УДК: 631.1:635

ЕНЕРГЕТИЧНА ОЦІНКА ВИРОБНИЦТВА СОНЯШНИКУ

В.В. Кириченко, В.М. Тимчук, С.І. Святченко

Інститут рослинництва ім. В.Я.Юр'єва НААН

Проведена енергетична оцінка виробництва соняшнику; оцінені витрати сукупної енергії при вирощуванні соняшнику. Загальні енергетичні витрати складаються із суми витрат на основні засоби виробництва, паливно-мастильні матеріали, мінеральні і органічні удобрення, воду, насіння, пестициди, людські ресурси, інвентар, електроенергію. Коефіцієнт біоенергетичної ефективності виробництва гібридів соняшнику селекції Інституту рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН дорівнює 1182,72 МДж/га. Критерій оцінки ефективності виробництва визначали співвідношенням кількості енергії, втіленої у вирощеній продукції, до суми непоновлюваної енергії, яка була витрачена на її одержання. Енергоємність виробництва одиниці продукції зі збільшенням норми добрив зростала за всіма показниками, а енергетичний коефіцієнт – знижувався від 4,48 у контрольному варіанті до 2,37 МДж/га у варіанті з найбільшою нормою добрив. Найбільш доцільним було застосування добрив дозами $N_{50}P_{30}K_{30}$ під культивацію та $N_{10}P_{10}K_{10}$ при сівбі в рядки, що сприяло отриманню найвищого серед досліджуваних варіантів приросту валової енергії – 30901,11 МДж/га.

Ключові слова: енергія, оцінка, соняшник, вирощування, технологічна карта, енергетичний еквівалент, енергетичні витрати.

Вступ. В сучасних ринкових умовах господарювання з метою підвищення ефективності кожне сільськогосподарське підприємство повинне досягти не тільки запланованого обсягу валової й товарної продукції, але й відшкодувати витрати на її виробництво, одержати прибуток. Ефективність виробництва є узагальнюючою економічною категорією, якісна ознака якої відображується у високій результативності використання засобів виробництва і праці. Усільському господарстві – це отримання максимального обсягу продукції з 1 га землі з найменшими витратами засобів і праці. Економічна ефективність показує кінцевий результат від застосування всіх виробничих ресурсів і визначається порівнянням одержаних результатів і витрат виробничих ресурсів.

Для підвищення конкурентоспроможності виробництва продукції рослинництва особливого значення набуває підвищення економічної ефективності за рахунок якості та зниження собівартості. Враховуючи те, що при розробці ресурсозберігаючих технологій необхідно дбати і про здешевлення сільгосппродукції, актуальним є питання аналізу складових енерговитрат, як по видах, так і по операціях.

У зв'язку з цим виникає необхідність енергетичного аналізу та оцінки технологічних процесів виробництва олійних культур. Аналіз витрат енергії, яка не поновлюється, на отримання певного врожаю, дозволяє визначити економічну доцільність і екологічну безпечність при виробництві соняшнику, що дає можливість дотримання Закону України «Про енергозбереження» [1] та виконання відповідної держпрограми з економії енергоресурсів.

© В.В. Кириченко, В.М. Тимчук, С.І. Святченко

Теоретичним підґрунтям слугують наукові праці з проблем управління енергозабезпеченням та енергозбереженням Т.М. Афонченкової, С.С. Бакая, В.Г. Бебка, В.К. Буги, В.І. Гавриша, В.В. Гришка, Г.М. Калетніка, О.В. Мороза, В.М. Рабштини, М.М. Севернева та ін. Втім недостатньо дослідженими залишаються питання впливу енергетичного чинника на забезпечення конкурентоспроможності продукції, формування управління енерговикористанням.

Останнім часом для оцінки ресурсоємкості виробництва все більш широко застосовується енергетична та біоенергетична оцінка, які базуються на застосуванні показника витрат сукупної енергії. У землеробстві економія витрат сукупної енергії на одиницю продукції досягається за рахунок впровадження ресурсоощадних інтенсивних технологій. На сьогодні виникла необхідність оцінки біоенергетичної ефективності технологій і окремих технологічних заходів на етапі їх розробки з тим, щоб виробництву пропонувались найбільш енерго- та ресурсоощадні їх варіанти.

В зв'язку з цим, для ефективного ведення сільського господарства, в тому числі галузі рослинництва, необхідно проводити енергетичний аналіз вирощування сільськогосподарських культур. Основна мета енергетичної оцінки використання сировинних джерел рослинного походження − пошук і планування технологічних прийомів і елементів вирощування соняшнику, які б забезпечували раціональне використання невідновлювальної енергії і охорону навколишнього середовища.

Дана робота ставить за мету розрахунок біоенергетичної ефективності виробництва соняшнику, що в перспективі виступає як один із важливих критеріїв конкурентоспроможності а, отже, і інноваційності та інвестиційної привабливості наукових розробок.

Біоенергетична оцінка виступає як один із важливих критеріїв конкурентоспроможності а, отже, і інноваційності та інвестиційної привабливості наукових розробок.

Матеріал та методи досліджень. Загальні принции енергетичної оцінки.

Поряд із загальноприйнятими методами оцінки економічної ефективності виробництва продукції рослинництва за допомогою показників трудомісткості і вартості останнім часом в світовій практиці все ширше застосовують універсальний енергетичний показник – відношення акумульованої в продукції енергії до витраченої енергії на виробництво продукції. Це дає можливість найточніше врахувати не лише прямі витрати енергії на технологічні процеси і операції, а також і енергію, акумульовану в різних засобах виробництва і у виробленій продукції [2].

За останнє сторіччя врожаї основних культур у передових сільськогосподарських країнах зросли в 5-8 разів. Однак підвищення врожайності окремих культур в останнє десятиліття в 2-3 рази супроводжувалося зростанням витрат виробленої людиною енергії на одиницю продукції в 10-50 разів. Ця несприятлива тенденція свідчить про те, що при підвищенні врожайності традиційними методами сільське господарство може перетворитися в занадто енергомістку галузь виробництва [3].

Витрати енергії на виробництво продукції постійно зростають. Енергетичні показники відповідають економічному критерію ефективності виробництва: вони відображають витрати сукупної праці (живої й уречевленої)

© В.В. Кириченко, В.М. Тимчук, С.І. Святченко

на отримання продукції в енергетичних одиницях і можуть бути реальною основою регулювання ціноутворення, пов'язаного з порівнянням витрат у системі «вихідна сировина – переробка – засоби виробництва – виробництво кінцевого продукту».

