

한국환경농학회지 제16권 제2호(1997)
Korean Journal of Environmental Agriculture
Vol. 16, No. 2, pp. 175~180

콩의 산성비 피해경감을 위한 석회물질의 시용효과

김복진 · 백준호 · 김흥규

영남대학교 자연자원대학 농학과

Effect of Lime Materials Application on Reducing Injury of Simulated Acid Rain in Soybean
Bok-Jin Kim, Jun-Ho Back, and Heung-Gyu Kim (College of Natural Resources, Yeungnam University, Kyongsan, Kyongbug, 712-749, Korea)

Abstract : This experiment was conducted to find out the effects of lime materials application on reducing injury of simulated acid rain(SAR) in soybean grown in pot contained with sandy loam. Six treatments including control, slaked lime(SL), 1% and 2% lime water(LW) and composite treatments with SL+LW were applied. Slaked lime was applied to soil in pot before planting, and lime water was applied to leaves a day prior to the spray of SAR(pH 2.7) and normal rain(pH 6.0), and these were sprayed at 2-day intervals. Growth, yield and yield components, foliar injury rate, chlorophyll content and photosynthetic activity in leaves, content of mineral nutrients in plant and soil chemical properties were analyzed and investigated. These results obtained are summarized as follows : Seed yield of all lime treatment was reduced by SAR compared with control. But seed yield of all lime treatment was increased with treatment of lime material in soil and on leaves. After 15 and 45 times spray of SAR, all lime treatments were effective in injury reducing visible injury of leaves compared with none treatment. Chlorophyll content in leaves was highest in plants treated with slaked lime+1% lime water and photosynthetic activity was highest with treatment of slaked lime. Concentration of total nitrogen, phosphate, and sulfur in soybean plant were increased by the spray of SAR. Concentration of total nitrogen, potassium and calcium in soybean plant were increased with treatment of slaked lime into soil. By treatments of SAR, soil pH was decreased, and total nitrogen and sulfur concentration in soil were increased. However, available phosphate and exchangeable cations in soil such as calcium, magnesium and potassium were reduced. Soil pH, calcium and silicate concentration were increased with treatment of slaked lime into soil.

序 論

우리나라에서는 1960년대 공업화 정책을 수행한 이후 대기오염이 점차 심해져 1980년대초부터 산성비가 내리기 시작했으며¹⁾, 현재 빗물의 pH는 심한 경우 3.5~4.5까지 보고되고 있다²⁾. 그러나 1년생작물에 대한 피해보고는 아직 없지만 급격한 산업의 발달 및 생활수준의 향상에 따른 화석연료의 소비량 증대로 대기오염이 심화되면서 강우의 산도가 더 높아지면 1년생작물에도 피해가 발생될 것으로 예상된다.

산성비가 작물의 생육에 미치는 영향을 보면 질소와 황등 필수대량원소를 공급하는 유익한 측면도 있으나³⁾, 일반적으로 토양산성화에 의한 수소이온의 해작용⁴⁾, 토양과 식물체로부터 무기양분의 용탈에 의한 양분순환계 교란⁵⁾, 생육 및 수량 감소⁶⁾, 표피세포와 엽육세포 및 유관속의 장해에 의한 생리적 교란, 기공조직과 잎표면 wax층의 유실로 인한 수분조절의 이상⁷⁾, 엽록소 감소^{2,8)} 등 다양하며, 그 원인은 주로 산성비의 수소이온 농도에 따른 것이다. 따라서 산성비에 의한 농작물 및 토양의 피해양상과 그 피해대책방법 등의

구명을 위한 연구가 시급한 실정이다.

산성토양 개량제로 널리 알려진 석회는 필수대량원소로서 작물에 중요한 영양분이며 상당히 높은농도에서도 무독성인 영양소일 뿐만 아니라 타영양소의 고독성으로 인한 독성의 해독 및 병해충의 발생을 억제하는 기능을 가지고 있다⁹⁾. 또한 석회물질은 산성비에 대한 수량피해 경감, 엽피해 경감, 엽록소피해 경감등의 효과가 있다고 보고되고 있다¹⁰⁾.

