

# $^{14}\text{C}$ 追跡子法에 의한 柑橘의 糖과 有機酸에 관한 研究 — $\text{Cl}^-$ 과 $\text{SO}_4^{2-}$ 의 葉面處理效果—

柳長杰, 金溍玉, 康順善, 柳基中

Studies on the Sugar and Organic Acid in Fruits of *Citrus unshiu* Marc. by  $^{14}\text{C}$  Tracer Method

—Effects of Foliar Application of  $\text{Cl}^-$  and  $\text{SO}_4^{2-}$ —

Zang—Kual U., Hyeong—Ok Kim, Soon—Suan Kang, and Ki—Jung Yoo

## Summary

The effects of spraying  $\text{Cl}^-$  and  $\text{SO}_4^{2-}$  solutions on sugar, organic acid and amino acid levels in citrus (*C. unshiu* Marc.) fruit juice were examined using the  $^{14}\text{C}$ -tracer method. Each  $^{14}\text{C}$ -labelled compound under investigation was measured during the three weeks after  $^{14}\text{CO}_2$  assimilation. The total carbon compound, which was measured as the specific activity (cpm/ml) of  $^{14}\text{C}$ , was transported more into the fruit juice within one week after  $^{14}\text{CO}_2$  assimilation with the  $\text{SO}_4^{2-}$  treatment than with the  $\text{Cl}^-$  treatment. The  $^{14}\text{C}$ -specific activity changes of the sugar fraction were very similar in both  $\text{Cl}^-$  and  $\text{SO}_4^{2-}$  treatments although the organic acid fraction was reduced more by  $\text{SO}_4^{2-}$ . The specific activity ratio of the sugar fraction to organic acid was increased rapidly when treated with  $\text{Cl}^-$ . This indicates that  $\text{SO}_4^{2-}$  plays a role in raising the ratio of sugar to organic acid. It was found that the  $^{14}\text{C}$ -specific activity in the amino acid fraction was higher when  $\text{Cl}^-$  was applied.

## 序 論

生果의 消費가 많은 柑橘에 있어서 品質을 決定하는 여러 要因中 가장 重要한 것은 맛이라 할 수 있는데, 現在 市中에서 판매되는 柑橘中에는 甘味가 비교적 좋은 것이 있는가 하면 신맛이 강하여 一般 消費者들의 嗜好에 맞지않는 것들도 매우 많아, 柑橘의 品質改善이 重要한 課題가 되고 있다. 또 지금 까지 柑橘生産量은 매년 증가하고 있어서 머지않아 需要와 供給의 불균형이 예상되며 外國産 柑橘과의 경쟁력을 고려해 볼 때 柑橘의 品質改善은 시급한

문제로 대두되고 있다.

一般的으로 감귤의 맛은 氣象, 土壤, 施肥條件等 여러가지 要因에 의해 좌우되는데, 園場에서 氣象條件을 調節한다는 것은 쉽지않은 경우가 많으므로 品質改善에 있어서 施肥改善法은 重要한 위치를 차지한다. 柑橘의 品質改善에 관한 研究로는 질소<sup>1)</sup>나 인산<sup>2)</sup>의 효과 등 施肥條件의 研究, 土壤種類<sup>3)</sup>, 土壤水分<sup>4)</sup>의 效果 등 土壤條件의 研究, 合成植物호몬의 效果<sup>5)</sup>등 많은 研究가 있으나,  $\text{Cl}^-$  혹은  $\text{SO}_4^{2-}$ 態 肥料의 效果에 관한 報告는 별로 없으며 國內에서는 아직 시도된 바 없다.

現在 農家에서 柑橘에 使用하는 칼리비로는 염화

\*이 논문은 1982년도 문교부 학술연구조성비에 의하여 연구되었음.

\*한국농화학회지. 26(3) (1983)에 게재됨.

