

## 벼, 콩, 고추의 生育時期別 人工酸性비에 대한 耐性

李錫淳\* · 金台柱\*\* · 金福鎮\*

### Tolerance of Rice, Soybean, and Hot Pepper to Simulated Acid Rain at Different Growth Stages

Suk Soon Lee\* · Tae Ju Kim\*\* and Bok Jin Kim\*

**ABSTRACT** : To compare the tolerance of crops to acid rain at different growth stages a simulated acid rain(SAR) of pH 2.7 was applied to rice, soybean, and hot pepper from vegetative growth stage to harvest(Veget. -Harvest) and from reproductive growth stage to harvest (Reprod. -Harvest). Visual damages of crops by SAR were greater in the order of rice < hot pepper < soybean and greater at Veget. -Harvest than at Reprod. -Harvest treatment. Chlorophyll content of all crops was greater in the order of Veget. -Harvest < Reprod. -Harvest treatment < control, but photosynthetic activity was not affected by SAR treatments. Nitrogen concentration and uptake of rice plants at harvest were similar among SAR treatments, but those of soybean and hot pepper were greater at Veget. -Harvest treatment than at Reprod. -Harvest treatment or control. Sulfur concentration of all crops was not affected by SAR treatments, but total sulfur uptake of soybean was greater in SAR treatments than untreated control. Grain yield of rice and soybean was not affected by SAR although grain fertility, percent ripened grains, and 1,000-grain weight of rice at Veget. -Harvest treatment were lower compared with Reprod. -Harvest treatment or control. Fruit dry weight of hot pepper was greater in the order of Veget. -Harvest < Reprod. -Harvest < control due to decreased fruit number per plant and average fruit weight. At one time application of SAR at flowering stage, brown spots were observed on the spikelets of rice at below pH 2.3. Petals of soybean and hot pepper were wilted at pH below 1.7 and 2.0, respectively, but fruit setting was not affected by the pH of the SRA.

**Key word** : Simulated acid rain, Rice, Soybean, Hot pepper. Photosynthesis, Nitrogen, Sulfer, Yield, Chlorophyll, Fruit set

\* 嶺南大學校 農畜產大學 農學科(Dept. of Agronomy, College. of Agri. & Animal Sci., Yeungnam Univ., Kyongsan, Kyongbug 712-749, Korea).

\*\* 龜尾專門大學 園藝學科(Dept. of Horticultural Science, Kumi College, Kumi, Kyongbug, Korea).

<이 論文은 農村振興廳 支援 '92 農業特定課題 研究費의 一部에 依해 遂行되었음>

<'94. 9. 5 接受>

산성비가 작물의 생육에 미치는 영향을 보면 질소와 황 등 必須大量元素를 공급하는 유익한 측면도 있으나<sup>5)</sup> 일반적으로 토양을 산성화하고<sup>2)</sup>, 토양과 식물체로부터 무기양분의 용탈에 의한 양분순환체계 교란<sup>4,3)</sup>, 종자의 발아율 저하, 생육감소, 잎의 괴사반점, 잎의 주름, 부정아 발생, 초생엽의 조기 낙엽<sup>6)</sup>, 낮은 pH에 의한 표피세포, 엽육세포, 유관속의 장애에 의한 생리적 교란, 기공조각과 잎 표면 wax 층의 유실로 인한 수분조절의 이상<sup>1)</sup>, 대기오염물질에 대한 저항성의 저하<sup>4)</sup>, 엽록소 함량감소<sup>11,15,16)</sup>, 광합성 저하<sup>19,20)</sup>, 수량감소<sup>7,8,10)</sup> 등 다양하다. 그러나 산성비의 피해는 작물의 종류, 품종, 생육기 등에 따라 다르며, 산성비의 pH, 함유성분, 강우량, 강우 횟수, 그리고 토양과 기상 등 환경조건에 따라라도 피해양상과 피해정도가 다르므로 그 피해를 평가하기가 어렵다.

