

В.Л. Лютинський ХНТУСГ,
А.І. Ящук, В.О. Плужніков, Л.М. Урюпіна,
Інститут овочівництва і баштанництва УААН

ЕНЕРГЕТИЧНА ОЦІНКА ТЕХНОЛОГІЙ ВИРОБНИЦТВА КАПУСТИ БІЛОГОЛОВОЇ

Наведено результати енергетичної оцінки технології виробництва капусти білоголової пізньостиглої. Складові енергетичної вартості технології згруповані у чотири функціональні групи. Енергоємність кожної операції має п'ять складових.

Вступ. У всі часи і у всіх сферах діяльності людини було і є надто важливим визначення ефективності технологій виробництва продукції, застосування машинно-технологічних комплексів або окремих технічних засобів. Це повною мірою стосується і сільськогосподарської галузі.

Загальновідомо, що економічна ефективність, наприклад, технології виробництва с.-г. продукції визначається відношенням ринкової вартості отриманого врожаю, до суми витрат на виробництво.

Ринкова вартість урожаю залежить на даний час, крім об'єктивних, ще й від багатьох чинників (кон'юнктура ринку, політичне становище, зловживання монопольним становищем і т.п.) і занадто далека від об'єктивного рівня. Те ж стосується і витрат на виробництво. Критерії оцінки сільськогосподарського виробництва, зокрема в овочівництві, за собівартістю продукції не є вичерпними, оскільки вартісні показники у сьогодишніх економічних умовах господарювання є нестабільними і мають суттєві коливання. Тому економічна ефективність, як оцінка, на даний час є здебільшого випадковою величиною і далека від об'єктивності.

Тому поряд із загальноприйнятими методами оцінки ефективності виробництва продукції рослинництва через вартісні та трудові показники, останнім часом в світовій практиці широкого застосування набуває енергетичний показник [4, 7]. Енергетична і біоенергетична оцінка виробництва овочів засновано на застосуванні показника сукупних затрат, які виражені в енергетичних одиницях –
© Лютинський В.Л. Ящук А.І., Плужніков В.О., Урюпіна Л.М., 2009.

джоулях (Дж). Кожний ресурс являє собою прямий енергоносіє, або еквівалент енергоносія, який при визначених еквівалентах можна виразити в одиницях енергії, і на енергію акумульовану в різних засобах виробництва і у виробленій продукції [1].

Це дає можливість проводити біоенергетичну оцінку технології виробництва овочів, так як економія енергетичних та інших ресурсів може стати одним з основних факторів забезпечення інтенсифікації виробництва.

Метою біоенергетичної оцінки ефективності технології є визначення ступеня окупності сукупних енерговитрат, які накопичуються у всій біомасі врожаю. При аналізі біоенергетичної ефективності виробництва овочів слід враховувати не тільки калорійність, а і вміст найбільш цінних хімічних речовин, які входять до їх складу. Вміст енергії в овочах невисокий, тому коефіцієнт енергетичної ефективності в більшості випадків є меншим за одиницю. У зв'язку з цим, для об'єктивної оцінки овочевої продукції з урахуванням не тільки її калорійності, а й біологічно активних сполук, застосовують коефіцієнти споживчої цінності основних видів овочів [3].

Методика досліджень. Ефективність технології вирощування овочів характеризує коефіцієнт біоенергетичної ефективності, який розраховують за формулою:

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

де K – коефіцієнт біоенергетичної ефективності,

Q_H – енергія, накопичена господарсько-цінною частиною врожаю, МДж/га

Q_B – сукупна енергія, витрачена на виробництво овочевої продукції, МДж/га

f – коефіцієнт споживчої цінності продукції (для капусти 6,7).

Для визначення сукупних енерговитрат провели розрахунок витрат енергії за формулою:

$$Q_B = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5 ,$$

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

Q_2 – витрати енергії на всі види енергоносіїв, МДж/га;

Q_3 – витрати енергії на добрива, пестициди, МДж/га;

Q_4 – витрати енергії на інші технологічні матеріали, МДж/га;

Q_5 – витрати енергії, вкладеної трудовими ресурсами, МДж/га;

Для розрахунку витрат енергії перелічених величин використовували дані технологічних схем вирощування, збирання, післязбиральної обробки та транспортування.