칼리인데, 一般적으로 糖料作物에는 염화칼리가 좋지않고 황산칼리가 좋은 것으로 알려져 있어서<sup>6,7,8,9,10,11</sup>) 염화칼리 대신 황산칼리를 사용할 경우에 品質이 향상될 가능성이 있다. 그래서 本 研究에서는 柑橘의 品質에 대한  $Cl^-$ 과  $SO_4^{2-}$ 의 효과를 밝히기 위해,  $KCl$ 과  $K_2SO_4$ 를 葉面處理하여 果實의 糖과 有機酸에 미치는 이들의 영향을  $^{14}C$ 를 追跡子로 사용하여 조사하였다.

## 材料 및 方法

### 1. $Cl^-$ 및 $SO_4^{2-}$ 處理

7年生 早生溫州(濟州市 我羅洞 濟州大學校 農科大學 附屬柑橘園) 18株를 選定하고, 9株에는  $Cl^-$ 을, 다른 9株에는  $SO_4^{2-}$ 를 各各 處理하였다.

$Cl^-$ 와  $SO_4^{2-}$ 는 各各  $KCl$ 과  $K_2SO_4$ (형태)로 處理했는데 處理液은, 葉面附着率과 吸收率을 높이기 위해 展着劑(카바액제: 유효성분 60%:alkylarylpolylethoxylate+sodium salt of allylsulfonated alkylate) 200배 稀釋液에  $Cl^-$ 과  $SO_4^{2-}$  농도가 각각 1,000ppm이 되도록 調製했다.

調製液은 1株에 500ml씩 葉面撒布하였으며 各株에 대한 處理횟수는 5회(9月 26日, 9月 28日, 10月 3日, 10月 5日, 10月 7日)였다.

### 2. $^{14}CO_2$ 處理

$KCl$ 과  $K_2SO_4$ 가 處理된 柑橘나무中에서 各各 2株씩 選定하고, 各株에서 8~12개의 果實이 달린 가지를 택하여  $^{14}CO_2$ 를 處理하였다(11月 3日). 먼저 PVC막대로 組立한 무색투명한 polyethylene film 상자를 가지에 씌우고 밀폐한 뒤, 200 $\mu$ Ci의  $NaH^{14}CO_3$  溶液이 들어있는 삼각플라스크에 充分한 量의  $C-H_2SO_4$ 를 加하여  $^{14}CO_2$ 를 發生시키고 이를 상자 내부로 연결된 고무관을 통해서 送風하여 플라스크내의  $^{14}CO_2$ 를 상자로 들여보낸 뒤 2時間동안(오후 2시~4시) 同化시켰다.

### 3. 糖 및 有機酸 分析

葉과 果汁中の 糖含量은 anthrone發色法<sup>12</sup>에 따라 全遊離糖을 分析하였다. 이 때 葉試料는 70℃에서 48시간 이상 건조하여 60mesh로 마쇄한 粉末 100mg을 80%  $\epsilon$  ethanol 15ml로 80~85% 물중탕에서 3회 抽出하여 ethanol을 증발제거시키고 남은 液을 糖分析試料로 하였으며, 果汁은 果肉을 막자사발로 마쇄하여 약 2,000rpm으로 원심분리하고 여과한 汁液으로 만들어 사용했다.

果汁中の 有機酸은 다음과 같이 中和滴定法<sup>14</sup>으로 分析하였다. 원심분리 및 여과한 汁液 5ml에 증류수 5ml를 가하여, 0.1N NaOH로 phenolphthalein 變色點까지 滴定하고 유기산의 量은 citric acid로 계산했다. pH측정에 사용된 시료는 有機酸分析試料(증류수를 가하지 않은 汁液)와 동일한 것이었다.

### 4. $^{14}C$ 로 標識된 糖, 有機酸 및 아미노산 分割의 分離 및 放射能 測定

$^{14}C$  處理果實試料는  $^{14}CO_2$  同化後 2時間, 1週, 2週, 3週 等 4회에 걸쳐,  $^{14}CO_2$  처리를 한 가지에서 각각 採取하였다.

