

УДК 633.15:631.5:631.8:631.67 (477.7)  
DOI <https://doi.org/10.32848/0135-2369.2020.73.3>

## НАУКОВЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ВИРОЩУВАННЯ КУКУРУДЗИ НА ЗРОШУВАНИХ ЗЕМЛЯХ ІЗ УРАХУВАННЯМ ГІДРОТЕРМІЧНИХ ЧИННИКІВ І ЗМІН КЛІМАТУ

**ГАДЗАЛО Я.М.** – доктор сільськогосподарських наук, професор,  
академік Національної академії аграрних наук України  
<https://orcid.org/0000-0002-5028-2048>

Національна академія аграрних наук України

**ВОЖЕГОВА Р.А.** – доктор сільськогосподарських наук, професор,  
член-кореспондент Національної академії аграрних наук України  
<https://orcid.org/0000-0002-3895-5633>

**КОКОВІХІН С.В.** – доктор сільськогосподарських наук, професор  
<https://orcid.org/0000-0002-1687-6889>

**БІЛЯЄВА І.М.** – доктор сільськогосподарських наук,  
старший науковий співробітник  
<https://orcid.org/0000-0003-0688-4209>

Інститут зрошуваного землеробства

Національної академії аграрних наук України

**ДРОБІТЬКО А.В.** – кандидат сільськогосподарських наук, доцент  
<https://orcid.org/0000-0002-6492-4558>

Миколаївський національний аграрний університет

**Постановка проблеми.** Основні фактори, що визначають продуктивність рослинного організму, поділяються на три групи: кліматичні – світло, тепло, вода, газовий склад повітря; едафізичні – структура ґрунту, його хімічний склад; біологічні – різноманітні мікроорганізми, рослинні та тваринні організми, як корисні, так і шкідливі. Причому певні види рослин мають специфічну потребу в кожному із факторів життя, а також оптимальному їх сполученні [1]. Врахування показників продукційного процесу сільськогосподарських культур має велике значення в напрямках підвищення ефективності землеробської галузі й аграрного сектору економіки. Вивчення впливу на рівень урожаю показників ФАР дозволяє оптимізувати дію агротехнічних факторів та економічних умов, за яких здійснюється сільськогосподарське виробництво, а також підвищити ефективність організаційно-господарської діяльності кожного підприємства. Проте останнім часом майже відсутні аналітичні дослідження щодо оцінки показників ФАР на формування продуктивності рослин з урахуванням їх впливу на врожайність, якісні та інші показники [2]. Крім того, енергетичний баланс дозволяє встановити кількісні та якісні зміни порівняно з минулими періодами та рівнями; розкрити шляхом аналізу причини динаміки та фактори, що зумовили відмінності в рівнях врожайності між зонами, районами, групами господарств; оцінити ефективність різних чинників на продуктивність рослин; з'ясувати невикористані резерви підвищення врожайності тощо [3]. Тому дослідження з наукового обґрунтування інтенсивних технологій вирощування вітчизняних гібридів кукурудзи на зрошуваних землях Південного Степу України з урахуванням гідротермічних чинників і змін клімату мають важливе актуальне значення.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Багатьма експериментами доведено, що 90–95% врожайності сільськогосподарських культур формується за рахунок надходження сонячної енергії

та вуглекислого газу атмосфери. У загальному сенсі всі агротехнічні заходи (зрошення, внесення добрив, обробіток ґрунту тощо) повинні бути направлені на те, щоб максимально сприяти рослинам у кращому використанні сонячної енергії та продукуванні найвищої кількості органічної речовини [4].

Однією з головних задач рослинницької галузі є підвищення коефіцієнта корисної дії (ККД) використання сонячної енергії ( $K_c$ ), який відображає відношення кількості енергії, що акумулювалося у продуктах фотосинтезу або утворилася у біомасі врожаю, до кількості використаної радіації. Згідно з дослідженнями А.А. Ничипоровича максимальний теоретично можливий ККД ФАР на засвоєння однієї молекули  $CO_2$  у процесі фотосинтезу потребує в межах 8–10 квантів сонячного світла [5].

