

OCENA STANU ODŻYWIENIA AZOTEM ROŚLIN POMIDORA SZKLARNIOWEGO UPRAWIANEGO W SŁOMIE ŻYTNIEJ

Waldemar Kowalczyk, Jacek Dyśko

Zakład Uprawy i Nawożenia Instytutu Warzywnictwa
ul. Konstytucji 3 Maja 1/3, 96-100 Skierniewice
e-mail: wkowalcz@inwarz.skierniewice.pl

Streszczenie. W szklarniowej uprawie pomidora (*Lycopersicon esculentum* Mill. odm. 'Blitz' F₁) w płytach wykonanych ze słomy żytniej badano zawartość azotu w strefie korzeniowej oraz stan odżywienia roślin tym składnikiem. Analizowano podłoże oraz pożywki pobrane bezpośrednio z mat uprawowych. Stężenie składników pokarmowych (EC, zasolenie), pH oraz N-NO₃ i N-NH₄ określone w pożywkach pobranych z mat uprawowych nie różniło się istotnie od oznaczeń wykonanych w podłożu-słomie. Zawartość azotanowej formy azotu zarówno w podłożu jak i roztworze była bardzo niska (do 20 mg·dm⁻³) i wzrastała dopiero od 7 tygodnia uprawy. W końcowym okresie uprawy oznaczano około 300 mg N-NO₃·dm⁻³ w pożywce z mat i około 400 mg N-NO₃·dm⁻³ w podłożu. Koncentracja N-NH₄ w podłożu i pożywce w strefie korzeniowej przez cały okres uprawy była na niskim poziomie maksymalnie 16 mg·dm⁻³. Pomimo niskiej zawartości azotu w podłożu ze słomy, stan odżywienia roślin tym składnikiem był dobry.

Słowa kluczowe: pomidor, słoma, N-NO₃, N-NH₄

WSTĘP

Pomimo dominacji podłoży inertnych w uprawach bezglebowych pomidora, zainteresowanie podłożami organicznymi nie maleje. Uprawa w podłożach organicznych w tym również w słomie umożliwia uzyskanie wysokiego plonu pomidora na poziomie podobnym jak przy uprawie w wełnie mineralnej zwłaszcza z zastosowaniem fertygacji [4,8].

W słomie występuje bardzo szeroki stosunek C:N, który wynosi 80:1 [5]. W związku z tym słomę cechuje bardzo duża sorpcja, która może zachwiać równowagę pomiędzy składnikami pokarmowymi właściwymi dla uprawy pomidorów. Sorbowane są szczególnie jony azotanowe, a desorbowane jony potasowe [7].

W podłożach inertnych zawartość składników pokarmowych określana jest w próbkach pobieranych z mat uprawowych [3]. Literatura dotycząca zawartości składników w podłożach inertnych jest obszerna, natomiast badania na temat koncentracji składników w podłożach organicznych, a szczególnie w słomie przy zastosowaniu fertygacji są słabo udokumentowane. Brak jest zasadniczych informacji: w jaki sposób pobierać próbki do analiz, czy oznaczać stężenie składników pokarmowych, w próbkach pobieranych z mat uprawowych czy w podłożu.

Celem pracy było określenie dynamiki zmian zawartości azotu w strefie korzeniowej oraz stanu odżywienia pomidora w uprawianego w płytach uprawowych wykonanych ze słomy.

MATERIAŁ I METODY

Badania przeprowadzono w ogrzewanej szklarni Instytutu Warzywnictwa w Skierniewicach, w latach 2002-2004. Sieczkę ze słomy żytniej o długości około 1 cm sprasowano w płyty uprawowe o wymiarach: 100 x 20 x 10 cm stosując siłę nacisku 60 kN. Każdą płytę umieszczono w worku foliowym. Do przygotowania pożywki użyto wody o następującym składzie chemicznym ($\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$): HCO_3^- – 349, N-NO_3^- – 0,25, N-NH_4^+ – 0,05, P – 0,05, K – 2,72, Ca – 101, Mg – 15,0, Na – 10,5, Cl – 17,0, S- SO_4^{2-} – 33,5, Fe – 0,04, Mn – 0,02, Cu – 0,02, Zn – 1,68, B – 0,02, EC – 0,56 $\text{mS}\cdot\text{cm}^{-1}$, pH – 7,2, twardość całkowita – 17,6° dH. Przed posadzeniem roślin maty nasączono pożywką o pH = 5,2 i EC = 3,0 $\text{mS}\cdot\text{cm}^{-1}$.

