

EFEKTYWNOŚĆ PRODUKCJI SOI W POLSKICH WARUNKACH

Tomasz K. Dobek

Zakład Użytkowania Maszyn i Urządzeń Rolniczych, Akademia Rolnicza w Szczecinie

Maria Dobek

Katedra Metod Ilościowych, Uniwersytet Szczeciński

Streszczenie. Przeprowadzono ekonomiczną i energetyczną ocenę technologii produkcji soi oraz obliczono wskaźniki efektywności ekonomicznej i energetycznej jej uprawy. Obliczono koszty produkcji i ich strukturę z podziałem na materiały i surowce, eksploatację maszyn i narzędzi, zużyte paliwo, nakłady pracy. Natomiast ocenę energochłonności skumulowanej przeprowadzono w czterech strumieniach: w ciągnikach, maszynach i w częściach zamiennych, w bezpośrednim nośniku energii, w materiałach i surowcach oraz w pracy ludzkiej. Przeanalizowano też udział energii skumulowanej zawartej w poszczególnych zabiegach. Z przeprowadzonych badań wynika, że produkcja soi, pod względem ekonomicznym i energetycznym, w ocenianych zakładach rolnych była opłacalna.

Słowa kluczowe: efektywność ekonomiczna, efektywność energetyczna, koszty produkcji, nakłady pracy, nakłady energii, soja

Wykaz oznaczeń

K_{tech}	– koszty badanej technologii [$zł \cdot ha^{-1}$],
K_{mat}	– koszty wykorzystanych materiałów [$zł \cdot ha^{-1}$],
K_{agr}	– koszty eksploatacji maszyn i narzędzi [$zł \cdot ha^{-1}$],
K_{pal}	– koszty zużytego paliwa [$zł \cdot ha^{-1}$],
K_r	– koszty pracy ludzkiej [$zł \cdot ha^{-1}$],
E_{ek}	– efektywność ekonomiczna technologii,
K_{pr}	– koszty produkcji soi [$zł \cdot ha^{-1}$],
C_{bu}	– cena skupu soi [$zł \cdot ha^{-1}$],
p_{bu}	– uzyskany plon soi [$t \cdot ha^{-1}$],
P_s	– przychody uzyskane ze sprzedaży soi [$zł \cdot ha^{-1}$].
E_{tech}	– energochłonność badanej technologii [$MJ \cdot ha^{-1}$],
E_{mat}	– energochłonność stosowanych materiałów i surowców [$MJ \cdot ha^{-1}$],
E_{agr}	– energochłonność wykorzystanych maszyn i narzędzi [$MJ \cdot ha^{-1}$],
E_{pal}	– energochłonność zużytego paliw [$MJ \cdot ha^{-1}$],
E_r	– suma energochłonności pracy ludzkiej [$MJ \cdot ha^{-1}$],

- E_{ee} – efektywność energetyczna badanej technologii,
 E_{prod} – energochłonność wykorzystana do produkcji soi [$\text{MJ}\cdot\text{ha}^{-1}$],
 E_{prz} – energochłonność odzyskana w postaci soi [$\text{MJ}\cdot\text{ha}^{-1}$].