Сільськогосподарське виробництво – єдине виробництво, яке постачає людству необхідну форму енергії у вигляді органічної речовини. Однак вона не повною мірою використовується людиною, тому її вміст слід визначати в господарсько-цінній частині продукту. Для цього використовували формулу:

$$Q_H = \frac{Y \cdot \lambda \cdot q}{100} = 52663.5,$$

де Q_H – енергія, накопичена господарсько-цінною частиною врожаю, МДж/га.

Y – урожайність товарної продукції, кг/га;

λ – вміст сухої речовини в овочах, % (9,4 для капусти білоголової);

q – вміст енергії в 1 кг сухої речовини, МДж (12,45 МДж).

Споживча цінність капусти білоголової 6,7.

Але масовому застосуванню енергетичної оцінки заважає відсутність нормативної бази (термінологія і енергетичні еквіваленти).

Впровадження та застосування цих показників в кожній галузі виробництва має свої особливості. Але основою методології визначення повної енергетичної ємності (енергетичної вартості) є ДСТУ 3682-98 [4]. Відповідно ДСТУ запишемо повну енергоємність (енергетичну вартість) виконання механізованої операції технологічного процесу в рослинництві. Для обмеження кількості варіантів запису названої формули та спрощення розуміння її складових матимемо на увазі визначення питомої енергетичної вартості виконання (одиниці) роботи, тобто розмірність $[e] = [\text{МДж/га}]$.

Повна енергетична вартість виконання робіт у рослинництві:

Відповідно до ДСТУ 3682-98 повна енергоємність ПРП, МДж/НО

$$e = e_e + e_M + e_\Phi + e_P + e_O$$

де e_e – повна енергоемність енергоресурсів;

e_M – повна енергоемність вихідної продукції, сировини, матеріалів;

e_Φ – повна енергоемність основних виробничих фондів;

e_P – повна енергоемність робочої сили;

e_O – повна енергоемність охорони навколишнього середовища

Проаналізуємо складові повної енергоемності e з огляду на особливості виробничих умов сільськогосподарської галузі.

Повна енергоемність енергоресурсів e_E , що необхідна для виробництва ПРП, МДж/НО ПРП.

Маючи на увазі виконання механізованих робіт у технології рослинництва, запишемо питому витрату палива формула:

$$E_{nm} = G_{nm} \cdot \alpha_{nm} \cdot K_{зб},$$

де E_{nm} – енергетична вартість витраченого палива, МДж/га;

G_{nm} – норма витрати палива, кг/га, л/га; якщо ж мається на увазі витрати комплексного палива, тобто паливно-мастильних матеріалів, то необхідно ще вводити коефіцієнт 1,05;

α_{nm} – енергетичний еквівалент (енергетична ціна) палива, що витрачається, МДж/кг, МДж/л;

$K_{зб}$ – коефіцієнт, що враховує додаткові витрати енергії на зберігання і транспортування палив; $K_{зб}=1...1,2$ (оцінка авторів).

Повна енергоемність ВПСМ, e_M , що необхідні для виробництва ПРП, МДж на НО ПРП;

У рослинництві під ВПСМ розуміється сума витрати технологічних матеріалів: насіння, мінеральних добрив, органічних добрив, різноманітних хімічних речовин, що використовуються в поточному році. Крім того, необхідно врахувати енергетичну вартість поживних речовин, що внесені в ґрунт у попередні літа. Для кількісного визначення енергетичної вартості кожного з технологічних матеріалів скористаємось наступними формулами.

Енергетичну вартість органічних добрив, хімічних речовин, міндобрив, пестицидів визначимо за формулою:

$$E_p = \frac{\alpha K_{зб} H_{mm} k}{T}.$$

Фактично витрачену на формування врожаю сумарну енергетичну вартість міндобрив доцільно визначати за результатами хіманалізів ґрунту до сівби і після збирання врожаю за формулою:

$$E_{м.д.ф.} = (E_{N0} + E_{K0} + E_{F0}) + (E_{N6} + E_{K6} + E_{F6}) - (E_{Nn} + E_{Kn} + E_{Fn})$$

де E_{N0} , E_{K0} , E_{F0} – енергетична вартість азотних, калійних та фосфорних мінеральних добрив, що містилися у ґрунті до сівби в перерахунку на 1 га, МДж/га;

$E_{NB} + E_{KB} + E_{FB}$ – енергетична вартість азотних, калійних та фосфорних мінеральних добрив, що внесені в ґрунт у поточному році в перерахунку на 1 га, МДж/га;

E_{Nn} , E_{Kn} , E_{Fn} – енергетична вартість азотних, калійних та фосфорних мінеральних добрив, що містилися у ґрунті після збирання врожаю (залишок не засвоєний рослинами) в перерахунку на 1 га, МДж/га.

