

トマト植物に対するアンモニウム過剰の影響 : 第1報 窒素給源の相違がトマト幼植物の二・三の呼吸関連酵素活性に及ぼす影響

脇本, 賢三
農林水産省中国農業試験場

山田, 芳雄
九州大学農学部植物栄養・肥料学教室

<https://doi.org/10.15017/22169>

出版情報 : 九州大学農学部学藝雑誌. 39 (4), pp.107-113, 1985-03. 九州大学農学部
バージョン :
権利関係 :

トマト植物に対するアンモニウム過剰の影響

第1報 窒素給源の相違がトマト幼植物の二・三の 呼吸関連酵素活性に及ぼす影響

脇本賢三*・山田芳雄

九州大学農学部植物栄養・肥科学教室

(昭和59年9月3日 受理)

Effect of Ammonium Excess on Tomato Plants

I. Effect of Nitrogen Sources on the Activity of some Enzymes Related to Respiratory System

KENZO WAKIMOTO and YOSHIO YAMADA

Laboratory of Soil Fertility and Plant Nutrition, Faculty of Agriculture,
Kyushu University 46-02 Fukuoka 812

緒 言

窒素給源の形態と作物の生育との関係については、従来多数の研究があり、好アンモニア性作物ではアンモニウムの過剰障害は認め難いが (Graidanus *et al.*, 1972; Townsend, 1966), 好硝酸性作物においてはアンモニウム過剰による生育障害が発現し、(原田・高木, 1964; 岸田・谷内, 1953; 奥田・下瀬, 1951), 農業の実際面から問題となつている。しかし障害の実態には解明されていない点が多い。また高等植物と動物とでは過剰アンモニウムによる障害の受け方にも相違があり、比較研究の面で注目されている (高橋, 1974)。

従来高等動物ではアンモニウムが生体に強い毒性を示すことが知られており、生化学的にその機構が着目されてきたのは呼吸障害の作用である。組織のホモジネートや分離ミトコンドリアにアンモニウム塩を添加すると、酸素吸収が阻害されるという事実が知られている (Erecinska and Worcel, 1963; Recknagel and Potter, 1951; Targel and Slater, 1963; Worcel, 1962)。

勝沼 (1965) は高等動物組織のミトコンドリアを用いて、アンモニウム障害は主として TCA サイクルの代謝阻害によるものであり、イソクエン酸から α -

ケトグルタル酸への反応を一次的に阻害することを明らかにした。

一方、高等植物に関しても多数の研究がなされた。 $\text{NH}_4\text{-N}$ による生育阻害の原因としては、 $\text{NH}_4\text{-N}$ 吸収速度が同化速度よりも速い場合には $\text{NH}_4\text{-N}$ が体内に集積し、そのため光リン酸化反応 (Krogmann *et al.*, 1959), 根および葉身の呼吸 (Vines and Wedding, 1960), UDPG 経由のデンブン合成 (Matsumoto *et al.*, 1969), 吸水力 (Stuart and Haddock, 1968) などが阻害されると考えられている。また窒素給源が $\text{NH}_4\text{-N}$ の場合に、特定のアミノ酸が集積し、その集積または各アミノ酸のインバランスが生育阻害の原因となる (三井・熊沢, 1964; Harada *et al.*, 1968; 高橋, 1971) とする説がある。さらに Ikeda と Yamada (1977) はトマトを高濃度のアンモニウムで培養したときの体内代謝の変動を研究し、アンモニウム過剰下では葉身の呼吸速度は昂進し、グルコース、アラニン、アスパラギン酸からの CO_2 放出も多くなることを見出し、アンモニウムにより有機酸代謝が活性化されることを指摘した。

本研究は、アンモニウム障害を受け易いトマト幼植物に対して、水耕培養によりアンモニウムを供与し、アンモニウム過剰下における生育障害と代謝変動との関係を検討し、アンモニウム障害の発現機構を明らかにしようとしたものである。

