

Tomasz Dobek
Zakład Użytkowania Maszyn i Urządzeń Rolniczych
Akademia Rolnicza w Szczecinie

ENERGETYCZNA OCENA PRODUKCJI BURAKA CUKROWEGO SIANEGO W MULCZ

Streszczenie

Celem badań było przeprowadzenie oceny energetycznej technologii produkcji buraka cukrowego sianego w mulcz. Badania przeprowadzono, w latach 2001–2003, w gospodarstwie województwa zachodniopomorskiego na glebach IIIa, IIIb i IVa klasy bonitacyjnej. Zbierano tylko korzenie buraka cukrowego, a liście były rozdrabniane i rozrzucone podczas zbioru. Zakres badań obejmował określenie rodzaju i liczby wykonywanych zabiegów, analizę wykorzystania maszyn i narzędzi, obliczenie efektywności skumulowanej poniesionej na produkcję, energochłonności odzyskanej w postaci wyprodukowanych korzeni buraka, obliczenie nakładów energii oraz efektywności energetycznej. Z przeprowadzonych badań wynika, że w strukturze energochłonności skumulowanej najwyższą wartość stanowiły materiały i surowce. We wszystkich badanych technologiach uzyskano wysoką efektywność energetyczną i wahała się ona od 3,40 w roku 2001 do 3,63 w roku 2003.

Słowa kluczowe: burak cukrowy, mulcz, nakłady energii, efektywność energetyczna

Wykaz oznaczeń

- E_{tech} – energochłonność badanej technologii, [MJ/ha],
- ΣE_{mat} – suma energochłonności stosowanych materiałów i surowców, [MJ/ha],
- ΣE_{agr} – suma energochłonności wykorzystanych maszyn i narzędzi, [MJ/ha],
- ΣE_{pal} – suma energochłonności zużytego paliw, [MJ/ha],
- ΣE_r – suma energochłonności pracy ludzkiej, [MJ/ha],
- W_{ee} – efektywność energetyczna badanej technologii,
- W_{prod} – energochłonność wykorzystana do produkcji korzeni buraka, [MJ/ha],
- W_{prz} – energochłonność odzyskana w postaci korzeni buraka cukrowego, [MJ/ha].

Wstęp

Rosnące ceny energii zmuszają producentów buraka cukrowego do poszukiwania nowych, bardziej energooszczędnych rozwiązań technologicznych i organizacyjnych, które poprawią efektywność produkcji. Jednym z elementów tej poprawy jest mulczowanie czyli rezygnacja z technologii tradycyjnej przygotowania roli do siewu. Wprowadzenie uproszczeń w przygotowaniu roli do siewu może zmniejszyć energochłonność produkcji buraka cukrowego. Mulczowanie jest systemem uprawy bezorkowej [Schechter 2002; Schulz 1997]. Wymagania stawiane obecnie w uprawie buraków cukrowych sprowadzają się do uzyskiwania wysokich plonów cukru z jednego hektara oraz uzyskania bardzo dobrej jakości przerobowej surowca. Wymaga się także tak dobranych zabiegów uprawy roli, aby nie degradowały środowiska, zmniejszały ich energochłonność oraz umożliwiały dotrzymanie terminów agrotechnicznych [Dobek, Šařec 1997]. Uprawa buraka cukrowego mimo dokonującego się postępu, relatywnie do innych upraw nadal wymaga dużych nakładów materiałowych, energetycznych i finansowych. Wprowadzanie nowych i bardziej wydajnych maszyn umożliwia aktualnie ograniczanie nakładów pracy ludzkiej.

