

WPŁYW POWIERZCHNI PLANTACJI SADU JABŁONIEGO NA ENERGOCHŁONNOŚĆ SKUMULOWANĄ W PRODUKCJI OWOCÓW

Elżbieta Budyn, Józef Kowalski

Katedra Inżynierii Rolniczej i Informatyki, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie

Streszczenie. Celem badań była analiza wpływu powierzchni plantacji sadu jabłoniowego na energochłonność skumulowaną w produkcji jabłek. Badania obejmowały 30 plantacji. 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 jabłkach jest nie tylko powierzchnia plantacji, ale także obsada drzew na 1 ha. Również nie bez znaczenia na badane zależności ma plon, który jest zależny od odmiany i wieku plantacji. Zaobserwowano, że na strumień: mechanicznej pielęgnacji ugoru i drzew, nawożenia i opryskiwania, nakłady energii skumulowanej w produkcji jabłek są mniejsze na plantacjach powyżej 2 ha, w porównaniu z plantacjami mniejszymi - od 1ha.

Słowa kluczowe: energia skumulowana, sad jabłoniowy, plantacja

Wstęp

Charakterystyczne cechy współczesnego sadownictwa to intensywna uprawa małych drzew karłowatych i półkarłowatych. Jeżeli na początku XX wieku obsada drzew owocowych wynosiła od 80-100 drzew na hektar, a pierwszy plon zbierano po 10 latach, to obecnie liczba drzew wynosi od 1000 do 4000 sztuk na hektar, a pierwszy plon zbierany jest w drugim roku od posadzenia. Intensywną produkcję wspiera chemia w postaci herbicydów i środków ochrony roślin oraz rozwinięta mechanizacja [Makosz 2001].

Wielkim osiągnięciem w produkcji sadowniczej jest postęp naukowo-techniczny w dziedzinie biologii oraz syntezy środków chemicznych zwalczających choroby i szkodniki. Niestety stosowanie chemii w produkcji ma swoje ujemne strony, ponieważ środki chemiczne przedostają się do gleby, szkodzą organizmom pożytecznym, zatrują rzeki i jeziora [Hołownicki 2001].

W nowoczesnym sadownictwie stałe obniżanie nakładów na produkcję owoców jest podstawowym warunkiem utrzymania jej opłacalności. Jedną z metod badawczych opłacalności produkcji rolniczej jest metoda energochłonności skumulowanej [Bibrowski 1983, Kowalski 2002].

Energochłonność skumulowana (nakłady energetyczne) jest to zużycie energii na wytworzenie rozpatrywanego produktu i należy ją rozpatrywać jako strumień nośników energii, materiałów i procesów produkcji, środków trwałych oraz odtwarzania siły roboczej.

Cel, przedmiot i metodyka badań

Celem badań była analiza wpływu powierzchni plantacji sadu jabłoniowego na energochłonność skumulowaną w produkcji jabłek w wybranych gospodarstwach sadowniczych gminy Raciechowice.

Badania obejmowały gospodarstwa posiadające w sumie 30 plantacji sadu jabłoniowego o powierzchni od 0,3 do 2,9 ha (tab. 1).

Tabela 1. Powierzchnie obiektów badawczych (IV przedziały klasowe)

Table 1. Areas of examined objects (4 class ranges)

Przedział klasowy	Liczba plantacji [szt]	Powierzchnia plantacji [ha]	Obsada drzew [szt·ha ⁻¹]	Plon [t·ha ⁻¹]
I	7	poniżej – 1,0	1047	9,4
II	9	1,0 – 1,5	975	11,5
III	10	1,5 – 2,0	1392	11,7
IV	4	pow. 2,0	1488	19,9
Razem:	30	30,04	35 976	365,9

Każde z badanych gospodarstw posiadało park maszynowy wyposażony w ciągnik i sprzęt do prac sadowniczych. Podstawowymi uprawianymi odmianami były: Boskoop, Gala, Golden, Goldstar, Idared, Jersey, Jonatan, Spartan, Szampion.

