Fizjologiczne reakcje na $N\text{-NO}_3$ i $N\text{-NH}_4$ odpornych i wrażliwych na triazyny roślin przymiotna kanadyjskiego (*Erigeron canadensis* L.)

RYSZARD STANEK

Katedra Fizjologii Roślin, Akademia Rolnicza w Lublinie

R. Stanek (Department of Plant Physiology, Agricultural University, Akademicka 15, 20-943 Lublin, Poland).
Acta Agrobotanica 46 (1): 5-14, 1993. *Physiological Responses to $N\text{-NO}_3$ and $N\text{-NH}_4$ of Triazine Resistant and Susceptible Plants of Horseweed (*Erigeron canadensis* L.)*

(Otrzymano dn. 1990. 09. 14)

A b s t r a c t

Triazine resistant and susceptible biotypes of horseweed (*Erigeron canadensis* L.) were grown under controlled conditions in nutrient solution with NH_4 or NO_3 ions as nitrogen source. Indicators such as: dry matter, CO_2 assimilation, chloroplasts activity, dark respiration and the content of K, Ca, Mg in the above ground parts displayed lower levels when plants were fed with NH_4 than with NO_3 ions. Reduction of these indicators was stronger for the triazine susceptible plants which grew better than their resistant counterparts when fed with $N\text{-NO}_3$. The triazine resistant plants grown with $N\text{-NH}_4$ contained more protein-N and K than the susceptible ones. Chloroplasts of the resistant plants were also less sensitive to NH_4Cl treatment. It is concluded that the resistant plants appear to be more tolerant to NH_4 ions as compared with their susceptible counterparts. For this reason application of ammonium forms of nitrogen fertilization in horticultural practice could favour spreading of triazine resistant horseweed.

WSTĘP

Od kilku lat w sadach i na plantacjach roślin jagodowych gdzie stosowane są powszechnie herbicydy triazynowe obserwuje się masowe występowanie przymiotna kanadyjskiego (Lipecki, Stanek, 1983; Lipecki, 1985). Jest to spowodowane uodpornieniem się tego gatunku chwastów na triazyny. Odporność na triazyny wynikająca ze zmian w budowie białka chloroplastowego 32 kD związanego

z fotosystemem II (H a v a u x, 1989; H o l t, 1988; L e h o c z k i i in., 1984) praktycznie uniemożliwia niszczenie tych chwastów przez zwiększenie dawek preparatów w granicach zaleceń agrotechnicznych. Nie bez znaczenia dla opanowania rozprzestrzeniania się gatunków odpornych jest wytworzenie przez nie odporności krzyżowej (cross-resistance) w stosunku do innych herbicydów (F u e r s t i in., 1986; v a n O o r s c h o t, v a n L e e u w e n, 1988). W związku z tym koniecznym staje się opracowanie alternatywnych a zarazem energooszczędnych sposobów kontrolowania wzrostu populacji odpornych (L i p e c k i, W i e n i a r s k a, 1990). Wymaga to jednak poznania biologii tych chwastów oraz ich reakcji na czynniki środowiskowe. Ważnym czynnikiem oddziałującym na ekspansywność chwastów jest azot (B r y ł a, 1986). Rośliny mogą wykorzystywać jako źródło azotu zarówno formę amonową jak i azotanową jednak preferowanie przez nie jednej z tych form uzależnione jest m.in. od gatunku (A r n o z i s, F i d e n e g g, 1986; Y o n e y a m a, 1991). E g g e n s i inni (1989) stwierdzili, że *Poa annua*, niepożądana w darni tworzonej przez *Agrostis palustris*, rosła lepiej przy wysokim nawożeniu N-NH₄ podczas gdy tworzące darni odmiany *Agrostis palustris* rosły dobrze przy wysokim nawożeniu N-NO₃. Wyniki tych doświadczeń sugerują, że użycie odpowiednio dobranych form azotu w połączeniu z innymi technikami uprawy może przyczynić się do polepszenia regulowania wzrostu chwastów odpornych na triazyny. W związku z tym postanowiono zbadać reakcję na żywieniu N-NO₃ i N-NH₄ odpornych i wrażliwych na triazyny roślin pryzmiiotna kanadyjskiego w celu poznania potencjalnych możliwości kontrolowania wzrostu tego gatunku przy użyciu utlenionej i zredukowanej formy azotu.