Od momentu posadzenia roślin zastosowano fertygację kropłową dostosowaną do warunków klimatycznych oraz fazy wzrostu roślin (tab. 1). W celu odprowadzenia nadmiaru pożywki w workach, wykonano od spodu dwa rzędy okrągłych otworów o średnicy 0,5 cm i odległości w rzędzie co 5 cm. Badania rozpoczęto w połowie kwietnia i prowadzono do końca września. Rozsadę pomidorów przygotowano w pierścieniach zawierających substrat torfowy. Pomidory odmiany 'Blitz' F₁ posadzono w zagęszczeniu 2,8 rośliny·m⁻² (3 rośliny na jednej płycie).

W czasie uprawy, co 10 dni, wykonywano analizę próbek pobieranych z mat uprawowych oraz analizę samego podłoża (słomy). Pożywkę z mat uprawowych pobierano strzykawką, pół godziny po drugim nawadnianiu (w ten sam sposób, jak jest to praktykowane przy wełnie mineralnej). W tych samych terminach, za pomocą długich szczypiec, z kilku miejsc płyt uprawowych pobierano słomę do analiz. Również co 10 dni sprawdzano aktualny stan odżywienia roślin azotem, pobierając do analiz 5-ty liść licząc od wierzchołka roślin. Próby do analiz chemicznych pobierano w 4 powtórzeniach.

Materiał roślinny suszono w temp. 60-65°C, mielono i mineralizowano w kwasie azotowym, w piecu mikrofalowym Mars-5, f-my Candela. Zawartość N-NO₃ i N-NH₄ w roślinie, pożywce i podłożu oznaczano spektrometrem plazmowym model AtomScan-16 firmy Thermo Jarrell Ash. Pomiar pH i EC roztworów wykonywa-

no bezpośrednio, natomiast pH podłoża w zawieszynie wodnej (1:2). Azot ogółem oznaczano metodą Kjeldahl'a. Wyniki opracowano statystycznie z zastosowaniem analizy wariancji, regresji i korelacji.

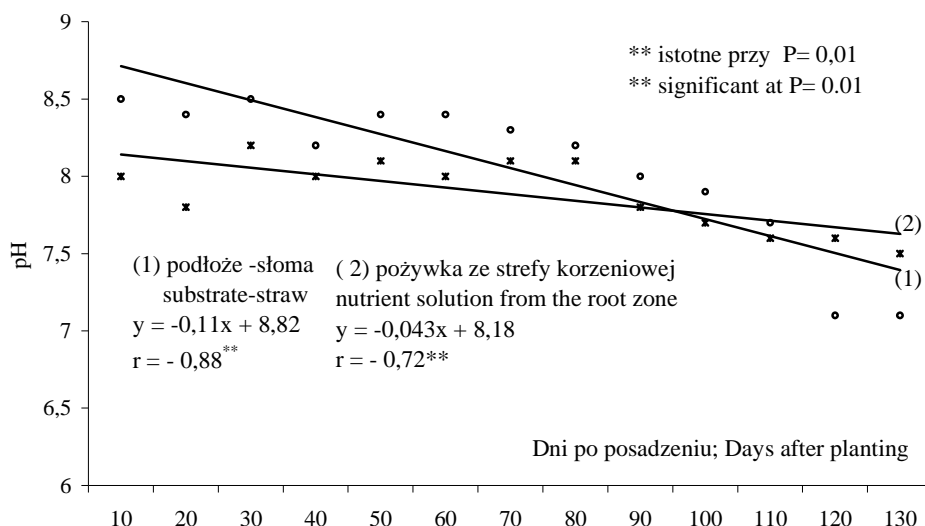
Tabela 1. Zawartość składników oraz pH i EC w pożywkach stosowanych do fertygacji w wybranych fazach rozwojowych pomidora.

Table 1. Content of nutrient elements, pH and EC of nutrient solutions used for fertigation at selected development stages of tomato.

