

Research Article

Open Access

충북 보은지역 대추재배 토양의 화학적 특성 조사

이경자,^{1*} 강보구,¹ 김기식,¹ 김익환,¹ 한종우¹

¹충청북도농업기술원 대추연구소

Investigation of Chemical Properties of the Jujube Orchard Soils at Boeun Region in Chungbuk

Gyeong-Ja Lee,^{1*} Bo-Goo Kang,¹ Ki-Sik Kim,¹ Ik-Hwan Kim¹ and Jong-U Han¹ (¹Jujube Research institute, Chungbuk Agricultural Research and Extension Services, Boeun 376-872, Korea)

Received: 20 November 2013 / Revised: 23 January 2014 / Accepted: 18 March 2014

Copyright © 2014 The Korean Society of Environmental Agriculture

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Abstract

BACKGROUND: Recently, as the consumption of fresh jujube is increased, fertilizer in jujube cultivation is excessively used to supply nutrient for large fruit produce. This study was conducted to obtain the useful data related to optimum nutrient management technique for fresh jujube cultivation.

METHODS AND RESULTS: Nutrient contents of the jujube orchard soils were investigated at 30 different jujube orchards in Boeun, Chungbuk. Soil samples were collected from the different orchards in June, both 2012 and 2013. Soil chemical properties such as pH, organic matter, available phosphate, and exchangeable potassium, calcium, and magnesium were analyzed. Soil available phosphates in optimum level for jujube cultivation were 7% and 13% of total samples in the 2011 and 2012 respectively, and 73% and 57% were higher than optimum level. In Exchangeable K, 37%, 30% were optimum level, 63%, 67% were higher in the year 2011 and 2012 respectively.

CONCLUSION: These results showed that nutrient contents of soils were accumulated in jujube orchard of

Boeun area. Especially, available phosphate and exchangeable potassium were greatly higher than their optimum level for jujube cultivation respectively.

Key words: Chemical property, Jujube, Jujube orchard soil

서론

대추나무는 식물분류학적으로 갈매나무과 대추나무속 (*Zizyphus jujuba* Miller)에 속하는 교목성 과수로서 세계적으로 중국계대추(*Zizyphus jujuba* Miller)와 인도계대추(*Zizyphus mauritiana* L.)로 생태형이 다른 2종으로 재배되고 있다. 인도계는 주로 인도 및 중국남부에서 재배되고 있는 열대과수이고 중국계는 중국북부를 비롯한 우리나라 전역에서 재배되고 있다. 우리나라 대추에 대한 연구는 1970년대부터 80년대까지 지방재래종 중에서 우수품종을 선발하는 연구(Kim *et al.*, 1980; Kim *et al.*, 1981; Kim *et al.*, 1988)에 주력하여 오다가 그 이후에 몇몇 학자들에 의하여 병해충 방제연구(La and Lee, 1984; Bak and La, 1993; Jee *et al.*, 1998), 대추의 영양성분 및 유효성분 활성연구(Hong *et al.*, 2010; Kim *et al.*, 2011; Hong *et al.*, 2012), 저장연구(Chung *et al.*, 1995; An and Lee, 1997; Park *et al.*, 2006), 건조에 관한 연구(Shin *et al.*, 1999; Hong *et al.*, 2012)가 일부 진행되었다. 대추나무는 토양적응성이 크며 내건성이 강하여 다른 과수에 비하여 재배가 용이한 과수이다.

*교신저자(Corresponding author): Gyeong-Ja Lee
Phone: +82-43-220-5801; Fax: +82-43-220-5809;
E-mail: gyeongja@korea.kr

따라서 우리나라 대기습도가 높은 해안지방을 제외하고 전역에서 재배될 수 있다. 그러나 최근 3년 동안은 동절기 저온으로 곳곳에 동해 피해가 발생하기도 하였다. Kim 등(1980)의 조사에 의하면 우리나라 대추재배분포는 전북과 경북지방이 가장 많고, 경남과 경기지방이 매우 적었으며, 제주도에는 거의 분포되어 있지 않다고 보고하였다.

