

ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ПОГЛИНАННЯ БІОГЕННИХ ЕЛЕМЕНТІВ ПОСІВАМИ ЯРОГО ЯЧМЕНЮ В УМОВАХ ОДЕСЬКОЇ ОБЛАСТІ ЗА ДОПОМОГОЮ ПОЛЬОВОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ

П. С. Нікітін, В. Г. Ільїна, к.геогр.н., доц.

Кафедра агрометеорології та агроекології

agroecology87@gmail.com

Однією з головних умов високої культури землеробства є найбільш повне використання кліматичних ресурсів. Кліматичні фактори, такі як кількість опадів, температурний режим, тривалість інсоляції та вологість повітря, суттєво впливають на процеси росту, розвитку та поглинання біогенних елементів сільськогосподарськими культурами. Оптимізація використання цих ресурсів дає змогу значно підвищити продуктивність сільськогосподарського виробництва, мінімізуючи при цьому вплив несприятливих погодних умов [1].

Дослідження кліматичного забезпечення формування врожаю сільськогосподарських культур з урахуванням особливостей мікроклімату окремих територій має важливе наукове і практичне значення. Такий підхід дозволяє точніше планувати сільськогосподарські роботи, в тому числі підбирати оптимальні строки сівби, поливу та збирання врожаю, а також визначати найбільш ефективні режими удобрення для максимального засвоєння біогенних елементів, зокрема в умовах Одеської області. Знання агрокліматичних умов території також сприяє підбору ідеальних видів і сортів культур, наприклад ярого ячменю, які можуть більш ефективно використовувати наявні ресурси та адаптуватися до конкретних кліматичних умов.

При врахуванні впливу клімату на ефективність сільськогосподарського виробництва головним є визначення агрокліматичних ресурсів території, реалізоване через її агрокліматичне районування. У разі вивчення поглинання біогенних елементів посівами ярого ячменю агрокліматичне районування дає змогу врахувати регіональні кліматичні особливості, що має вирішальне значення для визначення параметрів математичної моделі цього процесу. Польовий дослід, проведений в умовах Одеської області, дає можливість перевірити вплив різних метеорологічних і агротехнічних факторів на засвоєння поживних речовин, що дозволяє побудувати більш точну математичну модель, адаптовану до умов регіону.

Ця модель є інструментом для подальшої оптимізації агротехнологій відповідно до зміни клімату. Дозволяє деталізувати зв'язки між

сформованими кліматичними умовами та рівнем засвоєння поживних речовин культурою, надати науково обґрунтовані рекомендації щодо агротехнічних рішень, що сприяють стабільності та продуктивності землеробства в умовах Одеської області.

Для розрахунку інтенсивності фотосинтезу посіву ярого ячменю в розрахунковій декаді використовується формула:

$$\Phi_0^j = kbI_{п.ф}^j / (k + bI_{п.ф}^j), \quad (1)$$

де Φ_0 – інтенсивність фотосинтезу при оптимальних умовах тепло- та вологозабезпеченості та реальних умовах освітленості, $\text{мг CO}_2 \cdot \text{дм}^{-2} \cdot \text{г}^{-1}$;

$k = 28$ – інтенсивність фотосинтезу при світловій насиченості та нормальній концентрації CO_2 , $\text{мг CO}_2 \cdot \text{дм}^{-2} \cdot \text{г}^{-1}$;

$b = 300$ – початкової уклон світлової кривої, $\text{мг CO}_2 \cdot \text{дм}^{-2} \cdot \text{г}^{-1} (\text{кал см}^{-2} \cdot \text{хв}^{-1})$;

$I_{п.ф}$ – ФАР, що поглинається посівом, $\text{кал} \cdot \text{см}^{-2} \cdot \text{хв}^{-1}$;

j – номер розрахункової декади.

