

Edward BOROWSKI

**Reakcja pomidora na żywienie N-NO₃ lub N-NH₄ stosowane w piasku,
glebie gliniastej i substracie glebowym**

Response of Tomato Plants to N-NO₃ or N-NH₄ Feeding Applied in Sand, Loam and Substrate Soils

Liczne badania prowadzone w kulturach wodnych wykazały, iż żywienie roślin N-NH₄, w stosunku do N-NO₃, ogranicza ich wzrost, hamuje wiązanie CO₂ w liściach, a także absorpcję nieorganicznych kationów, zwłaszcza takich jak K⁺, Ca⁺, Mg⁺. Azot w tej formie wpływa natomiast na wzrost zawartości N-ogólnego, N-białkowego i N-NH₄ w roślinach (Allen i Smith 1986, Lindt i Feller 1987, Borkowski i in. 1991, Uziak i in. 1993, Borowski 1994). Podobny wpływ jak w kulturach wodnych wykazywały również obie formy azotu mineralnego stosowane w piasku (Magalhaes i Wilcox 1983, Magalhaes i in. 1987, Borowski 1989, Borowski 1984).

Badania natomiast Magalhaes i in. 1987 prowadzone w torfie nie wykazały istotnych różnic w reakcji roślin pomidorów na N-NH₄⁺ i N-NO₃⁻. Ponieważ podłoża te w sposób istotny różnią się właściwościami fizykochemicznymi, co przypuszczalnie miało związek ze zróżnicowaną reakcją rosnących w nich roślin na amon i azotany, celem przeprowadzonych badań było określenie reakcji pomidorów na N-NH₄ i N-NO₃ w zależności od właściwości fizyko-chemicznych i tempa nityfikacji w piasku, glebie gliniastej i substracie glebowym.

MATERIAŁ I METODY

Doświadczenia przeprowadzono w hali wegetacyjnej AR w Lublinie w okresie 4 V-24 VI (doświadczenie wiosenne) i 28 VI-20 VIII 1993 r. (doświadczenie letnie). Siewki pomidorów karłowatych odm. "Beta 40" rosnące w piasku, w fazie pierwszej pary liści właściwych przepikowano do wazonów napęcznionych 2 dm³ piasku kwarcowego (płukanego w wodzie), gleby gliniastej i substratu glebowego (gleba ogrodowa przetworzona przez dżdżownicę kalifornijskie). Rośliny doświadczalne w każdym z podłoży żywiono podanym w formie pożywki N-azotanowym bądź N-amonowym. Przed zapikowaniem roślin określono właściwości fizyko-chemiczne zastosowanych podłoży oraz zawartość w nich N-NO₃, N-NH₄, K i P. Ciężar właściwy rzeczywisty określono metodą piknometryczną, pojemność wodną kapilarną metodą podsiąkową w pierścieniach Kopecky'ego, porowatość ogólną z ciężaru rzeczywistego i objętościowego, pojemność wodną higroskopową metodą suszarkową, zawartość materii organicznej poprzez wyżarzanie podłoży, zawartość natomiast w podłożach N-NO₃ i N-NH₄ określono metodą destylacyjną Starcka.

Uzyskane dane przedstawiono w tab. 1 i 2. W glebie gliniastej i substracie glebowym określono również zawartość K i P metodą Egnera w modyfikacji Riehma. W jednym wazonie napelnionym glebą gliniastą znajdowało się 116 mg K i 52 mg P, natomiast napelnionym substratem glebowym 95 mg K i 75 mg P. Uwzględniając różną naturalną zasobność użytych podłoży w N-NO₃ i N-NH₄, jego poziom uzupełniono do 420 mg/wazon w sposób przedstawiony w tab. 2. Zawartość zaś P, K, Ca i Mg uzupełniono we wszystkich wazonach odpowiednio do wysokości 100, 485, 600 i 120 mg/wazon. Skład zastosowanej w doświadczeniach pełnej pożywki a) azotanowej bądź b) amonowej w g/wazon był następujący: a) Ca(NO₃)₂ x 4H₂O – 3,55, K₂SO₄ – 0,80, KH₂PO₄ – 0,44, Mg SO₄ x 7H₂O – 1,23 b) (NH₄)₂SO₄ – 1,98, KCL – 0,69, KH₂PO₄ – 0,44, MgSO₄ – 1,23, CaCO₃ – 1,2. Zróżnicowanie pożywek miało nieznaczny tylko wpływ na wartość pH w piasku.

