЯ УРОЖАЮ КАРТОПЛІ У ПОЛТАВСЬКІЙ ОБЛАСТІ.....	34
	6.1 Агromетeорoлoгiчнi умoви фoрмyвaння ypoжaю кaртoплi в рiзнi за yмoвaми звoлoжeння рoки в Пoлтaвськiй oблaстi....	34
	6.2 Фотосинтетична продуктивність культури картоплі в різні за умовами зволоження роки.....	37
ВИСНОВКИ.....		42
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....		44
ДОДАТКИ.....		46
Додаток А	Базова динамічна модель формування урожаю сільськогосподарських культур.....	47
Додаток Б	Розрахунок тенденції урожайності картоплі у Полтавській області (1999–2017 рр.).....	55
Додаток В	Розрахунок урожайності картоплі у Полтавській області (середні багаторічні дані).....	56
Додаток Г	Розрахунок урожайності картоплі у Полтавській області (посушливий рік).....	58
Додаток Д	Розрахунок урожайності картоплі у Полтавській області (вологий рік).....	60

ВСТУП

Картопля – широко поширена сільськогосподарська культура. У світовому виробництві продукції рослинництва вона займає одне з перших місць разом з рисом, пшеницею, кукурудзою [5].

Різноманітне використання картоплі обумовлене його цінними властивостями. Бульби містять білок високої якості, вітаміни та інші речовини, що робить його дуже важливим продуктом харчування людини [5].

Велика цінність картоплі і як джерела вітаміну С і вітамінів групи В (В4, В2, В6). Крім того, в ньому знаходяться каротиноїди і вітаміни РР і К. В 250-300 г вареної картоплі міститься близько 30-50% добової потреби людини у вітаміні С, особливо багаті ним молоді бульби. Усе це, а також високі смакові якості визначають велике значення картоплі як продукту харчування, і його по праву називають "другим хлібом". У європейській кухні відомо більше ста блюд з картоплі. Приготована в різноманітних видах, картопля ніколи не набридає, навіть якщо вживається щодня. Велике значення має розширення виробництва різноманітних продуктів з картоплі – крохмалю, смаженого, хрусткого, саго, картопляної крупи та ін. [5, 7]/

Картопля являється хорошим кормом для худоби. По перетравленні органічної речовини (83-97 %) вона, як і коренеплоди, стоїть на першому місці серед усіх рослинних кормів. З одиниці площі навіть при середніх урожаях картопля і коренеплоди дають більше поживних речовин, чим трави і зернові (окрім кукурудзи). Кормова цінність її характеризується наступними середніми показниками: 1 кг бульб містить 16 г перетравного протеїну і прирівнюється до 0,3 кормової одиниці. На корм може бути використане і картоплиння (у зеленому виді, висушена або засилосована). Вона містить більше білку, ніж бульби (в середньому 3,1 %); 1 кг картоплиння оцінюється в 0,12 кормової одиниці і містить 20 г перетравного протеїну, 3,3 г кальцію і 0,7 г фосфору. По кількості кормових одиниць

картоплиння майже не уступає кормовому буряку, а за вмістом протеїну значно перевищує: на 1 кормову одиницю в ній доводиться 167 г перетравного протеїну [5, 7].

Бульби картоплі – сировина для промислового виробництва цінних продуктів. Із 1 т картоплі крохмалистістю 17,6 % можна отримати 112 л спирту, 55 кг рідкої вуглекислоти, 0,39 л сивушного масла і 1500 л барди, або 170 кг крохмалю і 1000 кг мезги, або 80 кг глюкози та ін. [5, 7]

Спирт з картоплі є досі незамінним у фармацевтичній, парфумерній і лікєро-горілчаній галузях промисловості. Картопляний крохмаль потрібний в кондитерській і текстильній галузях. Переробка картоплі в харчові продукти і напівфабрикати відкриває нові великі можливості для їх використання.

В порівнянні з іншими культурами картопля має переваги в агроекономічному відношенні. Вона хороший попередник для багатьох сільськогосподарських культур, ефективна культура зайнятої пари, відмічається чуйністю на добрива і меліорацію, можливі її повторні посадки і навіть монокультура. Висока продуктивність, широке розповсюдження та екологічна пластичність картоплі підвищують її значення як страхової культури [7].

У нашій країні картоплярство – крупна галузь сільського господарства. Успішний розвиток картоплярства можливе за умови застосування в виробництві досягнень сільськогосподарської науки, всебічному обліку впливу чинників навколишнього середовища на продуктивність цієї культури, особливо це важливо в умовах зміни клімату [7].

У даній магістерській роботі розглядаються як теоретичні, так і практичні аспекти моделювання впливу середньо багаторічних (кліматичних), посушливих і вологих умов на формування урожайності картоплі в Полтавській області.

Виходячи з цього, головною метою даної роботи, є моделювання впливу різних агрометеорологічних умов на формування урожайності картоплі в Полтавській області.

1 ФІЗИКО-ГЕОГРАФІЧНИЙ ОПИС І АГРОКЛІМАТИЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ПОЛТАВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

1.1 Загальна фізико-географічна характеристика Полтавської області

Полтавська область розташована в зоні лісостепу між $48^{\circ}45'$ і $50^{\circ}30'$ с. ш. $32^{\circ}05'$ і $35^{\circ}30'$ ст. д. і займає площу 28,9 тис. км² [1]. Вона межує на заході з Київською і Черкаською областями, на півночі з Чернігівською і Сумською, на заході – з Харківською, а на півдні – з Дніпровською і Кропивницькою областями.

По своєму рельєфу територія області представляє рівнину. На північному сході вона служить продовженням південно-західного схилу Середньо-руської височини, поступово опускаючись до р. Дніпро. Останнє підтверджується напрямом усіх великих лівобережних приток Дніпра: Псел, Сула і Ворскла, які ріжуть область з північного заходу на південний захід і південь, які утворюють широкі лугові заплави з множиною рукавів, стариць, озер і торф'яних боліт [1].

При загальній рівнинності рельєфу в північно-східній частині області зустрічаються невеликі височини до 170-190 м, а на південному заході до 60-100 м над рівнем моря, де знаходиться Придніпровська низовина. Місцями, особливо на правих берегах річок, територія області порізана ярами різних розмірів, балками і блюдцеобразними поглибленнями [1].

Рельєф має велике значення. На розчленованому рельєфі опади швидко стікають без користі для рослин. Розчленований рельєф сприяє ерозійним процесам, які спричиняють за собою замулювання річок, змив родючого ґрунтового покриву і загальне зменшення орної площі. Обробка ґрунту на схилах пов'язана з підвищеними витратами тягової сили.

Річки використовуються для побутового, залізничного і промислового водопостачання, а останніми роками – для сільських гідроелектростанцій [1].

У області налічується до 400 заплавних озер загальною площею більше 1000 га. Значне поширення отримали штучні озера (водосховища) і ставки, яких в області є до 1000 із загальною площею більше 4500 га.

Штучні водойми мають велике господарське значення. Вони використовуються для гідроенергетики, зрошування, риборозведення і водопостачання. Великі зміни в режимі річок області стануться при будівництві Кременчуцької ГЕС. Нове водосховище займе частину території області. В результаті цього зміняться довжина річок, площі їх басейнів, падіння і ухили, а також режим гирлових ділянок [1].

Фізико-географічні особливості області і адміністративних районів показані на фізичній карті (рис 1.1).

1.2 Кліматична характеристика Полтавської області

Клімат області помірно-континентальний з переважанням на північному заході вологих вітрів західного напрямку. Сухі вітри східного напрямку переважають на південному сході. Різниця температур між східною і західною частинами області досягає 2 °С [1].

Середньорічна сума опадів в Полтаві 490 мм, на південному сході області їх дещо менше, а на північному заході більше (1 мм шару води відповідає 1 л на м² або 10 т на га). Такої кількості опадів було б досить для хорошого забезпечення сільськогосподарських культур, але розподіл їх по території і в часі нерівномірне [1].

До несприятливих для сільського господарства кліматичних умов, що гальмують повне використання природної родючості чорноземних ґрунтів, слід віднести:

- а) малосніжні зими з відлигою і подальшим утворенням крижаної кірки, що спричиняє за собою загибель озимини;
- б) нерівномірний розподіл опадів впродовж теплої частини року при достатній їхній річній кількості;

- в) рясні зливові дощі, особливо в період збирання зернових культур;
- г) пізні весняні заморозки в період цвітіння садів, після сходів теплолюбних культур і розсади;
- д) суховійні явища в південно-східній частині області.

Із сказаного виходить, що клімат області сприяє розвитку сільськогосподарського виробництва. Тому уміле використання цих особливостей клімату, а також послаблення його шкідливих проявів є складовою частиною заходів, спрямованих на підвищення врожайності [1].

1.3 Характеристика ґрунтових умов Полтавської області

Ґрунти області дуже різноманітні по своєму походженню, механічному складу і родючості. Більшу частину території області (до 70%) займають потужні, мало- і середньо-гумусні чорноземи. Східна частина області, на межі з Харківською областю, зайнята звичайними середньогумусними чорноземами і перехідними до потужних [1].

Характеристика ґрунтового покриву області виконана по природно-кліматичних зонах, на яких обґрунтовано сортове районування зернових і технічних культур для сільськогосподарського виробництва. Таких зон встановлено чотири: західна лісостепова, східна лісостепова, перехідна південна і південно-західна на солонцюватих ґрунтах.

I. Західна лісостепова зона. У цю зону входять райони: Гребінківський, Лазорківський, Лохвицький, Лубенський, Оржицький, Пирятинський, Сенчанський і Чернухінський. Основний тип ґрунтів цієї зони – чорноземи потужні, малогумусні, легкосуглинкові. Меншу площу займають чорноземи потужні, малогумусні вилужені.

У районі Лохвиці, Лубен і на північному сході від них невелику територію займають опідзолені (лісові) світло сірі, сірі і темно-сірі ґрунти, а також опідзолені чорноземи. У долинах р. Сули і її приток (Удай) ґрунтовий покрив складається з дерново-глеєвих (лугових) і торф'яних ґрунтів. Рідше

зустрічаються лугові содові солончаки в комплексі з чорноземно-луговими солонцюватими ґрунтами і плямами кіркових солонців [1].

II. Східна лісостепова зона. У цю зону входять райони Велико-Багачанський, Гадяцький, Гоголівський, Диканьський, Зеньковський, Петровсько-Роменський, Покровсько-Багачанський, Комишнянський, Полтавський, Решетилівський, Миргородський, Хорольський, Чутовський (північно-західна частина), Опошнянський і Котелевський. Ґрунтовий покрив цієї зони складається з потужних малогумусних чорноземів, що займають три чверті усієї площі. Навколо Полтави і Гадяча, на підвищених гребеневидних вододілах, значну площу займають сірі і лісові темно-сірі ґрунти. На менших площах вони зустрічаються також в Диканьському і Зеньковському районах [1].

Опідзолені чорноземи у вигляді окремих плям, іноді досить значних, зустрічаються по усій зоні, особливо в Хорольському, Опошнянському і Диканьському районах.

Східні райони – Чутовський, Котелевський мають переважно потужні середньогумусні чорноземи. Долини рір Псел і Ворскла покриті дерново-слабопідзолистими супіщаними ґрунтами в комплексі з дерново-глеєвими і чорноземно-луговими ґрунтами.

III. Перехідна зона. У перехідну зону входять райони Карловський, Кишеньковський, Кобелякський, Козельщинський, Кременчуцький, Машевський, Нехворощанський, Ново-Сенжарський і Чутовський (південно-східна частина).

Переважаючий ґрунтовий покрив на півдні перехідної зони складається з потужних мало-гумусних чорноземів, на сході – з чорноземів звичайних, середньогумусних, перехідних до потужних. Значну частину річкових терас займають чорноземно-лугові солонцюваті ґрунти [1].

IV. Південно-західна зона на солонцюватих ґрунтах. Ця зона складається з районів Велико-Кринківського, Глобинського, Градижського, Оболонського і Семеновського. Центральна частина цієї зони покрита

потужними малогумусними чорноземами. Долина р. Сули зайнята чорноземно-луговими солонцюватими і торф'яними ґрунтами. Значно рідше тут зустрічаються лугові содові солончаки в комплексі з чорноземно-луговими ґрунтами [1].

Агровиробнича оцінка ґрунтового покриву області є в спеціальній літературі. Тут доречно нагадати характерні його риси. Переважаючий в області тип чорноземних ґрунтів і їхні різновиди володіють високою природною родючістю і водоміцною зернистою структурою. Незважаючи на це, ґрунти чуйні на мінеральні добрива (азот, фосфор і калій). Органічні ж добрива, крім того, покращують фізико-хімічні властивості ґрунту. Присутність в чорноземних ґрунтах крупно-пиловатих глинистих часток підвищує в'язкість при зволоженні, а при підсиханні сприяє утворенню брил.

Іншу агровиробничу оцінку мають сірі лісові ґрунти. Вони мають погані фізико-хімічні властивості: передусім безструктурністю і підвищеною кислотністю. Внаслідок цього сірі лісові ґрунти легко запливають і утворюють кірку, що знижує водопроникність і аерацію. Крім того, обробка таких ґрунтів вимагає великої додаткової витрати пального, тяглової і робочої сили, особливо при підсиханні ґрунту. Кожна ґрунтова різниця краще всього кришиться при певному сприятливому відсотку вологості в інтервалі від 15 до 20 %. На важкосуглинкових ґрунтах цей відсоток підвищується, а на ґрунтах легкого механічного складу зменшується. Тому вибір моменту досягання ґрунту, має велике значення для його обробки з найменшими витратами пального і тяглових зусиль, а також малим зносом оброблювальних деталей [1].

2 БІОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ КАРТОПЛІ

Картопля належить до числа найважливіших сільськогосподарських культур різнобічного використання і вирощується майже у всіх районах нашої країни. Але основні площі його зосереджені у Поліссі та Лісостепу [7].

Проростання бруньок бульб картоплі у ґрунті починається при температурі 4–5 °С, але йде за таких умов украй повільно. При температурі 10–12 °С сходи картоплі з'являються на 23-й день. Підвищення температури ґрунту до 18–25 °С скорочує тривалість періоду від посадки до сходів до 12–13 днів. Подальше підвищення температури ґрунту затримує появу сходів. Яровизовані бульби можуть дати сходи на 6–8-й день [5, 6, 11].

Сходи і дорослі рослини ушкоджуються при короткочасних заморозках –2... –3 °С, однак з настанням сприятливих температур пагони утворюються зі сплячих бруньок але урожай при цьому знижується. Бульби картоплі гинуть при –2 °С і втрачають здатність до проростання [6, 11].

Бадилля картоплі починає рости [2, 11] при температурі повітря вище 7 °С. Підвищення температури до 30 °С викликає ослаблення, а в ранньостиглих сортів майже повне припинення росту бадилля. Найбільш сприятлива температура для росту пагонів, листків і цвітіння картоплі 20–21 °С.

