

딸기 성숙 과정중의 성분변화에 관한 연구

이택수·지연순

서울여자대학교 식품과학과

Studies on the Change in Chemical Composition of Strawberry during Maturing

Taik-Soo Lee and Youn-Sun Chi

Department of Food Science, Seoul Women's University, Seoul 139-240, Korea

Abstract

Three types of Korean strawberries, Gardian cultivated in vinyl house, Gardian cultivated on the field and Bogyo, at early variety, on the field were harvested after 10~34 days from falling of flowers to investigate the chemical changes of fruits during maturing. The initial pH range after 10 days from falling of flowers was 4.13~4.28, which was decreased to 3.40~3.49 with maturing. The total acid was steadily increased for 26 days and then decreased thereafter. Vitamin C, not detected until 14 days, was gradually increased to 15.83~24.90mg% in 34 days. Reducing sugar content was increased for 24 days and then decreased, while total sugar, glucose and fructose were generally increased during maturing. Xylose was detected a little. For minerals, potassium was measured the highest value, followed by magnesium, and sodium. A trace amount of manganese, zinc and copper were detected. The strawberries had the content range of 6.00~21.60mg% of methyl alcohol and 6.00~24.40mg% of ethyl alcohol.

서론

딸기는 향기와 색상이 우수하고 과실 중 비타민 C의 함량이 높아 그 이용가치가 높은 과실로서 대부분이 생식용으로 사용되고 있으나 가공용으로 잼, 젤리, 아이스크림, 딸기주 및 통조림의 제조 원료로 이용되고 있다¹⁾. 딸기에 관한 연구보고로는 딸기의 생육이나 재배 등에 대하여 宋 등²⁾은 피복시기가 딸기의 생육 및 수량에 미치는 영향에 대하여 보고하였고 李와 杉³⁾은 보온시기가 틀리는 딸기 생육에 미치는 gibberellin의 영향에 대하여 보고하였으며, 加納과 淺平⁴⁾은 딸기 성숙에 미치는 과실중의 내생 cytokinins의 영향에 대하여

보고하였다. 이외 李 등⁵⁾, 藤目과 山崎⁶⁾, 青柳와 牧野⁷⁾의 보고가 있다. 저장에 관하여 金 등⁸⁾은 딸기의 화학성분에 미치는 γ 선의 영향에 대하여 보고하였고 徐와 河⁹⁾는 O₃처리가 딸기의 저장과 품질에 미치는 영향에 대하여 보고하였으며, 金 등¹⁰⁾, Beraha 등¹¹⁾, Clarke¹²⁾, Vidal¹³⁾, Truelsen¹⁴⁾, 韓과 金¹⁵⁾, Maxie 등¹⁶⁾은 방사선 조사에 의한 딸기의 저장에 대하여 보고하였다. 딸기의 가공품류에 관한 보고로서 Leticia¹⁷⁾는 딸기주의 색에 미치는 고형물의 함량과 숙성도 등에 관하여 보고하였으며, Spayd와 Morris¹⁸⁾는 딸기잼의 품질과 저장 안정성에 미치는 미숙과의 영향에 대하여 보고하였고 Main 등¹⁹⁾은 냉동과 열처리의 통과 및 세질딸기의 품질특성에 관하여 보고하였다. 関과 張²⁰⁾은 국내산 딸기의 품종별 냉동가공 적성에 관하여, Hyvönen과 Törmä²¹⁾는 딸기잼 제조시

1989년 6월 1일 수리

Corresponding author : T.S. Lee

설탕 대용으로 인공감미료와 당알콜 사용에 대하여 보고하였으며 Schen 등²²⁾은 딸기 pomace essence의 관능검사에 의한 주관적 평가 및 GC 분석에 의한 ester, alcohol 측정 등 객관적 평가에 대하여 보고하였다.

