

OCENA ENERGETYCZNEJ EFEKTYWNOŚCI WYBRANYCH TECHNOLOGII UPRAWY ŻYTA JAREGO

Józef Starczewski, Dorota Dopka, Małgorzata Korsak-Adamowicz

Katedra Ogólnej Uprawy Roli i Roślin, Wydział Rolniczy, Akademia Podlaska
ul. Prusa 14, 08-110 Siedlce
e-mail: kurir@ap.siedlce.pl

Streszczenie. Celem niniejszego opracowania było dokonanie oceny energetycznej różnych technologii uprawy żyta jarego przy zróżnicowaniu uprawy późniejszej oraz stanowiska. W analizie efektywności energetycznej uwzględniono jednostkową energochłonność skumulowaną w środkach produkcji. Dokonano szczegółowej analizy efektywności energetycznej, uwzględniając wartość energetyczną plonów. Plon podstawowy żyta jarego przeliczono na plon suchej masy, a następnie wyrażono w GJ. W następnej kolejności wyliczono nakłady energetyczne dla zabiegów wykonywanych w poszczególnych technologiach uprawy zboża, ujmując wielkość nakładów skumulowanych w środkach produkcji według faktycznego zużycia nawozów mineralnych, materiału siewnego i środków ochrony roślin. Nakłady pracy żywej i środków produkcji oraz zużycie paliwa przeliczono na GJ, wykorzystując w tym celu wskaźniki energochłonności stosowane w rachunku energetycznym produkcji roślinnej. Końcowym miernikiem analizy i oceny energetycznej był wskaźnik efektywności energetycznej, efektywność końcowa oraz poziom intensywności energetycznej. Uwzględnione w opracowaniu mierniki nakładów i efektów produkcyjnych pozwoliły na dokonanie analizy energochłonności różnych technologii uprawy żyta jarego. Najwięcej energii wniosły nawozy (56,4%). Wszystkie zabiegi uprawowe wniosły średnio 29,4% energii. Zastąpienie orki letniej talerzowaniem zmniejszyło nakłady energetyczne o 4,6%, zaś podorywką o 1,2%; wykonanie zamiast podorywki talerzowania zmniejszyło nakłady energetyczne o 3,3%. Różnice nakładów wniesionych przy zróżnicowanych zabiegach uprawowych, wynikały z innego czasu pracy i zużycia paliwa. Najwyższą efektywność plonu uzyskano na obiektach na których zastosowano przed siewem międzyplonu talerzowanie bez przyorania międzyplonu (3,5%) lub gdy wysiano facelię błękitną (3,4%).

Słowa kluczowe: technologia uprawy, efektywność energetyczna, żyto jare

WSTĘP

W nauce, oraz w praktyce rolniczej podejmowane są ciągłe próby zmiany dotychczas stosowanych technologii uprawy (Dopka 2004a, Starczewski i in. 2003). Efektywność różnych technologii uprawy wyrażona wysokością plonu roślin, zależy

od wielu czynników. Do nich w pierwszej kolejności można zaliczyć siedlisko, agrotechnikę (Starczewski i in. 2003) i ogniwo zmianowania. Wśród czynników agrotechnicznych: nawożenie (Dopka 2004b, Jaskulska 2005, Nasalski i in. 2004), stanowisko oraz różne sposoby uprawy roli (Dzienia i in. 1994, Dzienia i Wereszczaka 1999, Kordas 1999), są głównymi wyznacznikami ponoszonych nakładów energetycznych.

Ze względu na częste zmiany cen środków produkcji oraz uzyskanych produktów (plon ziarna), wyrażanie nakładów i efektów produkcji za pomocą jednostek energetycznych jest wciąż aktualne i obiektywne (Dopka 2004b, Harasim 1988, Malicki i in. 1995).

Celem niniejszego opracowania było dokonanie oceny energetycznej różnych technologii uprawy żyta jarego przy zróżnicowaniu uprawy poźniej oraz stanowiska.

