

ANALIZA ENERGETYCZNA BEZORKOWEJ UPRAWY JĘCZMIENIA OZIMEGO

Streszczenie

Zastosowanie uprawy bezorkowej jęczmienia ozimego spowodowało zmniejszenie nakładów energetycznych poniesionych w formie zużytych agregatów o 6% w porównaniu do uprawy orkowej, nastąpiło również wyraźne zmniejszenie nakładów poniesionych w formie bezpośrednich nośników energii (olej napędowy) o 22% w stosunku do uprawy orkowej. Energia wniesiona w formie materiałów (nawozy mineralne, nasiona, pestycydy) nie była różnicowana. Skumulowany nakład energii obejmujący energię wniesioną w formie zużytych agregatów, bezpośrednich nośników energii oraz materiałów był mniejszy na obiektach uprawianych bezorkowo o 4,7%. Wartość energii uzyskanej z plonem ziarna jęczmienia ozimego była mniejsza na obiektach uprawianych bezorkowo o 7,5%; różnica ta nie została jednak potwierdzona statystycznie. Wyliczony wskaźnik efektywności energetycznej produkcji jęczmienia uprawianego orkowo wyniósł 2,37 i był większy od uzyskanego na obiektach uprawianych bezorkowo o 3%; różnica ta nie została potwierdzona statystycznie.

Wykaz oznaczeń

E_{cg} - energochłonność pracy ciągnika, [MJ·ha⁻¹],
 E_e - wskaźnik efektywności energetycznej,
 E_m - energochłonność pracy maszyn, [MJ·ha⁻¹],
 E_{tech} - energochłonność badanej technologii, [MJ·ha⁻¹],
 f - wskaźnik obciążenia silnika podczas wykonywania zabiegu,
 h - czas potrzebny do wykonania zabiegu, [h],
 M_c - sumaryczna masa ciągników użytych do wykonania danego zabiegu, [kg],
 M_m - sumaryczna masa maszyny użytej do wykonania danego zabiegu, [kg],
 N_s - moc nominalna silnika, [kW],
 P_c - wartość energetyczna plonu, [MJ·ha⁻¹],
 q - jednostkowe zużycie paliwa przez silnik, [kg·kWh⁻¹],
 Q - ilość zużytego paliwa, [kg],

T_{nc} - normatywna liczba godzin pracy ciągnika w okresie jego użytkowania [h],
 T_{nm} - normatywna liczba godzin pracy maszyny w okresie jej użytkowania [h],
 W_{ec} - wskaźnik jednostkowej energochłonności ciągników, [MJ·kg⁻¹],
 W_{em} - wskaźnik jednostkowej energochłonności maszyny, [MJ·kg⁻¹],
 W_z - wskaźnik jednostkowej energochłonności części zamiennych, [MJ·kg⁻¹],
 W_{07} - wydajność eksploatacyjna agregatu podczas wykonywania danego zabiegu, [ha·h⁻¹],
 Z_c - masa zużytych części zamiennych w ciągniku, [kg],
 Z_m - masa zużytych części zamiennych w maszynie, [kg],
 ΣE_{agr} - suma energochłonności stosowanych agregatów, [MJ·ha⁻¹],
 ΣE_{mat} - suma energochłonności stosowanych materiałów, [MJ·ha⁻¹],
 ΣE_{pal} - suma energochłonności zużytego paliwa, [MJ·ha⁻¹].

Wstęp

Powstawanie wielkoobszarowych gospodarstw rolnych oraz postępująca intensyfikacja produkcji roślinnej i zwierzęcej wymusza stosowanie nowoczesnych technologii. Powoduje to jednak wzrost nakładów energetycznych [8]. Szczegółowe analizy nakładów energetycznych ponoszonych w produkcji roślinnej dowodzą, że najwięcej energii wnoszone jest do produkcji w formie materiałów i bezpośrednich nośników energii, np. paliw [5, 8]. Podejmowane są próby opracowania alternatywnych technologii produkcji, które mają na celu ograniczenie nakładów energetycznych. Proponowane jest np. spłycenie orki lub zastąpienie jej innymi zabiegami [2, 3]. Ważną kwestią w racjonalnym wykorzystaniu energii jest również odpowiedni dobór ciągników i współpracujących z nimi maszyn i agregatów [4]. Analizując technologię nie można ograniczyć się jedynie do określenia ponoszonych nakładów, ale należy je skonfrontować z uzyskanymi efektami. Umożliwia to np. wskaźnik efektywności energetycznej [9].

