

PLONOWANIE I SKŁAD CHEMICZNY POMIDORA
UPRAWIANEGO W SZKLARNI W PODŁOŻACH
EKOLOGICZNYCH*

Józef Nurzyński

Katedra Uprawy i Nawożenia Roślin Ogrodniczych, Wydział Ogrodniczy, Akademia Rolnicza
ul. St. Leszczyńskiego 58, 20-068 Lublin
e-mail: jozef.nurzynski@ar.lublin.pl

Streszczenie. Badania przeprowadzono z pomidorem odm. Cunero F₁ uprawianym na 23 grona w szklarni w podłożu z piasku, torfu, słomy żytniej, słomy pszennej, słomy zmieszanej z torfem, z korą oraz w wełnie mineralnej. Zastosowano zamknięty system fertygacji bez recyrkulacji uwzględniając około 20% przelewu. Na podstawie plonu owoców, zawartości w nich suchej masy, witaminy C, cukrów stwierdzono, że piasek jest dobrym podłożem. Plon owoców nie różnił się istotnie z uprawy w piasku, torfie oraz wełnie mineralnej. Piasek powinien być gruboziarnisty, umieszczony w pojemnikach, których wysokość musi być dwa razy większa od szerokości. W badaniach z pociętą słomą jako podłożem wykazano pełną przydatność tego materiału. Plon owoców nie różnił się istotnie w porównaniu z uprawą w wełnie mineralnej. Słoma w okresie wegetacji ulega w około 70% całkowitemu rozkładowi. Liście pomidora uprawianego w badanych podłożach zawierały podobną ilość składników pokarmowych.

Słowa kluczowe: pomidor szklarniowy, podłoża, piasek, słoma, wełna mineralna

WSTĘP

W uprawie roślin w szklarniach uwzględnia się jako podłoża różne materiały organiczne, mineralne oraz syntetyczne. Wymienić należy przede wszystkim torf, korę, trociny, włókno kokosowe, słomę, wełnę mineralną, perlit, keramzyt, piasek, pianki poliuretanowe, pianki aminowe. Zastosowanie w szklarniach fertygacji, czyli jednoczesnego nawadniania i nawożenia, daje możliwość powiększenia asortymentu materiałów jako podłoża. Decydując się na wybór odpowiedniego podłoża, należy brać pod uwagę między innymi koszty nabycia, przydatność do

* Prace wykonano w ramach projektów badawczych KBN Nr 5 PO6C 01617 oraz Nr 2 PO6R 06126.

uprawy określonej rośliny oraz możliwość zagospodarowania po zakończonej uprawie jako odpadu poprodukcyjnego.

Warunki te spełniają podłoża ekologiczne, czyli takie, które w czasie produkcji (przygotowania) oraz zagospodarowania po usunięciu ze szklarni nie powodują zanieczyszczenia środowiska.

Bardzo dobrym podłożem dla pomidora oraz innych roślin uprawnych jest wełna mineralna [5,16,19,20]. Rośliny w tym podłożu rosną dobrze i wydają wysoki plon. Przy czym po zakończonej uprawie pojawiają się problemy z zagospodarowaniem tego materiału. Należy wnioskować, że z tego powodu znaczenie wełny mineralnej będzie stale malało.

Z podłoży o właściwościach ekologicznych zwraca uwagę piasek oraz słoma. Są to materiały powszechnie dostępne, bardzo tanie, nie wymagają specjalnego przygotowania, a po zakończonej uprawie są łatwe do zagospodarowania bez ujemnego wpływu na środowisko przyrodnicze.

W Katedrze Uprawy i Nawożenia Roślin Ogrodniczych AR w Lublinie w latach 1995-2005 przeprowadzono szereg doświadczeń wegetacyjnych oraz badań laboratoryjnych z uprawą pomidora szklarniowego w podłożach z piasku, słomy żytniej, słomy pszennej, słomy z dodatkiem torfu, kory oraz dla porównania w wełnie mineralnej.