У сільськогосподарському виробництві для формування врожаю використовується тільки 0,7–2,0% ФАР. Коефіцієнт використання ФАР за звичайних виробничих умов становить: озимої пшениці – 0,74–1,12%, кукурудзи на зерно – 0,69–1,63, кукурудзи на зелений корм – 1,23–1,47, цукрового буряку – 1,34–1,84% відповідно. Згідно з дослідженнями середнє значення коефіцієнта використання ФАР становить: за звичайних виробничих умов – 0,5–1,5%, за сприятливих – 1,0–3,0%, за максимальної оптимізації умов вирощування – 3,5–5,0% і за теоретично можливих – 6,0–8,0% [6]. Отже, коефіцієнт використання ФАР рослинами є інтегральним показником впливу всіх інших факторів на продуктивність культури, тому що будь-яке підвищення врожаю веде до збільшення його використання [7].

Одночасно поряд з інтенсивністю надходження сонячної радіацією на продуктивність рослин істотно впливає температурний режим повітря і ґрунту. Вплив термічних чинників на ріст і розвиток сільськогосподарських культур має різноспрямований характер: термічні фактори у вигляді сум температур слугують показником енергетичних

умов; рівнем термічного режиму визначається інтенсивність біохімічних процесів у рослинному організмі, які впливають на швидкість росту й розвитку рослин [8].

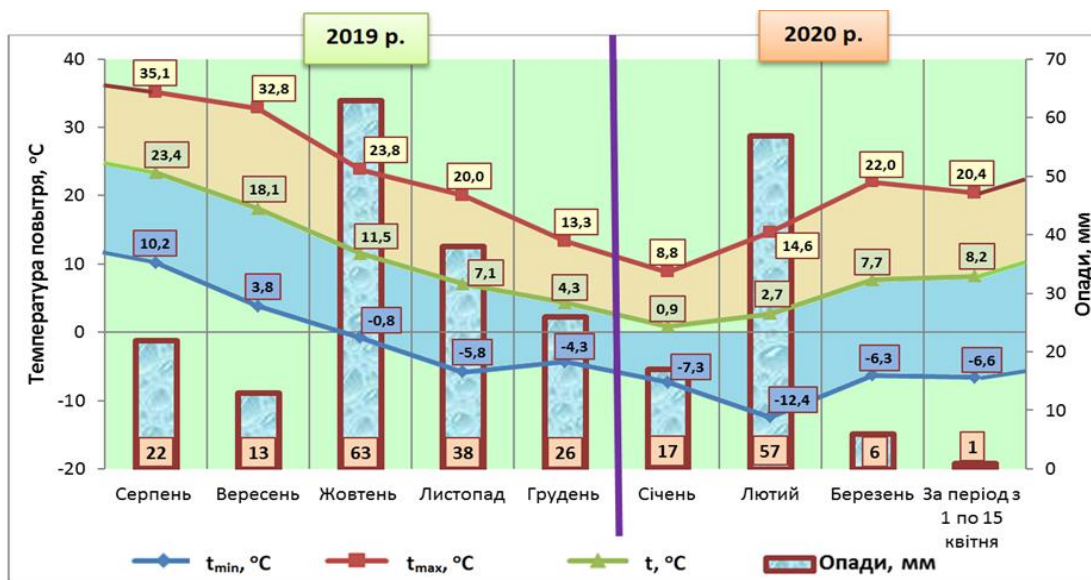
**Матеріал і методи досліджень.** Мета проведення досліджень – науково обґрунтувати інтенсивні технології вирощування зерна кукурудзи на зрошуваних землях Південного Степу України з урахуванням гідротермічних чинників і змін клімату.

Вихідними матеріалами для моделювання і прогнозування були експериментальні дані польових дослідів із кукурудзою, проведених на дослідних ділянках Інституту зрошуваного землеробства НААН за період 1970–2018 рр. Агротехніка вирощування кукурудзи в досліді була загальновищого для зони зрошення півдня України. Для встановлення статистичних моделей та індексного аналізу використовували показники Херсонської агрометеорологічної станції [9], розташованої поряд із дослідним полем Інституту зрошуваного землеробства НААН. Дослідження з цього напрямку

проведені з використанням спеціальних методик із застосування інформаційних технологій у сільському господарстві [10].

**Результати досліджень.** Глобальні та регіональні зміни клімату, які проявляються у зростанні температурного режиму на фоні зменшення кількості опадів, вимагають від учених аграрного сектору розробки і впровадження інноваційних технологій вирощування сільськогосподарських культур на основі відновлення і розвитку зрошення, біологізації сільського господарства та сталого розвитку територій.

Як приклад регіональних змін клімату можна навести особливості погодних умов, які склалися наприкінці 2019 і в січні – лютому 2020 рр. й були дуже нетиповими для умов Південного Степу України. Вони характеризувалися дуже високим температурним режимом і значною кількістю опадів, що викликало переростання озимих культур і прискорення їх розвитку на 15–20 днів і більше порівняно із середньобагаторічними показниками (рис. 1).