MATERIAŁ I METODY

Nasiona do doświadczeń, zebrane w sadzie gdzie od szeregu lat stosuje się herbicydy triazynowe i w ogródku działkowym odchwaszczanym ręcznie, wysiewano do wilgotnego piasku i przetrzymywano w lodówce przy temp. + 2°C przez okres 30 dni. Następnie nasiona przenoszono do pojemników z ziemią ogrodniczą które wstawiano do pomieszczenia wegetacyjnego. Po 6 tygodniach wzrostu sprawdzone pod względem odporności na triazyny siewki w fazie 8 liści przenoszono do kultur wodnych z solami azotowymi w formie NO₃ lub NH₄. Skład pożywki azotanowej był następujący (mM): Ca(NO₃)₂ x 4 H₂O – 2,88; KNO₃ – 1,50; KH₂PO₄ – 1,60; MgSO₄ x 7 H₂O – 0,8; MgCL₂ x 6 H₂O – 0,5. Natomiast pożywka amonowa zawierała (mM): (NH₄)₂PO₄ x 3 H₂O – 2,36; K₂SO₄ – 1,20; MgSO₄ x 7 H₂O – 1,60; CaCl₂ x 6 H₂O – 2,50. Do obu pożywek dodano żelazo w formie cytrynianu 2 % oraz mikroelementy w postaci roztworu A-Z w ilości po 1 cm³ na 1 dm³ pożywki. Rośliny wyrastały przez 14 dni w komorze klimatyzacyjnej z temperaturą dnia 26°C i nocy 20°C, wilgotnością powietrza 60 %, intensywnością światła 165 μEx m⁻² x s⁻¹ przy długości dnia 18 godzin. Pożywka była wymieniana po 7 dniach a jej kwasowość utrzymywano na poziomie pH 6,0 regulując co dwa dni przy pomocy 0,1n HCL lub

0,1 n NaOH. Po 14 dniach doświadczenia w świeżej masie liści oznaczano aktywność reduktazy azotanowej i zbierano materiał do oznaczeń suchej masy roślin. Aktywność reduktazy azotanowej oznaczano *in vivo* według J a r z y ń s k i e j i B u c z k a (1984) w obecności 0,1 M KNO_3 dodanego do roztworu inkubacyjnego (aktywność potencjalna) lub K_2SO_4 (aktywność aktualna) zachowując identyczną koncentrację potasu. W zebranym materiale roślinnym przeprowadzono analizę chemiczną w celu określenia zawartości: azotu białkowego metodą Kjeldahla, azotu azotanowego i amonowego – kolorymetrycznie z użyciem kwasu fenylodwusulfonowego i odczynnika Neslera, Ca i K – za pomocą fotometru płomieniowego oraz Mg – kolorymetrycznie. W trakcie wzrostu roślin w okresie od 7 do 14 dnia trwania doświadczenia prowadzono pomiary fotosyntezy i oddychania ciemniowego liści oraz oznaczono reakcję Hilla. Fotosyntezę mierzono przy pomocy analizatora CO_2 typu Beckman 865 w systemie otwartym metodą dyferencyjną stosując oświetlenie $900 \mu\text{E} \times \text{m}^{-2} \times \text{s}^{-1}$ i utrzymując temperaturę w środowisku kamery pomiarowej 26°C (kąpiel wodna). Oddychanie ciemniowe mierzono również przy pomocy analizatora Beckman 865 i temperaturze 26°C . Chloroplasty do oznaczenia reakcji Hilla izolowano według metody Sane i innych (1970). Izolowane chloroplasty zawieszono w buforze fosforanowo-potasowym (pH 7.4) zawierającym 150 mM KCl. Mieszanina reakcyjna zawierała w 3 cm^3 : 50 μM Tricine-NaOH (pH 7,0), chloroplasty w ilości odpowiadającej 40 μg chlorofilu oraz 0,06 mM dwuchlorofenolindofenolu (DCPIP). Aktywność chloroplastów określano na podstawie redukcji DCPIP po oświetleniu mieszaniny reakcyjnej światłem czerwonym o intensywności $300 \mu\text{E} \times \text{m}^{-2} \times \text{s}^{-1}$ przy temperaturze 22°C . Przebieg reakcji stymulowano przez dodanie do mieszaniny 5 mM NH_4Cl . Pomiary fotosyntezy i oddychania ciemniowego wykonano na nieoddzielonych od rośliny liściach środkowej partii łodygi. Analogicznych liści użyto do oznaczeń aktywności chloroplastów. Analizy chemiczne masy roślin wykonano w minimum dwóch powtórzeniach natomiast przebieg procesów fizjologicznych i suchą masę roślin oznaczano w minimum czterech powtórzeniach (przynajmniej po dwie replikacje w każdym) i opracowano metodami statystycznymi stosując analizę wariacji i test rozstępu Duncana. Wnioskowanie prowadzono z 5 % ryzykiem błędu.