* 現農林水産省中国農業試験場

材料および方法

1. カタラーゼ活性の測定およびその試料

トマト (*Lycopersicon esculentum* Mill.) (福寿 2号) 幼植物をガラス室内において表 1 に示す培養液で第 5 葉の出葉期まで水耕培養し実験に供した。水耕液の窒素給源として $\text{NO}_3\text{-N}$ または $\text{NH}_4\text{-N}$ を用い、幼植物を窒素濃度 25 ppm の培養液で 3 日間前培養したのち、 $\text{NO}_3\text{-N}$ または $\text{NH}_4\text{-N}$ 50 ppm の培養液で 6 日間、さらに 100 ppm で 5 日間培養し、この間 2~3 日ごとに根および葉身のカタラーゼ活性を測定した。乳鉢に新鮮葉または根をとり、蒸留水を加え、海砂と共に磨砕し、遠心分離 (8,000 rpm, 10 min) して上澄液を得た。この上澄液を用い Euler-Josephson 法 (奥田, 1959) に従って活性を測定した。すなわち 0.1M リン酸ナトリウム緩衝液 (pH 6.8) 35 ml, 0.1N H_2O_2 溶液 5 ml, 蒸留水 10 ml を混じり、粗酵素液 1 ml を加えて 0°C で 3 分間反応させ、2N H_2SO_4 溶液 5 ml 中に混じり、0.005N 過マンガン酸カリウム溶液で滴定して粗酵素液中のカタラーゼ活性を 1 分間での組織 1g (新鮮重) 当たりの H_2O_2 分解量をもって表示した。

Table 1. Composition of culture solution

Element	Concentration (ppm)	Source
N	25	NaNO_3 or $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$
P	70	KH_2PO_4
K	85	KH_2PO_4
Ca	95	CaCl_2
Mg	35	MgSO_4
Fe	3	Fe-citrate
Mn	0.2	MnSO_4
B	0.2	H_3BO_3
Zn	0.05	ZnSO_4
Cu	0.05	CuSO_4
Mo	0.05	Na_2MoO_4

2. 根の TTC 還元力の測定およびその試料

a) 第 7 葉展開時まで $\text{NO}_3\text{-N}$ 50 ppm を含む培養液で前培養したトマト幼植物を、引き続き $\text{NO}_3\text{-N}$ 50 ppm, $\text{NO}_3\text{-N}$ 200 ppm または $\text{NH}_4\text{-N}$ 200 ppm を含む培養液で培養を続け、この間 2 日ごとに根を採取して材料に供した。根を約 1.5 cm に切断し、均一に混合後その 500 mg (新鮮物重) をツンベルグ管に入れ、TTC (Triphenyl tetrazolium chloride) 溶液 (1%) 1 ml, 0.1M リン酸ナトリウム緩衝液 4 ml, 蒸留水 5 ml を加え、脱気後 30°C で 2 時間反応させ、

生成した還元型 TTC を酢酸エチルで抽出後、470 nm で吸光度を測定して定量した。活性は根 1g (新鮮物重) が 1 時間に生成した還元型 TTC のモル数で表示した。

b) 第 7 葉展開時まで $\text{NO}_3\text{-N}$ 50 ppm を含む培養液で前培養したトマト幼植物を引き続き $\text{NO}_3\text{-N}$ 50 ppm, $\text{NH}_4\text{-N}$ 50 ppm または $\text{NH}_4\text{-N}$ 100 ppm を含む培養液で培養を続け、この間 2 日ごとに根を採取して測定のために材料に供した。TTC 還元力は前記 a) と同様の条件で測定した。

3. $\text{NH}_4\text{-N}$ の定量

カタラーゼ活性測定試料については、測定に供した粗酵素液の一定量を取り、コンウェイ法 (高井・伊藤, 1963) により $\text{NH}_4\text{-N}$ を定量し、新鮮物当たりの ppm 数で表示した。TTC 還元力測定試料については、葉身または根を乳鉢にとり、蒸留水を加えて海砂と共に磨砕し、遠心分離後上清についてコンウェイ法により $\text{NH}_4\text{-N}$ を定量し、新鮮物当たりの ppm 数で表示した。

