

서촌조생 단감의 숙기촉진에 관한 에세폰 효과

김인하 · 서광기 · 안광환 · 윤영환 · 김성철 · 손길만 · 노치웅¹⁾
경상남도농업기술원 단감시험장, 경상남도농업기술원 수출농산물연구센터¹⁾

Effects of Ethephon Treatments on Accelerating of Maturity of Sweet Persimmon 'Nishimurawase' Cultivar

In-Ha Kim, Kwang-Ki Seo, Kwang-Hwan Ahn, Young-Whang Yoon, Sung-Chul Kim, Gil-Man Shon, Chi-Woong Ro¹⁾ (Kyongsangnam-do Agricultural Research and Extension Services, Sweet Persimmon Experiment Station, Kimhae, 621-800, Rep. of Korea, Tel : 0525-343-4233, Fax : 0525-346-0441 ¹⁾Kyongsangnam-do ARES, Research Center for Exportable Agricultural Crops, Chinju, Rep. of Korea)

ABSTRACT : This study was carried out to investigate the effects of treatments and adequate concentration of ethephon on coloring promotion of peel of sweet persimmon 'Nishimurawase' cultivar. High concentration(30 and 40 mg/ℓ) of ethephon treatments increased the coloring of peel, but they were unfavorable to marketability due to the decrease of firmness, the increase of softening ratio, and the short of marketing critical period of fruits. Low concentration(20mg/ℓ) of ethephon treatment maintained higher marketability in terms of coloring of peel, firmness, softening ratio, and marketing critical period of fruit.

Key words : Sweet persimmon, Nishimurawase, Quality, maturation period, Ethephon

서론

단감은 재배면적이 '98년 23.5천ha로서 '90년에 비해 2.4배 증가하였고, 이에따라 생산량도 3.2배 증가를 보였다. 단감 품종별 재배면적은 '97년 기준으로 만생종 21,183.9ha (93.6%), 중생종 263.5ha (1.2%), 조생종 1,186.6ha (5.2%)로서 현재 만생종인 부유가 대부분을 차지하고 있으나, 조생종 중 서촌조생은 추석용으로 수확하여 출하하므로 가격면에서 부유보다 높다. 그러나, 추석은 9월 중순경일 경우, 서촌조생의 숙기는 9월 하순이므로 추석을 기준으로 조기 수확하기 때문에 완전 착색이 되지 않을 뿐만 아니라 탈삼도 완전하지 못해 떫은 맛이 남아 있는 상태로 판매하고 있는 실정이다. 그러므로, 단감의 이미지가 하락되고 소비자들의 불신만 가중되고 있다.

따라서, 이러한 문제점을 해결하기 위해 착색을 촉진시킬 수 있는 생장조절물질인 에세폰을 농도별로 처리하여 적정농도를 구명하고, 그 효과를 검토하고자 본 연구를 1997년부터 2개년에 걸쳐 수행하였다.

재료 및 방법

시험재료

본 연구는 경남 진주지방의 농가포장에서 추석에 출하가 가능한 불완전단감(Pollination Variant Nonstringent, PVNA)이면서 조생종 품종인 '서촌조생'의 수세가 비슷한 나무를 공시하여 분할 구배치 3반복으로 수행하였다.

에세폰 처리는 1년차(1997년)에는 9월 1일 및 9월 8일에 각각 무처리, 10, 50, 100mg/ℓ 등 2시기, 4수준농도 처리에 의해 에세폰 적정농도 범위를 설정하고, 2년차(1998년)에는 같은 시기에 무처리, 20, 30, 40mg/ℓ 등 2시기 및 4농도 처리에 의해 에세폰 적정농도 및 그 효과를 구명하였다. 에세폰 처리방법은 약액이 흐르지 않을 정도로 수관전면에 살포하였다.

