

WIELKOŚĆ I STRUKTURA NAKLADÓW ENERGETYCZNYCH BEZORKOWEJ I ORKOWEJ UPRAWY ŻYTA HYBRYDOWEGO

Tomasz Piskier

Katedra Biologicznych Podstaw Rolnictwa, Politechnika Koszalińska

Leszek Majchrzak

Katedra Agronomii, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

Streszczenie. W jednoczynnikowym doświadczeniu łanowym porównywano wielkość i strukturę nakładów energetycznych poniesionych na uprawę żyta hybrydowego oraz wartość wskaźnika efektywności energetycznej. Wielkość nakładów energii skumulowanej nie była zróżnicowana w przypadku porównywanych systemów uprawy roli, zależała ona w głównej mierze od nakładów energii skumulowanej wniesionej w formie materiałów (około 85%). Zastosowanie uprawy bezorkowej wymagało mniejszych nakładów energii wniesionych w formie paliwa (o 9,3% w porównaniu do uprawy orkowej) oraz w formie agregatów (o 2,3% w porównaniu do uprawy orkowej). Zastosowane systemy uprawy nie różnicowały wartości energetycznej plonu ani wskaźnika efektywności energetycznej produkcji, a stwierdzona różnica wynosiła w obydwu przypadkach około 1%.

Słowa kluczowe: systemy uprawy, żyto hybrydowe, nakłady energetyczne, efektywność energetyczna

Wprowadzenie

Technologie i systemy uprawy roślin od szeregu lat poddawane są wnikliwej analizie zarówno pod kątem ich wpływu na wielkość i strukturę plonu roślin (Dzienia i in., 2003; Fiszer i in., 2006; Piskier i Sławiński, 2012), jak i zmiany środowiska glebowego (Cudzik i in., 2012). Uzyskiwane wyniki różnią się od siebie w wyraźny sposób, wynikający przede wszystkim z długości stosowania uprawy bezorkowej, doboru gatunków roślin, doboru narzędzi uprawowych oraz przebiegu warunków klimatycznych w poszczególnych latach badań. Zróżnicowanie wielkości plonu uzyskiwanego po zastosowaniu uprawy bezorkowej nie jest jednoznaczne. W badaniach Dzienia i in. (2003) nie wykazano istotnych różnic w plonowaniu pszenicy ozimej, podobnie w badaniach Piskiera i Sławińskiego (2012) prowadzonych na polach z uprawą żyta. Fiszer i in. (2006) wykazali zwiększenie plonu

pszenicy o 9,5% na polach uprawianych bezorkowo, Cudzik i in. (2012) wykazali natomiast zmniejszenie plonu pszenicy ozimej o 10%.

Coraz większego znaczenia nabiera ekonomiczny (Nasalski i in., 2004b) i energetyczny aspekt oceny stosowanych uproszczeń (Nasalski i in., 2004a; Białczyk i in., 2008). Ocena wielkości i struktury nakładów energetycznych najczęściej przeprowadza się w rozbiu na zabiegi uprawowe (Czarnocki i in., 2008) lub strumienie energii (Nasalski i in., 2004a). Zróżnicowanie sposobów obliczeń powoduje spore trudności przy porównywaniu prezentowanych wyników. Najczęściej jednak o wielkości nakładów energii skumulowanej decydują materiały, a wśród nich nawozy (Nasalski i in., 2004a; Nasalski i in., 2004b; Czarnocki i in., 2008). Wielkość nakładów energii wniesionej w formie materiałów nie jest zależna od stosowanych systemów uprawy roli. Systemy te różnią się natomiast wielkością nakładów energii wniesionej w formie paliwa. Większość autorów podkreśla, że zastosowanie uprawy bezorkowej pozwala na zmniejszenie zużycia paliwa (Białczyk i in., 2008; Cudzik i in., 2012). Pełną ocenę porównawczą stosowanych technologii, obejmującą zarówno wielkość nakładów energii, jak i wartość energetyczną plonu, umożliwia obliczenie wskaźnika efektywności energetycznej (Dzienia i in., 2003; Nasalski i in., 2004b), który, np. w przypadku uprawy jęczmienia, wynosił od 2,37 do 2,94 w zależności od uprawianej formy (Nasalski i in., 2004a).