우리나라에서는 인공산성비가 산림에 미치는 영향에 관한 연구는 비교적 많으나 작물에 대한 연구는 극히 적다. 산림에서는 산성비가 내리면 莖葉에 대한 직접적인 피해와 또 토양이 산성화되어 오는 피해가 같이 오기 쉽다. 그러나 매년 토양을 경운하고, 또 산도가 낮으면 석회를 사용하여 토양 pH를 교정한 후 재배하는 1년생 작물은 토양의 산성화에서 오는 피해는 크지 않고, 직접 경엽에 미치는 영향이 크다. 그런데 현재의 자연강우의 pH는 심한 경우 3.5~4.5로서 일반적으로 작물에 피해가 오는 pH 3.0 보다 pH가 높고, 또 비가 내린 후 5~10분간에만 산성비이고 그 이후에는 정상적인 강우가 내리며, 강우횟수도 2~3일 간격으로 인공산성비를 처리하는 것보다 적으므로 포장에서 산성비의 피해가 크게 발생할 위험은 현재는 적다. 그러나 산업화가 진전되어 강우의 pH가 더욱 내려가면 지역적으로는 산성비의 피해를 받을 가능성이 있고, 작물마다 산성비에 대한 저항성이 다르므로 앞으로 예상되는 산성비의 피해를 줄이기 위해서는 산성비에 의한 피해양상과 산성비에 대한 작물의 耐性を 알아야 한다.

그래서 본 시험은 작물간, 생육기별 산성비에 대한 내성정도를 알고자 pH 2.7의 인공산성비를 벼, 콩, 고추의 영양생장기나 생식생장기부터 수확기까지 장기간 처리하여 산성비가 작물의 생육, 수량

및 수량구성요소에 미치는 영향과 작물의 피해양상 및 식물체 중 엽록소, 질소, 황 등의 함량에 미치는 영향을 분석조사한 결과를 보고하고자 한다.

## 材料 및 方法

본 시험은 1993년 경북 경산의 영남대학교 농축산대학 부속농장에서 수행하였다. 공시작물과 품종은 벼는 일품벼, 콩은 단엽콩, 고추는 금탑이었다. 벼는 보온절충못자리에서 육묘한 35일묘를 5월 27일에 가로×세로×높이가 각각 59×18×10cm 인 plastic pot에 주당 4묘씩 4주를 이상하였고, 콩은 최아시킨 종자를 5월 27일에 직파하였는데 pot 당 3립씩 4지점에 파종하여 출아 후 10일에 지점당 1주를 남기고 솟아 주었으며, 고추는 62일묘를 5월 27일에 pot당 3株 이식하였다.

시비량은 3개 작물 모두 pot 당 토양무게로 환산하여 표준시비량의 2배를 사용하였다. 콩은 모든 비료를 기비로 사용하였으며, 벼와 고추에서는 인산과 칼리는 전량을 기비로 사용하였고, 질소는 분시하였는데 질소분시의 경우 벼는 基肥:分蘖肥:穗肥:實肥를 50:20:20:10의 비율로 분시하였고, 고추는 기비:개화기 추비를 70:30의 비율로 분시하였다. 표준시비량은 N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O를 성분량으로 벼는 15-9-11kg/10a, 콩은 4-7-6kg/10a, 고추는 24-20-23kg/10a 이었다. 공시토양의 토성은 植壤土이었으며, pot당 풍건토양 13kg을 사용하였다.

인공산성비의 pH는 2.7이었고, 황산:질산의 비율이 2:1인 용액을 만들어 pH를 조절하였다. 인공산성비는 비닐하우스내에 설치된 撒水施設을 이용하여 1회에 10mm씩 2일 간격으로 처리하였다. 인공산성비 처리시기는 영양생장기인 6월 18일(벼와 고추는 이앙 및 이식 후 24일, 또 콩은 出芽 후 20일)부터 수확기(10월 25일)까지, 생식생장기인 7월 15일(벼는 유수분화기, 콩과 고추는 개화기)부터 수확기까지 이었으며, 대조구는 전 생육기간을 pH 6.0인 물을 처리하였다. 벼는 草長과 분얼수, 콩은 莖長과 分枝數, 고추는 초장을 6월 18일부터 15일 간격으로 조사하였으며, 엽록소 함량과 광합

성 능력은 8월 2일과 9월 15일에 측정하였고, 수량 및 수량구성요소는 성숙기에 조사하였다. 그리고 수확기 식물체 중 질소 함량은 micro-Kjeldahl법으로, 황 함량은 중량법으로 분석하였다.

