

## WPLYW FERTYGACJI I PODŁOŻY INERTNYCH NA PLONOWANIE POMIDORA SZKLARNIOWEGO *Lycopersicon esculentum* L.

*Piotr Chohura, Andrzej Komosa*

Katedra Ogrodnictwa, Akademia Rolnicza we Wrocławiu

### Wstęp

Pomidor szklarniowy jest jednym z najważniejszych gatunków warzyw uprawianych pod osłonami. Zajmuje powierzchnię 600 ha [KUBIAK i in. 1999], z czego około 400 ha stanowią uprawy w warstwie mineralnej [WYSOCKA-OWCZAREK 1998]. W związku z tym poszukuje się zarówno coraz efektywniejszych metod uprawy pomidora, jak i innych warzyw szklarniowych, pozwalających na uzyskiwanie wysokich i dobrych jakościowo plonów oraz bezpiecznych dla środowiska [RUIJS, VAN OS 1991]. Bardzo ważnymi czynnikami decydującymi o powodzeniu uprawy są podłoże i nawożenie [RUIJS 1993].

W ostatniej dekadzie XX wieku w naszym kraju wprowadzono do produkcji ogrodniczej szereg nowych technologii, w tym również nowe podłoża, tzw. inertne [KOMOSA 1994]. Nawożenie roślin uprawianych w podłożach inertnych stosowane jest systemem fertygacji kropłowej [DYŚKO 1994]. Pozwala to na precyzyjne sterowanie odżywianiem roślin i dostosowanie składu pożywki do aktualnych wymagań pokarmowych [SONNEVELD, SPAANS 1990; OLYMPIOS 1992]. Sterowanie nawadnianiem i pozostałymi parametrami klimatycznymi może odbywać się automatycznie dzięki zainstalowanym komputerom [WYSOCKA-OWCZAREK 1998].

Jak podaje MOLITOR [1992], podłoża te nie wchodzi w reakcje z pożywką i często ich rola ogranicza się do mechanicznego utrzymywania systemu korzeniowego. Zachowują optymalne warunki fizyczne, zwłaszcza stosunki powietrzno-wodne [HO, ADAMS 1995]. Pozwala to także na kilkakrotne użytkowanie podłoża po poprzedniej dezynfekcji [KLAPWIJK 1990; VAN OS i in. 1991]. Ta technologia uprawy pozwala na redukcję zużycia energii (10–15%) oraz wody i nawozów (30–50%) w stosunku do upraw tradycyjnych [BENOIT, CEUSTERMANS 1994].

Plony z upraw bezglebowych wzrosły o 100% w stosunku do upraw tradycyjnych [WYSOCKA-OWCZAREK 1998; KUBIAK i in. 1999]. Należy podkreślić, że jest to plon bardzo dobry jakościowo – niezawierający nadmiernych zawartości azotanów, azotynów i metali ciężkich [LIPPERT 1993; VOGEL, FLOGEL 1993; IMRE 1995].

Nowe technologie uprawy, ze względu na specyficzne warunki wzrostu roślin, wywołały szereg problemów, do których można zaliczyć wybór optymalnego podłoża dla danego gatunku i opracowanie składu pożywek.

Celem niniejszej pracy było określenie wpływu zróżnicowanych poziomów

nawożenia i rodzaju podłoża inertnych na wysokość oraz jakość plonu pomidora szklarniowego odm. Maeva F<sub>1</sub>.

## Materiał i metody

Doświadczenia wegetacyjne zostały przeprowadzone w latach 1997–1999 w szklarni Rolniczego Zakładu Doświadczalnego „Piastów” Katedry Ogrodnictwa, Akademii Rolniczej we Wrocławiu. Doświadczenia założono metodą losowanych podbloków w czterech powtórzeniach. Jedno poletko obejmowało 8 roślin pomidora szklarniowego *Lycopersicon esculentum* L. odmiany Maeva F<sub>1</sub>, rosnących w 4 matach lub 4 skrzynkach.

