

榮養診斷法 確立을 爲한 汁液分析法的 基礎的 檢討

Fundamental Access to Sap Analysis for the Establishment of Nutrient Diagnosis Method

張洪基 · 鄭淳柱

全南大學校 農科大學 園藝學科

Jang, Hong Gi and Soon Ju Chung

Dept. of Hort., Coll. of Agr., Chonnam Nat'l Univ. Kwangju 500-757, Korea

1. 서론

즙액분석은 식물의 영양상태를 측정하는 방법으로 식물체 기관의 일부로부터 즙액을 채취하여 즙액중에 들어있는 가용성 무기요소의 농도를 측정하여 영양진단을 하는 것으로 샘플링을 한 시점에 식물체의 영양상태를 직접 알아내는 것이 가능하다(池田, 1990; Scaife, 1987; 田中, 1991). 식물체의 외관적인 생육불량이나 결핍, 과잉증상이 발현하면서부터는 그에 대한 대응이 지연되기 때문에 결핍이나 과잉증상이 외관적으로 나타나기 전에 즙액분석을 통해 대책을 세울 필요가 있으며, 양액재배에서 영양진단에 기초한 양액관리를 위해 즙액분석 방법이 매우 유효한 수단이 될 것으로 생각된다. 그러나 즙액분석에 의한 영양진단에 관한 보고가 많지 않기 때문에 즙액분석방법을 확립하기 위한 기초자료를 얻은 목적으로 질산태질소의 정량방법, 인산의 정량방법, 즙액추출법, 추출비율, 추출시간 및 채취부위에 관한 검토결과를 보고한다.

2. 재료 및 방법

공시품종은 'Earl's Favorite 春系 F₁号'를 사용하였다. 1993년 1월 11일에 본엽 3~4매의 묘를 발포스티로폼으로 만든 재배베드내 암면슬라브(91×20×7.5cm)에 2주씩 정식했다. 온실내에서 점적노즐(Netafim제)을 이용하여 비순환방식으로 재배했다. 처리는 원시처방 표준배양액 농도를 이용하여 24주를 공시했다. 배양액 급액은 일사비례제어시스템(TAKAKI社)을 이용하여 암면슬라브로부터의 배출액량이 20~40%로 되게 했다.

질산태질소, 인산정량분석법을 검토하기 위해 다른 3개의 절위 즉, 상위(17~20절위), 중위(8~12절위) 및 하위(1~6절위)로부터 엽병을 별도로 채취하여 0.5~1cm로 세절하고 이것을 혼합시켜 시료로 사용하였다. 시료 10g에 증류수 40ml(추출비율 1:4)를 가하여 blender에서 1분간 마쇄한 후 황성탄을 소량 가하여 잘 혼합시켰다. 이것을 흡인여과(No. 2 여과지)시켜 분석에 사용했다. 추출시 마쇄시간(30초, 60초, 120초)의 비교, 추출액의 산 첨가(무첨가, 0.25ml, 0.50ml)의 비교, 추출비율(1:1, 1:4, 1:10)을 비교하기 위해 5월 14일과 15일에 각각 엽병을 5반복씩 분석하였다.

질산태질소는 분석방법을 비교하기 위해 페놀유산법, 자외부흡광도법, 질산태

질소 카드메타측정법을 검토했다. 인산정량방법으로는 바나드몰리브덴산법, 몰리브덴블루비색법을 검토했다. 칼슘, 마그네슘, 칼륨 등의 성분농도는 원자흡광도법으로 분석했다.

3.결 과

페놀유산법, 자외부흡광도법, 질산태질소카드메타에 의한 엽병 및 엽으로부터 즙액내의 질산태질소농도를 제 1도에 나타냈다. 엽병에 있어서 질산태 농도는 하위>중위>상위엽병순으로 나타났다. 엽병을 이용한 즙액분석 방법간에 비교를 해 보면 페놀유산법은 자외부흡광법과 질산태질소카드메타에 비하여 전반적으로 다소 낮은 경향이 보였으나 그 차가 적기 때문에 3개의 방법이 모두 엽병의 질산태질소를 측정하기 위해서는 적절하다고 생각되었다. 엽에서 질산태질소농도는 페놀유산법에 비하여 자외부흡광법 및 질산태질소카드메타에서 거의 절반 정도로 나타났다(그림 1).