또 개화기에 처리한 인공산성비가 화기, 수정, 및 결실에 미치는 영향을 보기 위하여 포장에서 성장하고 있는 벼, 콩, 고추의 개화기에 pH 1.7, 2.0, 2.3, 2.6인 인공산성비를 식물이 충분히 젖도록 1회 처리하여 꽃잎의 가시적 피해와 결실에 관련된 특성을 조사하였다.

## 結果 및 考察

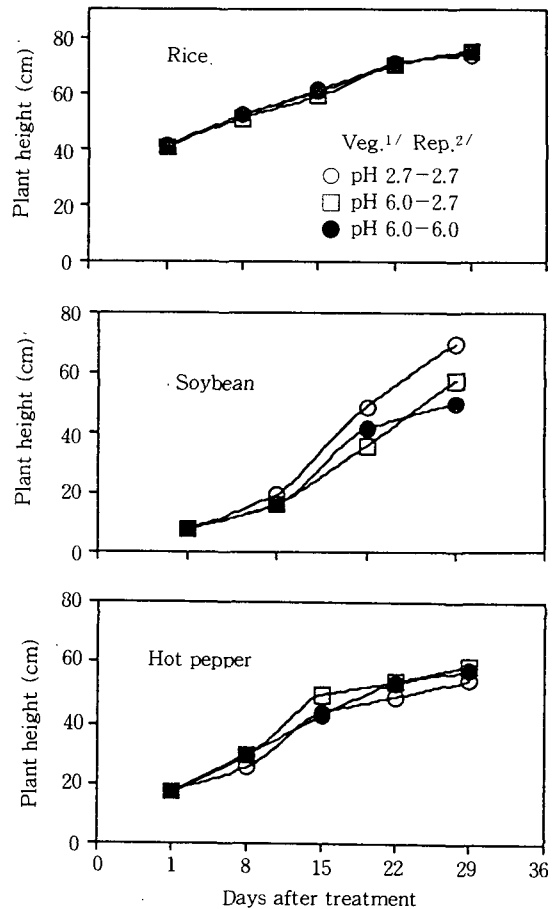
### 1. 生育

영양생장기나 생식생장기부터 수확기까지 인공산성비(pH 2.7)를 벼, 콩, 고추에 처리하였을 때 초장의 변화를 보면 그림 1과 같다. 벼의 경우 어느 생장기에서나 인공산성비는 초장에 영향을 미치지 않았으나 고추는 영양생장기부터 수확기까지 처리한 것이 생식생장기부터 인공산성비를 처리한 것이나 무처리보다 초장이 다소 적었다. 그러나 콩은 영양생장기부터 수확기까지 인공산성비를 처리한 것이 생식생장기부터 수확기까지 처리한 것이나 물을 처리한 대조구보다 경장이 더 커서 인공산성비가 생장에 미치는 영향은 작물에 따라 달랐다. 콩에서만 영양생장기-수확기에 인공산성비를 처리한 것이 생식생장기-수확기에 인공산성비를 처리하거나 무처리보다 경장이 더 컸던 것은 질소의 표준시비량이 10a당 4kg으로서 벼의 15kg, 고추의 24kg보다 훨씬 적었고, 사용한 토양이 콩을 재배하지 않았던 곳의 흙이었으므로 根瘤菌에 의한 질소 고정량도 많지 않아 인공산성비에 함유된 질산의 비료효과가 나타났기 때문인 것으로 생각된다.

### 2. 可視的 被害

벼, 콩, 고추에 인공산성비(pH 2.7)를 出芽 후 20일부터 수확기까지 45회, 또 생식생장기부터 수확기까지 31회 처리한 후 발생한 가시적 피해를 전 생육기간을 pH 6.0인 물을 처리한 대조구와 비교해 보면, 벼는 영양생장기부터 인공산성비를 처리

한 것은 잎의 정단부위에 작은 갈색 반점이 나타났으나 생식생장기부터 처리한 것은 그 피해정도가 영양생장기부터 처리한 것보다 약간 적었다. 콩은 영양생장기부터 처리한 것은 잎이 黃化하고, 짙은 갈색의 塊死斑點이 나타났으며, 생식생장기부터 처리한 것도 황화하였으나 영양생장기부터 처리한 것보다는 정도가 심하지 않았다. 고추에서는 영양생장기에 처리한 것은 잎에 작은 구멍이 생겼으나 생식생장기부터 처리한 것은 작은 갈색 반점이 생겼다. 대체적으로 어느 작물에서나 산성비의 처리



1/:Vegetative growth stage  
2/:Reproductive growth stage

Fig. 1. Changes in plant height of rice, soybean, and hot pepper treated with simulated acid rain at different growth stages.

