

ANNALES
UNIVERSITATIS MARIAE CURIE-SKŁODOWSKA
LUBLIN — POLONIA

VOL. XXIII, 3

SECTIO C

1968

Z Katedry Fizjologii Roślin Wydziału Rolniczego WSR w Lublinie
Kierownik: doc. dr Zofia Uziak

Zofia UZIAK

Aminokwasy jako źródło azotu dla niektórych roślin uprawnych

Amino Acids as a Source of Nitrogen for some Cultivated Plants

Obecne opracowanie jest kontynuacją badań rozpoczętych w r. 1964 nad wykorzystaniem aminokwasów przez rośliny motylkowe (8). Przyczyną zajęcia się tym zagadnieniem był fakt niezgodności poglądów w tej kwestii. We wspomnianej pracy wykazano wbrew opinii Virtanena (9), a zgodnie z badaniami Ratnera (3—5), Ghosha (2) i innych (1, 6, 7), że nie dla wszystkich roślin motylkowych aminokwasy są równorzędnym źródłem azotu z azotem mineralnym lub wiązany symbiotycznie. Przykładem tego może być łubin, który tylko w minimalnym stopniu korzystał z azotu organicznego. W związku z tym nasuwało się pytanie, czy wśród niemotylkowych są takie, dla których aminokwasy byłyby odpowiednim źródłem azotu. Uzyskanie twierdzącej odpowiedzi byłoby poparciem wniosku, że rośliny motylkowe nie stanowią odrębnej, uprzywilejowanej grupy pod względem korzystania z azotu organicznego.

Przedłożona praca ma na celu: a) poznanie reakcji kilku różnych roślin na obecność aminokwasów w środowisku odżywczym; b) określenie, w jakim stopniu aminokwasy mogą być wykorzystane jako źródło azotu; c) stwierdzenie, czy aminokwasy mogą wnikać do rośliny w formie całej cząsteczki, czy też już na włosnikach korzeniowych ulegają dezaminacji.

METODYKA BADAŃ

Do badań użyto trzech następujących roślin uprawnych: tytoniu odmiany Wirginia, pomidorów odmiany Karzełek Puławski oraz jęczmienia odmiany Skrzyszowicki. Przy wyborze roślin doświadczalnych kierowano się ich różnymi wymaganiami pokarmowymi. Pomidory są roślinami azotanolubnymi, natomiast tytoń

jest amonolubny. Ponadto w celu porównania reakcji roślin dwuliściennych z jednoliściennymi, jako roślinę doświadczalną, wprowadzono jęczmień.

Doświadczenia vegetacyjne prowadzono w latach 1966—1967 w hali vegetacyjnej WSR w Lublinie, w doniczkach z polistyrenu o pojemności 2 kg piasku. Piasek użyty do doświadczeń płukano uprzednio, a po wysuszeniu sterylizowano przez 7 do 8 godz. w temp. 200°C. Do podlewania roślin używano wodę świeżo destylowaną lub destylowaną i ponownie przegotowaną. Chodziło bowiem o zachowanie możliwie jałowych warunków, gdyż stopień wykorzystania aminokwasów przez rośliny wyższe jest uzależniony od sterylności środowiska odżywczego korzeni. Wilgotność piasku utrzymywano na poziomie 60% pełnej pojemności wodnej. W jednej doniczce hodowano po jednej roślinie tytoniu, dwie rośliny pomidorów i 5 roślin jęczmienia. Liczba powtórzeń dla poszczególnych wariantów wynosiła 5.

Podstawowa pożywka mineralna podana była w dwóch porcjach — przy zakładaniu doświadczeń oraz w 4 lub 5 tygodniu vegetacji roślin. Na jedną doniczkę przypadało: 150 mg P_2O_5 w formie KH_2PO_4 , 200 mg K_2O w formie KH_2PO_4 i K_2SO_4 , 50 mg MgO w formie $MgSO_4$, 5 ml roztworu A-Z i 6 ml 1% cytrynianu żelaza. Wapń wprowadzono jednorazowo przy zakładaniu doświadczenia, mieszając po 300 mg $CaCO_3$ z 2 kg piasku.

Azot w ilości 200 mg czystego składnika na doniczkę podawano w 10 porcjach po 20 mg w następujących formach: NH_4NO_3 , glicyna, kwas glutaminowy, leucyna. W pierwszym roku badań wprowadzono także serię doświadczalną z mieszaniną stosowanych aminokwasów, tzn. 1/3 glicyny, 1/3 kwasu glutaminowego i 1/3 leucyny.

Wegetacja roślin rozpoczęła się w 1966 r. 25 kwietnia, a w 1967 r. 5 maja, natomiast termin zakończenia był różny dla poszczególnych roślin doświadczalnych. Wegetacja tytoniu trwała 10 tygodni, pomidorów 9 tygodni, a jęczmienia 8 tygodni. W trakcie vegetacji systematycznie co kilku dni oznaczano *pH* środowiska odżywczego. Rośliny zbierano w okresie intensywnego wzrostu vegetacyjnego przed zawiązywaniem organów generatywnych.