따라서 본 시험은 산성비에 의한 작물의 피해경감을 위해서 콩을 공시작물(단엽콩)로 하여 소석회 및 석회유(1%, 2%)를 토양 및 엽면에 처리하여 작물의 생육, 수량 및 수량구성요소, 가시적 엽피해율, 엽록소 함량, 광합성 능력, 식물체중 무기성분 함량, 시험후 토양의 이화학적 특성 등을 조사하여 산성비 피해를 줄일 수 있는 재배대책을 수립하는데 필요한 기초자료를 얻고자 실시하였다.

材料 및 方法

본 시험은 경북 경산의 영남대학교 자연자원대학 부속농장

† 본 논문은 농촌진흥청 지원 '95 농업특정과제 연구비의 일부에 의하여 수행되었음.

비닐하우스내에서 수행하였으며, 공시토양은 사양토로서 그 이화학적 특성은 표 1에서와 같이 pH, 황 함량, 치환성 석회 및 고토 함량 등은 비교적 높았으나, 유기물, 전질소, 가용성 규산, 치환성 칼리 등의 함량과 양이온 치환용량은 낮은 토양이었다.

Table 1. Physico-chemical properties of soil used.

Texture	pH	OM	T-N	Av. P ₂ O ₅	SiO ₂	SO ₄	Ex. cation(cmol/kg)			CEC
	(1:5)	(%)	(%)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	Ca	Mg	K	(cmol/kg)
Sandy loam	6.14	0.95	0.05	33	86	187	5.65	1.55	0.27	8.27

콩(단엽콩)을 공시작물로하여 24시간 쪄야시킨 종자를 6월 16일에 파종하였다. 풍건된 공시토양을 15kg씩 넣은 plastic pot(1/2,000a)에 pot당 3지점, 지점당 3립씩 파종하여 7월 10일에 지점당 1주씩만 남기고 솟아 주었으며, 10월 25일에 수확하였다. 대두 파종전에 공시토양의 석회소요량을 구하여 소석회로 pH 6.5로 조절한 후, 토양처리는 소석회 150kg/10a에 해당되는 양을 토양에 처리하였고, 엽면처리는 인공산성비 살포 1일전에 석회유 1%와 2%용액을 각각 작물 잎 전체를 적실정도로 공중살포하였다.

시비량은 N-P₂O₅-K₂O를 성분량으로 4-7-6kg/10a 수준의 2배량을 전량 기비로 시용하였으며, 기타 재배는 작물의 표준재배법에 준하였다.

인공산성비의 조제는 황산 : 질산의 비율이 2 : 1(V/V)인 혼합액을 수돗물에 첨가하여 pH가 2.7이 되도록 조절하여 사용하였으며, 대조구인 일반비는 pH가 6.0이 되도록 조절하였다. 인공산성비 살포는 파종후 26일(2-3엽기)부터 2일 간격으로 10mm씩 천정에 설치된 sprinkler로 50회 공중살포하였다.

콩의 생육과 수량 및 수량구성요소는 농촌진흥청 농업시험연구조사기준¹¹⁾에 준하여 조사하였다. 가지적 엽피해율은 인공산성비(pH 2.7)를 15회와 45회 처리후 엽피해정도를 파악하기 위하여 전체엽면적에 대한 피해엽면적의 비를 달관법으로 조사하여 백분율로 나타내었다.

엽록소함량은 일반비(pH 6.0)와 인공산성비(pH 2.7)를

45회 살포한 후 가장 늦게 완전전개한 잎을 대상으로 Yoshida¹²⁾ 등의 방법으로 엽록소 함량을 계산하였다. 광합성능력은 일반비(pH 6.0)와 인공산성비(pH 2.7)를 30회 살포후 환경변화가 광합성에 미치는 영향을 줄이기 위하여 맑은날 10~12시 사이에 Potable Photosynthesis System (LI-6200, LI-COR, USA)으로 처리당 2회 측정하여 그 평균을 관측치로 이용하였다.

