

# 대추나무 잎의 이상황화현상 원인

이재석\* · 이정민 · 정재식 · 이영선

대구가톨릭대학교 생명자원학부

## Causes for Abnormal Leaf Chlorosis in Chinese Jujube (*Zizyphus jujuba* Mill.)

Jae-Seog Lee\*, Jung-Min Lee, Jae-sik Jung, and Young-Sun Lee

Faculty of Life Resource, Catholic University of Taegu, Kyongsan, Kyungbuk 712-702, Korea

\*corresponding author

**ABSTRACT** Recently, abnormal leaf chlorosis has been observed in jujube trees of the major production area in Kyongbuk province. To determine possible causes for the observation, physico-chemical properties of the orchard soil and nutrient contents in the jujube trees were investigated. The chlorosis symptoms were categorized into three types based on the site of chlorosis initiation; leaf center, petiole, and intravein. Of the three, leaf center chlorosis was the most common. The symptom occurred more frequently in Ihyeon, Gyum, and Geugrag soil series with previous history of apple orchard. In general, the soil and the tree showing leaf chlorosis had lesser nutrient contents than normal except P, Fe, and Zn. In particular, Mg contents in leaf, branchlet, and fruit of the tree were as much as 4 times lesser than those in normal tree; the soil also had 7.8 times lesser Mg contents. The results indicate that the abnormal leaf chlorosis in jujube tree may be caused by nutrient deficiency in soil and could be cured by proper fertilization.

**Additional key words:** nutrient ratio, soil series

### 서 언

대추나무(*Zizyphus jujuba* Mill.)는 우리나라의 기후와 토양환경에 알맞고 재배하기 쉬운 뿐만 아니라 견과는 저장성이 높고 용도가 다양하여 오래 전부터 가정용 과수로 재배되어 왔다. 최근에는 국민 소득이 증대함에 따라 대추가 식용, 약용, 의식용, 어로용 등으로 용도가 다양해져(Christie, 1987; 김 등, 1989), 재배면적이 확대되어 왔다.

경북지방은 우리나라의 대추 주산지로서 1997년 현재 전국의 대추 재배면적이 6,391ha인데, 그 중 경북은 3,758ha로 전체 면적의 58.8%를 차지하고 있다. 특히 경북 경산시, 영천시, 청도군 등 3개 시군의 재배면적은 2,655ha로서 경북 재배면적의 70.6%를 차지하는 대추 주산지를 이루고 있다(농림부, 1998; 윤과 김, 1999).

최근에 이들 대추재배 주산지에서 7월 상·중순 유과기부터 시작하여 10월 상순 성과기까지 대추 잎줄기의 유엽 또는 노엽에 이상황화현상이 일부 과원에서 나타나고 있는 것이 관찰되었다. 이러한 현상이 심한 대추나무는 조기낙엽, 조기낙과 등이 유발되어 수량과 품질에 상당한 영향을 미치는 것으로 추측된다.

우리 나라에서 토양과 엽분석에 의한 과원의 영양진단은 사과(이 등, 1962; 윤, 1967), 배(윤, 1967; 이 등, 1998), 복숭아(정 등,

1970), 포도(정 등, 1971), 감귤(김 등, 1969) 등에 관한 연구가 많이 이루어졌으나 대추나무의 영양진단이나 이상황화현상에 관한 연구는 거의 없다.

따라서 본 실험은 우리나라 대추 주산지에서 해에 따라 산발적으로 나타나는 대추나무 잎 이상황화현상의 황화유형, 토양과 대추나무 잎의 무기양분 함량 등을 조사하여 대추재배의 기초자료를 얻고자 수행하였다.

### 재료 및 방법

#### 공시품종 · 토양

본 실험에 공시한 대추 주산지의 과원은 경북 경산시 하양읍, 진량읍, 자인면, 영천시 금호면, 청통면, 청도군 청도읍, 금천면에서 '복조'(*Zizyphus jujuba* Mill.)가 재배되고 있는 10~15년생 성목원을 대상으로 조사하였다.

공시과원은 이현통, 규암통, 중동통, 황룡통, 극락통, 화동통, 대구통 등 7개 토양유형에서 통별로 5개 과원씩 35개 과원을 대상으로 하였다. 이들 대추 과원은 대부분이 과거에 대구사과의 주산지로서 사과를 재배하였던 곳이었다.

