

Щільність качана салату встановлюють за 5-бальною шкалою: 1 — дуже пухкі, 2 — пухкі, 3 — середньощільні, 4 — щільні, 5 — дуже щільні.

Параметри сортів та гібридів, придатних до механізованого збирання врожаю, представлено в таблиці 28.

Таблиця 28

Параметри сортів салату головчастого для механізованого збирання врожаю

Показник	Параметр
Тривалість періоду сходи — повна технічна стиглість, днів:	
скоростиглі	30—40
середньостиглі	40—70
пізньостиглі	більше 70
Кількість листків, шт.	5—8
Маса качана, г	150—300
Висота розетки, см	10—15
Діаметр, см	20—30
Діаметр качана, см	7—13
Щільність качана, балів	4—5
Стійкість проти стеблуння (кількість днів від повної технічної стиглості до стеблуння)	10—18
Форма качанів	Округлоовальна
Урожайність, ц/га	150—400
Стабільність урожайності, %	80
Товарність, %	90—100
Потенційна урожайність, ц/га	500—600
Вміст: сухих речовин, %	6—7
цукрів, %	0,9—1,5
аскорбінової кислоти, мг %	15—25
нітратів, мг/кг	Мінімальна
Стійкість проти хвороб	7
Період зберігання, діб	30

О. С. Болотських, М. М. Довгаль

2.11. Методика біоенергетичної оцінки технологій в овочівництві. Загальні положення. Поряд із загальноприйнятими методами оцінки ефективності виробництва продукції рослинництва через вартісні та трудові показники, останнім часом в сві-

товій практиці все ширше застосовують універсальний енергетичний показник — співвідношення акумульованої в продукції та витраченої на її отримання енергії. Це дає змогу найбільш точно враховувати не тільки прямі витрати енергії на технологічні процеси й операції, а також і на енергію, акумульовану в різних засобах виробництва і у виробленій продукції (Базаров С. І., 1983).

Енергетичні умови постійно змінюються, що викликає необхідність оцінки виробництва овочів та пошуку напрямів розвитку енергозберігаючих технологій. Слід відрізнити поняття «економія» та «збереження» енергоресурсів. Економія ресурсів пов'язана із зниженням їх витрат порівняно з витратами при існуючих технологіях, а збереження — з розробкою та освоєнням ресурсозберігаючих технологій, які включають декілька обов'язкових етапів при їх освоєнні:

1. Аналіз технологічних процесів з метою визначення найбільш енергоємних заходів і елементів. Для цього необхідно підрахувати сукупні витрати енергії на виробництво овочів, енергоємність урожаю, коефіцієнт біоенергетичної ефективності технології (з урахуванням споживної цінності продукту).

2. Визначення найбільш енергоємних елементів та виявлення резервів зниження енерговитрат.

3. Розробка і освоєння нових технологічних заходів з метою зменшення витрат енергії на виробництво, які повинні забезпечувати при цьому приріст урожаю (Корінець В. В., 1989).

Технологічні заходи та елементи щодо витрат енергії умовно можна поділити на 5 груп (табл. 29). До першої групи відносять такі, що не потребують енерговитрат, однак збільшують вихід енергії з одиниці площі за рахунок підвищення врожайності. Найбільш енергоємними є четверта та п'ята групи.

При аналізі біоенергетичної ефективності виробництва овочів слід враховувати не тільки калорійність, а й вміст найбільш цінних хімічних речовин, які входять до їх складу. Овочі є смаковими, дієтичними та лікувальними продуктами. Вміст енергії в них невисокий, тому коефіцієнт енергетичної ефективності (відношення кількості витраченої на виробництво овочів з 1 га енергії до кількості енергії, акумульованої в них) в більшості випадків менший за одиницю. В зв'язку з цим, для об'єктивної оцінки овочевої продукції з урахуванням не тільки її калорійності, а й біологічно активних сполук, застосовують коефіцієнти споживної цінності основних видів овочів (табл. 30), які виробляють в Україні (Болотських О. С., Довгаль М. М., 1999).