Materiał i metody

Jednoczynnikowe doświadczenie łanowe przeprowadzono w latach 2003, 2004, w gospodarstwie rolnym Bylica-Darłowo, położonym w powiecie koszalińskim na glebie średniozwięzłej o składzie granulometrycznym gliny lekkiej, IVa klasy bonitacyjnej. Pola po rzepaku ozimym (o powierzchni około 200 ha) podzielono na dwie części. Na jednej zastosowano uprawę orkową, na drugiej uprawę bezorkową jęczmienia ozimego. W uprawie orkowej zastosowano podorywkę płuzną, następnie orkę siewną. Siewu jęczmienia dokonywano w połowie września za pomocą agregatu uprawowo-siewnego. Na obiektach z uprawą bezorkową zastosowano podorywkę wykonaną broną talerzową, następnie zastosowano agregat uprawowy na bazie kultywatora. Siew wykonano analogicznie jak na

uprawie orkowej. Ilość wysiewu nasion, nawożenie oraz ochrona roślin nie były różnicowane na badanych obiektach.

Na każdym z badanych pól wyznaczono prostokąty o powierzchni 12 ha i identycznych wymiarach. Podczas prac maszynowych wykonywanych na tych fragmentach wykonano chronometraż uproszczony, który posłużył do określenia wydajności praktycznej maszyn.

Do analizy nakładów energetycznych ponoszonych na produkcję jęczmienia zastosowano metodykę energochłonności skumulowanej [1, 10]:

$$E_{tech} = \sum E_{mat} + \sum E_{agr} + \sum E_{pal} + \sum E_r \quad [\text{MJ} \cdot \text{ha}^{-1}]. \quad (1)$$

Ponieważ określenie energochłonności pracy ludzkiej (ΣE_e) w warunkach polowych nie było możliwe do wyznaczenia, pominięto ten składnik energii skumulowanej a wzór przyjął postać:

$$E_{tech} = \sum E_{mat} + \sum E_{agr} + \sum E_{pal} \quad [\text{MJ} \cdot \text{ha}^{-1}]. \quad (2)$$

W celu określenia energochłonności pracy ciągnika wykorzystano zależność [1, 10]:

$$E_{cg} = \frac{M_c \cdot W_{ec} + Z_c \cdot W_z}{T_{nc} \cdot W_{07}} \quad [\text{MJ} \cdot \text{ha}^{-1}]. \quad (3)$$

Analogiczny wzór zastosowano do obliczenia energochłonności pracujących maszyn [1, 10]:

$$E_m = \frac{M_m \cdot W_{em} + Z_m \cdot W_z}{T_{nm} \cdot W_{07}} \quad [\text{MJ} \cdot \text{ha}^{-1}]. \quad (4)$$

Energochłonność pracujących agregatów wyliczono sumując energochłonność ciągnika i współpracującej z nim maszyny.

Ilość zużytego paliwa wyliczono według wzoru [7]:

$$Q = N_s \cdot q \cdot h \cdot f \quad [\text{kg}] \quad (5)$$

Energię wniesioną w formie materiałów wyliczono przez pomnożenie masy materiału zużytego w trakcie produkcji przez wartość energii w nim zawartej, przyjmując dla nawozów azotowych $77 \text{ MJ} \cdot \text{kg}^{-1} \text{ N}$, potasowych $10 \text{ MJ} \cdot \text{kg}^{-1} \text{ K}_2\text{O}$, fosforowych $15 \text{ MJ} \cdot \text{kg}^{-1} \text{ P}_2\text{O}_5$, dla pestycydów $300 \text{ MJ} \cdot \text{kg}^{-1}$ substancji aktywnej [10]. Wielkość nakładów energii wniesionej w formie nasion przyjęto na poziomie $9 \text{ MJ} \cdot \text{kg}^{-1}$, oleju napędowego $48 \text{ MJ} \cdot \text{kg}^{-1}$.

