

## **АГРОЕКОЛОГІЧНІ УМОВИ ФОРМУВАННЯ ПОТЕНЦІЙНОГО ВРОЖАЮ СОРГО В ЧЕРКАСТКІЙ ОБЛАСТІ**

**БОЖКО Л.Ю.**

*кандидат географічних наук, доцент кафедри  
агрометеорології та агроекології*

**БАРСУКОВА О.А.**

*кандидат географічних наук, доцент кафедри  
агрометеорології та агроекології*

**ПИВОВАР А.В.**

*магістр гр. МНЗ – 1а*

*Одеський державний екологічний університет  
М. Одеса, Україна*

Серед сільськогосподарських культур, які найбільше вплинули на розвиток людства, провідне місце належить сорго. Воно є хлібною, кормовою та технічною рослиною. Його зерно багате питомими речовинами - крохмалем, білком, жиром. Сорго - культура універсального використання. Його вирощують на зерно, силос, зелений корм, воно є цінною сировиною для приготування кормових гранул.

В Україні сорго поки мало розповсюджена культура. В середньому посівна площа на 2018 рік становила до 70тис. га.

Сорго має велику агротехнічну цінність як пропашна рослина та попередник ярих культур. Сорго дає високі і стійкі врожаї зерна – від 20 до 40 ц/га, силосної маси від 200 до 400 ц/га та зеленої маси в сумі за два-три укоси від 250 до 600 ц/га. Основними областями, де сіють сорго на Україні, є Луганська, Донецька, Запорізька, Херсонська, Миколаївська, Одеська а також південні райони Харківської, Дніпропетровської, Кіровоградської областей.

Основною проблемою аграріїв залишається збільшення урожаю сільськогосподарських культур. Для рішення цієї проблеми потрібно інтенсифікувати сільське господарство. Для сільськогосподарського виробництва необхідний подальший розвиток теорії сільськогосподарської оцінки клімату, а також дослідження впливу агрометеорологічних умов, що склалися та очікуваних на розвиток і продуктивність сільськогосподарських культур, в тому числі і сорго [1].

Метою дослідження є вивчення агрометеорологічних умов формування врожаю сорго за різних значень коефіцієнта корисної дії сонячної радіації. Для досягнення поставленої мети використовувались матеріали багаторічних спостережень за фенологією сорго, його врожайністю та метеорологічними факторами за період з 1990 по 2015 рр. по Черкаській області, довідники та довідникові матеріали з характеристики ґрунтів.

Урожайність сільськогосподарських культур є функцією багатьох складових [2] і у загальному вигляді може бути описана формулою

$$Y = f( B_o + K_{л} + \Gamma_k + D + \Delta ) \quad , \quad ( 1)$$

де  $B_o$  – біологічні особливості культури;

$K_{л}$  – кліматичні умови району вирощування;

$\Gamma_k$  – ґрунтова родючість;

$D$  – добрива;

$\Delta$  – шкідники, хвороби, бур'яни, несприятливі природні явища.

Всі ці фактори можна об'єднати у дві великі групи: 1 – культура землеробства, яка включає  $(B_o + \Gamma_k + D + \Delta)$  та 2 – погодні умови кожного конкретного року ( $K_{л}$ ). Якщо уявити собі графічно динаміку цих величин (рис.1), то видно що перша складова описується лінією тренду, розрахованою методом гармонічних зважувань. А друга уявляє позитивні і негативні відхилення від лінії тренду, зумовлені погодними умовами кожного конкретного року [3]. Динаміка відхилень представлена на рис. 2.

Були розраховані агрометеорологічні показники середні за різні між фазні періоди, які характеризують умови формування врожаю сорго в Чигиринському районі Черкаської області (табл.1). Як видно із табл.1 в роки з високими врожайми середня температура повітря за усі між фазні періоди була вище, ніж в роки з низькими урожаями. Крім того, в критичний період розвитку сорго від викидання волоті до воскової стиглості у роки з високими врожайми сорго сума опадів була вищою, ніж в роки з низькими врожайми на 10 – 30 мм.

