

열처리 조건이 포도 주스내 anthocyanin 색소에 미치는 영향

이승엽¹ · 박종대[†]

한국식품개발연구원, ¹서울우유 기술연구소

Effects of Heating Temperatures and Times on Anthocyanin Pigments in Grape Juice

Seung-Yeob Lee¹ and Jong-Dae Park[†]

Korea Food Research Institute, Seongnam 463-746, Korea

¹Institute of Dairy Food Research, Seoul Dairy Co-op., Ansan 425-839, Korea

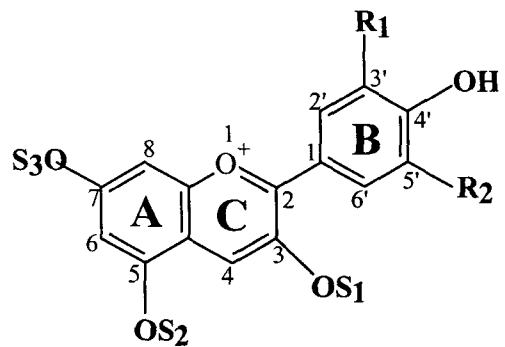
Abstract

The influence of temperature and heating time on the stability of anthocyanin pigments in grape juice were investigated. There was no significant differences in soluble solids, acidity and pH of grape juice under various temperature and heating time. Residual total anthocyanin of grape juice was decreased by heating temperature over 100 °C for 1 min. Delphinidin-3-glucoside and cyanidin-3-glucoside were rapidly decreased by heating treatment, but petunidin-3-glucoside and malvidin-3-glucoside were more stable than others. These results suggests that the optimum quality of grape juice was heated at 90 °C for 1 min.

Key words : anthocyanin, delphinidin, cyanidin, grape juice

서 론

Anthocyanin 색소는 전자가 하나 부족한 매우 불안정한 화합물로서 포도주스, 포도잼, 딸기잼, 베리 가공제품 등의 가공과 보존기간중 pH, 당분해물, 온도, 빛, ascorbic acid, 효소, 그리고 물과 같은 친핵 반응물에 의해서 변색이나 심한 경우 탈색을 유발하여 제품의 품질저하를 초래하게 된다(1). 이러한 anthocyanin은 anthocyanidin의 배당체로서 가수분해시키면 aglycone인 anthocyanidin과 당으로 분해된다. Fig. 1은 대표적인 anthocyanidin의 구조를 나타낸 것으로 크게 당과 결합하는 A-ring, C-ring과 anthocyanidin의 종류를 결정하는 B-ring으로 구성되어 있으며, B-ring의 경우 3'과 5'에 hydroxyl 기 또는 methoxyl기가 붙으면서 다양한 종류의 anthocyanidin이 만들어지며(1-3), 당과 결합하는 부위인 A-ring과 C-ring의 S1, S2 그리고 S3에 glucose, galactose, rhamnose, arabinose 등의 당이 1개(monoside), 2개(dioside) 또는 3개(trioside)가 결합하여 배당체의 종류가 결정되어진다(4). 이렇게 결정된 anthocyanin



Anthocyanidin	R ₁	R ₂
Pelargonidin	H	H
Cyanidin	OH	H
Peonidin	OCH ₃	H
Delphinidin	OH	OH
Petunidin	OCH ₃	OH
Malvidin	OCH ₃	OCH ₃

[†]Corresponding author : E-mail : jdpark@kfri.re.kr, Phone : 82-31-780-9211, Fax : 82-31-780-9059

* S₁, S₂, S₃ : Sugar unit in glycosides.

Fig. 1. Structures of six common anthocyanidins.

색소는 각각 고유의 색 강도를 가지고 있다. 예를 들어 pelargonidin에서 cyanidin 그리고 delphinidin으로 갈수록 빨간색에서 점차로 짙은 청색을 나타내며, delphinidin에서 petunidin 그리고 malvidin으로 갈수록 점차로 짙은 빨간색을 띄게 된다.