Обсяг вартісних (грошових) потоків визначається цінами, які не завжди точно відображають реальні суспільно необхідні витрати ресурсів на виробництво продукції, виконання робіт, надання послуг. Тому необхідний критерій, який дозволяє, не заміняючи вартісних показників, вірогідно визначити реальні витрати на виробництво, їхнє співвідношення і структуру. Таким критерієм є енергомісткість продукції, що відображає нагромадження енергії в продукції протягом процесу її виробництва – від видобутку сировини до отримання готового продукту.

Показники енергомісткості виробництва продукції, що враховують як прямі, так і сукупні енерговитрати, доцільно класифікувати за наступними ознаками: масштаби та об'єкт виробництва; призначення у розрахунках; зміст виробничої діяльності; характер виробничої діяльності; міра охоплення видів енергоресурсів; характер вимірювання; об'єкт виробництва [4].

Енергоефективність – це характеристика устаткування, технології, виробництва або системи в цілому, що свідчить про ступінь використання енергії на одиницю кінцевого продукту. Енергоефективність оцінюється як кількісними показниками (кількість використаної енергії з розрахунку на одиницю кінцевого продукту), так і якісними (низька, висока) [5].

Енергетичний менеджмент А.В. Праховник, В.П. Розен та О.В. Розумовський визначають як управлінську і технічну діяльність персоналу об'єкту господарювання, направлену на раціональне використання енергії з урахуванням соціальних, технічних, економічних і екологічних аспектів [6].

Основною метою енергоменеджменту при цьому виступає забезпечення ефективних шляхів реалізації енергозберігаючої стратегії суб'єкта господарювання [4].

Енергоспоживання в процесі виробництва соняшнику є трансформацією виробничих (енергетичних) факторів у продукцію. Трудові, матеріальні й фінансові ресурси, які використовуються при виробництві соняшнику, мають єдину енергетичну основу, що дозволяє користуватись енергетичним аналізом технологій, які застосовуються.

За даними О.К. Медведовського та П.І. Іваненка [7], М.М. Сєвєрнєва [8], В.А. Токарєва та інших суть енергетичної оцінки полягає в тому, що ефективність технології визначається відношенням кількості енергії, що отримана з врожаєм, до кількості витраченої непоновлюваної енергії.

При виборі агрегатів порівнюють кількість витраченої кожним з них непоновлювальної енергії на виконання одиниці роботи в однакових умовах.

Крім того, енергетичний аналіз дозволяє встановити екологічно допустимі межі енергонасичення на одиницю площі.Так, А.А. Жученко вважає, що «затрати непоновлювальної енергії, що досягають 20…30 ГДж/га за рік, є межею, за якою подальше збільшення антропогенних навантажень в агроекосистемах стає реально небезпечним для екологічної рівноваги природного середовища, оскільки перевищує її компенсаторний потенціал» [3].

За А.В. Каверіним, ця межа повинна дорівнювати не більш 15 ГДж/га за рік. А.А. Созінов та Ю.Ф. Новіков, узагальнивши дані К. Боргетрема і М. Адамовича по агросистемах США та деяких європейських країн, пояснюють

© В.В. Кириченко, В.М. Тимчук, С.І. Святченко

обмеження в насиченості агросистем енергію біоенергетичним коефіцієнтом корисної дії, який рахується за відношенням енергії продукції до витраченої енергії. Названі автори вважають, що за сумарного енергонавантаження 13,6 ГДж/га досягається максимальний коефіцієнт корисної дії. Але ці межі в сучасних умовах вже перевищені, хоч і знижується коефіцієнт корисної дії (ККД) агросистем. При цьому відмічається, що енергооцінка враховує тільки непоновлювану, викопну енергію, що пов'язана з діяльністю людини, і зовсім не враховує додаткову енергію сонячного випромінювання і ґрунту, зокрема гумусу.

На основі вищезазначених даних встановлено такі межі сумарного енергонавантаження за рік на 1 га: відносно оптимальна − до 15 ГДж; допустима - 15…30 ГДж/га; екологічно недопустима − більше 30 ГДж/га.

Всі види трудових і виробничих витрат при вирощуванні соняшнику можуть бути досить точно визначені в енергетичних одиницях (еквівалентах). Енергетичний еквівалент – це кількість непоновлювальної енергії, яка витрачається на одержання одиниці продукції (1 кг насіння); визначається в мегаджоулях.

Повна енергоємність виробництва продукції, робіт та послуг у сільському господарстві має такі складові: витрати енергії трудових ресурсів; прямі витрати енергії палива і електроенергії; енергоємність використання сільськогосподарської техніки; витрати енергії на вихідні технологічні матеріали (насіння, добрива, пестициди, корми, підстилка та інше); енергоємність основних засобів виробництва; витрати енергії на зрошення; витрати енергії на відновлення родючості ґрунту.

Застосування єдиного методу енергетичної оцінки машин і технології виробництва соняшнику дозволяє об'єктивно оцінити енергоємність технологічних процесів і операцій, що виконуються різними засобами механізації і обґрунтувати шляхи її зниження.

Про ефективність використання енергетичних ресурсів можна робити висновки з показника енергомісткості виробництва продукції, який розраховується за формулою:

$$e = \frac{E}{Q};$$

де e– показник енергомісткості виробництва продукції;
E – обсяг спожитих енергоресурсів;
Q – обсяг виробленої продукції.

Враховують також вміст валової і обмінної енергії в одиниці врожаю насіння, технічної сировини. За нашими розрахунками питома вага насіння соняшнику складає 30 % від загальної маси рослини, на стебло і кошик припадає 60 % маси рослини, решта (корінь) залишається у грунті (10 %). У ріпаку це відношення наступне: 10 % - насіння, 85 % - стебло і 5 % − коріння. Порівняння енергії, закумульованої в урожаї, із сукупною енергією, яка витрачена на вирощування і збирання врожаю, дає змогу об'єктивно оцінити технологію вирощування соняшнику. Сучасний рівень і перспективи розвитку рослинництва зумовлені наявними енергоресурсами і ефективним їх використанням. Енергетичні умови постійно змінюються, що викликає необхідність оцінки

© В.В. Кириченко, В.М. Тимчук, С.І. Святченко

виробництва соняшнику і пошуку напрямів розвитку енергозберігаючих технологій. Слід розрізняти поняття "економія" і "збереження" енергоресурсів. Економія ресурсів пов'язана із зниженням їх витрат порівняно з витратами при існуючих технологіях, а збереження − з розробкою і освоєнням ресурсозберігаючих технологій. Сучасні енергозберігаючі і екологічно адаптивні технології вирощування олійних культур включають декілька обов'язкових етапів при їх освоєнні:

1) Аналіз технологічних процесів з метою визначення найбільш енергоємних прийомів і елементів. Для цього необхідно підрахувати сукупні витрати енергії на вирощування олійних культур, енергоємність врожаю, коефіцієнт біоенергетичної ефективності технології (з врахуванням харчової цінності продукту).

