

세정 및 세제사용이 야채 및 과일의 비타민 C 함량에 미치는 영향

이 용 욱

서울대학교 보건대학원 환경보건학과

A Study on the Effect of Washing with Water and Detergent on the Vitamin C Content in Fruit and Vegetable

Yong-Wook Lee

Department of Environmental Health, Graduate School of Public Health,
Seoul National University, Seoul 110-460, Korea

ABSTRACT

This study was performed to investigate the effect of washing with water and detergent on the vitamin C content in strawberry and perilla leaf. Vitamin C was extracted with the solution of metaphosphoric acid and quantitated by high performance liquid chromatograph (HPLC). There was no significant difference of vitamin C content between the washing with distilled water and tap water. Three available detergents reduced the vitamin C content of samples to 92.5%, 92.2% and 78.5%, respectively. The content of vitamin C in samples was decreased by increasing the concentration of detergent and washing time.

Keywords : Vitamin C content, washing, detergent, strawberry, perilla leaf, HPLC

I. 서 론

주방용 세제가 우리나라에 처음으로 소개된 것은 1966년¹⁾으로. 그후 환경오염이 사회문제화되면서 유·무해 논쟁이 계속되고 있는 가운데 그 사용량이 계속 증가하는 추세이다.

현재 우리나라에서는 가정용 세제가 1992년도에 296,810톤이 생산되고 있으며, 이는 총 세제량의 66.32%를 점하고 있다.²⁾

주방용 세제의 사용목적은 세정 및 오염제거에 대한 효과를 높이고자 함이나 세제 자체가 하나의 환경오염물질임을 고려할 때 주 사용목적 이외에도 몇 가지 사항이 관심의 대상이 되고 있다. 대표적인 것³⁾으로는 피부손상의 우려로 세제액의 pH, 안전성에 관한 사항으로서 중금속, 에탄올, 또는 형광물질 등의 함유여부, 그리고 주성분인 계면활성제의 생분해도 등이 평가되어야 할 것이 지적되어 왔다. 이와 같은 사항들은 제품의 세정력 못지 않게 세제의 품질을 결정하는, 또한 소비자의 선택에서 중요하게

고려되는 요인이 될 수 있다고 본다.

한편, 주방용 세제는 그 사용대상을 야채, 과일, 식기 및 조리기구 등으로 하고 있으며 제품에 따라 해당성분인 계면활성제⁴⁾의 농도 등을 고려하여 사용 농도와 침적시간 등을 지정하고 있다. 야채 및 과일류에 있어서 이들 세제와 관련된 연구로는 야채 및 과일류에서 세제 세정 후의 잔류정도,¹⁾ 잔류농약의 제거정도 등⁵⁾이 주로 연구되어 왔으나 야채 및 과일이 중요한 급원으로 되어 있는 비타민 등에 관한 연구는 많지 않은 편이다. 특히 야채 및 과일류는 생식하는 식품으로서 비타민 C의 주요 공급원이 되고 있어 세제 사용으로 인한 비타민 C의 함량변화에 대하여 실험이 행해져야 할 필요가 있겠다.

본 연구에서는 세제류가 야채 및 과일류의 비타민 C 함량변화에 미치는 영향을 관찰하기 위하여 3종의 세제를 선정하여 세제별, 농도별 및 시간별로 딸기와 들깨잎 중 비타민 C 함량변화의 비교를 실시하였다.

II. 실험방법

1. 재료 및 분석대상

비타민 C의 정성 및 정량 대상으로는 과일 중에서 딸기를, 야채 중에서 들깻잎을 선정하였으며 1993년 3월중 서울시 종로구의 시장에서 구입하여 사용하였다. 대상 식품을 구입 즉시 가식부분을 취하여 시료로 하였다.

2. 세 제

세제로는 주방용 중성세제 중에서 3종을 선정하여 실험에 사용하였다.

3. 비타민 C의 분석

(1) 시약, 기구 및 기기

비타민 C 분석에 사용된 시약은 L-ascorbic acid 표준물질(Shinyo Pure Chemical Co. Ltd., Japan), Pic A 시약(tetrabutyl ammonium phosphate, Waters P/N 85101, U.S.A.) 등이었으며 그외 metaphosphoric acid 등의 시약은 모두 분석용 특급 이상을 사용하였다. 기구로는 식품용 blender(삼성 CR-480 W)를 사용하였으며 분석기기로는 고성능 액체크로마토그래프(High Performance Liquid Chromatograph: HPLC, Waters ALC 244, U.S.A.)를 사용하였다.