## 시료채취·조제

토양과 식물체 시료채취는 각 10개의 공시과원에서 정상적으로 자라는 나무와 7월 상·중순부터 잎에 이상황화현상이 나타나기 시작하는 과원의 나무를 대상으로 하였다.

토양시료는 10월 상순에 한 과원에서 5주를 1반복으로 수관 밑에서 15cm 깊이의 표토를 3반복으로 종합시료를 채취하였다. 채취한 시료는 환기가 잘 되는 실내에서 충분히 건조시킨 후 2mm채로 쳐서 분석용으로 공시하였다.

식물체 시료는 8월 생육기와 10월 수확기에 토양시료를 채취한 과원에서 건전하게 자라는 나무와 잎에 이상황화현상이 심하게 나타나는 나무의 잎줄기에 잎을 채취하였다. 채취한 잎은 수도물에 2~3회 씻은 후 0.2% CH<sub>3</sub>COOH 용액과 증류수의 순으로 2~3회 가볍게 씻은 다음 열풍건조기에서 75℃로 약 10시간 건조시킨 것을 분쇄기로 조제하여 분석용으로 공시하였다.

## 토양·식물체 분석

토양의 화학성 및 식물체 시료는 농촌진흥청 식물환경연구소 토양화학분석법(1988)에 준하여 pH는 초자전극법, 유기물은 Tyurin 법, 유효인산은 Lancaster법, K, Ca, Mg 등 치환성 양이온은 1N-ammonium acetate(pH 7.0) 침출법, 유효붕소는 curcumin법으로 각각 정량하였으며 Fe, Mn, Zn, Cu 등 미량원소는 0.1N-HCl 침출법으로 침출하여 원자흡광 분석법으로 분석하였다.

식물체중의 무기성분은 시료를 습식분해(H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>:HClO<sub>4</sub>:H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> = 1:18:1)한 후 질소는 indophenol blue법, 인산은 vanadate법, K, Ca, Mg 등 다량원소와 Fe, Mn, Zn, Cu 등 미량원소의 함량은 원자흡광분석법으로 정량하였다.

## 결과 및 고찰

### 잎 이상황화현상의 유형

대추 주산성 성목원에서 대추나무 잎에 나타나는 잎 이상황화현상(이상과원)은 7월 상·중순 유과기부터 처음 나타나기 시작하였다. 이 현상은 건전하게 자란 대추나무(정상과원)의 잎줄기에 착생한 잎에서 빠른 것은 7월 상·중순부터 지역에 따라 균일하게 나타나지 않고 한 과원에서도 산발적으로 약간씩 나타나기 시작하였으며, 나무의 생장이 정지되고 가지에 저장양분이 축적되는 8월과 9월에는 심하게 진전되지 않았다. 그러나 10월 성과기에 이르러 대추가 담황색을 띠면서 성숙하기 시작하면서부터 잎줄기에 붙은 유엽 또는 노엽에서 이상황화현상이 서서히 나타났다. 한 나무에서 이상황화현상이 나타난 잎줄기의 잎은 노엽부터 일찍 낙엽이 되었고 정상적으로 착과된 과실은 성숙되면서 쉽게 낙과가 되었다.

잎에 나타나는 이상황화현상은 Fig. 1에서와 같이 3가지 유형인 것을 관찰할 수 있었다.

첫째 유형은 잎줄기에 붙은 잎이 잎 중앙 부위에서부터 황화되기 시작하여 엽맥까지 모두 황화되고 잎 가장자리가 약간 푸르게 남는 것(유형 1), 둘째 유형은 잎줄기에 붙은 엽병 부위에서부터 잎이 약간씩 황화되기 시작하여 잎 가운데로 황화현상이 진전되고 잎 가장자리는 진한 녹색으로 남는 것(유형 2), 셋째 유형은 엽병 부위에서부터 엽맥을 따라 늑골모양으로 푸른색을 남기고 엽맥 사이가 황화되고 잎 가장자리는 푸르게 남는 것(유형 3)으로 관찰되었다. 잎의 이상황화현상은 대부분 첫째 유형이었고 둘째, 셋째 유형은 대추 수확기에 이르러 잎줄기에 엽면적이 넓은 노엽에서 불규칙하게 간혹 산발적으로 나타났지만 유엽에서는 거의 나타나지 않았다. 이 현상에 관해서는 앞으로 계속 연구·검토가 필요한 것으로 생각