횟수가 많을수록 피해가 심해지는 경향이었으며, 작물에 따라 산성비의 피해양상이 달랐다.

### 3. 葉綠素 含量

벼, 콩, 고추에 인공산성비(pH 2.7)를 처리하였을 때 각 작물의 엽록소 함량의 변화를 보면 표 1과 같다. 8월 2일에는 영양생장기부터 인공산성비를 23회 처리하였거나 생식생장기부터 인공산성비를 7회 처리하였을 때 각 작물의 엽록소 함량은 대조구와 차이가 없었다. 그러나 영양생장기부터 인공산성비를 45회 처리한 9월 5일(생식생장기부터는 29회 처리)에는 모든 작물의 엽록소 함량은 영양생장기부터 인공산성비를 처리한 것이 가장 낮았으며, 생식생장기부터 처리한 것은 중간이었고, 인공산성비를 처리하지 않은 것이 엽록소 함량이 가장 높아 pH 2.7의 인공산성비를 장기간 처리하였을 때 엽록소 함량은 현저히 감소하였다. 그러나 金과 金<sup>17)</sup>은 pH 3.0의 인공산성비를 처리하였을 때 콩은 엽록소가 많이 감소하였지만 벼와 고추는 엽록

소 함량이 많이 감소하지 않는다고 보고하여 본 시험과 결과가 다소 달랐는데 이것은 본 시험에서는 pH가 2.7로서 金과 金<sup>17)</sup>이 시험한 pH 3.0보다 인공산성비의 pH가 낮아 엽록소 함량이 더 많이 감소한 듯하다. 인공산성비 처리에 의한 엽록소 함량의 감소는 bush bean<sup>11)</sup>, 잣나무<sup>16)</sup>, 짚레<sup>15)</sup>에서 보고되었으나 다른 樹木에서는 인공산성비가 잎의 엽록소 함량에 영향을 미치지 않거나 오히려 증가시켜<sup>10)</sup> 시험마다 경향이 달랐다. 이것은 처리된 인공산성비의 pH가 다르고, 종, 품종, 생육시기, 재배환경에 따라 반응이 다르기 때문으로 생각된다.

### 4. 光合成 能力

인공산성비(pH 2.7) 처리시기를 달리 하였을 때 각 작물의 광합성 능력을 비교해 보면 표 2와 같다. 벼와 고추는 어느 생장기에 인공산성비를 처리하여도 광합성 능력에는 영향을 미치지 않았다. 그러나 콩에서는 인공산성비를 영양생장기부터 23회 처리했을 때와 생식생장기에 7회 처리하였을 때에는 전 생육기간을 pH 6.0인 물을 처리한 것(대조구)보다 광합성 능력이 낮았지만 영양생장기부터 45회 처리하고, 생식생장기에 29회 처리하였을 때는 대조구와 차이가 없었다. 다른 연구자들은 인공산성비의 pH가 2.0이하일 때는 알팔파<sup>19)</sup>와 후추에서<sup>20)</sup> 광합성 능력이 감소하였지만 인공산성비의 pH가 2.5 이상일 때는 알팔파<sup>19)</sup>, 무<sup>12)</sup>, 강남콩<sup>21)</sup>에서 광합성 능력에 영향을 미치지 않아 대체로 본

Table 1. Chlorophyll content of rice, soybean, and hot pepper after application of pH 2.7 simulated acid rain and pH 6.0 water at different growth stages

Date of observation	pH of rain water		Crop		
	Vegetative <sup>1/</sup>	Reproductive <sup>2/</sup>	Rice	Soybean	Hot pepper
2 Aug.	2.7 <sup>3/</sup>	2.7	2.64 ns	3.40 ns	3.09 ns
	6.0	2.7	2.58	3.53	3.19
	6.0	6.0	2.58	3.42	3.23
5 Sept.	2.7 <sup>4/</sup>	2.7	1.75 b <sup>5/</sup>	1.09 c	1.69 b
	6.0	2.7	1.96 ab	1.62 b	2.01 a
	6.0	6.0	2.25 a	2.61 a	2.26 a

1/; Vegetative growth stage from 20 days after emergence to panicle initiation stage of rice or flowering stage of soybean and hot pepper.

