

ОДЕСЬКИЙ ГІДРОМЕТЕОРОЛОГІЧНИЙ ІНСТИТУТ

На правах рукопису

ВУ ХОАНГ ХОА

УДК 633.15:551.6

МОДЕЛЮВАННЯ ВПЛИВУ АГРОМЕТЕОРОЛОГІЧНИХ УМОВ НА  
ФОРМУВАННЯ УРОЖАЮ КУКУРУДЗИ У В'ЄТНАМІ

11.00.09 метеорологія, кліматологія, агрометеорологія

АВТОРЕФЕРАТ

дисертації на здобуття вченого ступеня  
кандидата географічних наук

Одеса - 1994

AB 31.223



00689684 (+)

гідрометеорологічному інституті.

Науковий керівник - доктор географічних наук, професор  
Польовий Анатолій Миколайович,  
доктор географічних наук  
Пасов Володимир Михайлович

Офіційні опоненти - доктор географічних наук, професор  
Одеського сільськогосподарського  
інституту, Хмелевський Костянтин  
Кирилович

кандидат географічних наук, старший  
науковий співробітник Інституту  
агроекології та біотехнології  
Гойса Микола Іванович

Провідна організація: Український науково-дослідний  
гідрометеорологічний інститут  
Держкомгідромету

Захист відбудеться 10 листопада 1994 року о 11.00 год. на за-  
сіданні спеціалізованої вченої ради Д 05.02.01 при Одеському гід-  
рометеорологічному інституті в залі засідань за адресою:  
270016, м. Одеса-16, вул. Львівська, 15, ОГМІ

В дисертацію можна ознайомитися в бібліотечі Одеського гідро-  
метеорологічного інституту.

Автореферат розісланий \_\_\_\_ жовтня 1994 р.

Вчений секретар  
спеціалізованої вченої ради

Н.С. Лобода

### Загальна характеристика роботи

Актуальність теми дослідження. У В'єтнамі кукурудза є другою після рису продовольчою культурою. Її посівна площа складає біля 350 тис га. Вирощування кукурудзи дозволяє вирішувати відразу декілька задач: поповнення ресурсів зерна, силосу, забезпечення тваринництва зеленим кормом. Збільшення виробництва зерна потребує глибокого та всебічного дослідження впливу агрометеорологічних умов на формування продуктивності кукурудзи.

Ціль роботи. Основною метою було:

- експериментальне дослідження впливу агрометеорологічних умов на ріст, розвиток та формування продуктивності кукурудзи у Північному В'єтнамі;
- розробка довгоперіодної динамічної моделі формування продуктивності кукурудзи;
- створення на основі розробленої динамічної моделі кількісного методу оцінки агрометеорологічних умов росту, розвитку та формування урожаю кукурудзи;
- розробка методу прогнозу урожайності зерна кукурудзи на території Північного В'єтнаму.

Метод дослідження та дослідницькі матеріали. При вирішенні поставлених задач було використано: результати польових експериментів, математичного моделювання продукційного процесу рослин, методи математичної статистики. Всі розрахунки виконано на ЕЕМ 2 9 за програмами, що розробив автор.

У роботі використані матеріали агрометеорологічних станцій В'єтнаму, які отримано під час польових експериментів, що виконані за програмою автора (1991-1992 рр.); дані метеорологічних та агрометеорологічних спостережень (1976-1992 рр.), а також багаторічні дані про урожайність кукурудзи (1975-1992 рр.) станцій Ханой, Хонтин, Дан Фиснг та Ха Шон В'єнь.

Наукова новизна. Вперше для умов Північного В'єтнаму:

- розроблено динамічну модель формування продуктивності кукурудзи, що враховує фізіологічні особливості культури та описує вплив факторів навколишнього середовища на основні процеси життєдіяльності культури;
- розроблено субмодель формування зерна;
- досліджено за допомогою польових та чисельних експериментів,

вплив факторів середовища на фотосинтетичну діяльність посівів кукурудзи, на процес поглинення азоту з ґрунту, на формування продуктивності кукурудзи.

- на основі розробленої моделі запропоновано метод кількісної оцінки агрометеорологічних умов формування урожаю кукурудзи;

- запропоновано динаміко-статистичний метод прогнозу урожайності зерна кукурудзи з місячною затримкою.

Практична цінність та реалізація роботи. Запропонована модель формування продуктивності кукурудзи застосовується для щоденної оцінки умов формування урожаю кукурудзи в Північному В'єтнамі. Її впроваджено в оперативну практику агрометеорологічного забезпечення кукурудництва Інституту метеорології та гідрології Управління гідрометодслужб В'єтнаму (акт впровадження від 3.08.1994 р.).