현재 포도주스의 제조 공정은 물을 혼합하여 기준 당도로의 환원, 열처리, 포장의 공정으로 시중에 유통 판매되고 있으며, 특히 열처리 공정은 제품 제조에 있어서 필수적인 부분이며, 열처리에 의한 각각의 anthocyanin 색소 파괴는 제품의 관능적 요인의 하나인 색에 영향을 미치게 된다.

따라서 본 연구는 포도 주스의 가공 공정중 열처리 조건이 anthocyanin 색소 각각에 미치는 영향을 검토함으로써 anthocyanin 색소의 파괴가 최소화되는 열처리 조건을 결정하는 기초자료를 얻고자 실시하였다. 또한 표준물질과 main anthocyanin 색소가 이미 동정되어 보고된 바 있는 딸기, 포도과피, 유색미 등을 이용하여 포도주스의 main anthocyanin을 HPLC 방법으로 retention time을 비교하여 정성 분석하였다.

재료 및 방법

실험 재료

American Fruit Processors사(U.S.A.)로부터 구입한 Concord 품종 적포도 농축과즙(70 °Brix)을 미국 FDA 규격인 16 °Brix로 희석하여 제조한 100% 포도주스를 이용하여 실험하였으며, 살균전 비열처리된 시료를 대조구로 사용하였다. 비열처리된 시료를 80 mL screw-capped glass tube에 60 mL씩 분주한 후 밀봉하여 oil bath에서 각각 80°C, 90°C, 100°C 및 110°C의 조건에서 열처리 하였으며, 열처리 온도와 시간은 tube내 시료 중심온도가 측정조건 온도에 도달하였을 때를 기준으로 30초, 1분 및 2분간 실시하였다. 각 시료는 분석전까지 4°C의 암소에 보관하였으며 모든 실험은 3회 반복 실시하였다.

또한 포도주스내 anthocyanin 색소를 비교분석 동정하기 위하여 사용된 표준시료로써 유색미와 딸기는 국산 품종을 사용하였으며, 과피 추출용 포도는 미국산을 구입하여 사용하였다.

Anthocyanin 색소 추출

Anthocyanin 색소 추출은 Lee 등(5)의 방법을 일부 수정하여 실시하였으며, 유색미 100 g을 1% HCl-MeOH 100 mL에 넣어 4°C의 암소에 24시간 방치하면서 색소를 추출한 후 Whatman No.1 여과지로 흡인 여과하였다. 얻어진 색소 추출액은 40°C에서 감압농축한 후 최종적으로 지질성분을 제거하기 위해 petroleum ether를 3회 가하여 염록소와 지질 성분을 ether층으로 분리 제거하였다. 색소 농축액은 소량의 0.1% HCl-MeOH에 녹인 후 -20°C에 보관하면서 분석에 사용하였다. 딸기, 포도 과피도 유색미와 동일한 방법으로 추

출하여 분석시까지 -20°C에 보관하였다.

일반 성상 측정

당도는 디지털 당도계(Refractometer PR-100 ATAGO Co. LTD, Japan)를 이용하여 측정하였으며, 산도는 시료 9 g에 증류수 20 mL를 가한후 0.1 N NaOH 용액으로 pH 8.0이 될 때까지 적정하여 소비된 0.1 N NaOH의 양을 구한 다음 주석산으로 환산하여 계산하였다. 시료의 pH는 pH meter(Orion 520A, U.S.A.)를 이용하여 측정하였다.

Anthocyanin 색소의 분석

포도 주스내 존재하는 anthocyanins에 대한 분석은 Goiffon 등(6)의 방법을 일부 수정하여 분석하였다.

1) 시료 전처리

포도주스내의 anthocyanins 색소를 분석하기 위하여 앞에서 제조한 포도주스 시료, 딸기 추출색소, 포도과피 추출색소, 유색미 추출색소를 각각 1 mL 취하여 0.45 µm membrane filter로 여과하여 anthocyanins 분석용 시료로 사용하였다. 딸기 추출색소, 포도과피 추출색소 그리고 유색미 추출색소는 포도주스의 main anthocyanin 색소를 분석하고자 사용하였다.

