

ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ РЕСУРСУ ВОЛОГИ ПОСІВАМИ КУКУРУДЗИ В ПОСУШЛИВИХ УМОВАХ ЛІСОСТЕПУ

ХАРЧЕНКО О.В. – доктор сільськогосподарських наук, професор

<https://orcid.org/0000-0001-7768-8980>

ПЕТРЕНКО С.В. – аспірант

<https://orcid.org/0000-0002-9145-1418>

Сумський національний аграрний університет

СОБКО М.Г. – кандидат сільськогосподарських наук,
старший науковий співробітник

<https://orcid.org/0000-0002-3752-2449>

МЕДВІДЬ С.І.

<https://orcid.org/0000-0002-9535-0454>

Інститут сільського господарства Північного Сходу

Національної академії аграрних наук України

Постановка проблеми. Розглядається проблема рівня забезпечення посівів кукурудзи ресурсами вологи в умовах природного зволоження та оцінка рівня інтенсивності використання гібридами Зоряний (ФАО190), Лелека (ФАО260) та Донор (ФАО310) цього ресурсу.

Встановлено, що в дуже посушливих умовах 2018–2019 років (ГТК = 0,45–0,46) показник інтенсивності використання ресурсу вологи склав 2,46–3,33. Встановлено, що для всіх гібридів і рівнів забезпечення ресурсами мінерального живлення між коефіцієнтом сумарного водоспоживання і урожайністю існує тісна кореляційна залежність.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Важливість та актуальність проблеми вологозабезпеченості посівів сільськогосподарських культур як і ступінь її впливу на величину врожайності не викликає сумніву. Відомо, що вода як один із факторів росту із вуглекислим газом і мінеральним живленням є основою при формуванні органічної речовини в процесі фотосинтезу. Забезпеченість водою є фоновією умовою цього процесу, оскільки відомо, що максимальна швидкість фотосинтезу досягається при досить незначних величинах водного дефіциту рослин, а при його значенні в 12–20% вона стає нульовою [1; 2].

Наведене однозначно вказує, що в процесі росту і розвитку рослин, при формуванні врожаю в ґрунті необхідна присутність вологи. З точки зору оптимізації умов вологозабезпеченості безальтернативним методом цього є зрошення [3]. В цьому випадку необхідний діапазон запасів вологи в ґрунті частіше за все складає 0,75НВ. У випадку природного зволоження (без зрошення) забезпеченість вологою визначається такими показниками як запаси продуктивної (доступної) вологи в ґрунті перед сівбою та атмосферними опадами, що випали в період вегетації культури.

Отже, залежність сформованої урожайності будь-якої культури суттєво буде залежати від фактичних умов зволоження. Крім того, величина врожайності будь-якої культури на цьому етапі розви-

тку рослинництва за всіх інших рівних умов істотно залежатиме і від такого фактору як особливості її сорту чи гібриду.

Кількісно оцінку впливу ефективності використання вологи як одного з факторів росту для конкретного сорту можна визначити через рівень його інтенсивності (RIC_B), що є співвідношенням фактичної урожайності (Y_ϕ) та нормативної її величини (Y_H). Нормативна урожайність в цьому випадку є її розрахунковою величиною, тобто такою, якою вона могла б бути того сорту, для якого були свого часу (1970–1980 рр.) встановлені параметри цих залежностей:

$$RIC = \frac{Y_\phi}{Y_H}, \quad (1)$$

Таким чином, цим показником можна оцінити ефективність використання ресурсу вологи тим чи іншим сортом у конкретних умовах. Для умов природного зволоження з відомими витратами на сумарне водоспоживання (E), враховуючи неоптимальність забезпечення вологою, нормативну чи розрахункову урожайність культури можна визначити із залежності [4, 5]:

$$Y_H = \frac{B}{A - E}, \text{ т/га} \quad (2)$$

Де A і B – емпіричні коефіцієнти (для кукурудзи $A = 532$, $B = 832$ [4; 5]).