Таким чином, для підвищення точності сумарну енергетичну вартість технологічних матеріалів, що витрачені на формування врожаю доцільно визначати за формулою:

$$E_{\Sigma тт} = E_{оо} + E_{м.д.ф.} + E_{нас} + \Sigma E_{xp},$$

де $E_{оо}$ – енергетична вартість органічних добрив, що витрачені на формування врожаю, МДж/га;

$E_{нас}$ – енергетична вартість насіння, МДж/га,

ΣE_{xp} – енергетична вартість інших хімічних речовин, що витрачені для формування врожаю, МДж/га.

Повна енергоємність ОВФ, $e_{ф.}$, що амортизовані під час виробництва ПРП, МДж на НО ПРП.

Для механізованих технологій виробництва сільгосппродукції, основними виробничими фондами є споруди і засоби механізації – машинно-тракторний парк. Капітальні споруди, як правило, експлуатуються тривалий час і тому амортизаційні відрахування відносно не великі і, як правило, враховуються у відрахуваннях на використання засобів механізації, тобто машинно-тракторного парку [4].

Основною формулою для визначення енергетичної вартості використання засобів механізації є формула:

$$E'_{3M} = \frac{\alpha_{3M} m_{3M}}{W_{200}}$$

З урахуванням складу МТА її можна записати так:

$$E_{MTA} = \frac{\alpha_{e3} \cdot m_{e3}}{W_{200}} + \frac{\sum_i \alpha_{3Mi} \cdot m_{3Mi}}{W_{200}}.$$

Зупинімося на енергетичних еквівалентах енергозасобу α_{e3} та засобів механізації α_{3M} , що входять до цієї формули.

Чисельні значення α_{e3} та α_{3M} запозичені в основному в [4], куди вони потрапили у свою чергу з російських джерел восьмидесятих років [6, 7, 10, 11]. Найсуттєвіший недолік цих довідкових нормативних але не офіційних даних: для тракторів всіх тягових класів енергетичний еквівалент (питома енергетична вартість) $\alpha_{e3} = 0,0243$ МДж/(кг·год). Енергетичний еквівалент, як зазначено в [4], враховує витрати на виготовлення трактора, на його експлуатацію та всі нормативні відрахування (на амортизацію, ремонт і технічне обслуговування). Одна і та ж величина і для Т-16, і для К-700, але інших нормативних даних усталених, узаконених, офіційних немає.

Лише останнім часом почали з'являться роботи, присвячені розробленню та уточненню енергетичних еквівалентів, наприклад, Вітвицького і Поліщука [6, 11]. Вітвицьким запропоновано енергетичний еквівалент для енергозасобів визначати у МДж на 1 т витраченого палива. Наводиться і приклад: для МТА, що складається з трактора Т-150 і плуга ПЛН-4-35.

Для цього МТА повні затрати енергії на експлуатацію трактора з розрахунку на 1 т витраченого палива дорівнюють у позначеннях автора $E_{c(VI)} = 102784$ МДж/т.

Питома енергетична вартість роботи трактора в цьому випадку за В.В. Вітвицьким складає:

$$E_{Bime} = E_{c(VI)} \cdot g / 1000 = 102784 \cdot 16.83 / 1000 = 1729 \text{ МДж/га},$$

де g – норма витрати палива на оранці в заданих умовах, кг/га, $g = 16,83$ кг/га.

Визначимо ту саму величину за методикою, що наведено в ДСТУ [4].

