

정식전 pH 변화를 수반한 토양 용탈이 딸기의 생육, 무기염 흡수 및 수확량에 미치는 영향

최종명* · 정석기¹ · 이영복²

배재대학교 원예조경학부, ¹충청남도 농업기술원, ²충남대학교 원예학과

Effect of Pre-plant pH Change and Leaching on Crop Growth, Nutrient Uptake and Yield of Strawberry (*Fragaria × ananassa* Duchesne) 'Nyoho'

Jong Myung Choi*, Suck Kee Jung¹, and Young Bok Lee²

Division of Hort. and Landscape Architecture, Paichai University, Daejeon 302-735, Korea

¹Chungnam Agricultural Research and Experimental Services,
365 Jonggyung-Li, Yesan-Gun, Chungnam 340-860, Korea

²Department of Horticulture, Chungnam National University, Daejeon 305-764, Korea

Abstract. This research was conducted to determine the effect of soil pH change followed by leaching with ground water on crop growth, yield and nutrient uptake of strawberry. Treatments were leaching with ground water (A), hydrated lime application of dissolved portion in 500 g·L⁻¹ solution followed by leaching (B), application of Al₂SO₄ solution with the concentration of 0.75 g·L⁻¹ followed by leaching (C), pH elevation by (B) followed by pH lowering by (C), then leaching (D). Soil samples taken before experiment had 6.0 in soil pH. But the pH of all treatments taken after pH changes and leaching were in the range from 5.8 to 6.2 without statistical differences among treatments. Electrical conductivity of soils taken before experiment was 1.82 dS·m⁻¹ and those of (A), (B), (C), and (D) were 1.65, 1.72, 1.71 and 1.83 dS·m⁻¹, respectively. The plant height in treatment (C) was 20.4 cm at 80 days after transplanting which was the highest among treatments tested. The other growth characteristics did not show statistical differences among treatments. Tissue contents of Fe, Mn, Zn, Cu and B in treatment (C) were higher than those of other treatments at 80 days after transplanting. The treatment (C) had the highest number of special sizes and fruit weight per 50 plants such as 137 and 3,784 g, respectively. The treatment also had 3,123 kg in total fruit weight and 2,489 kg in marketable fruit weight per 10 are. The treatment (B) also had good results such as 2,820 kg in marketable fruit weight per 10 are.

Additional key words : hydrated lime, Al₂SO₄, pH lowering, pH elevation

*Corresponding author

서 언

Hannan(1998)은 포화추출법에 의해 측정된 토양 EC가 4.0 dS·m⁻¹ 이상일 때 염류가 집적된 토양이라 하였다. 집적된 무기염을 제거하기 위해서는 관수를 통한 지하수로의 용탈이 가장 바람직하고, 용탈율은 관개 수의 EC와 무기염의 집적 정도에 따라 변화시켜야 한다고 하였다. 그는 또한 제염방법을 설명하면서 표토에 다량 관수하여 대공극을 통해 자연스럽게 지하수로 용

탈되어야 한다고 하였으며, 토양에 조금씩 자주 관수하여 토양의 미세공극 사이에 수분이 충분 할 경우 불포화류의 증가를 통해 측면으로의 수분 및 염류 이동이 발생하여 제염효과가 크지 않다고 하였다. 그는 제염을 위한 관수량의 경제성을 분석하였는데 시설재배 시 전체 작물 생산비 중에서 관수 및 시비에 소요되는 비용이 크지 않음에도 불구하고 재배농가에서는 무기염의 용탈을 등한시하여 결국 수확량 감소로 빈번하게 연결된다고 하였다.

시설재배지 토양의 염류집적은 오래 전부터 인식되어 온 문제이다. 그러나 이를 해결하기 위해 Hannan (1998)이나 Nelson(1991) 등, 미국에서의 보고는 용탈을 통한 제염이 효과적이라고 하였으나 국내에서는 식물의 흡수량 증가를 통해 제염효과를 얻으려고 하거나 (Kang 등, 1997; Song 등, 1996), 또는 단순히 염류 집적 상태를 보고하는 내용이 주류를 이루고 있다 (Kwak 등, 1996; Jung 등, 1996). 한편 Landsay(1979)가 주장한 바와 같이 토양에 집적된 무기염은 토양 pH의 변화에 의해 가용화 또는 불용화 된다. 따라서 시설하우스 내의 토양 pH를 변화시켜 특정 무기원소를 가용화시킨 후 용탈시킬 경우 제염효과가 우수할 것으로 예상되나 관련 연구자료가 전무한 상황이다. 일반적으로 토양 pH를 급격히 일괄리로 변화시키기 위해서는 생석회나 소석회를 물에 용해시킨 후 상등액만 관주하고, 산성으로 변화시키기 위해서는 Al_2SO_4 나 유황을 물에 용해시킨 후 관주하고 있다(Nelson, 1991; Hannan, 1998).