(2) 시료의 세정방법

시료 중량의 10배인 세제용액에 일정시간 동안 시료를 담가 세정한 후 꺼내어 즉시 시료 중량의 50배인 수돗물에 담가 가볍게 회전시키면서 동일한 시간동안 세정하였다. 기준이 된 세제의 농도는 0.2% (2 g/l, 시판 세제의 권장 사용농도)였으며 세정시간은 5분이었다. 1종의 세제에 대해서는 농도를 권장 사용농도의 1/2배(0.1%), 1배(0.2%) 및 2배(0.4%)로 조제하고 또한 세정시간을 1분, 5분 및 10분으로 하여 농도별과 시간별 영향을 비교하였다. 대조군으로서 세정을 하지 않은 시료에 대하여, 그리고 수돗물만으로 세정한 시료에 대하여도 실험을 행하였다.

(3) 시료의 진처리

대조군 또는 세정된 시료를 동량의 6% 메타인산액과 함께 분쇄하여 100 ml 메스플라스크에 넣고 6% 메타인산액으로 추출하였다. 정성여과지(Toyo No. 2)로 여과한 후 다시 membrane filter(HA 0.45 μ m)로 여과하고 여액 10 μ l를 취하여 HPLC에 주입하였다.

(4) HPLC 분석조건

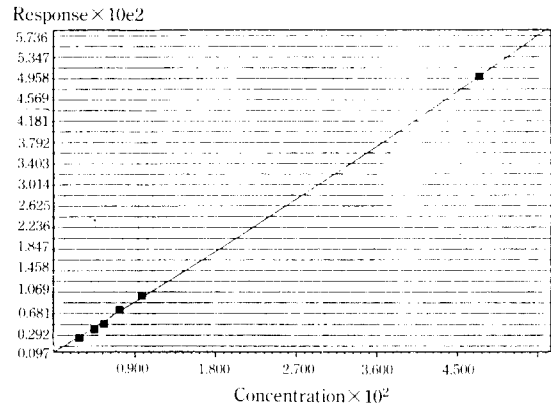


Fig. 1. Calibration curve obtained for standard solution of vitamin C.

HPLC 분석으로 Waters사의 U6K 주입기, μ -Bondapak C₁₈ column으로써 UV 검출기의 파장 254 nm에서 H₂O에 Pic A시약 5 mM을 함유한 이동상을 사용하여 0.7 ml/min의 유속으로 분리를 시도하였으며 M746 인테그레이터로써 정량치를 구하였다.

(5) 정량범위의 확립

시료중의 비타민 C 함량을 정량하기 위하여 우선적으로 비타민 C stock solution을 조제하였다. 이 용액을 단계별로 희석하여 각 농도별 표준용액을 조제하고 즉시 HPLC에 주입하였다. 각 농도에 대한 크로마토그램의 피크면적으로써 검량선을 작성하였다.

(6) 회수율 측정

딸기와 들깻잎 시료에 일정농도의 비타민 C 표준용액을 첨가시켜서 설정된 분석방법에 의거하여 비타민 C 함량을 정량하였으며 이로부터 회수율을 구하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 검량선의 작성결과

시료 중 비타민 C 함량을 정량하기 위하여 설정된 HPLC 방법에 의하여 비타민 C 표준용액의 각 농도에 대한 크로마토그램의 피크면적으로써 검량선을 작성하였다. 자외선 검출기의 파장 254 nm에서 0~500 mg/l 범위에서 직선성이 관찰되었다(Fig. 1). 이 방법의 정확성을 확인하기 위하여 반복하여 주입한 결과 1% 내에서 재현성을 보였다. 실험대상 시료 중 비타민 C 함량은 우리나라 식품성분표⁶⁾에 의하면 각각 딸기 재래종 77 mg/100 g, 개량종 99 mg/100 g,

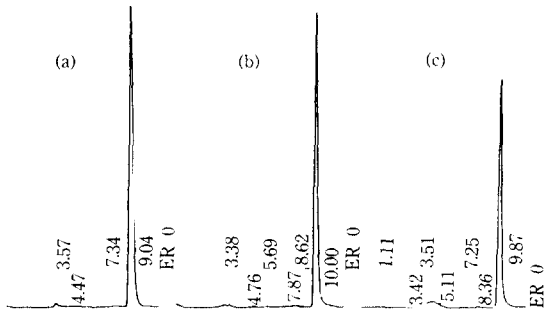


Fig. 2. Elution profile of vitamin C obtained using the optimized experimental condition (a) standard, (b) freshly prepared strawberry extract sample, (c) freshly prepared perilla leaf extract sample.