果實은 껍질을 除去하고 果肉을 막자사발에서 마쇄한 다음, 원심분리 및 여과한 汁液을 얻고 이것을 다음과 같이 이온교환크로마토그래피<sup>13,14</sup>에 의해 糖, 有機酸 및 아미노산 分割으로 分離하였다. 즉 試料汁液에 0.1NHCl을 가하여 pH 2로 調定하여 양이온교환수지(Permutit, strongly acidic cation exchanger,  $H^+$  form) column에서 0.01N HCl溶液으로 溶出시키고 여기서 흡착된 아미노산 분획은 2N  $NH_4OH$  溶液으로 溶出시켜 얻었다. 양이온교환수지에 흡착되지 않은 分劃은 2N  $NH_4OH$ 로 pH 7이 되게한 후 음이온교환수지(Amberlite IR-45, weakly basic anion exchanger,  $OH^-$  form) column에서  $NH_4OH$  溶液(pH=7)으로 溶出시켜 흡착되지 않은 中性糖分劃을 얻고, 흡착된 有機酸 分劃은 4N  $HCOOH$  溶液으로 溶出시켜서 얻었다.

이온교환크로마토그래피로 分離한 糖, 有機酸 아미노산의 各分劃은 各各 1ml씩 측정용기에 取하여 scintillation cocktail<sup>15</sup>) (p-dioxane: 880ml, methanol: 100ml, ethylene glycol: 20ml,

naphthalen: 60g, PPO: 4g, POPOP: 0.02g) 9mℓ를  
 加하여 Berthold회사의 Multi-user Liquid Scintilla-  
 tion Counting System (Model LB 5004)으로 放射  
 能을 測定하였다.

### 結果 및 考察

칼리비로는 KCl과 K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 形態로 施肥하는 게 보  
 통인데, 이 때 K와 함께 供給되는 Cl<sup>-</sup>와 SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> 는  
 作物에 대해 다른 영향을 주기 때문에 肥料의 形態  
 는 作物의 種類에 따라 적합한 것을 選擇해야 한다.

그러나 K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>보다 KCl이 값이 싸기 때문에 보통  
 KCl을 施用하는데, 一般的으로는 Cl<sup>-</sup>는 섬유작물  
 에 좋은 반면 糖料作物에는 좋지 않아서 品質이나  
 收量を 저하시키기 때문에 채소, 감자, 과수 등의  
 糖料作物에는 SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> 態 肥料가 適合한 것으로 알려  
 져 있다.<sup>6,7,8,9,10,11)</sup> 감귤은 담배, 강남콩, 감자,  
 상치 등과 함께 Cl<sup>-</sup>을 싫어하는 作物(Chlorophobic  
 crop)의 하나로 알려져 있는데<sup>8)</sup>, Cl<sup>-</sup>과 SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> 가  
 감귤의 品質에 미치는 영향을 보기위해, KCl과  
 K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>를 葉面施用한 후 葉中糖含量과 果汁中の 糖,  
 有機酸 및 pH를 調査한 結果는 Table 1과 같다.

Table 1에서 보는 바와 같이 葉中糖含量에 있어서

Table 1. Effects of Cl<sup>-</sup> and SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> on the levels of sugar, organic acid and pH

	leaf				fruit					
	sugar*		sugar**		organic acid***		sugar organic acid		pH	
	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>
1	6.1	5.5	4.2	3.1	3.3	3.0	1.27	1.00	3.7	4.0
2	5.5	6.6	3.2	3.3	2.9	2.8	1.10	1.14	4.0	4.0
3	6.2	7.5	—	—	3.3	3.6	—	1.11	3.8	3.5
4	5.9	5.9	3.0	2.7	2.4	2.8	1.25	0.93	4.1	3.9
5	8.1	5.0	3.4	4.1	2.7	2.7	1.26	1.48	4.4	4.0
6	6.7	6.5	4.2	4.1	2.7	2.9	1.56	1.38	4.0	3.8
7	6.2	5.0	2.9	3.6	2.4	3.0	1.21	1.17	4.1	4.1
mean	6.4	6.0	3.5	3.5	2.8	3.0	1.28	1.17	4.0	3.9
t(0.05)	NS		NS		NS		NS		NS	

\* % in dry weight \*\* free sugar, % w/v \*\*\* titratable acid, % w/v as citric acid basis

