

黃施用이 뽕나무의 生育 및 土壤과 뿌잎의 化學성에 미치는 영향

李杭周 · 林秀浩

農村振興廳 蠶絲昆蟲研究所

Effects of Sulfur Application on Mulberry Growth and Chemical Composition of Soil and Leaf.

Won Chu Lee and Soo Ho Lim

National Sericulture and Entomology Research Institute, RDA, Suwon, Korea

Abstract

Effects of sulfur application on mulberry growth and soil chemical properties were examined in mulberry trees grown in a green house. Mulberry graftages were planted in Wagner pots and sulfur was applied at the levels of 0, 30, 60, or 120 kg/10a. Mulberry stem growth increased by 3.2 cm at 30 kg/ha than at 0 kg/ha sulfur application. Stem growth, however, decreased by 3.7 cm with the application of sulfur higher than at 60 kg/10a. Soil pH changed by the application of sulfur. With the applicaiton of sulfur at 120 kg/10a, soil pH decreased by 3.0. Temporal changes in the effective form sulfur content in soil indicated that sulfur dissolved between 4 to 10 days after application in the soil. Content of moisture and chemical components in mulberry leaves was also affected by the application levels of sulfur. Moisture, total-N, NO₃-N, K, and S content decreased, but F and Ca content increased with the application of sulfur lower than at 60 kg/10a. With the application of sulfur higher than at 60 kg/10a, P, S, and K content increased.

Key words : Mulberry, sulfur

緒 論

黃은 多量元素에 속하면서 비료로도 공급이 잘 안 되는 성분이다. '70년대 초까지 窒素質肥料로 황산암모늄(유안)을 써왔기 때문에 주성분보다도 많이 들어 있는 副成分인 황이 주요한 공급원이 되었다. 그러나 황산암모늄의 黃酸根이 토양을 酸性化시킨다 하여 尿素로 대체됨에 따라 지난 20년 이상 金肥로 황의 공급이 거의 이뤄지지 않게 되었다.

게다가 금비위주의 비배관리가 일반화되면서 유기물 사용량이 줄어 들어 유기물에 함유되어 공급되었던 황조차 줄어 들었다. 따라서 상당 면적의 경작지는 황의 사용이 요구되고 있다(박준규 등 1988, 신제성·한기학 1988).

황은 cystine, cysteine, methionine과 같은 필수 아미노산의 구성성분이며, 光合成과 色素 및 脂質合成에 관련이 있고, 잎중의 NO₃-N함량을 떨어뜨리고 엽채류의 맛과 향을 높이는 것으로 알려져 있다(李 등, 1993).

뽕나무에서는 엽질을 향상시키는 성분으로 황결핍은 잎중의 질소대사를 攪亂시켜 유리 아미노산이 蓄積되므로써 애누에의 생장을 저해하고 생육중 죽는 누에를 많게 한다(今西, 1981).

이 연구는 토양에서 부족되기 쉬운 황의 양을 달리하여 주었을 때 토양과 뿌잎중의 화학성 변화와 뽕나무의 생육에 미치는 영향을 규명하기 위해 수행하였는 바 몇가지 결과를 얻었기에 보고하는 바이다.

材料 및 方法

野外에서 低温處理가 된 개량뽕 접목묘를 12월 4일 1/20,000a 와그너 퓌트에 未耕土: 모래: 腐葉土=1:1:1(부피기준)의 비율로 섞은 토양 3kg을 충전하여 한그루씩 심고 유리온실에서 재배하였다. 식재 직후 基部에서 겨울눈 2-3개를 남기고 잘라주어 발아를 촉진시켰다. 발아가 시작된 식재 17일후에, 생육이 좋은 겨울눈 2개만 남기고 나머지는 제거하였다. 식재 26일후인 12월 30일 황(S함량 98%)을 0(S0), 30(S2), 60(S3), 120kg/10a(S4) 등 4수준으로 하고 표토 5cm 이내의 흙을 꺼내 황과 충분히 섞어 시비처리를 하였다. 발아후 약 2개월동안 재배한 후 2월 22일 식물체를 수확하여 분석에 사용하였다.

