

수경재배시 양액 조성 처리가 몇가지 엽채류의 내적 품질에 미치는 영향

강호민* · 김일섭
강원대학교 원예학과

Effect of Nutrient Solution Composition Modification on the Internal Quality of Some Leaf Vegetables in Hydroponics

Ho-Min Kang* and Il Seop Kim

Department of Horticulture, Kangwon National University, Chunchon 200-701, Korea

Abstracts. This study was conducted to find out the change of internal quality, such as vitamin C and nitrate contents in some leaf vegetables grown hydroponically in different nutrient conditions. Pak-choi (*Brassica campestris* L. spp. *chinesis* Just.), chungchima (*Lactuca sativa* L. var. *crispa* cv. Chungchima) and romaine (*Lactuca sativa* L. var. *longifolia* Lam.) lettuces were cultivated for 2 weeks in 4 different nutrient solutions, such as tap water; no-nutrient, added NH_4 , discarded NO_3 , and supplied Yamazaki' solution for lettuce as a control. The growth of leaf vegetables was not different among nutrient solution treatments except tap water. The nitrate content showed the highest in control, and followed by $+\text{NH}_4$ treatment, $-\text{NO}_3$ and tap water treatment, regardless of kind of vegetables. The vitamin C content in 3 different vegetables showed the opposite result against nitrate content so that the treatment that showing the highest vitamin C content was tap water in romaine and chungchima lettuces, and $-\text{NO}_3$ treatment in pak-choi. The vitamin C and the nitrate content showed high correlations; $r=-0.614^*$ in pak-choi, -0.651^* in romaine lettuce, and -0.804^{**} in chungchima lettuce.

Key words : chungchima lettuce, nitrate, pak-choi, romaine lettuce, vitamin C

*Corresponding author

서 언

소득수준의 향상과 더불어 국민의 건강에 대한 관심이 높아져 농산물의 기능성 및 안전성이 중요시 되고 있다. 유럽에서는 농산물 안전성 검사항목에 잔류 농약 뿐만 아니라 1996년부터는 채소별 질산염함량허용치를 두고 있으며 최근에는 인도에서도 엽채류내 질산염의 안정성에 대한 관심이 커지고 있다(Anjana 등, 2007). 우리나라에서도 1990년대 후반부터 농산물의 질산염 함량에 대한 관심이 많아져 허용기준에 대한 논의가 진행 중인데, 배양액 조성에서 NH_4^+-N 비율을 높여 생체내 질산염 함량을 낮추는 실험이 수행되기도 하였다(Park 등, 1995; Son, 2000). 이와 같이 수경재배 시 생육기간 중에 배양액의 NO_3^--N 농도를 낮추면

체내의 질산염 함량은 낮아지지만 생육은 상당히 억제 된다고 보고되었다(Schnitzler와 Gruda, 2002). 이러한 배양액 조성변화로 인한 생육저하를 최소화하면서 품질변화를 보기 위해 Kim과 Kim(2001)은 잎상추를 수확 6일전부터 $\text{NO}_3^--\text{N} : \text{NH}_4^+-\text{N}$ 비율을 달리하여 재배하여 NH_4^+-N 의 함량이 높아질수록 체내 질산염 함량이 감소한다고 결과를 보고하기도 하였다. 또한 녹색 채소의 잎에 높은 질산염 함량은 청색증을 유발 시킬 뿐만 아니라 비타민 C 함량도 감소시켜 채소의 영양적 가치 또한 저하시킨다(Mazafar, 1996). 같은 조건에서 재배된 케일의 잎에서 질산염 함량이 높을수록 비타민 C 함량이 낮았다는 보고도 있었다(Kang 등, 2005).

본 연구는 엽채류의 수경재배시 양액조성 및 단비처

리에 의한 질산염 함량과 비타민 C 함량의 변화에 대해 알아보려고 수행되었는데, 이러한 수경재배를 통한 품질향상연구는 최근 들어 농산물의 안전성과 기능성에 대한 소비자의 높은 욕구를 일부나마 충족시킬 수 있을 것이라 생각된다.

