

## KOSZTY I ENERGOCHŁONNOŚĆ PROCESÓW PRODUKCJI BURAKÓW CUKROWYCH

Józef Gorzelany

*Katedra Inżynierii Produkcji Rolno-Spożywczej, Uniwersytet Rzeszowski*

**Streszczenie.** Celem pracy było porównanie oraz analiza struktury kosztów i energochłonności trzech wariantów technologii uprawy buraków cukrowych przy wykorzystaniu wytypowanych maszyn do procesu produkcji. Dokonano oceny wybranych technologii w zakresie kosztów i nakładów energetycznych z podziałem na robociznę i paliwo, materiały i surowce oraz eksploatację maszyn. Po uwzględnieniu plonu buraków cukrowych oraz całkowitych kosztów produkcji i nakładów energetycznych w poszczególnych technologiach, obliczono opłacalność i energetyczną efektywność produkcji buraków cukrowych.

**Słowa kluczowe:** burak cukrowy, technologie produkcji, koszty produkcji, efektywność energetyczna

### Wstęp

Zmieniająca się sytuacja w krajowym cukrownictwie spowodowała koncentrację i specjalizację produkcji buraków cukrowych. Świadczy o tym ciągle malejący areał uprawy buraka cukrowego, zwiększająca się średnia powierzchnia plantacji, wielkość plonów korzeni i cukru z hektara.

Dla producentów najistotniejsze są koszty produkcji oraz nakłady energetyczne ponoszone na 1 ha. Konieczność minimalizowania kosztów oraz nakładów energetycznych na produkcję buraków cukrowych skłania producentów do poszukiwania niskonakładowych rozwiązań technologicznych. Ogólnoświatowa tendencja rozwoju technologii uprawy charakteryzuje się przechodzeniem z uprawy tradycyjnej do systemów uproszczonych [Zimny 2008].

Technologie uproszczone buraka cukrowego polegają głównie na wyeliminowaniu z jesiennej uprawy roli najbardziej energochłonnej uprawki jaką jest orka przedzimowa oraz na rezygnacji z wiosennej uprawy, bądź też ograniczeniu jej do jednego, płytkiego zabiegu. Dużym zainteresowaniem wśród producentów buraka cukrowego cieszy się technologia uprawy siewu w mulcz [Nowakowski 2004]. Dlatego celem pracy było porównanie oraz analiza struktury kosztów i energochłonności skumulowanej trzech wariantów technologii: tradycyjnej, mulcz – słoma i mulcz – gorczyca.

## Zakres i metodyka badań

Badania przeprowadzono w indywidualnym gospodarstwie rolnym Tadeusza Kozara – Husynne, położonym w powiecie Hrubieszów na glebach I, II i III klasy bonitacyjnej (czarnoziem hrubieszowski).

Na tym samym polu, zastosowano trzy warianty technologii buraków cukrowych: technologię tradycyjną, mulcz – słoma i mulcz - gorczyca. Do wykonywania poszczególnych zabiegów w analizowanych technologiach stosowano te same maszyny. W technologii tradycyjnej wykonano w sumie 21 zabiegów, w tym bardzo energochłonną orkę przedzimową. W dwu pozostałych technologiach ograniczono się do 16 zabiegów. Na podstawie prowadzonych kart technologicznych produkcji buraków cukrowych w latach 2007/08 oraz danych uzyskanych z gospodarstwa, dostępnej literatury, zgodnie z metodyką obliczania kosztów i nakładów energetycznych pracy maszyn dokonano oceny wybranych technologii pod kątem kosztów i nakładów energetycznych na robociznę i paliwo, kosztów materiałowych i eksploatacji maszyn, struktury nakładów energetycznych, opłacalności i energetycznej efektywności uprawy buraków cukrowych. Ocenę kosztów pracy maszyn zrealizowano w oparciu o metodykę opracowaną przez IBMER [Muzalewski 2006]. W rachunku kosztów uwzględnione zostały aktualne ceny i dane eksploatacyjno-ekonomiczne ciągników i maszyn rolniczych z 2007 roku (tab. 1).