Для бульбоутворення оптимальна температура ґрунту 16–18 °С [5, 9]. В період бульбоутворення температурний оптимум для середньостиглих сортів картоплі більш високий (17–19 °С), ніж для ранньостиглих (15–17 °С) (рис. 2.1). При підвищенні температури до 29 °С або її зниженні до 2 °С ріст бульб припиняється. Високі температури не тільки затримують ріст бульб, але і викликають їхнє екологічне виродження. При середній добовій температурі 24 °С виродження бульб досягає 50 % і більше. Рослини з таких

бульб дають дрібні, хворі бульби, що призводить до різкого зниження урожаю. Тому у південних районах рекомендуються також літні посадки картоплі для того, щоб період бульбоутворення приходився на вересень – жовтень, коли температура знижується [5, 9].

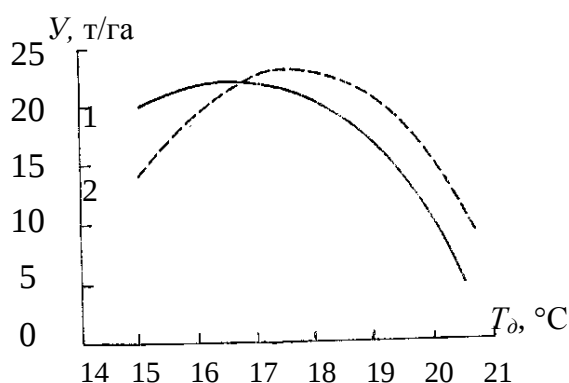


Рисунок 2.1 – Вплив денних температур T_d в період бульбоутворення на урожай картоплі [9]: 1 – ранньостиглі сорти; 2 – середньостиглі сорти.

Потреба у волозі картоплі [5, 6] до появи сходів і в період після їхньої появи невелика. В міру росту пагонів і листків потреба у волозі зростає і максимум відзначається в період цвітіння і початку бульбоутворення. Найбільш сприятливі умови для формування високого урожаю картоплі створюються при вологості ґрунту 80 % найменшої вологомісткості і хорошій освітленості.

На відміну від багатьох інших культур господарсько-корисна частина урожаю картоплі формується під поверхнею ґрунту [18]. При розгляді питання про вологозабезпеченість картоплі і оптимальній вологості ґрунту слід враховувати високу чутливість молодих бульб до аерації, яка залежить від типу ґрунту і знижується у міру підвищення вмісту в ній води [18]. Зниження концентрації кисню в середовищі до 10-15 % призводить до різкого пригнічення росту бульб. Оптимальний вміст води для розвитку рослин і утворення високого урожаю бульб на легких ґрунтах складає 75-80 % НВ, середніх – 70 % і важких – 50-60 % НВ [11, 18].

Опади в першій половині вегетації [18] посилюють ріст бадилля, в період бутонізації позитивно впливають на кількість бульб в гнізді, в другій половині вегетації – на масу бульб. Високі урожаї картоплі отримують на культурних ґрунтах при 300 мм опадів, велика частина яких випадає в період бутонізації і на початку формування бульб і забезпечує вологість ґрунту після бутонізації, рівну 70-75 % НВ. Дефіцит вологи в період від початку створення бульб до дозрівання бульб може суттєво затримувати процес формування урожаю [18]. Є відомості про те, що при дефіциті вологості ґрунту в 1 см недобір урожаю бульб може досягати 3 т/га. При зниженні водного потенціалу з -0,5 до -1,5 кПа урожайність зменшувалась з 28 до 20 т/га. За таких умов зрошування на початку бульбоутворення позитивно позначається на приростах маси бульб і прискорює терміни збирання урожаю [18]. На легких піщаних ґрунтах щотижневий полив повною нормою давав прибавку урожаю до 1,5 т/га на кожен сантиметр води [18].

Запаси вологи в материнській бульбі, які збільшуються після посадки, забезпечує появу сходів і проникнення кореневої системи в більш зволожені шари ґрунту. З розвитком коріння запаси води материнської бульби відіграють роль страхового фонду [18], здатного відшкодувати нестачу ґрунтової вологи в найбільш напружені години доби. Надалі цю роль можуть виконувати і молоді бульби, оводненність яких протягом доби при посуші значно коливається. Зменшення оводненності молодих бульб в денні години обумовлене мобілізацією води у пагони та листя. Тому навіть в посушливі періоди часто не спостерігають значного в'янення бадилля картоплі [11, 18].

Вміст води в листках картоплі залежить від вологозабезпечення та умов, які визначають інтенсивність транспірації.

Приріст бульб картоплі [2, 11] незалежно від температури практично припиняється при запасах продуктивної вологи в ґрунті менше 20 мм у шарі ґрунту 0–50 см, найбільший приріст спостерігається при запасах вологи у півметровому шарі ґрунту 60–70 мм і температурі 16–18 °С. Перезволоження ґрунту призводить до швидкого загнивання бульб.

Картопля порівняно з іншими культурами ощадливо витрачає вологу, її транспіраційний коефіцієнт у середньому складає 400–650.

Вегетаційний період картоплі в залежності від скоростиглості сорту коливається від 60 до 180 днів [11]. Для ранньостиглих сортів картоплі тривалість вегетаційного періоду становить 60-75 днів, для середньостиглих – близько 100 днів, для середньопізніх – 110-130 днів, і для пізньостиглих – 150-180 днів.

2.1 Шкідники культури картоплі

Колорадський жук [3, 4] відноситься до числа найбільш небезпечних шкідників картоплі та інших пасльонових культур. Основний ареал його поширення охоплює значну територію зони вирощування товарної картоплі. Усі фази розвитку колорадського жука (яйця, личинки, лялечки, імаго – дорослі жуки) не відрізняються високою холодостійкістю (температура -7°C в місцях зимівлі викликає загибель більшості зимуючих жуків, температура нижче -12°C є для них летальною).

Весняний вихід жуків із ґрунтів розтягнутий за часом [4]. За даними В.В. Вольвача [4] стійкий вихід збігається з установленням середньої добової температури повітря, близької до 10°C .

Тривалість періоду дозрівання жуків, що перезимували (період від виходу до початку яйцекладки), визначається температурою повітря і термінами виходу жуків із ґрунту. Вона описується наступним рівнянням [4]

$$y = 94,6 + 0,221t^2 - 8,738t + 4,15\Delta\tau, \quad (2.1)$$

$$S_y = \pm 3,4 \text{ дні},$$

де y – тривалість періоду дозрівання жуків, які перезимували, дні;

t – середня за період температура повітря, $^{\circ}\text{C}$;

Δt – показник календарного терміну виходу жуків із ґрунту у вигляді різниці в годинах між максимальною довжиною дня (21 червня) і довжиною дня на дату виходу жуків із ґрунту; S_y – помилка рівняння.

Тривалість розвитку яєць, личинок і лялечок колорадського жука визначається в основному температурою повітря [4, 11]. Найбільш сприятливі умови для розвитку шкідника створюються при температурі більше 20 °С але не вище 25–26 °С, коли відзначається мінімальна тривалість періоду розвитку покоління – до 29 днів. Зі зниженням температури тривалість розвитку збільшується і при 14–15 °С досягає 60–68 днів. Аналіз показав, що залежність тривалості періоду розвитку яєць, личинок, лялечок і покоління в цілому від температури повітря з достатнім ступенем точності можна виразити рівняннями параболі другого порядку [4]. У табл. 2.1 наведені рівняння зв'язку

$$y = at^2 - bt + c \quad (2.2)$$

і їхні статистичні характеристики для основних фаз і періодів розвитку, зведення про терміни розвитку яких мають практичне значення.

Таблиця 2.1 – Рівняння для розрахунку основних фаз розвитку жука [4]

Фаза і період розвитку	Коефіцієнти рівнянь зв'язку			$\pm S_y$, дні	Температурна межа
	A	$-b$	c		
Яйцекладки, O_v	0,109	–4,92	61,4	1,9	12...26
Личинки, L	0,135	–6,51	91,8	2,7	13...25
Лялечки, P	0,188	–8,96	117,6	2,8	13...25
Від яйцекладки до:					
личинки 2-го покоління	0,171	–7,68	95,3	2,4	13...25
личинки 3-го покоління	0,204	–9,09	113,3	2,7	14...25
личинки 4-го покоління	0,213	–9,77	126,6	3,1	14...25
Лялечки	0,170	–20,20	236,8	3,2	14...25
дорослий жук (імаго)	0,378	–18,54	253,7	4,0	14...25

Колорадський жук відноситься до видів, здатних за один вегетаційний період давати від одного до трьох поколінь потомства [3, 4]. Для дозрівання

жуків літніх поколінь велике значення має тривалість світлового дня. Пояснюється це тим, що жуки сприйнятливі до світлової фази. У зв'язку з цим тривалість періоду дозрівання молодих жуків визначається не тільки температурою повітря, але і довжиною дня. В залежності від сполучення і значення визначених факторів тривалість періоду змінюється від 6 до 20 і більше днів. Слід зазначити, що при короткому дні (15 год. і менше) і температурі близько 20 °С і нижче інтенсивність яйцекладки буває дуже низкою, і практичного значення в збільшенні чисельності або шкідливості ця частина популяції колорадського жука не має [3, 4].

Для розрахунку і прогнозу термінів дозрівання молодих жуків для районів, де друге покоління шкідника встигає цілком завершити цикл свого розвитку (південь України, Молдова, Північний Кавказ) можна використовувати рівняння В.В. Вольвача [4]

$$y = 79,9 - 0,46t - 0,062\tau, \quad (2.3)$$

$$Sy = \pm 2,6 \text{ дні},$$

де t – середня за період температура повітря, °С;

τ – тривалість дня (у хвиликах) на дату виходу жуків із ґрунту.

Оптимальні умови [3, 4] для життєдіяльності імаго колорадського жука складаються при температурі близько 25 °С і відносній вологості повітря 60–75 %. Максимальна кількість яєць самка жука відкладає при температурі 23–25 °С. Несприятливими для розмноження умовами є температура вище 27 °С і нижче 14 °С та вологість повітря вище 80 % і нижче 40 %.

3 АГРОТЕХНІКА КУЛЬТУРИ КАРТОПЛІ

Основні теоретичні положення та практичні рекомендації агрометеорологічного обґрунтування диференціації агротехнічних прийомів (диференційованої агротехніки) вирощування сільськогосподарських культур у залежності від кліматичних умов та умов поточної погоди сформульовані О.П. Федосєєвим [19].

Всі агротехнічні засоби спрямовані на забезпечення максимальної відповідності умов навколишнього середовища потребам сільськогосподарських культур, що досягається впливом на компоненти радіаційного, теплового і водного балансів пригрунтового шару повітря і ґрунту [19].

Установлена помітна стабілізуюча роль добрив при вирощуванні картоплі [6, 17]. Якщо без внесення добрив урожайність у сприятливі роки складала 115 ц/га, знижуючи в посушливі на 40 ц/га і в перезволожені на 53 ц/га, то коливання її при використанні добрив не перевищували відповідно 19 і 32 ц/га. Приріст урожаю бульб при спільному використанні підстилкового гною і мінеральних добрив, що є основою для одержання найбільш високих урожаїв, у середньому складав 136 ц/га, при роздільному внесенні гною – 64 ц/га, мінеральних добрив в одинарній нормі – 85 ц/га (табл. 3.1).

Самі сприятливі умови для формування урожаю картоплі складаються у Поліссі (60 % років), у Лісостепу (55 % років). З екстремальних умов найбільш розповсюдженим є для Полісся перезволоження, для Лісостепу – посушливі явища. У Степу тільки 40 % років відповідали сприятливим умовам, інші були посушливими, умови перезволоження для цієї культури тут не склалися [17].

Урожай бульб картоплі в умовах вирощування в середньому по Україні у сприятливі роки склав 120 ц/га, у посушливі – 98 ц/га, у перезволожені й холодні – 101 ц/га [17].

Таблиця 3.1 – Вплив погодних умов і добрив на формування урожаю бульб картоплі у виробництві та наукових дослідях в зонах України [17]

Варіант	Полісся			Лісостеп			Степ		
	Р о к и								
	сприят ливі	посуш ливі	перез- воло- жені та холодні	сприят ливі	посуш ливі	перез- воло- жені та холодні	сприят ливі	посуш ливі	перез- воло- жені та холодні
Кількість років, %	60	15	25	55	25	20	40	50	
Урожайність, ц/га									
Без добрив	155	75	62	–	–	–	–	–	–
В умовах виробництва	130	94	111	124	101	104	80	60	80
Приріст урожаю									
Гній, 30 т/га	83	59	46	–	–	–	–	–	–
N ₁₀₀ P ₆₀ K ₁₁₀	92	87	76	–	–	–	–	–	–
N ₂₀₀ P ₁₂₀ K ₂₂₀	117	97	78	–	–	–	–	–	–
N ₃₀₀ P ₁₈₀ K ₃₃₀	77	134	–	–	–	–	–	–	–
Гній одна норма +N ₁ P ₁ K ₁	125	108	114	–	–	–	–	–	–
Гній одна норма +N ₂ P ₂ K ₂	153	134	121	–	–	–	–	–	–
Гній дві норми + N ₁ P ₁ K ₁	168	130	176	–	–	–	–	–	–
Гній три норми+N ₁ P ₁ K ₁	116	146	76	–	–	–	–	–	–

Недобір урожаю в посушливі роки склав 22 ц/га, у перезволожені і холодні – 19 ц/га стосовно сприятливого. Найбільш високі урожаї за сприятливих умов формувалися у Поліссі, але тут жорсткіше, ніж у Лісостепу, позначилися посушливі роки. У Степу при будь-яких типах погоди урожаї картоплі не перевищували 60–70 % середніх по Україні.

Стабілізуюча дія спільного внесення гною і мінеральних добрив на урожай бульб картоплі добре просліджується на рис. 3.1 [17].

Приріст урожаю у варіантах з оптимальним внесенням добрив стосовно неудобреного контролю в сприятливі роки склав 146 %, посушливі – 173 %, у перезволожені і холодні – 248 %. Оптимальні умови для живлення

рослин як у сприятливій, так і в екстремальній роки склалися при використанні 60 т/га підстилкового гною і мінеральних добрив у нормі $N_{100} P_{65} K_{110}$. При правильному використанні добрив на фоні високої агротехніки у Поліссі цілком реальними в сприятливі роки є середні урожаї порядку 280 ц/га, у посушливі – 200 ц/га, перезволожені й холодні – 230 ц/га. В умовах сільськогосподарського виробництва вони нижче можливих у 2,1 рази за будь-яких погодних умов, що пов'язано з низькою культурою агротехніки вирощування картоплі [17].

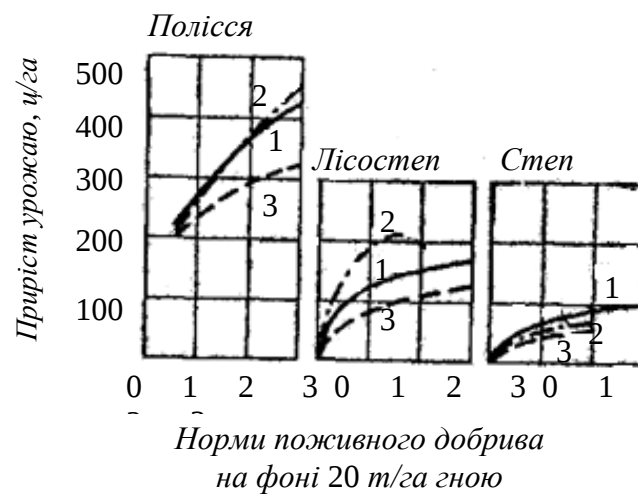


Рисунок 3.1 – Формування приросту урожаю картоплі в залежності від погодних умов та сумісного внесення органічних та мінеральних добрив [17]: 1 – сприятливі; 2 – посушливі; 3 – перезволожені та холодні роки

Для картоплі придатні різні ґрунти, але кращими є легкі супіщані та суглинкові, забезпечені поживними речовинами й вологою, а також структурні чорноземи при достатньому зволоженні.