W celu oznaczenia wolnych aminokwasów zbierano guttujący sok z dolnej części lodygi, po ścięciu części nadziemnych roślin. Sok w ilości 400 μ ml наносono następnie na bibułę chromatograficzną Whatman 1. Występowanie i zawartość wolnych aminokwasów oznaczano metodą jednokierunkowej chromatografii wstępującej. Chromatogramy rozwijano w fazie kwas lodowaty—butanol—woda, a wywoływano acetonowym roztworem ninhydryny. Uzyskane wyniki w całości zestawiono w tab. 4, a przykładowo ilustruje je ryc. 8.

Średnie plony powietrznie suchych części nadziemnych i korzeni zestawiono w tab. 1, natomiast średnie plony masy vegetacyjnej, otrzymanej z jednej doniczki oraz odpowiednie półprzedziały ufności ilustruje ryc. 4. Zawartość azotu ogólnego i białkowego w częściach nadziemnych i korzeniach roślin, oznaczone metodą Kjeldahla, zestawiono w tab. 2 i 3. Sumę azotu zgromadzonego w masie vegetacyjnej przedstawiono graficznie na ryc. 6 i 7.

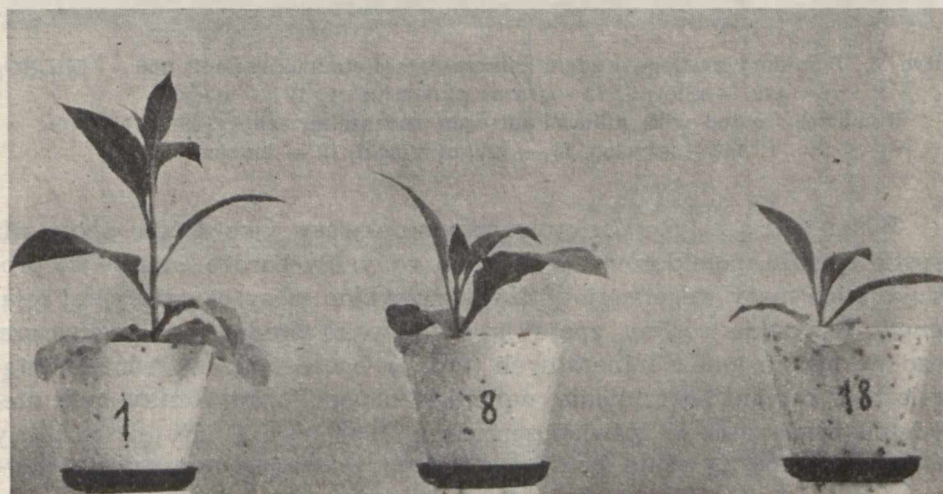
WYNIKI BADAŃ

Wegetacja roślin. W pierwszych dniach rozwoju wszystkie rośliny doświadczalne wykazywały prawidłowy wzrost niezależnie od zastosowanej formy azotu. Jednakże już w drugim tygodniu vegetacji widoczne było szybsze tempo wzrostu roślin korzystających z azotu mi-

neralnego niż roślin zasilanych aminokwasami. W trakcie dalszej wegetacji różnice we wzroście elongacyjnym jęczmienia, a zwłaszcza tytoniu, pogłębiały się (ryc. 1 i 2). Ponadto u jęczmienia wyraźniej zmienił się pokrój liści, które stawały się dość szerokie, kruche i sztywne. Największym zmianom ulegały wszystkie rośliny doświadczalne zasilane leucyną.



Ryc. 1. Tytoń zasilany azotem mineralnym i kwasem glutaminowym; 1 — NH_4NO_3 , 22 — kwas glutaminowy, 119 — rośliny bez azotu
Tobacco treated with mineral nitrogen and glutamic acid; 1 — NH_4NO_3 , 22 — glutamic acid, 119 — plants untreated with nitrogen



Ryc. 2. Tytoń zasilany azotem mineralnym i aminokwasami; 1 — NH_4NO_3 , 8 — glicyna, 18 — leucyna
Tobacco treated with mineral nitrogen and amino acids; 1 — NH_4NO_3 , 8 — glycine, 18 — leucine

