

ОДЕССКИЙ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

На правах рукописи

ВУ ТХИ СУАН ХОА

УДК 635.655:551.5

ВЛИЯНИЕ АГРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ
НА РОСТ, РАЗВИТИЕ И ФОРМИРОВАНИЕ
УРОЖАЙНОСТИ СОИ ВО ВЬЕТНАМЕ

II.00.09 - метеорология, климатология,
агрометеорология

done

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

диссертации на соискание ученой степени
кандидата географических наук

Одесса - 1953

№ 26. 229

Работа выполнена в Одесском гидрометеорологическом институте.

Научный руководитель – доктор географических наук, профессор
Анатолій Николаевич Полевой

Официальные оппоненты: доктор географических наук, заведующий
отделом ВНИИСХИ г. Обнинска, Пасов
Владимир Михайлович

доктор географических наук, профессор
Одесского сельскохозяйственного
института, Хмелелский Константин
Кириллович

Ведущая организация: Украинский научно-исследовательский
гидрометеорологический институт

Защита состоится 8 апреля 1993 г. в 10.00 ч. на заседании
специализированного совета К 068.04.01 при Одесском гидро-
метеорологическом институте в зале заседаний по адресу:
270016, г.Одесса-16, ул. Львовская, 15, ОГМИ

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке института.

Автографат разослан 28 февраля 1993 г.

Ученый секретарь
специализированного совета *Млодеч* Н.С. Лобода

ЛННБ України ім.В.Стефаніка



00825821 (Q)



Общая характеристика работы

Актуальность темы исследования. Соя является ценной зернобобовой культурой, площадь посева под которой во Вьетнаме составляет ежегодно 120-140 тысяч га. Значительные колебания урожайности под воздействием погодных условий и слабая изученность в агрометеорологическом аспекте этой культуры делают актуальными вопросы исследования влияния агрометеорологических условий на рост, развитие и формирование количества и качества урожая сои в условиях Вьетнама.

Цель работы. Основной целью являлось:

- экспериментальное исследование основных закономерностей влияния факторов внешней среды на процессы формирования вегетативных и репродуктивных органов сои;
- разработка динамической модели формирования продуктивности и качества урожая сои в весенне-летнем посеве во Вьетнаме;
- создание на основе разработанной модели методов комплексной оценки условий формирования урожая сои.

Метод исследования и исследовательские материалы. В качестве аппарата исследования использованы лабораторно-полевые эксперименты и метод математического моделирования продукционного процесса растения. Полевые и лабораторные исследования проведены автором в 1990-1991 годах на базе экспериментальной агрометеорологической станции Ханойского научно-исследовательского гидрометеорологического института (сорт ДН4) и на базе учебной агрометеорологической станции Одесского гидрометеорологического института (сорт Букурдя).

В работе использованы результаты полученные в ходе лабораторных и полевых экспериментов, а также данные (1970-1990 гг.) метеорологических и агрометеорологических наблюдений агрометеорологических станций Вьетнама и многолетние данные об урожайности сои (1970-1990 гг.). Все расчеты выполнялись на ЭВМ ЕС-1022 и ПЭВМ "Искра-1030".

Научная новизна. Впервые для условий Вьетнама:

- экспериментально исследованы особенности влияния агрометеорологических условий на морфогенетическое развитие сои весенне-летнего посева;

- изучены основные закономерности влияния факторов внешней среды на фотосинтетическую деятельность посева сои и процессы накопления азота в органах сои;
- разработана динамическая модель формирования количества и качества урожая сои, включающая субмодели распределения ассимилятов и азота с учетом морфогенетического развития и семенообразования;
- на основе предложенной модели проведено исследование влияния факторов внешней среды на фотосинтетическую деятельность посева сои, процесс поглощения азота из почвы, формирование продуктивности и качества урожая сои во Вьетнаме;
- разработаны методы комплексной оценки агрометеорологических условий на формирование продуктивности сои во Вьетнаме.

Практическая ценность и реализация работ. Результаты исследования, выполненные с помощью динамической модели продуктивности сои, модель продуктивности сои могут быть использованы для оперативной оценки агрометеорологических условий формирования урожайности сои, а также для теоретических исследований отдельных составляющих продукционного процесса и формирования урожая в целом и во взаимосвязи с факторами внешней среды.

Апробация работ. Основные результаты работы докладывались на научных конференциях по итогам научно-исследовательских работ ОГМИ в 1990-1991 гг., научном семинаре кафедры агрометеорологии и агрометрогнозов ОГМИ в 1991-1992 гг.

Публикация. Основные результаты изложены в трех статьях.

Объем и структура работы. Диссертация состоит из введения, четырех глав и выводов. Объем работы 186 страниц, из них 125 страниц текста, 13 таблиц, 48 рисунков. Список литературы на 14 страницах содержит 161 наименование, в том числе 67 иностранных.

Содержание работы

Во введении определена актуальность темы, изложены цель и задачи работы, дана характеристика методов исследований и использованных материалов, показана научная новизна и предмет защиты.