4 ДИНАМІЧНА МОДЕЛЬ ФОРМУВАННЯ УРОЖАЮ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР

Згідно робіт [13, 16, 18] процес формування урожаю представляє складну сукупність багатьох фізіологічних процесів, інтенсивність яких визначається біологічними особливостями рослин, факторами навколишнього середовища, взаємозв'язком між самими процесами.

Прикладні динамічні моделі продуктивності сільськогосподарських культур описують процеси фотосинтезу, дихання, росту і вміщують три біологічні блоки: фотосинтез, дихання, ріст, а також блок перетворення початкової агрометеорологічної інформації – агрометеорологічний [10, 16].

Принципова схема прикладної динамічної моделі формування урожаю сільськогосподарських культур представлена на рис. 4.1 [12]

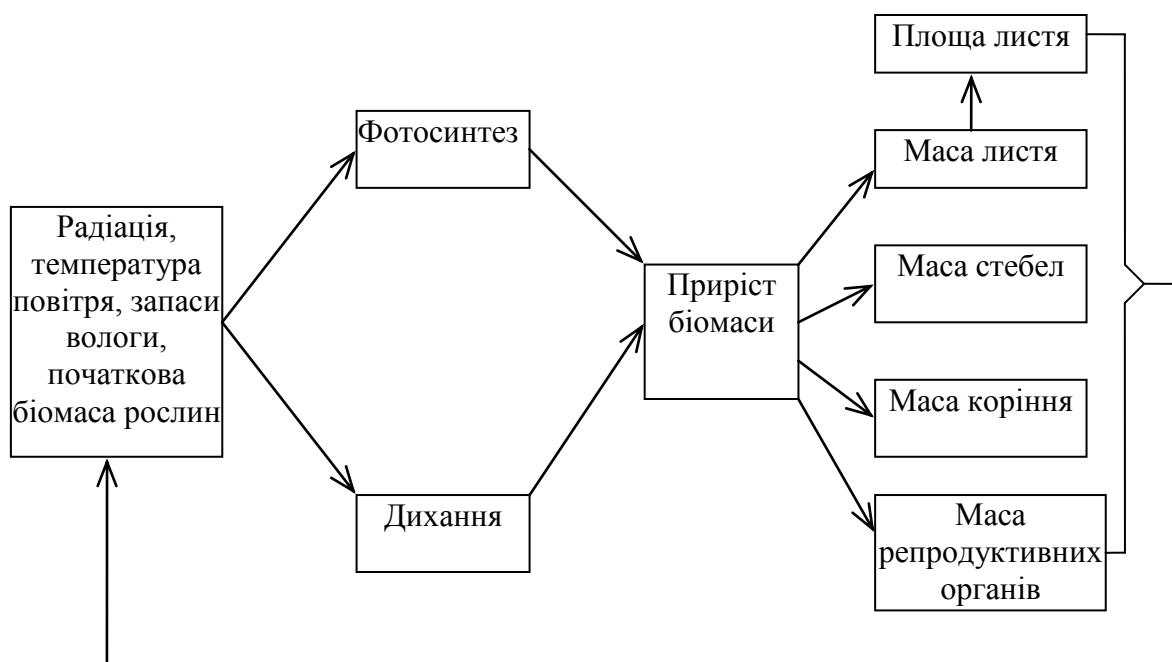


Рисунок 4.1 – Блок-схема прикладної динамічної моделі формування урожаю сільськогосподарських культур [12].

Блок фотосинтезу. Фотосинтез визначається за формулою [10, 12]

$$\Phi_o^j = \frac{k \cdot b \cdot I^j}{k + b \cdot I^j}, \quad (4.1)$$

де Φ_o^j – інтенсивність фотосинтезу за оптимальних умов тепло- і вологозабезпеченості в реальних умовах освітлення, мг $\text{CO}_2/(\text{дм}^2 \cdot \text{год.})$;

k – інтенсивність фотосинтезу при світловому насиченні та нормальній концентрації CO_2 , мг $\text{CO}_2/(\text{дм}^2 \cdot \text{год.})$;

b – початковий нахил світлової кривої фотосинтезу, мг $\text{CO}_2 / (\text{дм}^2 \cdot \text{год.})/(\text{кал}/\text{см}^2 \cdot \text{хв})$;

I – інтенсивність фотосинтетично-активної радіації (ФАР) всередині посіву, $\text{кал}/(\text{см}^2 \cdot \text{хв})$;

j – номер кроку розрахункового періоду.

Для розрахунку фотосинтезу в онтогенезі за реальних умов навколишнього середовища, які відрізняються від біологічно оптимальних, використовується вираз [10, 12]

$$\Phi_\tau^j = \Phi_o^j \cdot \alpha_\Phi^j \cdot \psi_\Phi^j \cdot \gamma_\Phi^j, \quad (4.2)$$

де $\hat{\Phi}_\tau^j$ – інтенсивність фотосинтезу в реальних умовах навколишнього середовища, мг $\text{CO}_2/(\text{дм}^2 \cdot \text{год.})$;

α_Φ^j – онтогенетична крива фотосинтезу;

$\psi_\Phi^j, \gamma_\Phi^j$ – функції впливу факторів навколишнього середовища, які представляють собою одновершинні криві і розраховуються так [10, 12]:

$$\psi_\Phi^j = \left(\frac{x + 0,0001}{2} \right)^{0,774(x-1)} \left(\frac{1,4 - x}{0,4} \right)^{3,8(x-1)}, \quad (4.3)$$

де $x = T_g / T_{opt}$,

де T_g – середня за світлий час доби температура повітря;

T_{opt} – оптимальна для фотосинтезу температура повітря.

$$\gamma_{\Phi}^j = d_0 + d_1 \left(\frac{W^j}{W_{HB}} \right)^2 + d_2 \frac{W^j}{W_{HB}}, \quad (4.4)$$

де W – запаси продуктивної вологи у шарі ґрунту 0 – 50 см;

W_{HB} – найменша вологомiсткiсть у шарi ґрунту 0 – 50 см;

константи: $d_0 = 6,3 \cdot 10^{-2}$; $d_1 = -159,8 \cdot 10^{-2}$; $d_2 = 246,2 \cdot 10^{-2}$.

Функції $\alpha_{\hat{O}}$, $\psi_{\hat{O}}^j$, $\gamma_{\hat{O}}^j$ – нормовані та змінюються від 0 до 1.

Сумарний фотосинтез посіву за світлу пору доби розраховується за формулою [10, 12]

$$\hat{O}^j = \varepsilon \hat{O}_{\tau}^j L^j \tau_g^j, \quad (4.5)$$

де Φ – денний фотосинтез посіву на одиницю площі, г/(м²·день);

ε – коефіцієнт ефективності фотосинтезу, який дорівнює 0,68;

L – площа листя м²/м²;

τ – тривалість дня, год.

Блок дихання. На відміну від процесу фотосинтезу, здатність до дихального газообміну мають всі органи рослини. Витрати на дихання, яке пов'язано з підтримкою структурної організації тканин і на дихання, що пов'язано з переміщенням речовин, фотосинтезом та створенням нових структурних одиниць, визначаються за таким рівнянням [12, 16]

$$R^j = \alpha_R^j (c_1 M^j + c_2 \hat{O}^j), \quad (4.6)$$

де R – витрати на дихання, г/м²;

α_R – онтогенетична крива дихання;

c_1 – коефіцієнт, який характеризує витрати на підтримку структури;

M – суха біомаса посіву, г/м²;

c_2 – коефіцієнт, який характеризує витрати, пов'язані з переміщенням речовин, фотосинтезом і створенням нових структурних одиниць;

j – порядковий номер декади розрахунку.

Блок росту. Приріст біомаси посіву визначається залишком між сумарним фотосинтезом посіву та витратами на дихання [12, 13]

$$\Delta M^j = \hat{O}^j - R^j. \quad (4.7)$$

Для опису росту окремих органів рослин використовується система ростових рівнянь у модифікованому вигляді, яка запропонована Ю.К. Росом [13]:

$$\begin{cases} m_i^{j+1} = m_i^j + (\beta_i^j \Delta M^j - v_i^j m_i^j) \\ m_p^{j+1} = m_p^j + \left(\beta_i^j \Delta M^j + \sum_i^{l,s,r} v_i^j m_i^j \right), \end{cases} \quad (4.8)$$

де m_i – загальна суха біомаса окремих органів $i \in l, s, r, p$ (l – листя, s – стебла,

r – коріння, p – репродуктивні органи), г/м²;

β_l – функція перерозподілу свіжих «асимілятів»;

v_i – функція перерозподілу «старих» асимілятів.

Ріст площі листя посіву визначається при позитивному прирості біомаси листя за формулою [12]

$$L^{j+1} = L^j + \Delta m_l \frac{1}{z}, \quad (4.9)$$

де z – питома поверхнева площа листя, г/м².

При від'ємному прирості біомаси листя для опису росту асимілюючої поверхні використовується таке співвідношення [12]

$$L^{j+1} = L^j - \Delta m_i \frac{1}{z} \cdot \frac{1}{k_c}, \quad (4.10)$$

де k_c – параметр, що характеризує критичну величину зменшення живої біомаси листя, при якій починається її відмирання і дорівнює 0,3

Агрометеорологічний блок. Поглинена посівом ФАР розраховується за формулою [12]

$$I^j = I_o^j / (1 + CL), \quad (4.11)$$

де I_o^j – поглинена сонячна радіація, кал/(см²/хв);

C – емпірична стала величина, яка дорівнює 0,5;

L – площа листя, м²/м².

Потік ФАР на верхню межу посіву визначається за формулою [10, 12]

$$I_o^j = 0,5Q^j / 60\tau_g, \quad (4.12)$$

де Q – сумарна сонячна радіація, кал/ (см²/д).

Сумарна сонячна радіація розраховується з формули С.І. Сівкова [15]:

$$Q^j = 12,66(S^j)^{1,31} + 315(\sin h_o^j)^{2,1}, \quad (4.13)$$

де S – тривалість сонячного сяйва, год.;

h_o – полуденна висота Сонця.

Середня за світлу пору доби температура повітря розраховується за формулою [12]

$$T_g = a_1 T_{\max} + a_i, \quad (4.14)$$

де T_g , $T_{\max}$ – відповідно середня за день та максимальна температура повітря;
 a_o , a_1 – емпіричні коефіцієнти.

Програма базової динамічної моделі формування урожаю сільськогосподарських культур [12] надається в Додатку А.

5 ОЦІНКА ДИНАМІКИ СЕРЕДНЬООБЛАСНОЇ УРОЖАЙНОСТІ ОЗИМОЇ ПШЕНИЦІ У ПОЛТАВСЬКІЙ ОБЛАСТІ

Агротехніка вирощування сільськогосподарських культур з часом змінюється в бік удосконалення окремих агротехнічних заходів, оновлення сортів, зміну термінів та доз внесення добрив, а також інших заходів, спрямованих на отримання високих та стабільних урожаїв. Ці зміни агротехніки відбуваються поступово на фоні середніх багаторічних кліматичних умов. У зв'язку з цим прийнято [8, 10] розглядати урожайність сільськогосподарських культур як такі, що містять в собі дві складових – тенденцію урожаю, обумовлену впливом підвищення агротехніки вирощування культури на фоні середніх кліматичних умов, та відхилення від тренду, які визначаються впливом погодних умов конкретних років.

Відповідно до цього методу в якості деякого наближення $f(t)$ дійсного. Для оцінки динаміки урожайності картоплі в Полтавській області за період 1999–2017 рр. було отримано лінію тенденції урожаю за допомогою методу гармонійних зважень [9, 20]. Зупинимось коротко на описі цього методу.

Перевагою методу гармонійних зважувань перед іншими методами є те, що спостереження часового ряду зважуються так, щоб більш пізнім спостереженням надавалася більша перевага, тобто вплив більш пізніх спостережень повинен сильніше відбиватися на прогнозованій оцінці, ніж вплив більш ранніх, а сама тенденція є результатом осереднення ламаних ліній, що дає ковзний ряд.

Нехай є часовий ряд урожайності тренду $f(t)$ приймається ламана лінія, що згладжує задану кількість точок часового ряду y .

$$y_t (t = 1, 2, 3, \dots, n). \quad (5.1)$$

Окремі відрізки ламаної лінії (ковзного тренду) представляють одну фазу. Кожна фаза ковзного тренду виражається рівнянням лінійних відрізків

$$y_i(t) = a_i + b_i t \quad (i = 1, 2, \dots, n - k + 1), \quad (5.2)$$

де $k < n$ – кількість згладжуємих точок ряду.

Загальне число рівнянь дорівнює $n - k + 1$, причому для $i = 1; t = 1, 2, \dots, k$; для $i = 2, t = 2, 3, \dots, k + 1$; для $i = n - k + 1, t = n - k + 1, n - k + 2, \dots, n$. Параметри a и b рівняння (5.2) визначаються методом найменших квадратів. Значення кожної функції $y_i(t)$ визначаємо в точках $t = i + h - 1$ ($h = 1, 2, \dots, k$).

Кількість визначень $y_i(t)$ у кожній точці t позначимо через g_i . Точки ковзного тренду – це середні значення всіх $y_i(t)$, що позначаються $y_i(t)$ і визначаються за виразом

$$y_i(t) = \frac{1}{g_i} \sum_{j=1}^{g_i} y_i(t) \quad (j = 1, 2, \dots, g_i), \quad (5.3)$$

Передбачене значення часового ряду y_{t+1} визначається за формулою

$$\bar{y}_{t+1}(t) = y_t + \bar{\omega}_{t+1}, \quad (5.4)$$

де $\bar{\omega}_{t+1}$ – середнє приростів функції $f(t)$.

Обчислюється середній розмір приростів по виразу

$$\bar{\omega}_{t+1} = \sum_{t=1}^{n-1} c_{t+1}^n \omega_{t+1}, \quad (5.5)$$

де ω_{t+1} – прирости функції $f(t)$, обумовлені як

$$\omega_{t+1} = f(t+1) - f(t) = \bar{y}_{t+1} - \bar{y}_t; c_{t+1}^n - \text{гармонійні зважування.}$$

Гармонійні зважування визначаються по формулі

$$c_{t+1}^n = \frac{m_{t+1}}{n-1}, \quad (5.6)$$

де m_{t+1} – гармонійні коефіцієнти.

При обчисленні гармонійних коефіцієнтів зберігається основна ідея методу – більш пізнім спостереженням надається більше переваги. Самі ранні спостереження мають вагу

$$m_2 = 1/(n-1), \quad (5.7)$$

а в наступний момент вага інформації m_3 буде визначатися як

$$m_3 = m_2 + 1/(n-2). \quad (5.8)$$

Таким чином, ряд зважувань визначається за рівнянням

$$m_{t+1} = m_t + 1/(n-t) \quad (t = 2, 3, \dots, n-1) \quad (5.9)$$

із початковою величиною, вираженою рівнянням (5.7).