2) Визначення найбільш енергоємних елементів і виявлення резервів зниження енерговитрат.

3) Розробка і освоєння нових технологічних прийомів з метою зниження витрат енергії на вирощування олійних культур [9].

До першої групи відносять: сівозміни, високопродуктивні сорти і гібриди, терміни і способи сівби, передпосівна підготовка і обробка насіння, схеми розміщення рослин, терміни збирання врожаю. Такі прийоми і елементи, які не потребують енерговитрат, проте збільшують вихід енергії з одиниці площі за рахунок підвищення врожайності. Найбільш енергоємні четверта група (удобрення і пестициди) і п'ята група прийомів і елементів (збір врожаю, обмолот продукції після збирання): вони підвищують енерговитрати, тому що мають велику "енергетичну вартість".

При аналізі біоенергетичної ефективності вирощування олійних культур слід враховувати не лише їх енергетичну цінність (вміст олії), але і вміст найбільш цінних речовин, які входять до їх складу. Згідно з системою одиниць СІ в якості основної одиниці вимірювання енергії є джоуль (Дж). Як одиниця теплоти джоуль дорівнює 0,2394 кал. Для переводу в джоулі продукції рослинництва та енергетики необхідно скористатися співвідношеннями: калорія міжнародна (1 кал) = 4,1868 Дж.

Сучасна інтенсивна технологія вирощування олійних культур повинна бути енергозберігаючою, тобто такою, що забезпечує мінімальні витрати сукупної енергії на одержання одиниці продукції. Енергетичний показник характеризує загалом прямі і непрямі витрати енергії на виробництво одиниці продукції. При цьому витрати трудових ресурсів, палива, металу, добрив та інших необхідних ресурсів оцінюються в єдиних порівняльних одиницях (МДж/т, МДж/кг, МДж/га).

Повну енергоємність виробництва продукції рослинництва на площі 1 га обчислюють за формулою:

$$E_{ПР} = E_{ПЕ} + E_{ВТМ} + E_{Р} + E_{ОВФ}, \text{ МДж/га}$$

де $E_{ПР}$ − повна енергоємність енергоресурсів, необхідних безпосередньо для виробництва олії на площі 1 га, МДж/га;

$E_{ВТМ}$ − повна енергоємність вихідних технологічних матеріалів (насіння, добрива, пестициди та інші), необхідних для виробництва олії на площі 1 га, МДж/га;

© В.В. Кириченко, В.М. Тимчук, С.І. Святченко

E_P − повна енергоємність (відтворення) робочої сили під час виробництва олії на площі 1 га, МДж/га;

$E_{ОВФ}$ − повна енергоємність основних виробничих фондів, які містять машинні агрегати, що застосовуються для вирощування і збирання олійної культури; виробничі будівлі та машинне обладнання для ремонту і технічного обслуговування машинних агрегатів, амортизованих під час виробництва олії на площі 1 га, МДж/га. [4].

Енергетичний коефіцієнт вирощування олійної культури – це відношення валової енергії врожаю до сумарної кількості сукупної енергії, витраченої на вирощування врожаю; розраховується за формулою:

$$Ек = ВЕ / \Sigma Е$$

де: $Ек$ − енергетичний коефіцієнт вирощування олійної культури;

$ВЕ$ – валова енергія врожаю;

$\Sigma Е$ – сумарна кількість сукупної енергії, витраченої на вирощування врожаю.

Коефіцієнт енергетичної ефективності вирощування олійної культури – це відношення обмінної енергії до сукупної енергії; розраховується за формулою:

$$Ке.еф. = ОЕ / \Sigma Е$$

де: $Ке.еф.$ – коефіцієнт енергетичної ефективності вирощування олійної культури;

$ОЕ$ – кількість обмінної енергії;

$\Sigma Е$ – кількість сукупної енергії.

Енергетичний коефіцієнт характеризує біоенергетичну ефективність агросистеми вирощування олійної культури.

Методи біоенергетичної оцінки технологій вирощування олійних культур, заготівлі і переробки сировини дають змогу контролювати витрати, нагромадження, конверсію і біоконверсію енергії в усій системі виробництва. В цьому ланцюзі енергія нагромаджується лише в процесі фотосинтезу, а потім лише витрачається під час заготівлі, зберіганні, переробці, транспортуванні.

Результати досліджень та їхнє обговорення. Розрахунки енерговитрат в загальному вигляді.

Ефективність енерговитрат характеризує коефіцієнт біоенергетичної ефективності розраховується за формулою:

$$\boldsymbol{К} = (\boldsymbol{ЗЕ} / \boldsymbol{\Sigma Е}) \cdot f$$

де: $К$ − коефіцієнт біоенергетичної ефективності;

$ЗЕ$ − енергія, яка накопичена у насінні соняшнику, МДж/га;

$\Sigma Е$ − сукупна енергія, витрачена на вирощування соняшнику, МДж/га;

f – коефіцієнт харчової цінності продукту.

Для визначення загальних енерговитрат необхідно розрахувати витрати енергії за формулою:

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

© В.В. Кириченко, В.М. Тимчук, С.І. Святченко

де: Q – витрати загальної енергії, МДж/га;

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

Q_2 − витрати енергії на всі види паливно-мастильних матеріалів, МДж/га;

Q_3 − витрати енергії на мінеральні і органічні удобрення, 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 в людські ресурси, МДж/га;

Q_8 − витрати енергії на інвентар, МДж/га;

Q_9 − витрати електроенергії, МДж/га

Для розрахунку витрат енергії використовують дані технологічних схем (карт) вирощування, збору, обробіткуі транспортування олійних культур.

Розрахунок витрат сукупної енергії на основні засоби виробництва.

Основна мета оцінки біоенергетичної ефективності технологічних прийомів – визначити ступінь окупності витрат сукупної енергії енергією, яка накопичується в урожаї, обчислити енергоємність виробництва одиниці споживчої вартості.

Витрати сукупної енергії на основні засоби виробництва (трактори, сільськогосподарські машини, автомобілі, електротехнічне устаткування) розраховують на підставі фактичних робіт, представлених технологічною схемою. Інформацію про технологічні операції, кількість автомобілів, тракторів і сільськогосподарських машин беруть із технологічної карти на вирощування олійної культури [10]. За даними технологічних карт визначають загальну масу сільськогосподарських машин.

