

## **ENERGOCHŁONNOŚĆ SKUMULOWANA W PRODUKCJI WYBRANYCH ROŚLIN UPRAWIANYCH W BESKIDZIE ŻYWIECKIM**

Elżbieta Budyn

*Katedra Inżynierii Rolniczej i Informatyki, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie*

Paweł Kiełbasa

*Katedra Eksploatacji Maszyn, Ergonomii i Podstaw Rolnictwa, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie*

**Streszczenie.** Celem badań była analiza energochłonności skumulowanej w produkcji pszenicy i ziemniaków. Badania obejmowały 20 gospodarstw. Określono energię w strumieniach bezpośrednich nośników (olej napędowy, energia elektryczna), surowców i materiałów, pracy żywej i nakładów inwestycyjnych. Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, że istotnym czynnikiem mającym wpływ na nakłady energii skumulowanej w ziarnie pszenicy i plonie ziemniaków ma strumień surowców. Ponadto zaobserwowano, że energochłonność skumulowana w plonach z 1 ha badanych roślin w przeliczeniu na JZ, jest prawie dwukrotnie wyższa w bulwach ziemniaków w stosunku do ziarna pszenicy.

**Słowa kluczowe:** energia skumulowana, ziemniaki, pszenica

### **Wstęp**

Produkcja rolnicza powinna być zorientowana na produkcję taną, o wysokiej jakości wytworzonego produktu. W nowoczesnym rolnictwie stałe obniżanie nakładów na produkcję jest podstawowym warunkiem utrzymania jego opłacalności. Jedną z metod badawczych opłacalności produkcji rolniczej jest metoda energochłonności skumulowanej [Wójcicki 2000].

Energią zużywaną na wytworzenie określonego produktu w całym ciągu wszystkich procesów – związanych bezpośrednio i pośrednio z tym wytwarzaniem – zaczęto się szerzej interesować dopiero w latach siedemdziesiątych. Było to spowodowane zarysowującym się kryzysem energetycznym i wzrostem cen na nośniki energii, zwłaszcza na ropę. Najliczniejsze badania prowadzono w Anglii i USA. Energochłonność skumulowana (nakłady energetyczne) jest to zużycie energii na wytworzenie rozpatrywanego wyrobu lub usługi [Bibrowski 1983].

### **Cel, przedmiot i metodyka badań**

Celem badań była analiza energochłonności skumulowanej w produkcji pszenicy i ziemniaków w wybranych gospodarstwach rolnych Beskidu Żywieckiego. Badania obejmowały 20 gospodarstw o średniej powierzchni użytków rolniczych 3,87 ha. Każde z ba-

danych gospodarstw posiadało park maszynowy wyposażony w ciągnik i podstawowe narzędzia i maszyny rolnicze.

Badania prowadzono metodą wywiadu kierowanego. Czas pracy maszyn określono na podstawie kart technologicznych, zaś wybrane dane dotyczące rodzaju czynności zmierzono lub oszacowano w wielkości nakładów rzeczywistych wyrażonych w roboczogodzinach, maszynogodzinach, ciągnikogodzinach i kilogramach masy maszyn. Następnie przeliczono nakłady rzeczywiste na jednostkowe. Wyliczono wartości średnie i przyporządkowano jednostki energochłonności skumulowanej w odpowiednich strumieniach.

Energochłonność skumulowaną w ziarnie pszenicy, słomie i bulwach ziemniaków wyprodukowanych na pow. 1 ha wyliczono ze wzoru:

$$E_s = \sum Cn_i + \sum E_{sur_i} + \sum E_{z_i} + \sum E_{i_i}$$

gdzie:

- $E_s$  – Energochłonność skumulowana w ziarnie, słomie i bulwach [ $\text{MJ}\cdot\text{ha}^{-1}$ ],
- $Cn_i$  – strumień danych wejściowych dotyczących bezpośrednich nośników energii (olej napędowy, energia elektryczna) [ $\text{MJ}\cdot\text{ha}^{-1}$ ],
- $E_{sur_i}$  – strumień danych wejściowych dotyczących surowców i materiałów (nawozy mineralne, środki ochrony) [ $\text{MJ}\cdot\text{ha}^{-1}$ ],
- $E_{z_i}$  – strumień dotyczący pracy żywej (praca ludzi) [ $\text{MJ}\cdot\text{ha}^{-1}$ ],
- $E_{i_i}$  – strumień danych związanych z grupą nakładów inwestycyjnych (ciągniki i maszyny, budynki) [ $\text{MJ}\cdot\text{ha}^{-1}$ ].

