

УДК 633.15:632.954.631.8

**ЕНЕРГОЗАОЩАДЛИВІ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА ЗЕРНА КУКУРУДЗИ
НА ПОЛИВНИХ ЗЕМЛЯХ УКРАЇНИ**

Ківер Володимир Хомич, Онопрієнко Дмитро Михайлович

Дніпропетровський державний аграрно-економічний університет

Зміни, що відбуваються в цінах на основні енергоносії (газ, нафту, паливо-мастильні матеріали, електроенергію тощо), перетворюють проблему ефективного використання енергії в одну з найактуальніших областей наукових досліджень [1].

У зрошуваному землеробстві кукурудза належить до найбільш енергоємних культур. Технологія виробництва зерна цієї культури разом з використанням сонячної енергії споживає значну кількість енергоносіїв у вигляді насіння, мінеральних добрив, засобів захисту рослин від шкідників, хвороб і бур'янів, машин, палива тощо [2].

Оцінювати енергетичну ефективність технології вирощування будь-якої сільськогосподарської культури, окремі її складові потрібно на етапі їх розробки для того, щоб виробництву пропонувати найбільш енерго- і ресурсозбережні варіанти. Одночасно потрібні єдині інтегральні біоенергетичні оцінки розроблюваних заходів, причому не в грошовому вимірі (гривні, долари, євро та ін.), а в єдиному енергетичному еквіваленті. Цим вимогам відповідають розроблені нами раніше рекомендації [3].

У рекомендаціях наголошено, що для оцінки біоенергетичної ефективності технології вирощування кукурудзи необхідно використовувати такі показники:

- затрати сукупної енергії на 1 га;
- вихід з 1 га продукції в натуральному вимірі, валової і обмінної енергії;
- енергоємність виробництва одиниці споживчої вартості, енергетичний коефіцієнт, коефіцієнт енергетичної ефективності виробництва зерна;
- приріст валової енергії на 1 га.

Кількість енергії визначають у джоулях (Дж). Одиниці виміру енергії: Дж = 0,239 кал, Мега/Джоуль (МДж) = Дж · 10⁶; Гіга/Джоуль = Дж · 10⁹, Тера/Джоуль = Дж · 10¹².

Основні енергетичні еквіваленти затрат енергії на паливо й інші ресурси становлять: дизельне паливо – 52,8 МДж/кг; бензин – 545; вугілля – 32,7; природний газ – 49,5 МДж/кг; електроенергія – 12 МДж/кВт – годин. Зерно кукурудзи на 1 кг сухої речовини містить: валової енергії – 18,6 МДж, обмінної енергії – 14 МДж.

На наш погляд, для збільшення виробництва зерна кукурудзи на поливних землях велику увагу потрібно приділяти правильному добору гібридів. Гібриди кукурудзи, що відрізняються підвищеною холодостійкістю в початковій фазі росту і розвитку, є перспективними не тільки для північних зон сівби кукурудзи, але і для умов зрошуваного землеробства на Півдні і в Степу України.

Використання у виробничих умовах продуктивних гібридів, що характеризуються високим генетичним потенціалом і адаптивністю до вирощування в різних ґрунтово-кліматичних зонах, є вагомим фактором стабільного виробництва зерна в Україні. Тому для них необхідно створювати відповідний режим вирощування з використанням сучасних агротехнічних заходів [4].

Реакція на зрошення також є однією з важливих вимог до гібридів кукурудзи. В умовах глобального потепління клімату, що супроводжується підвищенням ефективних температур у період вегетації, одночасно супроводжується збільшенням транспірації рослин і фізичного випаровування вологи ґрунтом.

Ресурси вологи в зоні вирощування кукурудзи визначаються в основному, кількістю атмосферних опадів за рік. У Степу України, особливо під час вегетації рослин нерідко спостерігаються різної тривалості бездощові періоди, у тому числі один раз на два роки тривалістю більше 40 днів. Сумарне водоспоживання гібридів

кукурудзи в Степу України в різні за погодними умовами роки змінюється від 3700 до 6200 м³/га. За глибокого залягання рівня підґрунтових вод залежно від умов природного зволоження, кукурудзу поливають від двох до шести разів за сезон (зрошувальна норма варіює від 1400 до 4200 м³/га).

Гібриди кукурудзи неоднаково реагують на зрошення. Вирощуючи кукурудзу за інтенсивною технологією, доводиться враховувати не тільки абсолютну врожайність гібридів, але і витрату зрошувальної води на формування однієї тонни зерна, тому що подача її та рівномірний розподіл по полю вважаються енергоємними процесами в технології вирощування цієї культури [5].