Wstęp

Dzisiaj soja należy do bardzo ważnych roślin uprawianych na świecie. Białko soi jest jednym z nielicznych pełnowartościowych białek roślinnych, które można tanio produkować i bezpośrednio stosować w żywieniu ludzi i zwierząt. Produkcję soi rozpoczęli amerykańscy farmerzy w latach dwudziestych dziewiętnastego wieku. W dzisiejszych czasach po uprawie pszenicy, ryżu i kukurydzy soja zajmuje czwarte miejsce na świecie pod względem powierzchni, na której jest uprawiana. Największy udział w produkcji soi mają Stany Zjednoczone Ameryki (51%), Brazylia (19%), Argentyna (10%), Chiny (9%), a na pozostałe kraje przypada 11%. Można stwierdzić, że w produkcji roślin oleistych soja jest na świecie najczęściej uprawianą rośliną i zajmuje pod względem powierzchni uprawy 55% areалу przeznaczanego na uprawę roślin oleistych. Areal przeznaczony pod uprawę soi wynosi około 73 milionów hektarów, a jej średni plon $2,2 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$. Soja jest bardzo ważną rośliną dla gospodarstwa rolnego, który ją produkuje i wykorzystuje w żywieniu zwierząt ale również dla przemysłu spożywczego, chemicznego, farmaceutycznego, kosmetycznego itd. W produkcji roślinnej odgrywa bardzo ważną rolę jako roślina przerywająca uprawę zbóż [Šařec O, Šařec P, Dobek 2005]. Przy takim zmianowaniu może ona zwiększać plonowanie roślin zbożowych. W naszym klimacie soja jest nowym gatunkiem uprawnym, co sprawia, że wielu rolników jest nieufnie nastawionych do jej uprawy. Celem badań była ocena ekonomiczna i energetyczna produkcji soi oraz obliczenie wskaźników efektywności ekonomicznej i energetycznej jej produkcji.

Warunki i metodyka badań

Badania przeprowadzono, w latach 2003-2006, w czterech gospodarstwach zajmujących się produkcją roślinną. Średnia powierzchnia uprawy soi wahała się od 3 ha (Zakład A) do 35 ha (Zakład D) – gleby IIIa i IVa klasy bonitacyjnej. Średnie plony soi w badanych gospodarstwach wynosiły od $1,8 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ w Zakładzie A do $2,8 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ w Zakładzie C. W badanych zakładach w uprawie roli wykonywano orkę zimową oraz doprawianie roli agregatami uprawowymi na wiosnę. Następnie nawożenie mineralne nawozami NPK, siew soi, chemiczną pielęgnację i jednoetapowy zbiór kombajnowy. Soja w warunkach Polski dojrzewa pod koniec sierpnia do początku września. Zbierana była przy pełnej dojrzałości. Strąki osadzone były nisko nad ziemią na wysokości od 3 cm do 8 cm. Odległość międzyrzędzi wynosiła od 12 cm w Zakładzie A do 24 cm w Zakładzie D. Wilgotność przy zbiorze wahała się od 14% do 16%. Zbiór odbywał się kombajnami zbożowymi przystosowanymi do zbioru soi. Cena skupu wahała się od $1750 \text{ zł}\cdot\text{t}^{-1}$ do $2600 \text{ zł}\cdot\text{t}^{-1}$.

Koszty eksploatacji maszyn i narzędzi obliczone były zgodnie z metodą opracowaną przez IBMER [Muzalewski 2005], a uzyskana wartość przeliczona na jednostkę powierzchni. Koszty ponoszone w badanych technologiach składały się z kosztów materiałów

Efektywność produkcji soi...

i surowców, kosztów eksploatacji zastosowanych maszyn, narzędzi i ciągników oraz kosztów robocizny. Zatem całkowite koszty produkcji soi obliczono z zależności (1):

$$K_{tech} = K_{mat} + K_{agr} + K_{pal} + K_r \quad [\text{zł}\cdot\text{ha}^{-1}] \quad (1)$$

Wskaźnik efektywności ekonomicznej obliczono jako iloraz wartości uzyskanej ze sprzedaży produkowanych nasion soi do kosztów poniesionych na jej wyprodukowanie. Wartość tę wyrażono zależnością (2):

$$E_{ek} = \frac{P_s}{K_{pr}} = \frac{P_{bu} \cdot C_{bu}}{K_{pr}} \quad (2)$$

Energochłonność skumulowaną przeanalizowano pod kątem wykonanych zabiegów oraz oceniono w czterech strumieniach tzn. zastosowanych maszyn, narzędzi i części zamiennych, materiałów i surowców, zużytego paliwa oraz pracy ludzkiej. W obliczeniach energochłonności skumulowanej produkcji soi wykorzystano metodę opracowaną przez IBMER [Anuszewski, Pawlak, Wójcicki 1979; Wójcicki 2000]. Energochłonność skumulowana dla badanych zabiegów obliczona została z zależności:

$$E_{tech} = E_{mat} + E_{agr} + E_{pal} + E_r \quad [\text{MJ}\cdot\text{ha}^{-1}] \quad (3)$$