본 연구는 딸기 시설재배에서 토양 pH 변화를 수반한 제염방법이 딸기 생육, 수량 및 무기원소 흡수에 미치는 영향을 구명하기 위하여 수행하였다.

재료 및 방법

다년간 딸기를 시설재배하여 많은 무기염이 집적된 토양을 작토층이 균일하게 혼토될 수 있도록 정지 작업한 후에 다음과 같이 제염을 실시하였다. (A) 관수 처리에 의한 용탈, (B) 생석회를 $500\text{ g} \cdot 20\text{ L}^{-1}$ 로 용해시킨 후 그 상등액을 관주하여 pH를 상승시키고 3주간을 기다렸다가 용탈, (C) 황산알루미늄 용액 ($0.75\text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$)을 관주하여 pH를 저하시키고 3주간을 기다렸다가 용탈, (D) (B)와 동일하게 pH 상승 후 다시 (C)와 동일한 방법으로 pH 저하시킨 후 용탈시킨 4처리로 실험하였다.

본 실험은 4처리 4반복으로 포장을 구획한 후 라틴 방각법으로 시험구를 배치하였다. 제염시킨 토양에는 기비로 퇴비(5 ton/10a)와 무기질비료($N-P_2O_5-K_2O=7.0-5.9-8.3\text{ kg}/10a$)를 공급하고 딸기 ‘여봉’을 2000년 10월 2일에 정식하였다. 추비는 NK비료를 지하수에 $2\text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 의 비율로 용해시킨 용액을 전 생육기간 동안 10a당 750 L의 비율로 12회 관주하였다.

시비방법을 적용하여 딸기를 재배한 후 생육, 수확량, 무기염의 토양집적 및 무기원소 흡수에 미치는 영향을 조사 및 분석하였다. 생육에 미치는 영향은 정식 80일 후에 초장, 엽병장, 엽장, 엽폭 및 관부직경을 조사하였다. 정식 후 180일 동안 수확량을 조사하였으며 수확된 과일은 과중 25 g 이상의 특대과, 17~25 g의 대과, 10~17 g의 중과, 그리고 10 g 이하의 소과로 구분하였고, 모든 과일을 합산하여 10a당 수확량을 산출하였다.

토양분석을 위해 시험 전 기비 혼합 후와 작물 수확 후 2회에 걸쳐 토양시료를 채취하여 pH 및 EC는 포화추출법(Warncke, 1986)으로 측정하였으며, 추출된 토양 용액을 이용하여 NH_4^+-N (Chaney & Marback, 1962), $NO_3^- - N$ (Cataldo 등, 1975), $P_2O_5^{-3}$ (Murphy-Riley method, 1962)는 비색정량하였다. 양이온치환용량 측정은 ammonium acetate(pH 7.0) 방법(Hendershot 등, 1993)을 적용하였다. 치환성양이온은 양이온치환용량 분석을 위해 NH_4OAc 로 치환시킨 용액 속에 존재하는 양이온을 원자흡광분석계로 분석하였다.

식물체의 무기원소 함량 분석을 위해 정식 80일 후에 지상부를 채취하여 분석시료로 이용하였다. 채취한 식물체는 0.2 N HCl로 1분간 세척한 후 증류수로 다시 수세하고, 75°C 건조기에서 24시간 동안 건조하였다. 건조 후 20 mesh체(직경 0.9 mm)를 통과하도록 유발을 이용하여 분쇄하였고 건조시료 일부는 Kjeldahl 방법(Eastin, 1978)에 의한 전질소(T-N)함량 분석에 이용하였다. 그리고 기타 원소를 Choi(1994)의 방법을 통해 건식분해 후 원자흡광분석계로 분석하였다.