4. ポリフェノールオキシダーゼ活性の測定およびその試料

第 7 葉展開時まで $\text{NO}_3\text{-N}$ 50 ppm を含む培養液で前培養したトマト幼植物を、引き続き $\text{NO}_3\text{-N}$ 100 ppm または $\text{NH}_4\text{-N}$ 100 ppm を含む培養液で培養を続け、この間 2 日ごとに根と葉身を採取して測定に供した。ポリフェノールオキシダーゼ活性は新鮮物重で葉身 4g または根 2g を乳鉢で 0.05M リン酸ナトリウム緩衝液 (pH 6.0) 10 ml, 海砂と共に磨砕し、その遠心分離 (8,000 rpm, 10 min) 上澄液の 1 ml (葉身) または 0.5 ml (根) について測定した。ワールブルグ容器の主室には粗酵素液 1.0 ml (葉身) または 0.5 ml (根), 蒸留水 1.0 ml (葉身) または 1.5 ml (根), 側室には 25 マイクロモルのヒドロキノン, 0.7 マイクロモルのカテコール, 50 マイクロモルのリン酸ナトリウムを含有する基質溶液 1 ml, さらに副室には 20% KOH 溶液 0.1 ml を入れ、30°C で予振 20 分間の後、葉身では 60 分間、根では 20 分間それぞれ反応させ、1 時間に 1g の新鮮物が吸収した酸素量で活性を表示した。

実験結果

1. 組織の $\text{NH}_4\text{-N}$ 含量の変化

表 1 に示した培養液で前培養し、さらに高いレベルの窒素濃度の培養液で培養したトマト植物体中の $\text{NH}_4\text{-N}$ 含量は図 1, 2 のとおりであった。すなわち

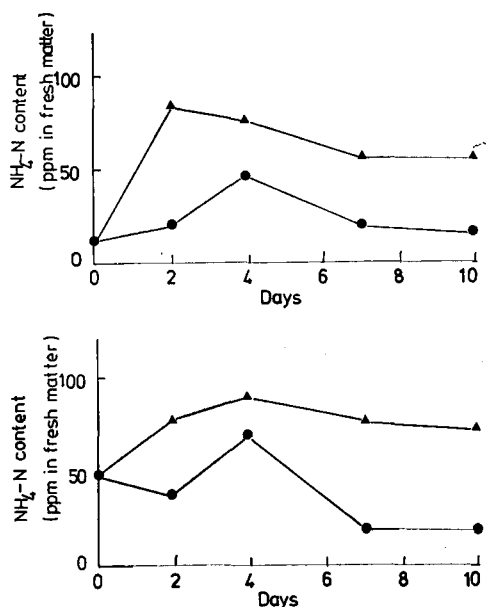


Fig. 1. Changes of $\text{NH}_4\text{-N}$ content in tomato roots cultured in different sources of nitrogen.

Top: Precultured in the solution containing $\text{NO}_3\text{-N}$ Bottom: Precultured in the solution containing $\text{NH}_4\text{-N}$ ●—●: Cultured in $\text{NO}_3\text{-N}$, ▲—▲: Cultured in $\text{NH}_4\text{-N}$

根では $\text{NO}_3\text{-N}$ で前培養したのちさらに $\text{NO}_3\text{-N}$ 50 ppm を含む培養液で培養すると、組織中の $\text{NH}_4\text{-N}$ 含量はほぼ一定値(約 25 ppm)で経過したのに対し、 $\text{NO}_3\text{-N}$ 前培養後 $\text{NH}_4\text{-N}$ で培養すると、2日目で急激に $\text{NH}_4\text{-N}$ 含量が上昇し、以後同レベルを維持した。 $\text{NH}_4\text{-N}$ で前培養後さらに $\text{NO}_3\text{-N}$ 50 ppm を含む培養液で培養すると、組織中の $\text{NH}_4\text{-N}$ 含量はしだいに低下し、上述の $\text{NO}_3\text{-N}$ で前培養したのちさらに $\text{NO}_3\text{-N}$ で培養した場合とほぼ同程度の含量に達した。また $\text{NH}_4\text{-N}$ 50 ppm を含む培養液で培養した場合、 $\text{NH}_4\text{-N}$ 含量はいずれも高いレベルで経過した。次に葉身についてみると、 $\text{NO}_3\text{-N}$ で前培養後引き続き $\text{NO}_3\text{-N}$ で培養した場合、 $\text{NH}_4\text{-N}$ 含量は約 50 ppm でほぼ一定であったのに対し、 $\text{NH}_4\text{-N}$ で培養した場合は4日目過ぎから急激に高くなった。 $\text{NH}_4\text{-N}$ を含む培養液で前培養し引き続き $\text{NO}_3\text{-N}$ で培養すると、開始時 10 ppm の含量であったものが急に 50 ppm にまで減少したが、 $\text{NH}_4\text{-N}$ で培養した場合 100 ppm 程度の濃度が維持され、10日目ではさらに上昇する傾向が認められた。

