

이산화질소 가스에 의한 무화과 나무의 피해 양상

김유학* · 최병렬¹ · 김명숙

국립농업과학원, ¹국립식량과학원

The Toxicity of Nitrogen Dioxide Gas on Fig Plant

Yoo-Hak Kim*, Byeong Ryeol Choi, and Myung Sook Kim

National Academy of Agricultural Science, Suwon 441-707, Korea

¹National Institute of Crop Science, Functional Cereal Crop Research Div.

This study was conducted to observe the cause of injury of fig plant. Nitrogen dioxide gas can be evolved at low pH or reduced in soil. Fig plant cultivated with nutrient solution was wilted or withered. Injury symptom for nutrient solution containing nitrous acid was worse as pH of soil decreased. However, increase in pH of nutrient solution treated with increasing Ca(OH)₂ solution prevented nutrient solution from producing nitrogen dioxide gas. Recovery of the fig plant by pH increase indicated that the cause of injury was nitrogen dioxide gas.

Key words: Fig plant, Nitrous acid toxicity

서 언

질산태 질소는 발작물이 흡수하는 질소의 주요한 형태로 알려져 있다. 질산태질소는 암모늄태 질소에서 아질산을 거쳐 산화되는데 환원상태에서 아질산은 이산화질소가스로 휘산된다. 이산화질소 가스는 pH가 낮아지거나 환원이 심해지면 많이 발생한다 (Lindsay, 1979). 이산화질소 가스는 적갈색의 가스로 인체에 유독하고 식물에 닿으면 세포가 고사하게 된다. 이산화질소 가스에 대한 피해 증상은 배추의 경우 황갈색의 반점이 엽맥 사이에 무수히 나타나며 심하면 엽전체가백색으로 탈색이 되며 토마토의 경우 수량이 감소하며 야간에 접촉이 되면 엽선단이 황갈색으로 고사된다 (Kim et al., 1987; Phipps and Cornforth 1970). Benedict and Breen (1955)은 잎의 가장자리나 엽맥사이에 나타나는 상흔으로서 세포가 붕괴되어 백색 내지 황갈색의 괴사부위를 형성하거나 Wax질의 빛나는 녹색의 피막이 형성된다고 하였다. 토양 미생물의 활동에 독성을 나타내기도 한다 (Bancroft et al., 1979; Bollag and Henninger 1978).

본 연구는 무화과를 상토에 심고 양액으로 재배하는 농가에서 하엽부터 마르기 시작하면서 전체적으로 고사되는 생육장애 증상이 발생하여 현장을 진단하고 그 결

과를 토대로 현지에서 처방하여 회복시킨 사례를 보고하고자 한다.

재료 및 방법

토양분석방법 토양화학성분은 토양 및 식물체 분석법 (NIAST, 2000)에 준하여 분석하였으며, 현장에서의 분석방법은 pH는 토양:물=1:5 (v/v)로 하여 잘 저어준 후 측정 (KSMISO 10380)하였으며 이 용액을 여과하여 EC와 수용성 양분을 test kit (Merck)으로 측정하였다.

결과 및 고찰

피트모스와 펄라이트를 1:1로 혼합한 상토를 담은 40 L 박스에 2년생 무화과 (품종 : 승중도핀) 육묘를 심고 양액으로 난지과수시험장의 토마토 한방액으로 재배한 농가에서 Fig. 1과 같이 생육장애 증상이 발생하였다. 경미한 생육장애 증상은 잎끝이 타는 정도 (Fig. 1b)이었지만 심한 것은 하엽부터 마르기 시작하여 전체적으로 고사되었으며 뿌리는 갈변이 되었다 (Fig. 1c, 1d).

상토를 건조하여 분석한 결과는 Table 1과 같이 pH는 5.2로 낮은 곳도 있었으나 정상을 유지하고 있었으며 생육장애의 경중에도 불구하고 양분간의 차이는 없었다. 그러나 현장에서 상토를 분석한 결과 Table 2와 같이 pH는 5.3~5.6로 약간 낮았고, EC (1:5, v/v)는 1.0~3.3 dS m⁻¹

접수 : 2010. 12. 17 수리 : 2010. 12. 20

*연락처 : Phone: +82312900328

E-mail: kim.yoohak@korea.kr



Fig. 1. NO₂(g) toxicity symptom of fig plant by applying nitrite onto low pH artificial soil. (a) scenery, (b) leaf burning (c) leaf withering (d) root browning.

Table 1. Chemical properties of artificial soil for fig plant.