Kim 등(1989)은 영남지역 대추재배지의 토지이용현황을 조사한 결과, 밭이 44%로 가장 많았고 기존과수원으로부터 과종 전환이 35%이었으며, 곡간 경사답 전환지가 13%이었고, 산지 개간지는 6%라고 보고하였다. 또한, 대추재배지에 대한 토양 화학성을 조사한 결과 유기물, 양이온치환용량, 유효인산함량, 치환성 염기도가 비교적 높아 토양비옥도가 양호한 편이라고 보고하였다. Ahn 등(2011)은 전북지역 과수원 분포지형은 구릉 및 산악지 46%로 가장 많다고 보고하였다. 최근 대추는 기존 과수원을 과종 변경하여 재배하거나 혹은 밭이나 논을 복토하여 재배하는 등 집단화되어지고 있는 실정이다. 2012년도 보은 대추 생산량은 1,165 ton 및 175억원(KFS, 2013)으로 2007년도 427 ton 및 64억원(KFS, 2008)에 비하여 2배 이상 증가하였다. 최근 생대추가 소비자의 관심 과일로 부각되면서 생대추의 안전 생산을 위한 재배법 연구가 시작 단계에 있다. 사과, 배, 복숭아, 포도에 대한 우리나라 주산단지의 토양 화학적 특성 조사는 몇몇 연구자들(Jung *et al.*, 2000; Lee *et al.*, 2000; Seo *et al.*, 2002, Ahn *et al.*, 2011)에 의해 수행되었다. 그러나 대추에 대한 연구는 거의 수행되지 않았을 뿐 만 아니라, 토양검정에 의한 시비량 설정도 최근에서야 설정되었다. 그러므로 대추재배농가는 다른 과종의 시비량으로 비료를 사용하거나 혹은 관행적으로 시비하여 왔다. 따라서 대추과원의 균형적 시비 및 고품질 생과 생산에 적합한 양분관리를 위한 기초 자료를 얻고자 충청북도의 대추 주산단지이고, 주로 생과를 생산하는 보은군에서 대추재배지에 대한 토양 화학적 특성을 조사하였다.

재료 및 방법

토양시료는 2011년과 2012년 보은군일원 대추재배지 30개 지점에서 채취하였다. 시료는 연차 간 토양 화학적 변동을 알아보기 위하여 2011년과 2012년 동일지점에서 채취하였으며, 채취 시기는 추비 시용전인 6월 신초생장기에 채취하였다. 토양시료 채취방법은 나무와 나무사이 중간지점에서 표토를 살짝 걷어낸 후 퇴비가 포함되지 않게 시료를 채취하였고, 조사지점당 표토(0-20 cm 깊이)에서 15곳 이상을 채취하여 고루 섞은 후 일부를 취하여 분석에 이용하였다. 30지점에 대한 읍면별 분포는 보은읍 6지점, 장안면 1지점, 마로면 3지점, 탄부면 4지점, 삼승면 1지점, 수한면 4지점, 화인면 4지점, 내북면 3지점, 산외면 4지점이었다. 채취 지점 중 노지재배가 5지점, 비가림 하우스 재배가 25지점 있었고, 수령별로는 5년 미만인 6개 지점, 6~10년이 17개 지점, 10년 이상이 7개 지점이었다.

토양 화학성 분석은 농업과학기술원 토양 분석법에 준하여 실시하였다(NIAST, 2000). 토양의 pH와 EC는 풍건토양과 증류수를 1:5 (W/V)의 비율로 혼합하여 30분간 진탕한 후, pH는 pH meter (Radiometer M-92, Denmark)로 측정하였고, 전기전도도(Electrical Conductivity, EC)는 Conductivity meter (YSI-32, Ohio, USA)로 측정하여 5배 값으로 나타냈으며, 유기물 함량은 Tyurin법, 유효인산은 Lancaster법으로 비색측정 하였다(Varian Cary 100, Australia). 양이온인 K, Ca, Mg는 1 N ammonium acetate로 침출하여 ICP (Varian Vista-Pro, Mulgrave VIC, Australia)로 분석하였다.

각 성분별 분포율은 한국토양정보시스템(NAAS, 2011)의 대추나무재배 토양의 적정범위를 기준으로 적정범위 미만, 적정범위 및 이상으로 범위를 구분하여 범위별 포함된 개소수를 전체개소수로 나누어 백분율로 표기하였다. 통계분석은 SPSS (12.0K)를 사용하여 5% 유의수준에서 Fisher's least significant difference 검정을 수행하였다.