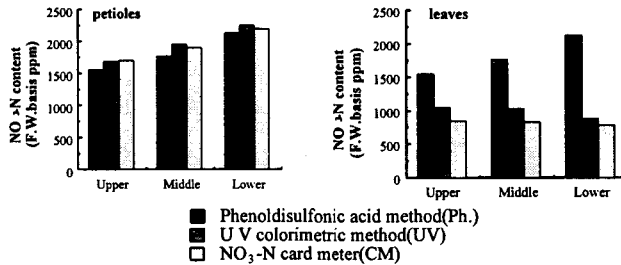


Fig.1 Relationship between NO₃-N content (F.W. basis ppm) in petiole and leaf sap and analytical methods.

바나드몰리브덴산법과 몰리브덴블루비색법에 의한 엽병 및 엽에 있어서 즙액내의 인산농도를 제 2도에 나타냈다. 엽병에 있어서 인산농도는 분석방법에 따라 차이가 거의 나타나지 않았으나 엽에 있어서 인산농도는 중위엽>하위엽≥상위엽의 순으로 나타났다(그림 2).

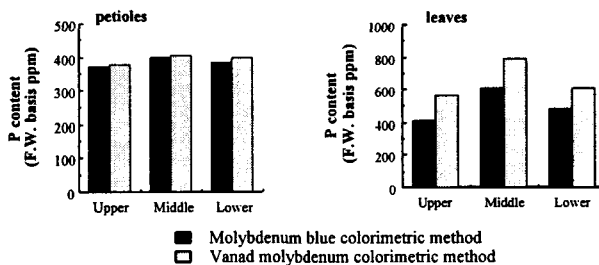


Fig.2 Relationship between PO₄-P content(F.W. basis ppm) in petiole and leaf sap and analytical methods.

서로 다른 비율에서 추출한 즙액의 성분농도를 그림 3에 나타냈다. 질산태질소에서는 추출당일에는 1:2, 1:4, 1:10 모두 거의 차이가 없었으나 1일 보존후의 1:2와 1:10에서는 약 200ppm 정도 높은 경향을 나타냈다. 칼슘에서는 1:4로 거의 안

정한 값을 나타냈으나 1:2와 1:10으로 약간 높거나 낮은 값을 나타냈다.

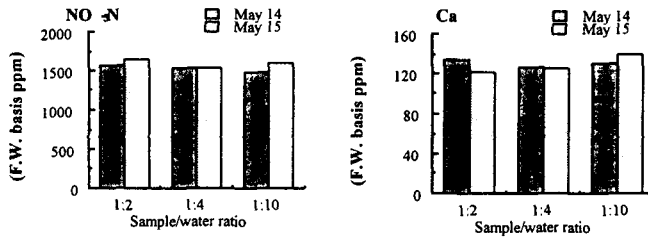


Fig.3 Relationship between mineral element content(F.W. basis ppm) in petiole sap and sample/water rate for extraction.

채취한 샘플의 마쇄시간이 즙액성분농도에 미치는 영향을 그림 4에 나타냈다. 1:4로 추출한 액을 30초, 60초, 120초로 마쇄한 결과 질산태질소, 칼륨에서는 마쇄시간에 따른 차이가 거의 없었다(그림 4). 인산·마그네슘·아연·나트륨에서는 마쇄시간에 따른 차가 거의 보이지 않았다(data 略).

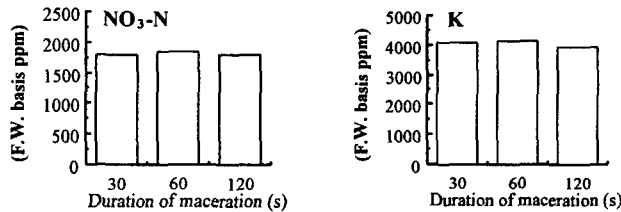


Fig. 4. Relationship between mineral element content(F.W. basis ppm) in petiole sap and duration of maceration.