Часовий ряд урожайності картоплі у Полтавській області за період 1999 – 2017 рр. та тенденція урожайності, яка визначена за методом гармонійних зважень, приведено на рис. 5.1. Як видно з даних рис. 5.1, на початку цього періоду урожайність складала 76–88 ц/га, при тому, що зберігалась досить виразна тенденція зростання. За перше п'ятиріччя періоду (2001–2005 рр.) урожайність зросла на 36,4 ц/га і становила в середньому за п'ятиріччя 118,7 ц/га. В подальшому відбувалось поступове зростання, приріст тенденції за період 2001–2005 рр. склав 31,1 ц/га, що становить збільшення на 26 % порівняно з попереднім періодом, за який прийнято 1999–2000 рр. (табл. 5.1).

За період 2016-2017 роки середнє значення тренду становило 202,8 ц/га, тобто приріст становив 25,7 ц/га або 14%.

В період 2006-2010 року тенденція зростання урожайності зменшилась і становила 26% відносного приросту.

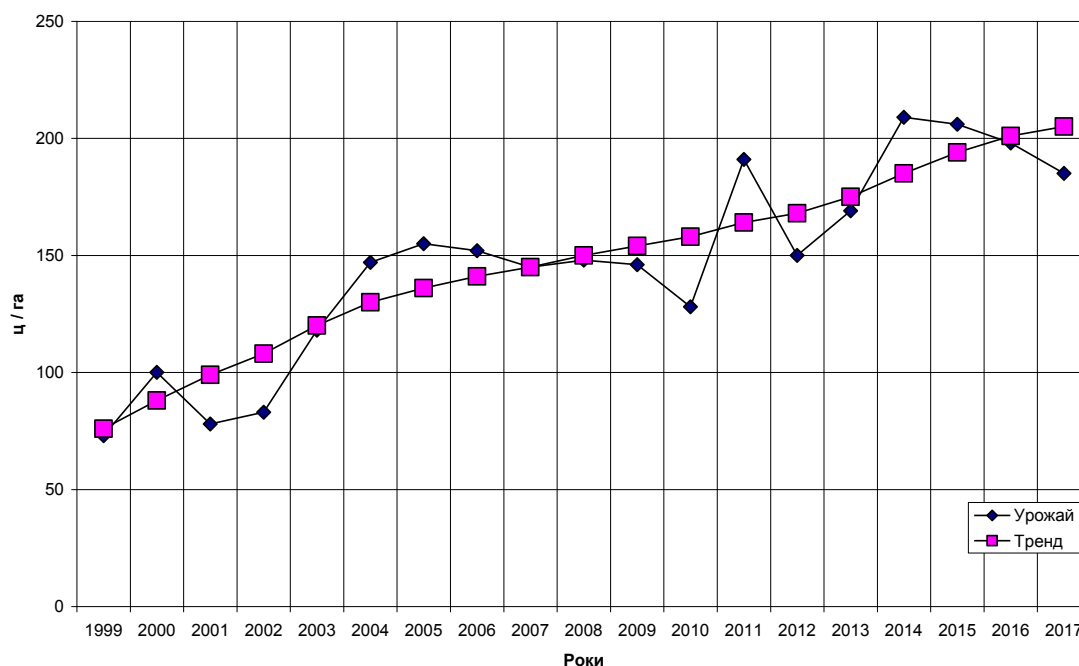


Рисунок 5.1 - Динаміка урожаю картоплі в Полтавській області

Величина абсолютного приросту становила 31,1 ц/га (табл. 5.1). В подальшому (2011-2015 рр.) тенденція також зростала, це зростання було досить відчутним і становило 27,3 ц/га (18 %).

Таблиця 5.1 – Динаміка урожайності картоплі у Полтавській області за період 1999–2017 роки

Показники	П'ятиріччя, роки			
	1999 – 2000	2001 – 2005	2006 – 2010	2011 – 2015
Середнє значення тренду, ц/га	82,3	118,7	149,8	177,1
Абсолютний приріст, ц/га		36,4	31,1	27,3
Відносний приріст, %		44	26	18

Як показано на рис. 5.2 спостерігаються досить значні коливання урожайності із року в рік, які викликані впливом погодних умов (рис. 5.2). З

рис. 5.2 видно, що слід відмітити 7 позитивних і 11 негативних відхилень від лінії тренду.

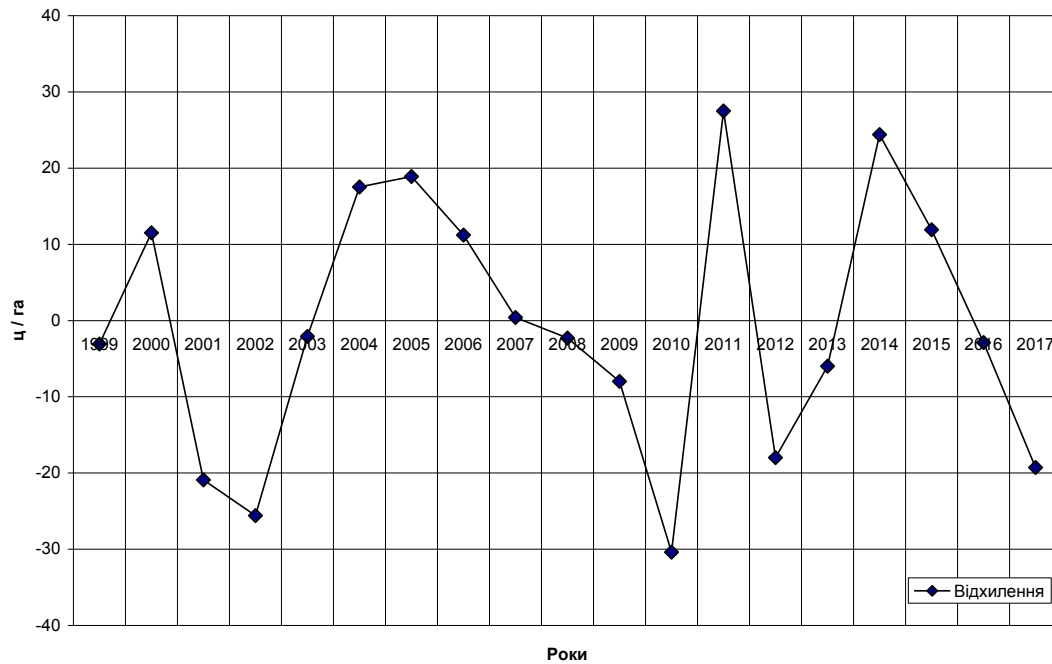


Рисунок 5.2 - Відхилення урожайності картоплі від тренду в Полтавській області

Особливо значним було викликане несприятливими умовами відхилення урожайності в 2001, 2002 та 2010 роках, коли від'ємні відхилення від тренду становили від 20 до 30 ц/га. За період 1999-2017 роки кількість позитивних значних відхилень склала 4 випадки, які коливались в межах 18-28 ц/га. Вони спостерігались в 2004, 2005, 2011 та 2014 роках.

Безумовно, що як сприятливі, так і несприятливі для формування урожаю погодні умови викликають значні коливання урожайності культури.

Кліматичну мінливість урожаїв сільськогосподарських культур в роботі [8] пропонується характеризувати величиною дисперсії σ_n^2 , яка розраховується за формулою

$$\sigma_i^2 = \sigma_{ia}^2 - \sigma_a^2, \quad (5.10)$$

де σ_{ia}^2 – загальна дисперсія урожаїв;

σ_a^2 – дисперсія урожаїв, виражена ростом культури землеробства.

Величини $\sigma_{\hat{a}}^2$ і σ_a^2 визначаються за такими формулами:

$$\sigma_{\hat{a}}^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}{n-1}; \quad (5.11)$$

$$\sigma_a^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (\hat{y} - \bar{y})^2}{n-1}, \quad (5.12)$$

де y_i – урожай конкретного року;

$\bar{y}$ – середній урожай;

$\hat{y}$ – динамічна середня величина урожаю;

n – довжина ряду.

Природно-кліматичні ресурси різних районів України неоднакові, вони відрізняються за рівнем агротехніки та продуктивності районованих сортів. Тому, окрім дисперсії, для коректної оцінки мінливості урожаїв, необхідно враховувати рівень урожайності в кожному окремому районі. Для цього доцільно використовувати коефіцієнт варіації [8]

$$C_n = \frac{1}{\bar{y}} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2 - \sum_{i=1}^n (\hat{y} - \bar{y})^2}{n-1}}. \quad (5.13)$$

Показник мінливості урожайності картоплі у Полтавській області становить 0,13 (Додаток А). Це досить низький показник і він свідчить, що Полтавська область відноситься до зони найбільш стійких урожаїв картоплі.

6 ВПЛИВ АГРОМЕТЕОРОЛОГІЧНИХ УМОВ РІЗНИХ ЗА ЗВОЛОЖЕННЯМ РОКИ НА ФОРМУВАННЯ УРОЖАЮ КАРТОПЛІ У ПОЛТАВСЬКІЙ ОБЛАСТІ

Нами розглядались умови фотосинтетичної продуктивності та формування урожаю картоплі в різні за зволоженням роки. Моделювались та розглядались роки, що визначались як посушливі, особливо в період бульбоутворення, а також вологі роки, з досить великою кількістю опадів в критичний для формування урожаю бульб період. Аналогічні дослідження були виконані стосовно Вінницької області [14].

Для співставлення використовувались кліматичні дані [1], які характеризують агрометеорологічні умови за період 1985-2005 роки.

6.1 Агрометеорологічні умови формування урожаю картоплі в різні за умовами зволоження роки в Полтавській області

Повне уявлення про динаміку температури повітря та суми опадів по декадам вегетаційного періоду надають дані, приведені на рис. 6.1. Як видно з цих даних, перші п'ять декад вегетації картоплі, коли йшло формування надземної сфери рослинного покриву, температура повітря поступово від декади до декади збільшувалась від 9,5 до 16,3 °С. Після початку цвітіння з шостої декади моделювався різний хід температури повітря. Для умов посушливого року спостерігалось підвищення температури повітря порівняно з середньою багаторічною температурою повітря уже в шостій декаді від 16,3 до 20,0 °С. Надалі температура повітря була досить високою і утримувалась в межах 20,9-23,4 °С. Умови вологого року відрізнялись нижчим рівнем температури повітря порівняно з кліматичною нормою (1985–2005 роки) температури повітря. Уже з шостої декади (цвітіння) температура понизилась від 18,0 до 17,0 °С, тобто на 1 °С.

Моделювалось, що весь період бульбоутворення температура повітря буде на 1 °С нижче від кліматичної норми. Вона складатиме 17,9–20,4 °С. Такі величини температури повітря будуть значно нижчими в порівнянні з температурами повітря сухого року.

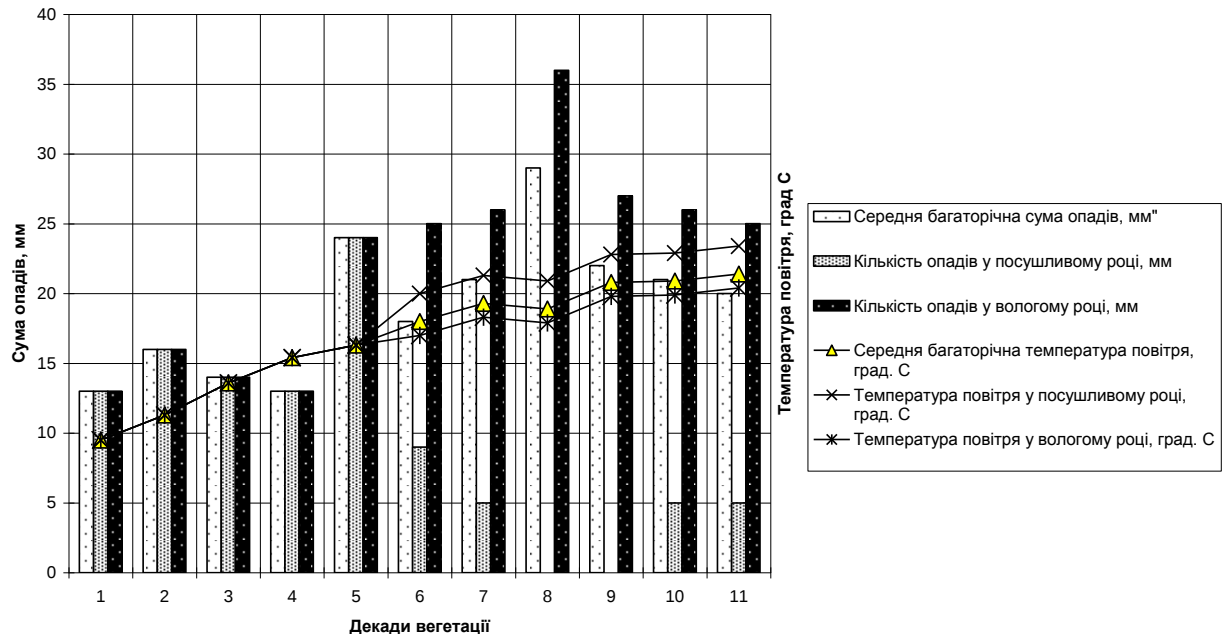


Рисунок 6.1 - Динаміка температури повітря та кількості опадів в середньому багаторічному, сухому та вологому роках. Полтавська область

Кількість опадів в перші п'ять декад вегетації культури картоплі не відрізняються за типами років. Приймається, що перша половина періоду вегетації картоплі буде рівномірно забезпечена опадами. Вони коливаються в межах перші чотири декади вегетації 13-16 мм, а в п'яту декаду вегетації – 24 мм. Як видно з даних рис. 6.1, в умовах посушливого року кількість опадів поступово зменшувалась від п'ятої до шостої та сьомої декади вегетації культури картоплі. Відповідно це складало 24 мм, потім 9 мм, а в сьомій декаді вегетації тільки – 5 мм. Дві наступні декади вегетації картоплі (восьма та дев'ята) були сильно посушливими, вони характеризуються відсутністю опадів. Продовження вегетації картоплі у посушливому році проходило при випаданні незначної кількості опадів. В десятю та одинадцяту декади вегетації картоплі випало по 5 мм опадів (рис. 6.1).

Агromетeоролoгiчнi умoви вoлoгoгo рoкy вiдбувaлись пo iншoмy (рис. 6.1). Кiлькiсть oпaдiв в шoстy дeкaдy вeгeтaцiї зрoслa з 18 мм в сeрeдньoмy бaгaтoрiчнoмy дo 25 мм у вoлoгoмy рoцi. В нaступнoмy кiлькiсть oпaдiв сyттєвo пeрeвищувaлa клiмaтичнy нoрмy i склaдaлa 25-27 мм зa дeкaдy. Видiляєтьсa вoсьмa дeкaдa вeгeтaцiї кaртoплi, якa пpипaдaє нa сeрeдинy пeрioдy клyбнe утвoрeння, кoли сyмa oпaдiв дoсyгaлa 36 мм (рис. 6.1).

Тaким чинoм, нaмi мoдeлюютьсa aгromетeоролoгiчнi умoви пoсушливoгo рoкy тa вoлoгoгo рoкy. Пeрioд фoрмувaння нaдзeмнoї мaси, який пpиймaєтьсa oднaкoвим для всiх вaрiaнтiв (сeрeдньoгo бaгaтoрiчнoгo, пoсушливoгo тa вoлoгoгo рoкy) хaрaктеризуєтьсa тeмпeрaтурoю пoвiтpя зa пeрioд 13,2 °С тa кiлькiстю oпaдiв зa пeрioд 80 мм (тaбл. 6.1).