Table 1. Recovery of spiked vitamin C in strawberry and perilla leaf by HPLC method

Sample	% Recovery (Mean \pm S.D.)
Strawberry	96.7 \pm 12.0
Perilla leaf	110.0 \pm 11.7
Average	103.4 \pm 9.4

그리고 들깨잎 46 mg/100 g으로서 본 연구에서 설정된 HPLC 분석조건으로서 비타민 C 함량을 정량하는 것은 무리가 없을 것으로 판단되었다.

2. 회수율 측정 및 정성결과

딸기와 들깨잎 시료에 농도를 알고 있는 비타민 C 표준용액을 첨가시켜서 회수율을 구한 결과는 Table 1과 같다. 회수율은 딸기에서 96.7%, 깻잎에서 110.0%였으며, 평균 103.4%로서 양호한 결과를 보였으며, 이는 이⁹⁾가 보고한 콩나물에서의 비타민 C 회수율 95%와 비교하였을 때보다 높은 결과였다.

또한 메타인산액을 첨가시켜서 신선하게 조제된 딸기 및 들깨잎 추출물에서 설정된 분석방법으로 비타민 C의 분리를 시도한 결과 Fig.2에서 보는 바와 같이 매우 양호한 분리의 크로마토그램을 얻을 수 있었으며, 시료의 간섭물질로부터 비타민 C를 정량하기에 충분하다고 판단되었다. 비타민 C는 pH 7.0의 증류수에서 쉽게 산화되나 산화분해의 속도가 메타인산의 존재하에서는 매우 크게 감소된다는 보고¹⁰⁾가 있으며 또한 기존의 몇몇 연구들⁹⁻¹²⁾에서도 메타인산액을 사용하는 비타민 C 분석법을 추천하고 있다.

그러므로 본 연구에서 시도된 비타민 C 분석의

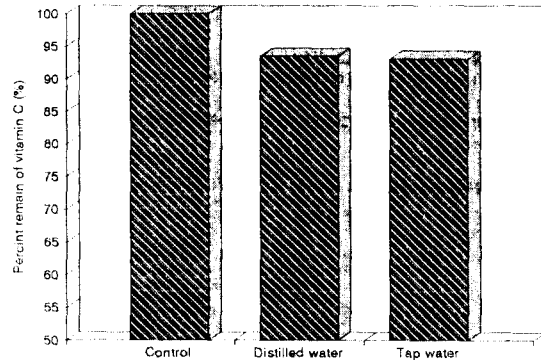


Fig. 3. Effect of washing with distilled water and tap water on the content of vitamin C in strawberry.

일련의 과정은 야채 및 과일에서 비타민 C의 정량 분석에 우수한 방법임을 알 수 있었다. 다른 보고된 방법들⁹⁻¹⁵⁾과 달리 이 방법은 간단한 HPLC 시스템을 사용할 수 있으며 동시에 유도체화가 필요없고 시료조제가 가장 단순하다는 장점이 있으며 추출 후 간섭물질을 제거하기 위한 여과과정만이 필요하였다.

3. 증류수 및 수도물 세정에 의한 시료중 비타민 C 함량의 변화

기존에 보고된 야채 중 비타민 C 함량변화에 관한 연구¹⁴⁾에서 불 세정으로 증류수를 사용한 바가 있었으므로, 본 연구에서는 증류수 세정시와 수도물 세정시의 차이를 평가할 필요가 있었으며, 이를 실제로 딸기를 대상으로 하여 실험하였다. Fig.3에서 보는 바와 같이 세정을 하지 않은 시료중의 총 비타민 C 함량을 100%로 하였을 때 대조군에 비해서 증류수 세정시에는 93.5%가 수도물 세정시에는 93.1%가 잔존하는 것으로 나타났으나 유의한 차이는 보이지 않았다(Fig.3).