샘플채취 시각이 즙액성분 농도에 미치는 영향을 그림 5에 나타냈다. 인산에서는 16시>12시>9시 순으로 높은 경향을 보였으며, 칼슘에서는 9시에 480ppm, 12시에서는 590ppm, 16시에서는 140ppm으로 되어 채취시각에 따라 즙액농도의 차가 크게 나타났다. 마그네슘에서도 채취시각의 차가 크게 나타났다(그림 5). 질산태질소, 칼륨에서는 채취시각이 즙액농도에 영향을 미치지 않았다(data 略).

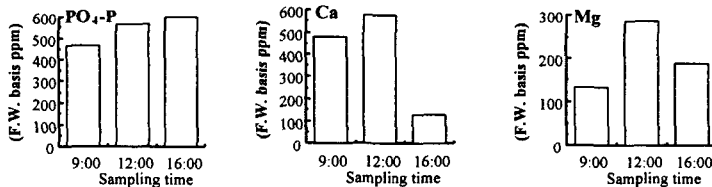


Fig. 5. Effect of sampling time on mineral element content(F.W. basis ppm) in petiole sap.

HCl 첨가가 즙액중의 무기성분 농도에 미치는 영향을 그림 7에 나타냈다. 칼슘, 망간에서는 무첨가구에서 낮은 농도로 HCl 첨가량이 많아짐에 따라 높은 농도를 나타냈다. 아연에서는 무첨가구와 0.25ml의 HCl 첨가구가 거의 차이가 없는데 대하여 0.50ml의 HCl 첨가구는 6ppm에서 약 5배 정도 높은 농도였다(그림 7). 질산태질소, 인산, 칼륨, 마그네슘, 나트륨에서는 HCl 첨가에 의한 차이가 거의 보

이지 않았다(data 略).

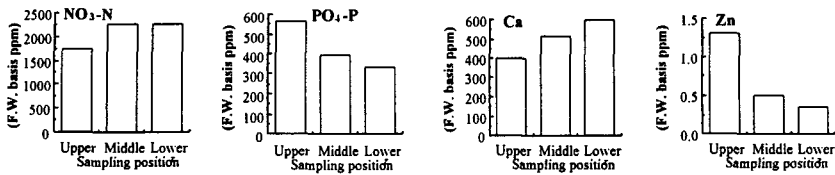


Fig. 6. Effect of sampling position of petioles on mineral element content of the sap(F.W. basis ppm).

²Upper(17 to 20th node), Middle(8 to 12th node), Lower(1 to 6th node).

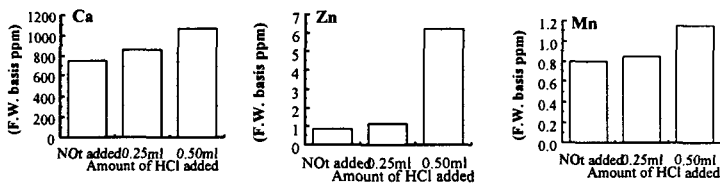


Fig. 7. Relationship between mineral element content(F.W. basis ppm) in petiole sap and addition of HCl.

4.고 찰

현재 질산태질소의 측정에 사용되고 있는 비색분석법은 페놀유산법과 자외부흡광도법의 두가지 분석방법이 사용되고 있다. 페놀유산법은 종래의 식물조직분석 등 극히 저농도의 질산태질소를 가장 정확하게 분석하는 방법으로 사용되고 있다. 그러나 이 방법은 측정하기까지 시간이 걸리게 된다. 예를 들면, 여액 1ml를 도가니에 넣어 탕욕상에서 증발건조시킨 것에 페놀유산액 0.5ml를 가하여 도가니를 회전시켜 증발잔유물을 완전히 축축하게 하여 10분 방치후 2ml 정도 증류수를 넣은 후 유리병으로 혼합시켜 잔류물을 용해시킨 다음 이것을 암모니아로 알칼리성으로 하여 황색으로 발색시켜 증류수를 가하여 50ml 정용한다. 이것을 파장 415nm에서 비색정량하는 방법이다(深山, 1991). 이에 대하여 자외부흡광도법은 여액을 적절히 희석하여 파장 210nm에서 비색정량하는 가장 간단한 측정방법이다. 또한 질산태질소카드메타는 여액 그대로를 질산태질소카드메타로 측정하는 간이분석법이다. 즙액분석은 샘플을 채취하면서 신속히 분석하기 위해서는 정확한 분석량과 간단한 방법이 바람직하다.