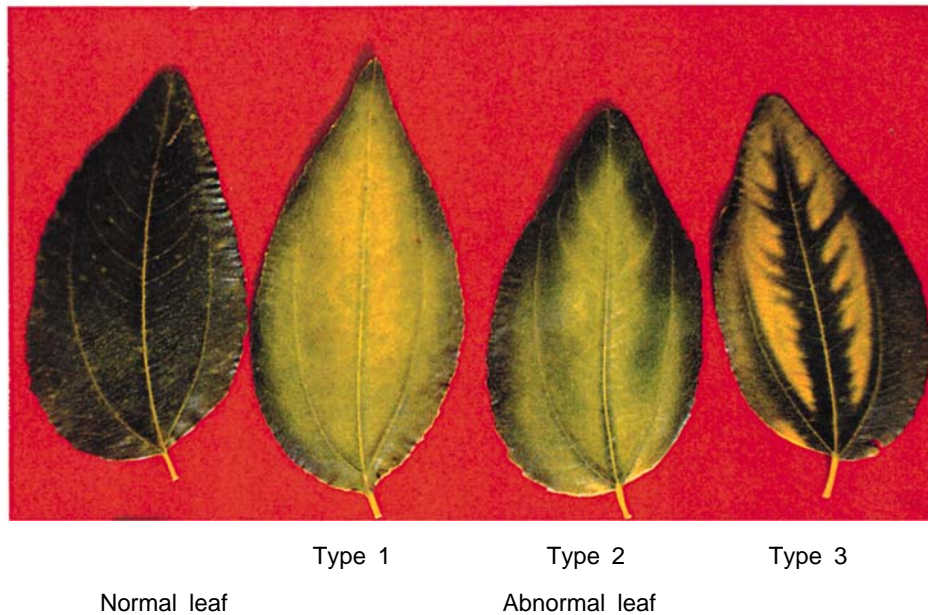


Fig. 1. Types of leaf chlorosis in jujube in comparison with normal leaf.

**Table 1.** Physico-chemical properties of soils from jujube orchards.

Orchard	pH	O.M	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn	Cu	B
	(1:5)	(g · kg <sup>-1</sup> )	(mg · kg <sup>-1</sup> )	(cmol · kg <sup>-1</sup> )			(mg · kg <sup>-1</sup> )				
Normal <sup>z</sup>	5.6a <sup>x</sup>	1.08a	425b	0.66a	4.7a	1.26a	193b	56a	4.9a	6.14a	0.82a
Abnormal <sup>y</sup>	5.0b	0.85b	645a	0.68a	3.7b	0.16b	244a	42b	6.8a	5.14a	0.73a

<sup>z</sup>Normal : normal orchard.<sup>y</sup>Abnormal : abnormal orchard showing early leaf chlorosis.<sup>x</sup>Mean separation within columns by LSD test at P<0.05.**Table 2.** Ratio of inorganic nutrients in soils from jujube orchards.

Orchard	P/Ca	Ca/Mg	Mg/K	P/Zn	P/Cu	P/Fe	P/Mn	Zn/Fe	Mn/Fe	Cu/Fe
Normal <sup>z</sup>	52.9b <sup>x</sup>	3.7b	1.91a	28.6b	29.7b	2.8a	8.4b	0.04a	0.4a	2.8a
Abnormal <sup>y</sup>	181.2a	23.1a	0.24b	71.8a	92.3a	2.6a	14.1a	0.03a	0.2a	2.6a

<sup>z</sup>Normal : normal orchard.<sup>y</sup>Abnormal : abnormal orchard showing early leaf chlorosis.<sup>x</sup>Mean separation within columns by LSD test at P<0.05.

된다.

**토양의 화학적 특성**

대추 주산지에서 정상과원과 옆에 이상황화현상이 나타나는 과원 토양의 이화학적 특성은 Table 1과 같다.

