

Дослідження енергоємності технологічних операцій догляду за посівами кукурудзи

В.Ю. Ільченко, професор
М.І. Ролдугін, кандидат технічних наук
Н.О. Кучмій, здобувач

Викладено методику і результати розрахунку енергетичної структури витрат енергії різними МТА. Встановлено найменші та найбільші витрати енергії на першій міжрядній обробці посівів кукурудзи, витрати енергії під час внесення гербіцидів агрегатами з обприскувачем.

Паралельно з іншими факторами, які визначають урожайність кукурудзи, боротьбі з бур'янами в технології вирощування цієї культури приділяють велику увагу. Роботу з ліквідації бур'янів у посівах кукурудзи починають відразу після сівби і ведуть протягом усього періоду вегетації.

Розрізняють методи механічної і хімічної боротьби. Механічне знищення бур'янів забезпечує одноразове боронування посівів до появи сходів або одно- чи двократно на початку фази розвитку культурних рослин зубовими боронами БЗСС-1,0, з'єднаними зчіпкою С-11У, С-18А, СП-16, СГ-21 в агрегаті з тракторами МТЗ-80, ДТ-75М або Т-150.

Хімічні методи боротьби проводять шляхом внесення робочих розчинів ґрунтових і страхових гербіцидів. Ґрунтові гербіциди вносять на поверхню ґрунту з подальшим загортанням їх сумісно з передпосівною культивуацією. Страхові гербіциди вносять у період вегетації основної культури, у визначену фазу її розвитку. Для внесення робочих розчинів використовують обприскувачі ОП-2000, QF-1500 (Brandt) та ін.

Наступний догляд припадає на проведення міжрядного обробітку, відповідно до ширини міжрядь, культиваторами КРН-4,2, КРН-5,6, КРН-8,4 в агрегаті з тракторами МТЗ-80, ЮМЗ-8070, ЮМЗ-8073, а також з енергонасиченими тракторами ХТЗ-16131, ХТЗ-17021.

Однак наявні методи проектування технологічних операцій не передбачають визначення енергоємності технологічних операцій міжрядного обробітку кукурудзи.

Потреба в енергетичній оцінці технологічних операцій виникла в умовах ринкових відносин у сільськогосподарському виробництві, коли має місце енергетична оцінка як процесу виробництва продукції, так і догляду за посівами кукурудзи (перший міжрядний обробіток, другий, третій міжрядні обробіки із присипанням та внесенням гербіцидів).

Дослідники [1–4] енергетичної оцінки технологічних операцій і технології виробництва сільськогосподарських культур вважають, що суть енергетичної оцінки технологічних процесів і операцій визначається

відношенням кількості одержаної енергії до кількості витраченої. Чим більше одержаної енергії, порівняно з витраченою, тим кращий результат. При складанні технологічних карт проводять вибір агрегату за продуктивністю та витратою палива. Перевага нашого методу – оцінка окремо кожної операції за енерговитратами. Кінцевий результат – вибір найбільш ефективного агрегату (найменш енергоємного). Ці розрахунки проводять окремо для кожної операції технологічної карти, і одержані результати заносять до однієї технологічної карти.

Енергетична оцінка агрегатів для міжрядних обробітків ще не проводилася. Таких даних немає. Для того, щоб дати в цілому оцінку технологічному процесу вирощування кукурудзи, потрібно обґрунтувати витрат енергії по окремих операціях. Враховується обґрунтування витрат енергії по міжрядному обробітку кукурудзи. Міжрядний обробіток з присипанням обмежується швидкістю прийому для уникнення присипання маленьких рослин. Продуктивність залежить від швидкості руху агрегату прямо пропорційно (у разі збільшення швидкості підвищується продуктивність). На енергетичні витрати впливає продуктивність нашого агрегату: чим менша продуктивність, тим більші енерговитрати.

Метою даної роботи було обґрунтування енергоємності технологічних операцій догляду за посівами кукурудзи.

Первинними даними для обґрунтування складу МТА є змінні норми виробітку ($W_{зм}$) та витрати палива (g_{ca}), оскільки ми розраховуємо енергоємність операцій наведених варіантів.

Усі розрахунки ведуть на 1 га. Кількість годин роботи МТА, щоб підрахувати енергоємність кожного агрегату з різною продуктивністю, для обробітку 1 га визначають за формулою

$$H_{год} = 7 / W_{зм}$$

Енергоємність машинного агрегату складає, МДж

$$E_{ма} = H_{год} (\alpha_{ез} + \alpha_3 + \alpha_{сгм}),$$

де $\alpha_{ез}$, α_3 , $\alpha_{сгм}$ – енергетичний еквівалент відповідно енергетичного засобу, зчіпки, с.-г. машини, МДж/год [1, 2].

Якщо енергетичних еквівалентів окремих тракторів та с.-г. машин за годину роботи немає, то їх можна підрахувати так:

$$\alpha_{ез} = M_{ез} \cdot \alpha_{м1},$$

де $M_{ез}$ – маса енергетичного засобу чи с.-г. машини, кг;

$\alpha_{м1}$ – енергетичний еквівалент 1 кг маси, МДж/кг·год.