Celem tych badań było opracowanie technologii uprawy pomidora w tych podłożach z uwzględnieniem przede wszystkim składu pożywki.

UPRAWA POMIDORA W PODŁOŻU Z PIASKU

W schemacie doświadczeń z uprawą pomidora w tym podłożu uwzględniane były, dla porównania, również podłoża z torfu oraz z wełny mineralnej. Rośliny uprawiane w piasku, torfie oraz w wełnie mineralnej otrzymywały za pomocą systemu fertygacji taką samą pożywkę w jednakowych ilościach. We wszystkich podłożach uwzględniano około 20% przelewu, który zbierany w pojemnikach, jako wieloskładnikowy nawóz płynny, stosowano do nawożenia różnych upraw polowych.

Charakteryzując poszczególne podłoża stosowane w uprawach pod osłonami na pierwszym miejscu podkreśla się ich właściwości fizyczne. Dobre podłoże powinno zawierać w przybliżeniu tyle samo wody i powietrza. Stąd też piasek musi być gruboziarnisty. Jest to właściwie jedyny warunek decydujący o przydatności piasku do uprawy. Gdy nie ma w pobliżu takiego piasku, może być również piasek drobniejszy trzeba tylko wówczas dodać do niego np. 1/3 kory (objętościowo). Piasek gruboziarnisty powinien zawierać około 30% części wielkości do 0,5 mm i części drobnych (poniżej 0,25 mm) nie więcej niż 8%.

W uprawie pomidora w podłożu z piasku ważny jest również kształt pojemnika w którym się go umieszcza. W doświadczeniu z zastosowaniem rękawa folio-

wego modelując kształt jak mata z wełny mineralnej otrzymano istotnie niższy plon owoców w porównaniu z uprawą w torfie oraz wełnie mineralnej [10]. W kolejnych doświadczeniach piasek umieszczano w skrzynkach plastikowych o objętości 15 dm³, czyli jak mata z wełną mineralną, których wysokość była dwa razy większa od szerokości. Dzięki temu korzenie roślin mają pełną dostępność powietrza w górnej części pojemnika. W doświadczeniach z uprawą pomidora w piasku drobno i gruboziarnistym oraz w torfie i wełnie mineralnej otrzymano interesujące wyniki (tab. 1). Nawet z uprawą w piasku drobnoziarnistym, ale umieszczonym we właściwym pojemniku, zebrany plon owoców nie różnił się istotnie w porównaniu z uprawą w torfie oraz w wełnie mineralnej. Natomiast wykorzystując piasek gruboziarnisty plon otrzymano najwyższy.

Zawartość podstawowych składników pokarmowych w badanych podłożach była mocno zróżnicowana. Najmniej azotu, potasu, wapnia i magnezu wykazano w piasku w porównaniu z torfem i wełną mineralną. Z uwagi na inny sposób pobierania próbek do analizy z wełny mineralnej oraz torfu i piasku [14], można porównać jedynie wyniki z piasku i torfu (tab. 1).

Tabela 1. Plon owoców (kg·roślina⁻¹), zawartość składników pokarmowych w wełnie mineralnej (mg·dm⁻³ roztworu ze strefy korzeniowej) oraz w torfie i piasku (mg·dm⁻³) [13]

Table 1. The yield of tomato fruit (kg plant⁻¹), nutrients content in rockwool (mg dm⁻³ of solution from the roots environment) and in peat, sand (mg dm⁻³) [13]

Podłoże Substrate	Pożywka Nutrient solution	Plon Yield	N-NO ₃	P	K	Ca	Mg	pH _{H2O}	EC (mS·cm ⁻¹)
Wełna mineralna Rockwool	1	11,5a	482	62	488	690	228	6,6 - 7,2	5,3
Torf Peat	1	11,1a	252	229	565	2050	207	6,4 - 6,8	1,5
Piasek D Sand D	1 2	11,2a 9,5b	74 151	141 99	249 365	392 328	73 66	6,3 - 6,7 5,7 - 6,4	0,6 0,9
Piasek G Sand G	1 2	12,2a 10,1b	120 177	187 132	286 410	669 526	98 75	6,5 - 6,8 6,3 - 6,6	0,8 1,0

Pożywka 2: 40% więcej N, K, Ca, Mg w porównaniu z 1; Nutrient solution 2: 40% more N, K, Ca, Mg than in 1.