Питома енергетична вартість експлуатації трактора в орному агрегаті E_{op} :

$$E_{op}=E_{mp}+E_n+E_{\text{лн}} = \alpha_{ez} m_{ez}/W_{zod} + G_{\text{лм}} \cdot \alpha_{\text{лм}} \cdot K_{зб} + \alpha_{\text{лн}} / W_{zod}.$$

$$E_{op}=0,0243 \cdot 7900 \cdot 7/4,6+16,83 \cdot 1,05 \cdot 52,8 \cdot 1,1+60,8 \cdot 7/4,6;$$

$$E_{op}=1411,0 \text{ МДж/га},$$

де E_{mp} – питома енергетична вартість експлуатації трактора,
МДж/га

E_n — питома енергетична вартість палива, МДж/га

$E_{\text{лн}}$ – питома енергетична вартість праці людей, МДж/га

α_{ez} , $\alpha_{\text{лм}}$, $\alpha_{\text{лн}}$ – енергетичні еквіваленти енергозасобу, палива
та праці людей відповідно;

m_{ez} – маса енергозасобу, кг;

$G_{\text{лм}}$ – норма витрати палива на оранці в заданих умовах,
кг/га;

W_{zod} – норма виробітку МТА за 1 годину змінного часу,
га/год.

Різниця між показниками, що отримані за двома методиками
складає:

$$\varepsilon=(E_{Bim6}-E_{op}) \cdot 100 / E_{Bim6}=(1729-1411,0) \cdot 100 / 1729=18,4 \%$$

Як бачимо, методика В.В. Вітвицького дала результат для експлуатації трактора Т=150 на оранці на 18,4% більший, ніж методика, що викладена в ДСТУ [4]. Різниця є суттєвою.

Але ж ні та, а ні інша методики не узаконені і не є офіційними. Потрібен відповідний ДСТУ, та офіційно прийняті нормативи для загального користування.

Те саме стосується й енергетичних еквівалентів для інших машин.

Ще одна проблема з використанням енергетичних еквівалентів виникає при порівнянні енергетичних показників вітчизняної та закордонної техніки. Енергетичні еквіваленти вітчизняної техніки не можна використовувати для закордонних машин, так як вони суттєво відрізняються від вітчизняних не тільки ціною, а і рівнем якості та надійності. У технічних характеристиках відсутні енергетичні еквіваленти машин, показники надійності та якості. На часі вносити відповідні корективи до ДСТУ на зміст технічної характеристики та виставочних буклетів для машин.

Повна енергетична вартість відтворення робочої сили, e_p , МДж на НО ПРП.

Основною формулою для визначення енергетичної вартості

людської праці є формула:

$$E_{пл} = \frac{n_{мех}}{W_{год}} \cdot \alpha_{мех} + \frac{n_{доп}}{W_{год}} \cdot \alpha_{доп},$$

де $E_{пл}$ – енергетична вартість праці людини, МДж/га;

$\alpha_{мех}$, $\alpha_{доп}$ – енергетичний еквівалент години роботи відповідно основних і допоміжних працівників, МДж/(люд.-год).

$n_{мех}$, $n_{доп}$ – чисельність основних і допоміжних механізаторів на агрегаті відповідно;

Зупинімось лише на величині енергетичних еквівалентів людської праці $\alpha_{мех}$ та $\alpha_{доп}$. До недавнього часу в практичних масових розрахунках (див. [4], дана робота і багато інших) використовувались енергетичні еквіваленти, що рекомендовані ФАО. У [6, 11] наголошується на невідповідності величин, що рекомендовані ФАО, сучасним умовам нашої країни. Отримані А.О. Поліщуком [11] енергетичні еквіваленти перевищують рекомендовані ФАО в 1,05...2,5 рази. Авторам імпонує підхід і результати отримані А.О. Поліщуком, але ж і ці величини енергетичних еквівалентів не офіційні.

Повна енергетична вартість охорони (відтворення) навколишнього середовища під час виробництва ПРП, e_o , МДж на НО ПРП.

Результати визначення енергетичної вартості приведено у таблиці і наочно - діаграмами (рис). З аналізу результатів розрахунків випливає наступне:

– Близько 40% від загальної енергетичної вартості припадає на технологічні матеріали і воду та біля 38% – на живу працю.

– Енергетична вартість догляду за рослинами і збирання врожаю – близькі величини, але структура їх різна. 70% енергетичної вартості догляду за рослинами припадає на хімічні речовини і воду. А при збиранні – понад 83% припадає на ручну працю, що обумовлено особливостями технології.

– Понад 79% енергетичної вартості основного обробітку ґрунту припадає на витрачені добрива і лише 21% – власне на обробіток ґрунту.