Продуктивність агрегату визначають шляхом ділення змінної норми виробітку, яка наводиться в технологічних картах, на кількість робочих годин в зміні.Час роботи підраховують як частку ділення 1 га на продуктивність агрегату. Далі розраховують витрати сукупної енергії по кожному виду робіт. Енергетичні еквіваленти тракторів, автомобілів і сільськогосподарських машин залежать від маси цих машин. В середньому, енергетичний еквівалент години роботи трактора складає 24,3 кДж/кг; робочої машини − 58 кДж/кг. В кінці підводиться сумарний підсумок витрат енергії по всіх видах робіт відповідно до технологічної карти.

Розрахунок енерговитрат на паливно-мастильні матеріали.

Для визначення енерговитрат на рідке паливо потрібно розрахувати його загальні витрати. З технологічної карти вирощування культури вибирають всі трактори, автомобілі і сільськогосподарську техніку, які використовуються. Річна нормативна зайнятість тракторів в середньому складає 1500 год/рік. Питомі витрати палива на 1 к.о. в середньому складають 0,185 кг/год. За паспортними даними визначають потужність двигунів. Середні витрати палива на один гектар при номінальному завантаженні двигуна технічного засобу складають 2,5 кг/га. Питомі витрати палива на 1 к.о./рік складають 0,185 кг. Помноживши час роботи трактора (автомобіля) на потужність його двигуна і на питомі витрати палива, визначають загальні витрати палива на кожен трактор (автомобіль) і підсумовують.

Енергетичний еквівалент технологічних матеріалів в середньому складає 1,7 МДж/кг. Енергетичний еквівалент витраченого палива в середньому складає 52,8 МДж/кг. Повна енергоємність палива для машинних агрегатів, які застосовуються для вирощування і збирання олійної культури, яке витрачається

© В.В. Кириченко, В.М. Тимчук, С.І. Святченко

при транспортуванні і внесенні органічних добривна площі 1 га, в середньому складає 1045 МДж/га. Повна енергомісткість технологічного процесу транспортування і внесення органічних добрив складає в середньому 6292,5 МДж/га.

Розрахунок витрат сукупної енергії на добрива, воду, насінняі пестициди.

Олійна культура для отримання високого і якісного врожаю потребує певної кількості добрив.

Крім того, норми внесення добрив і зрошувальні норми диференційовані за грунтовно-кліматичними зонами.

Види і кількість органічних мінеральних добрив, пестицидів, кількість води, що витрачається, і висіяного насіння беруть із технологічної карти (табл. 1).

Таблиця 1

Витрати сукупної енергії на добрива, воду, насінняі пестициди
(2014 р.)

№ п/п	Оборотні засоби виробництва	Витрати, кг/га, $м^2$/га	Енергетичний еквівалент, МДж/га, МДж/$м^2$	Витрати сукупної енергії, МДж/га
1	Удобрення:			
1.1	перегній	40 000	0,42	16 800
1.2	азотні	120	86,80	10 416
1.3	фосфорні	60	12,60	756
1.4	калійні	90	8,30	498
2	Вода	1 700	2,10	3 570
3	Насіння	10	18,70	187
4	Пестициди		253,20	
5	Гербіциди :			
5.1	змочувальні порошки	2,0	365,0	506
5.2	концен.емульсії	3,5		1 272
6	Фунгіциди:			
6.1	змочувальні порошки	1,5	272,6	408
6.2	концентр.емульсії	4,0	116,60	466

Витрати сукупної енергії розраховуються множенням кількості витрачених добрив, води, насіння, пестицидів на енергетичний еквівалент і підсумовують.

Розрахунок витрат сукупної енергії, яка вкладена трудовими ресурсами.

Витрати сукупної енергії, вкладеної людськими ресурсами, розраховуються з використання енергетичних еквівалентів, розроблених за комплексом елементів (табл. 2).

© В.В. Кириченко, В.М. Тимчук, С.І. Святченко

Таблиця 2

Витрати сукупної енергії, вкладеної людськими ресурсами (2014 р.)

Категорії працівників	Витрати праці, люд.-год./га	Енергетичний еквівалент, МДж/люд.-год.	Витрати сукупної енергії, МДж/га
Трактористи	58,52	60,8	3 558
Польові робочі	421	35	14 735
Робочі, зайняті на ремонтних роботах	14,63	41,8	612
Обслуговуючий персонал	66,71	33,3	2 221
Водії	66,8	60,3	4 028
Всього			25 154

У таблиці 2 перераховуються усі категорії працівників, які задіяні у виробництві продукції.

При цьому сумарні витрати праці трактористами і польовими робочими розраховуються за позиціями технологічної карти в перерахунку на 1 га, витрати праці ремонтних робочих приймаються за 25 % від витрат трактористів, а інженерно-технічних працівників − за 13,5 % від суми витрат трактористів, польових і ремонтних робочих.

Енергетичний еквівалент години праці 1 людини в середньому складає 60,8 МДж.

Для визначення витрат сукупної енергії на інвентар його масу потрібно перемножити на кількість годин експлуатації і на енергетичний еквівалент. Час експлуатації ручних знарядь підраховують за позиціями технологічної карти. Енергетичний еквівалент технологічних матеріалів в середньому складає 1,7 МДж/кг.

Розрахунок витрат електричної та теплової енергії.

Для розрахунку енерговитрат на використану електроенергію у таблицю 3 заносять усі технологічні операції, в яких використовуються електродвигуни, та їх потужність.

Таблиця 3

Енергетичні витрати на електроенергію (2014 р.)

Технологічні операції	Потужність електро-двигуна, кВт	Час роботи агрегату, год./га	Витрати електро-енергії, кВт./ га	Енергетичний еквівалент, МДж/кВт · год	Витрати енергії, МДж/га
Підготовка насіння	0,50	0,03	0,02	12,0	0,2
Збір врожаю	2,5	0,15	0,1	60	1
Обробка врожаю	1	0,06	0,04	24	0,4
Всього					1,6

© В.В. Кириченко, В.М. Тимчук, С.І. Святченко

Виходячи зі змінної норми виробітку агрегату, розраховується час його роботи на виконання технологічної операції (графа 3). Перемноженням часу роботи агрегату на потужність, визначають загальні витрати електроенергії (графа 4). Добуток витрат електроенергії на енергетичний еквівалент показує енерговитрати (графа 6). В кінці підраховують суму витрат на всіх етапах отримання.