Żyto hybrydowe jest rośliną o systematycznie zwiększającym się znaczeniu gospodarczym. Zyskuje ono przewagę nad żytem populacyjnym ze względu na efekt heterozji, umożliwiając lepsze wykorzystanie warunków siedliskowych. Odmiany mieszańcowe (hybrydowe) są odporniejsze na choroby, mniej podatne na wyleganie, co umożliwia zastosowanie większych dawek nawozów i uzyskanie wyraźnie większego plonu (Bujak i in., 2003).

Celem przeprowadzonych badań była analiza wielkości i struktury nakładów energetycznych ponoszonych na uprawę żyta hybrydowego oraz określenie i porównanie wskaźnika efektywności energetycznej zastosowanych systemów uprawy.

Metodyka i warunki badań

Jednoczynnikowe doświadczenie łanowe przeprowadzono w latach 2010 i 2011 w gospodarstwie Farm Frites w Bobrownikach koło Słupska. Na wyznaczonych polach o powierzchni 10 ha każde zastosowano orkową i bezorkową uprawę żyta hybrydowego odmiany Visello. Warunki glebowe na powierzchni całego doświadczenia były wyrównane. Gleba o składzie granulometrycznym piasku gliniastego mocnego zaliczana jest do klasy IVa. Żyto ozime wysiewano w drugiej dekadzie września w ilości $60 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, co odpowiadało obsadzie $174 \text{ szt}\cdot\text{m}^{-2}$ kiełkujących nasion. Przedplonem co roku był rzepak ozimy, nawożenie mineralne wynosiło łącznie $161 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1} \text{ N}$, $69 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1} \text{ K}_2\text{O}$ oraz $69 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1} \text{ P}_2\text{O}_5$. Zgodnie z zaleceniami IOR zastosowano pełną ochronę chemiczną oraz retardanty.

Uprawa poźniwna, nawożenie, siew i ochrona roślin nie były różnicowane na badanych polach, zróżnicowaniu podlegała jedynie uprawa podstawowa. W systemie orkowym zastosowano pług 9 skibowy Gregoire Besson, a w systemie bezorkowym zastosowano agregat TopDown 400. Narzędzia te były agregatowane z ciągnikiem Fendt Vario 930 o mocy 230 kW. Podorywkę wykonano agregatem podorywkowym Terrano, siew siewnikiem Rapid RDA 600S, nawożenie mineralne rozsiewaczem Amazone ZA-M Copmact 1750,

a aplikację środków ochrony roślin oraz nawożenie dolistne wykonano opryskiwaczem Lemken 4000.

Wielkość nakładów energetycznych (E_{tech}) poniesionych na produkcję żyta ozimego określono, stosując metodykę energochłonności skumulowanej (Anuszewski, i in. 1979; Wójcicki, 2002).

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

Ponieważ określenie ilości energii wniesionej w postaci pracy ludzkiej ($\sum E_r$) w warunkach polowych nie było możliwe do wyznaczenia, pominięto ten składnik energii skumulowanej, a wzór przyjął postać zaproponowaną przez Piskiera (2011).

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

gdzie:

- $\sum E_{mat}$ – suma energochłonności stosowanych materiałów ($\text{MJ}\cdot\text{ha}^{-1}$),
- $\sum E_{agr}$ – suma energochłonności stosowanych agregatów ($\text{MJ}\cdot\text{ha}^{-1}$),
- $\sum E_{pal}$ – suma energochłonności zużytego paliwa ($\text{MJ}\cdot\text{ha}^{-1}$),

Wydajność maszyn określono za pomocą chronometrażu uproszczonego, a zużycie paliwa podczas wykonywania poszczególnych zabiegów wyznaczono poprzez pomiar bezpośredni. Energię wniesioną w formie materiałów wyliczono poprzez przemnożenie masy materiału zużytego w trakcie produkcji przez wartość energii w nim zawartej, przyjmując: dla materiału siewnego $9 \text{ MJ}\cdot\text{kg}^{-1}$, nawozów azotowych $77 \text{ MJ}\cdot\text{kg}^{-1}$ N, potasowych $10 \text{ MJ}\cdot\text{kg}^{-1}$ K_2O , fosforowych $15 \text{ MJ}\cdot\text{kg}^{-1}$ P_2O_5 , dla oleju napędowego $48 \text{ MJ}\cdot\text{kg}^{-1}$, dla pestycydów $300 \text{ MJ}\cdot\text{kg}^{-1}$ substancji aktywnej i dla ziarna żyta $9 \text{ MJ}\cdot\text{kg}^{-1}$ (Wójcicki, 2002).

