

ПОДІЛЬСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ АГРОТЕХНОЛОГІЙ І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ
КАФЕДРА РОСЛИННИЦТВА І КОРМОВИРОБНИЦТВА

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

для виконання лабораторних робіт з дисципліни
**«Біоенергетичний аналіз інтенсивних технологій в
рослинництві»**

спеціальність 201 – «Агрономія»

ОС «магістр»

м. Кам'янець-Подільський, 2020 р.

Укладачі:

Гораш О.С., доктор с.-г. наук, професор

Климишена Р.І., кандидат с.-г. наук, асистент

Рецензенти:

Хоміна В.Я., доктор с.-г.-наук, доцент, завідувачка кафедри садівництва і виноградарства, землеробства та ґрунтознавства.

Дідур І.М., кандидат с. –г. наук, доцент, декан факультету агрономії та лісівництва Вінницького національного аграрного університету.

Методичні вказівки для проведення лабораторних занять з дисципліни «Біоенергетичний аналіз інтенсивних технологій в рослинництві» розраховані для студентів, які навчаються у вищих сільськогосподарських навчальних закладах III–IV рівнів акредитації за спеціальністю 201 «Агрономія» освітнього ступеня «магістр».

Методичні вказівки для проведення лабораторних занять з дисципліни «Біоенергетичний аналіз інтенсивних технологій в рослинництві» розглянуті та затверджені на засіданні кафедри рослинництва та кормовиробництва ПДАТУ (протокол №3 від 08.09.2020 р.); розглянуті та схвалені методичною комісією факультету агротехнологій і природокористування (протокол №3 від 12.11.2020 р.).

Все в цьому світі є енергією. Енергія лежить в основі всього. Якщо ви налаштуєтесь на енергетичну частоту тієї реальності, яку хочете створити для себе, то отримаєте саме те, на що настроєна ваша частота.

Це не філософія. Це фізика.

Альберт Ейнштейн

Польові культури, для яких характерна невелика кількість внутрішніх зв'язків, мають формувати таку систему, в якій накопичення продукції переважало над її використанням в процесі метаболізму. Із загальної кількості біомаси формувалось як можна більше продукції, заради якої вона вирощується. Ці процеси відповідають початковому розвитку природних екосистем, де додаткова енергія якби підтримувала ріст та розвиток рослин застосована людиною відсутня. На початку розвитку цивілізації в умовах примітивного землеробства, додаткову енергію забезпечувала ручна праця людини, згодом додаткову енергію забезпечували тяглові тварини і лише з розвитком сільськогосподарського виробництва головним ресурсом додаткової енергії забезпечили сільськогосподарські машини, робочий процес яких забезпечується енергією природного палива. Додатковою енергією також слід рахувати енергію любого виду, яка використана на виробництво сільськогосподарських машин, добрив, пестицидів, транспортування і застосування всіх засобів.

- 1кг азоту відповідає вмісту 77,5 МДж, що включає затрати на добування сировини і власне виробництво добрива.
- Калій в межах 9,7 МДж на 1кг добрива.
- Фосфор в межах 14 МДж на 1кг добрива.
- На 1 кг насіння кукурудзи витрачається приблизно 16,6 МДж; ця кількість подвоюється на 1кг гібридного насіння кукурудзи
- 1 кг інсектицидів, гербіцидів містить приблизно 101 МДж, де включено затрати на їх виробництво.

Відповідно з урожаєм «забирається» енергія сонячного світла, яку накопичують рослини, проте значна частина енергії додаткова, отримана

завдяки використанню додаткової енергії у вигляді всієї сучасних засобів виробництва. Чим більше в технології вирощування застосовано механізмів, засобів захисту, мінеральних добрив, або разом взятих всіх засобів інтенсифікації тим більшою як теоретично так і практично є додаткова складова енергії у вирощеному урожаї. Із збільшенням додаткових енергетичних витрат завжди енергетична ефективність технології буде зменшуватись, а виробництво можна буде розглядати за напрямком розвитку збиткове. При цьому ефективність енергетичної добавки підпорядковується певним закономірностям, зокрема наприклад ефективність застосування мінеральних добрив – закону Мічерліха має спадний, регресний характер.

Схема використання додаткової енергії в ході історичного розвитку сільського господарства для отримання одиниці енергії у продуктах споживання характеризується трендом постійно зростаючого її вмісту. Навіть відносно невеликі підвищення додаткових витрат енергії, що пов'язано з експлуатацією тягової сили тварин, призводило до істотного підвищення урожайності. Механізація та інтенсифікація рослинництва, незважаючи на зниження числа людей, зайятих в сільському господарстві, призводить не тільки до зростання урожайності, но і до витрат більшої кількості енергії.

Які раціональні шляхи до забезпечення реалізації резервів технології вирощування сільськогосподарських культур?

Покращення генетичних ознак сортів сільськогосподарських культур.

Підбір культур за ефективністю використання сонячної енергії для вироблення органічної речовини.

Технологічні заходи без додаткових енергетичних витрат які сприяють покращенню використання сонячної енергії. (в допустимих межах можливості біосфери)

Використання в технології вирощування високоякісного насінневого матеріалу.

Застосування елементів точного рослинництва та нових раціональних підходів технології сівби.

Технічне удосконалення конструкції сільськогосподарських машин.

Підвищення ефективності використання джерела енергії популяцій мікроорганізмів які впливають на мінералізацію органічної речовини в ґрунті.

Конкретні дані про кількість додаткової енергії, необхідної для досягнення високої урожайності, в публікаціях висвітлюються дуже обмежено. Питання про екологічну доцільність рослинництва з великою кількістю додаткової енергії на всі площі вирощування є питанням дискусійним. Основна мета рослинництва – це максимальна чиста продуктивність культури. В екологічному передбачуваному землеробстві необхідно залишати половину продукції органічної речовини в полі або компенсувати в еквівалентній кількості. Це забезпечуватиме енергетику ґрунту неохідну для підтримки інтенсивності початкових ростових процесів рослин.

Таким чином, розвиток агроєкосистеми польових культур та їх продуктивність залежать від надходження енергії двох видів – променевої та додаткової, яка необхідна для максимального використання сонячної радіації. Практичне завдання, яке витікає в дані проблематиці можна сформулювати так: отримання максимальної продукції з мінімальними затратами додаткової енергії.

Вирішення цього завдання полягає в оптимізації сільського господарства загалом в тому числі рослинництв, а основний шлях – найкраще пристосування сільськогосподарського виробництва до існуючих умов, при тому не тільки підбором відповідних культур, але і агротехніки, та способу господарювання. Важливою умовою вирішення цього питання належать знанням залежності між рослинами та факторами оточуючого середовища та повне використання виявлених закономірностей у цій екологічній системі.

Енергетичний аналіз технології вирощування сільськогосподарських культур дає змогу встановити, яку кількість енергетичних ресурсів затрачено на

весь процес «від початку до завершення» вирощування, і яку кількість енергії нагромаджено кінцевим продуктом. Кінцевий продукт – це урожай зібраний з одиниці площі посіву. Урожай можна представляти, як «згусток енергії, або енергетичний концентрат». Ця енергія більшою мірою в зернових культур представлена вуглеводами і безпосередньо сконцентрована в ковалентних зв'язках атомів молекул, зокрема глюкози, фруктози, мальтози. Також вона міститься в білках – пептидні зв'язки. Більшою мірою депонується енергія в жирах, якщо вирощують олійні культури. Прикладом використання цієї енергії нині є виробництво біоетанолу та біодизелю.

Відношення накопичення енергії урожаєм до затраченої енергії на вирощування відповідного урожаю і є енергетичним коефіцієнтом. Тому енергетична ефективність технології вирощування залежить від кількості накопиченої енергії урожаєм і кількості витраченої енергії, яка забезпечила технологічний процес вирощування цього урожаю.

Тому ефективність технології буде тим кращою, чим більше енергії буде зосереджено в урожаї і чим менше буде витрачено енергії на формування цього урожаю.

В основі ефективності лежить завдання максимальної реалізації біологічного потенціалу культури задіяної в процес технології, відповідно:

- максимальна ефективність біологічного фактора:
 - 1) сортовий параметр (категорії)
 - 2) біологічний потенціал насіння
- максимальна ефективність агроприйомів
 - 1) процесу сівби
 - 2) застосування мінеральних добрив
 - 3) параметри ширини міжрядь
 - 4) норми висіву насіння
- максимальна ефективність використання факторів вегетації
 - 1) підбір строків сівби
 - 2) напрям розміщення рядків

- 3) рівномірність розміщення насіння вздовж рядка
- 4) сприятливість екосистеми до вимог культури, сорту

Відповідно досконалість і розвиток технологій полягає в ефективному використанні агроекологічних ресурсів зовнішнього середовища або факторів вегетації.

ТЕХНОЛОГІЇ СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСЬКОГО ВИРОБНИЦТВА В РОСЛИННИЦТВІ.

1. Звичайні ТЕХНОЛОГІЇ СІЛЬСЬКОГО ВИРОБНИЦТВА В РОСЛИННИЦТВІ.

2. ІНТЕНСИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ СІЛЬСЬКОГО ВИРОБНИЦТВА В РОСЛИННИЦТВІ.

3. ЕНЕРГОЗБИРІГАЮЧІ ТЕХНОЛОГІЇ СІЛЬСЬКОГО ВИРОБНИЦТВА В І. РОСЛИННИЦТВІ.

4. РЕСУРСОЗБИРІГАЮЧІ ТЕХНОЛОГІЇ СІЛЬСЬКОГО ВИРОБНИЦТВА В РОСЛИННИЦТВІ.

Технологія передбачає цілий ряд агротехнічних заходів спрямованих на забезпечення оптимальних процесів росту і розвитку рослин з метою досягнення необхідного кінцевого результату. В основі технології задіяний біологічний об'єкт із власними особливостями на які слід обов'язково звертати увагу. Тепло потреба рослин, волого потреба, реакція на тривалість світлового періоду доби, реакція на ФАР, на кислотність ґрунту, на перепади температурного режиму упродовж доби, на удобрення, також стійкість до хвороб та пошкоджень шкідниками, строки сівби теж слід враховувати.

Технологія передбачає строгу послідовність виконання сільськогосподарських операцій до і під час польових робіт. Неабияке значення має якість технологічних складових або елементів технології. Складність технології вирощування кожної с.г. культури полягає в не завжди сприятливому факторі зовнішнього середовища. Сніг, дощ, приморозки, тумани, вітри, високі температури, або понижені, не стабільні погодні умови, зміни клімату.