Найвищі врожаї зерна отримують за умов, коли в період максимального водоспоживання вологість ґрунту перед поливом в активному шарі становить не нижче 70 % НВ на легких і середніх, а 80 % – на важких за гранулометричним складом ґрунтах. Однак рівень вологості ґрунту перед поливом не може бути критерієм ефективності зрошення того чи іншого гібрида. Більш повне відображення надає витрата зрошувальної води на одиницю врожаю. Було б доцільним за критерій районування гібридів на зрошуваних землях ввести коефіцієнт ефективності зрошення, що визначає витрату зрошувальної води на одиницю приросту врожаю від зрошення [2]. Його можна визначити за формулою

$$KEZ = M_3 / (U_3 - U_6),$$

де M_3 – зрошувальна норма, м³/га;

U_3 і U_6 – урожайність, відповідно, на зрошенні й без нього, ц/га.

При цьому вартість 1 м³ зрошувальної води щороку має тенденцію до підвищення із-за систематичного дорожчання електричної енергії, яку використовують для подачі і розподілу води. В останні роки вартість 1 м³ води для потреб зрошення збільшилася з 0,25–0,95 до 1,5–1,9 грн. Неважко підрахувати вартість тільки поливної води, поданої за сезон (у середньому 4,0–4,5 тис. м³/га), що сягає від 6 тис. до 8,5 тис. грн/га. Ось чому оцінка гібридів кукурудзи за окупністю додатковим урожаем кожного кубометра поливної води є досить своєчасною і актуальною.

Виробництво зерна кукурудзи на зрошуваних землях для його сушіння потребує енергії більше, ніж для цієї операції інші сільськогосподарські культури [6]. Тому першим заходом, що застосовують для зменшення енергоємності виробництва зерна кукурудзи, є вирощування гібридів, зерно яких висихає в полі до вологості, близької до кондиційної (13 %).

Як показує практика, урожайність є важливим, але не єдиним критерієм оцінки гібридів, що створюють селекціонери в наукових установах.

Було б неправильним вважати, що збільшення і стабілізація виробництва зерна кукурудзи на зрошуваних землях України буде і в подальшому базуватися тільки на послідовному збільшенні застосування добрив, засобів захисту рослин, механізації виробничих процесів та інших техногенних факторів.

За результатами наукових досліджень, опублікованими в наукових виданнях з проблем економії енергетичних ресурсів, у системі агротехнології формування врожаїв зернової кукурудзи, процеси інтенсифікації охоплюють не тільки окремі технологічні цикли або весь технологічний ланцюг, але і стосуються таких аспектів, як використання біокліматичних ресурсів природно-кліматичної зони шляхом оптимізації структури посівів і підбирання енергозберігаючих гібридів.

Головним напрямом в інтенсифікаційному виробництві зерна кукурудзи на поливі є не кількісні фактори інтенсифікації, а якісні, тобто підвищення окупності вкладених засобів і праці.

Енергозаощадлива технологія виробництва зерна кукурудзи на зрошуваних землях порівняно з інтенсивною (енергозатратною) характеризується низкою характерних особливостей.

По-перше. Для повного використання сприятливих для кукурудзи біокліматичних ресурсів південного регіону, а у зв'язку з глобальним потеплінням клімату центральних

і північних областей України, у структурі зернової групи на зрошуваних землях кукурудза, як високоврожайна культура, повинна займати не менше 50–75 % посівної площі. У спеціалізованих господарствах, де кукурудзу вирощують на зерно, перевагу потрібно надавати сівозмінам з короткою ротацією. Перспективними є 4–7-пільні сівозміни з 3–4 полями кукурудзи на зерно. Вирощування її в беззмінних посівах необхідно обмежувати 3–4 роками. Створення гібридів, що мають імунітет до поширених хвороб, розробка надійних засобів хімічного захисту від хвороб, шкідників і бур'янів дозволять у майбутньому збільшити термін беззмінності посівів.

По-друге. Районовані гібриди на зрошуваних землях південних і центральних областей не дозволяють у повній мірі використовувати багаті природні ресурси зони і технічні засоби інтенсифікації. Серед них значну питому частку займають середньопізні і пізньостиглі гібриди.

Агробіологічна і енергетична характеристика визріваючих у різний час гібридів свідчить про значні резерви економії енергоресурсів, особливо в разі досушування зерна після збирання врожаю (табл. 1).