Розрахунки енергії, накопиченої в насіння. Коефіцієнт біоенергетичної ефективності.

Для визначення енергії органічних сполук використовують формулу:

$$Q_y = (Y \cdot q) \cdot (L/ 100\ \%)$$

де:Q_y − енергія, накопичена в насінні, МДж/га;
Y − урожайність соняшнику, т/га;
q – вміст енергії в 1 т сухої речовини, МДж;
L – вміст сухої речовини в насінні, %.

В монографії Яковенка Т.М. наведено вміст енергії та біоенергетичну ефективність вирощування олійних культур (табл. 4) [9].

Таблиця 4

Вміст поживних речовин в насінні основних олійних культур (2014 р.)

Культура	Суха речовина, %	Вміст поживних речовин, %				Обмінна енергія, МДж
		перетравна органіка	сирий білок	сира клітковина	перетравний білок	
Ріпак	90	80	21,2	6,3	17,2	21,0
Соняшник	90	68	15,3	30,3	18,8	16,6
Льон	90	80	26,0	5,9	20,8	19,3
Соя	90	75	36,9	4,6	32,8	14,9

Розрахуємо коефіцієнт біоенергетичної ефективності виробництва гібридів соняшнику селекції Інституту рослинництва ім. В.Я.Юр'єва НААН: Y (урожайність соняшнику) = 4,2т/га; q (вміст енергії в 1 т сухої речовини насіння соняшнику) = 1280 МДж/т; L (вміст сухої речовини в насінні соняшнику) = 22*%* ; тоді: Q_y (енергія, накопичена в насінні):

$$Q_y = (Y \cdot q) \cdot (L / 100\ \%) = (4{,}2 \cdot 1280) \cdot (22\ \% /100\%) = 1\ 182{,}72\ \text{МДж/га}.$$

Ефективність сукупної енергії на 1 га посіву олійної культури зумовлена виходом сухої речовини, вмістом у ній обмінної і валової енергії, енергоємністю 1 т продукції. Критерій оцінки ефективності виробництва визначали співвідношенням кількості енергії, втіленої у вирощеній продукції, до суми непоновлюваної енергії, яка була витрачена на її одержання. Це співвідношення виражається коефіцієнтом енергетичної ефективності.

У таблиці 5 наведено вміст енергії та біоенергетичну ефективність вирощування олійних культур.

© В.В. Кириченко, В.М. Тимчук, С.І. Святченко

Таблиця 5

Вміст енергії та біоенергетична ефективність вирощування олійних культур (2014 р.)

Олійна культура	Урожайність, т/га		Вміст енергії в 1 т сухої речовини, МДж	Енерге-тичні витрати, МДж/га	Вміст енергії в урожаї, МДж	Енерге-тичний коефіцієнт
	Усього сухої маси	У тому числі насіння				
Соняшник	9,9	1,6	1280	60,8	126	2,1
Ріпак озимий	9,6	2,0	1940	59,5	186	3,1
Ріпак ярий	5,6	1,2	1940	34,2	109	3,2
Соя	5,6	1,4	2020	57,4	113	2,0
Гірчиця	5,8	1,2	1880	32,8	105	3,2
Льон олійний	4,8	1,2	1310	39,5	76	2,0
Рицина	6,2	0,8	990	50,6	61	1,2

Необхідно враховувати накопичену урожаєм сонячну енергію як в насінні, так і в залишках (кошик, лушпиння).

Енергоємність 1 ц сухої речовини, кормових одиниць і перетравного протеїну визначали діленням витрат сукупної енергії на вихід з 1 га відповідної речовини.

Коефіцієнт енергетичної ефективності розраховували шляхом ділення показника обмінної енергії корму на показник витрат сукупної енергії на його виробництво.

Зі збільшенням норми внесення добрив витрати сукупної енергії зростали з 8427,55 до 20036,72МДж/га. При цьому відмічали збільшення виходу продукції (сухої речовини) при внесенні добрив дозами $N_{50}P_{30}K_{30}$ під культивацію $+N_{10}P_{10}K_{10}$ в рядки з 20,30 до 25,71 ц/га. При подальшому збільшенні норми добрив вихід сухої речовини зменшувався.

Аналогічні зміни показників відмічали за виходом кормових, кормо-протеїнових одиниць та перетравного протеїну.

Більший вихід валової і обмінної енергії в досліді також відмічали при застосуванні добрив дозами $N_{50}P_{30}K_{30}$ під культивацію + $N_{10}P_{10}K_{10}$ в рядки:

відповідно 47828,04 та 39342,42 МДж/га.

У контрольному варіанті (без добрив) дані показники складали лише 37750,56 та 31052,88 МДж/га.

Енергоємність виробництва одиниці продукції зі збільшенням норми добрив зростала за всіма показниками, а енергетичний коефіцієнт – знижувався від 4,48 у контрольному варіанті до 2,37 МДж/га у варіанті з найбільшою нормою добрив. Така ж тенденція відмічена і за показниками коефіцієнта енергетичної ефективності виробництва кормів.

Вищий приріст валової енергії – 30901,11 МДж/га було досягнуто при застосуванні добрив дозами $N_{50}P_{30}K_{30}$ під культивацію + $N_{10}P_{10}K_{10}$ в рядки, тоді як у варіанті без добрив він складав 29323,01 МДж/га.

При вирощуванні соняшнику в Інституті рослинництва ім. В.Я. Юр'єва Національної академії аграрних наук найбільш доцільним було застосування добрив дозами $N_{50}P_{30}K_{30}$ під культивацію та $N_{10}P_{10}K_{10}$ при сівбі в рядки, що

© В.В. Кириченко, В.М. Тимчук, С.І. Святченко

сприяло отриманню найвищого серед досліджуваних варіантів приросту валової енергії – 30901,11 МДж/га.

У 100 кг макухи ріпаку міститься в середньому 117 кормових одиниць, тоді як у соняшниковій – 108. Кормових одиниць найбільше в соєвій макусі. Поступаючись вмістом сирого протеїну, безазотистими екстрактними речовинами (БЕР), ріпакова макуха переважає соняшникову за вмістом незамінних амінокислот на 0,5 грами, а соєву - на 5,4 грами.

Також у ріпаковій макусі найбільше всього олії − на 13 грамів більше, ніж у соєвій, і на 10 грамів більше, ніж у соняшниковій.

Тонна ріпакової макухи дає змогу збалансувати за білком 8-10 тонн зернофуражу, підвищуючи при цьому вміст перетравного протеїну в 1 кормовій одиниці від 80 до 110 грамів (табл. 6) [9].