Складність автоматизації технологічних процесів в рослинництві та значна залежність від антропогенного фактора. Значна енергоємність і різноманітність технологій залежно від культури.

В звичайній технології не передбачалось задіювати процес інтенсифікації виробництва продуктів рослинництва. Натомість вона не була енергоємною, звичайна технологія, проте її історія займає тисячоліття. Вона формувалась тривалий час свідомо і не свідомо, на підставі спостережень, порівнянь, і фактичних незначних позитивних результатів та досягнень. В розвитку звичайних технологій рослинництва ставилося завдання широкомасштабної механізації виробництва сільськогосподарської продукції загалом. В першу чергу це заміна кінної тяги на механічну – трактори. Згодом стало завдання застосування мінеральних добрив. Постало питання їх виробництва зберігання і ефективного застосування, це одне із завдань переходу на новий рівень розвитку технології, яку згодом назвали інтенсивною. Проте ще до цього дійдемо. Ще одна із проблем яку необхідно було розв'язувати. Як правило від немалих норм застосування добрив очікуваних результатів не спостерігали. Сорти не здатні високих норм внесення мінеральних засвоювати. Отже постало питання виведення сортів інтенсивного типу. Слід відмітити, що селекційний процес трудомісткий, довготривалий, вимагає значних як фінансових так і технічних і людських ресурсів. Це виявилось одним із надскладних завдань яке вийшло за межі однієї країни. Перші сорти пшениці інтенсивного типу були виведені селекціонерами Лук'яненком та Ремеслом. Вони створили достатньо велике враження своїм великим потенціалом урожайності зерна, але незабаром виявились значущі недоліки. Сорт Миронівська 808 вилягав на високих агрофонах, Аврора і Кавказ стали вражатись хворобами. Отже для запровадження інтенсивних технологій вирішення питання селекції сортів стало ще одним важливим завданням всього людства.

Фактори технології в управлінні ростом і розвитком рослин с.г. культур.

1. Роль мінеральних добрив.

2. Роль норм висіву насіння.
3. Технологічний процес сівби.
4. Вплив ширини міжрядь на ріст і розвиток рослин.

Азотні добрива. Азот входить до складу ДНК , РНК , НААДФ (нікотинамідаденіндинуклиотидфосфат) це первинний рецептор іонів Н (водню) в дихальному ланцюгові. Виконує функцію коферментативної частини багатьох оксиредуктаз (сприяє обміну речовин) Азот також входить до складу цитокінінів.

Фосфор є складовою будови ДНК, РНК, НААДФ. Фосфор забезпечує функцію акумуляції енергії, а також донора енергії в синтезі органічних сполук в рослинному організмі.

А і Р разом посилюють процес кущення у злакових рослин, що є досить важливим в сучасних технологіях вирощування хлібних культур.

Калій мікроелемент забезпечує рух цитоплазми в клітині. Відіграє роль транспортного елемента асимілятів до зернівки. Калій разом із фосфором сприяють розвитку кореневої системи.

НОРМИ ВИСІВУ НАСІННЯ.

Норми висіву насіння пов'язані з формуванням посівів. Чим більша норма висіву насіння тим завжди буде меншим коефіцієнт кущення у рослин. Змінюється використання факторів вегетації. Як правило високі норми висіву часто призводять до вилягання рослин в посівах. В таких посівах в результаті цинотичної взаємодії видовжується нижні міжвузля у рослин. Змінюється фітогормональний стан у рослин на користь стимуляторів росту, але не інгібіторів. Стебло нижніх міжвузлів стає тоншим і не таким міцним, як у рослин у яких процес кушіння реалізований ефективно. Нажаль до тепер такі процеси у формуванні посівів мають поширення. Це рівнозначно відноситься як до культури пшениці так і до культури ячменю. Тут має місце процес взаємозатінення рослин за високих норм висіву. Це забезпечує метаболізм за якого синтезуються у рослин гібереліни. В результаті пагони «тягнуться» до світла видовжуючи міжвузля. Відбувається конкуренція між рослинами яка не

сприяє високопродуктивному розвитку агрофітоценозу. Такі посіви втрачають реалізацію повною мірою третього елемента структури урожайності.

ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС СІВБИ.

Найбільшим недоліком технологічного процесу сівби є нерівномірне загортання насіння відносно глибини. Біологічні вимоги глибини для пшениці становлять 3-4 см для ячменю 2-3 см. Часто в технології цієї вимоги не дотримуються. Поглиблене загортання насіння спричиняє до іншої функції процесу сходів. Втрачається енергетичний потенціал кожної окремо взятої насінини. В перерахунку на гектар цей показник можна заявити в енергетичних одиницях в калоріях або в Джоулях. Це значущий недолік технології і не допустимий. Рівнозначно що посіяли неякісним насінням. Ще до настання сходів в результаті біологічного контролю можна дійти висновку що посіви сформується послабленого потенціалу.

Біологічний контроль оцінки стану посівів зокрема при настанні фенофази трьох розвинутих листків (культури: пшениця, ячмінь, жито, тритікале) здійснюється аналізом розвитку підземної частини рослин. Якщо виявлено наявність епікотилля – зайве підземне міжвузля – висновок такий: глибина загортання насіння була більшою від біологічної. Як морфологічно це має вигляд? Між зародковою кореневою системою і додатковою є певна відстань 0.5 см 1.0 см 1.5 см у вигляді міжвузля . Це і є епікотиль. На це зайве міжвузля витрачений ресурс насіння. Якщо глибина загортання в два рази більше оптимальної , формується , ще одне міжвузля крім епікотилля. Це міжвузля належить біологічно до першого справжнього листка. Відповідно глибина загортання насіння була вже близькою до критичного щодо питання виживання рослин вже під час проростання. Можливості такої рослини забезпечити процес кущення близький до нуля. Слід пам'ятати, що зародковий початок першого бічного пагона завжди знаходиться біля насіння. Відповідно якщо насіння розміщується глибоко його проростання (першого бічного пагона) ускладнюється, можливості мізерні і мало імовірні. Це якщо формується лише епікотиль, якщо є ще одне додаткове підземне міжвузля, тоді

і другий бічний пагін практично не розвивається. За таких умов формуються посіви які представленні в основному головними пагонами, мало бічних пагонів в наслідку агрофітоценоз різнорідний з різнорідними конкурентними взаємодіями між рослинами. Така конкуренція не сприяє реалізації потенціалу значної кількості компонентів (рослин) в посівах.

Для того щоб мати повною мірою дійсний стан посівів слід дотримуватись вимог методики біологічного контролю посівів. Вибірка для аналізу має бути великою, більше 50 рослин рендомізовано, тобто не вибірково. Як правило після аналізу дані можуть бути за таким розподілом: більше оптимальної глибини загортання на 1 см незначна кількість рослин, на 2 см більша кількість, на 3; 4 см ще більша кількість, далі кількість рослин параметрів 5; 6 см вже дещо менша кількість, мало рослин де глибина загортання була 7; 8; 9 см. Така закономірність підпорядковується нормальному розподілу даних.

Чинники які спричиняють до таких наслідків. Передпосівний обробіток ґрунту слід проводити на глибину загортання насіння відповідно до біологічних вимог культури. Мета цього заходу – розпушування ґрунту для доступу кисню і тепла до насіння у якого розпочинається процес дихання. Ще одна вимога у нижнього шару ґрунту має бути накопичена і збережена капілярна волога яка доступна для проростаючого насіння. Умови технологічно якісної підготовки ґрунту. Завчасно після збирання урожаю попередника провести основний обробіток ґрунту, якісний, щоб забезпечити шляхом природного само осідання в результаті чого буде формуватись капілярна провідність, що сприятиме накопиченню вологи. Поверхня ґрунту перед входженням в холодний період року не має бути глибистою і без великих груд. Якщо після основного обробітку проводять культивуацію бажано щоб гребенева поверхня була зорієнтована за напрямком схід-захід. Це забезпечить краще прогрівання ґрунту у перед посівний період що не дуже маловажного.

Необхідно пам'ятати, що кушення це важлива біологічна властивість злаків. Формування «куща» сприяє ефективному використанні енергії сонячного світла.

Енергетичний аналіз технологій вирощування проводиться з метою визначення ступеня ефективності використання добрив пестицидів палива тракторів автомобілів, природних ресурсів, ґрунтово-кліматичних умов, сонячної радіації, які впливають на формування урожаю.

При енергетичному аналізі розрахунки проводяться в одиницях міжнародних одиницях – кілокалоріях або джоулях. Безпосередньо енергетичний аналіз дає змогу правильно оцінити фактори які використані або задіяні в технологічному процесі, визначитись який фактор ефективніший, і яка його енергоємність. Для відповідного аналізу використовують ЕНЕРГЕТИЧНІ ЕКВІВАЛЕНТИ

Існує два види енергії:

1. Непоновлювана – вугілля, газ, нафта, енергія уранових руд, енергія торфу. Це вичерпна енергія , тобто вона обмежена кількістю ресурсу, який знаходиться в надрах землі. Цей вид енергії на теперішньому етапі розвитку цивілізації широкомасштабно використовується найбільшою мірою в промисловості і інших галузях народного господарства. А саме для виробництва засобів виробництва, різноманітної техніки в т.ч. для сільськогосподарської, для виробництва електроенергії, мінеральних добрив, засобів захисту.

Зокрема, метал, який використовують для виготовлення техніки «містить» енергію вугілля, електричного струму, нафтопродуктів. Електроенергія містить енергію вугілля, газу, уранових руд – збагачений уран.

Так, як при виплавлянні заліза використовується в доменних печах кокс виготовлений з вугілля. Якщо іншим методом отримують метал використовувати можуть в металургії велику кількість електроенергії.

Відповідно комбайни, автомобілі, трактори, знаряддя, такі як культиватори, сівалки, борони, оприскувачі, зчіпки, котки, жатки, плуги, луцильники, причепи, машини для внесення мінеральних добрив, навантажувачі, косарки, дощувальні машини, зерноочисні та сушильні агрегати «містять» відповідну кількість енергії, яка використана для виготовлення цих технічних засобів.

У витратну складову технології вирощування входить крім технічних ресурсів, ще енергія пального, мінеральних добрив, пестицидів, праця людей. Непоновлювальну енергію ще називають антропогенною, вона матеріалізована в технічних ресурсах, мінеральних добривах, пестицидах.