2. カタラーゼ活性

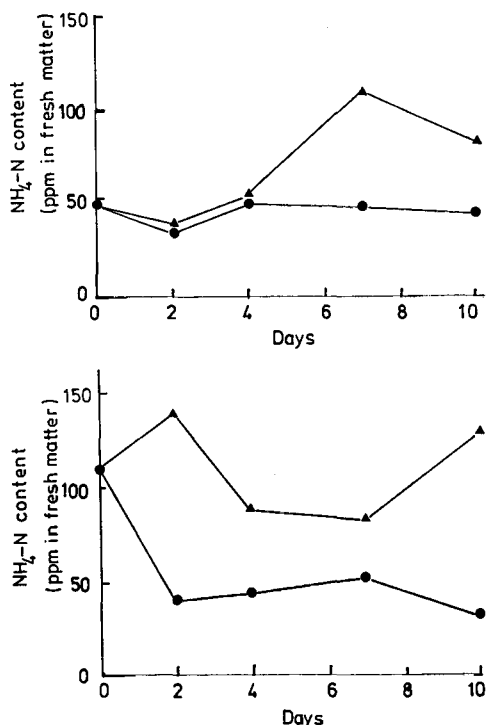


Fig. 2. Changes of $\text{NH}_4\text{-N}$ content in tomato leaves cultured in different sources of nitrogen.

Top: Precultured in the solution containing $\text{NO}_3\text{-N}$ Bottom: Precultured in the solution containing $\text{NH}_4\text{-N}$ ●—●: Cultured in $\text{NO}_3\text{-N}$, ▲—▲: Cultured in $\text{NH}_4\text{-N}$

体内の $\text{NH}_4\text{-N}$ 含量とカタラーゼ活性との関係を見ると、根においては(図3)、 $\text{NH}_4\text{-N}$ 含量(図1)が高いときにはカタラーゼ活性も高いという関係がみられた。葉身では(図4)、 $\text{NO}_3\text{-N}$ で前培養したものは一定の傾向はみられなかったが、 $\text{NH}_4\text{-N}$ で前培養した場合には、いずれも $\text{NH}_4\text{-N}$ 含量(図2)が高いときにカタラーゼ活性が高かった。

3. 根の TTC 還元力の変化

表2に本試験で用いた植物体中の $\text{NH}_4\text{-N}$ 含量の変化を示した。これによると根、葉身共に $\text{NH}_4\text{-N}$ で培養すると植物体中の $\text{NH}_4\text{-N}$ 含量は高くなり、また窒素濃度が高い程含量も高くなった。根では $\text{NH}_4\text{-N}$ 培養後急に $\text{NH}_4\text{-N}$ 含量が高くなり、その後はあまり上昇せずほぼ同含量で経過したのに対し、葉身ではしだいに含量が高くなり、試験終了時までこの傾向が続いた。

根の TTC 還元力の経時変化を表3、4に示した。いずれも $\text{NO}_3\text{-N}$ 培養の場合よりも $\text{NH}_4\text{-N}$ 培養で