Відповідно до проведеної нами енергетичної оцінки технології капусти білоголової пізньостиглої встановили коефіцієнт енергетичної ефективності, який дорівнює 3,6:

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

$$K = \frac{52663.5}{97571.0} \cdot 6.7 = 3.6$$

Висновки.

1. Енергетичний аналіз технологій в сільському господарстві застосовується дедалі ширше і має низку особливостей.

2. Для підвищення його об'єктивності і подальшого впровадження необхідно:

- розробити і впровадити ДСТУ щодо термінології в галузі енергоємності та енергетичної вартості технологій в с.-г. галузі;

- розробити і впровадити ДСТУ (наприклад, як залежний від ДСТУ-3682-98) або офіційні рекомендації відносно методики визначення енергетичної вартості технологій та їх складових;

- розробити і впровадити ДСТУ або офіційні рекомендації щодо нормативної бази енергооцінки (величини енергетичних еквівалентів) в сільськогосподарській галузі;

- доповнити ДСТУ на зміст технічної характеристики машин, щодо включення в перелік обов'язкових параметрів енергетичної вартості машини, енергетичної вартості години її роботи, показників надійності.

Бібліографія.

1. Базаров Е.И. Эффективность использования совокупной энергии в сельскохозяйственном производстве// Экономика сельского хозяйства. – 1983. – № 12. – с. 32-37.

2. Болотських О.С. Оперативні технології виробництва овочів. К.: Урожай. – 1988. – 342 с.

3. Болотських О.С., Довгаль М.М. Методика біоенергетичної оцінки технологій в овочівництві. – Харків: ХДАУ ім. В.В. Докучаєва. – 1999. – 29 с.

4. ДСТУ 3682-98 (ГОСТ 30583-98) Методика визначення повної енергоємності продукції робіт та послуг. Видання офіційне. – К.: Держстандарт України, 19 с.

5. Дудоров И.Т., Коржиков А.Б. Использование энергетических нормативов для экономической оценки технологий производства овощей в открытом грунте. Методические рекомендации. – М., 1989. –

26 с.

6. Вітвицький В.В., Поліщук А.О., Енергетична оцінка затрат на експлуатацію тракторів// Економіка АПК. – №10. – 2004/

7. Медведовський О.К. та ін. Енергетичний аналіз інтенсивних технологій в сільськогосподарському виробництві. – К.: Урожай, 1991 – 217 с.

8. Методика дослідної справи в овочівництві і баштанництві/ За ред. Г.Л. Бондаренка, К.І. Яковенка. – Харків: Основа, 2001. – 369 с.

9. Методические рекомендации по топливно-энергетической оценке сельскохозяйственной техники, технологических процессов и технологий в растениеводстве/ Токарев В.А., Братушнов Б.Н., и др. ВАСХНИЛ, ВИМ. – М., 1989. – 60 с.

10. Пастухов В.І., Ковтун Ю.І., Лютинський В.Л. Енергетична оцінка механізованих технологій рослинництва. Навч. пос. Харків, 2006.– 96 с. іл.

11. Поліщук А.О., Обґрунтування повної енергоємності трудових затрат сільських механізаторів// Продуктивність агропромислового виробництва. – №1. – 2004.

Лютинский В.Л., Яшук А.И., Плужников В.А., Урюпина Л.М.,
ЕНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА
КАПУСТЫ БЕЛОКОЧАННОЙ.

