

## OCENA ENERGETYCZNA ALTERNATYWNYCH TECHNOLOGII PRZYGOTOWANIA ROLI DO SIEWU JĘCZMIENIA OZIMEGO

*Szymon Czarnocki*

*Katedra Ogólnej Uprawy Roli, Roślin i Inżynierii Rolniczej  
Uniwersytet Przyrodniczo-Humanistyczny w Siedlcach*

**Streszczenie.** W pracy określono wpływ pięciu różnych sposobów przygotowania roli do siewu na efektywność energetyczną uprawy jęczmienia ozimego. Badania prowadzono w latach 2004-2009 na polach RSD Zawady. Najwyższy wskaźnik efektywności energetycznej uzyskano na obiekcie, na którym w ramach uprawy późniejszej wykonano orkę siewną i odpowiednią pielęgnację. Równie korzystne wyniki uzyskano na obiekcie, na którym uprawę późniejszą zastąpiono zabiegiem chemicznym. Wyniki badań całkowicie uzasadniają celowość eliminacji dwukrotnego wykonywania zabiegów spulchniających pomiędzy zbiorem przedplonu a wysiewem jęczmienia ozimego.

**Słowa kluczowe:** jęczmień ozimy, nakłady energetyczne, uproszczenia uprawowe, wskaźnik efektywności energetycznej

### Wstęp

Ocena technologii stosowanych w praktyce, oprócz kryteriów produkcyjno-ekonomicznych, powinna być uzupełniona o rachunek energetyczny, który umożliwia kompleksowe porównanie stosowanych technologii. Najbardziej energochłonnym elementem agrotechniki jest nawożenie, w tym azotowe (Budzyński i Szempliński, 1996, Czarnocki i in., 2006, Korona i in., 2004). Samo nawożenie może pochłaniać nawet 60% całkowitych nakładów energetycznych, natomiast udział nakładów na uprawę roli określany jest na około 10-15% (Budzyński i in., 2000), chociaż Dzienia (1995) podaje, że może on sięgnąć nawet 40%. Ale to właśnie odpowiednio wykonana uprawa roli ma na celu zapewnienie warunków do efektywnego wykorzystania pozostałych czynników produkcji.

Zmiany w utartych wśród rolników zwyczajach dotyczących uprawy roli bardzo często napotykają na barierę związaną z wysokim początkowym kosztem, tym większym w przeliczeniu na 1 ha użytków rolnych, im mniejsza jest powierzchnia gospodarstwa (Lorenco-wicz, 1988). Jednocześnie dążenie do uzyskania możliwie najwyższej produkcji na każdą

jednostkę ponoszonych nakładów energii oraz wzrost cen podstawowych jej nośników sprzyjają poszukiwaniu rozwiązań z wykorzystaniem dostępnych maszyn i narzędzi.

## Cel pracy i metodyka badań

Celem prezentowanych badań była energetyczna ocena pięciu wybranych sposobów przedsięwzięcia przygotowania roli pod jęczmień ozimy.

W doświadczeniu przeprowadzonym w Rolniczej Stacji Doświadczalnej Zawady w latach 2004-2009 badano wpływ pięciu sposobów uprawy roli na plonowanie jęczmienia ozimego. Doświadczenie założono na glebach kompleksu żytznego dobrego, w układzie split-plot w czterech powtórzeniach. Na poszczególnych obiektach o powierzchni 20 m<sup>2</sup> zastosowano zróżnicowaną uprawę poźniwą (w nawiasach podano skróty stosowane przy oznaczaniu poszczególnych obiektów w tabeli i na wykresach): 1. podorywka – 12 cm (pod) – uprawa tradycyjna, 2. kultywatorowanie (kul), 3. orka – 20 cm (ork) 4. bez uprawy poźniwej (Roundup Energy 450 SL – 3 l·ha<sup>-1</sup>) (her), 5. bez uprawy poźniwej (Roundup Energy 450 SL – 3 l·ha<sup>-1</sup>) (bup). Następnie na obiektach 1-3 wykonano bronowanie broną średnią, a po upływie około dwóch tygodni, na obiektach 1, 2 i 4 wykonywano orkę siewną na głębokość 20 cm oraz bronowanie na obiektach 1-4, natomiast na obiekcie 5 z tych zabiegów zrezygnowano. Przed siewem nasion na wszystkich obiektach wykonywano nawożenie fosforowo-potasowe w ilości 90 kg·ha<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> i 110 kg·ha<sup>-1</sup> K<sub>2</sub>O. Nawozy mieszano z glebą za pomocą agregatu do uprawy przedsięwzięcia (kultywator + wał strunowy). Jęczmień ozimy wysiewano w ilości 3 500 000 nasion na hektar (ok. 170 kg). Wiosną na wszystkich obiektach wykonywano nawożenie azotowe w ilości 120 kg N·ha<sup>-1</sup> w trzech dawkach, a tuż po ruszeniu wegetacji stosowano herbicyd Chisel 75 WG w dawce 60 g·ha<sup>-1</sup>.