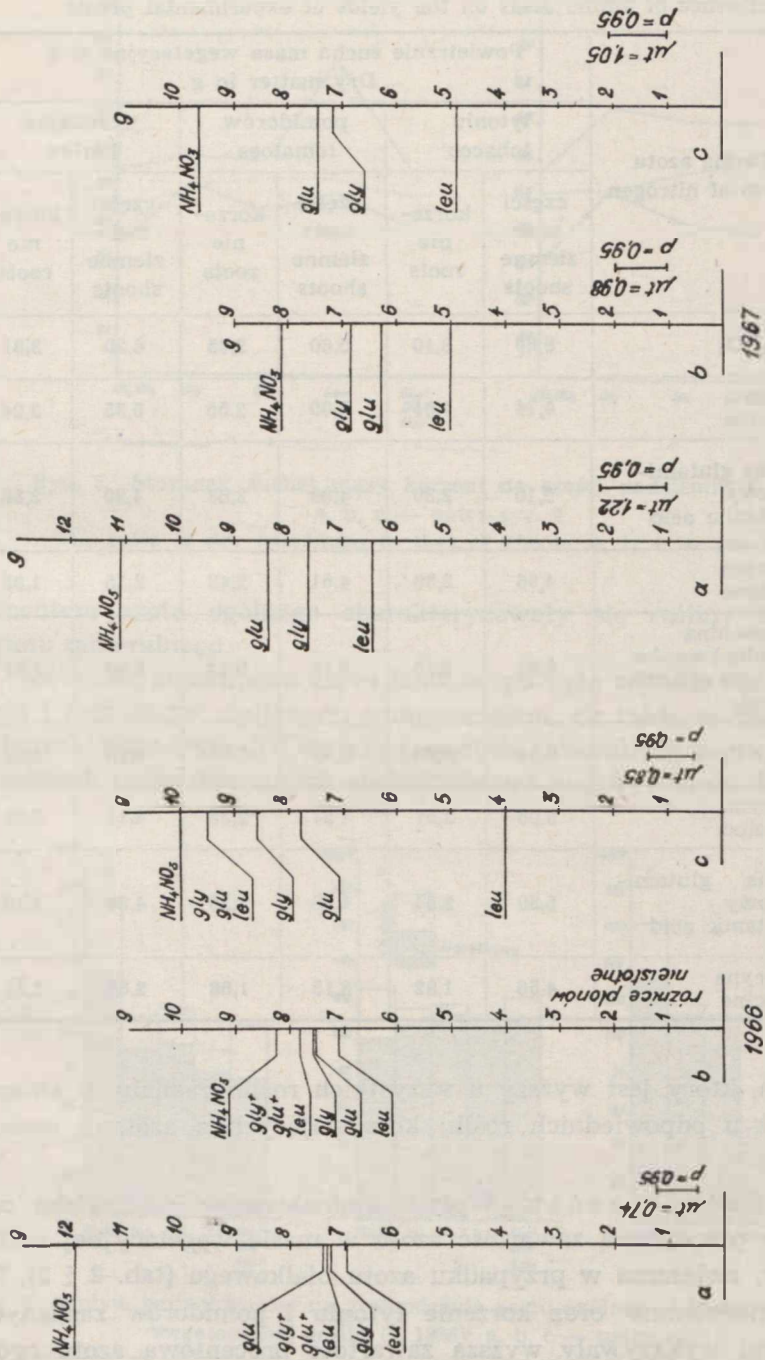
Najsłabiej reagowały na aminokwasy pomidory. Zarówno tempem wzrostu, jak i swoim pokrojem niewiele odbiegały one od roślin żywionych azotem mineralnym (ryc. 3). Wyraźniejsze różnice zaznaczyły się w ich rozwoju. Pomidory 9-tygodniowe w seriach z NH_4NO_3 przechodziły w stadium generatywne, gdy tymczasem u roślin pozostałych serii brak było jeszcze pąków kwiatowych.



Ryc. 3. Pomidory zasilane azotem mineralnym i aminokwasami; 156 — NH_4NO_3 ,
140 — glicyna, 73 — kwas glutaminowy, 19 — leucyna
Tomatoes treated with mineral nitrogen and amino acids; 156 — NH_4NO_3 ,
140 — glycine, 73 — glutamic acid, 19 — leucine

Plony roślin. Zastosowane aminokwasy jako źródło azotu dla roślin tytoniu, pomidorów i jęczmienia wpłynęły bardzo istotnie na produkcję ich masy vegetacyjnej. Najwyższy plon masy vegetacyjnej osiągnęły wszystkie rośliny znajdujące w swoim środowisku odżywczym azot w formie jonów mineralnych (tab. 1). Szczególnie wyraźnie wystąpiło to u tytoniu i jęczmienia, natomiast u pomidorów różnice były niewielkie, zwłaszcza w doświadczeniu z r. 1966 (ryc. 4). Najniższe plony dawały rośliny żywione leucyną. Glicyna i kwas glutaminowy wpływały korzystniej na produkcję masy vegetacyjnej roślin.

Porównując plony części nadziemnych z masą korzeni roślin daje się zauważyć, że aminokwasy nie działały hamująco na wzrost systemu korzeniowego. Wskazuje na to stosunek suchej masy korzeni do części



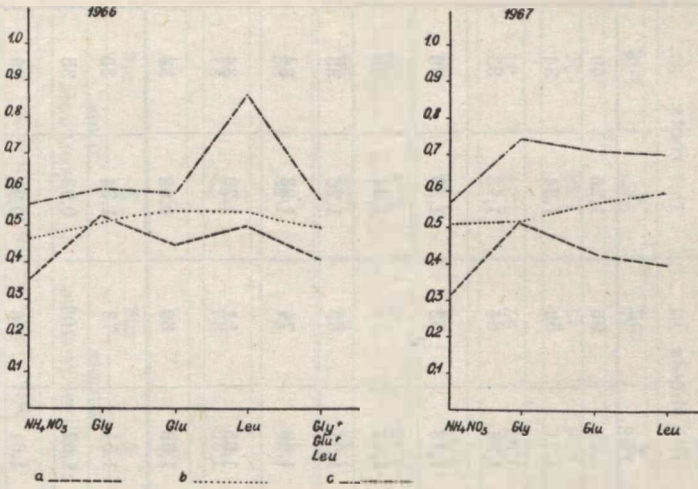
Ryc. 4. Średni plon powietrznie suchej masy wegetacyjnej roślin; a — tytoniu, b — pomidorów, c — jęczmienia, μt — najmniejsza udowodniona różnica Average yield of air dried vegetative mass of plants; a — tobacco, b — tomatoes, c — barley, μt — the smallest difference proved