Natomiast wskaźnik efektywności energetycznej produkcji soi obliczono z ilorazu energii skumulowanej zawartej w nasionach soi do energii skumulowanej potrzebnej do wyprodukowania nasion soi. Wskaźnik ten wyrażono zależnością (4):

$$E_{ee} = \frac{E_{prz}}{E_{prod}} \quad (4)$$

Wyniki badań

Analizując całkowite koszty produkcji soi stwierdzono, że w badanych zakładach rolnych najwyższe średnie koszty wystąpiły w Zakładzie C i wyniosły $2009,8 \text{ zł}\cdot\text{ha}^{-1}$, a najniższe w roku Zakładzie D – $1639,4 \text{ zł}\cdot\text{ha}^{-1}$. Najwyższy średni plon soi uzyskano też w Zakładzie C i wyniósł on $2,8 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$, a najniższy w Zakładzie D – $1,9 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$. Najwyższy średni dochód z produkcji otrzymano w Zakładzie C i wyniósł on $3169,8 \text{ zł}\cdot\text{ha}^{-1}$ (w przeliczeniu na jednostkę masy $1686,1 \text{ zł}\cdot\text{t}^{-1}$), natomiast najniższy w Zakładzie A – $2882,8 \text{ zł}\cdot\text{ha}^{-1}$ ($1264,4 \text{ zł}\cdot\text{t}^{-1}$). Średnie koszty produkcji soi, w przeliczeniu na jedną tonę wyprodukowanych nasion soi, wahały się od $761,5 \text{ zł}\cdot\text{t}^{-1}$ w Zakładzie C do $872 \text{ zł}\cdot\text{t}^{-1}$ w Zakładzie D.

Z analizy uzyskanych wyników można stwierdzić, że w strukturze kosztów produkcji najwyższe koszty produkcji związane były z kosztami eksploatacji maszyn i narzędzi. Średni koszt dla badanych zakładów wyniósł $959,1 \text{ zł}\cdot\text{ha}^{-1}$ (52,5%) i wahał się od $861,2 \text{ zł}\cdot\text{ha}^{-1}$ (52,5%) w przypadku Zakładu D do $1050,9 \text{ zł}\cdot\text{ha}^{-1}$ (52,3%) w Zakładzie B (tabela 1).

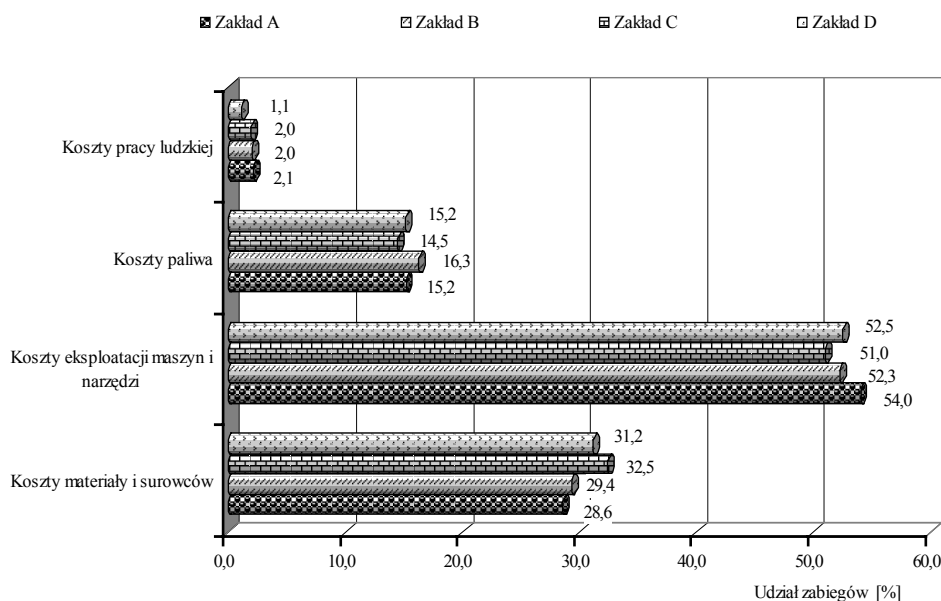
Tabela 1. Struktura średnich kosztów produkcji soi w zakładach rolnych w latach 2003-2006
 Table 1. Structure of mean soybean production costs in agricultural enterprises in the years 2003-2006