과실특성조사

과피 색도(a)는 Color Difference Meter(USA, Hunter Lab 제품, Color Quest II)를 사용하여 과실의 적도부를 측정하였다. 과육경도는 Texture Analyser(U.K., Stable Micro Systems 제품, TA-XT2)를 사용하여 표면에서 3~9mm 사이의 응력을 측정하였다. 가용성 고형물은 굴절당도계(일본 Atago 제품)를 사용하였다. 과실의 착색율은 감 전용 Color Chart(일본 농림수산성 과수시험장 기준, 1975, Level 0~10)를 사용하여 전수조사하였으며

Table 1. A major growth period of sweet persimmon 'Nishimurawase' cultivar

Years	Bud burst Period	Leafing Period	Early blooming Period	Full blooming period	Coloring period
1997	Mar. 30	Apr. 3	May 19	May 21	Aug. 21
1998	Mar. 20	Mar. 29	May 11	May 15	Aug. 16
Mean	Mar. 26	Apr. 6	May 15	May 18	Aug. 19

Level 4.5 이상되는 과실의 비율로 나타내었다. 연화과발생율은 수확기에 전수조사하였으며, 과실의 유통한계기간은 농가에서 하고 있는 방식으로 수확후 즉시 포장하여 3~4일 간격으로 과육경도를 측정하여 유통한계경도 4.5 이하가 될 때까지의 기간을 산정하였다. 엽중 질소함량은 농촌진흥청 농사시험연구조사기준인 Kjeldahl법으로 분석하였다.

결과 및 분석

주요 생육시기

단감 '서춘조생' 품종의 주요 생육시기를 보면, 1998년의 발아기~착색기가 1997년에 비해 5~10일 정도 빨랐는데, 이는 엘리뇨현상으로 기온이 높게 유지되었고 생육기중 잦은 강우로 수체 생육 반응이 일찍 시작된 것으로 판단된다.

에세폰 적정농도 범위 설정(1997년)

1년차에 에세폰 적정농도 범위 설정 및 에세폰이 수체에 미치는 영향을 조사한 결과, 수확기 엽중 T-N함량은 무처리와 처리구 간에 뚜렷한 차이를 보이지 않았으므로 에세폰 100mg/ℓ 이하의 농도에서는 수체에 영향을 미치지 않은 것으로 사료된다.

Table 2. Properties of fruit and leaf of sweet persimmon 'Nishimurawase' cultivar after ethephon treatments

Ethephon treatments	Dates	Conc. (mg/ℓ)	Peel color (a)	F.F. ¹⁾ (mm)	Leaf T-N (%)	M.P. ²⁾ (dates)	S.F.R. ³⁾ (%)	M.L.P. ⁴⁾ (dates)
Sep. 1		0	22.3	7.9	1.57	10.01	1.5	16
		10	26.5	7.7	1.83	9.27	0.8	16
		50	30.1	7.0	1.65	9.19	17.3	9
		100	32.3	6.1	1.88	9.16	19.3	7
Sep. 8		0	24.4	8.2	2.11	10.01	2.2	14
		10	25.5	7.5	2.09	9.27	3.4	14
		50	31.9	6.9	2.03	9.23	16.4	7
		100	33.6	4.5	1.80	9.16	13.1	5
CV(%)	Dates		1.58	1.10				9.80
	Conc.		2.70	3.68				7.71
LSD(5%)	Dates		0.70	0.20				0.83
	Conc.		0.99	0.28				1.17

* Marketing limit firmness : fruit firmness 4.5

¹⁾F.F. : Fruit firmness, ²⁾M.P. : Maturation period,

³⁾S.F.R. : Softening fruit rate, ⁴⁾M.L.P. : Marketing limit period

Table 3. Changes of peel color rate expressed by color chart and maturation period of sweet persimmon after ethephon treatments

Ethephon treatments	Peel coloring rate [†] (%)							M.P. [‡] (dates)	
	Dates	Conc. (mg/ℓ)	Sep. 8	Sep. 11	Sep. 15	Sep. 17	Sep. 22		Sep. 24
Sep. 1		0	-	-	5	8	55	73	9.24
		20	36	72	-	-	-	-	9.11
		30	68	85	-	-	-	-	9.09
		40	90	100	-	-	-	-	9.07
Sep. 8		0	-	-	5	12	60	77	9.24
		20	-	-	37	70	-	-	9.17
		30	-	-	57	78	-	-	9.17
		40	-	-	72	90	-	-	9.15

[†] Investigation base of peel coloring rate : color chart 4.5 over, [‡] M.P. : Maturation period

색도 a는 에세폰 농도가 높을수록 높은 경향이었고 과육경도는 색도와 반대의 양상을 나타내었다.