Cel pracy i zakres badań

Celem badań było przeprowadzenie oceny energetycznej technologii produkcji buraka cukrowego sianego w mulcz. Badania przeprowadzono, w latach 2001–2003, w gospodarstwie województwa zachodniopomorskiego na glebach IIIa, IIIb i IVa klasy bonitacyjnej. Badania przeprowadzono w gospodarstwie wielkotowarowym specjalizującym się w produkcji roślinnej i zwierzęcej. Zakres realizowanych badań obejmował: analizę i ocenę technologii produkcji buraka sianego w mulcz, określenie rodzaju i liczby wykonywanych zabiegów, analizę wykorzystania maszyn i narzędzi, obliczenie efektywności skumulowanej poniesionej na produkcję, energochłonności odzyskanej w postaci wyprodukowanych korzeni buraków, obliczenie nakładów energii i efektywności energetycznej produkcji korzeni buraka cukrowego. Badania nie obejmowały procesu składowania, przechowywania na przyzmie i transportu buraków cukrowych do cukrowni.

Metodyka badań

Badania technologii produkcji buraka cukrowego sianego w mulcz zrealizowano zgodnie z obowiązującą metodologią nauk empirycznych oraz w oparciu o metody opracowane w IBMER. Energochłonność skumulowana produkcji korzeni buraków cukrowych w badanych technologiach składała się z następujących strumieni: materiałów i surowców, zastosowanych maszyn, narzędzi i ciągników, zużytego paliwa oraz robocizny.

Do analizy energochłonności skumulowanej i nakładów energetycznych ponoszonych na produkcję korzeni buraka cukrowego zastosowano metodę obliczeń opracowaną przez IBMER [Anuszewski, Pawlak, Wójcicki 1979]. Dodatkowo w założeniach uwzględniono najnowsze wskaźniki energochłonności skumulowanej [Wójcicki 2000]. Energochłonność skumulowana dla badanych zabiegów obliczona została z zależności (1):

$$E_{tech} = \sum E_{mat} + \sum E_{agr} + \sum E_{pal} + \sum E_r, \quad [\text{MJ/ha}] \quad (1)$$

Natomiast efektywność energetyczną określono jako stosunek energochłonności skumulowanej w postaci wyprodukowanych korzeni buraka do energochłonności skumulowanej potrzebnej do wyprodukowania korzeni buraka cukrowego. Wartość tą wyrażono zależnością (2):

$$W_{ee} = \frac{W_{prz}}{W_{prod}} \quad (2)$$

W badanym gospodarstwie burak cukrowy uprawiany był na powierzchni 200 ha w roku 2001, 220 ha w roku 2002 i 250 ha w roku 2003. W badanych technologiach siewu w mulcz rola uprawiana była systemem bezorkowym, czyli zastosowano kultywator ścierniskowy i agregat uprawowy. W roku 2002 i 2003 wykonano dwukrotne kultywatorowanie. Głęboszowane były tylko ścieżki technologiczne po zbiorze przedplonu. Jako międzyplon zastosowano gorczycę białą, którą wysiano za pomocą siewnika uniwersalnego. Nawożenie wykonywano za pomocą rozsiwacza i opryskiwacza (nawozy ciekłe). Siew buraków cukrowych wykonywany był mechanicznym siewnikiem punktowym na głębokość 2 cm w rozstawie 18 cm w rzędzie, a szerokość międzyrzędzi wynosiła 45 cm. Zbierano tylko korzenie buraka cukrowego, a liście były rozdrabniane i rozrzucone podczas zbioru. Zbiór korzeni przeprowadzono metodą dwuetapową za pomocą maszyn firmy Kleine. Do zbioru wykorzystano ogławiaczo-wyorywacz i zbieracz ładujący. Przeprowadzone badania eksploatacyjne umożliwiły obliczenie wydajności eksploatacyjnej stosowanych agregatów, nakładów energii, energochłonności skumulowanej materiałów i surowców, maszyn i narzędzi oraz efektywności energetycznej technologii w latach 2001–2003.

Wyniki badań

Badania eksploatacyjne miały na celu obliczenie wydajności eksploatacyjnej, zużycia paliwa, nakładów pracy i energii, struktury energochłonności skumulowanej produkcji korzeni oraz efektywności energetycznej w badanej technologii produkcji buraka cukrowego w latach 2001–2003. Uzyskane i obliczone w trakcie badań eksploatacyjnych wartości przedstawiono w tabeli 1.