METODY BADAŃ

Badania przeprowadzono w Rolniczej Stacji Doświadczalnej w Zawadach w latach 2003-2006 na polach doświadczalnych Katedry Ogólnej Uprawy Roli i Roślin, Instytutu Agronomii, Akademii Podlaskiej. Doświadczenie trzyczynnikowe zostało założone w układzie split – block – split – plot w czterech powtórzeniach, na glebie kompleksu żytniego dobrego, klasy bonitacyjnej IV b, na glebie brunatnej wylugowanej, wytworzonej z piasków. Żyto jare wysiewano zawsze w dwu terminach: pierwszym optymalnym od 25 marca do 4 kwietnia, drugim opóźnionym od 5 do 15 kwietnia. Uprawiano je w monokulturze, gdzie wartość stanowiska wzbogacano przyoraniem masy zielonej z międzyplonów ścierniskowych, bądź bez wprowadzenia międzyplonu (kontrola). W międzyplonie ścierniskowym wysiewano: łubin wąskolistny, gorczycę białą i facelię błękitną. Ponadto zróżnicowano uprawę po zbiorze żyta jarego, która to uprawa przygotowywała jednocześnie rolę pod zasiew międzyplonu ścierniskowego. Zastosowano następujące warianty uprawowe: podorywka + brona, talerzowanie + brona, orka średnia + brona + wał.

W analizie efektywności energetycznej uwzględniono jednostkową energochłonność skumulowaną w środkach produkcji. Przy analizie efektywności energetycznej uwzględniono wartość energetyczną średniego plonu ziarna z trzech lat badań (2004-2006) przyjmując, że 1 kg suchej masy ma wartość energetyczną równą 18,36 MJ (Wielicki 1990). W pracy przyjęto, iż ziarno żyta jarego zawiera 86,3% suchej masy (Gąsiorowski 1994). Średni plon ziarna przeliczono na plon suchej masy, a następnie wyrażono go w GJ. W dalszej kolejności wyliczono nakłady energetyczne dla kolejno po sobie następujących zabiegów uprawowych i pielęgnacyjnych.

cyjnych w poszczególnych technologiach uprawy żyta jarego. Ujęto wielkość nakładów energetycznych skumulowanych w środkach produkcji, według faktycznego zużycia nawozów, materiału siewnego i środków ochrony roślin przy użyciu maszyn i ciągników rolniczych dla trzech upraw późniejszych (Goć i Mazalewski 1997). Środki produkcji, nakłady pracy żywej i ilość zużytego paliwa przeliczono na GJ przy zastosowaniu wskaźników energochłonności, właściwych dla rachunku energetycznego stosowanego w produkcji roślinnej (Fereniec 1997, Harasim 1988, Wielicki 1989).

Jako miarę końcowej oceny energetycznej obliczono wskaźnik efektywności energetycznej (E_e) dzieląc wartość energetyczną plonu, przez wielkość nakładów energetycznych poniesionych na uzyskanie plonu ziarna z 1 ha w GJ (Wójcicki 1981). Dokonano również oceny intensywności produkcji (Jerzak 1988) i ocenę poziomu intensywności produkcji opartą na energochłonności (Harasim 1991).

WYNIKI

Średni plon ziarna z lat badań (2004-2006) żyta jarego i jego wartość energetyczną przedstawiono w tabeli 1. Zboże najwyższej plonowało i osiągnęło największą jego wartość energetyczną w stanowisku po łubinie wąskolistnym i na obiekcie kontrolnym bez roślin międzyplonowych. Najkorzystniejszą uprawą dla tych cech okazało się talerzowanie. Maksymalną wysokość plonu ziarna i jego wartość energetyczną uzyskano na obiektach kontrolnych z zastosowanym talerzowaniem ($3,78 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$; $80,4 \text{ GJ}\cdot\text{ha}^{-1}$).

