

主要作物의 葉汁酸도에 관한 研究(2)

朴 良 門

Studies on the Leaf Sap pH of Important Crops(2)

Yang-Mun Park

Summary

The soil pH of the field was rectified to 5.5, 6.5 and 7.5 with calcium carbonate. And the influence of soil pH on the plant sap pH and the yield was investigated in 11 crops : upland rice, barley, wheat, rye, corn, small red bean, cowpea, garden bean, radish, pepper and pumpkin.

The results are as follows :

Sap pH was slightly affected by the stage of crop growth, there's being tendency towards less acidity in the later stages of growth.

Different levels of soil pH affected crop yield. Only two crops(pepper and pumpkin) showed tolerance of high soil pH, and increased their yield up to pH 7.5. The rest of the crops(upland rice, barley, wheat, rye, corn, small red bean, cowpea, garden bean and radish) increased their yield only up to a soil pH of 6.5.

緒 言

植物의 生育은 一般的으로 土壤溶液의 反應이 中性인 경우에 良好한 것으로 알려져 있다. 土壤의 反應이 酸性 또는 알칼리성의 어느 한쪽으로 強하게 偏向되면 作物은 正常한 生育을 하지 못하는 것이다.

우리나라의 代表作物인 水稻의 境遇 生育最適 土壤酸도는 6.0程度이며 酸性土壤에 強한 作物의 하나로 알려져 있으며 기타 經濟作物에 대해서 그의 生育에 適當한 土壤酸도의 範圍는 이미 提示되어 있다.

Hide(1962)는 大部分의 作物은 土壤酸도 6.0~6.8이 가장 理想的이라 하였고, 알파파는 pH 6.8이 適當하며, 감자는 pH 5.0~5.2가 되면 生育한다고 주장하였다.

崔(1977)는 床土의 種類 및 pH가 苗의 生理障害에 미치는 영향에 관한 研究에서 床土의 pH에 따른 苗의 生理障害와 苗素質을 보면 pH 4.0~5.0에서는 草

長이 길고 乾物重이 무거웠으며 播苗 및 立枯病 發生이 없어 苗素質이 良好하였고 床土 pH 6.0 以上에서는 草長이 伸長되지 않았으며 播苗 및 立枯病 發生이 甚하여 苗素質이 不良하였다고 하였다.

土壤酸도가 主要作物의 葉汁酸도 및 收量에 미치는 영향에 관한 研究 結果를 報告하는 바이다.

材料 및 方法

本 試驗은 1978年 및 1979年에 西歸浦 所在 濟州大學 實習農場에서 遂行되었다.

(1) 供試作物: 陸稻, 大麥, 小麥, 胡麥, 苕, 옥수수, 小豆, 동부, 菜豆, 무우, 고추, 호박等 12種類.

(2) 土壤酸도矯正: 土壤酸도 5.3(表1 參照)인 試驗圃 1區(20m²)의 酸도를 5.5, 6.5 및 7.5로 矯正하는데 所要되는 炭酸石灰의 施用量 1.6kg, 9.6kg 및 17.6kg을 緩衝曲線法에 의하여 算出하고 播種 20日前에 施用하여 土壤酸도를 矯正하였다.

Table 1. Soil physicochemical characteristics.

pH	P ₂ O ₅ (ppm)	C. E. C. (me/100g)	Exch-k(me/100g)	Ave. -p(100g)	OM(%)	Ca	Mg
5.3	39	18.2	0.53	2042	8.7	3.0	6.0

* Volcanic soil in Cheju island.

(3) 試驗區의 面積 및 配置法: 1區面積(20m²) × 12種類作物 × 土壤酸度 3個水準 × 3反覆亂塊法

(4) 播種期(月/日): 大麥(11/16), 小麥(11/6), 胡麥(11/16), 苕(6/20), 陸稻(5/1), 옥수수(5/1), 小豆(6/7), 동부(6/15), 菜豆(4/16), 무우(3/12), 고추(3/6), 호박(3/7) 등이었다.

(5) 施肥量(Compost-N-P₂O₅-K₂O, kg/0.2a): 大麥, 小麥, 胡麥, 苕, 陸稻 및 옥수수는 20-0.4-0.2-0.2, 小豆, 동부, 菜豆는 10-0.1-0.3-0.3, 무우, 고추 및 호박은 30-0.4-0.2-0.2를 各各 施用하였다.

(6) 作物栽培要領: 其他明示되지 않은 事項은 濟州道 農村振興院 標準耕種要綱 및 濟州地方 慣行栽培法에 準하여 栽培하였다.

(7) 葉汁酸度の 測定: 土壤酸度水準에 따라 幼苗期, 伸長期, 開花期, 出穗期, 成熟期에 葉汁酸度を 前號의 方法으로 測定하였다.

(8) 生育 및 收量調査: 主要形質 및 收量構成要素를 中心으로 開花期, 成熟期 및 收量을 土壤酸度水準別로 調査하였다.

結果 및 考察

土壤酸도를 調整하기 위하여 酸度 5.5, 6.5 및 7.5의 3個水準으로 矯正하고 이에 重要作物 12種類를 栽培하여 그들의 葉汁酸도와 生育狀況, 그리고 收量을 測定 및 調査한 結果는 表2에서 보는바와 같이 幼苗期로부터 始作해서 伸長期, 出穗期로 生育이 進行

Table 2. Effects of soil pH adjusted by liming on the pH changes of leaf sap of crops at the different growth stage.

Items→ Crops ↓	Soil pH	Growth stage				Average	Difference	C. V.
		Seedling stage	Tillering stage	Elongating stage	Heading stage			
Barley (Milyang 6)	5.5	6.60	6.58	6.34	6.09	6.40	+0.07	0.55
	6.5	6.54	6.53	6.25	6.03	6.33	0.00	
	7.5	6.50	6.49	6.17	5.89	6.26	-0.07	
	Average	6.55	6.53	6.25	6.00	6.33	-	
Wheat (Olmil)	5.5	6.37	6.35	6.15	6.12	6.25	+0.02	0.33
	6.5	6.41	6.41	6.12	6.03	6.24	+0.01	
	7.5	6.41	6.40	6.07	5.97	6.21	-0.02	
	Average	6.39	6.39	6.11	6.04	6.23	-	
Rye (Native)	5.5	6.39	6.39	6.26	5.95	6.25	+0.01	0.73
	6.5	6.42	6.46	6.22	6.00	6.28	+0.04	
	7.5	6.38	6.22	6.16	6.00	6.19	-0.05	
	Average	6.40	6.34	6.21	5.98	6.24	-	

* Data are the average of 3 measurements of 9, 12 and 15 hours of day time.

됨에 따라서 幼苗期에 3個區의 平均葉汁酸도는 6.55인데 分蘖期에는 6.53, 伸長期에는 6.25로 점점 낮아져서 出穗期에는 6.00이 되었고 全体 平均値는 6.33이었다.