결과 및 고찰

2011년에 조사된 토양의 화학적 함량은 pH는 6.5, EC는 0.66 dS/m, 유기물은 26 g/kg, 유효인산은 636 mg/kg, 치환성 K는 1.09 cmol_c/kg, 치환성 Ca는 5.5 cmol_c/kg, 치환성 Mg은 1.7 cmol_c/kg이었다(Table 1). 2012년에 조사된 토양의 화학적 함량은 pH는 6.5, EC는 0.86 dS/m, 유기물은 25 g/kg, 유효인산은 530 mg/kg, 치환성 K는 1.01 cmol_c/kg, 치환성 Ca는 5.3 cmol_c/kg, 치환성 Mg은 1.7 cmol_c/kg이었다(Table 1). 2011년 및 2012년 각 성분별 최대 및 최소범위에서 나타난 것과 같이 조사지점별 양분함량 차이가 상당히 컸다. 유효인산 및 치환성 K는 2011년 및 2012년 모두 각각의 적정범위인 300-400 mg/kg과 0.4-0.8 cmol_c/kg보다 높았으며, 최대치가 각각 1,539 mg/kg 및 2.67 cmol_c/kg으로 상당히 높게 축적된 지점도 있었다. Kim 등(1989)의 영남지역 대추 주산지인 경산, 밀양, 청도, 상주의 대추과원 토양 특성 조사 보고에 의하면 경산이 밀양, 청도, 상주에 비하여 토양 화학적 성분 함량이 높았다. 경산 지역의 대추과원에 대한 표토(0-20 cm)의 화학적 함량은 유기물 및 유효인산이 각각 35 g/kg 및 815 mg/kg이었고, 치환성 K, Ca 및 Mg 함량은 각각 0.82, 6.24, 1.25 cmol_c/kg으로 높았다. 밀양 및 상주의 토양 화학적 함량은 상대적으로 낮았으며, 지역적 차이가 있었다. 조사된 보은지역 평균 화학적 함량은(Table 1) 이들 네 지역에 대한 평균 화학적 함량 pH 5.7, 치환성 Ca 5.03 cmol_c/kg, 치환성 Mg 0.84 cmol_c/kg, 치환성 K 0.68 cmol_c/kg 및 유효인산 563 mg/kg과 비교하여 대체적으로 높았으나, Ahn 등(2011)에 의하여 보고된 전북지역 과수원 토양에 비하여는 다소 낮았다. 이러한 결과는 지역에 대한 토양 특성이 다르고, 지역별 재배방식이 다르기 때문인 것이라 생각된다. 보은지역은 생 대추 생산을 위한 비가림 하우스 재배 형태가 많아서

Table 1. Chemical properties of jujube orchard soils investigated in 2011 and 2012 years

| Year | | pH (1:5) | EC ^z (dS/m) | OM ^z (g/kg) | Available P ₂ O ₅ (mg/kg) | Exchangeable Cation (cmol _c /kg) | | |
|------|------|-------------------------------------|---------------------------|---------------------------|--|---|----------|----------|
| | | | | | | K | Ca | Mg |
| 2011 | Avg. | 6.5a [†] ±0.5 [‡] | 0.66a±0.4 | 26a±8.6 | 636a±348 | 1.09a±0.6 | 5.5a±1.5 | 1.7a±0.4 |
| | Min. | 5.6 | 0.16 | 15 | 108 | 0.41 | 2.9 | 0.9 |
| | Max. | 7.4 | 2.12 | 49 | 1406 | 2.67 | 13.7 | 2.7 |
| | Med. | 6.6 | 0.58 | 24 | 603 | 0.95 | 5.2 | 1.7 |
| 2012 | Avg. | 6.5a±0.5 | 0.86a±0.4 | 25a±9.1 | 530a±388 | 1.01a±0.5 | 5.3a±2.8 | 1.7a±0.3 |
| | Min. | 5.6 | 0.29 | 13 | 62 | 0.30 | 2.4 | 1.2 |
| | Max. | 7.5 | 1.96 | 51 | 1539 | 2.48 | 16.1 | 2.5 |
| | Med. | 6.5 | 0.77 | 24 | 465 | 0.92 | 4.8 | 1.6 |

[†]Numbers followed by the same letter within a column are not significantly different(tukey's test at 5% level)

[‡]Average± standard deviation.