토양의 산도는 정상과원이 pH 5.6이었으나 이상황화현상이 나타나는 과원은 pH 5.0으로 매우 강한 산성토양이었고, 유기물의 함량도 정상과원 1.08g · kg<sup>-1</sup>에 비해 이상과원은 0.85g · kg<sup>-1</sup>로 낮았다. 그러나 유효인산의 함량은 정상과원이 425mg · kg<sup>-1</sup>이었으나 이상과원은 645mg · kg<sup>-1</sup>로 높게 나타났다. K의 함량은 두 과원이 비슷하였으나 Ca의 함량은 이상과원이 약간 낮았고 Mg의 함량은 이상과원이 현저히 낮았다. 그리고 미량원소의 함량을 보면 Zn, Cu, B 등의 함량은 정상과원과 이상과원간에 큰 차이가 없었으나 Fe, Mn 등의 함량은 정상과원에 비해 이상과원이 낮았다.

정상과원과 옆에 황화현상이 나타나는 이상과원간에 토양중의 양분 함량비를 보면 양분간에 비가 높거나 낮게 나타나는 것을 알 수 있었다. 즉 정상과원에 비해 이상과원의 Ca/Mg비는 3.7배, P/Ca 3.1배, P/Cu 3.1배, P/Zn 2.5배 순으로 각각 높았다. 그러나 Mg/K는 4.2배, Mn/Fe 2.0배, P/Fe 1.1배의 순으로 이상과원이 낮게 나타났다(Table 2).

따라서 대추 주산지에서 성과기에 대추나무 옆에 심하게 나타나는 이상황화현상은 토양의 낮은 pH와 유효인산, Fe, Mg, Mn 등의 함량이 높거나 낮아 양분 상호간의 함량 불균형 등에 기인되는 것으로 추측된다. 이는 정 등(1998)이 복숭아나무 옆의 황화현상에 토양중 유효인산, Mn 등의 함량이 관여하는 것으로 조사된 결과와 일치하였다. 그리고 사과, 굴 등 영년생 작물에 Zn 결핍증상이 나타나는 것은 수확물에 의한 토양의 유효태 Zn의 감소와 퇴비 등 유기물의 시용이 적어져 나타나므로(高橋, 1996) 본 실험에서 토양

분석치로 보아 대추나무 옆에 나타나는 이상황화현상에도 Zn이 관여되는 것으로 추측된다.

과원 토양에 P의 함량이 높으면 P와 Zn간에 길항작용으로 인하여 Zn의 흡수가 억제되기도 하므로 대추나무 옆 이상황화현상은 근권의 토양환경요인에 의해 옆에 흡수되는 Zn 함량과 관계가 있는 것 같다.

대추나무 옆의 이상황화현상은 과원에 따라 한 나무에서 특히 남쪽으로 향한 가지의 잎줄기에 착생하고 있는 잎에서 다소 많이 발생하는 경향이였다. 이는 일조가 강한 해(年) 또는 남쪽 경사지에 분포한 과원에 햇빛이 잘 비치는 곳에서 Zn의 결핍이 쉽게 나타나기 때문인 것으로 추측된다(高橋, 1996). 그리고 Table 3에서 보면 사과를 재배하였던 토양인 이현동, 규암동, 극락동 등에서 이상황화현상이 심하게 또는 많이 발생하는 경향이였다. 이는 노목으로 인해 폐원된 사과 주산지 토양은 채소류 재배 주산지에서와 같은 경향으로(류, 1982) 과거에 편중시비로 인하여 다량원소와 미량원소간에 양분불균형이 이루어져 대추나무 옆 이상황화현상이 유발

**Table 3.** Occurrence frequency of the abnormal leaf chlorosis according to soil series.

Soil series	Occurrence frequency <sup>z</sup>	Apple orchard used before <sup>y</sup>
Ihyeon	++++	○
Gyuam	+++	○
Jungdong	+	-
Hwangryong	++	-
Geugrag	+++	○
Hwadong	+	-
Taegu	+	-

<sup>z</sup>++++ : profound; +++ : severe; ++ : moderate; + : mild.<sup>y</sup>○ : used; - : not used for apple orchard before.