土壤酸度別로 보면 酸度 5.5區에서는 6.40으로 平均値 6.33보다 0.07이 높아졌고, 酸度 6.5區에서는 平均値와 一致되었으며, 酸度 7.5區에서는 6.26으로 0.07이 낮아졌다. 그러므로 土壤酸도에 의해서 酸度 5.5와 7.5 사이에는 葉汁酸도 0.14의 差異가 나타났다.

小麥에 있어서는 幼苗期의 葉汁酸도 6.39는 分蘖期에도 같았으며 伸長期에는 酸도 6.11로 약간 낮아졌고 出穗期에는 더 낮아져서 6.04가 되어 全區平均 酸도는 6.23으로 大麥 보다 0.1이 낮았다. 또 土壤酸도 5.5區에서 小麥의 葉汁酸도는 6.25로 平均値인 6.23 보다 0.02가 높았으며, 土壤酸도 6.5區에서 0.01, 7.5區에서 0.02가 낮았다. 그러므로 土壤酸도에 따른 葉汁酸도變化는 大麥만큼 小麥이 크지 않았다.

다.

胡麥의 平均葉汁酸도(表2 參照)를 보면 幼苗期에 6.40, 分蘖期에 6.34, 伸長期에 6.21, 出穗期에 5.98로 점점 낮아지는 傾向을 보였고, 全体平均 葉汁酸도는 6.24로 小麥보다 0.01이 높았다. 平均葉汁酸도와 土壤酸도에 따른 葉汁酸도 變化를 보면 酸도 5.5區에서 +0.01, 6.5區에서 +0.04, 7.5區에서 -0.05로 大麥 보다는 變化가 적으나 小麥보다는 胡麥이 變化가 컸다.

葉汁酸도에 따른 作物別 土壤酸도에 대한 C.V. (%)는 大麥 0.05, 小麥 0.03, 胡麥 0.73으로 大麥과 胡麥은 變異係數가 比較的 컸다.

大麥의 生育과 土壤酸도와의 關係를 보면 (表3 參照) 出穗期과 成熟期에는 差異가 없었으나 稈長에 있어서는 平均値 80.2cm와 比較할때 土壤酸도 5.5區에서 77.4cm로 2.8cm나 적었다. 그러나 酸도 6.5區에서는 穗長이 平均値보다 0.1cm가 길었다.

Table 3. Growth of barley, wheat and rye under rectified soil pH with lime.

Items→ Crops ↓	Soil pH	Heading (date)	Maturing (date)	Lodging (0-5)*	Length of culum(cm)	Length of spike(cm)	Spikes per m ²
Barley (Milyang 6)	5.5	4.1	5.20	1	77.4	4.3	369
	6.5	4.1	5.20	1	81.4	4.4	371
	7.5	4.1	5.20	1	81.8	4.2	375
	Average	—	—	1	80.2	4.3	372
Wheat (Olmil)	5.5	4.10	6.5	0	80.9	9.7	336
	6.5	4.10	6.5	0	82.4	9.1	342
	7.5	4.11	6.7	0	88.5	9.0	339
	Average	—	—	0	83.9	9.3	339
Rye (Native)	5.5	4.9	6.25	2	172.1	13.9	326
	6.5	4.9	6.25	2	165.6	14.0	331
	7.5	4.9	6.25	2	181.8	15.5	334
	Average	4.9	6.25	2	173.2	14.5	330

* 0, nil ; 1, very slight ; 2, slight ; 3, medium ; 4, serious ; 5, very serious.

小麥은(表3 參照) 酸도 5.5區에서 出穗期 및 成熟期가 1~2日 늦었고, 平均値와 比較할때 土壤酸도 5.5區에서는 平均値 보다 3.0cm, 6.5區에서는 平均値

보다 4.6cm나 커서 土壤酸도가 作物의 生育에 影響을 미치는 것을 알 수 있다.

稈長이 가장 짧았던 酸도 5.5區에서 穗長은 9.7cm

로 平均値 9.3cm 보다도 오히려 0.4cm가 길었다.

胡麥은(表3 参照) 出穗期, 成熟期에는 영향이 없었으나 稈長은 土壤酸度 5.5區에서 172.1cm, 6.5區에서 165.6cm, 7.5區에서 181.1cm로 7.5區에서는 平均値인 173.2cm 보다도 8.6cm나 컸다. 穗長은 土壤酸도가 높아질수록 길어져서 酸度 5.5區에서 13.9cm, 6.5區에서 14.0cm, 7.5區에서 15.5cm였는데 7.5區에서는 5.5區에서 보다 1.6cm나 큰 경향을 보였다.

大麥의 收量을 보면 表4에서 보는바와 같이 土壤酸

度 5.5區의 경우와 比較할 때 6.5區에서는 17%(83kg/10a), 7.5區에서는 6%(43kg/10a)가 增收되었는데 穗當粒數가 平均値인 43.2粒 보다 1.9粒이 많았고, 千粒重도 平均値 36.1g 보다 0.1g가 무거운 것이 酸度 7.5區에서 뚜렷하게 나타났다. 土壤酸度 5.5區에서 收量이 가장 낮았던 原因은 表2에서 본바와 같이 葉汁酸도가 0.07이 높아져서 植物體內의 균형에 異常이 생겨 育生 및 結實에 나쁜 영향을 미친 것으로 생각된다.

Table 4. Yield and yield components of barley, wheat and rye under rectified soil pH with lime.

Items→ Crops ↓	soil pH	No. of grain per spike	Wt. of grain per liter(g)	Wt. of 1000 grain(g)	Grain yield per 10a(g)	% of yield
Barley (Milyang 6)	5.5	40.2	609	36.0	481	100
	6.5	45.1	616	36.2	564	117
	7.5	43.3	611	36.0	524	109
	Average	43.2	612	36.1	523	—
Wheat (Olmil)	5.5	43.6	732	39.4	427	100
	6.5	44.7	738	39.6	455	107
	7.5	44.6	742	39.8	452	106
	Average	44.3	737	39.6	445	—
Rye (Native)	5.5	46.2	712	31.1	318	100
	6.5	47.5	714	32.3	358	113
	7.5	46.4	711	32.0	350	110
	Average	46.7	712	31.8	342	—

* C. V. (%) of yield in barley : 7.90 ; wheat : 0.03 ; rye : 0.06.

小麥에 있어서 穗當粒數를 보면 表4에서 보는 바와 같이 酸度 5.5區에서 43.6粒, 6.5區에서 44.7粒, 7.5區에서 44.6粒으로 酸度 6.5區에서 穗當粒數 44.7粒은 平均値인 44.3粒 보다 0.4粒이 많았고, 千粒重은 7.5區에서 39.8g으로 平均値인 39.6g 보다 0.2g가 무거웠다.

