

вані відповідно до державного стандарту. Своєчасне збирання врожаю, уникнення перестою на корені, попередження механічного травмування насіння, післязбиральна обробка суттєво зменшують розвиток патогенної та цвільової мікрофлори.

Збирання кукурудзи на зерно проводять з обмолотом качанів і без обмолоту. Першим способом слід починати збирання при вологості зерна не більше 40%, другим способом – не більше 30%. В останні роки у північній підзоні Степу збільшилися площі посівів ранньостиглих і середньоранніх гібридів. Порівняно із середньостиглими та середньопізніми гібридами у них менша

передзбиральна вологість зерна, тому потребують менших витрат на доробку і сушіння зерна. Тривалість збирання одного гібрида не повинна перевищувати 5–7 днів.

Качани кукурудзи цукрової починають збирати у фазу молочно-воскової стиглості (молочний стан зерна). Після збирання качани необхідно відразу використовувати або закладати на зберігання. За першу добу після збирання за температури 30 °С до 50% цукру в качанах перетворюється на крохмаль, за температури 10 °С – 15%, а за температури 2 °С качани кукурудзи цукрової можна зберігати до 2 тижнів (Книш, Беліков, 2018).

### 5.3. Біоенергетична оцінка агротехнології кукурудзи за умов зрошення

О.Л. Семенченко

**А**грарії завжди радо впроваджують нові технології, зокрема вирощування кукурудзи на поливі. З 2012 року активно почали вирощувати кукурудзу на краплинному та зрошенні дощуванням. Більшість господарств завдяки цьому одержали різке збільшення урожайності (в середньому на зерно до 150 ц/га; цукрову та овочеву продукцію – до 60 ц/га). Регіони вирощування кукурудзи на Україні за зволоженням розподіляються на три зони:

1. *Зона достатнього зволоження для кукурудзи* (Закарпатська, Львівська, Тернопільська, Хмельницька області), де лімітуючим фактором є тепло та кількість ФАО, а опадів достатньо для формування 100–120 ц/га кукурудзи.
2. *Зона нестійкого зволоження для кукурудзи* (Дніпропетровська, Кіровоградська, Черкаська), де опади є головним лімітуючим фактором і урожайність прямо корелює з кількістю опадів за сезон (у

посушливі роки в межах до 50 ц/га, в дощові – 100–110 ц/га).

3. *Зона стабільно недостатнього зволоження для кукурудзи.* (Крим, Херсонська, Запорізька, Одеська та частина Миколаївської області). В цих областях атмосферних опадів недостатньо для формування врожаю кукурудзи, тому її вирощують виключно на поливі.

Доцільно вирощувати кукурудзу на поливі за таких умов:

- зона недостатнього зволоження;
- наявність якісної поливної води;
- система поливу (краплинне зрошення або дощування, кожна з яких має свої переваги та недоліки).

Співвідношення накопиченої товарною продукцією енергії до енергії, витраченої на її виробництво, є універсальним енергетичним показником, що точно враховує енергію, яка

накопичується в різних засобах виробництва і, зокрема, у виробленій продукції, та власне прямі витрати енергії на агротехнологічні операції та процеси під час вирощування. Постійні зміни енергетичних умов виробництва сприяють виникненню нових агротехнологій, які впроваджуються у кілька етапів:

- визначення найбільш енергозатратних засобів технології (шляхом підрахунку: загальних витрат енергії на виробни-

цтво, енергоємності врожаю та коефіцієнта біоенергетичної ефективності);

- аналіз найбільш енергоємних елементів та визначення резервів, за рахунок яких енерговитрати знизяться;
- розроблення і впровадження нових заходів, метою яких є зниження витрат енергії на виробництво, одночасно із забезпеченням приросту врожаю основної продукції (табл. 5.11).