이상의 보고 외에 딸기품종의 비교시험²³⁻²⁴⁾, 시판딸기의 세균오염 조사²⁵⁾, 딸기의 색상²⁶⁾, 향미²⁷⁾ 등 다수의 보고가 있다. 딸기의 화학성분에 관하여 Mahmoud 등²⁸⁾의 방사선 조사에 의한 숙성딸기의 화학성분 변화, Spayd와 Morris²⁹⁾의 딸기 숙성 중 총고형물, 총당, 비타민 C, 페놀, 점도 등의 변화에 관한 연구가 있을 뿐 딸기를 재배하여 성숙과정 중의 성분변화에 관한 보고는 많지 않은 실정이다. 본 연구에서는 비교조생과 가디안(개량종) 품종을 시료로 사용하고 비닐하우스와 노지재배로 성장시켜 딸기 성숙과정 중의 성분에 대하여 분석한 결과를 보고하는 바이다.

재료 및 방법

1. 시 료

딸기 품종으로 비교조생(재래종)과 가디안(개량종)을 사용하여 경기도 양주군 장흥면 일영리에서 재배하였다. 재배방법은 1986년 수확 후에 나오는 손을 길러 1987년 3월에 이식하여 재배하였다. 재배시에 유기물 비료로는 계분, 발효제인 도라지 효소(상품명) 처리를 하여 사용하였고 복합비료로는 질소, 인산, 칼리를 밑거름으로 하고 질소, 칼리를 웃거름으로 사용하였다. 비닐하우스내에서는 비딩(영양제명)을 사용하였다. 또한 개화 전에는 DDVP와 다이아톤을 혼합하여 사용하였으나 개화 후에는 농약을 거의 사용하지 않았다. 위의 방법으로 비닐하우스는 4월 26일~5월 26일까지 노지재배는 5월 6일~5월 30일까지 재배한 것을 시료로 하였다. 한편 각 성숙 과정별로 임의로 10개씩 딸기를 채취하여 꼭지를 제거시킨 순수한 과육부만의 무게를 측정하여 그 평균값을 딸기의 중량으로 표시하였다.

2. 물리, 화학적 성분의 분석

딸기 성숙 중의 수분은 건조법³⁰⁾, 환원형 비타민 C는 indophenol법³¹⁾, 환원당과 총당은 Somogyi법³²⁾으로 정량하여 glucose로 표시하였으며, 총산은 적정법³³⁾에 의하여 구연산으로 표시하였고 pH는 마쇄한 시료 10g을 증류수 10ml로 희석하여

pH meter SP-5A, Sun Tex Digital)로 측정하였다.

3. 유리당의 정량

딸기 20g을 유발(상부지름 9cm, 높이 4.5cm)에 넣어 유봉으로 5분간 균일하게 마쇄하고 그중 5g을 취하여 50ml로 정용후 잘 섞어 균일한 액상이 되게 하였다. 30~60분 정지한 후 여과하고 이 여액을 Amberlite IR 120B와 IR 45가 각각 충전되어 있는 이온교환수지관(1×3cm)에 넣어 순차적으로 통과시켰다. 이때 분당 1ml의 유속으로 실온에서 유출시켰다. 유출액 2ml를 취하여 Seppak(C₁₈)에 통과시켜 색소물질을 제거하고 통과액 전량을 Millipore filter(Milllex GS, 0.22/μm, Millipore)로 여과하여 20μl를 high performance liquid chromatography(Gilson Model 303, Iso cratic)에 주입하여 분석하였다. 분석시 column은 30cm의 stainless steel, 충전제는 Lichrosorb NH₂, 이동상은 acetontirile : H₂O=83 : 17을 사용, flow rate 15ml/min., column oven 온도 35°C에서 32배율의 조건으로 분석하였다.

