

복분자 비가림 하우스 토양 중 염류집적 요인과 물리적 제염효과

정병엽 · 이강수¹ · 김명곤² · 최영희³ · 김무기⁴ · 조재영^{4*}

한국원자력연구원 방사선과학연구소, ¹전북대학교 작물생산공학전공, ²전북대학교 바이오식품공학,
³고창군 농업기술센터, ⁴전북대학교 생물환경학전공

Salt Accumulation and Desalinization of Rainfall Interception Culture Soils of *Rubus* sp. in Gochang-gun, Jeollabuk-do

Byung-Yeoup Chung, Kang-Soo Lee¹, Myung-Kon Kim²,
Young-Hee Choi³, Moo-Key Kim⁴, and Jae-Young Cho^{4,*}

Advanced Radiation Technology Institute, KAERI, Jeongeup 580-185, Korea

¹Crop Production and Technology Major, Chonbuk National University, Jeonju 561-756, Korea

²Department of Food Science & Biotechnology, Chonbuk National University, Iksan 570-752, Korea

³Gochang Agriculture Technical Center, Gochang 585-808, Korea

⁴Bio-environmental Science Major, Chonbuk National University, Jeonju 561-756, Korea

This study was carried out to investigate the factors of desalinization of the rainfall interception culture soils of *Rubus* sp. in Gochang-gun, Jeollabuk-do. Soil samples were collected from 85 different sites of the rainfall interception culture soils of *Rubus* sp. in Gochang-gun, Jeollabuk-do. The electrical conductivity in paste saturation of rainfall interception culture soils ranged from 1.0 ~ 28.4 dS m⁻¹ (average: 4.8 dS m⁻¹) and salt affected soil which EC was higher than 4 dS m⁻¹, covered nearly 55% of all field surveyed. Salts in rainfall interception culture soils were accumulated by increasing the cultivation period. Electrical conductivity in rainfall interception culture soils was positively correlated with water soluble anions such as chloride ion ($r = 0.85^{**}$), nitrate ion ($r = 0.94^{**}$), phosphate ion ($r = 0.88^{**}$), and sulfate ion ($r = 0.84^{**}$), respectively. As a result of desalinization experiments carried out by water management practices, the rinsing method was more effective than leaching method.

Key words: *Rubus* sp., Rainfall Interception Culture, Salt Accumulation, Electrical Conductivity, Desalinization

서 언

전라북도 고창, 순창 그리고 정읍지역은 우리나라 복분자 재배면적의 약 77%를 점유하고 있다. 이 가운데 고창지역에서는 분진상 대기오염물질과 같은 이물질의 혼입방지, 작업의 편이성, 수확량 증대 및 당도 향상을 목적으로 2001년부터 비가림 하우스형 복분자 재배면적을 확대하고 있다. 2006년 기준으로 고창군 전체 복분자 재배면적의 약 20%가 비가림 하우스 형태로 재배되고 있으며, 2005년 이후 매년 50 ha씩 그 재배면적을 넓혀가고 있다. 실제 복분자 재배지에서는 연중 비가림 형태를 유지하는 것이 아니라 수확후부터 다음해 4월까지의 비가림 하우스 비닐을 제거하고, 5월부터 7월까지 약 3개월 정도 비가림 하우스 형태

를 유지하고 있다. 엄밀하게 복분자 비가림 하우스 재배형태는 연중 비닐하우스에 의해 폐쇄된 일반 시설 재배와는 약간 상이한 형태라고 할 수 있다.

이와 같이 비가림 하우스 형태로 복분자를 재배하는 일부 농가포장에서 2006년부터 식물의 고사현상, 과육 왜소화 그리고 수량감소와 같은 현상이 발생하기 시작하였다. 이는 복분자 재배지의 과다시비와 강우차단에 의한 염류집적 때문인 것으로 추정되었으며, 염류집적에 의해 토양용액의 삼투압 상승으로 인한 양분의 흡수저해, 여러 가지 무기이온들의 불균형, 특정이온의 과다에 의한 작물의 대사저해 그리고 토양병원균의 증가 때문인 것으로 추정된다 (Hwang et al., 1993). 염류집적시설재배 형태에서 작물의 경작년수가 5년 이상인 토양에서 염류집적이 심화된다고 알려져 있는데 (Kang et al., 2000), 복분자의 경우에도 거의 유사하게 5~6년이 경과하면서 작물의 생육저해 현상

접수 : 2008. 7. 19 수리 : 2008. 9. 25

*연락처 : Phone: +82632702547,

E-mail: soilcosmos@chonbuk.ac.kr

이 발생하기 시작하였다. 그동안 시설채소 재배토양에서 염류집적 실태 (Jung, 2004; Kim et al., 1997; Jung et al., 1994; Hwang et al., 1993; Shin and Park, 1988)와 염류제거 (Lee, 2004; Kim et al., 1996; Song et al., 1993; Shin and Park, 1988; Jung and Yoo, 1975)에 대한 연구보고는 많이 수행되어 왔으나, 복분자와 같은 관목식물 재배토양에서 염류집적에 대한 연구는 거의 이루어지지 않은 상태이다.

이에 본 연구에서는 전라북도 고창군 복분자 비가림 하우스 재배토양 중 염류집적 실태, 염류집적과 무기이온과의 상관관계 그리고 농가에서 쉽게 적용할 수 있는 수세법과 용탈법을 이용한 제염효과를 구명하여, 고품질 복분자 생산을 위한 합리적인 토양관리 방안을 제시하고자 하였다.