**Рис. 1.** Динаміка показників температури повітря (мінімальної –  $t_{min}, ^\circ C$ , максимальної –  $t_{max}, ^\circ C$ , середньої –  $t, ^\circ C$ ) та кількості атмосферних опадів період наприкінці 2019 та на початку 2020 рр. (за даними Херсонської агрометеорологічної станції)

Навпаки, погодні умови березня та першої декади квітня 2020 р. характеризувалися гострим дефіцитом атмосферних опадів на фоні надзвичайно високих коливань температури повітря від  $-6,3$ – $-6,6$  до  $+20,4$ – $22,0^\circ C$ , тобто цей діапазон склав  $26,7$ – $28,6^\circ C$ . За таких несприятливих погодних умов відбулося пошкодження точок росту озимих культур, що спричинило масову загибель рослин. Ситуація, яка склалася, може призвести до неможливості отримання в поточному році запланованих обсягів зерна і насіння зернових культур. Тому за умов змін клімату найважливіше значення має розвиток зрошення й адаптування технологій вирощування до метеорологічних чинників для стабілізації зерновиробництва шляхом розширення посівних площ кукурудзи на зрошуваних землях, підвищення врожайності та якості зерна, зростання економічної ефективності зерновиробництва, за-

безпечення зниження антропогенного тиску на агроєкосистеми.

Узагальнення результати багаторічних досліджень дозволили виявити істотну амплітуду в коливаннях рівня врожайності зерна кукурудзи за окремими роками, зростання її у середньовологі та вологі роки та суттєве зниження у середньосухі та сухі. Причому найменші коливання урожайності відмічені у середньостиглих гібридів, а найвищі – в ранніх.

Статистичним аналізом встановлена дуже висока різниця у мінливості як метеорологічних, так і агрономічних показників. Так, сума температур повітря понад  $5^\circ C$  за досліджуваний період характеризувалася мінімальним діапазоном варіювання ( $V$  становив лише  $7,4\%$ ) при довірчому інтервалі від 1900 до  $1999^\circ C$ . Дещо підвищилася мінливість сум ефективних температур понад  $10^\circ C$  – коефіцієнт варіювання зріс до  $11,2\%$  за середньобгато-

річного значення цього показника  $1302 \pm 23,3^\circ\text{C}$ . Щодо надходження опадів встановлена дуже високий ступінь варіювання ( $V$  дорівнює 34,7% при довірчому діапазоні 1730–2198  $\text{m}^3/\text{га}$ ). Це свідчить про суттєву нерівномірність природного зволоження й обґрунтовує застосування зрошення в умовах Південного Степу України.

Істотна мінливість надходження атмосферних опадів зумовила значне варіювання (25,2%) величини зрошувальних норм, які дорівнювали у середньому за 1970–2018 рр.  $1924 \pm 77,7 \text{ m}^3/\text{га}$ . Проте,

враховуючи взаємопов'язаний вплив опадів і зрошувальних норм на сумарне водоспоживання, цей показник характеризувався середнім ступенем мінливості (11,5%) у довірчому інтервалі 4275–4627  $\text{m}^3/\text{га}$ .

Нашими розрахунками встановлено, що за оптимального режиму зрошення рівень сприятливості агрометеорологічних умов для росту і розвитку кукурудзи на зерно коливається за період 1970–2018 рр. від 0,42 до 1,49, за середньобагаторічного значення 1,0 (рис. 2).

