

ENERGETYCZNA OCENA KONWENCJONALNEJ I EKOLOGICZNEJ TECHNOLOGII UPRAWY GRYKI

Kazimierz Sławiński, Andrzej Grieger, Wojciech Sadowski

Katedra Agrotechnologii, Politechnika Koszalińska

Streszczenie. Badania na powyższy temat zostały przeprowadzone w latach 2002-2004. Zrealizowano je na terenie województwa zachodniopomorskiego, w konwencjonalnym i ekologicznym gospodarstwie rolnym. Określono wielkość i strukturę nakładów materiałowo-energetycznych uprzedmiotowionych w ciągnikach, maszynach, środkach transportu, częściach do napraw, paliwie, materiałach i pracy ludzkiej, udział energii skumulowanej zawartej w wykonanych zabiegach oraz wielkość wskaźnika efektywności energetycznej. Łączne nakłady energii skumulowanej poniesione na uprawę gryki wahały się od 8693,3 MJ·ha⁻¹ w gospodarstwie konwencjonalnym do 11952,8 MJ·ha⁻¹ w ekologicznym. W strukturze tych nakładów w obu gospodarstwach, największy udział stanowiły materiały i paliwo a najmniej praca ludzka. Spośród zabiegów wykonanych w gospodarstwie konwencjonalnym najbardziej energochłonnym okazał się zbiór plonu, zaś w ekologicznym stosowanie nawożenia organicznego. Wskaźnik efektywności energetycznej w gospodarstwie konwencjonalnym wyniósł 1,45 a w ekologicznym 0,83.

Słowa kluczowe: gospodarstwo ekologiczne gospodarstwo konwencjonalne, technologia produkcji, energochłonność produkcji, efektywność energetyczna, gryka

Wstęp

W ostatnich latach znacznie wzrosło zainteresowanie rolników ekologicznym sposobem gospodarowania. Świadczy o tym rosnąca w kraju liczba gospodarstw ekologicznych. Zwiększyła się ona z 3760 w roku 2004 do 9188 w roku 2006. Kryteria produkcji obowiązujące w rolnictwie ekologicznym różnią się od zasad stosowanych w rolnictwie konwencjonalnym. Może to różnicować efektywność gospodarowania w obu typach gospodarstw. Jedną z metod oceny efektywności produkcji, przy zróżnicowanych technikach wytwarzania jest analiza energochłonności produkcji. Polega ona na dokonaniu bilansów, w których po jednej stronie umieszcza się bezpośrednie i pośrednie nakłady energii na produkcję, a po drugiej wartość energetyczną wytworzonego produktu. Celem przeprowadzonych badań była ocena wpływu dwóch różnych technologii uprawy gryki na poziom i strukturę nakładów materiałowo energetycznych, udział energii skumulowanej zawartej w wykonanych zabiegach agrotechnicznych, wartość energetyczną plonu oraz na wielkość wskaźnika efektywności energetycznej.

Warunki i metodyka badań

Badania zrealizowano w latach 2002-2004. Przeprowadzono je w gospodarstwie konwencjonalnym o powierzchni 300 ha i ekologicznym o powierzchni 180 ha użytków rolnych. Oba obiekty położone były w gminie Biały Bór, we wschodniej części województwa zachodniopomorskiego. Grykę odmiany Kora uprawiano na glebie klasy IV b. 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). Do oceny nakładów materiałowo energetycznych posłużono się opracowaniem Wielickiego [1986], Anuszeńskiego, Pawłaka, Wójcickiego [1979], Pawłaka [1989], Wójcickiego [2000], Szeptyckiego, Wójcickiego [2003] oraz Dobka [2003, 2006]. Energochłonność wykonania zabiegów agrotechnicznych obliczono z zależności (1):