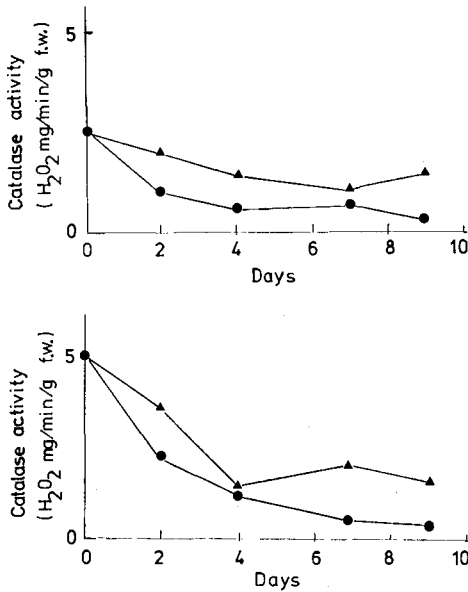


Fig. 3. Changes of catalase activity of tomato roots cultured in different sources of nitrogen.

Top: Precultured in the solution containing $\text{NO}_3\text{-N}$ Bottom: Precultured in the solution containing $\text{NH}_4\text{-N}$ ●—●: Cultured in $\text{NO}_3\text{-N}$, ▲—▲: Cultured in $\text{NH}_4\text{-N}$

Table 2. Changes of ammonium content in tomato plants cultured in different sources of nitrogen.

Organ	Nitrogen source in culture (ppm)	$\text{NH}_4\text{-N}$ content ($\mu\text{g N/g f. w.}$)			
		Days of culture			
		0	2	4	6
Root	$\text{NO}_3\text{-N}$ 50	46	39	36	58
	$\text{NH}_4\text{-N}$ 50	46	114	104	107
	$\text{NH}_4\text{-N}$ 100	46	150	133	130
Leaf	$\text{NO}_3\text{-N}$ 50	28	47	39	30
	$\text{NH}_4\text{-N}$ 50	28	75	150	211
	$\text{NH}_4\text{-N}$ 100	28	80	185	295

Table 3. TTC-reducing activity of tomato roots.

Nitrogen source in culture ppm	Activity (TPF* $\times 10^{-6}$ mol/hr/g f. w.)		
	Days of culture		
	1	3	5
$\text{NO}_3\text{-N}$ 50	1.30	1.10	1.10
$\text{NO}_3\text{-N}$ 200	1.55	1.30	1.25
$\text{NH}_4\text{-N}$ 200	0.90	0.80	0.75

* Triphenylformazan

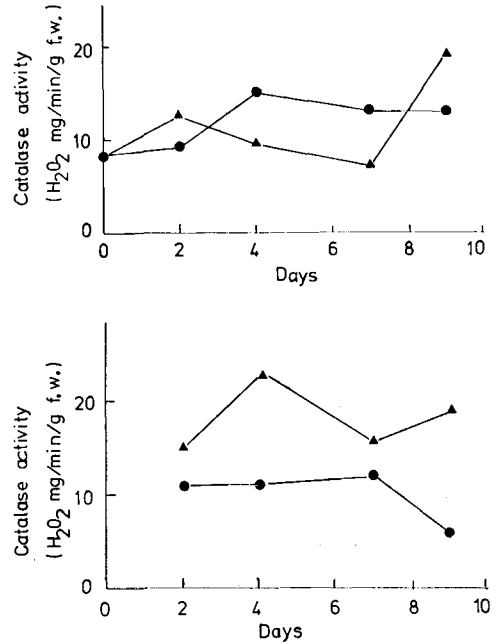


Fig. 4. Changes of catalase activity of tomato leaves cultured in different sources of nitrogen.

Top: Precultured in the solution containing $\text{NO}_3\text{-N}$ Bottom: Precultured in the solution containing $\text{NH}_4\text{-N}$ ●—●: Cultured in $\text{NO}_3\text{-N}$, ▲—▲: Cultured in $\text{NH}_4\text{-N}$

Table 4. TTC-reducing activity of tomato roots.