Do wyliczeń energochłonności skumulowanej przyjęto za Pawlakiem [1989] wartości przedstawione w tab. 1.

Tabela 1. Wybrane jednostki energochłonności skumulowanej w produkcji rolniczej  
Table 1. Selected units of cumulated energy consumption in agricultural production

Grupa środków produkcji	Rodzaj środków produkcji	Jednostka odniesienia wskaźnika	Wskaźnik energochłonności skumulowanej [MJ]
Bezpośrednie nośniki energii	olej napędowy	1 kg	48
	energia elektryczna	1 kWh	11
Materiał i surowce	nawozy mineralne	1 kg	55
	środki ochrony (sub. aktywna)	1 kg	300
Środki Inwestycyjne	maszyny i ciągniki	$1 \text{ kg}\cdot\text{rok}^{-1}$	110
	budynki	$1 \text{ m}^2\cdot\text{rok}^{-1}$	100
	wiaty	$1 \text{ m}^2\cdot\text{rok}^{-1}$	25
Praca	ludzie	1 rbh	42

## Wyniki badań

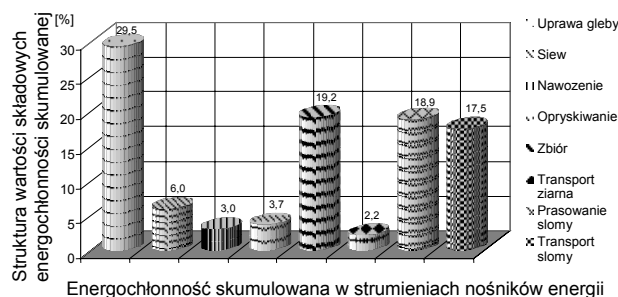
Analiza strumienia energii w odniesieniu do zużycia oleju napędowego w uprawie pszenicy ozimej (tab. 2, rys. 1.) wykazała wysokie wartości przy czynnościach orki (705,1 MJ·ha<sup>-1</sup>), zbioru (703,2 MJ·ha<sup>-1</sup>) i prasowania słomy (691,2 MJ). Należy podkreślić, że zużycie oleju napędowego na czynności uprawy podstawowej roli stanowiło 29,5% energii skumulowanej w rozpatrywanym strumieniu.

Tabela 2. Energochłonność skumulowana w produkcji pszenicy w strumieniach nośników energii (olej napędowy) i pracy żywej

Table 2. Cumulated energy consumption in wheat production in streams of energy carriers (diesel oil) and labour

Czynność	Strumień			
	energii		pracy żywej	
	[kg·ha <sup>-1</sup> ]	[MJ·ha <sup>-1</sup> ]	[rbh·ha <sup>-1</sup> ]	[MJ·ha <sup>-1</sup> ]
Orka	14,7	705	2,5	106
Kultywatorowanie	5,4	257	0,9	39
Bronowanie	2,4	116	0,5	19
Siew	4,6	220	1,9	79
Nawożenie	2,3	111	3,7	155
Opryskiwanie	2,8	136	4,8	202
Zbiór	14,7	703	2,7	111
Transport ziarna	1,7	80	1,2	50
Prasowanie słomy	14,4	691	3,2	134
Transport słomy	13,3	640	13,9	584

Źródło: badania własne



Źródło: badania własne

Rys. 1. Energochłonność skumulowana w produkcji pszenicy w strumieniu nośników energii (olej napędowy)

Fig. 1. Cumulated energy consumption in wheat production in a stream of energy carriers (diesel oil)

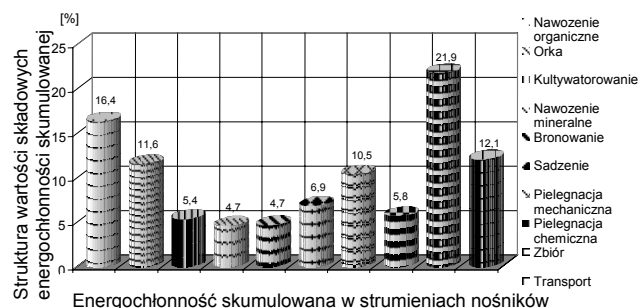
Najwyższą wartość energochłonności skumulowanej w strumieniu nośników energii w produkcji ziemniaków (tab. 3, rys. 2) odnotowano przy czynności zbioru ziemniaków ( $1422,2 \text{ MJ}\cdot\text{ha}^{-1}$ ), a najniższą przy czynności nawożenia mineralnego ( $302,9 \text{ MJ}\cdot\text{ha}^{-1}$ ). Wysoce również energochłonną czynnością było nawożenie organiczne ( $1068,0 \text{ MJ}\cdot\text{ha}^{-1}$ ).