В первой главе дается краткая характеристика биологических особенностей культуры сои в связи с факторами внешней среды, рассматриваются требования сои к таким факторам, как свет, тепло, влага, элементы минерального питания и особенности роста, развития растения сои. Дан анализ современных методов оценки агрометеорологических условий произрастания и прогноза урожайности сои, а также существующих динамических моделей продукционного процесса зернобобовых культур.

Вторая глава посвящена экспериментальным исследованиям влияния агрометеорологических условий на фотосинтетическую продуктивность сои. Приводится методика проведения экспериментальных работ. Анализируются агрометеорологические условия периода вегетации сои в годы проведения полевого опыта во Вьетнаме и на юге Украины.

Даны результаты анализа экспериментального изучения особенностей морфогенетического развития растения сои под влиянием характерных агрометеорологических условий для Северного Вьетнама. Рассмотрена динамика биомассы органов и кривые скорости роста.

Показаны результаты изучения влияния агрометеорологических условий Северного Вьетнама на характеристики фотосинтетической деятельности посева сои. Отмечено, что в течение вегетации сои, интенсивность фотосинтеза сои изменялась от 9 до 12 $\text{мгСО}_2 \cdot \text{дм}^{-2} \cdot \text{ч}^{-1}$, достигала максимума в период цветения-образование бобов. Максимальные значения чистой продуктивности фотосинтеза (11,5 и 12,9 $\text{г} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{сут}^{-1}$) наблюдались в моменты наибольшего развития площади ассимилирующей поверхности, соответственно равной 3,42 и 2,12 $\text{м}^2 \cdot \text{м}^{-2}$ в 1991 и 1990 гг. Фотосинтетический потенциал посева сои в 1990 г. и 1991 г. соответственно равен 2,03 и 1,36 $\text{млн.}^2 \cdot \text{га}^{-1}$. Суточный прирост сухой биомассы всего растения сои достигал максимального значения, равного 25-35 $\text{г} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{сут}^{-1}$ к моменту накопления сумм эффективных температур 700-800 $^{\circ}\text{C}$.

Наивысшие показатели фотосинтетической деятельности посева сои наблюдались при среднесуточной температуре воздуха 24-28 $^{\circ}\text{C}$ и сумме осадков за декаду 20-30 мм.

В результате экспериментальных исследований закономерностей формирования азотного баланса в отдельных органах и в це-

лсм растении была установлена тенденция падения содержания общего азота в течение вегетации сои в листьях от 5,2 до 2,2 % (1990 г.) и 5,8 до 2,3 % (1991 г.), в стеблях: от 5,9 до 0,9 % (1990 г.) и 6,1 до 0,8 % (1991 г.), в корнях - от 3,0 до 0,4 %, а в бобах - от 3,5 до 4,5 %. В семенах сои содержание азота увеличивалось с момента образования семян до уборки. В конце вегетации содержание азота в семенах в 1990 г. составило 6,2 % (36 % белка), а в 1991 г. - 6,5 % азота (41 % белка).

В третьей главе описана структура динамической модели продуктивности сои, включающая шесть основных блоков: преобразования исходной информации, фотосинтеза, дыхания, азотного питания, распределения углеводов и азота, семенообразования.

Принцип распределения ассимилятов основан на учете потребности растущих органов в ассимилятах в связи с особенностями морфогенетического развития сои. При этом распределение общего притока углеводов моделируется с помощью ростовых функций, а распределение азота - по потребности в азоте растущих органов сои. Рост отдельных частей или органов растений сои обусловлен процессами синтеза, перетока и накопления двух основных структурообразующих компонентов - углевода и азота: 1) между надземной и подземной частями растения сои; 2) между побегами первого порядка (главным побег) и боковыми побегами; 3) между листьями, стеблями и бобами каждого отдельного побега.

Общий фонд углеводов в растении сои формируется как разность между суммарным фотосинтезом посева за светлое время суток и дыханием:

$$\frac{\Delta m_c^j}{\Delta t} = P^j - R^j, \quad (1)$$

где $\Delta m_c / \Delta t$ - приток углеводов в растение, $г \cdot м^{-2} \cdot сут^{-1}$; P - суммарный фотосинтез посева, $г \cdot м^{-2} \cdot сут^{-1}$; R - затраты на дыхание всего растения сои, $г(С \cdot В) \cdot м^{-2} \cdot сут^{-1}$; j - шаг по времени, сутки.

Суммарный фотосинтез определяется по формуле:

$$P^j = 0,1 \cdot \varepsilon \cdot P_g^j \cdot L^j \cdot \tau_{\mu}^j, \quad (2)$$

где P_g - интенсивность фотосинтеза в реальных условиях тепло- и влагообеспеченности, $мг \text{CO}_2 \cdot дм^{-2} \cdot ч^{-1}$; L - относительная площадь листовой поверхности, $м^2 \cdot м^{-2}$; τ_{μ} - продолжительность дня, ч; ε - коэффициент эффективности фотосинтеза, безразмерный.