Як відомо, в основі теорії продукційного процесу сільськогосподарських культур становить вивчення та описання процесу фотосинтезу рослин, тобто утворення вуглеводів у фотосинтезуючих органах з води та двоокису вуглецю під дією ряду факторів, основним з яких є інтенсивність ФАР в рослинному покриві.

По мірі проникнення ФАР у глибини рослинного покриву проходить зниження її інтенсивності в залежності від цілого ряду різних параметрів: висоти рослинного покриву, кутової орієнтації листя, розподілу щільності рослинного покриву за вертикаллю, товщини та форми листя. Детальний опис процесу трансформації ФАР у посіві є складною математичною задачею, яка потребує урахування особливостей поглинання, розсіювання та відображення радіації у посіві, а також зміни її спектрального складу.

Найбільш простим та розповсюдженим методом, який характеризує послаблення ФАР рослинним покривом є формула Будаговського, згідно з якою середня інтенсивність фотосинтетично активної радіації у посіві визначається розвиненістю листового апарату рослин, тобто відносною площею листової поверхні (листовим індексом).

ФАР, яка поглинається посівом, в розрахунковій декаді розраховується за формулою:

$$I_{п.ф}^j = I_0^j / (1 + cL^j), \quad (2)$$

де I_0 – інтенсивність ФАР на верхній межі посіву в розрахунковій декаді, $\text{кал} \cdot \text{см}^{-2} \cdot \text{хв}^{-1}$;

$c = 0,5$ – емпірична постійна;

L – площа листової поверхні в розрахунковій декаді, $\text{м}^2 \cdot \text{м}^{-2}$. Потік ФАР

на верхню межу посіву визначається за формулою:

Інтенсивність фотосинтезу в реальних умовах середовища, які відрізняються від біологічно оптимальних, визначається за формулою:

$$\Phi_{\tau}^j = \Phi_0^j \alpha_{\Phi}^j \psi_{\Phi}^j \gamma_{\Phi}^j, \quad (3)$$

де Φ_{τ} – інтенсивність фотосинтезу в реальних умовах середовища, мг $\text{CO}_2 \cdot \text{дм}^{-2} \cdot \text{г}^{-1}$;

α_{Φ} – онтогенетична крива фотосинтезу;

ψ_{Φ} , γ_{Φ} – функції впливу температури повітря та вологості ґрунту на фотосинтез.

Добовий приріст сухої біомаси посіву в розрахунковій декаді ΔM ($\text{г} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{доб}^{-1}$) визначається сумою денного фотосинтезу посіву та переміщення сухих речовин:

$$\Delta M^j = (\Phi^j + \Delta m_c^j) - \alpha_R^j (c_1 M^j + c_2 \Phi^j). \quad (4)$$

де α_R – онтогенетична крива дихання, яка розраховується аналогічно до кривої фотосинтезу, тільки з урахуванням оптимальної температури t_{lopt} для сезонного ходу дихання;

M – суха біомаса посіву на початок розрахункової декади, $\text{г} \cdot \text{м}^{-2}$

$c_1 = 0,01$ – коефіцієнт, який характеризує витрати на підтримку структури, $\text{г} \cdot \text{г}^{-1} \cdot \text{доб}^{-1}$;

$c_2 = 0,255$ – коефіцієнт дихання росту, безрозмірний [2].

Для обчислення чистої продуктивності фотосинтезу посіву кожні десять днів визначали абсолютно суху масу рослин з площі 1 м^2 . Починаючи з моменту сходів, відбирали по 10 рослин із трьома повтореннями на чотирьох різних точках ділянки. В лабораторії з рослин видаляли коріння і мертву масу (сухе листя, відмерлі пагони та стебла). Із загальної маси виділяли дві проби — мертву та живу масу. Ці величини множили на густоту стояння, щоб отримати живу і мертву сиру масу на 1 м^2 посіву.