Tab. 1. Wpływ aminokwasów na plony roślin doświadczalnych
The influence of amino acids on the yields of experimental plants

Rok doświad- czenia Year of experi- ment	Forma azotu Form of nitrogen	Powietrznie sucha masa wegetacyjna w g Dry matter in g					
		tytoniu tobacco		pomidorów tomatoes		jęczmienia barley	
		części nad- ziemne shoots	korze- nie roots	części nad- ziemne shoots	korze- nie roots	części nad- ziemne shoots	korze- nie roots
1966	NH ₄ NO ₃	8,80	3,19	5,60	2,65	6,20	3,81
	Glicyna Glycine	4,74	2,51	5,00	2,55	5,35	3,24
	Kwas glutami- nowy Glutamic acid	5,10	2,30	4,89	2,63	4,90	2,88
	Leucyna Leucine	4,66	2,30	4,61	2,48	2,15	1,85
	Mieszanka aminokwasów Mixture of amino acids	5,21	2,16	5,18	2,62	6,00	3,51
1967	NH ₄ NO ₃	9,16	2,90	5,37	2,76	6,16	3,50
	Glicyna Glycine	5,05	2,57	4,51	2,35	4,13	3,05
	Kwas glutami- nowy Glutamic acid	5,89	2,54	4,00	2,28	4,36	3,10
	Leucyna Leucine	4,56	1,82	3,15	1,88	2,86	2,01

nadziemnych, który jest wyższy u wszystkich roślin zasilanych aminokwasami niż u odpowiednich roślin korzystających z azotanu amonu (ryc. 5).

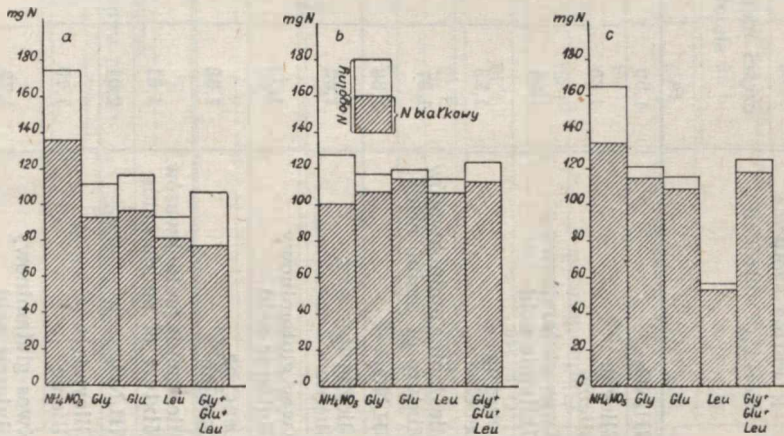
Gromadzenie azotu. Wpływ aminokwasów środowiska odżywczego na procentową zawartość azotu w masie wegetacyjnej roślin był wyraźny, zwłaszcza w przypadku azotu białkowego (tab. 2 i 3). Na ogół części nadziemne oraz korzenie tytoniu i pomidorów zasilanych aminokwasami wykazywały wyższą zawartość procentową azotu ogólnego niż rośliny żywione azotanem amonu. U jęczmienia zaś wyższym



Ryc. 5. Stosunek suchej masy korzeni do części nadziemnych roślin;
a, b, c — patrz ryc. 4
The ratio of dry root mass to that of shoots; a, b, c — see Fig. 4

procentem azotu ogólnego charakteryzowały się rośliny korzystające z azotu mineralnego.

Zawartość procentowa azotu białkowego była wysoka nie tylko u tytoniu i pomidorów zasilanych aminokwasami, ale także w częściach nadziemnych jęczmienia. Tę wyższą zawartość procentową azotu białkowego w plonach roślin żywnych aminokwasami w porównaniu do roślin ży-



Ryc. 6. Wpływ aminokwasów na gromadzenie azotu ogólnego i białkowego w masie
wegetacyjnej roślin (r. 1966); a, b, c — patrz ryc. 4
The influence of amino acids on the accumulation of total and albuminous nitrogen
in the vegetative mass of plants in 1966; a, b, c — see Fig. 4

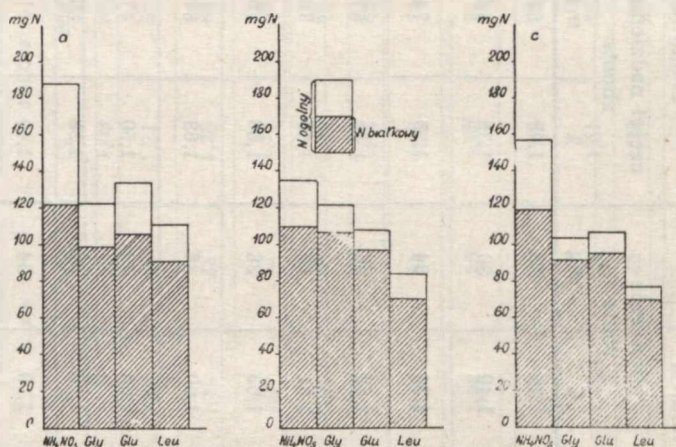
Tab. 2. Wpływ aminokwasów na gromadzenie azotu ogólnego i białkowego w plonach roślin w r. 1966
 The influence of amino acids on the accumulation of total and albuminous nitrogen in plants, 1966