Piasek D – piasek drobnoziarnisty; Sand D – fine-grained sand, Piasek G – piasek gruboziarnisty; Sand G – coarse sand.

W okresie wegetacji piasek zawierał znacznie mniej N, K, Ca, Mg niż pozostałe podłoża. W związku z tym zastosowano do tego podłoża również pożywkę zawierającą 40% więcej N, K, Ca, Mg. Stwierdzono wyższą zawartość N-NO₃, K oraz niższą P, Ca, Mg, ale jednocześnie zebrano istotnie niższy plon owoców [13,15]. Należy wnioskować, że pomidor uprawiany w podłożu z piasku, z zastosowaniem fertygacji rośnie prawidłowo, dobrze plonuje mimo niskiej koncentracji składników pokarmowych w tym podłożu. Przy czym musi być spełniony podstawowy warunek, korzeniom roślin nie może brakować powietrza. Zależność tą potwierdzają również inni autorzy [1,21]. Ponadto analiza chemiczna liści na zawartość N, K, Ca, Mg we wszystkich doświadczeniach nie wykazała istotnego zróżnicowania, mimo, że jak zaznaczono, w piasku w porównaniu z pozostałymi podłożami składników tych było wielokrotnie mniej.

Szklarniowa uprawa roślin w podłożach wiąże się również z systematyczną ich wymianą na nowe, gdyż w warunkach cieplarnianych podłoża ulegają szybkiej infekcji i po 1-2 sezonach wegetacyjnych nie nadają się do dalszej uprawy. Analiza mikrobiologiczna wełny mineralnej, torfu oraz piasku wskazuje, że piasek jest najbardziej „czysty” (tab. 2).

Tabela 2. Analiza mikrobiologiczna podłoży szklarniowych po 9. miesiącach uprawy pomidora (w 1g s.m. podłoża) [12]

Table 2. Number of microorganisms in substrates after 9 months growth of tomato (in 1g d.w. of substrate) [12]

Podłoże – Substrate	Torf Peat	Wełna mineralna Rockwool	Piasek Sand
Liczebność grzybów (tys. j.t.k.) Total number of fungi (thou c.f.u.)	1379,3	653,3	4,9
Liczebność bakterii i promieniowców (mln. j.t.k.) Total number of bacteria and actinomycetes (mln c.f.u.)	192,4	62,7	1,4

Na podstawie przeprowadzonych badań z uprawą pomidora w podłożu z piasku, torfu i wełny mineralnej z zastosowaniem fertygacji, uwzględniając plon owoców, zawartość w nich suchej masy, witaminy C, cukrów oraz w podłożach i liściach składników pokarmowych można stwierdzić, że piasek jest dobrym podłożem. Przy czym piasek powinien być gruboziarnisty, dla ewentualnego rozluźnienia należy dodać np. kory około 1/3 objętości. Wysokość pojemników na piasek musi być około dwa razy większa od szerokości. Zawartość składników pokarmowych w pożywce powinna kształtować się w zakresie górnych przedziałów zalecanych dla uprawy w wełnie mineralnej.

