

STRUKTURA KOSZTÓW UPRAWY TOPINAMBURU Z PRZEZNACZENIEM NA OPAŁ

Tomasz Piskier

Katedra Agrotechnologii, Politechnika Koszalińska

Streszczenie. W jednoczynnikowym doświadczeniu polowym porównywano wielkość i strukturę nakładów ekonomicznych poniesionych w produkcji topinamburu uprawianego z przeznaczeniem na opał. Przeciętne koszty produkcji (średnio dla lat 2005-2007) wyniosły $1963 \text{ zł}\cdot\text{ha}^{-1}$ ($19,1 \text{ zł}\cdot\text{GJ}^{-1}$) przy zastosowaniu nawożenia mineralnego. Zastosowanie nawożenia kompostem z osadów ściekowych powodowało zwiększenie kosztów produkcji topinamburu do $2335 \text{ zł}\cdot\text{ha}^{-1}$ ($20,1 \text{ zł}\cdot\text{GJ}^{-1}$). Uwzględniając możliwość uzyskania dodatkowych dopłat z oczyszczalni ścieków koszt produkcji topinamburu można ograniczyć do $1561 \text{ zł}\cdot\text{ha}^{-1}$ ($17,1 \text{ zł}\cdot\text{GJ}^{-1}$).

Słowa kluczowe: topinambur, technologia nawożenia, kompost z osadu ściekowego, plon, struktura kosztów, koszt produkcji jednostki energii

Wprowadzenie

Jednym z ważniejszych warunków rozwoju produkcji roślin energetycznych na gruntach ornych jest opłacalność ekonomiczna i zadowalająca efektywność energetyczna ich produkcji [Kamionka, Kaliński 2009; Rosenqvist 2008]. Określenie kosztów produkcji roślin a szczególnie kosztów mechanizacji stanowi dobry miernik oceny stosowanej technologii [Kokoszka, Tabor 2006]. Umożliwia to porównanie i wybór najbardziej opłacalnej technologii. W produkcji roślin energetycznych znaczące koszty ponoszone są na założenie plantacji [Kwaśniewski 2008] a dominują wśród nich koszty mechanizacji [Szcukowski i in. 2004]. Koszty te nie powinny obciążać pierwszego roku produkcji, ale należy je uwzględnić dla wszystkich lat użytkowania plantacji. W kosztach produkcji roślinnej największe sumaryczne koszty ponoszone są na eksploatację maszyn i narzędzi, natomiast najkosztowniejszym zabiegiem agrotechnicznym jest zbiór roślin [Dobek 2006].

Cel badań

Celem przeprowadzonych badań było określenie wielkości i struktury kosztów różnych technologii nawożenia topinamburu, uprawianego na cele energetyczne.

Metodyka i warunki badań

Doświadczenie polowe przeprowadzono w latach 2005-2007 w Rzepkowie (pow. korszaliński), na glebie średniozwięzłej o składzie granulometrycznym piasku gliniastego mocnego, klasy bonitacyjnej IVa. Gleba ta charakteryzowała się średnią zawartością potasu, niską fosforu, pH w 1n KCl wynosiło 6,0. Wybrana do badań działka pola, na której zlokalizowano wszystkie porównywane kombinacje, charakteryzowała się wyrównanymi właściwościami glebowymi na całej powierzchni (typ i gatunek gleby). Miąższość warstwy ornej, jej zasobność w składniki pokarmowe oraz próchnicę była taka sama na całej powierzchni. Pole było poziome, znacznie oddalone od roślinności wysokiej, o wyrównanych warunkach środowiskowych. Topinambur odmiany Albik uprawiano w stanowisku po ośmioletnim odłogu. Wiosną wykonano orkę średnią (20 cm głębokości), następnie nawożenie (wg układu doświadczenia), gryzowanie i sadzenie bulw w rozstawie 40/75 cm.

W fazie początku intensywnego wzrostu (ok. 50 cm), zastosowano odchwaszczenie mechaniczne. W latach 2006 i 2007 przed wschodami roślin wykonano nawożenie wg schematu doświadczenia. Nawozy wymieszano z glebą zmodyfikowanym pielnikiem, wykonując jednocześnie odchwaszczanie i rzędowanie roślin. Kolejne rzędowanie wykonywano, gdy topinambur osiągał wysokość 20-30 cm, stosując pielnik wzdłuż rzędów. W maju roku 2006 wykonano ochronę chemiczną plantacji opryskując ją Topsinem M w celu likwidacji ognisk występującej zgnilizny twardzikowej.

Zbiór dokonywano silosokombajnem po przemarznięciu łodyg.

Jednoczynnikowe doświadczenie polowe założono w czterech powtórzeniach, w układzie losowanych bloków. Powierzchnia każdego z poletek podczas zbioru wynosiła 250 m².