Roślina Plant	Forma azotu Form of nitrogen	Zawartość azotu w suchej masie roślin Nitrogen content in dry matter of plant									
		ogólnego—total N					białkowego—albuminous N				
		części nadziemne shoots		korzenie roots		%	części nadziemne shoots		korzenie roots		%
		mg	%	mg	%		mg	%	mg	%	
Tytoń Tobacco	NH ₄ NO ₃	1,50	1,32	1,35	43	1,09	96	1,26	40		
	Glicyna Glycine	1,60	76	1,42	36	1,21	58	1,34	34		
	Kwas glutaminowy Glutamic acid	1,54	79	1,65	38	1,26	64	1,42	33		
	Leucyna Leucine	1,23	57	1,59	37	1,13	53	1,30	30		
	Mieszanka aminokwasów Mixture of amino acids	1,37	71	1,65	36	1,13	59	1,34	29		
	NH ₄ NO ₃	1,58	88	1,53	40	1,21	68	1,26	33		
Pomido- ry Toma- toes	Glicyna Glycine	1,52	76	1,60	41	1,48	74	1,33	34		
	Kwas glutaminowy Glutamic acid	1,72	84	1,38	36	1,65	81	1,29	34		
	Leucyna Leucine	1,58	73	1,68	42	1,50	69	1,52	38		
	Mieszanka aminokwasów Mixture of amino acids	1,61	83	1,56	41	1,51	78	1,34	35		
	NH ₄ NO ₃	2,01	125	1,03	40	1,62	100	0,93	35		
	Glicyna Glycine	1,70	91	0,93	30	1,61	86	0,91	29		
Jęczmień Barley	Kwas glutaminowy Glutamic acid	1,78	87	0,99	29	1,70	83	0,91	26		
	Leucyna Leucine	1,75	38	1,02	19	1,69	36	0,97	18		
	Mieszanka aminokwasów Mixture of amino acids	1,50	90	1,00	35	1,43	86	0,90	32		

Tab. 3. Wpływ aminokwasów na gromadzenie azotu ogólnego i białkowego w płonach roślin w r. 1967
The influence of amino acids on the accumulation of total and albuminous nitrogen in plants, 1967

Roślina Plant	Forma azotu Form of nitrogen	Zawartość azotu w suchej masie roślin Nitrogen content in dry matter of plant									
		ogólnego—total N					białkowego—albuminous N				
		części nadziemne shoots		korzenie roots			części nadziemne shoots		korzenie roots		
		%	mg	%	mg	%	mg	%	mg	%	mg
Tytoń Tobacco	NH ₄ NO ₃	1,65	151	1,28	37	1,03	94	0,98	28		
	Glicyna Glycine	1,72	87	1,40	36	1,35	68	1,22	31		
	Kwas glutaminowy Glutamic acid	1,69	100	1,36	34	1,25	74	1,28	32		
Pomidory Tomatoes	Leucyna Leucine	1,80	82	1,59	29	1,46	67	1,30	24		
	NH ₄ NO ₃	1,73	93	1,51	42	1,46	78	1,16	32		
	Glicyna Glycine	1,86	84	1,63	38	1,66	75	1,36	32		
Jęczmień Barley	Kwas glutaminowy Glutamic acid	1,80	72	1,60	36	1,68	67	1,37	31		
	Leucyna Leucine	1,75	55	1,58	30	1,50	47	1,28	24		
	NH ₄ NO ₃	1,82	112	1,15	40	1,38	85	0,96	34		
	Glicyna Glycine	1,70	70	1,10	34	1,49	61	1,01	31		
	Kwas glutaminowy Glutamic acid	1,65	72	1,12	35	1,51	66	0,98	30		
	Leucyna Leucine	1,84	53	1,18	24	1,69	48	1,10	22		

wionych azotem mineralnym ilustruje ryc. 6. Różnica bowiem pomiędzy azotem ogólnym i białkowym zgromadzonym w masie wegetacyjnej jest wyraźna u wszystkich roślin doświadczalnych zasilanych azotem amonu. Natomiast u roślin korzystających z azotu aminokwasów różnica ta jest znacznie mniejsza, z czego można sądzić, że rośliny te gromadziły pobrany azot głównie w formie związków białkowych. Jednakże stopień wykorzystania azotu aminokwasów, mimo dużej zawartości procentowej tego pierwiastka w plonach roślin, nie był wysoki.



Ryc. 7. Wpływ aminokwasów na gromadzenie azotu ogólnego i białkowego w masie wegetacyjnej roślin (r. 1967); a, b, c — patrz ryc. 4

The influence of amino acids on the accumulation of total and albuminous nitrogen in the vegetative mass of plants in 1967; a, b, c — see Fig. 4