Tabela 1. Wydajności eksploatacyjne, zużycie paliwa i nakłady energii stosowanych maszyn i narzędzi

Table 1. Productivities, fuel and energy consumed by tools and machinery

Narzędzie	Moc ciągnika	Wydajność		Zużycie paliwa			Nakłady energii
	kW	ha/h	OS	dm ³ /h	dm ³ /ha	OS	kWh/ha
Rozsiewacz nawozów	66	14,3	0,39	24,3	1,7	0,26	4,6
Kultywator ścierniskowy	176	4,1	0,43	28,3	6,9	0,28	42,9
Siewnik Horsch	176	3,9	0,55	26,9	6,9	0,28	45,1
Opryskiwacz ciągnikowy	85	15,6	0,55	34,3	2,2	0,28	5,4
Agregat uprawowy	176	4,3	0,32	26,7	6,2	0,53	40,9
Siewnik punktowy Kleine	62	2,8	0,39	27,2	9,7	0,42	22,1
Ogławiacz-wyorywacz korzeni Kleine	176	0,96	0,08	23,0	24,0	0,68	183,3
Zbieracz korzeni Kleine	62	0,96	0,08	20,6	21,5	0,58	64,6

OS – odchylenie stadardowe

Przy analizie i ocenie technologii przyjęto, że agregaty pracują przy optymalnej liczbie osób obsługi, a odległość transportu materiałów i surowców na pole oraz transport nasion buraka cukrowego na pole nie przekracza 5 km. Stosowane dawki nawozów i środków ochrony roślin były porównywalne.

Analizując energochłonność skumulowaną produkcji buraka cukrowego sianego w mulcz można stwierdzić, że wartość energochłonności skumulowanej wahała się od 24889 MJ/ha w roku do 27424 MJ/ha w roku 2002, a maksymalna różnica wyniosła 10,2%. We wszystkich latach technologia z zastosowaniem siewu w mulcz pozwalała na osiągnięcie wysokiej efektywności energetycznej. Najwyższą efektywnością energetyczną charakteryzowała się produkcja w roku 2003, gdzie efektywność energetyczna produkcji wyniosła 3,63. Najniższą efektywnością energetyczną charakteryzowała się produkcja korzeni buraka cukrowego w roku 2001, w którym efektywność energetyczna wyniosła 3,40, co stanowi 93,7% wartości efektywności uzyskanej w roku 2003. Natomiast nakłady energii w badanych latach wahały się od 463,8 kWh/ha w roku 2001 do 530,8 kWh/ha w roku 2002. Największe nakłady energii wystąpiły przy zbiorze korzeni buraka i wyniosły 247,9 kWh/ha (co stanowi 54,4% w roku 2001, 46,6% w roku 2002 i 48,7% w roku 2003 całkowitych nakładów energii). Najniższe nakłady energii wystąpiły w przypadku nawożenia nawozami mineralnymi i wyniosły 9,6 kWh/ha w roku 2001 i 2003 (co stanowi odpowiednio 2,1% i 1,9%) i 19,2 kWh/ha w roku 2002 (co stanowi 3,6%). Nakłady energii oraz efektywność energetyczną produkcji korzeni buraka cukrowego sianego w mulcz przedstawiono w tabeli 2.

Tabela 2. Nakłady energii oraz efektywność energetyczna produkcji korzeni buraka cukrowego sianego w mulcz

Table 2. Energy consumed and energetic efficiency in production of mulch-sown sugar beet roots

Rok badań	Plon buraka	Wartość energetyczna korzeni	Energochłonność produkcji korzeni	Efektywność energetyczna	Nakłady energii
	t/ha	MJ/ha	MJ/ha		kWh/ha
2001	47	84600	24889	3,40	463,8
2002	54	97200	27424	3,54	530,8
2003	52	93600	25783	3,63	509,1
Średnia	51	91800	26032	3,52	501,2