재료 및 방법

비가림 하우스 복분자 재배지 토양의 염류집적 실태 Chung et al. (2008)의 선행 연구논문에서 제시된 비가림 하우스 복분자 재배지 85점의 토양시료 분석 결과를 이용하여 토양중 전기전도도와 염류집적에 영향을 끼치는 양이온과 음이온의 관계를 조사하였다.

수세법과 용탈법을 이용한 염류제거 전라북도 고창군 비가림 하우스형 복분자 재배지 토양 가운데 염류집적이 10 dS m^{-1} 수준으로 심각한 (전라북도 고창군 심원면 도천리 담압마을) 농가토양을 채취하여 토주실험에 사용하였다. 실험토양의 특성은 사질양토 (sandy loam), 총질소 $1,019 \text{ mg kg}^{-1}$, 유효인산 453 mg kg^{-1} , CEC $8.43 \text{ cmol}^+ \text{ kg}^{-1}$, 전기전도도 (1 : 5, soil : water, w/v)는 9.8 dS m^{-1} 그리고 유기물 함량 46.9 g kg^{-1} 으로 조사되었다. 토양에서 수용성 양이온과 음이온의 용탈실험은 토주를 제작하여 Koo et al. (1990)의 방법에 따라 진행하였다. 토주는 크로마토그래피용 칼럼 (직경 2.3 cm 높이 30 cm)의 하단부에 유리섬유를 깔고 실험토양 100 g을 조심스럽게 채웠다. 토양의 용적밀도 1.28 g cm^{-3} , 입자밀도 2.70 g cm^{-3} , 공극율 53.5%였다. 토주에는 전기전도도가 0.1 dS m^{-1} 수준인 관개용수를 토주의 하단부로부터 상단으로 공급하면서 토양이 포화상태를 유지하도록 하였다. 토주의 상단부 수위를 5 cm로 맞춘 후 일정수위가 유지되도록 하면서 관개용수를 공급하였다. 이와 함께 토주 하단부에는 정량펌프를 연결하여 0.2 mL min^{-1} 으로 물이 용출되도록 하였다. 토주를 통과한 용액을 50 mL씩 나누어 별도 채취하였으며, 총 5회에 걸쳐 250 mL를 채취하였다. 분별 수거한 용탈액을 대상으로 전기전도도, 양이온 그리고 음이온의 농도를 측정하여 염류제거 정도를 비교 검토하였다. 전기

전도도는 전기전도도 측정기 (LF-520)를 이용하여 측정하였고, 양이온은 0.4 m 유리섬유여지로 여과한 후 유도결합플라즈마분광광도계 (Shimadzu ICPS-7000)로 분석하였다. 음이온도 동일하게 0.4 m 유리섬유여지로 여과한 후 이온크로마토그래피 (Sykam, Germany)로 분석하였다. 수세법에 의한 복분자 비가림 하우스 재배 토양의 염류제거 실험은 한쪽 끝이 고무마개로 막아진 실린더 (직경 6.6 cm, 높이 60 cm)에 토심 30 cm가 되도록 토양을 충전하였다. 실린더 상단의 수위를 20 cm가 되도록 관개용수를 공급하였다. 그 후 실린더를 상하로 20회씩 정확하게 흔들어서 토양을 뒤섞은 다음 토양입자의 침전과 토양내 염류세정을 위하여 24시간 방치하였다. 표면부유액 (배출수)은 평균적으로 50 mL 정도 채취되었다. 이와 같은 실험과정을 총 5회 연속적으로 실시하여 총 5회에 걸쳐 250 mL를 채취하여 용탈법과 동일한 항목을 조사하였다.

결과 및 고찰

비가림 하우스형 복분자 재배지 토양 중 전기전도도 전라북도 고창군 비가림 하우스 복분자 재배지는 2001년부터 조성되기 시작하여 2002년도, 2003년도에 재배면적이 비약적으로 증가하였다. 본 연구에서 채취한 토양시료는 2002년도와 2003년도에 조성된 것으로서 비가림 하우스 형태로 평균 6 ~ 7년씩 재배가 이루어졌다. 비가림 하우스 복분자 재배토양의 전기전도도는 $0.2 \sim 5.6 \text{ dS m}^{-1}$ 의 범위로 평균 1.6 dS m^{-1} 를 나타내었다. 본 데이터를 1 : 5 (soil : water, w/v)에서 얻어진 값으로 포화추출액에서 얻어진 값으로 변환하기 위해 계수 5를 곱해 주었을 때 포화추출액중 전기전도도는 $1.0 \sim 28.4 \text{ dS m}^{-1}$ 의 범위로 평균 4.8 dS m^{-1} 를 나타내어 매우 높은 농도로 염류가 집적되고 있음을 확인할 수 있었다. Kang et al. (1996)이 우리나라 충청북도 지역의 오이, 토마토 그리고 엽채류 등의 시설재배 토양의 염류집적 실태를 조사한 결과, 염류들은 주로 표토에 집적된 상태였으며, 작물의 생육장해를 일으킬 수 있는 4 dS m^{-1} 를 초과하는 경우가 전체의 약 50% 수준이었다고 보고한 바 있다. 이와 함께 작물의 경작년수가 5년 이상인 토양에서 염류집적이 심화된다고 하였다. 본 조사에서도 재배작물과 비가림 하우스 관리형태가 서로 상이한 측면이 있지만, Kang et al. (1996)의 연구결과와 유사하게 전기전도도 4 dS m^{-1} (포화추출액 조건으로 환산)를 초과한 경우가 전체의 55%를 차지하고 있었다. Shin and Park (1988)이 우리나라 남부지역 시설재배지 토양특성을 조사한 결과, 장기 연작토양에서 전기전도도가 2 dS m^{-1} 이하 23%, $2 \sim 4 \text{ dS}$