收量에 있어서 土壤酸度別 差異가 比較的 적었고, 酸度 6.5區와 7.5區에서 각각 7%(28kg/10a)와 6%(25kg/10a)가 增收되었으며, 酸도가 높아져도 增收率이 낮았던 것은 葉汁酸度變化의 幅이 좁았던 것과 關係가 있지 않을까 생각된다.

胡麥은 表4에서 보는 바와 같이 土壤酸度 6.5區에서 13%(40kg/10a), 7.5區에서 10%(32kg/10a)가 各 增收되었는데 6.5區에서 13%가 增收된 要因은 穗當粒數가 平均 46.7粒 보다 0.8粒이 많았고 千粒重이 平均値인 31.8g 보다 0.5g가 무거웠던 것이 增收의 要因으로 본다.

大麥, 小麥, 胡麥 등 3個 作物의 土壤酸度에 따른 收量間變異係數를 보면 大麥 7.90, 小麥 0.03, 胡麥은 0.06으로 大麥은 土壤酸度の 影響을 크게 받았으나 小麥과 胡麥은 그 影響이 크지 않았는데, 土壤酸度の 變化에 따라 葉汁酸度の 變化가 큰 것은 耐酸性

이 弱하고 적은 것은 耐酸性이 강한 것이 아닌가 생각된다.

表5에서 보는 바와 같이 陸稻의 平均葉汁酸도는 5.99로 生育時期에 따라서 一定하게 變化하지는 않았다.

葉汁酸度別 土壤酸도와 平均值와의 差異를 보면 酸度 5.5區에서 -0.21, 6.5區에서 +0.07, 7.5區에서 +0.13으로 變化의 幅은 0.41로 土壤酸도에 따라 陸稻의 葉汁酸도의 變化는 크게 영향을 받았다.

Table 5. Effects of soil pH adjusted by liming on leaf sap pH at the different growing stage.

Items→ Crops ↓	Soil pH	Growing stage				Average	Dif.
		Seedling stage	Elongating stage	Heading stage	Maturing stage		
Upland rice (Nongrimna 1)	5.5	5.80	5.78	5.79	5.76	5.78	-0.02
	6.5	6.08	6.06	6.07	6.02	6.06	+0.07
	7.5	6.14	6.12	6.13	6.10	6.12	+0.13
	Average	6.01	5.99	6.00	5.96	5.99	-
Millet (Native)	5.5	5.97	5.82	5.70	5.69	5.80	0.00
	6.5	5.94	5.80	5.72	5.69	5.79	-0.01
	7.5	5.93	5.82	5.80	5.70	5.81	+0.01
	Average	5.96	5.81	5.74	5.72	5.80	-
Corn (Native)	5.5	5.70	5.57	5.71	5.68	5.67	+0.09
	6.5	5.62	5.65	5.63	5.61	5.62	+0.04
	7.5	5.39	5.62	5.41	5.38	5.45	-0.13
	Average	5.57	5.61	5.58	5.56	5.58	-

* C. V. (%) of sap pH in upland rice : 4.31 millet : 0.17 corn : 2.11

粟는 表5에서 보는 바와 같이 平均葉汁酸도는 5.80을 보이는데 生育時期別 葉汁酸도의 變化는 幼苗期로부터 伸長期, 出穗期, 成熟期로 生育이 進行됨에 따라서 幼苗期の 葉汁酸도 5.96은 伸長期 5.81, 出穗期 5.74, 成熟期에는 5.72로 점점 낮아지는 傾向을 보였다.

土壤酸도別 葉汁酸도와 平均值와의 差異를 보면 土壤酸도 5.5區에서 0.0, 6.5區에서 -0.01, 7.5區에서 +0.01로 變化의 幅은 不過 0.02 밖에 되지 않아 土壤酸도의 強弱이 粟의 葉汁酸도에 크게 영향을 미치지 않았다.

옥수수 全處理區(表5 參照)의 平均葉汁酸도는 5.58을 보이는데 土壤酸도別에 따르는 平均葉汁酸도도 역시 큰 差異를 보이고 있으며, 生育時期別 平均葉汁酸도를 보면 幼苗期 5.57, 伸長期 5.61, 出穗期

5.58, 成熟期 5.56으로써 一定한 傾向을 보이지 않으나 土壤酸도別 平均葉汁酸도와 平均值와의 差異를 보면 土壤酸도 5.5區에서 +0.09, 6.5區에서 +0.04, 7.5區에서 -0.13으로 變化의 幅은 0.22나 되어 比較的 큰 變化를 보이고 있다.

陸稻는 表6에서 보는 바와 같이 그 生育은 出穗期와 成熟期에 있어서 2~3日의 差異를 보였고, 酸도別 稈長을 보면 土壤酸도 5.5區에서 71.0cm, 6.5區에서 72.5cm, 7.5區에서 73.2cm였고 平均值는 72.0cm였으며, 酸도 5.5區에서 6.5區, 7.5區로 높아질수록 稈長이 김다. 또한 穗長은 土壤酸도 5.5區에서 19.0cm, 6.5區에서 19.3cm, 7.5區에서 19.0cm로 6.5區에서 平均值 19.1cm보다도 0.2cm가 길었고 5.5區와 7.5區에서의 穗長은 같았으며, 土壤酸도에 따른 稈長 및 穗長의 變異係數는 各各 1.66 및 1.55였다.

Table 6. Growth of upland rice and corn influenced by soil pH.

Items→ Crops ↓	Soil pH	Heading (date)	Maturing (date)	Lodging (0-5)*	Length of culum(cm)	Length of spike(cm)
Upland rice (Nongrimna 1)	5.5	8.22	10.8	0	71.0	19.0
	6.5	8.22	10.8	0	72.5	19.3
	7.5	8.24	10.12	2	73.2	19.0
	Average	8.23	10.9	1	72.0	19.1
Corn (Native)	5.5	7.6	8.15	0	78.4	14.3
	6.5	7.10	8.17	0	86.3	17.6
	7.5	7.7	8.15	0	80.7	12.3
	Average	7.8	8.16	0	81.8	14.7

* 0 : nil 1 : very slight 2 : slight 3 : medium 4 : serious 5 : very serious

C. V. (%) of length of culum in corn : 5.0 upland rice : 1.66.

C. V. (%) of length of spike in corn : 18.2 upland rice : 1.55.

옥수수의 생육에 미치는 토양산도의 영향을 비교해 보면 出穗期和 成熟期에 1~4일의 差異를 나타냈으며, 稈長은 토양산도 5.5區에서 78.4cm, 6.5區에서 86.3cm, 7.5區에서 80.7cm로, 6.5區에서 86.3cm는 平均值 81.8cm보다 4.5cm가 더 길었다. 또한 穗長은 토양산도 5.5區에서 14.3cm, 6.5區에서 17.6cm, 7.5區에서 12.3cm로 6.5區에서 17.6cm는 平均值인 14.7cm

보다 2.9cm가 길었고, 7.5區에서 12.3cm는 平均值보다 4.4cm가 짧았다. 稈長 및 穗長間 變異係數는 各各 5.0 및 18.2로 稈長보다도 穗長에 더 큰 變異가 있었다.