Cl<sup>-</sup>과 SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> 처리간에 差異가 없는 것으로 나타났  
 다. 果實에 있어서도 果汁中糖含量에서 차이를 보이지  
 않았고, 有機酸의 경우에 SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> 처리구가 다소 높  
 았으나 t檢定 結果 有意差는 없었으며 甘味比나 pH  
 에서도 差異가 없는 것으로 나타났다. 그런데 이 結  
 果는 Cl<sup>-</sup>이 一般적으로 다른 作物에 있어서 果實이  
 나 뿌리의 糖蓄積을 저해한다는 報告<sup>16)</sup>나 감귤이  
 염소를 싫어하는 作物이라는 점과는 상치되는 것으  
 로 보인다. 그러나 위의 結果만으로는 감귤의 糖,  
 有機酸, 甘味比 등에 대해 Cl<sup>-</sup>과 SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> 가 영향을

주지 않는다고 단정하기는 어렵다. 왜냐하면 本 實  
 驗에서 葉面施肥에 의해 처리된 Cl<sup>-</sup>과 SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>가 葉  
 內로 흡수된 量이 糖이나 有機酸의 蓄積에 영향을  
 주기에는 부족할 가능성이 있기 때문이다. 양파잎과  
 토마토果實에서 각종 이온들이 表皮로부터 內部로  
 침투되는 비율에 대한 Yamada등<sup>17)</sup>의 研究에서도  
 Cl<sup>-</sup>이나 SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>의 침투율이 매우 낮은 것으로 報告  
 해서 위의 가능성을 뒷받침 해준다. 또 本 實驗에서  
 는 Cl<sup>-</sup>과 SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>를 果實의 成熟단계에서 처리했는  
 데 이후의 Cl<sup>-</sup>과 SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>의 效果가 全生育過程에서

축적된 糖이나 有機酸의 총량에 비해 그 비율이 작은 경우에도 그 효과가 통계적으로 무시될 수 있다. 이러한 가능성을 고려해서  $^{14}\text{C}$  追跡子로 使用하여 감귤의 糖, 有機酸 및 아미노산에 미치는  $\text{Cl}^-$ 과  $\text{SO}_4^{2-}$ 의 영향을 조사하였다.

Fig.1은 光合成에 의해  $^{14}\text{CO}_2$ 를 葉에 同化시켰을 때 糖, 有機酸 및 아미노산 分割으로 들어간  $^{14}\text{C}$ 의 分布에 對한 時期別變化樣相이다. 果汁中  $^{14}\text{C}$

同化產物 濃度(果汁의 比放射能,  $\text{cpm}/\text{ml}$ )는  $^{14}\text{CO}_2$  同化 後 1주일까지는  $\text{Cl}^-$ 보다  $\text{SO}_4^{2-}$  처리구가 높았다. 다른 作物에 대해  $\text{Cl}^-$ 이 光合成能力을 抑制시켜 葉中炭水化合物의 生産을 저하시킬<sup>18,19)</sup>뿐 아니라, 加水分解酵素의 作用을 阻礙시켜 앞에서 生産된 탄수화물들이 다른 部位로 移動하기 어려운 狀態로 되어 果實이나 뿌리에의 糖蓄積을 감소시킨다는 Latzko의 報告<sup>16,20)</sup>와 關聯하여 보면, 위의 結果는