Класифікація технологічних заходів і елементів з позиції енерговитрат

Група витрат	Технологічні заходи і елементи	Енергетичні витрати, МДж/га	Енергетичний бюджет	Екологічна оцінка
I	Сівозміни, високопродуктивні сорти і гібриди, строки та способи посіву, передпосівна підготовка і обробка насіння, схеми розміщення рослин, строки збирання урожаю	Відсутні	Збільшення накопичення енергії в урожаї без додаткових витрат енергоресурсів	Безпечні
II	Основний і передпосівний обробітки ґрунту, посів, коткування	Незначні	Збільшення накопичення енергії в урожаї при додаткових витратах енергоресурсів	Безпечні
III	Вирощування і садіння розсади, догляд за посівами (міжрядні обробітки, формування густоти стояння рослин, підживлення, поливи)	Середні	—»—	Безпечні
IV V	Добрива та пестициди Збирання та післязбиральна обробка продукції	Високі Дуже високі	—»— Додаткові витрати енергоресурсів без збільшення накопичення енергії в урожаї	Небезпечні Безпечні

Енергетична і споживна цінність основних видів овочів

Вид овочевого продукту	Вміст сухої речовини, %	Енергетична цінність сухої речовини МДж/кг	Коефіцієнт споживної цінності
Капуста білоголова	9,4	12,45	6,7
Томат польовий	7,3	10,82	7,7
Огірок польовий	4,5	15,18	4,3
Цибуля ріпчаста	15,0	12,00	8,7
Морква	13,0	10,61	12,8
Бурак столовий	14,9	13,49	5,0
Перець солодкий	10,0	10,50	8,9
Баклажан	8,5	11,76	3,4
Часник	28,9	15,36	3,6
Редька зимова	10,9	13,03	2,8
Редиска	6,7	12,54	2,7
Кабачок	7,8	14,48	3,2

2.11.1. Методика розрахунку біоенергетичної ефективності технологій виробництва овочів. Ефективність енерговитрат характеризує коефіцієнт біоенергетичної ефективності, який розраховують за формулою:

$$K = \frac{Q_n}{Q_v} \times f,$$

де K — коефіцієнт біоенергетичної ефективності;

Q_n — енергія, накопичена господарсько-цінною часткою врожаю, МДж/га;

Q_v — сукупна енергія, витрачена на виробництво овочів, МДж/га;

f — коефіцієнт споживної цінності продукту (табл. 30).

Для визначення сукупних енерговитрат необхідно розрахувати витрати енергії за формулою:

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

де Q_v — витрати сукупної енергії, МДж/га;

Q_1 — витрати енергії на основні засоби виробництва, МДж/га;

Витрати сукупної

Технологічна операція (позиція технологічної схеми)	Трактор, автомобіль, с.-г. машина		Маса трактора, автомобіля, с.-г. машини, кг
	марка	кількість	
1	2	3	4
Перше луцення стерні	Т-150	1	6975
	ЛДГ-10	1	2450
Друге луцення стерні	Т-150	1	6975
	ПЛЛ-10-25	1	1214
Зяблева оранка	Т-150	1	6975
	ПЛН-5-25	1	800
Ранньовесняне борошування	Т-150	1	6975
	С-11у	1	700
	БЗТС-1,0	4	42
Сівба	МТЗ-80	1	3160
	СО-4,2	1	1370
Коткування посіву	МТЗ-80	1	3160
	ЗККШ-6	3	1835
Транспортування урожаю	МТЗ-80	1	3160
	2ПТС-4	1	1880
Всього:			

Таблиця 31

енергії на основні засоби виробництва

Загальна маса, кг	Продуктивність агрегату га, т, км год.	Час роботи, год./га	Результат розрахунку		
			кг/год. га	енергетичний еквівалент, МДж/год. кг	витрати енергії, МДж/га
5	6	7	8	9	10
6975	4,72	0,21	1464,8	0,0243	35,59
2450			514,5	0,08	41,17
6975	1,66	0,60	4185,0	0,0243	101,70
1214			728,4	0,08	58,27
6975	0,84	1,19	8300,3	0,0243	201,70
800			952,0	0,036	34,27
6975	7,00	0,14	976,5	0,0243	23,73
700			98,0	0,08	7,84
168			23,5	0,102	2,40
3160	1,69	0,59	1864,4	0,0243	45,30
1370			808,3	0,107	86,49
3160	7,00	0,14	442,4	0,0243	10,75
5505			770,7	0,102	78,61
3160	1,06	28,87	91229,2	0,0243	2216,87
1880			54275,6	0,0263	1427,45
					12852