Składniki Nutrient elements (mg/dm ⁻³)	Od sadz. do kwitn. 1 grona From planting to flowering of 1st cluster	Kwit. 1-3 grona Flowering of 1st-3rd cluster	Kwit. 3-5 grona Flowering of 3rd-5th cluster	Kwit. 5-10 grona Flowering of 5th-10th cluster	Kwit. 10-12 grona Flowering of 10 th -12th cluster	Do końca uprawy To the end of growing
EC (mS·cm ⁻¹)	3,0	3,3	3,2	2,8-3,0	2,8-3,0	3,0-3,2
pH	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5
N-NO ₃	270	230	210	210	210	200
N-NH ₄	15	7	7	7	7	7
P	60	60	60	60	60	60
K	280	330	350	370	360	350
Ca	210	200	200	200	200	190
Mg	70	75	75	75	70	60
S-SO ₄	130	120	140	140	140	120
Cl ⁻	17	17	17	17	17	17
Fe	2,2	2,5	2,5	2,2	2,5	2,5
Mn	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
Zn	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33
B	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Cu	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
Mn	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05

WYNIKI

Odczyn podłoża wykonanego ze słomy przez cały okres uprawy pomidora ulegał alkalizacji i był zasadowy (rys. 1). Potwierdziły to zarówno bezpośrednie pomiary pH pożywki ze strefy korzeniowej, jak również pomiar pH podłoża-słomy. Przebieg zmian pH pożywki i podłoża wyznaczyły dwie proste, które przecięły się ze sobą około setnego dnia uprawy. Do tego okresu uprawy, wyższe pH stwier-



Rys. 1. Zmiany pH w podłożu ze słomy w uprawie pomidora

Fig. 1. Changes of pH in in straw substrate during tomato growing

dzono w podłożu. W dalszym okresie wyższe pH stwierdzono w roztworze. Zależność pH od czasu uprawy była wysoce istotna, o czym świadczą wysokie współczynniki korelacji liniowej. Porównywane metody pomiaru pH bezpośrednio w roztworze

Tabela 2. Współczynniki korelacji dla pomiaru pH, EC, zasolenia, N-NO₃ oraz N-NH₄ w żywce ze strefy korzeniowej i podłożu

Table 2. Correlation coefficients of measured pH, EC, salinity, N-NO₃ and N-NH₄ in nutrient solutions from the root zone and substrate

Parametr	Współczynnik korelacji Correlation coefficient
pH	0,86**
EC, zasolenie; EC, salinity	0,82**
N-NO ₃	0,97**
N-NH ₄	0,29

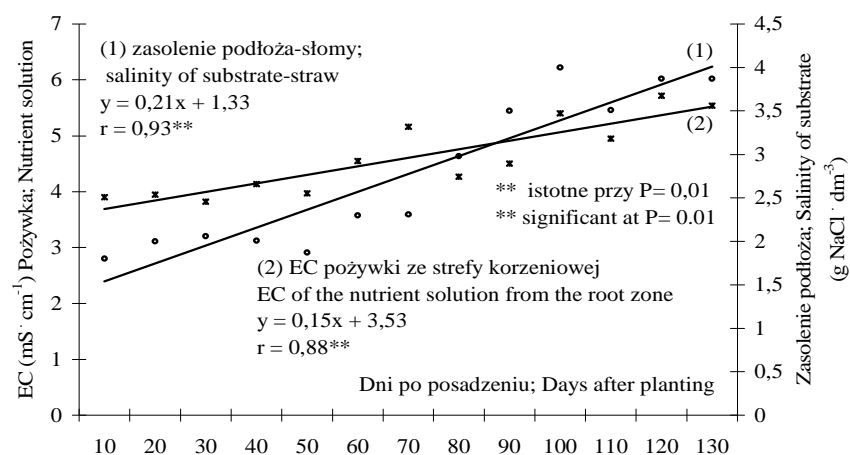
**korelacja istotna przy $P = 0,01$
 ** correlation significant at $P = 0.01$

z pomiarem pH podłoża wykazało dużą ich zgodność charakteryzującą się wysoce istotnym współczynnikiem korelacji (tab. 2).

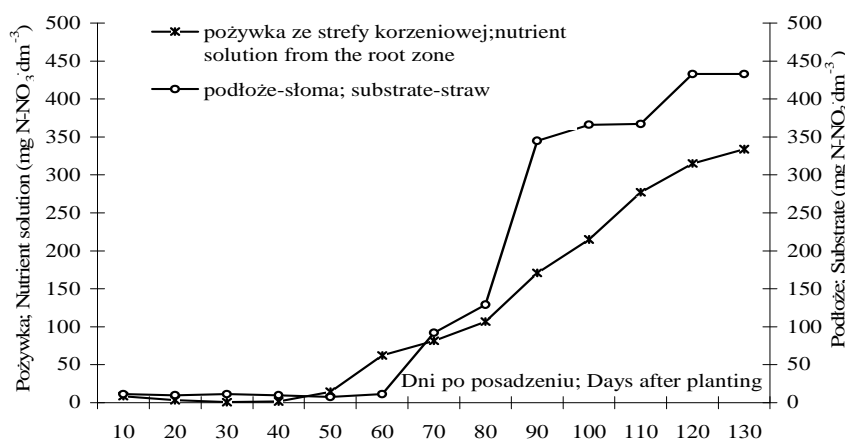
W trakcie uprawy pomidora stężenie składników pokarmowych w słomie wzrastało. Potwierdziła to linia przebiegu zmian EC w roztworze jak również prosta zasolenia podłoża (rys. 2). Proste te w tym samym okresie uprawy podobnie jak linie zmian pH przecięły się. Zawartość składników pokarmowych wzrastała szybciej w słomie w porównaniu z koncentracją