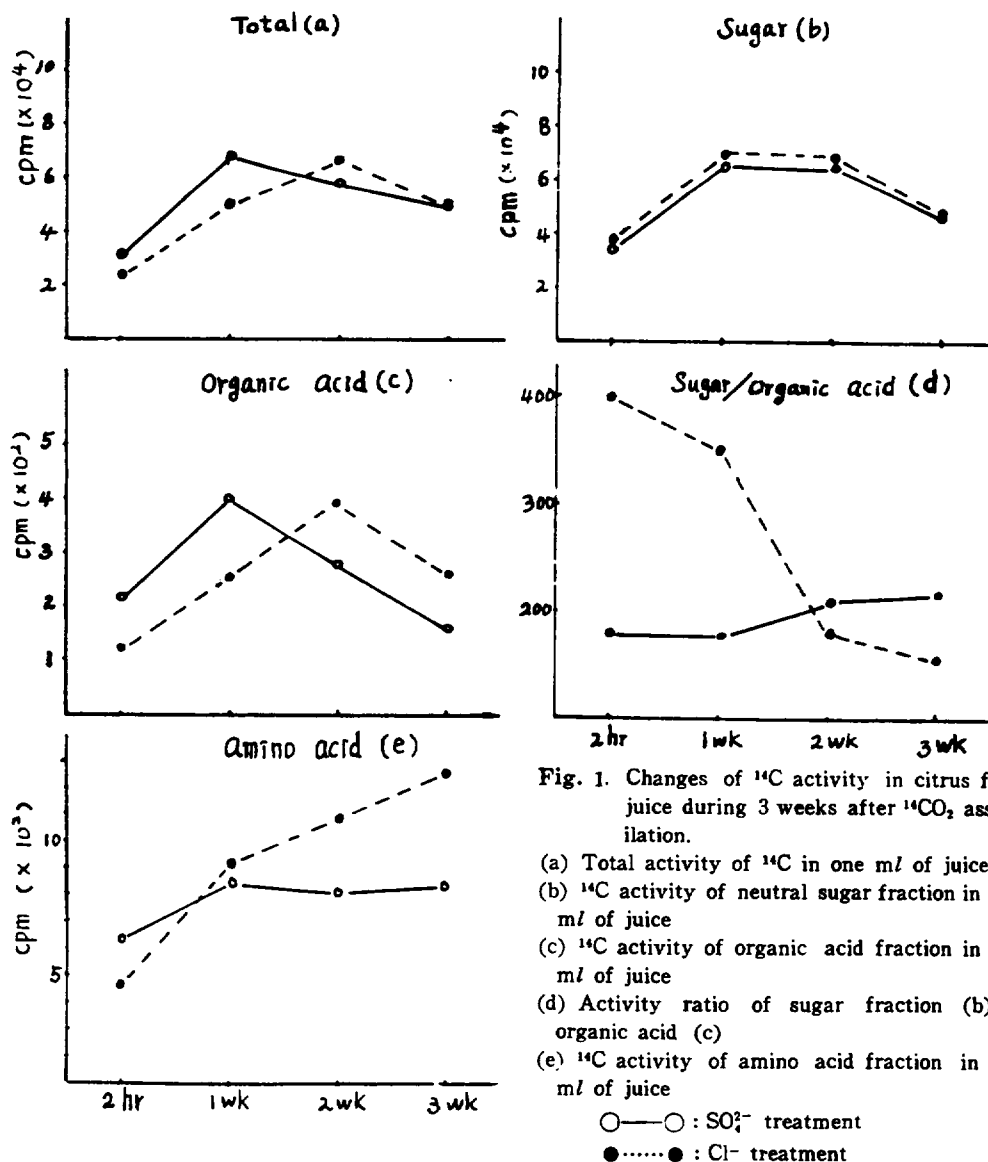


Fig. 1. Changes of  $^{14}\text{C}$  activity in citrus fruit juice during 3 weeks after  $^{14}\text{CO}_2$  assimilation.  
 (a) Total activity of  $^{14}\text{C}$  in one ml of juice  
 (b)  $^{14}\text{C}$  activity of neutral sugar fraction in one ml of juice  
 (c)  $^{14}\text{C}$  activity of organic acid fraction in one ml of juice  
 (d) Activity ratio of sugar fraction (b) to organic acid (c)  
 (e)  $^{14}\text{C}$  activity of amino acid fraction in one ml of juice

