



KAPITEL 6 / CHAPTER 6⁶

ASSESSMENT OF THE BIOCLIMATIC POTENTIAL OF THE SOUTH STEPPE OF UKRAINE ON THE MAIN CROPS ACCORDING TO PAR INDICATORS

DOI: 10.30890/2709-2313.2022-11-01-011

Вступ

Фотосинтетична діяльність рослин в посівах служить біологічною основою врожаю сільськогосподарських культур [1-2]. Значною мірою вона залежить від їх забезпеченості рослин елементами мінерального живлення, в першу чергу азотом [3]. Азот - основний елемент, який впливає на процеси, пов'язані з фотосинтезом. Він входить до складу білка, хлорофілу і нуклеїнових кислот. При цьому необхідною умовою перетворення азоту виступає фотосинтез. Дефіцит азоту викликає зменшення кількості хлорофіла і ферментів, які беруть участь в асиміляції і, як наслідок, знижує врожайність. Удобренні рослини краще засвоюють світлову енергію, необхідну для синтезу органічних речовин [4, 5]. Основним механізмом формування урожайності зернових культур є процес транспірації, рушійною силою якого є радіаційний баланс і фотосинтетично активна радіація (ФАР). У всьому інтервалі доступної ґрунтової вологи мінеральні добрива підвищують транспірацію зернових культур і, отже, їх врожайність [6]. Урожай формується за рахунок сонячної енергії і вуглекислого газу, що знаходиться в атмосфері [7]. Тому всі агротехнічні прийоми спрямовані на підвищення ефективності використання сонячної енергії рослинами. Знаючи прихід ФАР за період вегетації, можна поставити завдання щодо формування посівів з найбільшим коефіцієнтом засвоєння ФАР, щоб збільшити потенційну врожайність [4, 8].

Базуючись на методах програмування продуктивності культур М.К. Каюмова [9], була розрахована теоретично можлива врожайність зерна пшениці озимої, забезпечена приходом ФАР [4, 10, 11]. Потенційний урожай (*Убіол*), забезпечений приходом ФАР (при коефіцієнті використання посівами зернових 3%) розраховували за формулою 1:

⁶Authors: Kovalenko Oleh Anatoliiovych



$$Y_{\text{биол}} = \frac{Q_{\text{ФАР}} \cdot K_{\text{ФАР}} \cdot 104}{10q}, \text{ де} \tag{1}$$

$Y_{\text{биол}}$ – потенційний врожай сухої біомаси, т/га;

$Q_{\text{ФАР}}$ – надходження ФАР за період вегетації культури (від сходів до збирання), кДж/см²;

$K_{\text{ФАР}}$ – коефіцієнт використання ФАР посівами, %;

q – калорійність врожаю, кДж/кг.

Розрахунки інтегральної ФАР для різних сільськогосподарських культур за різні проміжки часу їх вегетації проводили за методикою С.В. Коковихіна та його програмного модуля «ФАР» (рис. 1). Розрахунок ФАР по соняшнику в нашому досліді за 2018 рік (Зразок) виходячи з отриманих даних по тривалості сонячного сяйва, мав наступний вигляд.

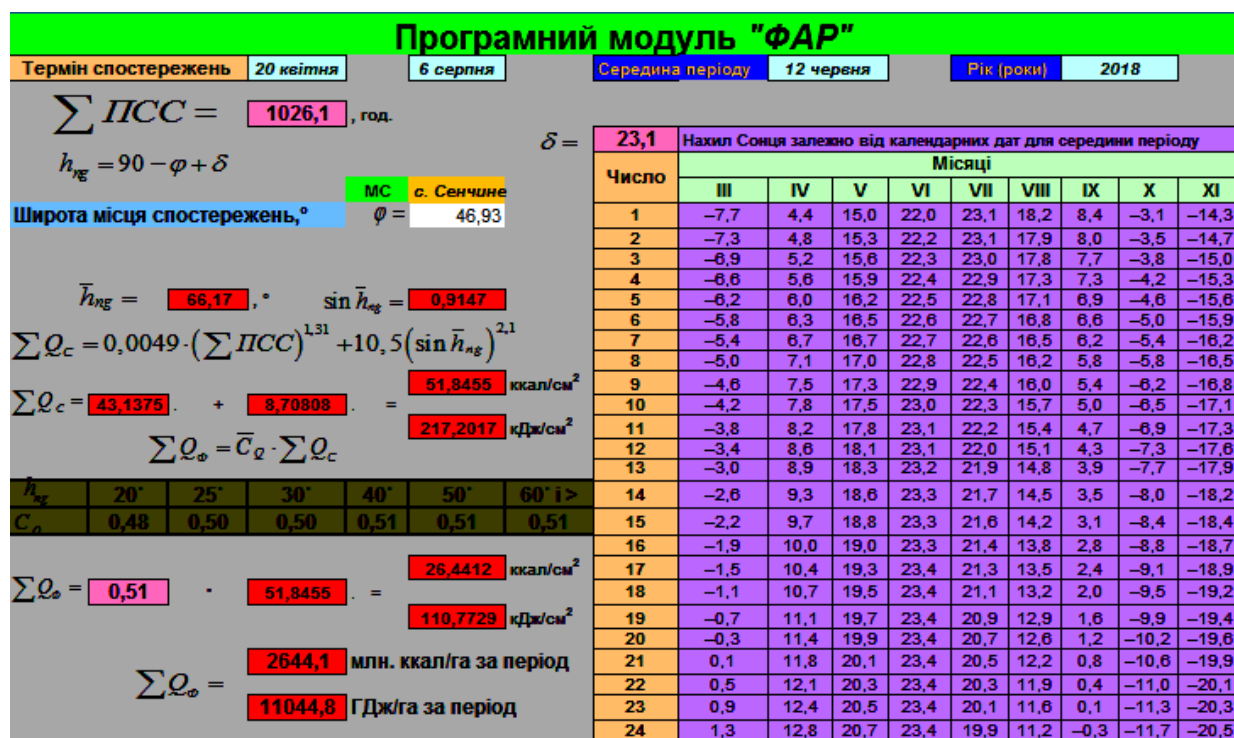


Рисунок 1 – Розрахунок ФАР для соняшника по показникам тривалості сонячного сяйва

Для встановлення показників фотосинтетично активної радіації використовували розрахункові методи, які дозволяють отримати кінцеві результати за різні періоди при мінімальній кількості вихідних даних – тривалості сонячного сяйва та географічної широти метеорологічної станції. Географічною широтою слугувало місце розташування дослідного поля у селі

Сенчино (46°93) [4].

А отже, показники ФАР за вегетаційний період гібриду соняшника становили 26,4 ккал/см² або 110,8 кДж/см².

Сам процес проведення розрахунків, який ми проводили по пшениці озимій, ячменю ярого, гороху та гібридам кукурудзи різних груп стиглості, наведений на рис. 2.

