

Tomasz Dobek
Zakład Użytkowania Maszyn i Urządzeń Rolniczych
Akademia Rolnicza w Szczecinie

ENERGETYCZNA I EKONOMICZNA OCENA RÓŻNYCH TECHNOLOGII PRZYGOTOWANIA ROLI DO SIEWU RZEPAKU OZIMEGO

Streszczenie

Celem badań była ocena ekonomiczna i energetyczna przyjętych wariantów technologii przygotowania roli do siewu. Zakres badań obejmował obliczenie kosztów eksploatacji narzędzi pracujących w różnych wariantach technologii przygotowania gleby do siewu, obliczenie nakładów energii skumulowanej oraz nakładów pracy w badanych technologiach. Do badań przyjęto trzy technologie przygotowania roli. Dwie tradycyjne przy czym w jednej zastosowano pług podorywkowy, a w drugiej w miejsce pługa podorywkowego bronę talerzową oraz technologię bezorkową, w której wykonano uprawki tzn. najpierw wykonano bronowanie, a następnie kultywatorowanie. Badania przeprowadzono w gospodarstwach rolnych województwa zachodniopomorskiego na glebie IIIa i IVa klasy bonitacyjnej.

Słowa kluczowe: koszty produkcji, nakłady energii, nakłady pracy, uprawa roli, wydajność eksploatacyjna, zużycie paliwa

Oznaczenia

- E_{zab} - *energochłonność zabiegu* [MJ/ha],
- E_{ci} - *energochłonność ciągnika* [MJ/ha],
- E_{na} - *energochłonność narzędzia* [MJ/ha],
- E_r - *energochłonność pracy ludzkiej* [MJ/ha],
- E_{pal} - *energochłonność zużytego paliwa* [MJ/ha],
- K_{ee} - *koszt eksploatacji agregatu* [zł/h],
- K_{en} - *koszt eksploatacji narzędzia* [zł/h],
- K_{ec} - *koszt eksploatacji ciągnika* [zł/h],
- K_r - *koszt robocizny* [zł/h],
- W_{07} - *wydajność eksploatacyjna agregatu* [ha/h].

Wstęp

We współczesnym rolnictwie stosowane są różne systemy uprawy roli. Możemy stosować technologię konwencjonalną tzn. wykonać orkę oraz uprawki późniwe, technologie minimalizacyjne, bezorkowe, a także możemy zrezygnować z przygotowania roli do siewu. Wysokie koszty produkcji (koszty

pracy ludzi, sprzętu technicznego i całej infrastruktury gospodarstwa) oraz pogarszające się relacje cen pomiędzy środkami produkcji rolniczej, a uzyskanymi produktami rolnymi wymuszają konieczność wprowadzenia nowych technologii [Kowalski i zespół 2002]. Dążenie do uzyskiwania wyższych plonów bez podnoszenia kosztów produkcji lub utrzymanie plonowania na tym samym poziomie przy obniżonych kosztach wymuszają wprowadzanie nowych rozwiązań konstrukcyjnych maszyn i narzędzi [Dobek 2003, Pawlak 1997].

Cel i warunki badań

Celem badań była ocena ekonomiczna i energetyczna różnych wariantów technologii przygotowania roli do siewu. Zakres badań obejmował obliczenie kosztów eksploatacji narzędzi pracujących w różnych wariantach technologii przygotowania gleby do siewu, obliczenie nakładów energii skumulowanej oraz nakładów pracy w badanych technologiach. Do badań przyjęto trzy technologie przygotowania roli. Dwie tradycyjne przy czym w jednej zastosowano pług podorywkowy (T-1), a w drugiej w miejsce pługa podorywkowego bronę talerzową (T-2) oraz technologię bezorkową (T-3), w której zastosowano uprawki tzn. najpierw wykonano bronowanie (broną talerzową), a następnie kultywatorowanie (kultywatorem podorywkowym). Badania przeprowadzono w gospodarstwach rolnych województwa zachodniopomorskiego na glebie IIIa i IVa klasy bonitacyjnej. Układ badanych technologii i wykorzystane narzędzia przedstawiono w tabeli 1.