WYNIKI

Żywienie azotem azotanowym bardziej stymulowało wzrost suchej masy roślin biotypu wrażliwego niż odpornego (tab. 1). Podawanie roślinom azotu amonowego nie spowodowało natomiast wyraźnego zróżnicowania masy obu biotypów przymiotna kanadyjskiego. Była ona jednak niższa w porównaniu z masą roślin żywionych utlenioną formą azotu o 59 % dla biotypu wrażliwego i o 45 % dla biotypu odpornego. Przy nawożeniu N-NO_3 szybko rosnące rośliny wrażliwe przeznaczały proporcjonalnie mniej biomasy na wzrost tkanek asymilacyjnych a więcej na wzrost korzeni w porównaniu z wolno rosnącymi w tych warunkach żywieniowych roślinami

odpornymi. Wskazują na to wartości stosunku suchej masy korzeni do suchej masy liści. Natomiast proporcje rozdziału biomasy między korzenie i części nadziemne były u tych roślin podobne jak wynika z wartości stosunku suchej masy korzeni do suchej masy pędu (tab. 1). Rośliny wrażliwe żywione utlenioną formą azotu miały podobną do roślin odpornych zawartość wapnia, magnezu i potasu w częściach nadziemnych (tab. 2).

Tabela 1 – Table 1

Sucha masa roślin (g) w warunkach zróżnicowanego nawożenia azotem
Dry matter of plants (g) in condition of different form of nitrogen fertilization

Forma azotu Form of nitrogen	Biotyp Biotype	Sucha masa 1 rośliny Dry matter of 1 plant	s.m. korzeni (d.m. roots)	s.m. korzeni (d.m. roots)
			s.m. liści (d.m. leaves)	s.m. pędu (d.m. stem)
N-NO ₃	odporny (resistant)	0,27 b	0,43 a	0,28 a
	wrażliwy (susceptible)	0,46 c	0,53 b	0,27 a
N-NH ₄	odporny (resistant)	0,15 a	0,44 a	0,29 a
	wrażliwy (susceptible)	0,19 a	0,41 a	0,28 a

Uwaga: liczby w kolumnach oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie przy 95 % przedziale ufności
Note: numbers in columns marked with the same letters are not significantly different assuming 95 % confidence interval

Tabela 2 – Table 2

Wpływ żywienia azotem na zawartość K, Ca i Mg w suchej masie części nadziemnych roślin
Influence of nitrogen fertilization on K, Ca and Mg contents in dry matter of above-ground parts of plants

Forma azotu Form of nitrogen	Biotyp Biotype	% suchej masy (% dry matter)			
		K	Ca	Mg	$\frac{K}{Ca + Mg}$
N-NO ₃	odporny (resistant)	4,00	1,50	0,22	2,26
	wrażliwy (susceptible)	3,70	1,42	0,20	2,28
N-NH ₄	odporny (resistant)	3,00	0,72	0,16	3,41
	wrażliwy (susceptible)	2,50	0,80	0,16	2,60

W warunkach żywienia $N-NH_4$ rośliny odporne zawierały natomiast wyraźnie więcej potasu i to zarówno w odniesieniu do suchej masy jak i w stosunku do zawartości wapnia i magnezu. Fotosynteza i oddychanie ciemniowe liści szybko rosnących roślin wrażliwych nawożonych $N-NO_3$ miały wyraźnie wyższy poziom w porównaniu do poziomu tych procesów fizjologicznych u wolno rosnących roślin odpornych. Stosowanie zredukowanej formy azotu w żywieniu roślin wpłynęło na redukcję poziomu wymiany CO_2 w liściach przy czym nie obserwowano różnic w przebiegu tych procesów pomiędzy porównywanymi biotypami przymiotna kanadyjskiego. Wynik ten sugerował, że podatność aparatu fotosyntetycznego roślin wrażliwych na działanie amonowej formy azotu jest większa skoro w warunkach żywienia $N-NO_3$ rośliny wrażliwe wykazywały wyższą intensywność fotosyntetycznego wiązania CO_2 niż rośliny odporne (tab. 3).