2. Другий вид енергії – це поновлювальна енергія. Найголовніша із них енергія сонячного світла, енергія припливів і відпливів термальних вод, вітру.

В технології вирощування сільськогосподарських культур основна задача ефективно використати енергію сонячного світла. З посиленням на це, до основної функції посівів сільськогосподарських культур належить функція трансформації ФАР в енергію ковалентних зв'язків біополімерів.

Для забезпечення цієї функції спрямовані зусилля селекціонерів, насіння рів. Це фактично завдання використати в технології вирощування сільськогосподарських культур біологічний об'єкт з великим потенціалом.

Другий важливий фактор – технологічний, який спрямований на забезпечення формування продуктивного функціонального агрофітоценозу за спрямуванням максимально можливого використання енергії сонячного світла в результативну ознаку, безпосередньо на величину кількості основної і побічної продукції на одиницю площі посіву.

Третій важливий фактор це фактор забезпечення росту і розвитку рослин, який ще називають фактором вегетації – складові тепло – позитивні температури, ефективні, активні. Сонячне світло – потік електромагнітних

часток (фотони, кванти) фотосинтетична активна радіація ФАР – це частина спектра сонячних променів, яка забезпечує фотосинтетичний процес у рослин – основа життя на планеті земля. Водозабезпечення один із важливих факторів вегетації – у вигляді опадів. Зазначені фактори вегетації забезпечують процес фотосинтезу. Ці фактори, як складові вегетації не керовані людиною. Основне завдання технолога їх ефективно використати. Крім цього, слід усвідомлювати поки, що вони людству надані безкоштовно. Саме ці фактори в сукупності забезпечують процес фотосинтезу, з економічної точки зору додаткову вартість у вирощеній продукції, якщо коефіцієнт енергетичної ефективності буде значно більшим одиниці.

Методика проведення розрахунків полягає у перенесенні відповідної енергії яка вкладена в технічні ресурси (комбайни, трактори, сівалки, культиватори і т.д.) на одиницю площі посіву.

Аналогічно на одиницю площі переноситься енергія пального за його кількістю використаної на виконання робіт на цій площі.

Аналогічно переноситься енергія вкладена у мінеральні добрива на одиницю площі (за кількістю добрив, які внесені на 1 га) так само щодо застосування засобів захисту рослин.

Аналогічно переноситься на одиницю площі енергія праці людей – трактористів, комбайнерів, водіїв, операторів зерноочисних машин і т.п.

Аналогічно переноситься на одиницю площі енергія вкладена в насіння.

Логістика:

Крок 1.. Необхідно скласти – розробити технологічну карту вирощування сільськогосподарської культури, де мають бути зазначені всі види робіт, які забезпечують технологічний процес. В технологічних картах обов'язковою складовою, яку приймають до уваги має бути зазначено витрати праці люд.-год. на 100 га або на 1 га.

Крок 2. Встановити, яку кількість часу був задіяний агрегат на одиниці

площі. Відповідно це встановлюється через норму виробітку: Якщо норма виробітку становить 7,9 га – оранка для трактора ХТЗ-170+ПЛН-5 (робочий час нормозміни – 7 год.). Відповідно на 1 га витрати праці (люд.-год. на 1 га) становлять – 0,889. Аналогічно таку кількість годин на 1 га був використаний трактор ХТЗ-17021 та плуг ПЛН-5,35.

Крок 3. Дані додатка 7 для трактора ХТЗ-17021 на 1 год. експлуатації енергоємність становить 191,7 МДж. Відповідно якщо витрати в люд.-год. на 1 га становлять 0,889 кількість енергії «вкладеної» в трактор перенесено на 1 га буде: $191,7 \text{ МДж} \times 0,889 \text{ год.} = 170,4213 \text{ МДж}$. За аналогічним розрахунком переносимо енергію за показниками енергоємності плуга ПЛН-5,35: $28,8 \text{ МДж} \times 0,889 \text{ год.} = 25,603 \text{ МДж}$. Разом енергія перенесена на 1 га, відповідно на урожай 1 га буде становити: $170,4213 \text{ МДж} + 25,603 \text{ МДж} = 196,0243$.

Аналогічні розрахунки проводяться по всіх видах техніки, яку використовують для забезпечення виробничого процесу.

Крок 4. Також проводять розрахунки енергетичних витрат на 1 га (на 100 га) мінеральних добрив.

Приклад. Використовуємо еквіваленти на оборотні засоби виробництва (додаток 6) – енергетичний вміст 1 кг д.р. азотних добрив становить 86,8 МДж. Кількість внесених азотних добрив в діючій речовині на 1 га становить за технологічною картою 30 кг: $30 \text{ кг} \times 86,8 \text{ МДж} = 2604 \text{ МДж}$.

Аналогічний розрахунок проводиться за кількістю внесених фосфорних та калійних добрив.

Гербициди: Використано на 1 га 0,15 кг. Енергетичний еквівалент 1 кг гербициду 419,6 МДж (додаток 6).

Витрати на 1 га енергетичного ресурсу вкладеного в гербицид складуть: $0,15 \text{ кг} \times 419,6 \text{ МДж} = 62,94 \text{ МДж}$.

Аналогічно проводять розрахунки по фунгіцидах, протравниках насіння, інсектицидах.

Крок 5. Необхідно розрахувати, яку кількість енергетичних ресурсів витрачено на 1 га у складі нафтопродуктів. За підрахунками відповідно

технологічної карти на 1 га наприклад, витрачено 75,48 л дизпалива. Один літр дизельного пального містить 47,7 МДж(додаток 6) $70,34 \text{ л} \times 47,7 \text{ МДж} = 3355,218 \text{ МДж}$.

Аналогічно проводять розрахунок витрати енергії на 1 га по бензину.(додаток 6)

Крок 6. Розрахунки кількості енергетичних одиниць МДж «перенесеної» з кВт-год. електроенергії в розрахунок на 1 га.

Приклад. Витрати на 1 га за даними технологічної карти становлять 43,19 кВт-год. 1 кВт-год. еквівалента 12,0 МДж. (додаток 6)

Відповідно $43,19 \text{ кВт-год.} \times 12,0 \text{ МДж} = 518,28 \text{ МДж}$.

518,28 МДж витрачено на 1 га для забезпечення технологічного процесу.

Крок 7. Витрати за енергетичними еквівалентами трудових ресурсів – праця людей.

В додатках 5 трудові ресурси витрати за 1 люд.-год. в енергетичних еквівалентах становлять: трактористи, комбайнери, водії-авто – 132,0 МДж за 1 год.-люд. В технологічній карті зазначено за підрахунками витрати людино-годин на 1 га або на 100 га.

Приклад. Витрати на 1 га становлять 5,054 люд.-год.: $5,054 \times 132 \text{ МДж}$ (по 5 розряду) = 667,128 МДж. (додаток 5)

Кількість еквівалентної енергії витраченої працівниками зазначеної категорії перенесеної на 1 га становить 667,128 МДж.

Аналогічні за своїм змістом розрахунки праці людей категорії оператори (підготовка насіння, чистка зерна тощо). Оператори по 5 розряду – еквівалент – 99МДж. Витрати на 1 га становлять – 0,756 люд.-год. $0,756 \times 99\text{МДж} = 74,844 \text{ МДж}$.(додаток 5)

Крок 8. Розрахунки кількості еквівалентної енергії перенесеної з насінням на 1 га. Для цього використовують дані додатку вмісту енергії в урожаї сільськогосподарських культур. Наприклад, зазначено в 1 кг зерна ячменю міститься 19,13 Мдж, або 4568,9 ккал.(додаток 8) Коефіцієнт 0,86 використано за для того, щоб виключити з розрахунків вологість насіння.

Кількість насіння витрачено на 1 га 175 кг.

Відповідно $175 \text{ кг} \times 0,86 = 150,5 \text{ кг}$ сухої речовини.

$150,5 \text{ кг} \times 19,13 \text{ МДж} = 2879,065 \text{ МДж}$.

Оскільки на підготовку насіння додатково витрачається енергія, первинна очистка, вторинна, тарування, зберігання, отримані дані щодо вмісту енергії слід перемножити на коефіцієнт 1,8.

$2879,065 \text{ МДж} \times 1,8 = 5182,317$.

Отже, з насінням 175 кг (норма висіву) на 1 га переноситься 5182,32 МДж енергії.

Крім цього, в розрахунки необхідно додати загальногосподарські витрати. Праця керівників, спеціалістів, консультантів, охорони та іншого персоналу, який певним чином задіяний в забезпеченні технологічного процесу вирощування. Запропоновано 15-20%. Можуть бути інші більші або менші заплановані такі витрати у вигляді енергетичних еквівалентів залежно від специфіки організації і виробництва.

Для структурного аналізу дані проведених розрахунків заносять до таблиць.

Енергетична структура вирощування ячменю на 1 га посіву

№	Показники	Витрати на 1 га	Енергоємність	
			МДж/га	%
1	Механізми, МДж			
2	Дизпаливо, л			
3	Бензин, л			
4	Електроенергія, кВт-год.			
5	Міндобрива – азотні, кг/га д.р.			
6	Міндобрива – фосфорні, кг/га д.р.			
7	Міндобрива – калійні, кг/га д.р.			
8	Мікроелементи, кг			

9	Гербіциди, кг/га			
10	Фунгіциди, л/га			
11	Протравники, л/га			
12	Насіння, кг			
13	Праця людей, люд.-год.:			
	– трактористи, комбайнери, водії авто			
	– оператори			
	Разом			
	Загальновиробничі витрати			

Щоб перевести МДж в кілокалорії, використовують співвідношення:
 $1 \text{ МДж} = 238,85 \text{ ккал.}$

Аналіз структурних витрат представляють також у вигляді рисунків, діаграм і т.п.

Кількість енергії, яка накопичена урожаєм сільськогосподарських культур встановлюють на основі даних додатку 8 де показано вміст енергії в 1 кг сухої речовини продукції сільськогосподарських культур.

Приклад:

Урожайність зерна ячменю $У$ 6,05 т/га.

Вміст сухої речовини (K_c) зерна у 6,05 т становить $K_c = 6,05 \text{ т} \times 0,86 = 5,203 \text{ т}$ (5203 кг/га).

Вміст енергії накопиченої в МДж: 1 кг сухої речовини ячменю містить 19,13 МДж показник $q_{пр}$ для ячменю – 19,13 МДж (додаток 8).