Wielkość energii uzyskanej w plonie wyliczono przemnażając masę plonu przez jego wartość energetyczną dla jęczmienia przyjętą na poziomie $9 \text{ MJ} \cdot \text{kg}^{-1}$.

Wskaźnik efektywności energetycznej obliczono według zależności podanej przez Harasima [6]:

$$E_e = P_e / E_{tech} \quad (6)$$

Wyniki

Wprowadzając system bezorkowej uprawy gleby do szerokiej praktyki rolniczej, jako jedną z głównych przesłanek przyjmowano ograniczenie nakładów energetycznych ponoszonych na uprawę roli oraz zwiększenie wydajności pracy. Stosowane obecnie do uprawy bezorkowej stały się wydajnymi, ale i skomplikowanymi agregatami o znacznej masie własnej. Charakteryzują się dużym zapotrzebowaniem na moc ciągników z nimi współpracujących. Porównując w badaniach polowych (tab. 1) nakłady energii poniesione na uprawę jęczmienia ozimego można stwierdzić, iż zastosowanie uprawy bezorkowej spowodowało zmniejszenie nakładów energii wniesionej w formie agregatów o 6%. Zastosowanie wydajnych agregatów uprawowych do systemu bezorkowego spowodowało zmniejszenie nakładu energii wniesionej w formie paliwa o 22%. Nakłady materiałowe, tzn. masa wysiewanych nasion, nawozów oraz ilość stosowanych pestycydów, nie były różnicowane w badanych technologiach. Wielkość energii wniesionej w ich formie decyduje jednak o całokształcie nakładów energetycznych danej technologii. W systemie orkowym udział energii wniesionej w formie materiałów w porównaniu do skumulowanego nakładu energii wyniósł 73%, natomiast w systemie bezorkowym ponad 77%.

Tab. 1. Struktura nakładów energetycznych testowanych technologii
Table 1. Structure of energy input of tested technologies

System uprawy roli	Skumulowany nakład energii $\text{GJ} \cdot \text{ha}^{-1}$	Energia uzyskana w plonie $\text{GJ} \cdot \text{ha}^{-1}$	Wskaźnik efektywności energetycznej
Orkowy	14,68	34,66	2,37
Bezorkowy	13,99	32,25	2,30
NIR _{0,05}	-	r.n.i.	r.n.i.

Skumulowany nakład energii (tab. 2), który został wydatkowany w systemie orkowym wyniósł $14,68 \text{ GJ} \cdot \text{ha}^{-1}$. Zastosowanie systemu bezorkowego spowodowało zmniejszenie skumulowanego nakładu energii o 4,7%. Różnica ta wynikała ze zmniejszonego nakładu energii wniesionego w formie paliwa, ale również z ograniczenia nakładów energii wydatkowanej na zbiór roślin - koszenie kombajnem i transport plonu. Plon ziarna (również energii) był bowiem mniejszy na obiektach uprawianych bezorkowo o 7,5% (różnica nie istotna statystycznie).

Dobrym wskaźnikiem pomagającym ocenić różne systemy produkcji rolniczej jest wskaźnik efektywności energetycznej. W systemie orkowej uprawy jęczmienia ozimego wyniósł on 2,37. System bezorkowy charakteryzował się mniejszymi nakładami energii, ale spowodowało to zmniejszenie wielkości uzyskanego plonu. W wyniku takiego splotu zależności wskaźnik efektywności energetycznej uprawy bezorkowej wyniósł 2,3 i był mniejszy od wartości uzyskanej na uprawie orkowej o 3%.