Tab. 1. Niektóre właściwości fizyczne podłoży zastosowanych w doświadczeniach
Some physical properties of growth medium used in experiments

Rodzaj podłoży Kind of growth medium	Ciężar właściwy rzeczywisty Specific weight g/cm ³	Porowatość ogólna General porosity g/cm ³	Pojemność wodna kapilarna Capillary water capacity %	Pojemność wodna higroskopowa Hygroscopic water capacity	Zawartość materii organicznej Content of organic matter %	pH KCl
Piasek Sand	2,572	42,5	8,8	0	0	6,70
Gleba gliniasta Loam soil	2,557	35,6	13,0	0,8	3,1	6,85
Substrat glebowy Soil substrate	2,277	76,9	18,7	6,9	22,2	6,85

Tab. 2. Zasobność naturalna i dodane ilości N-NO₃ i N-NH₄ do podłoży zastosowanych w doświadczeniach
(mg/wazon)
Natural abundance and added quantities of N-NO₃ and N-NH₄ to growth medium used in experiments
(mg/pot)

Seria doświadczalna Experimental series	Piasek Sand				Gleba gliniasta Loam soil				Substrat glebowy Soil substrate			
	zawiera contains		dodano added		zawiera contains		dodano added		zawiera contains		dodano added	
	N-NO ₃	N-NH ₄	N-NO ₃	N-NH ₄	N-NO ₃	N-NH ₄	N-NO ₃	N-NH ₄	N-NO ₃	N-NH ₄	N-NO ₃	N-NH ₄
N-NO ₃	0	0	420	-	70	28	322	-	210	ślady	210	-
N-NH ₄	0	0	-	420	70	28	-	322	210	ślady	-	210

Seria doświadczalna w obu przeprowadzonych doświadczeniach liczyła 18 wazonów, w tym w 15 wazonach rosły rośliny pomidorów (1 roślina/wazon), pozostałe zaś 3 wazony były traktowane w sposób analogiczny jak reszta, lecz nie obsadzono ich roślinami.

Tab. 3. Zawartość N-NO₃ i N-NH₄ w zastosowanych podłożach po okresie inkubacji w warunkach doświadczenia (mg/wazon)Content of N-NO₃ and N-NH₄ in used growth medium after incubation period in experimental conditions (mg/pot)

Seria doświadczalna Experimental series	Piasek Sand		Gleba gliniasta Loam soil		Substrat glebowy Soil substrate	
	N-NO ₃	N-NH ₄	N-NO ₃	N-NH ₄	N-NO ₃	N-NH ₄
	doświadczenie wiosenne – spring experiment					
N-NO ₃	405	0	380	20	395	0
N-NH ₄	35	362	98	300	412	15
	doświadczenie letnie – summer experiment					
	N-NO ₃	N-NH ₄	N-NO ₃	N-NH ₄	N-NO ₃	N-NH ₄
N-NO ₃	393	0	375	15	391	0
N-NH ₄	45	344	115	271	405	5

Tab. 4. Dynamika przyrostu suchej masy w roślinach pomidorów wyrosłych na piasku, glebie gliniastej i substracie glebowym w warunkach żywienia azotanami lub amonem (g/wazon)

Dynamics of dry mass increment in tomato plants grown on sand, loam and soils substrate in nitrate or ammonium feeding conditions (g/pot)