Насіння ріпаку містить від 38 до 50 % олії, 25-29 % - білка, 8-15 % − клітковини, 22-26 % − безазотистих екстрактивних речовин.

Ріпакова олія має широкий спектр застосування в народному господарстві: від задоволення харчових потреб населення до використання в різних галузях промисловості. Олія з ріпаку висококалорійна, має велику енергетичну віддачу.

Для олійних культур характерним з біоенергетичної точки зору є те, що вони чи не найефективніші, бо за невеликими енергетичними витратами мають дуже високий рівень енергоємності врожаю.

Таблиця 6

Порівняльна характеристика макухи за основними показниками (2014 р.)

Показники на 1 кг	Ріпакова	Соєва макуха	Соняшникова макуха	Ріпакова до соєвої, +/−	Ріпакова до соняшникової, +/−
Кормові одиниці	1,17	1,35	1,08	−0,18	0,09
Обмінна енергія, МДж	12,68	15,5	12,25	−2,82	0,43
Суха речовина, г	900	900	900	0	0
Сирий протеїн, г	328	418	405	−90	−77
Жир, г	87	74	77	13	10
Клітковина, г	113	54	129	59	−16
Безазотисті екстрактні речовини (вуглеводи), г	229	297	221	-68	8
Білок, г	262	393	324	−131	−62
Амінокислоти, г	16,7	11,3	15,8	5,4	0,9

За умови отримання вищих урожаїв біоенергетичний коефіцієнт може зростати до 5 і навіть 6. При згоранні одного грама ріпакової олії виділяється 9,5 тис. калорій. Калорійність 1 кг насіння соняшнику складає 5659 ккал, або 23 693 МДж. Калорійність 1 кг олії рослинної складає 9900 ккал, або 41 449 МДж.

Розрахунки біоенергетичної ефективності окремих технологічних прийомів і елементів виробництва олійних культур

© В.В. Кириченко, В.М. Тимчук, С.І. Святченко

Ефективність енергетичних витрат в аграрному виробництві визначається співвідношенням енергії, втіленої в сільськогосподарській продукції, і витраченої енергії на отримання цієї продукції. При цьому враховуються сумарні енерговитрати з урахуванням енергоємності насіння, добрив, пестицидів, живої праці і засобів виробництва. Таким чином, коефіцієнт енергетичної ефективності розраховується за формулою:

$$K_{ее} = \frac{E_{пр}}{E_{заг}},$$

де: *Кее* – коефіцієнт енергетичної ефективності;

$E_{ПР}$ – кількість енергії, втіленої в сільськогосподарській продукції;

$E_{ЗАГ}$ − сумарні енерговитрати з урахуванням енергоємності насіння, добрив, пестицидів, живої праці і засобів виробництва [4].

Аналіз публікацій з питань енергетичної ефективності виробництва в сільському господарстві свідчить, що величина коефіцієнта енергетичної ефективності коливається в значних межах – від 0,3 до 4, а в окремих випадках цей показник сягає 6-7 (в залежності від технології вирощування сільськогосподарської продукції, рівня врожайності, забезпеченості усіма видами ресурсів та ін.). Тобто на кожну одиницю витрачених ресурсів на виробництво сільськогосподарської продукції одержують від 0,3 до 7 одиниць продукції в енергетичних одиницях виміру (Дж).

Отже, на даний час існує декілька підходів до оцінки рівня та ефективності енерговитрат. Можна враховувати як прямі витрати енергоресурсів на виробництво продукції, так і непрямі, які були використані при виробництві засобів праці. В той же час, визначення енергетичної ефективності є тим чинником, який більш ґрунтовно дозволяє підійти до пошуку реальних механізмів та напрямів зниження енергетичних витрат в процесі виробництва сільськогосподарської продукції.

При аналізі результатів наукових досліджень в окремих випадках проводять оцінку не технології в цілому, а технологічних прийомів і елементів, які вивчалися. Для цього потрібно розрахувати додаткові витрати і економію енергії, пов'язані з їх застосуванням, а також кількість енергії, накопиченої надбавкою урожаю. Коефіцієнт біоенергетичної ефективності окремого технологічного прийому або елемента розраховується за формулою:

$$K = (E + Q_{нур}) / B$$

де: *К* − коефіцієнт біоенергетичної ефективності МДж/га;

Е − економія енерговитрат, МДж/га;

$Q_{нур}$ – вміст енергії в надбавці врожаю, МДж/га;

В – додаткові витрати, МДж/га.

Розглянемо розрахунок біоенергетичної ефективності виробництва соняшнику в Інституті рослинництва ім. В.Я.Юр’єва у 2014 році.

Вміст енергії у надбавці врожаю розраховується за формулою:

$Q_{нур} = (H \cdot q) \cdot (L/ 100\%)$

де: $Q_{нур}$ − енергія у надбавці врожаю, МДж/га

Н – надбавка врожаю, т/га;

q – вміст енергії в 1 т сухої речовини, МДж;

© В.В. Кириченко, В.М. Тимчук, С.І. Святченко

L – вміст сухої речовини в продукції, *%*;

$$Q_{нур} = (0{,}2 \cdot 1280) \cdot (22\ \% / 100\ \%) = 56{,}32\ \text{МДж/га}.$$

Отже, виробництво соняшнику вигідне з енергетичної точки зору, оскільки коефіцієнт біоенергетичної ефективності набагато більший одиниці.

Економічна оцінка енергомісткості виробництва соняшнику.

Зменшення енерговитрат (поряд з витратами праці та грошових коштів) є одним із шляхів підвищення ефективності виробництва соняшнику, забезпечення її конкурентоспроможності. Раніше застосовувані методи оцінки технологій виробництва сільськогосподарських культур не дозволяли повною мірою визначити й оцінити рівень цих витрат, хоча витрати палива, електроенергії і тепла враховуються у вигляді їхньої вартості в структурі експлуатаційних витрат. Адже жорсткий облік збільшення питомих витрат паливно-енергетичних ресурсів не можливий традиційними методами підрахунку економії, особливо методами з використанням вартісних показників. Ефективність енергоспоживання є одним з головних показників результативності функціонування будь-якої виробничої системи в цілому. Розуміння сутності енергоспоживання і безпосередньо пов'язаних з ним економічних категорій та показників має теоретичне і практичне значення. Це дозволяє не тільки з'ясувати роль енергетичного фактора в підвищенні ефективності виробництва, але і розробити систему показників, що складають основу інструментарію аналізу енергомісткості й ефективності виробництва продукції, обґрунтувати напрямок зниження енергомісткості й підвищення ефективності енергоспоживання зі всіма економічними наслідками, що випливають звідси. Для об'єктивної оцінки енергетичної ефективності виробництва потрібно: забезпечення порівнянності аналізованих і планових (цільових) показників енергетичної ефективності; вірогідність інформації, на основі якої підраховуються показники енергетичної ефективності; визначення відхилення аналізованих планових (нормативних значень) показників енергетичної ефективності та порівняння цих відхилень з вимогами критерію. Далі аналізується показник енергетичної ефективності (зменшення чи збільшення) і темпи його зміни.