Апробація роботи. Основні результати роботи доповідалися на наукових конференціях щодо підсумків науково-дослідної роботи ОГМІ у 1993-1994 рр., науковому семінарі кафедри агрометеорології та агрометпрогнозів ОГМІ у 1993 та 1994 роках.

Дисертаційну роботу обговорено та рекомендовано до захисту на ширшому семінарі кафедри агрометеорології та агрометпрогнозів (червень 1994 р.).

Публікація. Основні наслідки викладено у двох статтях.

Обсяг та структура роботи. Дисертація складається з вступу, п'яти розділів та висновків. Обсяг роботи 138 сторінок, з них 116 сторінок тексту, 8 таблиць, 24 малюнки. Список літератури на 19 сторінках складає 160 найменувань, серед них 57 закордонних.

### Зміст роботи

У вступі визначено актуальність теми досліджень, сформульовані мета та задачі роботи, вказано вихідну інформацію.

В першому розділі дано аналіз сучасних методів оцінки агрометеорологічних умов вирощування та прогнозу урожайності кукурудзи, а також існуючих динамічних моделей продукційного процесу кукурудзи.

В другому розділі описано структуру динамічної моделі продуктивності кукурудзи, яка включає ім основних блоків: фотосинтез, дихання, мінеральне живлення, розподіл асимілятів в рослині, ріст, формування зерна, перетворення вхідної інформації.

Блок хему моделі росту, розвитку та формування продуктивності кукурудзи у В'єтнамі наведено на мал. 1.

Сумарний фотосинтез визначається з формули:

$$\Phi^j = \sum_{i=1}^i \xi \cdot \Phi^j \cdot L^j \cdot \tau^j, \quad (1)$$

де  $\Phi_{\tau}$  - інтенсивність фотосинтезу в реальних умовах тепло- та вологозабезпеченості,  $\text{мгСО}_2 \cdot \text{дм}^{-2} \cdot \text{год}^{-1}$ ;

L - відносна площа листової поверхні,  $\text{м}^2 \cdot \text{м}^{-2}$ ;

$\tau$  - тривалість дня, год;

$\xi$  - коефіцієнт ефективності фотосинтезу, безрозмірний;

j - крок часу;

i - число фітомерів рослин кукурудзи.

Рівень інтенсивності фотосинтезу  $\Phi_{\tau i}$  визначається як факторами навколишнього середовища: концентрацією  $\text{CO}_2$ , температурою повітря, умовами вологозабезпеченості (Росс Ю.К., 1975; Тсонинг Х.Г., 1977), так і фізіологічним віком рослин (Полевой А.Н., 1978) кукурудзи:

$$\Phi_{\tau i}^j = \frac{\alpha_{\phi}^j \cdot f_{\phi}(\varphi^j) \cdot f(\psi^j)}{\frac{1}{\Phi_{\text{pot}}} + \frac{1}{a_{\text{CO}_2}} + \frac{1}{a_{\phi} \cdot I^j}}, \quad (2)$$

де  $\Phi_{\text{pot}}$  - потенційний фотосинтез,  $\text{мгСО}_2 \cdot \text{дм}^{-2} \cdot \text{год}^{-1}$ ;

I - щільність потоку поглинутої фотосинтетично активної радіації (ФАР),  $\text{Вт} \cdot \text{м}^{-2}$ ;

$\text{CO}_2$  - концентрація  $\text{CO}_2$  у повітрі,  $\text{мгСО}_2 \cdot \text{дм}^{-3}$ ;

$a_{\text{CO}_2}$  - нахил вуглекислотної кривої фотосинтезу при насиченні радіацією,  $\text{дм} \cdot \text{год}^{-1}$ ;