Одним із основних загальноприйнятих показників ефективності використання вологи сформованим урожаєм є коефіцієнт сумарного водоспоживання (K_E), який, на відміну від коефіцієнта транспірації (K_T), має практичне значення і є співвідношенням сумарного водоспоживання (E) та фактично отриманого врожаю (Y_ϕ).

$$K_E = 10 \frac{E}{Y_\phi}, \text{ м}^3/\text{т} \quad (3)$$

Величина сумарного водоспоживання визначається балансовим методом і є сумою атмосферних опадів за вегетацію та витрати вологи з ґрунту, які становлять різницю між вмістом продуктивної вологи в метровому шарі перед сівбою ($B_{ГП}$) і перед збиранням ($B_{ГК}$):

$$E = A + (BG_n - BG_k), \text{ мм}, \quad (4)$$

Матеріали та методика досліджень. Польові дослідження з вивчення впливу удобрення на урожайність гібридів кукурудзи проводилися на дослідних полях Інституту сільського господарства Північного Сходу НААН протягом 2018–2019 років. Вивчалися чорноземи типові вилугувані середньо суглинкові з такими основними характеристиками: вміст гумусу – 4,1–4,7%, $pH_{\text{сол}} = 5,0$, вміст легкогідролізованого азоту (за Корнфілдом) – 112,0, рухомих сполук P_2O_5 та K_2O (за Чириковим) – 118,0 та 100,0 мг/кг. Під посів кукурудзи вносили 190 кг д.р./га ($N_{100} P_{45} K_{45}$).

Дослідження проводилося з гібридами кукурудзи вітчизняної селекції Зоряний (ФАО190), Лелека (ФАО260) та Донор (ФАО310) (оригіатор Інститут рослинництва імені В.Я. Юр'єва НААН).

Досліди були проведені на чотирьох варіантах основного обробітку ґрунту: I – полицевий на глибину 20–22 см, II – безполицевий на глибину 14–16 см (КЛД), III – безполицевий на глибину 14–16 см (АГ), IV – без обробітку (нульовий). Повторність досліду 3-х кратна. Площа облікової ділянки – 28 м². Урожай враховувався при вологості 14%.

Умови проведення досліджень. Умови зони Лісостепу в середньому за різних критеріїв характеризуються як близькі до оптимально зволжених або помірно посушливих [3]. Однак зміна клімату останніми десятиліттями в бік його періодизації досить часто характеризує умови як такі, що відхиляються від середніх значень в бік більш сухих і теплих. Наведені в таблиці 1 дані переконливо характеризують, що умови вегетаційного періоду за роки досліджень (2018 і 2019) були дуже близькі між собою і більш ніж удвічі сухішими за середні.

Таблиця 1 – Загальна характеристика погодних умов за роки досліджень порівняно з середньо багаторічними даними (травень-вересень)

Роки	Показники		
	$\sum A$, мм	$\sum t^{\circ}C$	ГТК
Середнє багаторічне	304,0	2705	1,12
2018	142,9	3180	0,45
2019	141,9	3078	0,46
В середньому за роки досліджень	141,4	3129	0,46

Результати досліджень. У таблиці 2 наводяться дані з визначення сумарного водоспоживання та нормативної урожайності кукурудзи за роки досліджень. Наведені дані вказують на те, що на початок вегетації у 2018 році коливання значень початкових запасів продуктивної вологи в метровому ґрунті, тобто на період сівби (BG_n) залежно від способів обробітку різнилися на 8,1 мм, а в 2019 році – на 14,7 мм (табл. 2).

Якщо у 2018 році найбільші запаси були зафіксовані на варіанті оранки, то в 2019 році – на варіанті без обробітку. Запаси продуктивної вологи на період визрівання (BG_k) у 2018 році коливалися в межах 14,7–16,6 мм, а в 2019 році вони були більше ніж удвічі більшими і склали 32,2–40,6 мм (табл. 2). Величина сумарного водоспоживання (E)

в усіх варіантах досліду була більшою у 2018 році, ніж у 2019 році. При цьому найбільша різниця (15,0–16,2 мм) була зафіксована на перших двох варіантах основного обробітку ґрунту (полицевий на глибину 20–22 см і безполицевий на глибину 14–16 см (КЛД), а найменша (1,7 мм) – за нульового обробітку.

