

ANALIZA ENERGOCHŁONNOŚCI PRODUKCJI ŻYTA OZIMEGO W GOSPODARSTWACH EKOLOGICZNYCH

Kazimierz Sławiński

Katedra Agrotechnologii, Politechnika Koszalińska

Streszczenie. Badania zostały zrealizowane w latach 2008-2010. Przeprowadzono je na terenie województwa zachodniopomorskiego, w 15 gospodarstwach uprawiających żyto ozime w systemie rolnictwa ekologicznego. Stwierdzono, że ekologiczne technologie uprawy żyta ozimego charakteryzują się niską efektywnością energetyczną i wysokim wskaźnikiem jednostkowej energochłonności. Wraz ze wzrostem powierzchni ekologicznej uprawy żyta ozimego, zmniejsza się wskaźnik jednostkowej energochłonności [$\text{MJ}\cdot\text{t}^{-1}$] i wzrasta zysk energii skumulowanej [$\text{MJ}\cdot\text{ha}^{-1}$]. Największą energochłonnością skumulowaną, w ekologicznej uprawie żyta, charakteryzowały się paliwo i materiały, stanowiąc łącznie 80,8% całości nakładów energetycznych.

Słowa kluczowe: rolnictwo ekologiczne, żyto ozime, energochłonność

Wstęp

W ostatnich latach, obserwuje się w Polsce dynamiczny wzrost liczby gospodarstw rolnych, prowadzących produkcję w systemie ekologicznym. W strukturze upraw dominują w nich rośliny zbożowe, głównie żyto ozime [Piskier, Sławiński 2009]. Uprawa żyta, jako podstawowej rośliny zbożowej w gospodarstwach ekologicznych wynika z faktu, iż na ogół prowadzą one produkcję na glebach klas słabszych, a w trakcie procesu produkcyjnego nie stosuje się syntetycznych nawozów mineralnych oraz środków ochrony roślin. Ogranicza to możliwość uprawy pszenicy [Kuś, Jończyk 2003].

Technologie uprawy roślin w systemie ekologicznym, wymagają od rolnika odmiennego, niż w uprawie konwencjonalnej, podejścia do nawożenia i ochrony roślin, a w konsekwencji do całej agrotechniki. W uprawie żyta niejednokrotnie działania profilaktyczne (przedplon, odmiana, zagęszczenie łanu) są niewystarczające i rolnicy muszą podejmować walkę mechaniczną z chwastami [Sadowski, Rychcik 2010]. Może to rzutować na wzrost liczby wykonywanych zabiegów agrotechnicznych oraz pracochłonność uprawy. Do oceny nakładów jak i efektów produkcji można posłużyć się miernikiem energetycznym [Pawlak 1989; Wójcicki 2000]. Na efektywność nakładów energetycznych w rolnictwie, poza rodzajem produkcji i jej intensywnością, wyraźny wpływ wywiera poziom mechanizacji, zastosowana technologia oraz organizacja produkcji [Szeptycki, Wójcicki 2003]. W Polsce dotychczas prowadzono nieliczne badania nad efektywnością energetyczną, stosowanych w praktyce rolniczej technologii upraw roślinnych, w systemie rolnictwa ekologicz-

nego [Sławiński i in. 2008; Sławiński i in. 2009; Sławiński, Sadowski 2009; Sławiński 2010]. Jeżeli jednak rolnictwo ekologiczne ma mieć stabilną pozycję rynkową, w dobie ewolucji Wspólnej Polityki Rolnej, stosowane w nim technologie muszą być efektywne.

Celem badań było określenie i ocena energochłonności technologii uprawy żyta ozimego, stosowanych w praktyce rolniczej w systemie ekologicznym.