Nitrogen source in culture ppm	Activity (TPF $\times 10^{-6}$ mol/hr/g f. w.)			
	Days of culture			
	0	2	4	6
$\text{NO}_3\text{-N}$ 50	0.90	1.20	1.15	1.10
$\text{NH}_4\text{-N}$ 50	0.90	0.85	0.90	0.77
$\text{NH}_4\text{-N}$ 100	0.95	1.00	0.70	0.88

値が低い傾向が認められた。

4. ポリフェノールオキシダーゼ活性

本酵素活性(図5)は根、葉身とも $\text{NO}_3\text{-N}$ 培養に比べて $\text{NH}_4\text{-N}$ 培養の方が高く、また根では葉身に比べて10倍以上の活性を示した。

考 察

図1、2および表2の結果から判断して根と葉身とでは $\text{NH}_4\text{-N}$ の集積容量に差のあることが認められた。すなわち葉身の方が根よりも集積容量が大であった。根では同化を上回る量の $\text{NH}_4\text{-N}$ が吸収されると

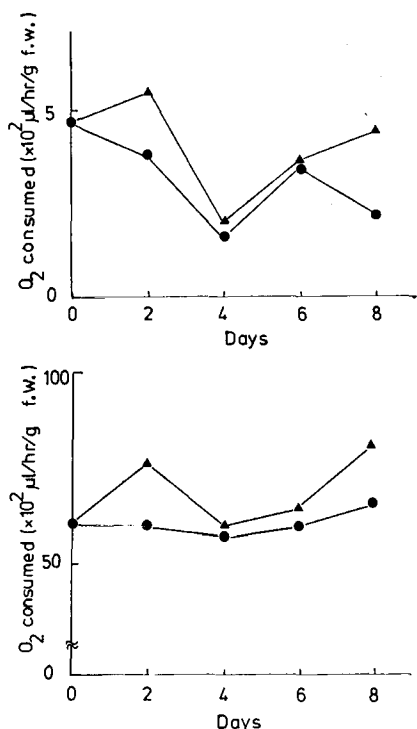


Fig. 5. Polyphenoloxidase activity of tomato roots and leaves cultured in different sources of nitrogen.

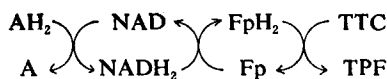
Top: Leaves, Bottom: Roots
●—●: NO₃-N, ▲—▲: NH₄-N

集積容量が小さいため過剰の NH₄-N は葉身に送り込まれ、そこで集積するものと解される。

NH₄-N 培養により葉身および根、とくに葉身においてカタラーゼ活性が増加したが、これはカタラーゼの機能から考えて体内で H₂O₂ の生成能が高まったことを意味すると推察される。H₂O₂ は葉身においてはペルオキシゾーム中で光呼吸の基質と考えられているグリコール酸の酸化によって生じるが (Bonner and Varner, 1976), 葉身におけるカタラーゼ活性の増大はグリコール酸代謝, 光呼吸の増大 (宮地, 1981; Yamada and Ikeda, 1980) と深い関連があるのではないかと推察される。しかし根については不明である。

表 3, 4 に示したとおりアンモニウム過剰下では根の TTC 還元力は低下する傾向がみられた。これはキュウリ根を用いて行った嶋田 (1969) の結果と同様であった。

TTC 還元機の機作については次のように考えられている (戸苅, 1962)。



すなわち TTC 還元力は根の脱水素酵素の強さを示している。故にアンモニウム過剰下では、トマト根の脱水素酵素活性は低下していると推察される。アンモニウムのこのような作用については、勝沼ら (1965) が動物を使って調べたときのアンモニウムによる TCA サイクル阻害から考えて、本試験でもやはり TCA サイクル関連の有機酸代謝と関係があるのではないかと推察される。

ポリフェノールオキシダーゼ活性はアンモニウム過剰下で高まった。根においては葉身に比べて 10 倍以上も活性が高いことから、本酵素の根での役割が重要視され、特に本酵素活性の増大と根の褐変との間に深い関連のあることが推察される。

