

## NAKŁADY ENERGETYCZNO-EKONOMICZNE PRZY UPRAWACH KWIATÓW W TUNELACH FOLIOWYCH

Kazimierz Rutkowski

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

**Streszczenie:** W pracy przedstawiono analizę nakładów energetyczno- ekonomicznych poniesionych przy uprawie kwiatów w tunelach foliowych. Przeanalizowano trzy obiekty badawcze różniące się konstrukcją, wyposażeniem oraz technologią uprawy róż. Określono udział poszczególnych strumieni energetycznych w strukturze nakładów. Określono wielkość jednostkowych kosztów produkcji kwiatów. Dokonano oceny analizowanych obiektów zarówno pod względem energetycznym jak też warunków uprawy. Podjęto próbę udowodnienia tezy o zasadności stosowania nowych rozwiązań konstrukcyjnych tuneli foliowych.

**Słowa kluczowe:** tunel foliowy, ogrzewanie, nakłady energetyczne, kwiaty, koszty jednostkowe

### Wstęp

Podstawowym warunkiem uzyskania opłacalności w produkcji róż uprawianych w tunelach foliowych jest doskonalenie technologii i unowocześnianie wyposażenia technicznego. Największy udział w strukturze nakładów przy produkcji róż stanowi ciepło [Kloc i kol. 1988, Rutkowski 2004]. Stąd też producenci róż pod osłonami sięgają po najnowsze rozwiązania techniczne pozwalające zmniejszyć wielkość nakładów poniesionych na ogrzewanie tuneli foliowych.

Stale rosnąca ilość importowanych produktów pochodzących z pod tuneli foliowych zmusza do przeanalizowania kosztów produkcji warzyw i kwiatów prowadzonej w warunkach polskich. Wysoki udział ciepła w procesie produkcyjnym oraz wysoka cena nośników energetycznych [Mokrzycki 2005] skłaniają do przeprowadzenia szczegółowej analizy nakładów energetycznych na produkcję kwiatów. Stąd celem pracy jest określenie tych nakładów oraz wskazanie możliwości ich zmniejszenia. Szczegółowa analiza poszczególnych strumieni energetycznych pozwoli na określenie znaczenia poszczególnych czynników na końcowy efekt którym są koszty wytworzenia produktu [Rutkowski 2005].

### Przedmiot pracy i wyniki badań

Przedmiotem badań jest uprawa róż w tunelach należących do małoobszarowego gospodarstwa ogrodniczego o łącznej powierzchni uprawy 3000 m<sup>2</sup>. W gospodarstwie tym stosuje się uprawę letnią z dwu miesięcznym okresem spoczynku zimowego. Badania przeprowadzone zostały od 1 stycznia (okres spoczynku róż) do końca czerwca (pełne kwitnienie róż) tj. połowa cyklu produkcyjnego.

W objętych badaniami gospodarstwie występowały trzy różne typy tuneli foliowych różniące się szerokością, długością, wysokością oraz rodzajem pokrycia. W objętych badaniami obiektach występowały różnice w wyposażeniu technicznym. Do grupy obiektów A zaliczono małe wolnostojące tunele o powierzchni 210 m<sup>2</sup>. Obiekt B stanowił duży pięcioramowy tunel o łącznej powierzchni 960 m<sup>2</sup>, zaś obiekt C tworzył obiekt o łącznej powierzchni 770 m<sup>2</sup>. Pokrycie obiektu C stanowiła podwójna folia UV-6.

W badanych obiektach rośliny były prowadzone w dwóch systemach uprawy. W tunelach foliowych z grupy A i z grupy B prowadzono tradycyjną metodę uprawy na zagonach ze średnim zagęszczeniem roślin 8,3 szt.·m<sup>-2</sup>. w ostatnim typie prowadzona była uprawa metodą tzw. japońską z przyginaniem pędów, gdzie zagęszczenie roślin wynosi średnio 7,5 szt.·m<sup>-2</sup>. Rośliny te uprawiane są w systemie bezglebowym, gdzie w doniczkach występuje mieszanka keramzytu, perlitu oraz włókna kokosowego [w odpowiednich proporcjach].