W doświadczeniu badano wielkość i strukturę kosztów produkcji trzech technologii uprawy topinamburu przeznaczonego na opał, różniące się sposobami nawożenia:

1. Technologia z nawożeniem mineralnym (*nawożenie mineralne – kontrola*) równoważnym z dawką 10 t·ha⁻¹ s.m. kompostu z osadu ściekowego,
2. Technologia z nawożeniem mieszanym (*nawożenie mieszane*) 5 t·ha⁻¹ s.m. kompostu z osadu ściekowego i nawożenie mineralne równoważne z dawką 5 t·ha⁻¹ s.m. kompostu z osadu ściekowego,
3. Technologia z nawożeniem kompostem z osadu ściekowego (*nawożenie kompostem*) w ilości 10 t·ha⁻¹ s.m. kompostu z osadu ściekowego.

Jednostkowe koszty eksploatacji maszyn obliczono zgodnie z metodyką opracowaną przez IBMER [Muzalewski 2006].

Całkowite koszty stosowanych technologii wyliczono wg zależności:

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

gdzie:

- K_{tech} – koszt badanej technologii [zł·ha⁻¹],
- $\sum K_{mat}$ – suma kosztów materiałów i surowców [zł·ha⁻¹],
- $\sum K_{agr}$ – suma kosztów eksploatacji agregatów [zł·ha⁻¹],
- $\sum K_{pal}$ – suma kosztów paliwa i smarów [zł·ha⁻¹],
- $\sum K_r$ – suma kosztów pracy ludzkiej [zł·ha⁻¹].

Struktura kosztów uprawy...

W obliczeniach uwzględniono ceny materiałów i usług zestawione w tabeli 1. Kompost z osadu ściekowego pochodził z oczyszczalni ścieków w DarłóWKu, która dopłaca do jego składowania na wysypisku śmieci 0,027 zł za kg świeżej masy. Kwota ta została uwzględniona jako przychód, który pomniejszał koszt stosowania kompostu na kombinacjach z nawożeniem mieszanym i nawożeniem kompostem. Transport kompostu do gospodarstwa odbywał się na koszt oczyszczalni ścieków.

Trwałość plantacji topinamburu przyjęto na 10 lat. Koszty poniesione na założenie plantacji (uprawa gleby, sadzenie, materiał rozmnożeniowy) zostały podzielone proporcjonalnie zgodnie z przewidywanym okresem użytkowania plantacji i doliczone do kosztów użytkowania plantacji w poszczególnych latach badań.

Wartość energetyczną plonu określono przemnażając masę plonu przez jego wartość energetyczną ($15,93 \text{ MJ}\cdot\text{kg}^{-1}$). Koszt produkcji 1. GJ energii określono dzieląc całkowity koszt produkcji energii (z uwzględnieniem dopłaty do kompostu) przez wartość energetyczną plonu.

Tabela 1. Zestawienie cen materiałów i usług przyjętych do obliczeń ekonomicznych (wg danych z roku 2008)

Table 1. List of prices of materials and services adopted for economic calculations (acc. to data from 2008)

Lp.	Rodzaj materiału	Cena	
		jednostka	wartość
1	Nawozy azotowe (mocznik)	zł·kg ⁻¹	0,93
2	Nawozy potasowe (sól potasowa 52%)		0,83
3	Nawozy fosforowe (superfosfat potrójny granulowany)		0,93
4	Sadzeniaki		0,45
5	Pestycyd (Topsin M)	zł·l ⁻¹	59,0
6	Olej napędowy		3,90
7	Praca własna		8,00

Wyniki badań

Zastosowane technologie nawożenia różnicowały wyraźnie wielkość nakładów finansowych ponoszonych na ich wykonanie (tab. 2). Zastosowanie nawożenia mineralnego generowało koszt produkcji topinamburu na powierzchni 1 ha, na poziomie 1963 zł. Wprowadzenie do technologii produkcji nawożenia kompostem z osadu ściekowego, który częściowo zastąpił nawożenie mineralne spowodowało zwiększenie kosztów produkcji topinamburu o 12%. Najdroższą technologią produkcji topinamburu okazała się technologia oparta o nawożenie kompostem z osadu ściekowego, co wynikało ze zwiększonych kosztów stosowania agregatów oraz zwiększonej pracochłonności procesu nawożenia.

Koszt produkcji topinamburu na powierzchni 1 ha był większy o 19%. Podczas prowadzenia przemysłowej plantacji topinamburu należy uwzględnić możliwość pozyskania dodatkowych środków z oczyszczalni ścieków, która ponosi koszty utylizacji kompostu związane z jego składowaniem na wysypisku śmieci. Opłaty te mogą zostać przejęte przez rolników prowadzących plantacje roślin energetycznych.

