

## ПОРІВНЯЛЬНА ОЦІНКА ЕНЕРГОВИТРАТ ТЕХНОЛОГІЙ ЗБИРАННЯ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР

Д.П. Домуші, канд.техн.наук, С.С. Житков, інж., М.А.Новаковський, інж.

*Одеський державний аграрний університет*

*Представлено результати досліджень порівняння комплексних енерговитрат різних технологій збирання зернових культур по прямим витратам енергії палива та експлуатаційним витратам. Зроблено вибір складу перспективних збиральних машин і технологій збирання озимої пшениці з найменшими енергетичними витратами - палива і експлуатаційних витрат коштів.*

**Ключові слова:** енергетичні витрати, енергетичний еквівалент, комплексне паливо, експлуатаційні витрати коштів, збиральні машини, пшениця, традиційна технологія, нульова технологія.

**Вступ.** Для досягнення найбільшої ефективності сільськогосподарського виробництва необхідно впроваджувати енергозберігаючі технології. На дворі ринкова економіка з її жорсткою конкуренцією. Якщо просувати далі традиційні витратні технології, то дуже скоро виявиться, що очікуваного результату (підвищення продуктивності, обсягів валового виробництва, якості і зниження собівартості вироблюваної продукції) ми так і не отримаємо [1]. При традиційній моделі рослинництва значну частину прибутку «з'їдають» виробничі витрати. Успішний виробник той, хто збирає оптимальний урожай з найменшими витратами. Поза сумнівом, сьогодні, відроджуючи сільськогосподарське виробництво, ми повинні йти шляхом впровадження енергозберігаючих і ресурсозберігаючих технологій. Тільки так ми зможемо вирішити проблеми технічного переозброєння сільськогосподарських виробників і отримання конкурентоздатної продукції рослинництва і тваринництва[2].

**Проблема.** Проблемою для рослинництва є висока собівартість виробленої продукції - зерна, а для тваринництва залишаються дорожнеча і низька якість вироблених в господарствах грубих і соковитих, так званих основних, кормів. У структурі собівартості молока вони визначальні, оскільки їх доля близько 70% [3]. Як понизити витрати на виробництво продукції рослинництва і кормів для тваринництва в умовах постійного зростання цін на енергоносії? Необхідно впроваджувати енергоощадні технології вирощування і збирання сільськогосподарських культур. Найбільші витрати енергії комплексного палива і експлуатаційних витрат коштів приходяться на кінцевий обсяг механізованих робіт – збирання урожаю, особливо це відноситься до зернових культур, які займають по обсягу виробництва в Україні одне з перших місць.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** Комбайнове збирання зернових колосових культур у більшості країн світу є основним. При цьому зазвичай поєднують роздільний (двофазний) спосіб і пряме комбайнування (однофазний). Кожний з цих способів мають свої переваги і недоліки. Численні дані науково-дослідних установ і виробничих дослідів показують, що в усіх природно-кліматичних зонах і в різні за погодними умовами роки при роздільному способі прибирання отримують надбавку урожаю від 1,5 до 5 ц зерна з 1 га і більше в порівнянні з прямим комбайнуванням [2]. Роздільний спосіб збирання в США, Канаді, Англії, Швеції знаходить значне поширення. У США останніми роками роздільним способом збирається 22,3% посівів колосових і інших культур, а в окремих штатах роздільним способом збирається до 70%. Роздільний спосіб знайшов застосування в Німеччині і інших країнах [8]. Останнім часом значно збільшився в господарствах парк колісних тракторів і тракторних причепів. Дослідженнями встановлено, що 60-70% внутрішньогосподарських перевезень може бути виконане тракторним транспортом. В. І. Котелянець вважає, що використання тракторних перевезень вигідне до 7 км, інші дослідники максимальною відстанню тракторних перевезень вважають 10 км [4]. Основоположником енергозберігаючого землеробства є російський учений - Іван Євгенійович Овсинський, який опублікував сенсаційні результати своїх теоретичних і практичних досліджень ще в 1899 році. Продовжувачами цих робіт стали Н.А. Тулайков, Т. С. Мальцев, А.И. Бараев і інші вчені [3]. Сьогодні у більшості країн світу енергозберігаюча технологія відома як нульова система обробки ґрунту. Переходять на цю технологію поступово, поетапно. Для мінімальної обробки використовуються спеціальні комплекси машин, що складаються з потужного трактора, широкозахватного культиватора з високо розташованою рамою для суцільної обробки ґрунту і стерньової широкозахватної сівалки. Як показує досвід української корпорації "Агро-Союз", зниження врожайності при переході на мінімальну і потім на нульову систему обробки ґрунту не відбувається, а на обробітку кукурудзи на зерно і на силос, гороху вона навіть підвищується на 10...20% . При нульовій системі ґрунт зовсім не обробляють. Тільки сіють широкозахватними стерньовими сівалками і збирають урожай. При обробітку нульовою системою "Агро-Союз" отримує врожайність озимої пшениці 60 ц/га, ярового ячменю - 63,6 ц/га [6]. Зараз за енергозберігаючою технологією в різних країнах світу обробляється близько 100 млн. га, що складає близько 12% усіх сільгоспугідь, і об'єми її впровадження нестримно ростуть.