Кількість енергії накопиченої урожаєм на 1 га $E_y = K_c \times q_{пр}$: $E_y = 5203 \times 19,13 = 99533,39 \text{ МДж.}$

E_a – всі антропогенні витрати енергії для виробництва продукції на 1 га, МДж. Це вся сукупна енергія, яка витрачена на отримання урожаю з одиниці площі посіву, яка включає механізми, пальне, електроенергію, мінеральні

добрива, пестициди, насіння, працю людей (табл. 1_).

Розрахунок енергетичного коефіцієнта технології вирощування ячменю ярого $E_k = E_y : \sum E_a$.

$$E_y = 99553,39 \text{ МДж.}$$

$$\sum E_a = 20695,09 \text{ МДж.}$$

$$E_k = 99553,39 : 20695,09.$$

$$E_k = 4,81.$$

Встановлений енергетичний коефіцієнт свідчить про високу ефективність організованої технології, так як кількість трансформованої енергії сонячного світла рослинами на 1 га посівів ячменю в 4,81 рази є більшою відповідно до енергії, яку витрачено на зазначену одиницю площі.

Завдання.

Проаналізувати розрахунки:

- показати найбільші складові витрати енергії
- зазначити про рекомендації, тобто які удосконалення елементів

технології необхідно здійснити для збільшення енергетичного коефіцієнта.

В якому напрямку необхідно удосконалювати технологію.

Культура ячмінь ярий
Варіант N₀P₀K₀

Площа, га 100
Валовий збір основної продукції, т/га 420
Урожайність, т/га 4,20 т/га

(вартісні показники – в гривнях)

Найменування робіт	Одиниця виміру	Обсяг робіт в фізичних одиницях	Склад агрегату (найменування с/г машини та інвентаря)	Норма виробітку	Кількість нормозмін	Витрати праці (люд.-год.)		Оплата по тарифу на весь обсяг		Енергоємність за 1 год., МДж	Витрати праці (люд.-год. на 1 га)	Енергоємність на 1 га, МДж	Підвищення та заохочувальна оплата		Всього оплата праці		Пальне		Транспортні роботи		Електроенергія		Всього витрат	
						трактористів	інших працівників	трактористів	інших працівників				трактористів	інших працівників	кількість (л)		кількість, т/км	вартість	кількість, кВт/год	вартість				
															на одиницю роботи	на весь обсяг робіт					вартість, всього			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
1-й період. Незавершене виробництво																								
1. Дискування стерні	га	100	ХТЗ-170 + БДТ-7	24,6	4,06	28,4	-	119,4	-	191,7 280,0	0,284	54,4 79,5	23,0	-	142,4	-	6,3	630	2268	-	-	-	-	2410,4
2. Оранка	га	100	ХТЗ-170 + ПЛН-5,35	7,9	12,66	88,6	-	428,8	-	191,7 28,8	0,886	169,8 25,5	82,8	-	511,6	-	25	2500	9000	-	-	-	-	9511,6
3. Вирівнюв. культивування	га	100	Т-150 + С-11 + 2КПС-4	25	4,00	28,0	-	117,6	-	169,5 56,0 78,8	0,280	47,5 15,7 22,1	22,7	-	140,3	-	4,2	420	1512	-	-	-	-	1652,3
4. Вирівнюв. культивування	га	100	Т-150 + С-11 + 2КПС-4	25	4,00	28,0	-	117,6	-	169,5 56,0 78,8	0,280	47,5 15,7 22,1	22,7	-	140,3	-	4,2	420	1512	-	-	-	-	1652,3
Разом					24,72	173,0	-	783,4	-	x	1,730	499,8	151,2	-	934,6	-	x	3970	14292	-	-	-	-	15226,6

Продовження додатку 1

Найменування робіт	Одиниця виміру	Обсяг робіт в фізичних одиницях	Склад агрегату (найменування с/г машини та інвентаря)	Норма виробітку	Кількість нормозмін	Витрати праці (люд.-год.)		Оплата по тарифу на весь обсяг		Енергоємність за 1 год., Мдж	Витрати праці (люд.-год. на 1 га)	Енергоємність на 1 га, Мдж	Підвищення та заохочувальна оплата		Всього оплата праці		Пальне		Транспортні роботи		Електроенергія		Всього витрат	
						трактористів	інших працівників	трактористів	інших працівників				трактористів	інших працівників	трактористів	інших працівників	кількість (л)		кількість, т/км	вартість	кількість, кВт/год	вартість		
																	на одиницю роботи	на весь обсяг робіт						вартість, всього
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
2-й період. Підготовка до сівби, сівба																								
1. Передпосівний обробіток ґрунту	га	100	ХТЗ-170 + компакт Ш-6м	18,75	5,33 / -	37,3	-	155,8	-	191,7 / 220,8	0,373 / -	71,5 / 82,4	30,1	-	185,9	-	4,2	420	1512,0	-	-	-	-	1697,9
2. Протруювання насіння	т	17,5	ПС-10	35,0	- / 0,50	-	3,5 + 3,5	-	10,1	33,0	- / 0,035 + 0,035	1,2	-	1,2	-	11,3	-	-	-	-	-	7,9	2,7	14,0
3. Транспортування та завантаження сівалок насінням	т	17,5	ГАЗ-53А + УЗСА-40	15,9	1,10 / -	7,7	-	28,8	-	46,5 / 68,5	0,077 / -	3,6 / 5,3	5,6	-	34,4	-	2,3	39,7	142,9	52,5	53,6	-	-	230,9
4. Сівба	га	100	МТЗ-82 + СПУ-4	20	5,00 / -	35,0	-	147,0	-	81,9 / 80,8	0,350 / -	28,7 / 28,3	28,4	-	175,4	-	3,5	350	1260,0	-	-	-	-	1435,4
Разом					11,43 / 0,50	79,8	7,0	331,6	10,1	x	0,800 / 0,070	221,0	64,1	1,2	395,7	11,3	x	809,7	2914,9	52,5	53,6	7,9	2,7	3378,2

Продовження додатку 1

Найменування робіт	Одиниця виміру	Обсяг робіт в фізичних одиницях	Склад агрегату (найменування с/г машини та інвентаря)	Норма виробітку	Кількість нормозмін	Витрати праці (люд.-год.)		Оплата по тарифу на весь обсяг		Енергоємність за 1 год., Мдж	Витрати праці (люд.-год. на 1 га)	Енергоємність на 1 га, Мдж	Підвищення та заохочувальна оплата		Всього оплата праці		Пальне		Транспортні роботи		Електроенергія		Всього витрат	
						трактористів	інших працівників	трактористів	інших працівників				трактористів	інших працівників	трактористів	інших працівників	кількість (л)		кількість, т/км	вартість	кількість, кВт/год	вартість		
																	на одиницю роботи	на весь обсяг робіт						вартість, всього
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
3-й період. Догляд за посівами																								
1. Підвезення води	т	30	ХТЗ-170 + РЖТ-8	10,5	2,86	20,0	-	74,8	-	191,7 116,5	0,20	38,3 23,3	14,4	-	89,2	-	-	20	72	-	-	-	-	161,2
2. Обприск. гербіцид. + інсектицид.	га	100	МТЗ-82 + ОПШ-3524	35,0	2,86	20,0	-	96,6	-	81,9 553,5	0,20	16,4 110,7	18,6	-	115,2	-	1,1	110	396	-	-	-	-	511,2
3. Підвезення води	т	30	ХТЗ-170 + РЖТ-8	10,5	2,86	20,0	-	74,8	-	191,7 116,5	0,20	38,3 23,3	14,4	-	89,2	-	-	20	72	-	-	-	-	161,2
4. Обприск. фунгіцид.	га	100	МТЗ-82 + ОПШ-3524	35,0	2,86	20,0	-	96,6	-	81,9 553,5	0,20	16,4 110,7	18,6	-	115,2	-	1,1	110	396	-	-	-	-	511,2
5. Підвезення води	т	30	ХТЗ-170 + РЖТ-8	10,5	2,86	20,0	-	74,8	-	191,7 116,5	0,20	38,3 23,3	14,4	-	89,2	-	-	20	72	-	-	-	-	161,2
6. Обприск. фунгіцид.	га	100	МТЗ-82 + ОПШ-3524	35,0	2,86	20,0	-	96,6	-	81,9 553,5	0,20	16,4 110,7	18,6	-	115,2	-	1,1	110	396	-	-	-	-	511,2
7. Підвезення води	т	30	ХТЗ-170 + РЖТ-8	10,5	2,86	20,0	-	74,8	-	191,7 116,5	0,20	38,3 23,3	14,4	-	89,2	-	-	20	72	-	-	-	-	161,2
8. Обприск. фунгіцид.	га	100	МТЗ-82 + ОПШ-3524	35,0	2,86	20,0	-	96,6	-	81,9 553,5	0,20	16,4 110,7	18,6	-	115,2	-	1,1	110	396	-	-	-	-	511,2
Разом					22,88	160	-	685,6	-	x	1,6	754,8	132,0	-	817,6	-	x	520	1872	-	-	-	-	2689,6

Продовження додатку 1

Найменування робіт	Одиниця виміру	Обсяг робіт в фізичних одиницях	Склад агрегату (найменування с/г машини та інвентаря)	Норма виробітку	Кількість нормозмін	Витрати праці (люд.-год.)		Оплата по тарифу на весь обсяг		Енергоємність за 1 год., Мдж	Витрати праці (люд.-год. на 1 га)	Енергоємність на 1 га, Мдж	Підвищення та заохочувальна оплата		Всього оплата праці		Пальне		Транспортні роботи		Електро-енергія		Всього витрат		
						трактористів	інших працівників	трактористів	інших працівників				трактористів	інших працівників	трактористів	інших працівників	кількість (п)		кількість, т/км	вартість	кількість, кВт/год	вартість			
																	на одиницю роботи	на весь обсяг робіт						кількість, т/км	вартість
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
4-й період. Збирання врожаю																									
1. Пряме комбайнування з подрб. соломи	га	100	SKIF-310	34,0	2,94	20,6	-	179,6	-	2132,1	0,206	439,2	34,7	-	214,3	-	7,2	720,0	4752,0	-	-	-	-	-	4966,3
2. Транспортування зерна, 5км	т	428	КрАЗ С18.1	118,1	3,62	25,3	-	194,0	-	194,5	0,253	49,2	37,4	-	231,4	-	0,477	204,2	816,5	2140	2182,8	-	-	-	3230,7
3. Очищення зерна	т	428	ОВС-25С	18,0-1 год. (126)	- / 3,40	-	23,8 + 23,8	-	181,8	149,5	- / 0,238 + 0,238	35,6	-	20,9	-	202,7	-	-	-	-	-	-	2782,0	1062,3	1265,0
Разом					6,56 / 3,40	45,9	47,6	373,6	181,8	x	0,459 / 0,476	524,0	72,1	20,9	445,7	202,7	x	924,2	5568,5	2140	2182,8	2782,0	1062,3	9462,0	
Всього по досліді					65,59 / 3,90	458,7	54,6	2174,2	191,9	x	4,589 / 0,749	1999,6	419,4	22,1	2593,6	214,0	x	6223,9	24647,4	2192,5	2236,4	2789,9	1065,0	30756,4	