^zEC : Electrical Conductivity, OM : Organic Matter

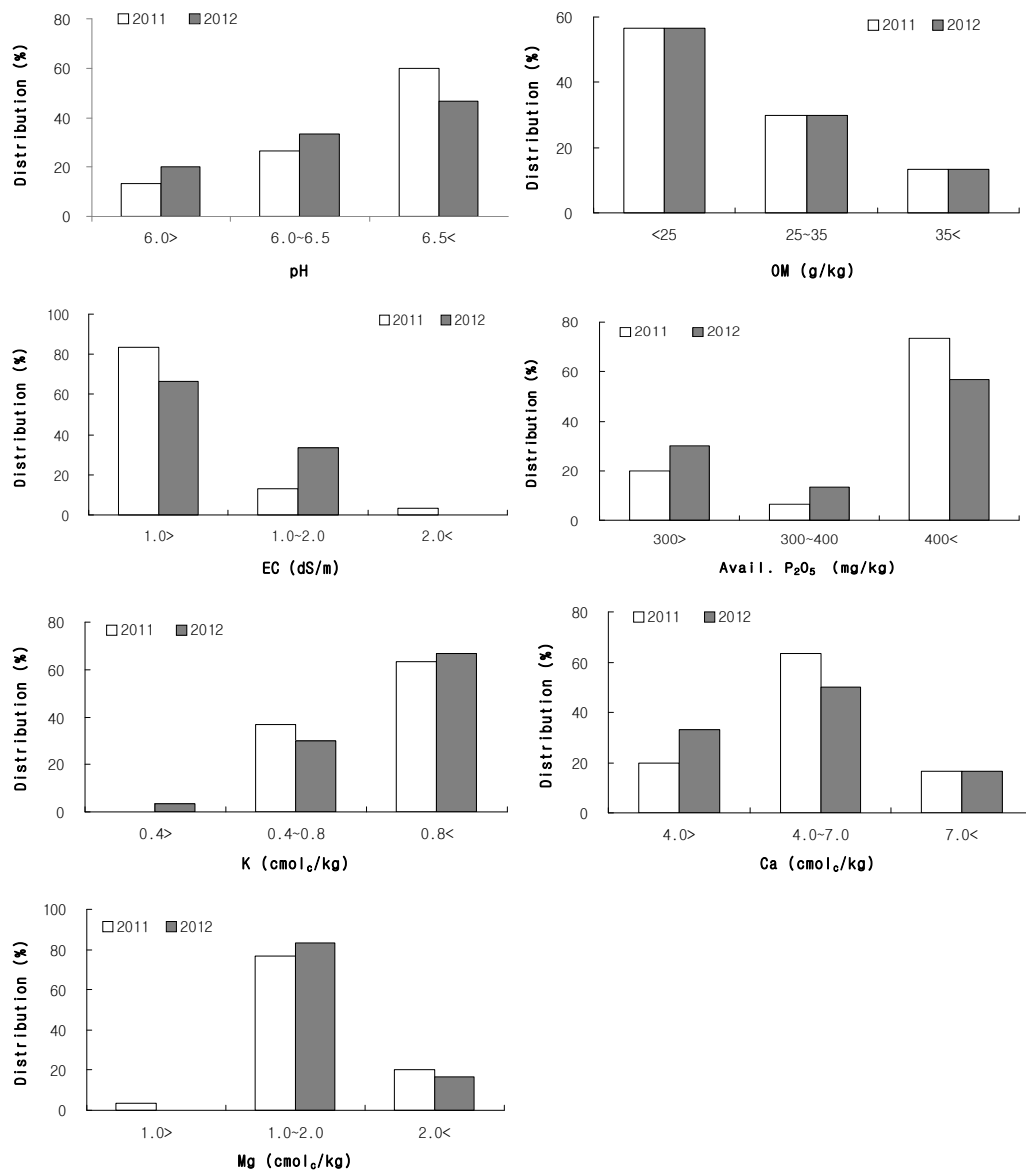


Fig. 1. Distribution of different ranges of soil pH, OM, EC, available P₂O₅ content and exchangeable K, Ca, and Mg contents in soils collected from jujube orchard. EC : Electrical Conductivity, OM : Organic Matter.