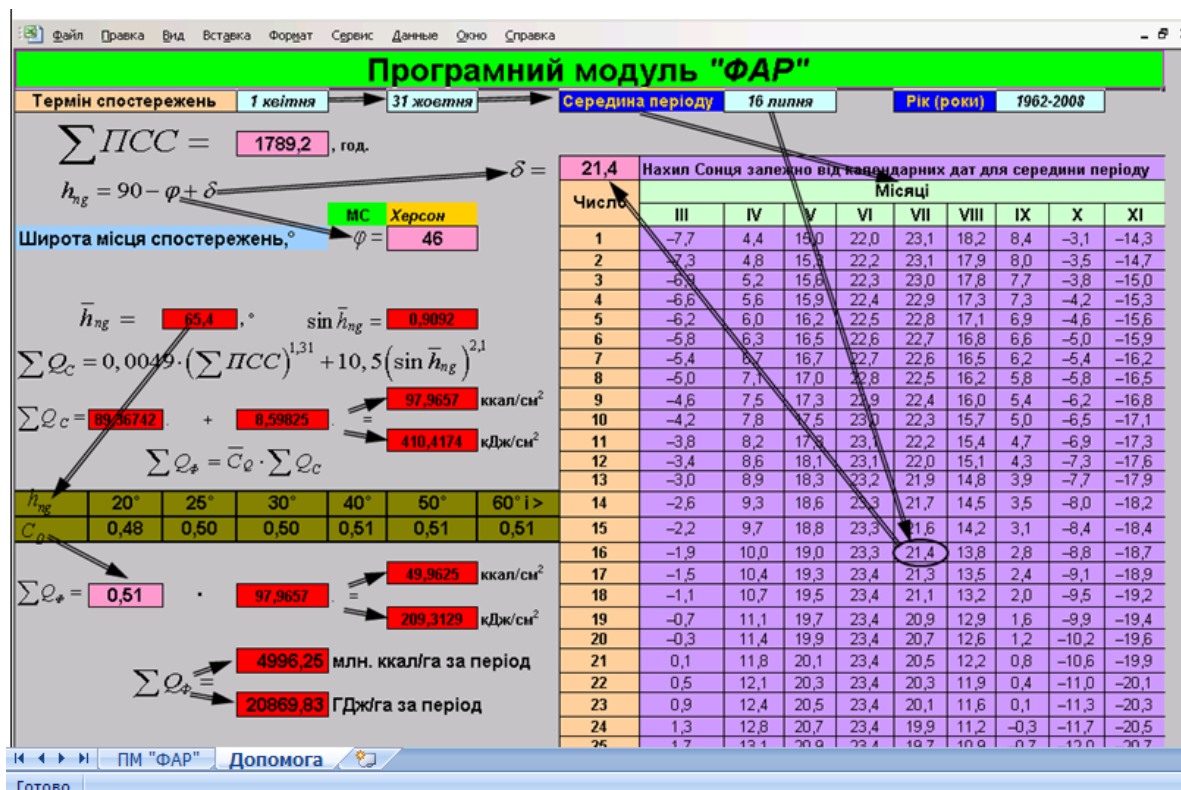


Рисунок 2 – Процес проведення розрахунків інтегральної ФАР у вікні програми

Проведення подальших розрахунків відносно рівня забезпечення агрокліматичним потенціалом Півдня України, програмованих, можливих урожайностей на прикладі пшениці озимої, ячменю ярого, гороху та гібридів кукурудзи різних груп стиглості, проводились нами на основі отриманих показників інтегрованих ФАР за методикою С.В. Коковіхіна.

6.1. Продуктивність пшениці озимої за біокліматичним потенціалом

За період вегетації пшениці озимої (ТУ = 176 днів) прихід ФАР складає 119,62 кДж/см² (Q_{ФАР}). Калорійність (q) 1 кг зерна 18631 кДж/кг.



$$Y_{\text{біол}(2\%)} = \frac{119,62 \cdot 2,0 \cdot 104}{10 \cdot 18631} = 12,84 \text{ т/га};$$

$$Y_{\text{біол}(2,5\%)} = \frac{119,62 \cdot 2,5 \cdot 104}{10 \cdot 18631} = 16,05 \text{ т/га};$$

$$Y_{\text{біол}(3\%)} = \frac{119,62 \cdot 3,0 \cdot 104}{10 \cdot 18631} = 19,26 \text{ т/га};$$

$$Y_{\text{біол}(3,5\%)} = \frac{119,62 \cdot 3,5 \cdot 104}{10 \cdot 18631} = 22,47 \text{ т/га};$$

$$Y_{\text{біол}(4\%)} = \frac{119,62 \cdot 4,0 \cdot 104}{10 \cdot 18631} = 25,68 \text{ т/га}.$$

Для переводу сухої біомаси на основну продукцію (зерно) використовували коефіцієнт господарської ефективності $K_{\text{ГОС}} = 0,4$. Розрахунок можливого врожаю основної абсолютно сухої маси зерна (Y_0) виконували за формулою 2:

$$Y_0 = Y_{\text{біол}} \cdot K_{\text{ГОС}} \quad (2)$$

$$Y_{0(2\%)} = 12,84 \cdot 0,4 = 5,14 \text{ т/га}$$

$$Y_{0(2,5\%)} = 16,05 \cdot 0,4 = 6,42 \text{ т/га}$$

$$Y_{0(3\%)} = 19,26 \cdot 0,4 = 7,70 \text{ т/га}$$

$$Y_{0(3,5\%)} = 22,47 \cdot 0,4 = 8,99 \text{ т/га}$$

$$Y_{0(4\%)} = 25,68 \cdot 0,4 = 10,27 \text{ т/га}$$

Урожай зерна озимої пшениці (Y_C) при стандартній вологості ($D = 14\%$) знаходили за формулою 3:

$$Y_C = \frac{Y_0 \cdot 100\%}{100\% - B_C} \quad , \quad (3)$$

$$Y_{C(2\%)} = \frac{5,14 \cdot 100\%}{100\% - 14\%} = 5,98 \text{ т/га};$$

$$Y_{C(2,5\%)} = \frac{6,42 \cdot 100\%}{100\% - 14\%} = 7,47 \text{ т/га};$$

$$Y_{C(3\%)} = \frac{7,70 \cdot 100\%}{100\% - 14\%} = 8,95 \text{ т/га};$$

$$Y_{C(3,5\%)} = \frac{8,99 \cdot 100\%}{100\% - 14\%} = 10,45 \text{ т/га};$$

$$Y_{C(4\%)} = \frac{10,27 \cdot 100\%}{100\% - 14\%} = 11,94 \text{ т/га}.$$

З розрахунків видно, що прихід фотосинтетичний активній радіації в



південно-західній частині Центрального регіону може забезпечити формування врожайності зерна озимої пшениці на рівні 5,98 т/га.

Можливий рівень врожайності зерна озимої пшениці також залежить від умов вологозабезпечення посівів. За період вегетації озимої пшениці випадає в середньому 302 мм опадів, коефіцієнт використання опадів становить 0,7. Доступна волога для рослин озимої пшениці в метровому шарі ґрунту 160 мм, коефіцієнт водоспоживання дорівнює 450-500. Дійсно можливий урожай (Y_B) сухої біомаси за вологозабезпеченості знаходили за формулою 4:

$$Y_{\text{біол}} = \frac{100 \cdot W}{K_B} \quad , \text{ де} \quad (4)$$

W - продуктивна волога для посівів, мм

K_B - коефіцієнт водоспоживання культури (кількість води, витрачено-вамою на формування одиниці сухої біомаси), м³/т.

Розрахунок продуктивної води проводили наступним чином за формулою 5:

$$W = W_{\Gamma} + (W_B \cdot K_{BO}) + Qr - W_{KB}, \text{ де} \quad (5)$$

W_{Γ} - доступна волога для рослин в метровому шарі ґрунту, мм;

W_B - опади за період вегетації, мм;

K_{BO} - орієнтовний коефіцієнт використання опадів;

Qr - капілярний підживлення ґрунтовими водами за вегетацію, мм

W_{KB} - залишок доступною для рослин води в метровому шарі ґрунту на кінець вегетації, мм ($0,25 \cdot W_{\Gamma}$).

Капілярне підживлення ґрунтовими водами залежить від глибини залягання ґрунтових вод. При заляганні на глибину до 1 м величина додаткового водоспоживання становить 1-2 мм на добу; до 1,5 м - 1,5-1,7 мм; до 2 м - не більше 1 мм на добу. Для пшениці озимої Qr дорівнює 175 мм.

$$W = 160 + (302 \cdot 0,7) + 175 - 55 = 491,4 \text{ мм};$$

$$Y_{\text{біол}} = \frac{100 \cdot 491,4}{4500} = 10,92 \text{ т/га (сухої біомаси);}$$

$$Y_O = 10,92 \cdot 0,4 = 4,37 \text{ т/га (сухого зерна);}$$

$$Y_C = \frac{4,37 \cdot 100\%}{100\% - 14\%} = 5,08 \text{ т/га (зерна при 14\% вологості).}$$



З огляду на умови регіону по вологозабезпеченості посівів озимої пшениці, можливо отримувати до 5,08 т/га зерна.