- Q_2 — витрати енергії на всі види паливних і мастильних матеріалів, МДж/га;
- Q_3 — витрати енергії на мінеральні та органічні добрива, МДж/га;
- Q_4 — витрати енергії на воду, МДж/га;
- Q_5 — витрати енергії на насіння (розсаду), 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 витрат енергії перерахованих величин використовують дані технологічних схем (карт) вирощування, збирання, післязбиральної обробки та транспортування овочів (Болотських О. С., 1988).

Розрахунок витрат сукупної енергії на основні засоби виробництва (Q_1). Витрати сукупної енергії на основні засоби виробництва (трактори, сільськогосподарські машини, автомобілі, електротехнічне обладнання) розраховують на підставі фактичних робіт, представлених технологічною схемою. Приклад розрахунку витрат сукупної енергії на основні засоби виробництва приведено в таблиці 31. Інформацію про технологічні операції, кількість автомобілів, тракторів і сільськогосподарських машин беруть з технологічної карти. Відомості про масу трактора, автомобіля та сільськогосподарської машини отримують з паспортних даних, наведених в таблиці 32. Загальну масу (графа 5) розраховують як добуток маси одного трактора, сільськогосподарської машини, автомобіля на їх кількість (графа 3 \times графа 4). Продуктивність агрегату визначають, поділивши змінну норму виробітку, приведену в технологічних схемах, на кількість робочих годин в зміні — 7. Час роботи (графа 7) підраховують як частку від ділення 1 га на продуктивність агрегату. В графу 8 заносять результати множення даних графа 5 на графу 7. Енергетичний еквівалент (графа 9) беруть з таблиці 32. Витрати сукупної енергії стосовно кожного виду робіт розраховують як добуток даних граф 8 і 9. Підводять сумарний підсумок витрат енергії по всім видам робіт відповідно технологічній схемі.

Розрахунок витрат сукупної енергії на паливні та мастильні матеріали (Q_2). Для визначення енерговитрат на рідке паливо необхідно розрахувати його загальну витрату (табл. 33). З технологічної схеми (карти) в графу 1 випишують усі трактори та автомобілі, задіяні у виробництві продукції та сумують загальний час їх роботи (графа 7 в табл. 31). За паспортними

даними визначають потужність двигунів (графа 3). Питома витрата палива на 1 к.с./год. становить 0,185 кг. Отже, помноживши час роботи трактора (автомобіля) на потужність його двигуна та на питому витрату палива (графа 2 × графа 3 × графа 4), визначають загальну витрату палива на кожен трактор (автомобіль) і сумують. Енергетичні еквіваленти на різноманітні види палива та мастильних матеріалів приведено в таблиці 36.

Таблиця 32

Маса та енергетичні еквіваленти тракторів, автомобілів, сільськогосподарських машин, обладнання, інвентаря (за Медведовським А. К., Іваненко П. І., 1988; Гапоненко В. С., Войтюк Д. І., 1988)

Основний засіб виробництва	Маса, кг	Енергетичний еквівалент, МДж/год. на 1 кг
1	2	3
Трактори		
К-701	12500	0,0243
К-700 А	11800	
Т-150	6975	
Т-150 К	7535	
ДТ-75	6440	
Т-74	5380	
Т-70 СМ	4400	
МТЗ-82	3370	
МТЗ-80	3160	
ЮМЗ-6 Л	3147	
Т-25 А	1780	
Т-16	1600	
Автомобілі		
ГАЗ-53 А	2520	0,0143
ГАЗ-53 Б	3250	
ЗІЛ-130	4300	
КАМАЗ-5320	7080	
КрАЗ-25561	11650	
КрАЗ-257 Б1	10285	
ЗІЛ-131	8440	
МАЗ-5549	7225	
Автоцистерни		
АВЦ-1,7	3980	0,0263
АВВ-2 м	2826	
АЦ-4,2-53 А	2957	
АЦ-4,2-130	4404	