składników w żywce pobranej z płyt uprawowych. W początkowym okresie uprawy pomidora na słomie, pomimo stosowania żywki o zwiększonej zawartości N-NO₃, zarówno w podłożu jak i w żywce w strefie korzeniowej, oznaczano bardzo

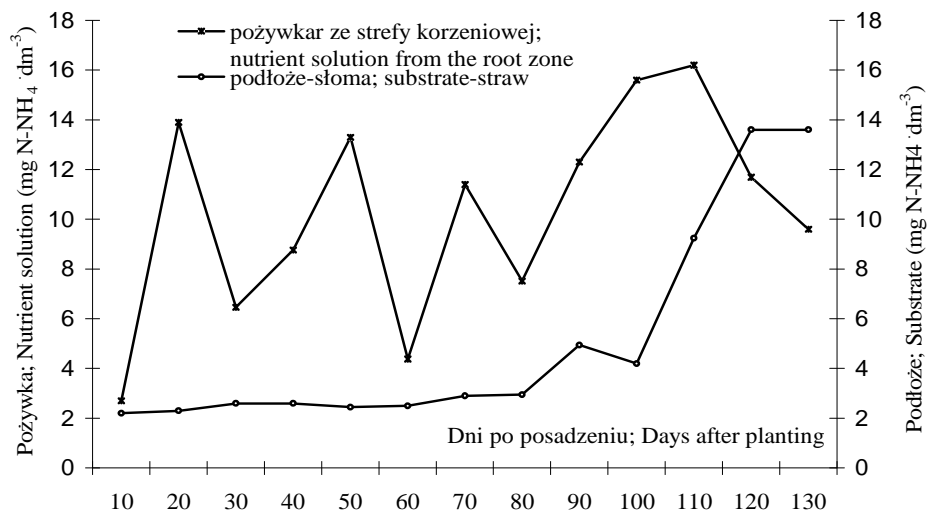
niskie zawartości tej formy azotu (rys. 3). Począwszy od 7 tygodnia uprawy zawartość $N-NO_3$ w matach uprawowych wzrastała. W końcowym okresie uprawy stwierdzono około $300 \text{ mg } N-NO_3 \cdot \text{dm}^{-3}$ w pożywce pobieranej z mat uprawowych i ponad $400 \text{ mg } N-NO_3 \cdot \text{dm}^{-3}$ w podłożu. Koncentracja $N-NH_4$ w roztworze pobieranym ze słomy była bardzo zróżnicowana w czasie uprawy i zmieniała się od 2 do $16 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$ (rys. 4). Natomiast zawartość azotu amonowego w podłożu do 90 dnia uprawy utrzymywała się na bardzo stabilnym, niskim poziomie, wynoszącym tylko około $2 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$ i następnie wzrastała, osiągając na koniec uprawy $14 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$.



Rys. 2. Przewodnictwo właściwe (EC) i zasolenie w podłożu ze słomy w uprawie pomidora
Fig. 2. Electrical conductivity (EC) and salinity in straw substrate during tomato growing