Tabela 1. Wybrane dane eksploatacyjno-ekonomiczne maszyn i ciągników wykorzystanych w produkcji buraków cukrowych

Table 1. Selected operating and economic data of machines and tractors used in sugar beet production

Maszyna lub ciągnik	Masa [kg]	Cena [tys. zł]	Wskaźnik kosztów napraw [%] *	Roczne wykorzystanie [h] *	Współczynnik przechowywania [%] **
Ciągnik John Deere 8220	3782	268,0	90	670	0,05
Ciągnik Pronar 82 TSA	4289	126,0	90	670	0,06
Ciągnik Ursus 4024	2455	96,1	90	670	0,06
Brona zębowa	530	5,2	60	100	0,15
Brona wirnikowa Kuhn HR 4503 R	2275	37,0	100	100	0,16
Rozsiewacz nawozów Kverneland DS-M	736	55,0	100	200	0,35
Siewnik punktowy Kverneland Accord Monopill S	2164	33,9	100	130	0,35
Głębosz zębowy Kret 3B	610	3,3	100	100	0,21
Agregat do uprawy późniejszej Knoche 5,9H	2400	15,0	80	100	0,40
Pług obracalny Kuhn Multimaster 181 6T 80/90	3860	27,0	100	130	0,52
Opryskiwacz Pilmet 2000	1685	24,0	60	70	0,67
Kombajn samojezdny 6-rzędowy Ropa Euro Tiger	25000	1.574,5	90	300	0,06

\* - Lorencowicz E. 2007,

\*\* - Banasiak J. 2004

Do obliczenia poszczególnych nakładów energetycznych w procesie produkcji buraków cukrowych zastosowano metodę opracowaną przez IBMER [Anuszewski i in. 1979; Wójcicki 2002; Dobek 2006]. Uwzględniono także wybrane wskaźniki energochłonności jednostkowej zamieszczone w literaturze [Banasiak i in. 1999; Wójcicki 2000].

Efektywność energetyczną produkcji określono jako stosunek energii skumulowanej zawartej w wyprodukowanych korzeniach buraków cukrowych do całkowitych nakładów energetycznych poniesionych w procesie ich produkcji.

## Wyniki badań

Na podstawie przeprowadzonych pomiarów oraz materiałów źródłowych dotyczących zużycia paliwa i wydajności poszczególnych agregatów, zestawiono koszty robocizny i zużycia paliwa dla wybranych technologii uprawy buraków cukrowych (tab. 2).

Największe koszty robocizny 136 zł·ha<sup>-1</sup> i paliwa 720,7 zł·ha<sup>-1</sup> na uprawę buraków cukrowych zostały poniesione w technologii tradycyjnej, natomiast najmniejsze koszty robocizny 89 zł·ha<sup>-1</sup> i paliwa 512,4 zł·ha<sup>-1</sup> wystąpiły w technologii mulcz - słoma.

Tabela 2. Koszty robocizny i paliwa w badanych technologiach uprawy buraków cukrowych  
Table 2. Labour and fuel costs for examined sugar beet cultivation technologies

Lp.	Technologia	Nakłady robocizny [h·ha <sup>-1</sup> ]	Zużycie paliwa [kg·ha <sup>-1</sup> ]	Koszty robocizny [zł·ha <sup>-1</sup> ]	Koszty paliwa [zł·ha <sup>-1</sup> ]
1.	Tradycyjna	13,6	171,6	136	720,7
2.	Mulcz - gorczyca	10,1	128,2	101	538,4
3.	Mulcz - słoma	8,9	122,0	89	512,4

W produkcji buraków cukrowych znaczące koszty stanowią wykorzystane materiały w postaci nasion, środków ochrony roślin i nawozów. Na podstawie danych odnoszących się do faktycznego ich zużycia w trzech technologiach uprawy buraków cukrowych, a także ich cen obliczono koszty zastosowanych materiałów.

Spośród analizowanych technologii największe koszty całkowite materiałów wystąpiły w uprawie mulcz - gorczyca i wynosiły 2 167 zł·ha<sup>-1</sup>. Natomiast najmniejsze koszty poniesiono w uprawie mulcz - słoma 2 077 zł·ha<sup>-1</sup>. Dla porównania w 2007 roku średnie koszty materiałowe w 99 badanych gospodarstwach wyniosły 2 140 zł·ha<sup>-1</sup> [Chudoba 2008].