토양산도別 收量構成要素를 비교해 보면 表7에서 보는 바와 같이 穗當粒數는 토양산도 5.5區에서의 81粒, 6.5區에서 89粒, 7.5區에서 86粒으로 6.5區에서 89粒은 平均值인 85粒보다 4粒이 더 많았고 穗當

Table 7. Changes of yield and yield components of upland rice and corn grown at the different pH conditions.

Items→ Crops ↓	Soil pH	No. of plant per m ²	No. of grain per spike	Wt. of 1000 grain(g)	Grain yield per 10a(kg)	% of grain yield
Upland rice (Nongrimna 1)	5.5	486	81	21.8	429	100
	6.5	477	89	22.1	469	109
	7.5	469	86	21.6	436	102
	Average	477	85	21.8	445	—
Corn (Native)	5.5	5.4	303	46.3	76	100
	6.5	5.4	322	49.7	86	113
	7.5	5.4	310	47.2	79	104
	Average	5.4	312	47.7	80	—

* C. V. (%) of grains per spike in corn : 3.08 upland rice : 4.7.

C. V. (%) of wt. of 1000 grain in corn : 3.19 upland rice : 1.15.

C. V. (%) of grain yield per 10a in corn : 6.39 upland rice : 4.8.

粒數間 變異係數는 4.7이었다.

千粒重을 보면 酸度 5.5區에서 21.8g, 6.5區에서 22.1g, 7.5區에서 21.6g로 가장 무거운 6.5區에서의 22.1g은 平均值인 21.8g보다 0.3g가 더 무거웠고 變異係數는 1.15였다.

또한 10a當 收量을 보면 酸度 5.5區에서 429kg, 6.5區에서 469kg, 7.5區에서 436kg으로 平均 445kg였으며 收量間 變異係數는 4.8의 變異를 보였는데 增收率을 比較해 보면 6.5區에서 9%(40kg/10a), 7.5區에서 2%(7kg/10a)의 增收를 보였다.

陸稻의 平均葉汁酸度는 5.99(表5 參照)였는데 이보다 0.51이 높은 酸度 6.5區에서 最高收量을 보였다.

옥수수의 收量構成要素를 보면 表7에서 보는 바와 같이 單位面積當 作物數는 同一하였는데 穗當粒數는 土壤酸度 5.5區에서 303粒, 6.5區에서 322粒, 7.5區에서 310粒으로 平均 312粒이었으며 6.5區에서 322粒은 平均值인 312粒보다 10粒이 많아서 變異係數 3.08이었다. 千粒重을 보면 土壤酸度 5.5區에서 46.3g,

6.5區에서 49.7g, 7.5區에서 47.2g으로 平均 47.7g이었다.

옥수수의 土壤酸度別 千粒重間 變異係數는 3.19이다.

10a當 收量을 보면 土壤酸度 5.5區에서 76kg, 6.5區에서 86kg, 7.5區에서 79kg으로 平均 80kg이었으며 比率로 보면 6.5區에서 13%(10kg/10a), 7.5區에서 4%(3kg/10a)의 增收를 보였고 變異係數 6.39였다.

옥수수의 平均葉汁酸度는 5.58(表5 參照)였는데 이보다 0.92가 높은 6.5區에서 最高收量을 보였다.

表8에서 보는 바와 같이 小豆의 平均葉汁酸度는 5.76이었으며 生育時期別 平均葉汁酸度는 幼苗期 5.76, 伸長期 5.75, 開花期 5.76, 成熟期 5.75로 變異가 比較的 적었다.

土壤酸도와 葉汁酸度の 平均值와의 變異를 보면 酸度 5.5區에서 +0.05, 6.5區에서 +0.02, 7.5區에서 -0.08로 變化의 幅은 0.13이 되어 比較的 差異가 컸다.

Table 8. Changes of leaf sap pH under rectified soil pH in pulses.

Items→ Crops ↓	Soil pH	Growth Stage				Average	Dif.
		Seedling stage	Elongating stage	Flowering stage	Maturing stage		
Small red bean (Native)	5.5	5.82	5.80	5.81	5.81	5.81	+0.05
	6.5	5.78	5.77	5.79	5.76	5.78	+0.02
	7.5	5.69	5.68	5.68	5.67	5.68	-0.08
	Average	5.76	5.75	5.76	5.75	5.76	-
Cowpea (Native)	5.5	6.39	6.36	6.30	6.29	6.34	+0.04
	6.5	6.30	6.28	6.28	6.26	6.28	-0.02
	7.5	6.30	6.28	6.27	6.26	6.28	-0.02
	Average	6.33	6.31	6.28	6.27	6.30	-
Garden bean (Native)	5.5	6.30	-	6.21	6.19	6.23	+0.02
	6.5	6.18	-	6.20	6.17	6.18	-0.03
	7.5	6.28	-	6.21	6.19	6.23	+0.02
	Average	6.25	-	6.21	6.18	6.21	-

* C. V. (%) of sap pH in small red bean : 1.1 cowpea : 0.01 garden bean : 0.47.

8 논문집

表 8에서 보는 바와 같이 동부의 평균 葉汁酸도는 6.30이었고, 幼苗期 6.33, 伸長期 6.31, 開花期 6.18, 成熟期 6.27로 生育이 進行됨에 따라서 점점 낮아지는 傾向을 보였다. 또 土壤酸도와 葉汁酸도의 平均値와의 差異를 보면 酸度 5.5區에서 +0.04, 6.5區에서 -0.02, 7.5區에서 -0.02로 相當한 變化가 보였다.

菜豆의 平均葉汁酸도는 6.21(表8參照)이었고 生育 時期別 葉汁酸도는 幼苗期 6.25, 開花期 6.21, 成熟期 6.18로 점점 낮아지는 傾向을 보였다.

또 土壤酸도와 葉汁酸도의 平均値와의 差異를 보면

酸度 5.5區에서 +0.02, 6.5區에서 -0.03, 7.5區에서 +0.02가 되어 變化의 幅은 0.05였다.

表9에서 보는 바와 같이 小豆는 酸度 5.5區에서 發芽가 1日 늦었고, 開花期는 差異가 없었으며, 成熟期는 5.5區에서 오히려 2日이 빨랐다. 稈長은 5.5區에서 44.6cm, 6.5區에서 45.0cm, 7.5區에서 47.4cm로 平均 45.7cm였다. 分枝數는 5.5區에서 11.2個, 6.5區에서 11.3個, 7.5區에서 11.0個로 平均 11.3個였으며, 稈長은 7.5區에서 가장 컸으나 分枝數는 6.5區에서 平均 보다 0.4個가 많았다.

Table 9. Growth characteristics of beans influenced by soil pH adjusted by liming.