2/; Reproductive growth stage from panicle initiation stage of rice or flowering stage of soybean and hot pepper to harvest.

3/; 23 treatments of 2.7 SAR at vegetative growth stage and 7 times at reproductive stage.

4/; 45 treatments of 2.7 SAR at vegetative growth stage and 29 times at reproductive stage.

5/; Means within a column for a given observation date followed by the same letter are not significantly different at the 5% level by Duncan's New Multiple Range Test(DNMRT).

Table 2. Photosynthetic activity of rice, soybean, and hot pepper after application of pH 2.7 simulated acid rain and pH 6.0 water at different growth stages

Date of observation	pH of rain water		Crop		
	Vegetative <sup>1/</sup>	Reproductive <sup>2/</sup>	Rice	Soybean	Hot pepper
2 Aug.	2.7 <sup>3/</sup>	2.7	15.9 ns	13.1 ab <sup>5/</sup>	24.5 ns
	6.0	2.7	13.9	10.7 b	25.5
	6.0	6.0	13.9	16.6 a	26.5
5 Sept.	2.7 <sup>4/</sup>	2.7	9.7 ns	9.1 ns	11.5 ns
	6.0	2.7	10.2	9.4	14.5
	6.0	6.0	9.6	8.1	13.8

1/, 2/, 3/, 4/, and 5/: The same as in Table 1.

시험과 결과가 비슷하였다. 이와 같은 현상은 비록 잎이 산성비에 일부 피해를 받을지라도 塊死斑點 주위의 건전한 부위가 補償하여 단위면적당 광합성능력은 감소하지 않는다는 다른 연구자의 보고와 비슷한 결과이었다<sup>21)</sup>.

### 5. 窒素 및 黃 吸 收

인공산성비(pH 2.7) 처리시기를 달리 하였을 때 각 작물의 질소와 황의 함량과 흡수량을 비교해 보면 표 3과 같다. 화분과 작물인 벼는 질소 함량과 흡수량이 산성비 처리횟수와 관계가 없었으나, 콩

Table 3. Concentration and uptake of nitrogen and sulfur in whole plant of rice, soybean, and hot pepper at harvest treated with pH 2.7 simulated acid rain and pH 6.0 water at differnt growth stages

Date of obser- vation	pH of rain water		Crop		
	Vegeta- tive <sup>1/</sup>	Repro- ductive <sup>2/</sup>	Rice	Soy- bean	Hot pepper
N(%)	2.7	2.7	0.70 ns	0.83 a <sup>3/</sup>	1.37 a
	6.0	2.7	0.73	0.71 b	1.38 a
	6.0	6.0	0.71	0.71 b	1.16 b
N(g/pot)	2.7	2.7	0.86 ns	0.43 a	0.47 b
	6.0	2.7	0.95	0.37 b	0.54 a
	6.0	6.0	0.86	0.39 b	0.53 a
S(%)	2.7	2.7	0.34 ns	0.41 ns	0.38 ns
	6.0	2.7	0.28	0.31	0.32
	6.0	6.0	0.25	0.25	0.31
S(g/pot)	2.7	2.7	0.42 a	0.22 a	0.13 ns
	6.0	2.7	0.37 ab	0.17 ab	0.13
	6.0	6.0	0.30 b	0.13 b	0.12

1/ and 2/; The same as in Table 1.

3/; Means within a column followed by the same letter are not significantly different at the 5% level by DNMRT.

은 질소 함량과 흡수량이 영양생장기부터 처리한 것이 가장 높았고, 생식생장기부터 처리한 것이 중간이었으며, 전 생육기간에 걸쳐 pH 6.0인 물을 처리한 대조구가 가장 낮아 인공산성비에 포함된 질소의 공급효과가 있었는 듯 하다. 고추의 질소 농도는 콩과 같은 경향이었으나, 식물체의 흡수량은 영양생장기부터 처리한 것이 가장 낮았는데 이것은 장기간의 인공산성비처리로 인해 생육이 불량했기 때문으로 생각된다.