식물체중 무기성분 분석은 지상부를 수확하여 80℃ 건조기에서 48시간 건조한 후 Willey mill로 분쇄하여 20mesh를 통과한 시료 0.5g에 분해액(HClO₄ : H₂SO₄ : H₂O = 18 : 1 : 11) 10ml를 가하여 분해 시킨 후 인산은 Vanadate법으로 비색정량하였고, 칼리, 석회, 고토 등은 원자흡광분석법으로 정량하였다. 질소는 semi-micro Kjeldal법, 황은 비색법, 규산은 증량법으로 각각 정량하였다¹³⁾.

공시토양은 시험 전후에 분석하였는데 pH는 토양 : 증류수 비율을 1 : 5로 하여 초자전극법으로 측정하였고, 유기물은 Tyurin법, 유효인산은 Lancaster법, 전질소는 semi-micro Kjeldal법으로 정량하였다. 치환성 칼리, 석회, 고토 등은 1N-NH₄OAc 용액(pH 7.0)으로 침출하여 원자흡광분석법으로, 황과 규산은 비색법으로 정량하였다¹³⁾.

結果 및 考察

生育, 收量 및 收量構成要素

일반비(pH 6.0)와 인공산성비(pH 2.7)를 45회 살포한 후 토양(소석회) 및 엽면(석회유 1%, 2%)에 처리한 석회물질이 콩의 생육에 미치는 영향을 보면 표 2와 같다. 콩의 생육은 일반비 살포의 경우 엽수, 엽폭, 경경 및 주경마디수는 모두 처리간에 유의성이 없었으나, 경장은 석회유 2%구에서 가장 컸으며, 그 외의 처리구간에는 비슷한 경향이였다. 인공산성비 살포의 경우 엽폭, 경경, 주경마디수 등은 석회물질 처리간에 유의성이 없었으나, 경장은 석회유 2%구에서 가장 컸으며, 엽수는 소석회+석회유 1%구에서 가장 좋았다.

일반비(pH 6.0)와 인공산성비(pH 2.7)를 살포한 후 석회물질이 콩의 수량 및 수량구성요소에 미치는 영향을 보면

Table 2. Effect of lime treatments on stem length, number of leaves, leaf width, stem diameter, and number of node per plant of soybean after application of simulated acid rain.

Treatment	Stem length(cm)		No. of leaves		Leaf width(cm)		Stem diameter(mm)		No. of node/plant	
	pH 6.0	pH 2.7	pH 6.0	pH 2.7	pH 6.0	pH 2.7	pH 6.0	pH 2.7	pH 6.0	pH 2.7
Control	32.9 b ¹⁾	32.4 ab	47.2 ns	38.5 c	5.7 ns	4.9 ns	8.3 ns	7.2 ns	10.9 ns	11.2 ns
Slaked lime	30.6 b	32.4 ab	43.1	45.3 ab	5.5	5.3	7.7	7.7	10.8	11.0
Lime water 1%	32.4 b	30.4 c	48.8	40.0 bc	5.5	4.9	8.5	7.2	10.6	10.5
Lime water 2%	35.3 a	33.7 a	46.8	40.3 bc	6.1	5.3	8.4	6.6	11.0	11.0
Slaked lime	31.4 b	31.3 bc	45.4	48.0 a	5.7	5.3	8.7	8.2	10.5	10.7
+Lime water 1%										
Slaked lime	32.4 b	30.3 c	48.8	40.9 bc	5.5	5.2	9.0	7.1	10.5	10.3
+Lime water 2%										

¹⁾ : Means within a column followed by the same letter are not significantly different at the 5% level by Duncan's New Multiple Range Test.

Table. 3. Effect of lime treatments on the number of branches per plant, number of pods per plant, number of seeds per pod, 100-seed weight, and seed yield of soybean after application of pH 6.0 water and pH 2.7 simulated acid rain.