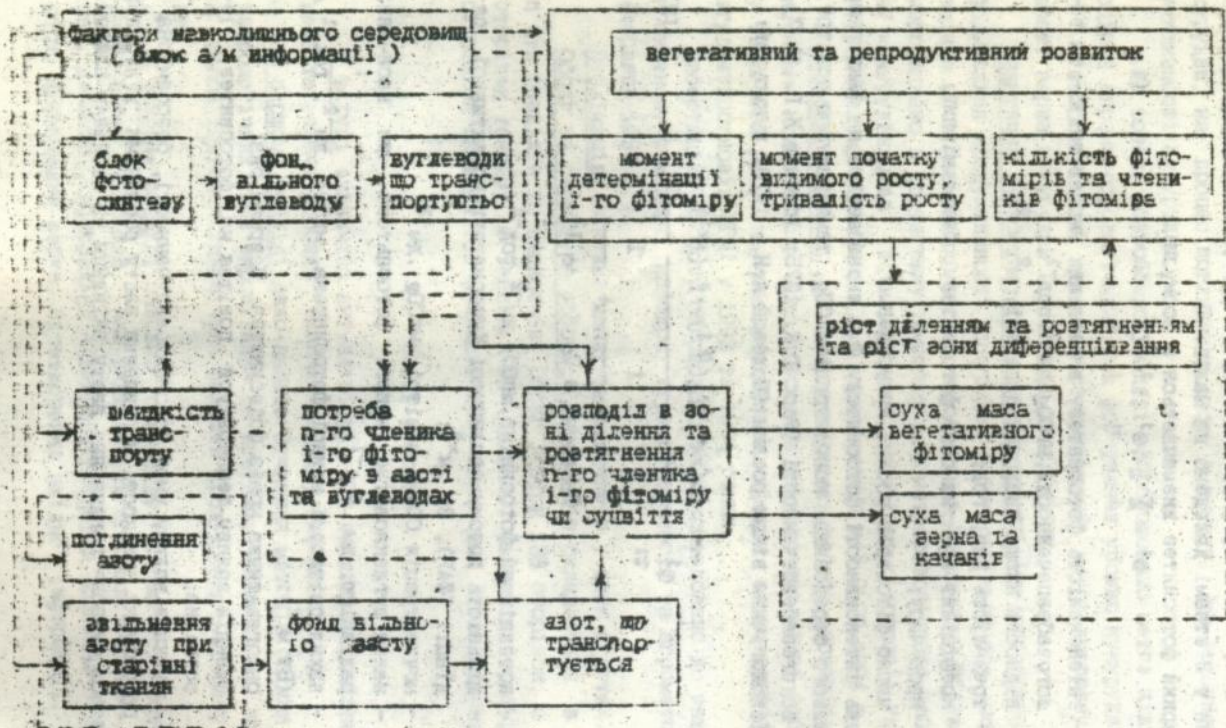
$a_{\phi}$  - нахил світлової кривої фотосинтезу,  $\text{мгСО}_2 \cdot \text{дм}^{-2} \cdot \text{год}^{-1} / (\text{Вт} \cdot \text{м}^{-2})$ ;

$\alpha_{\phi}$  - онтогенетична крива фотосинтезу, безрозмірна;

$f_{\phi}(\varphi)$  - функція впливу температури повітря на фотосинтез, безрозмірна;

$f(\psi)$  - функція впливу умов вологозабезпеченості, безрозмірна

Для розрахунку швидкості поглинення азоту рослинами кукурудзи визначається сумарне поглинення азоту активним та пасивним шляхом.



Мод.1. Блок-схема моделі росту, розвитку та формування продуктивності кукурудзи.

$$\frac{dN_{\text{погл.}}(s)}{dt} = \frac{\max N_{\text{погл.}} \cdot N_{\text{ПК}} \cdot m_r \cdot f(s)}{K_{\text{погл.}}^N + \bar{N}_{\text{ПК}}^j} \cdot K_{\text{погл.}}^N (T^j) + \frac{\Delta E_{\text{тр.}}}{\Delta t} \cdot N_{\text{пр}}^j \quad (4)$$

$dN_{\text{погл.}}/dt$  - швидкість поглинання азоту; різнням,  $\text{mgN} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{доб.}^{-1}$ ;

$\max N_{\text{погл.}}$  - максимальна-можлива швидкість поглинання азоту корінням,  $\text{mgN} \cdot \text{г}(\text{с.р})^{-1} \cdot \text{доб.}^{-1}$ ;

$N_{\text{ПК}}$  - концентрація азоту біля поверхні коріння,  $\text{mgN} \cdot \text{кг}^{-1}$ ;

$K_{\text{погл.}}^N$  - константа Міхаеліса-Ментен,  $\text{mgN} \cdot \text{кг}^{-1}$ ;

$m_r$  - маса коріння,  $\text{г} \cdot \text{м}^{-2}$ ;

$\Delta E_{\text{тр.}}/\Delta t$  - інтенсивність транспірації,  $\text{кг} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{доб.}^{-1}$ ;

$N_{\text{пр}}$  - концентрація доступного азоту у ґрунтовому розчині,  $\text{mgN} \cdot \text{кг}^{-1}$ ;

$f(T_{\text{п}})$  - функція впливу температури ґрунту на інтенсивність процесу поглинання азоту корінням, безрозмірна.

В нашій моделі використано розроблену А.М.Польовим (1988) концепцію щодо потреби, яка передбачає врахування потреби ростючих за рахунок ділення чи розтягнення тканин члеників фітоміру та на цій підставі врахування потреби всього фітоміру.