Таблиця 5.11

### Групи агротехнологічних заходів за енерговитратністю

Група витрат	Агротехнологічні заходи та їх елементи	Енергетичні витрати, МДж/га	Енергетичний бюджет	Екологічна оцінка
I	Високопродуктивні гібриди і сорти, строки та способи сівби, допосівна обробка насіння, схеми сівби, строки збирання врожаю, сівозміни	відсутні	Підвищення накопичення енергії в урожаї без додаткового використання енергоресурсів	безпечні
II	Основний, передпосівний обробітки ґрунту, сівба, коткування	незначні	Підвищення накопичення енергії в урожаї за додаткового використання енергоресурсів	безпечні
III	Догляд за посівами (міжрядні обробітки, формування густоти рослин, підживлення, полив)	середні	.*-	безпечні
IV	Добрива та пестициди	високі	.*-	небезпечні
V	Збирання та післязбиральна обробка продукції	дуже високі	Додаткові витрати енергоресурсів без підвищення накопичення енергії в урожаї	безпечні

При аналізі біоенергетичної ефективності виробництва кукурудзи на поливі слід враховувати не тільки її калорійність, а й біохімічний склад. Зважаючи цю особливість

для об'єктивності оцінки агротехнології використовуємо коефіцієнт споживної цінності (табл. 5.12).

Таблиця 5.12

### Енергетична і споживна цінність кукурудзи

Підвид кукурудзи (за напрямом використання)	Вміст сухої речовини, %	Енергетична цінність сухої речовини, МДж/кг	Коефіцієнт споживної цінності
Кукурудза високолізінова	86	15,14	44
Кукурудза на продовольче зерно	86	15,14	43
Зубоподібна кукурудза	86	15,14	43
Кукурудза консервована цукрова (овочева)	61	16,9	40
Кукурудза свіжа в початках молочної стиглості, цукрова (овочева)	61	16,9	40

Ефективність енерговитрат у технології вирощування кукурудзи на поливі характеризується коефіцієнтом біоенергетичної ефективності, який розраховують за формулою:

$$K = \frac{Q_H}{Q_B} \cdot f,$$

де  $K$  – коефіцієнт біоенергетичної цінності;  
 $Q_H$  – енергія, накопичена господарсько-цінною часткою врожаю, МДж/га;  
 $Q_B$  – сукупна енергія, витрачена на виробництво продукції, МДж/га;  
 $f$  – коефіцієнт споживної цінності (див. табл. 5.12).

Сукупні енерговитрати ( $Q_B$ ) розраховують за формулою:

$$Q_B = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5 + Q_6 + Q_7 + Q_8 + Q_9,$$

де  $Q_1$  – витрати енергії на основні засоби виробництва, МДж /га;  
 $Q_2$  – витрати енергії на всі види паливних і мастильних матеріалів, МДж/га;  
 $Q_3$  – витрати енергії на всі види добрив, МДж /га;  
 $Q_4$  – витрати енергії на воду, МДж /га;  
 $Q_5$  – витрати енергії на насіння, МДж /га;  
 $Q_6$  – витрати енергії на пестициди, МДж /га;  
 $Q_7$  – витрати енергії, вкладеної трудовими ресурсами МДж /га;  
 $Q_8$  – витрати енергії на ручний інвентар, МДж /га;  
 $Q_9$  – витрати електроенергії, МДж/га.

Для розрахунку даних витрат користуються технологічними картами вирощування, збирання та післязбиральної обробки і транспортування продукції. Розрахунки витрат сукупної енергії на основні засоби виробництва ( $Q_1$ ) – трактори, с/г машини та обладнання, задіяне в агротехнології, проводять за технологічною картою. Приклад розрахунку кукурудзи на поливі наведено в табл. 5.13.

Витрати сукупної енергії на ПММ розраховуємо за даними технологічних карт та технічних характеристик задіяної техніки (табл. 5.14).

Витрати сукупної енергії на пестициди, насіння, воду та добрива ( $Q_3, Q_4, Q_5, Q_6$ ) обчислюємо множенням кількості витрачених добрив, води, насіння та агрохімікатів на енергетичний еквівалент та сумуємо (табл. 5.15).

Орієнтовно розраховано за такою системою захисту від бур'янів: (ланнат – 1 кг /га, титус плюс – 0,385 кг /га, аканто плюс – 0,6 л /га), хвороб: (стомп 3330–5 л /га, серто плюс – 0,2 кг /га + ПАР цитоветт про –0,2 л /га та ретенго – 0,5 л /га).