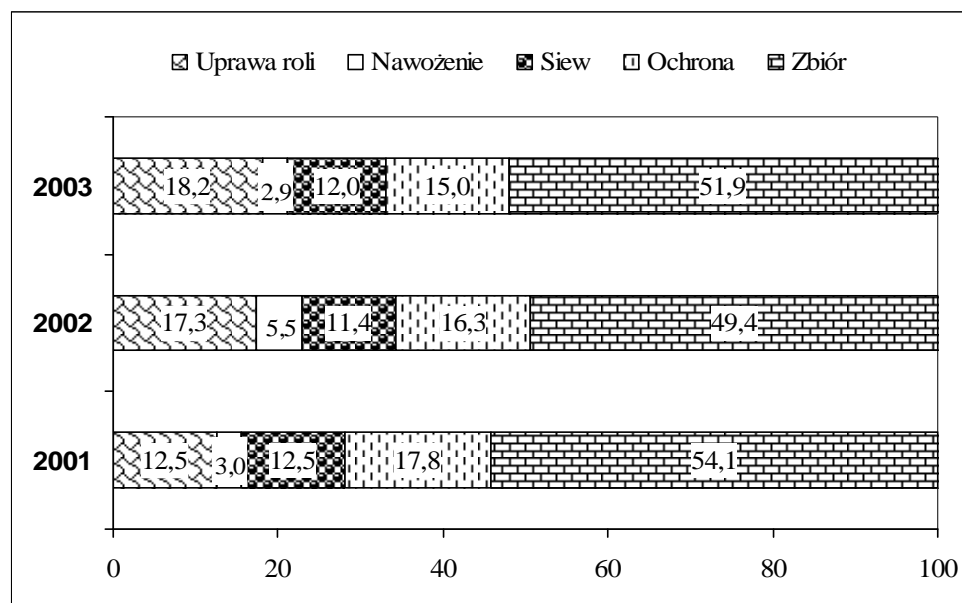
W strukturze energochłonności skumulowanej w odniesieniu do materiałów i surowców, eksploatacji maszyn i narzędzi oraz nakładów energii, to największym udziałem charakteryzuje się energochłonność materiałów, której średnia wartość wyniosła 26032 MJ/ha czyli 57,2% całkowitej energochłonności produkcji, na drugim miejscu były maszyny i narzędzia 6819 MJ/ha czyli 26,2%, a najmniejszą wartość energochłonności skumulowanej uzyskano w przypadku pracy ludzkiej, gdzie jej wartość wyniosła 337 MJ/ha (1,3%). W grupie materiałów (nawozy, środki ochrony i nasiona), największą pozycję stanowiły nawozy, które w roku 2001 r. wyniosły 83,13%, w 2002 84,03%, a w roku 2003 83,73% całkowitej energochłonności skumulowanej w materiałach, natomiast najniższą wartością charakteryzowała się energochłonność zawarta w nasionach i wyniosła ona 1,74% w roku 2001, 1,57% w roku 2002 i 1,66% w roku 2003.

Analizując natomiast energochłonność skumulowaną w odniesieniu do realizowanych zabiegów, można stwierdzić, że najwyższe energochłonność skumulowana wystąpiła w przypadku zbioru korzeni buraka cukrowego i wyniosła ona 3530 MJ/ha, co stanowi 51,9% w roku 2001, 49,4% w roku 2002 i 54,1% w roku 2003 całkowitej energochłonności realizowanych zabiegów (rys. 1). Najniższą energochłonnością skumulowaną charakteryzował się zabieg nawożenia, który w roku 2001 i 2003 wyniósł odpowiednio 198 MJ/ha, a w roku 2002 – 396 MJ/ha. Największe różnice wystąpiły w uprawie roli. Energochłonność skumulowana uprawy roli w roku 2001 wyniosła 818 MJ/ha, natomiast w roku 2002 i 2003 – 1237 MJ/ha. Spowodowane było to wysokim plonem gorczycy białej (międzyplon), który wymagał dodatkowej pracy kultywatora ścierniskowego. Stosunkowo wysokość energochłonności siewu spowodowana była wykorzystaniem dwóch siewników tj. siewnika uniwersalnego do siewu międzyplonu oraz siewnika punktowego do

siewu buraka cukrowego. Nakłady energii skumulowanej w maszynach i narzędziach w odniesieniu do realizowanych zabiegów oraz jej procentowy udział przedstawiono w tabeli 3 i na rys. 1.