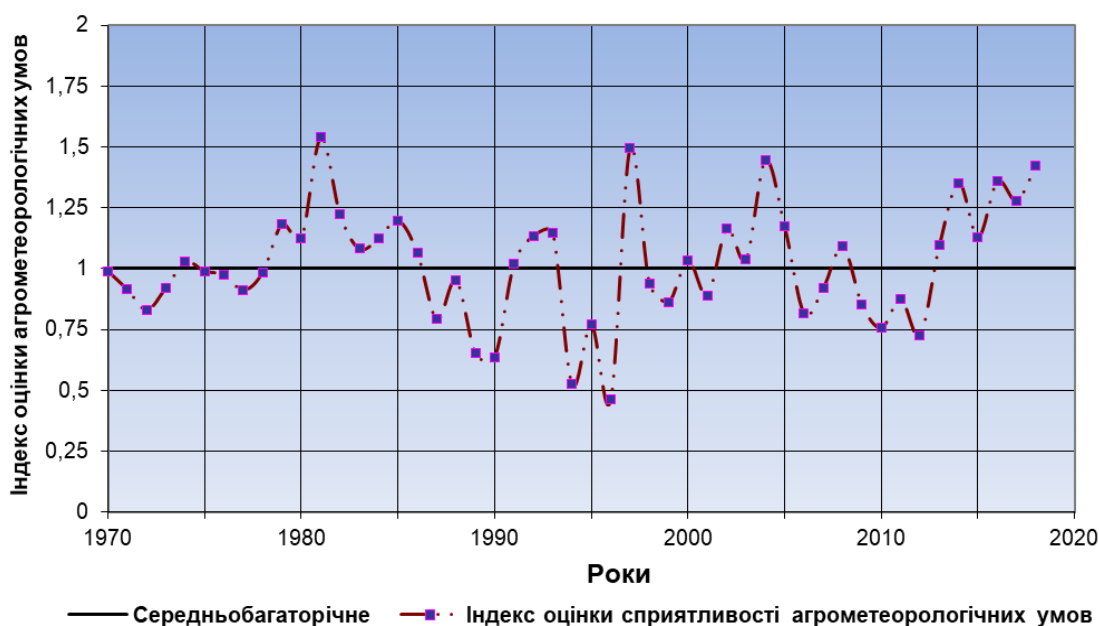


Рис. 2. Індекс оцінки агрометеорологічних умов вегетації кукурудзи на зерно

Значні коливання індексу оцінки агрометеорологічних умов викликані річними коливаннями окремих метеорологічних показників. Статистичне моделювання показує, що найбільш сприятливі погодні умови склалися у періоди 1980–1983, 1991–1993, 1997, 2004, 2018 рр. У зазначені роки спостерігалось підвищене надходження атмосферних опадів і помірний термічний режим. Навпаки, у 1994–1996, 1998–1999 і 2006–2007 рр. відзначено різке зниження продуктивності кукурудзи внаслідок надзвичайно

високих температур повітря, різкого дефіциту природного зволоження, суховіїв тощо. За останні роки (2014–2018 рр.) внаслідок сприятливих погодних умов продуктивність кукурудзи підвищується.

Статистичний аналіз метеорологічних даних за окремими місяцями за період 1970–2008 рр. свідчить, що, як і загалом за рік, температурний режим відзначається стабільністю ( $V$  коливається від 3,0 до 4,8%), а атмосферні опади – суттєвими варіюваннями (табл. 1).

Таблиця 1 – Статистичні характеристики середньомісячної температури повітря та місячної суми опадів протягом вегетації кукурудзи на зерно (середнє за 1970–2018 рр.)

Місяці	Показники					
	температура			опади		
	min, °C	max, °C	коефіцієнт варіації ( $V$ ), %	min, мм	max, мм	коефіцієнт варіації ( $V$ ), %
Травень	13,42	19,47	3,9	6,3	143,3	22,0
Червень	18,21	23,66	4,8	4,1	99,5	17,5
Липень	19,93	26,63	3,0	1,0	138,9	26,7
Серпень	18,46	25,51	3,9	0	120,2	42,9
Вересень	13,51	20,75	3,7	0,8	120,2	33,5

Найвища мінливість (коефіцієнт варіації – 42,9%) відзначена щодо надходження опадів у серпні від 0 до 120,2 мм, що свідчить про необхідність ретельного дотримання режиму зрошення в цей період. За допомогою індексного методу можна змодельувати вплив агрометеорологічних умов на

формування врожаю кукурудзи на зерно впродовж вегетаційного періоду.

Для оцінки індексу сприятливості агрометеорологічних умов для вегетаційного періоду кукурудзи на зерно загалом за період вегетації можна використати суму впливу кожного окремого місяця з відпо-

відними коефіцієнтами впливу. Крім того, розрахункові індекси агрометеорологічних умов вегетації зернової кукурудзи можна використати для прогнозу врожайності з використанням фактичних показників середньодобової температури повітря й опадів.

Результати наших розрахунків прогнозованої врожайності кукурудзи на зерно та порівняння її з фактичною продуктивністю рослин свідчать про несуттєві похибки ( $\pm 2,2-3,7\%$ ) і можливість використання наведеного вище методу для встановлення рівня врожаю зерна як у науково-дослідних цілях, так і за виробничих умов.

Найвищі витрати теплових ресурсів на тонну зерна кукурудзи ( $T_u=677,8$ ) були у сухому 2002 р. у пізньостиглих гібридів, також у цьому варіанті встановлено мінімальний коефіцієнт корисної дії ФАР ( $\eta_\phi=0,87\%$ ).