주 1회씩 토양을 採取하여 풍건한 후 網目 2mm 체를 통과한 흙을 분석에 사용 하였다. 유기물은 Tyurin법으로, 交換性鹽基는 CH₃COONH₄(pH 7.0)로 浸出하여 原子吸光分光裝置로 분석하였다(Walinga 등, 1989). 유효황은 Ca(H₂PO₄)₂로 침출한 후 Ion chromatograph로 분석하였다(農業技術研究所, 1988).

식물체는 채취후 바로 稱量하여 순환열풍건조기를 사용하여 80℃에서 24시간 건조후 粉碎하여 사용하였다. 이 분말에 salicylic acid를 가한 濃黃酸과 과산화수소를 가하여 濕式分解시킨 후, 전질소는 Kjeldahl법으로, 인산은 比色法으로, Ca, Mg, K 등은 원자흡광분광장치(I.L. AA/EA Spectrophotometer)에 의해 분석하였다. NO₃, PO₄, Cl, SO₄ 등 음이온은 증류수로 침출한 후 Ion chromatograph에 의해 분석하였다.

試驗前 토양의 화학성은 표 1과 같이 pH 7.2의 알칼리성이었으며, 有效黃含量은 302 ppm이었다.

結果 및 考察

黃施用量에 따른 토양의 pH변화를 보면 그림 1과 같이 황시비량이 증가하고 시간이 經過할수록 많이 떨어져서 일주일후에는 pH 0.6~0.7정도 떨어졌으며 가장 많이 떨어진 구는 S4구로서 試驗初期 pH 7.6에서 50여일 후에는 pH 4.6으로 떨어졌다.

Table. 1. Soil chemical characteristics used

pH	O.M	P ₂ O ₅	SO ₄	Exchangeable base (me/100g)		
	(%)	(ppm)	(ppm)	K	Ca	Mg
7.2	3.8	519	302	1.66	9.03	3.81

黃施肥量에 따른 토양중 有效黃의 함량변화는 그림 2와 같이 시비후 4일째까지는 변화가 없었으나, 11일째에는 유효황함량이 302 mg/kg에서 800 mg/kg 이상으로 증가하였으며, 그림 1에서의 經時的인 토양 酸度低下를 참고하면 토양에서 황의 용해는 시비후 4-7일 사이에 일어나는 것으로 생각된다.

뽕잎중의 水分率은 황시비량이 많을수록 낮아졌다(그림 3). 황무시비구에서 73.9%이던 수분률이 S1에서는 73.3%, S2에서는 70.2%, S4에서는 69.7%를 보였다. 따라서 황의 과다한 시비는 토양 酸도를 떨어뜨리고 뿌리의 기능을 해쳐서 水分吸收에 까지 영향을 주어서 잎중의 수분률을 떨어뜨리는 것으로 추정된다.

수확당시 뽕잎중의 全窒素와 窒酸態 窒素를 분석한 결과는 그림 4와 같이 황시비량이 많을수록 이 성분의 함량은 감소하였다. 즉 전질소는 황무시비구에서 3.59%인데 비해 S1에서는 3.45%, S2구에서는 3.41%, S4구에서는 3.25%로 감소 경향이 뚜렷하였다. 질산태

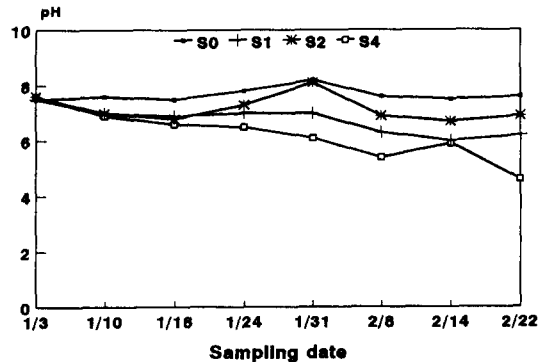


Fig. 1. Soil pH with time lapse and sulfur application levels.