Tabela 3. Energochłonność skumulowana w odniesieniu do realizowanych zabiegów
Table 3. Cumulated energy consumption in relation to operations carried out

Rok badań	Uprawa roli MJ/ha	Nawożenie MJ/ha	Siew MJ/ha	Ochrona MJ/ha	Zbiór MJ/ha
2001	818	198	814	1162	3530
2002	1237	396	814	1162	3530
2003	1237	198	814	1017	3530
Wartość średnia	1097	264	814	1114	3530



Rys. 1. Procentowy udział energochłonności skumulowanej dla wszystkich zabiegów

Fig. 1. Percentage of cumulated energy consumption for all operations

Wnioski

1. Największą wartością energochłonności skumulowanej charakteryzowały się materiały (nasiona, nawozy i środki ochrony roślin) i wahały się one od 14282 MJ/ha w roku 2001 do 15694 MJ/ha w roku 2002. Różnica między wartością maksymalną i minimalną wyniosła 1412 MJ/ha.
2. Technologia produkcji z zastosowaniem siewu w mulcz charakteryzowała się wysoką efektywnością energetyczną. Efektywność energetyczna tej technologii produkcji buraka wyniosła: 3,40 w roku 2001, 3,54 w roku 2002 i 3,63 w roku 2003.
3. Uwzględniając energochłonność skumulowaną poszczególnych zabiegów, można stwierdzić, że najwyższa energochłonność skumulowana wystąpiła przy zbiorze korzeni buraka cukrowego i wahała się od 49,4% (rok 2002) do 54,1% (w roku 2001) w stosunku do całkowitej energii skumulowanej produkcji buraka cukrowego.
4. Najmniejszą energochłonnością skumulowaną charakteryzowało się nawożenie. Wartość wahała się od 2,9% (w roku 2003) do 5,5% (w roku 2002).

Bibliografia

- Anuszewski R., Pawlak J., Wójcicki Z. 1979. Energochłonność produkcji rolniczej. Metodyka badań energochłonności produkcji surowców żywnościowych. Wydaw. IBMER Warszawa.
- Dobek T., Šařec O. 1997. Wstępna ocena jakości pracy siewników precyzyjnych i kombajnów do zbioru buraków cukrowych. Zeszyty Naukowe AR 181, Rolnictwo 68: 11-14.
- Schechter R. 2002. Siew w mulcz buraków cukrowych – dla wielu plantatorów w przyszłości bezwzględna konieczność. Burak Cukrowy, 1.
- Schulz G. 1997. Siew w mulcz – metoda uprawy buraków cukrowych przyjazna dla gleby. Burak Cukrowy, 4.
- Wójcicki Z. 2000. Wyposażenie techniczne i nakłady materiałowo energetyczne w rozwojowych gospodarstwach rolniczych. Wydaw. IBMER, Warszawa.

ENERGETIC EVALUATION OF MULCH-SOWN SUGAR BEET

Summary

The study was aimed at carrying out energetic evaluation of the production technology of mulch-sown sugar beet. The study was carried out between 2001–2003 in Zachodniopomorskie region farm, having the IIIa, IIIb and IVa bonitation class soil. Only the roots of sugar beets were harvested, and the leaves were disintegrated and spread while harvesting. The scope of study included determining the type and number of operations performed, analysis of machine and tool usage, calculation of cumulated production efficiency, recuperated energy in a form of beet roots produced, calculation of energy consumption and energetic efficiency. According to the study carried out, the materials represented the greatest value in the cumulated energy consumption structure. In all technologies assessed, high energetic efficiency was achieved, varying from 3.40 in 2001 to 3.63 in 2003.

Key words: sugar beet, mulch, energy consumption, energetic efficiency