Całkowite nakłady energetyczne poniesione przy uprawie żyta jarego (tab. 2) wyniosły średnio $23,9 \text{ GJ}\cdot\text{ha}^{-1}$; były największe gdy wykonano po zbiorze zboża orkę średnią i przyorano łubin wąskolistny ($24,9 \text{ GJ}\cdot\text{ha}^{-1}$), najmniejsze zaś na obiektach kontrolnych z zastosowaną talerzówką ($22,7 \text{ GJ}\cdot\text{ha}^{-1}$). Do najbardziej energochłonnych elementów agrotechniki (tab. 3) należały nawozy (56,4%) oraz paliwo (20,0%), co potwierdzają liczne doniesienia krajowe (Dopka 2004b, Nasalski i in. 2004, Wójcicki 1981 i Wielicki 1990). Zastąpienie orki średniej talerzowaniem pozwoliło na oszczędności energetyczne wynoszące 4,6% ($1,1 \text{ GJ}\cdot\text{ha}^{-1}$); przy wykonaniu podorywki zamiast orki średniej nakłady energetyczne zmniejszyły się o 1,2% ($0,30 \text{ GJ}\cdot\text{ha}^{-1}$); zaś zastąpienie podorywki talerzówką wskazało na oszczędności energetyczne rzędu 3,3% ($0,80 \text{ GJ}\cdot\text{ha}^{-1}$), (tab. 2). Średnio w przeprowadzonym doświadczeniu 1% był równy 0,24 GJ. Różnice w nakładach poniesionych na różne uprawy późniejsze wynikały z różnego czasu potrzebnego do wykonania tych zabiegów oraz z innego zużycia paliwa. Do podobnych wniosków doszli wcześniej Biskupski i in. (2000), Dopka (2004b) i Starczewski (1985). Najmniej energii wniosły środki ochro-

ny roślin (3,6%), siła robocza (5,3%) i materiał siewny (5,3%), co potwierdzają inne doniesienia (Nasalski i in. 2004).

Tabela 1. Plon ziarna żyta jarego i jego wartość energetyczna

Table 1. Spring rye grain yield and its energetic value

Plon ziarna – Grain yield (t·ha ⁻¹)				
Międzyplon – Intercrop	Uprawa poźniwna – Postharvest cultivation			
	Podorywka Skimming	Talerzowanie Disking	Orka Plough	Średnia Mean
Obiekt kontrolny – Control	3,40	3,78	3,55	3,58
Łubin wąskolistny – Blue lupine	3,67	3,71	3,67	3,68
Gorzycza biała – White mustard	3,15	3,46	3,21	3,27
Facelia błękitna – Tansy phacelia	3,20	3,67	3,25	3,37
Średnia – Mean	3,35	3,65	3,42	3,47
Wartość energetyczna plonu ziarna – Grain yield energetic value (GJ·ha ⁻¹)				
Międzyplon – Intercrop	Uprawa poźniwna – Postharvest cultivation			
	Podorywka Skimming	Talerzowanie Disking	Orka Plough	Średnia Mean
Obiekt kontrolny – Control	72,3	80,4	75,5	76,1
Łubin wąskolistny – Blue lupine	78,1	78,9	78,1	78,4
Gorzycza biała – White mustard	67,0	73,6	68,3	69,6
Facelia błękitna – Tansy phacelia	68,1	78,1	69,1	71,8
Średnia – Mean	71,4	77,8	72,8	74,0

Średnia efektywność energetyczna plonu ziarna żyta jarego wyniosła 3,1 (tab. 2). Najwyższą efektywność (E_e) uzyskano przy zastosowaniu w uprawie poźniwnej talerzówki, na obiektach kontrolnych (bez wysianych międzyplonów) i z przyoraną facelią błękitną (3,5 i 3,4). Najgorsze efekty energetyczne uzyskano na obiektach z zastosowaną podorywką i przyoraną gorzycą białą (2,7). W warunkach przeprowadzonych badań osiągnięto drugi poziom intensywności produkcji (Jerzak 1988), przy punktowym wskaźniku intensywności energetycznej nakładów, wynoszącym średnio 2,4 (1 punkt intensywności równa się zużyciu energii na poziomie 10 GJ).

Zastosowanie talerzowania spowodowało uzyskanie III poziomu intensywności produkcji, zaś wykonanie podorywki lub orki średniej, czy przyoranie gorzycy białej spowodowało jego obniżenia do poziomu II (tab. 3), (Harasim 1991).

Tabela 2. Nakłady i efektywność energetyczna produkcji żyta jarego
Table 2. Outlays and energy effectiveness of spring rye production

Nakłady energetyczne – Energy outlays (GJ·ha ⁻¹)				
Międzyplon – Intercrop	Uprawa późniwna – Postharvest cultivation			
	Podorywka Skimming	Talerzowanie Disking	Orka Plough	Średnia Mean
Obiekt kontrolny – Control	23,3	22,7	23,7	23,2
Łubin wąskolistny – Blue lupine	24,5	23,9	24,9	24,4
Gorzycza biała – White mustard	24,5	23,7	24,7	24,3
Facelia błękitna – Tansy phacelia	24,3	22,9	24,3	23,8
Średnia – Mean	24,1	23,3	24,4	23,9