Pierwszym badanym czynnikiem były dwa poziomy składników w pożywce – standardowy I o składzie (w mg·dm<sup>-3</sup>): N-NO<sub>3</sub> – 189, P – 62, K – 371, Ca – 190, Mg – 49, Fe – 0,84, Mn – 1,873, B – 0,32, Zn – 2,01, Cu – 0,048, Mo – 0,048, pH 5,5, EC – 3,2 mS·cm<sup>-1</sup> i pożywka II o zawartości składników zwiększonej o 20% [KOMOSA, OLECH 1996].

Drugi czynnik stanowiły trzy podłoża inertne:

- wełna mineralna Grodan (maty o wymiarach 100 × 15 × 7,5 cm),
- pianka poliuretanowa Inert (maty o wymiarach 100 × 20 × 7,5 cm),
- keramzyt, uziarnienie 4–8 mm (skrzynki o wymiarach 100 × 15 × 10 cm).

Uprawę prowadzono w zamkniętym systemie nawożenia. Do fertygacji stosowano wodę ze studni o składzie: (w mg·dm<sup>-3</sup>) N-NO<sub>3</sub> – 14,7, P – 1,9, K – 41,8, Ca – 105,0, Mg – 38,1, Na – 40,5, Cl – 47,2, S-SO<sub>4</sub> – 87,4, Fe – 0,259, Mn – 1,783, B – 0,085, Zn – 2,01, Cu – 0,005, Mo – śl., pH 6,82, EC – 1,59 mS·cm<sup>-1</sup>. Maty i skrzynki z keramzytem były umieszczone na niskich stelażach (10 cm nad posadzką) pokrytych białą folią. Pożywka dostarczana była przez układ rur, kapilar i kroploowników z kompensacją ciśnienia do każdej rośliny. Wydatek na kroplowniku wynosił 35 cm<sup>3</sup>·minuta<sup>-1</sup>. Składy pożywek ustalono na podstawie analiz wody i przygotowywano jako koncentrat 100-krotnie stężony z nawozów pojedynczych i kompleksowych, w dwóch zbiornikach A i B o pojemności 100 dm<sup>3</sup>. Pożywkę roboczą uzyskiwano przez rozcieńczenie pożywek skoncentrowanych w stosunku 1:100, z zastosowaniem dozowników proporcjonalnych Dosatron. Ilość i długość cykli nawodnieniowych była dostosowywana do fazy rozwojowej i programowana sterownikiem Yarden. Przelew wynosił 20%. Zapylenie dokonywały trzmiele ziemne (*Bombus terrestris*). Nasiona wysiewano w połowie stycznia, rozsadę sadzono na początku marca. Rośliny uprawiano na jeden pęd w zagęszczeniu 2,5 szt.·m<sup>-2</sup>. Uprawę likwidowano 27 X 1997 roku, 10 X 1998 i 11 X 1999 roku.

Zbiory wykonywano zazwyczaj dwa razy w tygodniu, owoce ważono i sortowano na wybory:

- wybór IA – średnica powyżej 6 cm,
- wybór IB – średnica 4,5–6 cm,
- wybór II – średnica 3,5–4,5 cm,
- poza wyborem – średnica poniżej 3,5 cm, owoce nikształtne, chore, spękane i małe.

Określano plon ogólny, wczesny i handlowy, który stanowiły owoce wyborów: IA, IB i II wyboru. Plon wczesny stanowiły owoce zebrane z 35 dni owocowania, licząc od daty pierwszego zbioru. Wyniki opracowano statystycznie wykonując analizę wariancji przy poziomie istotności  $p = 0,05$ .