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

Strukturę energochłonności skumulowanej obliczono oddzielnie dla poszczególnych strumieni energetycznych oraz dla zabiegów wykonywanych w realizowanych technologiach. Energochłonność materiałów oraz wartość energetyczną plonu określono w oparciu o wskaźniki energochłonności jednostkowej [Wójcicki 2000]. Wskaźnik energochłonności energetycznej (E_{ee}) obliczono z relacji pomiędzy wartością energetyczną plonu (P_e w $MJ \cdot ha^{-1}$) a nakładami energetycznymi poniesionymi na jego wytworzenie (N_e w $MJ \cdot ha^{-1}$). Wartość tą wyrażono zależnością (2):

$$E_{ee} = \frac{P_e}{N_e} \quad (2)$$

Wyniki badań i dyskusja

Zarówno w gospodarstwie konwencjonalnym jak i ekologicznym grykę uprawiano po roślinach zbożowych. Po ich zbiorze, w zespole uprawek późniejszych, wykonano talerzowanie a następnie bronowanie pola. W gospodarstwie konwencjonalnym tak uprawianą rolę pozostawiono do wiosny. W gospodarstwie ekologicznym okres ten wykorzystano dodatkowo do wysiewu między plonami na zielony nawóz w postaci gorczycy białej, w ilości $20 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$. Zabieg ten wykonano agregatem uprawowo siewnym. Gorczycę pozostawiono na polu, przez okres zimy jako roślinę mulczującą i przyorano wiosną, orkę średnią łącznie z obornikiem zastosowanym w dawce $25 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$. W zbliżonym terminie (3 dekada IV) wykonano orkę w gospodarstwie konwencjonalnym. W gospodarstwie tym gryka uprawiana była wyłącznie na nawozach mineralnych w ilości 46 kg N , $46 \text{ kg P}_2\text{O}_5$ i $60 \text{ kg K}_2\text{O}$. Na obu obiektach grykę wysiewano w 2 dekadzie V, w ilości $70 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ w gospodarstwie konwencjonalnym i $100 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ w ekologicznym. W obu gospodarstwach wykorzystano w tym celu agregaty uprawowo siewne. Powierzchnia uprawy gryki w gospodarstwie konwencjonalnym zajmowała obszar 30-70 ha zaś w ekologicznym 7-11 ha (tab. 1).

Przed wschodami roślin, w zespole uprawek pielęgnacyjnych, w obu gospodarstwach, wykonano jednokrotne bronowanie posiewne. Plon, w gospodarstwie konwencjonalnym, zebrano kombajnem Bizon Rekord Z 058, zaś w ekologicznym wykorzystano w tym celu Fortschritt MDW 514. Wyższe plony nasion, we wszystkich latach badań uzyskało gospodarstwo konwencjonalne (średnio $1,4 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$), podczas gdy w gospodarstwie ekologicznym kształtowały się one na poziomie $1,1 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ (tab. 2).

Energetyczna ocena...

Tabela 1. Powierzchnia uprawy gryki w dwóch typach gospodarstw [ha]

Table 1. Buckwheat cultivation area in two farm types [ha]

Gospodarstwa	Lata badań			Średnia
	2002	2003	2004	
Konwencjonalne	30,0	70,0	70,0	56,7
Ekologiczne	11,0	10,00	7,0	10,3

Źródło: obliczenia własne autorów

Tabela 2. Plony gryki w dwóch typach gospodarstw [$t \cdot ha^{-1}$]

Table 2. Buckwheat crops in two farm types [$t \cdot ha^{-1}$]

Gospodarstwa	Lata badań			Średnia
	2002	2003	2004	
Konwencjonalne	1,5	1,5	1,2	1,4
Ekologiczne	1,2	1,3	0,8	1,1

Źródło: obliczenia własne autorów

Wydają się one niskie, ale jak podaje Podolska i Noworolnik (2000) średnie plony gryki w produkcji wynoszą od 0,6 do 1,4 $t \cdot ha^{-1}$, zaś w warunkach sprzyjających można uzyskać od 1,4 do 2 $t \cdot ha^{-1}$. Czynnikiem ograniczającym jej uprawę są duże wahania plonów w latach uwarunkowane biologią kwitnienia.