Пропорційно використаному ресурсу вологи (E) змінюється і величина нормативної врожайності кукурудзи за цим ресурсом (U_n), який визначали за формулою 2. Результати розрахунку показали, що за ресурсами вологи кукурудза сортів і гібридів рівня продуктивності 1970–1980-х років могла б сформувати урожайність всього 2,83–2,89 т/га, що власне і є її нормативною величиною (табл. 2).

Таблиця 2 – Сумарне водоспоживання (E, мм) та нормативна урожайність кукурудзи (U_n) залежно від способів основного обробітку ґрунту (2018–2019 роки)

Показники	Способи основного обробітку ґрунту			
	I	II	III	IV
Запаси продуктивної вологи в ґрунті на період сівби, мм (BG_n)	158.4	157.0	154.2	150.3
	150.2	154.5	163.9	164.9
Запаси продуктивної вологи в ґрунті на період визрівання мм (BG_k)	16.6	15.5	14.7	15.3
	32.1	38.2	36.8	40.6
Атмосферні опади за період, мм (A)	110.4	110.4	110.4	110.4
	119.4	119.4	119.4	119.4
Сумарне водоспоживання, мм (E)	252.2	251.9	249.9	245.4
	237.2	235.7	246.5	243.7
Нормативна урожайність за ресурсами вологи, т/га (U_n)	2.98	2.97	2.95	2.90
	2.83	2.81	2.92	2.89

Наведені в таблиці 3 дані однозначно вказують на те, що фактична урожайність кукурудзи на фоні $N_{100} P_{45} K_{45}$ по всіх варіантах досліджу складала 7,20–9,79 т/га. При цьому чим більшим значенням ФАО характеризується гібрид, тим вищою є урожайність.

Так, якщо урожайність гібриду Зоряний (ФАО190) складала 7,20–8,61 т/га, то у гібриду Донор (ФАО310) – 8,55–9,72 т/га (табл. 3). Співставлення фактичних урожайностей за роками показує, що в усіх варіантах урожайність у 2018 році була більшою за урожайність 2019 року, що як варіант можна

пов'язувати з дещо більшими ресурсами вологи у 2018 році. Крім того, за результатами досліджень можна сформулювати висновок, що в дуже посушливих умовах природного зволоження (табл. 1) частіше за все більша урожайність зафіксована на варіанті полицевого обробітку ґрунту.

Порівняння фактичної урожайності з нормативною її величиною показало, що рівень інтенсивності цих гібридів (формула 1) складає 2,46–3,33. Тобто, гібриди, які вивчаються, в 2,46–3,33 ефективніше використовують ресурси вологи, ніж гібриди (сорти), які були прийняті за стандарт.

Таблиця 3 – Фактична урожайність та рівень інтенсивності використання ресурсу вологи різними гібридами кукурудзи залежно від способів основного обробітку ґрунту (2018–2019 роки)

Гібриди	Способи основного обробітку ґрунту	Фактична урожайність, (Y_{ϕ}), т/га	Рівень інтенсивності використання ресурсу вологи (RiC_B)
Зоряний	I	8,61	2,89
		7,32	2,59
	II	8,32	2,80
		7,22	2,57
III	8,27	2,80	
	7,20	2,46	
Лелека	I	9,01	3,02
		8,40	2,82
	II	8,73	2,94
		7,93	2,96
III	8,72	2,96	
	8,26	2,85	
Донор	I	9,72	3,26
		8,67	3,06
	II	9,65	3,25
		8,55	3,04
III	9,60	3,25	
	8,58	2,94	
IV	9,66	3,33	
	8,57	2,96	

Це вказує на те, що ці гібриди є посухостійкими, пластичними до ресурсу вологи, що характеризує їх як такі, що мають незначне порівняно з попередніми сортами значення коефіцієнта транспірації. Це можна пояснити тим, що інший складник сумарного водоспоживання (фізичне випаровування з ґрунту) не залежить від особливостей гібридів.