Treatment	No. of branch /plant		No. of pod /plant		No. of seed /pod		100-seed Wt. (g)		Seed yield /pot (g)	
	pH 6.0	pH 2.7	pH 6.0	pH 2.7	pH 6.0	pH 2.7	pH 6.0	pH 2.7	pH 6.0	pH 2.7
Control	7.2 ns	6.7 ab ¹⁾	146 ns	105 ns	1.9 ns	1.9 ns	7.7 b	7.4 ns	83.6 ns	56.6 b
Slaked lime	6.8	6.6 ab	120	126	2.0	1.8	7.9 ab	7.4	71.0	66.1 ab
Lime water 1%	7.7	6.5 ab	141	109	2.0	1.9	8.3 a	7.4	85.3	63.3 ab
Lime water 2%	7.8	6.0 ab	142	109	2.0	1.9	8.0 ab	7.4	81.6	69.6 ab
Slaked lime + Lime water 1%	7.2	7.3 a	144	133	1.9	1.9	7.8 b	7.8	79.7	77.6 a
Slaked lime + Lime water 2%	6.8	5.9 b	131	110	2.0	1.9	7.4 b	7.4	76.6	59.9 b

¹⁾: The same as in Table 2.

표 3과 같다. 일반비 살포의 경우 개체당 분지수, 개체당 협수, 협당 입수, 종실 수량 등은 처리간에 유의성이 없었으며, 인공산성비 살포의 경우는 개체당 협수, 협당 입수, 100립 중은 처리간에 유의성이 없었다. 일반비 살포의 경우 100립 중은 석회유 1% > 석회유 2% > 소석회 > 소석회 + 석회유 1% > > 대조구 > 소석회 + 석회유 2%의 순위였으며, 인공산성비 살포의 경우 개체당 분지수는 소석회 + 석회유 1% > 대조구 > 소석회 > 석회유 1% > 석회유 2% > 소석회 + 석회유 2%의 순위였고, 종실수량은 소석회 + 석회유 1% > 석회유 2% > 소석회 > 석회유 1% > 소석회 + 석회유 2% > 대조구의 순위였다.

이상에서 살펴 본 바와 같이 콩의 생육은 석회물질을 처리했을 때 인공산성비 살포의 경우가 일반비 살포의 경우보다 더 좋았으며, 석회물질의 토양처리는 엽면처리의 경우보다 생육이 부진하였던 것은 석회물질 과다사용에 의한 알칼리 피해로 사료된다. 수량 및 수량구성요소는 일반비 살포의 경우 엽면처리(석회유 1%구, 석회유 2%구)에서 좋은 경향이었고, 인공산성비 살포의 경우 소석회 + 석회유 1%가 가장 좋았다. 그러나 소석회 + 석회유 2%구는 일반비 및 인공산성비 살포 모두 나쁜 경향을 보였다. 따라서 일반비 살포에서 소석회를 토양에 처리함으로써 알칼리 피해가 있는 것으로 사료되며, 인공산성비 살포에서는 소석회 토양처리와 석회유(1%, 2%) 엽면처리가 인공산성비에 대한 피해경감효과가 있었으나 소석회 + 석회유 2%구에서는 그 효과가 인정되지 않았다. 그러나 종실수량이 소석회 + 석회유 1%구에서 가장 좋았던 것으로 보아 인공산성비에 대한 콩수량의 피해경감을 위해서는 소석회 사용과 석회유 1%를 병행하는 것이 가장 효과적인 것으로 판단된다.

可視的 葉被害率

인공산성비(pH 2.7)를 15회와 45회 살포한 후 석회물질이 콩의 가시적 엽피해율에 미치는 영향을 보면 표 4와 같다. 인공산성비 15회 살포 후 엽피해율은 대조구와 소석회구간에는 유의성은 없었으나 소석회구에서 다소 경감되는 경향

이었고, 그 외의 처리구에서는 유의성이 인정되어 엽피해율 경감효과가 있었다. 인공산성비 45회 살포의 경우도 15회의 경우와 비슷한 경향을 보였으며 소석회구에서도 대조구에 비해 엽피해율 경감효과가 유의성 있는 차이를 보여 그 경감효과가 인정되었으며, 그 정도는 토양처리보다 엽면처리에서 더 컸다. 이것은 김¹⁰⁾ 등이 배추에서 인공산성비를 토양과 작물경엽에 살포하였을 때 작물경엽처리가 토양처리보다 엽피해율 경감효과가 좋았다는 보고와 비슷한 경향이었고, 피해경감제가 뿌리를 통해 2차적 경로를 거쳐 작물잎에 작용하는 것 보다 잎표면에 직접 작용하는 것이 더 효과적일 것으로 사료된다.