У ролі чинника, який би урожай, може виступати теплозабезпеченість. Визначення можливих врожаїв по теплових ресурсів проводили за гідротермічним показником (ГТП), вимірюваній в балах. Його визначали за формулою А.М. Рябчикова (6):

$$ГТП = \frac{W \cdot T_v}{36 \cdot R} \quad , \text{де} \quad (6)$$

W - кількість продуктивної вологи за період вегетації, мм;

T_v - період вегетації культури (декади), для озимої пшениці – 17,6;

36 - число декад в році;

R - сумарний радіаційний баланс, кДж/см²;

4,19 - коефіцієнт для врахування співвідношення між калоріями і Дж [12, 13, 14].

$$ГТП = \frac{491,4 \cdot 17,6}{36 \cdot 119,62} \cdot 4,19 = 8,42 \text{ балів}$$

ГТП дозволяє враховувати і вологозабезпеченість, і надходження тепла, пов'язаного з радіаційним балансом [15]. Розрахунок кліматично забезпеченого врожаю по ГТП проводили за формулою 7:

$$У_{ГТП} = ((22 \cdot ГТП - 10) \cdot K_{ГОС})/10 \quad (7)$$

$$У_0 = ((22 \cdot 8,42 - 10) \cdot 0,4)/10 = 7,01 \text{ т/га (сухого зерна);}$$

$$У_C = \frac{7,01 \cdot 100\%}{100\% - 14\%} = 8,15 \text{ т/га (зерна при 14\% вологості).}$$

Кліматично забезпечена теоретична врожайність зерна озимої пшениці по ресурсам ГТП знаходиться на рівні 8,15 т/га.

Оцінка впливу біокліматичного потенціалу території (БКП) на врожайність культур виражається розрахунковим числом балів БКП для кожної культури. Знаючи окупність урожаєм (β) одного бала БКП розраховували кліматично забезпечений урожай ($У_{БКП}$) за формулами 8-10.

$$У_{БКП} = БКП \cdot \beta \quad (8)$$

$$БКП = K_{ЗВ} \cdot \frac{\sum t > 10^\circ C}{1000} \quad , \text{де} \quad (9)$$

$K_{ЗВ}$ - коефіцієнт зволоження;



$\Sigma t > 10^{\circ}\text{C}$ - сума температур вище 10°C за вегетацію (дорівнює 1480°C);
 1000 - сума температур на північному кордоні польового землеробства.

$$K_{ЗВ} = \frac{Tu \cdot W}{10^4 \cdot \Sigma Q} \quad , \text{де} \quad (10)$$

Tu - коефіцієнт прихованої теплоти випаровування, що дорівнює 2453 кДж/кг ;

W - кількість продуктивної вологи за період вегетації, мм;

$\Sigma Q \sim$ сумарний прихід ФАР за період вегетації, кДж/см^2 ;

$$K_{ЗВ} = \frac{2453 \cdot 491,4}{10^4 \cdot 119,62} = 1,01;$$

$$БКП = 1,01 \cdot \frac{1480}{1000} = 1,49.$$

Окупність 1 бала БКП урожаєм зерна пшениці озимої дорівнює $3,27$ тон (Каюмов, 1982). Кліматично забезпечений урожай зерна пшениці озимої склав:
 $U_{БКП} = 1,49 \cdot 3,27 = 4,89 \text{ т/га}$ (табл.1).

Таблиця 1 – Біокліматичний потенціал урожайності зерна пшениці озимої в умовах Півдня України (при КПД ФАР = 2%), т/га

Культура	Tv , дні	$\Sigma t > 10^{\circ}\text{C}$	$\Sigma Q_{ФАР}$, кДж/см^2	$U_{ФАР}$, т/га зерна	БКП, бали	B , т зерна на 1 бал	$U_{БКП}$, т/га: зерна
Пшениця озима	176	1480	119,62	5,98	1,49	3,27	4,89

Виходячи з наведених розрахунків видно, що з урахуванням біокліматичного потенціалу зони Південного Степу України пшениця озима здатна формувати врожайність зерна на рівні $4,89 \text{ т/га}$, хоча потенційний рівень урожайності по приходу ФАР дорівнює $5,98 \text{ т/га}$.

6.2. Продуктивність ячменю ярого за біокліматичним потенціалом

За період вегетації ячменю ярого ($TU = 86$ днів) прихід ФАР складає $79,02 \text{ кДж/см}^2$ ($Q_{ФАР}$). Калорійність (q) 1 кг зерна 18506 кДж/кг .



$$Y_{\text{биол}(2,0\%)} = \frac{79,02 \cdot 2,0 \cdot 104}{10 \cdot 18506} = 8,54 \text{ т/га};$$

$$Y_{\text{биол}(2,5\%)} = \frac{79,02 \cdot 2,5 \cdot 104}{10 \cdot 18506} = 10,67 \text{ т/га};$$

$$Y_{\text{биол}(3,0\%)} = \frac{79,02 \cdot 3,0 \cdot 104}{10 \cdot 18506} = 12,81 \text{ т/га};$$

$$Y_{\text{биол}(3,5\%)} = \frac{79,02 \cdot 3,5 \cdot 104}{10 \cdot 18506} = 14,94 \text{ т/га};$$

$$Y_{\text{биол}(4,0\%)} = \frac{79,02 \cdot 4,0 \cdot 104}{10 \cdot 18506} = 17,08 \text{ т/га}.$$

Для переводу сухої біомаси на основну продукцію (зерно) використовували коефіцієнт господарської придатності $K_{\text{госп}} = 0,43$. Розрахунок можливого врожаю основної абсолютно сухої маси зерна (Y_O) виконували за формулою 2:

$$Y_O = Y_{\text{биол}} \cdot K_{\text{госп}} \quad (2)$$

$$Y_{O(2,0\%)} = 8,54 \cdot 0,43 = 3,67 \text{ т/га};$$

$$Y_{O(2,5\%)} = 10,67 \cdot 0,43 = 4,59 \text{ т/га};$$

$$Y_{O(3,0\%)} = 12,81 \cdot 0,43 = 5,51 \text{ т/га};$$

$$Y_{O(3,5\%)} = 14,94 \cdot 0,43 = 6,42 \text{ т/га};$$

$$Y_{O(4,0\%)} = 17,08 \cdot 0,43 = 7,34 \text{ т/га}.$$

Урожай зерна ячменю ярого (Y_C) при стандартній вологості ($D = 14\%$) знаходили за формулою 3:

$$Y_C = \frac{Y_O \cdot 100\%}{100\% - B_C} \quad , \quad (3)$$

$$Y_{C(2,0\%)} = \frac{3,67 \cdot 100\%}{100\% - 14\%} = 4,27 \text{ т/га};$$

$$Y_{C(2,5\%)} = \frac{4,59 \cdot 100\%}{100\% - 14\%} = 5,34 \text{ т/га};$$

$$Y_{C(3,0\%)} = \frac{5,51 \cdot 100\%}{100\% - 14\%} = 6,41 \text{ т/га};$$

$$Y_{C(3,5\%)} = \frac{6,42 \cdot 100\%}{100\% - 14\%} = 7,47 \text{ т/га};$$

$$Y_{C(4,0\%)} = \frac{7,34 \cdot 100\%}{100\% - 14\%} = 8,53 \text{ т/га}.$$



З розрахунків видно, що прихід фотосинтетичний активній радіації на Півдні України може забезпечити формування врожайності зерна ячменю ярого на рівні 8,53 т/га.