Wartość wskaźnika efektywności energetycznej wyliczono, dzieląc wartość energetyczną plonu ziarna żyta, przez wielkość skumulowanego nakładu energii poniesionej na jego uprawę i pielęgnację. Wielkość plonu ziarna przyjęto wg danych uzyskanych z kombajnu.

W obliczeniach nie uwzględniano nakładów energetycznych związanych ze zbiorem roślin.

Wyniki badań i dyskusja

Zastosowanie uprawy orkowej żyta hybrydowego (niezależnie od lat badań) wymagało nakładu energii skumulowanej na poziomie $18,22 \text{ GJ}\cdot\text{ha}^{-1}$. Zastosowanie uprawy bezorkowej wymagało minimalnie mniejszego nakładu energii skumulowanej (o 1%) i nakład ten wyniósł $18,02 \text{ GJ}\cdot\text{ha}^{-1}$ (tab. 1).

O wielkości nakładów energii skumulowanej w obydwu systemach uprawy zdecydowała energia wniesiona w materiałach. Przeciętnie w badanych latach wynosiła ona $15,41 \text{ GJ}\cdot\text{ha}^{-1}$ i stanowiła odpowiednio 84,6% nakładów energii skumulowanej poniesionej w uprawie orkowej i 85,5% nakładów energii skumulowanej poniesionej w uprawie bezorkowej. Odpowiednio wielkość energii wniesionej w formie agregatów w uprawie orkowej wyniosła $0,88 \text{ GJ}\cdot\text{ha}^{-1}$, co stanowiło 4,8% całości energii wniesionej w tym systemie uprawy, natomiast energia skumulowana wniesiona w paliwie wynosiła $1,93 \text{ GJ}\cdot\text{ha}^{-1}$, co stanowiło

10,6%. W systemie uprawy bezorkowej energia wniesiona w formie agregatów wyniosła $0,86 \text{ GJ}\cdot\text{ha}^{-1}$ (4,8% całego nakładu), natomiast wniesiona w formie paliwa – $1,75 \text{ GJ}\cdot\text{ha}^{-1}$, co stanowiło 9,7% energii skumulowanej zużytej na uprawę żyta hybrydowego.

Tabela 1

Wielkość nakładów energii skumulowanej poniesionej na uprawę żyta hybrydowego w różnych systemach uprawy (średnio w latach 2010-2011)

Table 1

The size of the accumulated energy inputs incurred for hybrid rye cultivation in different cultivation systems (at the average in 2010-2011)

System uprawy	Energia wniesiona ($\text{GJ}\cdot\text{ha}^{-1}$)			Nakłady energii skumulowanej ($\text{GJ}\cdot\text{ha}^{-1}$)
	Materiałach	Agregatach	Paliwie	
Orkowy	15,41	0,88	1,93	18,22
Bezorkowy	15,41	0,86	1,75	18,02

Porównując nakłady energii skumulowanej wnoszonej w agregatach, można stwierdzić, że były one niemal identyczne w obydwu systemach uprawy. W uprawie bezorkowej były bowiem mniejsze tylko o około 2,3% – w odniesieniu do uprawy orkowej. Natomiast wyraźne różnice wystąpiły w wielkości energii wniesionej w paliwie. Zastosowanie uprawy bezorkowej (w porównaniu do orkowej) wymagało o 10,3% mniejszych nakładów energii wniesionej w tej formie (tab. 1).