○—○ :  $\text{SO}_4^{2-}$  treatment  
 ●.....● :  $\text{Cl}^-$  treatment

감귤에 있어서도  $\text{Cl}^-$  처리에 의해  $^{14}\text{CO}_2$ 의 同化量이나 同化産物의 果實에의 轉流가 低下됨을 示唆해준다. 그러므로 감귤에 있어서  $\text{Cl}^-$ 態의 肥種을 많이 施用할 경우 果實의 收量을 감소시킬 可能性이 있다.  $^{14}\text{CO}_2$  同化後 일정 시기까지는 果汁의 比放射能이 증가하다가 다시 감소( $\text{SO}_4^{2-}$  처리구에서는 1주,  $\text{Cl}^-$  처리구에서는 2주後) 하는데, 이것은 果實의 호흡으로 소모되는  $^{14}\text{CO}_2$ 가 果實內로 轉流되어 들어오는  $^{14}\text{C}$ 보다 많아졌기 때문인 것으로 생각되었으나 比放射能의 감소가  $\text{Cl}^-$  처리 보다  $\text{SO}_4^{2-}$  처리구에서 더 큰 理由는 분명치 않다.

糖分劃의 比放射能은  $\text{Cl}^-$ 와  $\text{SO}_4^{2-}$  처리간에 거의 차이가 없었으며, 時期別 變化樣相도 거의 같아서,  $\text{Cl}^-$ 와  $\text{SO}_4^{2-}$ 가 果汁의 糖水準에 주는 영향에는 큰 차이가 없는 것처럼 보였다.

有機酸分劃의 比放射能은  $\text{Cl}^-$ 와  $\text{SO}_4^{2-}$  처리간에 相異한 變化樣相을 보였다. 초기(2시간 및 1주일後)에는  $\text{SO}_4^{2-}$  처리에서 보다 높았으나 후기(2주 및 3

주)에는  $\text{Cl}^-$  처리구가 높았다. 초기에  $\text{SO}_4^{2-}$  처리에서 有機酸分劃의 比放射能이  $\text{Cl}^-$ 에서보다 큰 것은 이 時期에  $\text{SO}_4^{2-}$  처리구에서  $^{14}\text{C}$ 의 轉流量이 많았기 때문인 것으로 생각된다. 2주 이후의 比放射能은  $\text{SO}_4^{2-}$  처리구가 낮은 것으로 보아 이 시기에는  $\text{SO}_4^{2-}$  처리구에서 有機酸 감소량이 더 많은 것임을 알 수 있다.

감귤의 맛은 糖과 有機酸의 絶대량보다는 이들의 含量比가 더욱 重要한데 pH分劃에 대한 糖分劃比放射能의 比率은  $\text{Cl}^-$  처리구에서 초기에 매우 큰 값을 보이다가 시간이 지남에 따라 급격히 감소하는 반면,  $\text{SO}_4^{2-}$  처리구에서는 초기에 작은 값을 보이거나 시간이 지남에 따라 다소 증가하여 2주 이후에는  $\text{Cl}^-$  처리보다도 큰 값을 보였다. 그러므로  $\text{SO}_4^{2-}$ 는 甘味比를 증가시키지만  $\text{Cl}^-$ 는 오히려 감소시키는 것으로 생각되었다.

감귤의 맛은 아미노산에 의해서도 달라지는데  $\text{Cl}^-$ 과  $\text{SO}_4^{2-}$ 가 아미노산 수준에 미치는 영향이 다