У таблиці 4 наводяться результати визначення такого інтегрального показника як коефіцієнт сумарного водоспоживання (формула 3) як для варіантів із добривами, так і без добрив.

Аналіз наведених даних показує, що приріст урожайності від добрив за всіх способів обробітку

ґрунту насамперед залежав від значення ФАО гібридів і в середньому складав по гібриду Зоряний (190) – 2,9–3,1 т/га, по гібриду Лелека (260) – 3,0–3,4 т/га, по гібриду Донор (310) – 3,7–3,9 т/га.

Значення коефіцієнта сумарного водоспоживання (формула 3) як і слід було очікувати є зворотно пропорційним значенню урожайності. Це повністю підтверджує твердження ще А.Н. Костякова про те, що будь-який захід, спрямований на підвищення урожайності, призводить до більш раціонального і економічного використання рослиною води [6].

На рис. наводиться графічна та функціональна ілюстрація залежності коефіцієнта сумарного водо-

Таблиця 4 – Урожайність та коефіцієнти сумарного водоспоживання різних гібридів кукурудзи залежно від способів основного обробітку ґрунту і рівня живлення (2018–2019 роки)

Показники	Спосіб оброб.	Зоряний		Лелека		Донор	
		Без добрив	$\frac{N_{100}}{P_{45}} \frac{K_{45}}$	Без добрив	$\frac{N_{100}}{P_{45}} \frac{K_{45}}$	Без добрив	$\frac{N_{100}}{P_{45}} \frac{K_{45}}$
Урожайність (Y_{ϕ}), т/га	I	$\frac{5,48}{4,26}$	$\frac{8,61}{7,32}$	$\frac{5,68}{5,03}$	$\frac{9,01}{8,40}$	$\frac{6,02}{5,35}$	$\frac{9,72}{8,67}$
	II	$\frac{5,41}{4,18}$	$\frac{8,32}{7,22}$	$\frac{5,58}{4,94}$	$\frac{8,73}{7,93}$	$\frac{5,93}{5,19}$	$\frac{9,65}{8,55}$
	III	$\frac{5,22}{4,31}$	$\frac{8,27}{7,20}$	$\frac{5,47}{4,96}$	$\frac{8,72}{8,26}$	$\frac{5,74}{5,23}$	$\frac{9,60}{8,58}$
	IV	$\frac{5,30}{4,19}$	$\frac{7,86}{7,42}$	$\frac{5,61}{5,09}$	$\frac{8,79}{7,75}$	$\frac{5,76}{5,21}$	$\frac{9,66}{8,57}$
Коефіцієнт сумарного водоспоживання (K_E), м ³ /т	I	$\frac{460,2}{557,6}$	$\frac{292,0}{324,0}$	$\frac{444,0}{471,5}$	$\frac{279,9}{282,4}$	$\frac{418,9}{443,4}$	$\frac{259,5}{273,6}$
	II	$\frac{465,6}{563,9}$	$\frac{302,8}{326,5}$	$\frac{451,4}{477,2}$	$\frac{288,5}{297,2}$	$\frac{424,8}{454,1}$	$\frac{261,0}{277,8}$
	III	$\frac{478,7}{571,9}$	$\frac{302,2}{342,4}$	$\frac{456,8}{497,0}$	$\frac{286,6}{298,4}$	$\frac{435,4}{471,3}$	$\frac{260,3}{287,3}$
	IV	$\frac{463,0}{581,6}$	$\frac{312,1}{328,4}$	$\frac{437,4}{478,8}$	$\frac{279,0}{314,5}$	$\frac{436,0}{467,8}$	$\frac{254,0}{284,4}$