Warunki i metodyka badań

Badania przeprowadzono w latach 2008-2010, w rejonie północno-zachodniej Polski, w 15 gospodarstwach ekologicznych, posiadających certyfikat rolnictwa ekologicznego. W gospodarstwach tych, co roku, w strukturze upraw znajdowały się zasiewy żyta ozimego (odmiany Dańkowskie Złote), przeznaczonego na ziarno. Produkcja miała charakter towarowy. Analizowane gospodarstwa podzielono na grupy w zależności od powierzchni zasiewów żyta: do 10 ha, od 10 do 20 ha i powyżej 20 ha. W każdej z wyodrębnionych grup znajdowało się 5 gospodarstw. Uprawa żyta ozimego prowadzona była w zbliżonych warunkach przyrodniczo – produkcyjnych, głównie na glebach klasy V i VI. Gospodarstwa były samowystarczalne pod względem wyposażenia w środki mechanizacji i nie korzystały z usług z zewnątrz. Wielkość nakładów materiałowo-energetycznych (E_{tech}) przeanalizowano w czterech strumieniach energii uprzedmiotowionej w ciągnikach, maszynach środkach transportu, częściach do napraw (E_{agr}), paliwie (E_{pal}), materiałach (E_{mat}), oraz pracy ludzkiej (E_r). Energochłonność wykonania zabiegów agrotechnicznych obliczono według zależności:

$$E_{tech} = E_{agr} + E_{pol} + E_{mat} + E_r \quad [MJ \cdot ha^{-1}]$$

Energochłonność materiałów oraz wartość energetyczną plonu określono w megadżulach (MJ) w oparciu o wskaźniki energochłonności jednostkowej [Wójcicki 2000].

Ilość zużytego paliwa określono zgodnie z zaleceniami Karwowskiego [2008].

Energię skumulowaną, wniesioną w nawozach naturalnych, rozłożono zgodnie z zaleceniami agrotechnicznymi [Wójcicki 2005], na lata oddziaływania nawożenia po zabiegu.

Wskaźnik efektywności energetycznej (E_{ee}) obliczono z relacji pomiędzy wartością energetyczną plonu (P_e w $GJ \cdot ha^{-1}$) a nakładami energetycznymi poniesionymi na jego wytworzenie (N_e w $GJ \cdot ha^{-1}$). Wartość tą wyrażono zależnością:

$$E_{ee} = \frac{P_e}{N_e}$$

Do oceny energetycznej posłużono się także zyskiem energii skumulowanej i wskaźnikiem energochłonności jednostkowej [Wielicki 1989].

Zebrane wyniki przedstawiono jako średnie z 3 lat i sprowadzono do powierzchni 1 ha.

Wyniki i dyskusja

Gospodarstwa ekologiczne, w których prowadzono badania, gospodarowały na średniej powierzchni ok. 46 ha użytków rolnych, z czego uprawa żyta ozimego zajmowała ok. 13,4 ha. Produkcja była prowadzona na glebach lekkich, głównie V – VI klasy bonitacyj-

Analiza energochłonności produkcji...

nej. Jak wynika z danych zamieszczonych w tabeli 1, wraz ze wzrostem średniej powierzchni użytków rolnych wzrastała powierzchnia zasiewów żyta ozimego, zwiększał się również jego procentowy udział w strukturze upraw. W gospodarstwach prowadzących uprawę na areale do 10 ha, zasiewy tego zboża stanowiły 17% UR, podczas gdy w zasiewach pow. 20 ha – 32% UR. Średnie plony ziarna, w okresie badań, wyniosły $2,19 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$.

Tabela 1. Wybrane elementy charakterystyki badanych gospodarstw rolnych (średnie za lata 2008-2010)

Table 1. Selected characteristics elements for the examined farms (average values for the years 2008-2010)

Wyszczególnienie	Wybrane wskaźniki w grupach gospodarstw [ha]			
	do 10	10-20	pow. 20	średnio
Liczba gospodarstw	5	5	5	-
Średnia powierzchnia gospodarstwa [ha UR]	14,5	45,6	78,3	46,1
Średnia powierzchnia zasiewów żyta [ha]	2,47	12,7	25,1	13,4
Udział zasiewów żyta w strukturze UR [%UR]	17,0	27,8	32,0	29,1
Średnia wysokość plony [$\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$]	2,21	1,9	2,46	2,19

Źródło: obliczenia własne autora

Łączne nakłady energii skumulowanej, poniesione na uprawę żyta ozimego, wyniosły średnio $11323 \text{ MJ}\cdot\text{ha}^{-1}$ (tab. 2). Najwyższą energochłonnością cechowały się technologie uprawy, stosowane w gospodarstwach nie przekraczających 10 ha. Ponoszono w nich nakłady w wysokości $13501 \text{ MJ}\cdot\text{ha}^{-1}$. Wraz ze wzrostem powierzchni uprawy żyta, stosowano mniej energochłonne technologie. Na uprawę tego zboża w gospodarstwach przekraczających 20 ha, wydatkowano średnio $9504 \text{ MJ}\cdot\text{ha}^{-1}$. Nakłady te były więc mniejsze o $3997 \text{ MJ}\cdot\text{ha}^{-1}$.