토양 및 식물체 분석에서 질소분석은 Kjeldahl 분해 및 증류장치(Buchi digestion unit 412 및 distillation unit B-324), 비색정량은 흡광분석기(CE-5001, Cesil), 기타 무기원소 분석을 위해 원자흡광분석계(A·A-680, Shimadzu), 그리고 pH meter(Fisher-20)와 EC meter(Orion-50)를 사용하였다.

결과 및 고찰

제염방법을 달리한 후 딸기를 정식하기 전 토양 시료를 채취하여 ammonium acetate(pH 7.0) 방법으로 무기원소 분석한 내용을 Table 1에 나타내었다. 토양 pH는 제염 전 6.0으로 측정되었으나 제염 후 토양

정식전 pH 변화를 수반한 토양 용탈이 딸기의 생육, 무기염 흡수 및 수확량에 미치는 영향

Table 1. Effect of pH change and leaching on the chemical properties of PE film house soil collected at transplanting of strawberry cv. Nyoho.

| Treatment ^z | pH | EC (dS · m ⁻¹) | NH ₄ -N ----- (mg · L ⁻¹) ----- | NO ₃ -N ----- (mg · L ⁻¹) ----- | P ₂ O ₅ | K ----- Exc. Cat. (cmol + kg ⁻¹) ----- | Ca | Mg |
|------------------------|--------------------|-------------------------------|---|---|-------------------------------|---|--------|--------|
| Soil before treatment | | | | | | | | |
| | 6.0 | 1.82 | 17.2 | 47.3 | 12.8 | 10.2 | 6.01 | 4.67 |
| Soil after treatment | | | | | | | | |
| A | 6.0 a ^y | 1.65 b | 13.7 b | 35.6 b | 7.3 b | 8.8 b | 5.99 a | 4.74 a |
| B | 6.2 a | 1.72 b | 13.6 b | 43.2 ab | 12.4 a | 10.7 a | 6.05 a | 4.93 a |
| C | 5.8 a | 1.71 b | 22.8 a | 42.4 ab | 14.2 a | 10.6 a | 6.12 a | 4.97 a |
| D | 5.7 a | 1.83 a | 18.3 ab | 46.5 a | 12.1 a | 10.8 a | 6.06 a | 4.95 a |

^zTreatments in leaching method: Leaching with ground water (A), Hydrated lime application of dissolved portion in 500 g · L⁻¹ solution, then leaching with ground water at 3 weeks after lime application (B), Application of Al₂SO₄ solution with the ratio of 0.75 g · L⁻¹, then leaching with ground water at 3 weeks after aluminum sulfate application (C), pH elevation (B method) and pH lowering (C method), then leaching with ground water at 3 weeks after pH lowering (D).

^yMean separation within columns by Duncan's multiple range test at *P* = 0.05.

pH는 5.8~6.2로 측정되어 처리간 차이가 크지 않았고, 각 처리간 유의차도 인정되지 않았다. 그러나 EC는 제염 전 토양이 1.82 dS · m⁻¹이었으나 (A) 처리에서 1.65 dS · m⁻¹, (B) 처리에서 1.72, (C) 처리에서 1.71, 그리고 (D) 처리에서 1.83 dS · m⁻¹로 측정되어 pH를 변화시키기 위해서 첨가된 황산알루미늄이나 석회질비료가 토양에 집적되므로써 새로운 염류집적 문제가 발생할 가능성이 있다고 판단되었다. 토양의 암모늄태 질소 농도는 (C) 및 (D) 처리에서 18.3 및 22.8 mg · L⁻¹로 다른 처리보다 높았다. 질산태질소 농도에서는 (D) 처리와 (B) 처리에서 높았으며, 인산농도는 지하수로 용탈시킨 (A) 처리에서 7.3 mg · L⁻¹로 가장 낮았다. (A) 처리에서 인산농도가 가장 낮았던 원인은 인산이 음이온이며 지하수로 쉽게 용탈되기 때문에 표토에 관

개한 수분과 함께 지하수로 용탈되었기 때문이라고 판단된다. 그러나 황산알루미늄을 사용한 (C) 처리에서는 토양 중 인산이 알루미늄과 결합하여 토양 내에 불용 상태로 존재하고, 생석회를 시비한 처리에서는 칼슘과 인산이 결합하여 불용상태로 존재하였기 때문에 상대적으로 토양농도가 높게 분석되었다고 판단된다. Lindsay(1979)는 토양중 인산은 pH 6에서 가장 용해도가 높으며 산성에서는 알루미늄이나 철과 결합하여 불용화되고, 약알칼리 토양에서는 칼슘과 결합하여 불용화된다고 보고하여 본 연구결과를 뒷받침하고 있다. 칼륨도 지하수로 용탈한 처리에서 낮았는데 예상과 다른 결과이며 토양 중 양이온간 길항관계에 관한 정밀한 보완연구가 필요하다고 판단된다. 칼슘과 마그네슘의 토양농도에서는 처리간 차이가 뚜렷하지 않았다.