Tabela 2

Efektywność energetyczna uprawy żyta hybrydowego

Table 2

Energy effectiveness of hybrid rye cultivation

System uprawy Lata	Plon ziarna ($\text{dt}\cdot\text{ha}^{-1}$)	Wartość energetyczna plonu ($\text{GJ}\cdot\text{ha}^{-1}$)	Nakłady energii skumulowanej ($\text{GJ}\cdot\text{ha}^{-1}$)	Wskaźnik efektywności energetycznej
2010				
Orkowy	70,97	63,87	18,49	3,45
Bezorkowy	70,40	63,36	18,25	3,47
2011				
Orkowy	55,71	50,14	17,93	2,80
Bezorkowy	55,53	50,00	17,76	2,81
Średnio w latach 2010- 2011				
Orkowy	63,34	57,01	18,22	3,13
Bezorkowy	62,97	56,67	18,02	3,14

Wartość wskaźnika efektywności energetycznej (tab. 2) różniła się w poszczególnych latach badań. W roku 2010 kształtowała się na poziomie 3,45, natomiast w roku 2011 wynosiła około 2,80. Z zamieszczonych w tabeli 2 danych wynika, że wskaźnik efektywności energetycznej produkcji żyta nie był różnicowany przez zastosowane systemy uprawy roli.

Porównanie wyników badań własnych, dotyczących uprawy bezorkowej, z wynikami zamieszczonymi w literaturze jest trudne i nie daje jednoznacznych rezultatów. Przyczyną tego jest stosowanie określenia uprawa bezorkowa dla różnych technologii, z których wyeliminowano orkę, często nie stosując w to miejsce innego zabiegu lub stosując zabiegi powierzchniowe, np. bronę talerzową. W badaniach własnych system orkowy i bezorkowy nie różnił się wielkością nakładów energii skumulowanej. W badaniach Czarnockiego i in. (2008) zastosowanie uprawy bezorkowej powodowało wyraźne zmniejszenie wielkości nakładów energii skumulowanej oraz plonu pszenżyta ozimego. Przyczyną tego było ograniczenie uprawy bezorkowej jedynie do zastosowania talerzowania ścierniska. Podobnie wyraźne oszczędności w nakładach energetycznych poniesionych na uprawę bezorkową uzyskał Dzienia i in. (2003), stosując w tym systemie agregat ścierniskowy. Uprawa bezorkowa powoduje zmniejszenie wielkości zużycia paliwa, a zależność tę potwierdzono w badaniach własnych. Opinię tę można traktować jako powszechną, jednak podawane w literaturze zmniejszenie zużycia paliwa waha się w bardzo szerokim przedziale – od 29% (Białczyk i in., 2008) do nawet 34% (Cudzik i in., 2012). Największy udział w nakładach energii skumulowanej mają materiały, w tym nawozy azotowe. Zjawisko to wykazane w badaniach własnych jest potwierdzeniem wyników badań innych autorów (Nasalski i in., 2004a; Nasalski i in., 2004b; Czarnocki i in., 2008). Oceniane w niniejszej pracy systemy uprawy roli nie różnicowały wielkości plonu roślin. Podobne zależności w wieloletnich badaniach polowych nad pszenicą ozimą stwierdził Dzienia i in. (2003). Cudzik i in. (2012), stosując płytka uprawę bezorkową, wykazali 10-procentowe zmniejszenie plonu pszenicy ozimej. Odmienne wyniki uzyskał Fiszer i in. (2006). W przeprowadzonych badaniach stwierdził pozytywny wpływ uprawy bezorkowej na wielkość plonu pszenicy ozimej, który w tej uprawie był o 9,5% większy od uzyskanego w systemie płuznym.

Wnioski

1. O wielkości ponoszonych nakładów energetycznych, niezależnie od systemu uprawy roli, decydowały nakłady wniesione w formie materiałów. Stanowiły one 84,6% wielkości nakładów energetycznych ponoszonych w uprawie orkowej i 85,5% – w uprawie bezorkowej.
2. Zastosowanie systemu uprawy bezorkowej spowodowało zmniejszenie nakładów energii wniesionej w formie paliwa o około 10%.
3. Porównywane systemy uprawy roli nie różnicowały wielkości plonu ziarna żyta hybrydowego, wielkości skumulowanych nakładów energetycznych oraz wartości wskaźnika efektywności energetycznej.