Уровень интенсивности фотосинтеза P_z определяют как факторы внешней среды - концентрация CO_2 , температура воздуха, условия влагообеспеченности (Росс Ю.К., 1975 г. и Тоолинг Х.Г., 1977 г.), так и возраст растения сои:

$$P_z^j = \frac{\alpha_p^j \cdot f_p(T)^j \cdot f_p(\lambda)^j}{1/P_{max} + 1/(a_c \cdot C_0) + 1/(a_p \cdot I^j)} \quad (3)$$

где P_{max} - потенциальный фотосинтез, мг $CO_2 \cdot dm^{-2} \cdot ч^{-1}$;
 I - плотность потока поглощенной фотосинтетически активной радиации (ФАР), Вт $\cdot м^{-2}$; C_0 - концентрация CO_2 в воздухе, мг $CO_2 \cdot dm^{-3}$; a_p - наклон световой кривой фотосинтеза, мг $CO_2 \cdot dm^{-2} \cdot ч^{-1} / (Вт \cdot м^{-2})$; a_c - наклон углекислотной кривой фотосинтеза при насыщающей радиации, мг $CO_2 \cdot dm^{-2} \cdot ч^{-1} / (мг CO_2 \cdot dm^{-3})$; α_p - онтогенетическая кривая фотосинтеза, безразмерная; $f_p(T)$ - функция влияния температуры воздуха на фотосинтез, безразмерная; $f_p(\lambda)$ - функция влияния условия влагообеспеченности, безразмерная.

Продукционный процесс растений сои непрерывно связан с дыхательным газообменом. Процесс дыхания рассматривается (Маккри, 1970) как состоящий из двух компонентов: дыхания роста и дыхания поддержания структур растения:

$$R^j = (C_p \cdot P^j + C_m \cdot f_R(T)^j \cdot M^j) \cdot \alpha_R^j \quad (4)$$

где C_p - коэффициент дыхания роста, безразмерный; C_m - коэффициент дыхания поддержания, г $(C \cdot B) \cdot г^{-1} \cdot сут^{-1}$; M - сухая биомасса посева, г $\cdot м^{-2}$; $f_R(T)$ - функция влияния температуры воздуха на дыхание, безразмерная; α_R - онтогенетическая кривая дыхания, безразмерная.

В предлагаемой модели общий фонд азота в растении сои на каждом шаге по времени определяется в основном количеством поглощенного азота из почвы и почвенного раствора, а также притока азота, фиксируемого из почвенного воздуха клубеньковыми бактериями:

$$\frac{\Delta M_n^j}{\Delta t} = \frac{\Delta N_{погл}^j}{\Delta t} + N_{\pm}^{max} \cdot K_{n,\pm}^j \quad (5)$$

где $\Delta M_n / \Delta t$ - общий фонд азота в растении, г $N \cdot м^{-2} \cdot сут^{-1}$;
 $\Delta N_{погл} / \Delta t$ - приток азота, поглощенного из почвы и почвен-

ного раствора, г $N \cdot m^{-2} \cdot сут^{-1}$; N_{Φ}^{max} - максимальное количество азота, фиксируемое из почвенного воздуха клубеньками, г $N \cdot m^{-2} \cdot сут^{-1}$; $K_{н.ф}$ - коэффициент зависимости фиксации азота от степени развития растения сои, безразмерный.

Приток поглощенного азота из почвы определяется как поглощение активным и пассивным путем:

$$\frac{\Delta N_{\text{погл}}^j}{\Delta t} = \frac{N_{\text{погл}}^{max} \cdot \sigma_{н.к}^j \cdot m_r^j}{\sigma_{н.к}^{opt}} \cdot K_{\text{погл}}^n(T_n^j) + \frac{\Delta W_{\text{тр}}^j}{\Delta t} \sigma_{н.р}^j, \quad (6)$$

где $N_{\text{погл}}^{max}$ - максимально возможная скорость поглощения азота корнем, г $N \cdot г(С \cdot В)^{-1} \cdot сут^{-1}$; $\sigma_{н.к}$ - концентрация азота в почве у поверхности корней, мг $N \cdot г^{-1}$; $\sigma_{н.к}^{opt}$ - оптимальная концентрация азота в почве у поверхности корней, обеспечивающая максимальную скорость поглощения азота, мг $N \cdot г^{-1}$; m_r - сухая масса корней, г m^{-2} ; $K_{\text{погл}}^n(T_n)$ - функция влияния температуры почвы на интенсивность процесса поглощения азота корнями, безразмерная; $\Delta W_{\text{тр}} / \Delta t$ - интенсивность транспирации, г $m^{-2} \cdot сут^{-1}$; $\sigma_{н.р}$ - концентрация доступного азота в почвенном растворе, мг $N \cdot г^{-1}$.