Table 2. Effect of pH change and leaching on growth characteristics in semi-forcing culture of strawberry cv. Nyoho at 80 days after transplanting.

| Treatment ^z | Plant height (cm) | Leaf stalk length (cm) | Leaf length (cm) | Leaf width (cm) | Crown diameter (mm) |
|------------------------|----------------------|---------------------------|---------------------|--------------------|------------------------|
| A | 16.3 b ^y | 9.9 a | 6.4 a | 5.3 a | 11.4 a |
| B | 17.5 b | 10.3 a | 7.2 a | 5.7 a | 11.2 a |
| C | 20.4 a | 11.8 a | 8.6 a | 5.9 a | 12.7 a |
| D | 18.3 b | 10.5 a | 7.8 a | 5.2 a | 12.3 a |

^zTreatments in leaching method: Leaching with ground water (A), Hydrated lime application of dissolved portion in 500 g · L⁻¹ solution, then leaching with ground water at 3 weeks after lime application (B), Application of Al₂SO₄ solution with the ratio of 0.75 g · L⁻¹, then leaching with ground water at 3 weeks after aluminum sulfate application (C), pH elevation (B method) and pH lowering (C method), then leaching with ground water at 3 weeks after pH lowering (D).

^yMean separation within columns by Duncan's multiple range test at *P* = 0.05.

Table 3. Effects of pH change and leaching before transplanting on the nutrient contents of strawberry cv. Nyoho based on dry matter of whole above-ground plant part collected at 80 days after transplanting.

| Treatment ^z | T-N | PO ₄ -P | K | Ca | Mg | Fe | Mn | Zn | Cu | B |
|------------------------|---------------------|--------------------|--------|--------|--------|-------------------------------------|-------|--------|--------|-------|
| | ------(%)----- | | | | | ------(mg · kg ⁻¹)----- | | | | |
| A | 2.84 b ^y | 0.24 a | 1.44 a | 0.59 a | 0.48 a | 194 ab | 159 b | 4.7 b | 0.87 b | 4.1 b |
| B | 2.97 b | 0.27 a | 1.48 a | 0.60 a | 0.48 a | 180 b | 165 b | 5.5 ab | 0.78 b | 3.4 b |
| C | 3.24 a | 0.30 a | 1.41 a | 0.60 a | 0.49 a | 257 a | 249 a | 6.2 a | 1.23 a | 5.6 a |
| D | 2.79 b | 0.28 a | 1.42 a | 0.60 a | 0.48 a | 230 ab | 187 b | 5.6 ab | 0.84 b | 3.9 b |

^zTreatments in leaching method: Leaching with ground water (A), Hydrated lime application of dissolved portion in 500 g · L⁻¹ solution, then leaching with ground water at 3 weeks after lime application (B), Application of Al₂SO₄ solution with the ratio of 0.75 g · L⁻¹, then leaching with ground water at 3 weeks after lime application (C), pH elevation (B method) and pH lowering (C method), then leaching with ground water at 3 weeks after lime application (D).

^yMean separation within columns by Duncan's multiple range test at P = 0.05.

제염방법이 생육에 미치는 영향을 정식 80일 후에 조사하여 Table 2에 나타내었다. 초장은 황산알루미늄을 용해시켜 관주한 (C) 처리에서 20.4 cm로 가장 컸고 통계적인 차이가 인정되었으나, 기타 생육지표에서는 처리 간 차이가 뚜렷하지 않았다. 이와 같은 결과는 기비로 혼합된 많은 비료성분이 초기생육에 영향을 미쳐 처리 간 차이가 크지 않았다고 판단되며, 80일 후의 생육조사만으로 딸기 생육에 미치는 영향을 명확하게 판단할 수 없다고 사료된다.