1	2	3
АТЗ-2,4-52-04	2970	
АЦА-3,85-53 А	3775	
МКА-6-130 ВІ-76	9206	
Автопричепи та напівпричепи		
ГКБ-817	2540	
ГКБ 819	3050	
ГКБ 8350	3500	
ОдАЗ-885	2850	0,0263
ОдАЗ-794	3000	
МАЗ-8926, КАЗ 717	4000	
Плуги та плоскорізи		
ПТК-9-35	2800	
ПН-8-35	1970	
ПЛП-6-35	1230	
ПЛ-5-35	1500	
ПЛН-5-35	800	
ПЛМ-5-35	800	
ПН 4-35	630	
ПЛМ-4-35	710	
ПН-3-35	445	
ПЛН-3-35	522	0,036
ПН-2-30 Р	265	
ПН-30 Р	150	
ПН-4-40	843	
ПНЯ-4-40	1285	
ПН 3-40	635	
ПЧЯ-3-50	3170	
ПЧЯ-2-50	2780	
ПШЛ-5-25	450	
ПШЛ-10-25	1214	
Луцильніки та борони дискові		
ЛДГ-20	5514	
ЛДГ-15	3765	
ЛДГ-5	1080	
ВД-10	3700	
БДТ-7,0	3500	0,080
ВДН-3,0	698	
БДТ-3	720	
ВДС-3,5	889	
ВДСТ-2,5	1080	
ВДН-1,3 А	402	
Борони зубові та голчасті		
БЗТС-1,0	42	
БЗСС-1,0	35	
БЗНТУ-1,0	44	0,102
ЗВЗНТУ-1,0	161	
ЗВП-0,6 А	50	

1	2	3
ЗОР-0,7	37	
ШБ-2,5	107	
БИГ-3 А	1100	
БПК-0,35	25	
ВИП-5,3	2180	

Культиватори та плоскорізи для суцільного обробітку ґрунту

КПС-4 (навісний)	773	
КПС-4 (причепний)	969	
КЖ-3,6 М (навісний)	352	
КЖ-3,6 М (причепний)	442	
КПЭ-3,8	1000	
РВК-3,6	2500	
АКП-2,5 (дисковий)	2005	
АКП-2,5 (голчастий)	2038	
КФГ-3,6-01	1320	
КА-3,6	3410	
КТС-10 (напівпричепний)	2000	0,051
КТС-10 (гідрофікований)	3000	
ЧКУ-4 (з підживлювачем)	1704	
ЧКУ-4 (без підживлювача)	1460	
КФГ-3,6	1510	
КПШ-9	2107	
КПШ-5	900	
КПУ-400	890	
КПГ-2,2	2230	
КПГ-250	470	
КПГ-2-150	860	
ОПТ-3-5 (ЗТС)	823	
ОПТ-3-5 (БТС)	1205	

Культиватори просянні

КРН-4,2	871	
КРН-5,6	1300	
КРН-8,4	2142	
УСМК-5,4 (легкий)	1800	
КГС-4,8	1590	
КГС-4,8-01	1798	
КФ-5,4	1100	
УСМП-5,4	768	0,051
КОН-2,8 ПМ	885	
КРН-4,2 Г	975	
КНО-2,8 (увесь комплект)	1380	
КНО-4,2 (увесь комплект)	1580	
КОР-4,2 (увесь комплект)	1033	
КОР-4,2 (без підживлювача)	797	

Сівалки

СУПО-6А	835	
СО-4,2	1370	

1	2	3
СПЧ-6ФМ	820	
СУПН-8	1126	
ССТ-12А	1125	0,107
ССТ-8	946	
СН-4Б-2 (картоплесаджалка)	1015	0,194
Розсадосадильні машини		
СКН-6	1500	
СКН-6А	1510	0,119
МРП-5,4	1739	
Зчіпки		
СГ-21	1800	
СП-16	1762	
СП-11	915	0,080
С-11	700	
СН-75	1250	
Котки		
ЗККШ-6	1835	
ЗКВГ-1,4	880	0,102
ЗККН-2,8	2152	
СКГ-2	982	
Машини для підготовки і внесення добрив		
Мінеральних		
РУМ-16	8250	
РУМ-8	3310	
РУМ-5	2030	
РТГ-4,2	890	0,071
ІРМГ-4	1460	
СНТ-16 П	200	
РЖ-6	335	
АРУП-8	7900	
НРУ-0,5	300	
АІР-20 (з електродвигуном)	2255	
СЗУ-20 (з електродвигуном)	2570	
Органічних	6020	
ПРТ-16	4000	
ПРТ-10	2000	0,058
РОУ-5	2146	
РУН-15 Б	2750	
РТО-4		
Рідких	600	
ПОВ АВА-0,5 М	1147	
АВА-0,5 М	3970	
АША-2	3960	
РЖУ-3,6	2470	
РЖТ-4	3640	0,032
РЖТ-8	6280	
РЖТ-16	770	
ЭЖВ-1,8		