Енергетична структура врожаю

Варіант: N₀P₀K₀ – без внесення мінеральних добрив

Норма висіву насіння: 3,5 млн. шт./га (175 кг/га)

Урожайність зерна: 4,2 т/га

№	Показники	Витрати на 1 га	Енергоємність	
			МДж/га	%
1	Механізми, кг	енергетичні еквіваленти	1999,6	14,27
2	Дизпаливо, л	61,8	2947,86	21,04
3	Бензин, л	0,397	16,793	0,12
4	Електроенергія, кВт-год.	27,89	334,68	2,39
5	Міндобрива – азотні, кг/га д.р.	-	-	-
6	Міндобрива – фосфорні, кг/га д.р.	-	-	-
7	Міндобрива – калійні, кг/га д.р.	-	-	-
8	Мікроелементи, кг	-	-	-
9	Гербициди, кг/га	0,15	62,94	0,45
10	Фунгіциди, л/га	0,5+0,5+0,5	408,90	2,92
11	Протравники, л/га	0,225	61,335	0,44
12	Насіння, кг	175	5182,317	36,99
13	Праця людей, люд.-год.:	-	-	-
	– трактористи, комбайнери, водії авто	4,589	606,0	4,33
	– оператори	0,546	54,01	0,39
	Разом	-	11674,4	-
	Загальновиробничі витрати	20%	2334,88	16,66
	Всього	-	14009,28	100%

1) Енергоємність зерна урожаю 1 га

$У$ – урожайність зерна ячменю, т/га – 4,2 т/га (4200 кг/га)

$K_c = 4200 \times 0,86 = 3612$ кг сухої речовини (0,14 волога)

K_c – вміст сухої речовини, %

2) Вміст енергії накопиченої на 1 га

$E_y = K_c \times q_{пр} = 3612 \times 19,13 \text{ МДж} = 69097,56 \text{ МДж}$

E_y – вміст енергії накопиченої на 1 га, Мдж

$q_{пр}$ – вміст енергії в 1 кг вирощеної продукції, як сухої речовини, МДж/кг

3) Енергетичний коефіцієнт

$E_k = E_y / E_a = 69097,56 / 14009,28 = 4,93.$

E_k – енергетичний коефіцієнт

E_a – антропогенні витрати енергії на 1 га, МДж

Культура ячмінь ярий
Варіант N₃₀P₄₅K₄₅

Площа, га 100
Валовий збір основної продукції, т/га 605
Урожайність, т/га 6,05 т/га

(вартісні показники – в гривнях)

Найменування робіт	Одиниця виміру	Обсяг робіт в фізичних одиницях	Склад агрегату (найменування с/г машини та інвентаря)	Норма виробітку	Кількість нормозмін	Витрати праці (люд.-год.)		Оплата по тарифу на весь обсяг		Енергоємність за 1 год., МДж	Витрати праці (люд.-год. на 1 га)	Енергоємність на 1 га, Мдж	Підвищення та заохочувальна оплата		Всього оплата праці		Пальне		Транспортні роботи		Електроенергія		Всього витрат	
						трактористів	інших працівників	трактористів	інших працівників				трактористів	інших працівників	кількість (л)		кількість, т/км	вартість	кількість, кВт/год	вартість				
															на одиницю роботи	на весь обсяг робіт					вартість, всього			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
1-й період. Незавершене виробництво																								
1. Навантаж. міндобрив	т	16, 15	МТЗ-82 + ПФ-0,5	132	0,12	0,8	-	3,1	-	81,9 47,5	0,008	0,7 0,4	0,6	-	3,7	-	-	15	54	-	-	-	-	57,7
2. Транспорт. міндобрив	т	16, 15	МТЗ-82 + 1-ПТС-2	17	0,95	6,6	-	20,7	-	81,9 22,5	0,066	5,4 1,5	4,0	-	24,7	-	-	15	54	-	-	-	-	78,7
3. Внесення міндобрив	га	100	МТЗ-82 + МВД-900	112	0,89	6,2	-	23,3	-	81,9 21,3	0,062	5,1 1,3	4,5	-	27,8	-	3	300	1080	-	-	-	-	1107,8
4. Дискування стерні	га	100	ХТЗ-170 + БДТ-7	24,6	4,06	28,4	-	119,4	-	191,7 280,0	0,284	54,4 79,5	23,0	-	142,4	-	6,3	630	2268	-	-	-	-	2410,4
5. Оранка	га	100	ХТЗ-170 + ПЛН-5,35	7,9	12,66	88,6	-	428,8	-	191,7 28,8	0,886	169,8 25,5	82,8	-	511,6	-	25	2500	9000	-	-	-	-	9511,6
6. Вирівнюв. культивация	га	100	Т-150 + С-11 + 2КПС-4	25	4,00	28,0	-	117,6	-	169,5 56,0 78,8	0,280	47,5 15,7 22,1	22,7	-	140,3	-	4,2	420	1512	-	-	-	-	1652,3
7. Вирівнюв. культивация	га	100	Т-150 + С-11 + 2КПС-4	25	4,00	28,0	-	117,6	-	169,5 56,0 78,8	0,280	47,5 15,7 22,1	22,7	-	140,3	-	4,2	420	1512	-	-	-	-	1652,3
Разом					26,68	186,6	-	830,5	-	x	1,866	514,2	160,3	-	990,8	-	x	4300	15480	-	-	-	-	16470,8

Продовження додатку 2

Найменування робіт	Одиниця виміру	Обсяг робіт в фізичних одиницях	Склад агрегату (найменування с/г машини та інвентаря)	Норма виробітку	Кількість нормозмін	Витрати праці (люд.-год.)		Оплата по тарифу на весь обсяг		Енергоємність за 1 год., Мдж	Витрати праці (люд.-год. на 1 га)	Енергоємність на 1 га, Мдж	Підвищення та заохочувальна оплата		Всього оплата праці		Пальне		Транспортні роботи		Електроенергія		Всього витрат	
						трактористів	інших працівників	трактористів	інших працівників				трактористів	інших працівників	трактористів	інших працівників	кількість (л)		кількість, т/км	вартість	кількість, кВт/год	вартість		
																	на одиницю роботи	на весь обсяг робіт						вартість, всього
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
2-й період. Підготовка до сівби, сівба																								
1. Навантаж. міндобри	т	5,7	МТЗ-82 + ПФ-0,5	132	0,04	0,3	-	1,0	-	81,9 47,5	0,003	0,2 0,1	0,2	-	1,2	-	-	5,5	19,8	-	-	-	-	21,0
2. Транспорт. міндобри	т	5,7	МТЗ-82 + 1-ПТС-2	17	0,34	2,4	-	7,2	-	81,9 22,5	0,024	2,0 0,5	1,4	-	8,6	-	-	5,5	19,8	-	-	-	-	28,4
3. Внесення міндобри	га	100	МТЗ-82 + МВД-900	112	0,89	6,2	-	23,3	-	81,9 21,3	0,062	5,1 1,3	4,5	-	27,8	-	3	300	1080	-	-	-	-	1107,8
4. Передпосівний обробіток ґрунту	га	100	ХТЗ-170 + компактом Ш-6м	18,75	5,33	37,3	-	155,8	-	191,7 220,8	0,373	71,5 82,4	30,1	-	185,9	-	4,2	420	1512	-	-	-	-	1697,9
5. Протруювання насіння	т	17,5	ПС-10	35,0	- / 0,50	-	3,5 + 3,5	-	10,1	33,0	- / 0,035 + 0,35	1,2	-	1,2	-	11,3	-	-	-	-	-	7,9	2,7	14,0
6. Транспорт. та завантаж. сівалок насінням	т	17,5	ГАЗ-53А + УЗСА-40	15,9	1,10 /-	7,7	-	28,8	-	46,5 68,5	0,077 /-	3,6 5,3	5,6	-	34,4	-	2,3	39,7	142,9	52,5	53,6	-	-	230,9
7. Сівба	га	100	МТЗ-82 + СПУ-4	20	5,00 /-	35,0	-	147,0	-	81,9 80,8	0,350 /-	28,7 28,3	28,4	-	175,4	-	3,5	350	1260	-	-	-	-	1435,4
Разом					12,70 / 0,50	88,9	7,0	363,1	10,1	x	0,889 / 0,070	230,2	70,2	1,2	433,3	11,3	x	1120, 7	4034,5	52,5	53,6	7,9	2,7	4535,4