4. 알콜의 정량

딸기 25g을 잘 마쇄하여 300ml 증류플라스크에 넣고 물을 가하지 않은 상태에서 그대로 증류하여 증류액 10ml를 받아 그중 2μl를 취해 GC로 분석하였다. 분석은 glass제의 column에 10% PEG 20 M, 80~100mesh(알콜 전용 분석 충전제)를 충전제로 하여 column 온도 95°C, detector 온도 190°C, gas flow rate는 N₂, H₂ : 45ml/min, air : 0.5kg/cm², 16배율의 조건으로 Spectra-physics SP-70의 분석기로 분석하였다. 알콜의 동정은 각 알콜의 표준물질 2μl를 gas chromatography에 주입하여 머무는 시간(retention time)을 구하고 시료의 상대 머무는 시간과 일치하는 것으로 동정하였다. 또 chromatogram상의 알콜 표준물질의 각 peak height로부터 검량선을 작성하여 정량하였다.

5. 무기질의 분석

시료 5g을 습식분해법³⁴⁾으로 전 처리한 다음 Absorption spectrophotometer(Instrumental Laboratory Inc., Model AASP 457)로 측정하였다. 분석은 wave length 213.9~766.5nm, spectral band pass 0.3~1.0nm, lamp current 3~8mA의

범위에서 각 무기질 성분의 분석에 해당하는 작동 조건³⁴⁾으로 acetylene과 air를 사용하여 분석하였다.

결과 및 고찰

1. 중량과 수분의 변화

딸기의 성숙과정 중 중량, 수분의 분석 결과는 Fig.1 및 Table 1과 같다. 딸기의 중량은 낙화후 10일에 2.30~2.80g이 있었던 것이 31일에는 10~15g으로 되어 10일 보다 약 5,6배의 성장을 보였다. 시험구 별로는 A구(비닐하우스재배, 가디안)가 B구(노지재배, 가디안)나 C구(노지재배, 보교조생)에 비해 월등하게 큰 것을 볼 수 있었다.

온실에서 재배한 A구가 중량이 큰 것으로 보아 딸기 성숙 중 시험구간의 중량차이는 온실재배와 노지재배에 따른 기온과 일조량에 그 원인이 있는 것으로 추측된다.

수분은 10일에 65.50~67.23%였던 것이 34일에는 90.41~97.52%로 현저한 증가를 보였다.

시험구 별로 보던 10일에는 차이가 없었으나 이후에는 A구가 높았고 B와 C구는 비슷하였다.

딸기 성숙시 중량증가에 수반하여 수분 함량도 증가하는 사실로 보아 수분의 증가는 미숙과가 성숙과로 변화하는 한 과정으로 해석된다.

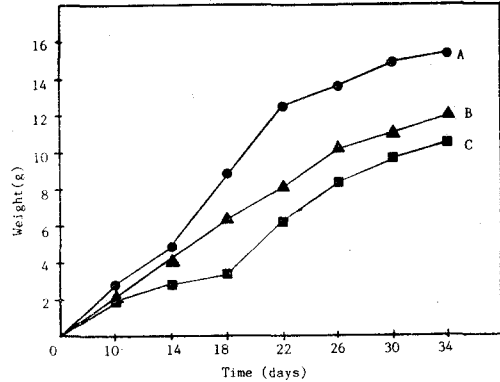


Fig. 1. Changes in weight of strawberry during maturing.

- A : Gardian cultivated in vinyl house.
- B : Gardian cultivated on the field.
- C : Bogyo cultivated on the field.

Table 1. Changes in moisture content of strawberry during maturing

(Unit: %)

Sample	Time after falling of flowers(days)						
	10	14	18	22	26	30	34
A	66.67	85.24	89.52	90.36	94.21	93.43	97.52
B	65.50	85.59	78.10	85.28	89.46	90.28	90.41
C	67.23	75.01	84.47	85.31	89.04	90.35	92.13

A, B and C : Same as Fig. 1.

2. pH와 총산의 변화

딸기 성숙 과정 중의 pH와 총산의 변화는 Table 2와 같다.

pH는 낙화 후 10일에 4.13~4.28이었던 것이 22일에는 3.19~3.35로 저하되었고 이후 다소 상승하여 34일에는 3.40~3.49범위로 나타났다.

속도가 진행함에 따라 pH가 저하된 것은 딸기 과육내에서 생성된 유기산의 증가에 기인한 것으로 추측된다.