Tabela 3 – Table 3

Intensywność fotosyntezy ($mg\ CO_2 \times dm^{-2} \times h^{-1}$) i oddychanie ciemniowe liści ($mg\ CO_2 \times g^{-1} \times h^{-1}$)
w warunkach zróżnicowanego żywienia azotem
Intensity of photosynthesis ($mg\ CO_2 \times dm^{-2} \times h^{-1}$) and dark respiration of leaves ($mg\ CO_2 \times g^{-1} \times h^{-1}$)
when plants were fed with different forms of nitrogen

Forma azotu Nitrogen form	Biotyp Biotype	Fotosynteza Photosynthesis	Oddychanie Respiration
$N-NO_3$	odporny (resistant)	36,50 b	3,31 b
	wrażliwy (susceptible)	48,86 c	4,44 c
$N-NH_4$	odporny (resistant)	25,17 a	2,51 a
	wrażliwy (susceptible)	29,51 a	2,42 a

Uwaga (Note): jak do tab. 1 (as to Tab. 1)

W celu sprawdzenia tej hipotezy przeprowadzono pomiary reakcji Hilla na wyizolowanych chloroplastach (tab. 4). Wykazały one, że aktywność chloroplastów roślin żywionych $N-NO_3$ była wyższa o 13 % u biotypu wrażliwego w porównaniu z biotypem odpornym. Po dodaniu NH_4Cl do mieszaniny reakcyjnej aktywność chloroplastów roślin wrażliwych wzrosła ok. dwukrotnie, a chloroplastów roślin odpornych 1,4 raza. U roślin nawożonych $N-NH_4$ przyspieszenie reakcji Hilla w obecności NH_4Cl wynosiło ok. 1,8 raza dla chloroplastów roślin wrażliwych i 1,4 raza dla chloroplastów roślin odpornych. Chloroplasty roślin wrażliwych były więc bardziej podatne na działanie NH_4Cl niż chloroplasty roślin odpornych. Analiza zawartości amonowej formy azotu w suchej masie liści wykazała podwyższony jej poziom u roślin żywionych $N-NH_4$ w porównaniu z poziomem obserwowanym w warunkach żywienia roślin $N-NO_3$ (tab. 5).

Tabela 4 – Table 4

Aktywność chloroplastów roślin żywionych N-NO₃ lub N-NH₄ w obecności (+) lub braku (-) NH₄Cl w mieszaninie reakcyjnej
 Chloroplasts' activity of plant fed with N-NO₃ or N-NH₄ in presence (+) or absence (-) NH₄Cl in reaction mixture

Forma azotu Form of nitrogen	Biotyp Biotype	μM zredukowanego DCPIP x mg ⁻¹ (chlorofilu) x h ⁻¹ μM reduced DCPIP x mg ⁻¹ (chlorophyll) x h ⁻¹			
		(-) NH ₄ Cl	%	(+) NH ₄ Cl	%
N-NO ₃	odporny (resistant)	13,21 c	100	18,56 f	140
	wrażliwy (susceptible)	15,19 d	100	30,22 g	198
N-NH ₄	odporny (resistant)	7,01 a	100	10,07 b	143
	wrażliwy (susceptible)	9,01 b	100	16,73 d	185

Uwaga: jak do tab. 1

Note: as to Tab. 1

Tabela 5 – Table 5

Zawartość N-NO₃ i N-NH₄ (mg x 100 g s.m.⁻¹) oraz aktywność reduktazy azotanowej (μM NO₂ x g św. masy⁻¹ x h⁻¹) w liściach roślin w warunkach zróżnicowanego żywienia azotem
 Content of N-NO₃ and N-NH₄ (mg x 100 g d.m.⁻¹) and nitrogen reductase activity (μM NO₂ x g f.m.⁻¹ x h⁻¹) in leaves of plants fed with different forms of nitrogen