Тaблиця 6.1 – Агromетeоролoгiчнi умoви фoрмувaння урoжaю кyльтypи кaртoплi в рiзнi зa звoлoжeнням рoки

Хaрaктеристикa рoкy	Мeтeоролoгiчний пoкaзник	Пeрioд вeгeтaцiї кaртoплi	
		фoрмувaння нaдзeмнoї мaси, пeршa - п'ятa дeкaди	бyльбoутвoрeння, шoстa - oдинaдцятa
Сeрeднiй бaгaтoрiчний (клiмaтичнa нoрмa)	тeмпeрaтурa пoвiтpя, °С	13,2	19,9
	кiлькiсть oпaдiв, мм	80	131
Пoсушливий рiк	тeмпeрaтурa пoвiтpя, °С	13,2	21,9
	вiдхилeння вiд клiмaтичнoї нoрми, °С	0,0	2,0
	кiлькiсть oпaдiв, мм	80	24
	вiдхилeння вiд клiмaтичнoї нoрми, %	100	18
Вoлoгий рiк	тeмпeрaтурa пoвiтpя, °С	13,2	18,9
	вiдхилeння вiд клiмaтичнoї нoрми, °С	0	-1
	кiлькiсть oпaдiв, мм	80	165
	вiдхилeння вiд клiмaтичнoї нoрми, %	100	126

Агromетeоролoгiчнi умoви бyльбoутвoрeння у пoсушливiй рiк бyдуть хaрaктеризувaтись тeмпeрaтурoю пoвiтpя 21,9 °С, щo нa 2,0 °С вищe

кліматичної норми. Кількість опадів у період бульбоутворення буде досить незначна і становити 24 мм, що складає лише 18 % від кліматичної норми (табл. 6.1).

У вологий рік в період бульбоутворення температура повітря буде дещо понижена в порівнянні з середньою багаторічною, вона буде становити 18,9 °C, що на 1,0 °C нижче кліматичної норми. В цей період випаде більша кількість опадів. Всього за період бульбоутворення випаде 165 мм опадів, що буде значно більше (на 26%) від середнього багаторічного значення кількості опадів за період бульбоутворення картоплі.

6.2 Фотосинтетична продуктивність культури картоплі в різні за умовами зволоження роки

Для оцінки відмінності впливу температурного режиму та режиму зволоження в різні за умовами зволоження нами виконано розрахунки за базовою динамічною моделлю сільськогосподарських культур. Результати розрахунків приведено для середнього багаторічного року в Додатку В, посушливого року в Додатку Г і вологого року в Додатку Д.

Формування вегетативної сфери рослин в перший період вегетації проходило однаково і на п'яту, шосту декаду вегетації картоплі сформувалась максимальна для кожного варіанту площа листя (рис. 6.2).

Для агрометеорологічних умов середнього багаторічного року вона становила $5.1 \text{ м}^2/\text{м}^2$, у посушливому році вона сформувалась – $3,7 \text{ м}^2/\text{м}^2$, а для вологого року її значення становило $4,8 \text{ м}^2/\text{м}^2$. Після шостої декади вегетації картоплі, коли почалось бульбоутворення, йшло зменшення площі листя і при закінченні вегетації (збиранні урожаю) вона досягала $1,3\text{-}1,5 \text{ м}^2/\text{м}^2$.

Оскільки агрометеорологічні умови періоду, в яких йшло формування надземної частини рослинного покриву картоплі були однаковими за температурним режимом та режимом зволоження, то інтенсивність фотосинтезу в цей період була однаковою у всіх варіантах (рис. 6.3).

В п'яту декаду вегетації картоплі інтенсивність фотосинтезу дорівнювала $41,6 \text{ мг CO}_2 / \text{дм}^2$ за декаду (рис. 6.3).

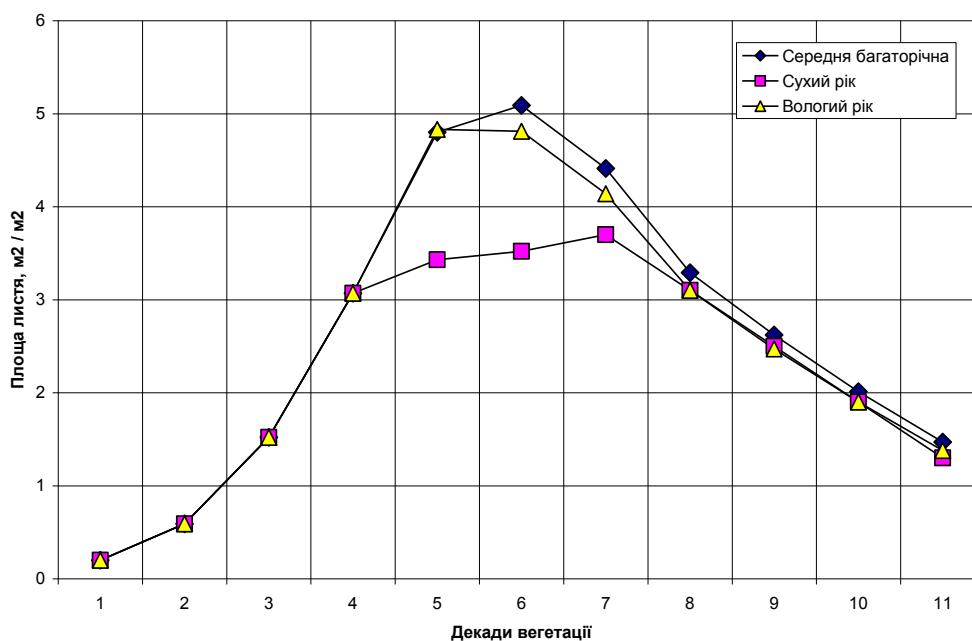


Рисунок 6.2 - Динаміка площі листя посадок картоплі у середньому багаторічному, сухому та вологому році. Полтавська область

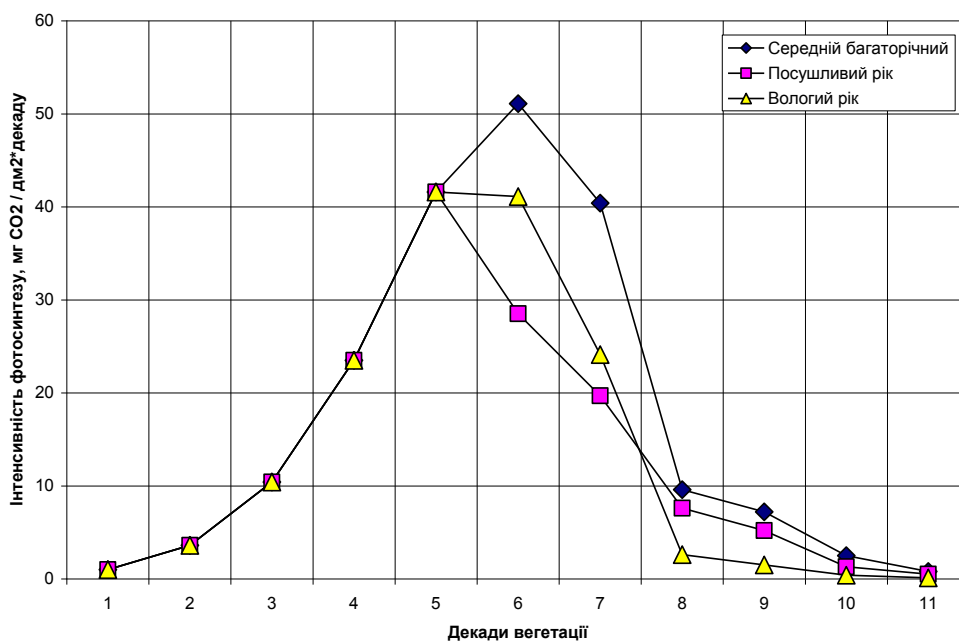


Рисунок 6.3 - Динаміка інтенсивності фотосинтезу листя посадок картоплі у середньому багаторічному, сухому та вологому році. Полтавська область

Починаючи з цієї декади під впливом температурного режиму та режиму зволоження інтенсивність фотосинтезу суттєво відрізняється у різні

за зволоженням роки. Так, уже в шостій декаді вегетації в посушливому році вона знизилась до рівня $28,5 \text{ мг CO}_2 / \text{дм}^2$ за декаду, а для вологого року становила $41,1 \text{ мг CO}_2 / \text{дм}^2$ за декаду. В подальшому (в сьому – восьму декади вегетації) в період бульбоутворення відбувалось зменшення інтенсивності фотосинтезу, більшим воно спостерігалось в посушливий рік, дещо меншим у вологий рік (рис. 6.3). Слід відмітити, що перезволоження в восьму - дев'яту декади у вологому році викликало значне зниження інтенсивності фотосинтезу, вона була нижчою навіть, чим у посушливий рік, і це спостерігалось до кінця вегетації картоплі. На одинадцяту декаду вегетації інтенсивність фотосинтезу зменшилась у всіх варіантах майже до нульових значень ($0,1\text{-}0,8 \text{ мг CO}_2 / \text{дм}^2$ за декаду). Приріст загальної сухої біомаси посадок картоплі наведено на рис. 6.4.

Як видно з даних рис. 6.4 приріст загальної сухої біомаси посадок картоплі слідує за інтенсивністю фотосинтезу.

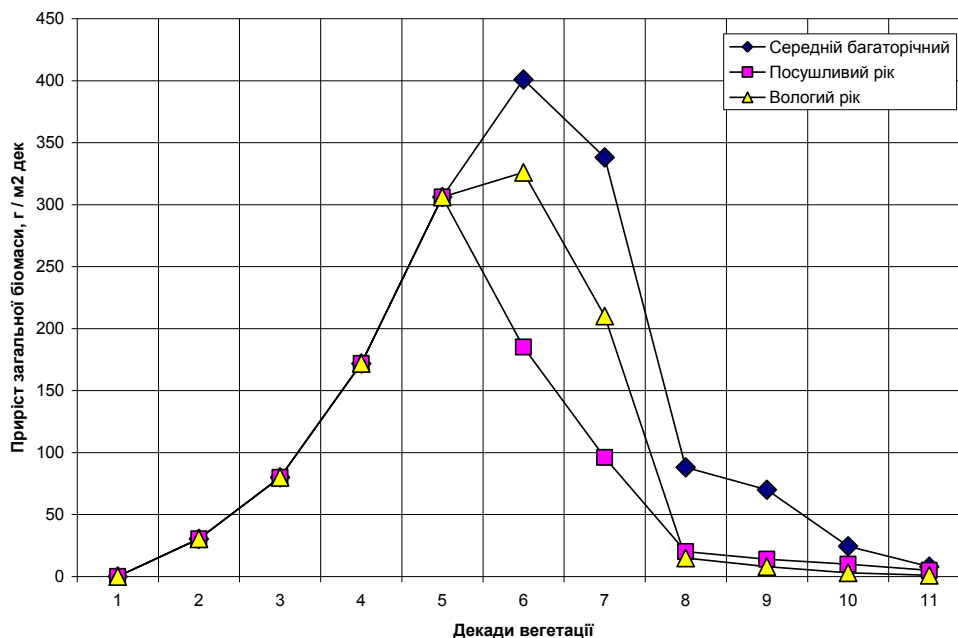


Рисунок 6.4 - Динаміка приростів загальної сухої біомаси посадок картоплі у середньому багаторічному, сухому та вологому році. Полтавська область

З першої по п'яту декади вегетації картоплі, коли відбувалось наростання надземної маси, приріст загальної сухої біомаси зростав і на п'яту

декаду вегетації картоплі становив 306 г/м^2 за декаду (46 % від приросту за середніми багаторічними умовами). Уже в шосту декаду вегетації культури під впливом посушливих умов у посушливий рік приріст зменшився до 185 г/м^2 за декаду, для вологого року це зменшення не було таким великим, приріст загальної біомаси становив 326 г/м^2 за декаду (81 % від середніх багаторічних значень). В сьому-восьму декади вегетації відбувалось зниження приростів загальної біомаси. Особливо значним воно було для агрометеорологічних умов вологого року (рис. 6.4).

Така динаміка приростів обумовила відповідну динаміку загальної сухої біомаси посадок картоплі (рис. 6.5). На шосту декаду вегетації картоплі загальна біомаса була однаковою і складала 588 г/м^2 . Після початку інтенсивного бульбоутворення на восьму декаду вегетації картоплі загальна біомаса посадок картоплі була найвищою при середніх багаторічних агрометеорологічних умовах і дорівнювала 1327 г/м^2 , у вологому році вона складала 85 % від цієї величини, а в посушливому році – 66 %.

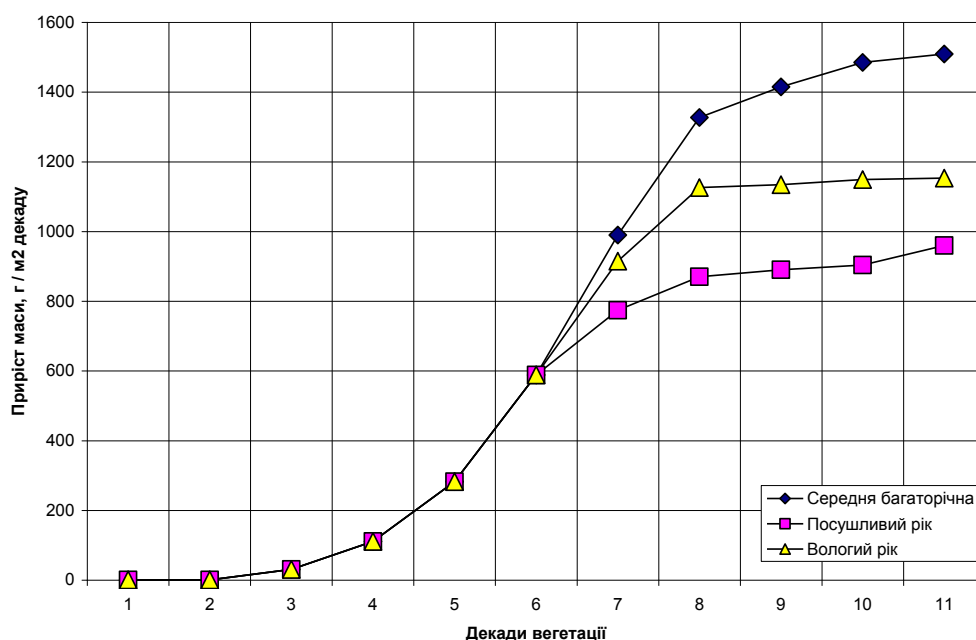


Рисунок 6.5 - Динаміка загальної сухої біомаси посадок картоплі у середньому багаторічному, сухому та вологому році. Полтавська область

Після восьмої декади темпи приросту загальної біомаси посадок картоплі знизились, загальна біомаса наростала (рис. 6.5) і її значення сягали

для середніх багаторічних умов 1509 г/м^2 , для посушливого року – 960 г/м^2 і для вологого року – 1153 г/м^2 .