m^{-1} 48%, 4 dS m^{-1} 이상 29%로 염류장해가 나타날 가능성이 높다고 하였다. 전국의 시설재배지 전기전도도는 표토 2.84 dS m^{-1} , 심토 2.00 dS m^{-1} 로 심토에 비해 표토에 염류가 많이 집적되어 있는 것으로 나타났다. 분포비율은 2 dS m^{-1} 이하가 53%, $2 \sim 4 \text{ dS m}^{-1}$ 24%, 4 dS m^{-1} 이상이 23%로서 장해기준인 2 dS m^{-1} 를 초과하는 지점이 47%였고, 작물별로는 참외, 수박, 호박 등 과채류 재배지에서 염류집적이 심하였다 (RDA, 2000). 시설재배지에는 과량의 화학비료와 유기질비료가 매획 사용되고 있으며, 그로 인한 토양내 염류 및 유기물의 집적이 가속화되는 것으로 보고하였다 (Kim et al., 1997). 복분자 재배시 화학비료의 처리량 $14\text{-}25\text{-}12 \text{ kg } 10\text{a}^{-1}$ 수준으로 유사한 목본성 약용작물인 오미자의 시비량 $6\text{-}7\text{-}5 \text{ kg } 10\text{a}^{-1}$ 에 비해 2배 이상 과다한 화학비료가 시비되고 있는 상태였고, 특히 인산의 시비량이 매우 높은 상태였다. 이와 함께 복분자 재배농가에서 정식전에 퇴비를 $10 \sim 15 \text{ ton } 10\text{a}^{-1}$ 그리고 볏짚 $1 \text{ ton } 10\text{a}^{-1}$ 수준으로 처리하고 있다 (Gochang Agriculture Technical Center, 2007). 비가림 하우스형 복분자 재배지 토양 중 염류집적의

주요 원인은 작물요구량 이상으로 과다한 화학비료와 퇴비가 사용되어 염류가 집적되었거나, 토양수의 수직흐름이 원활하지 못해 염류가 용탈되어 고른 분포를 보이지 못함으로써 오는 염류의 지표면 집적이다. 토양에 시비된 유기질비료로부터 유래되는 음이온은 주로 질산이온, 염소이온, 황산이온, 인산이온 그리고 유기산 등이며 이것들은 양이온과 비교하여 음하전의 토양양질과 결합력이 약하고 토양내 이행성이 높은 특징을 지니고 있기 때문인 것으로 판단된다 (Kim et al., 1997).

비가림 하우스형 복분자 재배지 토양중 무기이온과 염류집적과의 관계 Jung et al. (1994)에 의하면, 시설재배 토양은 노지토양에 비해 질산태질소, 유효황산, 염소의 함량이 2.5 ~ 3배, 치환성 염기함량은 1.2 ~ 1.8배, 전기전도도는 2.8배 이상 높은 것으로 조사되었으며, 시설재배토양에서 염류농도에 끼치는 무기이온들을 다중회귀분석한 결과, 질산태질소 > 황산이온 > 치환성 나트륨 > 염소이온 > 인산이온 > 암모니아태질소 > 치환성 마그네슘 > 치환성 칼슘의 순으로