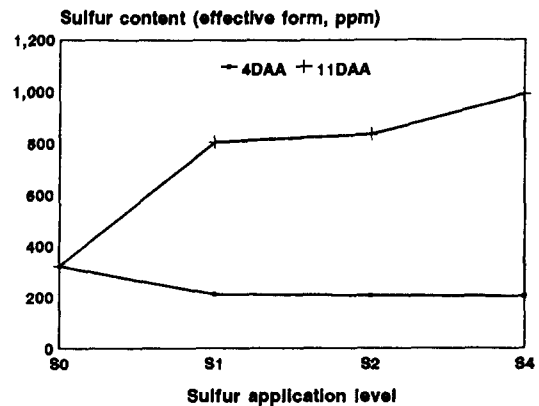


Fig. 2. Effective form sulfur content in soil 4 and 11 days after application(DAA) of sulfur.

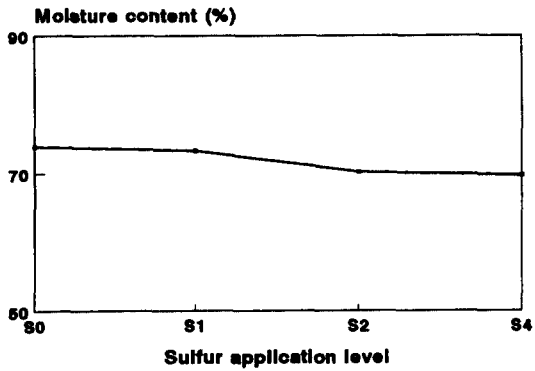


Fig. 3. Moisture content in leaves with a sulfur application levels.

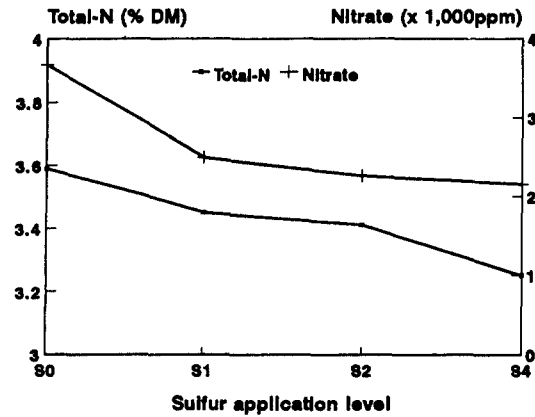


Fig. 4. Total nitrogen and nitrate content in leaves with sulfur application levels.

질소도 黃無施肥區에서는 3,672 mg/kg인데 비해 S1 구는 2,498 mg/kg, S3구는 2,264 mg/kg, S4구는 2,156 mg/kg으로 전질소와 같이 황시용량 增加에 따라 질산태 질소가 減少하는 경향을 보였다. 이와같은 경향은 황의 吸收形態가 SO_4^{2-} 와 같은 陰이온이기 때문에 질산태질소를 주로 흡수하는 뽕나무가 음이온의 拮抗作用에 의해 질산태 질소의 흡수를 저하시킨 것으로 판단되었다.

그러나 磷酸의 경우에는 黃이나 窒酸態와 같은 음이온으로 흡수되지만 황의 시용량과 일정한 관계가 없는 것으로 나타났다. 즉 그림 5와 같이 전인산과 PO_4^{3-} 의 함량이 각각 2.30~2.79%, 7,847~9,346 mg/kg DM 사이에서 변화를 보이고 있다.