Першим рівнем потреби азоту та углеродів для росту діленням рослини кукурудзи запишемо у вигляді:

$$\Delta C_{\text{потр1}} = \sum_{i=1}^j \Delta C_{\text{св.п}}(u) \cdot \frac{K(TS_1)}{D_{\text{п}}(u)} \quad (3)$$

$$\Delta N_{\text{пот.1}} = \sum_{i=1}^j \sum_{n(u)} \Delta N_{\text{св.п}}(u) \cdot \frac{K(TS_1)}{D_{\text{п}}(u)}$$

$\Delta C_{\text{потр1}}(N)$  - кількість вуглеводів (азоту), необхідна для росту діленням,  $\text{mgC}(N) \cdot \text{доб.}^{-1}$ ;

$\Delta N_{\text{пот.1}}(N)$  - кількість вільних углеродів (азоту), необхідна для росту діленням,  $\text{mgC}(N) \cdot \text{доб.}^{-1}$ ;

- $\gamma$  - потенційна інтенсивність ділення клітин меристеми
- $Dn(u)$  -  $n(u)$ -го членника фітоміру, безрозмірна;
- $K(TS1)$  - функція впливу температури навколишнього середовища на швидкість ділення клітин, безрозмірна;
- $L_n(u)$  - номер членника фітоміру (1-вузол, 2-лист, 3-повітряне коріння, 4-міжвузля);
- $n$  - номер членника фітоміру (1-вузол, 2-лист, 3-повітряне коріння, 4-міжвузля);
- $u$  - підземний орган;
- $i$  - номер фітомеру рослини.

Другий рівень потреби азоту та вуглеводів рослини виражається виразом:

$$\Delta C_{\text{потр}2} = \sum_{i=1}^j \sum_{n=1}^{(j-1)} \Delta C_{\text{св.}n(u)} \cdot \gamma_{\text{роз } n(u)} \cdot K(TS1) \cdot K(\psi) \cdot \text{роз } n(u) \cdot \text{роз } n(u) \quad (6)$$

$$\Delta N_{\text{потр}2} = \sum_{i=1}^j \sum_{n=1}^{(j-1)} \Delta N_{\text{св.}n(u)} \cdot \gamma_{\text{роз } n(u)} \cdot K(TS1) \cdot K(\psi) \cdot \text{роз } n(u) \cdot \text{роз } n(u)$$

$\Delta C_{\text{потр}2}(N)$  - кількість вуглеводів (азоту), необхідна для росту розтягненням,  $\text{мгC}(N) \cdot \text{доб}^{-1}$ ;

$\Delta C_{\text{св}n(u)}$  - кількість вільних вуглеводів (вільного азоту) зони розтягнення  $n(u)$ -го членника фітоміру,  $\text{мгC}(N) \cdot \text{доб}^{-1}$ ;

$\gamma_{\text{роз } n(u)}$  - потенційна відносна швидкість розтягнення всіх клітин  $n$ -го фітоміру, що замінили ділення,  $\text{доб}^{-1}$ ;

$K(TS1)$  - функція впливу температури повітря на швидкість росту розтягненням, безрозмірна;

$K(\psi)$  - функція впливу вологозабезпеченості рослини на швидкість росту, безрозмірна.

Розподіл вуглеводів та азоту між ростучими тканинами проводиться відповідно за їх потребами.

Функція надходження вуглеводів (азоту) в  $i$ -й фітомір для росту діленням та росту розтягненням виражаються наступним виразом:

$$\Phi_{\text{д}1}(2)_i = \Delta C_{\text{потр}1}(2)_i + \Delta C_{\text{стр}1}(2)_i \quad (7)$$

$$\Phi_{\text{р}1}(2)_i = \Delta N_{\text{потр}1}(2)_i + \Delta N_{\text{стр}1}(2)_i$$

Вільні вуглеводи та азот, які надійшли в  $i$ -й фітомір, розподіляються спочатку для росту діленням, а потім після задовільнення потреб першого рівня - для росту розтягненням.

Описуючи динаміку сухої біомаси кожної зони члена фітоміри, нами прийнято слідуєчу систему рівнянь (Полєвой А.Н., 1988), яка описує динаміку сухої маси кожної з трьох зон n-го члена фітоміри:

$$M_n(u) = (1 - C_1) \cdot \Delta M_{св. тр. n}(u) + M_n(u) \cdot (1 - C_2 \cdot \varphi_R) \quad (8)$$

s мер., роат.

$$M_n(u) = \Delta M_n(u) \cdot (1 - C_2 \cdot \alpha_R \cdot \varphi_R) - \psi_n(u) \cdot M_n(u),$$

j днє     -1) роат     j     j     j     (j-1) днє.

де  $C_1, C_2$  — коефіцієнти, що характеризують затрати на дихання росту (безрозмірний) та підтримки структури ( $^{\circ}\text{C}^{-1}$ );

$\alpha_R$  — онтогенетична крива дихання, безрозмірна;

$\varphi_R$  — функція впливу температури повітря на дихання, безрозмірна;

$\psi$  — функція розподілу "старих" асимілятів, безрозмірна.