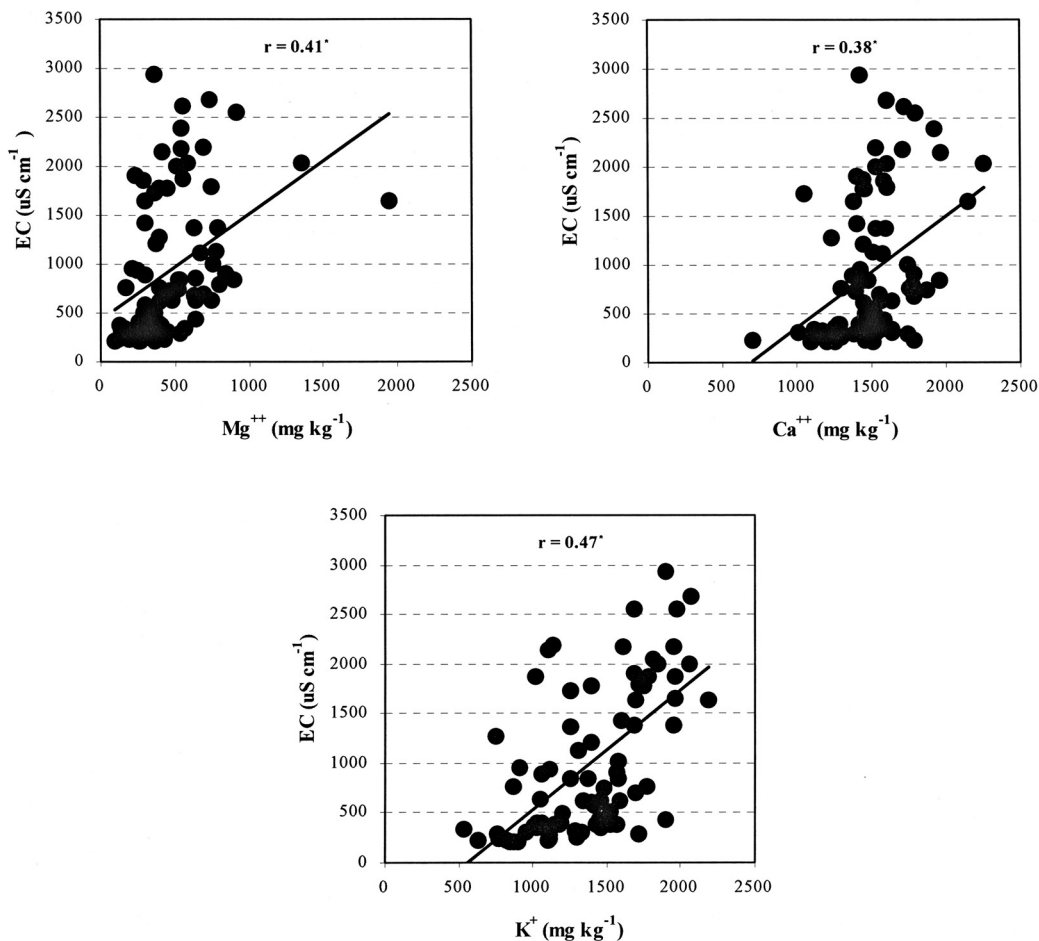


Fig. 1. The relation between electrical conductivity and cations (Ca^{++} , Mg^{++} , and K^+) of the rainfall interception culture soils of *Rubus* sp. in Gochang-gun, Jeollabuk-do.

음이온이 우세하게 작용하였다. 시설재배 토양은 노지재배 토양과 비교시 질산이온과 염소이온의 함량이 높고, 질산태질소와 전기전도도간에는 고도의 유의성이 나타나 질산태질소가 염류집적에 가장 큰 영향을 끼치는 것으로 알려지고 있다 (Yuk et al., 1993). 토양 중 무기이온과 염류농도와의 관계에 대해 Shin and Park (1988)은 염소이온 > 질산이온 > 마그네슘 > 철 > 칼슘이온 > 암모늄이온의 순이라고 보고하였고, Jung (2004)은 토양 EC와 상관성이 높은 이온은 NO₃⁻, Cl⁻, SO₄⁻² 순이었으며 상관계수는 Cl⁻ > NO₃⁻ > SO₄⁻² 순으로 높았다고 하였다. 이들 선행결과를 종합해 보면 시설재배 토양에서 염류농도를 높이는 주요 인자는 질산이온, 염소이온, 황산이온인 것으로 판단된다. 실제 복분자 재배지에서는 연중 비가림 형태를 유지하는 것이 아니라 수확후부터 다음해 4월까지의 비가림 하우스 비닐을 제거하고, 5월부터 7월까지 약 3개월 정도 비가림 하우스 형태를 유지하고 있다. 엄밀하게 복분자 비가림 하우스 재배형태는 연중 비닐 하우스에 의해 폐쇄된 일반 시설재배와는 약간 상이한 형태라고 할 수 있다. 복분자 비가림하우스 재배토

양중 전기전도도와 각각의 무기이온과의 단순상관관계를 조사한 결과, 전기전도도와 염소이온 ($r = 0.85^{**}$), 질산이온 ($r = 0.94^{**}$), 인산이온 ($r = 0.88^{**}$), 황산이온 ($r = 0.84^{**}$)과 같은 음이온과 고도의 유의성 있는 정(+)의 상관관계를 나타내었고, 마그네슘 ($r = 0.41^*$), 칼슘 ($r = 0.38^*$), 칼리 ($r = 0.47^*$)이온과 같은 양이온과는 유의성 있는 정(+)의 상관관계를 나타내었다 (Fig. 1과 2). Fig. 1과 2의 Y축에 표기된 전기전도도는 포화추출액에서 얻어진 값으로 변환하지 않은 1 : 5 (soil : water, w/v)에서 얻어진 값이다. 위의 상관관계로 볼 때 NO₃⁻ > PO₄³⁻ > Cl⁻ > SO₄⁻² 이온의 순으로 염류집적에 영향을 끼치는 것으로 나타나 앞서 논의한 선행 연구결과와 유사한 경향을 나타내었다.

용탈법과 수세법을 적용한 염류제거 시설재배지에 축적된 염류저감과 관련된 선행 연구로는 물을 이용한 제염 (Jung and Yoo, 1975; Shin and Park, 1988), 심토반전 및 심토파쇄 (Kim et al., 2001; Kim et al., 1996), 토양개량제 처리 (Park et al., 1987;