황함량은 예상과는 달리 그림 6과 같이 S2구까지 황시용량이 많아질수록 감소하는 경향을 보였고, S4구에서는 약간 增加하였다. 즉 황무시비구에서는

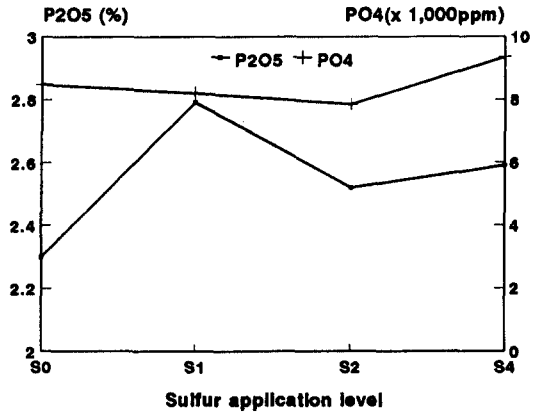


Fig. 5. P_2O_5 and PO_4 content in leaves with sulfur application levels.

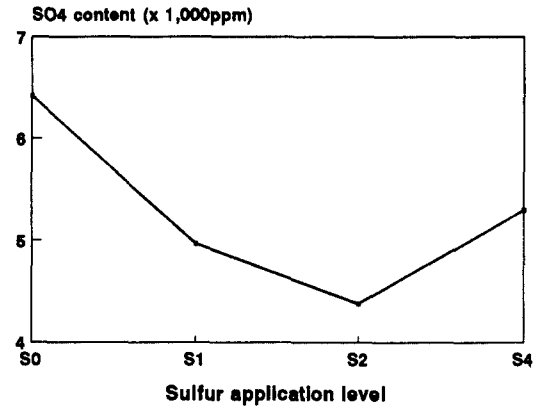


Fig. 6. Sulfate content in leaves with sulfur application levels.

SO_4^{2-} 가 6,423 mg/kg인데 비해 S1구에서는 4,969 mg/kg, S2구에서는 4,379 mg/kg, S4구에서는 5,299 mg/kg이었다.

Cl함량은 그림 7과 같이 황시용에 따라 減少하였지만, 시비량이 많을수록 감소폭이 증가하는 것은 아니었다. 황무시비구에는 Cl가 2,796 mg/kg인데 비해 S1구는 2,410 mg/kg, S2구는 2,442 mg/kg, S4구는 2,564 mg/kg 이었다.

F함량은 황시용량이 증가할수록 增加하였다(그림 8). 황무시비구에서는 F가 1,223 mg/kg이었던 반면에, S1구는 1,110 mg/kg, S2구는 1,370 mg/kg, S4구는 1,667 mg/kg이었다. 황시용에 따라서 황 자신을 비롯해서 NO_3^- , Cl^- , PO_4^- 등 대부분의 음이온의 흡수가 감소함에 따라 양이온의 同伴이온으로 F의 흡수가 증가한 것으로 추정되며 이와같이 다른 음이온의 함

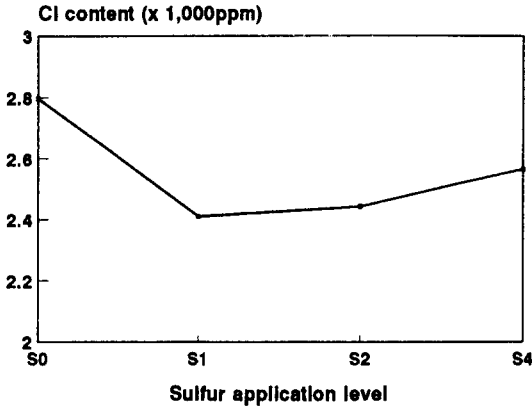


Fig. 7. Chloride content in leaves with sulfur application levels.

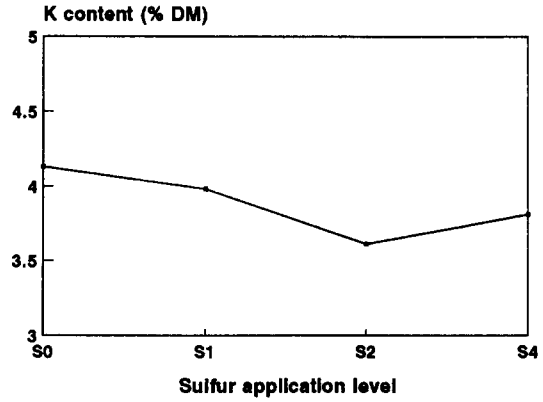


Fig. 9. Potassium content in leaves with sulfur application levels.

