

*Kazimierz Rutkowski
Katedra Inżynierii Rolniczej i Informatyki
Akademii Rolniczej w Krakowie*

ENERGETYCZNO-EKONOMICZNE ASPEKTY UPRAWY POMIDORA W RÓŻNYCH OBIEKTACH SZKLARNIOWYCH

Streszczenie

Badaniami objęto uprawę pomidora w trzech typach szklarni. Zróżnicowanie szklarni występuje pod względem: wysokości, wyposażenia i okresu eksploatacji. W badanych obiektach określono wielkość jednostkowych nakładów: materiałowych, energetycznych oraz robocizny. Przeprowadzono analizę czynników mających wpływ na wielkość nakładów oraz ich strukturę.

Słowa kluczowe: szklarnie, struktura nakładów, energochłonność

Wprowadzenie

W uprawach pod osłonami znaczną część obiektów stanowią szklarnie. Są to obiekty wolnostojące pochodzące z lat siedemdziesiątych i wcześniejszych oraz szklarnie zblokowane pochodzące z przełomu lat siedemdziesiątych i osiemdziesiątych ubiegłego stulecia. Zaledwie kilka procent stanowią szklarnie nowoczesne budowane na przestrzeni ostatnich kilku lat. Śledząc technologie uprawy zauważa się, że na znacznym obszarze obiektów pod osłonami dominuje uprawa na podłożu inertnym. Pozwala to na uzyskanie znacznie wyższych plonów, ale równocześnie uprawy te wymagają lepszego dostępu światła do uprawianych roślin. Stąd też preferowane są przy tych technologiach szklarnie wysokie.

Szklarnie zblokowane budowane w latach siedemdziesiątych cechowały się małą wartością wskaźnika osłony w stosunku do powierzchni uprawy i on miał decydować o obniżeniu strat ciepła. W rzeczywistości szklarnie te w początkowej wersji posiadały proste w konstrukcji ale nie zapewniające szczelności mechanizmy do wietrzenia co było przyczyną dosyć dużych strat ciepła.

Szklarnie wolnostojące w większości produkcji polskiej w początkowej wersji cechują się dużą nieuszczelnością wynikającą z zakładkowego systemu szklenia gdzie występują dość znaczne szczeliny. Zarówno szklarnie wolnostojące jak też zblokowane najczęściej posiadają pojedyncze szklenie oraz tradycyjny układ grzewczy (boczny i górny) gdzie współczynnik przenikania ciepła przez osłony k'' wynosi 8–9W/m²K, stąd też nakłady energetyczne na ogrzewanie są stosunkowo wysokie i w strukturze całkowitych nakładów sięgają nawet 80% [Rutkowski 1988].

W celu obniżenia nakładów na ogrzewanie szklarni stosuje się różne doraźne środki obniżające wielkość strat ciepła. Są nimi kurtyny, osłony ścian bocznych szklarni folią pęcherzykową oraz często prowizoryczne napowierzchniowe systemy grzewcze.

Nowa generacja szklarni cechuje się znacznie mniejszymi stratami ciepła. Podwójne oszklelenie ścian bocznych, nowoczesne systemy grzewcze, stosowanie ekranów cieplnych pozwala na zmniejszenie nakładów na ciepło aż o 40%. Równocześnie należy pamiętać, że produkcja w nowych obiektach szklarniowych daje większe możliwości uzyskania wysokich, bardzo dobrej jakości plonów. Duży dostęp do światła uprawianych roślin z racji wysokości szklarni pozwala na lepsze wykorzystanie dostarczanych składników pokarmowych w tym także dwutlenku węgla albowiem zauważa się mniejsze jego straty przez system wentylacji. Wykorzystanie składników pokarmowych w przeliczeniu na jednostkę produkcji jest mniejsze niż w szklarniach starej generacji.

Problemem w nowoczesnych szklarniach są prace pielęgnacyjne wykonywane przez pracowników z platformy wózka na znacznej wysokości. Mimo stosowania napędu elektrycznego do wózków, przemieszczanie platform jest trudne. Pracownik zabezpieczony pasami ma nieco ograniczone ruchy, musi ciągle pamiętać o swoim bezpieczeństwie, w związku z tym wydajność brygady jest niższa.