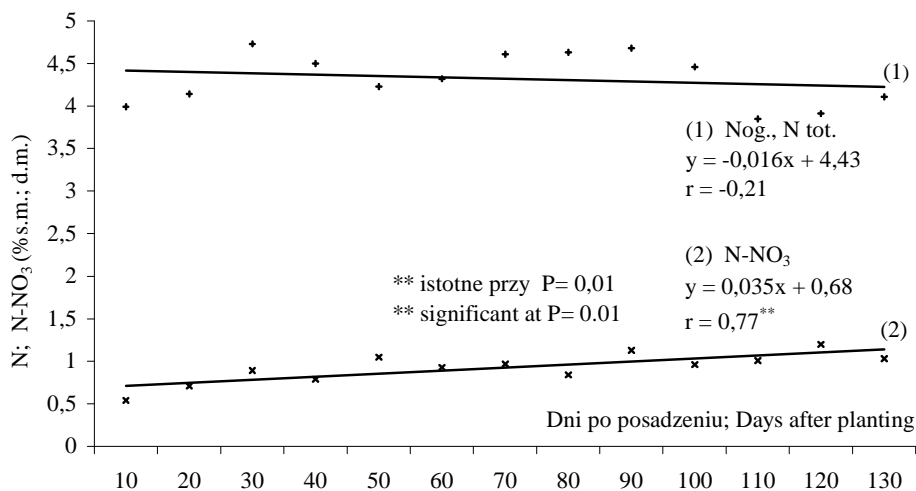
Rys. 3. Zawartość $N-NO_3$ w podłożu ze słomy w uprawie pomidora
Fig. 3. Content of $N-NO_3$ in straw substrate in tomato growing



Rys. 4. Zawartość N-NH₄ w podłożu ze słomy w uprawie pomidora

Fig. 4. Content of N-NH₄ in straw substrate during tomato growing

W niniejszych badaniach prześledzono stan odżywienia roślin azotem przez cały okres uprawy pomidora na słomie. Dane przedstawione na rysunku 5 wskazują na dobry stan odżywienia roślin tym składnikiem.



Rys. 5. Zawartość azotu ogólnego (1) i azotanowego (2) w liściach pomidora uprawianego na słomie

Fig. 5. Content of total nitrogen (1) and nitrate nitrogen (2) in tomato leaves grown in straw substrate

Zawartość azotanowej formy azotu w liściach wskaźnikowych, w czasie uprawy wzrastała od 0,6 do 1,2%. Zawartość azotu ogółem nie zmieniała się w czasie trwania doświadczenia i wynosiła średnio 4,4%.

DYSKUSJA

Oznaczanie zawartości przyswajalnych form składników pokarmowych i ocena zasobności podłoży organicznych wykorzystywanych w uprawach bezglebowych stwarza w praktyce duże trudności. W Polsce, do oceny zasobności podłoży i gleb ogrodniczych stosowana jest metoda uniwersalna oparta na ekstrakcji składników kwasem octowym w stosunku objętościowym 1:10 [8]. Uprawa pomidorów w matach wykonanych ze słomy prowadzona jest technologią podobną do uprawy w wełnie mineralnej. Przy optymalnej dla wzrostu roślin wilgotności podłoża organicznego w dolnej części maty uprawowej nie zawsze zgromadzi się dostateczna ilość roztworu do analiz, tak jak to ma miejsce w płytach wełny mineralnej. W związku z tym analizuje się nie tylko roztwory ale również podłoże. W literaturze brak jest informacji określającej analizę; pożywki ze strefy korzeniowej czy podłoża, należy przeprowadzać korektę nawożenia i która z nich jest bardziej precyzyjna.

Przeprowadzone badania wykazały, że przy uprawie pomidorów w matach ze słomy uzyskano zbliżone wartości składników w analizie pożywki z mat i podłoża. Pomimo stosowania pożywki o niskim odczynie ($\text{pH} = 5,5$), pH w słomie było wysokie. W badaniach Nurzyńskiego [9] przy uprawie pomidorów w słomie prowadzonych na 8 gron, średnia wartość pH wynosiła 7,5, natomiast przy uprawie na 23 grona 6,7. W początkowym okresie uprawy pomidora na słomie, prawie cały dostarczany azot był wykorzystywany przez rośliny i mikroorganizmy glebowe rozkładające słomę, dlatego w roztworze i w słomie stwierdzono bardzo niskie zawartości N-NO_3 . W późniejszym okresie uprawy, podczas owocowania pomidora, w wyniku obumierania organizmów glebowych i rozkładu słomy ilość dostępnego azotu w podłożu wzrastała. Hardgrave i Harriman [7] stwierdzili niższą zawartość N-NO_3 w roztworze pobranym z mat uprawowych wykonanych ze słomy w okresie od lutego do czerwca w przedłużonej uprawie ogórka, w porównaniu z roztworem pobieranym z wełny mineralnej. W dalszym okresie uprawy zawartość azotu azotanowego w obydwu roztworach była zbliżona. Biologiczną sorpcję azotu w matach uprawowych wykonanych z włókna drzewnego obserwowali Gruda i in. [6]. Wykazali oni, że nie tylko w podłożu z roślinami występowała biologiczna sorpcja azotu, ale również w podłożu bez roślin, umieszczonym w tych samych warunkach. W uprawie na słomie lub innych podłożach organicznych należy często sprawdzać stan odżywienia roślin azotem [10]. W naszym doświadczeniu, pomimo niskiej zawartości azotu w podłożu, stan odżywie-