Table. 4. Effect of lime treatments on foliar injury rate of soybean after application of pH 2.7 simulated acid rain.

Treatment	Foliar injury rate(%)	
	After 15 times	After 45 times
Control	7.5 a ¹⁾	22.5 a
Slaked lime	6.9 a	14.2 b
Lime water 1%	1.1 b	3.8 c
Lime water 2%	1.4 b	5.0 c
Slaked lime + Lime water 1%	0.8 b	3.3 c
Slaked lime + Lime water 2%	1.4 b	4.6 c

¹⁾: The same as in Table 2.

葉中 葉綠素 含量과 光合成 能力

일반비(pH 6.0)와 인공산성비(pH 2.7) 살포후 석회물질이 콩의 엽중 엽록소 함량(45회 살포후)과 광합성 능력(30회 살포후)에 미치는 영향은 표 5와 같다. 엽록소 함량은 일반비 및 인공산성비 살포 공히 처리간에 유의성이 있었다. 일반비 살포의 경우에는 석회유 2%구 > 소석회 + 석회유 2%구 > 석회유 1%구 > 소석회구 > 소석회 + 석회유 1%구 > 대조구의 순위였으며, 인공산성비 살포의 경우에는 소석회 + 석회유 1%구 > 소석회 + 석회유 2%구 > 소석회구 > 석회유 2%구 > 석회유 1%구 > 대조구의 순위였다. 배추에 인공산성비(pH 2.5)를 양토와 식양토에 15회 및 27회 살포하였을 때 작물경엽처

Table 5. Effect of lime treatments on total chlorophyll content in leaves after the 45th times and photosynthetic activity after the 30th times of soybean after application of simulated acid rain.

Treatment	Total chlorophyll content (mg/g Fr. Wt.)		Photosynthetic activity (mg CO ₂ /g dm ²)	
	pH 6.0	pH 2.7	pH 6.0	pH 2.7
Control	1.57 e ^{1/}	1.30 e	20.7 b	19.2 b
Slaked lime	1.91 cd	1.76 b	19.8 b	25.8 a
Lime water 1%	1.95 bc	1.38 d	23.8 a	21.1 b
Lime water 2%	2.06 a	1.52 c	21.3 ab	19.5 b
Slaked lime + Lime water 1%	1.84 d	1.87 a	24.1 a	21.0 b
Slaked lime + Lime water 2%	2.04 ab	1.83 ab	23.9 a	20.0 b

^{1/}: The same as in Table 2.

리가 토양처리보다 엽록소 감소율 경감 효과가 더 좋았다는 보고¹⁰⁾와는 달리 본 시험에서는 인공산성비 살포의 경우 토양처리가 작물엽면처리에서 보다 엽록소 감소율 경감효과가 더 좋았다. 이것은 본 시험에서 인공산성비 살포 회수가 더 많았고(45회) 또한 엽록소 함량을 콩의 생육후기에 조사했기 때문에 토양에 처리된 소석회와 콩의 생장기간을 연장시키고 엽의 노화를 방지하는 효과가 있었던 것으로 사료된다.

광합성 능력은 일반비 살포의 경우 석회유 1%구, 소석회 + 석회유 1%구, 소석회 + 석회유 2%구 등에서 좋았고, 대조구 및 소석회구에서 나빴다. 인공산성비 살포의 경우 광합성 능력은 소석회구에서 가장 좋았고 그 외의 처리구간에는 비슷하였다. 그리고 일반비와 인공산성비 살포 경우 모두 엽면처리한 경우 석회유 1%구가 석회유 2%구보다 광합성 능력이 더 좋은 경향이었는데, 이것은 엽면에 처리된 석회 유액의 수분이 증발하면서 엽면에 남은 석회막이 석회유 1% 처리구보다 석회유 2%처리구에서 광합성에 필요한 빛과 공기의 차단이 더 심했기 때문인 것으로 판단된다.