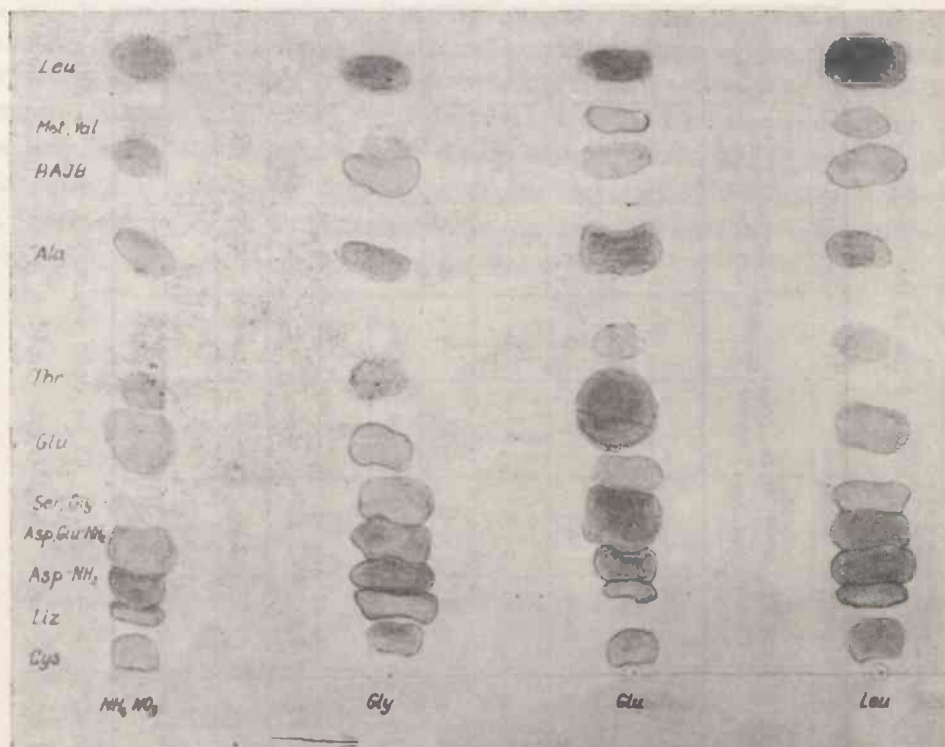
Z dostarczonego w ilości 200 mg N na doniczkę w postaci aminokwasów znaczna ilość azotu pozostała w środowisku odżywczym nie wykorzystana, zwłaszcza w seriach z leucyną. Natomiast w przypadku stosowania azotu mineralnego został on pobrany i związany prawie w całości.

Aminokwasy guttującego soku roślin. Przeprowadzone analizy chromatograficzne wskazują na istotny wpływ stosowanych aminokwasów na zawartość wolnych aminokwasów w guttującym soku roślin. Na ogół frakcja wolnych aminokwasów tego wyciekającego soku z rośliny zawiera zwiększoną ilość stosowanego aminokwasu. Zależność ta występuje wyraźnie, zwłaszcza u roślin zasilanych leucyną. Ponadto ogólna zawartość wolnych aminokwasów w „płaczu” roślin żywnych aminokwasami jest większa niż u roślin korzystających z azotu mineralnego (tab. 4).

Tab. 4. Wpływ aminokwasów środowiska odżywczego na skład wolnych aminokwasów w guttującym soku roślin doświadczalnych w r. 1966
The influence of amino acids in the medium on the composition of free amino acids in the bleeding sap of experimental plants in 1966

Aminokwasy guttującego soku Amino acids in the bleeding sap	Tytoń — Tobacco			Pomidory — Tomatoes				Jęczmień — Barley				
	NH ₄ NO ₃	Glicyna Glycine	Kwas glutaminowy Glutamic acid	Leucyna Leucine	NH ₄ NO ₃	Glicyna Glycine	Kwas glutaminowy Glutamic acid	Leucyna Leucine	NH ₄ NO ₃	Glicyna Glycine	Kwas glutaminowy Glutamic acid	Leucyna Leucine
Cystyna Cystine	+	++	+	+	++	+	++	++			+	+
Lizyna Lysine	+	+	śl	śl	+	++	+	++	+	+	+	+
Asparagina Asparagine	+	+++	++	++	++	+++	++	+++	++	++	+++	+++
Kwas asparaginowy, glutamina Aspartic acid, glutamine	++	+++	+++	++	+++	+++	+++	+++	++	+++	+++	+++
Seryna, glicyna Serine, glycine	+	++	++	+	+	+++	++	+++	+	+++	++	++
Kwas glutaminowy Glutamic acid	++	+++	+++	++	++	+++	+++	+++	++	+++	+++	+++
Treonina Threonine	+	+	+	+	+	śl	śl	śl	śl		+	+
Alanina Alanine	++	+++	+++	++	++	++	+++	++	+	++	++	+
Kwas aminomasłowy Amino-butyric acid	++	++	++	++	+	++	+	++	śl	śl	śl	śl
Metionina, walina Methionine, valine	+	+	+	+	+	śl	+	+				
Leucyna Leucine	+	+	+	++	+	++	++	+++	śl			++

Objaśnienia: aminokwasy występują w ilościach: śl — śladowych, + — małych, ++ — dość znacznych, +++ — dużych, ++++ — bardzo dużych.
Explanations: amino acids found in: śl — traces, + — small amount, ++ — considerable amount, +++ — large amount, ++++ — very large amount.