Na energochłonność uprawy żyta w największym stopniu wpływały nakłady energii zawarte w paliwie i materiałach. Spowodowane to było głównie stosowaniem pielęgnowania mechanicznego oraz nawożeniem nawozami naturalnymi. W trzech gospodarstwach uprawiających żyto na powierzchni nie przekraczającej 10 ha, stosuje się nawożenie tego zboża obornikiem, w średniej dawce $15 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$. W dwóch pozostałych gospodarstwach, prowadzących zasiewy żyta na powierzchni do 10 ha, jest ono uprawiane na nawozach zielonych lub w drugim roku po oborniku. Stosowane na tym areale technologie, opierały się na mało wydajnym parku maszynowym. Były one również najbardziej pracochłonne. W jednym gospodarstwie żyto siano ręcznie (1,2 ha), w drugim zaś ręcznie usuwano oset (2,67 ha). W technologiach uprawy żyta w gospodarstwach o powierzchni przekraczającej 20 ha, na ogół stosowano maszyny o dużych szerokościach roboczych. W stosowanych tu technologiach, żyta nie nawożono nawozami organicznego, jedynie w jednej technologii stosowano oprysk gnojówką z pokrzywy.

Tabela 2. Energochłonność uprawy żyta ozimego ($\text{MJ}\cdot\text{ha}^{-1}$). Średnie za lata 2008-2010
 Table 2. Energy consumption for the winter rye cultivation ($\text{MJ}\cdot\text{ha}^{-1}$). Average values for the years 2008-2010

Strumienie energii	Energochłonność skumulowana w grupach gospodarstw [ha]			
	do 10	10-20	pow. 20	średnio
Agregaty	2004	1694	1371	1690
Paliwo	6352	5258	4929	5513
Materiały	4441	3538	2929	3636
Praca ludzka	704	473	275	484
Razem	13501	10963	9504	11323

Źródło: obliczenia własne autora

Zdaniem Marksa i Makowskiego [2007] ważnym kryterium, również o charakterze ekonomicznym, stosowanym w analizie i ocenie produkcji rolniczej jest efektywność energetyczna, której wskaźnik wyraża się stosunkiem energii zawartej w plonach do jej nakładów poniesionych w procesie produkcji. Wielicki [1989] podaje, że w przeciętnych warunkach gospodarowania, na jedną jednostkę nakładów energetycznych, powinny przypadać cztery jednostki energetyczne wytworzonego produktu. Z badań prowadzonych przez Jan-kowskiego i in. [2003] wynika, że w uprawie żyta ozimego, w zależności od intensywności stosowanej technologii, wskaźnik efektywności energetycznej może przyjmować wartość od 5,23 do 7,51.

Tabela 3. Wybrane elementy oceny energetycznej uprawy żyta ozimego (średnie za lata 2008-2010)
 Table 3. Selected energy evaluation elements for the winter rye cultivation (average values for the years 2008-2010)

Wyszczególnienie	Wybrane wskaźniki w grupach gospodarstw [ha]			
	do 10	10-20	pow. 20	średnio
Zysk energii skumulowanej (E_z) [$\text{MJ}\cdot\text{ha}^{-1}$]	6389	6137	12635	8387
Wskaźnik efektywności energetycznej (E_e)	1,47	1,56	2,33	1,79
Wskaźnik energochłonności (E_{en})	0,68	0,64	0,43	0,58
Wskaźnik jednostkowej energochłonności (E_j) [$\text{MJ}\cdot\text{t}^{-1}$]	6109	5770	3864	5248