벼와 콩의 황 흡수량은 영양생장기부터 인공산성비를 처리한 것이 가장 높았으며, 생식생장기부터 처리한 것이 중간이었고, 산성비를 처리하지 않은 대조구에서 가장 낮아 인공산성비에 포함된 SO<sub>4</sub><sup>-</sup>의 공급효과가 나타났으며, 다른 보고자들도 비슷한 경향을 보고하였다<sup>12,18)</sup>. 고추는 인공산성비 처리간에 황 함량은 차이가 없었다.

### 6. 收 量 및 收 量 構 成 要 素

인공산성비(pH 2.7) 처리시기를 달리 하였을 때 벼, 콩, 고추의 수량 및 수량구성요소를 보면 각각 표 4, 5, 6과 같다. 벼의 주당수수, 수당영화수, 정조수량은 인공산성비의 처리시간에 차이가 없었으나, 등숙률과 1,000립중은 영양생장기부터 인공산성비를 처리한 것이 가장 낮았고, 생식생장기부터 처리한 것이 중간이었으며, 인공산성비를 처리하지 않은 것이 가장 높았다(표 6). 인공산성비의 처리기간이 길수록 등숙률과 1,000립중이 감소하는 경향을 보인 결과는 姜<sup>90)</sup>이 산성비의 pH가 낮아질수록 벼의 등숙률이 낮아진다고 한 결과와 비슷하였다.

콩의 莖長은 인공산성비의 처리기간이 길수록 컸으나 有效分枝數, 個體當莢數, 莢當粒數, 1,000粒重, 種實收量은 인공산성비의 처리기간에 차이

Table 4. Yield and yield compoents of rice treated with pH 2.7 simulated acid rain

pH of acid rain	No. of panicles per hill	No. of spikelets / panicle	Fertility (%)	Ripened grains(%)	1000-grain wt. (g)	Rough rice yield (g/pot)
2.7~2.7	23.1 ns	65.7 ns	87.6 b <sup>3/</sup>	82.9 b	21.0 b	127.6 ns
6.0~2.7	21.6	64.4	91.4 a	88.6 a	22.0 ab	120.4
6.0~6.0	22.0	64.3	92.6 a	88.9 a	22.8 a	129.4

1/, 2/, and 3/ ; The same as in Table 3.

Table 5. Yield and yield components of soybean treated with pH 2.7 simulated acid rain

pH of acid rain	Stem	No. of branches /	No. of pods /	No. of	1,000- grain	Grain yield
Veg. <sup>1/</sup> Rep. <sup>2/</sup>	length(cm)	plant	plant	grains /pod	wt.(g)	(g /pot)
2.7~2.7	71.1 c <sup>3/</sup>	4.3 ns	51.5 ns	1.97 ns	156.3 ns	63.5 ns
6.0~2.7	60.4 b	4.7	52.3	1.92	164.6	66.2
6.0~6.0	51.9 a	4.7	55.4	1.95	154.9	67.1

1/, 2/, and 3/; The same as in Table 1.

Table 6. Yield and yield components of hot pepper treated with pH 2.7 simulated acid rain

pH of acid rain	No. of fruits /	Fruit dry wt.	
		plant	(g /fruit) (g /pot)
Veg. <sup>1/</sup> Rep. <sup>2/</sup>			
2.7~2.7	9.5 c <sup>3/</sup>	2.04 b	55.6 c
6.0~2.7	12.5 b	2.15 ab	79.3 b
6.0~6.0	14.8 a	2.31 a	101.6 a

1/, 2/, and 3/ ; The same as in Table 3.

가 없어(표 5), 인공산성비의 pH가 낮을수록 개체 당협수가 감소하고, 이로 인하여 종실수량이 감소한다는 보고와는 경향이 달랐다<sup>14,17)</sup>. 본 시험에서도 주당협수와 종실수량은 인공산성비를 영양생장기에서 수확기까지 처리하였을 때는 통계적으로 유의한 차이는 없었지만 감소하는 경향을 보였고, 같은 pH 이라도 품종에 따라 그 반응이 다르므로<sup>7, 8,10,13)</sup> 산성비가 콩의 수량에 미치는 영향을 알기 위해서는 품종과 산성비의 pH를 달리하여 시험을 하여야 할 것으로 보인다.