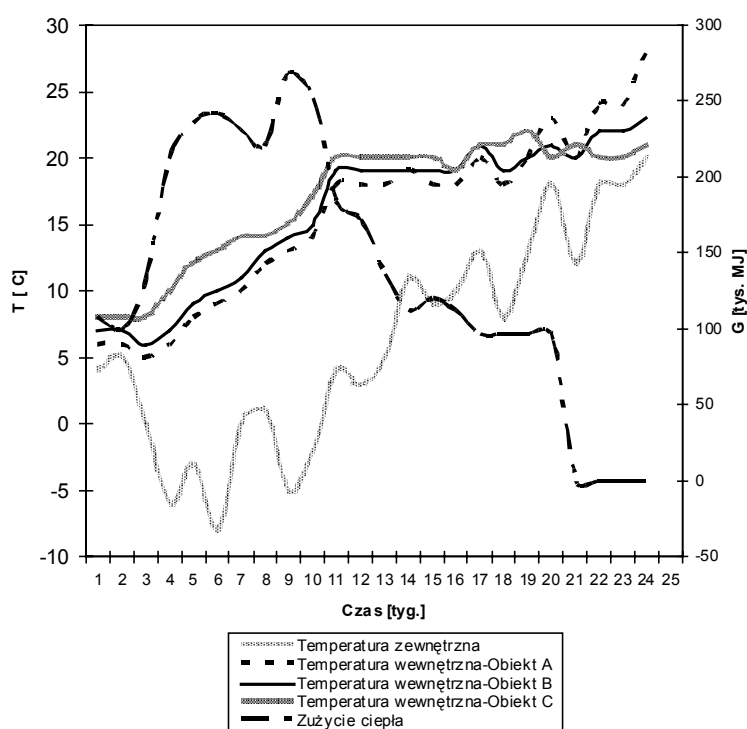
Układ ogrzewania zasilany jest z własnej kotłowni opalanej odpadami drzewnymi (trociny). W zestaw grzewczy wchodzi dwa kotły stalowe typu KCO-80 wraz z dołączonymi przedpaleniskami typu AZSO-500 (automatyczny zespół spalania odpadów drzewnych). Proces spalania sterowany jest układem sprzężonym z modułem odpowiadającym za mikroklimat panujący wewnątrz badanych obiektów.

Badania rozpoczęto początkiem stycznia. W tym czasie we wszystkich obiektach rozpoczyna się praca przy pielęgnacji oraz czyszczeniu krzewów róż i przygotowaniu ich do nowego sezonu produkcyjnego. Okres ten trwa do 20 stycznia. W tym czasie zapotrzebowanie na energię cieplną jest stosunkowo małe z racji niskich wymaganych temperatur wewnątrz obiektów, które wynoszą odpowiednio: w dzień od 5-7°C, w nocy 3-5°C. W tym czasie ilość spalanego opału wynosiła 7-9 m<sup>3</sup> trocin na dobę. Od 21 stycznia rozpoczęto podnoszenie temperatur wewnątrz obiektów co dwa dni o 1°C, otrzymując po około 30 dniach od daty rozpoczęcia tego procesu optymalne temp. do uprawy krzewów róż, które wynoszą odpowiednio: w dzień 18-21°C, w nocy 16-18°C (tab. 1).

Tabela 1. Porównanie uprawy tradycyjnej (A i B) i bezglebowej (C)  
Table 1. Comparison of conventional cultivation (A and B) and hydroponics (C)

Sposoby uprawy	Powierzchnia [m <sup>2</sup> ]	Plenność [szt.]	Średni plon uzyskany podczas badań [szt.]	Średnia cena jednostkowa [zł]	Uzyskane przychody [zł]	Udział % przychodów
Uprawa tradycyjna	2220	150	165131	1,1	181644,1	67
Uprawa bezglebowa	768	190	72360	1,21	87555,6	33
Razem			237491		269199,7	100

W okresie pobudzania krzewów róż do odbijania nowych pędów zwiększają się systematycznie nakłady na robociznę, materiały i środki do produkcji a zwłaszcza energię cieplną. Maksymalne zapotrzebowanie na energię cieplną przypada na okres od połowy lutego do początku kwietnia i wówczas zużycie trocin wynosiło średnio 18m<sup>3</sup> na dobę. Podczas badań temperatura wewnątrz obiektów kształtowała się na różnym poziomie (rys. 1).