Łączne nakłady energii skumulowanej poniesione na uprawę gryki wyniosły w gospodarstwie konwencjonalnym 8693,3 $MJ \cdot ha^{-1}$ a w ekologicznym 11952,8 $MJ \cdot ha^{-1}$ (tab. 3).

Największe nakłady energii wydawkowano w postaci materiałów. Wyniosły one 5462 $MJ \cdot ha^{-1}$ w gospodarstwie konwencjonalnym i 6140 $MJ \cdot ha^{-1}$ w ekologicznym. W ogólnej strukturze nakładów stanowiło to odpowiednio 62,8% i 51,4%. Stosowanie w gospodarstwie ekologicznym nawozów zielonych oraz obornika zwiększyło ogólne nakłady energii skumulowanej, przez co procentowy udział materiałów w tych nakładach relatywnie się zmniejszył. W skład materiałów wykorzystanych w gospodarstwie konwencjonalnym wchodziły nawozy mineralne i materiał siewny gryki, zaś w ekologicznym obok nasion gryki również nasiona gorczycy oraz obornik.

Tabela 3. Energochłonność uprawy gryki w dwóch typach gospodarstw. Średnie z lat 2002-2004

Table 3. Energy consumption for buckwheat growing in two farm types. Average values from years 2002-2004

Strumienie energii	Konwencjonalne		Ekologiczne	
	Nakłady energii [$MJ \cdot ha^{-1}$]	Struktura nakładów [%]	Nakłady energii [$MJ \cdot ha^{-1}$]	Struktura nakładów [%]
Agregaty	904,9	10,4	2051,2	17,1
Paliwo	2020,8	23,2	3177,6	26,6
Materiały	5462,0	62,8	6140,0	51,4
Praca ludzka	305,6	3,5	584,0	4,9
Ogółem	8693,3	100,0	11952,8	100,0

Źródło: obliczenia własne autorów

Energia zawarta w paliwie kształtowała się w przedziale od 2020,8 MJ·ha⁻¹ w gospodarstwie konwencjonalnym do 3177,6 MJ·ha⁻¹ w ekologicznym. Stanowiło to odpowiednio 23,2% i 26,6% ogólnych nakładów. Skumulowane nakłady energii uprzedmiotowione w agregatach wyniosły w gospodarstwie konwencjonalnym 904,9 MJ·ha⁻¹ (10,4%) a w gospodarstwie ekologicznym 2051 MJ·ha⁻¹ (17,1%). Wyższe nakłady w gospodarstwie ekologicznym spowodowane były wykorzystaniem w nawożeniu nawozów zielonych i obornika oraz niższą wydajnością eksploatacyjną stosowanych agregatów. Najmniej energii w obu gospodarstwach wydatkowano w postaci pracy ludzkiej. Wahały się one od 3,5 do 4,9% ogólnych nakładów. Analiza wariantów technologii uprawy gryki w obu typach gospodarstw umożliwiła obliczenie energochłonności poszczególnych zabiegów agrotechnicznych. Łączne nakłady energetyczne w konwencjonalnej uprawie gryki wyniosły 3231,3 MJ·ha⁻¹ (tab. 4).

Tabela 4. Energochłonność skumulowana w zabiegach agrotechnicznych w zależności od typu gospodarstwa. Średnie z lat 2002-2004

Table 4. Cumulated energy consumption in agrotechnical operations depending on farm type

Zabiegi agrotechniczne	Konwencjonalne		Ekologiczne	
	Nakłady energii [MJ·ha ⁻¹]	Struktura nakładów [%]	Nakłady energii [MJ·ha ⁻¹]	Struktura nakładów [%]
Uprawa gleby	1056,6	32,7	1441,6	24,8
Nawożenie	93,4	2,9	2229,0	38,3
Siew	504,0	15,6	591,8	10,1
Pielęgnacja	194,5	6,0	287,4	4,9
Zbiór	1382,8	42,8	1263,0	21,7
Ogółem	3231,3	100,0	5812,8	100,0