Енергоємність палива дорівнює, МДж/га

$$E_{пал} = H_{пал} \cdot \alpha_n,$$

де $H_{пал}$ – норма витрати палива; визначають за нормативами, кг/га [3, 4];

α_n – енергетичний еквівалент палива; $\alpha_n = 79,5$ МДж/кг.

Витрати праці механізатора

$$Z_{мех} = n_{мех} / W_{год},$$

де $n_{мех}$ – чисельність механізаторів, які обслуговують агрегат в одну зміну.

Витрати праці допоміжних працівників складуть

$$Z_{дон} = n_{дон} / W_{год},$$

де $n_{доп}$ – чисельність допоміжних працівників, які обслуговують агрегат в одну зміну.

Загальні витрати праці людини (люд.-год/га) під час роботи агрегату в одну зміну обчислимо за формулою

$$Z_{пл} = Z_{мех} + Z_{доп}$$

Енергоємність праці людини (МДж/га) можна записати як

$$E_{пл} = Z_{мех} \cdot \alpha_{мех} + Z_{доп} \cdot \alpha_{доп}$$

Енергетичний еквівалент праці людини за існуючими даними [1, 2] складає для механізатора $\alpha_{мех} = 43,4$ МДж/люд.-год.

Загальні витрати енергії на виконання технологічної операції дорівнюватимуть

$$E_z = E_{ма} + E_{нал} + E_{пл}.$$

Розрахунки проведені для кожного складу агрегату з метою виконання міжрядних обробітків другого і третього з присипанням та боронування посівів кукурудзи. Водночас виявлені агрегати з найменшою енергоємністю (табл.1).

Результати досліджень енергоємності першого міжрядного обробітку посівів кукурудзи наведені в табл. 1

1. Дослідження енергоємності першого міжрядного обробітку посівів кукурудзи

Варіант	Склад агрегату	Витрата палива, кг/га	Продуктивність за зміну, га/зм	Затрати праці, год	Маса, кг		Енергоємність, МДж/га				
					трактора	с.-г. машини	трактора	с.-г. машини	палива	праці людини	операції
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Перший міжрядний обробіток											
1	ЮМЗ-8070 +КРН-5,6	2,2	16,7	0,42	4225	1300	43	28	175	18	264
2	МТЗ-80 +КРН-5,6	2,9	21	0,33	3160	1300	26	22	237	14	299
3	ЮМЗ-8073 +КРН-5,6	2,9	16,3	0,42	4079	1300	42	28	237	19	326
4	ЮМЗ-8271 +КРН-4,2	3,7	13,0	0,54	1059	444	57	24	297	23	401
5	ХТЗ-17021 +КРН-8,4	4,6	26,3	0,26	8700	2114	56	29	369	12	466
6	ХТЗ-16131 +КРН-8,4	5,0	21,4	0,33	8350	2142	66	36	369	15	513
Другий і третій обробітки з присипанням											
1	Т-40АМ +КРН-4,2	2,2	13,4	0,52	2660	871	33	23	175	22	253
2	МТЗ-80 +КРН-5,6	2,3	17,4	0,40	3160	1300	31	27	185	17	260
3	Т-70С +КРН-5,6	2,3	17,4	0,40	4400	1300	43	27	185	17	272
4	ЮМЗ-8073 +КРН-5,6	2,8	18,3	0,38	4079	1300	38	25	224	17	304
5	ЮМЗ-8070 +КРН-5,6	2,8	18,3	0,38	4225	1300	39	25	224	17	305
6	Т-70С +КРН-4,2	2,6	13,4	0,52	4400	871	56	23	211	23	313

7	T-70C+ КРН-8,4	3,1	21,3	0,33	4400	2142	35	36	250	14	335
8	ЮМЗ-8271 +КРН-4,2	3,8	13,8	0,51	4360	871	54	22	303	22	401
9	ХТЗ-17021 +КРН-8,4	4,7	27,8	0,25	8700	2142	53	27	376	11	467
10	ХТЗ-16131 +КРН-8,4	4,9	22,9	0,306	8350	2142	62	33	389	13	497
Боронування посівів											
1	T-150 +СГ-21 +21БЗСС-1,0	0,99	58,8	0,12	7300	1570	525	42	79	5	126
2	МТЗ-80 +С-11У +10БЗСС-1,0	1,24	48,6	0,14	3150	820	250	23	98	6	127
3	ДТ-75 +СГ-21 +15БЗСС-1,0	0,99	44,8	0,156	6350	1570	375	49	79	6	134