Rys. 1. Warunki termiczne oraz zużycie ciepła w obiektach  
 Fig. 1. Thermal conditions and heat consumption in objects

W obiekcie C można było łatwiej uzyskać optymalną temperaturę wewnętrzną. Wpływ na to ma kilka czynników [Skierkowski 1993]. Pokrycie tunelu podwójną folią pozwalało na mniejsze straty ciepła przy niskich temperaturach zewnętrznych. W skład systemu ogrzewania wchodzi pompa wraz ze sterownikiem co podnosi sprawność układu i pozwala na łatwiejsze sterowanie temperaturą wewnątrz obiektu. Przy wyższych temperaturach zewnętrznych niż wymagane istotnym czynnikiem mającym wpływ na efektywność wymiany powietrza miał zastosowany system wietrzenia oraz wysokość obiektu. Wietrzenie grawitacyjne w obiekcie C wpływało korzystnie na uzyskanie optymalnej temperatury do uprawy, a co za tym idzie uzyskanie lepszej jakości plonu. Przeprowadzając szczegółową analizę zużycia ilości opału na jednostkę powierzchni w poszczególnych obiektach badawczych zauważa się ponad 6% niższe zużycie w obiekcie C.

Jednostkowe zapotrzebowanie ciepła do ogrzania objętego badaniami obiektu jest dość duże i wynosi średnio (w 24 tygodniowym cyklu)  $1076 \text{ MJ}\cdot\text{m}^{-2}$  przy średniej różnicy temperatur wynoszącej  $10,4^\circ\text{C}$ . Wiąże się to bezpośrednio ze specyfiką uprawy w gospodarstwie oraz częstym wietrzeniem tuneli – nawet zimą. Obiekty w gospodarstwie ogrzewane są w całym okresie wegetacji z wyjątkiem miesiąca lipca i sierpnia, gdzie średnia dobowa temperatura wynosiła  $17,7^\circ\text{C}$  i nie występowały duże wahania temperatur, albowiem one mogłyby niekorzystnie wpływać na jakość plonu. Analizując dane znajdujące się w tab. 1 zauważa się, że ze względu na korzystniejsze warunki wzrostu w obiekcie C; utrzymywany reżim termiczny, sposób podlewania i nawożenia oraz korzystny wskaźnik objętości tunelu do powierzchni uprawy można było uzyskać plon wynoszący około  $190 \text{ szt}\cdot\text{m}^{-2}$ .

Poza tym długość pędów kwiatowych a także ich świeża masa były większe o około 10%, co bezpośrednio wpływało na uzyskiwaną cenę jednostkową. Przy tradycyjnej uprawie (obiekt A i B) uzyskano plon około  $150 \text{ szt}\cdot\text{m}^{-2}$ , który jakościowo odbiegał od plonu otrzymanego w uprawie systemem bezglebowym. Większy uzyskiwany plon z jednostki powierzchni oraz lepsze pokrycie (dwie warstwy folii) na obiekcie C wykazały, iż jednostkowe zużycie ciepła w przeliczeniu na jeden uzyskany kwiat róży jest około 16% niższe niż w obiektach z grupy A i B.

Tabela 2. Wielkość i struktura nakładów przy produkcji róży

Table 2. The amount and structure of expenditures involved in rose production

L.p.	Wyszczególnienie	Jednostka	Ilość	Cena jednostkowa [zł]	Wartość [zł]	Udział [%]
1	Materiały i środki do produkcji				19963,41	21,2
	1. Wielosezonowa folia UV-6	[szt.]	3	994,07	2982,21	
	2. Folia do podwieszania	[szt.]	2	258,35	516,7	
	3. Nawozy	[szt.]	18	540	9720	
	4. Środki ochrony roślin				3742,3	
	5. Woda	[l]	1766	1,7	3002,2	
2	Robocizna				34752	36,89
	1. Bezpośrednia przy produkcji	[h]	4344	8	34752	
3	Energia dostarczona do obiektu				39480	41,91
	1. Elektryczna	[miesiąc]	6	1200	7200	
	2. Ciepłota - trociny	[m <sup>3</sup> ]	1614	20	32280	
	RAZEM				94195,41	100

W badanych obiektach krzewy róż były w dobrej kondycji. Uprawiane są trzeci sezon i na następny rok nie przewidziano zakupu nowych bądź wymiany starych nasadzeń. Dlatego koszty na materiały i środki są stosunkowo niskie i wynoszą jak podano w tabeli 2 około 21%. Gdyby uwzględnić ceny nowych sadzonek to koszty poniesione na materiały i środki w stosunku do całkowitych nakładów mogłyby wzrosnąć o około 10-15%.

W strukturze kosztów produkcji róż materiały i surowce zajmują udział na poziomie około 21%. Robocizna stanowi około 37%. Natomiast wielkość nakładów finansowych na energię stanowi około 42%.