## Wyniki

Plonowanie pomidora szklarniowego odmiany Maeva było istotnie uzależnione od rodzaju podłoża i lat badań, a nie od poziomu nawożenia (tab. 1). Mimo, iż wpływ nawożenia nie został udowodniony statystycznie, jednak najwyższy średni plon stwierdzono u roślin nawożonych pożywką o wyższej zawartości składników. Na tym poziomie najlepsze plonowanie było u roślin uprawianych w wełnie mineralnej (13,66 kg-roślina<sup>-1</sup>), mniejsze w keramzycie (12,65 kg-roślina<sup>-1</sup>) i najniższe w piance poliuretanowej (12,09 kg-roślina<sup>-1</sup>). Wykazano, że średni – z dwóch poziomów nawożenia – plon ogólny owoców był istotnie wyższy u roślin uprawianych w wełnie mineralnej niż w keramzycie i piance poliuretanowej. Nie stwierdzono natomiast istotnych różnic między tymi dwoma ostatnimi podłożami.

Tabela 1; Table 1

Wpływ poziomów nawożenia i podłoża na plon ogólny pomidora szklarniowego odmiany Maeva F<sub>1</sub> (kg-roślina<sup>-1</sup>)

The effect of fertilization levels and inert media on the total yield of greenhouse tomato cultivar Maeva F<sub>1</sub> (kg-plant<sup>-1</sup>)

Lata Years (A)	Poziom I; Level I – (B)				Poziom II; Level II – (B)				s (A)
	wełna mineralna rockwool (C)	keramzyt expanded clay (C)	pianka poliure- tanowa PU foam (C)	$\bar{x}$ (A×B)	wełna mineralna rockwool (C)	keramzyt expanded clay (C)	pianka poliure- tanowa PU foam (C)	$\bar{x}$ (A×B)	
1997	12,28	13,03	12,08	12,46	12,80	12,67	12,52	12,66	12,56
1998	14,00	12,86	12,31	13,06	13,23	13,64	12,53	13,13	13,09
1999	12,59	11,97	11,91	12,16	14,96	11,63	11,22	12,60	12,38
$\bar{x}$ (B×C)	12,96	12,62	12,10	–	13,66	12,65	12,09	–	–
$\bar{x}$ (B)	12,56			–	12,80			–	–
$\bar{x}$ (C)	wełna min.; rockwool (I+II) 13,31		keramzyt; expanded clay (I+II) 12,63		pianka poliureta- nowa; PU foam (I+II) 12,09			–	
$\bar{x}$	12,68								–

Czynniki; Factors: A – lata; years, B – poziomy nawożenia; fertilization levels, C – podłoża; media  
 NIR<sub>0,05</sub> dla A; LSD<sub>0,05</sub> for A = 0,55 NIR<sub>0,05</sub> dla A×B; LSD<sub>0,05</sub> for A×B – r.n. NIR<sub>0,05</sub> dla A×B×C;  
 LSD<sub>0,05</sub> for A×B×C = 1,35  
 NIR<sub>0,05</sub> dla B; LSD<sub>0,05</sub> for B – r.n. NIR<sub>0,05</sub> dla B×C; LSD<sub>0,05</sub> for B×C – r.n.  
 NIR<sub>0,05</sub> dla C; LSD<sub>0,05</sub> for C = 0,55  
 r.n. – różnice nieistotne; differences not significant

Najkorzystniejsze i istotnie najwyższe plonowanie uzyskano w roku 1998. Średni plon ogólny ze wszystkich badanych podłoży i poziomów nawożenia wyniósł w tym roku 13,09 kg-roślina<sup>-1</sup>, gdy w latach 1997 i 1999 – 12,56 i 12,38 kg-roślina<sup>-1</sup>. Rekordowy plon – 14,96 kg-roślina<sup>-1</sup> – uzyskano w roku 1999 z uprawy w wełnie mineralnej na drugim poziomie nawożenia.

Podłoża istotnie wpływały na plon handlowy pomidora. Najwyższy średni plon handlowy odmiany Maeva z dwóch poziomów nawożenia odnotowano z uprawy w wełnie mineralnej 12,07 kg-roślina<sup>-1</sup> i w keramzycie 11,58 kg-roślina<sup>-1</sup>

(tab. 2). Natomiast istotnie niższe plonowanie uzyskano z uprawy w piance poliuretanowej 10,97 kg-roślina<sup>-1</sup>. Średni plon handlowy na obniżonym poziomie nawożenia był podobny. W roku 1998 średni ogólny plon handlowy był istotnie wyższy od pozostałych lat badań. Rekordowy w całym doświadczeniu plon handlowy – 12,91 kg-roślina<sup>-1</sup> – odnotowano z uprawianych w wełnie mineralnej, na II poziomie nawożenia w roku 1999. Nie stwierdzono istotnego współdziałania nawożenia i podłoża na wysokość plonu handlowego.