수상에서의 연화과발생율을 보면 에세폰농도가 높을수록 연화과발생율이 높았으며, 특히 50mg/ℓ 및 100mg/ℓ 농도에서는 급격한 증가를 보였고 속기는 무처리에 비해 8~15일 빨랐으나 유통한계기간은 5~9일로 매우 짧아 에세폰 적정농도 범위를 넘어섰다고 볼 수 있었다. 10mg/ℓ 농도는 유통한계기간이 무처리와 비슷하였으며 속기는 4일 정도 빠른 경향이었으나 10~15일 정도의 속기단축을 위해서는 10mg/ℓ 이상의 농도로 처리할 필요가 있을 것으로 판단되어 2년차 에세폰 적정농도 범위는 10~50mg/ℓ 농도로 설정하였다.

에세폰 적정농도 설정(1998년)

- 과실의 속기 조사

과실의 과정부 착색을 color chart 4.5 이상되는 전과실에 대한 비율로 조사하여, 속기를 농촌진흥청 농사시험조사기준에 따라 전과실의 70~80%가 성숙한 시기로 정하였다.

속기를 단축시키기 위해 에세폰을 처리한 결과를 보면, 에세폰 9월 1일 처리에서, 무처리는 9월 24일인데 반해 에세폰 20mg/ℓ, 30mg/ℓ 및 40mg/ℓ 처리구에서는 각각 9월 11일, 9월 9일 및 9월 7일로서 13~17일 단축효과를 보였다.

이것은, 사과¹⁾에 있어서는 고농도의 에세폰 100mg/ℓ 에서 과실의 착색 증진 및 품질이 증진되었는데 반해 단감 '서춘조생'에서는 저농도에서 착색증진 효과가 나타난 것으로 볼 때, 단감은 사과보다 에틸렌에 대해 상당히 민감한 반응을 나타낸다고 추측된다.

- 성숙기 과실 색도 변화

감의 착색은 광선과 온도에 의해 직접적인 영향을 받고, 수체와 과실내 당 및 질소함량의 차이에 의해 간접적으로 영향^{2,3)}을 받는다. 또한 식물생장조절물질을 처리를 하여 인위적으로 착색을 촉진시킬 수도 있으므로 이에 대한 연구^{4,5,6,7,8,9,10,11,12)}가 많이 이루어져 왔다.

Table 4. Changes of peel color(a) expressed by Hunter values during ripening period of sweet persimmon 'Nishimurawase' cultivar.

Ethephon treatments		Peel color(a)				
Dates	Conc. (mg/ℓ)	Sep. 1	Sep. 8	Sep. 11	Sep. 17	Sep. 24
Sep. 1	0	1.1	7.0	11.9	16.1	26.2
	20	1.8	17.9	22.2	23.6	-
	30	1.2	18.9	25.7	27.2	-
	40	-0.5	20.6	28.3	29.7	-
Sep. 8	0	0.7	8.6	9.9	20.1	26.8
	20	0.3	10.8	15.7	23.1	-
	30	0.3	11.1	18.3	25.7	-
	40	-0.6	10.0	23.5	27.3	-

CV(%) Dates 8.57 Conc. 9.73
LSD(5%) Dates 4.02 Conc. 2.38

에세폰 처리후 과실 색도 a의 변화를 보면, 과실이 성숙할수록 착색이 진행되어 붉은 색을 나타내는 a값이 증가하는 것을 알 수 있고 에세폰 농도가 높을수록 그 증가폭이 큰 경향이였다.

일반적으로 정상적인 감일 때, 과실의 색소발현은 과실내 생성되는 에틸렌이 엽록소인 클로로필 함량을 감소시키거나 파괴시키므로서 과실내 함유되어 있는 카로티노이드가 발현되기 시작하여 일어나는 것¹³⁾으로 밝혀졌다. 그러나, 에세폰을 처리하면 에틸렌 생성량이 급증하여 클로로필라제 활성을 증진시켜, 엽록소 파괴를 촉진시키고 엽록소의 광산화 억제기능이 있는 카로티노이드가 활성화되어 클로로필이 분해됨과 동시에 카로티노이드 색소가 발현 및 생성되기도 하여 과피의 색깔변이를 유도하여 착색이 조기에 이루어지는 것¹⁴⁾으로 추측된다. 사과에 있어서도 에세폰 처리시 수관내부과에서 안토시아닌이 증가한다고 하는 것¹⁾과 일치하였다.

