

ENERGOCHŁONNOŚĆ TOWAROWEJ TECHNOLOGII PRODUKCJI STRĄKÓW FASOLI SZPARAGOWEJ

Adam Węgrzyn

Katedra Maszyn Ogrodniczych i Leśnych, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie

Streszczenie. Na energochłonność produkcji żywności składają się, między innymi, nakłady energii ponoszone na pozyskanie surowców rolniczych. Dla zakładów przetwórczych znaczną ich część stanowią warzywa gruntowe, których towarowe technologie uprawy są w dużym stopniu zmechanizowane. W pracy określono energochłonność produkcji strąków fasoli szparagowej, które są jednym z surowców do produkcji mrożonek i konserw.

Słowa kluczowe: strąki fasoli, produkcja, energochłonność, ocena

Wstęp

Warzywa mają duże znaczenie w żywieniu człowieka i zajmują ważne miejsce w produkcji rolniczej w Polsce, gdzie na skalę towarową uprawianych jest ponad 35 gatunków na powierzchni około 200 tys. hektarów. Niestety w strukturze uprawy i spożycia dominuje tylko kilka gatunków warzyw (kapusta biała, marchew, cebula i burak ćwikłowy) i pod tym względem odstajemy od większości państw UE. Natomiast warunki do rozwoju produkcji warzywniczej są w Polsce lepsze niż w wielu krajach europejskich. Gleby są mało zanieczyszczone azotem i metalami ciężkimi, a to w znacznej mierze decyduje o wysokiej wartości biologicznej warzyw [Adamicki i in. 2004].

W produkcji ogrodniczej z jednej strony istnieje presja konsumentów na nowe i coraz lepsze odmiany, a z drugiej oczekują oni ograniczenia zagrożeń dla środowiska i zmniejszenia zużycia energii [Hołownicki 2006]. Na racjonalną gospodarkę energią w produkcji rolniczej wpływa wiele czynników technicznych i technologicznych [Kowalski 2002]. Ograniczenie zużycia energii na towarową produkcję warzyw wymaga przede wszystkim znajomości struktury jej nakładów. W związku z tym podjęto w tym zakresie badania, których przedmiotem jest powszechnie już stosowana w naszym kraju zmechanizowana technologia produkcji strąków fasoli szparagowej na potrzeby przetwórstwa [Węgrzyn 2002].

Cel, materiał i metodyka badań

Głównym celem badań było określenie energochłonności zmechanizowanej technologii produkcji strąków fasoli szparagowej. Prowadzono je w warunkach agrotechnicznych, które panują w towarowych gospodarstwach uprawiających warzywa gruntowe na Lu-

belszczyźnie. Na podstawie badań terenowych stwierdzono, że średnie plony strąków wynoszą około $10 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$, plantacje fasoli szparagowej są najczęściej kilkuhektarowe, a do zbioru strąków fasoli stosowane są najczęściej kombajny jednorzędowe zaczepiane, których wydajność pozwala na zebranie strąków w optymalnej fazie dojrzałości. Gospodarstwa posiadają także własne narzędzia i maszyny do uprawy gleby, nawożenia, siewu punktowego i pielęgnacji. Norma wysiewu nasion wynosi około $50 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$, dawki nawozów mineralnych na 1 ha - 30 kg N , $75 \text{ kg P}_2\text{O}_5$ i $100 \text{ kg K}_2\text{O}$, a zużycie substancji aktywnych pestycydów $5 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$.

Badania realizowano metodą stosowaną w analizach technologii produkcji [Szeptycki 2002], według której na całkowitą energochłonność procesu składają się cztery jej strumienie: energochłonność zużytego paliwa, energochłonność pracy ludzi, energochłonność środków trwałych (ciągników i maszyn), a także energochłonność zużytych materiałów. Dane niezbędne do obliczeń nakładów energetycznych na poszczególne zabiegi w analizowanej technologii tj. moc i jednostkowe zużycie paliwa przez ciągniki (MF 235 i Ursus 4512) wydajności pracy, okresy użytkowania i wykorzystania w ciągu roku stosowanych w procesie produkcji maszyn zamieszczono w tabelach 1 i 2.