UPRAWA POMIDORA W PODŁOŻU ZE SŁOMY

Słoma w uprawie roślin w szklarni stosowana była przede wszystkim w postaci dużych balotów, spełniając rolę głównie materiału grzejnego. Baloty zakopywano w połowie lub w całości, dodawano na powierzchnię balotu torf, kompost, gdzie następnie sadzone były rośliny. Zużywano wówczas w przeliczeniu na jedną roślinę, znaczne ilości słomy. W ostatnich latach prowadzone są badania nad wykorzystaniem słomy jako podłoża w ilościach podobnych jak torf lub wełna mineralna. Otrzymano zachęcające wyniki, zarówno z uprawy w słomie prasowanej, w słomie z dodatkiem kory, trocin [6], oraz w pociętej słomie umieszczonej w odpowiednich pojemnikach [11].

Celem przeprowadzonych badań było porównanie wzrostu oraz plonowania pomidora uprawianego w szklarni w podłożach ze słomy żytniej, słomy pszennej oraz w wełnie mineralnej. Ponadto uwzględniono analizę chemiczną owoców, liści i podłoża.

MATERIAŁ I METODY

Doświadczenia z pomidorem odmiany Cunero F₁ przeprowadzono w szklarni w roku 2003 (4.03 – 12.11) i 2004 (2.03 – 13.11) uprawiając na 23 grona w zagęszczeniu 2,4 rośliny na 1 m². Zastosowano następujące podłoża: 1/ słoma żytnia, 2/ słoma żytnia + torf (3:1 objętościowo), 3/ słoma żytnia + kora (3:1), 4/ słoma pszena, 5/ słoma pszena + torf (3:1), 6/ słoma pszena + kora (3:1), 7/ wełna mineralna.

Słoma pocięta na odcinki około 2 cm oraz mieszaniny pociętej słomy z torfem i korą zostały umieszczone w skrzynkach plastikowych o pojemności 15 dm³. We wszystkich podłożach rosły dwie rośliny pomidora. Doświadczenie przeprowadzono metodą kompletnej randomizacji w ośmiu powtórzeniach. Powtórzeniem była skrzynka/mata z dwoma roślinami.

Składniki pokarmowe dostarczano każdej roślinie systemem kropłowym (fertygacja) bez recyrkulacji z uwzględnieniem około 20% przelewu. Częstotliwość fertygacji ustalał soltimer, który uruchamiał urządzenie nawadniające w zależności od intensywności światła. Wszystkie rośliny otrzymywały taką samą pożywkę w jednakowych ilościach, w tym samym czasie. W dni słoneczne każda roślina dziennie otrzymywała około 2,2 dm³ pożywki.

Analizy chemiczne wykonano powszechnie stosowanymi metodami. Z uwagi na niewielkie różnice otrzymanych wyników w obu latach, w tabelach przedstawiono wartości średnie z 2003 i 2004 roku.

Zapylenie kwiatów odbywało się przy wykorzystaniu *Bombus terrestris*. Mącznik szklarniowy zwalczano biologicznie za pomocą *Encarsia formosa*.

WYNIKI I DYSKUSJA

Wzrost roślin przez cały okres wegetacji przebiegał prawidłowo. Nie zauważono zniekształceń liści, plam oraz nie wystąpiła sucha zgnilizna owoców. Otrzymano w obu latach wysoki plon owoców, przekraczający średnio 17 kg z jednej rośliny (tab. 3), co daje ponad 40 kg z 1 m². Nie stwierdzono istotnych różnic w plonie zarówno wczesnym jak i końcowym, z uprawy w poszczególnych podłożach. Dodanie do słomy torfu oraz kory miało na celu ewentualną poprawę właściwości fizycznych podłoży, szczególnie w drugiej połowie okresu wegetacji, z uwagi na systematyczną mineralizację słomy. Analiza plonu jak również zawartość w owocach suchej masy, witaminy C, cukrów wskazuje, że nie było to potrzebne, za wyjątkiem może dodania do słomy pszennej kory, gdyż przyczyniło się do niewielkiego wzrostu plonu oraz zawartości suchej masy i witaminy C.