植物體中 無機成分 含量

일반비(pH 6.0)와 인공산성비(pH 2.7)를 살포한 후 석회 물질이 식물체의 무기성분 함량에 미치는 영향을 보면 표 6과 같다.

질소 함량은 대조구를 제외한 모든 처리구에서, 그리고 인산 및 황 함량은 소석회구를 제외한 모든 처리구에서 인공산성비 살포가 일반비 살포보다 함량이 증가되었다. 이와 같이 인공산성비 살포에 의하여 식물체중 질소 및 황 함량이 증가된 것은 인공산성비 중에 질산과 황산이 함유되어 있었기 때문인 것으로 판단된다. 이것은 인공산성비를 살포했을 때 식물체중 질소와 황 함량이 증가한다는 다른 연구자들의 보고와 같았다^{10,14,15)}.

칼리, 석회, 고토 등의 함량은 인공산성비 살포에 의해서 석회물질의 토양처리구에서 증가하는 경향이였으며, 대조구 및 엽면처리구에서는 감소하는 경향으로 이는 토양에 처리된 소석회가 토양산성화를 완화하면서 이들 성분들의 흡수를 조장시킨 것으로 판단된다. 그러나 규산 함량은 대조구를 제외한 모든 처리구에서 감소되었다.

試驗後 土壤의 理化學的 特性

일반비(pH 6.0)와 인공산성비(pH 2.7) 살포후 석회물질이 시험후 토양의 이화학적 특성에 미치는 영향을 보면 표 7과 같다.

토양 pH는 인공산성비 살포로 전처리구에서 낮아졌으며, 대조구의 경우 pH 5.6까지 낮아졌으나, 석회물질의 토양 및 엽면처리로 토양의 pH 저하가 완화되었는데 그 정도는 엽면처리보다 토양처리에서 더 좋았다. 김¹⁰⁾은 배추를 공시작물로 하여 양토 및 식양토에 인공산성비(pH 2.5)를 27회 처리한 결과 식양토보다 양토에서 pH 저하가 심하였다고 보고하였는데 본 시험에서는 토양완충능이 낮은 사양토에서 인공산성비를 50회 살포하였기 때문에 시험후 pH 저하폭이 더 컸던 것으로 판단된다.

유기물 함량은 인공산성비 살포로 토양 및 엽면처리구에서는 증가되었으며, 전질소 함량은 인공산성비 살포에 의하여 증가되는 경향이었고, 유효인산 함량은 전처리구에서 감소되었으며, 규산 함량은 일정한 경향이 없었으나, 황 함량은 전처리구에서 증가폭이 월등히 높았고, 치환성양이온(석회, 고토, 칼리)은 감소되는 경향이였다. 일반적으로 인공산성비는 토양에 질소 및 황 함량을 증가시키는 유익한 측면도 있으나^{3,15,16)} 토양의 산성화^{4,17)}로 염기성 양이온(Ca⁺⁺, Mg⁺⁺, K⁺, NH₄⁺)의 용탈¹⁷⁾, 유효태 인산의 감소¹⁸⁾ 등으로 작물

Table 6. Content of mineral nutrients in soybean stem and pod shell at harvest treated with simulated acid rain.