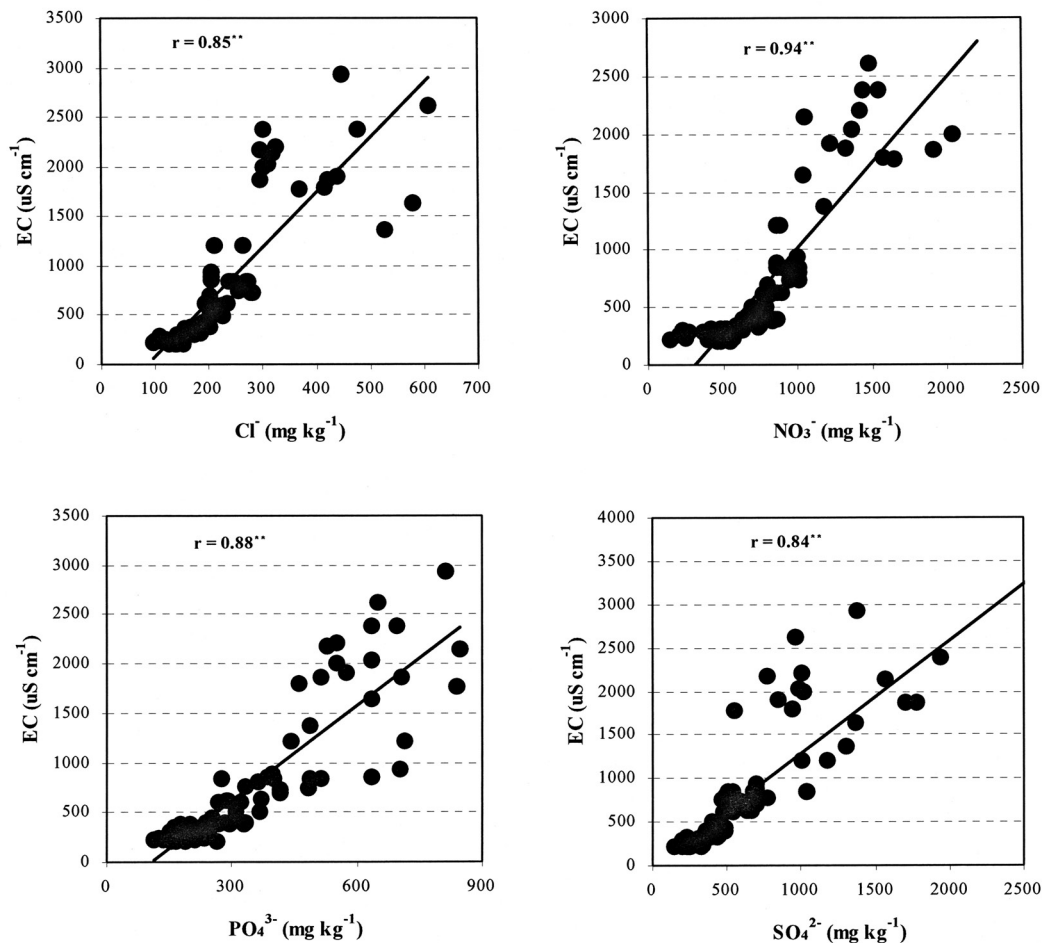


Fig. 2. The relation between electrical conductivity and anions (Cl, NO₃, PO₄³⁻, and SO₄²⁻) of the rainfall interception culture soils of *Rubus* sp. in Gochang-gun, Jeollabuk-do.

Hwang et al., 1993), 합리적인 시비량 조정 (Song et al., 1993) 등이다. Hwang et al. (1993)의 연구에 의하면, 시설재배지 토양의 제염효과는 담수 > 객토 > 흙비작물의 순으로 담수에 의한 제염이 가장 효과가 높았으며, Jung (2004)이 염류가 집적된 시설재배지에서 팽화왕겨 시용량에 의한 염류저감 효과를 검토한 결과, 팽화왕겨 처리구에서 염류제거 효과가 높게 나타났다. Kim et al. (2006)이 유공 암거배수관 설치 후 2년간 토양화학성을 관찰한 결과, 염류가 집적된 시설재배지 토양의 심토에 암거배수관을 설치할 경우 표토의 집적된 염류를 지하부위로 용탈시켜 토양의 EC를 낮추고 작물의 생육과 수량을 증가시켰다고 보고하였다. 이와 함께 Kang et al. (2000)이 시설재배 염류집적지 제염을 위한 토양개량제 선발연구를 수행한 결과, 목탄분말을 처리할때 토양의 전기전도도 경감효과가 높았다고 하였다. Lee (2004)에 의하면 토양개량제로 광합성균, soil plus, 목초액, 활성탄을 사용하여 오이와 토마토를 재배한 결과, 활성탄 처리구에

서 염류제거효과가 우수하게 나타났으며, 관행적인 두상관수보다 tension meter를 사용한 완전자동 점적관수시 염류제거효과가 우수하게 나타났다. 지금까지 연구된 여러 가지 염류제거 방법 가운데 실제 농가에서 가장 손쉽게 단기간에 높은 효과를 발현할 수 있는 염류제거 방법은 물을 이용한 물리적 제염기법이다. 물을 이용한 제염은 사질토에서는 효과가 크게 나타나지만, 식토에서는 수리전도도 때문에 제염효과가 늦게 나타나는 단점이 있다. 이와 함께 칼슘 및 마그네슘의 손실이 발생할 가능성도 있으므로 유의하여야 한다.

비가림 하우스형 복분자 재배토양 중에 함유되어 있는 수용성 양이온과 음이온을 제거하기 위해 용탈법 (leaching method)을 적용한 결과, 용탈횟수 (1회 용탈시 50 mL)를 5회로 하였을 때 초기 토양의 용탈수중 전기전도도 8 ~ 9 dS m^{-1} 에서 3회 용탈 (용탈수량 150 mL)의 경우 1/2 수준으로 전기전도도가 감소하였고, 최종 5회 처리시 0.5 dS m^{-1} 수준으로 급격