과학적 시비관리를 하지 않는다면 토양 양분 축적 가능성이 훨씬 크다. 따라서 토양환경 악화를 방지하기 위해서 토양을 검정하여 시비하는 과학적 시비관리가 필수적이다. 2011년과 2012년 토양의 화학적 특성을 비교하였을 때 유의적 차이는 없었으나, 단순 평균값으로 비교하면 2012년에 조사한 토양의 화학적 성분 함량 중 염류농도만 2011년에 비해 약간 증가하였고, 그 외의 성분은 낮아진 경향을 보였다. 토양에 축적된 양분함량이 낮아진 것에 대해서는 긍정적이라 판단되나, 좀 더 지속적인 조사를 해야 할 것 이라 생각된다.

대추과원 토양의 성분별 적정범위에 대한 분포율 조사 결과는 Fig. 1과 같다. pH의 적정범위(6.0-6.5) 분포율은 2011년도와 2012년도에 각각 27% 및 33%이었고, pH 6.0 이하 분포율은 각각 13% 및 20%였으며, pH 6.5 이상 분포율은 각각 60% 및 47%였다. 유기물은 2011년과 2012년 모두 적정범위(25-35 g/kg) 분포율이 30%, 적정범위 미만 분포율은 57%, 적정범위 초과 분포율은 13%로 유기물에 대한 보충이 필요한 지점이 많았다. 염류농도는 2011년과 2012년 모두 2.0 dS/m 미만으로 적정범위 내에 있었으나, 2012년도에는 2011년에 비하여 1.0 dS/m이하 분포율은 감소하였고 1.0-2.0 dS/m의 분포율은 증가하여 염류농도가 증가하는 지점이 많아졌다. 유효인산의 적정범위(300-400 mg/kg) 분포율은 2011년 및 2012년에 각각 7% 및 13%였다. 300 mg/kg 미만 분포율은 각각 20% 및 30%였으며, 400 mg/kg 초과 분포율은 각각 73% 및 57%로 2011년도에 비하여 2012년도에 약간 감소하였다. 치환성 K의 적정범위(0.4-0.8 cmol_c/kg) 분포율은 2011년에 37% 및 2012년에 30%였고, 0.8 cmol_c/kg 초과 분포율은 2011년 및 2012년에 각각 63% 및 67%였다. 치환성 Ca의 적정범위(4.0-7.0 cmol_c/kg) 분포율은 2011년 및 2012년에 각각 63% 및 50%였고, 4.0 cmol_c/kg 미만분포율이 각각 20% 및 33%였으며, 7.0 cmol_c/kg 초과 분포율은 2011년 및 2012년 모두 17%였다. 치환성 Mg의 적정범위(1.0-2.0 cmol_c/kg) 분포율은 2011년 및 2012년에 각각 77% 및 83%였고, 1.0 cmol_c/kg 미만 분포율은 각각 20% 및 17%였다. 조사지점에 대한 유효인산 및 치환성 K의 적정범위 초과율은 60% 이상으로 관리를 적극적으로 하지 않으면 토양 중에 상당히 축적될 것이라 예측 되었다. 인산의 경우에는 토양 중에서 이동성이 적으므로 토양에 축적될 가능

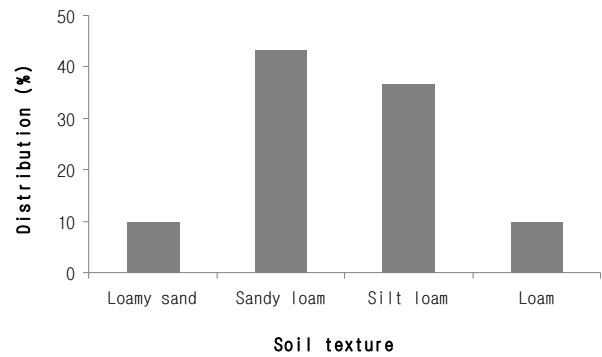


Fig. 2. Distribution about soil texture of investigated jujube orchard soil.

성이 더욱 높다.

조사지점의 토성별 분포율은 농촌진흥청의 한국토양정보 시스템(NAAS, 2011)의 정보를 이용하여 조사한 결과 Fig. 2와 같이 양질사토 10%, 사양토 43%, 미사질 양토 37%, 양토 10%로 사양토 및 미사질 양토가 가장 많았다. 토성에 따른 토양의 화학적 함량은 Table 2에 나타냈는데, 토성별로 유의적 차이는 없었으나, 단순 평균값을 비교하면 치환성 양이온 및 유효인산은 사양토 및 미사질 양토에서 양질사토 및 양토에 비하여 비교적 높았고, 염류농도는 양토에서 높았으며, 유기물은 미사질 양토에서 유의적으로 높았다. 본 조사에서 얻어진 토성은 한국토양정보시스템(NAAS, 2011)의 정보를 활용한 것으로서 복토 등을 통하여 표토에 대한 토양 조성이 달라진 것은 고려하지 않았다. 따라서 위의 결과로 토성별 축적 성분을 논하기는 어려웠다.