Tabela 1. Podstawowe dane techniczno-eksploatacyjne ciągników

Table 1. Basic technical and operating data for tractors

Wyszczególnienie	Jednostka miary	Marka i symbol ciągnika	
		MF 235	Ursus 4512
Moc ciągnika	[kW]	28,0	44,1
Zużycie paliwa	[g·kWh ⁻¹]	228	238
Masa ciągnika	[kg]	1890	2880
Okres amortyzacji	[rok]	20	20
Wykorzystanie w ciągu roku	[h]	650	650

Tabela 2. Podstawowe dane techniczno-eksploatacyjne maszyn i narzędzi

Table 2. Basic technical and operating data for machines and tools

Wyszczególnienie	Nazwa lub symbol maszyny	Masa maszyny [kg]	Okres użytkowania [lata]	Wykorzystanie roczne [h]
Maszyny i narzędzia do uprawy gleby	U 170	300	20	75
	U 706	330	20	50
	U 723	500	20	50
Maszyna do nawożenia	N 012	108	15	70
Maszyna do siewu	Agricola SN	600	15	35
Maszyny do ochrony i pielęgnacji	P 060	185	15	70
	P 430/1	350	15	70
Maszyna do zbioru	Magda 1	1800	12	50

Na podstawie wydajności pracy określonego agregatu i powierzchni plantacji określano czas jego pracy. Następnie obliczano ilość zużytego paliwa podczas wykonywania każdego zabiegu, uwzględniając czas pracy, moc ciągnika i jednostkowe zużycie paliwa. Olej napędowy był głównym nośnikiem energii, której nakłady obliczano na podstawie zużycia

i wartości energetycznej tego paliwa ($48 \text{ MJ}\cdot\text{kg}^{-1}$). Nakłady energii pochodzące z pracy ludzi obliczono uwzględniając liczbę osób, wydajność ich pracy oraz jednostkowy wskaźnik energochłonności pracy ludzi, którego wartość przyjęto na poziomie $50 \text{ MJ}\cdot\text{h}^{-1}$.

Na skumulowaną energochłonność pochodzącą ze środków trwałych składają się nakłady energii zawarte w ciągnikach, maszynach i narzędziach. Według literatury przedmiotu [Wójcicki 2000] wynoszą one $125 \text{ MJ}\cdot\text{kg}^{-1}$ dla ciągników oraz $100 \text{ MJ}\cdot\text{kg}^{-1}$ dla maszyn ciągnikowych. Strumień energii pochodzący ze środków trwałych przeliczano najpierw na rok, a następnie określano rzeczywisty jego udział w badanej technologii. Obliczenia prowadzono oczywiście najpierw dla poszczególnych zabiegów technologicznych, według następującego wzoru:

$$E_z = \frac{M \cdot W_e \cdot t_z}{T \cdot T_r} \quad [\text{MJ}\cdot\text{ha}^{-1}] \quad (1)$$

gdzie:

- E_z – nakłady energii pochodzącej ze środków trwałych poniesione na wykonanie danego zabiegu technologicznego [$\text{MJ}\cdot\text{ha}^{-1}$],
- M – masa ciągnika, maszyny lub narzędzia [kg],
- W_e – wskaźnik energochłonności jednostkowej ciągnika, maszyny lub narzędzia [$\text{MJ}\cdot\text{kg}^{-1}$],
- t_z – nakłady czasu pracy ciągnika, maszyny lub narzędzia na wykonanie zabiegu [$\text{h}\cdot\text{ha}^{-1}$],
- T – okres użytkowania [lata],
- T_r – roczne wykorzystanie ciągnika, maszyny lub narzędzia [h].

Strumień energochłonności związanej ze zużytymi, w analizowanej technologii produkcji, materiałami pochodził z wysianych nasion fasoli, zastosowanych środków ochrony roślin oraz nawozów mineralnych. Wartości wskaźników energochłonności skumulowanej dla stosowanych materiałów wynoszą odpowiednio: dla nasion strączkowych – $9 \text{ MJ}\cdot\text{kg}^{-1}$, substancji aktywnych pestycydów – $300 \text{ MJ}\cdot\text{kg}^{-1}$, a czystych składników nawozów mineralnych: $77 \text{ MJ} - 1 \text{ kg N}$, $15 \text{ MJ} - 1 \text{ kg P}_2\text{O}_5$ i $10 \text{ MJ} - 1 \text{ kg K}_2\text{O}$.