Фонд углеводов растения сои распределяется между надземной частью и корнями (рис.1). Это распределение углеводов моделируется нами с помощью ростовых функций (Росс Ю.К., 1964, Полевой А.Н., 1973):

$$\begin{aligned} \frac{\Delta m_{с.надз}^j}{\Delta t} &= K_{с.надз}^j \cdot \frac{\Delta m_c^j}{\Delta t}, \\ \frac{\Delta m_{с.р}^j}{\Delta t} &= K_{с.р}^j \cdot \frac{\Delta m_c^j}{\Delta t}, \end{aligned} \quad (7)$$

где $\Delta m_{с.надз} / \Delta t$, $\Delta m_{с.р} / \Delta t$ - притоки углеводов в надземную часть и корни на j -е сутки, г $C \cdot m^{-2} \cdot сут^{-1}$;

$K_{с.надз}$, $K_{с.р}$ - ростовые функции надземной части и корней, безразмерные.

Углеводы, поступившие в надземную часть растения сои вначале перераспределяются по отдельным побегам, а затем в каждом побеге идет распределение между элементами побега - листьями, стеблями и бобами.

$$\frac{\Delta m_{с.л}^j}{\Delta t} = K_{с.л}^j \cdot \frac{\Delta m_{с.надз}^j}{\Delta t}, \quad (8)$$

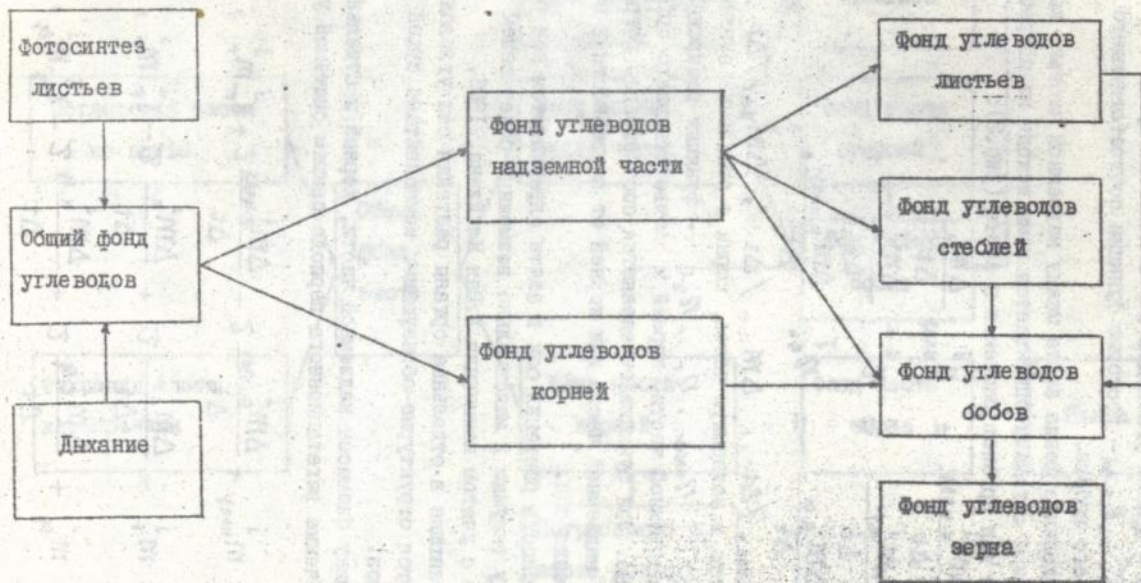


Рис. 1. Блок-схема распределения фондов углеводов в растениях сои.

где $q \in I, 2, 3 \dots$ - номер побега

$i \in l, s, p$ - (l - листья, s - стебли, p - бобы);

$\Delta m_{c,q,i}^j / \Delta t$ - приток углеводов в i -й орган q -ого побега, г $C \cdot m^{-2} \cdot \text{сут}^{-1}$; $K_{c,q,i}$ - ростовые функции соответствующего i -ого органа q -ого побега.

Распределение фонда азота между надземной частью, корнями или отдельными органами описывается нами исходя из потребностей этих частей или органов растения в азоте (рис.2):

$$\begin{cases} \frac{\Delta m_{n,наз}^j}{\Delta t} = n_{наз}^i \frac{\Delta m_n^j}{\Delta t}, \\ \frac{\Delta m_{n,r}^j}{\Delta t} = n_r^i \frac{\Delta m_n^j}{\Delta t}, \\ \frac{\Delta m_{n,q,i}^j}{\Delta t} = n_{q,i}^i \frac{\Delta m_{n,наз}^j}{\Delta t}, \end{cases} \quad (9)$$

где $\Delta m_{n,наз}^j / \Delta t$, $\Delta m_{n,r}^j / \Delta t$, $\Delta m_{n,q,i}^j / \Delta t$ - притоки азота в надземную часть, корни и отдельные органы, г $N \cdot m^{-2} \cdot \text{сут}^{-1}$; $n_{наз}^i$, n_r^i , $n_{q,i}^i$ - функции распределения азота для надземной части, корней и соответствующего органа, безразмерные. Эти функции определяются соотношением потребности в азоте надземной части или корней от потребности в азоте всего растения сои.

Потребность растения сои в азоте определяется как разность между текущим и максимально возможным содержанием азота в растении с учетом концепции Х.Ван Клейлена, 1986.