보은지역은 고품질 생 대추 생산을 위하여 비가림 하우스로 재배하고 있는 곳 이 많으며 점차 증가되고 있는 추세이다. 비가림 하우스 재배는 강우가 차단되어 있는 상태이기 때문에 노지상태에 비하여 투입된 비료 중 식물이 흡수하고 남은 양분은 토양에 축적될 가능성이 높다. 대추 비가림 하우스는 하우스 지붕을 필요에 의하여 개폐 할 수 있도록 되어 있어서 지붕개폐를 할 수 없는 하우스와는 토양 환경이 다를 수 있고 노지재배 토양환경하고도 다르다. Table 3은 노지재배와 비가림 재배 토양 화학성을 나타낸 것이다. 노지재배 토양의 평균 화학적 함량은 pH 6.4, EC 0.57 dS/m,

Table 2. Chemical properties of jujube orchard soils according to soil texture

| Soil Texture | pH (1:5) | EC ^z (dS/m) | OM ^z (g/kg) | Available P ₂ O ₅ (mg/kg) | Exchangeable Cation (cmol _c /kg) | | |
|--------------|-------------------------------------|------------------------|------------------------|---|---|----------|----------|
| | | | | | K | Ca | Mg |
| Loamy Sand | 6.7a [†] ±0.4 [‡] | 0.61a±0.2 | 19b±5.0 | 234a±115 | 0.73a±0.3 | 4.5a±1.3 | 1.5a±0.2 |
| Sandy Loam | 6.7a±0.3 | 0.81a±0.3 | 23b±5.5 | 568a±309 | 1.13a±0.6 | 5.6a±1.7 | 1.7a±0.3 |
| Silt Loam | 6.2a±0.5 | 0.64a±0.3 | 30a±7.1 | 713a±292 | 1.08a±0.3 | 5.5a±1.7 | 1.7a±0.3 |
| Loam | 6.4a±0.3 | 1.09a±0.5 | 22b±6.0 | 521a±116 | 0.94a±0.2 | 4.7a±0.9 | 1.8a±0.3 |

[†]Numbers followed by the same letter within a column are not significantly different(tukey's test at 5% level)

[‡]Average± standard deviation.

^zEC : Electrical Conductivity, OM : Organic Matter

Table 3. Chemical properties of jujube orchard soils with open field and rain shielding type

| Cropping system | pH (1:5) | EC ^z (dS/m) | OM ^z (g/kg) | Available P ₂ O ₅ (mg/kg) | Exchangeable Cation (cmol _c /kg) | | |
|-----------------|-------------------------------------|------------------------|------------------------|---|---|----------|----------|
| | | | | | K | Ca | Mg |
| Open field | 6.4a [†] ±0.3 [‡] | 0.57a±0.2 | 25a±5.6 | 452a±216 | 0.91a±0.2 | 5.3a±2.4 | 1.6a±0.3 |
| Rain shielding | 6.5a±0.5 | 0.79a±0.3 | 25a±6.8 | 609a±301 | 1.08a±0.4 | 5.4a±1.4 | 1.7a±0.3 |

[†]Numbers followed by the same letter within a column are not significantly different(tukey's test at 5% level)

[‡]Average± standard deviation.

^zEC : Electrical Conductivity, OM : Organic Matter

Table 4. Chemical properties of orchard soils by jujube tree age

| Tree ages (year) | pH (1:5) | EC ^z (dS/m) | OM ^z (g/kg) | Available P ₂ O ₅ (mg/kg) | Exchangeable Cation (cmol _c /kg) | | |
|------------------|-------------------------------------|------------------------|------------------------|---|---|----------|----------|
| | | | | | K | Ca | Mg |
| <5 | 6.5a [†] ±0.5 [‡] | 0.87a±0.3 | 20b±4.8 | 306a±259 | 0.77a±0.2 | 4.7a±1.0 | 1.5a±0.1 |
| 6~10 | 6.7a±0.4 | 0.98a±0.5 | 24ab±6.4 | 586a±334 | 1.12a±0.5 | 6.0a±2.3 | 1.8a±0.3 |
| 11< | 6.1a±0.5 | 0.74a±0.2 | 31a±7.3 | 634a±315 | 1.08a±0.4 | 5.1a±1.1 | 1.6a±0.2 |

[†]Numbers followed by the same letter within a column are not significantly different(tukey's test at 5% level)

[‡]Average± standard deviation.