Це пояснюється дуже несприятливими погодними умовами цього року (високою температурою та низькою відносною вологістю повітря) під час наливу зерна гібридів пізньостиглої групи. Найоптимальніше використовували термічні ресурси ( $T_u=201,6$ ) та прихід фотосинтетичний активній радіації ( $\eta_\phi=3,20\%$ ) пізньостиглі гібриди у середньосухому 2006 р.

Зведення одержаних п'ятнадцятирічних результатів польових дослідів за блоками років за природною вологозабезпеченістю та групами стиглості дозволило виявити різницю в динаміці врожайних даних зерна кукурудзи в напрямі її стійкого зростання від сухих років до вологих (табл. 2).

**Таблиця 2 – Урожайності зерна різних за скоростиглістю гібридів кукурудзи залежно від природної вологозабезпеченості та теплоенергетичних показників**

Вологозабезпеченість років	Група стиглості гібридів	Показники						
		$\bar{x}$ , т/га	$\Sigma T$ , °C	$T_u$	$E_B$ , ГДж/га	$Q$ , ГДж/га	$Q_\phi$ , ГДж/га	$\eta_\phi$ , %
Вологі	ранньостиглі	10,3	2318,1	226,4	330,1	22245	11345	2,91
	середньостиглі	11,5	2697,4	234,9	370,4	26889	13714	2,72
	пізньостиглі	12,6	2914,7	232,6	403,9	29630	15112	2,68
Середньовологі	ранньостиглі	7,7	2292,5	302,6	248,9	24590	12541	2,08
	середньостиглі	9,1	2586,6	291,6	293,6	27541	14045	2,19
	пізньостиглі	10,6	2956,9	285,2	342,9	31847	16242	2,20
Середні	ранньостиглі	7,4	2156,3	293,9	239,7	21897	11168	2,15
	середньостиглі	8,0	2509,4	317,2	256,2	25115	12809	2,00
	пізньостиглі	8,1	2839,5	351,8	261,1	29141	14862	1,76
Середньосухі	ранньостиглі	7,4	2092,0	296,2	237,0	21222	10824	2,21
	середньостиглі	8,7	2416,1	293,8	280,4	24506	12498	2,27
	пізньостиглі	10,1	2706,9	281,4	324,1	27169	13857	2,37
Сухі	ранньостиглі	5,9	2124,9	378,2	190,9	22732	11593	1,65
	середньостиглі	7,0	2474,3	368,2	225,4	25785	13150	1,73
	пізньостиглі	7,0	2759,5	441,0	226,9	28554	14563	1,58
У середньому за роки досліджень	ранньостиглі	7,5	2181,7	304,1	243,1	22469	11459	2,15
	середньостиглі	8,7	2518,0	305,1	279,2	25808	13162	2,15
	пізньостиглі	9,5	2821,6	321,6	306,5	29104	14843	2,10

Найвища врожайність (10,3–12,6 т/га) гібридів усіх груп стиглості формується у вологі роки, а найменша (5,9–7,0 т/га) – у сухі. Такі самі тенденції виявлені при оцінці показників температурного індексу та коефіцієнту корисної дії ФАР.

У середньому за роки досліджень встановлено, що теплоенергетичні фактори найкраще використовують ранні та середньостиглі гібриди, які мають показники температурного індексу 304,1 і 305,1 та коефіцієнти корисної дії ФАР – 2,15%. У пізньостиглих гібридів відзначене зростання  $T_u$  на 5,1–5,4% та зниження  $\eta_\phi$  на 2,4% відповідно.

Варіаційний і кореляційний аналіз дозволив встановити різні за силою та направленістю взаємозв'язки врожайності кукурудзи з основними теплоенергетичними чинниками (табл. 3).

Показники надходження фотосинтетично-активної радіації ( $Q_\phi$ ) відрізнялися середнім ступенем мінливості з варіюванням в межах від 11,2 до 19,7%. Коефіцієнт корисної дії ФАР найвищу стабільність проявив у вологі роки ( $V = 6,5\%$ ), середні рівень ( $V = 12,8\%$ ) – у середні, а в

інші – відрізнявся високим ступенем мінливості ( $V = 26,2-31,6\%$ ).

