

*Sławomir Kurpaska, Sylwester Tabor*  
*Katedra Inżynierii Rolniczej i Informatyki*  
*Akademia Rolnicza w Krakowie*

## **ENERGOCHŁONNOŚĆ POŁOWEJ PRODUKCJI NIEKTÓRYCH WARZYW KORZENIOWYCH**

### **Streszczenie**

W pracy przedstawiono wyniki badań w których analizowano nakłady ponieszone na połowę produkcję warzyw. Nakłady te podzielono na: pochodzące z nośników energii, surowców i materiałów, robocizny oraz zawartą w maszynach i urządzeniach. Badania przeprowadzono w warunkach rzeczywistych, zaś analizowanymi warzywami były: pietruszka, marchew i buraki ćwikłowe. Na podstawie przeprowadzonej analizy sformułowano wnioski dotyczące praktyki warzywniczej.

**Słowa kluczowe:** warzywa korzeniowe, uprawa płaska, redliny, nakłady

### **Wstęp**

W działalności gospodarczej niezmiernie ważnym zagadnieniem są sumaryczne nakłady poniesione w procesie produkcyjnym. Istotnym czynnikiem mającym wpływ na efektywność produkcji są nakłady materiałowe i energetyczne [Kowalski i in. 2002]. W połowej produkcji warzyw korzeniowych, np.: cykoria sałatowa, marchew, pietruszka, buraki ćwikłowe, coraz częściej producenci zaczynają stosować uprawę na redlinach. Poprzez minimalizację ugniecenia powierzchni redliny metoda ta ułatwia wymianę gazową w strefie korzeniowej uprawianych warzyw oraz zapobiega powstawaniu brył (niekorzystnych na etapie zmechanizowanego zbioru). Istnieją przesłanki, że łatwiejszy dostęp powietrza zapewnia optymalny przebieg procesów plonotwórczych i tym samym wzmożona zostaje aktywność mikroorganizmów glebowych. Jednak aktywność ta prowadzi do zakwaszenia środowiska glebowego oraz przekształcenie składników pokarmowych zawartych w glebie w formy nieprzyswajalne dla rośliny [Gliński i Stępniewski 1984]. Jak wykazały badania [Babik i in. 1998; Dobrzański i Anyszka 1998] stosowanie tej metody uprawy prowadzi do polepszenia jakości i ilości zbieranego plonu.

O wprowadzaniu nowych technologii uprawy winny decydować nie tylko efekty plonu ale również należy brać pod uwagę ponoszone nakłady, które decydują o energo i materiałochłonności produkcji. W metodzie uprawy warzyw na redlinach, oprócz standardowych narzędzi i maszyn rolniczych do wykonania redliny konieczne jest zastosowanie maszyny specjalistycznej, która przede wszystkim wpływa na poziom nakładów energetycznych. Według badań Kowalczyka [2001] w polowej produkcji warzyw korzeniowych nakłady energetyczne (związane z realizacją procesu produkcyjnego) mieszczą się w zakresie od ok. 9000 (dla pietruszki) do ponad 16 000 kWh/ha (dla cebuli). Tak duże zróżnicowanie jest konsekwencją nie tylko różnej technologii uprawy, ale również wyposażenia technicznego wykorzystanego w procesie produkcji. Dlatego wprowadzenie odmiennych, w stosunku do standardowych, technologii uprawy warzyw winno być poprzedzone rzetelnym rachunkiem zysków i strat, a w konsekwencji odpowiedzieć na pytanie: czy wprowadzenie modyfikacji w procesie produkcji jest uzasadnione? Jednocześnie należy dodać, że zmiana metod uprawy, a tym samym zmiana intensywności i rodzaju zmechanizowanych prac wywołują zmiany jakościowo-ilościowe uprawianych roślin o skutkach trudnych a priori do ustalenia.

Z uwagi na powyższe, za cel pracy przyjęto analizę nakładów energetycznych (związanych ze środkami technicznymi, specjalistycznymi maszynami i urządzeniami) poniesionych na polową produkcję warzyw w uprawie redlinowej i płaskiej (pietruszka, marchew, buraki ćwikłowe). Realizacja pracy ma więc zarówno aspekt poznawczy, jak i aplikacyjny.