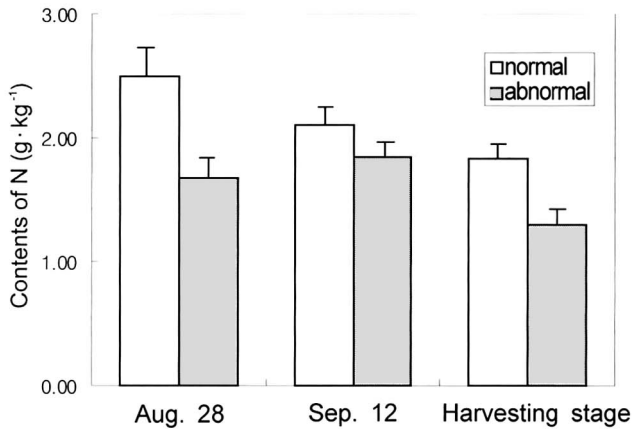


Fig. 2. Seasonal changes of nitrogen contents in leaves of jujube trees.

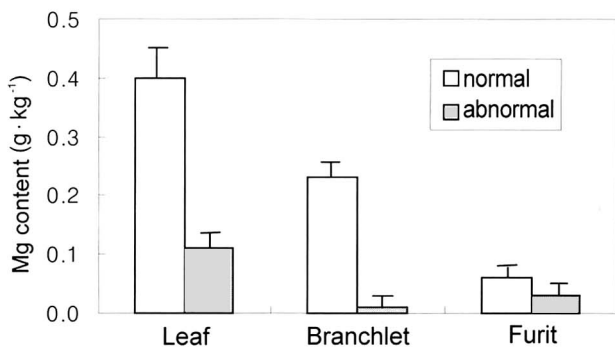


Fig. 3. Magnesium contents in individual organs of jujube trees.

되는 것으로 추측된다.

대추재배 선도 농가의 시비사례를 보면(경북농촌진흥원, 1995) 대추 수확 후 결빙기전에 유기질 비료 사용, 해빙기 직후 과수전용 복비사용 그리고 생육시기에 미량원소 엽면살포로 생리장해 방지 등의 시비체계가 관행적으로 이루어지고 있으므로 토양중에 각종 양분의 불균형이 조장되기도 하는 것으로 생각된다. 그래서 때로는 과원에서 Mg 부족으로 인한 조기낙엽과 Ca 부족으로 인한 연부과가 발생하는 것을 볼 수 있으며, 실제로 토양중 K 성분의 과다는 사과와 참다래의 Mg와 Ca 결핍증을 각각 유발하기도 한다(홍과홍, 1994).

#### 잎, 잎줄기, 과실의 양분함량

정상과원과 이상과원에서 자란 대추나무 잎의 경시적 N함량을 보면 Fig. 2와 같다.

잎의 N함량은 과실 비대기인 8월 20일, 성숙기 9월 12일, 수확기 10월 15일에 정상과원에 비해 이상과원에서 더 낮게 나타났다. 이상황화현상이 나타난 대추나무 잎의 N 평균함량은  $1.63\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$  이었는데 이는 이와 박(1992)이 대추 주산지에서 조사한 대추나무 잎의 N 평균함량  $2.27\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ 보다 훨씬 낮았다. 따라서 이상황화현상은 N 흡수 부족으로 잎에 엽록소의 생성이 부족하여 발육이 교란되어 시일이 경과됨에 따라 잎에 황화현상이 심해지는 것으로 생

각되며 이 결과로 보아 N 부족은 사과에서와 같이 과실수량에 영향을 미칠 것으로 추측된다(Awasthi 등, 1998).

잎, 잎줄기, 과실의 Mg 함량을 보면 잎에 이상황화현상이 나타나는 나무는 정상주에 비해 현저히 낮았다(Fig. 3). 그리고 과실 비대기에 잎의 B 함량은 잎, 잎줄기, 과실에는 유의한 차이가 있었으나 성숙기에는 잎줄기에서만 차이가 없었다(Table 4). 그러나 Zn의 함량은 8월 20일과 10월 15일 수확기에 정상과원에 비해 이상과원에서 상당히 낮은 것을 알 수 있었다(Table 5).