Поступившие в отдельные органы растения сои углеводы и азот являются структурно-образующими компонентами сухой массы растения сои.

Динамику биомассы надземной части, корней и отдельных органов в течение вегетационного периода опишем системой уравнений:

$$\begin{cases} m_{наз}^{j+1} = m_{наз}^j + \frac{\Delta m_{c,наз}^j}{\Delta t} \tau + \frac{\Delta m_{n,наз}^j}{\Delta t} \tau + \delta_r^i \cdot m_r^j, \\ m_r^{j+1} = m_r^j + \frac{\Delta m_{c,r}^j}{\Delta t} \tau + \frac{\Delta m_{n,r}^j}{\Delta t} \tau - \delta_r^i \cdot m_r^j, \\ m_{lq}^{i+1} = m_{lq}^i + \frac{\Delta m_{c,lq}^j}{\Delta t} \tau + \frac{\Delta m_{n,lq}^j}{\Delta t} \tau - \delta_{lq}^i \cdot m_{lq}^i, \end{cases} \quad (10)$$

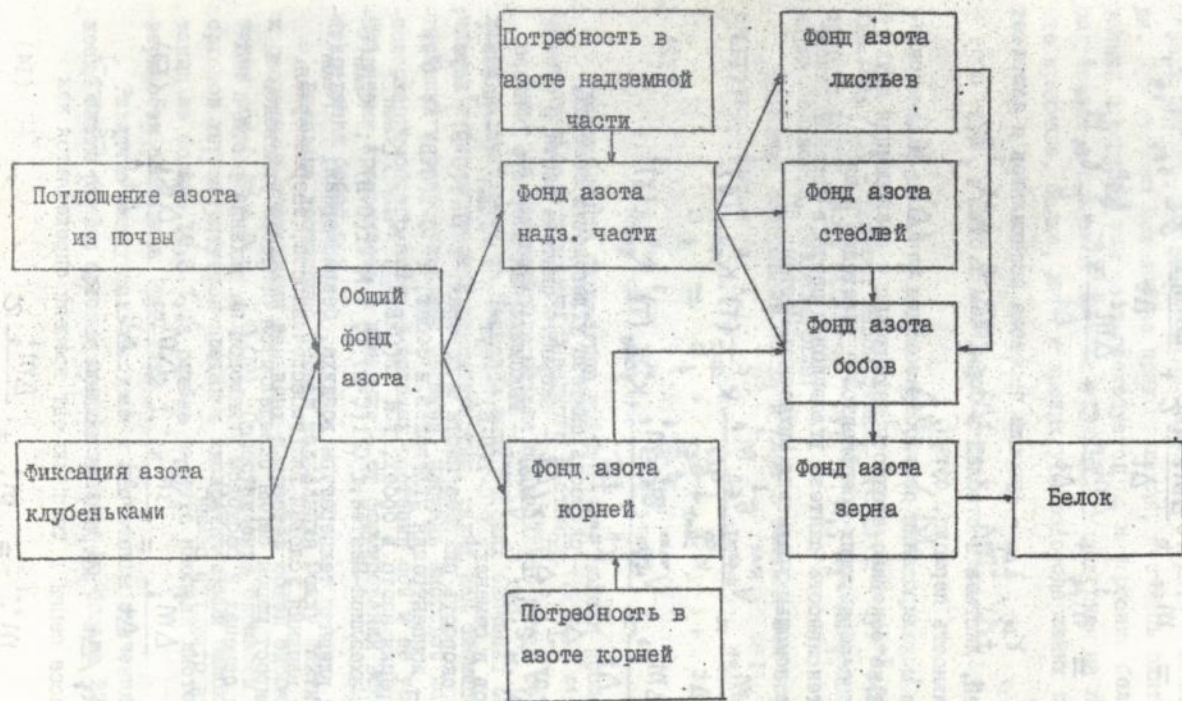


Рис. 2. Блок-схема распределения фондов азота в растениях сои.

$$\begin{cases} m_{sq}^{j+1} = m_{sq}^j + \frac{\Delta m_{c.sq}^j}{\Delta t} \tau + \frac{\Delta m_{N.sq}^j}{\Delta t} \tau - \gamma_{sq}^j m_{sq}^j, \\ m_{pq}^{j+1} = m_{pq}^j + \frac{\Delta m_{c.pq}^j}{\Delta t} \tau + \frac{\Delta m_{N.pq}^j}{\Delta t} \tau + \sum_i^{j, sr} \gamma_{iq}^j m_{iq}^j, \end{cases}$$

где γ_r , γ_{sq} , γ_{pq} - функции перетока ассимилятов и азота из корней, листьев и стеблей в бобы, $г \cdot м^{-2} \cdot сут^{-1}$; τ - продолжительность периода, сутки.

При моделировании семенообразования сои нами рассматривались только основные процессы накопления и превращения двух структурно-образующих компонентов - углеводов и азота.