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 jabłkach wyprodukowanych na pow. 1 ha wyliczono ze wzoru:

$$Es = \sum Cn_i + \sum Esur_i + \sum Eż_i + \sum Ei_i$$

gdzie:

- Es – energochłonność skumulowana w jabłkach [MJ·ha⁻¹],
- Cn_i – strumień danych wejściowych dotyczących bezpośrednich nośników energii (olej napędowy, energia elektryczna) [MJ·ha⁻¹],
- Esur_i – strumień danych wejściowych dotyczących surowców i materiałów (nawozy mineralne, środki ochrony) [MJ·ha⁻¹],
- Eż_i – strumień dotyczący pracy żywej (praca ludzi) [MJ·ha⁻¹],
- Ei_i – strumień danych związanych z grupą nakładów inwestycyjnych (ciągniki i maszyny, budynki) [MJ·ha⁻¹].

Wpływ powierzchni plantacji...

Do wyliczeń energochłonności skumulowanej za Pawlakiem [1989] przyjęto wartości przedstawione w tabeli 2.

Tabela 2. Wybrane jednostki energochłonności skumulowanej w produkcji rolniczej
Table 2. Selected cumulated energy consumption units 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 kg	110
	Budynki	1 m ² ·rok ⁻¹	100
	Wiaty	1 m ² ·rok ⁻¹	25
Praca	Ludzi	1 rbh	42

Wyliczono podstawowe statystyki opisujące współzależność między ocenami dwu miar rozproszenia zmienność w danej próbie; tj. współczynnik zmienności V [%].

Aby określić (w dwóch przypadkach) ilościowy wpływ powierzchni plantacji na mierzone parametry posłużono się rachunkiem korelacyjno-regresyjnym [Greń 1982]. Wybór krzywej regresji liniowej podyktowany był wartością współczynnika determinacji. Wnioskowanie statystyczne przeprowadzone zostało na poziomie istotności $\alpha=0.05$.

Wyniki badań

Najwyższe zużycie oleju napędowego (tab. 3) odnotowano na powierzchni plantacji poniżej 1 ha. Stwierdzenie to nie dotyczy czynności „zbiór owoców”, w tym przypadku wysoką wartość energochłonności zaobserwowano na plantacjach o powierzchni powyżej 2 ha (1699,2 MJ).

Przedstawiona zależność regresyjna na rysunku 1 przy wartości współczynnika $R^2=0,85$ wskazuje, że przyrost powierzchni o wartość 0,5 ha powoduje zmniejszenie bezpośrednich nakładów energetycznych o 346,1 MJ.

W strumieniu energochłonności skumulowanej w środkach inwestycyjnych wysokie wartości zaobserwowano odnośnie agregatów do chemicznej ochrony plantacji sadowniczej.

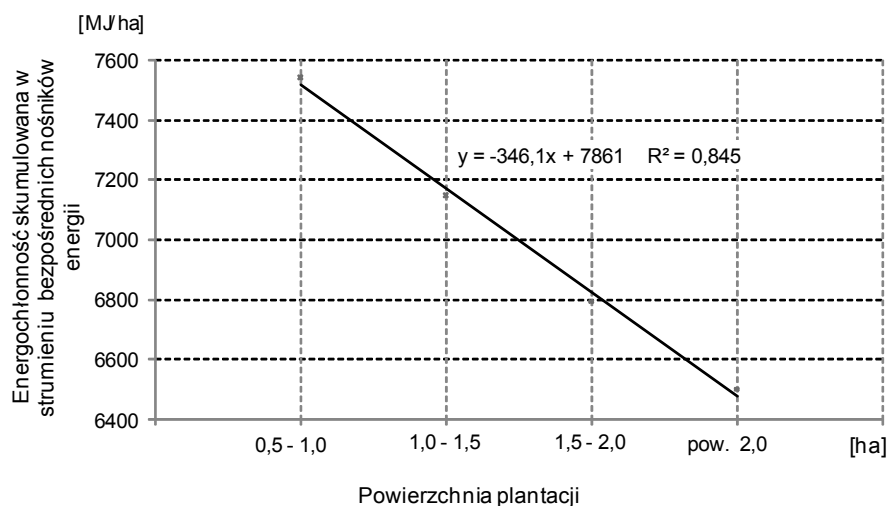
Wpływ powierzchni na energochłonność skumulowaną w strumieniu nakładów inwestycyjnych jest odwrotnie proporcjonalny do powierzchni w przypadku agregatów do pielęgnacji mechanicznej ugoru, nawożenia mineralnego i opryskiwania drzew i wprost proporcjonalny do agregatów transportowych, przechowalni owoców i wiat (tab. 4).