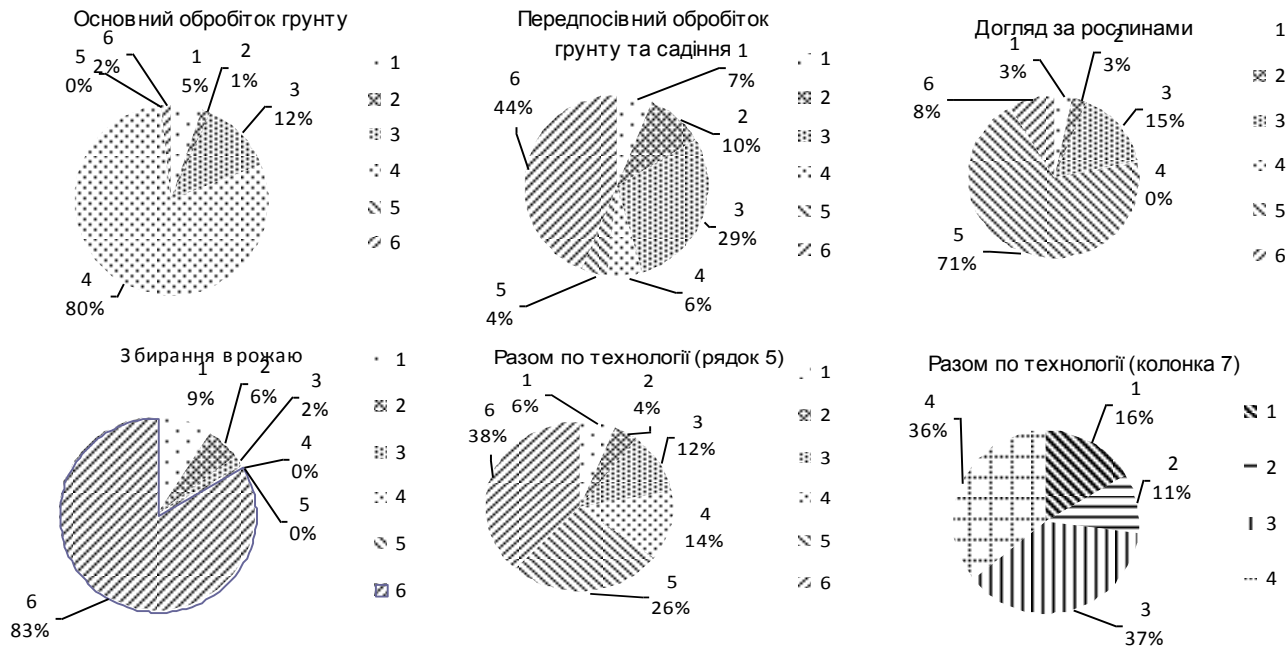
Резюме. Приведены результаты энергетической оценки технологии производства капусты белокочанной позднеспелой. Составляющие энергетической стоимости технологии сгруппированы в четыре функциональные группы. Энергоемкость каждой операции имеет пять составляющих.

Liutynskyi V.L., Yaschuk A.I., Pluzhnikov V.O., Uriupina L.M.
ENERGETIC EVALUATION OF THE TECHNOLOGY FOR WHITE
CABBAGE PRODUCTION.

Summary. There are given results of energetic evaluation of the technology for late white cabbage production. Components of the technology energetic value are grouped into 4 functional groups. Power-intensity of each operation has 5 components.

Енергетичні затрати на виробництво капусти білоголової пізньостиглої за технологічною картою.

№	Група робіт	Енергоємність на одиницю роботи (на 1 га), МДж/га							
		Енергозасоби	СГМ (разом)	Енергоносії	Добрива, пестициди	Інші технологічні матеріали	Жива праця	Разом	Разом механізований обробіток (% по колонці)
		1	2	3	4	5	6	7	9
1	Основний обробіток ґрунту	849,0	161,9	1990,7	12675,0	0,0	268,5	15945,0	3270,0
	у % по рядку	5,3	1,0	12,5	79,5	0,0	1,7	100,0	5,6
2	Передпосівний обробіток ґрунту та садіння	676,1	1056,6	2964,0	663,6	447,8	4567,9	10376,0	9264,6
	у % по рядку	6,5	10,2	28,6	6,4	4,3	44,0	100,0	15,9
3	Догляд за рослинами	1209,7	1025,7	5624,6	123,3	25300,0	3045,1	36328,4	10905,1
	у % по рядку	3,3	2,8	15,5	0,3	69,6	8,4	100,0	18,7
4	Збирання врожаю	3161,9	1949,3	694,7	0,0	0,0	29115,8	34921,7	34921,7
	у % по рядку	9,1	5,6	2,0	0,0	0,0	83,4	100,0	59,8
5	Разом по технології	5896,6	4193,4	11274,0	13461,9	25747,8	36997,3	97571,0	58361,3
	у % по рядку	6,0	4,3	11,6	13,8	26,4	37,9	100,0	100,0



1. – Енергозасоби 2. – СГМ (разом) 3. – Енергоносії
 4. – Добрива, пестициди 5. – Інші технологічні матеріали 6. – Жива праця

Рис. Складові енергоемності технології.