Цікаві результати показав кореляційний аналіз показників природної теплозабезпеченості. У вологі роки встановлена дуже високий ступінь зв'язку суми температур повітря з рівнем врожайності зерна кукурудзи з коефіцієнтом кореляції 0,90 та визначення рівня врожаю на 81%, що зумовлено стримуючою дією температури повітря за умов високої вологозабезпеченості. В інші за дефіцитом випаровування роки спостерігається зниження ступеня зв'язків у 2,2–4,5 рази.

Схожі залежності щодо продуктивності кукурудзи встановлені й щодо показника фотосинтетично-активної радіації, оскільки лише у вологі роки зафіксовано високу ступінь зв'язку ( $r = 0,91$ ) при 81% рівні впливу формування врожаю зерна досліджуваної культури. В інші роки спостерігається слабкий додатний і від'ємний зв'язок між цими показниками за коефіцієнтів кореляції від -0,17 до 0,34, а у сухі роки зв'язок практично відсутній ( $r = 0,03$ ). Слід зауважити, що зростання показники ККД ФАР позитивно вплинуло на врожайність зерна в усі роки досліджень, проте найвища сту-

пінь зв'язків відзначена у середньосухі ( $r = 0,90$ ) та сухі ( $r = 0,92$ ) роки, коли дія цього фактору зумовлювала продуктивність рослин на 81,0 та 85,0% відповідно.

Кореляційно-регресійне моделювання показників урожайності зерна кукурудзи залежно від суми температур повітря за вегетацію довело найкращу реакцію на покращення термічного режиму середньостиглих гібридів (рис. 3).

Таблиця 3 – Результати статистичного аналізу мінливості та взаємозв'язків теплоенергетичних факторів з урожайністю кукурудзи на зерно

Вологозабезпеченість року	Коефіцієнти	Показники				
		$\bar{x}$ , т/га	$\Sigma T$ , °C	$T_u$	$Q_\phi$ , ГДж/га	$\eta_\phi$ , %
Вологі	Варіації, V, %	9,2	11,4	5,1	13,5	6,5
	Кореляції, r	–	0,90	0,23	0,91	0,49
	Детермінації, R <sup>2</sup>	–	0,81	0,05	0,82	0,24
Середньовологі	Варіації, V, %	10,4	12,4	18,6	19,7	31,6
	Кореляції, r	–	0,31	-0,80	-0,17	0,77
	Детермінації, R <sup>2</sup>	–	0,10	0,64	0,03	0,59
Середні	Варіації, V, %	9,2	12,3	12,4	12,6	12,8
	Кореляції, r	–	0,36	-0,41	0,34	0,40
	Детермінації, R <sup>2</sup>	–	0,13	0,17	0,11	0,16
Середньосухі	Варіації, V, %	25,8	11,7	23,2	11,5	26,2
	Кореляції, r	–	0,41	-0,89	0,16	0,90
	Детермінації, R <sup>2</sup>	–	0,17	0,78	0,03	0,81
Сухі	Варіації, V, %	26,6	12,1	33,5	11,2	26,7
	Кореляції, r	–	0,20	-0,86	0,03	0,92
	Детермінації, R <sup>2</sup>	–	0,04	0,73	0,00	0,85