Przy ciągle rosnących nakładach materiałowych, cenach nośników energetycznych oraz niskiej cenie rynkowej produkowanych warzyw pochodzących z upraw szklarniowych wielu producentów stoi przed problemem czy produkować w starych obiektach drożej czy też inwestować w nowe obiekty gdzie koszty bezpośrednie są niższe. Prezentowane wyniki badań ułatwią podjęcie decyzji.

Cel i zakres pracy

Szklarnie wolnostojące, które zajmują przeważającą powierzchnię upraw pod osłonami cechują się mocną konstrukcją oraz dużym kątem pochylenia połaci dachowej. Umożliwia to wyłączenie ich z eksploatacji w okresie zimy przy niekorzystnych warunkach zewnętrznych. Było to głównym czynnikiem motywacji

przedsięwzięć inwestycyjnych w latach 80-tych. Mniej uwagi poświęcano zagadnieniom energochłonności produkcji. Obiekty takie z racji dużych strat ciepła w ostatnich latach są ciągle modernizowane. Nasuwa się pytanie jaki wpływ mają prace modernizacyjne na efekty produkcyjne.

Podobnie wygląda sytuacja ze szklarniami zblokowanymi budowanymi w tamtych latach. Konstrukcja tych szklarni jest delikatna a niektóre elementy winny być już wymieniane. I tu również jak w przypadku obiektów wolnostojących stajemy przed problemem czy dalej modernizować, czy też podjąć się nowej inwestycji.

W celu podjęcia odpowiedniej decyzji należy ocenić wpływ czynników konstrukcyjnych na strukturę nakładów energetyczno - ekonomicznych. Dokładna znajomość wielkości nakładów pozwoli na podjęcie trafnej decyzji. Dla porównania efektów energetycznych i ekonomicznych powyższych typów szklarni przeprowadzono podobną analizę w szklarniach nowoczesnych.

W badanych obiektach przeprowadzono analizę energetyczno-ekonomiczną przy uprawie pomidora w uprawie przedłużonej.

Przedmiot i metodyka badań

Badaniami objęto produkcję pomidora szklarniowego w najczęściej występujących typach obiektów szklarniowych.

Są nimi :

- szklarnie wolnostojące szerokości 12 m o łącznej powierzchni 1 ha, budowane w latach 80-tych,
- szklarnie zblokowane o szerokości nawy 6,4 m, powierzchni 1 ha, budowane w latach 80-tych,
- szklarnie zblokowane o wysokości ściany bocznej 4,5 m, powierzchni 1,5 ha, budowane w roku 2004.

W szklarniach prowadzono uprawę pomidora odmian holenderskich. Rośliny wysadzono do szklarni w pierwszej połowie stycznia 2004 roku. W badanych obiektach prowadzona była uprawa na podłożu inertnym. Maty z wełny mineralnej ułożone były na płytach styropianowych izolujących je od podłoża.

W objętych badaniami obiektach pochodzących z lat 80-tych wzmocniono tradycyjny układ grzewczy o elementy grzejne ułożone na powierzchni obok mat. W celu poprawy bilansu cieplnego w obu tych obiektach zastosowano cieniówki spełniające rolę kurtyn termoizolacyjnych w czasie nocy. Ściany zewnętrzne sta-

rych obiektów obłożone były folią komórkową, zaś w nowych szklarniach zastosowano szklenie podwójne. Technologia uprawy w badanych obiektach była zbliżona. Wszędzie stosowano komputerowy system fertygacji roślin. W celu uzyskania wysokich plonów szklarnie wyposażone były w instalację do rozprowadzania dwutlenku węgla, która zasilana była z centralnego zbiornika.

Stan techniczny szklarni pochodzących z ubiegłego stulecia można uznać za zadawalający. Widoczna była duża dbałość użytkownika o stan oszklenia oraz sprawność urządzeń technicznych. Nieszczelności szklarni wynikały z tradycyjnego sposobu szklenia. Mimo, iż we wszystkich obiektach stosowano automatyczną regulację temperatury, to układ regulacyjny zastosowany w nowym obiekcie pozwalał na precyzyjne utrzymywanie temperatury wewnętrznej niezależnie od czynników zewnętrznych.