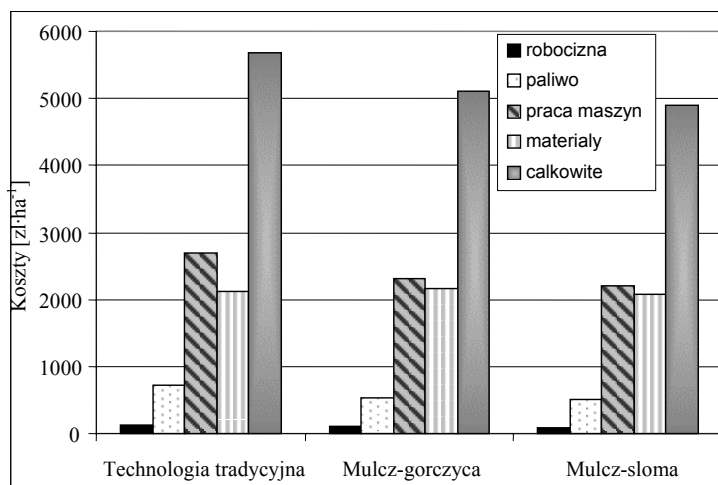
W gospodarstwach indywidualnych rejonu lubelskiego średnie koszty materiałowe były wyższe i wynosiły 2 487 zł·ha<sup>-1</sup> [Krzysiak 2006].

W analizowanych technologiach w strukturze kosztów (rys. 1) najwyższe koszty stwierdzono dla pracy maszyn i wynosiły średnio 45%, koszty materiałowe 40%. Natomiast najniższe koszty poniesiono na robociznę ok. 2,5%, co świadczy o wysokim stopniu mechanizacji badanych technologii.

Największe koszty całkowite wystąpiły w technologii tradycyjnej i wyniosły 5 680 zł·ha<sup>-1</sup>.

W dwóch pozostałych technologiach koszty były zbliżone i wynosiły odpowiednio: mulcz - gorczyca 5 117 zł·ha<sup>-1</sup> i mulcz - słoma 4 889 zł·ha<sup>-1</sup>.

Na podstawie uzyskanych danych z gospodarstwa dotyczących plonowania buraków cukrowych w poszczególnych technologiach oraz ceny za 1 t buraków w 2008 roku, obliczono opłacalność uprawy buraków cukrowych z 1 ha [tab. 3]. Największy zysk z 1 ha uprawy buraków cukrowych uzyskano w technologii mulcz - słoma i wynosił on 1 777 zł·ha<sup>-1</sup>, natomiast najmniejszy odnotowano w technologii tradycyjnej - 1 289 zł·ha<sup>-1</sup>. W obliczeniach opłacalności uprawy buraków cukrowych nie uwzględniono dopłaty bezpośredniej i cukrowej oraz podatku VAT.



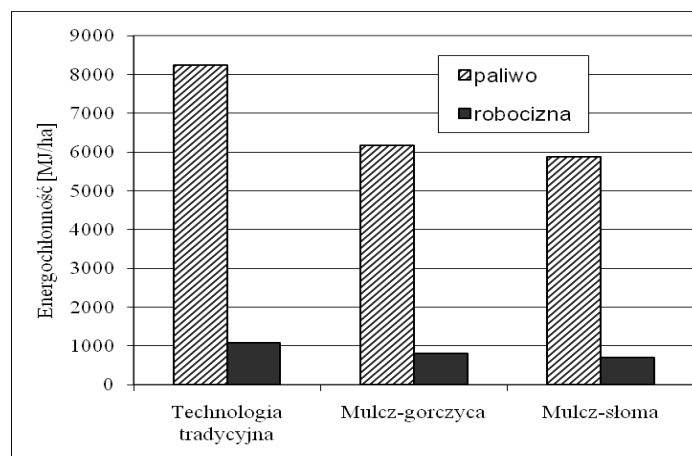
Rys. 1. Struktura kosztów [zł·ha<sup>-1</sup>] w badanych technologiach uprawy buraków cukrowych.  
Fig. 1. Structure of costs [PLN·ha<sup>-1</sup>] for examined sugar beet cultivation technologies

Tabela 3. Opłacalność uprawy buraków cukrowych w badanych technologiach  
Table 3. Profitability of sugar beet cultivation carried out using examined technologies