Tabela 1. Układ badanych technologii oraz wykorzystane maszyny i narzędzia
Table 1. The system of examined technologies and used machines and tools

Technologia	Zabieg	Narzędzie
T-1	Podorywka	Pług podorywkowy U 140/7
	Orka	Pług obracalny IBIS
	Doprawianie	Agregat uprawowy TTA
T-2	Podorywka	Brona talerzowa Kverneland DTA
	Orka	Pług obracalny IBIS
	Doprawianie	Agregat uprawowy TTA
T-3	Uprawki	Brona talerzowa Kverneland DTA
		Kultywator Vogel & Noot

Badania przyjętych technologii przygotowania roli do siewu zrealizowano w oparciu o metodyki opracowane w IBMER [Muzalewski 2002, Pawlak 1997, Wójcicki 2000]. Koszty ponoszone w badanych technologiach składały się z kosztów eksploatacji zastosowanych narzędzi i ciągników oraz kosztów robocizny.

$$K_{ee} = \frac{K_{en} + K_{ec} + K_r}{W_{07}} \quad (1)$$

Do analizy nakładów energetycznych ponoszonych na produkcję rzepaku ozimego zastosowano metodę obliczeń opracowaną przez IBMER [Anuszewski, Pawlak, Wójcicki 1979, Wójcicki 2000]. Dodatkowo w założeniach uwzględniono najnowsze wskaźniki energochłonności jednostkowej [Wójcicki 2000]. Energochłonność skumulowana dla badanych zabiegów obliczona została z zależności:

$$E_{zab} = E_{ci} + E_{na} + E_r + E_{pal} \quad (2)$$

Wyniki badań

W celu wykonania prawidłowej oceny analizowanych technologii przygotowania gleby do siewu przeprowadzono badania eksploatacyjne stosowanych agregatów. Na podstawie przeprowadzonych chronometraży obliczono wydajność eksploatacyjną, zużycie paliwa oraz nakłady pracy i energii agregatów wykorzystanych do uprawy roli. Uzyskane wyniki przedstawiono w tabeli 2.

Tabela 2. Obliczone wskaźniki eksploatacyjne badanych agregatów
Table 2. Calculated usage ratios of examined units

Narzędzie	Moc	Wydajność	Zużycie paliwa		Nakłady	
	ciągnika				energii	
	kW	eksploatacyjna	dm ³ /ha	dm ³ /h		pracy
		ha/h			rbh/ha	kWh/ha
Pług podoryw. U 140/7	60	0,74	11,2	8,29	1,35	81,1
Pług obracalny IBIS	110	0,85	19,8	16,83	1,18	129,41
Brona talerzowa DTA	147	3,65	5,8	21,17	0,27	40,27
Agregat uprawowy TTA	110	3,90	4,1	15,99	0,26	28,21
Kultywator Vogel & Noot	110	3,10	5,8	17,98	0,32	35,48

Uzyskane wyniki badań eksploatacyjnych umożliwiły obliczenie wydajności eksploatacyjnych, zużycia paliwa, nakładów pracy i energii, kosztów eksploatacyjnych oraz energochłonności skumulowanej badanych agregatów. Obliczone wartości przedstawiono w tabeli 3.