Ryc. 8. Chromatogram wolnych aminokwasów zawartych w guttującym soku tytoniu zasilanego azotem mineralnym — NH_4NO_3 , lub aminokwasami: Gly — glicyną, Glu — kwasem glutaminowym, Leu — leucyną

Chromatogram of free amino acids in the bleeding sap of tobacco treated with mineral nitrogen — NH_4NO_3 or amino acids: Gly — glycine, Glu — glutamic acid, Leu — leucine

Pod wpływem glicyny zwiększyła się zawartość kwasów: asparaginowego i glutaminowego oraz glutaminy w soku tytoniu. Działanie kwasu glutaminowego było podobne, z tym jednak, że aminokwas ten zwiększał ilość alaniny w guttującym soku u wszystkich roślin doświadczalnych. Leucyna wpływała głównie na zwiększoną zawartość kwasu asparaginowego, glutaminy i seryny u pomidorów i jęczmienia.

PODSUMOWANIE WYNIKÓW

Z przebiegu vegetacji roślin doświadczalnych oraz z otrzymanych plonów wynika, że stosowane aminokwasy są wykorzystywane przez rośliny jako źródło azotu. Jednakże plony roślin jak również ilość zgromadzonego azotu w ich masie vegetacyjnej wskazują na to, że stopień

wykorzystania azotu aminokwasów był różny — niski u tytoniu i jęczmienia, dość wysoki u pomidorów. Słabe wykorzystanie aminokwasów przez rośliny tytoniu i jęczmienia było potwierdzeniem wcześniejszych badań Virtanena (9), Ratnera (3), Ghosha (2) i innych. Natomiast rezultaty uzyskane w doświadczeniach z pomidorami są odmienne od wyników badań Ulricha i współprac. (7). Te niezgodności w uzyskanych wynikach pochodzą prawdopodobnie stąd, że w przeprowadzonym doświadczeniu użyta była inna odmiana pomidorów niż w badaniach Ulricha.

Zahamowanie wzrostu elongacyjnego oraz wzmożone krzewienie się — cechy nazwane przez Mittinena (9) „krzaczastością” roślin — są objawami reakcji roślin na korzystanie z azotu aminokwasów. Rośliny żywione aminokwasami swoim pokrojem morfologicznym są zbliżone do roślin karłowatych. Może więc ta zdolność do lepszego wykorzystania azotu aminokwasów przez pomidory odmiany Karzełek Puławski jest związana z czynnikami fizjologicznymi, które wpływają na nieco odmienną budowę morfologiczną omawianych roślin.

Tab. 5. Średnia wartość *pH* środowiska odżywczego w czasie wegetacji roślin w r. 1966
Mean *pH* of the nutrient solution during the plant vegetation in 1966

Forma azotu Form of nitrogen	Tytoń Tobacco						Pomidory Tomatoes					Jęczmień Barley				
	25 IV	10 V	25 V	10 VI	20 VI	5 VII	25 IV	10 V	25 V	15 VI	28 VI	25 IV	10 V	25 V	10 VI	20 VI
NH ₄ NO ₃	6,9	7,0	7,1	6,9	6,9	6,8	6,8	6,9	7,0	7,2	7,2	7,1	7,0	6,9	6,9	6,9
Glicyna Glycine	6,9	7,1	7,1	7,0	7,1	7,2	6,9	7,0	7,1	7,1	7,2	7,1	7,1	7,1	7,2	7,3
Kwas glutami- nowy Glutamic acid	7,0	7,1	6,9	6,8	6,9	7,0	6,8	7,0	7,1	7,0	6,9	6,9	7,1	7,0	7,0	7,1
Leucyna Leucine	6,9	6,9	7,0	7,0	7,1	7,0	6,8	6,9	7,1	7,2	7,3	6,9	6,9	7,0	7,1	7,1
Mieszanka ami- nokwasów Mixture of ami- no acids	6,9	7,0	7,1	7,1	7,2	7,2	7,0	7,1	7,1	7,0	7,0	6,9	6,9	7,0	7,1	7,0

Charakterystyczne cechy, występujące w budowie morfologicznej roślin żywionych aminokwasami, wskazywałyby na to, że w ich metabolizmie zachodzą podobne zaburzenia. Zakłócenia te mogłyby być wywołane przez nieprawidłowości zachodzące w mechanizmie pobierania

składników z podłoża, np. przez przenikanie całej dużej drobinny aminokwasu.

Za pobieraniem przez rośliny aminokwasów bez uprzedniej dezaminacji przemawia odczyn środowiska odżywczego, który w trakcie vegetacji roślin utrzymuje się na tym samym poziomie (tab. 5). Gdyby więc z dostarczonego związku, rośliny pobierały wyłącznie grupy NH_2 pozostałe grupy karboksylowe wpływałyby zakwaszająco na podłoże.

Skład frakcji wolnych aminokwasów w guttującym soku świadczyłby również o przenikaniu do rośliny aminokwasów w formie całych molekuł. Wprawdzie stosowane aminokwasy nie gromadzą się w guttującym soku w bardzo dużych ilościach, jednakże wpływają wyraźnie na zwiększoną zawartość ogólnej ilości wolnych aminokwasów. Zapewne drobinny aminokwasów już w prądzie wstępującym ulegają procesom transaminacji. Przypuszczenie to potwierdzają badania Ratnera (3), który, stosując glikokol znaczony C izotopowym, stwierdził gruntowne zmiany tego związku już w korzeniach roślin.