**Мета досліджень.** Обґрунтувати вибір складу перспективних збиральних машин і технологій збирання озимої пшениці з найменшими енергетичними витратами - палива і експлуатаційних витрат коштів.

**Результати досліджень.** Для розрахунку порівняної оцінки енергетичних витрат – комплексного палива і експлуатаційних витрат коштів для різних технологій збирання озимої пшениці розглянуто чотири технології [7]: 1. Традиційна технологія – пряме комбайнування без подрібнення соломи . 2. Традиційна тех-

нологія – роздільне збирання. 3.Нульова технологія – використання збиральної техніки вітчизняного виробництва. 4.Нульова технологія – використання збиральної техніки імпортного виробництва - техніка АТЗТ «Агро-Союз». Для даних технологій по методиці Українського науково-дослідного інституту продуктивності агропромислового комплексу Міністерства аграрної політики України «Нормативи витрат живої та уречевленої праці на виробництво зернових культур» [7], розроблено технологічні карти на збирання врожаю озимої пшениці. Всі технології розробились для таких умов виробництва: площа вирощування – 630 га; врожайність основної продукції – 4,6 т/га; врожайність побічної продукції – 4,6 т/га. Нормативні втрати врожаю 3%; тривалість збирання при повній стиглості зерна – 7 діб.

*1. Розрахунок комплексних енергетичних витрат для різних технологій збирання зернових по прямим витратам енергії палива*

1.1.Розрахунок енерговитрат комплексного палива для традиційної технології – пряме комбайнування. Розрахунок палива на 1 га площі збирання  $Q_{пга}$ , кг/га визначалося по формулі:

$$Q_{пга} = \frac{Q_n}{F_{га}}, \quad (1)$$

де  $Q_n$ -сумарні витрати палива по даній технології збирання, кг;  $Q_n=42787,7$  кг ;  $F_{га}$  – площа збирання, га;  $F_{га}=630$  га. Тоді  $Q_{пга}=42787,7/630=67,9$ кг/га.

Енергетичні витрати  $E_{п}$ , МДж/га енергії палива розраховуємо з формулою (2).

$$E_{п1} = \alpha_n \cdot Q_n, \quad (2)$$

де  $\alpha_n$  – енергетичний еквівалент витрат палива, МДж/кг; при цьому  $\alpha_n=52,8$  МДж/кг [6]. Тоді  $E_{п1} = 52,8 \cdot 67,9=3586$  МДж/га.

Енергетичні витрати енергії палива на одиницю вирощеної продукції  $E_{пт}$ , МДж/т – однієї тони урожаю визначаємо за формулою:

$$E_{пт} = \frac{E_{п1}}{B_k}, \quad (3)$$

де  $B_k$  – врожайність культури, т/га ;  $B_k=4,6$  т/га. Тоді  $E_{пт1}=3586/4,6=779,6$  МДж/т (таблиця 1).

1.2.Розрахунок енерговитрат палива для традиційної технології роздільного збирання – скошування на звал з підбором валків та прямим комбайнуванням  $Q_n=33670,18$  кг;  $Q_{пга}=33670,18/630=53,4$  кг/га;  $E_{п2}=52,8 \cdot 53,4=2821,9$  МДж/га;  $E_{пт2}=2821,9/4,6=613,4$  МДж/т.

1.3.Розрахунок енерговитрат палива для нульової технології вирощування озимої пшениці. Збирання врожаю – пряме комбайнування, використовується техніка вітчизняного виробництва.

$Q_n=25336,46$  кг;  $Q_{пга}=25336,46/630=40,2$  кг/га;  $E_{п3}=52,8 \cdot 40,2=2123,4$  МДж/га;  $E_{пт3}=2123,4/4,6$  МДж/т.

Таблиця 1. Порівняльна оцінка комплексних енерговитрат на збиранні озимої пшениці.