2. Дослідження енергоємності внесення гербіцидів

Варіант	Склад агрегату	Витрата палива, кг/га	Продуктивність		Витрати праці, год	Енергетичні еквіваленти, МДж/год		Енергоємність, МДж/га				
			за зміну, га/зм	за годину, га/год		трактора	с.-г. маш.	трактора	с.-г. маш.	палива	праці людини	операції
1	ХТЗ-16131+QF-1,5 (Brandt)	1,19	147	24,5	0,04	186,6	1476	7	59	95	1	162
2	T-150K+QF-1,5 (Brandt)	1,19	147	24,5	0,04	193,2	1476	8	59	95	1	16
3	ЮМЗ-8070 +ОП-2000	1,1	35	5	0,14	102,7	381	15	55	89	6	165
4	МТЗ-80 +ОП-2000	1,3	32,2	4,6	0,22	76,8	381	17	83	104	9	213

Результати досліджень та їх аналіз. Дослідження енергоємності першого міжрядного обробітку посівів кукурудзи показало, що найменші витрати енергії були в агрегаті ЮМЗ-8070+КРН-5,6. Енергоємність міжрядного обробітку агрегатом ЮМЗ-8073+КРН-5,6 збільшується на 9 % ніж в агрегаті МТЗ-80+КРН-5,6. Найбільші витрати енергії на цій технологічній операції в агрегатів ХТЗ-16131+КРН-8,4 і ХТЗ-17021+КРН-8,4: збільшуються відповідно в 1,9 та 1,7 раза. Значні витрати першого міжрядного обробітку в трактора ЮМЗ-8271 з культиватором КРН-4,2.

Енергоємність другого і третього обробітків посівів кукурудзи з присипанням була найнижча в агрегатів Т-40АМ+КРН-4,2, МТЗ-80+КРН-5,6 і Т-70С+КРН-5,6. Найбільші витрати енергії в агрегатів ХТЗ-16131+КРН-8,4, ХТЗ-17021+КРН-8,4 і ЮМЗ-8271+КРН-4,2, тому використання їх недоцільне. В агрегаті ХТЗ-16131 + КРН-8,4, порівняно з агрегатом МТЗ-80+КРН-5,6, енергоємність збільшується в 1,91 раза, в агрегаті ХТЗ-17021+КРН-8,4 – 1,8, а в агрегаті ЮМЗ-8271+КРН-4,2 – в 1,5 раза.

Під час боронування посівів кукурудзи енергоємність у різних агрегатів змінюється незначно. Дещо більша енергоємність реєструвалася в агрегаті ДТ-75+СГ-21+15БЗСС-1,0.

На внесенні гербіцидів найменші витрати енергії показав агрегат ХТЗ-16131+QF-1,5 (Brandt), найбільші – агрегат МТЗ-80+ОП-2000 – табл. 2.

Дані, одержані на технологічних операціях можна обґрунтувати зміною мас тракторів, сільськогосподарських машин, різною витратою палива, продуктивністю. У разі збільшення маси трактора – збільшується енергоємність операції, чим вища продуктивність, тим менше енергоємність машинного агрегату. Енергоємність підвищується прямо пропорційно збільшенню витрати палива на виконання операції. Збільшення обслуговуючого персоналу викликає зростання енерговитрат.

Висновки

Найменшими витратами енергії на першій міжрядній обробці посівів кукурудзи характеризується агрегат ЮМЗ-8070+КРН-5,6, на другій та подальших – агрегати Т-40АМ+КРН-4,2 і МТЗ-80+КРН-5,6. Найбільші витрати енергії тут в агрегатів ХТЗ-16131+КРН-5,6 та ХТЗ-17021+КРН-8,4.

На боронуванні посівів агрегати Т-150+СГ-21+21БЗСС-1,0 та МТЗ-80+С-11У+10БЗСС-1,0 показали найнижчі витрати енергії при внесенні гербіцидів агрегатами з обприскувачем – QF-1,5(Brandt).

Енергетична структура витрат енергії агрегатів свідчить про те, що найбільші витрати енергії припадають на паливо (175–389 МДж/га). На працю людини вони складають 11–23 МДж/га, енергоємність енергетичних засобів дорівнює 31–62 МДж/га, а енергоємність с.-г. машин – 22–36 МДж/га. Це пояснюється енергетичним еквівалентом палива, який на 54 % більший від енергетичного еквівалента праці людини, на 300 % – за 1 кг маси трактора та на 160 % – від 1 кг маси сільськогосподарської машини.

Бібліографія

1. Козаченко О.В. Проблеми ресурсозбереження сільськогосподарських агрегатів / Козаченко О.В. – Харків: Торнадо, 2008. – 272 с.
2. Медведовський О.В. Енергетичний аналіз інтенсивних технологій в сільськогосподарському виробництві / Медведовський О.В., Іваненко П.І. – К.: Урожай, 1991. – 217 с.
3. Пастухов В.І. Енергетична оцінка механізованих технологій рослинництва. Методи і результати / Пастухов В.І. – Харків: Ранок НТ, 2003. – 100 с.
4. Практикум з використання машин в рослинництві / В.Ю.Ільченко, А.С.Кобець, В.П.Мельник [та ін.]. – Дніпропетровськ: РВВ ДДАУ, 2002. – 212 с.