고추에서는 인공산성비(pH 2.7)의 처리기간이 길수록 個體當 果實數와 果實當 乾物重이 감소하여 pot당 收量도 감소하였다(표 6).

7. 開花期의 人工酸性비 處理가 可視的 被害 및 收量構成要素에 미치는 影響

개화기에 pH 1.7, 2.0, 2.3, 2.6의 강한 인공산성비를 처리하여 각 작물의 영양 및 생식기관에 미치는 인공산성비의 가시적 피해를 보면 벼는 pH 2.6 처리에서는 가시적 피해가 발생하지 않았으며, pH 2.3처리에서는 잎에서 작은 갈색의 피해 반점이 발생하였고, 穎에서는 피해가 없었다. 그러나 pH 2.0과 pH 1.7처리에서는 잎과 穎 모두에서 짙은 갈색의 피해 반점이 발생하였으며, 그 정도는 pH 1.7처

Table 7. Fertility of rice, number of seeds per pod of soybeans, and fruit set(number of fruits/number of flowers ratio) of hot pepper affected by simulated acid rain (SAR) at flowering stage

pH of SAR	Rice fertility(%)	Soybeans (seeds /pod)	Hot pepper fruit set(%)
1.7	88.3 ns	1.61 b <sup>1/</sup>	83.1 ns
2.0	89.0	1.85 ab	86.3
2.3	90.4	1.92 a	89.2
2.6	90.6	2.04 a	93.9

1/; Means within a column followed by the same letter are not significantly different at the 5% level by DNMRT.

리에서 훨씬 심하게 나타났다. 콩은 pH 2.0과 1.7 처리에서 꽃잎에 피해가 나타났으며, pH 1.7처리에서는 그 피해정도가 심하여 꽃잎이 짙은 갈색으로 변하면서 괴사하였다. 고추는 pH 2.0과 pH 1.7 처리에서 피해가 발생하였으며, 꽃잎이 갈색을 띄면서 괴사하였다.

개화기에 처리한 강한 인공산성비가 벼의 稔實率, 콩의 莢當粒數, 고추의 着果率(果實數 /開花數比率)에 미치는 영향을 보면 표 7과 같다. 콩은 인공산성비의 pH가 낮아질수록 莢當粒數가 감소하였고, 고추는 着果率이 감소하는 경향이나 유의차는 없었으며, 벼의 입실률은 인공산성비의 pH에 영향을 받지 않았다. 이와 같은 결과는 벼와 고추는 自殖性 作物이고, 개화직전에 이미 受精이 일어나서 큰 영향을 미치지 않았는 듯 하다. 또 벼는 비가 올 때는 개화하지 않으며, 고추는 꽃이 아래로 향하고 있어 산성비가 내려도 직접적인 장애는 회피할 수 있을 듯 하다. 그리고 콩도 자식성 작물이고, 수정은 개화하기전에 일어나지만 개화하는 모양은 고추와는 달리 꽃잎이 위쪽을 향하여 개화하

기 때문에 개화후 처리된 인공산성비가 꽃안으로 들어가 협당립수가 감소된 것으로 생각된다.

서 1.7까지 낮아질 때 콩은 협당립수가 감소하였으나 벼의 입실률과 고추의 착과율은 영향을 받지 않았다.