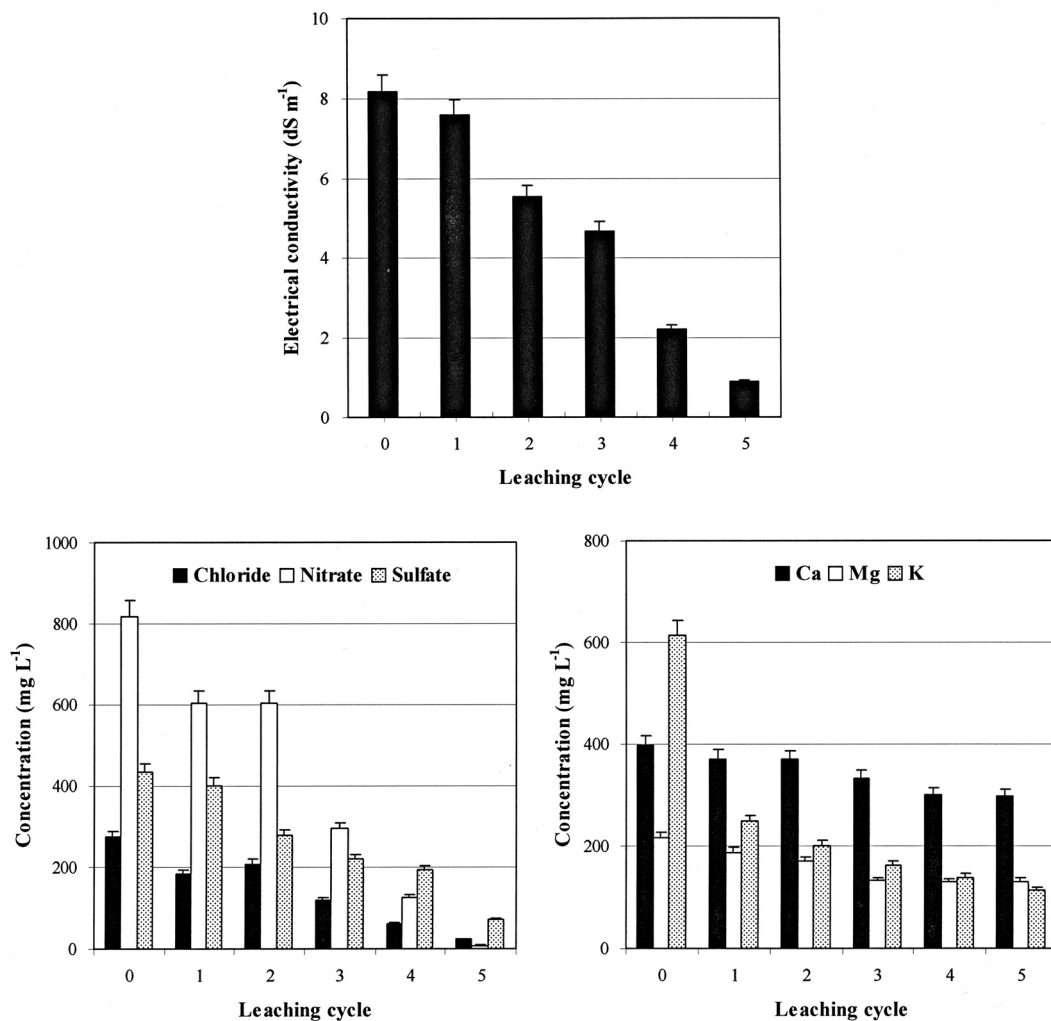


Fig. 3. Changes in the electrical conductivity, cations, and anions of the soils used in the experiment during the desalinization period by leaching method.

히 감소하였다. 염소이온의 경우 초기 토양의 용탈수 중에서는 300 mg L⁻¹ 수준으로 높게 나타났으나, 5회 용탈처리에 의해 100 mg L⁻¹ 수준으로 감소하였으며, 질산이온은 초기 700 ~ 800 mg L⁻¹ 수준에서 4회 처리시 50 ~ 100 mg L⁻¹ 수준을 보이다가 5회 용탈처리시 10 ~ 20 mg L⁻¹ 수준으로 감소하였다. 황산이온의 경우에는 300 ~ 400 mg L⁻¹ 수준에서 5회 용탈처리시 50 ~ 80 mg L⁻¹ 수준으로 감소하였다. 칼슘이온은 초기 용탈수중에 396 mg L⁻¹로 높게 나타났으나, 5회 용탈시 272 mg L⁻¹ 수준을 나타내었으며, 마그네슘이온은 초기 216 mg L⁻¹에서 5회 용탈처리에 의해 130 mg L⁻¹ 수준을 나타내었으며, 그리고 칼리이온은 초기 613 mg L⁻¹에서 5회 용탈처리에 의해 114 mg L⁻¹ 수준으로 약 80% 정도가 용탈처리에 의해 제거됨이 확인되었다 (Fig. 3). 용탈처리에 의해 수용성 음이온과 칼리이온의 제거효과는 크게 나타났으나, 칼슘과 마그네슘의 제거효율은 그다지 높지 않

은 것으로 조사되었다.

동일한 토양을 대상으로 수세법 (rinsing method)을 적용한 결과, 초기 토양의 수세용수중 전기전도도 8 ~ 9 dS m⁻¹에서 3회 수세시 2 dS m⁻¹ 수준으로 전기전도도가 감소하였고, 최종 5회 처리시 0.5 dS m⁻¹ 수준으로 급격히 감소하였다. 염소이온의 경우 초기 토양의 수세용수 중에서는 300 mg L⁻¹ 수준으로 높게 나타났으나, 5회 수세처리에 의해 100 mg L⁻¹ 수준으로 감소하였으며, 질산이온은 초기 700 ~ 800 mg L⁻¹ 수준에서 4회 처리시 50 ~ 100 mg L⁻¹ 수준을 보이다가 5회 수세처리시 30 ~ 50 mg L⁻¹ 수준으로 감소하였다. 황산이온의 경우에는 300 ~ 400 mg L⁻¹ 수준에서 5회 수세처리시 50 ~ 80 mg L⁻¹ 수준으로 감소하였다. 칼슘이온은 초기 수세용수 중에 375 mg L⁻¹로 높게 나타났으나, 5회 수세시 272 mg L⁻¹ 수준을 나타내었으며, 마그네슘이온은 초기 349 mg L⁻¹에서 5회 수세처리에 의해 100 mg L⁻¹ 수준을 나타내었