과실의 연화는 에틸렌에 의해서 ACC synthase가 활성화되어 성숙억제물질이 불활성화되고 ACC oxydase의 활성과 호흡이 증가되어 polygalacturonase의 활성을 유도시켜 세포벽 성분인 pectin의 분해에 의해 연화가 일어난다¹⁴⁾고 하였다.

- 성숙기 과실경도 변화

에세폰 처리후 과육경도 변화를 보면, 무치리는 완만한 감소를 보였으나 에세폰 처리구에서는 급격한 감소를 보였는데, 에세폰 농도가 높을수록 감소정도가 심한 경향이였다.

Table 5. Changes of fruit firmness during maturation stages of sweet persimmon 'Nishimurawase' cultivar

Ethephon treatments		Fruit firmness kg/φ 5mm)				
Dates	Conc. (mg/ℓ)	Sep. 1	Sep. 8	Sep. 11	Sep. 17	Sep. 24
Sep. 1	0	18.4	16.5	16.5	16.4	12.2
	20	18.1	13.6	12.3	10.5	-
	30	18.3	13.0	11.3	8.5	-
	40	17.6	11.4	9.8	7.6	-
Sep. 8	0	17.5	16.1	17.0	16.2	12.2
	20	18.5	16.1	13.1	11.5	-
	30	18.2	16.0	13.2	10.6	-
	40	18.0	16.0	12.2	10.1	-

CV(%) Dates 1.64 Conc. 3.13
LSD(5%) Dates 0.52 Conc. 0.52

Table 6. Changes of soluble solid content during maturation stages of sweet persimmon 'Nishimurawase' cultivar

Ethephon treatments		Soluble solid content (%)				
Dates	Conc. (mg/ℓ)	Sep. 1	Sep. 8	Sep. 11	Sep. 17	Sep. 24
Sep. 1	0	11.0	11.9	12.5	13.1	13.8
	20	11.1	11.9	13.0	13.4	-
	30	11.2	11.9	13.1	14.3	-
	40	11.0	12.4	13.2	14.4	-
Sep. 8	0	10.9	12.1	12.2	13.3	13.7
	20	11.1	12.3	12.3	13.7	-
	30	10.7	12.4	12.7	14.0	-
	40	10.9	12.4	12.9	14.4	-

CV(%) Dates 1.76 Conc. 3.72
LSD(5%) Dates 0.54 Conc. 0.60

- 성숙기 과실의 고형물 함량 변화

에세폰 처리후 과실의 가용성 고형물함량 변화를 보면, 수확기로 갈수록 가용성 고형물함량은 증가하였고, 그 증가 정도는 에세폰 농도가 높을수록 높은 경향이였으나, 과실의 수확기 별로 비교하면 에세폰 처리구가 무치리 보다 낮았다.

이것은 포도에 있어서 에세폰 처리는 가용성 고형물 함량에 거의 변화가 없었다고 하는 Weaver와 Pool¹⁵⁾이 보고한 결과와 일치하였다. 또한 한 등¹⁶⁾과 Kataoka 등^{17,18)}은 포도 '거봉'에 ABA를 처리하였을 때 가용성 고형물 함량과 적정산도 함량은 전혀 유의차가 인정되지 않았다고 하는 보고와도 일치하였다.

- 수확기 연화와 발생률

에세폰 처리에 의한 수확기 연화과발생률을 보면, 에세폰 농도가 높을수록 높았는데 특히 에세폰농도 30mg/ℓ, 40mg/ℓ에서 높은 경향이였고, 20mg/ℓ에서는 무치리와 큰 차이를 보이지 않았다. 이것은 과육경도변화에서도 알 수 있듯이 에틸렌 처리에 의해 에틸렌함량이 급증하여 과실 세포벽의 빠른 분해에 의한 것으로 추측된다. 따라서, 단감 '서촌조생'의 착색 증진을 위한 적정 에세폰농도는 20mg/ℓ가 적당하다고 판단된다.

그러나, 전술한 성숙기 가용성고형물 함량 변화에서 좀더 고찰하여 보면, 일반적인 서촌조생 수확과의 가용성고형물 함량보다 에세폰 처리에 의해 조기 수확(9월 1일)한 과실의 가용성고형물 함량이 낮았다. 따라서, 색깔, 연화와 발생률 등에 관해서는 만족한 결과를 얻었으나 앞으로는 가용성고형물 함량도 동시에 증가시킬 수 있는 연구가 이루어져야 할 것으로 사료된다.