Faza rozwojowa roślin Plant development phase	Forma azotu Nitrogen forms	Doświadczenie wiosenne Spring experiment				Doświadczenie letnie Summer experiment			
		piasek sand	gleba gliniasta loam soil	substrat glebowy soil substrate	$\bar{x}$	piasek sand	gleba gliniasta loam soil	substrat glebowy soil substrate	$\bar{x}$
5-6 liści 5-6 leaves	NH ₄	0,98	0,83	1,96	1,26	0,74	0,67	1,78	1,06
	NO ₃	1,84	1,24	2,07	1,72	1,29	1,05	1,88	1,41
	$\bar{x}$	1,41	1,03	2,01		1,01	0,86	1,83	
	NIR - LSD 0,95	dla podłoży – for medium dla form N – for N form dla podłoży x N – for medium x form				0,11 0,10 0,18 0,21			
zawiązywanie pąków kwiatowych binding of flower buds	NH ₄	2,27	2,07	5,58	3,31	2,12	1,89	4,95	2,99
	NO ₃	4,31	3,23	5,05	4,20	3,74	2,80	4,80	3,78
	$\bar{x}$	3,29	2,65	5,31		2,93	2,34	4,87	
	NIR - LSD 0,95	dla podłoży – for medium dla form N – for N form dla podłoży x N – for medium x form				0,59 0,41 0,71 0,36			
kwitnienie flowering	NH ₄	7,03	5,85	14,12	9,0	5,35	5,08	12,05	7,49
	NO ₃	11,98	8,43	13,57	11,33	10,33	7,82	12,40	10,52
	$\bar{x}$	9,50	7,14	13,84		7,84	6,45	12,22	
	NIR - LSD 0,95	dla podłoży – for medium dla form N – for N form dla podłoży x N – for medium x form				1,15 0,97 1,52 1,09			

Zbiuro roślin dokonano 3-krotnie, tj. w okresie 5-6 liści, zawiązywania pąków kwiatowych i kwitnienia, każdorazowo zbierając materiał z 5 wazonów. Uzyskany materiał dzielono na części nadziemne i korzenie, określając wielkość plonu powietrznie suchej masy roślin z wazonu. Plony suchej masy roślin z obu doświadczeń poddano analizie statystycznej, określając najmniejszą istotną różnicę (NIR) przy $P = 0,05$ (tab. 4). Jednocześnie z każdego z 3 wazonów, które pozostawiono w każdej serii nie obsadzone, pobrano po uprzednim dokładnym wymieszaniu podłoża próbki, celem określenia zawartości $N-NO_3$ i $N-NH_4$ po okresie inkubacji w warunkach doświadczenia. Uzyskane dane z obu przeprowadzonych doświadczeń przedstawiono w tab. 3.

Tab. 5. Zawartość N-białkowego, $N-NO_3$ i $N-NH_4$ w roślinach pomidorów wyrosłych na piasku, glebie gliniastej i substracie glebowym w warunkach żywienia azotanami lub amonem (mM/100 g. s. m.)

Content of protein – N, $N-NO_3$ and $N-NH_4$ in tomato plants grown on sand, loam and soils substrate in nitrate or ammonium feeding conditions (mM/100 g. d. w)

Rodzaj podłoża Kind of growth medium	Forma azotu Nitrogen forms	N – białkowy Protein – N		$N-NO_3$		$N-NH_4$	
		cz. ndzm tops	korzenie roots	cz. ndzm tops	korzenie roots	cz. ndzm tops	korzenie roots
piasek sand	NO_3	176,8	113,9	16,7	11,6	0,7	0,5
	NH_4	265,7	163,2	3,3	2,1	10,1	4,9
gleba gliniasta loam soil	NO_3	164,8	109,7	11,8	8,4	1,1	0,8
	NH_4	258,5	133,3	3,7	2,2	12,3	7,2
substrat glebowy soil substrate	NO_3	153,9	101,5	14,4	7,7	0,3	ślady
	NH_4	163,2	134,5	10,6	6,3	0,3	ślady

Tab. 6. Zawartość procentowa N-ogólnego, P, K, Ca w biomasie pomidorów wyrosłych na piasku, glebie gliniastej i substracie glebowym w warunkach żywienia azotanami lub amonem

Percentage content of total – N, P, K, Ca in tomato plants grown on sand, loam and soils substrate in nitrate or ammonium feeding conditions