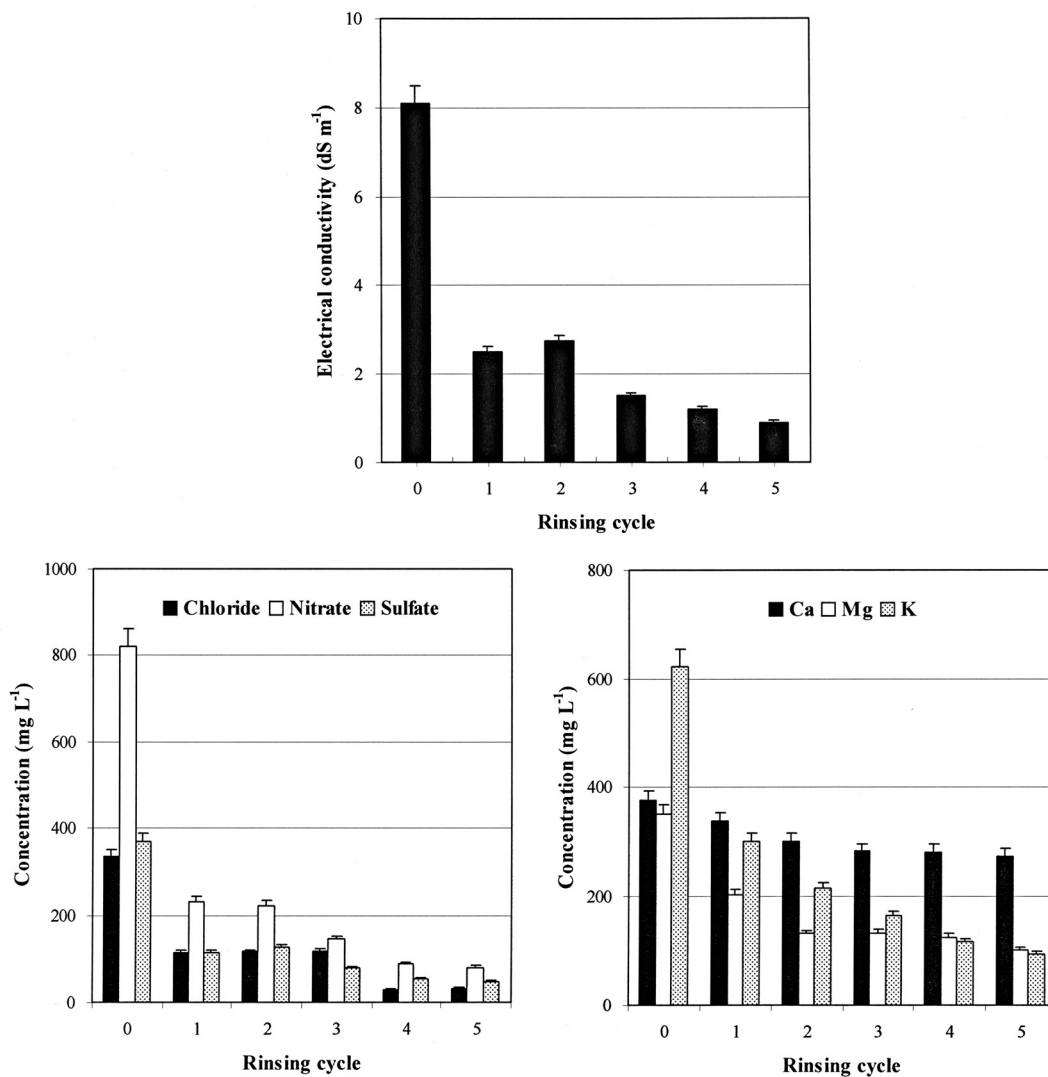


fig. 4. Changes in the electrical conductivity, cations, and anions of the soils used in the experiment during the desalinization period by rinsing method.

며, 그리고 칼리이온은 초기 622 mg L^{-1} 에서 5회 수세처리에 의해 93 mg L^{-1} 수준으로 약 85% 정도가 수세처리에 의해 제거됨이 확인되었다 (Fig. 4). 용탈 처리와는 약간 다른 경향으로 수세처리에 의해 칼슘을 제외한 수용성 음이온과 양이온의 제거효과는 크게 나타났으나, 칼슘의 제거효율은 그다지 높지 않은 것으로 조사되었다. 비가림 하우스형 복분자 재배토양 중에 함유되어 있는 염류집적 유발물질을 제거하는데 있어 작업의 편이성, 농업용수의 절감 및 처리시간 등을 고려하였을 때 용탈법보다 수세법이 더 효과적인 것으로 나타났다.