W badanych obiektach w okresie cyklu produkcji pomidora prowadzono szczegółowy zapis zużycia nośników energetycznych, albowiem ciepło do ogrzewania szklarni dostarczane było z własnych kotłowni. Kotły służące do ogrzewania szklarni zasilane były miałem węglowym. Koszty materiałów pomocniczych używanych w dziale energetycznym rozdzielono proporcjonalnie do wielkości zużycia ciepła. Analogicznie przyjęto wielkość zużycia energii elektrycznej. Wartość materiałów zużytych do produkcji określono na podstawie danych uzyskanych z księgowości. Ze względu na to, że niektóre działy oraz służby pomocnicze takie jak obsługa kotłowni, konserwatorzy, dział handlowy oraz zarząd świadczyły usługi także dla innych działów produkcji wielkość nakładów w odniesieniu do uprawy pomidora określono według ustalonych kluczy. Kluczem do podziału nakładów były: roboczogodziny, masa towarowa, zużycie energii oraz wartość produkcji netto.

Wyniki badań i ich analiza

Uprawa pomidorów na podłożu inertym pozwala na uzyskanie wysokich plonów na poziomie 40-55 kg/m² [Wysocka-Owczarek 2001, Krzesiński 2003] ale równocześnie wymaga znacznych nakładów materiałowych co wynika z analizy struktury nakładów przedstawionych w tab. 1. Udział materiałów w strukturze nakładów waha się od 15,9 do 19,7%. Analizując nakłady materiałowe w poszczególnych typach szklarni zauważamy, że najniższą wartość osiągają one w szklarni nowoczesnej a jest to wynik dostępu zakładu do zakupu tańszych materiałów (mat) oraz korzystniejszych warunków fitosanitarnych co wiąże się z eliminacją wielu zabiegów ochrony chemiczno - biologicznej.

Tabela 1. Analiza ekonomiczna produkcji pomidora w różnych obiektach szklarniowych (koszty produkcji w zł na 1m² powierzchni ogólnej)Table 1. Economical analysis of tomato production in different greenhouse types (production costs In zloties per 1m² of total surface)

Wyszczególnienie	Rodzaj szklarni					
	zblokowana (1 ha)		wolnostojąca (1 ha)		zblokowana nowa (1,5 ha)	
	zł/m ²	udział %	zł/m ²	udział %	zł/m ²	udział %
Nakłady materiałowe	17,57	18,30	17,36	15,90	16,98	19,70
a) rozsada	3,60		3,60		3,60	
b) nawożenie	2,32		2,41		2,40	
c) ochrona chemiczna	0,48		0,42		0,33	
d) ochrona biologiczna	1,80		1,78		1,55	
e) woda	1,25		1,25		1,30	
f) maty	2,90		2,90		2,50	
g) folia	0,72		0,50		0,70	
h) sznurek	4,50		4,50		4,60	
Nośniki energii	5,20	5,40	5,35	4,90	5,10	5,90
a) energia elektryczna	1,60		1,75		1,90	
b) paliwa i oleje	3,60		3,60		3,20	
Ogrzewanie	29,30	30,50	37,00	33,90	20,40	23,70
Amortyzacja	6,20	6,40	11,25	10,30	6,90	8,00
Robocizna i pochodne	24,05	25	23,85	21,9	23,01	26,7
a) robocizna bezpośrednia	13,40		13,20		12,50	
b) robocizna pośrednia	2,90		2,90		2,90	
c) ZUS	7,75		7,75		7,61	
Usługi	2,90	3,00	2,90	2,70	0,50	0,60
Pozostałe koszty	10,99	11,40	11,39	10,40	13,13	15,40
a) dzierżawa	0,03		0,03		0,03	
b) podatek	1,46		1,46		1,45	
c) inne opłaty stałe	0,80		0,80		0,65	
d) koszty handlowe, zarządu itp.	8,70		9,10		11,00	
RAZEM	96,21	100,00	109,10	100,00	86,02	100,00