Tabela 3. Enewrgochłonność skumulowana w strumieniu bezpośrednich nośników energii (olej napędowy, energia elektryczna)

Table 3. Cumulated energy consumption in the stream of direct energy carriers (diesel oil, electric energy)

Po- wierzchnia [ha]	Czynność						Energia elektr. [MJ·ha ⁻¹]
	Pielęgnacja mechaniczna			Nawożenie			
	[kg·ha ⁻¹]	[MJ·ha ⁻¹]	V [%]	[kg·ha ⁻¹]	[MJ·ha ⁻¹]	V [%]	
poniżej – 1	30,5	1464,0	2,0	30,2	1449,6	5,2	261,3
1 – 1,5	27,6	1324,8	2,4	28,4	1363,2	1,7	319,7
1,5 – 2	27,0	1296,0	1,1	23,2	1113,6	7,2	325,3
pow. 2	25,2	1209,6	4,2	20,1	964,8	8,4	553,2
	Opryskiwanie			Zbiór			
poniżej – 1	77,1	3700,8	4,4	14,0	672,0	5,9	
1 – 1,5	69,2	3321,6	7,7	17,0	801,6	16,7	
1,5 – 2	65,7	3153,6	5,2	18,9	969,6	20,2	
pow. 2	58,3	2798,4	3,8	20,4	1699,2	35,4	

V- współczynnik zmienności [%]



Rys. 1. Zależność regresyjna pomiędzy powierzchnią plantacji a energochłonnością skumulowaną w strumieniu bezpośrednich nośników energii

Fig. 1. Regression dependence between plantation area and cumulated energy consumption in the stream of direct energy carriers

Wpływ powierzchni plantacji...

Tabela 4. Energochłonność skumulowana w strumieniu nakładów inwestycyjnych (agregaty, budynki) [MJ·ha⁻¹]
 Table 4. Cumulated energy consumption in the stream of capital investment (aggregates, buildings) [MJ·ha⁻¹]

Powierzchnia [ha]	Pielęgnacja mechaniczna	Nawożenie	Oprysk	Transport	Przechowywanie	Wiaty
poniżej - 1	832	860,7	2436,0	693,0	968,2	289,5
1 – 1,5	728	742,0	2233,0	716,1	1184,5	354,2
1,5 – 2	713	636,0	2030,0	739,2	1205,1	360,3
pow. 2	624	530,0	1827,0	947,1	2049,7	612,9

W przypadku energochłonności skumulowanej w strumieniu pracy żywej, najbardziej energochłonna była czynność „zbiór owoców”. Wysoką wartość energii w badanym strumieniu zaobserwowano przy zbiorze jabłek na plantacjach powyżej 2 ha (16737,0 MJ) i była prawie dwukrotnie większa w porównaniu z plantacjami mniejszymi od 1 ha (8996,7MJ). Jednak należy podkreślić, że plon jabłek na plantacjach powyżej 2 ha był dwukrotnie wyższy w porównaniu z plantacjami małymi (tab. 5).