Zużycie paliwa w trakcie poszczególnych zabiegów uprawowych oraz siewu, opryskiwania i nawożenia, a także nakłady czasu pracy oszacowano na podstawie wcześniejszych badań (Czarnocki i in., 2006). Nakłady energetyczne obliczono na podstawie wskaźników energochłonności produktów rolniczych opracowanych przez IBMER (Harasim, 2002; Wójcicki, 1981). Tylko do obliczenia wartości energetycznej ziarna przyjęto nieznacznie większą wartość wskaźnika (8), gdyż w nowszej literaturze przyjmowane są na ogół jeszcze wyższe wartości (15-16) (Mólka i Łapczyńska-Kordon, 2011).

## Wyniki badań i dyskusja

Wybór sposobu uprawy roli warunkowany jest różnymi czynnikami. Są to najczęściej: długość okresu czasu pomiędzy zbiorem przedplonu a siewem rośliny następczej, warunki pogodowe w tym okresie, a także wyposażenie gospodarstwa w sprzęt przeznaczony do uprawy roli i siewu. W przypadku uprawy jęczmienia ozimego wcześniejszy termin siewu w stosunku do pozostałych zbóż zachęca rolników do poszukiwania odstępstw od technologii tradycyjnej. Sumę nakładów energetycznych w analizowanych technologiach obli-

czono na podstawie wskaźników energochłonności poszczególnych produktów zużytych na poszczególne elementy agrotechniki (tab. 1).

Całkowite nakłady energetyczne poniesione na agrotechnikę jęczmienia ozimego mieściły się w przedziale od 15421 do 16393 MJ·ha<sup>-1</sup>. Największe nakłady, przekraczające 70% nakładów całkowitych, poniesiono na nawożenie roślin. Samo nawożenie azotowe pochłaniało ponad 50% nakładów, a w przypadku uprawy bezorkowej osiągnęło prawie 60% nakładów całkowitych. Udział pozostałych elementów agrotechniki w nakładach nie przekraczał 10%. Uprawa roli miała największy udział w nakładach w wariantach tradycyjnym, czyli na obiekcie, gdzie wykonywano zarówno podorywkę, jak i orkę siewną (13,2%). Uproszczenie polegające na rezygnacji z niektórych zabiegów ograniczyło udział uprawy do 9,1-10,9%. Natomiast w wariantach bez uprawy orkowej udział ten nieznacznie przekroczył 5%.