Uwzględniając dopłaty do wykorzystanego kompostu (tab. 2) technologia wykorzystująca nawożenie mieszane jest tańsza od technologii opartej o nawożenie mineralne o 7%. Najtańszą technologią jest technologia wykorzystująca wyłącznie nawożenie kompostem z osadu ściekowego. Mimo zwiększonych kosztów związanych z eksploatacją agregatów oraz pracą ludzką, technologia ta jest tańsza od technologii wykorzystującej nawożenie mineralne o 20%.

Tabela 2. Wartość energetyczna plonu i koszt produkcji jednostki energii
Table 2. Topinambour production cost

Badana cecha	Rodzaj nawożenia		
	A mineralne	B mieszane	C kompost
Plon łądyg (10% wilgotności) [t·ha ⁻¹]	6,46	5,70	5,74
Poziom energetyczny uzyskanego plonu [GJ·ha ⁻¹]	102,9	90,8	91,4
Koszt produkcji [zł·ha ⁻¹]	1963	2208	2335
Dopłata do kompostu [zł·ha ⁻¹]	-	387	774
Koszt produkcji z dopłatą [zł·ha ⁻¹]	1963	1821	1561
Koszt produkcji GJ energii [zł·GJ ⁻¹] w plonie topinamburu	19,1	20,1	17,1

Najlepszym sposobem oceny ekonomicznej produkcji energii jest określenie kosztu produkcji w stosunku do jednostki energii nie zaś do jednostki powierzchni.

Koszt produkcji 1 GJ energii określony po zastosowaniu technologii wykorzystującej nawożenie mineralne wyniósł 19,1 zł. Technologia wykorzystująca nawożenie mieszane powodowała zwiększenie kosztów produkcji jednostki energii o 5%. Zastąpienie nawożenia mineralnego nawożeniem kompostem z osadu ściekowego powodowało zmniejszenie kosztów produkcji jednostki energii o 10% (tab. 2).

Analizując strukturę kosztów (tab. 3) stwierdzono, że największy udział mają koszty związane z eksploatacją agregatów. Wahają się one od 69,3% w technologii wykorzystującej nawożenie mineralne, poprzez 78,1% w technologii z nawożeniem mieszanym do 85,3% - w technologii z nawożeniem kompostem z osadu ściekowego. Zależność ta, w bezpośredni sposób jest związana z koniecznością stosowania 5 lub 10 t sm. kompostu z osadu ściekowego na ha, co przy zastosowaniu go w postaci świeżej wymuszało transport, załadunek i roztrzaskanie około 35 t materiału (dawka 10 t sm·ha⁻¹).

Niezależnie od zastosowanej technologii produkcji, koszt pracy ludzkiej wynosił około 11% kosztów całkowitych. Wyraźne różnice natomiast wystąpiły w wielkości nakładów ponoszonych w formie materiałów. Materiały zastosowane w technologii wykorzystującej nawożenie mineralne stanowiły 20,2% kosztów produkcji, w technologii wykorzystującej nawożenie mieszane 10,5%, natomiast w technologii opartej o nawożenie kompostem zaledwie 2,9%.

Porównując analizowane technologie z punktu wielkości nakładów poniesionych w formie kosztów eksploatacji agregatów, za najdroższą należy uznać technologię wykorzystującą nawożenie kompostem z osadu ściekowego. Koszt eksploatacji agregatów był w niej większy o 47% od analogicznego kosztu poniesionego w technologii nawożenia mineralnego. Zastosowanie nawożenia mieszanego powodowało zwiększenie kosztów

Struktura kosztów uprawy...

poniesionych na zastosowane agregaty o 27% - w porównaniu do nawożenia mineralnego. Największe różnice wystąpiły w kosztach zastosowanych materiałów. Jako koszty materiałów, w technologii wykorzystującej nawożenie kompostem z osadu ściekowego, uwzględniono koszt bulw topinamburu (koszt bulw rozliczony na czas trwania plantacji), oraz koszt fungicydu zastosowanego do zwalczania zgnilizny twardzikowej. Łączny koszt materiałów wyniósł w tej technologii 67 zł (średnio dla trzech lat badań) i był o 83% mniejszy niż koszty materiałów wyliczone na obiektach z nawożeniem mineralnym. Technologia, w której zastosowano nawożenie mieszane pochłaniała mniejsze koszty materiałów od kosztów stwierdzonych na obiektach nawożonych mineralnie o 42%.

