

NAKLĄDY ENERGETYCZE NA PRODUKCJĘ POMIDORA W SZKLARNIACH ZBLOKOWANYCH

Kazimierz Rutkowski, Jakub Wojciech

Katedra Inżynierii Rolniczej i Informatyki, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie

Streszczenie. Badaniami objęto uprawę pomidora w szklarni zblokowanej typu Venlo o powierzchni 1,6 ha. W badanym obiekcie określono wielkość jednostkowych nakładów materiałowych, energetycznych oraz robocizny. W końcowej analizie porównano uzyskane wyniki z innymi obiektami o analogicznej technologii i powierzchni. Objęty badaniami obiekt zaliczono do wzorcowych pod względem nakładów energetycznych jak też organizacji produkcji.

Słowa kluczowe: szklarni, struktura nakładów, energochłonność, uprawa pomidora

Wstęp

Począwszy od lat 90-tych obserwuje się sukcesywny rozwój uprawy pomidora pod osłonami. Statystyczny mieszkaniec Europy spożywał 17 kg pomidorów rocznie, Polak 7-8 kg świeżych oraz 5 kg przetworzonych warzyw [Smoleński 1998]. Na rynku obecnie obserwowane jest bardzo duże zainteresowanie pomidorem, a jego niedobór w okresie jesiennym, zimowym i wiosennym należy uzupełniać prowadząc produkcję pod osłonami. Podstawowym warunkiem uzyskania opłacalności w produkcji pomidora szklarniowego jest minimalizacja nakładów energetycznych, koniecznych do uzyskania plonu. Szczególną uwagę należy zwrócić na energię cieplną, która w niektórych przypadkach stanowi 60% wszystkich nakładów [Rutkowski 2004]. Możliwości ograniczenia kosztów produkcji wiążą się z koniecznością doskonalenia technologii i unowocześniania wyposażenia technicznego. Poszukiwanie udoskonaleń podyktowane jest utrzymującym się w ostatnich latach ciągłym wzrostem kosztów energii elektrycznej, opału oraz paliw. Wymusza to stworzenie możliwie najkorzystniejszych warunków zapewniających uzyskanie wysokich plonów przy jak najniższych wydatkach energetycznych. Jednakże aby uzyskać towar o odpowiedniej jakości handlowej, należy roślinom zapewnić właściwe warunki oświetlenia, temperatury i nawodnienia. Pociąga to za sobą konieczność ponoszenia nakładów na:

- ogrzewanie szklarni,
- energię elektryczną, która jest postawą przy stosowaniu nowoczesnej techniki i technologii,
- robociznę.

W literaturze przedmiotu wskazuje się, że budynki szklarniowe ze względu na specyficzną konstrukcję, polegającą na prawie całkowitym przeszkleeniu ścian i dachu, tracą olbrzymią ilość ciepła. Obecnie w wielu krajach prowadzone są prace w kierunku poszu-

kiwania nowych typów konstrukcji, które mają na celu zmniejszenie strat ciepła, a jednocześnie spełniają nowe wymagania roślin (wyższe rośliny wymuszają konieczność zwiększenia wysokości ścian bocznych szklarni, a co za tym idzie zwiększa się stosunek powierzchni oszklenia do powierzchni uprawy). Stosowane jest np. podwójne oszklenie szklarni, które składa się z dwóch przezroczystych przegród, pomiędzy którymi znajduje się powietrze lub inny gaz o właściwościach izolacyjnych. Oprócz izolacyjnego działania podwójnych przegród istotne znaczenie ma także ich zachowanie względem promieniowania cieplnego. Wyróżniamy tutaj trzy grupy materiałów: materiały nieprzepuszczalne dla podczerwieni, przepuszczalne dla podczerwieni i materiały odbijające.

Cel i zakres pracy

Celem przeprowadzonych badań jest określenie wielkości nakładów energetycznych oraz kosztów produkcji, które towarzyszą uprawie pomidora szklarniowego w szklarni typu Venlo o powierzchni 1,6 ha. Badania obejmowały nakłady poniesione na:

- ogrzewanie szklarni,
- energię elektryczną używaną do:
 - a) regulacji wilgotności i wietrzenia szklarni,
 - b) nawadniania i dokarmiania roślin,
 - c) doświetlania,
 - d) użytkowania maszyn i urządzeń używanych w procesie produkcji (opryskiwacze, wózki elektryczne itp.),
 - e) zasilania kotłowni oraz obiektów towarzyszących koniecznych w procesie produkcyjnym (hydrofor, chłodnia, sortownia, warsztat naprawczy),
- zakup środków ochrony roślin i nawozów mineralnych,
- zakup i przygotowanie wody niezbędnej przy produkcji,
- zakup materiałów produkcyjnych (maty, folie, sznurki, zapinki itp.),
- siłę roboczą.