Tabela 3. Obliczone koszty eksploatacji agregatów, nakładów pracy i energii oraz energochłonności skumulowanej

Table 3. Calculated units usage costs, labour and energy expenditure as well as cumulated energy consumption

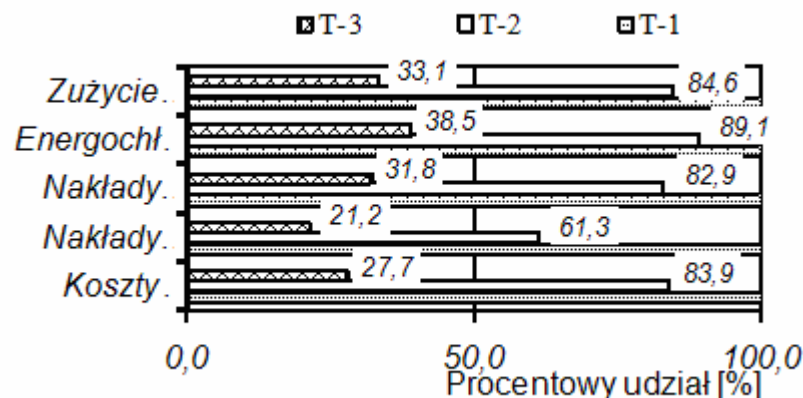
Wariant technologii	Koszty eksploatacji agregatów			Energochłonność skumulowana		Nakłady	
	zł/ha	zł/h	zł/rbh	MJ/ha	MJ/rbh	pracy rbh/ha	energii kWh/ha
T-1	210,46	276,00	263,99	2199,27	3163,92	2,79	238,72
T-2	176,58	352,86	340,55	1960,09	4227,41	1,71	197,80
T-3	58,20	207,35	201,74	847,27	2989,42	0,59	75,95

Analizując koszty przygotowania roli do siewu rzepaku ozimego, w przeliczeniu na jeden hektar, w badanych technologiach można stwierdzić, że najwyższe koszty wystąpiły w przypadku technologii T-1 (technologia tradycyjna) i wyniosły 210,46 zł/ha, a najniższe w przypadku technologii T-3 (uproszczonej) 58,20 zł/ha. Przyjmując 100 % kosztów w technologii T-1, to zamiana pługa podorywkowego na bronę talerzową spowodowała obniżenie kosztów przygotowania roli o 16,1 % (technologia T-2), a wprowadzenie uproszczeń (rezygnacja z pługa) zmniejszyła koszty o 72,35 % (technologia T-3). W strukturze kosztów przygotowania roli największy udział mają koszty eksploatacji pługa obracalnego (111,28 zł/ha) i podorywkowego (68,2 zł/ha), a najmniejszymi kosztami są koszty eksploatacji kultywatora podorywkowego (23,89 zł/ha).

W przypadku analizy energochłonności skumulowanej można stwierdzić, że w badanych technologiach przygotowania roli do siewu rzepaku ozimego, w przeliczeniu na jeden hektar, najwyższa energochłonność skumulowana wystąpiła w przypadku technologii tradycyjnej (T-1) i wyniosła 2199,27 MJ/ha, a najniższa w przypadku technologii T-3 (uproszczonej) 847,27 MJ/ha. Zakładając, że energochłonność skumulowana w technologii T-1 wynosi 100 %, to zamiana pługa podorywkowego na bronę talerzową spowodowała obniżenie energochłonności przygotowania roli o 10,88 % (technologia T-2), a wprowadzenie uproszczeń (rezygnacja z pługa) zmniejszyła energochłonność o 61,47 % (technologia T-3). W strukturze energochłonności skumulowanej przygotowania roli największy udział ma energochłonność związana z eksploatacją pługa obracalnego (1162,01 MJ/ha) i podorywkowego (685,63 MJ/ha), a najmniejsza energochłonność skumulowana wystąpiła w przypadku eksploatacji agregatu doprawiającego i wyniosła ona 351,62 MJ/ha.. Podobnie w przypadku analizy nakładów pracy można stwierdzić, że w badanych technologiach przygotowania roli do siewu rzepaku ozimego, w przeliczeniu na jeden hektar, najwyższe nakłady pracy wystąpiły w technologii tradycyjnej (T-1) i wyniosły 2,79 rbh/ha, a najniższe w przypadku technologii