Items→ Crops ↓	Soil pH	Germinating (date)	Flowering (date)	Maturing (date)	Stem length (cm)	No. of branches
Small red bean (Native)	5.5	6.15	8.9	9.18	44.6	11.2
	6.5	6.14	8.9	9.20	45.0	11.7
	7.5	6.14	8.9	9.20	47.4	11.0
	Average	6.14	8.9	9.19	45.7	11.3
Cowpea (Native)	5.5	6.13	7.1	8.14	39.7	6.2
	6.5	6.11	7.1	8.14	40.4	6.4
	7.5	6.11	7.3	8.17	46.9	6.0
	Average	6.12	7.2	8.15	42.3	6.2
Garden bean (Native)	5.5	4.25	6.2	6.20	24.5	7.2
	6.5	4.21	6.2	6.20	23.7	7.4
	7.5	4.25	6.2	6.20	23.9	7.0
	Average	4.24	6.2	6.20	24.0	7.2

동부는 (表9 參照) 土壤酸도 5.5區에서 發芽가 2日 늦었고, 開花는 7.5區에서 2日이 늦었으며, 成熟期는 7.5區에서 3日이 늦었다. 稈長은 土壤酸도 5.5區에서 39.7cm, 6.5區에서 40.4cm, 7.5區에서 46.9cm로 平均 42.3cm였다.

分枝數는 土壤酸도 5.5區에서 6.2個, 6.5區에서 6.4個, 7.5區에서 6.0個로 平均 6.2個였는데 稈長은 7.5區에서 가장 컸고 分枝數는 6.5區에서 가장 많았다.

菜豆는 (表9 參照) 土壤酸도 5.5區와 7.5區에서는 6.5區에서 보다 發芽가 4日이나 늦었으나 開花期와

成熟期에는 差異가 없었다. 稈長은 5.5區에서 24.5cm, 6.5區에서 23.7cm, 7.5區에서 23.9cm로 平均 24.0cm였다. 分枝數는 5.5區에서 7.2個, 6.5區에서 7.4個, 7.5區에서 7.0個로 平均 7.2個였는데 分枝數는 6.5區에서 가장 많았다.

表10에서 보는 바와 같이 小豆의 株當莢數는 土壤酸도 5.5區에서 17.2個, 6.5區에서 19.3個, 7.5區에서 19.2個로 平均 18.6個였는데 6.5와 7.5區에서는 비슷했고 5.5區에서는 平均値 18.6個보다 1.4個가 적었다.

莢當種實數는 5.5區에서는 5.7粒, 6.5區와 7.5區

Table 10. Effects of soil pH on the yield and yield components of beans.

Items→ Crops ↓	Soil pH	No. of hills per 10a	No. of pods per hill	No. of grains per pod	Wt. of 100 grains (g)	Grain yield (Kg/10a)	% of grain yield
Small red bean (Native)	5.5	8.100	17.2	5.7	7.5	60	100
	6.5	8.100	19.3	6.3	7.8	77	128
	7.5	8.100	19.2	6.3	7.7	75	125
	Average	8.100	18.6	6.1	7.7	71	—
Cowpea (Native)	5.5	4.050	8.2	9.4	12.7	40	100
	6.5	4.050	10.6	9.8	13.6	57	143
	7.5	4.050	10.8	9.9	13.0	56	140
	Average	4.050	9.9	9.7	13.1	51	—
Garden bean (Native)	5.5	16.200	21.4	7.1	27.9	537	100
	6.5	16.200	21.9	7.3	28.5	588	109
	7.5	16.200	19.2	7.0	28.2	464	86
	Average	16.200	20.8	7.1	28.2	530	—

* C.V.(%) of grain yields in small red bean : 13.0 cowpea : 18.7 garden bean : 17.8.

에서는 똑 같이 6.3粒이었다. 酸도가 5.5區에서는 平均値보다 0.4粒이 적었고 100粒重은 6.5區에서 가장 무거웠으며 平均値 7.7g 보다 0.1g 가 무거웠다.

收量을 보면 土壤酸度 5.5區에서의 收量을 100%로 볼 때 6.5區에서 28%(17kg/10a), 7.5區에서 25%(15kg/10a)가增收되어 6.5區區에서의 收量이 비슷했다.

表10에서 보는 바와 같이 동부의 株當莢數는 5.5區에서 8.2個, 6.5區에서 10.6個, 7.5區에서 10.8個로 酸度 6.5區에서 平均値 9.9個보다 1.7個가 적어 減收의 가장 큰 原因으로 生覺된다. 莢當種實數는 5.5區에서 9.4粒 6.5區에서 9.8粒, 7.5區에서 9.9粒으로 平均 9.7粒이었으며, 7.5區에서 가장 많았다.

100粒重은 酸度 5.5區에서 12.7g, 6.5區에서 13.6g, 7.5區에서 13.0g으로 平均 13.1g였으며 6.5區에서 平均値보다 100粒重이 0.5g 가 무거웠던 것이增收의 要因이 되는 것 같다.

동부의 收量을 보면 酸度 5.5區를 100으로 볼 때 6.5區에서 43%(17kg/10a), 7.5區에서 40%(16kg/10a)增收되었다.

表10에서 보는 바와 같이 菜豆의 格株莢數는 土壤酸度 5.5區에서 21.4個, 6.5區에서 21.9個, 7.5區에서 19.2個로 平均 20.8個였다. 莢當種實數는 酸度

5.5區에서 7.1粒, 6.5區에서 7.3粒, 7.5區에서 7.0粒으로 6.5區에서 가장 무거웠고, 5.5區, 7.5區順으로 가벼워졌다.

100粒重을 보면 酸度 5.5區에서 27.9g, 6.5區에서 28.5g, 7.5區에서 28.2g로 平均 28.2g였으며, 6.5區에서 가장 무거워서 平均値 28.2g 보다 0.3g 가 무거웠다.

酸度 5.5區에서의 收量을 100%로 볼 때 6.5區에서 9%(51kg/10a)가增收된 反面 酸度 7.5區에서는 오히려 14%(73kg/10a)가 減收되었었다. 菜豆의 葉汁酸度는 6.21(朴. 濟大論文集 12輯 表8參照. 1980)인데 이것보다 0.29 높은 6.5區에서 가장 收量이 많았고, 7.5區에서는 오히려 減收된 點으로 보아 土壤酸도가 葉汁酸도보다 너무 높거나 낮으면 生育에 異常이 생겨 減收되는 것 같다.

菜蔬는 一般的으로 他作物(禾本科) 보다는 土壤酸도에 銳敏한 것으로 알려져 있지만 表11에서 보는 바와 같이 무우의 平均葉汁酸度는 5.82였으며, 生育時期別 葉汁酸도의 變化는 경향이 없었다.

生育時期別 葉汁酸도는 幼苗期 5.97, 中間期 6.00, 收穫期 5.50으로 平均 5.82였다.

土壤酸度別 葉汁酸도의 平均値를 보면 5.5區에서

Table 11. Effects of soil pH on the leaf sap pH of vegetables at the different growth stage.