Rodzaj podłoża Kind of growth medium	Forma azotu Nitrogen forms	N – ogólny		P		K		Ca	
		cz. ndzm tops	korzenie roots	cz. ndzm tops	korzenie roots	cz. ndzm tops	korzenie roots	cz. ndzm tops	korzenie roots
piasek sand	NO_3	2,75	1,78	0,28	0,12	4,09	2,62	1,39	0,78
	NH_4	3,92	2,40	0,38	0,16	5,36	3,47	1,80	1,19
gleba gliniasta loam soil	NO_3	2,34	1,68	0,18	0,09	2,25	2,39	1,22	0,92
	NH_4	3,86	2,02	0,27	0,12	3,82	3,57	1,60	1,40
substrat glebowy soil substrate	NO_3	2,38	1,55	0,19	0,15	2,95	1,89	1,08	0,63
	NH_4	2,45	1,98	0,23	0,16	2,78	1,65	1,01	0,57

W suchym materiale części nadziemnych i korzeni pomidorów zebranych w fazie zawiązywania pąków określono, w 4 powtórzeniach, zawartość N-ogólnego i białkowego metodą Kjeldahla po uprzednim wytrąceniu białek z roztworu przy pomocy kwasu trójchlorooctowego, NO_3 metodą Cataldo, NH_4 przy użyciu odczynnika Nesslera oraz zawartość K i Ca metodą fotopłomieniową, P – kolorymetrycznie przy użyciu żółci tytanowej. Wyniki analiz materiału roślinnego uzyskanego w doświadczeniu przeprowadzonym wiosną i latem były zbliżone i dlatego przedstawiono je w formie średnich w tab. 5 i 6.

WYNIKI

PLONY ROŚLIN

Plony suchej masy roślin pomidorów uzyskane w doświadczeniu wiosennym były nieco wyższe niż w doświadczeniu letnim, zależności jednakże wynikające z zastosowania w żywieniu roślin N-NO₃ lub N-NH₄ w 3 różnych podłożach były podobne (tab. 4). Najniższe plony suchej masy w całym analizowanym okresie wzrostu wytworzyły rośliny rosące w glebie gliniastej. Przyrosty suchej masy roślin rosnących w substracie glebowym były w obu prowadzonych doświadczeniach około 2-krotnie wyższe. Natomiast tempo wzrostu roślin w piasku do fazy zawiązywania pąków kwiatowych było nieznacznie wyższe niż w glebie gliniastej, w dalszym natomiast wzroście zwłaszcza w doświadczeniu wiosennym uległo wyraźnej poprawie.

Wpływ form azotu na dynamikę przyrostu suchej masy w roślinach pomidorów był wyraźnie uzależniony od rodzaju podłoża. Azot amonowy w obu przeprowadzonych doświadczeniach wyraźnie ograniczał wzrost roślin w piasku i glebie gliniastej. Średni stosunek plonów suchej masy roślin wyrosłych w warunkach żywienia N-NO₃ do plonów suchej masy przy żywieniu N-NH₄ w piasku w doświadczeniu wiosennym wynosił 1,82, zaś w doświadczeniu letnim 1,81, natomiast w glebie gliniastej odpowiednio 1,50 i 1,53. Uzyskane wyniki nie wykazały natomiast negatywnego wpływu N-NH₄ w stosunku do N-NO₃ na wzrost roślin w substracie glebowym (tab. 4).