В запропонованій моделі для розрахунків приросту біомаси зерна є рівняння, які описують кількість зерен, що утворились в кожному качані, максимально можливу масу зерна, максимально можливу швидкість приросту сухої біомаси зерна.

Для розрахунків по моделі використовують стандартні агрометеорологічні дані, які в агрометеорологічному блоці, відповідно, перетворюються для наступних розрахунків. Урок в часі доба.

На кожному кроці необхідні дані про середньодобову температуру повітря, суму опадів, тривалість сонячного сяйва. Біологічний час виражається сумою ефективних температур вище  $10^{\circ}\text{C}$ , що накопичилась від сходів до воскової стиглості.

У третьому розділі приведені результати ідентифікації параметрів та перевірка адекватності моделі. Параметри моделі були отримано шляхом аналізу експериментальних даних та матеріалів агрометеорологічних спостережень, з літературних джерел та внаслідок оптимізації параметрів методом Ровенброка.

Всі параметри динамічної моделі продукційного процесу кукурудзи були розділені на п'ять груп:

- параметри для розрахунку інтенсивності фотосинтезу та дихання: потенційний фотосинтез, нахил світлової кривої фотосинтезу, нахил вуглекислотної кривої фотосинтезу, оптимальна денна температура

тура для фотосинтезу, коефіцієнт дихання росту та підтримки, початкові інтенсивності фотосинтезу та дихання, оптимальні суми температур для фотосинтезу та дихання;

- параметри для опису поглинення азоту корінням кукурудзи;
- параметри для опису росту та розподілу асимілятів в кожні членики фітоміру та фітоміри рослин: суми ефективних температур, а яких починається чи закінчується ріст діленням чи розтягненням кожного членика, початкові маси кожного членика фітоміру в зоні ділення чи розтягнення, початкова площа листової поверхні, початкові потреби кожного членика для росту діленням чи розтягненням;
- параметри блоку формування зерна: максимальна кількість зерен качана, максимальна маса 1000 зерен;
- параметри блоку агрометеорологічної інформації: коефіцієнт послаблення ФАР в посіві, коефіцієнти для розрахунку сумарної радіації та середньоденної температури.

Ідентифікація параметрів моделі провадилась за даними агрометеослужби: їх станцій Ханой та Хинг Ієа за 1987-1992 рр. Чисельні значення параметрів моделі приведені в роботі.

Перевірка адекватності моделі провадилась двома методами.

Перший полягає в порівнянні розрахованих значень ряду біологічних характеристик в динаміці з фактичними даними для двох років (1991 р. та 1992 р. по станціям Ха Шон Бинь та Дан Фюнг). Графічне зіставлення дало цілком добрий об'єктивний вигляд величин. Середньо-вадратична помилка не перевищує 20%.

Другий метод полягає в зіставленні розрахованого по моделі (для кожного року) урожаю кукурудзи (з 1975 по 1992 рр.) з фактичним її урожаем по двом вказаним станціям. Отримана середня відносна помилка для цих станцій 8,7 та 15,6% свідчить про надійність моделі.

Досліджено ступінь чутливості моделі на можливі зміни параметрів, що входять в неї, методами чисельних експериментів.

При збільшенні  $L_0$  та  $n_{00}$  збільшувалась помилка розрахунку площі листової поверхні та біомаси качанів. В разі зміни початкового значення площі листа на 20% максимальна помилка розрахунку складає 11% для значення площі листової поверхні та 8,6% для біомаси качанів. Теж саме має місце при збільшенні початкових значень біомаси члеників фітоміру. Помічено, що модель більш чутлива до зміни початкових значень площі листа, ніж початкових значень біомаси.

Виявлено, що модель особливо чутлива до зміни значень потенційного фотосинтезу та менш чутлива до зміни параметру  $a_p$ . Маса качанів збільшується на 25,3% при збільшенні потенційного фотосинтезу на 20% та 16,2% при збільшенні  $a_p$  на 20%.

Збільшення  $\alpha_p$  на 10, 20% приводить до збільшення розрахованого значення біомаси качанів відповідно на 9,6 та 25,8%. Збільшення  $\alpha_r$  на 10, 20% приводить до зменшення біомаси качанів відповідно на 9,6 та 22,4%.