1	2	3
Машини для захисту рослин		
ЭВТ-1В	820	
ОН-400	320	
ОН-400-1	258	
ОН-400-3	390	
ОП-1600-2	1530	0,246
ПС-10	1032	
ПСЖ-5	400	
ПСШ-3	122	
АПЖ-12	2200	
Дощувальні машини		
ДДА-100 МА	4240	
ДФ-120 «Днепр»	700	
ДН-454-100 «Фрегат»	15000	0,033
КИ-50	3000	
ДКСШ-64 «Волжанка»	3420	
ДДН-70	700	
ДДН-100	800	0,042
Планувальники, машини для нарізання та вирівнювання зрошувачів		
ПА-3	1755	
ВП-8	1525	
ВЛН-5,6	807	
КЗУ-0,3	600	0,102
МК-10	1700	
МК-12	680	
ПР-05	800	
Універсальні навантажувальні засоби		
ПЭ-0,8 Б	2400	
ПГ-0,2	1250	
ПБ-35	1275	
ПФП-2	2500	
ПФП-1,2	1780	0,048
ПЕУ-0,8	1158	
УЗСА-40	1490	
ПОК-0,5	490	
ЭПС-100	1250	0,211
ЭСВУ-3	1960	
ПКС-80 (транспортер)	540	
СТХ-30 (з електродвигуном)	2450	
Універсальні тракторні причеи		
ПТС-2	855	
ПТС-4	1700	
2ПТС-4 М-785 А	1530	
2ПТС-4-793 А	1800	0,0253
2ПТС-4-887 А	1755	
2ПТС-4-887 Б	1880	
2ПТС-6-8526	2950	

1	2	3
Машини для збирання урожаю		
СНУ-3С	180	
ММТ-1М	2100	
ЕМ-11-1	1500	
ЛКГ-1,4	2500	0,158
ЛКП-1,8	234	
ККУ-2 А	4524	
УКМ-2	2900	
СКТ-2 А	8500	0,124
КТУС-200	9345	
КОП-1,5 М	2470	
Транспортери та платформи овочезбиральні		
ТШП-25	2350	
ТШК-25	900	
ПОУ-2	1490	0,01
АУС-1	3370	
АУС-1,5	3000	
Пункти післязбиральної обробки овочів		
ПСК-6	3755	
ЛСК-200	15000	
ЛДЛ-10	16000	
СЛС-7 А	1310	
УДК-30	15000	0,094
ЛДО-3	5200	
СПТ-15	15000	
ПФГ-20 Б	42260	
КСП-15 В	5300	
Ручний інвентар		
Лопати, сапи, коси та ін.	0,5—2,0	0,012

Розрахунок витрат сукупної енергії на добрива, воду, насіння та пестициди (Q_3, Q_4, Q_5, Q_6). Види і кількість органічних, мінеральних добрив, пестицидів, кількість витраченої води та висіяного насіння вписують з технологічної схеми в графи 1 і 2 (табл. 34). Енергетичні еквіваленти на оборотні засоби виробництва приведено в таблиці 36. Витрати сукупної енергії обчислюють множенням кількості витрачених добрив, води, насіння та пестицидів на енергетичний еквівалент і сумують.