^zEC : Electrical Conductivity, OM : Organic Matter

유효인산 452 mg/kg 이고, 치환성 K, 치환성 Ca, 치환성 Mg는 각각 0.91, 5.3, 및 1.6 cmol_c/kg 이었다. 비가림 하우스 재배 토양의 평균 화학적 함량은 pH 6.5, EC 0.79 dS/m, 유효인산 609 mg/kg 이고, 치환성 K, 치환성 Ca, 치환성 Mg는 각각 1.08, 5.4 및 1.7 cmol_c/kg⁻¹이었다. 통계적으로 유의적 차이는 없었으나, 단순 평균값으로 비교하면 비가림 하우스 재배토양이 노지재배 토양에 비하여 대체적으로 높았다. 특히 유효인산과 치환성 칼리는 다른 성분에 비하여 더욱 높았다.

보은지역은 2006년부터 대추를 지역 특화품목으로 집중 육성하였기 때문에 그 이전부터 재배해온 몇몇 곳을 제외하고는 수령이 10년 이내가 대부분이다. 대추나무 재배지의 재배 연수에 따라 토양의 화학적 양분함량이 다를 것이라 예측되어 수령별로 토양의 화학적 함량을 조사하여 Table 4에 나타내었다. 통계적 유의성은 인정되지 않았으나, 단순 평균값으로 비교하면 수령 5년 이하의 신규재배지 보다는 6년 이상의 대추재배 토양에서 더 많은 양분이 축적되어 있었다. 대추재배 농가의 양분관리 실태조사 결과 토양검정실시를 하는 농가가 60% 정도였으나, 대부분 실천하지 않고 관행 시비하였고, 90% 이상이 밀거름으로 우분퇴비와 유기질 비료를 사용하였고 웃거름으로 질소와 칼리가 들어있는 추비용 비료를 사용하였다(자료 미제 시). 대추나무에 대한 토양검정 시비량은 최근에 설정되었기 때문에 그동안 토양검정을 실시한 농가는 사과나 혹은 배의 시비기준으로 토양관리 처방을 받는 실정이었다. 현재의 대추 토양검정 시비 추천량은 수령 5년까지는 1년 단위로 구분되어 있고, 그 이상은 모두 같은 시비량으로 설정되어 있다. 수령별로 좀 더 세밀하게 구분할 필요가

있다고 생각된다.

지금까지의 결과로 보은지역의 대추재배지 토양 화학적 함량은 상당히 축적되어 있었으며, 축적된 정도는 조사지점 간에 편차가 상당히 심하였다. 연차별, 토성별, 재배형태별 및 수령별 유의적 차이는 나타나지는 않았으나, 향후 고품질 대추 생산을 하기 위해서는 지속적인 조사와 함께 철저한 과학적 시비관리를 해야 할 것이라 사료된다.

요 약

생 대추 재배에 적합한 양분관리를 위한 기초 자료를 얻고자 2011년과 2012년에 보은군 일원 서로 다른 30개 지점에서 토양 화학성을 조사하였다. 조사 토양에 대한 pH 적정범위 분포율은 2011년도 및 2012년도에 각각 27% 및 33%였고, 유기물 의 분포율은 두해 모두 30%였다. 유효인산의 적정범위 분포율은 각각 7% 및 13%였고, 적정범위 이상이 각각 73% 및 57%였다. 치환성 K의 적정범위 분포율은 각각 37% 및 30%였고, 적정범위 이상이 63% 및 67%였다. 조사 지점에 대한 토성 분포비율은 양질사토, 사양토, 미사질양토 및 양토가 각각 10%, 43%, 37% 및 10%이었다.

Acknowledgment

This study was conducted by support of Rural Agricultural Science & Technology development (PJ00883002), Rural Development Administration, Republic of Korea.