Tabela 2; Table 2

Wpływ poziomów nawożenia i podłoża na plon handlowy owoców pomidora szklarniowego odmiany Maeva F<sub>1</sub> (kg-roślina<sup>-1</sup>)

The effect of fertilization levels and inert media on the marketable yield of greenhouse tomato cultivar Maeva F<sub>1</sub> (kg-plant<sup>-1</sup>)

Lata Years (A)	Poziom I; Level I – (B)				Poziom II; Level II – (B)				x̄ (A)
	wełna mineralna rockwool (C)	keramzyt expanded clay (C)	pianka poliuretanowa PU foam (C)	x̄ (A×B)	wełna mineralna rockwool (C)	keramzyt expanded clay (C)	pianka poliuretanowa PU foam (C)	x̄ (A×B)	
1997	11,41	11,38	10,69	11,16	10,99	11,44	11,21	11,21	11,18
1998	12,78	12,43	11,61	12,27	12,42	12,62	12,14	12,39	12,33
1999	11,91	11,44	10,47	11,27	12,91	10,17	9,73	10,94	11,10
x̄ (B×C)	12,03	11,75	10,92	–	12,11	11,41	11,03	–	–
x̄ (B)	11,57			–	11,52			–	–
x̄ (C)	wełna min.; rockwool (I+II) 12,07		keramzyt; expanded clay (I+II) 11,58		pianka poliuretanowa; PU foam (I+II) 10,97		–		
x̄	11,54								–

Czynniki; Factors: A – lata; years, B – poziomy nawożenia; fertilization levels, C – podłoża; media  
 NIR<sub>0,05</sub> dla A; LSD<sub>0,05</sub> for A = 0,51 NIR<sub>0,05</sub> dla A×B; LSD<sub>0,05</sub> for A×B – r.n. NIR<sub>0,05</sub> dla A×B×C;  
 LSD<sub>0,05</sub> for A×B×C = r.n.  
 NIR<sub>0,05</sub> dla B; LSD<sub>0,05</sub> for B – r.n. NIR<sub>0,05</sub> dla B×C; LSD<sub>0,05</sub> for B×C – r.n.  
 NIR<sub>0,05</sub> dla C; LSD<sub>0,05</sub> for C = 0,51  
 r.n. – różnice nieistotne; differences not significant

Podłoża również istotnie wpływały na wysokość plonu wczesnego, wszystkie średnie różniły się istotnie. Rekordowy plon wczesny – 4,64 kg-roślina<sup>-1</sup> – uzyskano z uprawy w wełnie mineralnej w 1997 roku na I poziomie nawożenia (tab. 3). Natomiast na drugim poziomie nawożenia odnotowano istotne współdziałanie nawożenia i podłoża. Średni plon wczesny z wełny mineralnej na II poziomie nawożenia (4,44 kg-roślina<sup>-1</sup>) był istotnie wyższy od plonów z pozostałych podłoży.

Plon handlowy z dwóch poziomów nawożenia stanowił średnio 91,05% plonu ogólnego (tab. 4). Był nieznacznie wyższy na pierwszym poziomie nawożenia (92,50%). Podobnie plon wczesny był wyższy na I poziomie nawożenia i stanowił średnio 32,86% plonu ogólnego. Procentowy udział wyboru IA w plonie ogólnym wynosił średnio 67,18% plonu ogólnego. Stwierdzono, że na pierwszym poziomie nawożenia największy procentowy udział tego plonu w plonie ogólnym był z wełny mineralnej, a na drugim z pianki poliuretanowej. Najwięcej owoców wyboru IB zebrano z roślin uprawianych w keramzycie. Plon II wyboru wynosił średnio 1,87%, a poza wyborem 8,98% plonu ogólnego.