### **Materiał i metoda**

Badania przeprowadzono w warunkach rzeczywistych (bez sztucznego nawadniania plantacji) na poletkach w których wyodrębniono zagony o powierzchni 20 ar. Na każdym zagonie wykonano siew warzyw (pietruszka, marchew, buraki ćwikłowe) w uprawie płaskiej i na redlinach. Redliny (w kształcie trapeza o podstawie ok. 30, wysokości 20 oraz szerokości w części górnej równej ok. 20 cm) formowano przy wykorzystaniu maszyny własnej konstrukcji. W trakcie uprawy wykonywano zabiegi zgodne z powszechną agrotechniką [Skąpski i Dąbrowska 1994]. Podczas wykonywanych zabiegów (przygotowanie gleby, siew, oprysk przeciwko chwastom, owadom i grzybom, zmechanizowany zbiór, transport zebranych plonów) monitorowano następujące nakłady:

- dawkę wysianych nawozów,
- masę wysianych nasion,
- nakłady robocizny,
- zużycie paliwa w procesie produkcji,
- ilość środków ochrony roślin,
- wielkość zebranego plonu.

Jednoczynnikowe doświadczenie polowe, na wybranych poletkach, założono metodą kompletnie zrandomizowaną, zaś układ doświadczeń polegał na losowym rozmieszczeniu obiektów. Wielkość poletka, metodykę pobierania plonu do oznaczenia jego wielkości wyznaczono zgodnie z obowiązującą metodyką [Rudnicki 1991]. Do pełnej analizy (ilość oraz jakość plonu) wykorzystano statystyczną metodę reprezentacyjną w której w losowaniu poletek doświadczalnych posłużono się tablicami liczb losowych.

Poszczególne składowe nakładów pracy żywej, nośników energii oraz pozostałe składniki nakładów ponoszonych w procesie produkcji wyliczono z następujących zależności [Wójcicki 1981]:

- nakłady pochodzące z nośników energii:

$$E_{icg}, E_{im} = m_p \frac{W_p}{p} t_{icg} \quad (1)$$

- nakłady stanowiące ekwiwalent pracy żywej:

$$E_{os} = l_{os} \frac{W_{os}}{p} t_{os} \quad (2)$$

- nakłady zawarte w materiałach i surowcach:

$$E_{sur} = m_{sur,i} \sum_{i=1}^n \frac{W_{sur,i}}{p} \quad (3)$$

- nakłady związane z energochłonnością inwestycyjną ciągnika, maszyn i urządzeń:

$$E_{i,m} = \frac{m_m \cdot W_m}{p \cdot t_m \cdot t_p} \quad (4)$$

- nakłady związane z naprawami

$$E_n = \frac{W_n \cdot k_n}{p} \quad (5)$$

- nakłady inwestycyjne budynków i wiat

$$E_{b,w} = \frac{F_{b,w} \cdot W_{b,w} \cdot t_{b,w}}{p} \quad (6)$$

gdzie:  $m_p$  – masa paliwa zużyta do napędu ciągnika i maszyny, kg/godz,  
 $W_p$  – wskaźnik energochłonności skumulowanej dla paliwa, MJ/kg,

- $p$  – zebrany plon, t,  
 $t_{icg}$  – czas pracy ciągnika, godz,  
 $l_{os}$  – liczba pracowników,  
 $W_{os}$  – wskaźnik energochłonności dla pracownika, MJ/godz/osobę,  
 $t_{os}$  – czas pracy, godz,  
 $m_{sur,i}$  – masa zużytych surowców, kg,  
 $W_{sur,i}$  – wskaźnik energochłonności i-tego surowca MJ/kg,  
 $n$  – liczba surowców,  
 $m_m$  – masa maszyny, urządzenia, kg,  
 $W_m$  – wskaźnik energochłonności dla maszyny, urządzenia, ciągnika, MJ/kg/godz,  
 $t_m$  – czas pracy, godz/rok,  
 $t_p$  – liczba lat użytkowania, lata,  
 $W_n$  – wskaźnik energochłonności związany z naprawami, MJ/kg,  
 $k_n$  – skumulowany współczynnik napraw, 1/kg,  
 $F_{b,w}$  – powierzchnia budynku, wiaty, m<sup>2</sup>,  
 $W_{b,w}$  – skumulowany wskaźnik energochłonności budynku lub wiaty, MJ/m<sup>2</sup>/rok,  
 $t_{b,w}$  – okres użytkowania wiaty, garażu, lata.

Całkowitą energochłonność produkcji obliczono jako sumę poszczególnych strumieni cząstkowych.

## Wyniki i dyskusja

Badania przeprowadzono na glebie typu czarnoziem. W tabeli 1 przedstawiono plony uprawianych warzyw w obydwu rozpatrywanych metodach.

*Tabela 1. Masa plonu badanych warzyw dla różnych metod uprawy*  
*Table 1. Crop weight of analyzed vegetables for different cultivation methods*

Wyszczególnienie	Masa zebranego plonu, dt/ha		
	Marchew	Buraki ćwikłowe	Pietruszka
Metoda na płask	503	572	245
Uprawa na redlinach	562	550	282

Plonowanie marchwi i pietruszki w uprawie na redlinach jest wyższe niż w uprawie płaskiej, a względna (względem uprawy płaskiej) różnica w plonowaniu mieści się od 11,7% (marchew) do 15,1% (pietruszka). W przypadku buraków ćwikłowych zauważono odwrotną tendencję, tzn. względny plon w uprawie płaskiej był o ok. 4% wyższy niż w uprawie na redlinach.