Treatment	N(%)		P ₂ O ₅ (%)		K ₂ O(%)		CaO(%)		MgO(%)		SO ₄ (%)		SiO ₂ (%)	
	pH6.0	pH2.7	pH6.0	pH2.7	pH6.0	pH2.7	pH6.0	pH2.7	pH6.0	pH2.7	pH6.0	pH2.7	pH6.0	pH2.7
Control	1.61	1.56	0.24	0.26	2.17	1.73	1.19	1.04	0.68	0.70	0.68	0.80	0.56	0.76
Slaked lime	1.62	1.85	0.21	0.18	1.59	1.69	1.18	1.23	0.58	0.71	0.80	0.77	0.72	0.68
Lime water 1%	1.76	1.81	0.20	0.28	2.12	1.73	1.40	1.35	0.82	0.66	0.86	1.13	0.66	0.62
Lime water 2%	1.80	1.80	0.21	0.26	2.07	1.59	1.47	1.31	0.73	0.67	0.65	1.16	0.80	0.62
Slaked lime + Lime water 1%	1.69	1.82	0.22	0.24	1.95	2.07	1.32	1.45	0.66	0.82	0.74	0.80	0.68	0.64
Slaked lime + Lime water 2%	1.68	1.76	0.22	0.23	1.83	1.83	1.51	1.59	0.75	0.71	0.59	1.04	0.62	0.58

Table 7. Effect of lime treatments on chemicals and exchangeable cation properties of soil harvest of soybean after application of simulated acid rain.

Treatment	pH		OM		T-N		Av.P ₂ O ₅		SiO ₂		SO ₄		Ex. cation(cmol/kg)					
	(1:5)		(%)		(%)		(mg/kg)		(mg/kg)		(mg/kg)		Ca		Mg		K	
	pH6.0	pH2.7	pH6.0	pH2.7	pH6.0	pH2.7	pH6.0	pH2.7	pH6.0	pH2.7	pH6.0	pH2.7	pH6.0	pH2.7	pH6.0	pH2.7	pH6.0	pH2.7
Control	6.1	5.6	0.94	0.72	0.04	0.06	23.4	21.1	74	88	124	208	5.3	5.2	1.58	1.48	0.26	0.16
Slaked lime	6.6	6.3	0.70	0.64	0.04	0.05	19.3	13.5	101	102	135	179	7.1	7.2	1.45	1.47	0.26	0.21
Lime water 1%	6.2	6.0	0.84	0.72	0.08	0.06	20.6	13.7	87	73	130	187	6.0	5.7	1.59	1.50	0.14	0.13
Lime water 2%	6.3	6.1	0.92	0.90	0.08	0.06	18.3	16.0	77	79	140	233	5.6	5.3	1.52	1.41	0.23	0.14
Slaked lime + Lime water 1%	6.6	6.4	0.73	0.81	0.04	0.04	20.6	19.8	113	109	118	221	7.2	7.2	1.46	1.42	0.25	0.21
Slaked lime + Lime water 2%	7.1	6.4	0.82	0.86	0.08	0.05	23.2	22.7	117	108	114	205	7.5	6.8	1.45	1.37	0.24	0.14

생육에 유해한 것으로 보고되고 있는데 본 시험에서도 인공산성비 살포에 의하여 질소 및 황 함량이 증가되었고, 치환성 양이온 및 인산 함량이 감소되어서 일반적인 인공산성비의 경우와 같았다.

要 約

산성비에 의한 작물의 피해경감방안을 구명하고자 pot시험으로 사양토에 콩(단엽콩)을 공시작물로하여 석회물질을 토양(소석회), 엽면(석회유 1%, 석회유 2%), 토양 및 엽면(소석회+석회유 1%, 소석회+석회유 2%)에 처리하고, 인공산성비(pH 2.7)를 10mm씩 2일간격으로 50회 살포한 후 콩의 생육, 수량 및 수량구성요소, 가시적 엽피해율, 엽록소 함량, 광합성 능력, 식물체중 무기성분 함량, 시험후 토양의 이화학적 특성 등을 분석조사한 결과는 다음과 같다.