김 등(1993)에 의하면 대추나무 과실의 Zn 평균함량은  $11.6 \pm 6.0\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 이었으나 본 실험에서 10월 15일 수확기에 잎에 이상황화현상이 나타나는 대추나무 과실의 Zn 함량이  $6.3\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 로 정상주의  $25.8\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 에 비해 상당히 낮았다. 이와 같이 잎, 잎줄기, 과실에 Mg 함량도 이상황화현상이 나타나는 나무가 적은 것으로 보아 이상황화현상에 Mg와 Zn이 관여되는 것으로 생각된다.

건전주와 이상황화현상이 나타난 대추나무 잎의 무기성분 함량비를 보면 P/Zn 2.7배, P/Ca 2.1배, P/Fe 1.7배, P/Mn 1.4배로 각각 높았으나 Zn/Fe 2.0배, Mn/Fe 1.2배로 각각 낮았다(Table 6).

대추는 수정 후 착과되어 100~110일 정도 경과되면 과실의 발육이 완료된다. 따라서 결실이 된 후 80~90일 경에는 과실에 전탄수화물, 전당, 환원당 등의 함량이 급격히 높아지므로(김 등, 1982)

Table 4. Seasonal changes in boron contents ( $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ ) of different organs of jujube trees.

Organ	Orchard	Aug. 20	Oct. 15
Leaf	Normal <sup>z</sup>	50.0a <sup>x</sup>	43.3a
	Abnormal <sup>y</sup>	43.9b	46.7a
Branchlet	Normal	26.3a	17.9b
	Abnormal	22.1a	24.0a
Fruit	Normal	24.2a	17.2a
	Abnormal	21.6b	11.9a

<sup>z</sup>Normal : normal orchard.

<sup>y</sup>Abnormal : abnormal orchard showing early leaf chlorosis.

<sup>x</sup>Mean separation within columns for each organ by LSD test at  $P < 0.05$ .

Table 5. Seasonal changes in zinc contents ( $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ ) of different organs of jujube trees.

Organ	Orchard	Aug. 20	Oct. 15
Leaf	Normal <sup>z</sup>	92.0a <sup>x</sup>	69.0a
	Abnormal <sup>y</sup>	50.7b	26.0b
Branchlet	Normal	31.7a	35.6a
	Abnormal	18.8b	17.6b
Fruit	Normal	30.7a	25.8a
	Abnormal	22.7b	6.3b

<sup>z</sup>Normal : normal orchard.

<sup>y</sup>Abnormal : abnormal orchard showing early leaf chlorosis.

<sup>x</sup>Mean separation within columns for each organ by LSD test at  $P < 0.05$ .

**Table 6.** Ratio of mineral nutrient in normal and abnormal leaves of jujube trees.

Leaf	P/Ca	P/Zn	Mn/Fe	Zn/Fe
Normal <sup>z</sup>	1,093b <sup>x</sup>	40b	1.76a	1.23a
Abnormal <sup>y</sup>	2,270a	107a	1.47b	0.61b

<sup>z</sup>Normal : normal leaf.

<sup>y</sup>Abnormal : leaf showing early chlorosis.

<sup>x</sup>Mean separation within columns by LSD test at P<0.05.

잎 이상황화현상은 이 시기에 각종 양분의 흡수가 균형있게 이루어지지 못해서 나타나는 영양생리장애 현상인 것으로 생각된다.

## 초 록

대추나무 잎 이상황화현상이 나타난 과원 토양의 산도는 건전과원 pH 5.6에 비해 pH 5.0으로 매우 강한 산성이었고, 유효인산의 함량은 이상과원이 645mg kg<sup>-1</sup>로 매우 높았으나, Mg와 Mn의 함량은 이상과원이 낮았으며, K, Zn, Cu, B의 함량은 큰 차이가 없었다.