Продовження додатку 2

Найменування робіт	Одиниця виміру	Обсяг робіт в фізичних одиницях	Склад агрегату (найменування с/г машини та інвентаря)	Норма виробітку	Кількість нормозмін	Витрати праці (люд.-год.)		Оплата по тарифу на весь обсяг		Енергоємність за 1 год., Мдж	Витрати праці (люд.-год. на 1 га)	Енергоємність на 1 га, Мдж	Підвищення та заохочувальна оплата		Всього оплата праці		Пальне		Транспортні роботи		Електроенергія		Всього витрат	
						трактористів	інших працівників	трактористів	інших працівників				трактористів	інших працівників	трактористів	інших працівників	кількість (л)		кількість, т/км	вартість	кількість, кВт/год	вартість		
																	на одиницю роботи	на весь обсяг робіт						вартість, всього
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
3-й період. Догляд за посівами																								
1. Підвезення води	т	30	ХТЗ-170 + РЖТ-8	10,5	2,86	20,0	-	74,8	-	191,7 116,5	0,20	38,3 23,3	14,4	-	89,2	-	-	20	72	-	-	-	-	161,2
2. Обприск. гербіцид. + інсектицид.	га	100	МТЗ-82 + ОПШ-3524	35,0	2,86	20,0	-	96,6	-	81,9 553,5	0,20	16,4 110,7	18,6	-	115,2	-	1,1	110	396	-	-	-	-	511,2
3. Підвезення води	т	30	ХТЗ-170 + РЖТ-8	10,5	2,86	20,0	-	74,8	-	191,7 116,5	0,20	38,3 23,3	14,4	-	89,2	-	-	20	72	-	-	-	-	161,2
4. Обприск. фунгіцид.	га	100	МТЗ-82 + ОПШ-3524	35,0	2,86	20,0	-	96,6	-	81,9 553,5	0,20	16,4 110,7	18,6	-	115,2	-	1,1	110	396	-	-	-	-	511,2
5. Підвезення води	т	30	ХТЗ-170 + РЖТ-8	10,5	2,86	20,0	-	74,8	-	191,7 116,5	0,20	38,3 23,3	14,4	-	89,2	-	-	20	72	-	-	-	-	161,2
6. Обприск. фунгіцид.	га	100	МТЗ-82 + ОПШ-3524	35,0	2,86	20,0	-	96,6	-	81,9 553,5	0,20	16,4 110,7	18,6	-	115,2	-	1,1	110	396	-	-	-	-	511,2
7. Підвезення води	т	30	ХТЗ-170 + РЖТ-8	10,5	2,86	20,0	-	74,8	-	191,7 116,5	0,20	38,3 23,3	14,4	-	89,2	-	-	20	72	-	-	-	-	161,2
8. Обприск. фунгіцид.	га	100	МТЗ-82 + ОПШ-3524	35,0	2,86	20,0	-	96,6	-	81,9 553,5	0,20	16,4 110,7	18,6	-	115,2	-	1,1	110	396	-	-	-	-	511,2
Разом					22,88	160	-	685,6	-	x	1,6	754,8	132,0	-	817,6	-	x	520	1872	-	-	-	-	2689,6

Продовження додатку 2

Найменування робіт	Одиниця виміру	Обсяг робіт в фізичних одиницях	Склад агрегату (найменування с/г машини та інвентаря)	Норма виробітку	Кількість нормозмін	Витрати праці (люд.-год.)		Оплата по тарифу на весь обсяг		Енергоємність за 1 год., Мдж	Витрати праці (люд.-год. на 1 га)	Енергоємність на 1 га, Мдж	Підвищення та заохочуваль на оплату		Всього оплата праці		Пальне		Транспортні роботи		Електроенергія		Всього витрат		
						трактористів	інших працівників	трактористів	інших працівників				трактористів	інших працівників	трактористів	інших працівників	кількість (л)		кількість, т/км	вартість	кількість, кВт/год	вартість			
																	на одиницю роботи	на весь обсяг робіт						кількість, т/км	вартість
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
4-й період. Збирання врожаю																									
1. Пряме комбайнув. з подрб. солом	га	100	SKIF-310	34,0	2,94	20,6	-	179,6	-	2132,1	0,206	439,2	34,7	-	214,3	-	8,0	800	4752,0	-	-	-	-	-	4966,3
2. Транспортування зерна, 5км	т	616	КрАЗ С18.1	118,1	5,22	36,5	-	279,7	-	194,5	0,365	71,0	54,0	-	333,7	-	0,477	294	1177,2	3080	3141,6	-	-	-	4652,5
3. Очищення зерна	т	616	ОВС-25С	18,0-1год. (126)	- / 4,89	-	34,2 + 34,2	-	260,9	149,5	- / 0,342 + 0,342	51,1	-	30,0	-	290,9	-	-	-	-	-	-	4004	1528,9	1819,8
Разом					8,16 / 4,89	57,1	68,4	459,3	260,9	x	0,571 / 0,342	561,3	88,7	30,0	548,0	290,9	x	1094,0	5929,2	3080	3141,6	4004	1528,9	11438,6	
Всього по досліді					70,42 / 5,39	492,6	75,4	2338,5	271,0	x	4,926 / 0,719	2060,5	451,2	31,2	2789,7	302,2	x	7034,7	27315,7	3132,5	3195,2	4011,9	1531,6	35134,4	

Енергетична структура врожаю

Варіант: N₃₀P₄₅K₄₅

Норма висіву насіння: 3,5 млн. шт./га (175 кг/га)

Урожайність зерна: 6,05 т/га

№	Показники	Витрати на 1 га	Енергоємність	
			МДж/га	%
1	Механізми, кг	енергетичні еквіваленти	2060,5	9,99
2	Дизпаливо, л	69,95	3336,61	16,18
3	Бензин, л	0,397	16,793	0,08
4	Електроенергія, кВт-год.	40,12	481,4	2,33
5	Міндобрива – азотні, кг/га д.р.	30	2604,0	12,63
6	Міндобрива – фосфорні, кг/га д.р.	45	567,0	2,75
7	Міндобрива – калійні, кг/га д.р.	45	373,5	1,81
8	Мікроелементи, кг	5	1301,9	6,31
9	Гербіциди, кг/га	0,15	62,94	0,31
10	Фунгіциди, л/га	0,5+0,5+0,5	408,90	1,98
11	Протравники, л/га	0,225	61,335	0,30
12	Насіння, кг	175	5182,317	25,13
13	Праця людей, люд.-год.:	-	-	-
	– трактористи, комбайнери, водії авто	4,926	650,76	3,16
	– оператори	0,754	74,68	0,36
	Разом	-	17182,63	-
	Загальновиробничі витрати	20%	3436,5	16,67
	Всього		20619,15	100%

1) Енергоємність зерна урожаю 1 га

$У$ – урожайність зерна ячменю, т/га – 6,05 т/га (6050 кг/га)

$K_c = 6050 \times 0,86 = 5203$ кг сухої речовини (0,14 волога)

K_c – вміст сухої речовини, %

2) Вміст енергії накопиченої на 1 га

$E_y = K_c \times q_{пр} = 5203 \times 19,13 \text{ МДж} = 99533,39 \text{ МДж}$

E_y – вміст енергії накопиченої на 1 га, МДж

$q_{пр}$ – вміст енергії в 1 кг вирощеної продукції, як сухої речовини, МДж/кг

3) Енергетичний коефіцієнт

$E_k = E_y / E_a = 99533,39 / 20619,15 = 4,82.$

E_k – енергетичний коефіцієнт

E_a – антропогенні витрати енергії на 1 га, МДж

Культура ячмінь ярий
Варіант N₆₀P₉₀K₉₀

Площа, га 100
Валовий збір основної продукції, т/га 710
Урожайність, т/га 7,10 т/га

(вартісні показники – в гривнях)

Найменування робіт	Одиниця виміру	Обсяг робіт в фізичних одиницях	Склад агрегату (найменування с/г машини та інвентаря)	Норма виробітку	Кількість нормозмін	Витрати праці (люд.-год.)		Оплата по тарифу на весь обсяг		Енергоємність за 1 год., МДж	Витрати праці (люд.-год. на 1 га)	Енергоємність на 1 га, Мдж	Підвищення та заохочувальна оплата		Всього оплата праці		Пальне		Транспортні роботи		Електроенергія		Всього витрат	
						трактористів	інших працівників	трактористів	інших працівників				трактористів	інших працівників	кількість (л)		кількість, т/км	вартість	кількість, кВт/год	вартість				
															на одиницю роботи	на весь обсяг робіт					вартість, всього			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
1-й період. Незавершене виробництво																								
1. Навантаж. міндобрив	т	32,30	MT3-82 + ПФ-0,5	132	0,24	1,7	-	6,3	-	81,947,5	0,017	1,40,8	1,2	-	7,5	-	-	30	108	-	-	-	-	115,5
2. Транспорт. міндобрив	т	32,30	MT3-82 + 1-ПТС-2	17	1,90	13,3	-	41,4	-	81,922,5	0,133	10,93,0	8,0	-	49,4	-	-	30	108	-	-	-	-	157,4
3. Внесення міндобрив	га	100	MT3-82 + МВД-900	112	0,89	6,2	-	23,3	-	81,921,3	0,062	5,11,3	4,5	-	27,8	-	3	300	1080	-	-	-	-	1107,8
4. Дискування стерні	га	100	ХТ3-170 + БДТ-7	24,6	4,06	28,4	-	119,4	-	191,7280,0	0,284	54,479,5	23,0	-	142,4	-	6,3	630	2268	-	-	-	-	2410,4
5. Оранка	га	100	ХТ3-170 + ПЛН-5,35	7,9	12,66	88,6	-	428,8	-	191,728,8	0,886	169,825,5	82,8	-	511,6	-	25	2500	9000	-	-	-	-	9511,6
6. Вирівнюв. культивация	га	100	T-150 + С-11 + 2КПС-4	25	4,00	28,0	-	117,6	-	169,556,078,8	0,280	47,515,722,1	22,7	-	140,3	-	4,2	420	1512	-	-	-	-	1652,3
7. Вирівнюв. культивация	га	100	T-150 + С-11 + 2КПС-4	25	4,00	28,0	-	117,6	-	169,556,078,8	0,280	47,515,722,1	22,7	-	140,3	-	4,2	420	1512	-	-	-	-	1652,3
Разом					27,75	194,2	-	854,4	-	x	1,942	522,3	164,9	-	1019,3	-	x	4330	15588	-	-	-	-	16607,3