Tabela 3. Plon (kg-roślina⁻¹) i cechy jakościowe owoców pomidora (średnie 2003-2004)

Table 3. Yield (kg plant⁻¹) and quality characteristics of tomato fruits (mean for 2003-2004)

Podłoże Substrate	Plon – Yield		Sucha masa Dry matter content (%)	Witamina C (mg·100g ⁻¹ św.m.) Vitamin C (mg 100g ⁻¹ f.m.)	Cukry ogó- łem (% św.m.) Total sugars (% f.m.)
	Okres wegetacji Cultivation period				
	22 tygodnie 22 weeks	34 tygodnie 34 weeks			
Słoma żytnia Rye straw	10,22a	17,54a	5,65a	14,67a	2,85a
Słoma żytnia + torf Rye straw + peat	10,16a	17,09a	5,74a	14,97a	2,84a
Słoma żytnia + kora Rye straw + bark	10,40a	17,06a	5,60a	15,91b	2,70a
Słoma pszenna Wheat straw	9,90a	17,29a	5,62a	15,13a	2,85a
Słoma pszenna + torf Wheat straw + peat	10,11a	17,15a	5,71a	15,43a	2,77a
Słoma pszenna + kora Wheat straw + bark	10,37a	17,49a	5,99b	16,00b	2,86a
Wełna mineralna Rockwool	10,38a	17,05a	5,62a	15,73a	2,85a

Należy podkreślić, że słoma przez cały okres uprawy ulegała mineralizacji z wydzielaniem CO₂. Po zakończeniu doświadczeń pozostało tylko około 30% słomy nierozłożonej. Korzystny wpływ wzbogacania powietrza atmosferycznego w CO₂ na wydajność fotosyntetyczną został wielokrotnie udowodniony [8,17]. Przy czym należy przypuszczać, że z CO₂ pochodzącego z rozłożonej słomy korzystały również rośliny rosnące w wełnie mineralnej.

Zawartość składników pokarmowych w podłożach zmieniała się w niewielkim zakresie (tab. 4). Na początku okresu wegetacji do słomy nie dodawano azotu, jak również w kolejnych miesiącach uprawy nie odejmowano w pożywce azotu i pozostałych składników, mimo, że słoma zawierała (w % s.m.) 0,75 N; 0,05 P; 1,15 K; 0,20 Ca; 0,04 Mg. Uwzględniając bowiem 20% przelew wprowadzenie modyfikacji w tym zakresie nie jest potrzebne co potwierdzają również wyniki analiz liści na zawartość N, P, K, Ca, Mg (tab. 5).

Tabela 4. Zawartość składników pokarmowych (mg·dm⁻³ roztworu ze strefy korzeniowej) oraz pH i EC w podłożach (średnie 2003-2004)

Table 4. Nutrient content in substrates (mg dm⁻³ of solution from root environment) and pH, EC (mean for 2003-2004)

Podłoże Substrate	N-NO ₃	P	K	Ca	Mg	S-SO ₄	pH _{H2O}	EC (mS·cm ⁻¹)
Słoma żytnia Rye straw	332	113	415	347	110	148	5,5-7,3	3,2
Słoma żytnia + torf Rye straw + peat	327	112	426	296	93	145	5,5-7,6	3,3
Słoma żytnia + kora Rye straw + bark	297	116	398	291	95	144	5,4-7,6	3,4
Słoma pszenna Wheat straw	305	111	436	297	96	141	5,8-7,4	3,4
Słoma pszenna + torf Wheat straw + peat	311	106	434	310	104	143	5,3-7,3	3,3
Słoma pszenna + kora Wheat straw + bark	301	112	393	322	106	151	5,5-7,4	3,4
Wełna mineralna Rockwool	331	107	375	307	98	140	5,3-6,5	3,4
Pożywka Nutrient solution (mg·dm ⁻³)	203	87	289	183	53	80	5,7-6,2	2,4

Tabela 5. Zawartość składników pokarmowych w liściach (% s.m.) (średnie 2003-2004)
Table 5. Nutrient content in leaves (% of dry weight) (mean for 2003-2004)