2) 표준물질 제조 및 분석조건

분석에 사용된 표준물질중 kuromanin chloride(cyanidin-3-glucoside chloride, CY-3-Glu), peonidin-3-O-glucoside chloride (PN-3-Glu)는 Extrasynthese사(France)에서 구입하였다. 분석에 사용된 HPLC system은 HP1100 system(Hewlett-Packard Co., U.S.A.)으로 column은 Xterra RP18(i.d. 4.6 mm × 250 mm, Waters Co, U.S.A.)을 사용하였으며 이동상은 water : acetonitrile : formic acid을 84 : 6 : 10(v/v/v)로 혼합 후 0.45 µm membrane filter로 여과하여 초음파로 탈기한 후 HPLC 분석에 사용하였다. Injection volume은 10 µL로 실시하였으며 이동상의 유속은 1 mL/min, column oven의 온도는 30°C로 UV 525 nm에서 측정하였다.

3) Anthocyanin 색소 분석

포도주스내의 anthocyanin 색소의 분석은 standard 색소 및 표준시료 색소와 retention time을 비교하여 분석하였고, 열처리 조건에 따른 총 anthocyanin 및 각 anthocyanin 색소의 잔존율 표시는 100% 포도주스를 제조하여 비열처리한 처리구를 동일조건으로 비교분석하여 % 대비로 나타내었다.

결과 및 고찰

일반 성상 변화

열처리에 따른 포도 주스의 당도, 산도, pH를 측정 한 결과는 Table 1에 나타내었다. 당도의 경우 열처리전 16.0 °Brix가 열처리 온도 및 시간에 관계없이 지속적으로 유지되었다. 산도는 평균 0.552%로 열처리온도 및 시간에 의하여 영향을 거의 받지 않는 것으로 나타났다. pH 또한 열처리 온도 및 시간에 의해서 거의 변화가 없었으며, 평균 pH 3.04로 나타났다.

Table 1. Changes in soluble solids contents, acidity and pH of grape juice according to heating temperatures and times

Time(min) Temp.(°C)	SSC ¹⁾ (°Brix)			Acidity (%)			pH		
	0.5	1	2	0.5	1	2	0.5	1	2
Control ²⁾	16.00	16.00	16.00	0.552	0.552	0.552	3.03	3.03	3.03
80	16.00	16.00	16.00	0.552	0.551	0.552	3.02	3.01	3.03
90	16.00	16.00	16.01	0.552	0.552	0.553	3.03	3.02	3.05
100	16.01	16.00	16.02	0.551	0.552	0.553	3.03	3.04	3.05
110	16.01	16.01	16.02	0.552	0.553	0.554	3.03	3.05	3.07

¹⁾ SSC : soluble solids contents.

²⁾ Control : no heating.

Anthocyanin 색소 분석

Fig. 2는 포도주스의 main anthocyanin 색소를 동정하기 위하여 이미 검증된 시료를 전처리하여 동일한 분석조건으로 anthocyanin 색소의 peaks를 찾아 각각의 retention time을 확인하였다. Chromatogram(A)는 딸기 추출색소의 anthocyanin 색소를 나타낸 것으로 주요 적색 색소는 pelargonidin-3-glucoside이며 일부 cyanidin-3-glycoside와 pelargonidin-3-arabinose가 검출되었다. 이러한 결과는 Goiffon 등(6), Vesche-Ebelin와 Montgomery(7)과 Proeggente 등(8)의 결과와 유사하다.