Продовження додатку 3

Найменування робіт	Одиниця виміру	Обсяг робіт в фізичних одиницях	Склад агрегату (найменування с/г машини та інвентаря)	Норма виробітку	Кількість нормозмін	Витрати праці (люд.-год.)		Оплата по тарифу на весь обсяг		Енергоємність за 1 год., Мдж	Витрати праці (люд.-год. на 1 га)	Енергоємність на 1 га, Мдж	Підвищення та заохочувальна оплата		Всього оплата праці		Пальне		Транспортні роботи		Електроенергія		Всього витрат	
						трактористів	інших працівників	трактористів	інших працівників				трактористів	інших працівників	трактористів	інших працівників	кількість (л)		кількість, т/км	вартість	кількість, кВт/год	вартість		
																	на одиницю роботи	на весь обсяг робіт						вартість, всього
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
2-й період. Підготовка до сівби, сівба																								
1. Навантаж. міндобри	т	11,4	МТЗ-82 + ПФ-0,5	132	0,09	0,6	-	2,4	-	81,9 47,5	0,006	0,5 0,3	0,4	-	2,8	-	-	11	39,6	-	-	-	-	42,4
2. Транспорт. міндобри	т	11,4	МТЗ-82 + 1-ПТС-2	17	0,67	4,7	-	14,6	-	81,9 22,5	0,047	3,8 1,1	2,3	-	16,9	-	-	11	39,6	-	-	-	-	56,5
3. Внесення міндобри	га	100	МТЗ-82 + МВД-900	112	0,89	6,2	-	23,3	-	81,9 21,3	0,062	5,1 1,3	4,5	-	27,8	-	3	300	1080	-	-	-	-	1107,8
4. Передпосівний обробіток ґрунту	га	100	ХТЗ-170 + компактом Ш-6м	18,75	5,33	37,3	-	155,8	-	191,7 220,8	0,373	71,5 82,4	30,1	-	185,9	-	4,2	420	1512	-	-	-	-	1697,9
5. Протруювання насіння	т	17,5	ПС-10	35,0	- / 0,50	-	3,5 + 3,5	-	10,1	33,0	- / 0,035 + 0,035	1,2	-	1,2	-	11,3	-	-	-	-	-	7,9	2,7	14,0
6. Транспорт. та завантаж. сівалок насінням	т	17,5	ГАЗ-53А + УЗСА-40	15,9	1,10 /-	7,7	-	28,8	-	46,5 68,5	0,077 /-	3,6 5,3	5,6	-	34,4	-	2,27	39,7	142,9	52,5	53,6	-	-	230,9
7. Сівба	га	100	МТЗ-82 + СПУ-4	20	5,00 /-	35,0	-	147,0	-	81,9 80,8	0,350 /-	28,7 28,3	28,4	-	175,4	-	3,5	350	1260	-	-	-	-	1435,4
Разом					13,08 / 0,50	91,5	7,0	371,9	10,1	х	0,915 / 0,070	233,1	71,3	1,2	443,2	11,3	х	1131, 7	4074,1	52,5	53,6	7,9	2,7	4584,9

Продовження додатку 3

Найменування робіт	Одиниця виміру	Обсяг робіт в фізичних одиницях	Склад агрегату (найменування с/г машини та інвентаря)	Норма виробітку	Кількість нормозмін	Витрати праці (люд.-год.)		Оплата по тарифу на весь обсяг		Енергоємність за 1 год., Мдж	Витрати праці (люд.-год. на 1 га)	Енергоємність на 1 га, Мдж	Підвищення та заохочувальна оплата		Всього оплата праці		Пальне		Транспортні роботи		Електроенергія		Всього витрат	
						трактористів	інших працівників	трактористів	інших працівників				трактористів	інших працівників	трактористів	інших працівників	кількість (л)		кількість, т/км	вартість	кількість, кВт/год	вартість		
																	на одиницю роботи	на весь обсяг робіт						вартість, всього
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
3-й період. Догляд за посівами																								
1. Підвезення води	т	30	ХТЗ-170 + РЖТ-8	10,5	2,86	20,0	-	74,8	-	191,7 116,5	0,200	38,3 23,3	14,4	-	89,2	-	-	20	72	-	-	-	-	161,2
2. Обприск. гербіцид. + інсектицид.	га	100	МТЗ-82 + ОПШ-3524	35,0	2,86	20,0	-	96,6	-	81,9 553,5	0,200	16,4 110,7	18,6	-	115,2	-	1,1	110	396	-	-	-	-	511,2
3. Підвезення води	т	30	ХТЗ-170 + РЖТ-8	10,5	2,86	20,0	-	74,8	-	191,7 116,5	0,200	38,3 23,3	14,4	-	89,2	-	-	20	72	-	-	-	-	161,2
4. Обприск. фунгіцид.	га	100	МТЗ-82 + ОПШ-3524	35,0	2,86	20,0	-	96,6	-	81,9 553,5	0,200	16,4 110,7	18,6	-	115,2	-	1,1	110	396	-	-	-	-	511,2
5. Підвезення води	т	30	ХТЗ-170 + РЖТ-8	10,5	2,86	20,0	-	74,8	-	191,7 116,5	0,200	38,3 23,3	14,4	-	89,2	-	-	20	72	-	-	-	-	161,2
6. Обприск. фунгіцид.	га	100	МТЗ-82 + ОПШ-3524	35,0	2,86	20,0	-	96,6	-	81,9 553,5	0,200	16,4 110,7	18,6	-	115,2	-	1,1	110	396	-	-	-	-	511,2
7. Підвезення води	т	30	ХТЗ-170 + РЖТ-8	10,5	2,86	20,0	-	74,8	-	191,7 116,5	0,200	38,3 23,3	14,4	-	89,2	-	-	20	72	-	-	-	-	161,2
8. Обприск. фунгіцид.	га	100	МТЗ-82 + ОПШ-3524	35,0	2,86	20,0	-	96,6	-	81,9 553,5	0,200	16,4 110,7	18,6	-	115,2	-	1,1	110	396	-	-	-	-	511,2
Разом					22,88	160	-	685,6	-	x	1,6	754,8	132,0	-	817,6	-	x	520	1872	-	-	-	-	2689,6

Продовження додатку 3

Найменування робіт	Одиниця виміру	Обсяг робіт в фізичних одиницях	Склад агрегату (найменування с/г машини та інвентаря)	Норма виробітку	Кількість нормозмін	Витрати праці (люд.-год.)		Оплата по тарифу на весь обсяг		Енергоємність за 1 год., Мдж	Витрати праці (люд.-год. на 1 га)	Енергоємність на 1 га, Мдж	Підвищення та заохочуваль на оплату		Всього оплата праці		Пальне			Транспортні роботи		Електроенергія		Всього витрат	
						трактористів	інших працівників	трактористів	інших працівників				трактористів	інших працівників	трактористів	інших працівників	кількість (л)		кількість, т/км	вартість	кількість, кВт/год	вартість			
																	на одиницю роботи	на весь обсяг робіт					кількість, т/км		вартість
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
4-й період. Збирання врожаю																									
1. Пряме комбайнув. з подрб. соломи	га	100	SKIF-310	28,0	3,57	24,99	-	232,9	-	2132,1	0,25	533,0	45,0	-	277,9	-	8,7	870	5076	-	-	-	-	-	5353,9
2. Транспортування зерна, 5км	т	723	КрАЗ С18.1	118,1	6,12	42,8	-	327,5	-	194,5	0,428	83,2	63,2	-	390,7	-	0,48	347	1378,8	3615	3687,3	-	-	-	5456,8
3. Очищення зерна	т	723	ОВС-25С	18,0-1год. (126)	- / 5,74	-	40,2 + 40,2	-	306,8	149,5	- / 0,402 + 0,402	60,1	-	35,3	-	342,1	-	-	-	-	-	-	4699,5	1794,5	2136,6
Разом					9,69 / 5,74	67,79	80,4	560,4	306,8	x	0,678 / 0,804	676,3	108,2	35,3	668,6	342,1	x	1217	6454,8	3615	3687,3	4699,5	1794,5	12947,3	
Всього по досліді					72,77 / 6,24	513,5	87,4	2472,3	316,9	x	5,135 / 0,874	2186,5	476,4	36,5	2948,7	353,4	x	7198,7	27988,9	3667,5	3740,9	4707,4	1797,2	36829,1	

Енергетична структура врожаю

Варіант: N₆₀P₉₀K₉₀

Норма висіву насіння: 3,5 млн. шт./га (175 кг/га)

Урожайність зерна: 7,10 т/га

№	Показники	Витрати на 1 га	Енергоємність	
			МДж/га	%
1	Механізми, кг	енергетичні еквіваленти	2186,38	8,65
2	Дизпаливо, л	71,59	3414,8	13,52
3	Бензин, л	0,397	16,793	0,07
4	Електроенергія, кВт-год.	47,07	565,92	2,24
5	Міндобрива – азотні, кг/га д.р.	60	5208,0	20,61
6	Міндобрива – фосфорні, кг/га д.р.	90	1134,0	4,49
7	Міндобрива – калійні, кг/га д.р.	90	747,0	2,96
8	Мікроелементи, кг	5	1301,9	5,15
9	Гербициди, кг/га	0,15	62,94	0,25
10	Фунгіциди, л/га	0,5+0,5+0,5	408,90	1,62
11	Протравники, л/га	0,225	61,335	0,24
12	Насіння, кг	175	5182,317	20,51
13	Праця людей, люд.-год.:	-	-	-
	– трактористи, комбайнери, водії авто	5,135	677,82	2,68
	– оператори	0,874	86,526	0,34
	Разом	-	21053,67	-
	Загальновиробничі витрати	20%	4210,73	16,67
	Всього		25264,40	100%

1) Енергоємність зерна урожаю 1 га

$У$ – урожайність зерна ячменю, т/га – 7,10 т/га (7100 кг/га)

$K_c = 7100 \times 0,86 = 6106$ кг сухої речовини (0,14 волога)

K_c – вміст сухої речовини, %

2) Вміст енергії накопиченої на 1 га

$E_y = K_c \times q_{пр} = 6106 \times 19,13$ МДж = 116807,78 МДж

E_y – вміст енергії накопиченої на 1 га, Мдж

$q_{пр}$ – вміст енергії в 1 кг вирощеної продукції, як сухої речовини, МДж/кг

3) Енергетичний коефіцієнт

$E_k = E_y / E_a = 116807,78 / 25264,40 = 4,62$.