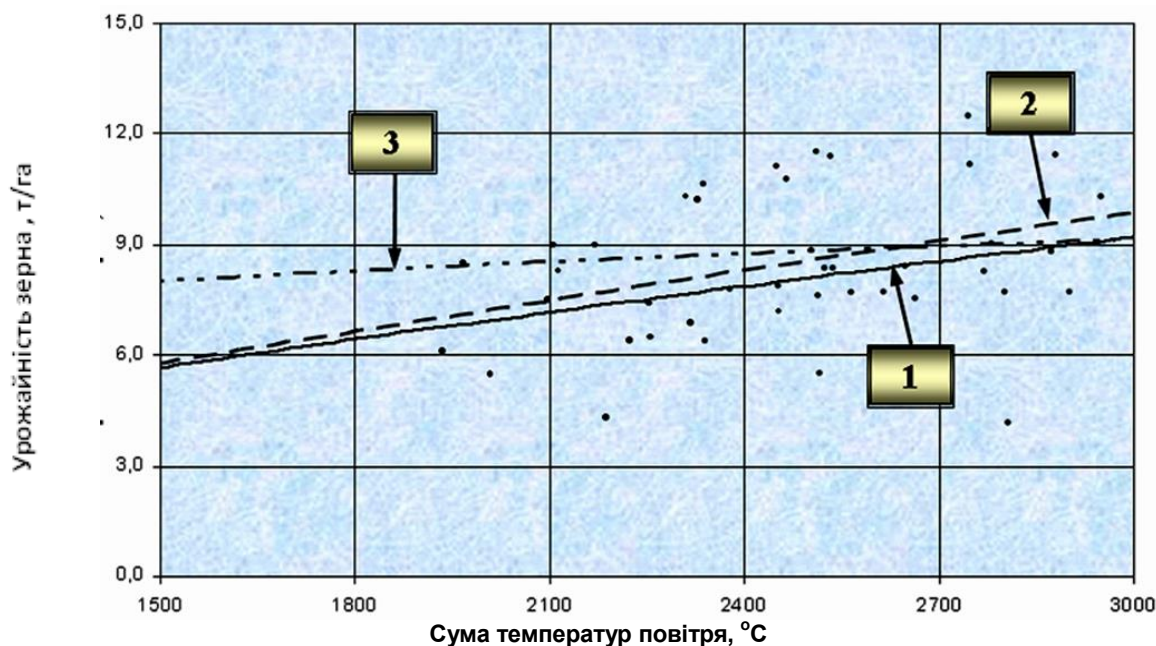


Рис. 3. Кореляційно-регресійна залежність між сумою температур за період вегетації та врожайністю зерна гібридів кукурудзи: 1 – ранньостиглих ( $y = 0,0336x^{0,7013}$ ); 2 – середньостиглі ( $y = 0,0125x^{0,8327}$ ); 3 – пізньостиглі ( $y = 2,0233x^{0,1895}$ )

Навпаки, ранньостиглі гібриди потребують менших сум температур повітря та знижують приріст урожаю вже починаючи з показників 1500–1600°C.

Пізньостиглі гібриди кукурудзи відрізняються певною стабільністю наростання продуктивності за мірою збільшення сум температур, що пов'язано із тривалим періодом вегетації та зменшенням показників термічного режиму наприкінці літа, особливо восени в кінцевій фазі розвитку рослин.

Від'ємна направленість зв'язків продуктивності рослин відмічена відносно фотосинтетично-активної радіації. Розрахунками аргументовано

повільне зниження врожайності гібридів усіх груп стиглості при підвищенні надходження ФАР, що пояснюється особливостями кліматичних умов Південного Степу України, який характеризується високими ресурсами сонячної радіації та дефіцитом природної вологи.

**Висновки.** За результатами узагальнення багаторічних даних вставлено, що максимальна врожайність зерна гібридів кукурудзи різних груп стиглості формується у вологі роки, а найменша – у сухі, причому рослини найкраще використовують теплоенергетичний потенціал зони півдня України

у вологі та середньовологі роки, що пояснюється найвищою інтенсивністю продукційних процесів. За допомогою одержаних рівнянь регресії можна проводити вибір найбільш оптимального гібридного складу для регіональних і локальних агрокліматичних умов Південного Степу України. За результатами досліджень встановлено різні ступені мінливості метеорологічних та агрономічних показників. Використання статистичних методів дозволило провести оцінку років досліджень за індексом сприятливості агрометеорологічних умов і встановити регресійні рівняння продуктивності рослин. Статистичний аналіз урожайних даних різних за скоростиглістю гібридів кукурудзи та теплоенергетичних показників дозволив встановити різні за ступенем і направленістю зв'язки продуктивності рослин при диференціації умов природної вологозабезпеченості в роки досліджень. За допомогою створених кореляційно-регресійних залежностей можна проводити моделювання рівня врожаю різних за скоростиглістю гібридів кукурудзи за фактичними показниками суми температур повітря та надходження фотосинтетично-активної радіації за вегетаційний період рослин.