Growth	pH	EC	OM	T-N	Av.P ₂ O ₅	Ex. Cations				NO ₃ -N	NH ₄ -N
						K	Ca	Mg	Na		
	(1:5H ₂ O)	dS m ⁻¹	g L ⁻¹	%	mg L ⁻¹	cmol _c L ⁻¹				mg L ⁻¹	mg L ⁻¹
Normal	5.8	0.60	28	0.68	159	0.6	1.2	0.6	0.5	138	11
Wilting	6.2	0.40	37	0.59	191	1.0	2.1	0.9	0.5	82	7
Burning	5.2	0.65	37	0.32	77	1.0	1.5	0.9	0.8	116	14
Withering	6.1	0.72	30	1.12	129	1.6	2.6	1.3	0.7	185	37

Table 2. On-site analysis of chemical properties of artificial soil.

Growth	pH	EC	Eh	NO ₃ -N	SO ₄	Cl
Normal	5.61	1.7	470	40	- [†]	-
Wilting	5.53	3.3	430	150	-	-
Burning	5.49	1.0	640	40	-	-
Withering	5.33	1.2	610	50	-	-

[†] - : transparency, + : semitransparency, ++ : milky white or precipitated.

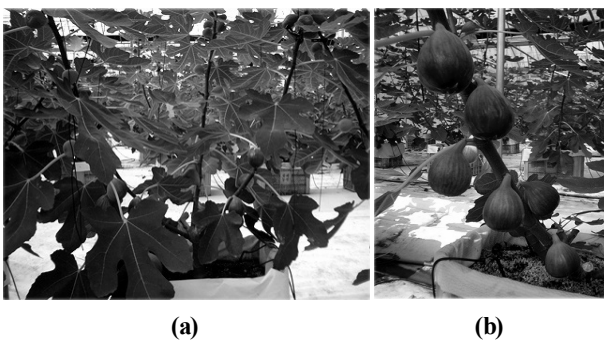


Fig. 2. (a) Healthy growth and (b) fruit of fig plant after applying saturated solution of calcium hydroxide.

이었다. pH가 낮을수록 생육장애 증상이 심하였다. pH를 측정하고 난 여액의 NO₃-N은 40~150 mg L⁻¹, SO₄-S와 Cl은 각각 BaCl₂과 AgNO₃와의 반응이 투명할 정도로 적었고 고사할 정도는 아니었다. 농가에서 사용한 양액은 난지과수시험장의 토마토 한방비료를 사용한 양액인데 pH는 7.06, EC는 6.3 dS m⁻¹이었으며 질소는 NO₃⁻로 200 mg L⁻¹이었으며 NO₂-N이 검출되었다.

이산화질소 가스는 NO₃⁻ + 2H⁺ + e⁻ ⇌ NO₂(g) + H₂O (log K⁰ = 13.03)에 따라 pH가 낮을수록 산화환원 전위는 환원될수록 심하게 발생한다 (Lindsay, 1979). 무화과의 생육장애 증상은 양액에 있는 아질산이 pH가 낮아질수록 이산화질소 가스로 많이 발생하기 때문에 Table 2과 같이 pH가 낮아질수록 심하였다. 양액의 pH를 올리면 이산화질소 가스의 발생을 막을 수 있으므로 양액의 pH를 소석회 포화액과 물을 1:1의 비율로 섞어 관주하도록 처방한 결과 무화과의 고사는 더 이상 진행되지 않고 잘 생육하였다 (Fig. 2).

결론

무화과 나무가 pH가 낮은 상태에서 고사하였는데 pH가 낮을수록 심하였다. 소석회 포화액으로 양액의 pH를 높여 준 결과 회복이 되어 정상으로 회복하였다. 그래서 pH가 낮을 때 양액으로 공급된 질산이나 아질산이 아질산 가스로 발생하는 것이 원인이었다.

인 용 문 헌

- Bancroft, K., I.F. Grant, and M. Alexander. 1979. Toxicity of NO_2 : Effect of nitrite on microbial activity in an acid soil. *Appl. Environ. Microb.* 38:940-944.
- Benedict, H.M. and W.H. Breen. 1955. The use of weeds as a means of evaluating vegetation damage caused by air pollution. *Proc. 3rd Nat. Air pollu. Symp*:177-190.
- Bollag, J.M. and N.M. Henninger. 1978. Effects of nitrite toxicity on soil bacteria under aerobic and anaerobic conditions. *Soil Biol. Biochem.* 10:377-381.
- Kim, B.Y., J.K. Cho, and M.S. Kim. 1987. Studies on the preventive measures of vegetable crops to gases, 2. Effect of nitrogen dioxide gas on Chinese cabbage, radish, tomato and cucumber. *Korean J. Soil Sci. Fert.* 20:223-229.
- Lindsay, W.L. 1979. *Chemical equilibria in soils*. John Wiley & Sons. New York.
- NIAST (National Institute Agricultural Science and Technology). 2000. *The methods of Soil and plant analysis*. National Institute Agricultural Science and Technology. Suwon, Korea.
- Phipps, R.H. and I.S. Cornforth. 1970. Factors effecting the toxicity of nitrite nitrogen to tomatoes. *Plant Soil* 33:457-466.