ZAWARTOŚĆ PODSTAWOWYCH FRAKCJI AZOTU W BIOMASIE

Zawartość N-białkowego w korzeniach roślin wyrosłych w piasku, glebie gliniastej i substracie glebowym była zbliżona. Na uwagę zasługuje tylko wyższa zawartość białka w korzeniach pomidorów żywionych N-NH₄ na podłożu piaskowym. Wyraźnie większe różnice w zawartości N-białkowego wystąpiły natomiast w częściach nadziemnych roślin. Najwięcej azotu w formie białka zawierały rośliny wyrosłe w piasku, nieco mniej wyrosłe w glebie gliniastej, zaś wyraźnie najmniej wyrosłe w substracie glebowym. Żywienie roślin N-NH₄ wpływało na istotny wzrost zawartości N-białkowego w roślinach wyrosłych na piasku i glebie gliniastej i tylko nieznaczny wzrost w roślinach wyrosłych w substracie glebowym (tab. 5). Rośliny wyrosłe w substracie glebowym charakteryzowały się, niezależnie od zastosowanej w ich żywieniu formy N, wysoką zawartością N-NO₃ i śladową ilością N-NH₄ w biomasie. Natomiast zawartość azotanów i amonu w roślinach wyrosłych na glebie gliniastej i piasku istotnie zależała od zastosowanej formy N. Rośliny żywione w tych podłożach N-NO₃ charakteryzowały się wysoką zawartością azotanów, a niską amonu, odwrotnie zaś żywione N-NH₄ – wysoką zawartością amonu a niską azotanów. Jednakże zawartość N-NH₄ w roślinach żywionych azotem azotanowym była 2,3-krotnie niższa niż zawartość N-NO₃, w roślinach żywionych azotem amonowym (tab. 5).

ZAWARTOŚĆ MAKROSKŁADNIKÓW W BIOMASIE

Rośliny wyrosłe na piasku, niezależnie od zastosowanej w ich żywieniu formy N, charakteryzowały się na ogół najwyższą procentową zawartością N-ogólnego, P i K w częściach nadziemnych i korzeniach, natomiast najniższą zawartość omawianych makroskładników wykazywały na ogół rośliny wyrosłe w substracie glebowym (tab. 6). Zastoso-

wane formy azotu wywierały wpływ na pobieranie N, P i K w piasku i glebie gliniastej. Żywienie roślin rosnących w tych podłożach N-NH₄ wpływało bowiem na wzrost udziału makroskładników w biomase. Rośliny żywione N-NH₄ w substracie glebowym wykazywały zwiększoną zawartość N-ogólnego i P, zmniejszoną zaś zawartość K w biomase.

Wapń w najwyższym procencie występował w częściach nadziemnych pomidorów wyrosłych w piasku i korzeniach roślin wyrosłych w glebie gliniastej. Najmniej Ca w biomase zawierały rośliny wyrosłe w substracie glebowym. Żywienie roślin N-NH₄ wyraźnie sprzyjało pobieraniu wapnia w piasku i glebie gliniastej, nie miało zaś znaczenia w substracie glebowym (tab. 6).

DYSKUSJA

Przeprowadzone badania wykazały iż N-NH₄ wywierał negatywny wpływ na wzrost pomidorów w piasku i glebie gliniastej, natomiast pozytywny wpływ na wzrost roślin w substracie glebowym. Wcześniejsze badania przeprowadzone przez Magalhaes i Wilcox (1983), Allen i Smith (1986), Lindt i Feller ((1987), Uziak i in. (1993), jak również prace własne (Borowski i in. 1991, Borowski 1984, 1989, 1994) potwierdzają hamujący wpływ N-NH₄ na wzrost roślin w piasku a także w kulturach wodnych. Magalhaes i in. (1987) w badaniach prowadzonych na pomidorach stwierdził również, iż N-NH₄ w stosunku do N-NO₃ wyraźnie ograniczał wzrost roślin w piasku, natomiast nie wykazywał ujemnego wpływu na rośliny w torfie.

Uzyskane w pracy wyniki znajdują wyjaśnienie w wynikach analizy zasobności naturalnej użytych podłoży w N-NH₄ i N-NO₃, a także w analizie zawartości tych form N w wazonach po okresie inkubacji w warunkach prowadzonego doświadczenia (tab. 2 i 3). Rośliny pomidorów żywione amonem w piasku dysponowały przez okres trwania doświadczenia niemal wyłącznie jonami NH₄, proces bowiem nitryfikacji w tym podłożu zachodził w minimalnym stopniu. Znacznie większą ilość jonów N-NO₃ znajdowały rośliny żywione N-NH₄ w glebie gliniastej. W podłożu tym po okresie inkubacji trwającej przez czas doświadczenia blisko 1/3 N znajdowała się w formie N-NO₃. Przypuszczalnie dlatego, mimo ogólnie słabego wzrostu roślin w glebie, wzrost roślin żywionych w tym podłożu N-NH₄ w stosunku do N-NO₃ był lepszy niż w piasku. Brak już od najwcześniejszych etapów wzrostu negatywnego wpływu N-amonowego na przyrost pomidorów w substracie glebowym wynikał niewątpliwie z wysokiej zasobności naturalnej tego podłoża w N-NO₃, a także z wysokiego tempa procesów nitryfikacji.