Витрати сукупної енергії на паливні та мастильні матеріали

Марка трактора (автомобіля)	Час робо- ти, год./га	Потужність двигуна, к. с.	Питома витрата палива на 1 к. с., кг/год.	Загальна витрата палива, кг/га
Т-150	4,81	150		133,48
МТЗ-80	46,80	75	0,185	649,35
ДТ-75	6,91	140		178,97
Всього:				961,80

Енергетичний еквівалент, МДж/кг : 52,8

Витрати сукупної енергії, МДж/га : 50781

Таблиця 34

Витрати сукупної енергії на добрива, воду, насіння і пестициди

Оборотні засоби виробництва	Витрата, кг/га, м ³ /га	Енергетич- ний еквіва- лент, МДж/кг, МДж/м ³	Витрати сукупної енергії, МДж/га
Добрива :			
гній	40000	0,42	16800
азотні	120 (за д. р.)	86,80	10416
фосфорні	60 (за д. р.)	12,60	756
калійні	60 (за д. р.)	8,30	498
		Всього:	28470
Вода	1700	2,10	3570
Насіння	10	18,70	187
Пестициди			
Гербициди:			
змочувані порошки	2,0	253,20	506
концентрат емульсії	3,5	365,00	1277
Фунгіциди:			
змочувані порошки	1,5	272,60	408
концентрат емульсії	4,0	116,60	466
		Всього:	2657

Енергетичні еквіваленти на трудові ресурси
(за даними ВАСГНІЛ, 1988)

Таблиця 35

Професія	Енергетичний еквівалент, МДж/люд.-год.
Тракторист	60,8
Водій	60,3
Ремонтний робочий	41,8
Електрооператор	61,2
Інженерно-технічний робітник	67,0
Різнорабочий (ручна праця)	33,3

Таблиця 36

Енергетичні еквіваленти на оборотні засоби виробництва
(за Корінцем В. В., 1989)

Оборотний засіб	Енергетичний еквівалент, МДж/кг, МДж/м ³ , МДж/кг д. р.
Енергетичні ресурси:	
Бензин	54,4
Дизельне паливо	52,8
Вугілля	32,6
Газ	49,4
Електроенергія	12,0
Мінеральні добрива:	
Азотні	86,8
Фосфорні	12,6
Калійні	8,3
Комплексні	51,5
Органічні добрива:	
Гній (80 % вологості)	0,42
Торфо-гнійні компости (60 % вологості)	1,70
Вапняні матеріали	3,80
Пестициди:	
Концентрат емульсії	365,0
Змочувальні порошки	253,2
Розчинні порошки та гранули	312,1
Фунгіциди:	
Концентрат емульсії	272,6
Змочувальні порошки	116,6
Розчинні порошки та гранули	216,7
Інсектициди:	
Концентрат емульсії	365,0
Змочувальні порошки	258,0
Розчинні порошки та гранули	312,1
Бордоська рідина:	
Вапно гашене	11,6
Мідний купорос	86,0
Насіння	18,7
Вода	2,1

Розрахунок витрат сукупної енергії, вкладеної трудовими ресурсами (Q_7), проводять з використанням енергетичних еквівалентів, розроблених за комплексом елементів (табл. 35).

В графі 1 таблиці 37 перераховано всі категорії робітників, задіяних у виробництві продукції. При цьому сумарні витрати праці трактористами і польовими робочими розраховують за позиціями технологічної схеми в перерахунок на 1 га, витрати праці ремонтних робочих приймають за 25 % від витрат трактористів, а інженерно-технічних робітників — за 13,5 % від суми витрат трактористів, польових і ремонтних робочих.

Таблиця 37

Витрати сукупної енергії, вкладеної трудовими ресурсами

Категорія працівників	Витрати праці, люд.-год./га	Енергетичний еквівалент, МДж/люд.-год.	Витрати сукупної енергії, МДж/га
1	2	3	
Трактористи	58,52	60,8	3558
Польові робочі (ручна праця)	421,00	33,3	14019
Ремонтні робочі	14,63	41,8	611
Інженерно-технічні робітники	66,80	67,0	4479
Всього:			22667

Розрахунок витрат електроенергії (Q_9). Для розрахунку енергії (Q_8). Для визначення витрат сукупної енергії на ручний інвентар, його масу слід помножити на кількість годин експлуатації та на енергетичний еквівалент (див. табл. 32). Час експлуатації ручних знарядь праці підраховують за позиціями технологічної карти.

