

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ РОСТУ РОСЛИН

Вінницький національний аграрний університет

Анотація

Запропоновано математичну модель росту рослин.

Ключові слова: математична модель, система диференціальних рівнянь, динаміка росту, рослина.

Abstract

The mathematical model of plant growth is proposed.

Keywords: mathematical model, system of differential equations, growth dynamics, plant.

Вступ

Рослина є багатовимірною динамічною системою. У процесі росту підсистеми рослини зазнають динамічних змін, тому її математичний опис за допомогою наближених рівнянь регресії із сталими коефіцієнтами далекий від реальності. Для повного ж математичного опису процесу росту рослини необхідно будувати динамічні моделі. Динамічна математична модель будується на основі диференціальних рівнянь та їх систем [1,2]. Вона описує суть процесу зміни підсистем рослини в часі, розкриває закономірності протікання процесів та взаємозв'язок між підсистемами рослини.

Результати дослідження

Розглянемо математичну модель динаміки росту на прикладі капусти брюсельської. За основу прийемо модель Загороднього Ю.В. [2]. У рослини виділимо підсистеми: W_1 – корінь, W_2 – стебло, W_3 – листки, W_4 – головки.

Динаміку росту капусти брюсельської опишемо системою диференціальних рівнянь (СДР) :

$$\begin{cases} \frac{dw_1(t)}{dt} = a_{1,1}w_1(t) \times \rho(t) \times f(t) \times \frac{k_1 e^{-k_1 t} (B_1 - A_1)}{A_1 - e^{-k_1 t} (A_1 - B_1)} + a_{1,2}w_2(t) - a_{1,3}w_3(t) - a_{1,4}w_4(t) \\ \frac{dw_2(t)}{dt} = a_{2,1}w_1(t) + a_{2,2}w_2(t) \times \frac{k_2 e^{-k_2 t} (B_2 - A_2)}{A_2 - e^{-k_2 t} (A_2 - B_2)} + a_{2,3}w_3(t) - a_{2,4}w_4(t) \\ \frac{dw_3(t)}{dt} = a_{3,1}w_1(t) \times a_{3,2}w_2(t) + a_{3,3}w_3(t) \times F(t) \times \frac{k_3 e^{-k_3 t} (B_3 - A_3)}{A_3 - e^{-k_3 t} (A_3 - B_3)} + a_{3,4}w_4(t) \\ \frac{dw_4(t)}{dt} = [a_{4,1}w_1(t) + a_{4,2}w_2(t) + a_{4,3}w_3(t) \times F(t)]s(t) - a_{4,4}w_4(t) \end{cases}, (1)$$

де $a_{i,j}$ – коефіцієнти (невідомі параметри), що характеризують темпи росту елементів рослини, процеси обміну в рослині та взаємодії між підсистемами рослини;
 $f(t)$, $F(t)$, $\rho(t)$, $s(t)$ – відповідно, функції температури ґрунту, температури повітря, вологості ґрунту, росту головок.

Алгоритми пошуку оптимальних значень невідомих параметрів моделі:

1. Задаємо матрицю a початкових наближень невідомих коефіцієнтів $a_{i,j}$ СДР (1).
2. Розв'язуємо СДР методом Рунге - Кутти при початкових умовах:
 $w_1(0) = m_1$; $w_2(0) = m_2$; $w_3(0) = m_3$; $w_4(0) = 0$; (m_1 , m_2 , m_3 – відповідно суха маса кореня, стебла та листків на момент висадки розсади).

3. Обчислюємо зважену сума квадратів відхилень розрахункових значень від експериментальних:
$$S = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^k \left(\frac{WR_{i,j}(t_j) - WE_{i,j}(t_j)}{WE_{i,j}(t_j)} \right)^2.$$
4. За методом покоординатного спуску змінюємо коефіцієнти моделі.
5. Продовжуємо описаний процес (п.2-4) до знаходження $a_{i,j}$ при яких сума квадратів відхилень S буде найменшою.

Результати моделювання наведені на рис.1

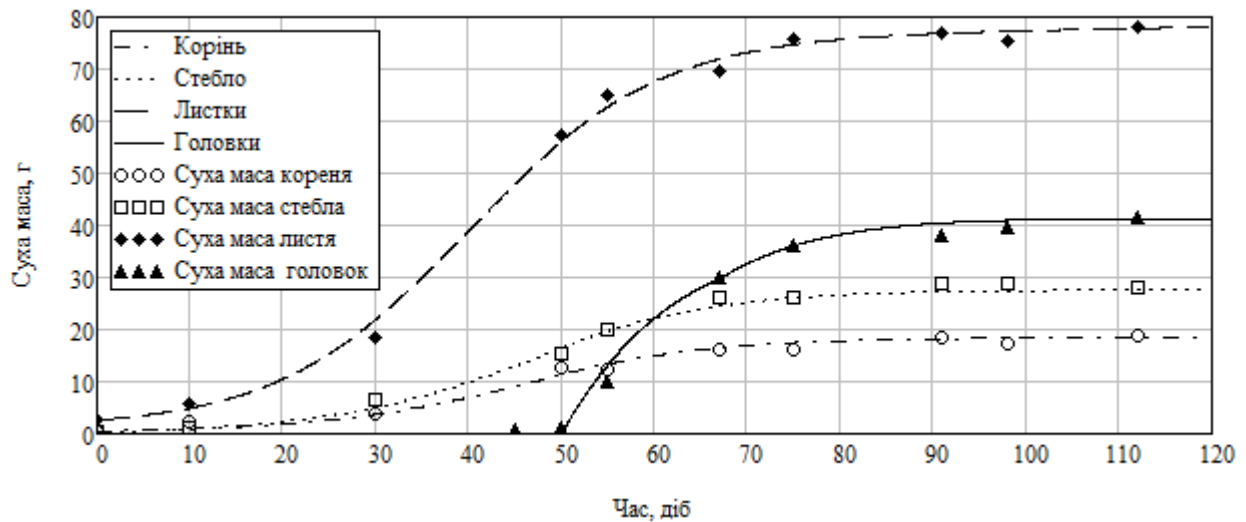


Рис.1. Динаміка сухої маси капусти брюсельської

Висновки

Запропонована математична модель досить точно описує процес розвитку рослин. Дає можливість досліджувати зв'язок між підсистемами рослини та вплив на процес росту різноманітних факторів: зрошення, мульчування, вологості ґрунту, температури, освітленості, внесення добрив, регуляторів росту.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Вергунова І.М. Основи математичного моделювання для аналізу та прогнозу агрономічних процесів.– К.: Нора-прінт, 2000.–146с..
2. Загородній В.Ю., Клімова І.О. Математична модель процесів росту рослин на прикладі картоплі. Вісник Житомирського держ. універ., №4, 2007, с229-232.

Дзись Віктор Григорович— кандидат технічних наук, доцент, Вінницький національний аграрний університет, Вінниця, e-mail:dzisvg@gmail.com.

Dzis Viktor G.— Cand. Sc. (Eng), Assistant Professor, Vinnytsia National Agrarian University, Vinnytsia