이상황화현상은 이현통에서 발생빈도가 가장 높았고, 규암통, 극락통에서도 다소 발생하는 경향이었는데, 이들 토양은 과거에 사과를 재배하였던 토양들이었다. 토양의 Ca/Mg, P/Ca, P/Cu, P/Zn 함량비는 건전과원에 비해 이상과원이 매우 높았으나 Mn/Fe, P/Fe는 이상과원이 낮게 나타났다. 대추나무 잎의 무기성분함량은 건전엽에 비해 이상황화현상이 나타난 잎에 Mg, Fe, N, Zn 함량이 낮았고, K와 Mn의 함량은 높게 나타났으며, 잎의 P/Zn, P/Ca, P/Fe, P/Mn의 함량비는 건전엽에 비해 이상황화현상이 나타난 잎이 높았고, Zn/Fe, Mn/Fe의 함량비는 건전엽에 비해 이상엽이 다소 낮았다. 그러므로 대추나무 잎의 이상황화현상은 토양 양분의 과부족과 양분간의 함량비에 기인되는 영양생리장애 현상인 것으로 추측된다.

추가 주요어 : 양분의 함량비, 토양통

## 인용문헌

Awasthi, V.P., Bhutani, J.C., Sharma, and N.S. Kaith. 1998. Mineral nutrient status of apple orchard in Shimla district of

- Himachal Pradesh. Indian J. Hort. 55:314-322.
- Christie, B.R. 1987. Handbook of plant science in agriculture Vol. II. CRC Press, Boca Raton, FL. p.196-203.
- 정태현, 조용진, 류중호, 김익열, 임태현, 김미영. 1998. 복숭아잎 황화현상의 원인. 한원지 39:721-726.
- 洪榮杓, 洪種雲. 1994. 農家圃場에서 觀察된 果樹의 營養障礙 解釋. 農業科學論文集 36:265-270.
- 鄭碩文, 弘聖宰, 李光然. 1971. 葉分析에 의한 우리 나라 葡萄園의 營養診斷에 관한 研究. 農試研報 14:57-64.
- 鄭碩文, 弘聖宰, 李相植, 李載昌. 1970. 葉分析에 의한 우리 나라 복숭아의 營養診斷에 관한 研究. 農試研報 13:11-18.
- 경상북도 농촌진흥원. 1995. 21세기를 준비하는 선도 농가들(III). 농업경영자료 7:147-160.
- 金福榮, 金奎植, 李宗植, 柳順昊. 1993. 果實類와 그 栽培地 土壤中 重金屬 自然含有量에 관한 調査研究. 農試論文集 35(2):280-290.
- 金容碩, 金月洙. 1991. 대추 栽培技術. 오성출판사, 서울. p.48-98.
- 金月洙, 金容碩, 金運植, 梁元模. 1982. 대추나무의 休眠狀態에 따른 炭水化合物類 및 加水分解 酵素의 活性에 관한 研究. 韓園誌 23:221-229.
- 金正坤, 鄭鍊泰, 孫一鏐, 尹乙洙. 1989. 嶺南地域의 대추栽培實態 및 集產地土壤 特性. 農試論文集(土壤肥料編) 31:26-36.
- 金種天, 鄭碩文, 弘聖宰. 1969. 葉分析에 의한 우리 나라 柑橘園(溫州蜜柑)의 營養狀態에 관한 研究. 農試研報 12(2):45-51.
- 李光然, 朴興燮, 金正浩, 尹勤煥. 1962. 葉分析에 의한 사과園의 營養狀態調査. 農試研報 5:113-129.
- 이재석, 박선도. 1992. 경북지방의 대추재배 현황과 대추밭 토양의 특성. 효성여대 지역사회개발연구논문집 1:1-17.
- 李漢讚, 金點國, 金夢燮. 1998. 배 果園 營養診斷에 관한 研究. 農業環境論文集 40(2):94-99.
- 농림부. 1998. 주요과수재배면적 및 생산량. 농림부, 서울.
- 農村振興廳. 1988. 土壤化學分析法. 農村振興廳 植物環境研究所.
- 柳寅秀. 1982. 菜蔬類의 生理障害 發生原因과 對策. 農村振興廳. 韓日農業共同研究 綜合 Symposium. p.283-308
- 高橋英一, 吉野 實, 前田正男. 1996. 作物の要素缺乏症・過剩症. 農文協. p.164-172.
- 윤광섭, 김순동. 1999. 과실류의 생산 및 가공현황과 신가공기술. 농산물 저장유통학회지 6(4):521-529.
- 尹勤煥. 1967. 사과, 배나무의 營養診斷에 관한 研究. 農試研報 10(2):1-36.