$$\frac{315}{\text{час експлуатації сапи}} \times \frac{2}{\text{маса сапи, кг}} \times \frac{0,012}{\text{енергетичний еквівалент, МДж/кг. год}} = 8 \text{ МДж/га}$$

Розрахунок витрат електроенергії (Q_9). Для розрахунку енерговитрат на використану електроенергію в графу 1 таблиці 38 заносять всі технологічні операції, в яких використовуються електродвигуни, а в графу 2 — їх потужність. Виходячи зі змін-

ної норми виробітку агрегату, розраховують час його роботи на виконання технологічної операції (графа 3). Множенням його на потужність визначають загальну витрату електроенергії (графа 4). Її добуток на енергетичний еквівалент (див. табл. 36) вказує на енерговитрати, які потім сумують.

Таблиця 38

Енергетичні витрати на електроенергію

Технологічна операція	Потужність електродвигуна, кВт	Час роботи агрегату, год./га	Витрата електроенергії, кВт/год. га	Енергетичний еквівалент, МДж/кВт/год.	Витрати енергії, МДж/га
1	2	3	4	5	6
Протруювання насіння	0,5	0,03	0,02	12,0	0,2
Післязбиральна обробка цибулі	38	4,16	158,08	12,0	1896,9
Всього:					1897

Виходячи з розрахованих витрат енергії, сукупні енерговитрати, на прикладі цибулі ріпчастої, дорівнюють:

$$Q_v = 12852 + 50781 + 28470 + 3570 + 187 + 2657 + 22667 + 8 + 1897$$

$$Q_n = 123089 \text{ МДж/га.}$$

2.11.2. Методика розрахунку енергії, накопиченої господарськоцінною часткою урожаю (Q_n) та коефіцієнта біоенергетичної ефективності. Сільськогосподарське виробництво — єдине виробництво, яке постачає людству необхідну форму енергії у вигляді органічної речовини. Однак вона не повною мірою використовується людиною, тому її вміст слід визначити в господарськоцінній частці продукту. Для цього використовують формулу:

$$Q_n = \frac{Y \times \lambda \times q}{100}$$

де Q_n — енергія, накопичена господарськоцінною часткою врожаю, МДж/га;

Y — врожайність товарної продукції, кг/га;

λ — вміст сухої речовини в овочах, %;

q — вміст енергії в 1 кг сухої речовини, МДж. (див, табл. 30).

Розраховуємо на прикладі отриманих даних коефіцієнт біоенергетичної ефективності виробництва цибулі ріпчастої з насіння:

$$= 0 \frac{20000 \times 15 \times 12}{100} = 36000 \text{ МДж/га,}$$

$$Q_n = 123039 \text{ МДж/га, } K = \frac{36000}{123039} \times 8,7 = 2,54.$$

2.11.3. Методика розрахунку біоенергетичної ефективності окремих технологічних заходів і елементів виробництва овочів. При аналізі результатів наукових досліджень в окремих випадках проводять оцінку не технології в цілому, а технологічних заходів і елементів, що вивчались. Для цього необхідно розрахувати додаткові витрати та економію енергії, пов'язані з їх застосуванням, а також кількість енергії, накопиченої приривкою врожаю. Коефіцієнт біоенергетичної ефективності окремого технологічного заходу або елемента розраховують за формулою:

$$K = \frac{Q_n + Q_e}{Q_d} \times \dots,$$

де K — коефіцієнт біоенергетичної ефективності;

Q_e — економія енерговитрат, МДж/га;

Q_n — вміст енергії в прибавці врожаю, МДж/га;

Q_d — додаткові витрати, МДж/га;

— коефіцієнт споживної цінності овочів.