Przedmiot i metodyka badań

Badaniami objęto produkcję pomidora prowadzoną w szklarni typu Venlo o powierzchni 1,6 ha. Szklarnia składała się z 40 naw o szerokości 8m i wysokości ściany bocznej 4m. Objęty badaniami obiekt został wybudowany w 2005 roku. Ogólna ocena stanu technicznego obiektu bardzo dobra. Eksploatacja obiektu prowadzona w sposób perfekcyjny. Drobne usterki były usuwane na bieżąco stosując oryginalne zamienniki. W obiekcie ściany boczne wykonane są ze szkła podwójnego zaś dach kryty jest szkłem pojedynczym. Szkło ułożone jest na gumowych uszczelkach. Na okres zimy w celu zmniejszenia strat ciepła zastosowano na ścianach bocznych i szczytowych dodatkową izolację w postaci folii komórkowej. Na całej powierzchni szklarni umieszczono podwójne kurtyny o różnej przepuszczalności światła. W ciągu dnia używana była tylko ta posiadająca lepszą przepuszczalność, natomiast w ciągu nocy stosowano obydwie kurtyny razem.

Wentylacja odbywała się przez wietrzniki w kalenicy, które stanowiły 20% powierzchni dachu.

Układ ogrzewania zasilany jest z własnej kotłowni. Zainstalowany kocioł o mocy 8MW opalany jest olejem opałowym. W szklarni zastosowane zostało ogrzewanie wodne, z wymuszonym obiegiem wody ciepłej. W objętych badaniach szklarniach zastosowane są następujące systemy ogrzewania: przyścienne, międzynawowe i przygruntowe. W okresie badań temperatura wewnątrz szklarni utrzymywana była na poziomie 21-23°C w dzień oraz 16-18°C w nocy.

Obiekt wyposażony był w dwa niezależne systemy sterowania procesem produkcji. Pierwszy sterownik mikroprocesorowy utrzymuje zadane parametry mikroklimatu wewnątrz szklarni (podłączone do systemu czujniki zbierają informacje na temat temperatury i wilgotności). Drugi sterownik wykorzystywany jest do sterowania systemem nawadniania i dokarmiania roślin. W zależności od warunków solarnych oraz stadium rozwoju roślin uprawianych w szklarni, podawane są odpowiednie ilości pożywki oraz CO₂.

W objętej badaniach szklarni rośliny wysadzone były w dniach 30 stycznia – 4 lutego. Cztery dni przed planowanym okresem wysadzenia roślin włączono układ grzewczy w celu osiągnięcia wymaganej temperatury wynoszącej 18°C. Pomidory wysadzone zostały na wełnie mineralnej, a grunt przykryto białą folią. Pomidory posadzono systemem pasowo rzędowym. Między posadzonymi roślinami pozostawiono pas szerokości 100 cm. Odległość między roślinami w rzędach wynosi 40 cm. Ilość wysadzonych roślin w przeliczeniu na jednostkę powierzchni wynosiła 2,5 szt·m⁻².

W okresie badań prowadzono sumaryczne zużycie wody i według przyjętego klucza (opartego na kilkukrotnych pomiarach) przeliczono zużycie na 1m² uprawy pomidora w okresie wegetacyjnym. Prace pielęgnacyjne prowadzone były przez osoby zatrudnione na stałe. Rośliny podwiązane były na sznurkach, których okresowo zmieniano długość w okresie wegetacji. Każde tworzące się grono było podpierane przy pomocy zapinki. Zapylenie kwiatostanów prowadzi się poprzez potrząsanie sznurów głównych, do których podwiązane są grona pomidorów. Ze względu na zintegrowaną produkcję warzyw nie prowadzi się zapylenia chemicznego.

Zbiór pomidorów prowadzony jest ręcznie. Oberwane i złożone w 20 kg skrzynie pomidory transportowane są do sortowni i pakowni. Ze względu na różnorodne formy zamówień stosowane są następujące formy pakowania: worek siatkowy 1kg, perforowany worek PE 1-1,5 kg, skrzynie kartonowe o wadze 5 kg. Pakowanie odbywa się w sposób mechaniczny na linii sortowania.