Items→ Crops ↓	Soil pH	Growth stage				Average	Dif.
		Seedling stage	Middle stage	Flowering stage	Harvesting stage		
Radish (Ideal)	5.5	5.74	5.98	—	5.55	5.76	-0.06
	6.5	6.08	6.04	—	5.49	5.87	+0.05
	7.5	6.10	5.97	—	5.45	5.84	+0.02
	Average	5.97	6.00	—	5.50	5.82	—
Pepper (Kumjang)	5.5	—	—	5.96	5.82	5.89	+0.07
	6.5	—	—	5.80	5.78	5.79	-0.03
	7.5	—	—	5.80	5.79	5.78	-0.04
	Average	—	—	5.85	5.80	5.82	—
Pumpkin (Native)	5.5	6.89	6.94	6.96	—	6.93	-0.07
	6.5	7.04	7.07	7.02	—	7.04	+0.04
	7.5	7.04	7.08	7.01	—	7.04	+0.04
	Average	6.99	7.03	7.00	—	7.00	—

* C.V.(%) of sap pH in radish : 0.98 pepper : 1.05 pumpkin : 0.91.

5.76, 6.5區에서 5.87, 7.5區에서 5.84로 역시 평균 5.82였다.

土壤酸度別 葉汁酸도와 平均值와의 差異를 보면 5.5區에서 -0.06, 6.5區에서 +0.05, 7.5區에서 +0.02로 變化의 幅은 0.11이나 되었다.

고추의 平均葉汁酸도는(表11 參照) 5.82였으며, 開花期 以前에는 測定하지 못했고, 開花期와 收穫期の 葉汁酸도는 各各 5.85, 5.80으로 收穫期の 葉汁酸도가 낮았다.

土壤酸度別 葉汁酸도와 平均值와의 差異를 보면 土壤酸도 5.5區에서 +0.07, 6.5區에서 -0.03, 7.5區에서 -0.04로 變化의 幅은 0.11 이었다.

호박의 生育時期別 葉汁酸도의 變化를 보면 幼苗期 6.99, 中間期 7.03, 開花期 7.00으로 全体平均은 7.00이었으며, 全生育期間 葉汁酸도의 變化가 별로 없었고 다른 作物들의 葉汁酸도는 大部分 酸性이었는데 호박만은 中性이란 것이 特記할 事項이라 하겠다.

• 土壤酸度別 葉汁酸도와 平均值와의 差異를 보면 5.5區에서 -0.07, 6.5區에서 +0.04, 7.5區에서 +0.04로 6.5區와 7.5區에서의 葉汁酸도가 같았다.

葉汁酸도 變化의 幅은 0.11이었고 土壤酸도에 따른 葉汁酸도의 平均値에 대한 變異는 0.91이었다.

무우의 發芽에 1~2日의 差異가 있었고, 무우의 收量間 變異係數는 表12에서 보는 바와 같이 25.7로 土壤酸도에 따른 差異가 컸고, 6.5區에서 29%(610kg/10a)가 增收된 反面 7.5區에서는 23%(499kg/10a)가 減收되었다.

무우의 葉汁酸도는 5.82였는데 이보다 0.68이 높은 土壤酸도 6.5區에서 最高收量(2,768kg/10a)을 보였다. 表12에서 보는 바와 같이 고추는 酸도 7.5區에서 發芽가 2日 빨랐고, 開花는 6日 늦었다.

收量間變異係數는 53.9로 酸도 6.5區에서 136%(980kg/10a), 7.5區에서 244%(1,752kg/10a) 增收되었는데 이 收量은 7月 10日 부터 10日 間격으로 8回 收穫한 풋고추의 生重量이다.

호박은 酸도 5.5區에서 發芽가 3日 이나 늦었고, 開花는 5.5區에서 6日이 빨랐다. 土壤酸도別 收量間 變異係數는 32.7로 비교적 컸고 6.5區에서 89%(906kg/10a), 7.5區에서 93%(1,452kg/10a)가 增收되었는데, 5.5區에서는 7月初에 下葉(舊葉)이 甚히 黃化하기 始作했으나 6.5區와 7.5區에서는 8月中旬에야 黃

Table 12. Some agronomic characters and yield of vegetables grown in the different soil pH adjusted by liming.

Items→ Crops ↓	Soil pH	No. of hill per 10a(1)	Seeding (date)	Germinating (date)	Flowering (date)	Yield (Kg/10a)	% of yield
Radish (Ideal)(2)	5.5	24.300	3.12	3.20	—	2146	100
	6.5	24.300	3.12	3.21	—	2768	129
	7.5	24.300	3.12	3.22	—	1647	77
	Average	24.300	3.12	3.21	—	2187	—
Pepper (Kumjang)(3)	5.5	8.100	3.6	4.8	6.2	720	100
	6.5	8.100	3.6	4.8	6.8	1700	236
	7.5	8.100	3.4	4.6	6.8	2472	344
	Average	8.100	—	4.7	6.6	1631	—
Pumpkin (Native)(4)	5.5	250	3.7	3.21	7.2	1020	100
	6.5	250	3.7	3.18	7.8	1926	189
	7.5	250	3.7	3.18	7.8	1970	193
	Average	250	3.7	3.19	7.6	1639	—

* (1) 1 plant per hill.

(2) Wt. of roots.

(3) and (4) are wt. of fruits.

(5) C. V. (%) of yield in radish : 25.7 pepper : 53.9 pumpkin : 32.7.

Table 13. Changes of soil pH during the experimental period.

Item→ Crops ↓	Days	from sowing		Average	Difference
		0*	30 60		
Barley	5.5	5.5	5.4	5.5	0.1
	6.5	6.3	6.1	6.3	0.4
	7.5	7.2	7.0	7.2	0.5
	Average	6.5	6.3	6.2	6.3
Cowpea	5.5	5.5	5.4	5.5	0.1
	6.5	6.4	6.2	6.4	0.3
	7.5	7.2	6.9	7.2	0.6
	Average	6.5	6.4	6.2	6.4
Radish	5.5	5.4	5.4	5.4	0.1
	6.5	6.3	6.2	6.3	6.3
	7.5	7.2	7.0	7.2	0.5
	Average	6.5	6.3	6.2	6.3

化하기 始作하는 것을 관찰할 수 있었다.

調査한 試驗區의 酸度變化를 보면 表13에서 보는 바와 같이 矯正後 時日이 지날수록 土壤酸度는 낮아져서 다시 酸性化하는 傾向을 보였으며, 5.5區에서 보다 6.5區, 7.5區로 갈수록 더 빨리 酸性으로 되돌아가는 傾向이甚했다.

作物의 種類에 따라 葉汁酸度, 葉汁成分, 機能 등에 差異가 있을 것이다.

作物別로 土壤酸도에 의한 葉汁酸도가 받는 영향도 다르겠지만 土壤酸도만을 單純히 5.5, 6.5 및 7.5로 矯正했기 때문에 正確한 結果를 把握하기는 어렵다.