Tabela 3. Energochłonność skumulowana w produkcji ziemniaków w strumieniach nośników energii (olej napędowy) i pracy żywej

Table 3. Cumulated energy consumption in potato production in streams of energy carriers (diesel oil) and labour

Czynność	Strumień			
	energii		pracy żywej	
	[ $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ]	[ $\text{MJ}\cdot\text{ha}^{-1}$ ]	[ $\text{rbh}\cdot\text{ha}^{-1}$ ]	[ $\text{MJ}\cdot\text{ha}^{-1}$ ]
Nawożenie organiczne	22,3	1068	29,9	1256
Orka	15,7	755	3,5	148
Kultywatorowanie	7,4	353	1,8	77
Nawożenie mineralne	6,3	303	3,7	155
Bronowanie	6,4	308	2,6	110
Sadzenie	9,3	446	9,8	412
Pielęgnacja mechaniczna	14,2	682	37,5	1576
Pielęgnacja chemiczna	7,8	374	6,5	274
Zbiór	29,6	1422	75,8	3184
Transport	16,5	790	23,7	997

Źródło: badania własne



Źródło: badania własne

Rys. 2. Energochłonność skumulowana w produkcji ziemniaków w strumieniu nośników energii (olej napędowy)

Fig. 2. Cumulated energy consumption in potato production in a stream of energy carriers (diesel oil)

Energochłonność skumulowana w produkcji pszenicy i ziemniaków w strumieniu surowce (tab. 4) była wysoka w odniesieniu do obornika ( $6000 \text{ MJ}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) w przypadku czynności nawożenia organicznego pod ziemniaki i materiału sadzeniakowym ( $6875 \text{ MJ}\cdot\text{ha}^{-1}$ ). Natomiast w odniesieniu do pszenicy to wysoką wartość energii skumulowanej zaobserwowano w nawozach mineralnych ( $2321 \text{ MJ}\cdot\text{ha}^{-1}$ ).

### Energochłonność skumulowana...

Tabela 4. Energochłonność skumulowana w produkcji w strumieniu surowców [ $\text{MJ}\cdot\text{ha}^{-1}$ ]  
Table 4. Cumulated energy consumption in production in a stream of raw materials [ $\text{MJ}\cdot\text{ha}^{-1}$ ]

Surowce	Roślina	
	pszenica	ziemniaki
Obornik	1800	2400
Nawozy mineralne	2321	2310
Środki ochrony	900	1350
Nasiona	1500	
Sadzeniaki		6875

*Źródło: badania własne*

Energochłonność skumulowana w strumieniu nakładów inwestycyjnych (tab. 5) była najwyższa w maszynach do nawożenia organicznego pod ziemniaki ( $916 \text{ MJ}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) i maszynach do zbioru zbóż ( $1328 \text{ MJ}\cdot\text{ha}^{-1}$ )

Tabela 5. Energochłonność skumulowana w strumieniu nakładów inwestycyjnych [ $\text{MJ}\cdot\text{ha}^{-1}$ ]  
Table 5. Cumulated energy consumption in a stream of investment outlays [ $\text{MJ}\cdot\text{ha}^{-1}$ ]

Czynność budowle	Roślina	
	pszenica	ziemniaki
Orka	100	108
Kultywatorowanie	35	70
Bronowanie	19	108
Nawożenie organiczne		916
Nawożenie mineralne	53	92
Siew	144	
Sadzenie		121
Pielęgnacja mechaniczna		191
Pielęgnacja chemiczna	35	65
Zbiór	1328	387
Transport ziarna	68	
Transport ziemniaków		413
Prasowanie słomy	549	
Transport słomy	263	
Przechowalnia ziemniaków		900
Stodoła	419	
Wiaty	133	193

*Źródło: badania własne*

W tabeli 6 przedstawiono plon badanych roślin, a także plon w przeliczeniu JZ oraz sumaryczne wartości energochłonności skumulowanej w rozpatrywanych strumieniach. Zaobserwowano, że najbardziej energochłonny był strumień surowców. W przypadku produkcji pszenicy stanowił 33,3%.