엽의 질산태질소 농도는 페놀유산법에 비하여 자외부흡광법 및 질산태질소카드메타에서 거의 절반정도로 나타났다.(그림 1). 그 원인은 엽을 추출할 때에 엽록소가 많이 존재하기 때문에 몇 번 여과를 해도 엽록소가 낮아 그 상태로 분석에 제공했기 때문으로 생각되었다. 엽의 즙액분석을 할 경우에는 페놀유산법이 유효한 방법이나 엽의 즙액분석에 이용되는 경우까지 번잡하고 시간이 걸리기 때문에 엽병을 이용하는 편이 좋다고 생각된다. 즙액분석에는 엽보다 엽병편이 유효하다(山崎, 1992). 따라서 엽병을 즙액분석에 이용하는 경우, 페놀유산법은

측정하기까지 시간이 걸린다는 단점이 있으며 자외부흡광도법은 여액을 적당히 희석하여 분석하는 가장 간단한 측정방법이기 때문에 자외부흡광도법이 유효하다고 생각되었다(그림 1).

인산의 측정에 사용되고 있는 비색분석법은 바나드몰리브덴산법과 몰리브덴블루비색법의 두 가지 방법이 사용되고 있다. 바나드몰리브덴산법은 인산이 몰리브덴산암모늄과 바나진산암모늄에 의해 복염을 생성하여 황색으로 되는 것을 이용한 것이다. 이 방법은 발색이 극히 안정하며, 또한 발색을 방해하는 이온이 극히 적다는 이점 때문에 인산분석에 널리 이용되고 있다. 그러나 극히 저농도의 인산(0~1ppm 정도)을 측정하기 위해서는 감도점으로부터 잘 맞지 않는다(岡本, 1990). 몰리브덴블루비색법은 인산이 몰리브덴산암모늄과 $C_6H_4(OH)_2$ (하이드로키논 용액) 및 Na_2SO_3 (아질산나트륨)에 의해 복염을 생성하여 블루색으로 되는 것을 이용한 것이다. 이 방법은 극히 저농도의 인산(0~2.0ppm)의 시료에 대한 측정 목적에 유리하다. 그러나 표준인산용액을 가한 때부터 시간을 기록하여, 측정 시간을 고려해 측정을 해야 한다. 일정 시간을 지키지 않으면 분석시료가 변화하는 점으로부터 잘 맞지 않는다(永原, 1973).

엽병에 있어서 인산농도는 분석방법에 따른 차는 거의 보이지 않았다(그림 2). 즙액분석은 신속한 간이분석방법이 바람직하기 때문에 일손과 시간이 걸리는 몰리브덴블루비색법보다도 바나드몰리브덴산법을 이용하는 것이 가장 유효한 방법으로 생각되었다. 엽에 있어서 인산농도는 중위엽>하위엽≥상위엽 순으로 나타났다(그림 2). 몰리브덴블루비색법보다 바나드몰리브덴산법은 거의 200ppm 정도 높은 값을 나타냈다. 그 원인은 바나드몰리브덴산법에서는 고농도를 측정하는 경우에 매우 유효한 방법으로 발색이 매우 안정하고 또한 발색을 방해하는 이온이 매우 적기 때문으로 생각되었다. 이에 대하여 몰리브덴블루비색법은 저농도를 측정하는 방법으로 인산이 많이 함유되어 있는 엽에서는 적절하지 않다고 생각되었다. 따라서 엽에 있어서 즙액분석에서는 신속하고 간이한 바나드몰리브덴산법을 이용하는 것이 좋다고 생각되었다.