T-3 (uproszczonej) 0,59 rbh/ha. Zakładając, że nakłady pracy w technologii T-1 stanowią 100 %, to zamiana pługa podorywkowego na bronę talerzową spowodowała obniżenie nakładów pracy w przygotowaniu roli o 38,71 % (technologia T-2), a wprowadzenie uproszczeń (rezygnacja z pługa) zmniejszyła nakłady pracy o 78,85 % (technologia T-3). W strukturze nakładów pracy w przygotowaniu roli największy udział mają nakłady związane z podorywką (1,35 rbh/ha) i orką (1,23 rbh/ha), a najmniejsze nakłady pracy wystąpiły w przypadku agregatu doprawiającego (0,26 rbh/ha) i brony talerzowej (0,27 rbh/ha).

Analiza nakładów energii związanej z przygotowaniem roli do siewu rzepaku ozimego, w przeliczeniu na jeden hektar, w badanych technologiach potwierdziła tendencje spadkowe. Można stwierdzić, że najwyższe nakłady energii wystąpiły w przypadku technologii T-1 (technologia tradycyjna) i wyniosły 238,72 kWh/ha, a najniższe w przypadku technologii T-3 (bezorkowej) 75,95 kWh/ha. Przyjmując 100 % kosztów w technologii T-1, to zamiana pługa podorywkowego na bronę talerzową spowodowała obniżenie nakładów energii na przygotowanie roli o 17,14 % (technologia T-2), a wprowadzenie uproszczeń (rezygnacja z pługa) zmniejszyło nakłady energii o 68,18 % (technologia T-3). Proponowane zmiany w technologiach przygotowania roli do siewu umożliwiają też zmniejszenie zużycia paliwa. I tak dla technologii T-1 (tradycyjnej) zużycie paliwa wyniosło 35,1 dm³/ha, technologii T-2 wyniosło 29,7 dm³/ha, a technologii T-3 tylko 11,6 dm³/ha. Procentowy udział kosztów eksploatacji, nakładów pracy i energii, energochłonności skumulowanej oraz zużycia paliwa w badanych technologiach przedstawiono na rys.1.



Rys. 1. Procentowy udział kosztów eksploatacji, nakładów pracy i energii, energochłonności skumulowanej oraz zużycia paliwa w badanych technologiach

Fig. 1. Percentage share of usage costs, labour expenditure and energy expenditure, cumulated energy consumption and fuel consumption in the examined technologies

Przeprowadzone badania eksploatacyjne umożliwiły ocenę zastąpienia pługa podorywkowego broną talerzową oraz rezygnację z pługów (podorywkowego i bezzagonowego) w aspekcie ponoszonych kosztów, nakładów pracy i energii, zużycia paliwa oraz energochłonności skumulowanej. Wprowadzenie brony talerzowej umożliwiło przyspieszenie prac związanych z przygotowaniem roli do siewu, co było spowodowane wyższą wydajnością tego narzędzia. Wydajność eksploatacyjna brony talerzowej, w stosunku do pługa podorywkowego, wzrosła o 493,24 %. Zmniejszyło się też zużycie paliwa. W przypadku technologii tradycyjnej z pługiem podorywkowym, zużycie paliwa wyniosło 35,1 dm³/ha, natomiast wprowadzona brona talerzowa (w miejsce pługa podorywkowego) spowodowała spadek zużycia paliwa o 5,4 dm³/ha (spadek zużycia paliwa o 15,38 %). Rezygnacja z orki i zastąpienie jej przez technologię bezorkową (brona talerzowa i kultywator podorywkowy) spowodowało spadek zużycia paliwa o 23,5 dm³/ha (spadek zużycia paliwa o 66,95 %) w stosunku do technologii tradycyjnej z wykorzystaniem pługa podorywkowego i 18,1 dm³/ha w stosunku do technologii wykorzystującej bronę talerzową w miejsce pługa podorywkowego. Nakłady pracy w technologii T-2 zmniejszyły się o 1,08 rbh/ha w stosunku do technologii tradycyjnej T-1. W technologii uproszczonej nastąpił jeszcze większy spadek nakładów pracy (w stosunku do technologii T-2), który wyniósł 2,2 rbh/ha (spadek o 78,85 %). Istotnym czynnikiem powodującym poprawę efektu ekonomicznego i energetycznego jest wprowadzanie wydajniejszych agregatów. Wprowadzona, w miejsce pługa podorywkowego, brona talerzowa charakteryzuje się prawie pięciokrotnie większą wydajnością.