Накопичення біомаси бульб почалося в шостій декаді вегетації картоплі (після початку цвітіння). В цей досить короткий проміжок часу різниця в накопиченні біомаси бульб не була досить значною (рис. 6.6). На цьому декаду вегетації картоплі ця різниця збільшилась і надалі інтенсивне бульбоутворення спостерігалось при середніх багаторічних умовах.

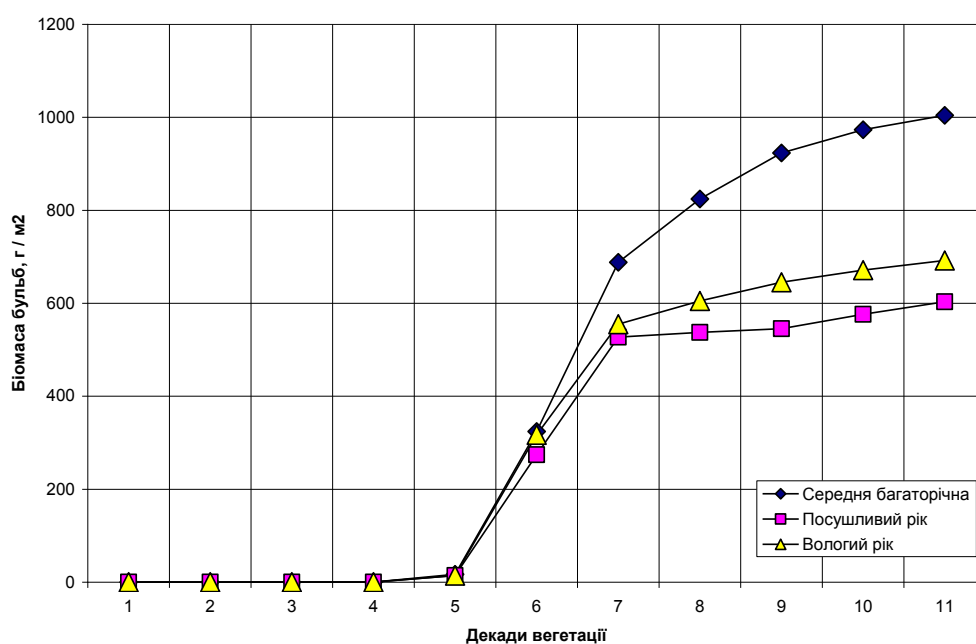


Рисунок 6.6 - Динаміка сухої біомаси бульб посадок картоплі у середньому багаторічному, сухому та вологому році. Полтавська область

Суха біомаса бульб на кінець вегетації складала 1004 г/м^2 , що з врахуванням стандартного вмісту води в бульбах картоплі становить урожай в розмірі $175,7 \text{ ц/га}$, в той час як у посушливому році суха біомаса бульб становила 603 г/м^2 (урожай відповідно – $105,6 \text{ ц/га}$), а у вологому році суха біомаса бульб дорівнювала 692 г/м^2 (урожай відповідно – $121,2 \text{ ц/га}$).

ВИСНОВКИ

В процесі виконання магістерської роботи були отримані наступні основні результати:

1. Вивчені біологічні особливості картоплі і її вимоги до факторів навколишнього середовища.
2. Вивчена базова динамічна модель формування урожаю сільськогосподарських культур.
3. Оцінено динаміку середньої обласної урожайності картоплі в Полтавській області. Установлено, що показник мінливості урожайності картоплі у Полтавській області становить 0,13 (Додаток А). Це дозволяє зробити висновок про те, що Полтавська область відноситься до зони найбільш стійких урожаїв картоплі.
4. Встановлено, що площа листя в агрометеорологічних умовах середнього багаторічного року становить $5,1 \text{ м}^2/\text{м}^2$, у посушливому році вона сформується в розмірі $3,7 \text{ м}^2/\text{м}^2$, а для вологого року її значення становить $4,8 \text{ м}^2/\text{м}^2$.
5. Встановлено, що під впливом температурного режиму та режиму зволоження інтенсивність фотосинтезу суттєво різниться у різні за зволоженням роки. Так, уже в шостій декаді вегетації в посушливому році вона зменшується до рівня $28,5 \text{ мг CO}_2/\text{дм}^2$ за декаду, а для вологого року становить $41,1 \text{ мг CO}_2/\text{дм}^2$ за декаду.
6. Визначено, що після восьмої декади вегетації культури картоплі темпи приросту загальної біомаси посадок картоплі знижуються, загальна біомаса складає для середніх багаторічних умов $1509 \text{ г}/\text{м}^2$, для посушливого року – $960 \text{ г}/\text{м}^2$ і для вологого року – $1153 \text{ г}/\text{м}^2$.
7. Суха біомаса бульб на кінець вегетації складає $1004 \text{ г}/\text{м}^2$, що з врахуванням стандартного вмісту вологи в бульбах картоплі становить урожай в розмірі $175,7 \text{ ц}/\text{га.}$, в той час як у посушливому році суха біомаса

бульб становить 603 г/м^2 (урожай відповідно – $105,6 \text{ ц/га}$), а у вологому році суха біомаса бульб дорівнює 692 г/м^2 (урожай відповідно – $121,2 \text{ ц/га}$).

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Агроклиматический справочник или справочник агроклиматических ресурсов Полтавской области. Л.: Гидрометеиздат, 1965-1990 гг.
2. Бондлендер Б.А. Влияние температуры, солнечной радиации и фотопериода на развитие растений и урожая // Б.А. Бондлендер. Рост и развитие картофеля. М.: 1966.
3. Бордукова М.В. Болезни и вредители картофеля. М.В. Бордукова. М.: Сельхозгиз, 1955.
4. Вольвач В.В. Агроклиматическая оценка условий развития и вредоносности колорадского жука на ЕТС. Л.: Гидрометеиздат, 1974. 12 с.
5. Картофель. /под.ред. Н.С. Бацанова. М.: Колос. 1970. 375 с.
6. Лорх А.Г. Динамика накопления урожая картофеля. А.Г. Лорх. М.: Сельхозгиз, 1948. 191 с.
7. Наукові основи агропромислового виробництва в зоні Лісостепу України. Київ: Урожай, 2004. 775 с.
8. Пасов В.М. Изменчивость урожаев и оценка ожидаемой продуктивности зерновых культур. Л.: Гидрометеиздат, 1986. 152 с.
9. Полевой А.Н. Агрометеорологические условия и продуктивность картофеля в Нечерноземье. Л.: Гидрометеиздат, 1978. 117 с.
10. Полевой А.Н. Теория и расчет продуктивности сельскохозяйственных культур. А.Н. Полевой. Л.: Гидрометеиздат, 1983. 286 с.
11. Польовий А.М. Сільськогосподарська метеорологія: Підручник. Одеса: «ТЕС», 2012. 630 с.
12. Практикум з сільськогосподарської метеорології / А.М. Польовий, Л.Ю. Божко, В.М. Ситов, О.Є Ярмольська. Одеса: «ТЕС», 2002. 400 с.
13. Росс Ю.К. Радиационный режим и архитектура растительного покрова. Л.: Гидрометеиздат, 1975. 341 с.

14. Свидерська С.М. Волкова А.С. Моделювання впливу агрометеорологічних умов на формування врожайності картоплі в Вінницькій області. Матеріали II Всеукраїнської науково-практичної конференції «Збалансований розвиток агроєкосистем України: Сучасний погляд та інновації», 29 квітня 2018 року, Полтава: ПДАА, 2018. С.24-28.
15. Сивков С.И. Методы расчета характеристик солнечной радиации. Л.: Гидрометеиздат, 1968. 232 с.
16. Тооминг Х.Г. Экологические принципы максимальной продуктивности посевов. Л.: Гидрометеиздат, 1984. 264 с.
17. Устойчивость земледелия: Проблемы и пути решения. /Сайко В.Ф., Малиенко А.М., Мазур Г.А. и др. Киев: Урожай, 1993. 320 с.
18. Частная физиология полевых культур. /Под ред. Е.И. Кошкина. М.: Колос. 2005. 302 с.
19. Федосеев А.П. Агротехника и погода. Л.: Гидрометеиздат, 1979. 239 с.
20. Hellwig Z. Schemat budowy prognozy statycznej metody wag harmonicnych. Przegląd Statystyczny, 1967. V. 14, #2. P. 133-153.

ДОДАТКИ

```

*****
C      БАЗОВА ДИНАМІЧНА МОДЕЛЬ ФОРМУВАННЯ УРОЖАЮ
C      СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР
*****

      common
w0(15),ts(15),ss(15),dv(15),inf(50),tmax(15)
      common n,t0,n2,n1,fi
      Character*4 a1,a2,a3,a4
      real inf
      integer t0,dv
      kb=1
      open
(unit=5,file='modell1.dat',status='old',form='formatted'
)
      Open (UNIT=6,FILE='RESULT1.dat')
      read(5,100) kb
      do 30 i=1,kb
        read(*,116) a1,a2,a3,a4
        read(*,100) n,t0,n1,n2,fi
        read(*,102) (tmax(j),j=1,n)
        read(*,102) (w0(j),j=1,n)
        read(*,102) (ts(j),j=1,n)
        read(*,102) (ss(j),j=1,n)
        read(*,115) (dv(j),j=1,n)
        read(*,101) (inf(j),j=1,28)
        write(*,119)
        WRITE(6,234)
        WRITE(6,236)
234 FORMAT(10X,"БАЗОВА ДИНАМІЧНА МОДЕЛЬ")
236 FORMAT(10X,"" ФОРМУВАННЯ ВРОЖАЮ ")
        write(*,119)
        write(6,117)
117 format(10x,"" ВХІДНА ІНФОРМАЦІЯ ")
        write(6,118)
        write(*,116) a1,a2,a3,a4
        write(*,100) n,t0,n1,n2,fi
        write(*,102) (tmax(j),j=1,n)
        write(*,102) (w0(j),j=1,n)
        write(*,102) (ts(j),j=1,n)
        write(*,102) (ss(j),j=1,n)
        write(*,115) (dv(j),j=1,n)
118 format(1x,72('-'))
        write(*,118)

```

```

        write(*,101) (inf(j),j=1,28)
        write(*,119)
119  format(1x,72('='))
        write(*,120)
120  format(1x,'" РЕЗУЛЬТАТИ РОЗПАХУВАННЯ"')
        write(*,119)
        call dmpp
100  format(4i3,f6.2)
101  format(10f8.3)
102  format(14f5.1)
115  format(24i3)
116  format(4a4)
    30 continue
        stop
        end
        subroutine dmpp
            dimension llm(15),qm(15),ts1m(15),ts2m(15)
            common
w0(15),ts(15),ss(15),dv(15),inf(50),tmax(15)
            dimension
j1m(15),gim(15),flm(15),ksi(15),gamfm(15),blm(15),1
bsm(15),brm(15),bpm(15),aflm(15),arlm(15),tss(150),
ts1l(15)
            real ksi,llm
            real*8 ksifl,top,td
            integer t0,dv,gi,g2,gim
            common n,t0,n1,n2,fi
            real m,ml,ms,mr,mp,ll,ls,lp,mu,ksifp,inf,
j0,jj,mz
            drost(ts2,topt,cc)=(2.3026*(2./topt)*10.** (2.-
(2./topt)*ts2)*
* 1000.*cc)/(1.+10.** (2.- (2./topt)*ts2))**2
            ff01(bk,b,jj)=bk*b*jj/(bk+b*jj)
            j1=1
            gi=0
            ml=inf(1)
            ms=inf(2)
            mr=inf(3)
            mp=inf(4)
            sss=inf(25)
            sss1=inf(26)
            ll=inf(5)
            ts2=0
            j2=0
c            write(*,331)ml,ms,mr,mp

```

```

331 format(1x,4f7.3)
    write(*,121)
121 format(' ')
    write(*,122)
122 format(10x,' " CYXA BIOMACA OPTAHIB, (г/м2) "')
    write(*,120)
109
format(4x,'i' 'dek',1x,'i','cyt',2x,'i',3x,'ml',3x,
'i',3x,'ms',3x,1'i',3x,'mr',3x,'i',4x,'mp',2x,
'i',3x,'m',4x,'i')
    write(*,109)
120 format(4x,70('-'))
    write(*,120)
    do 300 j=1,n
        nn=dv(j)
        do 310 i=1,nn
            ts1=ts(j)-inf(27)
            if(ts1.lt.0)ts1=0
            ts2=ts2+ts1
            tss(i+j2)=ts2
310    continue
        j2=j2+dv(j)
        ts11(j)=ts1
300 continue
    do 99 j=1,n
        s1=0
        s2=0
        s3=0
        s4=0
        s5=0
        s6=0
        s7=0
        s8=0
        s9=0
        s10=0
        s11=0
        ts1=ts11(j)
        m=ml+ms+mr+mp
        fm=ml+ms
c        write(*,334)m

334    format(1x,f10.2)
        nn=dv(j)
        do 400 i=1,nn
444 format(1x,i5,2x,f7.3)

```

```

        ts2=tss(gi+1)
c        write(*,444)gi,tss(gi)
        delta=0.017453*(0.473*(t0+gi)-0.196e-
2*(t0+gi)**2-0.407e-5*
        *      (t0+gi)**3-0.616)
        a=sin(0.017453*fi)*sin(delta)
        b=cos(0.017453*fi)*cos(delta)
        tz=12+3.8197*acos(-a/b)
        tv=24-tz
        s1=s1-delta
        s2=s2+a
        s3=s3+b
        s4=s4+tz
        s5=s5+tv
C        write(6,335)tv,delta
335      format(1x,2f8.2)
        a1=-100.*alog(inf(15))/(inf(8)**2)
        alf=exp(-a1*((ts2-inf(8))/10)**2)
        a1=-100.*alog(inf(16))/(inf(9)**2)
        arl=exp(-a1*((ts2-inf(9))/10)**2)
        dml=drost(ts2,inf(10),inf(21))
        dms=drost(ts2,inf(11),inf(22))
        dmr=drost(ts2,inf(12),inf(23))
        r1=ts2-inf(14)
        if(r1.lt.0) goto 62
        dmp=drost(r1,inf(13)-inf(14),inf(24))
        goto 63
62      dmp=0.0
63      s6=s6+alf
        s7=s7+arl
        s8=s8+dml
        s9=s9+dms
        s10=s10+dmr
        s11=s11+dmp
        gi=gi+1
400    continue
        delta=s1/dv(j)
        a=s2/dv(j)
        b=s3/dv(j)
        tz=s4/dv(j)
        tv=s5/dv(j)
        taud=tz-tv
        afl=s6/dv(j)
        arl=s7/dv(j)
        dml=s8/dv(j)