Forma azotu Form of nitrogen	Biotyp Biotype	N-NO ₃	N-NH ₄	Aktywność reduktazy azotanowej Nitrogen reductase activity	
				potencjalna potential	aktualna present
N-NO ₃	odporny (resistant)	14,70	65,0	2,96	2,63
	wrażliwy (susceptible)	11,00	71,0	1,21	0,62
N-NH ₄	odporny (resistant)	0,10	216,0	0,23	0,06
	wrażliwy (susceptible)	0,07	223,0	0,26	0,07

Przy nawożeniu roślin N-NH₄ zawartość azotu azotanowego w liściach była kilkadziesiąt razy mniejsza a aktywność reduktazy azotanowej zmniejszyła się kilkanaście razy w porównaniu do poziomu tych wskaźników obserwowanego u roślin żywionych N-NO₃. Zatem wysoki poziom N-NH₄ w liściach roślin żywionych zredukowaną formą azotu był następstwem wzmożonego jej pobierania z roztworu pokarmowego. Wraz z powiększaniem się zawartości N-NH₄ w organach

asymilacyjnych wskutek żywienia roślin zredukowaną formą azotu obserwowano wzrost wartości stosunku gromadzenia azotu białkowego w liściach do gromadzenia azotu białkowego w korzeniach u obu porównywanych biotypów przymiotna kanadyjskiego. Liście roślin odpornych żywionych formą amonową azotu zawierały w 100 g suchej masy o 11 % więcej N-białkowego w porównaniu z liśćmi roślin wrażliwych (tab. 6).

Tabela 6 – Table 6

Zawartość oraz gromadzenie N-białkowego w liściach i korzeniach roślin w zależności od żywienia azotowego
Content and accumulation N-protein in leaves and roots of plants depending on nitrogen fertilization

Forma azotu Form of nitrogen	Biotyp Biotype	Zawartość N-białkowego (mg x 100 g s.m. ⁻¹) Content of N-protein (mg x 100 g d.m. ⁻¹)		Gromadzenie N-białkowego (mg) Accumulation N-protein (mg)		
		liście leaves	korzenie roots	liście leaves	korzenie roots	liście – leaves korzenie – roots
N-NO ₃	odporny (resistant)	5830	3880	8,39	2,36	3,55
	wrażliwy (susceptible)	5600	4400	10,08	4,26	2,36
N-NH ₄	odporny (resistant)	6000	4320	4,74	1,55	4,84
	wrażliwy (susceptible)	5340	4680	5,28	1,91	5,30

DYSKUSJA

Rośliny biotypu wrażliwego na triazyny żywione N-NO₃ miały większą suchą masę oraz większą intensywność asymilacji CO₂ w porównaniu z roślinami biotypu odpornego. Te ostatnie gromadziły natomiast proporcjonalnie więcej biomasy w liściach niż w korzeniach. W badaniach przeprowadzonych na słoneczniku (S t a r c k, U b y s z, 1974) wykazano, że warunki, które sprzyjały osłabieniu działalności fotosyntetycznej roślin wpływały na zwiększenie akumulacji masy w liściach w stosunku do korzeni. Przedstawione wyniki dowodzą więc, że odporne na triazyny rośliny przymiotna kanadyjskiego żywione N-NO₃ wykazywały mniejszą działalność fotosyntetyczną niż rośliny wrażliwe. W innych doświadczeniach także stwierdzono niższą fotosyntezę i niższą produkcję biomasy u odpornych na triazyny roślin co łączono ze spowolnieniem tempa przepływu elektronów pomiędzy chinonowymi przenośnikami Q_A i Q_B związanymi z białkiem 32 kD (H a v a u x, 1989; H o l t, 1988; v a n O o r s c h o t, v a n L e e u v e n, 1988).