Интенсивность синтеза углеводов и азота в семенах описывается с помощью уравнения Михаэлиса-Ментен:

$$\frac{\Delta m_{c.s}^j}{\Delta t} = \frac{V_{c.c.p.}^{max} \cdot \bar{c}_{c.p.}^j \cdot m_p^j}{K_{c.c.p.}^c + \bar{c}_{c.p.}^j} \cdot K_{c.c.p.}^c (T)^j \cdot K_{c.c.p.}^c (\gamma)^j, \quad (II)$$

$$\frac{\Delta m_{N.s}^j}{\Delta t} = \frac{V_{N.c.p.}^{max} \cdot \bar{c}_{N.p.}^j \cdot m_p^j}{K_{N.c.p.}^N + \bar{c}_{N.p.}^j} \cdot K_{N.c.p.}^N (T)^j \cdot K_{N.c.p.}^N (\gamma)^j, \quad (I2)$$

где $\Delta m_{c.s}^j / \Delta t$ - скорость синтеза углеводов в семенах, $г \cdot м^{-2} \cdot сут^{-1}$; $\Delta m_{N.s}^j / \Delta t$ - скорость синтеза азота в семенах, $г \cdot N \cdot м^{-2} \cdot сут^{-1}$; $V_{c.c.p.}^{max}$ - максимальная скорость синтеза углеводов в семенах, $г \cdot C \cdot г(C \cdot B)^{-1} \cdot сут^{-1}$; $V_{N.c.p.}^{max}$ - максимальная скорость синтеза азота в семенах, $г \cdot N \cdot г(C \cdot B)^{-1} \cdot сут^{-1}$; $\bar{c}_{c.p.}$ - концентрация углеводов в бобах, $г \cdot C \cdot г(C \cdot B)^{-1}$; $\bar{c}_{N.p.}$ - концентрация азота в бобах, $г \cdot N \cdot г(C \cdot B)^{-1}$; $K_{c.c.p.}^c$, $K_{N.c.p.}^N$ - константы Михаэлиса-Ментен, $г \cdot C \cdot г(C \cdot B)^{-1}$, $г \cdot N \cdot г(C \cdot B)^{-1}$; $K_{c.c.p.}^c (T)$ - функция влияния температуры воздуха, безразмерная; $K_{c.c.p.}^c (\gamma)$ - функция влияния условий влагообеспеченности, безразмерная.

Прирост массы семян определяется синтезом углеводов и азота в семенах и расходом углеводов на дыхание роста и поддержания структур семян:

$$\frac{\Delta m_s^j}{\Delta t} = \frac{\Delta m_{N.s}^j}{\Delta t} + \frac{\Delta m_{c.s}^j}{\Delta t} - \frac{\Delta R_s^j}{\Delta t}, \quad (I3)$$

где $\Delta R_s^j / \Delta t$ - затраты на дыхание семян, $г(C \cdot B) \cdot м^{-2} \cdot сут^{-1}$.

Масса семян в любой момент времени определяется как

$$m_s^{j+1} = m_s^j + \frac{\Delta m_s^j}{\Delta t} \tau, \quad (I4)$$

Моделирование формирования качества урожая сои включает рассмотрение формирования содержания в семенах хозяйственно ценных структурных компонентов: в первую очередь — белка и жира. При этом мы исходим из предположения, что весь синтезированный в семенах сои азот расходуется на построение белка, а полученные в процессе синтеза углеводы расходуются на построение крахмала, белка, жира и прочих углеводосодержащих компонентов:

$$\Delta B_s^j / \Delta t = \Delta m_{k_1}^j / \Delta t + k_1 \cdot \Delta m_{c_1}^j / \Delta t, \quad (15)$$

$$\Delta J_s^j / \Delta t = k_2 \cdot \Delta m_{c_2}^j / \Delta t, \quad (16)$$

где $\Delta B_s / \Delta t$ — прирост массы белка, г(С.В)·м⁻²·сут⁻¹; $\Delta J_s / \Delta t$ — прирост массы жира, г(С.В)·м⁻²·сут⁻¹; k_1, k_2 — коэффициенты пропорциональности, безразмерные.

Динамика содержания белка и жира в семенах сои определяется по выражениям:

$$B_s^{j+1} = B_s^j + \frac{\Delta B_s^j}{\Delta t} \cdot \tau, \quad (17)$$

$$J_s^{j+1} = J_s^j + \frac{\Delta J_s^j}{\Delta t} \cdot \tau. \quad (18)$$

Идентификация параметров предложенной модели проведена применительно к условиям Северного Вьетнама.

Проверка адекватности модели проводилась путем сопоставления рассчитанных по модели и эмпирических значений биометрических и биохимических характеристик, таких как биомасса вегетативных и репродуктивных органов, площадь листовой поверхности, содержание общего азота в органах растений сои и ее урожайность. Сравнение проводилось в динамике — от формирования всходов до созревания бобов сои.