시험구 별로는 18일까지는 A구가 약간 높은 편이나 22일 이후는 C, B, A구의 순으로 높았다. 그러나 각 시험구간의 pH차이는 크지 않았다.

권과 張²⁰⁾은 완숙 딸기의 pH가 신옥 3.38, Blakemore 3.13, Victoria 2.95, 복옥 3.15 등으로 보고하였으나 본 실험의 완숙 딸기는 pH가 3.40 정도로 다소 높은 pH값을 보였는데 이는 품종이나 재배조건에 따른 차이로 추측된다.

총산은 낙화 후 10일에 0.08~0.10%였으나 이후 증가하여 26일에 0.15~0.17%로 최대치를 보인 후 다소 저하되었다. 시험구간의 총산 함량은 차이가 없었다.

본 실험에서 딸기가 완숙되기 26일까지 증가 현상을 보인 후 과실의 중량이 최고도에 달한 완숙기에는 산량이 감소하였다.

유기산의 감소는 분자간 호흡에 의하여 생기는

Table 2. Changes in pH and total acid of strawberry during maturing

Sample	Time after falling of flowers(days)							
	10	14	18	22	26	30	34	
pH	A	4.28	4.14	3.47	3.19	3.23	3.26	3.41
	B	4.27	4.20	3.45	3.20	3.25	3.31	3.40
	C	4.13	4.03	3.38	3.35	3.41	3.44	3.49
Total acid(%)	A	0.08	0.08	0.11	0.11	0.15	0.14	0.14
	B	0.09	0.10	0.12	0.16	0.17	0.19	0.11
	C	0.10	0.13	0.14	0.14	0.15	0.12	0.10

A, B and C : Same as Fig. 1.

alcohol과 유기산이 결합하여 ester와 같은 딸기 특유의 향미성분 형성에 이용된 관계라고 추측된다.

3. 환원형 vitamin C의 변화

딸기 성숙 과정 중의 환원형 vitamin C의 분석 결과는 Table 3와 같다.

환원형 vitamin C는 낙화 후 14일까지는 검출되지 않았으나 세 품종 모두 18일부터 검출되었다.

낙화 후 18일에 4.36~5.85mg%였으나 이후 증가현상을 보여 34일에는 15.83~24.90mg%였다.

시험구 별로는 18일에 C구의 딸기가 다소 높았으나 시험구간의 vitamin C함량은 차이가 거의 없는 편이었다.

딸기는 사과 6mg%, 배 2mg%, 포도 4mg% 등^{35,36)}의 과실류에 비해 vitamin C 함량이 상당히 높아 vitamin C의 급원으로 중요시되는 과실이다.

Table 3. Changes in vitamin C of strawberry during maturing

(Unit : mg%)

Sample	Time after falling of flowers(days)						
	10	14	18	22	26	30	34
A	—	—	4.36	7.35	9.07	9.85	16.05
B	—	—	4.46	7.61	8.87	10.27	15.83
C	—	—	5.85	6.98	8.12	9.63	24.90

A, B and C : Same as Fig. 1.

본 실험 결과에서 보면 미숙 딸기에서 전혀 존재하지 않았고 숙성이 진행됨에 따라 vitamin C의 생성과 더불어 그 함량이 증가됨을 알 수 있었으나 타 보고치^{35,36)}보다 다소 낮은 것은 품종 및 숙도의 차이와 환원형 vitamin C만을 측정된 관계라고 본다.

4. 환원당 및 총당의 변화

딸기 성숙 과정 중 환원당 및 총당의 분석 결과는 Table 4와 같다.

환원당은 낙화 후 10일에 2.16~2.69%였으나 경시적으로 증가하여 22일에 4.16~4.58%로서 최

대치를 보인 후 감소하였다. 후기에 감소된 것은 생성된 당분이 비 환원당으로 변화하였거나 향미성분의 생성에 이용되었기 때문이라고 본다. 시험구 별로는 낙화 후 18일까지는 A구가 환원당이 다소 높았으나 이후는 불규칙적인 경향을 보였다.

총당은 경시적으로 증가하여 완숙기인 34일에 5.07~5.65%로 최대 함량을 보였다.