Stwierdzenia i wnioski

1. Zastępując pług podorywkowy broną talerzową możemy zmniejszyć koszty przygotowania gleby do siewu o około 33,88 zł/ha co stanowi 16,10 % technologii tradycyjnej z podorywką wykonaną za pomocą pługa podorywkowego.
2. Najtańszą technologią przygotowania gleby do siewu okazała się technologia z dwukrotną podorywką, której koszt wyniósł 58,20 zł/ha co stanowi 27,65 % kosztów technologii tradycyjnej.
3. Zastąpienie pługa podorywkowego broną talerzową zmniejszyło nakłady energetyczne przygotowania gleby do siewu o 10,86 % (z 2199,27 MJ/ha na 1960,09 MJ/ha), natomiast zastosowanie technologii bezorkowej przygotowania gleby do siewu spowodowało spadek nakładów energetycznych o 38,3 % (847,27 MJ/ha).
4. Wskazane jest zastępowanie pługa lemieszowego innymi narzędziami spulchniającymi glebę, co skraca czas między przygotowaniem gleby do siewu i siewem oraz zmniejsza koszt technologii.

5. Wprowadzanie uproszczeń w technologiach uprawy roli można uzyskać obniżenie nakładów pracy. W badanych technologiach nastąpiło zmniejszenie nakładów pracy z 2,79 rbh/ha w przypadku technologii tradycyjnej do 0,59 rbh/ha w technologii uproszczonej. Spadek nakładów pracy wyniósł 78,85 %.

Bibliografia

Anuszewski R., Pawlak J., Wójcicki Z. 1979. Energochłonność produkcji rolniczej. Metodyka badań energochłonności produkcji surowców żywnościowych. Wyd. IBMER Warszawa, symbol dok. C XXXVIII/717.

Dobek T. 2003. Energetyczna i ekonomiczna ocena technologii produkcji rzepaku ozimego. Rozprawa habilitacyjna Nr 219. Wyd. AR Szczecin: s.106.

Kowalski i zespół. 2002. Postęp naukowo-techniczny, a racjonalna gospodarka energią w produkcji rolniczej. Wyd. PTIR Kraków.

Muzalewski A. 2002. Koszty eksploatacji maszyn. Wyd. IBMER Warszawa.

Pawlak J. 1997. Ekonomia i energetyzacja rolnictwa. Monografia. Wyd. IBMER Warszawa.

Wójcicki Z. 2002. Wyposażenie i nakłady materiałowo energetyczne w rozwojowych gospodarstwach rolniczych. Wyd. IBMER Warszawa.

**ASSESSMENT OF ECONOMICS AND ENERGY
REQUIREMENT OF VARIOUS TECHNOLOGIES OF SOIL PREPARATION FOR
WINTER RAPE PLANTING**

Summary

This study aimed at the assessment of economics and energy input of various methods of soil preparation for winter rape planting. The costs of use of tools during various methods of soil preparation for sowing were calculated, and also the cumulated energy and work input. Three technologies were compared. Two traditional – one with application of a skimming plough, the other with the use of a disc harrow instead of plough. The third technology was the no-till method, that is first a disc harrow and next a cultivator (a shallow cultivator) were applied. The experiments were done in Western Pomerania on soil of class IIIa and IVa.

Key words: costs of production, outlay energy, outlay of work, tillage, working capacity, fuel consumption