Źródło: obliczenia własne autora

W analizowanych gospodarstwach, najwyższą wartością wskaźnika efektywności energetycznej (2,33) charakteryzowały się technologie uprawy żyta w gospodarstwach o powierzchni przekraczającej 20 ha a najniższą do 10 ha (1,47). Wysokość wskaźnika efektywności energetycznej zależała od wartości energetycznej plonu oraz nakładów energetycznych poniesionych na jego wytworzenie. Bardzo niska średnia wartość tego wskaźnika, dla technologii uprawy żyta ozimego w systemie ekologicznym, wynosząca 1,79; wynika głównie z jego niskiego plonowania. Średnie plony wynoszące $2,19 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$, niosą w sobie zbyt niski potencjał energetyczny, aby wskaźnik efektywności energetycznej

był choć zbliżony do osiąganego w technologiach konwencjonalnych. Niska wartość energetyczna plonu, przełożyła się na wskaźnik jednostkowej energochłonności, którego średnia wartość $5248 \text{ MJ}\cdot\text{t}^{-1}$ była blisko dwukrotnie wyższa od wartości odnotowanych przez Jankowski i in. [2003]. Na niskie plonowanie żyta w systemie ekologicznym ($2,09 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$) wskazują również badania Komorowskiej [2008] oraz Sadowskiego i Rychcika [2010]. Helander i Delin [2004] analizując różne systemy polowej produkcji rolniczej stwierdzili, że ze względu na uzyskiwane bardzo niskie plony, ekologiczny system uprawy roślin cechuje się niższym wskaźnikiem efektywności energetycznej niż system integrowany i konwencjonalny. Autorzy ci wskazują również, że uprawa roślin w systemie ekologicznym wiąże się z wyraźnie większym zużyciem paliwa w stosunku do pozostałych systemów produkcji rolniczej.

Zaprezentowane w niniejszym opracowaniu syntetyczne wyniki, uwidaczniają potrzebę analizy stosowanych w praktyce rolniczej technologii pod kątem możliwości ich optymalizacji. W analizach dalszych badań konieczne należy uwzględnić wartość energetyczną słomy, która wykorzystywana w sposób racjonalny – np. do celów energetycznych może w znaczący sposób poprawić niekorzystny bilans energochłonności skumulowanej przy uprawie tej rośliny.

Wnioski

1. Technologie uprawy żyta ozimego w systemie ekologicznym charakteryzują się niską efektywnością energetyczną i wysokim wskaźnikiem jednostkowej energochłonności.
2. Wraz ze wzrostem powierzchni ekologicznej uprawy żyta ozimego, zmniejsza się wskaźnik jednostkowej energochłonności [$\text{MJ}\cdot\text{t}^{-1}$] i wzrasta zysk energii skumulowanej [$\text{MJ}\cdot\text{ha}^{-1}$].
3. Największą energochłonnością skumulowaną, w ekologicznej uprawie żyta, charakteryzowały się paliwo i materiały, stanowiąc łącznie 80,8% całości nakładów energetycznych.
4. Konieczne są badania nad usprawnieniem, stosowanych w praktyce rolniczej, technologii uprawy roślin w systemie rolnictwa ekologicznego.
5. W bilansowaniu nakładów i zysków energetycznych koniecznym wydaje się uwzględnianie plonu ubocznego.

Bibliografia

- Helander C. A., Delin K.** 2004. Evaluation of farming systems according to valuation indices developed within a European network on integrated and ecological arable farming systems. *European Journal of Agronomy*. Tom 21. Issue 1. s. 53-67.
- Jankowski K. J., Budzyński W. S., Dubis B.** 2003. Cultivar – related and agronomic conditions of rye Fielding on good rye complex soil. Part II. Effectiveness of different cultivation technologies. *Electronic Journal of Polish Agricultural Universities*. Volume 6. Agronomy. Issue 1. ISSN 1505-0297.
- Karwowski T.** 2008. Podstawy zespołowego użytkowania maszyn (ZUM). Wydawnictwo IBMER. Warszawa. ISBN 978-83-89806-20-8.