Wskaźnik efektywności energetycznej – Energy effectiveness index				
Międzyplon – Intercrop	Uprawa późniwna – Postharvest cultivation			
	Podorywka Skimming	Talerzowanie Disking	Orka Plough	Średnia Mean
Obiekt kontrolny – Control	3,1	3,5	3,2	3,3
Łubin wąskolistny – Blue lupine	3,2	3,3	3,1	3,2
Gorzycza biała – White mustard	2,7	3,1	2,8	2,9
Facelia błękitna – Tansy phacelia	2,8	3,4	2,8	3,0
Średnia – Mean	2,9	3,3	3,0	3,1

Tabela 3. Struktura nakładów energetycznych w zależności od sposobu uprawy późniwnej
Table 3. Energy outlays structure according to the method of postharvest cultivation (%)

Rodzaje nakładów – Type of outlays	Uprawa późniwna – Postharvest cultivation			
	Podorywka Skimming	Talerzowanie Disking	Orka Plough	Średnia Mean
Materiał siewny – Sowing material	5,3	5,4	5,2	5,3
Nawozy – Fertilizers	55,9	58,0	55,3	56,4
Środki ochrony roślin – Plant protection agents	3,6	3,7	3,5	3,6
Paliwo – Fuel	20,7	18,4	20,9	20,0
Siła pociągowa, maszyny Traction force, machines	9,3	9,3	9,7	9,4
Siła robocza – Labour	5,2	5,2	5,4	5,3
Suma – Sum	100	100	100	100

WNIOSKI

1. Wykonanie w zespole uprawy późniejszej talerzowania lub podorywki zamiast orki średniej, prowadziło do zmniejszenia nakładów energetycznych (o $0,7 \text{ GJ}\cdot\text{ha}^{-1}$).

2. Na zróżnicowanie nakładów energetycznych poniesionych na uprawę późniejszą, główny wpływ miała pracochłonność tych zabiegów oraz zużycie paliwa. Najwięcej energii, w całości kształcie technologii uprawy żyta jarego, wniosły nawozy (56,4%) oraz zużyte paliwo (20,0%).

3. Efektywność talerzowania w porównaniu z efektywnością innych wariantów uprawowych była wyższa ($E_e = 3,3$). Najwyższą efektywność energetyczną produkcji żyta jarego uzyskano przy zastosowaniu talerzowania, bez wprowadzonego międzyplonu ścierniskowego ($E_e = 3,5$) i po przyoraniu faceli błękitnej ($E_e = 3,4$).

PIŚMIENNICTWO

- Biskupski A., Kaus A., Włodek S., Pabin J., 2000. Wpływ uproszczeń uprawy roli na plonowanie roślin, czasochłonność uprawy i zużycie paliwa. *Inż. Roln.*, 6, 85-90.
- Dopka D., 2004a. Ocena zróżnicowanej uprawy przedsięwnej na przykładzie pszenżyta ozimego, a plonowanie i zmiany składowych plonu. *Annales UMCS, Sec E*, 59, 4, 2015-2022.
- Dopka D., 2004b. Efektywność energetyczna zróżnicowanej uprawy przedsięwnej na przykładzie pszenżyta ozimego. *Annales UMCS, Sec. E*, 59, 4, 2071-2077.
- Dzienia S., Piskier T., Wereszczaka J., 1994. Wpływ uproszczonych sposobów uprawy gleby na nakłady energetyczne i plonowanie pszenżyta ozimego. *Zesz. Nauk. AR Szczecin, Roln.*, XVIII, 162, 43-48.
- Dzienia S., Wereszczaka J., 1999. Efektywność systemów uprawy roli pod pszenicę ozimą na glebie kompleksu pszennego dobrego. *Fol. Univ. Agric. Stetin., 195 Agricultura*, (74), 181-184.
- Fereniec J., 1997. *Zarys ekonomiki i organizacji rolnictwa*. WSRP- Siedlce.
- Gąsiorowski H., 1994. *Żyto chemia i technologia*. PWR i L, Poznań, Wyd. I.
- Goć E., Mazalewski A., 1997. Wskaźniki eksploatacyjno- ekonomiczne maszyn i ciągników rolniczych stosowanych w gospodarstwach indywidualnych. *IBMER, Warszawa*.
- Harasim A., 1988. Zbiór mierników i wskaźników stosowanych w badaniach ekonomiczno- rolniczych. *IUNG Puławy*, R 250.
- Harasim A., 1991. Zbiór mierników i wskaźników stosowanych w badaniach ekonomiczno- rolniczych. *Suplement do zeszytu R 250, IUNG Puławy*, R 287.
- Jaskulska I., 2005. Wpływ wieloletniego zróżnicowanego nawożenia na plonowanie roślin i efektywność energetyczną stosowanych nawozów w zmianowaniu. *Fragm. Agron.*, 1(85), 88-100.
- Jerzak M., 1988. W kwestii mierzenia i wykorzystania wskaźnika intensywności produkcji rolniczej. *Służba Roln.*, 3, 3-9.
- Kordas L., 1999. Energochłonność i efektywność różnych systemów uprawy roli w zmianowaniu. *Fol. Univ. Agric. Stetin. 195 Agricultura* (74), 47-52.
- Malicki L., Ochał M., Podstawka-Chmielewska E., 1995. Wstępna ocena efektywności energetycznej wybranych sposobów uprawy roli na różnych glebach. *Mater. konf. 12 czerwca 1995 r. Szczecin – Barzkowice*, 63-69.