Технологія збирання врожаю	Енергетичні витрати, МДж			
	Комплексного палива		Експлуатаційних витрат коштів (заробітна плата, паливо, амортизація, ТО, ПР, КР, )	
	На одиницю роботи, МДж/га	На одиницю виробленої продукції, МДж/т	На одиницю роботи, МДж/га	На одиницю виробленої продукції, МДж/т
1. Традиційна – пряме комбайнування (з збиранням соломи на комплексах)	3586,0	779,6	7746,9	1684,1
2. Традиційна- роздільне збирання (з збиранням соломи на краю поля)	2821,9	613,4	7419,2	1612,9
3. Нульова –техніка вітчизняного виробництва (пряме комбайнування без збиранням соломи)	2123,4	461,6	5884,7	1279,3
4. Нульова – техніка імпортного виробництва (пряме комбайнування без збиранням соломи)	1893,8	411,7	6206,1	1349,2

1.4. Розрахунок енерговитрат палива для нульової технології вирощування озимої пшениці. Збирання врожаю – пряме комбайнування, використовується техніка імпортного виробництва – АТЗТ «Агро-Союз».

$Q_{п} = 22596,17 \text{ кг}$  ;  $Q_{пга} = 22596,17/630 = 35,87 \text{ кг/га}$  ;  $E_{п4} = 52,8 \cdot 35,87 = 1893,8 \text{ МДж/га}$  ;  $E_{пт4} = 1893,8/4,6 = 411,7 \text{ МДж/т}$ .

*2. Розрахунок енергетичних витрат для різних технологій збирання зернових з розрахунку експлуатаційних витрат*

Порівняльну оцінку енерговитрат по різних технологіям збирання зернових з розрахунку експлуатаційних витрат (амортизація, технічне обслуговування та ремонт техніки, заробітна плата, вартість паливо-мастильних матеріалів), виконуємо по наступній методиці [6]. Експлуатаційні витрати в розміростях

«грн./га» переводимо в розмірності МДж/га і МДж/т. При цьому використовується енергетичний еквівалент палива в перекладі на «грн.» його комплексної вартості. Енергетичний еквівалент палива  $K_{Цк}^{\alpha_n}$ , МДж/грн., розраховували за формулою:

$$K_{Цк}^{\alpha_n} = \frac{\alpha_n}{Цк}, \quad (4)$$

де  $Цк$  – комплексна вартість (ціна) паливо-мастильних матеріалів, грн./кг ( $Цк=18,5$  грн./кг). Тоді:  $K_{Цк}^{\alpha_n}=52,8/18,5=2,85$  МДж/грн.

Розрахунок енергетичних витрат  $E_{ез і га}$ , МДж/га на 1 га збиральної площі виконуємо по формулі:

$$E_{ез і га} = Z_{е і га} \cdot K_{Цк}^{\alpha_n}, \quad (5)$$

де  $Z_{е і га}$  – експлуатаційні витрати на 1 га для і-ої технології, грн./га, МДж/га.

Розрахунок енергетичних витрат  $E_{ез і т}$ , МДж/т на 1 т врожайності озимої пшениці виконуємо по формулі:

$$E_{ез і т} = E_{ез і га} / V_k, \quad (6)$$

де  $V_k$  – врожайність культури, т/га.

2.1 Традиційна технологія – пряме комбайнування:

$$Z_{е 1 га} = 2718,21 \text{ грн./га; а) } E_{ез 1 га} = 2718,21 \cdot 2,85 = 7746,9 \text{ МДж/га;}$$

$$\text{б) } E_{ез 1 т} = 7746,9 / 4,6 = 1684,1 \text{ МДж/т.}$$

2.2 Традиційна технологія – роздільне комбайнування:

$$Z_{е 1 га} = 2585,07 \text{ грн./га; а) } E_{ез 2 га} = 2585,07 \cdot 2,85 = 7419,15 \text{ МДж/га;}$$

$$\text{б) } E_{ез 2 т} = 7419,15 / 4,6 = 1612,9 \text{ МДж/т.}$$

2.3 Нульова технологія – вітчизняна техніка – пряме комбайнування:

$$Z_{е 1 га} = 2064,80 \text{ грн./га; а) } E_{ез 3 га} = 2064,80 \cdot 2,85 = 5884,68 \text{ МДж/га;}$$

$$\text{б) } E_{ез 3 т} = 5884,68 / 4,6 = 1279,3 \text{ МДж/т.}$$

2.4 Нульова технологія – імпортна техніка АТЗТ «Агро-Союз» – пряме комбайнування:

$$Z_{е 1 га} = 2177,58 \text{ грн./га; а) } E_{ез 4 га} = 2177,58 \cdot 2,85 = 6206,1 \text{ МДж/га;}$$

$$\text{б) } E_{ез 4 т} = 6206,1 / 4,6 = 1349,15 \text{ МДж/т.}$$

Комплексні енерговитрати палива і експлуатаційних витрат представлені в таблиці 1.