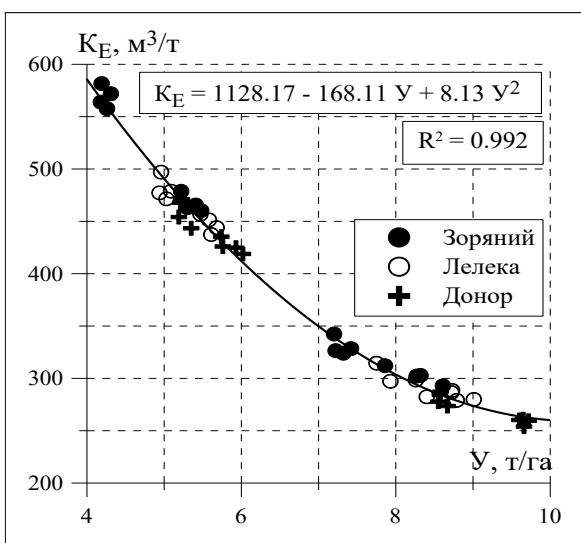


Рис. Залежність сумарного водоспоживання (K_E) від урожайності (Y) гібридів кукурудзи вітчизняної селекції

споживання (K_E) від урожайності кукурудзи (Y). У цьому графіку ліва його частина при $Y \approx 4,0-6,0$ т/га характеризує умови варіанту «без добрив», а права ($Y \approx 7,0-10,0$ т/га) – при застосуванні добрив. При цьому в першому випадку значення коефіцієнта водоспоживання складало 581,6–418,9 м³/т, а в другому – 342,4–254,4 м³/т.

Встановлено, що для вказаних умов (з добривами і без), способів основного обробітку ґрунту та всіх зазначених гібридів існує досить тісна

кореляційна залежність ($R^2 = 0,992$) між коефіцієнтом сумарного водоспоживання (K_E) та урожайністю кукурудзи (Y), яка в межах урожайності 4,0–10,0 т/га може описуватися квадратичною параболою: $K_E = 1128,17 - 168,11Y + 8,13X^2$.

Висновки.

1. Доведено, що в дуже посушливих умовах рівень інтенсивності наведених гібридів кукурудзи стосовно використання ресурсу вологи на фоні $N_{100}P_{45}K_{45}$ складав 2,46 – 3,33 і прямо пропорційно залежав від значення ФАО гібридів.

2. Встановлено, що для всіх гібридів, які вивчалися, і для різних рівнів мінерального живлення існує досить тісна кореляційна залежність ($R^2 = 0,992$) коефіцієнта сумарного водоспоживання (K_E) від урожайності кукурудзи (Y), яка має такий вигляд: $K_E = 1128,17 - 168,11Y + 8,13X^2$.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Формирование урожая основных сельскохозяйственных культур (Перевод с чешского). М. : Колос, 1984. 367 с.
2. Харченко О.В. Основи програмування врожайів сільськогосподарських культур / О.В. Харченко. Суми : Університетська книга, 2003. 291 с.
3. Харченко О.В. Ресурсне забезпечення та шляхи оптимізації умов вирощування сільськогосподарських культур у Ліссостепу України / О.В. Харченко. Суми : Університетська книга, 2005. 342 с.
4. Харченко О.В. Ресурсні рівні врожайності сільськогосподарських культур та їх екологічне оцінювання / Харченко О.В., Петренко Ю.М. Суми : ВВП «Мрія», 2017. 56 с.

5. Агроекономічні та екологічні аспекти встановлення оптимального рівня врожайності нових сортів сільськогосподарських культур / за ред. О.В. Харченко. Суми : ФОП Щербина І.В., 2017. 154 с.

6. Костяков А.Н. Основы мелиорации. М. : Сельхозгиз, 1960. 622 с.

REFERENCES:

1. (1984) Formirovaniye urozhaya osnovnykh sel'skokhozyaystvennykh kul'tur : monografiya [Формирование урожая основных сельскохозяйственных культур].

2. Kharchenko O.V. (2003), Osnovy prohramuvannya vrozhayiv sil's'kohospodars'kykh kul'tur [Основы програмування врожаїв сільськогосподарських культур], Sumy, Ukraine.

3. Kharchenko O.V. (2005), Resursne zabezpechennya ta shlyakhy optymizatsiyi umov vyroshchuvannya sil's'kohospodars'kykh kul'tur u Lisostepu Ukrayiny [Ресурсне забезпечення та шляхи оптимізації умов вирощування сільськогосподарських культур у Лісостепу України], Sumy, Ukraine.