Далі рослини розподіляли на елементи: листя, стебла та колосся. Проби кожного з елементів (не менше 20 г) сушили в сушильній шафі — спочатку одну годину при $100 - 105^\circ \text{C}$, потім при $70 - 80^\circ \text{C}$ до стабільної маси (з точністю до 0,1 г). Відсоток сухої речовини обчислювали діленням сухої маси елемента на його сиру масу. Суху масу рослини на 1 м^2 визначали шляхом множення сирової маси елемента на відсоток сухої речовини в ньому.

На рис. 1 представлено зміни сухої маси різних органів ярого ячменю (листя – l , стебел – S , кореня – r і колоса – K) за декадами вегетації у

2024 році.

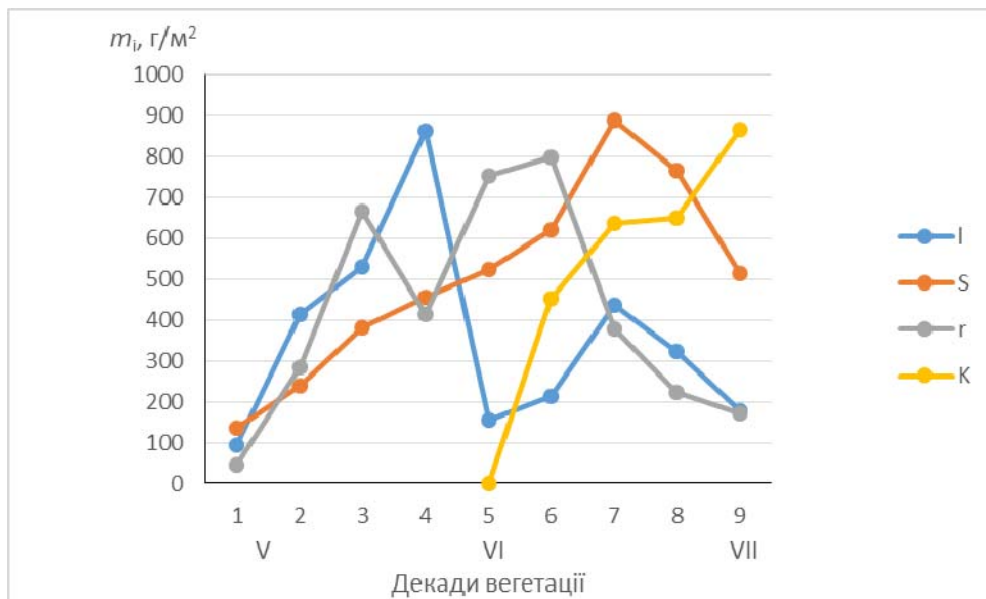


Рисунок 1 – Динаміка накопичення сухої біомаси (m) листя (I), стебел (S), коренів (r) і колоса (K) ярого ячменю за даними 2024 року при першому строку сівби

На початкових етапах вегетації (1–3 декади) спостерігається помірне збільшення сухої маси листя, стебел і коренів. У 4-й декаді відзначається різке зростання сухої маси листя, яка досягає піку, після чого вона поступово знижується. Суха маса стебел продовжує зростати до 7-ї декади, де досягає свого максимального значення, а потім також починає знижуватися.

Корінь показує нестабільну динаміку сухої маси, з підйомами і спадами протягом періоду вегетації, але його маса не зростає настільки значно, як у інших органів. Колос починає активно набирати масу після 5-ї декади і досягає свого максимуму в 8-й декаді, що свідчить про перерозподіл поживних речовин на користь репродуктивних органів на пізніх етапах розвитку.

Перелік посилань

1. Ahmed Abed Gatea Al-Shammary^a, Layth Saleem Salman Al-Shihmani^a, Jesús Fernández-Gálvez^b, Andrés Caballero-Calvo^b Optimizing sustainable agriculture: A comprehensive review of agronomic practices and their impacts on soil attributes. *Journal of Environmental Management*, Volume 364, July 2024, 121487.
2. Польовий А.М. Моделювання гідрометеорологічного режиму та продуктивності агроєкосистем: підручник. Одеса: Екологія, 2013. 436 с.