Можливий рівень врожайності культури також залежить від умов вологозабезпечення посівів. За період вегетації гороху випадає в середньому 170 мм опадів, коефіцієнт використання опадів становить 0,7. Доступна волога для рослин культури в метровому шарі ґрунту 160 мм, коефіцієнт водоспоживання дорівнює 450. Дійсно можливий урожай (Ув) сухої біомаси за вологозабезпеченості знаходили за формулою 4:

$$Y_{\text{біол}} = \frac{100 \cdot W}{K_v} \quad , \text{ де}$$

W - продуктивна волога для посівів, мм

K_v - коефіцієнт водоспоживання культури (кількість води, витраченої на формування одиниці сухої біомаси), м³/т.

Розрахунок продуктивної води проводили наступним чином за формулою 5:

$$W = W_{\Gamma} + (W_v \cdot K_{vO}) + Q_r - W_{KB}, \text{ де} \quad (5)$$

W_{Γ} - доступна волога для рослин в метровому шарі ґрунту, мм;

W_v - опади за період вегетації, мм;

K_{vO} - орієнтовний коефіцієнт використання опадів;

Q_r - капілярний підживлення ґрунтовими водами за вегетацію, мм

W_{KB} - залишок доступною для рослин вологи в метровому шарі ґрунту на кінець вегетації, мм ($0,25 \cdot W_{\Gamma}$).

Капілярне підпитування ґрунтовими водами залежить від глибини залягання ґрунтових вод. При заляганні на глибину до 1 м величина додаткового водоспоживання становить 1-2 мм на добу; до 1,5 м - 1,5-1,7 мм; до 2 м - не більше 1 мм на добу. Для ячменю ярого Q_r дорівнює 86 мм.

$$W = 160 + (161 \cdot 0,7) + 86 - 40 = 318,7 \text{ мм};$$

$$Y_{\text{біол}} = \frac{100 \cdot 318,7}{4350} = 7,33 \text{ т/га (сухої біомаси);}$$

$$U_o = 7,33 \cdot 0,43 = 3,15 \text{ т/га (сухого зерна);}$$

$$U_c = \frac{3,15 \cdot 100\%}{14} = 22,5 \text{ т/га (зерна при 14\% вологості).}$$



$$100\% - 14\%$$

З огляду на умови регіону по вологозабезпеченості посівів гороху, можливо отримувати до 3,66 т/га зерна без оптимізації коефіцієнта водоспоживання культури.

У ролі чинника, який би забезпечував урожай, може виступати теплозабезпеченість. Визначення можливих врожаїв по теплових ресурсах проводили за гідротермічним показником (ГТП), вимірюваного в балах. Його визначали за формулою А.М. Рябчикова (6):

$$ГТП = \frac{W \cdot T_v}{36 \cdot R} \quad , \text{де} \quad (6)$$

W - кількість продуктивної вологи за період вегетації, мм;

T_v - період вегетації культури (декади), для ячменю ярого – 8,6;

36 - число декад в році;

R - сумарний радіаційний баланс, кДж/см²;

4,19 - коефіцієнт для врахування співвідношення між калоріями і Дж [16].

$$ГТП = \frac{318,7 \cdot 8,6}{36 \cdot 79,02} \cdot 4,19 = 4,04 \text{ балів}$$

ГТП дозволяє врахувати і вологозабезпеченість, і надходження тепла, пов'язаного з радіаційним балансом. Розрахунок кліматично забезпеченого врожаю по ГТП проводили за формулою 7:

$$У_{ГТП} = ((22 \cdot ГТП - 10) \cdot K_{Гос})/10; \quad (7)$$

$$У_0 = ((22 \cdot 4,04 - 10) \cdot 0,43)/10 = 3,39 \text{ т/га (сухого зерна);}$$

$$У_C = \frac{3,39 \cdot 100\%}{100\% - 14\%} = 3,94 \text{ т/га (зерна при 14\% вологості).}$$

Кліматично забезпечена теоретична врожайність зерна ячменю ярого по ресурсам ГТП знаходиться на рівні 3,94 т/га.

Оцінка впливу біокліматичного потенціалу території (БКП) на врожайність культур виражається розрахунковим числом балів БКП для кожної культури. Знаючи окупність урожаю (β) одного бала БКП розраховували кліматично забезпечений урожай ($У_{БКП}$) за формулами 8- 10.

$$У_{БКП} = БКП \cdot \beta \quad (8)$$



$$BKП = K_{зв} \cdot \frac{\sum t > 10^{\circ}C}{1000}, \text{ де} \quad (9)$$

$K_{зв}$ - коефіцієнт зволоження;

$\sum t > 10^{\circ}C$ - сума температур вище $10^{\circ}C$ за вегетацію (дорівнює $609^{\circ}C$);

1000 - сума температур на північному кордоні польового землеробства.

$$K_{зв} = \frac{T_u \cdot W}{10^4 \cdot \sum Q}, \text{ де} \quad (10)$$

T_u - коефіцієнт прихованої теплоти випаровування, що дорівнює 2453 кДж/кг;

W - кількість продуктивної вологи за період вегетації, мм;

$\sum Q$ ~ сумарний прихід ФАР за період вегетації, кДж/см²;

$$K_{зв} = \frac{2453 \cdot 318,7}{10^4 \cdot 79,02} = 0,99$$

$$BKП = 0,99 \cdot \frac{997}{1000} = 0,987$$

Окупність 1 бала БКП урожаєм зерна ячменю ярого дорівнює 3,74 тон (Каюмов, 1982). Кліматично забезпечений урожай зерна ячменю склав: $U_{BKП} = 0,987 \cdot 3,74 = 3,69$ т/га (табл. 2).

Таблиця 2 – Біокліматичний потенціал врожайності зерна ячменю ярого в умовах Півдня України (при КПД ФАР = 2%), т/га

Культура	T_v , дні	$\sum t > 10^{\circ}C$	$\sum Q_{ФАР}$, кДж/см ²	$U_{ФАР}$, т/га зерна	БКП, бали	B , т зерна на 1 бал	$U_{BKП}$, т/га: зерна
Ячмінь ярий	86	609	79,02	4,27	0,987	3,74	3,69

Виходячи з наведених розрахунків видно, що з урахуванням біокліматичного потенціалу зони Південного Степу України культура ячменю ярого здатна формувати врожайність зерна на рівні 3,69 т/га, хоча потенційний рівень урожайності по приходу ФАР дорівнює 4,27 т/га.



6.3. Продуктивність гороху за біокліматичним потенціалом

За період вегетації гороху ($T_V = 86$ днів) прихід ФАР складає $86,33$ кДж/см² ($Q_{ФАР}$). Калорійність (q) 1 кг зерна 20570 кДж/кг.

$$Y_{біол(2,0\%)} = \frac{86,33 \cdot 2,0 \cdot 10^4}{10 \cdot 19720} = 8,76 \text{ т/га};$$

$$Y_{біол(2,5\%)} = \frac{86,33 \cdot 2,5 \cdot 10^4}{10 \cdot 19720} = 10,94 \text{ т/га};$$

$$Y_{біол(3,0\%)} = \frac{86,33 \cdot 3,0 \cdot 10^4}{10 \cdot 19720} = 13,13 \text{ т/га};$$

$$Y_{біол(3,5\%)} = \frac{86,33 \cdot 3,5 \cdot 10^4}{10 \cdot 19720} = 15,32 \text{ т/га};$$

$$Y_{біол(4,0\%)} = \frac{86,33 \cdot 4,0 \cdot 10^4}{10 \cdot 19720} = 17,51 \text{ т/га}.$$