- 유통한계기간 설정

과실 수확후 상온 유통하여 에세폰을 처리한 과실의 유통한계기간을 알아보기 위하여 조사한 결과를 보면, 무치리에 비해 에세폰 처리구에서 급격한 과육경도의 감소를 보였는데, 에세폰처리농도가 높을수록 그 감소 정도가 심하였다. 그러나, 유통한계경도(과실의 상품성이 유지되는 과육경도)를 4.5로 볼 때 에세폰 20

Table 7. Investigation of softening fruit rate at harvesting season of sweet persimmon 'Nishimurawase' cultivar

Ethephon treatments		No. of fruit set (No./plant)	Rate (%)		
Dates	Conc. (mg/ℓ)		Normal fruit	Infected fruit	Softening fruit
Sep. 1	0	244	89.6	9.7	0.7
	20	270	86.6	11.9	1.5
	30	340	80.6	9.6	9.8
	40	218	76.1	11.6	12.3
Sep. 8	0	270	85.9	13.1	1.0
	20	288	90.1	8.1	1.8
	30	330	82.4	9.5	8.1
	40	306	81.3	9.1	9.6
Mean		283	84.1	10.3	5.6

Table 8. Design of marketing limit period after harvest of sweet persimmon 'Nishimurawase' cultivar

Ethephon treatment		Fruit firmness (kg/φ 5mm)								C [†]
A [↓]	B [↓]	0	3	6	10	13	16	20	24	
Sep. 1	0	12.2	11.3	10.3	9.5	8.0	7.5	5.2	4.4	23
	20	12.3	8.4	8.0	7.7	6.8	5.5	4.2	3.9	19
	30	11.3	8.0	7.2	5.7	4.4	3.9	-	-	12
	40	9.8	7.1	6.3	4.4	3.3	-	-	-	9
Sep. 8	0	12.2	11.4	10.5	9.5	8.2	7.7	5.1	4.4	23
	20	11.5	10.1	8.1	6.0	5.2	4.9	3.6	-	17
	30	10.6	9.8	6.7	5.3	4.1	3.6	-	-	12
	40	10.1	9.2	5.8	4.4	3.4	-	-	-	9

↓ A : Dates

↓ B : Conc.(mg/ℓ)

† C : Marketing limit period(days)

mg/ℓ에서 유통한계기간이 19일로서 무처리와 큰 차이가 없었고, 또한 이 기간동안 충분히 소비가 이루어진다고 사료되므로 과실의 상품성을 고려하여 에세폰 20mg/ℓ가 단감 '서촌조생'에서는 적정농도라고 할 수 있다.

이상의 결과를 종합하여 보면, 에세폰 처리는 단감 '서촌조생'의 착색을 촉진시키는 데는 매우 효과적이었는데 30mg/ℓ 이상의 고농도에서는 과실의 연화속도가 매우 빠르므로, 과실의 상품성 및 유통기간을 고려할 때 저농도인 10~20mg/ℓ가 적정농도 수준인 것으로 판단되었다.

요 약

추석용으로 출하하고 있는 단감 '서촌조생'의 조기 수확을 위하여 착색증진용 생장조절물질인 에세폰의 적정농도를 구명코자 본 연구를 수행한 결과를 요약하면 다음과 같았다.

에세폰 적정농도 설정에서 에세폰을 고농도인 30~40mg/ℓ로 처리하면, 과피색도가 증가하나 과육경도 및 연화과발생율이 많았고 또한 유통한계기간도 짧아 상품성 유지가 어려웠다. 반면 저농도인 10~20mg/ℓ에서는, 과피색도, 과육경도, 연화과발생율 및 유통한계기간 등 모든 면에서 상품성이 높게 유지되었다.

그리고, 에세폰 처리에 의해 조기 수확한 과실의 가용성고형물 함량은 일반적인 수확기의 그것에 비해 매우 낮았는데, 가용성고형물 함량도 동시에 증가시킬 수 있는 연구가 앞으로의 과제라 하겠다.