그러나 시험구 별로는 큰 차이가 없었다. 본 실험에서 보는 바와 같이 딸기가 미숙한 시기에는 총당 함량이 낮았으나 딸기의 성숙과 더불어 과육중의 전분이 효소작용으로 분해되어 증량이 최대에 달한 완숙기에는 총당 함량의 증가가 현저함을

Table 4. Changes in reducing sugar and total sugar of strawberry during maturing (Unit : %)

Sample	Time after falling of flowers(days)							
	10	14	18	22	26	30	34	
Reducing sugar	A	2.69	3.74	4.16	4.16	4.53	3.91	3.44
	B	2.16	3.20	3.92	4.58	4.80	4.18	3.93
	C	2.41	2.97	3.31	4.16	4.86	4.76	3.45
Total sugar	A	2.81	3.94	4.39	4.42	4.80	5.01	5.12
	B	2.34	3.47	4.11	4.79	4.88	5.00	5.07
	C	2.56	3.20	3.41	4.52	4.98	5.30	5.65

A, B and C : Same as Fig. 1.

알 수 있다.

또한 완숙 딸기에서는 환원당 함량이 감소하였으나 총당은 오히려 증가되었는데 이는 딸기의 완숙과 더불어 비환원당의 증가가 그 원인이라고 해석된다.

5. 유리당의 변화

딸기 성숙 과정 중의 유리당을 분석한 결과는 Table 5와 같다. 딸기 중의 유리당으로 xylose, fructose, glucose가 동정되었다. Glucose와 fructose는 경시적으로 함량이 증가되었으나, xylose는 불규칙적인 변화를 보였다.

또 22일까지는 fructose가 glucose보다 각 시험구의 함량이 높았으나 34일에는 비슷하였다.

시험구 별로 보면 10일에는 총 유리당이나 각개

유리당의 함량이 A구의 딸기가 높았으나 34일의 완숙 딸기에서는 총 유리당과 xylose의 함량은 A구가 높았고 fructose와 glucose는 C구가 높은 편이었다. 그러나 함량 차이는 근소하였다.

완숙 딸기의 유리당은 glucose 1.4%, fructose 1.6%, sucrose 0.1%로 보고되었으나³⁷⁾ 본 실험의 결과로는 sucrose는 검출되지 않았고 xylose가 검출되었으며, glucose나 fructose 함량은 이 보고치보다도 높았다.

6. 무기질의 변화

초기(10일), 중기(22일), 말기(34일)별로 딸기 성숙 과정 중 무기질을 측정된 결과는 Table 6과 같다.

딸기 중의 무기질은 K가 3,300~9,000ppm으로

Table 5. Changes in free sugars of strawberry during maturing (Unit : %)

Time after falling of flowers(days)	Sample	Type of free sugar			
		Xylose	Fructose	Glucose	Total
10	A	0.25	1.20	1.00	2.45
	B	0.10	1.00	0.88	1.98
	C	—	1.10	0.88	1.98
22	A	0.30	1.60	1.50	3.40
	B	0.10	1.67	1.54	3.21
	C	—	1.20	0.90	2.20
34	A	0.80	2.60	2.62	6.02
	B	0.40	2.35	2.40	5.15
	C	0.10	2.80	2.75	5.65

A, B and C : Same as Fig. 1.

가장 함량이 높았고 다음이 Mg, Na의 순이었으며 Mn, Zn, Cu는 미량으로 나타났다.

또 이들 무기질은 10일에 비하여 34일에는 모두 감소하였다. 낙화 후 34일경의 완숙 딸기에서 무기성분이 감소된 것은 성분비에 따른 결과라고 본다.

가장 많은 함량을 보인 K와 Mg는 낙화 후 10일과 34일에 B구, A구, C구의 순으로 높은 경향을 보였고 Na, Mn, Ca, Fe, Zn 등의 함량은 시험구간의 차이가 거의 없었다.