西村¹⁴⁾에 의하면 증류수에 의한 세정시 양배추중의 비타민 C 잔존량은 95%였다고 보고되었으며 본 실험의 결과보다 높은 잔존량을 보이고 있다. 그러나 본 실험의 결과에서는 증류수 세정군과 수도물 세정군간에 유의한 차이를 보이지 않았으며, 평상시 야채 및 과일의 세정시 수도물을 사용하는 점을 고려하여 이후의 실험은 수도물 세정에 의하여 진행하기로 하였다.

4. 세제별 세정에 의한 시료중 비타민 C 함량의 변화

Table 2. Effect of washing with three detergents on the vitamin C content in strawberry and perilla leaf^a

Detergent	Content of vitamin C (mg/100 g)	
	Strawberry	Perilla leaf
Control	92.6 ± 2.3 ^a (100.0%)	39.1 ± 1.4 ^a (100.0%)
1	84.9 ± 1.1 ^b (91.7%)	36.2 ± 1.6 ^b (92.6%)
2	78.3 ± 1.7 ^c (84.6%)	28.3 ± 1.6 ^b (72.4%)
3	85.3 ± 1.5 ^b (92.1%)	36.3 ± 2.3 ^a (92.8%)

^aSamples were washed with 0.2% solution of detergent and tap water for 5 minutes. Values in the same column followed by different superscript letters are significantly different (p<0.05).

주방용 세제에 의한 세정이 야채 및 과일 중의 비타민 C 함량에 미치는 영향을 관찰하기 위하여 세제 3종을 선정하여 딸기와 들깨잎에 대하여 실험하였다. 세제의 농도는 세제의 권장농도인 0.2%(2 g/l)로 하고 시료의 10배량의 세제용액으로 5분간 세정하고 50배량의 수돗물로 5분간 세정하였다. Table 2에서 보는 바와 같이 각 세제별로 차이를 보였으며, 대조군에 대한 비타민 C 잔존량은 세제 1, 2 및 3이 각각 평균 92.2%, 78.5% 및 92.5%의 비타민 C 잔존량을 보였다. 딸기에서는 세제 3, 1 및 2가 각각 92.1%, 91.7% 및 84.6%의 비타민 C 잔존량을, 그리고 들깨잎에서는 역시 세제 3, 1 및 2가 각각 92.8%, 92.6% 및 72.4%의 잔존량을 보였으며 세제 1과 3의 결과는 유의한 차이를 보이지 않았다.

西村¹⁴⁾에 의하면 부엌용 세제가 비타민 C 함량에 영향을 미치는 것은 계면활성제가 주로 영향을 미치는 것으로 설명되었다. 따라서 위의 3종 세제 각각의 유효성분 계면활성제를 사용하여 실험을 진행할 필요가 있겠으며 이에 대하여는 앞으로의 연구에 기대하기로 한다.

본 연구에서는 세제농도별 및 세정시간별 비타민 C 함량변화를 관찰하기 위하여 위의 3종 세제중 비타민 C 잔존량이 중간수준인 세제 1을 선택하여 실험을 진행하였다.

5. 세제농도별 시료 중 비타민 C 함량의 변화

세제 1을 사용하여 주방용 세제의 사용농도가 야채 및 과일 중의 비타민 C 함량에 미치는 영향을

Table 3. Effect of the concentration of detergent on the vitamin C content in strawberry and perilla leaf^a

Concentration of detergent	Content of vitamin C (mg/100 g)	
	Strawberry	Perilla leaf
Control	92.6 ± 2.3 ^a (100.0%)	39.1 ± 1.4 ^a (100.0%)
0.1%	90.4 ± 1.0 ^a (97.6%)	37.5 ± 1.7 ^a (95.9%)
0.2%	84.9 ± 1.1 ^b (91.7%)	36.2 ± 1.6 ^a (92.6%)
0.4%	73.4 ± 1.5 ^c (79.3%)	31.9 ± 2.2 ^b (81.6%)

^aSamples were washed with the solution of detergent 1 and tap water for 5 minutes. Values in the same column followed by different superscript letters are significantly different (p<0.05).