- Nasalski Z., Sadowski T., Stepień A., 2004. Produkcyjna, ekonomiczna i energetyczna efektywność produkcji jęczmienia ozimego przy różnych poziomach nawożenia azotem. *Acta Sci. Pol., Agricultura*, 3(1), 83-90.
- Starczewski J., 1985. Możliwości zastosowania siewu bezpośredniego przy uprawie roślin w plonie głównym. *Zesz. Nauk. WSRP Siedlce, ser. Rolnictwo*, 5, 349-365.
- Starczewski J., Bombik A., Dopka D., 2003. Reakcja pszenżyta ozimego na wybrane czynniki agrotechniczne. *Folia Univ. Agric. Stetin. Agricult.*, 231, 183-192.
- Wielicki W., 1989. Analiza efektywności energetycznej w rolnictwie. *Post. Nauk Rol.* 1, 69-86.
- Wielicki W., 1990. Energochłonność produkcji roślinnej. *Studium międzynarodowe. Służ. Roln.*, 1/2, 1-6.
- Wójcicki Z., 1981. Energochłonność produkcji rolniczej. *Rocz. Nauk Roln., Ser. C*, 75, 1, 165-197.

EVALUATION OF ENERGY EFFECTIVENESS OF SELECTED TECHNOLOGIES OF SPRING RYE CULTIVATION

Józef Starczewski, Dorota Dopka, Małgorzata Korsak-Adamowicz

Department of Soil Tillage and Plant Cultivation, Faculty of Agriculture,
University of Podlasie
ul. Prusa 14, 08-110 Siedlce
e-mail: kurir@ap.siedlce.pl

Abstract. The aim of the present work was to carry out an energy evaluation of different spring rye cultivation technologies at varied post-harvest cultivation and location. The analysis of energy effectiveness included unit energy consumption cumulated in production means. Detailed analysis of energy effectiveness was carried out including yield energetic value. Winter rye basic yield was transformed into dry matter yield and then expressed in GJ. Next, energy outlays for operations carried out in particular technologies of rye cultivation were calculated by expressing the level of outlays cumulated in production means depending on the actual use of mineral fertilizers, sowing material and plant protection agents. Labour and production means outlays as well as fuel consumption were transformed into GJ using indices of energy consumption applied in energetic plant production calculus. The index of energy effectiveness, final effectiveness and level of energetic intensity were the final measures of analysis and energetic evaluation. Measures of production outlays and effects taken into account in the current work made it possible to analyse energy consumption of different spring rye cultivation technologies. Fertilizers accounted for the largest amount of energy (56.4%). All the cultivation practices represented 29.4% of energy on average. Replacement of summer ploughing with disking or skimming reduced energy outlays by 4.6 and 1.2%, respectively, whereas replacing skimming with disking reduced energy outlays by 3.3%. Differences in outlays introduced with varied cultivation operations resulted from different duration of work and fuel consumption. The highest yield effectiveness was obtained for treatments on which disking was applied before catch crop sowing and without catch crop ploughing under (3.5) and when tancy phacelia was sown (3.4).

Key words: cultivation technology, energy effectiveness, spring rye