Zróżnicowane tempo przebiegu procesów nitryfikacji w zastosowanych podłożach wynikało niewątpliwie z ich właściwości fizycznych, co także potwierdza Kralova i Drazdak (1989). Dla intensywnego przebiegu nitryfikacji niezbędny jest odpowiedni zapas substratu w postaci jonów NH₄⁺, a także dostęp powietrza, umiarkowana wilgotność, odpowiednia temperatura, obecność materii organicznej, pH w granicach 7 lub więcej (Flowers i O'Callaghan, 1983; Stams i in., 1990; Gadkari, 1990; Rochester, 1992). Analizując dane zawarte w tabeli 1 wydaje się, iż warunki te w największym stopniu spełniał substrat glebowy, w najmniejszym zaś piasek. Na wysokie tempo procesów nitryfikacji w glebie ogrodowej i bardzo niskie w piasku przybrzeżnym zwraca także uwagę Skiba i Wainwright (1984).

Zawartość analizowanych frakcji azotu, zwłaszcza N-NO₃ i N-NH₄ w roślinach, była odzwierciedleniem przebiegu procesów nityfikacji w zastosowanych podłożach, bowiem wysoką zawartość N-NO₃ i N-NH₄ wykazywały w biomasie rośliny, które były żywione tymi formami azotu w piasku i glebie gliniastej. Uzyskane wyniki znajdują potwierdzenie we wcześniejszych badaniach autora prowadzonych na piasku (Borowski, 1994). Wysoka zawartość N-białkowego w biomasie roślin wyrosłych w piasku i glebie gliniastej przy żywieniu NH₄ wynika przede wszystkim z niskich plonów roślin w tych podłożach. Rośliny żywione NH₄ w substracie glebowym wykazywały bowiem znacznie niższą zawartość N-białkowego. Nieznacznie wyższa zawartość tej formy azotu w warunkach żywienia N-NH₄ niż N-NO₃ przy zbliżonych plonach roślin w substracie glebowym świadczy o korzystnym wpływie zredukowanej formy azotu na syntezę białek w roślinie. Wydaje się, że wynika to z bezpośredniej przydatności tej formy N do aminowania ketokwasów.

Wyższa zawartość N-ogólnego, P i K w roślinach pomidorów wyrosłych na piasku w stosunku do roślin wyrosłych na glebie gliniastej przy porównywalnej wysokości plonów świadczy o sprawniejszym pobieraniu składników z tego podłoża. Może to wynikać z braku sorpcji w piasku, a zatem pozostawiania analizowanych jonów w roztworze. Inną przyczyną może być większa porowatość piasku niż gleby gliniastej umożliwiającą łatwiejszy dostęp tlenu do włosników korzeniowych, a zatem sprawniejsze aktywne pobieranie jonów z tego podłoża. Rośliny wyrosłe w substracie glebowym wykazywały na ogół niższą zawartość analizowanych składników niż w pozostałych 2 podłożach, jednakże przy wysokich plonach roślin w tym podłożu, spowodowane to było prawdopodobnie efektem "rozcieńczenia".