Wyniki badań i ich analiza

Uprawa pomidorów w naszym klimacie w cyklu całorocznym wymaga znacznych nakładów energetycznych. Aby sprostać warunkom które stawia rynek należy dążyć do osiągnięcia wysokich plonów oraz obniżaniu kosztów ciepła, które według wielu autorów w strukturze nakładów stanowi ponad 50% [Rutkowski 1998]. Nowe technologie uprawy pozwalają na uzyskanie wysokich plonów ale równocześnie przy ich stosowaniu wzrastają równocześnie nakłady materiałowe [Wysocka-Owczarek 2001, Krześciński 2003]. Obecnie istniejący w Polsce rynek nabywcy poszukuje produkty ogrodnicze po niższej cenie. Stąd

popularność tych technologii, który pozwalają zaspokoić wymienione oczekiwania. Śledząc zainteresowania rynku w innych krajach Europy zauważa się pogoń za artykułami pochodzącymi z tradycyjnych upraw. Analizując strukturę nakładów przedstawioną w tabeli 1 zauważa się, że nakłady materiałowe w wyżej opisanej technologii uprawy zajmują ponad 15%.

Tabela 1. Analiza energetyczno-ekonomiczna produkcji pomidora w szklarni zblokowanej o powierzchni 1,6 ha

Table 1. Energy and economic analysis of tomato production in a block greenhouse with the area of 1.6 ha

Wyszczególnienie	Jednostka	Ilość zużyta	Ilość na m ²	Koszt całkowity [zł·m ⁻²]	Udział %
Nakłady materiałowe:					15,60
rozsada	sztuk	40000	2,5	3,2	3,78
maty	sztuk			2,6	3,07
woda	m ³	592	0,037	1,25	1,48
ochrona chemiczna (Preweks 500 SC)	litr	1,92	0,00012	0,49	0,58
sznurek	m	320000	20	0,42	0,50
folia biała	m	16000	1	0,75	0,89
zapinki	sztuk	352000	22	2,2	2,60
nawożenie	---	---	---	2,3	2,72
Nakłady energetyczne:					69,92
ogrzewanie	litr	239286	14,96	33,51	39,57
energia elektryczna	kWh	102080	6,38	1,97	2,33
paliwa i oleje	litr	16480	1,03	3,30	3,90
Robocizna	rbh	20074	1,25	20,44	24,13
Koszty stałe:					13,62
Ubezpieczenia	---	---	---	0,23	0,27
Spłata kredytów	---	---	---	0,034	0,04
Opłaty leasingowe	---	---	---	0,017	0,02
Amortyzacja	---	---	---	11,25	13,28
Opakowania:					0,86
Folia perforowana	sztuk	260000	16,25	0,11	0,13
Worek siatkowy 1,5 kg	sztuk	45000	2,81	0,28	0,33
Skrzynie kartonowe 5 kg	sztuk	12000	0,75	0,34	0,40
Razem:				84,69	100

Porównując tą wielkość z wynikami z innych obiektów analogicznej wielkości [Rutkowski 2006] należy przyznać, że jest ona znacznie niższa. W badanym obiekcie nie stosowano ochrony biologicznej przy równocześnie niskim udziale w strukturze środków ochrony roślin. Świadczy to o dobrych warunkach fitosanitarnych w badanym obiekcie, co było zauważalne podczas prowadzenia badań.

Największy udział w strukturze nakładów stanowi ciepło, które zajmuje prawie 40%. Tak wysoki udział spowodowany jest wysoką ceną paliwa którego cena w ostatnim okresie wzrosła (mając na względzie paliwa płynne stosowane w systemie grzewczym) ponad

dwukrotnie. Jeśli wielkość tą odniesiemy do okresu uprawy oraz występujących warunków klimatycznych a pominiemy cenę paliwa to są bardzo niskie. Jak już wcześniej wspomniano w obiekcie tym wiele uwagi poświęcano ograniczeniom strat ciepła poprzez stosowanie podwójnych kurtyn w ciągu nocy czy też stosowanie osłon termoizolacyjnych na ścianach zewnętrznych. Należy podkreślić, że wszystkie uszkodzone szyby uzupełniane były w sposób profesjonalny. Taka szczególna dbałość o ograniczenie strat ciepła pozwoliła na zmniejszenie jednostkowego zużycia paliwa w stosunku do analogicznego obiektu [Rutkowski 2006] o 18%.