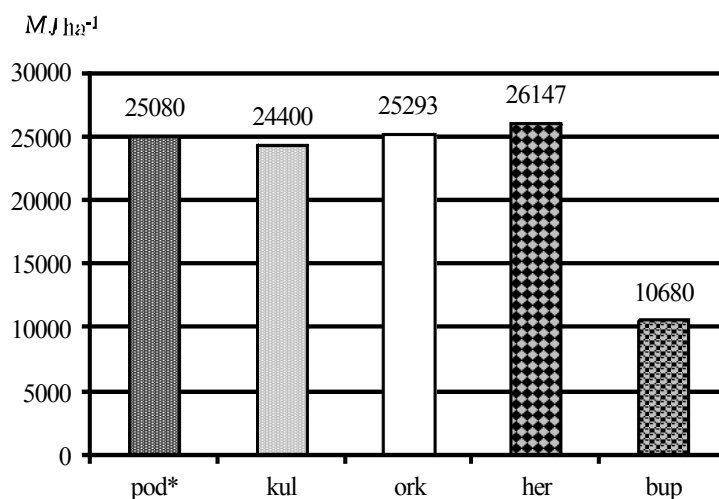
Tabela 1  
Nakłady energetyczne w (MJ·ha<sup>-1</sup>)  
Table 1  
Energy inputs in (MJ·ha<sup>-1</sup>)

Wyszczególnienie	pod*	kul	ork	her	bup
Materiał siewny	1360	1360	1360	1360	1360
Zabiegi agrotechniczne	2158	1736	1506	1467	781
Nawożenie					
N	9240	9240	9240	9240	9240
P	1260	1260	1260	1260	1260
K	1100	1100	1100	1100	1100
Środki ochrony roślin	13,5	13,5	13,5	418,5	418,5
Zbiór	1261	1261	1261	1261	1261
Razem	16393	15971	15741	16107	15421

\* objaśnienia jak w metodyce

Pomimo że uproszczenia pozwoliły w skrajnym przypadku na znaczne ograniczenie nakładów poniesionych na samą uprawę roli, to niewielki udział uprawy roli w strukturze nakładów całkowitych sprawił, że w całokształcie nakładów różnice pomiędzy skrajnymi wartościami nie przekraczały 6%. Jest to zbieżne z wynikami, jakie otrzymali Kordas (1999) czy Włodek i in. (1999).

Najwyższą wartość energetyczną plonu ziarna jęczmienia uzyskano na obiekcie poźniwnie herbicydowanym, a następnie zaoranym oraz na obiekcie z orką siewną wykonywaną tuż po zbiorze rośliny przedplonowej (rys. 1). Na obiektach z podorywką tuż po żniwach oraz z poźniwnym kultywatorowaniem stwierdzono tylko kilkuprocentową zniżkę wartości energetycznej plonu. Zupełna rezygnacja z orki spowodowała natomiast bardzo znaczący spadek analizowanej wartości o 57,4% w stosunku do uprawy tradycyjnej (z podorywką) i aż o 59,2% względem obiektu z orką siewną wykonywaną tuż po żniwach.

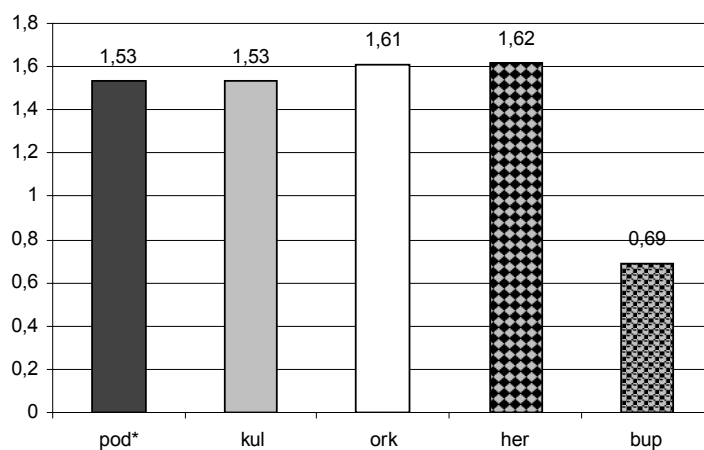


Rysunek 1. Wartość energetyczna plonu ziarna jęczmienia ozimego w zależności od sposobu uprawy (średnie z lat 2004-2009)