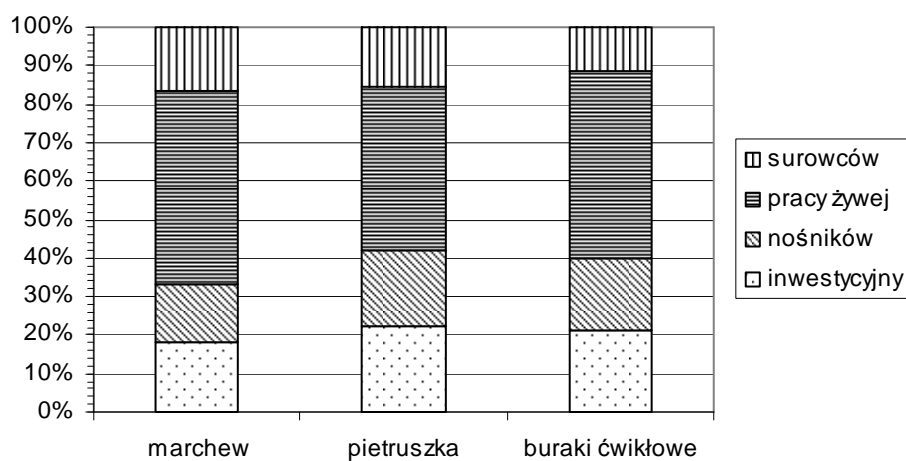
W tabeli 2 przedstawiono zestawienie poniesionych nakładów (odniesionych do jednostkowego plonu) dla analizowanych roślin oraz metod uprawy. W obliczeniach uwzględniono aktualnie obowiązujące wskaźniki (związane zarówno z pracą ludzi oraz maszyn i urządzeń a także zużytych w procesie produkcyjnym).

Tabela 2. Strumienie nakładów poniesione w procesie produkcji warzyw - MJ/dt  
Table 2. Flows of expenditures born in the process of vegetable production - MJ/dt

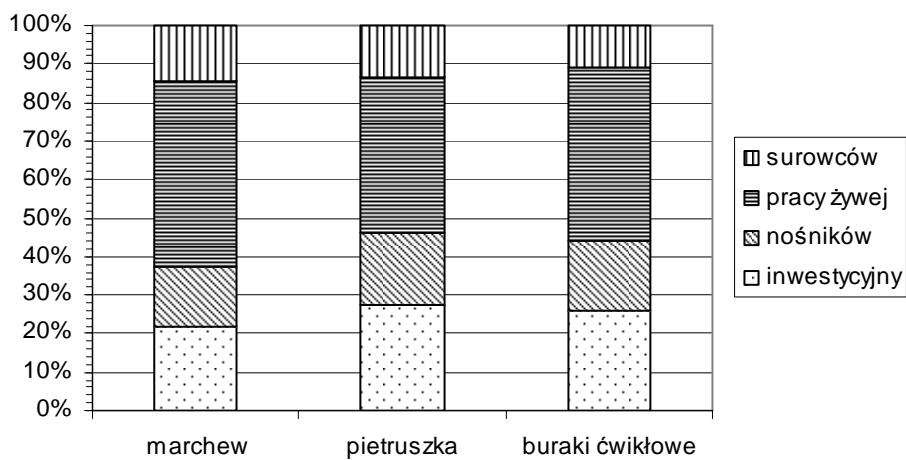
Strumień nakładów	Metoda uprawy					
	Uprawa płaska			Uprawa redlinowa		
	Marchew	Pietruszka	Burak ćw.	Marchew	Pietruszka	Burak ćw.
Inwestycyjny	1458	2304	1398	1812	2851	1833
Nośników energii	1256	2056	1208	1283	1934	1300
Pracy żywej	4082	4387	3186	4041	4226	3205
Surowców	1357	1589	738	1215	1380	767
Razem	8153	10335	6530	8350	10391	7104

Analizując zestawione wyniki można stwierdzić, że największe sumaryczne nakłady (w odniesieniu do jednostkowego plonu) poniesione zostały w procesie produkcji pietruszki, mniejsze dla marchwi, zaś najmniejsze dla buraków ćwikłowych. Zaobserwowana tendencja występuje niezależnie od metody uprawy. Porównując metody uprawy można zauważyć, że dla analizowanych roślin nakłady ponoszone w uprawie redlinowej są wyższe niż w uprawie płaskiej. Względne różnice (liczone względem metody płaskiej) między analizowanymi metodami uprawy mieszczą się w granicach od 0,5 (pietruszka) do 8,7% dla buraków ćwikłowych. Na podkreślenie zasługuje jednak fakt, że zastosowanie maszyn specjalistycznych doprowadziło do wzrostu nakładów inwestycyjnych dla wszystkich warzyw. Wzrost ten wynosił od 23,7% (pietruszka) do 31,1% (buraki ćwikłowe), przy jednoczesnym bardzo małym spadku nakładów robocizny, odnotowanym tylko w technologii uprawy marchwi (o 1,0%) i pietruszki (o 3,7%).