Поряд з показником енергетичної ефективності застосовується і показник енергетичного ефекту. Він визначається за середнім рівнем заощадження енергоресурсів. Ефект і витрати енергії враховуються не тільки в межах поточного періоду (рік, квартал, сезон і т. д.), але і за весь термін використання відповідної енергозберігаючої техніки, застосування енергоощадних технологій.

Енергетичний ефект на рівні підприємства визначається порівнянням з тими технікою і технологіями, що замінюються. Розраховується попередній, очікуваний, фактичний, річний і питомий енергетичний ефекти.

Попередній очікуваний енергетичний ефект визначається при необхідності обґрунтування того чи іншого заходу. Фактичний енергетичний ефект розраховується для оцінки фактичних результатів здійснення пропонованих заходів для енергозбереження.

Результати розрахунків використовуються для остаточної оцінки енергетичної економічності обраних варіантів енерговитрат.

Отже, на даний час існує декілька підходів до оцінки рівня та ефективності енерговитрат. Можна враховувати як прямі витрати енергоресурсів

© В.В. Кириченко, В.М. Тимчук, С.І. Святченко

на виробництво продукції, так і непрямі, які були використані при виробництві засобів праці.

В той же час визначення енергетичної ефективності є тим чинником, який більш ґрунтовно дозволяє підійти до пошуку реальних механізмів та напрямів зниження енергетичних витрат в процесі виробництва сільськогосподарської продукції.

Енергетична ефективність механізованих робіт безпосередньо визначає ефективність загальних енерговитрат на підприємстві, формує енергомісткість рослинницької продукції і відповідно – рівень її конкурентоспроможності.

Енергетична ефективність та екологічна небезпечність технологій виробництва продукції рослинництва.

Аналіз енерговитрат при механізованому виробництві таких провідних культур, як озима пшениця, кукурудза на зерно, соняшник, цукровий буряк був проведений В.І. Пастуховим. Причому проаналізовані як фактичні витрати ресурсів в енергетичному еквіваленті в господарствах в порівнянні з типовими технологіями, так і було проведено аналіз за видами ресурсів та за функціональними групами технологічних операцій.

Встановлено, що за типовими технологіями при вирощуванні соняшнику передбачені енерговитрати в межах від 14,4…17,4 ГДж/га. За співвідношенням видів ресурсів найбільшу частку складають енергоносії. Для всебічного аналізу технологій виробництва продукції рослинництва необхідна комплексна оцінка технологічних процесів вирощування і збирання олійних культур, яка поєднує енергетичну і грошову оцінки. Така оцінка повинна проводитися з врахуванням рівня ринкових цін, зокрема ціни на основне паливо, яке використовують в сільгоспвиробництві. Якщо в типовій технологічній карті олійної культури підрахована ціна виробництва (витрати коштів на 1 га), то за цими даними можна обрахувати енергоємність, не вдаючись до розрахунків енергетичної оцінки окремих операцій, засобів механізації та в цілому механізованого технологічного процесу.

Отже, методи переходу між енергетичними і грошовими еквівалентами дозволяють при аналізі технологічних процесів в рослинництві оперувати як енергетичною, так і грошовою оцінкою.

Енергетична ефективність технології виробництва продукції рослинництва оцінюється коефіцієнтом енергетичної ефективності, який дорівнює відношенню кількості енергії, що отримана із врожаєм, до повної енергоємності основної і побічної продукції рослинництва з одиниці площі. Прийнято, якщо такий коефіцієнт більше 1, то така олійна культура з точки зору енергетичної теорії є прибутковою, ефективною. За енергетичною ефективністю серед провідних культур соняшник займає проміжне положення − 6,71 (4,74...9,73). За даними розрахунків соняшник енергетично рентабельна культура.

Велике значення має вплив технологій виробництва олійних культур на довкілля за показником екологічності. Рівень екологічності технології виробництва продукції рослинництва визначається відповідним коефіцієнтом $К_{ЕК}$, який є відношенням фактичної енергоємності при виробництві певної культури до нормативної енергоємності, яку встановили на допустимі межі енергонасиченості технологічного процесу виробництва продукції рослинництва:

$$П_{ЕН} = 30000 \text{ МДж/га} = 30 \text{ ГДж/га за 1 рік.}$$

© В.В. Кириченко, В.М. Тимчук, С.І. Святченко

Якщо значення коефіцієнта $К_{ЕК}$< 0,5 – то таку технологію можна вважати екологозберігаючою, при $К_{ЕК}$ = 0,5…1,0 − екологобезпечною, а при величині більше $К_{ЕК}$> 1,0 − екологонебезпечною. Вирощування соняшнику екологічно безпечне.

Приведені дані мають загальний характер і не можуть характеризувати такі екологічні показники, як ущільнення ґрунту, винос його з урожаєм тощо, але знаючи величину коефіцієнта екологічності можливо передбачити, що з його підвищенням посилюється і негативний вплив на одну із складових довкілля, якою є ґрунт.

З наведених даних бачимо, що, енергетична оцінка не є альтернативою повній екологічній та економічній оцінці. Однак вона дає можливість отримати більш об’єктивну і повну картину виробництва сільськогосподарських культур, незалежно від попиту продовольчого ринку, реально оцінити екологічну доцільність та економічну ефективність цього виробництва. Це дає можливість реально визначити паритет цін між продукцією і засобами в галузі рослинництва.

Висновки

Основні завдання оцінки біоенергетичної ефективності технологічних прийомів, у тому числі застосування добрив, наступні: визначити ступінь окупності витрат сукупної енергії енергією, яка накопичується в урожаї; обчислити енергоємність виробництва одиниці споживчої вартості. Для цього визначають витрати сукупної енергії на 1 га по кожній статті витрат на: насіння, добрива, пестициди, паливно-мастильні матеріали, електроенергію, машини та обладнання, живу працю.