References

- Ahn, B.K., Lee, J.H., and Ha, S.K., 2011. Relationships between soil physico-chemical properties and topography in Jeonbuk orchard fields. *Korean J. Soil Sci. Fert.* 44, 859-865.
- An, D.S. and Lee, D.S., 1997. Effect of maturity and storage temperature on preservation of fresh jujube, *Korean J. Food Sci. Technol.* 29, 758-763.
- Bak, W.C. and La, Y.J., 1993. Control of jujube witches'-broom by post-harvest trunk injection of oxytetracycline, *Jour. Korean For. Soc.* 82, 12-16.
- Chung, D.S., Son, Y.K., Park, N.K., and Kim, Y.B. 1995. Studies on C. A storage of chinese jujube(*Zizyphus jujuba* Miller) and tomato(*Lycopersicum esculentum* Mill). *RDA. J. Agri. Sci.* 37, 702-708.
- Hong, J.Y., Nam, H.S., and Shin, S.R., 2010. Changes on the antioxidant activities of extracts from the *Zizyphus Jujube* Miller fruits during maturation. *Korean J. Food Preserv.* 17, 712-719.
- Hong, J.Y., Nam, H.S., and Shin, S.R., 2012. Physicochemical properties of rip and dry jujube (*Zizyphus jujuba* Miller) fruits. *Korean J. Food Preserv.* 19, 87-94.
- Hwang, K.S., Ho, Q.S., Kim, H.D., and Choi, J.H., 2002. Changes of electrical conductivity and nitrate nitrogen in soil applied with livestock manure. *J. Environ. Qual.* 21, 197-201.
- Jee, H.J., Lim, Y.S., Jung, K.C., and Cho, W.D., 1998. *Phytophthora citricola*, a causal agent of jujube (*Zizyphus jujuba*) fruit rot. *Korean J. Plant Pathol.* 14, 42-407.
- Jung, J.S., Lee, J.S., Choi, C.D., and Youn, J.T., 2000. Correlation between weed community and soil chemical property of main apple orchards in Korea. *Kor. J. Weed Sci.* 20, 99-109.
- Kim, H.H., Jeong, C.H., Park, S.J., and Shin, K.H., 2011. Nutritional components and antioxidative activities of jujube(*Zizyphus jujuba*) fruit and leaf. *Korean J. Food Preserv.* 18, 341-348.
- Kim, J.K., Jung, Y.T., Son, I.S., and Yun, E.S., 1989. Cultivation status and characteristics of the jujube (*Zyzyphus jujuba* M.) cultivation soils in the chief producing district of Yeongnam area. *Res. Rept. RDA(S & F).* 31, 29-36.
- Kim, Y.S., Hong, K.H., and Kim, W.S., 1980. Survey of distribution and characteristics of local strains of *Zyzyphus jujuba* Miller in Korea. *Res. Rept. RDA.* 22, 45-55.
- Kim, Y.S., Hong, K.H., and Kim, W.S., 1981. The selection of local jujube cultivars(*Zyzyphus jujuba* M.). *Res. Rept. RDA.* 23, 24-33.
- Kim, Y.S., Yun, J.S., Yiem, M.S., Hong, K.H., and Kim, W.S., 1988. A new jujube cultiva "Wolchul" for fresh and dry fruit. *Res. Rept. RDA(H).* 30, 89-92.
- La, Y.J. and Lee, D.J., 1984. Distribution of mycoplasma in witches'-broom infected jujube tissue. *Jour. Korean For. Soc.* 67, 28-30.
- Lee, J.Y., Jung, J.H., Kim, S.C., Hwang, S.W., and Lee, C.S., 2000. Chemical properties of korean orchard soils in main apple, pear, grape and peach producing area. *Korean J. Soil Sci. Fert.* 33, 79-84.
- Park, H.W., Guan, J.F., Kim, S.H., Cha, H.S., Park, H.R., and Kim, Y.H., 2006. Development of functional modified atmosphere film for winter date. *Korean J. Food Preserv.* 13, 125-130.
- Seo, Y.J., Kim, J.S., Kim, J.K., Cho, J.U., Kwon, T.Y., and Lee, J.S., 2002. Soil chemical properties of peach orchard and nutrient content of peach leaves in Gyeongbuk area. *Korean J. Soil Sci. Fert.* 35, 175-184.
- Shin, S.R., Han, J.P., Lee, S.H., Kang, M.J., Kim, K.S., and Lee, K.H., 1999. Changes in the components of dried jujube fruit by drying methods. *Korean J. Postharvest Sci. Technol.* 6, 61-65.