Tab. 2. Wpływ technologii uprawy roli na efektywność energetyczną produkcji jęczmienia ozimego

Table 2. Impact of cultivation technology on energy efficiency of winter barley production

System uprawy roli	Energia wniesiona w formie $\text{GJ} \cdot \text{ha}^{-1}$		
	Agregatów	Paliwa	Materiałów
Orkowy	0,96	2,88	10,84
Bezorkowy	0,91	2,24	10,84

Wnioski

1. Zastosowanie bezorkowej uprawy jęczmienia nie wpływa jednoznacznie na zmniejszenie nakładów energii poniesionych na jego uprawę (różnica 4,7%).
2. Wartość energii uzyskanej z plonem roślin nie była istotnie różnicowana w badanych systemach uprawy roli.
3. Wskaźnik efektywności energetycznej nie był zróżnicowany w obydwu systemach uprawy jęczmienia.

Literatura

- [1] Anuszewski R., Pawlak J., Wójcicki Z.: Energochłonność produkcji rolniczej. Metodyka badań energochłonności produkcji surowców żywnościowych. IBMER, Warszawa 1979.
- [2] Białczyk W., Cudzik A., Koryło S.: Ocena uproszczeń uprawowych w aspekcie oszczędności paliw płynnych. Materiały konferencyjne IX Międzynarodowej Konferencji Naukowej „Teoretyczne i aplikacyjne problemy inżynierii rolniczej”. Wrocław-Polanica, 19-22.06.2007, s. 31-33.
- [3] Czarnocki S., Starczewski J., Kapela K.: Porównanie zużycia paliwa i czasu pracy przy kilku alternatywnych technologiach przygotowania roli do siewu. Materiały konferencyjne IX Międzynarodowej Konferencji Naukowej „Teoretyczne i aplikacyjne problemy inżynierii rolniczej”. Wrocław-Polanica, 19-22.06.2007, s. 71-73.
- [4] Dobek T.: Nakłady pracy i energii oraz koszty produkcji rzepaku ozimego w wybranych gospodarstwach. Inżynieria Rolnicza, 2002, 6 (39), s. 173-180.
- [5] Dobek T.: Efektywność energetyczna produkcji ziemniaków jadalnych w wybranych gospodarstwach. Inżynieria Rolnicza, 2006, 2 (77), s. 239-246.
- [6] Harasim A.: Możliwości kompensacji ujemnego wpływu stanowiska na plonowanie i efektywność produkcji pszenicy ozimej. II Efektywność ekonomiczna i energetyczna. Pam. Puł., 1997, 111, s. 73-87.
- [7] Karwowski T.: Podstawy zespołowego użytkowania maszyn (ZUM). IBMER, Warszawa, 1998.
- [8] Kowalski S. Malaga-Toboła U.: Nakłady energetyczne a kierunek produkcji i wielkość gospodarstw. Inżynieria Rolnicza, 2006, 3 (78), s. 153-159.
- [9] Niedziółka I.: Energochłonność i opłacalność produkcji ziarna kukurydzy. Inżynieria Rolnicza, 2000, 8 (19), s. 133-139.
- [10] Wójcicki Z.: Wyposażenie i nakłady materiałowo-energetyczne w rozwojowych gospodarstwach rolniczych. IBMER, Warszawa, 2002.
- [11] Wójcicki Z.: Energia odnawialna, biopaliwa i ekologia. Problemy Inżynierii Rolniczej, 2007, nr 2, s. 5-18.

ENERGY ANALYSIS OF NON-PLOUGH CULTIVATION OF WINTER BARLEY

Summary

An application of non-plough cultivation of winter barley has resulted in a reduction of energy outlays incurred in the form of units used by 6 per cent as compared with plough cultivation. Also, a significant reduction occurred of the outlays incurred in the form of direct energy carriers (diesel oil) by 22 per cent in relation to the plough cultivation. Energy input in the form of materials (mineral fertilizers, seeds and pesticides) was not diversified. A cumulated input of energy including energy input in the form of used units, direct energy carriers and materials, was smaller on non-plough cultivation objects by 4.7 per cent. The amount of energy obtained with the crop of winter barley grain was smaller on non-plough cultivation objects by 7.5 per cent, however this difference was not statistically confirmed. The energy efficiency ratio calculated for the production of barley from plough cultivation was 2.37 and was larger than the one obtained on non-plough objects by 3 per cent. This difference was not statistically confirmed.