재료 및 방법

청경채, 청치마상추, 로메인상추(아시아종묘)의 3가지 작물을 육묘용 배지(홍농바이오상토1호)가 충전된 plug tray에서 파종하여 30일간 육묘하였다. 육묘한 묘는 수세하여 강원대학교 원예학과 유리온실내 Deep Flow Culture(DFC) 시스템에 정식하였다. 3가지 엽채류는 처리당 12개체씩 아마지키 상추용 양액으로 3주일간 재배한 후 2주간 서로 다른 양액 조건에서 재배하였는데 아마지키 상추용 양액을 계속 사용한 대조구(YS-1X; NO₃:NH₄=12:1), 수돗물로 재배한 단비처리구, 양액에서 NO₃를 제거한 -NO₃처리구, 그리고 NO₃:NH₄를 4:2.5로 처리한 +NH₄처리구를 두었다(Table 1). 단비처리구는 EC 0.1mS/cm, pH6.5이었으며, 3가지 양액은 EC 1.2±0.1mS/cm, pH는 6.2~6.7 범위에 있었다. 재배중 양액은 EC 1.0 이하와 pH는 6.0 이하 7.0 이상일 때 교환하였다. 양액과 단비처리 후 2주일 후에 생육을 비교하였으며, 질산염과 비타민 C 함량을 RQflex test kits(Reflectoquant analysis system, Merck, Germany)을 이용하여 측정하였다(EMD chemicals, 2005). 모든 시험구는 10 반복으로 임의 배치하였고, 통계처리는 Microsoft Excel 2002 program을 이용하여 표준편차로 나타내었다.

결과 및 고찰

양액조성처리와 단비처리한 3가지 작물의 생육을 비교하였는데, 대조구(기존의 상추용 아마지키 배양액 1배처리)에서 지상부 생체중이 가장 무거웠고, 다음으로 NO₃와 NH₄의 비율을 기존의 12:1에서 4:2.5로 높인 +NH₄처리구에서 높았으며 단비처리구에서 가장 가벼웠다(Fig. 1). 그러나 처리간 차이에 통계적 유의성은 대조구와 단비 처리구간에서만 나타나 3주일간 기존 배양액에서 재배한 후 수확 2주일 전부터 처리한 배양액에 의한 생육저하는 뚜렷하게 나타나지 않았다.

Table 1. Composition of 3 different nutrient solutions supplied to 3 crops for 2 weeks. These nutrient solutions was modified from Yamazaki's solution for lettuce (YS).

| Nutrient elements | NO ₃ -N | NH ₄ -N | P | Ca | K | Mg | S | Cl |
|-------------------|--------------------|--------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | me·L ⁻¹ | | | | | | | |
| YS | 6.0 | 0.5 | 1.5 | 2.0 | 4.0 | 1.0 | 1.0 | 0.0 |
| +NH ₄ | 4.0 | 2.5 | 2.0 | 2.0 | 3.8 | 1.0 | 2.5 | 1.5 |
| -NO ₃ | 0.0 | 0.0 | 2.0 | 2.0 | 3.8 | 1.0 | 3.0 | 2.0 |

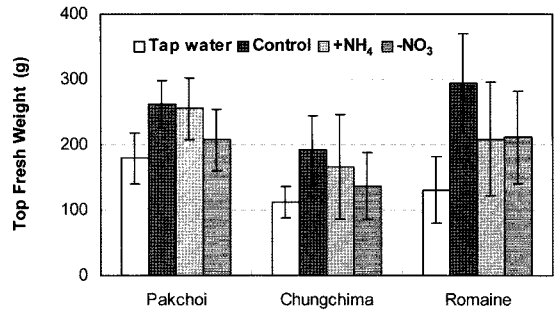


Fig. 1. The top fresh weight of 3 crops; pak-choi (*Brassica campestris* L. spp. *chinesis* Justl.), chungchima (*Lactuca sativa* L. var. *crispa* cv. Chungchima) and romaine (*Lactuca sativa* L. var. *longifolia* Lam.) lettuces grown in different nutrient solutions, such as tap water, control (Yamazaki's solution for lettuce), added NH₄ (+NH₄) and discarded NO₃ (-NO₃) for 2 weeks after cultivating in Yamazaki's solution for 3 weeks. The vertical bars represent ±SD (n=4).

결구상추의 경우 NO₃-N:NH₄⁺-N 비율이 높아질수록 생육이 저해되었다(Won 등, 1996)고 하였으나, 본 실험에서는 정상생육 이후 2주간만 처리하여 배양액내 NH₄ 상승이나 NO₃ 감소로 인한 생육저하가 적었던 것으로 보인다. 또한 수확전 6일간 NO₃⁻:N:NH₄⁺-N 비율을 달리 처리한 상추에서도 생육에 큰 차이는 없다고 하였다(Kim과 Kim, 2001).