Выявлена достаточно тесная корреляция между фактическими и расчетными значениями декадных приростов общей биомассы растения сои ($r = 0,82 \pm 0,09$). Сопоставление биомассы различных органов характеризуется средними квадратическими ошибками или тации не больше 18,8 %, а ошибка расчета площади листовой поверхности составила 10,5–19,2 %.

Различия между фактическими и расчетными значениями содержания азота разных органов сои составляет не больше 22,4 %. При

этом относительная средняя квадратическая ошибка расчета содержания азота в семенах сои составляет 18,6 %. Ошибка расчета урожайности сои не больше 10 %, что дает право утверждать о достаточно хорошей адекватности предложенной модели.

Исследована чувствительность предложенной модели к изменению входной информации (I^0, m_i^0, m_s^0, m_r^0) и некоторых параметров блока фотосинтеза и дыхания ($P_{\text{max}}, \alpha_f, \alpha_r, \alpha_g$)

Ошибка в задании начальных значений площади листьев и биомассы органов на 20 % приводит к ошибке в расчете биомассы бобов на 24 %, причем существенные изменения массы бобов отмечаются к концу вегетации сои.

Отмечено, что увеличение значения потенциального фотосинтеза на 10, 20, 30 % вызывает увеличение биомассы бобов, соответственно, на 8, 20, 33 %, а уменьшение его значения приводит к соответствующему уменьшению биомассы бобов. Аналогичные результаты получены при изменении значения начального угла наклона световой кривой фотосинтеза. Уменьшение параметра α_f на 20 % приводит к снижению M_f на 17 %. Выявлено также, что биомасса бобов сои значительно изменяется как при увеличении, так и при уменьшении численных значений синтетических кривых фотосинтеза и дыхания.

В четвертой главе изложены результаты численных экспериментов по исследованию влияния агрометеорологических условий на основные процессы жизнедеятельности растения сои, такие как фотосинтез, дыхание, поглощение азота, ее рост и развитие и в конечном итоге, влияние этих факторов на количество и качество урожая сои во Вьетнаме.

Исследовалась зависимость интенсивности фотосинтеза от водного и теплового режимов и плотности падающей ФАР. Выявлено, что при оптимальных условиях тепло- и влагообеспеченности ($T = 25-30^\circ\text{C}$, $WR = 30$ мм за декаду) интенсивность фотосинтеза увеличивается от 10,7 до 20,8 $\text{мг CO}_2 \cdot \text{дм}^{-2} \cdot \text{ч}^{-1}$ при увеличении плотности падающей ФАР от 50 до 400 $\text{Вт} \cdot \text{м}^{-2}$. Отмечено также, что при условиях сухой и холодной погоды ($T < 15^\circ\text{C}$ и $WR < 10$ мм) или жаркой и сухой погоде ($T > 35^\circ\text{C}$ и $WR < 5$ мм) интенсивность фотосинтеза невысока, ее значения менее 4 $\text{мг CO}_2 \cdot \text{дм}^{-2} \cdot \text{ч}^{-1}$ при любых значениях ФАР.

Рассмотрено влияние температуры почвы, скорости транспира-

ции и концентрации легкогидролизуемого азота в почве на скорость поглощения азота. Показано, что количество поглощенного азота из почвы колеблется от 287 до 945 мг $N \cdot m^{-2} \cdot сут^{-1}$ при условии изменения температуры от 5 до 30 °C, а скорости транспирации от 0,5 до 3,5 мм $\cdot сут^{-1}$.

Наибольшие значения скорости поглощения азота (1400–1700 мг $N \cdot m^{-2} \cdot сут^{-1}$) наблюдаются при условии высокого содержания легкогидролизуемого азота в почве (больше 0,15 мг $N \cdot г^{-1}$) и температуре почвы больше 25 °C.

Исследовались закономерности формирования количественных и качественных показателей урожая сои при различных условиях освещенности, тепло- и влагообеспеченности и азотного питания. Выявлено, что существует общая закономерность зависимости интенсивности фотосинтеза и продуктивности посева сои от указанных факторов. Наибольший прирост биомассы бобов сои, составляющий 40–50 г $\cdot m^{-2} \cdot сут^{-1}$, наблюдается при сочетании температуры воздуха в пределах 25–30 °C и суммы осадков за декаду больше 25 мм, а также поток падающей ФАР не менее 100 Вт $\cdot m^{-2}$.

Проведено исследование влияния факторов внешней среды на содержание белка в семенах сои. Показано, что содержание белка в семенах сои более 40 % может наблюдаться при притоке азота в растение сои больше 1500 мг $N \cdot m^{-2} \cdot сут^{-1}$, а также при температуре воздуха выше 30 °C и сумме осадков за декаду не более 35 мм.

Предложен метод количественной оценки условий формирования урожая сои и показана возможность его применения. Проведена количественная оценка влияния агрометеорологических условий на формирование продуктивности и качества урожая сои во Вьетнаме в 1990 и 1991 гг. Получено, что оценка агрометеорологических условий формирования урожайности сои в 1990 г. составляла 121,3 %, а в 1991 г. – 140,4 % по сравнению со среднеголетними условиями формирования урожайности сои во Вьетнаме. Результаты оценки имеют хорошую оправдываемость.