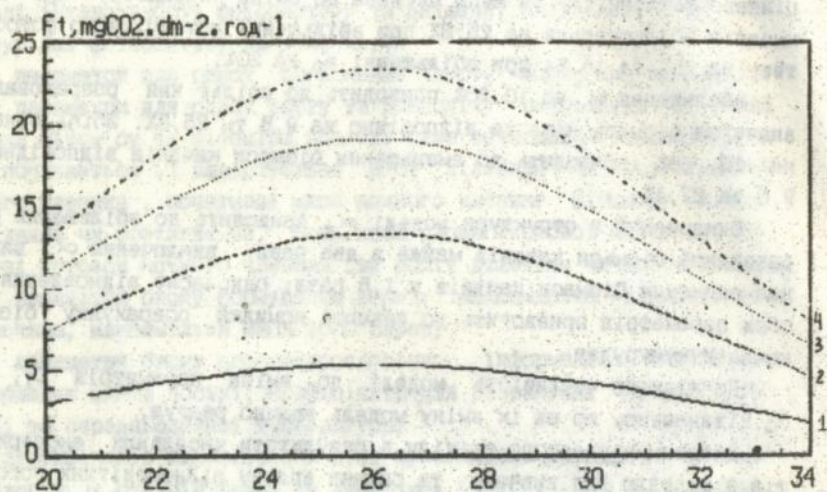
Виключення з структури моделі  $\alpha_p$  приводить до збільшення розрахованої біомаси качанів майже в два рази; виключення  $\alpha_r$  викликає зменшення біомаси качанів в 1,5 рази; одночасне відмовлення від обох параметрів призводить до значної помилки розрахунку біомаси качанів кукурудзи.

Досліджено чутливість моделі до зміни параметрів  $C_1$ ,  $C_2$ ,  $C_0$ . Відзначено, що на їх зміну модель значно реагує.

Змістом четвертого розділу є результати чисельних експериментів з моделлю для вивчення та оцінки впливу різноманітних погодних ситуацій на основні процеси життєдіяльності рослин кукурудзи: фотосинтезу, дихання, поглинання азоту, ріст, розвиток та урожайність.

При оптимальних умовах тепло- та вологозабезпеченості, максимальній площі листя інтенсивність фотосинтезу збільшується більш ніж вдвічі при збільшенні щільності потоку падаючої  $PAR$  від 10 до 400 Вт  $\cdot$  м $^{-2}$ . При щільності потоку падаючої  $PAR$  200 Вт  $\cdot$  м $^{-2}$ , при збільшенні асимілюючої поверхні від 3 до 6 м $^2$   $\cdot$  м $^{-2}$  інтенсивність фотосинтезу зменшується від 22 до 13 мгСО $_2$   $\cdot$  дм $^{-2}$   $\cdot$  г $^{-1}$ . Встановлено, що інтенсивність фотосинтезу за оптимальних умов падаючої  $PAR$  та оптимальної денної температури повітря підвищується майже вдвічі порівняно з її значеннями при денній температурі 20°C та майже втричі з її значеннями при високій температурі (35°C). За оптимальних умов теплового режиму ( $T_d = 26^\circ$ ) та високій освітленості ( $I_0 = 300$  Вт  $\cdot$  м $^{-2}$ ) інтенсивність фотосинтезу в три, чотири рази вища за інтенсивність фотосинтезу при несприятливих умовах термічного режиму ( $T_d = 22^\circ$ C та  $T_n = 32^\circ$ C) і освітленості ( $I_0 = 100$  Вт  $\cdot$  м $^{-2}$ ) та її значення дорівнює 22 мгСО $_2$   $\cdot$  дм $^{-2}$   $\cdot$  год $^{-1}$  (маб.2). За сухої та жаркої погоди ( $K = 0,3$ ;  $T_d = 32^\circ$ C), а також недостатньому зволоженні та холодній погоді ( $K = 0,5$ ;  $T_d = 22^\circ$ C) інтенсивність фотосинтезу невисока.

Виявлено, що залежно від температури ґрунту та маси ксиліна



T, °C

ю. 2. Вплив середньої денної температури повітря на інтенсивність фотосинтезу кукурудзи при різних значеннях щільності падаючої ОАР (I<sub>0</sub>):

- 1 - I<sub>0</sub> = 50 Вт·м<sup>-2</sup> ;      2 - I<sub>0</sub> = 150 Вт·м<sup>-2</sup> ;  
3 - I<sub>0</sub> = 250 Вт·м<sup>-2</sup> ;      4 - I<sub>0</sub> = 350 Вт·м<sup>-2</sup> .

кількість поглинутого азоту може коливатися від 0,2- 0,45 гN.м<sup>-2</sup>. доб.<sup>-1</sup> до 0,6-1,5 гN.м<sup>-2</sup>.доб.<sup>-1</sup> при збільшенні температури ґрунту від 10°C до 30°C.

Досліджено вплив температурного режиму, умов зволоження та сонячної радіації на продуктивність посівів. При оптимальних умовах тепла та вологи та збільшенні щільності потоку падаючої ФАР від 140 до 350 Вт.м<sup>-2</sup> продуктивність посіва кукурудзи збільшується від 34 до 80 г.м<sup>-2</sup> .доб.<sup>-1</sup>. При нестачі вологи та високій чи низькій температурі максімальна продуктивність посіва майже в 3-4 рази менша ніж при хороших умовах вологозабезпеченості та теплового режиму.