2주일간 양액처리 후 측정된 생체내 질산염 함량은 대조구에서 가장 높았으며 다음으로 +NH₄처리구, 그리고 -NO₃처리구 순서였으며 단비처리구에서 역시 가장 낮았다(Fig. 2). 기존의 보고에서 질산염 함량 감소 효과가 보고된 +NH₄처리구의 경우 대조구인 대조구와의 질산염 함량 차이에 통계적 유의성은 로메인 상추에서만 나타났다. -NO₃처리구와 단비처리구간에는 작물별 다소 양상이 다르게 나타났으나 3 작물 모두 가장 낮은 질산염 함량을 보였고, 대조구와의 차이에 통계적 유의성이 있었다. 비타민 C 함량은 기존의 보고

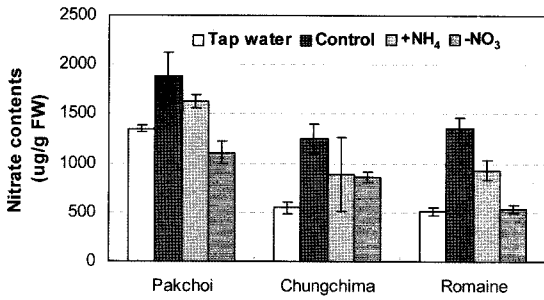


Fig. 2. The nitrate contents of 3 crops; pak-choi, chungchima leaf lettuce, and romaine lettuce grown in different nutrient solutions mentioned in fig 1. The vertical bars represent \pm SD (n=4).

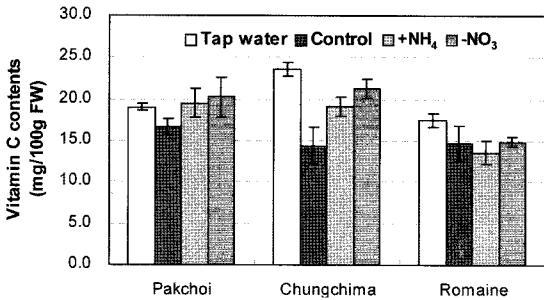


Fig. 3. The vitamin C contents of 3 crops; pak-choi, chungchima leaf lettuce, and romaine lettuce grown in different nutrient solutions mentioned in fig 1. The vertical bars represent \pm SD (n=4).

(Shou 등, 2006; Toor 등 2007)에서 나타난 바와 같이 대체로 체내 질산염 함량이 높았던 처리구에서 낮았고 반대로 질산염 함량이 낮았던 처리구에서 높게 나타났다(Fig. 3). Mazafar(1993)에 의하면 원에산물에 있어 체내 질산염 질소의 함량과 비타민 C 함량은 역

의 상관관계를 보인다고 하는데, 절구 상추의 경우 외엽으로 갈수록 질산염 질소의 함량은 감소하나, 정반대로 비타민 C 함량을 증가하였다. 시금치의 경우도 비료를 달리 시비한 실험에서 질산염 함량과 비타민 C 함량은 역의 상관을 보였다. 또한 엽색이 다른 케일 잎에서도 체내 질산염 질소의 함량과 비타민 C 함량은 고도의 역의 상관관계가 있다고 보고되었다(Kang 등, 2005).

이상의 결과에서 얻은 엽채류의 질산염과 비타민 C 함량간에 상관관계를 알아보기 위해 회귀식과 상관계수를 구하였는데 3 작물 모두 상관계수가 음수로 나타나, 질산염과 비타민 C 함량은 서로 반비례관계에 있음을 알 수 있었다. 질산염과 비타민 C 함량간 상관계수(r)는 청경채는 -0.614, 로메인상추는 -0.651로 5% 수준의 상관관계가 인정되었으며 청치마상추는 -0.804로 1% 수준의 고도의 상관관계를 나타내어 엽채류 수경재배시 양액처리를 통해 얻을 수 있는 저질산염 엽채류는 비타민 C 함량이 높은 고 기능성을 가질 수 있음을 알 수 있었다.

적 요

본 실험은 양액조성 및 단비 처리에 의한 엽채류의 질산염과 비타민 C와 같은 내적품질 변화를 알아보고자 하였다. 2주일간 정상적인 배양액에서 재배한 후 다시 2주일간 서로 다른 조건의 양액에서 재배한 청경채, 청치마상추, 로메인상추는 단비처리구를 제외하고는 생육에 큰 차이를 보이지 않았다. 내적 품질로 질