4. Kharchenko O.V., Petrenko Y.M. (2017). Resursni rivni vrozhaynosti sil's'kohospodars'kykh kul'tur ta yikh ekolohichne otsinyuvannya [Ресурсні рівні врожайності сільськогосподарських культур та їх екологічне оцінювання], Sumy, Ukraine.

5. Kharchenko O.V. (2017). Ahroekonomichni ta ekolohichni aspekty vstanovlennya optymal'noho rivnya vrozhaynosti novykh sortiv sil's'kohospodars'kykh kul'tur [Агроекономічні та екологічні аспекти встановлення оптимального рівня врожайності нових сортів сільськогосподарських культур], Sumy, Ukraine.

6. Kostyakov A.N. (1960). Osnovy melioratsii [Основы мелиорации].

УДК 633.11.111:631.53.04

DOI <https://doi.org/10.32848/0135-2369.2020.74.15>

ВПЛИВ ЕЛЕМЕНТІВ МІНЕРАЛЬНОГО ЖИВЛЕННЯ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ ТА ЯКІСТЬ ЗЕРНА ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ В ЗОНІ ПІВНІЧНОГО СТЕПУ УКРАЇНИ

ЧУГРІЙ Г.А. – завідувач відділу технологій виробництва сільськогосподарської продукції

<https://orcid.org/0000-0002-0250-2456>

ВІНЮКОВ О.О. – кандидат сільськогосподарських наук, старший дослідник, директор

<https://orcid.org/0000-0002-2957-5487>

Донецька державна сільськогосподарська дослідна станція
Національної академії аграрних наук України

Постановка проблеми. Високі врожаї зерна озимих зернових доброї якості отримують у сівозмінах, куди систематично вносять органічні і мінеральні добрива в рекомендованих нормах. Норми мінеральних добрив, строки і способи їх внесення враховують за рівнем удобрення попередника, а також із забезпеченістю ґрунту елементами живлення.

Мінеральне живлення – один із визначальних факторів, що суттєво впливає на інтенсивність і спрямованість фізіолого-біохімічних процесів і продуктивність рослин [1–3]. Оптимальний баланс основних елементів живлення забезпечується шляхом внесення в ґрунт мінеральних добрив. Тому раціональне застосування мінеральних добрив є важливим засобом підвищення врожайності сільськогосподарських культур, у тому числі озимої пшениці, яка є стратегічною для України.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Величезна кількість наукових праць, опублікованих на основі аналізу результатів експериментальних даних, отриманих вченими у різних науково-дослідних установах, навчальних закладах рослинницького профілю, а також передовий виробничий досвід свідчать про наявність невикористаних резервів для подальшого збільшення виробництва зерна пшениці озимої [1; 4].

На думку сучасних вчених, однією з причин низької реалізації генетичного потенціалу районованих сортів пшениці озимої є недостатнє використання технологічних заходів адаптації рослин до несприятливих факторів навколишнього середовища. Для вирішення цієї проблеми важливе значення має раціональне використання сортів у структурі посівів і розробка технологій їх вирощування, адаптованих до конкретних ґрунтово-кліматичних умов Степу [6; 7].

Основною проблемою покращення зерновиробництва займаються провідні економісти, фінансисти та аграрії, основна увага приділяється питанню підвищення продуктивності, урожайності та валових зборів зерна, ефективності зерновиробництва.

Останніми роками цим питанням займався М.М. Кулешов, який дійшов висновку, що «боротьба за 100% схожість насіння – це не тільки боротьба за нормальну витрату насіннєвого матеріалу, а і боротьба за здорові, вирівняні за розвитком і сильні рослини, що виростають із цих насінин».

Зокрема, дослідженнями проблеми ефективності виробництва зернових культур займалися українські вчені В.Г. Андрійчук, І.О. Бистрова, С.С. Бакай, О.В. Боднар, Н.О. Єфремова, П.Т. Саблук, О.В. Олійник, А.І. Степанов, Ю.Л. Філімонов, О.М. Шпичак, О.В. Шубравська.