При підвищенні денної температури повітря від 20°C до 26°C продуктивність посіва кукурудзи збільшується з 19,5 до 30,2 г.м<sup>-2</sup>. доб.<sup>-1</sup> (при щільності потоку падаючої ФАР 70 Вт.м<sup>-2</sup>) та з 33,9 до 53,4 г.м<sup>-2</sup> .доб.<sup>-1</sup> (при щільності потоку падаючої ФАР 210 Вт.м<sup>-2</sup>). З підвищенням денної температури повітря до 34°C продуктивність посіва зменшується до 12,8-19,7 г.м<sup>-2</sup> .доб.<sup>-1</sup>.

В період цвітіння через підвищення чи зниження температури зникає біомаса качанів. При температурі 35°C біомаса качанів зникає до 4,1 г.м<sup>-2</sup>, а при температурі 10°C біомаса майже вдвічі менша за біомасу качанів при оптимальній температурі (26°C).

Умови зволоження дуже впливають на урожайність кукурудзи. Чисельні експерименти проведені для різних за умовами зволоження років.

Проведені чисельні експерименти та перевірка адекватності моделі підтверджують правильність основних теоретичних передумов, покладених в основу моделі, та дозволяють вести розробки на основі динамічної моделі.

В п'ятому розділі запропоновано методи кількісної оцінки умов формування урожаю та прогнозу урожайності кукурудзи в Північному Б'єтнамі.

Осередком кількісної оцінки умов формування урожаю (С) є вираз:

$$C = \frac{m_p}{\bar{m}_p}$$

де  $R_p$  - біомаса зерен кукурудзи, яка розраховується за даними оцінюємого періоду,

$\bar{m}_p$  - біомаса зерен кукурудзи, яка розраховується за середніми багаторічними матеріалами.

Кількісна оцінка характеризує відхилення урожайності під впливом погодних умов конкретного року від її тенденції на фоні кліматичних умов. Оцінка умов вирощування кукурудзи може бути проведена для будь-якого потрібного інтервалу часу. При цьому, умови часового інтервалу який розглядається, будуть оцінені з врахуванням умов, що склалися за попередній період на фоні послідовних умов періоду вегетації, які приймаються як середні багаторічні.

Для прогнозу урожайності кукурудзи в Північному В'єтнамі використано методологію динаміко-статистичного прогнозування, яку розроблено А.М.Полішим (1979). При цьому, прогноз урожайності розглядається як сума двох прогнозів - прогнозу тенденції урожайності (в яком екстраполяції за допомогою методу гармонічних вагів) та прогнозу відхилень урожайності від тренду (за допомогою методу оцінки агрометеорологічних умов вирощування кукурудзи).

Прогнозування урожайності можливе в ризичній невизначеності, тому що оцінка умов формування урожаю (С) розраховується щорічно в період вегетації.

Оцінку оправданості прогнозу було проведено згідно з інструкцією оцінки оправданості агрометеорологічних прогнозів (Гідрометеослужба, 1982 р.). Результат перевірки оправданості прогнозу, виконані для двох станцій (Дан Фіонг та Ха Шон Бінь) за період 1975-1992 рр., показали достатньо хорошу оправданість цих прогнозів. Середня помилка прогнозу урожайності кукурудзи за період 1975-1992 рр. складає 8,7% для станції Дан Фіонг та 15,6% для Ха Шон Бінь.

#### Висновки Вперше для умов Північного В'єтнаму:

1. Розроблена довгоперіодна динамічна модель формування продуктивності кукурудзи:

- здійснено моделювання процесів фотосинтезу та дихання рослин кукурудзи з врахуванням концентрації  $CO_2$  повітря, сонячної радіації, водного та термічного режимів, фізіологічного віку рослин;
- розроблено блок азотного живлення рослин кукурудзи;
- виконано моделювання процесів розподілу вуглеводів та азоту за потребами фітомірів рослин щодо зони росту: меристеми, зони роз-

тягнення чи диференціювання;

- здійснено моделювання процесу зерноутворення кукурудзи.

2. Визначено параметри динамічної моделі формування урожаю кукурудзи та здійснено ідентифікацію параметрів моделі стосовно умов Північного В'єтнаму.

3. Проведено перевірку адекватності моделі, яка показала достатньо добру узгодженість результатів розрахованих та фактичних декадних приростів загальної біомаси рослин кукурудзи. Середня відносна помилка розрахунків біомаси окремих органів кукурудзи не перевищує 20%. Зіставлення фактичних та розрахованих значень урожайності також показало високу ступінь надійності моделі. Помилка розрахунків не перевищує 18,5%.

4. Досліджено чутливість моделі на зміну її параметрів, а також вхідної інформації.