```

```

      dms=s9/dv(j)
      dmr=s10/dv(j)
      dmp=s11/dv(j)
      dm=dml+dms+dmr+dmp
c      write(6,336) dml,dms,dmp,dmr,dm
336    format(1x,5f10.3)
      bl=dml/dm
      bs=dms/dm
      br=dmr/dm
      bp=dmp/dm
      if( n2.eq.1 ) goto 1
      if( n2.eq.2 ) goto 2
      if( n2.eq.3 ) goto 3
      nn1=30-n1+1
      if (gi.le.nn1) goto 7
      if (gi.le.nn1+31) goto 8
      td=0.873*tmax(j)-0.686
goto 9
1      nn1=31-n1+1
      if (gi.le.nn1) goto 4
      if (gi.le.nn1+30) goto 5
      if (gi.le.nn1+61) goto 6
      if (gi.le.nn1+91) goto 7
      if (gi.le.nn1+122) goto 8
      td=0.873*tmax(j)-0.686
goto 9
2      nn1=30-n1+1
      if (gi.le.nn1 ) goto 5
      if (gi.le.nn1+30) goto 6
      if (gi.le.nn1+61) goto 7
      if (gi.le.nn1+92) goto 8
      td=0.873*tmax(j)-0.686
goto 9
3      nn1=31-n1+1
      if (gi.le.nn1 ) goto 6
      if (gi.le.nn1+30) goto 7
      if (gi.le.nn1+61) goto 8
      td=0.873*tmax(j)-0.686
goto 9
4      td=tmax(j)-3.
goto 9
5      td=0.835*tmax(j)-1.365
goto 9
6      td=0.856*tmax(j)-1.008
goto 9

```

```

7      td=0.891*tmax(j)-1.081
      goto 9
8      td=0.823*tmax(j)+0.559
9      q=12.66*ss(j)**1.31+315.0*(a+b)**2.1
      j0=0.5*q/(taud*60)
      top=inf(28)
      w1=w0(j)/inf(7)
      ksifl=((td+10)/32)**(0.11174*(td-top)/10)*
6      ((36-td)/14)**(0.9041*(td-top)/10)
c      ****uvcvjic
      if( ksifl.gt.1 ) ksifl=1
      if( ksifl.lt.0.1 ) ksifl=0.1
      if(inf(7).le.85) gamf=2.899*exp(-0.9117*w1) -
3.64*exp(-2.73*w1)
      if(inf(7).gt.85) gamf=4.200*exp(-0.703*w1) -
5.48*exp(-1.648*w1)
      if( gamf.gt.1 ) gamf=1
      if( gamf.lt.0.1 ) gamf=0.1
      jj=j0/(1.+0.5*ll)
      f0l=ff0l(sss,sss1,jj)
      ftl=afl*f0l*ksifl*gamf
      fl=0.68*ftl*ll*taud*0.1
      dmm=fl-arl*(0.015*m+0.20*fl)
      v1=0.3*m1*ts1/(tss(j2)-2.*inf(10))
      v2=0.3*ms*ts1/(tss(j2)-2.*inf(11))
      v3=0.3*mr*ts1/(tss(j2)-2.*inf(12))
      if(ts2.lt.2*inf(10)) v1=0
      if(ts2.lt.2*inf(11)) v2=0
      if(ts2.lt.2*inf(12)) v3=0
      ml=ml+(b1*dmm-v1)*dv(j)
      ms=ms+(bs*dmm-v2)*dv(j)
      mr=mr+(br*dmm-v3)*dv(j)
      mp=mp+(bp*dmm+v1+v2+v3)*dv(j)
c      write(6,337)ml,ms,mp,mr
337 format(1x,4f10.3)
      if((b1*dmm-v1)*dv(j).ge.0) ll=ll+(b1*dmm-
v1)*dv(j)/inf(20)
      if((b1*dmm-v1)*dv(j).lt.0) ll=ll+(b1*dmm-
v1)*dv(j)/(inf(20)*0.3)
      if(ll.lt.0) ll=0.001
      j1m(j)=j
      gim(j)=gi
      flm(j)=fl
      ksi(j)=ksifl
      gamfm(j)=gamf

```

```

        blm(j)=bl
        bsm(j)=bs
        brm(j)=br
        bpm(j)=bp
        aflm(j)=afl
        arlm(j)=arl
        llm(j)=ll
        qm(j)=q
        ts1m(j)=ts1
        ts2m(j)=ts2
        write(*,139) j,gi,ml,ms,mr,mp,m
139
format(4x,'i',i5,'i',i3,2x,'i',f7.3,1x,'i',1x,f7.3,'i',
1x,f7.3,
1'i',f8.3,'i',f8.3,'i')
        j1=j1+1
99  continue
        write(*,120)
        j1=j-1
        write(*,121)
        write(*,170)
170  format(10x,'Площа листя, радіація, суми т-р
функції впливу')
        write(*,140)
        write(*,143)
143
format(4x,'i','dek',1x,'i','cyt',2x,'i',2x,'LL',1x,'i',
3x,'q',4x,
1'i',2x,'ts1',2x,'i',3x,'ts2',2x,'i',2x,'fl',2x,'i',1x,
'ksifl',1x
1,'i',' gamf ','i')
        write(*,140)
        do 154 ji=1,j1

write(6,151) j1m(ji),gim(ji),llm(ji),qm(ji),ts1m(ji),ts2
m(ji)
1,flm(ji),ksi(ji),gamfm(ji)
154  continue
151  format(4x,'i',i3,1x,'i',1x,i3,1x,'i',f5.2,
1'i',f8.3,'i',f7.3,'i',f8.3,'i',f6.3,'i',f7.3,'i',1x,f5
.2,'i')
        write(*,121)
        write(*,140)

```

```

        write(*,153)
153  format(15x,'Ростові функції, онтоген.крива
фотосинт. I дихання')
        write(*,140)
        write(*,149)
        write(*,140)
149  format(4x,'i','DEK',1x,'i',1x,
'CYT',1x,'i',3x,'bl',3x,'i',13x,'bs',3x,'i',3x,'br',
3x,'i',3x,'bp',3x,'i',2x,'afl',2x,'i',3x,
1'arl',3x,'i')
        do 141 i5=1,j1
        write(6,150) j1m(i5),gim(i5),blm(i5),
1 bsm(i5),brm(i5),bpm(i5),aflm(i5),arlm(i5)
141  continue
        write(*,140)
150  format(4x,'i',i3,1x,'i',1x,i3,1x,'i',2x,
1f5.3,1x,'i',2x,f5.3,1x,'i',2x,f5.3,1x,'i',2x,f5.3,
1x,'i',11x,f5.3,1x,'i',1x,f5.3,3x,'i')
140  format(4x,67('-'))
C    CLOSE (UNIT=6)
        return
        end

```

РОЗРАХУНОК ТЕНДЕНЦІЇ УРОЖАЙНОСТІ КАРТОПЛІ У ПОЛТАВСЬКІЙ ОБЛАСТІ (1999–2017 рр.)

РАСЧЕТ ТЕНДЕНЦИИ УРОЖАЯ ПО МЕТОДУ ГАРМОНИЧЕСКИХ ВЕСОВ

N = 19 K = 10

N - длина ряда, K - параметр сглаживания

Фактические значения урожая по годам, ц/га

73.0100.0 78.0 83.0118.0147.3155.0152.0145.6147.9146.3128.1

191.3150.0169.1209.4205.8197.9185.5

+++++

Сглаженные значения урожая - тренд, ц/га

76.1 88.5 98.9108.6120.1129.8136.1140.8145.2150.2154.3158.5

163.8168.0175.1185.0193.9200.8204.8

+++++

Фактические значения урожая минус тренд, ц/га

-3.1 11.5-20.9-25.6 -2.1 17.5 18.9 11.2 0.4 -2.3 -8.0-30.4

27.5-18.0 -6.0 24.4 11.9 -2.9-19.3

+++++

Прогноз тенденции урожая на следующий год

ws=6.279 yr=*****

sumy1 = 2783.200 ysr = 146.48 disSum= 1761.76

disz = 1390.13 cp = 0.13

РОЗРАХУНОК УРОЖАЙНОСТІ КАРТОПЛІ У ПОЛТАВСЬКІЙ ОБЛАСТІ
(СЕРЕДНІ БАГАТОРІЧНІ ДАНІ)

БАЗОВАЯ ДИНАМИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ
ФОРМИРОВАНИЯ УРОЖАЯ С-Х КУЛЬТУР

ВХОДНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Poltava sr

Chislo dekad; chislo dney ot 1-go janvarj; data vsxodov
mesjz vsxodov; schirota punkta:

11101 11 4 49.34

Summa osadkov za dekadu (mm):

9.5 11.3 13.6 15.4 16.3 18.0 19.3 18.9 20.8 20.9 21.4

Sredn. za dekadu defizit wlagnosti vozduxa (mb):

5.0 6.0 7.0 8.0 8.0 8.0 9.0 7.0 9.0 10.0 10.0

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

13.0 16.0 14.0 13.0 24.0 18.0 21.0 29.0 22.0 21.0 20.0

Sredn.za dekadu chislo chasov colnechn. sijnij, chasi

5.8 6.9 8.4 9.4 9.6 9.0 9.3 9.0 10.2 9.5 10.9

Chislo dney v rashetnoy dekad:

9 10 10 10 10 10 10 11 10 10 10

Informazionniy massiv, parametri modeli:

0.135 0.105 0.155 0.000 0.200 315.000 205.000 423.000 324.000 237.000
261.000 286.000 909.000 486.000 0.600 0.500 380.000 380.000 2.000 35.000
0.290 0.360 0.150 0.200 34.000 340.000 7.000 17.000 166.000

h ... ‡ “ < нь ’ Ъ ’ > h Ъ ‘ — ... ’ Ъ ,

“ • Ъ ц Ё € Ъ Ъ Ъ ‘ ‘ Ъ Ъ h í Ъ Ё Ъ , (J/−2)

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

mg - urogay pri 80% wladnosti клубней, z/ga

i 1i 9 i 0.122i 0.091i 0.150i 0.000i 0.395i 0.000i
i 2i 19 i 13.666i 12.836i 4.240i 0.000i 0.364i 0.000i
i 3i 29 i 46.322i 48.022i 16.345i 0.000i 30.742i 0.000i
i 4i 39 i 100.536i 129.331i 52.537i 0.000i 110.688i 0.000i
i 5i 49 i 161.035i 265.378i 144.677i 17.420i 282.405i 3.048i
i 6i 59 i 171.302i 306.971i 187.295i 324.054i 588.510i 56.710i
i 7i 69 i 164.185i 294.412i 180.000i 688.729i 989.623i 120.528i
i 8i 80 i 152.387i 272.299i 165.815i 824.935i 1327.327i 144.364i
i 9i 90 i 145.335i 259.123i 157.393i 923.358i 1415.435i 161.588i
i 10i 100 i 139.004i 247.323i 149.869i 973.383i 1485.209i 170.342i
i 11i 110 i 133.328i 236.763i 143.151i 1004.197i 1509.579i 175.735i

Ц«®й ом «ЁбвмГў,а ъЁ жЁп,бг—л в-а,дг-ЄжЁЁ ў«Ёп-Ёп

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

```

-----
i 1 i 9 i 0.20i 375.518i -0.031 i 72.000i 0.000i 0.000i 1.00i
i 2 i 19 i 0.59i 403.236i 30.378 i 182.000i 3.606i 0.971i 0.98i
i 3 i 29 i 1.52i 441.831i 79.946 i 272.000i 10.384i 0.893i 0.94i
i 4 i 39 i 3.07i 462.547i 171.717 i 352.000i 23.509i 0.848i 0.91i
i 5 i 49 i 4.80i 452.985i 306.105 i 542.000i 41.631i 0.911i 0.87i
i 6 i 59 i 5.09i 412.208i 401.113 i 672.000i 51.070i 1.000i 0.86i
i 7 i 69 i 4.41i 396.363i 337.704 i 832.000i 40.442i 1.000i 0.86i
i 8 i 80 i 3.29i 354.679i 88.109 i 1096.000i 9.559i 0.484i 0.86i
i 9 i 90 i 2.62i 359.763i 69.774 i 1266.000i 7.162i 1.000i 0.87i
i 10 i 100 i 2.01i 302.270i 24.370 i 1426.000i 2.461i 1.000i 0.90i
i 11 i 110 i 1.47i 319.538i 7.862 i 1576.000i 0.789i 1.000i 0.91i
-----

```

Ѓ®бв®ўлГ дГ-ЄжЄЄ,®-в®ЈГ-.ЄаЄў п д®в®бЄ-в.Є џле -Єп.

ıDEKıCYTı bl i bs i br i bp i afl i arl i W0 i

```

-----
i 1 i 9 i 0.415 i 0.432 i 0.153 i 0.000 i 0.658 i 0.587 i 196.2 i
i 2 i 19 i 0.446 i 0.420 i 0.135 i 0.000 i 0.785 i 0.782 i 181.8 i
i 3 i 29 i 0.408 i 0.440 i 0.151 i 0.000 i 0.899 i 0.941 i 169.0 i
i 4 i 39 i 0.316 i 0.474 i 0.211 i 0.000 i 0.966 i 0.996 i 158.6 i
i 5 i 49 i 0.215 i 0.467 i 0.301 i 0.017 i 0.988 i 0.877 i 151.1 i
i 6 i 59 i 0.040 i 0.128 i 0.120 i 0.712 i 0.899 i 0.576 i 148.2 i
i 7 i 69 i 0.001 i 0.004 i 0.005 i 0.990 i 0.722 i 0.291 i 147.8 i
i 8 i 80 i 0.000 i 0.000 i 0.000 i 1.000 i 0.423 i 0.071 i 147.4 i
i 9 i 90 i 0.000 i 0.000 i 0.000 i 1.000 i 0.190 i 0.008 i 150.3 i
i 10 i 100 i 0.000 i 0.000 i 0.000 i 1.000 i 0.086 i 0.001 i 156.0 i
i 11 i 110 i 0.000 i 0.000 i 0.000 i 1.000 i 0.036 i 0.000 i 160.6 i
-----

```

Ѓ®бв®ўлГ дГ-ЄжЄЄ,®-в®ЈГ-.ЄаЄў п д®в®бЄ-в.Є џле -Єп.