Wyżej wymienione czynniki, których wielkości w porównaniu z innymi analogicznymi obiektami możemy uznać jako niższe spowodowane są szczególną dbałością o stan fitosanitarny i techniczny obiektu. Przy szczegółowej analizie nakładów jednostkowych zauważa się znaczny wzrost nakładów robocizny w objętym badaniami obiekcie. Ujęte w tabeli sumaryczne nakłady robocizny bezpośredniej są znacznie wyższe w porównaniu z obiektami o analogicznej technologii i powierzchni średnio o 25%. Mimo tak wysokiej różnicy w nakładach robocizny na jednostkę produkcji, ogólny wynik nakładów na jednostkę powierzchni jest niższy mimo znacznej różnicy cen paliwa w badanych okresach porównywanych zakładów produkcyjnych. Jeśli dodatkowo uwzględnimy aspekt ekologiczny spowodowany mniejszą emisją zanieczyszczeń z racji zmniejszonego zużycia paliwa, to należy jednoznacznie uznać, że zdyscyplinowanie załogi i system premiowania za dobrą pracę jest formą opłacalną zarówno dla producenta jak też dla środowiska.

Reasumując należy stwierdzić, że wielkość nakładów w przeliczeniu na jednostkę powierzchni w analizowanym obiekcie jest stosunkowo niska. Jeśli uwzględnimy dodatkowo wielkość plonu uzyskanego z 1 m² (66 kg) co jest wynikiem zarówno zaangażowania załogi związanej bezpośrednio z produkcją jak też służb energetycznych (zapewnienie optymalnych temperatur i minimalizacja strat) to należy uznać, że gospodarka energetyczna w objętym badaniami obiekcie jest prowadzona wzorcowo. Powyższe stwierdzenie uzasadniam tym, że podobne badania i obserwacje prowadzono w ciągu ostatnich kilku lat w kilkunastu różnych obiektach i tak dużego zaangażowania załogi w cykl produkcyjny dotychczas nie zaobserwowano. Zarówno forma premiowania jak też wzajemne zaufanie przynosiło wymierne efekty.

Wnioski

1. W uprawie pomidora w szklarniach zblokowanych typu Venlo o powierzchni 1,6 ha (wysokości 4,0 m) koszty ciepła w strukturze nakładów stanowią prawie 40%.
2. Wielkość nakładów na jednostkę powierzchni w objętych badaniami szklarniach wynosiła prawie 85 zł·m⁻².
3. Wprowadzenie premii motywacyjnych dla załogi oraz prawidłowa gospodarka energetyczna (energooszczędna) pozwoliły mimo dużego wzrostu cen paliwa na utrzymanie kosztów produkcji pomidora na podobnym poziomie do roku ubiegłego.

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). Warszawa. s. 301-307.
- Krzesiński W.** 2003. Pomidory - jak uzyskać 55kg/m². Hasło Ogrodnicze 5. s.72-76.
- Rutkowski K.** 2003. Projektowanie systemu grzewczego szklarni. Hasło ogrodnicze nr 12. Kraków .s. 13-15.
- Rutkowski K.** 2004. Nakłady energetyczno-ekonomiczne na uprawę pomidora szklarniowego. Inżynieria Rolnicza. Nr 4(59). Warszawa. s. 191-198.
- Rutkowski K.** 2006. Energetyczno-ekonomiczne aspekty uprawy pomidora w różnych obiektach szklarniowych. Inżynieria Rolnicza. Nr 6(81). Kraków. s. 223-228.
- Wysocka-Owczarek M.** 2001. Pomidory pod osłonami. Hortpress, Warszawa. s. 50-65.

ENERGY EXPENDITURE ON TOMATO PRODUCTION IN BLOCK GREENHOUSES

Abstract. The research covered tomato growing in a Venlo type block greenhouse with the area of 1.6 ha. The following values were determined for the examined facility: unit material and energy expenditures and labour. The final analysis compared obtained results to other facilities characterised by analogical technology and area. The facility covered by the research was ranked to be model as regards energy expenditures and production organisation.

Key words: greenhouse, structure of expenditures, energy consumption, tomato growing

Adres do korespondencji:

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