E_k – енергетичний коефіцієнт

E_a – антропогенні витрати енергії на 1 га, МДж

Додаток 5

ЕНЕРГЕТИЧНІ ЕКВІВАЛЕНТИ

Сільськогосподарські машини і знаряддя, працівники	На 1 кг маси за 1 год. або за 1 люд.-год.	
	МДж	ккал
<i>1. Засоби виробництва</i>		
Трактори та самохідні шасі	0,0243	5,804
Автомобілі вантажні	0,0143	3,415
Навантажувачі: на базі трактора	0,048	11,464
на базі авто	0,046	10,986
з електродвигунами	0,211	50,394
Причепи	0,0263	6,281
Плуги та розпушувачі	0,036	8,598
Луцильники та дискові борони	0,080	19,107
Знаряддя для поверхневого розпушування та прикочування ґрунту	0,102	24,361
Культиватори для суцільного та міжрядного обробітку ґрунту	0,051	12,181
Машини для внесення: мінеральних добрив	0,071	16,957
твердих органічних добрив	0,058	13,852
рідких органічних добрив	0,032	7,643
Обприскувачі тракторні	0,246	58,753
Сівалки всіх типів	0,107	25,555
Комбіновані машини	0,094	22,450
Жатки валкові, підбирачі	0,211	50,394
Машини для протруювання насіння	0,032	7,643
Комбайни зернові	0,151	36,064
Комбайни кукурудзо- та силосозбиральні	0,124	29,616
Зерноочисні та сушильні агрегати	0,148	35,348
Машини для збирання соломи	0,120	28,660

Косарки-плющилки, скиртоукладачі	0,094	22,450
Граблі волокуші	0,109	26,033
Підбирачі сіна, соломи	0,177	42,274
Машини для збирання льону, конопель	0,260	62,097
Комбайни бурякозбиральні	0,098	23,406
Бурякозбиральні машини	0,200	47,767
Гичкозбиральні машини	0,109	26,033
Картоплесаджалки, картоплекопачі, картоплесортувачі та транспортери	0,194	46,334
Комбайни картоплезбиральні	0,158	37,736
Розсадосадильні машини	0,119	28,421
Машини для вирощування та збирання тютюну та чайних насаджень	0,112	26,750
Дощувальні машини самохідні	0,033	7,882
Насосні станції	0,038	9,076
Електрообладнання, електродвигуни	0,211	50,394
Сільськогосподарська авіація через витрати палива	3500	835921
<i>2. Трудові ресурси</i>		
Трактористи-машиністи: 1 розряд	85	20302,25
2 розряд	93	22213,05
3 розряд	103	24601,55
4 розряд	116	27706,60
5 розряд	132	31528,20
6 розряд	152	36305,20
Польові робітники (ручна праця)	40	9553,60
Робітники, зайняті на ремонтних і верстатних роботах:		
1 розряд	64	15286,40
2 розряд	69	16480,65
3 розряд	77	18391,45
4 розряд	86	20541,10
5 розряд	99	23646,15
6 розряд	114	27228,90
Інженерно-технічні робітники	175	41798,75

**ЕНЕРГЕТИЧНІ ЕКВІВАЛЕНТИ НА ОБОРОТНІ ЗАСОБИ
ВИРОБНИЦТВА**

Оборотні засоби	Одиниця виміру	МДж	ккал
<i>1. Енергетичні ресурси (виробничі витрати)</i>			
Бензин	1 кг	54,4	13000
Бензин	1 л	42,3	10100
Дизельне пальне	1 кг	52,8	12600
Дизельне пальне	1 л	47,7	11400
Природний газ	1 м ³	49,4	11810
Електроенергія	1 кВт-год	12,0	2860
<i>2. Мінеральні добрива</i>			
Азотні	1 кг д.р.	86,8	20730,8
Фосфорні	1 кг д.р.	12,6	3009,3
Калійні	1 кг д.р.	8,3	1982,3
Комплексні	1 кг д.р.	51,5	12300,0
<i>3. Місцеві добрива</i>			
Гній	1 кг	0,42	100,3
Вапнякові матеріали	1 кг	3,80	907,6
<i>4. Пестициди</i>			
Гербициди:			
емульсії концентрат	1 кг д.р.	419,6	100215,0
порошок розчинний	1 кг д.р.	263,6	62956,8
гранули розчинні	1 кг д.р.	363,7	86864,1
Інсектициди:			
емульсії концентрат	1 кг д.р.	365,0	87174,6
порошок розчинний	1 кг д.р.	253,2	60472,9
гранули розчинні	1 кг д.р.	312,1	74540,2
Фунгіциди:			
емульсії концентрат	1 кг д.р.	272,6	65106,3
порошок розчинний	1 кг д.р.	116,6	27848,1
гранули розчинні	1 кг д.р.	216,7	51755,4
Ретарданти	1 кг д.р.	209,3	50000,0

ЕНЕРГОЄМНІСТЬ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИН І ЗНАРЯДЬ

Марка	Маса, кг	За 1 годину експлуатації	
		МДж	ккал
<i>1. Трактори</i>			
К-701	12500	303,8	72546,2
Т-150	6975	169,5	40480,8
Т -74	5380	130,7	31223,9
Т-70С	4400	106,9	25536,3
МТЗ-82	3370	81,9	19558,5
МТЗ-80	3160	76,8	18339,7
ХТЗ-2511	2200	53,5	12768,9
ХТЗ-17021	7890	191,7	45794,0
Т-25А	1780	43,3	10330,6
Т-150К	7535	183,1	43730,9
<i>2. Автомобілі</i>			
ГАЗ-53	3250	46,5	11099,7
КамАЗ-5320	7080	101,2	24180,3
КрАЗ-255Б1	11650	166,6	39788,2
КрАЗ С18.1	13600	194,5	46456,3
МАЗ-5549	7225	103,3	24675,5
<i>3. Автоцистерни</i>			
АВЦ-1,7	3980	56,9	13952,9
МЖА-6-130 В1-76	9206	131,6	31441,3
<i>4. Автопричепи</i>			
ГКБ-817	2540	66,8	15954,5
<i>5. Плуги</i>			
ПТК-9-35	2800	100,8	24074,4
ПЛН-3-35	445	16,0	3826,1
ПЛН-5-35	800	28,8	6878,4
<i>6. Луцильники</i>			
ЛДГ-5	1080	86,4	20635,3

ЛДГ-10	2450	196,0	46811,7
ЛДГ-15	3765	301,2	71937,1
7. Борони			
БЗТС-1,0 (зубова)	42	4,3	1023,2
БДТ-7 (дискова)	3500	280,0	66873,8
8. Катки			
ЗКВГ-1,4	880	89,8	21437,8
9. Культиватори			
КПС-4	773	39,4	9415,6
РВК-3,6	2500	127,5	30451,5
КПГ-250	470	16,9	4041,1
Компактомат (трак.- 160к.с.)	4330	220,8	52745,2
Компактомат (трак.-210к.с.)	4970	253,5	60541,3
10. Культиватори просанні			
КРН-4,2	871	44,4	10609,3
УСМК-5,4А	1800	91,8	21925,1
11. Сівалки			
СЗ-3,6	1450	155,2	37055,2
СПУ-3	655,15	70,1	16743,6
СПУ-4	755,25	80,8	19301,9
СПУ-6	1230,30	131,6	31442,7
12. Зчіпки			
С-11	700	56,0	13374,8
СП-11	915	73,2	17482,7
13. Машини для внесення мінеральних добрив			
РУМ-16	8250	585,8	139896,9
МВД-900	300	21,3	5087,5
МВД-1200	320	22,7	5426,7
14. Машини для внесення органічних добрив			
РУН-15Б	2146	124,5	29727,3
15. Рідких добрив			

РЖТ-8	3640	116,5	27819,4
16. Машины для протруювання насіння			
ПС-10	1032	33,0	7887,3
Нанка	380	12,16	2904,4
17. Машины для захисту рослин			
ЕКО-2000-18 ШПС	1300	319,8	76384,23
ОПШ-3524	2250	553,5	132203,5
18. Універсальні навантажувальні засоби			
ПФ-0,5	990	47,5	11349,4
УЗСА-40 (без авто)	1490	68,5	16369,7
19. Універсальні тракторні причеи			
1-ПТС-2	855	22,5	5370,5
1-ПТС-2Н	735	19,3	4616,8
20. Комбайни зернозбиральні			
SKIF 280 Superior	13230	1997,7	477157,8
SKIF 310	14120	2132,1	509256,9
21. Комбайни для збирання кукурудзи			
КМС-6-02	2710	336,0	80263,2
BERKO 062	4500	558,0	133278,3
22. Косарки			
ЖВН-6	1170	246,9	58961,0
John Deere 622R	2110	445,2	106338,4
23. Машины для збирання соломи та сіна			
Рулонні прес підбирачі			
ППП-750 М	2350	416,0	99349,7
ППР-110	1700	300,9	71870,0
24. Машины для очищення зерна, зерноочисні агрегати			
ОВС 25С	1010	149,5	35703,3
ЗВС-20А	1805	267,1	63806,4

ВМІСТ ЕНЕРГІЇ В УРОЖАЇ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР

Культура	Вміст загальної енергії в 1 кг сухої речовини		Середній коефіцієнт вмісту сухої речовини
	МДж	ккал	
	Пшениця озима (зерно)	19,13	
Жито (зерно)	19,49	4654,9	0,86
Ячмінь (зерно)	19,13	4568,9	0,86
Овес (зерно)	18,80	4490,1	0,86
Просо (зерно)	19,70	4705,0	0,86
Гречка (зерно)	19,38	4628,6	0,86
Горох (зерно)	20,57	4912,8	0,86
Соя (зерно)	20,57	4912,8	0,88
Кукурудза на зерно	17,6	4203,5	0,86
Буряки цукрові	18,26	4361,1	0,14
Соняшник насіння	19,38	4628,6	0,92
Картопля	18,29	4368,3	0,20
Коренеплоди кормові	16,39	3914,5	0,25
Люцерна на сіно	21,83	5213,8	0,25

Для встановлення вмісту енергії в насінні зернових культур, необхідно перемножити на коефіцієнт **1,8**, (підстава - додаткові витрати на сортування)

Рекомендовані джерела інформації

1. Медведовський, О.К. Енергетичний аналіз інтенсивних технологій в сільськогосподарському виробництві / О.К. Медведовський, П.І. Іваненко. – К.: Урожай, 1988. – 208 с.
2. Пастухов, В.І. Якість механізованих технологічних операцій і біопотенціал польових культур / В.І. Пастухов. – Харків, 2002. – 123 с.
3. Тарарико, Ю.А. Формирование устойчивых агроэкосистем / Ю.А. Тарарико. – К.: ДИА, 2007 – 559 с.
4. Тараріко Ю.О. Біоенергетична оцінка сільськогосподарського виробництва (науково_методичне забезпечення) / Ю.О. Тараріко, О.Ю. Несмашна, О.М. Бердніков. – К.: Аграрна наука, 2005. – 199 с.
5. Методика оцінки біоенергетичної ефективності технологій виробництва сільськогосподарських культур / В. О. Ушкаренко, П. Н. Лазар, А. І. Остапенко, І. О. Бойко. – Херсон, 1997. – 21 с.
6. Біоенергетична оцінка систем удобрення і агротехнологій : методичні вказівки для студентів агрономічного факультету і факультету агрохімії та ґрунтознавства / Ю. В. Тараріко, М. М. Городній, А. Г. Сердюкта ін. — К. : НАУ, 2005. — 40 с.