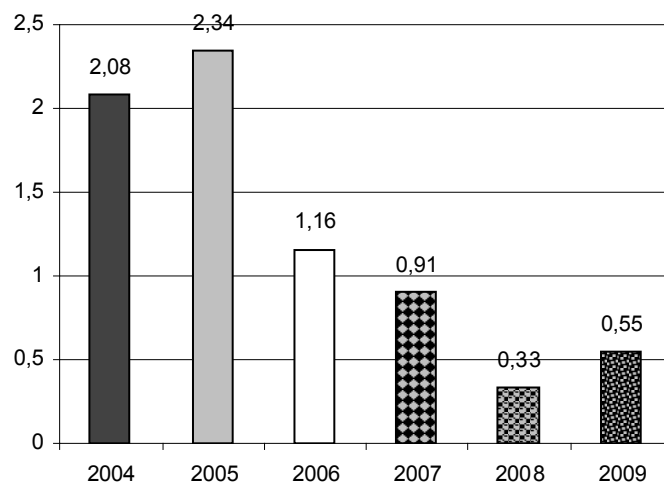
Figure 1. Energy value of the winter barley seed yield depending on the method of cultivation (averages from 2004-2009)

Po porównaniu nakładów poniesionych na całokształt agrotechniki i wartości produkcji obliczono wskaźniki efektywności energetycznej (rys. 2). Najwyższą efektywnością charakteryzowała się uprawa jęczmienia ozimego na obiekcie z wcześniejszą orką siewną oraz na obiekcie, gdzie po żniwach podorywkę zastępowano stosowaniem herbicydu Roundup Energy 450 SL. Na obiektach z podorywką i kultywatorowaniem stwierdzono tylko nieznacznie mniejszą efektywność ponoszonych nakładów. Najmniej korzystne wyniki uzyskano po zastosowaniu skrajnych uproszczeń, gdzie spadek wielkości wskaźnika wynosił znacznie ponad 50% w stosunku do każdego z pozostałych obiektów. Również w badaniach Włodka i in. (1999) wielkość uzyskanych dzięki uproszczeniom oszczędności została zniwelowana przez straty w wielkości plonu. Odmienne wyniki przedstawił natomiast Kordas (1999), który znacznie wyższą efektywność otrzymał po zastosowaniu siewu bezpośredniego.

Niekorzystne warunki pogodowe, występujące w poszczególnych sezonach wegetacyjnych (silne mrozy przy braku okrywy śnieżnej, opady śniegu na niezamarzniętą glebę czy bardzo intensywne opady deszczu powodujące wręcz zalanie plantacji w okresie późnowiosennym), sprawiły, że obserwowano bardzo znaczące różnice w plonowaniu, a w konsekwencji – w wysokości badanego wskaźnika pomiędzy poszczególnymi latami badań (rys. 3). Różnice pomiędzy średnimi dla najlepszego i najgorszego z lat przekroczyły 85%.



Rysunek 2. Wskaźnik efektywności energetycznej uprawy jęczmienia ozimego w zależności od sposobu uprawy (średnie z lat 2004-2009)  
Figure 2. Energy efficiency indexes of winter barley cultivation depending on the method of cultivation (average from 2004-2009)



Rysunek 3. Średni wskaźnik efektywności energetycznej uprawy jęczmienia ozimego w kolejnych latach badań  
Figure 3. Average energy efficiency index of winter barley cultivation in the subsequent years of research

## Podsumowanie

Poszukiwanie oszczędności w nakładach ponoszonych na agrotechnikę roślin uprawnych jest koniecznością. To właśnie uprawa roli, mająca na celu stworzenie odpowiednich warunków, do wykorzystania pozostałych elementów plonotwórczych, staje się coraz częściej analizowanym zagadnieniem. Bardzo trudne bywa jednak niekiedy znalezienie granicy pomiędzy uproszczeniem uprawowym a zwykłym zaniedbaniem.

Uprawa jęczmienia ozimego zwiększa zainteresowanie alternatywnym przygotowaniem roli do siewu. Opóźnione ze względu na jednoetapowy zbiór żniwa, przy wcześniejszym terminie siewu, są głównymi tego przesłankami. Jednocześnie jęczmień ozimy jest zbożem szczególnie wdzięcznym za dobrze odleżałą glebę. Stąd też bardzo korzystne wyniki uzyskane po orce siewnej wykonywanej tuż po żniwach. Z drugiej jednak strony siew bez orki, chociaż gwarantuje glebę odpowiednio odleżałą, nie stwarza odpowiednich warunków do kiełkowania i wschodów.