Źródło: obliczenia własne autorów

Największy udział w strukturze tych nakładów stanowił zbiór plonu (42,8%) oraz uprawa gleby (32,7%) a najmniejszy nawożenie (2,9%). Wszystkie nawozy wysiano łącznie przed siewem, rozsiewaczem nawozów Amazone, o wydajności eksploatacyjnej 6 ha/h. Na zabiegi wykonane w ekologicznej uprawie gryki wydatkowano 5812,8 MJ·ha⁻¹. Najwięcej energii pochłonęły czynności związane z zastosowaniem nawozów organicznych (38,3%), a następnie z uprawą gleby pod międzyplon i plon główny (24,8%). Najmniej energochłonnymi zabiegami okazały się siew i pielęgnacja mechaniczna.

Wskaźnik efektywności energetycznej w gospodarstwie konwencjonalnym wyniósł średnio 1,45 a w ekologicznym 0,83. Oznacza to, że na jednostkę energii zawartej w nakładach przypadło 0,83 -1,45 energii zawartej w plonie (tab. 5). Wielkość tego współczynnika wskazuje, że uprawa gryki w gospodarstwie ekologicznym wykazała brak efektywności energetycznej. Spowodowane to było głównie tym, że wysokie nakłady energii związane z stosowaniem nawozów organicznych nie zwiększyły wartości energetycznej plonu, w porównaniu z gospodarstwem konwencjonalnym, uprawiającym grykę na nawozach mineralnych.

Niższe plony wskazują na to, że coroczne stosowanie obornika mogło powodować większą skłonność roślin do rozwoju wegetatywnego i słabszego zawiązywania owoców. WEDŁUG Songin (1999) gryka nie wymaga intensywnego nawożenia, gdyż dobrze wykorzystuje składniki pokarmowe z naturalnych zasobów gleby. Należy ona do roślin eksten-

sywnych, słabiej reagujących na poprawę warunków agrotechnicznych. Biorąc zatem pod uwagę jej niski potencjał produkcyjny i dużą zmienność plonowania w latach, poprawę wskaźnika efektywności energetycznej można uzyskać głównie poprzez zmniejszenie skumulowanych nakładów materiałowo-energetycznych.

Tabela 5. Wskaźniki energetycznej oceny uprawy gryki w dwóch typach gospodarstw. Średnie z lat 2002-2004

Table 5. Indexes of energy-related buckwheat growing evaluation in two farm types Average values from years 2002-2004

Wyszczególnienie	Jednostka	Konwencjonalne	Ekologiczne
Plon	[t·ha ⁻¹]	1,4	1,1
Wskaźnik energochłonności	[MJ·kg ⁻¹]	9,0	9,0
Wartość energetyczna plonu	[MJ·ha ⁻¹]	12600,0	9900,0
Nakłady energii	[MJ·ha ⁻¹]	8693,3	11952,8
Wskaźnik efektywności energetycznej	[-]	1,45	0,83

Źródło: obliczenia własne autorów

Wnioski

1. Łączne nakłady energii skumulowanej poniesione na uprawę gryki wyniosły w gospodarstwie konwencjonalnym 8693,3 MJ·ha⁻¹ i były o 3259,5 MJ·ha⁻¹ tj. o 27,3% niższe w porównaniu z ekologicznym.
2. W strukturze nakładów materiałowo-energetycznych gospodarstwa konwencjonalnego i ekologicznego materiały stanowiły odpowiednio 62,8 i 51,4%, paliwo 23,2 i 26,6%, agregaty 10,4 i 17,1%, a praca ludzka 3,5 i 4,9%.
3. Na zabiegi wykonane w konwencjonalnej technologii uprawy wydatkowano w sumie 3231,3 MJ·ha⁻¹ zaś w technologii ekologicznej 5812,8 MJ·ha⁻¹ energii skumulowanej.
4. Spośród wszystkich zabiegów agrotechnicznych największe nakłady energetyczne w gospodarstwie konwencjonalnym poniesiono na zbiór plonu (42,8%), a w ekologicznym na stosowanie nawozów organicznych (38,3%).
5. Wskaźnik efektywności energetycznej w gospodarstwie konwencjonalnym wyniósł 1,45, a w gospodarstwie ekologicznym 0,83. Niski poziom tego wskaźnika, poniżej progu efektywności energetycznej, spowodowany był głównie tym, że wysokie nakłady energii poniesione w gospodarstwie ekologicznym na stosowanie nawozów organicznych nie spowodowały relatywnego wzrostu wartości energetycznej plonu.