5. Шляхом чисельних експериментів проведено теоретичне дослідження залежності інтенсивності фотосинтезу рослин кукурудзи від освітлового, водного та теплового режимів. Досліджено вплив водно-теплового режиму ґрунту, маси коріння на швидкість поглинення азоту рослинами кукурудзи. Встановлено закономірності формування урожаю за різних умов освітлення, тепло- та вологозабезпеченості.

6. Запропоновано методи оцінки кількісного впливу агрометеорологічних умов на формування продуктивності кукурудзи та прогнозу урожайності кукурудзи. Оцінка справедливості прогнозу урожайності кукурудзи по станції Дан Фюнг та Ха Шон Бінх показала, що прогноз з завчасністю один місяць має помилку не вищу за 20%.

По темі дисертації опубліковано наступні роботи:

1. Динамическая модель формирования кукурузы в условиях Вьетнама. - Докл. ГИТБ України. 18.09.94 №1881 - Ук. 74.

2. Численные эксперименты по оценке влияния агрометеорологических условий на продуктивность кукурузы во Вьетнаме. - Докл. ГИТБ України. 20.07.94 №1392 - Ук. 94.

Анотація

Ву Хоанг-Хоа

Моделирование влияния агрометеорологических условий на формирование урожая кукурузы во Вьетнаме.

Диссертация в виде рукописи на осискание ученой степени кандидата географических наук.

Специальность 11.00.09 - метеорология, климатология, агрометеорология.

Одесский гидрометеорологический институт.

Одесса, 1994.

Илагаються результаты моделирования влияния факторов внешней среды на продукционный процесс кукурузы во Вьетнаме. Рассматриваются процессы фотосинтеза, дыхания, минерального питания, рост, развития и зернообразования. Приводятся методы оценки агрометеорологических условий формирования продуктивности растений и прогноза урожайности зерна.

Ключові слова:

Моделивання, продукційний, агрометеорологічний, фотосинтез, дихання, ріст, розвиток, метод, прогноз, урожайність, кукурудза.

Abstract

The modeling of the influence of agro-meteorological conditions on formation of the yield of the maize in Viet-nam.

The dissertation is presented in the form of manuscript to obtain the academic degree of bachelor of geographical sciences.

Speciality 11.00.09 - meteorology, climatology and agro-meteorology. Odessa Hydrometeorological institute.

Odessa, 1994.

Vu Hoang Hoa

Modeling results of the influence of the external surroundings factors upon maize production process in Viet-nam are given. Processes of photosynthesis, respiration, mineral nutrition, growth, development and grain formation are considered. Methods of estimation of agro-meteorological conditions of the productivity formation and forecast of grain yield of plants are cited.

The blue words

Simulation, production, Agrometeorology, photosynthetic, respiration, growth, development, method, forecast, yield, raise.

ЛНБ ім. В. Стефанива  
АН України

ЛНБ ім. В. Стефанива  
АН України

Abstract

Modeling of the influence of meteorological conditions on formation of the yield of the rice in Viet-nam.

The dissertation is presented in the form of a manuscript to obtain the academic degree of Bachelor of geographical sciences.

Specialty is 25.02.06 - meteorology, climatology and agro-meteorology, Odessa Hydro-meteorological Institute.

Odessa, 1994.

Modeling results of the influence of meteorological conditions on formation of the yield of the rice in Viet-nam are given. The dissertation is presented in the form of a manuscript to obtain the academic degree of Bachelor of geographical sciences.

Specialty is 25.02.06 - meteorology, climatology and agro-meteorology, Odessa Hydro-meteorological Institute.

Modeling results of the influence of meteorological conditions on formation of the yield of the rice in Viet-nam are given. The dissertation is presented in the form of a manuscript to obtain the academic degree of Bachelor of geographical sciences.

Abstract

The modeling of the influence of meteorological conditions on formation of the yield of the rice in Viet-nam.

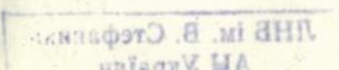
The dissertation is presented in the form of a manuscript to obtain the academic degree of Bachelor of geographical sciences.

Specialty is 25.02.06 - meteorology, climatology and agro-meteorology, Odessa Hydro-meteorological Institute.

Odessa, 1994.

Modeling results of the influence of meteorological conditions on formation of the yield of the rice in Viet-nam are given. The dissertation is presented in the form of a manuscript to obtain the academic degree of Bachelor of geographical sciences.

Толл.к печати 30.09.94г. Формат 60x64 1/16.  
Объем 0,7уч.изд.л. 1,0п.л. Заказ № 946. Тираж 100экз.  
Гортипোগрафия Слесского управления по печати, цех №3.  
Листов 49.





AB 31.223

**AB 31.223**