PIŚMIENNICTWO

- Allen S., Smith J. A. C., 1986. Ammonium nutrition in *Ricinus communis*: Its effect on plant growth and the chemical composition of the whole plant, xylem and phloem saps. *J. Exp. Bot.* 37, 184, 1599-1610.
- Borowski E., 1989. Skład jonowy i zawartość niektórych związków organicznych w roślinach kapusty pastwnej i kukurydzy. Cz. I. Wpływ żywienia różnymi formami azotu. *Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska sec. E.*, vol. 44, 18, 151-162.
- Borowski E., Bładowski Z., Uziak Z., 1991. Wpływ form azotu na kształtowanie się składu jonowego i zawartości wolnych aminokwasów w roślinach rzepaku i kukurydzy. *Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska, sec. E.*, vol. 46, 25, 193-201.
- Borowski E., 1994. Reakcja salaty na formy azotu w warunkach pełnej i dwukrotnie zmniejszonej wilgotności powietrza. *Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska, sec. EEE*, vol. II.
- Borowski E., 1994. Reakcja roślin pomidorów na formy azotu w warunkach pełnej i zmniejszonej intensywności światła. *Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska, sec. EEE*, vol. II.
- Flowers T. H., O'Callaghan J. R., 1983. Nitrification in soils incubated with pig slurry or ammonium sulphate. *Soil Biol. and Biochem.* 15, 3, 337-342.
- Gadkari D., 1990. Nitrification in the presence of soil particles, sand, alginate beads and agar strands. *Soil Biol. and Biochem.* 22, 1, 17-21.
- Kralova M., Drazdak K., 1989. Determination of the nitrifying potential of soil. *Zentral. für Mikrobiol.* 144, 8, 611-613.
- Lindt T., Feller U., 1987. Effect of nitrate and ammonium on long distance transport in cucumber plants. *Bot. Helvetica* 97, 1, 45-52.
- Magalhaes J. R., Wilcox G. E., 1983. Tomato growth and nutrient uptake patterns as influenced by nitrogen form and light intensity. *J. Plant Nutrition* 6, 11, 941-956.
- Magalhaes J. R., Silva FLIM, Wilcox G. E., 1987. Effect of nitrogen source, pH and light intensity on the development of tomato in sand and peat substrates. *Revista Brasil. de Ciencia do Solo* 11, 3, 299-303.

- Rochester I. J., Constable G. A., Macleod D. A., 1992. Preferential nitrate immobilization in alkaline soils. *Austral. J. Soil Research*, 30, 5, 737-749.
- Skiba U., Wainwright M., 1984. Nitrogen transformation in coastal sands and dune soils. *J. Arid Environ.* 7, 1, 1-8.
- Stams A. J. M., Schipholt I. J. L., Marnette E. C. L., Beemsterboer B., Wiittiez J. R. W., 1990. Conversion of 15 N-ammonium in forest soils. *Plant and Soils* 125, 1, 129-134.
- Uziak Z., Borowski E., Blamowski Z., 1993. Próba wyjaśnienia odmiennej reakcji roślin rzepaku i kukurydzy na azot stosowany w formie amonowej lub azotanowej. *Acta Agrobot.*, 46, 1, 39-49.

SUMMARY

The studies carried out on sand, loam soil and soil substrate (soil transformed by Californian worms) determined the basic physico-chemical properties of the applied growth media and the course of nitrification process in a pot experiment conducted in spring and summer periods. In analogous conditions, the reaction of tomato plants to the feeding in the form of N-NH₄ or N-NO₃ used in the discussed growth media was determined.

The results showed that at the time of the experiment, N-NH applied to the plants growing in a soil substrate undergoes complete nitrification, while in the loam soil the percent of nitrified NH₄ was about 33 and in the sand it was about 9%. The changing relation between N-NO₃ and N-NH₄ had a distinct influence on the plant growth in the studied growth media and the content of N-NH₄, N-NO₃ and N-proteins. The feeding with N-NH₄ in relation to N-NO₃ had the strongest inhibiting effect on the plant growth in the sand, to a lesser degree in the loam soil and it did not inhibit the plant growth in the soil substrate. At the same time, a relatively big amount of free NH₄ was contained in the plants fed with this form of nitrogen in the sand and in the loam soil and trace elements were found out in the plants fed with N-NH₄ in the soil substrate. The content of N-total, N-proteins, P, K, Ca in the biomass was higher in the plants grown in the sand and loam soil than in the soil substrate, especially in the conditions of feeding with N-NH₄.