Tabela 5. Energochłonność skumulowana w strumieniu pracy żywej
 Table 5. Cumulated energy consumption in live labour stream

Pow. [ha]	Czynność								
	Nawożenie			Opryskiwanie			Zbiór		
	rbh·ha ⁻¹	MJ·ha ⁻¹	V [%]	rbh·ha ⁻¹	MJ·ha ⁻¹	V [%]	rbh·ha ⁻¹	MJ·ha ⁻¹	V [%]
poniżej- 1	9,8	410,3	2,3	18,1	758,5	4,4	214,2	8996,7	19,4
1,0 – 1,5	9,5	398,2	0,5	16,7	702,2	7,7	251,8	10575,6	19,7
1,5 – 2,0	8,7	364,1	2,9	16,0	677,5	5,2	233,3	9798,6	5,9
pow. 2,0	8,2	346,6	3,0	14,9	625,0	3,8	398,5	16737,0	27,7
	Prześwietlanie korony			Przerywanie zawiązków			Pielęgnacja mechaniczna		
poniżej- 1	78,1	3280,2	15,1	61,8	2595,6	17,7	16,0	672,8	26,0
1,0 – 1,5	73,6	3091,2	16,4	52,6	2209,2	18,3	8,7	365,8	7,7
1,5 – 2,0	98,3	4128,6	12,0	71,0	2982,0	17,9	7,2	304,1	8,6
pow. 2,0	72,0	3024,0	10,8	58,7	2465,4	6,9	5,4	224,7	8,2

V- współczynnik zmienności [%]

W tabeli 6. przedstawiono badane strumienie energochłonności skumulowanej w produkcji jabłek w odniesieniu do plonu z 1 ha, a także w przeliczeniu na 1 tonę. Rozważając wpływ powierzchni plantacji sadowniczej na badaną zależność, to zaobserwowano najwyższą wartość skumulowanej energii przy produkcji owoców na plantacjach powyżej 2 ha

(37180,0 MJ·ha⁻¹). Wysoce energochłonny w rozpatrywanym przypadku jak i w odniesieniu do pozostałych powierzchni był strumień pracy żywej (54% -63% energii całkowitej).

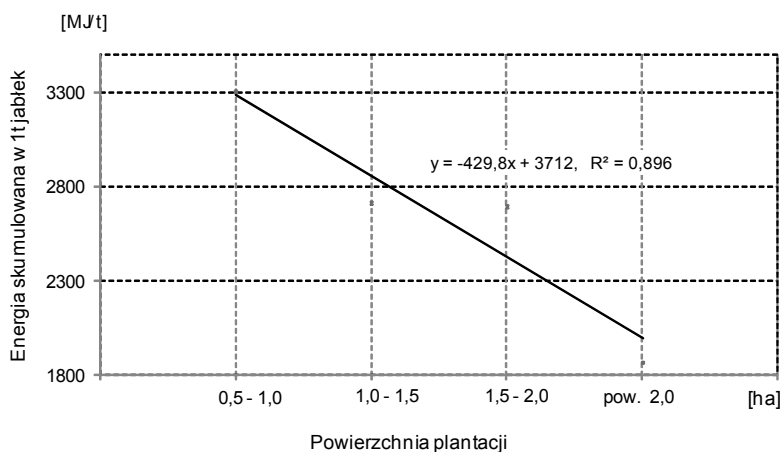
Tabela 6. Energochłonność skumulowana w produkcji jabłek [MJ·ha⁻¹]

Table 6. Cumulated energy consumption in apple production

Powierzchnia plantacji [ha]	Plon		Strumienie energochłonności					
	[t·ha ⁻¹]	[JZ·ha ⁻¹]	C _n	E _{sur}	E _z	E _i	E _s	E _{s/t}
poniżej 1	9,4	28,2	7539,5	644,2	16713,8	6069,4	30966,9	3294,4
1,0 – 1,5	11,5	34,5	7145,2	644,2	17342,2	5957,8	31109,4	2705,2
1,5 – 2,0	11,7	35,1	6795,2	644,2	18292,7	5683,7	31415,8	2685,1
pow. 2	19,9	59,7	6502,3	644,2	23422,7	6590,8	37180,0	1868,3

Podstawowym czynnikiem opłacalności produkcji sadowniczej jest plon owoców. Plon jabłek z powierzchni mniejszej od jednego hektara wynosił 9,4 ton, natomiast plon z plantacji sadowniczej większej od 2 ha wynosił 19,9 tony i był wyższy o 111%. Należy jednak zaznaczyć, że liczba drzew na plantacjach sadowniczych większych od 2 ha była wyższa w stosunku do plantacji mniejszych od 1 ha o 42%. Również sady na plantacjach większych są młodsze i intensywniejsze.