Для переводу сухої біомаси на основну продукцію (насіння гороху) використовували коефіцієнт господарської ефективності $K_{ГОС} = 0,47$. Розрахунок можливого врожаю основної абсолютно сухої маси зерна (Y_O) виконували за формулою 2:

$$Y_O = Y_{біол} \cdot K_{ГОС} \quad (2)$$

$$Y_{O(2,0\%)} = 8,76 \cdot 0,47 = 4,12 \text{ т/га};$$

$$Y_{O(2,5\%)} = 10,94 \cdot 0,47 = 5,14 \text{ т/га};$$

$$Y_{O(3,0\%)} = 12,59 \cdot 0,47 = 6,17 \text{ т/га};$$

$$Y_{O(3,5\%)} = 15,32 \cdot 0,47 = 7,20 \text{ т/га};$$

$$Y_{O(4,0\%)} = 17,51 \cdot 0,47 = 8,23 \text{ т/га}.$$

Урожай насіння гороху (Y_C) при стандартній вологості ($D = 14\%$) знаходили за формулою 3:

$$Y_C = \frac{Y_O \cdot 100\%}{100\% - B_C}, \quad (3)$$

$$Y_{C(2,0\%)} = \frac{4,12 \cdot 100\%}{100\% - 14\%} = 4,79 \text{ т/га};$$

$$Y_{C(2,5\%)} = \frac{5,14 \cdot 100\%}{100\% - 14\%} = 5,98 \text{ т/га};$$

$$Y_{C(3,0\%)} = \frac{6,17 \cdot 100\%}{100\% - 14\%} = 7,17 \text{ т/га};$$

$$Y_{C(3,5\%)} = \frac{7,20 \cdot 100\%}{100\% - 14\%} = 8,37 \text{ т/га};$$



$$Y_{C(4,0\%)} = \frac{100\% - 14\%}{8,23 \cdot 100\%} = 9,57 \text{ т/га.}$$

З розрахунків видно, що прихід фотосинтетичний активній радіації в на Півдні України може забезпечити формування врожайності насіння гороху на рівні 9,57 т/га.

Можливий рівень врожайності культури також залежить від умов вологозабезпечення посівів. За період вегетації гороху випадає в середньому 170 мм опадів, коефіцієнт використання опадів становить 0,7. Доступна волога для рослин культури в метровому шарі ґрунту 180 мм, коефіцієнт водоспоживання дорівнює 450. Дійсно можливий урожай (Ув) сухої біомаси за вологозабезпеченості знаходили за формулою 4:

$$Y_{\text{біол}} = \frac{100 \cdot W}{K_{\text{в}}} , \text{ де} \quad (4)$$

W - продуктивна волога для посівів, мм

$K_{\text{в}}$ - коефіцієнт водоспоживання культури (кількість води, витраченої на формування одиниці сухої біомаси), м³/т.

Розрахунок продуктивної води проводили наступним чином за формулою 5:

$$W = W_{\Gamma} + (W_{\text{в}} \cdot K_{\text{ВО}}) + Qr - W_{\text{КВ}}, \text{ де} \quad (5)$$

W_{Γ} - доступна волога для рослин в метровому шарі ґрунту, мм;

$W_{\text{в}}$ - опади за період вегетації, мм;

$K_{\text{ВО}}$ - орієнтовний коефіцієнт використання опадів;

Qr - капілярний підживлення ґрунтовими водами за вегетацію, мм

$W_{\text{КВ}}$ - залишок доступною для рослин води в метровому шарі ґрунту на кінець вегетації, мм (0,25 · W_{Γ}).

Капілярне підживлення ґрунтовими водами залежить від глибини залягання ґрунтових вод. При заляганні на глибину до 1 м величина додаткового водоспоживання становить 1-2 мм на добу; до 1,5 м - 1,5-1,7 мм; до 2 м - не більше 1 мм на добу. Для гороху Qr дорівнює 90 мм.

$$W = 180 + (170 \cdot 0,7) + 90 - 55 = 344 \text{ мм;}$$



$$Y_{\text{биол}} = \frac{100 \cdot 344}{4500} = 7,64 \text{ т/га (сухої біомаси);}$$

$$Y_O = 7,64 \cdot 0,47 = 3,59 \text{ т/га (сухого зерна);}$$

$$Y_C = \frac{3,59 \cdot 100\%}{100\% - 14\%} = 4,17 \text{ т/га (зерна при 14\% вологості).}$$

З огляду на умови регіону по вологозабезпеченості посівів гороху, можливо отримувати до 4,17 т/га зерна без оптимізації коефіцієнта водоспоживання культури.

У ролі чинника, який би забезпечував урожай, може виступати теплозабезпеченість. Визначення можливих врожаїв по теплових ресурсах проводили за гідротермічним показником (ГТП), вимірюваного в балах. Його визначали за формулою А.М. Рябчикова (6):

$$ГТП = \frac{W \cdot T_v}{36 \cdot R} \quad , \text{ де} \quad (6)$$

W - кількість продуктивної вологи за період вегетації, мм;

T_v - період вегетації культури (декади), для гороху - 9;

36 - число декад в році;

R - сумарний радіаційний баланс, кДж/см²;

4,19 - коефіцієнт для врахування співвідношення між калоріями і Дж

$$ГТП = \frac{344 \cdot 9}{36 \cdot 86,33} \cdot 4,19 = 4,17 \text{ балів}$$

ГТП дозволяє враховувати і вологозабезпеченість, і надходження тепла, пов'язаного з радіаційним балансом. Розрахунок кліматично забезпеченого врожаю по ГТП проводили за формулою 7:

$$Y_{ГТП} = ((22 \cdot ГТП - 10) \cdot K_{Гос})/10 \quad (7)$$

$$Y_O = ((22 \cdot 4,17 - 10) \cdot 0,47)/10 = 3,84 \text{ т/га (сухого зерна);}$$

$$Y_C = \frac{3,84 \cdot 100\%}{100\% - 14\%} = 4,47 \text{ т/га (зерна при 14\% вологості).}$$

Кліматично забезпечена теоретична врожайність зерна гороху по ресурсам ГТП знаходиться на рівні 4,47 т/га.

Оцінка впливу біокліматичного потенціалу території (БКП) на врожайність культур виражається розрахунковим числом балів БКП для кожної культури.



Знаючи окупність урожаєм (β) одного бала БКП розраховували кліматично забезпечений урожай ($U_{БКП}$) за формулами 8-10.

$$U_{БКП} = БКП \cdot \beta \tag{8}$$

$$БКП = K_{ЗВ} \cdot \frac{\sum t > 10^{\circ}C}{1000}, \text{ де} \tag{9}$$

$K_{ЗВ}$ - коефіцієнт зволоження;

$\sum t > 10^{\circ}C$ - сума температур вище $10^{\circ}C$ за вегетацію (дорівнює $879^{\circ}C$);

1000 - сума температур на північному кордоні польового землеробства.

$$K_{ЗВ} = \frac{T_u \cdot W}{10^4 \cdot \sum Q}, \text{ де} \tag{10}$$

T_u - коефіцієнт прихованої теплоти випаровування, що дорівнює 2453 кДж/кг;

W - кількість продуктивної вологи за період вегетації, мм;

$\sum Q$ ~ сумарний прихід ФАР за період вегетації, кДж/см²;

$$K_{ЗВ} = \frac{2453 \cdot 344}{10^4 \cdot 86,33} = 0,98;$$

$$БКП = 0,98 \cdot \frac{879}{1000} = 0,86.$$

Окупність 1 бала БКП урожаєм зерна гороху дорівнює 4,0 тон (Каюмов, 1982). Кліматично забезпечений урожай зерна гороху склав: $U_{БКП} = 0,86 \cdot 4,07 = 3,50$ т/га (табл. 3).