Porównując nakłady poniesione na ciepło do ogrzewania obiektów z literaturą [Kurpaska 2003, Rutkowski 2006] okazuje się, że wielkość ta w przeliczeniu na jednostkę powierzchni (uwzględniając okres uprawy i średnią temperaturę zewnętrzną) jest stosunkowo niska. Przyczyną tego stanu jest niska cena nośnika energetycznego którym są trociny. Ogrzewanie trocinami jest opłacalne pomimo, iż wzrastają nakłady na robociznę oraz na energię elektryczną w porównaniu z innymi rodzajami paliw. Koszt produkcji róż w badanym okresie od stycznia do czerwca wynosi około 3,93 zł na sztukę krzewu. Należy dodać, że badania prowadzone były w okresie dużego zapotrzebowania energetycznego wynikające ze stosunkowo niskich temperatur zewnętrznych.(średnia temperatura zewnętrzna w badanym okresie wynosiła 16°C).

## Wnioski

1. Przeprowadzona analiza wykazuje że, w porównaniu z wyposażeniem standardowym tunelu A, zamontowanie dodatkowych elementów (pompa wodna i sterownik, podwójna folia w obiekcie C) pozwala na zmniejszenie zużycia ciepła granicach 6% w odniesieniu do 1 m<sup>2</sup>powierzchni uprawy.
2. Zużycie ciepła przy uprawie tradycyjnej (obiekty A i B) w przeliczeniu na jeden uzyskany kwiat róży jest o około 16% wyższe w porównaniu z uprawą bezglebową.
3. Plon uzyskany z 1 m<sup>2</sup> w systemie uprawy bezglebowej wynosi około 190 szt. zaś w uprawie tradycyjnej około 150 szt.
4. W okresie 6 miesięcy uprawy róż na kwiat cięty koszty bezpośrednie na 1 roślinę wynoszą 3,93 zł.
5. W strukturze kosztów największy udział stanowi ciepło około 42% oraz w kolejności: robocizna około 37%, materiały i surowce około 21%.

## Bibliografia

- Kloc T., Borcz J., Rutkowski K.** 1988. Energochłonność wiosennej produkcji pomidorów w szklarniach. Zeszyty naukowe AR w Krakowie. Nr 6. s. 49-61.
- Kurpaska S., Latała H., Rutkowski K.** 2003. Wpływ niektórych czynników na zużycie ciepła w tunelu foliowym. Inżynieria Rolnicza. Nr 9(51). s. 301-307.
- Kurpaska i in.** 2004. Wpływ warunków zewnętrznych na wybrane wskaźniki energetyczne w ogrzewanym tunelu foliowym. Inżynieria Rolnicza. Nr 4(59). s. 216-222.
- Mokrzycki E. i kol.** 2005. Podstawy Gospodarki surowcami energetycznymi, Uczelniane Wydawnictwo Naukowo Dydaktyczne-Kraków. ISBN 83-89388-23-5.
- Rutkowski K.** 2004. Nakłady energetyczno-ekonomiczne na uprawę pomidora szklarniowego. Inżynieria Rolnicza. Nr 4(59). s. 191-198.
- Rutkowski K.** 2006. Energetyczno-ekonomiczne aspekty uprawy pomidora w różnych obiektach szklarniowych. Inżynieria Rolnicza. Nr 6(81). s. 223-228.
- Rutkowski K., Borcz J.** 2005. Analiza przydatności produkcyjnej obiektu szklarniowego. Inżynieria Rolnicza. Nr 10(70). s. 329-339.
- Skierkowski J.** 1993. Możliwości ograniczenia nakładów energetycznych w produkcji szklarniowej. Owoce Warzywa Kwiaty. Nr 24. IW. Skierniewice. s. 34-35.

## **ENERGY EXPENDITURES AND ECONOMIC OUTLAYS FOR FLORICULTURE IN FOIL TUNNELS**

**Abstract.** The paper presents analysis of energy expenditures and economic outlays for floriculture in foil tunnels. The analysis covered three examined objects characterised by different design, equipment and rose growing technology being used. The research allowed to determine the share of individual energy streams in the expenditure structure. The value of flower production unit costs was determined. The analysed objects were assessed as regards both energy demand and cultivation conditions. The researchers made an attempt to prove the point regarding legitimacy of applying new structural solutions for foil tunnels.

**Key words:** foil tunnel, heating, energy expenditure, flowers, unit costs

**Adres do korespondencji:**

Kazimierz Rutkowski; Kazimierz.Rutkowski@ar.krakow.pl  
Katedra Inżynierii Rolniczej i Informatyki  
Uniwersytet Rolniczy w Krakowie  
ul. Balicka 116B  
30-149 Kraków