Literatura

- Anuszewski, R.; Pawlak, J.; Wójcicki, Z. (1979). *Energochłonność produkcji rolniczej. Metodyka badań energochłonności produkcji surowców żywnościowych*. Warszawa, IBMER.
- Białczyk, W.; Cudzik, A.; Koryło, S. (2008). Ocena uproszczeń uprawowych w aspekcie ich energo- i czasochłonności oraz plonowania roślin. *Inżynieria Rolnicza*, 4(102), 75-79.
- Bujak, H.; Dopierała, A.; Dopierała, P.; Kaczmarek, J. (2003). Ocena wartości hodowlanej linii mieszańców żyta ozimego. *Biuletyn IHAR*, 230, 235-241.

- Cudzik, A.; Białczyk, W.; Czarnecki, J.; Brennensthal, M.; Kaus A. (2012). Ocena systemów uprawy w aspekcie zużycia paliwa, plonowania roślin i właściwości gleby. *Inżynieria Rolnicza*, 2(137), T.2, 17-27.
- Czarnocki, S.; Starczewski, J.; Kapela, K. (2008). Porównanie zużycia paliwa i czasu pracy przy kilku alternatywnych technologiach przygotowania roli do siewu. *Inżynieria Rolnicza*, 4(102), 209-215.
- Dzienia, S.; Puzyński, S.; Wereszczaka, J. (2003). Reakcja pszenicy ozimej na zmniejszenie intensywności uprawy roli. *Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering*, Vol. 48(3), 28-32.
- Fiszler, A.; Dworecki, Z.; Kaźmierczak, P.; Morkowski, A. (2006). Analiza porównawcza tradycyjnej i bezorkowej uprawy pszenicy ozimej. *Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering*, Vol. 51(3), 23-25.
- Nasalski, Z.; Sadowski, T.; Rychnicki, B.; Rzeszutek, I. (2004a). Porównanie uprawy jęczmienia ozimego i jarego w stanowisku po ziemniaku. *Acta Scientiarum Polonorum, Agricultura*, 3(1), 99-106.
- Nasalski, Z.; Sadowski, T.; Stępień, A. (2004b). Produkcyjna, ekonomiczna i energetyczna efektywność produkcji jęczmienia ozimego przy różnych poziomach nawożenia azotem. *Acta Scientiarum Polonorum, Agricultura*, 3(1), 83-90.
- Piskier, T. (2011). Efektywność energetyczna produkcji biomasy w teorii i praktyce. *Technika Rolnicza Ogrodnicza Leśna*, 3/2011, 5-7.
- Piskier, T.; Sławiński, K. (2012). Reakcja żyta hybrydowego na uprawę bezorkową. *Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering*, Vol. 57(4), 65-67.
- Wójcicki, Z. (2002). *Wyposażenie i nakłady materiałowo-energetyczne w rozwojowych gospodarstwach rolniczych*. Warszawa, IBMER, ISBN 83-86264-62-4.

THE SIZE AND STRUCTURE OF ENERGY INPUTS OF PLOUGHED AND NON-PLOUGHED CULTIVATION OF HYBRID RYE

Abstract. In a one-factor field experiment the size and structure of energy inputs incurred for cultivation of the hybrid rye and the size of the energy effectiveness index were compared. The size of the accumulated energy inputs was not varied in case of the compared cultivation systems, it mainly depended on the accumulated energy inputs brought in the form of materials (ca. 85%). The use of non-ploughed cultivation required energy inputs brought in the form of fuel (by 9.3% in comparison to ploughed cultivation) and in the form of aggregates (by 2.3% in comparison to ploughed cultivation). The applied cultivation systems did not differentiate the energy effectiveness of production and the determined difference was approx. 1% in both cases.

Key words: cultivation systems, hybrid rye, energy inputs, energy effectiveness

Adres do korespondencji:

Tomasz Piskier email: piskier@poczta.onet.pl
Katedra Biologicznych Podstaw Rolnictwa
Politechnika Koszalińska
ul. Raławicka 15-17
75-526 Koszalin