Nie można jednak wykluczyć, że zróżnicowanie fotosyntezy u przymiotna kanadyjskiego obserwowane w prezentowanych badaniach było przynajmniej częściowo wynikiem zróżnicowanej tolerancji aparatu fotosyntetycznego roślin odpornych i wrażliwych w stosunku do jonów NO_3^- . Wyniki innego opracowania (Stanek, 1991) sugerowały, że obecność jonów NO_3^- w mieszaninie reakcyjnej chloroplastów w większym stopniu obniżała aktywność fotosystemu II odpornych niż wrażliwych na triazyny roślin przymiotna kanadyjskiego kiedy donorem elektronów do reakcji była woda. Natomiast rezultaty badań innych autorów (Andrews, Love, 1989) dowodzą, że wzrost koncentracji jonów NO_3^- w środowisku odżywczym korzeni powodował obniżenie suchej masy roślin i ich fotosyntezy a także wpływał na zwiększenie zawartości azotanów w soku ksylemu. W aktualnie omawianych badaniach odporne na triazyny rośliny przymiotna kanadyjskiego żywione azotem podawanym w formie utlenionej zawierały więcej N-NO_3^- w liściach niż rośliny wrażliwe. Również aktywność reduktazy azotanowej w liściach roślin odpornych żywionych N-NO_3^- była wyższa niż u wrażliwych (tab. 5). Także Pearson i Elliot (1986) wykazali podwyższoną aktywność reduktazy azotanowej w liściach odpornych na triazyny roślin *Chenopodium album*. Przymiotno kanadyjskie odporne na triazyny żywione zredukowaną formą azotu miało ok. czterokrotnie podwyższony poziom N-NH_4^+ w tkance liściowej w porównaniu z poziomem N-NH_4^+ obserwowanym u roślin żywionych azotem w formie utlenionej. Wpłynęło to na obniżenie aktywności reduktazy azotanowej, intensywności fotosyntezy i oddychania ciemniowego liści a w konsekwencji także i suchej masy całych roślin. Niekorzystny wpływ NH_4^+ na wzrost suchej masy, aktywność reduktazy azotanowej, intensywność fotosyntezy i oddychania ciemniowego tkanek roślinnych wykazano również i w innych badaniach (Chaillou i in., 1986; Ikeda, Yamada, 1981; Lipsin, 1990; Mehner, Mohr, 1989; Platt, Anthon, 1981; Vollbrecht i in., 1989). Tolerancja aparatu fotosyntetycznego porównywanych biotypów przymiotna kanadyjskiego na działanie jonów NH_4^+ była zróżnicowana. Obecność NH_4Cl w mieszaninie chloroplastów bardziej przyspieszała przebieg reakcji Hilla roślin wrażliwych niż odpornych. Także Rashid i van Rensen (1987) wykazali zwiększoną stymulację aktywności chloroplastów wrażliwych na triazyny roślin *Chenopodium album* pod wpływem NH_4Cl co było związane z silniejszym rozprężeniem fotosyntetycznego transportu elektronów i fosforyzacji fotosyntetycznej w porównaniu z przebiegiem tych procesów w chloroplastach roślin odpornych. Vaugh (1986) stwierdził, że chloroplasty odpornych na triazyny linii rzepaku zawierały mniejsze ilości czynnika sprzęgającego (coupling factor). Na podstawie przedstawionych wyników badań można więc wnioskować, że aparat fotosyntetyczny roślin przymiotna kanadyjskiego biotypu odpornego na triazyny był bardziej tolerancyjny na działanie NH_4^+ w porównaniu z aparatem fotosyntetycznym biotypu wrażliwego.

Lepsza tolerancja aparatu fotosyntetycznego roślin odpornych na triazyny na działaniu jonów NH_4^+ mogła być także związana ze zwiększoną zawartością

N-białkowego w liściach tego biotypu przymiotna kanadyjskiego. L i p s i in. (1990) podają, że żywienie azotem amonowym podwyższa poziom głównego białka liściowego jakim jest zaangażowana w proces fotosyntezy karboksylaza rybulozo 1,5 bifosforanu. Zwiększoną syntezę organicznych związków azotowych w warunkach niekorzystnego oddziaływania jonów amonowych na wzrost roślin obserwowano także i w innych badaniach (Z o r n o z a i in., 1985). Przymiotno kanadyjskie odporne na triazyny rosnące na pożywce zawierającej $N-NH_4$ akumulowało w suchej masie części nadziemnych większe ilości potasu niż przymiotno kanadyjskie wrażliwe na triazyny. Potas mógł być także czynnikiem zwiększającym tolerancję roślin na żywienie zredukowaną formą azotu na co zwracają uwagę H a g i n i in. (1990). Natomiast X u i in. (1992) obserwowali podwyższoną aktywność dehydrogenazy glutaminianowej (GDH) pod wpływem wzrastających ilości potasu w środowisku zawierającym siarczan amonu.