3個水準의 土壤酸度下에서 12個作物을 栽培하여 土壤酸도에 따른 葉汁酸도를 作物別 土壤酸도에 따라 平均值와의 差異에 의해 比較해 보면 土壤酸도 5.5區에서 +가 8, -가 3, 0가 1이었고, 6.5區에서 +가 7, -가 4, 0가 1이었으며, 7.5區에서는 +가 5, -가 7로 5.5區에서는 +가 많았고, 7.5區에서는 -가 많았다.

이 結果로 보아서 作物의 葉汁酸도는 土壤酸도의 영향을 크게 받는 것으로 推測된다. 酸도 5.5區의 收量을 100%로 計算한 全体平均은 6.5區에서 136%, 7.5區에서도 136%로 5.5區에서 보다 相當한 增收을 보였고, 菜蔬를 除外하면 6.5區에서 17%, 7.5區에서 10%가 增收되어 6.5區에서 보다 7.5區에서 오히려 減收된 傾向을 보였고, 이 結果로 보아 作物中에는 土壤酸도 5.5나 7.5 보다는 6.5程度를 要求하는 作物이 더 많은 것으로 推測된다.

Butler (1955)에 의하면 土壤酸도 5.5程度로 酸도가 높으면 細胞內的 塩類가 새어 나온다고 하였고, 拮抗的 効果 즉 陽이온 또는 陰이온이 둘 이상 같이 共存하면 다른 이온의 吸收를 낮추는 作用을 한다는 說, 趙(1977)의 酸도가 낮은(pH4.5~5.5등) 酸性土壤에서는 粘土鹽物을 構成하고 있는 aluminum의 1部 또는 遊離 aluminum의 化合物 1部가 溶解되어 aluminum이온으로 나타내는데 이 活性알루미늄의 存在로 磷酸은 作物에 利用되지 못하는 形態로 되기 때문에 이런 土壤에 磷酸肥料를 施用해도 磷酸欠乏은 回復되지 못하며 土壤微生物의 活性이 減退되고, 망간, 銅, 아연, 납 등의 有實 이온이 增加된다는 說을 綜合할때 土壤酸도의 高低는 直接間接으로 作物體內에 영향을 미치게 되고 그 結果 作物의 機能이 向上 抑制되어 增收

或은 減收되는 것으로 推定된다.

Arai(1965)의 主張대로 植物의 生育에 있어서 土壤酸도는 溫度, 日光, 水分 만큼 重要하지는 않으나 植物의 種類에 따라서는 土壤酸도의 영향을 크게 받는 것이 있는 것 같다.

土壤酸도 5.5, 6.5 및 7.5에 있어서의 葉汁의 酸도變化(그림1 參照)와 主要作物 8種(大麥, 小麥, 胡麥, 옥수수, 小豆, 동부, 강낭콩)에 있어서 收量의 變化를 보면(그림2 參照) 汁液의 酸도變化는 一定치 않으나 收量에 있어서는 8個作物 모두 土壤酸도 6.5에서 增收되었던 點, 水耕栽培에서 水耕液의 酸도가 汁液의 酸도變으로 變化했던 點 등으로 미루어 보아 土壤酸도와 栽培作物 汁液의 酸도 사이에는 相互 密接한 關係가 있는 것을 짐작할 수 있다.

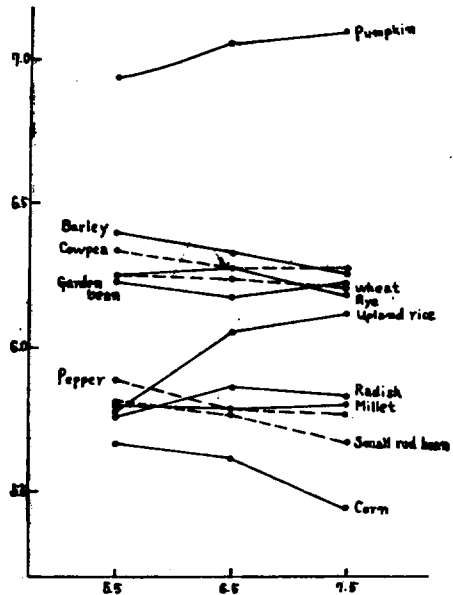


Fig. 1. Influence of soil pH on the responses of leaf sap pH in some important crops.

土壤酸도가 낮을 때(pH 5.5) 汁液의 酸도가 높았던 作物은 8種(大麥, 小麥, 胡麥, 옥수수, 小豆, 동부, 강낭콩, 菜豆, 고추)이고, 낮았던 作物은 3種(陸稻, 무우, 호박)이었다.

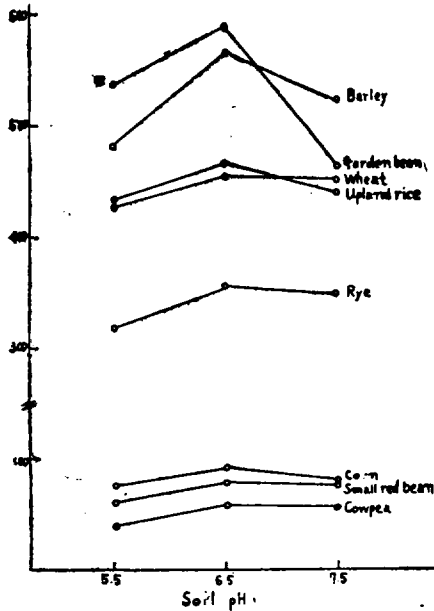


Fig. 2. Relationship of soil pH and yield in important crops.

摘 要

土壤酸度 5.3을 炭酸石灰을 施用하여 5.5, 6.5 및 7.5로 矯正하고 陸稻, 大麥, 小麥, 胡麥, 玉米, 小豆, 豇豆, 菜豆, 무우, 고추, 호박 등을 栽培하여 葉汁酸도와 收量에 미치는 영향을 調査하여 다음과 같이 綜合되었다.

作物의 生育時期에 따르는 葉汁酸도의 變化는 크지 않았으나 生育後期로 갈수록 酸도는 強해지는 傾向을 보였다.

土壤酸도를 달리하여 陸稻外 10種의 作物을 栽培한 結果 pH 7.5까지 높아지는 경우까지 收量의 增加를 보인 것은 고추와 호박이었으며, 陸稻, 大麥, 小麥, 胡麥, 玉米, 小豆, 豇豆, 菜豆, 무우 등은 pH 6.5 水準까지 增收을 보였다.

引 用 文 獻

Alexander, K.M., Sadanandam N. and V.K. Sasidhar. 1973. Effect of graded doses of nitrogen and phosphorus on the changes of soil pH during successive stages of growth of wet land rice. *Agric. Res. J. Kerala* 11(1) : 82~83.

Alex Laurie and Victor H. Ries. 1950. *Floriculture*. McGraw-Hill book company, Inc. New York, Toronto, London : 51.