WNIOSKI

Z przeprowadzonych dwuletnich badań nad wykorzystaniem azotu aminokwasów przez rośliny tytoniu, pomidorów i jęczmienia można wyciągnąć następujące wnioski:

1. Stosowane aminokwasy: glicyna, kwas glutaminowy i leucyna mogą być wykorzystywane przez rośliny wyższe jako jedyne źródło azotu. Jednakże stopień wykorzystania tego źródła azotu jest różny — niski w przypadku tytoniu i jęczmienia, dość wysoki w przypadku pomidorów.

2. Plony oraz ilość azotu zgromadzonego w masie vegetacyjnej roślin korzystających wyłącznie z azotu aminokwasów są zawsze niższe niż u roślin zasilanych azotem mineralnym.

3. Aminokwasy środowiska odżywczego wpływają hamująco na produkcję części nadziemnych roślin, natomiast dodatnio na produkcję masy korzeniowej.

4. Aminokwasy stosowane dokerzeniowo wpływają na zwiększoną zawartość wolnych aminokwasów w guttującym soku roślin.

5. Zmiany morfologiczne w pokroju roślin żywionych aminokwasami, wartość pH środowiska odżywczego oraz skład frakcji wolnych aminokwasów guttującego soku wskazują na pobieranie aminokwasów w formie całej cząsteczki.

PIŚMIENNICTWO

1. Burris R. H.: Nitrogen Nutrition. Ann. Rev. of Plant Physiol, vol. 10, 1959.
2. Ghosh B. P., Burris H. R.: Utilization of Nitrogenous Compounds by Plants. Soil Sci., vol. 70, 1950.
3. Ratner E. I. i współprac.: Ob uswojenii rastienijami aminokisłot w kacze-
stwie istocznika azota. Izv. A. N. SSSR, seria Biolog., nr 6, 1956.
4. Ratner E. I., Biecermenii Z.: Wzaimootnoszenija aminokisłot pri ich
pogłoszczenii korniami pszenicy. Fiziol. rast., nr 5, 1959.
5. Ratner E. I. i współprac.: Uswojenije aminokisłot w kacze-
stwie istocznika azota izolirowannymi korniami lucerny i celymi rastienijami goro-
cha w stier-
rilnoj kulturie. Fiziol. rast., nr 6, 1963.
6. Steinberg R. A.: Mineral Nutrition of Plants. Univ. Wiscosin Press, Ma-
dison 1951.
7. Ulrich J. M., Luse R. A., Mc Laren A. D.: Wzrost pomidorów w obec-
ności białek i aminokwasów. Physiol. Plantarum, vol. 17, 1964.
8. Uziak Z.: Wykorzystanie azotu nieorganicznego lub organicznego przez ro-
śliny motylkowe przy różnym stosunku C:N w roślinach. Część II. Aminokwasy
jako źródło azotu dla niektórych roślin motylkowych. Ann. Univ. Mariae
Curie-Skłodowska, sectio E, vol. XIX, (1964), 23, Lublin 1965.
9. Virtanen A. I.: Some Aspects of Amino Acid Synthesis in Plants and
Related Subjects. Ann. Rev. of Plant Physiol., vol. 12, 1961.

**Аминокислоты — источник азота для некоторых
сельскохозяйственных культур**

Резюме

Продолжая изучение использования аминокислот в качестве источ-
ника азота для высших растений, в вегетационных сосудах прово-
дились двулетние исследования влияния глицина, глютаминовой ки-
слоты и лейцина на растения табака, помидоров и ячменя. Получен-
ные результаты позволяют сделать следующие выводы.

1. Применяемые аминокислоты могут быть использованы высши-
ми растениями как единственный источник азота. Однако степень
использования растениями этой формы связанного азота различна:
довольно низкая для табака и ячменя и довольно высокая для по-
мидоров.

2. Урожай и количество азота, накопленного в вегетационной
массе растений, использующих только азот аминокислот, всегда ни-
же, чем у растений, подкармливаемых минеральным азотом.

3. Аминокислоты питательной среды тормозят развитие надзем-
ной части растений, в то же время действуют положительно на раз-
витие корневой массы.

4. Подкорневая подкормка растений аминокислотами влияет на увеличение содержания свободных аминокислот в пасоке растений.

5. Изменения в морфологическом строении растений, питаемых аминокислотами, величина pH питательной среды и состав фракции свободных аминокислот в пасоке показывают, что аминокислоты поглощались в виде целой молекулы.

Amino Acids as a Source of Nitrogen for some Cultivated Plants

Summary

The present paper is the continuation of earlier investigations dealing with the utilization of amino acids as a source of nitrogen for higher plants. The author carried out pot experiments for two years and observed the influence of glycine, glutamic acid and leucine in tobacco, tomato and barley plants. The results obtained by the author are as follows.

1. The above amino acids can be utilized by higher plants as the only source of nitrogen. However, the degree of the utilization of nitrogen is different; it is low in tobacco and barley and fairly high in tomato plants.

2. The yields and amount of nitrogen in the vegetative mass of plants using nitrogen from the amino acids are always lower than those in plants treated with mineral nitrogen.

3. The amino acids applied to the nutrient solution inhibit the growth of shoots but they promote the growth of roots.

4. The amino acids applied to the root increase the content of free amino acids in the bleeding sap.

5. Changes in the morphological structure of plants treated with the amino acids, pH of the nutrient solution, and in the composition of the free amino acids in the bleeding sap suggest the uptake of the amino acids in the form of the whole molecule.