Tabela 3. Struktura kosztów produkcji topinamburu przeznaczonego na opał
Table 3. Structure of costs of production of topinambour to be used for fuel

Wyszczególnienie	Rodzaj nawożenia					
	A – mineralne		B – mieszane		C – kompost	
	zł·ha ⁻¹	%	zł·ha ⁻¹	%	zł·ha ⁻¹	%
Eksploatacja agregatów	1359	69,3	1724	78,1	1992	85,3
Robocizna	207	10,5	252	11,4	276	11,8
Materiały	397	20,2	232	10,5	67	2,9
Koszt produkcji	1963	100	2208	100	2335	100

Zastąpienie nawożenia mineralnego technologią, w której zastosowano nawożenie kompostem z osadu ściekowego charakteryzowało się zwiększoną pracochłonnością. Koszt pracy ludzkiej był w tym przypadku większy o 33% (tab. 3). Stosując technologię z nawożeniem mieszanym, należy się liczyć ze zwiększeniem kosztów pracy ludzkiej o 22% - w porównaniu do kosztów pracy ludzkiej przy zastosowaniu technologii z nawożeniem mineralnym. Ponadto wymienione technologie charakteryzowały się wysokim wzrostem zaangażowania środków technicznych, odpowiednio o 46% oraz 27%.

Wnioski

1. Zastąpienie nawożenia mineralnego nawożeniem kompostem z osadu ściekowego powoduje zwiększenie kosztów produkcji topinamburu przeznaczonego na opał o 19% (w odniesieniu do jednostki powierzchni). Częściowe zastąpienie nawożenia mineralnego nawożeniem kompostem z osadu ściekowego zwiększa koszt produkcji topinamburu o 12% (w odniesieniu do jednostki powierzchni).
2. Uzyskanie dopłat do zastosowania kompostu w nawożeniu topinamburu, decyduje o wzroście opłacalności jego produkcji w porównaniu do nawożenia mineralnego.
3. Koszt produkcji jednostki energii jest najkorzystniejszy przy zastosowaniu nawożenia kompostem z osadu ściekowego, pod warunkiem uzyskania dopłaty do jego zastosowania i wynosi 17,1 zł·GJ⁻¹.
4. Niezależnie od stosowanej technologii produkcji topinamburu, największe koszty są generowane przez eksploatację agregatów.

Bibliografia

- Dobek T.** 2006. Efektywność ekonomiczna produkcji ziemniaków jadalnych w wybranych gospodarstwach. *Inżynieria Rolnicza* Nr 2(77). s. 247-254.
- Kamionka J., Kaliński S.** 2009. Nakłady na założenie plantacji wierzby energetycznej. *Problemy Inżynierii Rolniczej* 2(64). s. 147-152.
- Kokoszka S., Tabor S.** 2006. Postęp technologiczny a koszty transportu płodów rolnych. *Inżynieria Rolnicza* Nr 11(86). s. 177-183.
- Kwaśniewski D.** 2008. Efektywność mechanizacji uprawy na plantacjach wierzby energetycznej. *Inżynieria Rolnicza* 2(100). s. 171-177.
- Muzalewski A.** 2006. Koszty eksploatacji maszyn. *Biuletyn Instytutu Budownictwa, Mechanizacji i Elektryfikacji Rolnictwa*. Nr 21. ISBN 978-83-806-31-4.
- Rosenqvist H.** 2008. *Ekonomika działań na plantacjach szybkoorosnących upraw energetycznych. Przewodnik do efektywnej produkcji biomasy po bezpiecznym wykorzystaniu ścieków i osadów ściekowych SITR*, Warszawa, s. 51-60.
- Szczukowski S., Tworkowski J., Stołarski M.** 2004. *Wierzba energetyczna*. Wyd. Plantpress. Sp. z o.o. Kraków. ISBN 83-85982-86-8.

ECONOMIC ANALYSIS OF THE CULTIVATION OF TOPINAMBOUR TO BE USED FOR FUEL

Abstract. In a single-factor field experiment, the quantity and structure of economic expenditure spent in the production of topinambour cultivated for use as a fuel were compared. Average costs of production (on average for years 2005-2007) amounted to 1,963 PLN ha⁻¹ with the use of mineral fertilization. The use of fertilization with compost from sludge resulted in an increase of topinambour production costs to 2,335 PLN·ha⁻¹. In consideration of the possibility to obtain additional external funding from the sewage treatment plant, the topinambour production cost can be reduced to 1,561 PLN·ha⁻¹. The quantity of obtained yield expressed in energy units and the quantity of costs helped to determine costs of energy unit production. The use of mineral fertilization generated the cost of energy unit production in the amount of 19.1 PLN·GJ⁻¹, the use of mixed fertilization (mineral fertilizers and compost from sludge) – 20.1 PLN·GJ⁻¹, whereas the replacement of mineral fertilization with sludge compost fertilization helped to reduce the cost of energy unit production to 17.1 PLN·GJ⁻¹.

Key words: topinambour, technology of fertilizers, compost from sludge, yield, economic efficiency

Adres do korespondencji:

Tomasz Piskier; e-mail: piskier@poczta.onet.pl
Katedra Agrotechnologii
Politechnika Koszalińska
ul. Raławicka 15-17
75-526 Koszalin