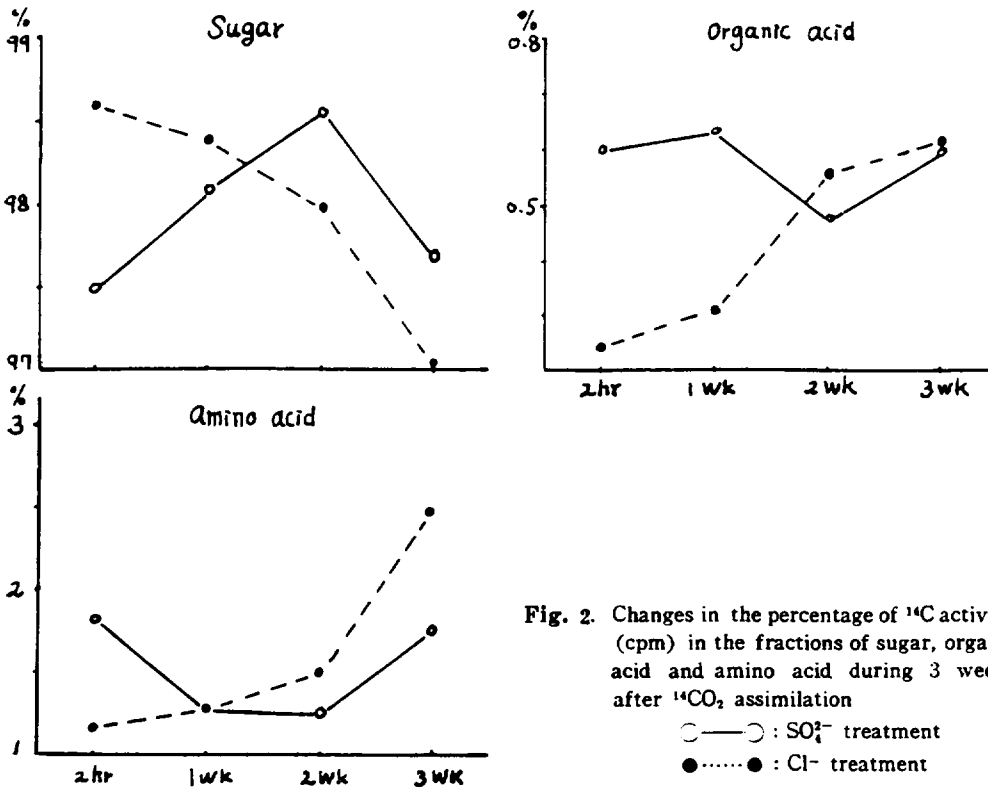


Fig. 2. Changes in the percentage of  $^{14}\text{C}$  activity (cpm) in the fractions of sugar, organic acid and amino acid during 3 weeks after  $^{14}\text{CO}_2$  assimilation

○—○ :  $\text{SO}_4^{2-}$  treatment  
●.....● :  $\text{Cl}^-$  treatment

른 것처럼 보였다.  $SO_4^{2-}$  處理區에서는 1주일 까지 아미노산 분획의 比放射能이 증가한 다음 그 이후에는 비슷한 수준으로 유지되었으나,  $Cl^-$  처리구에서는 1주 후에도 계속 증가했다. 그래서  $Cl^-$ 이  $SO_4^{2-}$  보다 果實內의 아미노산 함량을 증가시키는 것으로 생각되었다.

果實內에서 同化物이 어떤 형태로 存在하며 이들이 어떤 물질로 전환되느냐 하는 것은 감귤의 品質에 있어서 매우 중요한데, 果實內의 糖, 有機酸 및 아미노산이 시간이 지남에 따라 상호변화하는 樣相을 보기 위하여 各分劃의 放射能百分率의 變化를 Fig.2에 나타내었다.

糖分劃의 比放射能이 차지하는 비율은 2시간 후에  $Cl^-$ 에서는 98.6%,  $SO_4^{2-}$ 에서는 97.3%로  $Cl^-$  처리구가 더 높았으나  $Cl^-$  처리구는 계속 감소하여 3주 후에는 97.0%가 되었고  $SO_4^{2-}$  처리구는 2주까지 오히려 증가해서 2주 이후에는  $Cl^-$  처리구보다 높았다. 이것은  $SO_4^{2-}$ 가 同化產物을 果實內에서 糖의 형태로 축적하는 비율이  $Cl^-$ 보다 크기 때문인 것으로 생각되었다.

유기산의 比放射能이 차지하는 비율은 처음에  $SO_4^{2-}$  처리에서 더 높았으나 2주 이후에는  $Cl^-$  처리보다 낮았는데  $SO_4^{2-}$  처리에서는 2시간 이후 그다지 증가하지 않았고  $Cl^-$ 에서는 계속 증가했기 때문이다. 그러므로  $Cl^-$ 는  $SO_4^{2-}$  보다 果實內 有機酸 비율을 증가시키는 것으로 생각되었다.

아미노산 比放射能의 비율은  $Cl^-$  처리구에서는

계속 증가한 반면  $SO_4^{2-}$  처리구에서는 처음에는 감소하다가 2주 이후 증가하는 양상을 보였는데 이때 증가율은  $Cl^-$ 에서 더 컸다. 그러므로  $Cl^-$ 이  $SO_4^{2-}$  보다 果實內 아미노산 比率을 더 증가시키는 것으로 생각되었다.