Основні складові енергозберігаючих технологій виробництва насіння олійних культур, технічної сировини: економія пального; раціональне використання добрив, поливної води; часткова заміна пестицидів альтернативними агротехнічними і біологічними заходами; поєднання кількох технологічних операцій за один прохід агрегату; підбір сортів і гібридів, стійких проти шкідників, хвороб, а також бур'янів; зниження транспортних витрат на перевезення врожаю.

Отже, організація ефективної системи контролю за використанням енергетичних ресурсів при вирощуванні олійних культур дозволяє вчасно визначити можливі напрямки втрат енергетичних ресурсів та розробити ефективні заходи по їх усуненню.

Таким чином, енергоємність виробництва є основою для розробки і впровадження в практику екологобезпечних, енерго- і ресурсозберігаючих технологій, а методика оцінки енергозбереження дозволяє визначити економічну доцільність і екологічну безпечність існуючих технологій та технологій, які розробляють при виробництві сільськогосподарської продукції, що дає можливість дотримання Закону України про енергозбереження та виконання відповідної держпрограми з економії енергоресурсів.

Методологія енергетичної оцінки використання сировинних джерел рослинного походження є критерієм оцінки при вирощуванні і використанні сільськогосподарських культур як для харчової промисловості, так і для інших галузей, включаючи і енергетичну галузь.

Отримані результати слугують для розрахунку біоенергетичної ефективності виробництва олійних культур, що в перспективі виступає як один із важливих критеріїв конкурентоспроможності а, отже, інноваційності та інвестиційної привабливості наукових розробок.

© В.В. Кириченко, В.М. Тимчук, С.І. Святченко

Література

1. Закон України «Про енергозбереження» / Верховна Рада України. – Офіц. вид. – К.: Парлам. вид-во, 1994. – 320 с. – (Бібліотека офіційних видань).

2. Методика биоэнергетической оценки технологий в овощеводстве / [А.С. Болотских, Н.Н. Довгаль, В.Ф. Пивоваров, Л.В. Павлов]: НИИССОК . – М., 2009. - 32 с.

3. Жученко А.А. Стратегия адаптивной интенсификации сельскохозяйственного производства / А.А. Жученко, А.Д. Урсул. – Кишинев: Штиинца, 1983. – 304 с.

4. Перебийніс В.І. Енергетичний фактор забезпечення конкурентоспроможності продукції : монографія / В.І. Перебийніс, О.В. Федірець. – Полтава: ПУЕТ, 2012. – 190 с.

5. Гінзбург М.Д. Термінологія. Термінологічні проблеми на шляху ефективного використання паливно-енергетичних ресурсів / М.Д. Гінзбург // Електроінформ. – 2008. – № 1. – С. 54-55.

6. Енергетичний менеджмент: навч. пос. / А.В. Праховник, В.П. Розен, О.В. Розумовський [та ін.]. – К.: Київська нотна ф-ка, 1999. – 184 с.

7. Медведовський О.К. Енергетичний аналіз інтенсивних технологій в сільськогосподарському виробництві / О.К. Медведовський, П.І. Іваненко. – К.: Урожай, 1988. – 205 с.

8. Севернев М.М. Энергосберегающие технологии в сельскохозяйственном производстве / М.М. Севернев. – М. : Колос, 1992. – 90 с.

9. Олійні культури України: монография / Т.М. Яковенко. – К.: Урожай, 2005. – 406 с.

10. Технологічні карти та витрати на вирощування сільськогосподарських культур з різним ресурсним забезпеченням / За ред. Д.І. Мазоренка, Г.Є. Мазнєва. – Харків: ХНТУСГ. – 2006. – 725 с.

ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПРОИЗВОДСТВА ПОДСОЛНЕЧНИКА

В.В. Кириченко, В.М. Тимчук, С.И. Святченко

Проведена энергетическая оценка производства подсолнечника; оценены затраты совокупной энергии при выращивании подсолнечника. Общие энергетические затраты складываются из суммы расходов на основные средства производства, горюче-смазочные материалы, минеральные и органические удобрения, воду, семена, пестициды, человеческие ресурсы, инвентарь, електроенергию. Коэффициент биоэнергетической эффективности производства гибридов подсолнечника селекции Института растениеводства им. В.Я. Юрьева НААН равен 1182,72 МДж/га. Критерий оценки эффективности производства определяли соотношением количества энергии, воплощенной в выращенной продукции, к сумме невозобновляемой энергии, которая была потрачена на ее получение. Энергоемкость производства единицы продукции с увеличением нормы удобрений возрастала по всем показателям, а энергетический коэффициент - снижался от 4,48 в контрольном варианте до 2,37 МДж/га в варианте с наибольшей нормой удобрений. Наиболее целесообразным было применение удобрений дозами $N_{50}P_{30}K_{30}$ под культивацию и $N_{10}P_{10}K_{10}$ при посеве в рядки, что способствовало

© В.В. Кириченко, В.М. Тимчук, С.І. Святченко

получению наивысшего среди исследуемых вариантов прироста валовой энергии - 30901,11 МДж/га.

Ключевые слова: энергия, оценка, подсолнечник, выращивание, технологическая карта, энергетический эквивалент, энергетические затраты.

ENERGY ASSESSMENT OF SUNFLOWER PRODUCTION

V. Kirichenko, V. Timchuk, S. Svyatchenko

Energy assessment of sunflower production was performed. The total energy cost is the sum of costs for capital goods, fuels and lubricants, mineral and organic fertilizers, water, seeds, pesticides, human resources, equipment, electric power. The bioenergy efficiency coefficient of production of sunflower hybrids bred at the Plant Production Institute nd. a VYa Yuryev of NAAS is 1182.72 MJ/ha. The criterion of production efficiency was calculated as the ratio of the energy amount embodied in grown products to the amount of non-renewable energy that was spent on obtainment of these products. The energy expenditure per product unit rose by all indices with increase in fertilizer dose, and the energy coefficient decreased from by 4.48 MJ / ha in the control to 2.37 MJ / ha with the highest dose of fertilizer. The fertilizer doses of $N_{50}P_{30}K_{30}$ under cultivation and $N_{10}P_{10}K_{10}$ during sowing in rows, which contributed to the highest gain in the gross energy of 30,901.11 MJ / ha, were the most advantageous among the test variants.

Keywords: energy, rating, sunflowers, growing technological map, the energy equivalent, energy costs.

Рецензент: І. В. Чехова, канд. економ. наук, зав. відділом економічних і маркетингових досліджень та питань інтелектуальної власності Інституту олійних культур НААН.

© В.В. Кириченко, В.М. Тимчук, С.І. Святченко