## 摘 要

## 引用文獻

작물의 생육시기별 산성비에 대한 내성과 피해양상을 알기 위하여 벼, 콩, 고추 3개 작물을 영양생장기-수확기 또는 생식생장기-수확기에 pH 2.7의 인공산성비를 10mm씩 2일 간격으로 처리한 후 작물의 생육, 수량 및 수량구성요소, 작물의 피해양상, 식물체 중 엽록소, 질소, 황 등을 분석한 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 인공산성비에 대한 잎의 가시적 피해는 벼 < 고추 < 콩의 순으로 컸으며, 생식생장기-수확기 처리보다 영양생장기-수확기 처리에서 피해가 더 심했다. 피해증상은 벼는 갈색반점, 콩은 황화현상과 갈색반점, 고추는 작은 갈색반점이나 구멍이 생겼다.
2. 생식생장기에 조사한 벼, 콩, 고추의 엽록소 함량은 모두 pH 2.7 인공산성비의 영양생장기-수확기 처리 < 생식생장기-수확기 처리 < 무처리 순으로 높았으나 광합성 능력은 차이가 없었다.
3. 질소 함량은 벼에서는 인공산성비 처리간에 차이가 없었으나 콩과 고추에서는 영양생장기-수확기 처리에서 생식생장기-수확기 처리 혹은 무처리보다 질소 함량과 흡수량이 많았다.
4. 황 함량은 벼, 콩, 고추에서 모두 차이가 없었으나 흡수량은 벼와 콩에서는 인공산성비 처리기간이 길수록 많았다.
5. 벼와 콩의 수량은 pH 2.7 인공산성비의 영향을 받지 않았지만 벼는 영양생장기-수확기 처리에서 입실률, 등숙률, 1,000립중이 감소하였다. 고추는 주당 과실수과 과중의 감소로 수량은 영양생장기-수확기 처리 < 생식생장기-수확기 처리 < 무처리 순으로 높았다.
6. 인공산성비를 개화기에 1회 처리할 때 벼는 pH 2.3이하에서 영화에 갈색반점이 생기며, 콩과 고추는 각각 pH 1.7 및 2.0에서 꽃잎은 시드나 과실은 성장하였다. 인공산성비의 pH가 2.6에

1. 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.
2. Adaros, G., H.J. Weigel, and H.J. Jaeger. 1988. Effects of sulphur dioxide and acid rain alone or in combination on growth and yield of broad bean plants. *New Phytol.* 108:67-74.
3. Banwart, W.L., P.M. Porter, J.J. Hassett, and W.M. Walker. 1987. Simulated acid rain effects on yield response of two corn cultivars. *Agron. J.* 79:497-501.
4. 최호진. 1990. 인공산성비가 콩, 들깨의 초기 성장 및 토양특성에 미치는 영향. 석사학위논문. 고려대학교.
5. Evans, L.S., N.F. Gmur, and D. Mancini. 1982. Effects of simulated acid rain on yields of *Raphanus sativus*, *Lactuca sativa*, *Triticum aestivum*, and *Medicago sativa*. *Environ. Exp. Bot.* 22:445-453.
6. Evans, L.S., K.F. Lewin, and E.A. Cunningham. 1982. Effects of simulated acid rain on yields of field-grown radishes and garden beets. *Agric. Environ.* 7:285-298.
7. Evans, L.S., K.F. Lewin, and M.J. Patti. 1984. Effects of simulated acidic rain on yields of field-grown soybeans. *New Phytol.* 96:207-213.
8. Evans, L.S., K.F. Lewin, M.J. Patti, and E.A. Cunningham. 1983. Productivity of field-grown soybeans exposed to simulated acidic rain. *New Phytol.* 93:377-388.

9. Healgle, A.S., R.B. Philbeck, P.F. Brewer, and R.E. Ferrell. 1983. Respons of soybeans to simulated acid rain in the field. *J. Environ. Qual.* 12:538-543.
10. Irving, P.M. and J.E. Miller. 1981. Productivity of field-grown soybeans exposed to acid rain and sulphur dioxide alone and in combination. *J. Environ. Qual.* 10(4):473-478.
11. Johnston, J.W. Jr. and D.S. Shriner. 1986. Yield response of Davis soybean to simulated acid rain and gaseous pollutants in the field. *New Phytol.* 103:695-707.
12. 姜榮吉, 金聖培. 1992. 人工酸性降雨가 벼, 콩, 참깨의 生育 및 收量에 미치는 影響. *韓作誌* 37(3):237-243.
13. Lee, J.J., G.E. Neely, S.C. Perrigean, and L.C. Grothaus. 1981. Effect of simulated sulfuric acid rain on yield, growth and foliar injury of several crops. *Environ. Exp. Bot.* 21:171-185.
14. Porter, P.M., W.L. Banwart, J.J. Hassett, and R.L. Finke. 1987. Effects of simulated acid rain on yield response of two soybean cultivars. *J. Environ. Qual.* 16(4):433-437.
15. Troiano, J., L. Heller, and J.S. Jacobson. 1982. Effect of added water and acidity of simulated rain on growth of field-grown radish. *Environ. Pollut.* 29:1-11.
16. Wertheim, F.S. and L.E. Craker. 1988. Effects of acid rain on corn silks and pollen germination. *J. Environ. Qual.* 17:135-138.