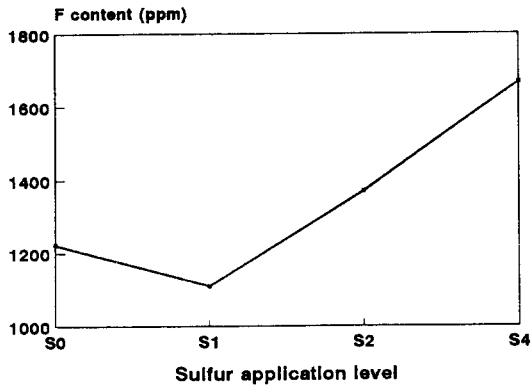


Fig. 8. Fluorine content in leaves with sulfur application levels.

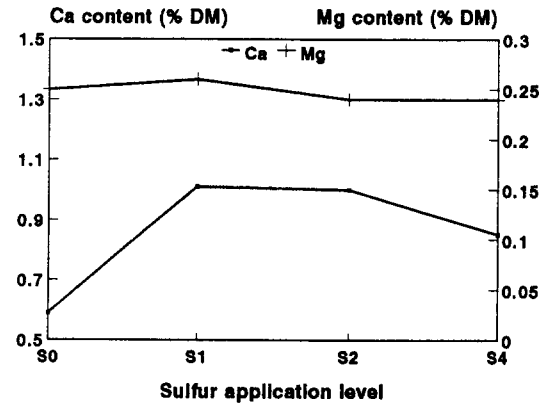


Fig. 10. Calcium and magnesium content in leaves with sulfur application levels.

량이 감소하는데 비해 F만이 증가한 현상은 매우 특異하였다.

S4구와 같이 多量으로 황을 시비한 결과 pH가 황시용 10일후부터 pH 7.0 이하로 떨어지고 다시 한달 뒤에는 6.0이하, 약 50일후에는 5.0이하인 4.6을 보이는 것으로 보아 强酸下에서 뿌리가 生理的인 障害를 받아 養分吸收에 障碍이 일어난 것으로 추정되었다.

K함량은 그림 9와 같이 황시용량의 증가에 따라 감소하는 경향이였다. 황무시비구에서 K은 4.13%인 반면, S1구에서는 3.98%, S2구에서는 3.61%, S4구에서는 3.81%로 S4구에서 S3구보다 약간 增加했지만, 황시비구에서 무시비구 보다 K 함량은 0.15~0.42% 감소를 보였다.

Ca함량은 K과는 반대로 黄施肥에 따라 증가하는 경향이였다. 그림 10에서와 같이 황무시비구는 0.59%,

S1구에서는 1.01%, S2구에서는 1.00%, S4구에서는 0.85%로 황시비량의 증가에 따라 K 함량이 비례적으로 증가하는 것은 아니지만 무시비구 대비 0.26%~0.42% 증가하였다. Mg함량은 황시비량과 상관없이 0.25% 내외를 보였다.

따라서 黄施肥量에 따라 含量的 變化를 보이는 양이온은 K과 Ca이며 황시용량이 증가함에 따라 K은 감소하는 반면 Ca은 증가하였는데, K, Ca, Mg 등 陽이온의 總當量數를 보면 표 2에서와 같이 K은 黄無施肥區에서 1,056 me/kg DM인데 비해 황시비구에서는 974~1,018 me/kg DM로 감소하였다. Ca은 259 me/kg DM에서 425~505 me/kg DM으로 증가하였고, 그 결과 이들 성분의 總當量數는 황무시비구 1,351 me/kg DM에서 황시용구 1,399~1,523 me/kg DM으로 48~172 me/kg DM이나 높아져 음이온으로 흡

Table 2. Ionic content in mulberry leaves with sulfur levels (me/kg DM)