Zakład rolny	Średnie wartości kosztów produkcji				Wskaźnik efektywności ekonomicznej
	eksploatacja maszyn [zł·ha ⁻¹]	materiały i surowce [zł·ha ⁻¹]	paliwo [zł·ha ⁻¹]	praca ludzka [zł·ha ⁻¹]	
Zakład A	968,0	589,9	272,5	38,2	2,61
Zakład B	1050,9	608,2	328,3	40,7	2,47
Zakład C	956,2	511,3	271,9	36,9	2,69
Zakład D	861,2	555,5	248,6	18,3	2,92
Średnia	959,1	589,9	280,3	33,5	2,67

Źródło: obliczenia własne autora

Na drugim miejscu są koszty materiałów i surowców, których średnia wartość w badanych zakładach wyniosła 555,5 zł·ha⁻¹ (30,4%) i wahała się od 511,3 zł·ha⁻¹ (31,2%) w Zakładzie D do 608,2 zł·ha⁻¹ (32,5%) w Zakładzie C. Najniższą wartość miały koszty pracy ludzkiej, które wyniosły średnio 33,5 zł·ha⁻¹ (1,8%).

Najniższe koszty pracy wystąpiły ponownie w Zakładzie D i wyniosły 18,3 zł·ha⁻¹ (1,1%), a najwyższe w Zakładzie B – 40,7 zł·ha⁻¹ (2%). Strukturę kosztów produkcji soi w badanych zakładach w latach 2003-2006 przedstawiono na rys.1.



Rys. 1. Struktura kosztów produkcji soi w zakładach rolnych w latach 2003-2006

Fig. 1. Structure of soybean production costs in agricultural enterprises in the years 2003-2006

Efektywność produkcji soi...

W kosztach eksploatacji maszyn i narzędzi najwyższe koszty wystąpiły w przypadku zbioru soi. Średnia wartość kosztów zbioru wyniosła $570,2 \text{ zł}\cdot\text{ha}^{-1}$ (59,6%) i wahała się od $528,5 \text{ zł}\cdot\text{ha}^{-1}$ (61,4%) w Zakładzie D do $586,9 \text{ zł}\cdot\text{ha}^{-1}$ (61,4%) i $586,2 \text{ zł}\cdot\text{ha}^{-1}$ (55,8%) w Zakładzie C i B. Na drugim miejscu były koszty związane z uprawą roli – ich średnia wartość w badanych zakładach i latach wyniosła $294,1 \text{ zł}\cdot\text{ha}^{-1}$ (30,5%). I tak najwyższe koszty uprawy roli wystąpiły w Zakładzie B i wyniosły $369,2 \text{ zł}\cdot\text{ha}^{-1}$ (35,1%), a najniższe w Zakładzie – D $257,3 \text{ zł}\cdot\text{ha}^{-1}$ (29,9%). Natomiast najniższymi kosztami charakteryzowały się: siew i chemiczna ochrona soi, której średnie koszty odpowiednio wyniosły $26 \text{ zł}\cdot\text{ha}^{-1}$ (2,7%) i $28,3 \text{ zł}\cdot\text{ha}^{-1}$ (2,9%) całkowitych kosztów eksploatacji maszyn i narzędzi. Strukturę i koszty zabiegów stosowanych w produkcji soi w badanych zakładach przedstawiono w tabeli 2.