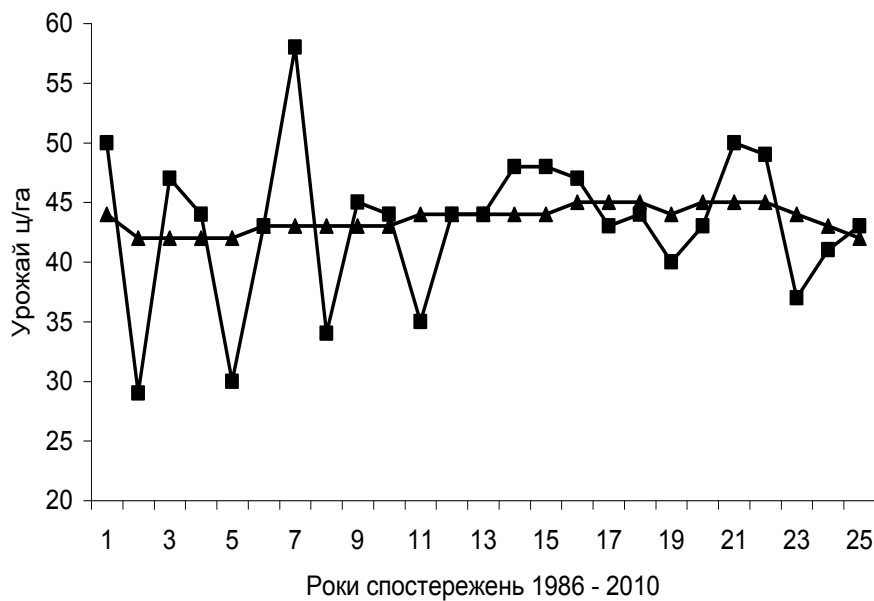


Рис. 1 – Динаміка щорічних врожаїв сорго та лінія тренда

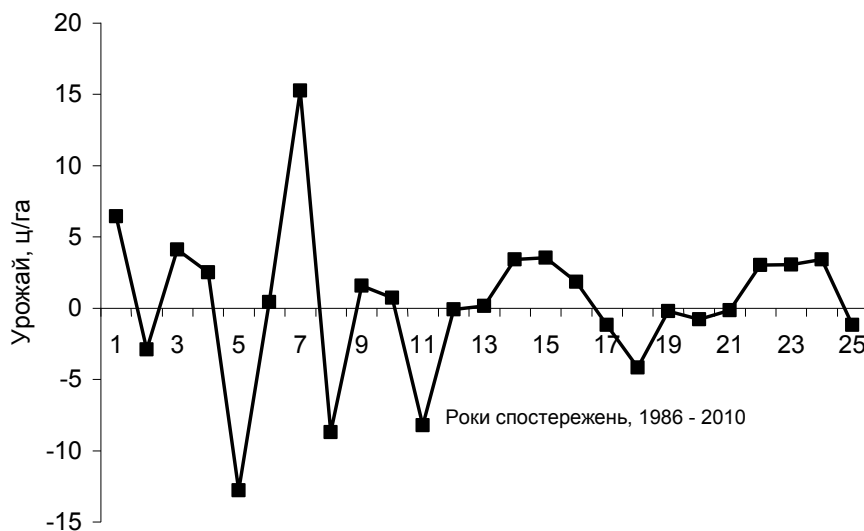


Рис. 2 – Відхилення щорічних врожаїв сорго від лінії тренда

Сорго теплолюбна і досить посухостійка культура, але як недолік, так і надлишок тепла і вологи зменшують врожай сорго. Були розраховані статистичні залежності врожаїв сорго з різними агрометеорологічними елементами: середньою температурою повітря, середнім дефіцитом насичення, сумою опадів та висотою рослин на дату цвітіння. Рівняння зв'язку та коефіцієнти кореляції наведені в (табл. 2).

Як видно із табл. 2 статистичний зв'язок урожаїв сорго з різними елементами характеризується досить високими коефіцієнтами кореляції.