1. 인공산성비 45회 살포후 경장은 석회유 2%구에서, 엽수는 소석회+석회유 1%구에서 가장 컸으며, 엽폭, 경경, 개체당 분지수는 처리간에 유의성없이 비슷하였다. 인공산성비 살포에 의하여 전처리구에서 종실 수량이 감소하였으나, 석회물질의 처리구에서 종실 수량이 증가하였으나, 특히 소석회+석회유 1%구가 가장 좋았다.
2. 인공산성비 15 및 45회 살포후 엽피해율 경감효과는 석회물질의 사용이 효과적이었다.
3. 인공산성비 45회 살포후 엽록소 함량은 소석회+석회유 1%구에서 가장 높았으며, 인공산성비 30회 살포후 광합성 능력은 소석회구에서 가장 좋았다.
4. 인공산성비 살포로 식물체중 질소, 인산, 황 등의 함량이 증가되었으며, 소석회를 토양에 처리함으로써 식물체중 질소, 칼리, 석회 등의 함량이 증가하는 경향이였다.
5. 인공산성비 살포로 토양의 pH는 낮아졌으나, 질소 및 황 함량은 증가되는 경향이였고, 인산, 석회, 칼리, 고토 등의 함량은 감소되는 경향이였다.

參考文獻

1. 李壽煜, 張寬淳. (1987). 韓國內 酸性雨의 長距離 汚染源(Distant Pollution Source)에 關한 研究. 忠南大環境研究院報. 5(1) : 1~14.
2. 李錫淳, 金台柱, 金福鎮. (1994). 벼, 콩, 고추의 生育時期別 人工酸性비에 대한 耐性. 韓作誌. 39(6) : 548~555.
3. Jacobson, J.S., J.J. Troiano, L.I. Heller, and L. Osmelowski. (1987). Effects of fertilizer on the growth of radish plants exposed to simulated acidic rain containing different sulfate to nitrate ratio. Environ. Pollut. 44 : 71~79.
4. Adaros, G., H.J. Weigel, and H.J. Jaeger. (1988). Effect of sulphur dioxide and acid rain alone or in combination on growth and yield of broad bean plants. New Phytol. 108 : 67~173.
5. Ownby, J.D. and L. Does. (1985). Growth and mineral status in peanut and sorghum in response to acid precipitation and aluminum. New Phytol. 101 : 325~332.
6. Evans, L.S., K.F. Lewin, and M.j. Patti. (1984). Effects of simulated acid rain on yields of field-grown soybeans. New. Phytol. 96 : 207~213.
7. Adams, C.M. and T.C. Hutchinson. (1984). A comparison of the ability of leaf surfaces of three species to neutralize acidic rain drops. New Phytol. 97 : 463~478.
8. 金台柱, 李錫淳, 金福鎮. (1994). 人工酸性비에 대한 作物의 營養生長期 耐性 및 被害樣相. 韓作誌. 39(6) : 556~563.
9. 박우철, 강상재, 서상현. 1995. 농산물 생산과 석회사용 효과. 1995년도 한국토양비료학회 환경 보전 농업에서 석회의 역할 심포지엄. p. 27~50.
10. 金台柱. (1993). 人工酸性비가 作物 및 土壤에 미치는

- 影響과 被害輕減對策. 嶺南大學校 博士 學位論文.
11. 農村振興廳. (1995). 農事試驗研究調查基準(改訂3版).
 12. Yoshida, S., D.A. Forno, J.H. Cock, and K.A. Gomez. (1972). Laboratory manual for physiological studies of rice(2nd ed.). IRRI, Los Banos, Philippines.
 13. 農村振興廳. (1988). 土壤化學分析法.
 14. 李錫淳, 洪承範, 金福鎮. (1996). 人工酸性비가 배추와 무의 생육에 미치는 影響. 韓環農誌. 15(2) : 217~222.
 15. 金福鎮, 朴善道, 李錫淳. (1996). 人工酸性비後 一般비處理量에 따른 作物生育과 土壤의 化學性. 韓環農誌. 15(3) : 341~347.
 16. Evans, L.S. and K.H. Thompson. (1984). Comparision of experimental designs used to detect change in yields of crops exposed to acidic precipitation. Comparision of experimental designs. Agron. J. 76 : 81~84.
 17. Kim, G.T. (1987). Effects of simulated acidic rain on growth and physiological chracteristics Ginko biloba L. seedlings and on chemical properties of the tested soil. Ph. D. Dissertation. Seoul National University.
 18. Ulrich, B. and J. Pankrath. (1983). Effects of accumulation of air pollution in forest ecosystems. Reidel. London.