Tabela 3; Table 3

Wpływ poziomów nawożenia i podłoży na plon wczesny owoców pomidora szklarniowego odmiany Maeva F<sub>1</sub> (kg-roślina<sup>-1</sup>)

The effect of fertilization levels and inert media on the early yield of greenhouse tomato cultivar Maeva F<sub>1</sub> (kg-plant<sup>-1</sup>)

Lata Years (A)	Poziom I; Level I – (B)				Poziom II; Level II – (B)				x̄ (A)
	wełna mineralna rockwool (C)	keramzyt expanded clay (C)	pianka poliuretano- tanowa PU foam (C)	x̄ (A×B)	wełna mineralna rockwool (C)	keramzyt expanded clay (C)	pianka poliuretano- tanowa PU foam (C)	x̄ (A×B)	
1997	4,64	4,43	4,06	4,32	4,58	4,40	4,09	4,36	4,34
1998	3,95	4,19	3,92	4,02	4,25	3,71	3,57	3,84	3,93
1999	3,96	3,97	4,02	3,98	4,50	3,58	3,19	3,76	3,87
x̄ (B×C)	4,18	4,20	4,00	–	4,44	3,90	3,62	–	–
x̄ (B)	4,13			–	3,97			–	–
x̄ (C)	wełna min.; rockwool (I+II) 4,31		keramzyt; expanded clay (I+II) 4,05		pianka poliuretano- wa; PU foam (I+II) 3,81		–		
x̄	4,05								–

Czynniki; Factors: A – lata; years, B – poziomy nawożenia; fertilization levels, C – podłoża; media  
 NIR<sub>0,05</sub> dla A; LSD<sub>0,05</sub> for A = 0,23 NIR<sub>0,05</sub> dla A×B; LSD<sub>0,05</sub> for A×B – r.n. NIR<sub>0,05</sub> dla A×B×C;  
 LSD<sub>0,05</sub> for A×B×C = r.n.  
 NIR<sub>0,05</sub> dla B; LSD<sub>0,05</sub> for B – r.n. NIR<sub>0,05</sub> dla B×C; LSD<sub>0,05</sub> for B×C – 0,33  
 NIR<sub>0,05</sub> dla C; LSD<sub>0,05</sub> for C = 0,23  
 r.n. – różnice nieistotne; differences not significant

Tabela 4; Table 4

Wpływ poziomów nawożenia i podłoży na strukturę plonu pomidora szklarniowego odmiany Maeva F<sub>1</sub> (%)

The effect of fertilization levels and inert media on the yield structure of greenhouse tomato cultivar Maeva F<sub>1</sub> (%)

Plon Yield	I Poziom; Level I				II Poziom; Level II				x̄
	wełna min. rockwool	keramzyt expanded clay	pianka poliuretano- nowa; PU foam	x̄	wełna min. rockwool	keramzyt expanded clay	pianka poliuretano- wa; PU foam	x̄	
Handlowy Marketable	92,82	93,11	90,25	92,06	88,65	90,20	91,16	90,04	91,05
Wczesny Early	32,25	33,28	33,06	32,86	32,50	30,83	29,94	31,09	31,93
Wybór IA Grade IA	70,91	67,91	68,02	68,95	65,30	64,19	66,78	65,42	67,18
Wybór IB Grade IB	19,98	23,53	20,41	21,31	21,38	23,87	22,56	22,60	21,95
II wybór Class II	2,01	1,58	1,82	1,80	1,98	2,13	1,74	1,95	1,87
Poza wybo- rem; Out of class	7,10	6,97	9,75	7,94	11,35	9,80	8,93	10,03	8,98

## Dyskusja

W przeprowadzonych badaniach wykazano, że najlepszym podłożem do uprawy pomidora szklarniowego była wełna mineralna. Podobne wyniki uzyskali [MARTINEZ, ABAD 1992; OŚWIECIMSKI i in. 1992; GERTSSON i in. 1994; URONEN 1995]. Zarówno plon ogólny, handlowy, wczesny oraz wyboru IA uzyskany z wełny mineralnej był istotnie wyższy od plonu z pozostałych podłoży. Różnice pomiędzy pozostałymi wyborami nie zostały udowodnione statystycznie.