Wyniki badań i ich analiza

Podstawowe informacje na temat badanej towarowej technologii produkcji strąków fasoli szparagowej zamieszczono w tabeli 3. Z danych tych jednoznacznie wynika, że największe nakłady pracy w całkowicie zmechanizowanej technologii produkcji fasoli były ponoszone na kombajnowy zbiór strąków. Zarówno nakłady czasu pracy maszyn i ludzi, jak i zużycie paliwa na zbiór były od kilku do kilkunastu razy wyższe od nakładów ponoszonych na przeprowadzenie innych zabiegów składających się na cały analizowany proces produkcji.

Tabela 3. Podstawowe dane dotyczące analizowanej technologii produkcji strąków fasoli szparagowej

Table 3. Basic data concerning the analysed French bean pods production technology

Nazwa i ilość zabiegów	Symbol maszyny i ciągnika	Liczba agregatów i ludzi	Wydajność eksploatacyjna $\text{ha} \cdot \text{h}^{-1}$	Nakłady czasu pracy $\text{h} \cdot \text{ha}^{-1}$		Zużycie paliwa, $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$
				maszyn	ludzi	
Orka	U 170 + U 4512	1/1	0,5	2,0	2,0	20,9
Bronowanie	U 706 + MF 235	1/1	1,5	0,7	0,7	4,3
Nawożenie mineralne (x 2)	N 012 + MF 235	1/2	2,6	0,8	1,6	4,9
Podorywka	U 170 + U 4512	1/1	0,7	1,4	1,4	14,9
Doprawianie gleby	U 723 + U 4512	1/1	0,9	1,1	1,1	11,7
Siew nasion	SN + MF 235	1/2	0,6	1,7	3,3	10,8
Ochrona chemiczna (x 3)	P 060 + MF 235	1/1	2,2	1,4	1,4	8,7
Pielenie mechaniczne (x 2)	P430/1 + MF 235	1/2	1,0	2,0	4,0	12,8
Zbiór mechaniczny	Magda 1 + U 4512	1/3	0,08	12,5	37,5	131,2

Tabela 4. Wyniki obliczeń skumulowanej energochłonności technologii produkcji strąków fasoli szparagowej

Table 4. Calculation results for cumulated energy consumption of French bean pods production technology

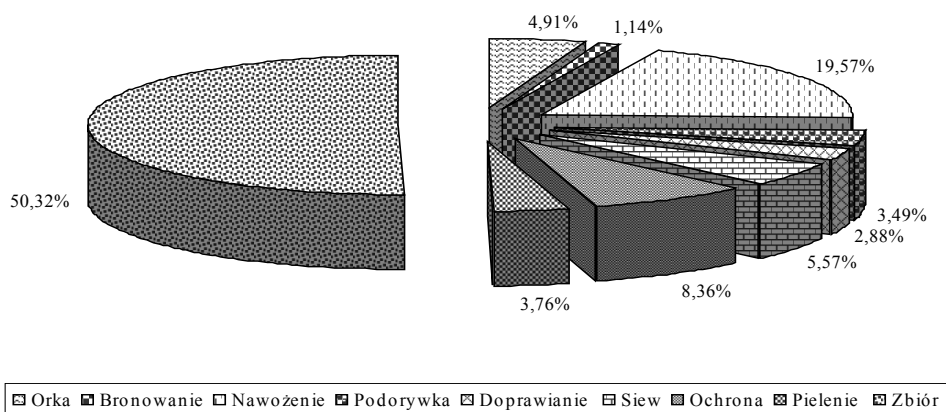
Nazwa zabiegu	Energochłonność skumulowana $[\text{MJ} \cdot \text{ha}^{-1}]$				
	zużytego paliwa	pracy ludzi	środków trwałych	zużytych materiałów	całkowita
Orka	1003,2	100,0	95,0	-	1198,2
Bronowanie	206,4	35,0	35,8	-	277,2
Nawożenie mineralne	235,2	80,0	22,7	4435,0	4772,9
Podorywka	715,2	70,0	66,8	-	852,0
Doprawianie	561,6	55,0	85,5	-	702,1
Siew nasion	518,4	165,0	225,2	450,0	1358,6
Ochrona chemiczna	417,6	70,0	50,1	1500,0	2037,7
Pielenie mechaniczne	614,4	200,0	102,9	-	917,3
Zbiór mechaniczny	6297,6	1875,0	4096,2	-	12268,8
Razem	10569,6	2650,0	4780,2	6385,0	24384,8