Przedstawione wyniki badań wskazują na potencjalne możliwości kontrolowania wzrostu odpornych i wrażliwych na triazyny biotypów przymiotna kanadyjskiego poprzez odpowiedni dobór źródeł azotu dla roślin tj. formy amonowej lub azotanowej. Biorąc pod uwagę zwiększoną tolerancję roślin odpornych na żywienie azotem amonowym można przypuszczać, że preferowanie form amonowych jako źródeł azotu dla roślin uprawnych, m. in. ze względu na słabsze ich wymywanie do wód gruntowych w porównaniu z formami azotowymi, może sprzyjać rozprzestrzenianiu się przymiotna kanadyjskiego odpornego na triazyny.

Streszczenie

Odporne i wrażliwe na triazyny rośliny przymiotna kanadyjskiego (*Erigeron canadensis* L.) rosły w regulowanych warunkach otoczenia na pożywce zawierającej jako źródło azotu jony NH_4 lub NO_3 . Takie wskaźniki jak: sucha masa, asymilacja CO_2 , oddychanie ciemniowe, aktywność chloroplastów i zawartość K, Ca i Mg w częściach nadziemnych roślin wykazywały niższy poziom kiedy rośliny były żywione przy pomocy jonów NH_4 w porównaniu z żywieniem przy pomocy jonów NO_3 . Redukcja tych wskaźników była silniejsza u roślin wrażliwych które rosły lepiej niż odporne kiedy były żywione $N-NO_3$. Odporne na triazyny rośliny rosnące na pożywce z $N-NH_4$ zawierały więcej N-białkowego i K w częściach nadziemnych niż rośliny wrażliwe. Chloroplasty roślin odpornych były także mniej wrażliwe na działanie NH_4Cl . Wnioskuje się, że rośliny odporne wydają się być bardziej tolerancyjne w stosunku do jonów NH_4 w porównaniu z wrażliwymi. Z tego powodu stosowanie form amonowych żywienia azotowego w praktyce ogrodniczej może sprzyjać rozprzestrzenianiu się przymiotna kanadyjskiego odpornego na herbicydy triazynowe.

Praca została wykonana w ramach problemu CBPB 05.02.

LITERATURA

- Andrews M., Love B. G., 1989. The effects of different external nitrate concentration on growth of *Phaseolus vulgaris* cv. Seafare at chilling temperatures. Ann. app. Biol. 114: 195-204.
- Arnozis P. A., Findenegg G. R., 1986. Electrical charge balance in xylem sap of beet and sorghum plants grown with either NO_3 or NH_4 nitrogen. J. Plant Physiol. 125: 441-449.