Arai, Masao. 1965. Practical significance of autoecological research of weeds. *Jap. Weed Research No.* 4 : 1~10.

Basler, E., and K. Nakazawa. 1961. Some effects of 2,4-dichlorop-henoxy-acetic acid on nucleic acids of cotton cotyldon tissue. *Bot. Gaz.* 122 : 228~232.

Blackman, G.E. 1934. The control of annual weeds in cereal crops by dilute sulphuric acid. *Empire Joun. Agr.* 2 : 213~227.

Blady, N.C. 1947. The effect of period of calcium supply and mobility of calcium in the peanut fruit filling. *Proc. Soil Sci. Amer.* 12 : 336~347.

Buchanan. G.A., C.S. Hoveland and M.C. Harris. 1975. Response of weeds to soil pH. *Weed Science* : 473.

Butler, G.W. 1955. Minerals and living cells. *Jour. New Zeal. Inst. Chem.* 19(3) : 66~75.

車鍾煥等, 1975. 植物生理生態學實驗. 日新社 : 247~248.

趙伯顯監修. 1977. 土壤學. 鄉文社 : 196~220.

崔鉉玉, 1977. 床土의 種類 및 pH가 苗의 生理障害에 미치는 影響. *韓作誌* 22(2) : 27~31.

De Datta, S.K., J.C. Moomaw and R.T. Santilan. 1969. Effects of varietal type, methods of planting and nitrogen levels on competition between rice and weeds. *Proc. 2nd Asian-Pacific Weed Control-Interchange*, June 16 to 20, College, Laguna, Philippines.

Dekock, P.C. 1964. The physiological significance of potassium-calcium relationship in plant

- growth. Outlook of Agr. IV : 93~96.
- Deszyck, E.J. 1958. Seasonal changes in acid content of Ruby Red grape fruits as affected by lead arsenate sprays. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 72 : 304.
- Drake Mack, and J.M.White. 1961. Influence of nitrogen on uptake of calcium. Soil Sci. 1 : 66~69.
- 李殷雄, 1977. 田作, 郷文社, 352~404.
- Elzam, O.E., and T.K.Hoges. 1967. Calcium inhibition of postassium absorption in corn roots. Plant Physiol. 42 : 1483~1488.
- Fujino, M. 1959a. The relation of pH salts, and starch to stomatal movement. Kagaku (Tokyo) 29 : 147~148.
-1959b. Effect of the potassium ion and pH on the stomatal movement of the onion. Kagaku(Tokyo) 29 : 424~425.
- 韓基均, 吳才燮, 1964. 우리나라 耕作地의 土壤反應(pH)에 關하여 植環, Vol.6. No.1.
- Harold, K.Wilson and will M.Myers. 1954. Field crops production. J.B.Lippin Cott. Company : 86~87.
- Hartwell, B.L., and S.C.Damon. 1917. The persistence of lawn and other grasses as influenced by the effect of manures on the degree of soil acidity. R.I.Agr. Expt. Sta. Bul. : 170.
- Hayman, J.M. 1964. Studies on legume on establishment and growth on an acid sulphur deficient soil. M.Agr. Sc. thesis, Lincoln Univ. Canterbury.
- Hiatt, A.J. 1967. Relationship of cell sap pH to organic acid changes during ion uptake. Plant Physiol. 42 : 294~298.
- 黃慶善, 1973. 우리나라 代表 土壤의 pH에 關한 調査 研究. 韓土肥誌. Vol. No.3.
- Jan Platon. 1972. Use sulfur in fertilizer. Hydrocarbon Processing : 86~88.
- Kamprath, E.J. 1967. Soil acidity and response to liming. Tech. Bull. No. 4 : 1~18.
- Kanareugsa, C. and Chantrataragul. 1974. Liming effects on the growth and yield of rice in combination with various rates of nitrogen and phosphate. (In Thai) in Thailand. Rice Dept. Annual Res. Report : 269~275.
- Kunti, Leo L., Milton Korpi. and J.C.Hide. 1962. Profitable soil management. Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs, N.J. : 144~145.
- Lahaye, P.A. and Emanuel. 1971. Calcium and salt toleration by bean plants. Physiol. Plant 45(2) : 213.
- Lowther, W.L. 1965. Studies on legume establishment and growth in the tussock grassland. M.Agr. Sc. thesis Lincoln Coll. Univ. Canterbury.
- Martin, J.C., R.Overstreet and D.R.Hoagand. 1946. Potassium fixation in soils in replaceable and nonreplaceable forms in relation to chemical reactions in the soil. Soil Sci. Amer. Proc(1945) 10 : 94~101.
- Miyahara, Masuzi. 1965. Auto-ecology of barnyardgrass(*Echinochloa crusgalli* Beauv.) Jap. Weed Research No. 4 : 11~19.
- Nagata, T. and I. Soda. 1969. Effects of the yearly application of Ca and compost on clay minerals of paddy rice soils. (In Japanese) Bull. Fac. Agr. Shizuoka Univ. 19 : 135~137.
- National Academy of Science. 1968. Weed Control. Washington, D.C.
- Nelson, P.V. and Kuo-Hsien. 1971. Ammonium toxicity in Chrysanthemum : critical level and symptoms. Commum Soil Sci. Plant anal. 2(6) : 439~448(from fertl. abst.).
- Robinson, J.N. 1958. The nutrition of the legumes(Ed, D.C.Hallsworth). Butterworths, London : 43~61.
- Russel, E.John. 1937. Soil conditions and plant growth. Lonmans, Green & company,

- New York : 655.
- Shimizu, Masamoto. 1969. The succession of weeds following the fertilization of cultivated fields. *Jap. Weed Research* 8 : 10~19.
- Slack, C.H., R.L.Blevins. and C.E.Rieck. 1978. Effect to soil pH and tillage on persistence of Simazin.
- 孫賢秀, 1967. 水稻의 營養狀態와 잎에 관한 研究. 東亞大學學位論文.
- Teem. D.H., C.S.Hoveland and G.A.Buchanan. 1974. Primary roet elongation of three weed species. *Weed Science* : 47.
- Turk, L.M. and Millar, C.E. 1936. The effect of different plant materials, lime, and fertilizers on the accumulation of organic matter. *Jour. of the American Society of Agronomy* 28 : 310~324.
- Vernetti, F.DE J. and Solon Cordeiro De Araujo. 1979. Effect to phosphorus fertilizers on the germination of sobeyan. *Pesqui. Agr-opecaur. Brazil* 5 : 2614(from fertl. abst.).
- Weier T.Elliott, C.Ralph Stocking, and Michael George Barbour. 1957. *Botany : An introduction to plant biology*(four edition). Printed in the U.S. : 214.
- Welton, F.A. 1931. Soil reaction not an efficient method of controlling some lawn weeds. *Chio Agr. Expt. Sta. 50th Ann. Rpt.* 40~41.