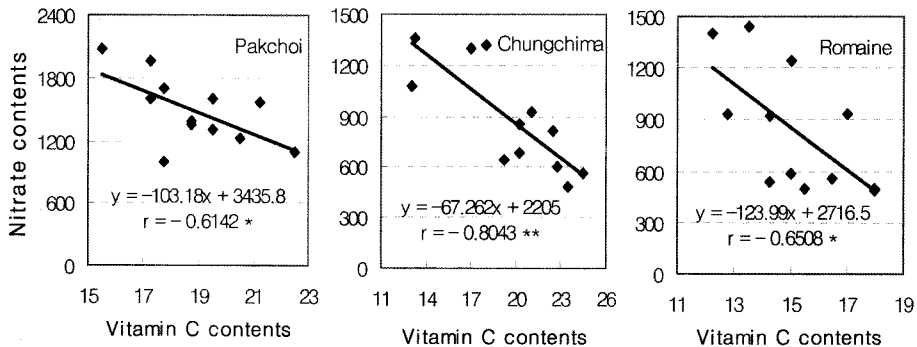


Fig. 4. Correlation between nitrate contents and vitamin C contents in leaves of 3 crops; pak-choi, chungchima leaf lettuce, and romaine lettuce grown in different nutrient solutions, such as tap water (no-nutrient), control (Yamazaki's solution for lettuce), +NH₄ (added NH₄) and -NO₃ (discarded NO₃) for 2 weeks after cultivating in Yamazaki's solution for 3 weeks. *, ** Significant at 5% and 1% level, respectively (n=12).

산염은 아마자키 상추 1배 양액 처리구에서 가장 높았으며 다음으로 +NH₄ 처리구 순서였고 -NO₃와 단비 처리구에서 가장 낮았다. 비타민 C 함량은 대체로 질산염과 반대의 결과를 나타내어 청치마, 로메인상추에서는 단비처리구에서 청경채는 -NO₃처리구에서 가장 높았다. 이들 질산염과 비타민 C 함량간의 상관계수는 청경채는 -0.614, 로메인상추는 -0.651이었으며 특히 청치마상추는 -0.804를 나타내었다.

주제어 : 로메인상추, 비타민 C, 질산염, 청경채, 청치마상추

사 사

이 논문은 강원대학교 농업과학연구소 지원으로 수행되었음.

인 용 문 헌

1. Anjana, S.U., M. Iqbal, and Y.P. Abrol. 2007. Are nitrate concentrations in leafy vegetables within safe limits? *Current Science* 92:355-360.
2. EMD chemicals. 2005. www.emdchemicals.com/analytcs/
3. Ikeda, H. and T. Osawa. 1981. Nitrate-and ammonium-N absorption by vegetables from nutrient solution containing ammonium nitrate and the resultant change of solution pH. *J. Japan. Soc. Hort. Sci.* 50:225-230.
4. Kang, H.M. I.S. Kim, and J.H. Won. 2005. Evaluation of internal quality of kale leaf by non-destructive color measurement. *J. Bio-Environ. Cont.*14: 137-143 (in Korean).
5. Kim, H.J. and Y.S. Kim. 2001. Effect of NO₃⁻-N : NH₄⁺-N ratio on the NO₃ content in leaf lettuce cultured by a deep flow technique. *J. Bio-Environ. Cont.* 10:50-54 (in Korean).
6. Mozafar, A. 1996. Decreasing the NO₃ and increasing the vitamin C contents in spinach by a nitrogen deprivation method. *Plant Foods for Human Nutrition* 49:155-162.
7. Park, K.W., J.H. Lee, and M.H. Chiang. 1994. Effects of NO₃⁻-N : NH₄⁺-N ration in nutrient solution on growth and quality of welsh onion (*Allium fistulosum* L.) *J. Bio-Environ. Cont.* 3:99-105 (in Korean).
8. Schnitzler, W.H. and N.S. Gruda. 2002. Hydroponics and product quality p. 373-385. In: Savva, D and H. Passam(eds). *Hydroponics production of vegetables and ornamentals*. Embryo Publication, Athens, Greece
9. Shou, S., G. Lu, and X. Huang. 2007. Seasonal variations in nutritional components of green asparagus using the mother fern cultivation. *Scientia Horticulturae* 112: 251-257.
10. Son, S.M. 2000. Development of reduction technology for nitrate accumulation in vegetables. ARPC. Minister of Agriculture and Forestry of Korea (in Korean).
11. Toor. R.K. G.P. Savage, and A. Heeb. 2006. Influence of different type of fertilizers on the major antioxidant components of tomatoes. *J. Food Composition and Analysis* 19: 20-27.
12. Won, S.Y., Y.R. Cho, and Y.B. Lee. 1996. Effects of NO₃⁻-N : NH₄⁺-N ration and elevated CO₂ on growth and quality of *Latuca sativa* L. in nutrient film technique. *J. Bio-Environ. Cont.* 5:120-130 (in Korean).