Na rysunku 2 przedstawiono graficznie zależność regresyjną pomiędzy powierzchnią plantacji a energią skumulowaną w 1 tonie jabłek. Z przedstawionej zależności wynika, że do wyprodukowania 1 tony jabłek na plantacji o pow. mniejszej od 1 ha potrzeba energii 3294,4 MJ, natomiast na plantacji powyżej 2 ha do wyprodukowania 1 tony jabłek wystarcza energii 1868,3 MJ. Natomiast średnia energochłonność produkcji 1 tony jabłek w badanych obiektach wynosiła 2724,7 MJ·t⁻¹



Rys. 2. Zależność regresyjna pomiędzy powierzchnią plantacji a energią skumulowaną w 1 t jabłek
Fig. 2. Regression dependence between plantation area and energy cumulated in 1 t of apples

Wnioski

1. Zależność regresyjna przy wartości współczynnika $R^2=0,85$ wskazuje, że przyrost powierzchni plantacji sadowniczej o 0,5 ha powoduje zmniejszenie bezpośrednich nakładów skumulowanych w paliwach i energii elektrycznej o 346,1 MJ.
2. Odnotowano, że na wyprodukowanie 1 tony jabłek na plantacji o pow. mniejszej od 1 ha potrzeba 3294,4 MJ energii, natomiast na plantacji o powierzchni powyżej 2 ha wystarcza 1868,3 MJ energii, ponieważ plony tam były wyższe.
3. Energia skumulowana w strumieniu bezpośrednich nośników stanowi 18%-24% całkowitej energii skumulowanej w produkcji jabłek, przy średniej wartości $576,8 \text{ MJ}\cdot\text{t}^{-1}$.
4. Istotnym czynnikiem mającym wpływ na nakłady energii skumulowanej w jabłkach jest nie tylko powierzchnia plantacji, ale także obsada drzew i plon.
5. Wysoce energochłonny był strumień pracy żywej (56,4%), przy średniej procentowej strukturze energochłonności skumulowanej w pozostałych strumieniach, która wynosiła: 22,4% - strumień bezpośrednich nośników energii; 20,3% - strumień nakładów inwestycyjnych i 1,9% - strumień surowców i materiałów.

Bibliografia

- Bibrowski Z.** 1983. Energochłonność skumulowana. PWN Warszawa, SBN 83-01-03233-2.
- Greń J.** 1982. Statystyka matematyczna modele i zadania. PWN. Warszawa.
- Kowalski J.** 2002. Postęp naukowo-techniczny a racjonalna gospodarka energią w produkcji rolniczej. PTIR. Kraków. ISBN 83-905219-9-7.
- Hołownicki R.** 2001. Technika tunelowa. Sad Nowoczesny. Nr 2. s. 22-25.
- Makosz E.** 2001. Przyszłościowe gospodarstwa sadownicze w Polsce. Sad Nowoczesny. Nr 11. s. 34-39.

THE IMPACT OF APPLE TREE ORCHARD AREA ON CUMULATED ENERGY CONSUMPTION IN FRUIT PRODUCTION

Abstract. The purpose of the research was to analyse the impact of apple tree orchard plantation area on cumulated energy consumption in apple production sector. The research covered 30 plantations. Energy was determined in streams of direct carriers (diesel oil, electric energy), raw materials and materials, live labour and capital investment. Completed research allows to state that not only plantation area is an important factor affecting expenditure of energy cumulated in apples, but stock of trees per 1 ha as well. Crop has also significant impact on the examined relations, which is dependent on plantation variety and age. It has been observed that cumulated energy expenditure for apple production for the stream of: mechanical maintenance of idle land and trees, fertilisation and spraying, is smaller in case of large plantations, compared to small plantations with area under 1ha.

Key words: cumulated energy, apple tree orchard, plantation

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