Визначення витрат сукупної енергії, вкладеної трудовими ресурсами ( $Q_7$ ), – це використання енергетичних еквівалентів, що розроблені за комплексом елементів. Орієнтовні витрати сукупної енергії, вкладеної трудовими ресурсами в агротехнології кукурудзи на поливі, наведено в табл. 5.16.



Таблиця 5.14

**Орієнтовні витрати сукупної енергії на паливно-мастильні матеріали  
за вирощування кукурудзи на поливі**

Марка с.-г. машини	Час роботи, год/га	Потужність двигуна, к.с.	Питома витрата палива 1 к.с., кг/год	Загальна витрата палива кг/га	Витрати сукупної енергії, МДж/кг
Т-150	2,14	150	0,185	59,38	3135
МТЗ-80	2,86	75		39,68	2096
МТЗ-82	0,88	80		70,4	3717
КАМАЗ-5320	0,92	210		35,74	1887
ДОН-1500 Б	0,4	178		13,17	696
Всього				218,37	11531

Таблиця 5.15

**Орієнтовні витрати сукупної енергії на добрива, воду, насіння та пестициди за вирощування  
кукурудзи на поливі**

Оборотні засоби виробництва	Витрата, кг/га, м <sup>3</sup> /га	Енергетичний еквівалент, МДж/кг, МДж/м <sup>3</sup>	Витрати сукупної енергії, МДж/га
Добрива:			
азотні	60 (за д.р.)	29,95	1797
фосфорні	60 (за д.р.)	5,8	348
калійні	60 (за д.р.)	3,32	199,2
Всього			2344,2
Вода	1700	2,10	3570
Насіння	10	18,70	187
Всього			3757
Гербициди:			
змочувані порошки	1,385	175,3	350,4
концентрат емульсії	0,6	62,6	37,6
Всього			281
Фунгіциди:			
змочувані порошки	0,2	36,3	7,3
концентрат емульсії	5,7	166,15	947
Всього			954

Сумарні витрати праці трактористами і польовими робітниками розраховують за технологічною картою у перерахунку на 1 га, витрати праці на ремонтних роботах ста-

новлять 25% від витрат трактористів, інженерно-технічних робітників – 13,5% від суми витрат трактористів, польових і ремонтних робітників.

Таблиця 5.16

**Орієнтовні витрати сукупної енергії, вкладеної трудовими ресурсами  
за вирощування кукурудзи на поливі**

Категорія працівників	Витрати праці, люд.-год./га	Енергетичний еквівалент, МДж/люд.-год.	Витрати сукупної енергії, МДж/га
Трактористи	68,52	60,8	4166
Польові робітники (ручна праця)	105,2	8,3	3504,7
Ремонтні робітники	14,63	41,8	611
Інженерно-технічні робітники	66,80	67,0	4479
Всього:			12761

Витрати електроенергії ( $Q_9$ ) – на основі всіх технологічних операцій, за яких використовується електродвигуни, їх потужність, змінна норма виробітку та час роботи (табл. 5.17).

Таблиця 5.17

**Орієнтовні енергетичні витрати на електроенергію за вирощування кукурудзи на поливі**

Технологічна операція	Потужність електро-двигуна, кВт	Час роботи агрегату, год./га	Витрата електро-енергії, кВт/год.	Енергетичний еквівалент, МДж/кВт/год.	Витрати енергії, МДж/га (4*5)
Протруєння насіння	0,5	0,03	0,02	12,0	0,2
Післязбиральна обробка кукурудзи	38	8,32	316,16	12,0	3793,9
Всього:					3794,1

Виходячи з розрахованих витрат енергії, сукупні витрати на вирощування кукурудзи на поливі дорівнюють:

$$Q_v = 14379842 (14344420 + 11531 + 2344 + 3757 + 281 + 954 + 12761 + 3794).$$

Оскільки продукція рослинництва не повною мірою використовується людиною, тому вміст енергії у вигляді органічної речовини розраховують у господарсько-цінній частці урожаю за формулою:

$$Q_n = \frac{Y \cdot \lambda \cdot q}{100},$$

де  $Q_n$  – енергія, накопичена господарсько-цінною часткою врожаю;  
 $Y$  – урожайність товарної продукції, кг/га;  
 $\lambda$  – вміст сухої речовини в зерні, %;  
 $q$  – вміст енергії в 1 кг сухої речовини (табл. 5.18).