Tabela 2. Struktura i koszty zabiegów stosowanych w produkcji soi w badanych zakładach
Table 2. Structure and costs of agricultural practices used for soybean production in the investigated enterprises

Zakład	Koszty stosowanych zabiegów										Razem zł·ha ⁻¹
	uprawa roli		nawożenie		siew soi		ochrona		zbiór		
	zł·ha ⁻¹	%	zł·ha ⁻¹	%	zł·ha ⁻¹	%	zł·ha ⁻¹	%	zł·ha ⁻¹	%	
Zakład A	287,4	29,7	51,8	5,4	24,9	2,6	24,6	2,5	579,3	59,8	968
Zakład B	369,2	35,1	29,1	2,8	32,7	3,1	33,7	3,2	586,2	55,8	1050,9
Zakład C	262,5	27,5	46,7	4,9	31,5	3,3	28,6	3	586,9	61,4	956,2
Zakład D	257,3	29,9	34,2	4	14,9	1,7	26,3	3,1	528,5	61,4	861,2
Średnio	294,1	30,5	40,5	4,2	26	2,7	28,3	2,9	570,2	59,6	959,1

Źródło: obliczenia własne autora

Dla badanych zakładów rolnych produkcja nasion soi okazała się dochodowa. Średnia wartość wskaźnika efektywności ekonomicznej, w badanych zakładach, wyniósł 2,67 i wahała się od 2,92 w przypadku Zakładu D do 2,47 w Zakładzie B.

W przypadku analizy energii skumulowanej można stwierdzić, że w strukturze energochłonności skumulowanej najwięcej energii zawarte było w materiałach i surowcach. Ich średnia wartość w badanych zakładach wyniosła $7757 \text{ MJ}\cdot\text{ha}^{-1}$ (59,1%) i wahała się od $6174 \text{ MJ}\cdot\text{ha}^{-1}$ (60,3%) w przypadku Zakładu D do $9053 \text{ MJ}\cdot\text{ha}^{-1}$ (61,8%) w Zakładzie C (tabela 3). Na drugim miejscu była energochłonność skumulowana w maszynach i narzędziach, których średnia wartość w badanych zakładach wyniosła $5345 \text{ MJ}\cdot\text{ha}^{-1}$ co stanowi 14,2% całkowitej energii skumulowanej. Wahała się ona od $4035 \text{ MJ}\cdot\text{ha}^{-1}$ (11,9%) w Zakładzie D do $6232 \text{ MJ}\cdot\text{ha}^{-1}$ (16,4%) w Zakładzie B. Najniższą wartość miała energochłonność skumulowana w pracy ludzkiej, której średnia wartość wyniosła $608 \text{ MJ}\cdot\text{ha}^{-1}$ (4,2%) i wahała się od $451 \text{ MJ}\cdot\text{ha}^{-1}$ (2,4%) w Zakładzie D do $694 \text{ MJ}\cdot\text{ha}^{-1}$ (4,9%) w Zakładzie B. Strukturę energochłonności skumulowanej w produkcji soi w badanych zakładach w latach 2003-2006 przedstawiono na rys.2.

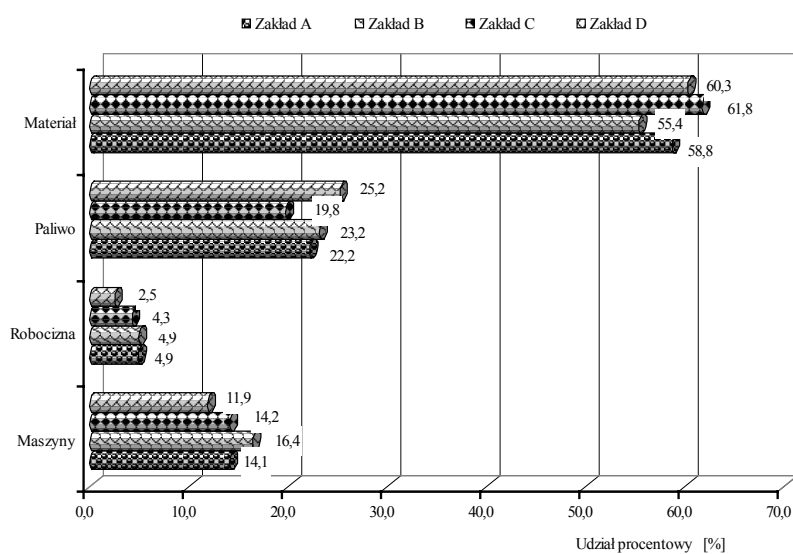
Analizując również realizowane zabiegi to najwięcej energii skumulowanej zawarte było w kombajnowym zbiorze soi. Średnia energochłonność skumulowana zawarta w zbiorze