- Baryła R., 1986. Zmiany w składzie gatunkowym runi łąk na glebach organicznych w zależności od nawożenia azotowego. *Annales UMCS. sec. E.* 41: 131-140.
- Chaillou S., Morot-Gaudry J.F., Lesaint C., Salsac L., Jolivet E., 1986. Nitrate or ammonium nutrition in french bean. *Plant. and Soil* 91: 363-365.
- Eggen J.L., Wright C.P.M., Carey K., 1989. Nitrate and ammonium affects on growth of creeping bentgrass and annual bluegrass. *Hort. Science* 24 (6): 952-954.
- Fuerst P.E., Arntzen C.J., Pfister K., Penner D., 1986. Herbicide cross-resistance in triazine-resistant biotypes of four species. *Weed Sci.* 34: 344-353.
- Hagin J., Olsen S.R., Shaviv A., 1990. Review of interaction of ammonium-nitrate and potassium nutrition of crops. *J. Plant Nutrition* 13(10): 1211-1226.
- Havaux M., 1989. Comparison of atrazine-resistant and susceptible biotypes of *Senecio vulgaris* L.: effect of high and low temperature on the in vivo photosynthetic electron transfer in intact leaves. *J. Exp. Botany* 40: 849-854.
- Holt J.S., 1988. Reduced growth, competitiveness and photosynthetic efficiency of triazine-resistant *Senecio vulgaris* from California. *J. Appl. Ecology* 25: 307-318.
- Jarzyńska J., Buczek J., 1984. Influence of simazine on nitrate uptake and nitrate reductase activity in *Trifolium pratense* (L.) and *Cucumis sativus* (L.) seedling. *Acta Soc. Bot. Pol.* 53: 247-256.
- Ikeda M., Yamada Y., 1981. Dark CO₂ fixation in leaves of tomato plants grown with ammonium and nitrogen sources. *Plant and Soil* 60: 213-222.
- Lehoczek E., Laskay G., Pölös E., Mikulas J., 1984. Resistance to triazine herbicides in horeweed (*Conyza canadensis*). *Weed Sci.* 32: 669-674.
- Lipecki J., 1985. Niektóre problemy związane z chemicznym odchwaszczeniem sadów. *Ogrodnictwo* 5: 3-5.
- Lipecki J., Stanek R., 1983. Przemiennie kanadyjskie chwast odporny na herbicydy. *Prace I. S. i K., Skierniewice, ser. C* (1-3): 40-42.
- Lipecki J., Wieniarska J., 1990. Czy można już zrezygnować z herbicydów w sadach. *Ogrodnictwo* 1-3: 12-13.
- Lips S.H., Leidi E.O., Silberbush M., Soares M.I.M., Lewis O.E.M., 1990. Physiological aspects of ammonium and nitrate fertilization. *J. Plant Nutrition.*, 13(10): 1271-1289.
- Mehrer I., Mohr H., 1989. Ammonium toxicity: description of the syndrome in *Sinapis alba* and the search for its causation. *Physiol. Plantarum* 77: 545-554.
- Oorschot J.L.P. van, Leeuwen P.H. van, 1988. Inhibition of photosynthesis in intact plants of biotypes resistant or susceptible to atrazine and cross-resistance to other herbicides. *Weed Research* 28: 223-230.
- Pearson D.R., Elliot J.R., 1986. In vivo nitrate and nitrite reduction in leaf tissue of atrazine-sensitive and resistant biotypes of *Chenopodium album*. *J. Plant Physiol.* 122: 423-436.
- Platt S.G., Anthon G.E., 1981. Ammonia accumulation and inhibition of photosynthesis in methionine sulfoximine treated spinach. *Plant Physiol.* 67: 509-513.
- Rashid A., Rensen J.J.S. van, 1987. Uncoupling and photoinhibition in chloroplasts from a triazine-resistant and a susceptible *Chenopodium album* biotype. *Pest. Biochem. Physiol.* 28: 325-332.
- Sane P.W., Goodchild D.J., Park R.B., 1970. Characterization of chloroplasts photosystem 1 and 2 prepared by non detergent method. *Biochim. Biophys. Acta* 11: 162-178.
- Stanek R., 1991. Effect of NO₃ ions on the photosystem II photoinhibition of triazine resistant and susceptible plants of *Erigeron canadensis* L. *Acta Physiol. Plantarum*, 13(3): 211-214.
- Starck Z., Ubyś L., 1974. Effect of limited supply of assimilates on the relationships between their sources and acceptors. *Acta Soc. Bot. Pol.* 43: 427-445.
- Vaughn K.C., 1986. Characterization of triazine-resistant and- susceptible isolines of canola (*Brassica napus* L.). *Plant Physiol.* 82: 859-863.
- Vollbrecht P., Klein E., Kasemir H., 1989. Different effects of supplied ammonium on glutamine synthetase activity in mustard (*Sinapis alba*) and pine (*Pinus sylvestris*) seedlings. *Physiol. Plantarum* 77: 129-135.
- Xu Q.F., Tsai C.L., Tsai C.Y., 1992. Interaction of potassium with the form and amount of nitrogen nutrition on growth and nitrogen uptake of maize. *J. Plant Nutrition* 15(1): 23-33.
- Yoneyama T., 1991. Uptake, assimilation and translation of nitrogen by crops. *JARQ* 25: 75-82.
- Zornoza P., Caselles J., Carpena O., 1989. Effect of NO₃: NH₄ ratio nad light intensity on nitrogen partitioning in pepper plants. *J. Plant Nutrition* 12(3): 307-316.