Выводы:

Основные результаты проделанной работы сводятся к следующему:

I. Проведено экспериментальное изучение особенностей морфогенетического развития растения сои под влиянием характерных агрометеорологических условий Северного Вьетнама.

2. Выполнено экспериментальное исследование влияния агрометеорологических условий на характеристики фотосинтетической деятельности посева сои: интенсивность фотосинтеза, чистую продуктивность фотосинтеза, динамику биомассы отдельных органов, отдельных побегов и целого растения, динамику площади ассимилирующей поверхности.

3. Выполнено экспериментальное исследование основных закономерностей формирования азотного баланса отдельных органов и целого растения. Установлена тенденция падения общего содержания азота в течение вегетации в листьях, стеблях, корнях и бобах. В семенах содержание азота увеличивалось с момента образования семян до созревания и уборки.

4. Впервые для условий Вьетнама разработана длиннопериодная динамическая модель формирования продуктивности и качества сои весенне-летнего посева, включающая в себе следующие элементы новизны:

а) осуществлено моделирование процессов фотосинтеза и дыхания культуры сои с учетом водного, термического режима и физиологического возраста растения сои;

б) разработан блок азотного питания, учитывающий поглощение азота активным и пассивным путем, фиксацию азота клубеньками;

в) предложена субмодель распределения ассимилятов, основанная на учете потребности растущих органов в ассимилятах в связи с морфогенетическими особенностями развития растения;

г) осуществлено моделирование семенообразования сои, позволяющее рассчитать количественные и качественные характеристики урожая сои — биомассу семян, процентное содержание белка и жира в семенах;

д) осуществлена идентификация параметров модели продуктивности сои применительно к условиям Северного Вьетнама.

5. Проведена проверка адекватности модели, показавшая достаточно хорошую согласованность результатов расчетных и фактических значений основных характеристик посева сои. Исследована чувствительность модели сои к изменению параметров модели.

6. Путем численного эксперимента проведено теоретическое исследование зависимости интенсивности фотосинтеза от водных, тепловых условий и плотности падающей ФАР.

7. Исследовано влияние водно-теплового режима почвы, кон-

центрации легкогидролизуемого азота у поверхности корней и масом корней на скорость поглощения азота растениями сои.

8. Изучены закономерности формирования количественных и качественных показателей урожая сои при различных условиях освещенности, тепло- и влагообеспеченности и азотного питания.

9. На основе предложенной нами динамической модели сои разработан метод комплексной количественной оценки агрометеорологических условий формирования продуктивности и качества урожая сои в Северном Вьетнаме.

По теме диссертации опубликованы следующие работы:

1. Исследование в численных экспериментах влияния агрометеорологических условий на формирование продуктивности сои во Вьетнаме. - Деп. Укр ИНТЭИ 29.04.1992, № 532.- Ук 92.

2. Динамическая модель распределения ассимилятов, элементов минерального питания, роста и развития сои во Вьетнаме. - Деп. Укр ИНТЭИ. 29.04.1992, № 533 - Ук 92.

3. Ngo Si Giai, Vu Thi Xuan Hoa, Dang Thanh Ha .Bucoc dau danh gia muc do su dung va khai thac tai nguyen khi hau nong nghiep cua mot so cay trong chinh o ba vung dong bang trong diem o Viet nam . De tai cap tong cuc , ma so 69-42-047. -Ha noi, 1991.

Вопросы, связанные с организацией работы, являются одними из наиболее важных в деятельности любого предприятия. В частности, вопросы организации труда, повышения производительности, улучшения условий работы и т.д. являются неотъемлемой частью управления предприятием.

В настоящее время в нашей стране наблюдается острый недостаток в кадрах, что является одной из основных причин снижения производительности труда. Поэтому необходимо уделять особое внимание подготовке кадров, повышению квалификации работников и созданию условий для их эффективной работы.

Одним из основных направлений работы является совершенствование организации труда. Это включает в себя разработку оптимальных норм выработки, улучшение условий труда, внедрение новых методов работы и т.д. Кроме того, необходимо уделять внимание и вопросам повышения квалификации работников, что позволит им более эффективно выполнять свои обязанности.

Важным фактором повышения производительности является создание благоприятных условий для работы. Это включает в себя обеспечение работников необходимыми средствами труда, улучшение условий труда, повышение мотивации работников и т.д. Только при создании таких условий можно добиться высоких результатов в работе.

- 1) Улучшение условий труда работников.
- 2) Повышение квалификации работников.
- 3) Внедрение новых методов работы.
- 4) Создание благоприятных условий для работы.
- 5) Улучшение организации труда.

Полп.к печати 23.02.93г. Формат 60x84 I/16.
 Ос.ем 0.7уч, изд.л. 1, Оп.л. Заказ № 404. Тираж 100экз.
 Гортипография Одесского управления по печати, цех №3.
 Ленина 49.

ЛНД им В. Стефанюк
 АН УкрАиН

471044

AB 26.899

AB 26.899