Таблиця 5.18

**Енергія, накопичена господарсько-цінною часткою врожаю кукурудзи на поливі**

Підвид кукурудзи (за напрямом використання)	Урожайність основної продукції, кг/га	Енергія, накопичена господарсько-цінною часткою врожаю ( $Q_n$ ), МДж/га (кг)
Кукурудза високолізінова	11000	14568400
Кукурудза на продовольче зерно	11000	14568400
Зубоподібна кукурудза	11000	14568400
Кукурудза консервована цукрова	6000	5160600
Кукурудза свіжа в початках молочної стиглості, цукрова	6000	5160600

Таблиця 5.19

**Коефіцієнт біоенергетичної ефективності агротехнології вирощування кукурудзи на поливі**

Підвид кукурудзи (за напрямом використання)	К
Кукурудза високолізінова	45
Кукурудза на продовольче зерно	43
Зубоподібна кукурудза	43
Кукурудза консервована цукрова	24
Кукурудза свіжа в початках молочної стиглості, цукрова	24

На основі вищевикладеного визначаємо біоенергетичну ефективність вирощування кукурудзи на поливі  $\left( K = \frac{Q_H}{Q_B} \cdot f \right)$ , яка пока-

зує високий коефіцієнт (табл. 5.19) ефективності вирощування (від 24 до 45).

## 5.4. Особливості технології вирощування соняшнику

Ю.І. Ткаліч, В.І. Козечко, Ю.М. Рудаков

**С**оняшник – головна олійна культура в Україні, на його долю припадає до 90% виробництва олії. Посівні площі її коливаються в межах 5,0–6,0 млн га і переважно розміщені в 10 степових і лісостепових областях. За даними (2018), площі під соняшником зростають з року в рік. Наприклад, від 1641 тис. га у 1992 р. до 6034 тис. га у 2017 р. Урожайність соняшнику у 2015 році в середньому по країні становила 1,9 т/га. За даними карти «Урожай Онлайн-2017», аграрії країни зібрали у 2017 році 11,9 млн тонн соняшнику з площі 5,92 млн га. При цьому урожай-2016 культури становив 13,6 млн тонн. Вирощування культури економічно доцільне, тому що виробництво рослинної олії в 10–20 раз дешевше, ніж виробництво тваринних жирів. З одного гектара соняшнику можна одержати 1 т олії і до 1 т білка, вартість якого також у 5–10 разів менша, ніж вартість білка мікробіологічного синтезу. Тому для отримання високих врожаїв соняшнику необхідно дотримуватися комплексу технології вирощування, з урахуванням особливостей вирощування культури.

**Крупність насіння.** Про вплив крупності насіння на продуктивність соняшнику опубліковано багато наукових статей. Більшість з них свідчать про те, що всі кондиційні фракції, незалежно від маси 1000 шт. насіння, дають однакову врожайність. Так, у Ф.А. Шепетіного, І.І. Чалого, В.Т. Шелкоуденка (1984) біологічно рівноцінним було насіння всіх фракцій розміром більше 3 мм. У сортів вітчизняної селекції для посіву рекомендувалося брати насіння з масою 1000 шт. не менш 50 г, так як вони не розрізнялися за врожайними властивостями (Белевцев, 1963; Благодир, Севастьянова, 1974). Для умов США не виявлено відмінностей у врожайності потомства з насіння масою 1000 шт. у межах 39–80 г, в Аргентині – 40–70 г. Тому деякі дослідники називають нижню межу крупності насіння соняшнику – 40 г. Верхня межа крупності не встановлена, хоча найбільші насінини не завжди найурожайніші (Строна, 1966; Фірсова, 1993; Ткалич, Мамчук, 2008).

За результатами досліджень ВНДІ олійних культур, П.Г. Семіхненко (1976) при-