참 고 문 헌

- Bae, R. N. and Lee, S. K. (1995) Effects of some treatments on the anthocyanin synthesis and quality during maturation in 'Fuji' apple. J. Kor. Soc. Hort. Sci., 36(5) : 655-661.
- Toshiaki, C., Masaharu, K., Susumu, Y. and Masayoshi, A. (1972) Effect of temperature on the growth and quality of kaki fruit. I. On the temperature treatments during the stage of fruit enlargement. J. Japan Soc. Hort. Sci., 41(4) : 339-343.
- Jung, P. S., Park, H. S. and Jung, S. J. (1990) Effects of light quality and temperature on anthocyanin development in the fruit skin of *Malus domestica* Borkh. cv. jonagold. J. Kor. Soc. Hort. Sci., 31(1) : 51-56.
- Akira S., Yuriko, M., Toru, M., Hideto, I. and Akira, I. (1987) Relationship between ethylene evolution and internal ethylene concentration in young fruits of persimmon, J. Japan Soc. Hort. Sci., 56(2) : 236-241.
- Atsushi, Y., Yoshiyuki, M. and Keishi, S. (1994) Pheophorbide a metabolism in ethylene enhanced chlorophyll degradation of *Citrus unshiu* fruits. - Properties of related enzymes-J. Japan Soc. Hort. Sci., 63(1) : 189-194.
- Bae, R. N. and Lee, S. K. (1995) Influence of chlorophyll, internal ethylene, and PAL on anthocyanin synthesis in 'Fuji' apple. J. Kor. Soc. Hort. Sci., 36(3) : 361-370.
- Chun, J. P., Kwon, O. W. and Lee, J. C. (1990) Effects of foliar application of paclobutrazol on vegetative growth, fruit quality and storage behavior in 'Okubo' peach [*Prunus persica* (L.) Batsch]. J. Kor. Soc. Hort. Sci., 31(2) : 135-141.
- Gao, J. P., Nobue, N., Yasutaka, K., Reinosuke, N. and Akitsugu, I. (1992) Biosynthesis of trace-ethylene in some fruits. J. Japan Soc. Hort. Sci., 61(1) : 199-204.
- Keishi, S., Hidehiro, H., Yoshiyuki, M., Yoshinori, U. and Yasushi, S. (1994) Inhibition of allylisothiocyanate on ethylene enhanced chlorophyll degradation in *Citrus unshiu* fruit. J. Japan Soc. Hort. Sci., 63(1) : 195-201.
- Kim, C. C. (1991) Effects of plant growth regulators on the morphological change of grapevine and maturation of grape

- berries. I. Effects of dipping the clusters on the maturation of grape berries. J. Kor. Soc. Hort. Sci., 32(2) : 199-205.
11. Kim, C. C. (1991) Effects of plant growth regulators of the morphological change of grapevine and maturation of grape berries. II. Soil drench treatments of paclobutrazol and uniconazol. J. Kor. Soc. Hort. Sci., 32(3) : 340-344.
 12. Lim, B. S., Lee, C. S., Choi, Y. H., Kim, Y. B. and Song, N. H. (1993) Effect of plant growth regulator ethephon application on the astringent persimmon (*Diospyros kaki*, L.). RDA. J. Agri. Sci., 35(1) : 800-805.
 13. Nakamura, M. and Hukui, U. (1994) Physioecology and cultivation of new technique of persimmon, pp. 243.
 14. Lee, S. K. (1996) Physiology of horticultural crops after harvesting. pp. 141~176.
 15. Weaver, R. J. and Pool, R. M. (1971) Effect of (2-chloroethyl)phosphonic acid (Ethephon) on maturation of *vitis vinifera* L. J. Amer. Soc. Hort. Sci., 96 : 725~727.
 16. Han, D. H., Lee, S. M., Lee, C. H. and Kim, S. B. (1996) Effects of ABA and ethephon treatments on coloration and fruit quality in 'Kyoho' grape. J. Kor. Soc. Hort. Sci., 37(3) : 416-420.
 17. Kataoka, I., Sugiura, A., Utsunomiya, N. and Tomana, T. (1982) Effect of abscisic acid and defoliation on anthocyanin accumulation in Kyoho grapes(*Vitis vinifera* L. × *V. labruscana* Bailey), Vitis 21 : 325-332.
 18. Kataoka, I., Kubo, Y., Sugiura, A. and Tomana, T. (1983) Changes in L-phenylalanine ammonia-lyase activity and anthocyanin synthesis during berry ripening of three grape cultivars. J. Japan Soc. Hort. Sci., 52 : 273~279.