#### **СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:**

1. Гойса Н.И., Олейник Р.Н., Рогаченко А.Д. Гидрометеорологический режим и продуктивность орошаемой кукурузы. Ленинград : Гидрометеоиздат, 1983. 230 с.
2. Яблоков А.В. Популяционная биология. Москва : Высшая школа, 1987. 303 с.
3. Писаренко В.А., Коковіхін С.В., Мішукова Л.С., Писаренко П.В. Методичні вказівки по застосуванню розрахункового методу визначення строків поливу сільськогосподарських культур за показниками середньодобового випаровування. Херсон : Колос, 2005. 16 с.
4. Григоров М.С. Водосберегающие технологии выращивания с.-г. культур. Волгоград : ВГСХА, 2001. 169 с.
5. Ничипорович А.А. Энергетическая эффективность и продуктивность фотосинтезирующих систем как интегральная проблема. *Физиология растений*. 1978. Т. 25. Вып. 5. С. 922–937.
6. Лисогоров К.С., Писаренко В.А. Наукові основи використання зрошуваних земель у степовому регіоні на засадах інтегрального управління природними і технологічними процесами. *Таврійський науковий вісник*. 2007. Вип. 49. С. 49–52.
7. Коковіхін С.В. Електронно-інформаційний довідник ЕІД «Agromet»: методичні рекомендації. Херсон : ІЗЗ НААН, 2009. 16 с.
8. Писаренко В.А., Мішукова Л.С., Коковіхін С.В., Присяжний Ю.І. Ефективність різних схем режимів зрошення в умовах Південного Степу України. *Зрошуване землеробство*. 2008. Вип. 50. С. 31–37.
9. Погода в Херсоні. Архив погоды на метеостанции. URL: <https://rp5.ua/> Погода\_в\_Херсоні (дата звернення: 07.02.2020).
10. Ушкаренко В.О., Нікішенко В.Л., Голобородько С.П., Коковіхін С.В. Дисперсійний і кореляційний аналіз у землеробстві та рослинництві : навчальний посібник. Херсон : Айлант, 2008. 272 с.

ляційний аналіз у землеробстві та рослинництві : навчальний посібник. Херсон : Айлант, 2008. 272 с.

#### **REFERENCES:**

1. Hoysa, N.Y., Oleynyk, R.N., Rohachenko, A.D. (1983). Hydrometeorologicheskyy rezhym y produktivnost oroshaemoy kukuruzy [Hydrometeorological regime and productivity of irrigated corn]. Leningrad: Hydrometeoyzdat. [in Russian]
2. Yablokov, A.V. (1987). Populyatsionnaya byolohyya [Population biology]. Moscow: Higher School. [in Russian]
3. Pysarenko, V.A., Kokovikhin, S.V., Mishukova, L.S., Pysarenko, P.V. (2005). Metodichni vkazivky po zastosuvannu rozrakhunkovoho metodu vyznachennya strokiv polyvu silskohospodarskykh kultur za pokaznykamy serednodobovoho vyparovuvannya [Guidelines for the application of the calculation method for determining the timing of irrigation of crops on the average daily evaporation]. Kher-son: Kolos. [in Ukrainian]
4. Hryhorov, M.S. (2001). Vodoseberegayushchye tekhnolohyy vyrashchivanyya s.-h. kultur [Water-saving technologies for growing agricultural cultures]. Volgograd: VGSHA. [in Russian]
5. Nychporovych, A.A. (1978). Enerhetycheskaya efektyvnost y produktivnost fotosyntezyruyushchykh system kak yntehralnaya problema [Energy efficiency and productivity of photosynthetic systems as an integral problem]. *Fiziologiya rasteniy – Plant physiology*, 25, 5, 922–937. [in Russian]
6. Lysogorov, K.S., Pysarenko, V.A. (2007). Naukovi osnovy vykorystannya zroshuvanykh zemel u stepovomu rehioni na zasadakh intehralnogo upravlinnya pryrodnymy i tekhnolohichnymy protsesamy [Scientific bases of use of irrigated lands in the steppe region on the basis of integrated management of natural and technological processes]. *Tavriyskiy naukoviy visnyk – Taurian Scientific Bulletin*, 49, 49–52. [in Ukrainian]
7. Kokovikhin, S.V. (2009) *Elektronno-informatsynnyy dovidnyk EID “Agromet”: metodichni rekomendatsiyi* [Electronic and Information Agent “Agromet”: methodical recommendations]. Kherson: I33 NAAN. [in Ukrainian]
8. Pisarenko, V.A., Mishukova, L.S., Kokovikhin, S.V., Prisyazhny, Yu.I. (2008). Efektyvnist riznykh skhem rezhymiv zroshennya v umovakh Pivdennoho Stepu Ukrayiny [Efficiency of different schemes of irrigation regimes in the conditions of the Southern Steppe of Ukraine]. *Zroshuvane zemlerobstvo – Irrigated agriculture*, 50, 31–37. [in Ukrainian]
9. Weather in Kherson. Weather archive at the weather station. URL: <https://rp5.ua/> Порода\_в\_Херсоні.
10. Ushkarenko, V.O., Nikishenko, V.L., Holoborodko, S.P., Kokovikhin, S.V. (2008). Dyspersiyyny i korelyatsiyyny analiz u zemlerobstvi ta roslynnystvi: navch. posib. [Analysis of variance and correlation in agriculture and crop production: a textbook]. Kherson: Ailant. [in Ukrainian]