**Висновки.** 1. Розрахунки енерговитрат комплексного палива по розробленим технологіям збирання озимої пшениці вказують, що найменші витрати при нульових технологіях, а найбільші при традиційних технологіях збирання врожаю. Так, енерговитрати при використанні імпортної техніки - нульова технологія найменші:  $E_{п4}=1893,8$  МДж/га;  $E_{пт4}=411,7$  МДж/т. Найбільші енерговитрати при використанні традиційної технології – пряме комбайнування:  $E_{п1}=3586$  МДж/га;  $E_{пт1}=779,6$  МДж/т. 2. Розрахунки енергетичних витрат на збиранні зернових з розрахунку експлуатаційних витрат вказують, що найменші енерговитрати у нульовій технології – вітчизняна техніка, які складають:  $E_{ез 3 га} = 5884,68$  МДж/га;  $E_{ез 3 т} = 1279,3$  МДж/т. Найбільші енерговитрати у традиційної техноло-

гії – пряме комбайнування, які складають:  $E_{\text{ез 1 га}} = 7746,9$  МДж/га;  $E_{\text{ез 1 т}} = 1684,1$  МДж/т.

### ЛІТЕРАТУРА

1. Домуці Д.П. Ресурсозберігаючі технології в сільському господарстві // Інформ. листок./ Центр розвитку та правової підтримки села. – Одеса: ОЦНТІ, 2008. – 4 с.
2. Georgiev, V., G. Karashikov, L. Ivanov, I. Morteu, Y. Enakiev. Investigation of corn stalks combustion in chipped biomass combustion equipment. International Scientific Conference EE&AE 2013, University of Ruse Angel Kanchev, Ruse, 17-18 May 2013, 448-451.
3. Корчемний М. та ін.. Енергозбереження в агропромисловому комплексі. – Тернопіль, 2001.- 657 с.
4. Котелянець В.И. Эффективность использования транспорта в агропромышленном комплексе. – М.: Агропромиздат, 1987. - 240 с.
5. Машины для збирання зернових та технічних культур/За ред.. В.І. Кравчука, Ю.Ф. Мельника.- Дослідницьке: УкрНДПВТ ім. Л. Погорілова.-2009.- 296 с.
6. Медведовський О.К., Іваненко П.І. Енергетичний аналіз інтенсивних технологій в сільськогосподарському виробництві.– К.: Урожай, 1988.- 208 с.
7. Нормативи витрат живої та уречовленої праці на виробництво зернових культур / В.В. Вітвицький, П.М. Музика, М.Ф. Кисляченко, І.В. Лобастов. – К.: НДІ "Укראгропромпродуктивність", 2010.-352 с.
8. Тенденции развития сельскохозяйственной техники за рубежом (по материалам Международной выставки в Ганновере, Германия, 9-11 ноября 2003 г.).- М.: Росин-формагротех, 2004. – 320 с.

### СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ЭНЕРГОЗАТРАТ ТЕХНОЛОГИЙ УБОРКИ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР

Домуці Д.А., Житков С.С., Новаковський М.А.

**Ключевые слова:** энергетические затраты, энергетический эквивалент, комплексное топливо, эксплуатационные затраты, уборочные машины, пшеница, традиционная технология, нулевая технология.

#### *Резюме*

*Представлены результаты исследований сравнения комплексных энергозатрат разных технологий уборки зерновых культур по прямым затратам энергии топлива и эксплуатационным затратам. Сделан выбор состава перспективных уборочных машин и технологий сбора озимой пшеницы с наименьшими энергетическими затратами - топлива и эксплуатационных затрат.*

**COMPARISON OF TECHNOLOGIES ENERGY  
GRAIN CROPS HARVESTING**

Domuschy D.A., Zhitko v S.S., Novacovski N.A.

**Key words:** energy costs, the energy equivalent of a complete fuel operating costs, sweepers, wheat, traditional technology, zero technology.

**Summary**

*The results of studies comparing various integrated energy crops harvesting technology based on direct fuel energy consumption and operating costs. It is the choice of the composition of advanced cleaning machines and technologies of winter wheat harvest with minimal energy costs - fuel and operating costs.*