Tabela 6. Energochłonność skumulowana w produkcji pszenicy i ziemniaków [ $\text{MJ}\cdot\text{ha}^{-1}$ ]  
 Table 6. Cumulated energy consumption in wheat and potato production [ $\text{MJ}\cdot\text{ha}^{-1}$ ]

Produkcja	Plon		$C_n$	$E_{\text{sur}}$	$E_z$	$E_i$	$E_s$	$E_g/\text{JZ}$
	$[\text{dt}\cdot\text{ha}^{-1}]$	$[\text{JZ}\cdot\text{ha}^{-1}]$						
Ziarno	35,2	35,2	-	-	-	-	-	-
Słoma	31,7	4,8	-	-	-	-	-	-
Razem		40,0	3658	3911	1479	2702	11750	294
Ziemniaki	273,0	68,3	6450	17970	8188	3565	36173	530

*Źródło: badania własne*

Dla dogłębnej analizy wyliczono:

- średnią wartość 1dt ziemniaków wynosiła 40 zł, przy średnim koszcie produkcji 32,48 zł,
- 1 dt ziemniaków równoważy 0,25 JZ, a energochłonność skumulowana w 1 JZ wynosi 293,8 MJ,
- dla zrównoważenia 1 JZ (100 kg ziarna pszenicy) potrzeba 4 dt ziemniaków o skumulowanej energochłonności 529,6 MJ,
- wskaźnik energochłonności skumulowanej w ziemniakach w przeliczeniu na JZ w odniesieniu do JZ (100 kg ziarna pszenicy) wynosi 1,8,
- wartość 1 JZ (100 kg ziarna pszenicy) wynosiła 50 zł, przy średnim koszcie produkcji 47,55 zł,
- plon z 1 ha ziemniaków w przeliczeniu na JZ wynosił 68,3 JZ,
- plon z 1 ha pszenicy wynosił 35,2 JZ (ziarno) plus 4,8 JZ (słoma),

## Podsumowanie

Odnotowano ponad trzykrotnie wyższe wartości energii skumulowanej w produkcji ziemniaków w odniesieniu do produkcji pszenicy. Stosownie  $36173,3 \text{ MJ}\cdot\text{ha}^{-1}$  i  $11750,4 \text{ MJ}\cdot\text{ha}^{-1}$ . W przypadku produkcji ziemniaków energia skumulowana w strumieniu surowców stanowiła 49,7 % energii całkowitej skumulowanej w ziemniakach. W przeliczeniu na JZ, energia skumulowana w plonie ziemniaków była wyższa o 80,3% w odniesieniu do energii skumulowanej w ziarnie pszenicy.

## Bibliografia

- Bibrowski Z.** 1983. Energochłonność skumulowana. PWN Warszawa, SBN 83-01-03233-2.  
**Pawlak J.** 1989. Analiza energochłonności produkcji roślinnej. PWRiL. Warszawa.  
**Wójcicki Z.** 2000. Wyposażenie techniczne i nakłady materiałowo-energetyczne w rozwojowych gospodarstwach rolniczych. Wydawnictwo IBMER Warszawa-Maszynopis.  
 Małopolski Ośrodek Doradztwa Rolniczego. 2007. Kalkulacja produkcji rolniczej.

## **CUMULATED ENERGY CONSUMPTION IN THE PRODUCTION OF SELECTED PLANTS CULTIVATED IN BESKID ŻYWIECKI REGION**

**Abstract.** The purpose of the research was to analyse cumulated energy consumption in wheat and potato production. The research covered 20 farms. The studies allowed to determine energy in direct carrier streams (diesel oil, electric energy), raw materials and materials, labour and investment outlays. Completed research provided grounds to state that the stream of raw materials is a significant factor affecting cumulated energy expenditure in wheat grain and potato crop. Moreover, it has been observed that cumulated energy consumption in crops from 1 ha of examined plants per JZ, is almost twice higher in potato tubers compared to that of wheat grain.

**Key words:** cumulated energy, potatoes, wheat

**Adres do korespondencji:**

Elżbieta Budyn; e-mail: piotr.budyn@ar.krakow.pl  
Katedra Inżynierii Rolniczej i Informatyki  
Uniwersytet Rolniczy w Krakowie  
ul. Balicka 116B  
30-149 Kraków