## 摘 要

柑橘(*Citrus unshiu* Marc.)의 糖, 有機酸 및 아미노산에 대한  $Cl^-$ 과  $SO_4^{2-}$ 의 영향을 보기 위하여  $KCl$ 과  $K_2SO_4$  溶液을 葉面處理하고  $^{14}CO_2$ 를 同化시킨 뒤  $^{14}C$ 로 標識된 同化產物의 徑時的 變化를 3週間 調査하였다.

$^{14}CO_2$ 處理後 1週日間 果實에 轉流된  $^{14}C$  同化產物의 比放射能(cpm/ml)은  $SO_4^{2-}$  處理區에서 더 컸다. 果汁의 糖分劃 放射能은 그 水準과 變化樣相이  $Cl^-$ 과  $SO_4^{2-}$  處理間에 差異가 없었지만, 有機酸分劃에 있어서는  $^{14}CO_2$  處理後 2週日 以後에 有機酸分劃의 比放射能 減少量이  $SO_4^{2-}$  處理區에서 더 많았다. 有機酸分劃의 比放射能에 對한 糖分劃比放射能의 比率이  $SO_4^{2-}$  處理區에서는 時間이 경과함에 따라 增加하는 경향이였으나  $Cl^-$  處理區는 급격히 減少했다. 따라서  $SO_4^{2-}$ 가  $Cl^-$ 보다 果汁의 甘味比를 증가시키는 것으로 생각되었다. 아미노산分劃의 比放射能은  $SO_4^{2-}$  處理區보다  $Cl^-$ 處理區에서 더 많이 增加했다.

## 參 考 文 獻

1. 井上宏: 農業および園藝, 第48卷, 第3號, 105~106(1973).
2. 임열재·권혁모: 농촌진흥청 제주시험장 시험연구보고서, 98~102(1979).
3. Akiyoshi Matsumoto and Shin-ichi Shiraishi: J. Japan. Soc. Hort. Sci., 48(4): 413~417 (1980).
4. 정순경·이운직: 농촌진흥청 제주시험장 시험연구보고서, 222~229(1978).
5. 문덕영: 농촌진흥청 제주시험장 시험연구보고서, 102: 118(1979).
6. 林善旭: 植物營養·肥料學, 日新社, 374(1982).
7. 趙成鎭 등: 新稿 肥料學, 郷文社, 242~245 (1978).
8. Mengel, K. and E. A. Kirkby: Principles of Plant Nutrition, International Potash Institute, Bern, 495~498(1978).
9. 沈相七: 土壤肥料概論, 元進文化社, 238(1976).

Study on Sugar and Organic Acid in Citrus by  $^{14}\text{C}$ -Tracer 7

10. 郭判州：農林肥料學，學文社，228。(1977).
11. 奥田東：肥料學概論，養賢堂，72,(1982).
12. Yoshida, S., forno, D. A., Cock, J. H. and Gomez, K. A. Laboratory Manual for physiological studies of Rice, 2nd ed., The International Rice Research Institute, Philippines, 38~41(1972).
13. Cooper, T. G.: The Tools of Biochemistry, John Wiley & Sons, Inc., New York, 136~167(1977).
14. 南出隆久：園藝學 實驗・實習，大阪府立大學 農學部園藝學教室，養賢堂，東京，156~176,(1981).
15. Bray, G. A.: Analytical Biochemistry, 12, 279~285(1960).
16. Latzko, E: Z. Pflanzener., Düng., Bodenk. 68 (1): 49~55(1955).
17. Yamada, Y., Wittever, S. H. and Bukovac, M. J.: Plant Phisiol., 40: 170~173(1965).
18. Baslavskaja, S. S.: Plant Physiol., 11(4): 863~871(1936).
19. Baslavskaja, S. S. and Syroeshkina, M.: Plant Physiol., 11(1): 149~157(1936).
20. Latzko, E.: Z. Pflanzener., Düng., Bodenk. 66(2): 148~155(1954).