Таблиця 3 – Біокліматичний потенціал врожайності зерна гороху в умовах Півдня України (при КПД ФАР = 2%), т/га

Культура	T_v , дні	$\sum t > 10^{\circ}C$	$\sum Q_{ФАР}$, кДж/см ²	$U_{ФАР}$, т/га зерна	БКП, бали	B , т зерна на 1 бал	$U_{БКП}$, т/га: зерна
Горох	86	879	86,33	4,79	0,86	4,07	3,50

Виходячи з наведених розрахунків видно, що з урахуванням біокліматичного потенціалу зони Південного Степу України культура гороху здатна формувати врожайність зерна на рівні 3,50 т/га, хоча потенційний рівень урожайності по приходу ФАР дорівнює 4,79 т/га.



6.4. Продуктивність гібридів кукурудзи різних груп стиглості за біокліматичним потенціалом

За період вегетації ранньостиглої кукурудзи ДКС 2971 ($T_{VI} = 103$ дні) прихід ФАР складає $110,33 \text{ кДж/см}^2$ ($Q_{ФАР}$), за період вегетації середньоранньої кукурудзи ДКС 3472 ($T_{VI} = 115$ днів) прихід ФАР складає $124,62 \text{ кДж/см}^2$ ($Q_{ФАР}$), а за період вегетації середньостиглої кукурудзи ДКС 4964 ($T_{VI} = 124$ дні) прихід ФАР складає $135,56 \text{ кДж/см}^2$ ($Q_{ФАР}$). Калорійність (q) 1 кг зерна становит 16870 кДж/кг .

По ранньостиглій кукурудзі:

$$Y_{\text{біол}(1,5\%)} = \frac{110,33 \cdot 1,5 \cdot 10^4}{10 \cdot 16870} = 9,81 \text{ т/га};$$

$$Y_{\text{біол}(2,0\%)} = \frac{110,33 \cdot 2,0 \cdot 10^4}{10 \cdot 16870} = 13,08 \text{ т/га};$$

$$Y_{\text{біол}(2,5\%)} = \frac{110,33 \cdot 2,5 \cdot 10^4}{10 \cdot 16870} = 16,35 \text{ т/га};$$

$$Y_{\text{біол}(3,0\%)} = \frac{110,33 \cdot 3,0 \cdot 10^4}{10 \cdot 16870} = 19,62 \text{ т/га};$$

$$Y_{\text{біол}(3,5\%)} = \frac{110,33 \cdot 3,5 \cdot 10^4}{10 \cdot 16870} = 22,89 \text{ т/га};$$

$$Y_{\text{біол}(4,0\%)} = \frac{110,33 \cdot 4,0 \cdot 10^4}{10 \cdot 16870} = 26,16 \text{ т/га}.$$

По середньоранній кукурудзі:

$$Y_{\text{біол}(1,5\%)} = \frac{124,62 \cdot 1,5 \cdot 10^4}{10 \cdot 16870} = 11,08 \text{ т/га};$$

$$Y_{\text{біол}(2,0\%)} = \frac{124,62 \cdot 2,0 \cdot 10^4}{10 \cdot 16870} = 14,77 \text{ т/га};$$

$$Y_{\text{біол}(2,5\%)} = \frac{124,62 \cdot 2,5 \cdot 10^4}{10 \cdot 16870} = 18,47 \text{ т/га};$$

$$Y_{\text{біол}(3,0\%)} = \frac{124,62 \cdot 3,0 \cdot 10^4}{10 \cdot 16870} = 22,16 \text{ т/га};$$

$$Y_{\text{біол}(3,5\%)} = \frac{124,62 \cdot 3,5 \cdot 10^4}{10 \cdot 16870} = 25,85 \text{ т/га};$$

$$Y_{\text{біол}(4,0\%)} = \frac{124,62 \cdot 4,0 \cdot 10^4}{10 \cdot 16870} = 29,55 \text{ т/га}.$$



По середньостиглій кукурудзі:

$$Y_{\text{біол}(1,5\%)} = \frac{135,56 \cdot 1,5 \cdot 10^4}{10 \cdot 16870} = 12,05 \text{ т/га};$$

$$Y_{\text{біол}(2,0\%)} = \frac{135,56 \cdot 2,0 \cdot 10^4}{10 \cdot 16870} = 16,07 \text{ т/га};$$

$$Y_{\text{біол}(2,5\%)} = \frac{135,56 \cdot 2,5 \cdot 10^4}{10 \cdot 16870} = 20,09 \text{ т/га};$$

$$Y_{\text{біол}(3,0\%)} = \frac{135,56 \cdot 3,0 \cdot 10^4}{10 \cdot 16870} = 24,11 \text{ т/га};$$

$$Y_{\text{біол}(3,5\%)} = \frac{135,56 \cdot 3,5 \cdot 10^4}{10 \cdot 16870} = 28,12 \text{ т/га};$$

$$Y_{\text{біол}(4,0\%)} = \frac{135,56 \cdot 4,0 \cdot 10^4}{10 \cdot 16870} = 32,14 \text{ т/га}.$$

Для переводу сухої біомаси на основну продукцію (зерно) використовували коефіцієнт господарської придатності $K_{\text{госп}} = 0,40$. Розрахунок можливого врожаю основної абсолютно сухої маси зерна (Y_O) виконували за формулою 2:

$$Y_O = Y_{\text{біол}} \cdot K_{\text{госп}} \quad (2)$$

По ранньостиглій кукурудзі:

$$Y_O (1,5\%) = 9,81 \cdot 0,40 = 3,92 \text{ т/га};$$

$$Y_O (2,0\%) = 13,08 \cdot 0,40 = 5,23 \text{ т/га};$$

$$Y_O (2,5\%) = 16,35 \cdot 0,40 = 6,54 \text{ т/га};$$

$$Y_O (3,0\%) = 19,62 \cdot 0,40 = 7,85 \text{ т/га};$$

$$Y_O (3,5\%) = 22,89 \cdot 0,40 = 9,16 \text{ т/га};$$

$$Y_O (4,0\%) = 26,16 \cdot 0,40 = 10,46 \text{ т/га}.$$

По середньоранній кукурудзі:

$$Y_O (1,5\%) = 11,08 \cdot 0,40 = 4,43 \text{ т/га};$$

$$Y_O (2,0\%) = 14,77 \cdot 0,40 = 5,91 \text{ т/га};$$

$$Y_O (2,5\%) = 18,47 \cdot 0,40 = 7,39 \text{ т/га};$$

$$Y_O (3,0\%) = 22,16 \cdot 0,40 = 8,86 \text{ т/га};$$

$$Y_O (3,5\%) = 25,85 \cdot 0,40 = 10,34 \text{ т/га};$$

$$Y_O (4,0\%) = 29,55 \cdot 0,40 = 11,82 \text{ т/га}.$$

По середньостиглій кукурудзі:



$$Y_{O(1,5\%)} = 12,05 \cdot 0,40 = 4,82 \text{ т/га};$$

$$Y_{O(2,0\%)} = 16,07 \cdot 0,40 = 6,43 \text{ т/га};$$

$$Y_{O(2,5\%)} = 20,09 \cdot 0,40 = 8,04 \text{ т/га};$$

$$Y_{O(3,0\%)} = 24,11 \cdot 0,40 = 9,64 \text{ т/га};$$

$$Y_{O(3,5\%)} = 28,12 \cdot 0,40 = 11,25 \text{ т/га};$$

$$Y_{O(4,0\%)} = 32,14 \cdot 0,40 = 12,86 \text{ т/га}.$$

Урожай зерна кукурудзи (Y_C) при стандартній вологості ($D = 14\%$) знаходили за формулою 3:

$$Y_C = \frac{Y_O \cdot 100\%}{100\% - B_C}, \quad (3)$$

По ранньостиглій кукурудзі:

$$Y_{C(1,5\%)} = \frac{3,92 \cdot 100\%}{100\% - 14\%} = 4,56 \text{ т/га};$$

$$Y_{C(2,0\%)} = \frac{5,23 \cdot 100\%}{100\% - 14\%} = 6,08 \text{ т/га};$$

$$Y_{C(2,5\%)} = \frac{6,54 \cdot 100\%}{100\% - 14\%} = 7,60 \text{ т/га};$$

$$Y_{C(3,0\%)} = \frac{7,85 \cdot 100\%}{100\% - 14\%} = 9,13 \text{ т/га};$$

$$Y_{C(3,5\%)} = \frac{9,16 \cdot 100\%}{100\% - 14\%} = 10,65 \text{ т/га};$$

$$Y_{C(4,0\%)} = \frac{10,45 \cdot 100\%}{100\% - 14\%} = 12,15 \text{ т/га}.$$

По середньоранній кукурудзі:

$$Y_{C(1,5\%)} = \frac{4,43 \cdot 100\%}{100\% - 14\%} = 5,15 \text{ т/га};$$

$$Y_{C(2,0\%)} = \frac{5,91 \cdot 100\%}{100\% - 14\%} = 6,87 \text{ т/га};$$

$$Y_{C(2,5\%)} = \frac{7,39 \cdot 100\%}{100\% - 14\%} = 8,59 \text{ т/га};$$

$$Y_{C(3,0\%)} = \frac{8,86 \cdot 100\%}{100\% - 14\%} = 10,30 \text{ т/га};$$

$$Y_{C(3,5\%)} = \frac{10,34 \cdot 100\%}{100\% - 14\%} = 12,02 \text{ т/га};$$

$$Y_{C(4,0\%)} = \frac{11,82 \cdot 100\%}{100\% - 14\%} = 13,74 \text{ т/га}.$$



По середньостиглій кукурудзі:

$$Y_{C(1,5\%)} = \frac{4,82 \cdot 100\%}{100\% - 14\%} = 5,60 \text{ т/га};$$

$$Y_{C(2,0\%)} = \frac{6,43 \cdot 100\%}{100\% - 14\%} = 7,48 \text{ т/га};$$

$$Y_{C(2,5\%)} = \frac{8,04 \cdot 100\%}{100\% - 14\%} = 9,35 \text{ т/га};$$

$$Y_{C(3,0\%)} = \frac{9,64 \cdot 100\%}{100\% - 14\%} = 11,21 \text{ т/га};$$

$$Y_{C(3,5\%)} = \frac{11,25 \cdot 100\%}{100\% - 14\%} = 13,08 \text{ т/га};$$

$$Y_{C(4,0\%)} = \frac{12,86 \cdot 100\%}{100\% - 14\%} = 14,95 \text{ т/га}.$$

З розрахунків видно, що прихід фотосинтетичний активній радіації на Півдні України може забезпечити формування врожайності зерна кукурудзи ранньостиглого, середньораннього та середньостиглого гібридів на рівні 6,08, 6,87 та 7,48 т/га відповідно.

Можливий рівень врожайності культури також залежить від умов вологозабезпечення посівів. За період вегетації кукурудзи випадає в середньому 170 мм опадів, коефіцієнт використання опадів становить 0,7. Доступна волога для рослин культури в метровому шарі ґрунту 160 мм, коефіцієнт водоспоживання дорівнює 370 (дод. 8). Дійсно можливий урожай (Ув) сухої біомаси за вологозабезпеченості знаходили за формулою 4:

$$Y_{\text{біом}} = \frac{100 \cdot W}{K_{\text{в}}} , \text{ де} \quad (4)$$

W - продуктивна волога для посівів, мм

$K_{\text{в}}$ - коефіцієнт водоспоживання культури (кількість вологи, витраченої на формування одиниці сухої біомаси), м³/т.

Розрахунок продуктивної вологи проводили наступним чином за формулою 5:

$$W = W_{\Gamma} + (W_{\text{в}} \cdot K_{\text{ВО}}) + Qr - W_{\text{КВ}}, \text{ де} \quad (5)$$

W_{Γ} - доступна волога для рослин в метровому шарі ґрунту, мм;

$W_{\text{в}}$ - опади за період вегетації, мм;

$K_{\text{ВО}}$ - орієнтовний коефіцієнт використання опадів;



Q_r - капілярний підживлення ґрунтовими водами за вегетацію, мм

W_{KB} - залишок доступною для рослин вологи в метровому шарі ґрунту на кінець вегетації, мм ($0,25 \cdot W_T$).

Капілярне підпитування ґрунтовими водами залежить від глибини залягання ґрунтових вод. При заляганні на глибину до 1 м величина додаткового водоспоживання становить 1-2 мм на добу; до 1,5 м - 1,5-1,7 мм; до 2 м - не більше 1 мм на добу. Для ячменю ярого Q_r дорівнює 86 мм.

Для ранньостиглого гібриду:

$$W = 160 + (130 \cdot 0,7) + 154,5 - 40 = 365,5 \text{ мм};$$

$$Y_{\text{біол}} = \frac{100 \cdot 365,5}{3700} = 9,88 \text{ т/га (сухої біомаси);}$$

$$Y_O = 9,88 \cdot 0,40 = 3,95 \text{ т/га (сухого зерна);}$$

$$Y_C = \frac{3,95 \cdot 100\%}{100\% - 14\%} = 4,59 \text{ т/га (зерна при 14\% вологості).}$$

Для середньораннього гібриду:

$$W = 160 + (140 \cdot 0,7) + 172,5 - 40 = 390,5 \text{ мм};$$

$$Y_{\text{біол}} = \frac{100 \cdot 390,5}{3700} = 10,55 \text{ т/га (сухої біомаси);}$$

$$Y_O = 10,55 \cdot 0,40 = 4,24 \text{ т/га (сухого зерна);}$$

$$Y_C = \frac{3,60 \cdot 100\%}{100\% - 14\%} = 4,91 \text{ т/га (зерна при 14\% вологості).}$$

Для середньостиглого гібриду:

$$W = 160 + (140 \cdot 0,7) + 124 - 40 = 404 \text{ мм};$$

$$Y_{\text{біол}} = \frac{100 \cdot 404}{3700} = 10,92 \text{ т/га (сухої біомаси);}$$

$$Y_O = 10,92 \cdot 0,40 = 4,37 \text{ т/га (сухого зерна);}$$

$$Y_C = \frac{4,37 \cdot 100\%}{100\% - 14\%} = 5,08 \text{ т/га (зерна при 14\% вологості).}$$

З огляду на умови регіону по вологозабезпеченості посівів кукурудзи, можливо отримувати до 3.95, 4.19 та 4.30 т/га зерна залежно від груп стиглості гібридів та без оптимізації коефіцієнта водоспоживання культури.

У ролі чинника, який би забезпечував урожай, може виступати теплозабезпеченість. Визначення можливих врожаїв по теплових ресурсах



проводили за гідротермічним показником (ГТП), вимірюваного в балах. Його визначали за формулою А.М. Рябчикова (6):

$$ГТП = \frac{W \cdot T_v}{36 \cdot R}, \text{ де} \quad (6)$$

W - кількість продуктивної вологи за період вегетації, мм;

T_v - період вегетації культури (декади), для кукурудзи – 10,3; 11,5 та 12,4;

36 - число декад в році;

R - сумарний радіаційний баланс, кДж/см²;

4,19 - коефіцієнт для врахування співвідношення між калоріями і Дж

По ранньостиглій кукурудзі:

$$ГТП = \frac{365,5 \cdot 10,3}{36 \cdot 110,33} \cdot 4,19 = 3,97 \text{ балів};$$

По середньоранній кукурудзі:

$$ГТП = \frac{390,5 \cdot 11,5}{36 \cdot 124,62} \cdot 4,19 = 4,19 \text{ балів};$$

По середньостиглій кукурудзі:

$$ГТП = \frac{404 \cdot 12,4}{36 \cdot 135,56} \cdot 4,19 = 4,30 \text{ балів}.$$