Для прикладу наведемо розрахунок біоенергетичної ефективності виробництва огірків на профільованій поверхні (Болотських О. С., Довгаль М. М., 1994). Витрати енергії на проведення додаткових технологічних операцій розраховують за методикою, приведеною в пункті 2.10.8.1. Додаткові енерговитрати були обумовлені необхідністю нарізки та відновлення гряд (879 МДж/га), збиранням, навантаженням та транспортуванням прибавки урожаю (відповідно 3470, 40 та 810 МДж/га). Таким чином, додаткові витрати енергії становили:

$$Q_d = 879 + 3470 + 40 + 810 = 5199 \text{ МДж/га.}$$

Економія сукупності енергії полягала в тому, що на профільованій поверхні підвищувалась продуктивність агрегатів при

проведенні міжрядних обробітків посівів (920 МДж/га), не проводили відновлювання поливних борозен (1041 МДж/га) та скорочувалась кількість поливів (2843 МДж/га). Таким чином, економія витрат дорівнювала:

$$Q_e = 920 + 1041 + 2843 = 4804 \text{ МДж/га.}$$

Вміст енергії в прибавці врожаю розраховують за формулою:

$$Q_n = \frac{\Pi \times \lambda \times q}{100},$$

де Π — прибавка врожаю, кг/га;

λ — вміст сухої речовини в продукті, %;

q — вміст енергії в 1 кг сухої речовини, МДж;

$$Q_n = \frac{2000 \times 4,5 \times 15,18}{100} = 1366 \text{ МДж/га;}$$

$$K = \frac{4804 + 1366}{5199} \times 4,3 = 4,69.$$

Отже, виробництво огірків на грядках вигідна з енергетичної точки зору, враховуючи їх споживну цінність, бо коефіцієнт біоенергетичної ефективності перевищує одиницю.

2.11.4. Методика розрахунку біоенергетичної ефективності овочевих сівозмін. Продуктивність та біоенергетична ефективність сівозмін залежить від видів вирощуваних овочевих рослин. Їх біоенергетичну оцінку проводять в перерахунку на 1 га оранки, а коефіцієнт розраховують за формулою:

$$K = \frac{Q_{n1} \times f_1 + Q_{n2} \times f_2 + Q_{n3} \times f_3 + \dots + Q_{np} \times f_p}{Q_{v1} + Q_{v2} + Q_{v3} + \dots + Q_{vp}},$$

де: K — коефіцієнт біоенергетичної ефективності сівозміни;

$Q_{n1}, Q_{n2}, Q_{n3}, Q_{np}$ — кількість енергії, накопиченої господарсько-цінними частками урожаю відповідно на першому, другому, третьому та p -ному полях, МДж;

$Q_{v1}, Q_{v2}, Q_{v3}, Q_{vp}$ — сукупні витрати енергії на виробництво овочів відповідно на першому, другому, третьому та p -ному полях, МДж;

f_1, f_2, f_3, f_p — коефіцієнти споживної цінності продукції, вирощеної відповідно на першому, другому, третьому та p -ному полях (Корінець В. В., 1990).

Сукупні витрати енергії на виробництво овочів на кожному полі підраховують в перерахунку на його площу за методикою, приведеною в пункті 2.11.1 і заносять в графу 4 табл. 39.

Таблиця 39

Енергетичний баланс ланки овочевої сівозміни

№ п/п полів	Площа поля, га	Вид овочевих рослин	Сукупні витрати енергії, МДж	Кількість накопиченої енергії, МДж
1	2	3	4	5
1	30	Огірок	4145970	512310
2	30	Цибуля ріпчаста	3692670	1080000
3	20	Капуста пізня розсадна	2457200	1170300
4	10	Томат розсадний	2148560	315940

В графу 5 цієї ж таблиці заносять кількість накопиченої енергії в продукції, вирощеній на кожному полі, яку розраховують за методикою, приведеною в пункті 2.11.2.

$$K = \frac{512310 \times 4,3 + 1080000 \times 8,7 + 1170300 \times 6,7 + 315940 \times 7,7}{4145970 + 3692670 + 2457200 + 2148560} = 1,76$$

Є. П. Білокінь, Г. Л. Абросимова, Л. М. Шульгіна,
О. М. Ломоносов, Г. Л. Бондаренко, В. О. Горбавцов

2.12. Проведення дослідів з овочевими культурами в закритому ґрунті

2.12.1. Загальні питання методики дослідної справи в закритому ґрунті. В закритому ґрунті проводять дослідження:

1. Агротехнічні — вивчення строків посіву насіння та садіння розсади, віку розсади, площі живлення овочевих культур та розсади, режимів і способів поливу, боротьби з бур'янами, формування та регулювання розміщення рослин по площі і в об'ємі теплиці, порівняльне вивчення нових районованих та