Таблиця 1

Агробіологічна і енергетична характеристики різновизріваючих гібридів кукурудзи в умовах зрошення

Група стиглості гібрида	Сума ефективних температур до визрівання, С°	ФАО	Потенційна врожайність зерна 14%-вої вологості, т/га	Вологість зерна під час збирання, %	Вартість газу на сушіння зерна, грн/га*	Гібриди - стандарти
Ранньостиглі	900–1000	150–199	11,0	14–17	200–275	Дніпровський 181СВ
Середньоранні	1100	200–299	12,0	14–17	300–360	Хмельницький
Середньостиглі	1150	300–399	13,0	20–22	790–1040	Моніка 350МВ
Середньопізні	1200	400–499	14,0	22–30	1120–2240	Бистриця 400МВ
Пізньостиглі	1250–1300	500–599	15,0	30–35	2400–3750	-

*Вартість природного газу прийнята в цінах 2011 року.

Тільки за рахунок правильного вибору гібридів можна зменшити енергоємність технології приблизно на 10–15 тис. МДж/га обмінної енергії, що еквівалентно врожаю зерна не менше 8–12 ц/га.

По-третє. У системі основного, передпосівного і міжрядного обробітку ґрунту є можливість знизити інтенсивність механічних розпушувань. На чорноземах звичайних замість глибокої оранки плугами на глибину 25–27 см доцільно застосовувати чизелювання на таку саму глибину. Це дає можливість зекономити 7–8 л/га дизельного палива і надійно захищати ґрунт від водної (іригаційної) ерозії.

У зрошуваних сівозмінах після кукурудзи, під яку проводили оранку, протягом 2–3 років ефективніше вирощувати кормові культури суцільного посіву (жито озиме на зелений корм, люцерну тощо) за неглибокого (10–12 см) обробітку ґрунту. Це дозволяє економити від 60 до 80 л/га палива в сівозміні.

На каштанових ґрунтах позитивні результати в системі основного обробітку ґрунту забезпечує чередування звичайної оранки на глибину 20–22 см з глибокою (28–30 см). За високої забур'яненості зрошуваних полів, незважаючи на застосування ефективних гербіцидів, плоскорізний обробіток, як глибокий, так і неглибокий, себе не виправдовує.

У системі обробітку ґрунту перед сівбою використання потужних колісних тракторів призводить до надмірного переущільнення не тільки орного, але і більш

глибоких шарів ґрунту, що в декілька разів знижує його водопроникність, і, як наслідок, по слідах ходових систем цих тракторів знижується врожайність зерна на 0,6–0,7 т/га. Таким чином, на обробіток ґрунту перед сівбою колісні трактори потрібно замінювати гусеничними.

За сприятливих ґрунтових режимів посівного шару, а на вирівняному з осені зябу навесні першу культивуацію варто замінити двома боронуваннями, що дозволить економити не менше 4 л/га рідкого палива. На важких за гранулометричним складом ґрунтах замість культивації перед сівбою на 10–12 см ефективним є чизелювання на глибину 18–20 см з коткуванням.

Повне виключення міжрядного обробітку зрошуваної кукурудзи спричиняє негативні наслідки, хоча можливості мінімізації розпушування міжрядь все ж є. Найефективнішим прийомом догляду за міжряддями вважають нарізання поливних борозен на 16–18 або 18–20 см у фазу 8–10 листків, що дає можливість не обробляти міжряддя в інші строки. У результаті з'являються реальні можливості в системі основного, передпосівного і міжрядного обробітку ґрунту знизити витрати палива на 10–12 л/га.

По-четверте. Енергозощадлива технологія вирощування кукурудзи на зерно в післяукісних і післяжнивних посівах базується на заміні звичайної і глибокої оранки неглибоким обробітком на 10–12 або 14–16 см, поверхневим обробітком до 8 см, а також прямою сівбою післяжнивної кукурудзи безпосередньо в стерню. Використання насіння високопродуктивних ранньостиглих і середньоранніх гібридів, оптимальної густоти рослин (70–80 тис./га), підтримання раціонального водного режиму і принципу високої окупності внесених мінеральних добрив дозволяють додатково одержувати 6–8 т/га стиглого зерна.

По-п'яте. Внесення з поливною водою макро- і мікродобрив, меліорантів зводить до мінімуму або дозволяє повністю виключити проходи по полю енергонасичених тракторів з причепами, обприскувачами, розкидачами добрив та іншими технічними засобами, що деформують ґрунт [7]. Переваги і недоліки цього способу внесення мінеральних добрив розглянуті в монографії і в наших наукових роботах [1, 2, 8].