실제로 식물체로부터 샘플을 취할 때 채취량이 많을수록 분석치의 정도는 높게 된다. 그러나 식물체로부터 샘플채취량이 많으면 그 후 생육에 미치는 영향도 크다고 생각된다. 가능한한 적은 채취량을 이용하여 분석하는 것이 바람직하기 때문에 엽병에 있어서 추출비율이 즙액중의 무기성분 농도에 미치는 영향에 관하여 검토한 결과 추출비율에 의한 즙액성분농도는 차이가 없었으나 분석자에 따라 오차가 나타나며, 추출비율에 따른 차는 거의 보이지 않는다고 보아도 좋다고 생각되었다.

채취한 샘플은 추출할 때 어느 정도 시간에서 마쇄하면 좋은가를 검토한 결과 마쇄시간에 따른 농도의 차는 거의 보이지 않았으나 30초 마쇄에서는 엽병이 마쇄되지 않고 남아있는 것이 있었다. 따라서 마쇄시간을 60초로 하는 편이 좋다고 생각되었다.

온도, 습도, 광강도 등의 1일중의 환경조건은 식물체의 양분흡수 및 체내의 성분이동에 대하여 영향이 크다고 생각되기 때문에 샘플채취시각이 즙액농도에 미

치는 영향을 검토한 결과 인산에서는 16시>12시>9시의 순으로 높은 경향을 나타냈다. 칼슘에서는 9시에 480ppm, 12시에 590ppm, 16시에 140ppm이 되어 채취 시각의 차가 크게 나타났다. 따라서 앞으로 이러한 사실에 대해서는 상세한 검토가 요망되었다.

본 연구에서 이용된 즙액분석법은 결핍이나 과잉증상이 외관적으로 나타나기 전에 즙액분석에 의한 영양상태를 진단하여 대응이 가능하다고 생각되었으며, 양액재배에서의 영양진단에 기초한 배양액관리를 하기 위해서 이 방법은 매우 유효한 수단이 되리라고 생각되었다.

5.적 요

본 연구는 양액재배에서 영양진단에 기초한 배양액관리를 하기 위해 유효한 수단으로 이용되고 있는 신속하고 간편하며 정확한 즙액분석 방법(질산태질소의 정량방법, 인산정량방법, 즙액추출법, 추출비율, 마쇄시간 및 샘플채취 부위 등)들에 관한 비교검토를 하였다. 'Earl's Favorite 春系 F₁号'를 1993년 1월 11일에 파종하여 본엽 3~4매의 묘를 스티로폼베드내 암면슬라브에 정식하여 비순환방식으로 재배했다. 즙액분석법은 결핍이나 과잉증상이 외관적으로 나타나기 전에 신속하고 간편한 즙액분석법에 의해 작물체의 영양상태를 진단하여 대응이 가능하다고 판단되었다.

즙액분석시 질산태질소의 분석에는 자외부흡광도법, 인산분석에는 바나드몰리브덴산법이 추천되었고, 추출비율은 1:4로, 엽병의 마쇄시간은 60초, 그리고 채취 부위는 일정부위로 하는 것이 바람직하다고 판단되었다. 그러나 샘플채취시간에 대해서는 채취시간에 따른 차이가 크기 때문에 앞으로 보다 상세한 검토가 요청되었다.

6.참고 문헌

1. 池田英男, 宇留嶋美奈, 鈴木芳夫. 1991. 園藝作物の營養診斷に關する研究(第2報) 試料の調整法ならびにトマト葉柄より採取した汁液の無機要素濃度. 園學雜 60別2:330-331.
2. 田中和夫. 1991. 汁液分析によるトマトの營養診斷. 園學雜 60別2:328-329.
3. 山崎晴民, 六本木和夫. 1992. 葉柄汁液中の硝酸態窒素によるトマトの營養診斷. 土肥要旨集 第38集. 82.
4. Scaipe, A. 1987. Field measurements of sap and soil nitrate to predict nitrogen top-dressing requirements of Brussel-sprouts. J. Plant Nutrition 10(9-16):1705.
5. 深山政治, 井田 明, 徳氷美治, 森 哲郎. 1991. 土壤養分分析法. pp.191-193.
6. 永原太郎. 1973. 食品分析法. 自田書店 pp.159.
7. 岡本信行. 1990. 植物營養實驗法. 博友社 pp.365-405.