ГТП дозволяє враховувати і вологозабезпеченість, і надходження тепла, пов'язаного з радіаційним балансом. Розрахунок кліматично забезпеченого врожаю по ГТП проводили за формулою 7:

$$У_{ГТП} = ((22 \cdot ГТП - 10) \cdot K_{ГОС})/10 \quad (7)$$

По ранньостиглій кукурудзі:

$$У_0 = ((22 \cdot 3,97 - 10) \cdot 0,40)/10 = 3,09 \text{ т/га (сухого зерна)};$$

$$У_C = \frac{2,60 \cdot 100\%}{100\% - 14\%} = 3,60 \text{ т/га (зерна при 14\% вологості)};$$

По середньоранній кукурудзі:

$$У_0 = ((22 \cdot 4,19 - 10) \cdot 0,40)/10 = 3,29 \text{ т/га (сухого зерна)};$$

$$У_C = \frac{2,57 \cdot 100\%}{100\% - 14\%} = 3,83 \text{ т/га (зерна при 14\% вологості)};$$

По середньостиглій кукурудзі:

$$У_0 = ((22 \cdot 4,30 - 10) \cdot 0,40)/10 = 3,38 \text{ т/га (сухого зерна)};$$



$$UC = \frac{3,38 \cdot 100\%}{100\% - 14\%} = 3,93 \text{ т/га (зерна при 14\% вологості).}$$

Кліматично забезпечена теоретична врожайність зерна кукурудзи по ресурсам ГТП знаходиться на рівні 3.60, 3.83 та 3.93 т/га.

Оцінка впливу біокліматичного потенціалу території (БКП) на врожайність культур виражається розрахунковим числом балів БКП для кожної культури. Знаючи окупність урожаєм (β) одного бала БКП розраховували кліматично забезпечений урожай ($U_{БКП}$) за формулами 8-10.

$$U_{БКП} = БКП \cdot \beta \quad (8)$$

$$БКП = K_{зв} \cdot \frac{\sum t > 10^{\circ}\text{C}}{1000}, \text{ де} \quad (9)$$

$K_{зв}$ - коефіцієнт зволоження;

$\sum t > 10^{\circ}\text{C}$ - сума температур вище 10°C за вегетацію (дорівнює $1272,4^{\circ}\text{C}$; $1427,8^{\circ}\text{C}$ та $1538,8^{\circ}\text{C}$);

1000 - сума температур на північному кордоні польового землеробства.

$$K_{зв} = \frac{T_u \times W}{10^4 \cdot \Sigma Q}, \text{ де} \quad (10)$$

T_u - коефіцієнт прихованої теплоти випаровування, що дорівнює 2453 кДж/кг; W - кількість продуктивної вологи за період вегетації, мм;

ΣQ ~ сумарний прихід ФАР за період вегетації, кДж/см²;

По ранньостиглій кукурудзі:

$$K_{зв} = \frac{2453 \cdot 365,5}{10^4 \cdot 110,33} = 0,81;$$

$$БКП = 0,81 \cdot \frac{1272,4}{1000} = 1,03;$$

По середньоранній кукурудзі:

$$K_{зв} = \frac{2453 \cdot 390,5}{10^4 \cdot 124,62} = 0,77;$$

$$БКП = 0,77 \cdot \frac{1427,8}{1000} = 1,10;$$

По середньостиглій кукурудзі:

$$K_{зв} = \frac{2453 \cdot 404}{10^4 \cdot 135,56} = 0,73;$$



$$БКП = 0,73 \cdot \frac{1538,8}{1000} = 1,12.$$

Окупність 1 бала БКП урожаєм зерна кукурудзи дорівнює 3,40 тон. Кліматично забезпечений урожай зерна кукурудзи склав: для ранньостиглої кукурудзи ДКС 2971 – $U_{БКП} = 1,03 \cdot 3,40 = 3,50$ т/га; для середньоранньої кукурудзи ДКС 3472 – $U_{БКП} = 1,10 \cdot 3,40 = 3,74$ т/га, а для середньостиглої кукурудзи ДКС 4964 – $U_{БКП} = 1,12 \cdot 3,40 = 3,81$ т/га (табл. 4).

Таблиця 4 – Біокліматичний потенціал врожайності зерна кукурудзи в умовах Півдня України (при КПД ФАР = 1,5%), т/га

Культура	Tv, дні	$\Sigma t > 10^{\circ}\text{C}$	$\Sigma Q_{\text{ФАР}}, \text{кДж/см}^2$	$U_{\text{ФАР}}, \text{т/га зерна}$	БКП, бали	B, т зерна на 1 бал	$U_{БКП}, \text{т/га: зерна}$
ранньостигла кукурудза ДКС 2971	103	1272,4	110,33	4,56	1,03	3,40	3,50
середньорання кукурудза ДКС 3472	115	1427,8	124,62	5,15	1,10	3,40	3,74
середньостигла кукурудза ДКС 4964	124	1538,8	135,56	5,60	1,12	3,40	3,81

Виходячи з наведених розрахунків видно, що з урахуванням біокліматичного потенціалу зони Південного Степу України культура кукурудза здатна формувати врожайність зерна на рівні 3,50 – 3,81 т/га, хоча потенційний рівень урожайності по приходу ФАР становить 4,56 – 5,15 т/га.

Висновки

Проведення розрахунків відносно регіонального агрокліматичного потенціалу дало можливість стверджувати, що дослідні культури, а саме пшениця озима, ячмінь ярий, горох та кукурудза різних груп стиглості має можливість формувати певний рівень врожайності на чорноземах південних слабкосолонцюватих важкосуглинкових за рахунок забезпечення існуючими



об'ємами вологи та іншими факторами.

1. Пшениця озима за умов Півдня України може формувати за використання 2% інтегральної ФАР урожайність сухої маси на рівні 12,84 т/га, при урожайності зерна в 5,98 т/га за 14% вологості. За рахунок вологозабезпеченості культура може сформувати даний показник на рівні 10,92 т/га та 5,08 т/га відповідно. Гідротермічний потенціал зони дає можливість сільськогосподарським виробникам отримати урожайність зерна пшениці на рівні 8,15 т/га, а це використання рослинами ФАР майже 2,73%. Біокліматичний же потенціал може сформувати за використання ФАР в 2% урожайність культури на рівні 4,89 т/га.

2. Вирощування ячменю ярого за використання ФАР в 2% може сформувати 4,27 т/га зерна та 8,54 т/га сухої маси культури. За вологозабезпеченості регіону урожайність зерна може скласти 3,66 т/га, а по ГТП вона становитиме 3,94 т/га. Біокліматичний потенціал ячменю ярого за умов Півдня України складе 3,69 т/га.

3. Вегетаційний період культури гороху дасть можливість на Півдні України сформувати 8,76 т/га сухої маси рослин та 4,79 т/га зернової частини продукції за 14% вологості за умов використання 2% фотосинтетично-активної радіації. Хоча цей показник за 4% може скласти 9,57 т/га зерна, але по причині лімітуючого фактора, котрим у нас є волога він обмежиться 4,17 т/га зерна. Гідротермічний потенціал обмежує в зоні Півдня України урожайність рівнем 4,47 т/га зернової частини. Біокліматичний потенціал зони проведення досліджень дасть можливість отримати урожайність в 3,50 т/га.

4. Отримані нами розрахунки відносно культури кукурудзи дають можливість стверджувати, що культура яка раніше входила до усіх сівозмін зони Степу України за біокліматичним потенціалом зони може формувати урожайність на рівні 3,50 т/га по ранньостиглому гібриду ДКС 2731, 3,74 т/га – по середньоранньому гібриду ДКС 3472 та 3,81 т/га по середньостиглому гібриду ДКС 4964. По забезпеченню вологою цей показник становитиме: 4,59; 4,91 та 5,08 т/га , а по використанню ФАР (2%) – 6,08; 6,87 та 7,48 т/га відповідно.