Średni ogólny plon z uprawy w keramzycie był istotnie wyższy od pianki poliuretanowej. Plonowanie z uprawy w tym podłożu w roku 1997 i 1999 było zbliżone do wełny mineralnej. W roku 1999 odnotowano obniżenie plonu, które miało wpływ na średnią z trzech lat. Zbliżone plonowanie między uprawą w wełnie i keramzycie stwierdzili również SCHNITZLER i MICHALSKY [1993], SCHNITZLER i in. [1994] oraz PAWLIŃSKA i KOMOSA [2000]. Technologia uprawy w keramzycie wymaga dalszych badań, szczególnie w zakresie ilości i częstotliwości nawodnień. Zwracają na to uwagę również HETMAN i MARTYN [1996] oraz RUMPEL [1998].

Plonowanie z uprawy w piance poliuretanowej było najniższe z badanych podłoży. Nie jest to zgodne z badaniami BENOITA i CUSTERMANSA [1989] oraz STARCKA i WÓJCIKA [1995], którzy uzyskali plony na poziomie zbliżonym do wełny mineralnej. Niskie plony w badaniach własnych były najprawdopodobniej spowodowane gorszymi właściwościami fizycznymi stosowanej pianki. Charakteryzowała się ona bardzo dużą pojemnością powietrzną oraz niską pojemnością wodną. TURSKA [1999] używając pianki poliuretanowej Agrofoam (prod. belgijskiej) uzyskała w pierwszym roku użytkowania plon zbliżony do wełny mineralnej, natomiast w drugim roku plon był wyższy.

Zwiększenie zawartości składników pokarmowych w pożywce o 20% nie miało istotnego wpływu na wysokość plonów ani ich strukturę. Podobne wyniki uzyskali PAWLIŃSKA i KOMOSA [2000]. Wprawdzie plon ogólny był nieznacznie wyższy, jednak różnica ta nie została udowodniona statystycznie.

## Wnioski

1. Uprawa pomidora szklarniowego w podłożach inertnych pozwala na uzyskiwanie wysokich plonów, przy czym plon handlowy stanowi ponad 90% plonu ogólnego.
2. Podłoża istotnie wpływały na wysokość plonu ogólnego, handlowego i wczesnego pomidora szklarniowego.
3. Najwyższe plony uzyskano z uprawy w wełnie mineralnej, niższe w keramzycie, a najniższe z uprawy w piance poliuretanowej.
4. Badane poziomy nawożenia nie wpływały istotnie na plonowanie pomidora szklarniowego.

## Literatura

BENOIT F., CEUSTERMANS N. 1994. *A decade of research on polyurethane ether foam substrates*. Proceedings of the International Colloquium on Soilless Culture. Hangzhou, China, 22–26 V 1994: 68–69.