rze, w badanych zakładach, wyniosła $2547 \text{ MJ}\cdot\text{ha}^{-1}$ (47,1%) i wahała się od $1604 \text{ MJ}\cdot\text{ha}^{-1}$ (39,4%) w Zakładzie D do $2931 \text{ MJ}\cdot\text{ha}^{-1}$ (47%) w Zakładzie B. Na drugim miejscu była energia skumulowana zawarta w uprawie roli – jej średnia wartość w badanych zakładach i latach wyniosła $1886 \text{ MJ}\cdot\text{ha}^{-1}$ (35,6%). I tak najwyższą energochłonnością skumulowaną w uprawie roli charakteryzował się Zakład B, gdzie wartość ta wyniosła $2398 \text{ MJ}\cdot\text{ha}^{-1}$ (38,5%), a najniższą Zakładzie D – $1684 \text{ MJ}\cdot\text{ha}^{-1}$ (41,7%).

Tabela 3. Struktura nakładów energii skumulowanej w produkcji soi w latach 2003-2006
Table 3. Structure of cumulated energy consumption for soybean production in the years 2003-2006

Zakład rolny	Średnie wartości nakładów energii skumulowanej				Wskaźnik efektywności energetycznej
	eksploatacja maszyn	materiały i surowce	paliwo	praca ludzka	
	$\text{MJ}\cdot\text{ha}^{-1}$	$\text{MJ}\cdot\text{ha}^{-1}$	$\text{MJ}\cdot\text{ha}^{-1}$	$\text{MJ}\cdot\text{ha}^{-1}$	
Zakład A	5545	7980	2988	661	2,0
Zakład B	6232	7819	3263	694	2,1
Zakład C	5568	9053	2883	627	2,0
Zakład D	4035	6174	2569	451	2,2
Średnio	5345	7757	2926	608	2,1

Źródło: obliczenia własne autora



Rys. 2. Struktura energochłonności skumulowanej w produkcji soi w badanych zakładach w latach 2003-2006

Fig. 2. Structure of cumulated energy consumption for soybean production in the investigated enterprises in the years 2003-2006

Efektywność produkcji soi...

Natomiast najniższą energochłonnością charakteryzowały się siew i chemiczna ochrona soi, której średnie wartości odpowiednio wyniosła 214 MJ·ha⁻¹ (3,9%) i 264 MJ·ha⁻¹ (5,1%) całkowitej energii skumulowanej zawartej w uprawie roli. Strukturę energochłonności skumulowaną zawartą w zabiegach stosowanych w produkcji soi w badanych zakładach przedstawiono w tabeli 4.

Średnia wartość wskaźnika efektywności energetycznej, w badanych zakładach, wyniosła 2,1 i wahała się od 2,2 w przypadku Zakładu D do 2 w Zakładzie A i C.

Tabela 4. Struktura i energochłonność skumulowana zabiegów stosowanych w produkcji soi w badanych zakładach w latach 2003-2006

Table 4. Structure and cumulated energy consumption for agricultural practices used for soybean production in the investigated enterprises in the years 2003-2006