Lp	Technologia	Plon buraków cukrowych [t·ha <sup>-1</sup> ]	Cena [zł·t <sup>-1</sup> ]	Wartość plonu [zł·ha <sup>-1</sup> ]	Koszty całkowite [zł·ha <sup>-1</sup> ]	Zysk [zł·ha <sup>-1</sup> ]
1.	Tradycyjna	69	101	6969	5680	1 289
2.	Mulcz - słoma	66	101	6666	4889	1 777
3.	Mulcz - gorczyca	64	101	6464	5117	1 347

Źródło: obliczenia własne

Wykonane badania, zastosowane jednostkowe wskaźniki energetyczne [Banasiak i in. Wójcicki 2000] oraz dane eksploatacyjno-ekonomiczne maszyn [tab.1] umożliwiły obliczenie struktury nakładów energetycznych (rys. 2, tab. 4).



Rys. 2. Nakłady energii na robociznę i paliwo w produkcji buraków cukrowych  
 Fig. 2. Energy expenditures for labour and fuel in sugar beet production

Tabela 4. Struktura nakładów energetycznych w produkcji buraków cukrowych  
 Table 4. Structure of energy expenditures in sugar beet production

Technologia	Nakłady na robociznę [MJ·ha <sup>-1</sup> ]	Paliwo [MJ·ha <sup>-1</sup> ]	Nakłady energetyczne na produkcję i naprawy maszyn [MJ·ha <sup>-1</sup> ]	Nakłady energetyczne na materiały [MJ·ha <sup>-1</sup> ]	Całkowite nakłady energetyczne [MJ·ha <sup>-1</sup> ]
Tradycyjna	1088	8237	4088	18786	31199
Mulcz - gorzyczka	808	6168	3142	20136	30254
Mulcz - słoma	712	5870	3016	19536	29134

Źródło: obliczenia własne

Największe nakłady energii na robociznę – 1 088 MJ·ha<sup>-1</sup> i paliwo – 8 237 MJ·ha<sup>-1</sup> w procesie uprawy buraków cukrowych odnotowano w technologii tradycyjnej, natomiast najmniejsze nakłady były w technologii mulcz - słoma i wynosiły one odpowiednio: robocizna - 712 MJ·ha<sup>-1</sup> i paliwo – 5 870 MJ·ha<sup>-1</sup>. Największe nakłady energetyczne na eksploatację maszyn stwierdzono dla technologii tradycyjnej wynoszące 13 413 MJ·ha<sup>-1</sup>. Nakłady energetyczne na eksploatację w zależności od zastosowanych maszyn w technologii tradycyjnej podaje [Przybył 1999]. Uzyskane wartości były w zakresie od 11,8 do 15,6 tys. MJ·ha<sup>-1</sup>. W strukturze nakładów energetycznych największe nakłady stanowiły wykorzystane materiały. W technologii mulcz - słoma i mulcz - gorzyczka wynosiły one ok. 66% całkowitych nakładów energetycznych. Największe, całkowite nakłady energetyczne odnotowano dla technologii tradycyjnej i wynosiły one 31 199 MJ·ha<sup>-1</sup>. Dla porównania energochłonność standardowej technologii uprawy buraków cukrowych w Niemczech wynosiła 21 496 MJ·ha<sup>-1</sup> [Stephan, Kromer 1999].

Tabela 5. Efektywność energetyczna uprawy buraków cukrowych w badanych technologiach  
Table 5. Energy efficiency of sugar beet cultivation carried out using examined technologies

Technologia	Plon korzeni [t·ha <sup>-1</sup> ]	Plon cukru [kg·ha <sup>-1</sup> ]	Wartość energetyczna cukru [MJ·ha <sup>-1</sup> ]*	Całkowite nakłady energetyczne [MJ·ha <sup>-1</sup> ]	Efektywność energetyczna
Tradycyjna	69	11395	181180	31199	5,8
Mulcz -gorczyca	64	10560	167904	30254	5,5
Mulcz -słoma	66	10890	173151	29134	5,9

\* - przelicznik energetyczny dla cukru 15,9 MJ/kg

*Źródło: obliczenia własne*

W oparciu o uzyskane plony w poszczególnych technologiach oraz zawartość cukru w korzeniach obliczono energetyczną efektywność produkcji buraków cukrowych. Wartości te były wysokie i wynosiły odpowiednio w technologiach: mulcz - słoma 5,9, tradycyjnej 5,8 i mulcz - gorczyca 5,5. W analizowanych technologiach w nakładach energetycznych nie uwzględniono odwozu korzeni od kombajnu na miejsce składowania.