요 약

포화추출액중 전기전도도는 $1.0 \sim 28.4 \text{ dS m}^{-1}$ 의 범위로 평균 4.8 dS m^{-1} 를 나타내어 매우 높은 농도로 염류가 집적되고 있었다. 전기전도도 4 dS m^{-1} (포화추출액 조건으로 환산)를 초과한 경우가 전체의 55%를 차지하고 있었다. 복분자 비가림하우스 재배토양 중 전기전도도와 각각의 무기이온과의 단순상관관계를 조사한 결과, 전기전도도와 염소 ($r = 0.85^{**}$), 질산 ($r = 0.94^{**}$), 인산 ($r = 0.88^{**}$), 황산 ($r = 0.84^{**}$) 이온과 같은 음이온과 고도의 유의성 있는 정(+)의 상관관계를 나타내었고, 마그네슘 ($r = 0.41^*$), 칼슘 ($r = 0.38^*$), 칼리 ($r = 0.47^*$) 이온과 같은 양이온과는 유의성 있는 정(+)의 상관관계를 나타내었다. 비가림 하우스형 복분자 재배토양 중에 함유되어 있는 염류집적 유발물질을 제거하는데 있어 작업의 편이성, 농업용수의 절감 및 처리시간 등을 고려하였을 때 용탈법보다 수세법이 더 효과적인 것으로 나타났다.

사 사

본 연구는 농촌진흥청 “현장협력기술개발사업 (과제번호: 20070401080037호)” 으로 지원받은 과제입니다.

인 용 문 헌

Chung, B.Y., K.S. Lee, M.K. Kim, Y.H. Choi, M.K. Kim, and J.Y. Cho. 2008. Physico-chemical characteristics of rainfall interception culture and open filed culture soils of *Rubus* SP. in Gochang-gun, Jeollabuk-do. Korean J. Soil Sci. Fert. (in submitted).

Gochang Agriculture Technical Center. 2007. Environment-friendly culture technology of *Rubus* sp. 155-202.

Hwang, S.W., Y.S. Kim, B.Y. Yeon, Y.J. Lee, and Y.D. Park. 1993. The effect of several desalting methods applied to vinyl house soils. Rural Development Administration J. Agri. Sci. 35:276-280.

Jung, G.B., I.S. Ryu, and B.Y. Kim. 1994. Soil texture, electrical conductivity and chemical components of soils under the plastic film house cultivation in northern central areas of Korea. Korean J. Soil Sci. Fert. 27:33-40.

Jung, K.H. 2004. Effects of application of bulked hull and water management on the decrease in soluble salts of plastic film house soil. M.S. Thesis, Hankyong National University. Ansong, Korea.

Jung, Y.S. and S.H. Yoo. 1975. Effect of watering on eluviation of soluble salts in the vinyl house soils. Korean J. Soil Sci. Fert. 8:53-60.

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.). Korean J. Soil Sci. Fert. 29:360-364.

Kang, B.K., H.J. Kim, K.J. Lee, and S.K. Park. 2000. Effect of soil conditioners applied on continuous cropping field. Chungbuk Agr. Res. & Ext. Serv. 332-338.

Kim, D.S., J.E. Yang, Y.S. Ok, and K.Y. Yoo. 2006. Effect of perforated PVC underdrainage pipe on desalting of plastic film house soils. Korean J. Soil Sci. Fert. 39:65-72.

Kim, J.G., C.H. Lee, H.S. Lee, J.G. Jo, and Y.H. Lee. 1996. Subsoil inverting depth and fertilizer needs in salt accumulated soils of plastic film house. Rural Development Administration J. Agri. Sci. 38:370-375.

Kim, L.Y., H.J. Cho, B.K. Hyun, and W.P. Park. 2001. Effects of physical improvement practices at plastic film house soil. Korean J. Soil Sci. Fert. 34:92-97.

Kim, P.J., D.K. Lee, and D.Y. Chung. 1997. Vertical distribution of bulk density and salts in a plastic film house soil. Korean J. Soil Sci. Fert. 30:226-233.

Koo, J.W., R.J. Edling, and V. Taylor. 1990. A laboratory reclamation study for sodic soils used for rice production. Agr. Water Manage. 18:243-252.

Lee, J.H. 2004. Studies on the alleviation of soil sickness in protected vegetables. Ph.D. Thesis, Korea University, Seoul, Korea.

Lee, S.E., J.K. Park, J.H. Yoon, and M.S. Kim. 1987. Studies on the chemical properties of soils under the vinyl-house cultivation. Rural Development Administration J. Agri. Sci. 29:166-171.

Park, B.G., T.H., Jeon, Y.H. Kim, and Q.S. Ho. 1994. Status of farmers' application rates of chemical fertilizer and farm manure for major crops. Korean J. Soil Sci. Fert. 27:238-246

Park, E.H., Y.P. No, and Y.T. Jung. 1987. Effect of soil amendment application on green pepper continuously grown soil in vinyl house. Rural Development Administration J. Agri. Sci. 29:160-165.

Rural Development Administration. 2000. Annual report of the monitoring project on agricultural environment quality. Suwon, Korea.

Shin, W.K. and J.C. Park. 1998. Studies on the patterns of plastic film house, growing conditions, and diseases and pest occurrences of horticultural crops in southern part of Korea: 8. Excessive salt accumulation and salt elimination by watering in the plastic film house soils. J. Inst. Agr. Res. Util. 22:209-222.

Song, Y.S., C.S. Lee, H. Kang, and Y.D. Park. 1993.

Recommendation of NPK fertilizers for chinese cabbage and spinach based on soil testing. Korean J. Soil Sci. Fert. 26:25-30.
Yuk, C.S., J.J. Kim, S.D. Hong, and B.G. Kang. 1993. Salt

accumulation in horticultural soils of PE film house in Chungbuk area. Korean J. Soil Sci. Fert. 26:172-180.