**Таблиця 1 – Агрометеорологічні умови розвитку сорго в роки з мінімальними та максимальними врожаями**

Роки	Урожай, ц/га	Міжфазні періоди розвитку сорго											
		сівба - сходи				сходи – викидання волоті				викидання волоті – повна стиглість			
		t *	r	D	n	T	r	d	n	t	r	d	n
Роки з низькими врожаями													
1987	8,8	16,8	7	9,6	26	15,4	60	7,7	47	21,1	53	12,6	32
1990	10,2	12,7	42	6,3	27	18,7	69	8,9	38	19,4	61	9,1	34
1993	10,8	11,2	10	11,4	22	18,2	12	9,1	31	18,2	18	9,0	34
Роки з високими врожаями													
1986	38,4	16,7	36	12,8	12	18,5	66	8,2	33	22,1	47	8,2	21
1991	44,8	19,8	36	8,4	20	17,4	65	7,1	37	21,8	71	7,2	36
2009	43,4	19,9	28	8,4	10	17,6	64	7,1	37	18,7	71	7,1	37

Примітка \* t – середня температура повітря, °С; r – сума опадів, мм;  
D – дефіцит насичення, гПа; n – тривалість періоду, дні

**Таблиця 2 – Зв'язок урожаїв сорго (U) ( ц/га) з агрометеорологічними показниками за період цвітіння – воскова стиглість**

Показники	Рівняння зв'язку	Похибка рівнянн	Коефіцієнт кореляції
1.Середня температура повітря (t)	$U = -3.99 t + 122.91$	6.38	$= -0.69 + 0.12$
2.Середній дефіцит насичення повітря (d)	$U = -2.29d + 67.31$	6.39	$= -0.53 + 0.16$
3.Сума опадів (R)	$U = 0.33 R + 28.27$	7.03	$= 0.68 + 0.12$
4.Висота рослин на дату цвітіння (h)	$U = 0.36 h - 4.17$	4.28	$= 0.82 + 0.01$
5.Багатофакторне рівняння	$U = 0.26 r + 0.07 h - 0.86$	1,36	

Найвище значення коефіцієнта кореляції відзначається в залежності урожаю від висоти рослин на дату цвітіння, температурою повітря та сумою опадів. Також було розрахована багатofакторна статистична залежність урожаїв сорго з висотою рослин на дату цвітіння та сумою опадів за період 10 днів до масового цвітіння плюс 20 днів після масового цвітіння.

Тоомінг Х.Г. запропонував розраховувати екологічні врожаї різних рівнів в залежності від переваги метеорологічних елементів, або їх комплексу потенційний врожай (ПУ), який забезпечується надходженням сумарної радіації, метеорологічно можливий врожай (ММУ), який зумовлюється тепло та вологозабезпеченістю, дійсно можливий врожай обмежується родючістю ґрунту та урожай у виробництві (УВ). Який залежить від фактичних умов у виробництві [4].

Для оцінки умов формування екологічних врожаїв різного рівня А.М. Польовим запропонована модель агрокліматичної оцінки. За допомогою цієї моделі були виконані розрахунки потенційного врожаю та надходження сумарної радіації і інтенсивність ФАР [5].

Як видно із табл. 3 тривалість дня зростала з появи сходів з 14,98 г до п'ятої декади включно і досягла 15, 58 год. Потім до кінця вегетації тривалість дня поступово зменшувалась і в кінці становила 13,50 год. Середня за декаду температура повітря коливалась від 13,5 °С до 22,8 °С.

За період від сходів до дозрівання накопичилась сума ефективних температур вище 10 °С 1365 °С. Інтенсивність FAR впродовж вегетаційного періоду коливалась від 0,239 (кал/см<sup>2</sup> хв) до максимального значення 0,300 (кал/см<sup>2</sup> хв) в дев'яту декаду періоду.

На рис.3 представлена динаміка надходження сумарної радіації в період від появи сходів до дозрівання середньостиглих сортів сорго Черкаській області.

В декаду появи сходів сорго, яка за середніми багаторічними даними припадає на кінець першої декади вересня надходження сумарної радіації починалось з відмітки 311 (кал/см<sup>2</sup> доба). В другу декаду травня надходження

сумарної радіації підвищилось до 476 (кал/см<sup>2</sup>д). В наступні декади вегетації надходження сумарної радіації підвищувалось і досягло максимальних значень в п'яту декаду вегетації, тобто в період появи нижнього вузла соломини і становило 503 (кал/см<sup>2</sup> д). В шосту декаду вегетації через збільшення хмарності надходження сумарної радіації зменшилось до 462 (кал/см<sup>2</sup> д).