딸기 중의 Ca는 13~20mg%, P는 17~26mg%, Fe는 0.5~0.6mg%로 보고^{35,36)}되어 있는데 본 실험 결과에서 Ca나 Fe의 함량은 보고치 보다 다소 높은 것으로 나타났다.

7. Alcohol의 변화

딸기 성숙 과정 중의 alcohol을 분석한 결과는

Table 7과 같다.

딸기 성숙 과정 중 methyl alcohol, ethyl alcohol이 검출되었고 propyl alcohol, butyl alcohol 등의 알콜은 검출되지 않았다.

딸기 성숙과정 중의 함량은 methyl alcohol 6.00~21.60mg%, ethyl alcohol 6.00~24.40mg%의 범위였고 경시적으로 불규칙적인 변화를 보였다.

시험구 별로 보면 methyl alcohol 및 ethyl alcohol 함량은 C구가 높았고 A와 B구는 비슷하였다.

Dimick 등³⁸⁾은 딸기 중의 ethyl alcohol을 45.5 ppm, methyl alcohol은 4.7ppm으로 보고하였는데 본 실험에서는 함량이 Dimick 등의 보고치³⁸⁾보다 다소 높았다. 이것은 주로 품종이나 생육조건에 차이가 오는 결과라고 생각된다.

Table 6. Changes in minerals of strawberry during maturing

(Unit : ppm)

Time after falling of flowers(days)	Sample	Mineral contents							
		Na	K	Mn	Mg	Cu	Ca	Fe	Zn
10	A	530	4,900	16.50	1,800	1.75	190	130	12.50
	B	250	9,000	16.00	4,200	1.50	130	142	15.30
	C	410	3,450	11.70	1,400	4.75	215	175	13.40
22	A	510	8,800	6.50	4,100	1.25	140	125	6.00
	B	430	3,800	6.50	4,700	11.13	158	130	10.00
	C	815	4,500	14.00	2,100	2.75	140	175	6.00
34	A	280	4,000	5.50	10	1.25	80	125	12.50
	B	250	4,800	10.00	60	7.75	70	125	6.00
	C	250	3,300	6.00	10	2.50	100	130	10.00

A, B and C : Same as Fig. 1.

Table 7. Changes in alcohols of strawberry fruit during maturing

(Unit : mg%)

Alcohols	Sample	Time after falling of flowers(days)		
		10	22	34
Methyl	A	8.60	7.60	6.00
	B	12.0	7.04	6.40
	C	21.60	18.12	6.40
Ethyl	A	16.36	6.00	10.80
	B	15.60	8.60	10.60
	C	9.20	10.92	24.40

A, B and C : Same as Fig. 1.

초 록

비닐 하우스 재배의 가디안 품종과 노지 재배의 가디안 품종 및 보조생물종을 시료로 하여 낙화 후 34일간 재배시킨 딸기 성숙과정 중의 성분 변화를 조사한 결과는 다음과 같다.

pH는 낙화 후 10일에 4.13~4.28이었던 것이 34일에 3.40~3.49로 감소하였으며, 총산은 26일까지 증가를 보였으나 이후 감소하였다.

Vitamin C는 낙화 후 14일까지는 검출되지 않았으나 이후 경시적으로 증가하여 34일에는 15.83~24.90mg%로 나타났다.

환원당은 낙화 후 26일까지는 증가하였으나, 이후는 감소하였고 총당은 경시적으로 증가하여 34일에는 5.07~5.65%로 나타났다.

유리당으로는 xylose, glucose, fructose가 검출되었다. Glucose, fructose는 경시적으로 증가하였고 이들 함량은 비슷하였다.

무기질은 K가 3,300~9,000ppm으로 가장 높았고 다음이 Mg, Na의 순이었으며 Mn, Zn, Cu는 미량으로 나타났다.

딸기 중 methyl alcohol은 6.00~21.60 mg%, ethyl alcohol 6.00~24.40mg%의 범위로 존재하였다.