以上、アンモニウム過剰下においてトマト幼植物の若干の酵素活性について考察してきたが、測定された酵素はいずれも呼吸と深いかかわり合いを持っているものであり、アンモニウム障害の呼吸系における代謝変動の一端をうかがい知ることができる。しかし内容的にみると、カタラーゼおよびポリフェノールオキシダーゼ活性はいずれもエネルギー生成を伴わない系と関係している酵素であり、一方、TTC 還元力によって示される脱水素酵素活性はエネルギー生成を伴い、生命現象を営むために必須な反応系と関連した酵素である。TTC 還元力の低下はエネルギー生成の低下を意味し、従って根の養水分吸収の低下をあらわしているのではないかと推察される。

要 約

1. NO₃-N を含む培養液でトマト幼植物を培養すると、根および葉身の NH₄-N 含量は 20~50 ppm の範囲で経時的に一定しており、また NO₃-N 濃度を高めてもほぼ一定のレベルで維持された。一方、NH₄-N を含む培養液で培養すると NH₄-N 含量は経時的に増加した。根では条件によっては 150 ppm まで上昇し、それ以上にはならなかったが、葉身では 300 ppm 近くまで上昇した。これは NH₄-N の集積容量が葉で高いことを示唆している。

2. 根と葉身、とくに葉身においてカタラーゼ活性は NO₃-N 培養植物に比べ NH₄-N 培養植物で高かった。NH₄-N 培養による葉におけるカタラーゼ活性の増大は光呼吸の増大と深い関連があるのではないかと推察した。

3. 根の TTC 還元力は $\text{NO}_3\text{-N}$ 培養植物に比べ $\text{NH}_4\text{-N}$ 培養植物で低かつた。このことはエネルギー生成系の不活性を意味し、ひいてはアンモニウム過剰下での根の養水分吸収能の低下につながるものと推察した。

4. 根、葉身共にポリフェノールオキシダーゼ活性は $\text{NO}_3\text{-N}$ 培養植物に比べ $\text{NH}_4\text{-N}$ 培養植物で高かつた。根は葉身に比べ10倍以上の活性を示し、根における本酵素の役割が葉身に比べて大であると推察した。