nia roślin tym składnikiem był dobry. We wcześniejszych badaniach Dyśko i Stębowska [4] również stwierdzili dobry stan odżywienia roślin azotem pomidorów uprawianych na słomie; zawartość N-NO₃ w części wskaźnikowej roślin wynosiła od 0,4 do 1,2%. Oznaczone zawartości azotu ogólnego w roślinie były zbliżone do wartości podawanych przez Athertona i in.[1] i nieco wyższe od stwierdzonych przez Chochurę i Komosę [2].

WNIOSKI

1. Zawartość N-NO₃ w matach uprawowych wykonanych ze słomy, w początkowym okresie uprawy pomidora, była bardzo niska i wzrastała dopiero od 7 tygodnia uprawy.
2. Stężenie składników pokarmowych (EC, zasolenie), pH oraz N-NO₃ określone w pożywce pobranej z mat uprawowych nie różniło się istotnie od oznaczeń wykonanych w podłożu ze słomy.
3. Pomimo niskiej zawartości azotu w podłożu ze słomy, stan odżywienia roślin pomidora tym składnikiem był dobry.

PIŚMIENNICTWO

1. **Atherton J.G., Rudich J., Adams P.:** The Tomato Crop. A scientific basis for improvement. Chapman and Hall, London, 281-334, 1986.
2. **Chochura P., Komosa A.:** Plonowanie i stan odżywienia pomidora szklarniowego uprawianego w podłożach inertych. Annales Universitatis Mariae Curie-Skłodowska. Vol. VIII, Sectio EEE Hort., 283-288, 2000.
3. **Dyśko J., Kowalczyk W.:** Changes of macro and micronutrients concentrations in root medium and drainage water during tomato cultivation in rockwool. Veget. Crops Res. Bull., 62, 97-111, 2005.
4. **Dyśko J., Stębowska 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.
5. **Gorlach E., Mazur T.:** Chemia rolna. Wydawnictwo Naukowe PWN, 2001.
6. **Gruda N., Tucher S., Schnitzler W.H.:** N-immobilization of wood fiber substrates in the production of tomato transplants (*Lycopersicon esculentum* Mill.(L.) Karst. Ex. Farw.). J. Appl. Bot., 74, 32-37, 2000.
7. **Hardgrave M., Harriman M.:** Development of organic substrates for hydroponic cucumber production. Acta Hort., 401, 219-224, 1995.
8. **Nowosielski O.:** Zasady opracowywania zaleceń nawozowych w ogrodnictwie. PWRiL Wyd. III, Warszawa 1988.
9. **Nurzyński J.:** Plonowanie i skład chemiczny pomidora uprawianego w podłożu z wełny oraz słomy. Zesz. Probl. Post. Nauk. Roln., 485, 257-262, 2002.
10. **Pudelski T.:** Podłoża w uprawie warzyw pod osłonami. Opracowanie problemowe. CBR Warszawa, 1985.

NITROGEN STATUS OF GREENHOUSE TOMATO PLANTS GROWN IN RYE STRAW SLABS

Waldemar Kowalczyk, Jacek Dyśko

Research Institute of Vegetable Crops, Department of Crop Science and Nutrition
ul. Konstytucji 3 Maja 1/3, 96-100 Skierniewice
e-mail: wkowalcz@inwarz.skierniewice.pl

Abstract. The nitrogen content in root zone and nutritional status of tomato grown in slabs made of rye straw under glass were investigated. Substrate and root zone nutrient solutions were analysed. The electrical conductivity (EC), substrate salinity, pH, N-NO₃ and N-NH₄ determined in slab nutrient solution and in substrate did not differ significantly. The content of nitrate nitrogen, both in nutrient solution and in substrate, was low (less than 20 mg dm⁻³) and it was rising from the 7th week of growing. At the end of cultivation period, N content in nutrient solution and in substrate amounted to 300 and 400 mg dm⁻³, respectively. For the whole period of growing, the content of N-NH₄ in the nutrient solution and in the substrate was low and amounted to less than 16 mg dm⁻³. Even though the content of nitrogen in substrate was low, the nutrition status of plant was good.

Key words: tomato, straw, N-NO₃, N-NH₄