참 고 문 헌

1. 조재선 : 신고 식품재료학, p.168, 문운당, 서울(1984)
2. 宋基元, 柳哲, 金光勇 : 韓國園藝學會誌, 16 : 200(1981)
3. 李炳翽, 杉山直義 : 韓國園藝學會誌, 10 : 59 (1975)
4. 加納恭卓, 淺平端 : 日本園藝學會雜誌, 47 : 463(1979)
5. 李相範, 李基諒, 李明鎮, 金裕鉉 : 韓國園藝學會誌, 10 : 59(1975)
6. 藤目幸擴, 山崎昇 : 日本園藝學會雜誌, 56 : 444(1988)
7. 青柳光昭, 牧野朗 : 日本園藝學會雜誌, 49 : 583(1981)
8. 김형수, 최영락, 변시명 : 원자력연구연보, 8 : 147(1968)
9. 徐光洙, 河南舟 : 三育大論文集, 10 : 141(19

- 79)
10. 김형수, 김연식, 박경태 : 원자력연구연보, 9 : 111(1969)
11. Beraha, L., Ramsey, G.B., Smith, M.A. and Wright, W.R.: *Phytopathology*, 47 : 4 (1957)
12. Clarke, I.D.: *Int. J. Appl. Radiation and Isotopes*, 6 : 175(1957)
13. Vidal, P.: *Food Irradiation*, 4 : No. 1-2, A2-A9(1963)
14. Truelsen, T.A.: *J. Food Technol.*, 17 : 336 (1963)
15. 韓昶烈, 金成器 : 韓國園藝學會誌, 3 : 10(1968)
16. Maxie, E.C., Sommer, N.F. and Roe, H.L.: *Isotopes and Rad. Technol.*, 2 : 50(1964)
17. Leticia, S.P.: *J. Food. Sci.*, 50 : 1121(1985)
18. Spayd, S.E. and Morris, J.R.: *J. Food. Sci.*, 46 : 414(1981)
19. Main, G.L., Morris, J.R. and Wehunt, E.J.: *J. Food Sci.*, 51 : 391(1986)
20. 閔丙蓉, 張健型 : *J. Korea Assoc. Food Sci.*, 1 : 62(1969)
21. Hyvönen, L. and Törmä, R.: *J. Food Sci.*, 48 : 183(1983)
22. Schen, J.A., Montgomery, M.W. and Libbey, L.M.: *J. Food Sci.*, 45 : 41(1980)
23. 농촌진흥청편 : 농사시험연구사업연보, p.128 (1970)
24. 농촌진흥청편 : 농사시험연구사업연보, p.149 (1969)
25. 김영의 : 공중보건잡지, 8 : 71(1971)
26. Wrolstad, R.E.: *J. Food Sci.*, 45 : 1573(1980)
27. Dirinok, P.J., Herman, L. and Poote, D.: *J. Agric. Food Chem.*, 29 : 316(1981)
28. Mahmoud, A.A., Hegazy, R.A., Hussein, M.A, Roushay, H.M. and Doma, M.B.: *Isot. Radiat. Res.*, 16 : 63(1984)
29. Spayd, S.E. and Morris, J.R.: *Arkansas Farm Research*, 30 : 6(1981)
30. 東京大學農學部農藝化學教室編 : 實驗農藝化學, 上, p.314, 朝倉書店(1978)
31. Mitsuda, H.: *Bull. Inst. Chem. Res., Koyto Univ.*, 32 : 1(1954)
32. 小林達吉, 田淵式士 : 日本農藝化學會誌, 28 :

- 171(1953)
33. 강현기, 정동효 : 최신식품분석, 삼중당, 서울 (1985)
34. Instrumentation Laboratory Analytical Instrument Division: Atomic Absorption Methods Manual, Standard Conditions for Flame Operation, Vol. 1, U.S.A. (1981)
35. 농촌진흥청편 : 식품성분표(1986)
36. 緒方邦安 : 園藝食品の加工と利用, p.45. 養賢堂(1978)
37. 緒方邦安 : 園藝食品の加工と利用, p.18. 養賢堂(1978)
38. Dimick, K.P. et al.: Food Technol., 10 : 73 (1956)