**Таблиця 3 – Сонячна радіація і температура повітря ст. Черкаси**

Декада	Тривалість дня	Інтенсивність FAR, кал/см <sup>2</sup> доба	Середня температура повітря, °С	Ефективна температура, °С	Сума ефективних температур, °С
1	14.98	0.239	13.5	8.5	17.0
2	15.18	0.263	15.9	10.9	136.9
3	15.43	0.254	17.1	12.1	250.9
4	15.56	0,273	15,9.	10,9	366,9
5	15,58	0,288	18,1	13,10	197,90
6	15,49	0,262	19,9	14,9	646,9
7	15,28	0,293	19,9	14,9	795,9
8	14,94	0,299	19,2	14,2	952,1
9	14,49	0,300	20,9	15,9	1111,1
10	13,96	0,293	21,5	16,5	1276,1
11	13,50	0,267	22,8	17,8	1365,1

В сьому і восьму декади вегетації надходження сумарної радіації було однаковим і становило біля 502,4 (кал/см<sup>2</sup> д). Починаючи з дев'ятої декади вегетації надходження сумарної радіації поволі зменшувалось і на фазу дозрівання сорго, тобто на 11 декаду вегетації становило 401,2( кал/см<sup>2</sup> д).

Оскільки в умовах достатньої тепло та вологозабезпеченості потенційний врожай (ПУ) визначається надходженням сумарної радіації і її використанням рослинами за різних значень коефіцієнта корисної дії (ККД) були розраховані значення ПУ за різних значень ККД: 1 %; 2% ; 2,5%; 3 %; 5%.

На рис.4. представлена динаміка ПУ сухої маси сорго по декадах вегетації за різних значень ККД по Черкаській області.

Як видно з рис.4 динаміка врожаїв сухої маси сорго ідентична за ходом впродовж вегетаційного періоду, але має щодакдно різні кількісні значення в

залежності від значень ККД. Цілком зрозуміло, що найвищі значення врожаїв сухої маси ПУ спостерігаються при ККД = 5% і поступово зменшуються зі зменшенням ККД.

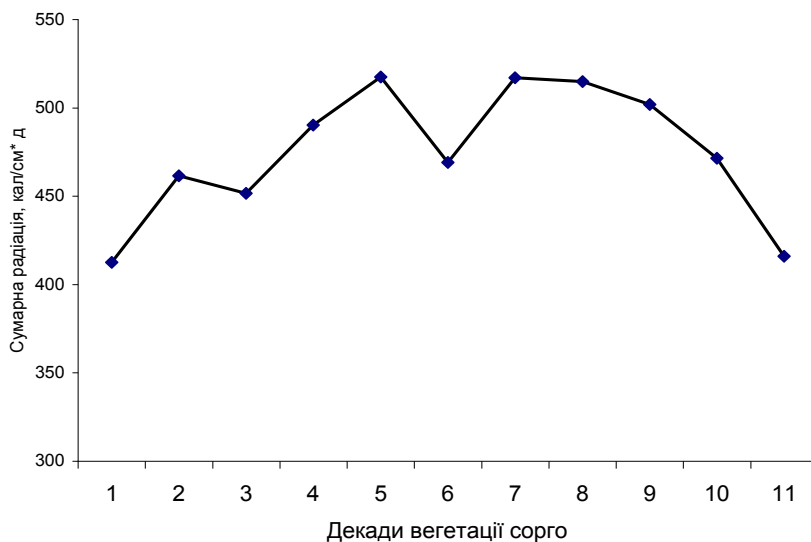


Рис. 3 – Динаміка надходження сумарної радіації впродовж вегетаційного періоду сорго.