- BENOIT F., CEUSTERMANS N. 1989. *Growing tomatoes on recycled poly-urethane. Soilless Culture* 5(2): 3–10.
- DYŚKO J. 1994. *Wpływ metody nawadniania na plon pomidorów uprawianych na wełnie mineralnej*. Materiały z sympozjum 30-lecia Instytutu Warzywnictwa w Skierniewicach, Cz. II: 351–356.
- GERTSSON U.E., HANSSON I., WAECHTER-KRISTENSEN B., LUNDQVIST S., SVEDELIUS G. 1994. *Tomato grown in circulating nutrient solution using rockwool and as hydroponic*. *Acta Horticulturae* 361: 237–243.
- HETMAN J., MARTYN W. 1996. *Oddziaływanie hydrożeli na właściwości wodne roślin ogrodnich. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 429: 133–136.
- HO L.C., ADAMS P. 1995. *Nutrient uptake and relation to crop quality*. *Acta Horticulturae* 396: 33–44.
- IMRE C. 1995. *Growing mediums in hydroculture*. *Plasticulture* 4: 45–47.
- KLAPWIJK D. 1990. *Tomatoes. Substrate and root research*. *Groeten-en-Fruit* 45: 26, 30–31.
- KOMOSA A. 1994. *Nowoczesne technologie nawożenia roślin ogrodnich. V Jubil. Konf. Katedr Uprawy Roli i Nawoż. Roślin Ogrod. „Nawożenie roślin ogrodnich – stan badań i perspektywy”*. Poznań, 9–10 VI 1994: 21–24.
- KOMOSA A., OLECH R. 1996. *Zróżnicowanie składu pożywki w zamkniętym systemie nawożenia pomidora szklarniowego. Cz. 1. Makroelementy, Cz. 2. Mikroelementy*. *Poznańskie Towarzystwo Przyjaciół Nauk*, t. 81: 253–260, 261–266.
- KUBIAK K., MARYNOWSKI R., KOGUTR W., KRAJEWSKI A., MIRKOWSKA Z. 1999. *Produkcja warzyw pod osłonami w Polsce i Unii Europejskiej*. Centralny Ośrodek Badawczo-Rozwojowy Ogrodnictwa. Warszawa, listopad 1999: 2–11.
- LIPPERT F. 1993. *Amounts of organic constituents in tomato cultivated in open and closed hydroponic systems*. *Acta Horticulturae* 339: 113–123.
- MARTINEZ P.F., ABAD M. 1992. *Soilless culture of tomato in different mineral substrates*. *Acta Horticulturae* 323: 251–259.
- MARTYN W. 1996. *Podłoża szklarniowe wykorzystywane w ogrodnictwie pod osłonami w Polsce*. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 429: 223–228.
- MOLITOR D. 1992. *Erdelöse kulturverfahren. Gemüse* 9: 432–434.
- OLYMPIOS C.M. 1992. *Soilless media under protected cultivation. Rockwool, peat, perlite and other substrates*. *Acta Horticulturae* 323: 215–235.
- OŚWIECIMSKI W. 1992. *Greenhouse tomato cultivation in Polish mineral wool as compared with growth on peat substrate*. *Annals of Warsaw Agricultural University-SGGW, Ser. Horticulture* 16: 25–32.
- PAWLIŃSKA A., KOMOSA A. 2000. *Plonowanie pomidora szklarniowego uprawianego w podłożach tradycyjnych i inertnych*. VIII Ogólnopolska konferencja naukowa „Efektywność stosowania nawozów w uprawach ogrodnich – zmiany ilościowe i jakościowe w warunkach stresu”. Warszawa, 20–21 VI 2000: 122–124.
- RUIJS M.N.A. 1993. *Economic evaluation of closed production system in glasshouse horticulture*. *Acta Horticulturae* 340: 87–94.
- RUIJS M.N.A., VAN OS E.A. 1991. *Economic evaluation of business system with a lower degree of environmental pollution*. *Acta Horticulturae* 295: 79–84.