- Komorowska D.** 2008. Rolnictwo ekologiczne w Polsce. Zeszyty Naukowe SGGW. Ekonomika i Organizacja Gospodarki Żywnościowej. Nr 69. s. 123-134.
- Kuś J., Jończyk K.** 2003. Uprawa zbóż w gospodarstwach ekologicznych. Żyto. Krajowe Centrum Rolnictwa Ekologicznego - RCDRRiOW w Radomiu. ISBN 83-89060-25-6.
- Marks M., Makowski P.** 2007. Ocena efektywności energetycznej dwupolowych członów zmianowania ugor – pszenica ozima. Acta Scientiarum Polonorum. Agricultura. 6(4). s. 25-32.
- Pawlak J.** 1989. Organizacyjne i ekonomiczne aspekty mechanizacji produkcji roślinnej w indywidualnych gospodarstwach rolniczych. PWRiL. Warszawa. ISBN 83-09-01386-8.
- Piskier T., Sławiński K.** 2009. Ocena kierunków produkcji rolniczej w gospodarstwach ekologicznych w województwie zachodniopomorskim. W: Wybrane zagadnienia ekologiczne we współczesnym rolnictwie. Monografia. Tom 6. PIMR. Poznań. s. 41-44.
- Sadowski T., Rychcik B.** 2010. Plonowanie i wybrane cechy jakościowe żyta ozimego w okresie przestawiania jego uprawy na system ekologiczny. Annales Universitatis Mariae Curie-Skłodowska. Lublin – Polonia VOL. LXV (2) Sectio E. ISSN 0365-1118.
- Sławiński K.** 2010. Analiza usług mechanizacyjnych w gospodarstwach ekologicznych. Inżynieria Rolnicza. 5(123). Kraków. s. 253-258.
- Sławiński K., Sadowski W.** 2009. Energetyczna ocena uprawy ziemniaka w gospodarstwie ekologicznym i Konwencjonalnym. Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering. Vol. 54 (4). Poznań. s. 103-105.
- Sławiński K., Grieger A., Sadowski W.** 2008. Porównanie energochłonności uprawy żyta w gospodarstwie Konwencjonalnym i ekologicznym. Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering. Vol. 53 (4). Poznań. s.71-73.
- Sławiński K., Grieger A., Sadowski W.** 2009. Energetyczna ocena konwencjonalnej i ekologicznej technologii uprawy gryki. Inżynieria Rolnicza. Nr 1(110). Kraków. s. 297-302.
- Szeptycki A., Wójcicki Z.** 2003. Postęp technologiczny i nakłady energetyczne do 2020 r. IBMER. Warszawa. s. 14-20.
- Wielicki W.** 1989. Analiza efektywności energetycznej w rolnictwie. Postępy Nauk Rolniczych. 1. s. 69-86.
- Wójcicki Z.** 2000. Wyposażenie techniczne i nakłady materiałowo-energetyczne w rozwojowych gospodarstwach rolniczych. IBMER. Warszawa. ISBN 8386264-62-4.
- Wójcicki Z.** 2005. Metodyczne problemy badania energochłonności produkcji rolniczej. Problemy Inżynierii Rolniczej. Nr 1. s. 5-12.

ANALYSIS OF WINTER RYE PRODUCTION ENERGY CONSUMPTION IN ECOLOGICAL FARMS

Abstract. The research was carried out in years 2008-2010 in Zachodniopomorskie [West Pomeranian] Voivodeship. It was completed in 15 farms cultivating the winter rye in the ecological agriculture system. It has been observed that the ecological winter rye cultivation technologies are characterised by low energy efficiency and high unit energy consumption index. Along with increasing area of the ecological winter rye cultivation, unit energy consumption index [$\text{MJ}\cdot\text{t}^{-1}$] is dropping and cumulated energy gain is increasing [$\text{MJ}\cdot\text{ha}^{-1}$]. In the ecological rye growing, fuel and materials were characterised by the highest cumulated energy consumption level, in total constituting 80.8% of the whole energy expenditures.

Key words: ecological agriculture, winter rye, energy consumption

Adres do korespondencji:

Kazimierz Sławiński; e-mail: agromarketing@poczta.onet.pl
Katedra Agrotechnologii
Politechnika Koszalińska
ul. Raławicka 15-17
75-620 Koszalin