## Wnioski

1. W badanych technologiach produkcji buraków cukrowych największe koszty stwierdzono dla pracy maszyn i wahały się one od 2 211 MJ·ha<sup>-1</sup> w technologii mulcz-słoma do 2 694 MJ·ha<sup>-1</sup> w technologii tradycyjnej.
2. Efektywność ekonomiczna produkcji buraków cukrowych w trzech analizowanych technologiach była odpowiednio: tradycyjna 1,23, mulcz-gorczyca 1,26 i mulcz-słoma 1,36.
3. W analizowanych technologiach w strukturze nakładów energetycznych największe nakłady zostały poniesione na zużyte materiały i surowce i były w zakresie od 18 786 MJ·ha<sup>-1</sup> (60%) – technologia tradycyjna do 20 136 MJ·ha<sup>-1</sup> (66%) dla technologii mulcz - gorczyca.
4. Uzyskane wyniki badań potwierdzają wysoką efektywność energetyczną uprawy buraków cukrowych. W badanych technologiach wartości te wahały się od 5,5 dla technologii mulcz-gorczyca do 5,9 mulcz-słoma.

## Bibliografia

- Anuszewski R., Pawlak J., Wójcicki Z.** 1979. Energochłonność produkcji rolniczej. Metodyka badań energochłonności produkcji surowców żywnościowych. Symbol dokumentu C XXX III/717. Wydawnictwo IMBER. Warszawa.
- Banasiak J.** 2004. Projektowanie i ocena ekonomiczna procesów technologicznych. Wydawnictwo AR Wrocław. ISBN 83-89189-43-4.
- Banasiak J. i in.** 1999. Agrotechnologia. PWN Warszawa – Wrocław. ISBN 83-01-12697-3.

- Chudoba L.** 2008. Koszty i dochodowość uprawy buraków cukrowych w porównaniu z kukurydzą, pszenicą i rzepakiem. *Gazeta cukrownicza* nr 8. s. 258-261.
- Dobek T.** 2006. Efektywność energetyczna produkcji ziemniaków jadalnych w wybranych gospodarstwach. *Inżynieria Rolnicza* nr 2. s. 239-246.
- Krzysiak Z.** 2006. Koszty i opłacalność produkcji buraków cukrowych. *Inżynieria rolnicza*. Nr 5. s. 355- 363.
- Lorencowicz E.** 2007. *Poradnik użytkownika techniki rolniczej w tabelach*. Bydgoszcz. ISBN 83-914532-7-8
- Muzalewski A.** 2006. Koszty eksploatacji maszyn nr 21. Wydawnictwo IMBER. Warszawa. s. 40-46.
- Nowakowski M.** 2004. Nowe technologie uprawy roli i nawożenia pod buraki cukrowe. *Wiś Jutra* nr 2/67. s. 9-10.
- Stephan Ch., Kromer K.H.** 1999. Energiebilanz von Zuckerrübenanbauverfahren. *Landtechnik*, 1. s. 20-21.
- Zimny L.** 2008. Uprozczone technologie uprawy buraka cukrowego. *Wiś Jutra* nr 2. s. 29-31.
- Wójcicki Z.** 2002. Wyposażenie i nakłady materiałowo energetyczne w rozwojowych gospodarstwach rolniczych. IBMER Warszawa. ISBN 83-86264-62-4.

## **COSTS AND ENERGY CONSUMPTION OF SUGAR BEET PRODUCTION PROCESSES**

**Abstract.** The purpose of the work was to compare and analyse the structure of costs and energy consumption of three sugar beet cultivation technology variants involving the use of selected machines in production process. The research allowed to evaluate selected technologies as regards involved costs and energy expenditures, including division into costs of labour and fuel, materials and raw materials, and machinery operation. The researchers calculated sugar beet production profitability and energy efficiency, taking into account sugar beet crop and total production costs and energy expenditures for individual technologies.

**Key words:** production technologies, production costs, energy efficiency

### **Adres do korespondencji**

Józef Gorzelany; e-mail: [zipr@univ.rzeszow.pl](mailto:zipr@univ.rzeszow.pl)  
Katedra Inżynierii Produkcji Rolno-Spożywczej  
Uniwersytet Rzeszowski  
ul. Ćwiklińskiej 2  
35-601 Rzeszów