Źródło: obliczenia własne autora

Wyniki obliczeń nakładów energii ponoszonych w poszczególnych zabiegach oraz całkowitą energochłonność analizowanej technologii w odniesieniu do 1 ha plantacji zamieszczono w tabeli 4. Z uzyskanych danych wynika, że najbardziej energochłonny okazał się kombajnowy zbiór strąków fasoli, który pochłaniał $12268,8 \text{ MJ}\cdot\text{ha}^{-1}$. Przy czym ponad 51% tych nakładów stanowiła energia zawarta w paliwie zużyty przez ciągnik ($6297,6 \text{ MJ}\cdot\text{ha}^{-1}$), który współpracował z zaczepianym kombajnem jednorzędowym - stosowanym najczęściej w naszym kraju do zbioru strąków fasoli.

W całym procesie produkcji realizacja zbioru mechanicznego wymagała także najwyższych nakładów energii pochodzących z pracy ludzi i środków trwałych. Mniej energochłonne, ze wszystkich wykonywanych zabiegów, okazało się zarówno nawożenie mineralne ($4772,9 \text{ MJ}\cdot\text{ha}^{-1}$), ochrona chemiczna ($2037,7 \text{ MJ}\cdot\text{ha}^{-1}$), siew nasion ($1358,6 \text{ MJ}\cdot\text{ha}^{-1}$), jak i orka ($1198,2 \text{ MJ}\cdot\text{ha}^{-1}$). Całkowite nakłady materiałowo-energetyczne na analizowaną technologię produkcji wyniosły $24384,8 \text{ MJ}\cdot\text{ha}^{-1}$. Zakładając, że przeciętne plony fasoli szparagowej wynoszą $10 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ to wyprodukowanie 1 tony strąków wymaga zużycia ponad 2,4 GJ energii.

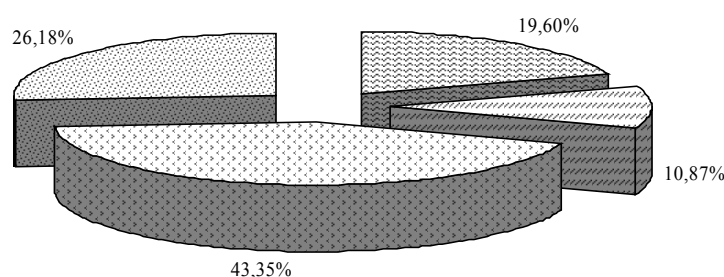
Z analizy danych przedstawionych na rysunkach 1 i 2 wynika, że ponad 50% całkowitej skumulowanej energochłonności badanej towarowej technologii produkcji fasoli szparagowej pochłaniał mechaniczny zbiór strąków. Zdecydowanie mniejszy udział miały nakłady energii ponoszone na przeprowadzenie nawożenia mineralnego (ponad 19%) i ochrony chemicznej (ponad 8%), co wynikało głównie z wysokiej energochłonności zużytych w tych zabiegach nawozów mineralnych ($4435 \text{ MJ}\cdot\text{ha}^{-1}$) i pestycydów ($1500 \text{ MJ}\cdot\text{ha}^{-1}$). Udziały energochłonności pozostałych zabiegów technologicznych mieściły się w zakresie od 1,14 do 5,57%.



Rys. 1. Udziały poszczególnych zabiegów w całkowitej skumulowanej energochłonności produkcji strąków fasoli

Fig. 1. Shares of individual treatments in total cumulated energy consumption of bean pods production

Największą część (43,35%) całkowitej energochłonności produkcji (rys. 2) stanowiła energia zużytego paliwa, która wyniosła $10569,6 \text{ MJ}\cdot\text{ha}^{-1}$ oraz zużytych materiałów 26,18% ($6385,0 \text{ MJ}\cdot\text{ha}^{-1}$, w tym ponad 69% udziału miały nawozy mineralne). Użytkowanie maszyn oraz ciągników pochłonęło 19,6% zużytej energii, a praca ludzi stanowiła prawie 11%.