Table 3에는 제염방법을 달리하고 정식 80일 후 지상부를 채취하여 무기원소 함량을 분석한 결과를 나타내었다. 지상부의 질소함량은 (C) 처리에서 3.24%의 질소함량을 나타내어 다른 처리보다 유의하게 높았다. 토양분석 결과(Table 1)에서 (C) 처리에서 암모늄태+질산태질소의 토양 중 농도가 가장 높았으며, 높은 토양 중 질소농도가 식물체 질소함량 증가의 원인이 되었다고 판단된다. 인산, 칼륨, 칼슘 및 마그네슘 농도는 통계적인 차이가 인정되지 않았으며 뚜렷한 경향을 발견할 수 없었다. 그러나 미량요소인 철, 망간, 아연, 구리 및 붕소에서는 (C) 처리의 식물체내 함량이 높았으나 흡수량 증가는 각기 다른 원인에 기인한다고 사료된다.

Hannan(1998), Lindsay(1979) 및 Nelson(1991)은 토양산도가 알칼리로 변화할 때에 토양용액 중 철, 망간, 아연 및 구리 등의 금속원소는 급격히 산화되어 불용화되고, 알칼리에서 산성으로 변할 때는 환원되어 식물체의 흡수량 증가로 연결된다고 하였다. 본 연구에서 황산알루미늄을 사용한 (C) 처리에서 pH가 저하되었으며, pH 저하로 각종 금속원소의 환원 및 흡수량

증가로 귀착되었다고 판단된다. 그들은 또한 알칼리 토양에서는 칼슘의 용해도가 증가하며, 용해된 칼슘과 붕소가 결합하여 식물체가 흡수할 수 있는 붕소 양이 감소하는 원인이 된다고 하였다. 본 연구에서 생식회를 물에 용해시킨 후 상등액을 관주하고 용탈시킨 (B) 처리에서 식물체의 붕소함량이 낮았으며 칼슘과 붕소의 결합으로 흡수량 저하의 원인이 되었다고 판단되었다.

Fig. 1-I에는 각각의 제염방법이 과중 25 g 이상인 특대과의 수량 및 과중에 미치는 영향을 나타내었다. 황산알루미늄 용액을 관주한 (C) 처리에서 50 식물체 당 약 137개의 특대과를 생산하여 가장 우수하였고 과중도 3,784 g으로 조사되어 우수함을 알 수 있었다. (B) 처리에서도 특대과의 비율에서 비교적 우수한 성적을 나타내었다. 그러나 지하수를 관수처리 한 (A) 경우 특대과의 수량 및 과중에서 다른 처리들보다 낮았다. 본 연구는 다년간 딸기를 재배한 토양에서 수행하였으며, 다년간 연작으로 무기염 집적량이 많은 포장에서는 pH를 변화시켜 토양 중 무기염류를 가용화시킨 후 관수하여 용탈시키는 것이 바람직하다고 판단되었다. 시비방법에 따른 50 식물체 당 특대과의 과수 및 과중에서는 5% 수준의 유의차가 인정되었다.

Fig. 1-II에 나타낸 제염방법이 17~25 g의 중량을 갖는 대과의 수량 및 중량에 미치는 영향에서도 토양 pH를 변화시켜 토양에 집적된 무기염을 가용화 상태로 변화시킨 후 관수하여 용탈시키는 것이 바람직하다고 판단되었다. 즉, 황산알루미늄을 이용한 pH 저하(C 처리)가 대과의 생산에 바람직하였으며, 10~17 g의 중량을 갖는 중과 생산에서도 효과적임을 알 수 있었다 (Fig. 1-III). 그러나 각각의 시비방법이 중과의 수량