Przedstawione wyniki potwierdziły celowość rezygnacji z dwukrotnego wykonywania zabiegów spulchniających pomiędzy zbiorem przedplonu a siewem jęczmienia, natomiast wykluczyły zupełną rezygnację z jakiegokolwiek zabiegu spulchniającego.

## Literatura

- Budzyński, W.; Dubas, B.; Wróbel, E. (2000). Ekonomiczna i energetyczna efektywność różnych sposobów pielęgnacji i nawożenia pszenżyta ozimego. *Zeszyty Naukowe AR Szczecin*, 206, 31-38.
- Budzyński, W.; Szempliński, W. (1996). Rolnicza, jakościowa i energetyczna ocena różnych sposobów odchwaszczania i nawożenia azotem jarej pszenicy chlebowej. Cz. 2. Energochłonność uprawy. *Roczniki Nauk Rolniczych*, Seria A, 112, z. 1-2, 93-101.
- Czarnocki, Sz.; Starczewski, J.; Turska, E. (2006). Efektywność energetyczna różnych wariantów uprawy roli w technologii produkcji pszenżyta ozimego. *Pamiętnik Puławski*, 142, 43-54.
- Dzienia, S. (1995). Siew bezpośredni technologią alternatywną. Materiały Konferencyjne „Siew bezpośredni w teorii i praktyce” Szczecin-Barzkowice, 9-19.
- Harasim, A. (2002). *Kompleksowa ocena płodozmianów z różnym udziałem roślin zbożowych i okopowych*. Rozprawa habilitacyjna, IUNG, Puławy.
- Kordas, L. (1999). Energochłonność i efektywność różnych systemów uprawy roli w zmianowaniu. *Zeszyty Naukowe AR Szczecin*, 195, 47-52.
- Korona, E.; Budzyński, W.; Fedejko, B. (1994). Rolnicza i energetyczna ocena różnych sposobów nawożenia azotem pszenżyta jarego. *Zeszyty Naukowe AR Szczecin*, 162, 79-84.
- Lorencowicz, E. (1988). Racjonalne formy mechanizacji prac polowych w gospodarstwach indywidualnych. *Roczniki AR Poznań*, 36, 135-142.
- Mólka, J.; Łapczyńska-Kordon, B. (2011). Właściwości energetyczne wybranych gatunków biomasy. *Inżynieria Rolnicza*, 6(131), 141-147.
- Włodek S.; Pabin J.; Biskupski A.; Kaus A. (1999). Skutki uproszczeń uprawy roli w zmianowaniu. *Zeszyty Naukowe AR Szczecin*, 195, 39-45.
- Wójcicki, Z. (1981). Energochłonność produkcji rolniczej. *Roczniki Nauk Rolniczych*, Ser. C, 75, 1, 165-197.

## **ENERGY ASSESSMENT OF ALTERNATIVE TECHNOLOGIES OF PREPARING LAND FOR WINTER BARLEY SOWING**

**Abstract.** The paper describes the impact of five different methods of preparing land for sowing on the energy efficiency of winter barley cultivation. The research was carried out in 2004-2009 on RSD Zawady fields. The highest index of energy efficiency was obtained in the facility, where within after-harvest cultivation, sow ploughing and appropriate treatment was carried out. Equally positive results were obtained in the facility, where after-harvesting cultivation was replaced with chemical treatment. Research results completely justify the purposefulness of elimination of double scarification treatments between harvesting a forecrop and sowing winter barley.

**Key words:** winter barley, energy inputs, cultivation simplification, energy efficiency index

**Adres do korespondencji:**

Szymon Czarnocki; e-mail: kapiral@interia.pl  
Katedra Ogólnej Uprawy Roli, Roślin i Inżynierii Rolniczej  
Uniwersytet Przyrodniczo-Humanistyczny  
ul. Prusa 14  
08-110 Siedlce