Nadal największy udział w strukturze nakładów stanowi ogrzewanie. W poszczególnych typach szklarni jest ono dosyć zróżnicowane. Różnica ta sięga 30% na niekorzyść szklarni wolnostojących. Należy nadmienić, że rok w którym prowadzono badania był pod względem energetycznym dosyć korzystny oraz jak już wcześniej podano w badanych obiektach przeprowadzono modernizację pod kątem

oszczędności energetycznych. Uzyskane wyniki w odniesieniu do wielkości podawanych w literaturze [Kloc i kol. 1988, Rutkowski 2004.] są bardzo niskie. Udział kosztów ogrzewania w strukturze nakładów uprawy pomidora wynosił w szklarniach wolnostojących prawie 40%, zaś w szklarniach zblokowanych 30,5 i 23,7%. Rzadko spotyka się w naszej strefie klimatycznej w szklarniach wolnostojących udział ogrzewania poniżej 50% [Kurpaska i kol.2003]. Uzyskane wyniki świadczą o wnikliwym podejściu użytkowników szklarni do zagadnień energetycznych. Wielu z nich sięga po najnowsze osiągnięcia nauki i techniki w celu uzyskania wysokiego i dobrej jakości plonu przy możliwie jak najniższych nakładach.

Śledząc wielkość nakładów robocizny zauważa się że największa wartość występuje w szklarniach zblokowanych starego typu. Powód zwiększonych nakładów pracy spoczywa w uciążliwości prac prowadzonych w tych obiektach. Porównując warunki pracy w poszczególnych obiektach (na podstawie wywiadu), ocena szklarni zblokowanych niskich jest najniższa. Stąd też w tych obiektach często zwiększona jest obsada pracowników na jednostkę powierzchni.

Ponad 10% w strukturze nakładów stanowią tzw. koszty pozostałe, do których zaliczono: podatki, opłaty stałe, różnego rodzaju dzierżawy oraz koszty handlu i zarządu. Należy zauważyć, że znaczną wartość w tej grupie kosztów zajmują koszty handlu i wynagrodzenia zarządu. W tej pozycji widzimy, że producenci warzyw dużą wagę przywiązują do zarządzania i marketingu.

Analizując wyniki końcowe nakładów jednostkowych na powierzchnię uprawy szklarniowej pomidora widzimy, że różnice nie są zbyt wielkie. Między dwoma skrajnymi obiektami różnica kosztów jednostkowych wynosi 12%. Na tak małe różnice niewątpliwie miały wpływ korzystne warunki atmosferyczne w badanym okresie czasu ale także wprowadzenie nowych energooszczędnych rozwiązań. Końcowy wynik finansowy uzależniony będzie od średniej ceny pomidorów na rynku, która to w ostatnich latach ma tendencję malejącą.

Wnioski

1. W badanym okresie czasu najniższe koszty jednostkowe przy uprawie pomidorów pod szkłem występują w szklarniach nowoczesnych (zblokowanych, wysokich) i wynoszą 86,02 zł/m².
2. W zmodernizowanych szklarniach wolnostojących nakłady jednostkowe na uprawę pomidorów są o 12% wyższe w odniesieniu do szklarni nowoczesnych.
3. Mimo wprowadzenia modernizacji szklarni pod względem oszczędności ciepła szklarnie wolnostojące budowane w latach 80-tych zużywają ponad 30% więcej ciepła w porównaniu do szklarni nowoczesnych.

Bibliografia

Kloc T., Borcz J., Rutkowski K. 1988. Energochłonność wiosennej produkcji pomidorów w szklarniach. Zeszyty Naukowe AR w Krakowie. Nr 222.

Kurpaska S., Latała H., Rutkowski K. 2003. Wpływ niektórych czynników na zużycie ciepła w tunelu foliowym. Inżynieria Rolnicza 9(51), s. 301-307.

Krzysiński W. 2003. Pomidory – jak uzyskać 55 kg/m². Hasło Ogrodnicze 5,72-76.

Rutkowski K. 2003. Projektowanie systemu grzewczego szklarni. Hasło Ogrodnicze nr 12, s. 13-15, Kraków.

Rutkowski K. 2004. Nakłady energetyczno-ekonomiczne na uprawę pomidora szklarniowego. Inżynieria Rolnicza- 4(59), s 191-198.

Wysocka-Owczarek M. 1998. Pomidory pod osłonami. Hortpress, Warszawa.

ENERGY RELATED – ECONOMICAL ASPECTS OF TOMATO CULTIVATION IN DIFFERENT GREENHOUSE TYPES

Summary

The research covered tomato cultivation in three types of greenhouses. The greenhouses differ with respect to: height, equipment and operation duration. The amount of unit expenditures in the analysed objects was established, i.e.: material, enearding and cost of labour. An analysis was done, regarding the factors having an effect on the amount of expenditure and their structure.

Key words: greenhouses, expenditure structure, energy consumption.