정식전 pH 변화를 수반한 토양 용탈이 딸기의 생육, 무기염 흡수 및 수확량에 미치는 영향

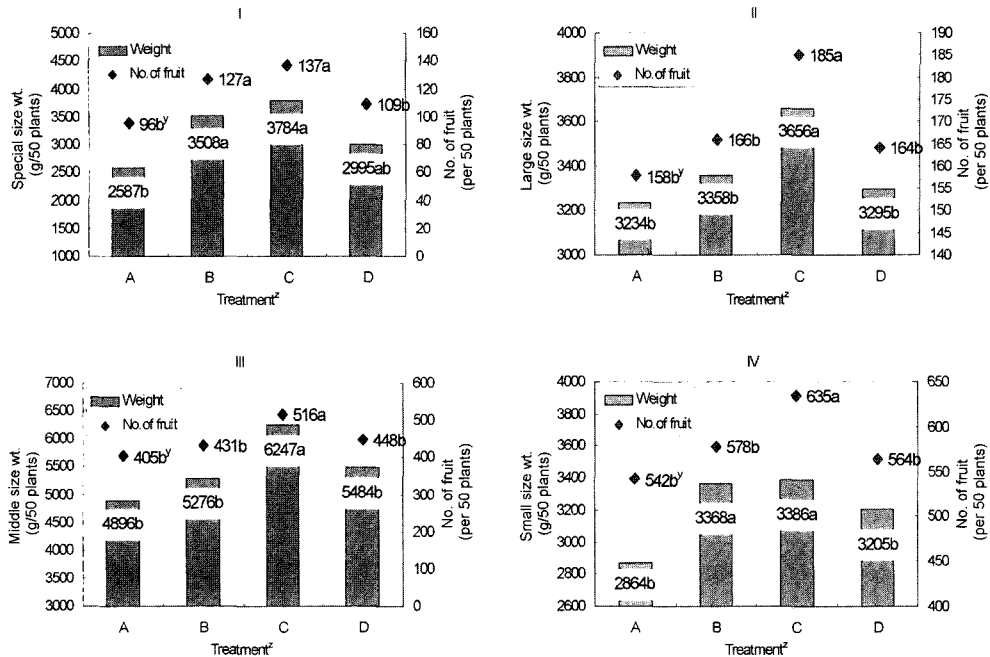


Fig. 1. Effects of pH change and leaching on the number and weight of special sizes (more than 25 g, I), large sizes (17 to 25 g, II), middle sizes (10 to 17 g, III), and small sizes (less than 10 g, IV) per 50 plants. Strawberry cv. Nyoho was transplanted on October 2, 2000 and harvesting period was from Feb. 23 to May 29, 2001 (*Treatments in leaching method: Leaching with ground water (A), Hydrated lime application of dissolved portion in 500 g · L⁻¹ solution, then leaching with ground water at 3 weeks after lime application (B), Application of Al₂SO₄ solution with the ratio of 0.75 g · L⁻¹, then leaching with ground water at 3 weeks after aluminum sulfate application (C), pH elevation (B method) and pH lowering (C method), then leaching with ground water at 3 weeks after pH lowering (D). ^yMean separation within columns by Duncan's multiple range test at *P* = 0.05).

및 중량에 미치는 영향은 특대과나 대과에서 보다 처리간 차이가 작았다. 이상의 결과는 각종 제염방법이 딸기의 품질에도 많은 영향을 미치는 것을 의미하고 있다.

각종 제염방법이 소과(10 g 이하)의 과수 및 과중에 미치는 영향은 Fig. 1-IV에 나타내었다. (B)나 (C) 처리들 보다 (A)와 (D) 처리에서 소과의 과수가 많고 중량이 무거웠던 것은 '여봉'의 화이분화시기에 토양 중 무기원소의 균형이 이루어져 꽃수의 증가에 기여했기 때문이라고 판단된다.

제염방법에 따른 반축성 재배에서의 10a당 딸기 생산량과 상품과중을 Fig. 2-I과 Fig. 2-II에 나타내었다. (C) 처리에서 10a당 3,123 kg의 수확량 및 2,489 kg의 상품과를 생산하여 가장 많았으며 (B) 처리에서도 2,820 kg/10a으로 비교적 수량이 많아 pH 변화 후 관수하여 용탈시킬 경우 효과적인 제염방법이 될 수 있음을 나타내고 있다. 그러나 (D) 처리에서 10a당

2,724 kg으로 조사되어 (A) 처리의 2,469 kg 보다는 수량이 높았고 5% 수준의 유의성도 인정되었지만, (B)나 (C) 처리보다는 바람직하지 않다고 판단된다. 이것은 pH를 변화시키기 위하여 사용한 생석회나 황산 알루미늄이 PE 필름 하우스 토양에 과도하게 집적되어 새로운 무기염 집적문제가 발생하기 때문이라고 판단되었다.