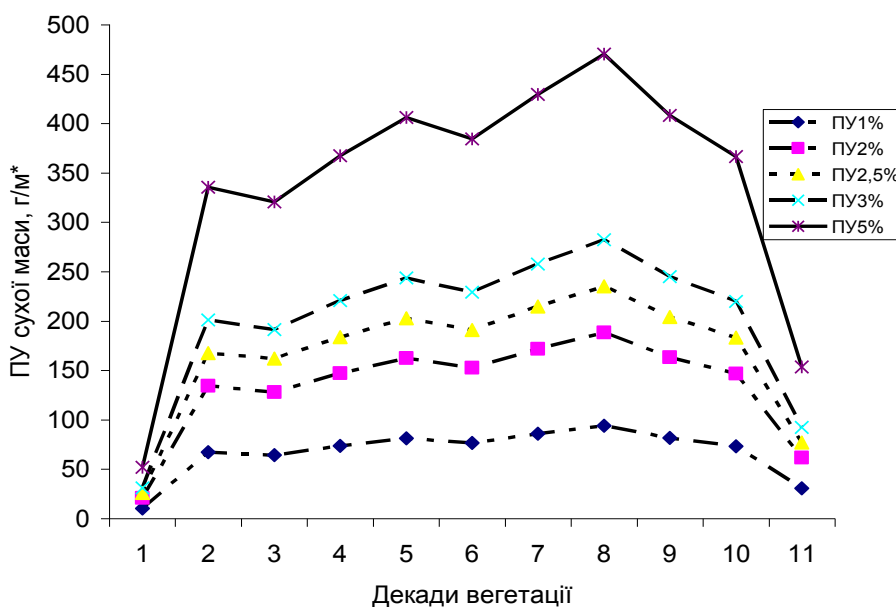


Рис. 4. – Динаміка потенційного врожаю сухої маси сорго за різних значень ККД.

Після появи сходів значення величин сухої маси сорго коливалось відповідно від 10,6 г/м<sup>2</sup> при ККД = 1%, до 52 г/м<sup>2</sup> при ККД = 5%. Далі в другу декаду вегетації величина сухої маси сорго різко зростає і становить 16 г/м<sup>2</sup>

при ККД = 1%, 21,2 г/м<sup>2</sup> при ККД = 2%, 28,1 г/м<sup>2</sup> при ККД = 2,5 %; 42 г/м<sup>2</sup> при ККД = 3%; 52,2 г/м<sup>2</sup> при ККД = 5 %.

З третьої декади вегетації суха маса зростає повільніше, ніж в другу декаду, досягає максимальних значень на кінець 8 декади вегетаційного періоду, в яку відзначається середня багаторічна дата викидання волоті і цвітіння сорго. Відповідно значень ККД суха маса становила 66,3 г/м<sup>2</sup>, 161,4 г/м<sup>2</sup>, 202,3 г/м<sup>2</sup>; 256 г/м<sup>2</sup> та 468 г/м<sup>2</sup>.

В цілому за вегетаційний період накопичується суха маса ПУ сорго від 738 г/м<sup>2</sup> при ККД = 1% до 3690 г/м<sup>2</sup> при ККД = 5%.

За даними А.А.Ничипоровича ККД посівів знаходиться у великій залежності від величини площі листя, що значною мірою визначається густотою посівів. Та, експериментальними даними А.А. Ничипоровича [8] встановлено, що ККД до %; можливе при формуванні площі листя рослин до 50 тис. м<sup>2</sup>/га.

В залежності від величини врожаю сухої маси рослин формується і різний врожай зерна сорго. Так при ККД 1% він становить 16,8 ц/га, ККД = 2% – 33,6 ц/га, ККД = 2,5 – 42,7 ц/га, ККД = 3% = 50,5 ц/га, ККД = 5% – 147,3 ц/га.

За даними А.А. Ничипоровича значення коефіцієнта корисної дії сонячної радіації залежить від багатьох факторів, головні із яких є площа листя. Оптимальна площа листя для ефективного використання сонячної формується при густоті посівів 40 – 50 тис. рослина на га.

### Використана література

1. Щербаков В.Я. Зерновое сорго. Киев – Одесса, Главное издательство издательского объединения «Высшая школа», 1983. -236 с.
2. Дмитренко В.П. Погода, клімат і урожай польових культур.//В.П. Дмитренко – Київ, Ніка-Центр, 2010. 618 с.
3. Манелля А.И. Динамика урожайности сельскохозяйственных культур. М., «Статистика», 1972. 322с.



4.Тооминг Х.Г. Экологические принципы максимальной продуктивности посевов. Ленинград.: Гидрометеоиздат, 1984. 254 с.

5.Полевой А.И. Теория и расчет продуктивности сельскохозяйственных культур. Ленинград, Гидрометеоиздат, 1984.-286с.

6.Польвий А.М.Сільськогосподарська метеорологія. Підручник. Одеса.:ТЕС, 2012. 612 с.

7. Польвий А.М., Божко Л.Ю. Біологічні і екологічні основи продуктивності агроєкосистем. Підручник. Одеса.: ТЕС, 2017. 280 с.

8.Ничипорович А.А., Строганова Л.Е., Чмора С.Н., Власова М.П. Фотосинтетическая деятельность растений в посевах. Москва: Из-во АН СССР, 1961. 155 с.