	Energochłonność użytkowania ciągników i maszyn		Energochłonność pracy ludzi
	Energochłonność zużytego paliwa		Energochłonność zużytych materiałów

Rys. 2. Struktura skumulowanej energochłonności produkcji strąków fasoli szparagowej

Fig. 2. The structure of cumulated energy consumption of French bean pods production

Uzyskane wyniki badań odzwierciedlają panujące w naszym kraju uwarunkowania polowej produkcji warzyw na potrzeby przetwórstwa, których cechą zasadniczą jest dominujący w jej strukturze udział stosunkowo małych plantacji - najwyżej kilkuhektarowych. Taka struktura upraw warzyw gruntowych ogranicza możliwości efektywnego wykorzystania drogich specjalistycznych maszyn do zbioru warzyw i powoduje, że plantatorzy wykorzystują głównie zaczepiane kombajny jednorzędowe, co w bardzo dużym stopniu wpływa na wysoką energochłonność stosownych technologii produkcji warzyw gruntowych.

Wnioski

1. Całkowita skumulowana energochłonność analizowanej towarowej technologii produkcji strąków fasoli szparagowej wyniosła $24384,8 \text{ MJ}\cdot\text{ha}^{-1}$, a najbardziej energochłonnym zabiegiem okazał się kombajnowy zbiór strąków, który pochłaniał $12268,8 \text{ MJ}\cdot\text{ha}^{-1}$.
2. Największy udział w energochłonności produkcji miała energia zawarta w jej nośnikach (ponad 43%) oraz zużytych materiałach (26,18%), a najmniejszy - energochłonność pracy ludzi (10,87%).
3. Racjonalne użytkowanie jednorzędowych maszyn do zbioru strąków tylko częściowo ogranicza energochłonność produkcji fasoli szparagowej. Większe efekty w tym zakresie powinno zapewnić zastosowanie bardziej wydajnych kombajnów wielorzędowych.

Bibliografia

- Adamicki F., Babik I., Babik J.** 2004. Aktualny stan, perspektywy i kierunki rozwoju warzywnictwa polskiego po wejściu do Unii Europejskiej. Materiały z II Kongresu Rolnictwa Polskiego. Poznań. s. 275-285.
- Holownicki R.** 2006. Miejsce agroinżynierii w rozwoju produkcji ogrodnictwa w Polsce. Inżynieria Rolnicza. Nr 11(86). s. 135-146.
- Kowalski J.** (red) 2002. Postęp naukowo-techniczny a racjonalna gospodarka energią w produkcji rolniczej. PTIR. Kraków. ISBN 83-905219-9-7.
- Szeptycki A.** 2002. Efektywność postępu technicznego w technologiach towarowej produkcji ziemniaków. Rozprawa habilitacyjna. Inżynieria Rolnicza. Nr 1 (34). s. 62-70.
- Węgrzyn A.** 2002. Nowoczesne metody i maszyny w produkcji warzyw. Przegląd Techniki Rolniczej i Leśnej. Nr 2. s. 8-11.
- Wójcicki Z.** 2000. Wyposażenie techniczne i nakłady materiałowo-energetyczne w rozwojowych gospodarstwach rolniczych. IBMER. Warszawa. s. 130-131.

ENERGY CONSUMPTION OF COMMERCIAL PRODUCTION TECHNOLOGY FOR FRENCH BEAN PODS

Abstract. Among other things, food production energy consumption consists of energy expenditures incurred for acquiring farm materials. In case of processing plants, vegetables growing in soil constitute their considerable part, where commercial cultivation technologies are to a large extent mechanised. Completed research allowed to determine the energy consumption of French bean pods production. These pods are one of the raw materials used in frozen food and canned food production.

Key words: bean pods, production, energy consumption, assessment

Adres do korespondencji:

Adam Węgrzyn; e-mail: Adam.wegrzyn@up.lublin.pl
Katedra Maszyn Ogrodniczych i Leśnych
Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie
ul. Poniatowskiego 1
20-060 Lublin