Zakład	Struktura i energochłonność skumulowana zabiegów										Razem MJ·ha ⁻¹
	uprawa roli		nawożenie		siew soi		chemiczna ochrona		zbiór kombajnowy		
	MJ·ha ⁻¹	%	MJ·ha ⁻¹	%	MJ·ha ⁻¹	%	MJ·ha ⁻¹	%	MJ·ha ⁻¹	%	
Zakład A	1732	31,2	508	9,2	228	4,1	324	5,8	2753	49,6	5545
Zakład B	2398	38,5	396	6,4	254	4,1	253	4,1	2931	47,0	6232
Zakład C	1731	31,1	478	8,6	247	4,4	213	3,8	2899	52,1	5568
Zakład D	1684	41,7	356	8,8	127	3,1	264	6,5	1604	39,8	4035
Średnio	1886	35,6	435	8,2	214	3,9	264	5,1	2547	47,1	5345

Źródło: obliczenia własne autora

Wnioski

1. Średnia wartość wskaźnika efektywności ekonomicznej produkcji soi, w badanych zakładach wyniosła 2,67, co świadczy o dochodowości jej produkcji.
2. Uzyskane średnie wartości wskaźnika efektywności energetycznej produkcji soi (2,1) w badanych zakładach, świadczą o tym, że energia zawarta w produkcji soi jest niższa od energii odzyskanej w postaci uzyskanego plonu.
3. We wszystkich badanych zakładach dochód z produkcji soi był wysoki. Średni dochód wyniósł 3039,6 zł·ha⁻¹ (1345 zł·t⁻¹) i wahał się od 3169,8 zł·ha⁻¹ (1678 zł·t⁻¹) w Zakładzie C do 2882,8 zł·ha⁻¹ (1264,4 zł·t⁻¹) w Zakładzie A.
4. W strukturze energochłonności skumulowanej największym udziałem, w badanych Zakładach, charakteryzowały się materiały, surowce oraz paliwo. Ich średni udział w całkowitej energochłonności skumulowanej zawartej w produkcji wyniósł 10682 MJ·ha⁻¹ – 81,7%, a jej wartość wahała się od 6174 MJ·ha⁻¹ – 85,6% w Zakładzie D do 9053 MJ·ha⁻¹ – 81,6% w Zakładzie C.
5. Z przeprowadzonych badań wynika, że produkcja soi w Polsce może być opłacalna.

Bibliografia

- Anuszewski R., Pawlak J., Wójcicki Z.** 1979. Energochłonność produkcji rolniczej. Metodyka badań energochłonności produkcji surowców żywnościowych. Wydaw. IBMER, Warszawa. s. 23-28.
- Muzalewski A.** 2005. Koszty eksploatacji maszyn. Wydaw. IBMER Warszawa Nr 20. s. 7-13.
- Šařec O., Šařec P., Dobek T.** 2005. Uprawa i zbiór soi. Materiały konferencyjne 8 Międzynarodowej Konferencji Naukowej pt. Teoretyczne i aplikacyjne problemy inżynierii rolniczej. Wrocław-Polanica Zdrój t.2 s. 218-220.
- Wójcicki Z.** 2000. Wyposażenie i nakłady materiałowo energetyczne w rozwojowych gospodarstwach rolniczych. Wydaw. IBMER, Warszawa. ISBN 83-86264-62-4. s. 139.

EFFECTIVENESS OF SOYBEAN PRODUCTION UNDER THE CONDITIONS OF POLAND

Abstract. Economic and energetic evaluation of the technology of soybean production was performed and indices of economic and energetic effectiveness of its production were calculated. Production costs were calculated and their structure was determined with the division into materials and raw materials, use of machines and tools, fuel consumed and expenditure of labour. Cumulated energy consumption evaluation was done in four fluxes: tractors, machines and spare parts, direct energy carrier, materials and raw materials, and human labour. The share of cumulated energy related to individual practices was analyzed as well. The results of the studies show that, for economic and energetic reasons, soybean production in the investigated agricultural enterprises was profitable.

Key words: economic effectiveness, energetic effectiveness, production costs, labour expenditure, energy expenditure, soybean

Adres do korespondencji:

Tomasz K. Dobek; e-mail: tomasz.dobek@agro.ar.szczecin.pl
Zakład Użytkowania Maszyn i Urządzeń Rolniczych
Akademia Rolnicza w Szczecinie
ul. Papieża Pawła VI/3
71-459 Szczecin