Podłoże Substrate	N-ogółem N-total	P	K	Ca	Mg
Słoma żytnia Rye straw	3,96a	0,45a	5,05b	3,34b	0,31a
Słoma żytnia + torf Rye straw + peat	3,89a	0,44a	4,69ab	3,06ab	0,31a
Słoma żytnia + kora Rye straw + bark	4,00a	0,42a	4,87ab	3,24ab	0,33a
Słoma pszenna Wheat straw	3,89a	0,42a	4,52a	3,08ab	0,29a
Słoma pszenna + torf Wheat straw + peat	3,89a	0,43a	4,57a	3,04ab	0,30a
Słoma pszenna + kora Wheat straw + bark	3,84a	0,44a	4,87ab	3,17ab	0,31a
Wełna mineralna Rockwool	3,83a	0,41a	5,45c	2,97a	0,28a

Powierzchnia uprawy warzyw w szklarniach w powszechnie stosowanych podłożach, jak torf i wełna mineralna będzie zmniejszać się. Torfu z każdym rokiem ubywa, stąd też w wielu krajach prowadzone są badania nad przydatnością innych materiałów jako podłoża, między innymi włókno kokosowe, kora z różnych drzew, perlit [7], wióry drzewa [9], bądź też przygotowywanie podłoża z różnych materiałów z niewielkim udziałem torfu [3]. Wprawdzie w Wielkiej Brytanii oraz w Szwecji torf jako podłoże jeszcze dominuje [2,4], ale i w tych krajach sukcesywnie wprowadza się inne materiały.

Wełna mineralna jest bardzo dobrym podłożem, ale z uwagi na wysokie koszty produkcji (wytapianie w 1600° C), które jednocześnie wpływają na cenę, oraz uwzględniając problemy jej zagospodarowania jako odpadu poprodukcyjnego, zastosowanie wełny mineralnej jako podłoża będzie mało [18]. Stąd też należy wnioskować, że słoma jako podłoże w pełni ekologiczne będzie w większym stopniu wykorzystywane.

W oparciu o otrzymane wyniki można stwierdzić, że słoma żytnia, słoma pszenna są bardzo dobrymi podłożami dla pomidora uprawianego w szklarni. Przez cały okres wegetacji, w wyniku mineralizacji słomy rośliny otrzymują systematycznie CO₂, a po zakończonej uprawie pozostała nierozłożona słoma łatwa jest do zagospodarowania. Ponadto koszty zakupu słomy oraz zagospodarowania po zakończonej uprawie są około dziesięciokrotnie niższe w porównaniu z wełną mineralną.