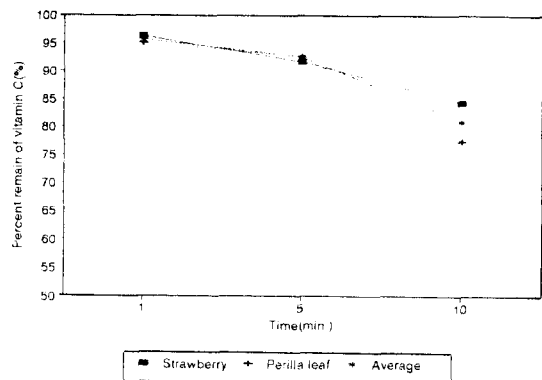


Fig. 4. Change of vitamin C content by the time of washing with detergent in strawberry and perilla leaf.

비교하였다. 시험대상 제품들은 적절한 사용농도를 각기 표준사용량으로 정하고 있으므로 세제의 농도는 권장농도인 0.2%(2 g/l)를 기준으로 하여 원액의 0.1%, 0.2% 및 0.4%로 조제하였고, 시료의 10배량의 세제용액으로 각각 5분간 세정하고 50배량의 수돗물로 역시 5분간 세정하였다.

Table 3 및 Fig. 4에서 보는 바와 같이 딸기와 들깨잎 모두 세제의 농도가 높아짐에 따라 비타민 C의 잔존량이 감소하고 있는 것을 알 수 있었다. 특히 권장농도의 2배인 0.4%에서는 평균 약 20%의 비타민 C가 손실되는 것으로 나타났다. 이와 같이 농도에 따라 잔존량이 감소하는 결과는 西村¹⁴⁾의

Table 4. Effect of the time of washing with detergent on the vitamin C content in strawberry and perilla leaf^a

Washing time (min.)	Content of vitamin C (mg/100 g)	
	Strawberry	Perilla leaf
Control	92.6 ± 2.3 ^a (100.0%)	39.1 ± 1.4 ^a (100.0%)
1	89.2 ± 1.0 ^b (96.3%)	37.2 ± 2.3 ^b (95.1%)
5	84.9 ± 1.1 ^c (91.7%)	36.2 ± 1.6 ^b (92.6%)
10	78.2 ± 1.0 ^d (84.4%)	30.3 ± 1.2 ^c (77.5%)

^aSamples were washed with 0.2% solution of detergent 1 and tap water for 5 minutes.

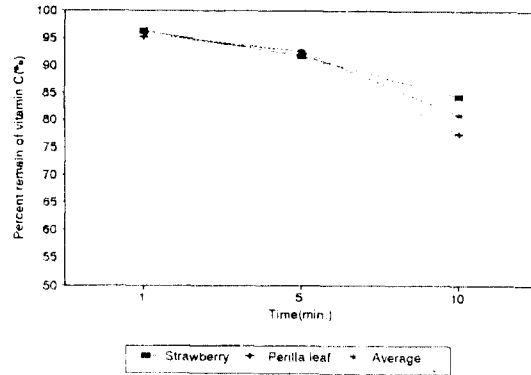
Values in the same column followed by different superscript letters are significantly different ($p < 0.05$).

양배추 실험결과에서 나타나는 바와 일치하는 경향이이며 이 보고에서는 양배추 중의 비타민 C가 세정액 중으로 용출되는 것이라고 결론지었다. 일반적으로 세제의 사용시에 권장 농도보다 과하게 사용하는 경향이 많은 것으로 생각되며, 그렇게 할 경우 환경오염의 증대를 야기할 뿐만 아니라, 이와 같이 영양상의 손실이 초래된다는 점을 인식시켜야 할 필요성이 있겠다.

6. 세정시간별 시료중 비타민 C 함량의 변화

세제 1을 사용하여 주방용 세제에 의한 세정시간이 야채 및 과일 중의 비타민 C 함량에 미치는 영향을 비교하였다. 농도는 시판세제의 권장농도인 0.2%(2 g/l)로 하고 시료의 10배량의 세제용액에 각각 1분, 5분 및 10분간 세정한 후 50배량의 수돗물에 각각 5분간 세정하였다.