ıDEKıCYTı Os i Eakt i EOr i bp i afl i arl i rad i

```

-----
i 1 i 9 i 9.5 i 18.3 i 38.8 i 0.000 i 0.658 i 0.587 i 274.6 i
i 2 i 19 i 11.3 i 25.7 i 46.5 i 0.000 i 0.785 i 0.782 i 298.7 i
i 3 i 29 i 13.6 i 26.3 i 51.3 i 0.000 i 0.899 i 0.941 i 334.5 i
i 4 i 39 i 15.4 i 25.8 i 53.8 i 0.000 i 0.966 i 0.996 i 360.8 i
i 5 i 49 i 16.3 i 23.9 i 52.6 i 0.017 i 0.988 i 0.877 i 367.0 i
i 6 i 59 i 18.0 i 20.8 i 47.6 i 0.712 i 0.899 i 0.576 i 349.9 i
i 7 i 69 i 19.3 i 19.8 i 45.6 i 0.990 i 0.722 i 0.291 i 355.9 i
i 8 i 80 i 18.9 i 19.2 i 44.5 i 1.000 i 0.423 i 0.071 i 342.1 i
i 9 i 90 i 20.8 i 17.9 i 41.1 i 1.000 i 0.190 i 0.008 i 379.6 i
i 10 i 100 i 20.9 i 15.2 i 34.0 i 1.000 i 0.086 i 0.001 i 357.2 i
i 11 i 110 i 21.4 i 16.7 i 36.1 i 1.000 i 0.036 i 0.000 i 445.3 i
-----

```

РОЗРАХУНОК УРОЖАЙНОСТІ КАРТОПЛІ У ПОЛТАВСЬКІЙ ОБЛАСТІ
(ПОСУШЛИВИЙ РІК)

БАЗОВАЯ ДИНАМИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ
ФОРМИРОВАНИЯ УРОЖАЯ С-Х КУЛЬТУР

ВХОДНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Poltava suxoy

Chislo dekad; chislo dney ot 1-go janvarj; data vsxodov
mesjz vsxodov; schirota punkta:

11101 11 4 49.34

Summa osadkov za dekadu (mm):

9.5 11.3 13.6 15.4 16.3 20.0 21.3 20.9 22.8 22.9 23.4

Sredn. za dekadu defizit wlagnosti vozduxa (mb):

5.0 6.0 7.0 8.0 8.0 10.0 11.0 12.0 13.0 14.0 15.0

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

13.0 16.0 14.0 13.0 24.0 9.0 5.0 0.0 0.0 5.0 5.0

Sredn.za dekadu chislo chasov colnechn. sijnij, chasi

5.8 6.9 8.4 9.4 9.6 9.0 9.3 9.0 10.2 9.5 10.9

Chislo dney v rashetnoy deкаде:

9 10 10 10 10 10 10 11 10 10 10

Informazionniy massiv, parametri modeli:

0.135 0.105 0.155 0.000 0.200 315.000 205.000 423.000 324.000 237.000
261.000 286.000 909.000 486.000 0.600 0.500 380.000 380.000 2.000 35.000
0.290 0.360 0.150 0.200 34.000 340.000 7.000 17.000 166.000

h ... ‡ “ < н ’ Ъ ’ > h Ъ ‘ — ... ’ Ъ ,

‘ “ • Ъ ц Ѓ € Ъ Ъ Ъ ‘ ‘ Ъ Ъ h Ѓ Ъ Ќ Ъ , (J/−2)

i'dek icyt i ml i ms i mr i mp i m i mg i
mg - urogay pri 80% wladnosti клубней, z/ga

i 1i 9 i 0.122i 0.091i 0.150i 0.000i 0.395i 0.000i
i 2i 19 i 13.666i 12.836i 4.240i 0.000i 0.364i 0.000i
i 3i 29 i 46.322i 48.022i 16.345i 0.000i 30.742i 0.000i
i 4i 39 i 100.536i 129.331i 52.537i 0.000i 110.688i 0.000i
i 5i 49 i 113.174i 149.507i 144.677i 181.151i 282.405i 31.701i
i 6i 59 i 116.510i 168.214i 14.430i 474.997i 588.510i 83.124i
i 7i 69 i 122.700i 187.866i 32.582i 527.567i 774.151i 92.324i
i 8i 80 i 123.924i 191.751i 36.171i 537.961i 870.716i 94.143i
i 9i 90 i 124.854i 194.704i 38.899i 545.861i 889.807i 95.526i
i 10i 100 i 128.483i 206.222i 49.539i 576.674i 904.319i 100.918i
i 11i 110 i 131.610i 216.150i 58.710i 603.233i 960.918i 105.566i

Ц«®й ом «ЁбвмГў,а ъЁ жЁп,бг—л в-а,дг-ЄжЁЁ ў«Ёп-Ёп

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

i 1 i 9 i 0.20 i 375.518 i -0.031 i 72.000 i 1.000 i 0.000 i 1.00 i
 i 2 i 19 i 0.59 i 403.236 i 30.378 i 182.000 i 3.606 i 0.971 i 0.98 i
 i 3 i 29 i 1.52 i 441.831 i 79.946 i 272.000 i 10.384 i 0.893 i 0.94 i
 i 4 i 39 i 3.07 i 462.547 i 171.717 i 352.000 i 23.509 i 0.848 i 0.91 i
 i 5 i 49 i 3.43 i 452.985 i 306.105 i 542.000 i 41.631 i 0.911 i 0.87 i
 i 6 i 59 i 3.52 i 412.208 i 185.641 i 582.000 i 28.493 i 0.652 i 0.87 i
 i 7 i 69 i 3.70 i 396.363 i 96.565 i 582.000 i 19.674 i 0.467 i 0.88 i
 i 8 i 80 i 3.10 i 354.679 i 19.092 i 582.000 i 7.653 i 0.292 i 0.88 i
 i 9 i 90 i 2.50 i 359.763 i 14.512 i 582.000 i 5.238 i 0.292 i 0.90 i
 i 10 i 100 i 1.90 i 302.270 i 10.599 i 582.000 i 1,33 i 0.467 i 0.93 i
 i 11 i 110 i 1,30 i 319.538 i 5.784 i 582.000 i 0,562 i 0.467 i 0.95 i

ђ®бв®ўлГ дг-ЄжЁЁ,®-в®лГ-ЄаЁў п д®в®бЁ-в.Ё ъле -Ёп.

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

i 1 i 9 i 0.415 i 0.432 i 0.153 i 0.000 i 0.658 i 0.587 i 196.2 i
 i 2 i 19 i 0.446 i 0.420 i 0.135 i 0.000 i 0.785 i 0.782 i 181.8 i
 i 3 i 29 i 0.408 i 0.440 i 0.151 i 0.000 i 0.899 i 0.941 i 169.0 i
 i 4 i 39 i 0.316 i 0.474 i 0.211 i 0.000 i 0.966 i 0.996 i 158.6 i
 i 5 i 49 i 0.215 i 0.467 i 0.301 i 0.017 i 0.988 i 0.877 i 151.1 i
 i 6 i 59 i 0.086 i 0.262 i 0.234 i 0.419 i 0.945 i 0.683 i 150.1 i
 i 7 i 69 i 0.064 i 0.204 i 0.188 i 0.544 i 0.930 i 0.644 i 151.3 i
 i 8 i 80 i 0.064 i 0.204 i 0.188 i 0.544 i 0.930 i 0.644 i 152.4 i
 i 9 i 90 i 0.064 i 0.204 i 0.188 i 0.544 i 0.930 i 0.644 i 156.6 i
 i 10 i 100 i 0.064 i 0.204 i 0.188 i 0.544 i 0.930 i 0.644 i 163.5 i
 i 11 i 110 i 0.064 i 0.204 i 0.188 i 0.544 i 0.930 i 0.644 i 169.3 i

ђ®бв®ўлГ дг-ЄжЁЁ,®-в®лГ-ЄаЁў п д®в®бЁ-в.Ё ъле -Ёп.

iDEK i CYT i Os i Eakt i E0r i bp i afl i arl i rad i

i 1 i 9 i 9.5 i 18.3 i 38.8 i 0.000 i 0.658 i 0.587 i 274.6 i
 i 2 i 19 i 11.3 i 25.7 i 46.5 i 0.000 i 0.785 i 0.782 i 298.7 i
 i 3 i 29 i 13.6 i 26.3 i 51.3 i 0.000 i 0.899 i 0.941 i 334.5 i
 i 4 i 39 i 15.4 i 25.8 i 53.8 i 0.000 i 0.966 i 0.996 i 360.8 i
 i 5 i 49 i 16.3 i 23.9 i 52.6 i 0.017 i 0.988 i 0.877 i 367.0 i
 i 6 i 59 i 20.0 i 21.0 i 47.6 i 0.419 i 0.945 i 0.683 i 349.9 i
 i 7 i 69 i 21.3 i 20.1 i 45.6 i 0.544 i 0.930 i 0.644 i 355.9 i
 i 8 i 80 i 20.9 i 19.8 i 44.5 i 0.544 i 0.930 i 0.644 i 342.1 i
 i 9 i 90 i 22.8 i 18.6 i 41.1 i 0.544 i 0.930 i 0.644 i 379.6 i
 i 10 i 100 i 22.9 i 15.9 i 34.0 i 0.544 i 0.930 i 0.644 i 357.2 i
 i 11 i 110 i 23.4 i 17.6 i 36.1 i 0.544 i 0.930 i 0.644 i 445.3 i

РОЗРАХУНОК УРОЖАЙНОСТІ КАРТОПЛІ У ПОЛТАВСЬКІЙ ОБЛАСТІ
(ВОЛОГИЙ РІК)

БАЗОВАЯ ДИНАМИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ
ФОРМИРОВАНИЯ УРОЖАЯ С-Х КУЛЬТУР

ВХОДНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Poltava wlagniy

Chislo dekad; chislo dney ot 1-go janvarj; data vsxodov
mesjz vsxodov; schirota punkta:

11101 11 4 49.34

Summa osadkov za dekadu (mm):

9.5 11.3 13.6 15.4 16.3 17.0 18.3 17.9 19.8 19.9 20.4

Sredn. za dekadu defizit wlagnosti vozduxa (mb):

5.0 6.0 7.0 8.0 8.0 6.0 7.0 5.0 6.0 6.0 6.0

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

13.0 16.0 14.0 13.0 24.0 25.0 26.0 36.0 27.0 26.0 25.0

Sredn.za dekadu chislo chasov colnechn. sijnij, chasi

5.8 6.9 8.4 9.4 9.6 9.0 9.3 9.0 10.2 9.5 10.9

Chislo dney v rashetnoy dekad:

9 10 10 10 10 10 10 11 10 10 10

Informazionniy massiv, parametri modeli:

0.135 0.105 0.155 0.000 0.200 315.000 205.000 423.000 324.000 237.000
261.000 286.000 909.000 486.000 0.600 0.500 380.000 380.000 2.000 35.000
0.290 0.360 0.150 0.200 34.000 340.000 7.000 17.000 166.000

h ... ‡ “ < н ’ Ъ ’ > h Ъ ‘ — ... ’ Ъ ,

‘ “ • Ъ ц Ѓ € Ъ Ъ Ъ ‘ ‘ Ъ Ъ h í Ъ Ќ Ъ , (J/−2)

i'dek icyt i ml i ms i mr i mp i m i mg i
mg - urogay pri 14% wladnosti zerna, z/ga

i 1i 9 i 0.122i 0.091i 0.150i 0.000i 0.395i 0.000i
i 2i 19 i 13.666i 12.836i 4.240i 0.000i 0.364i 0.000i
i 3i 29 i 46.322i 48.022i 16.345i 0.000i 30.742i 0.000i
i 4i 39 i 100.536i 129.331i 52.537i 0.000i 110.688i 0.000i
i 5i 49 i 162.280i 267.110i 144.677i 14.442i 282.405i 2.527i
i 6i 59 i 162.037i 276.976i 158.674i 317.497i 588.510i 55.562i
i 7i 69 i 155.019i 264.650i 151.445i 554.917i 915.184i 97.111i
i 8i 80 i 144.075i 245.326i 139.977i 604.942i 1126.031i 105.865i
i 9i 90 i 137.512i 233.768i 133.139i 645.259i 1134.319i 112.920i
i 10i 100 i 131.533i 223.256i 126.931i 671.470i 1149.679i 117.507i
i 11i 110 i 126.087i 213.695i 121.293i 692.776i 1153.190i 121.236i

Ц«®й ђм «ЁбвмЃў,а ђЁ жЁп,бг—л в-а,дг-ЄжЁЁ ў«Ёп-Ёп

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

i 1 i 9 i 0.20i 375.518i -0.031 i 72.000i 0.000i 0.000i 1.00i
 i 2 i 19 i 0.59i 403.236i 30.378 i 182.000i 3.606i 0.971i 0.98i
 i 3 i 29 i 1.52i 441.831i 79.946 i 272.000i 10.384i 0.893i 0.94i
 i 4 i 39 i 3.07i 462.547i 171.717 i 352.000i 23.509i 0.848i 0.91i
 i 5 i 49 i 4.83i 452.985i 306.105 i 542.000i 41.631i 0.911i 0.87i
 i 6 i 59 i 4.81i 412.208i 326.674 i 742.000i 41.120i 0.847i 0.86i
 i 7 i 69 i 4.14i 396.363i 210.847 i 952.000i 24.102i 0.770i 0.85i
 i 8 i 80 i 3.10i 354.679i 15.288 i 1293.000i 2.681i 0.100i 0.85i
 i 9 i 90 i 2.47i 359.763i 8.359 i 1513.000i 1.546i 0.682i 0.86i
 i 10 i 100 i 1.90i 302.270i 3.512 i 1723.000i 0.352i 0.770i 0.88i
 i 11 i 110 i 1.38i 319.538i 0.661 i 1923.000i 0.066i 0.847i 0.90i

 Ѓ®бв®ўлґ дг-ЄжЁЁ,®-в®лґ-ЄаЁў п д®в®бЁ-в.Ё џле -Ёп.

idek i CYTi bl i bs i br i bp i afl i arl i W0 i

i 1 i 9 i 0.415 i 0.432 i 0.153 i 0.000 i 0.658 i 0.587 i 196.2 i
 i 2 i 19 i 0.446 i 0.420 i 0.135 i 0.000 i 0.785 i 0.782 i 181.8 i
 i 3 i 29 i 0.408 i 0.440 i 0.151 i 0.000 i 0.899 i 0.941 i 169.0 i
 i 4 i 39 i 0.316 i 0.474 i 0.211 i 0.000 i 0.966 i 0.996 i 158.6 i
 i 5 i 49 i 0.215 i 0.467 i 0.301 i 0.017 i 0.988 i 0.877 i 151.1 i
 i 6 i 59 i 0.020 i 0.065 i 0.063 i 0.852 i 0.855 i 0.496 i 147.3 i
 i 7 i 69 i 0.000 i 0.001 i 0.001 i 0.998 i 0.584 i 0.163 i 146.0 i
 i 8 i 80 i 0.000 i 0.000 i 0.000 i 1.000 i 0.244 i 0.019 i 144.9 i
 i 9 i 90 i 0.000 i 0.000 i 0.000 i 1.000 i 0.064 i 0.001 i 147.2 i
 i 10 i 100 i 0.000 i 0.000 i 0.000 i 1.000 i 0.017 i 0.000 i 152.2 i
 i 11 i 110 i 0.000 i 0.000 i 0.000 i 1.000 i 0.004 i 0.000 i 156.2 i

 Ѓ®бв®ўлґ дг-ЄжЁЁ,®-в®лґ-ЄаЁў п д®в®бЁ-в.Ё џле -Ёп.

idek i CYTi Os i Eakt i E0r i bp i afl i arl i rad i

i 1 i 9 i 9.5 i 18.3 i 38.8 i 0.000 i 0.658 i 0.587 i 274.6 i
 i 2 i 19 i 11.3 i 25.7 i 46.5 i 0.000 i 0.785 i 0.782 i 298.7 i
 i 3 i 29 i 13.6 i 26.3 i 51.3 i 0.000 i 0.899 i 0.941 i 334.5 i
 i 4 i 39 i 15.4 i 25.8 i 53.8 i 0.000 i 0.966 i 0.996 i 360.8 i
 i 5 i 49 i 16.3 i 23.9 i 52.6 i 0.017 i 0.988 i 0.877 i 367.0 i
 i 6 i 59 i 17.0 i 20.8 i 47.6 i 0.852 i 0.855 i 0.496 i 349.9 i
 i 7 i 69 i 18.3 i 19.6 i 45.6 i 0.998 i 0.584 i 0.163 i 355.9 i
 i 8 i 80 i 17.9 i 19.0 i 44.5 i 1.000 i 0.244 i 0.019 i 342.1 i
 i 9 i 90 i 19.8 i 17.6 i 41.1 i 1.000 i 0.064 i 0.001 i 379.6 i
 i 10 i 100 i 19.9 i 14.9 i 34.0 i 1.000 i 0.017 i 0.000 i 357.2 i
 i 11 i 110 i 20.4 i 16.3 i 36.1 i 1.000 i 0.004 i 0.000 i 445.3 i