PIŚMIENNICTWO

1. **Al-Ghawas S.A., Al-Mazidi A.K.:** Influence of fertigation frequency on the yield of some vegetables cultivated in sand culture. *Acta Hort.*, 644, 485-492, 2004.
2. **Bohlin G., Holmberg P.:** Peat-dominating growing medium in Swedish horticulture. *Acta Hort.*, 644, 177-181, 2004.
3. **Bohne H.:** Growth of nursery crops in peat-reduced and in peat-free substrates. *Acta Hort.*, 644, 103-106, 2004.
4. **Carlile W.R.:** Growing media and the environment lobby in the UK 1997-2001. *Acta Hort.*, 664, 107-112, 2004.
5. **Choi E.Y., Lee Y.B., Kim J.Y.:** Nutrient uptake growth and yield of cucumber cultivated with different growing substrates under a closed and an open system. *Acta Hort.*, 548, 543-549, 2001.
6. **Dyśko J., Stępnowska A.:** Możliwości wykorzystania słomy zbożowej i jej mieszanin z innymi materiałami organicznymi w szklarniowej uprawie warzyw. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.*, 485, 75-80, 2002.
7. **Indem H., Torres A.:** Comparison of four substrates on the growth and quality of tomatoes. *Acta Hort.*, 644, 205-210, 2004.
8. **Li J.H., Gale J., Novoplansky A., Barak S., Volokita M.:** Response of tomato plants to saline water as affected by carbon dioxide supplementation. II. Physiological responses. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 74(2), 238-242, 1999.
9. **Molitor H. D., Faber A., Marutzky R., Springer S.:** Peat substitutes on the basis of recycled wood chipboard. *Acta Hort.*, 644, 123-130, 2004.
10. **Nurzyński J., Michałojć Z., Jarosz Zb.:** Mineral nutrient concentration in potting media (rockwool, peat, sand) and growth of tomato. *Veg. Crops Res. Bull.*, 55, 45-48, 2001.
11. **Nurzyński J.:** Plonowanie i skład chemiczny pomidora uprawianego w podłożu z wełny mineralnej oraz słomy. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.*, 485, 257-262, 2002.
12. **Nurzyński J.:** Nawożenie roślin ogrodnich. Wydawnictwo AR Lublin, 1-153, 2003.
13. **Nurzyński J., Michałojć Z., Jarosz Zb.:** Przydatność podłoża z piasku w uprawie pomidora szklarniowego. *Acta Sci. Pol. Hortorum Cultus*, 2(2), 125-130, 2003.
14. **Nurzyński J.:** Wpływ koncentracji składników pokarmowych w podłożach z wełny mineralnej, torfu oraz piasku na plonowanie pomidora szklarniowego. *Rocz. AR Poznań CCCLVI, Ogrodn.*, 37, 261-268, 2004.
15. **Nurzyński J.:** Effect of different fertilization levels on yielding of greenhouse tomato grown on sand, peat or rockwool growth media. *Veg. Crops Res. Bull.*, 63, 101-107, 2005.
16. **Oświecimski W.:** Aktualne tendencje w wykorzystaniu podłoży nieorganicznych w uprawach pod osłonami. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.*, 429, 9-13, 1996.
17. **Park M.H., Lee Y.B.:** Effects of CO₂ concentration light intensity and nutrient level on growth of leaf lettuce in a plant factory. *Acta Hort.*, 548, 377-383, 2001.
18. **Riviere L.M., Caron J.:** Research on substrates: state of the art and need for the coming 10 years. *Acta Horticulturae*, 548, 29-41, 2001.
19. **Rumpel J.:** Tradycyjne i nowe substraty uprawowe oraz problematyka ich stosowania. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.*, 461, 47-66, 1998.
20. **Sonnenveld C., Wells G.W.H.:** Yield and quality of rockwool grown tomatoes as affected by variations in EC. *Plant a. Soil*, 111, 37-42, 1998.
21. **Verdonck O., Demayer P.:** The influence of the particle sizes on the physical properties of growing media. *Acta Hort.*, 644, 99-101, 2004.

YIELDING AND CHEMICAL COMPOSITION OF GREENHOUSE
TOMATO GROWN IN ECOLOGICAL SUBSTRATES

Józef Nurzyński

Department of Cultivation and Fertilization of Horticultural Plants, University of Agriculture
ul. Leszczyńskiego 58, 20-068 Lublin
e-mail: jozef.nurzynski@ar.lublin.pl

Abstract. The experiments were carried out on tomato grown in sand, peat, straw or rockwool, using a fertigation system without recirculation with 20% overflow liquid feed. All substrates were fertilised in the same way. During the entire vegetation period, N, K, Ca, Mg contents were the lowest in sand compared to peat and rockwool, while leaf content did not vary significantly. In the sand and peat substrates, use of nutrient solution that contained 40% more N, K, Ca, Mg than standard solution resulted in reduction of fruit yield. Usefulness of rye straw and wheat straw (cut into pieces) as substrates for greenhouse tomato was proved. Compared to rockwool, no substantial difference in yielding was indicated. After 34-week vegetation period (at the end of the experiment) about 70% of straw was mineralized.

Key words: greenhouse tomato, substrates, sand, straw, rockwool