S level	K	Ca	Total
So	1,056	295	1,351
S1	1,018	505	1,521
S2	923	500	1,423
S4	974	425	1,399

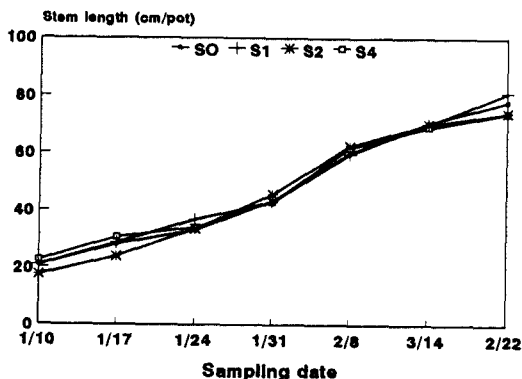


Fig. 11. Mulberry growth with sulfur application levels.

수되는 황은 양이온의 흡수량을 증가시키는 것으로 나타났다.

황시용량에 따른 뽕잎내의 양이온과 음이온의 함량변화에 대해서는 보다 깊은 연구가 있어야 할 것으로 생각된다.

시험기간중에 자란 뽕나무의 가지길이를 보면 그림 11과 같이 황시비에 따라 차를 보이지 않았다. 이 기간중 황무시비구에서는 78.1 cm/주 자란 반면 S1구는 81.3 cm/주, S2구는 74.4 cm/주, S4구는 74.3 cm/주를 보였다. 무시비구보다 S1구에서 2.2 cm 더 자란 반면, S2구와 S4구에서는 3.7 cm 정도 덜 자랐다.

供試土壤이 有機物을 섞어서 만든 토양이라 황 함량이 302 mg/kg나 되어 황施用의 효과가 잘 안 나타난

것으로 보이며 황 60 kg/10a 이상 시비수준에서는 오히려 生育이 떨어지는 것으로 나타났다.

摘 要

와그너포트(1/20,000a)에 묘목을 심고 유리온실에서 황(98% S함유)의 시비량을 0, 30, 60, 120 kg/10a의 4水準으로 하고 黃施用이 뽕나무 生育, 土壤 및 뽕잎의 化學性에 미치는 영향을 조사한 결과는 다음과 같다.

1. 뽕나무의 가지길이는 황 30 kg/10a시용구에서 無施肥區 대비 3.2 cm 더 자랐으나, 60 kg/10a 이상 多量施用한 區에서는 3.7 cm 자람이 떨어졌다.
2. 토양의 pH는 黃施肥에 따라 떨어졌으며, 황 120 kg/10a시용구에서 가장 많이 떨어져 無施肥區 대비 pH 3.0이 떨어졌으며, 施用된 황의 溶解는 시비후 4~11일 사이에 일어나는 것으로 판단되었다.
3. 황시비는 뽕잎중의 水分率, 全窒素, NO₃-N, K, S의 함량을 떨어뜨렸으며 F, Ca은 증가시켰다. 황시비량이 60 kg/10a 이상되면 P, S, K, 함량은 增加하였으며, Ca는 減少하는 경향을 보였다.

引 用 文 獻

- 李淑喜·金昌培·朴魯權·朴善道·崔富述 (1993) 硫黃施用이 배추 品質과 收量에 미치는 影響. 韓土肥誌 26 (4); 253-258.
- 今西三好 (1981) 硫黃供給量의 異なる 桑葉의 飼料價値について. 日蠶雜 50(5); 461-462.
- 農業技術研究所 (1988) 土壤化學分析法.
- 박준규·박양호·김원숙·윤정희 (1988) 한국토양의 유황 부존량. 유황비료 국제 심포지움. 한국토양비료학회, 국제유황연구소; 21-28.
- 신제성·한기확 (1988) 한국농업과 유황수지. 유황비료 국제 심포지움. 한국토양비료학회, 국제유황연구소; 29-34.
- Walinga L. von Vark W., Houba V. J. G. and der Lee J.J. (1989) Plant Analysis Procedures. Wageningen Agriculture University.