Fig. 2-III과 Fig. 2-IV에서는 처리간의 50 식물체 당 과수와 과중을 나타내었다. 50 식물체 당 과수는 유의차가 인정되지 않았으며 과중에 미치는 영향은 (C) 처리가 다른 처리보다 우수하였다. 따라서 약산성 쪽으로의 토양 pH 변화가 딸기 수량 증대에 기여했다고 판단된다.

적 요

본 연구는 딸기 시설재배에서 토양 pH 변화를 수반

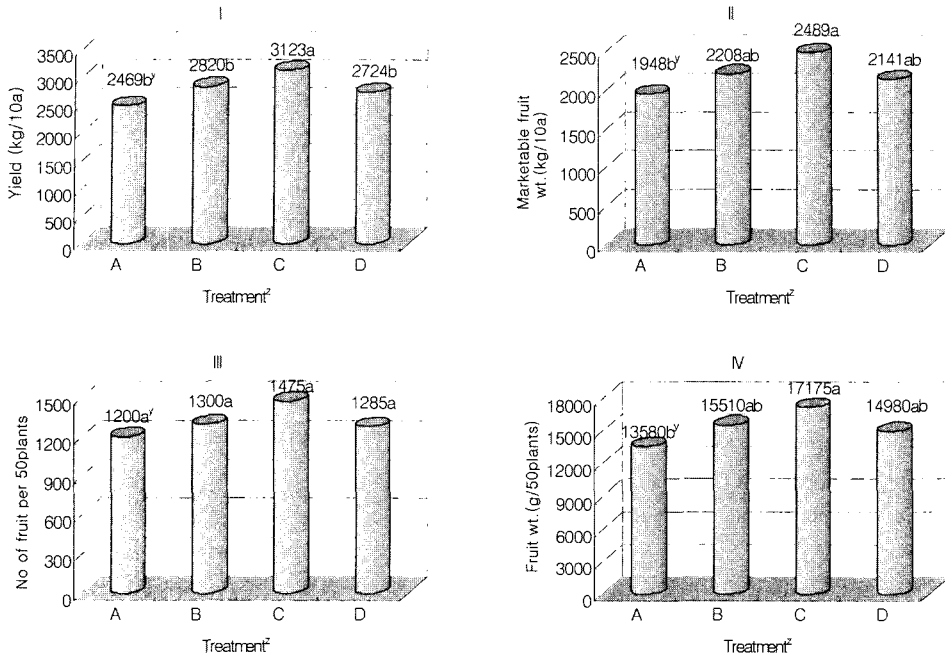


Fig. 2. Effects of pH change and leaching on the total yield (kg/10a, I), marketable fruit weight (kg/10a, II), number of fruits per 50 plants (III), and fruit weight per 50 plants (IV) (Treatments in leaching method: Leaching with ground water (A), Hydrated lime application of dissolved portion in $500 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ solution, then leaching with ground water at 3 weeks after lime application (B), Application of Al_2SO_4 solution with the ratio of $0.75 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$, then leaching with ground water at 3 weeks after aluminum sulfate application (C), pH elevation (B method) and pH lowering (C method), then leaching with ground water at 3 weeks after pH lowering (D). ¹Mean separation within columns by Duncan's multiple range test at $P = 0.05$).

한 제염방법이 딸기 생육 및 무기원소 흡수에 미치는 영향을 구명하기 위하여 수행하였다. 토양 pH는 제염 전 6.0으로 측정되었으나 제염 후 5.8~6.2로 측정되어 처리간 차이가 크지 않았고, 유의차도 인정되지 않았다. 그러나 EC는 제염 전 토양이 $1.82 \text{ dS} \cdot \text{m}^{-1}$ 이었으나 지하수로 용탈한 처리(A)에서 $1.65 \text{ dS} \cdot \text{m}^{-1}$, 생석회를 $500 \text{ g} \cdot 200 \text{ L}^{-1}$ 로 용해시킨 후 그 상등액을 관주하여 pH를 상승시키고 3주간을 기다렸다가 용탈한 처리에서 (B)에서 1.72, 황산알루미늄을 $0.75 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 로 용해시킨 용액을 관주하여 pH를 저하시킨 후 3주간을 기다렸다가 용탈한 처리(C)에서 1.71, 그리고 pH 상승(B 방법) 후 저하시킨(C 방법) 처리(D)에서 $1.83 \text{ dS} \cdot \text{m}^{-1}$ 로 측정되었다. (D) 처리에서 토양 암모늄 농도가 높았고, (A) 처리의 토양 인산농도가 낮았다. 정식 80일 후의 생육에서 초장은 (C) 처리에서 20.4 cm로 가장 컸으나 기타 생육지표에서는 처리간 차이가 뚜렷하지 않았다. 80일 후의 식물체내 무기원소 함량에서 다량원소는 처리간 차이가 크지 않았으나, 미량요소인 철, 망간,