Строки і норми подачі поживних речовин за удобрювального зрошення залежать від біологічної потреби кукурудзи і запрограмованого рівня її врожайності.

Основою удобрювального зрошення є вегетаційні поливи, а строки проведення першого з них співпадають з критичним періодом по відношенню рослин кукурудзи до вологи, який співпадає і з максимальним споживанням елементів мінерального живлення [2].

Для фертигації розроблені спеціальні дозуючі пристрої (гідропідживлювачі), що забезпечують внесення добрив у потік поливної води. Удобрювальне зрошення необхідно проводити на вирівняних полях без значних уклонів (не більше 0,05). На схилених землях або за сильного вітру можливі значні відхилення у розподілі добрив по площі ділянки. Для фертигації вибирають поля з глибиною підґрунтових вод не менше 1 м на суглинистих та 1,5 м – на піщаних ґрунтах. Це необхідно для попередження змикання поливних вод з підґрунтовими і забруднення навколишнього середовища [1].

Досліди і практика показали, що для проведення фертигації кращими є ранкові, вечірні і нічні години, оскільки за високої інтенсивності сонячної інсоляції і підвищеної температури вдень рослини можуть отримати опіки.

У наших дослідженнях, результати яких пригадувалися вище, доведено агрономічні і економічні переваги гербігації, що дають підстави рекомендувати її для застосування як невід'ємний елемент агротехнології кукурудзи на поливних землях.

По-шосте. Важливим елементом технології вирощування кукурудзи на зрошуваних землях є режим зрошення, під яким розуміють правильно і обґрунтовано розподілені в часі кількість, норми і строки поливів сільськогосподарської культури, що забезпечують оптимальний водний режим ґрунту протягом вегетаційного періоду.

Одним із важливих резервів економії води є вдосконалення режимів зрошення. Проведеними численними дослідженнями встановлено, що вирішувати проблему економного використання зрошувальної води можна різними методами. Серед основних можна зазначити такі методи є: диференціація нижньої межі вологості перед поливом і глибини зволоження ґрунту по періодах росту і розвитку рослин з урахуванням біологічних особливостей кукурудзи; скорочення поливної норми на прогнозовану величину атмосферних опадів у міжполивний період; мобілізація біологічних ресурсів рослин; регулювання фітотемператури рослин.

У табл. 2 представлені результати польових досліджень В.А. Писаренка, Д.Р. Йокіча, Є.Я. Григоренко з пізньостиглими гібридами кукурудзи в південному Степу України [9].

Таблиця 2

**Вплив диференційованих режимів зрошення на продуктивність кукурудзи
(середнє за 1973–1984 рр.) [9]**

Вологість ґрунту перед поливом, % НВ	Кількість поливів	Зрошувальна норма, м ³ /га	Врожайність зерна, ц/га	Окупність поливної води, кг/м ³
Без зрошення	-	-	42,9	-
80–80–80	5,2	2170	91,6	2,2
70–80–70	3,7	1930	89,7	2,4
60–80–60	2,6	1470	89,4	3,2

Вегетаційний період розділяли на три частини. Перша: поява сходів–утворення 15-го листка до критичного періоду; друга: 15-й листок–формування зерна (критичний період); третя: формування зерна–молочна стиглість зерна. Розрахункова глибина зволоження відповідно становила 0,5; 0,7; 0,7 м.

У середньому за 12 років застосування перемінних рівнів вологості ґрунту за схемою 60–80–60 % НВ забезпечувало, порівняно з постійною вологістю ґрунту перед поливом 80 % НВ протягом вегетації, скорочення кількості поливів на 2,6 і зрошувальної норми на 700 м³/га, або на 32 %, без суттєвого зниження врожаю зерна. При цьому окупність поливної води була на 1 кг більше, ніж за оптимального режиму зрошення [9].

По-сьоме. На завершальному етапі технологічного циклу виробництва зерна кукурудзи – збирання, зберігання і використання врожаю також є резервом зниження енергоємності. Наприклад, двофазне збирання зернової кукурудзи дозволяє зекономити не менше 6 л/га рідкого палива, а в умовах консервування кожної тонни вологого зерна зберігається 30–40 л палива.

Можна зробити висновок, що сучасні агротехнології виробництва зерна кукурудзи на зрошуваних землях у Степу України характеризуються високою енергоємністю із-за використання завищених доз добрив, дорогих засобів хімізації, великої кількості поливної води, енергонасичених посівних і збиральних засобів механізації виробничих процесів у рослинництві.