Bibliografia

- Anuszewski R., Pawlak J., Wójcicki Z. 1979. Energochłonność produkcji rolniczej. Metodyka badań energochłonności produkcji surowców żywnościowych. IBMER, Warszawa.
- Dobek T. 2003. Energetyczna i ekonomiczna ocena technologii produkcji rzepaku ozimego. Rozprawy nr 219. Akademia Rolnicza w Szczecinie.
- Dobek T. 2006. Efektywność energetyczna produkcji ziemniaków jadalnych w wybranych gospodarstwach. Inżynieria Rolnicza. Nr 2. ISSN 02396467.

- Pawlak J.** 1989. Organizacyjne i ekonomiczne aspekty mechanizacji produkcji roślinnej w indywidualnych gospodarstwach rolniczych. IBMER, Warszawa. ISBN 83-09-01386-8.
- Podolska G., Noworolnik K.** 2000. Zalecenia agrotechniczne uprawy roślin. Gryka. IUNG, Puławy. ISBN – 83-88031-32-5.
- Songin H.** 1999. Gryka. [W:] Szczegółowa uprawa roślin. Praca zbiorowa pod redakcją Zofii Jasińskiej i Andrzeja Koteckiego. T. 1, Akademia Rolnicza, Wrocław. ISBN 83-87886-11-3.
- Szeptycki, Wójcicki.** 2003. Postęp technologiczny i nakłady energetyczne do 2020 r. IBMER, Warszawa. ISBN 83-86264-96-9.
- Wójcicki Z.** 2000. Wyposażenie techniczne i nakłady materiałowo-energetyczne w rozwojowych gospodarstwach rolniczych. IBMER, Warszawa. ISBN 8386264-62-4.
- Wielicki W.** 1986. Energochłonność produkcji rolniczej (bilans energetyczny gospodarstwa). Roczniki Nauk Rolniczych, t. 77–C–1. s. 71-79.
- Stan i tendencje rozwoju rolnictwa ekologicznego w Polsce [dostęp 25.03. 2008]. www.ijhar-s.gow.pl

ENERGY EVALUATION OF CONVENTIONAL AND ECOLOGICAL BUCKWHEAT GROWING TECHNOLOGIES

Abstract. The research in this field was carried out in years 2002-2004. It was completed in a conventional and ecological farm, located in Zachodniopomorskie Voivodship. The researchers determined the size and structure of objectified material and energy expenditures for tractors, machines, means of transport, repair parts, fuel, materials and labour, the share of cumulated energy contained in completed operations, and the value of energy efficiency index. Total cumulated energy expenditures incurred for buckwheat growing ranged from 8693.3 MJ·ha⁻¹ in a conventional farm to 11952.8 MJ·ha⁻¹ in an ecological farm. Materials and fuel had highest share, and labour had lowest share in the structure of these expenditures in both farms. Crop collection (harvest) was most energy-consuming among operations performed in the conventional farm, and the use of organic fertilisation was most energy-consuming in the ecological farm. Energy efficiency index was 1.45 in the conventional farm, and 0.83 in the ecological farm.

Słowa kluczowe: ecological farm, conventional farm, production technology, energochłonność produkcji, energy efficiency, buckwheat

Adres do korespondencji:

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