- RUMPEL J. 1998. *Tradycyjne i nowe substraty uprawowe oraz problematyka ich stosowania*. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 461: 47–66.
- SCHNITZLER W.H., EICHIN B., HANKE A. 1994. *Einfluss von Anbausubstraten und Reifstadien auf einige geschmacksgebende Inhaltsstoffe bei Tomaten*. Gartenbauwissenschaft 59: 214–220.
- SCHNITZLER W.H., MICHALSKY F. 1993. *Expirience and problems of growing tomatoes in expanded clay aggregate*. Proceedengs of the 8th International Congress on Soilless Culture, St Helier, Jersey, 12–19 IV 1993: 361–373.
- SONNEVELD C., SPAANS L. 1990. *Computer program calculates best nutrient solution plan*. Groeten-en-Fruit 45: 27, 38–39.
- STARCK J.R., WÓJCIK A. 1995. *Comparison of rockwool and artificial foam Dynamite as substrates for greenhouse tomatoes*. Annals of Warsaw Agricultural University-SGGW, Ser. Horticulture 17: 45–47.
- TURSKA B. 1999. *Praca magisterska*. AR Poznań.
- URONEN K.R. 1995. *Leaching of nutrients and yield of tomato in peat and rockwool with open and closed system*. Acta Horticulturae 401: 443–449.
- VAN OS E.A., RUIJS M.N.A., VAN WEEL PA. 1991. *Closed business systems for less pollution from greenhouses*. Acta Horticulturae 294: 49–57.
- VOGEL G., FLOGEL I. 1993. *Frühzeitigkeit und Ertrag sowie Qualität der Früchte besser als in Erdkultur*. Gartenbau-Magazin 2: 49–51.
- WYSOCKA-OWCZAREK M. 1998. *Pomidory pod osłonami. Uprawa tradycyjna i nowoczesna*. Hortpress Sp. z o.o., Warszawa: 166–189.

**Słowa kluczowe:** podłoża inertne, uprawy bezglebowe, fertygacja, pomidor

### Streszczenie

W doświadczeniach oceniano wpływ dwóch poziomów nawożenia (standardowego i zwiększonego o 20%) oraz trzech podłoży inertnych (wełny mineralnej, keramzytu i pianki poliuretanowej) na plonowanie pomidora szklarniowego odmiany Maeva F<sub>1</sub>. Określano plon ogólny, handlowy, wczesny oraz poza wyborem. Badania vegetacyjne przeprowadzono w latach 1997–1999. Rośliny uprawiano na jeden pęd w zagęszczeniu 2,5 szt.m<sup>-2</sup>, do zapyłania używano trzmieli. Rostadę sadzono w pierwszej dekadzie marca, a uprawę likwidowano w październiku.

Wykazano, że zwiększenie zawartości składników w pożywce spowodowało niewielki wzrost plonowania. Jednak różnice pomiędzy poziomami nawożenia nie zostały udowodnione statystycznie. Podłoża natomiast istotnie wpływały na plonowanie. Udowodniono, że średni – z dwóch poziomów nawożenia – plon owoców był istotnie wyższy u roślin uprawianych w wełnie mineralnej niż w keramzytce i piance poliuretanowej. W przypadku pozostałych frakcji plonu wykazano podobne zależności. Plon handlowy stanowił ponad 90% plonu ogólnego.



THE EFFECT OF FERTIGATION AND INERT SUBSTRATES  
ON THE YIELD OF GREENHOUSE TOMATO *Lycopersicon esculentum* L.

*Piotr Chohura, Andrzej Komosa*  
Department of Vegetable Crop Production,  
Agricultural University, Wrocław

Key words: inert media, soilless culture, fertigation, tomato

Summary

In three year experiments the effects of two levels of fertilization (standard and increased by 20%) and three root media (rockwool, expanded clay and polyurethane foam) on the yield of greenhouse tomato cv. Maeva F<sub>1</sub> were studied. The total, marketable, early yield, as well as the yield remaining outside classification were determined. The experiments were carried out in the years 1997–1999. The density was 2.5 plants·m<sup>-2</sup>. Pollination was performed by *Bombus terrestris*. Transplants were planted in the first decade of March and terminated in October.

It was found that increase of nutrient solution concentration in comparison to standard solution resulted in a slight increase of yield. However the differences in fertilization levels were not statistically significant. It was proved that average yield obtained from the two levels of fertilization was significantly higher for plants cultivated in rockwool than those grown in expanded clay and polyurethane foam. In the case of the remaining fraction of the yield similar relations were found. Commercial yield constituted an average over 90% of total yield.

Dr inż. Piotr **Chohura**  
Katedra Ogrodnictwa  
Akademia Rolnicza  
ul. Rozbrat 7  
50–334 WROCŁAW  
e-mail: chohura@ozi.ar.wroc.pl