Na rysunkach 1 i 2 przedstawiono strukturę poszczególnych strumieni nakładów dla uprawy płaskiej (rys. 1) i na redlinach (rys. 2).



Rys. 1. Struktura nakładów nośników nakładów podczas uprawy płaskiej  
 Fig. 1. Structure of expenditures for carriers, expenditures born during flat cultivation



Rys. 2. Struktura nakładów nośników nakładów podczas uprawy redlinowej  
 Fig. 2. Structure of expenditures for carriers, expenditures born during ridge cultivation

Pomimo istotnych różnic w technologii uprawy, niski poziom mechanizacji produkcji warzywniczej powoduje, że największy procentowy udział w energochłonności skumulowanej ma strumień związany z pracą żywą. Jego udział w uprawie płaskiej wynosi od 42,4% (marchew) do 50,1% (pietruszka), a w uprawie redlinowej analogicznie od 40,7 do 48,4%. Pod tym względem kolejne miejsca zajmują nakłady związane ze środkami inwestycyjnymi (uprawa płaska od 17,9 do 22,3% i uprawa redlinowa od 21,7 do 27,4%), a następnie nośniki energii (uprawa płaska od 15,4 do 19,9% i uprawa redlinowa od 15,4 do 18,6%). Najmniejszy udział w strukturze nakładów energetycznych związany jest ze strumieniem surowców (uprawa płaska od 11,3 do 16,6% i uprawa redlinowa od 10,8 do 14,6%).

### **Wnioski**

1. Plonowanie marchwi i pietruszki w uprawie na redlinach jest wyższe niż w uprawie płaskiej, zaś w przypadku buraków ćwikłowych zauważono odwrotną tendencję.
2. Największe sumaryczne nakłady (w odniesieniu do jednostkowego plonu) poniesione są w procesie produkcji pietruszki, mniejsze dla marchwi zaś najmniejsze dla buraków ćwikłowych.
3. Pomimo znaczących różnic w technologii uprawy, w obu metodach największy procentowy udział w ogólnej energochłonności wnosi strumień związany z pracą żywą, następnie nakłady związane ze środkami inwestycyjnymi, nośnikami energii, zaś najmniejszy to strumień surowców.

### **Bibliografia**

Babik J., Skierkowski J., Dudek J. 1998. Uprawa marchwi i cykorii sałatowej na redlinach. *Nowości warzywnicze*, 33.

Dobrzański A., Anyszka Z. 1998. Szkodliwość chwastów i możliwość ich zwalczania w uprawie marchwi. *Nowości warzywnicze*, 33.

Gliński J., Stępniewski W. 1984. Reakcja roślin na stan aeracji gleby. *Problemy agrofizyki*,. Wyd. Ossolineum.

Kowalczyk Z. 2002. Poziom intensywności produkcji a efektywność postępu naukowo-technicznego w różnych typach gospodarstw. Praca doktorska, AR, Kraków.

Kowalski J. Praca zbiorowa. 2002. Postęp naukowo-techniczny a racjonalna gospodarka energią w produkcji rolniczej. PTIR, Kraków.

Rudnicki F. Praca zbiorowa 1991. Doświadczalnictwo rolnicze. ATR Bydgoszcz.

Skąpski H., Dąbrowska B. 1994. Uprawa warzyw w polu. Wyd. SGGW, Warszawa.

Wójcicki Z. 1981. Energochłonność produkcji rolniczej. RNR. t. C-75-1.

## **ENERGY-CONSUMING RATE FOR FIELD PRODUCTION OF CERTAIN ROOT VEGETABLES**

### **Summary**

The paper presents results of the studies analyzing expenditures incurred on field production of vegetables. These expenditures were divided as follows: expenditures on energy carriers, raw products and materials, labor cost and connected with machines and equipment. The studies were performed under real conditions, and the analyzed vegetables were: parsley, carrot and sugar beet roots. Based on the performed analysis conclusions regarding vegetable practice were formulated.

**Key words:** root vegetables, flat cultivation, ridges, expenditures