아연, 구리 및 붕소는 (C) 처리에서 식물체내 함량이 높았다. 딸기의 수량 및 품질은 (C) 처리에서 50식물체 당 약 137개의 특대과를 생산하였고 과중도 3,784 g으로 조사되어 우수함을 알 수 있었다. (B) 처리의 경우에도 특대과의 비율에서 비교적 우수한 성적을 나타내었다. (C) 처리에서 10a당 3,123 kg의 수확량 및 2,489 kg의 상품과를 생산하여 가장 우수하였으며, (B) 처리에서도 2,820 kg/10a으로 비교적 수량이 많아 pH 변화 후 관수하여 용탈시킬 경우 효과적인 제염방법이 될 수 있음을 나타내고 있다.

주제어 : 생석회, Al_2SO_4 , pH 저하, pH 상승

인용문헌

- Cataldo, D.A., M. Haroon, L.E. Schrader, and V.L. Young. 1975. Rapid colorimetric determination of nitrate in plant tissue by nitration of salicylic acid. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 6:71-80.

정식전 pH 변화를 수반한 토양 용탈이 딸기의 생육, 무기염 흡수 및 수확량에 미치는 영향

2. Chaney, A.L. and E.P. Marback. 1962. Modified reagents for determination of urea and ammonia. *Clinical Chem.* 8:130-132.
3. Choi, J.M. 1994. Increased nutrient uptake efficiency by controlling nutrient release in floral crops. Ph.D. Dissert. North Carolina State University.
4. Chapman, H.D. and P.F. Pratt. 1961. Method of analysis for soil, plants and waters. Univ. of Calif. Div. Agr. Sci., Berkeley, CA.
5. Eastin, E.F. 1978. Total nitrogen determination for plant material containing nitrate. *Anal. Biochem.* 85: 591-594.
6. Hannan, J.J. 1998. Greenhouses: Advanced technology for protected horticulture. CRC Press LLC. Boca Roton, Florida.
7. Hendershot, W.H., H. Lalonde, and M. Duquette. 1993. Ion exchange and exchangeable cations. p. 167-176. In: M.R. Carter (ed.). *Soil sampling and methods of analysis*. Canadian Soc. Soil Sci., Lewis Publisher, Toronto.
8. Jung, B.G., J.H. Yoon, and K.S. Hwang. 1996. Prediction model for accumulation and dec-line of exchangeable potassium in upland soil with long-term application of fertilizer po-tassium. *J. Korean Soc. Soil Sci. Fert.* 29:342-346.
9. Kang, B.G., I.M. Jeong, K.B. Min, and J.J. Kim. 1996. Effect of salt accumulation on the germination and growth of lettuce (*Lactuca sativa* L.). *J. Korean Soc. Soil Sci. Fert.* 29:360-364.
10. Kwak, H.K., Y.S. Song, B.Y. Yeon, and B.L. Huh. 1996. Comparison of laboratory methods to determine the potential nitrogen supply of soils for nitrogen recommendation of vinyl house crops. *J. Korean Soc. Soil Sci. Fert.* 29:282-287.
11. Lindsay, W.L. 1979. *Chemical equilibria in soils*. John Wiley & Sons. New York.
12. Murphy, J. and J.F. Riley. 1962. A modified single solution method for the determination of phosphate in natural waters. *Anal. Chim. Acta.* 27:31-36.
13. Nelson, P.V. 1991. *Greenhouse operation and management* (4th ed.). Prentice Hall. p. 257-315.
14. Song, Y.S., H.K. Kwak, B.L. Huh, and S.E. Lee. 1996. Use efficiency of nitrate nitrogen accumulation in plastic film house soils under continuous vegetable cultivation. *J. Korean Soc. Soil Sci. Fert.* 29:347-352.
15. Warncke, D.D. 1986. Analysing greenhouse growth media by the saturation extraction method. *Hort-Science* 211:223-225.