文 献

- Bonner, J. and J. E. Varner 1976 *Plant Biochemistry* 3, Academic Press, New York, pp. 103
- Erecinska, M. and A. Worcel 1963 Reversal of the inhibitory action of ammonia on the respiration of rat-liver mitochondria. *Biochim. Biophys. Acta*, 71: 305-310
- Graidanus, T., L. A. Peterson, L. E. Schrader and M. N. Dana 1972 Essentiality of ammonium for cremberry nutrition. *J. Amer. Sor. Hort. Sci.*, 97: 272-277
- 原田登五郎・高木 浩 1964 幼植物の生育と窒素の給源 (第1報). 土肥誌, 35: 181-186
- Harada, T., H. Takaki and Y. Yamada 1968 Effect of nitrogen sources on the chemical components in young plants. *Soil Sci. Plant Nutr.* 14: 47-55
- Ikeda, M. and Y. Yamada 1977 Metabolic disorder of tomato plants under intensive supply of ammonium nitrogen. In "Proceedings of the International Seminar on Soil Environment and Fertility Management in Intensive Agriculture," Nippon Dojyo Hiryo Gakkai, pp. 641-646
- 岩田正利・谷内武信 1953 窒素形態の差異と蔬菜の生育. 園学誌, 22: 183-192
- 勝沼信勝 1965 アンモニアが関与する代謝の調節. 蛋白質 核酸 酵素 10: 627-635
- Krogmann, D. W., A. T. Jagendorf and M. Avron 1959 Uncouplers of spinach chloroplast photosynthetic phosphorylation. *Plant Physiol.*, 34: 272-277
- Matsumoto, H., N. Wakiuchi and E. Takahashi 1969 The suppression of starch synthesis and the accumulation of uridine diphosphoglucose in cucumber leaves due to ammonium toxicity. *Physiol. Plant.*, 22: 537-545
- 三井進午・熊沢喜久雄 1964 水稻根の生長に及ぼす各種窒素化合物 特に硝酸態及びアンモニア態窒素の影響について. 作物の養分吸収に関する動的研究 (第42報). 土肥誌, 35: 119-122
- 宮地重遠 1981 光合成II, 朝倉書店, 東京, 68頁
- 奥田 東・下瀬 昇 1951 作物の窒素代謝に関する研究. 土肥誌, 22: 88-90
- 奥田 東 1959 植物栄養学実験 朝倉書店, 東京, 196頁
- 王子善清・伊沢悟郎 1974 インタクト植物による無機窒素の吸収ならびに同化に関する研究 (第4報) $\text{NH}_4\text{-N}$ および $\text{NO}_3\text{-N}$ の利用性における水稻とキュウリの差異. 特にその代謝的背景. 土肥誌, 45: 341-351
- Recknagel, R. O. and Van R. Potter 1951 Mechanism of ketogenic effect of ammonium chloride. *J. Biol. Chem.*, 191: 263
- 嶋田典司 1969 作物に対する塩類の濃度障害に関する基礎的研究 (第1報) 単一塩類溶液におけるキュウリ根の活性の変化について. 土肥誌, 40: 26-31
- 嶋田典司 1969 作物に対する塩類の濃度障害に関する基礎的研究 (第2報) キュウリ根の活性に及ぼす共存塩類の効果について. 土肥誌, 40: 32-37
- Stuart, D. M. and J. L. Haddock 1968 Inhibition of water uptake in sugar beet roots by ammonia. *Plant Physiol.*, 43: 345-350
- 高橋英一 1971 植物栄養学序説 (12). 農及園, 46: 963-966
- 高橋英一 1974 窒素代謝におけるちがひ. 比較植物栄養学, 養賢堂, 東京, 36-65頁
- 高井康雄・伊藤啓子 1963 水田土壌中のアンモニア拡散分析におけるアルカリ剤の検討. 土肥誌, 34: 209-214
- Targel, J. M. and E. C. Slater 1963 Synthesis of glutamate from α -oxoglutarate and ammonia in rat-liver mitochondria. *Biochim. Biophys. Acta*, 77: 227-245
- 戸苅義次ほか編 1962 作物生理学講座5巻, 朝倉書店, 東京, 104頁
- Townsend, L. R. 1966 Effect of nitrate and ammonium nitrogen on the growth of the lowbush blueberry. *Can. J. Plant Sci.*, 46: 209-210
- Vines, H. T. and R. T. Wedding 1960 Some effect of ammonia on plant metabolism and a possible mechanism for ammonium toxicity. *Plant Physiol.*, 35: 820-825
- Worcel, A and M. Erecinska 1962 Mechanism of inhibitory action of ammonia on the respiration of rat-liver mitochondria. *Biochim. Biophys. Acta*, 65: 27-33
- Yamada, Y. and M. Ikeda 1980 Regulation of photorespiration by nitrogen source in nutrient solution. In "Carbon-Nitrogen Interaction in Crop Production," the Japan society for the promotion of science, Tokyo, pp. 41-51

Summary

The present experiments were carried out in order to obtain informations about the mechanism of ammonium injury to plant by investigating changes of metabolism of tomato plants under ammonium excess.

Young tomato plants were used after cultured in solutions containing different amounts of $\text{NH}_4\text{-N}$. The affected plants were examined for their enzymes activities related to respiration and for the accumulation of $\text{NH}_4\text{-N}$ in their tissues.

Catalase activities of leaves and roots in $\text{NH}_4\text{-N}$ fed plants were higher than that in $\text{NO}_3\text{-N}$ fed plants. $\text{NH}_4\text{-N}$ contents in leaves and roots of the former plants were elevated to 100 ppm.

TTC-reducing activity of roots was lower in $\text{NH}_4\text{-N}$ fed plants than in $\text{NO}_3\text{-N}$ fed ones, suggesting a decrease of dehydrogenase activity in the roots of the former.

Polyphenol oxidase activities of leaves and roots were higher in $\text{NH}_4\text{-N}$ fed plants than in $\text{NO}_3\text{-N}$ fed plants, suggesting that the root browning due to lignification observed under ammonium excess was presumably related to the increase of that enzyme activity.