Постійно зростаючі ціни на основні види енергоносіїв (газ, нафту, електроенергію, паливно-мастильні матеріали тощо) перетворюють проблему ефективного використання енергії в агротехнології зернової кукурудзи в провідну галузь наукових досліджень.

Наявний науковий потенціал, сучасні методологічні підходи до поетапної оцінки всього технологічного циклу формування врожаю зерна кукурудзи і практичний досвід свідчать про значні наявні резерви зниження енергоємності цієї культури. Оптимізація гібридного складу, в тому числі збільшення питомої частки у структурі посівів ранньостиглих і середньоранніх гібридів до 37–40 %, мінімалізація обробки ґрунту, внесення з поливною водою засобів хімізації (хімігація), застосування водозаощадливих режимів зрошення, використання енергоекономних посівних,

поливних, збиральних і транспортних засобів механізації, дозволяють знизити енергозатрати на виробництво зерна кукурудзи на зрошенні мінімум на 35–40 %, перетворивши в такий спосіб інтенсивну енергозатратну технологію вирощування в енергозощадливу.

Список літературних джерел

1. Ківер В.Х. Фертигація і гербігація в зрошуваному землеробстві України: монографія / В.Х. Ківер, Д.М. Онопрієнко. – Херсон: Грінь Д.С., 2016. – 148 с.
2. Кивер В.Ф. Энергосберегающая технология возделывания кукурузы на орошаемых землях / В.Ф. Кивер – К.: Урожай, 1988. – 120 с.
3. Кивер В.Ф. Методические рекомендации по биоэнергетической оценке технологии возделывания кукурузы / Кивер В.Ф., Бакай С.С., Рыбка В.С. – М., 1988. – 50 с.
4. Пашенко Ю.М. Адаптивні і ресурсозбережні технології вирощування гібридів кукурудзи: монографія / Пашенко Ю.М., Борисов В.М., Шишкіна О.Ю. - Дніпропетровськ: АРТ-ПРЕС, 2009. – 224 с.
5. Ківер В.Х. Зниження витрат енергоресурсів при вирощуванні запрограмованих урожаїв кукурудзи за інтенсивною технологією в умовах зрошення / В.Х. Ківер, В.М. Куниця // Вісник аграрної науки. – 1993. – № 9. – С. 14–20.
6. . Науменко А.И. Методические рекомендации по обработке, сушке и хранению семян родительских форм гибридов кукурузы при промышленном семеноводстве / Науменко А.И., Кирпа Н.Я., Куприянов К.В – М., 1990.–70 с.
7. Куниця В.М. Потребление основных элементов питания при выращивании запрограммированных урожаев кукурузы в условиях орошения Степи Украины / В.М. Куниця, В.Т. Пашова // Использование удобрений при интенсивных технологиях возделывания сельскохозяйственных культур. – Днепропетровск, 1990. – С. 69 – 75.
8. Ківер В.Х. Вплив фертигації на продуктивність рослин і якість зерна кукурудзи / В.Х. Ківер, Д.М. Онопрієнко // Вісник аграрної науки. – 2010. – № 8. – С. 56–59.
9. Писаренко В.А. Ефективність водозберігаючих режимів зрошення сільськогосподарських культур / В.А. Писаренко // Таврійський наук. вісник. – Херсон: Айлант, 2004. – Вип. 32. – С. 150 – 154.

УДК 628.1.033:613.8

ЯКІСТЬ ПИТНОЇ ВОДИ ТА ЇЇ ВПЛИВ НА ЗДОРОВ'Я НАСЕЛЕННЯ

*Клименко М. О. доктор с.-г. н., професор, **Каськів М.В. канд. біол. Наук. **Хмеляр І.М. канд. пед. наук

*Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне
**Рівненський державний медичний коледж, м. Рівне

Актуальність теми: Водні ресурси – безцінний скарб кожної країни, від якого залежить рівень життя та здоров'я людей. Людині потрібна чиста, високоякісна прісна вода. Як відомо, стан організму людини залежить від повітря, способу життя, якості продуктів харчування, а також питної води. Наявність у воді сполук заліза та інших токсичних речовин можуть спричинити масові отруєння.

Нині актуальною проблемою залишається водопостачання якісною водою населення селібетних територій, адже підґрунтові води не завжди відповідають діючим стандартам і санітарним нормативним вимогам до питної води [1-3].

Вода поверхневих водоймищ для господарсько-питного водопостачання на території м. Рівне не використовується, а населення споживає виключно підземні води, які продовжують залишатися надійним джерелом водопостачання. При проведенні аналізу якості питної води нами досліджувався додатковий показник (залізо), який є проблемним для нашої області.