Table 4 및 Fig. 5에서 보는 바와 같이 세정시간이 길어질수록 딸기 및 깻잎 모두 비타민 C 잔존량이 감소하는 경향을 나타내고 있다. 두 가지 시료의 평균으로 보면 1분일 때에 95.7%, 5분일 때에 92.2%, 그리고 10분일 때에는 81.0%만이 잔존하고 있다. 시판의 세제에서는 야채 및 과일을 세제용액에 5분 이상 담가두지 말것을 지시하고 있으며 이는 비타민 C 손실보다는 다른 보건의적 의미, 즉 세제의 침투 또는 식물조직에의 영향 등을 고려한 것으로 보인다. 이에 대해서는 앞으로 야채 및 과일 중 세제용액의 침투여부 및 그 정도 등에 대한 세밀한 관찰이 요망된다고 하겠다.

**Fig. 5.** Change of vitamin C content by the time of washing with detergent in strawberry and perilla leaf.

V. 결 론

세정 및 세제사용이 야채 및 과일의 비타민 C 함량에 미치는 변화를 관찰하기 위하여 주방용 중성세제 3종을 선정하여 딸기와 들깻잎에 대하여 실험을 수행하였다. 시료 중 비타민 C의 함량을 정량하기 위하여 6% 메타인산액을 사용하여 추출하고 여과하여 HPLC로 분석하였다. 딸기에 대한 증류수와 수돗물 세정의 비교 실험에서는 잔존량에 유의한 차이를 나타내지 않았다. 3종의 세제는 각각 딸기와 들깻잎에서 평균 92.5%, 92.2% 및 78.5%의 비타민 C 잔존량을 보였다. 세제의 농도별 및 세정시간에 따른 실험에서 비타민 C 잔존량은 세제의 농도가 높아짐에 따라, 그리고 세정시간이 길어짐에 따라 감소되었다.

참고문헌

- 1) 송철외 6인, 야채 과실류에 잔류되는 중성세제에 관한 연구, 국립보건연구원보 10, 269-275 (1973).
- 2) 한국비누·세제공업협동조합, 비누·세제, 겨울호 (1992).
- 3) 한국소비자 보호원, 주방용세제, 소비자시대, 6-11 (1991).
- 4) 일본 분석화학회, 유지, 계면활성제, 일본분석화학편람, 969-993 (1991).
- 5) 김순희, 정규철, 사과중 diazinon, fenitrothion, EPN의 잔류량과 저장, 박피 및 세척에 의한 잔류농약 제거에 관한 연구, 대한위생학회지 6(2), 89-108 (1991).
- 6) 농촌진흥청, 식품성분표, 제 4개정판 (1991).

- 7) 이주돈, 콩나물과 콩 중의 농약잔류에 관한 연구, 서울대학교 보건대학원 석사학위논문 (1991).
- 8) Lloyd, L. L., Warner, F. P., Kennedy, J. F. and White, C. A., Ion suppression reversed-phase high-performance liquid chromatography method for the separation of L-ascorbic acid in fresh fruit juice, *J. Chromatogr.* **437**, 447-452 (1988).
- 9) Seki, T., Yamaguchi, Y., Noguchi, K. and Yanagihara, Y., Separation of ascorbic acid, dehydroascorbic acid, diketogulonic acid and glucose by isocratic elution from a column of a hydrophilic gel, *J. Chromatogr.* **332**, 283-286 (1985).
- 10) Ziegler, S. J., Meier, B. and Sticher, O., Rapid and sensitive determination of dehydroascorbic acid in addition to ascorbic acid by reversed-phase high performance liquid chromatography using a post-column reduction system, *J. Chromatogr.* **391**, 419-426 (1987).
- 11) Honegger, C. G., Langemann, H., Krenger, W. and Kempf, A., Liquid chromatographic determination of common water-soluble antioxidants in biological samples, *J. Chromatogr.* **487**, 463-468 (1989).
- 12) Wagner, H. P. and McGarrity, M. J., The use of pulsed amperometry combined with ion-exclusion chromatography for the simultaneous analysis of ascorbic acid and sulfite, *J. Chromatogr.* **546**, 119-124 (1991).
- 13) Dong, M. W., Factors affecting the ion-pair chromatograph of water soluble vitamins, *J. Chromatogr.* **442**, 81-95 (1988).
- 14) 西村敬子, 세 정에 있어서의 야채중의 잔존 비타민 C량에 주는 세제의 영향, 愛知教育大學 研究報告, **26**, 43-48 (1977).
- 15) AOAC, Official methods of analysis, 15th ed. Arlington, VA, 1990.
- 16) Macrae, R., HPLC in food analysis, Academic Press, London, 219-222 (1982).

(Received February 9, 1993)