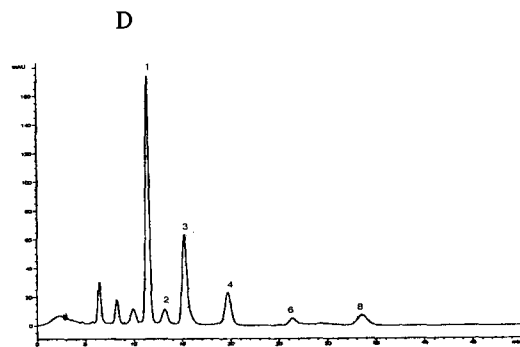
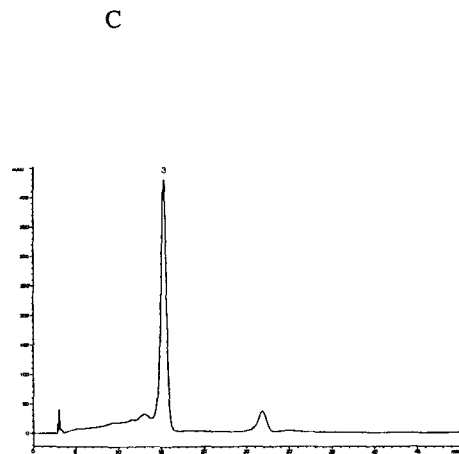
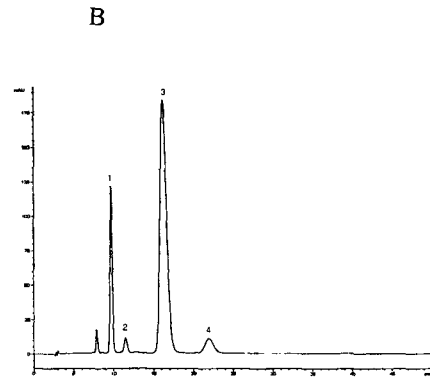
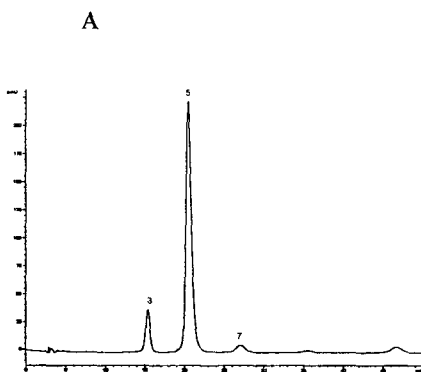


Fig. 2. Separation and identification of various anthocyanin red fruits and grain.

For compound identification, see Table 2. A; Strawberry. B; Grape skin extract. C; Black rice. D; Red grape juice.

Chromatogram(B)는 포도과피 추출색소의 anthocyanin 색소를 나타낸 것으로 주요 적색 색소는 cyanidin-3-glycoside와 delphinidin-3-glycoside이다. 포도 과피 추출 색소의 경우 대부분이 주요 적색소를 malvidin-3-glycoside로 보고하고 있으며(6,9-11), 이러한 보고는 본 실험 결과와는 상반되는 것으로 포도 과피 추출색소의 주요 색소가 malvidin-3-glycoside로 보고되는 논문은 대부분 스페인산 원료를 사용하여 분석한

결과이다. 반면, Mazza(12)의 보고에 의하면 포도는 크게 유럽산과 북미산으로 구분하며 유럽산의 주 품종은 *Vitis vinifera* L.로서 세계 포도 생산량의 95% 이상을 차지 하는 품종으로 보고되고 있다. 이 품종의 주요 색소는 malvidin-3-glucoside로 보고되고 있으며, 그 밖에 petunidin-3-glucoside와 peonidin-3-glucoside가 많이 함유된 것으로 보고되고 있다.

또한 북미산의 경우 대표적으로 *Vitis labrusca*와 *Vitis rotundifolia*가 있으며 *Vitis labrusca* 품종의 경우 대표적으로 Concord 품종을 말하며 *Vitis rotundifolia* 품종은 생과 및 주스용으로 가공되는 품종으로 알려져 있다.

Mazza의 보고(12)에 의하면 *Vitis rotundifolia* 품종의 주요 적색소는 cyanidin-3-glucoside와 delphinidin-3-glucoside로 보고하고 있으며, 이는 본 실험에 사용된 포도가 미국산임을 감안할 때 분석에서 얻어진 결과와 일치함을 알 수 있다. Chromatogram(C)는 유색미의 색소를 분석한 것으로 주요 적색소는 cyanidin-3-glucoside이다. 이러한 결과는 Yoon 등(13)과 Cho 등(14)이 보고한 내용과 일치한다. Chromatogram(D)는 적포도 주스의 주요 anthocyanin 색소를 분석한 결과로 (B)에서 언급한 내용과 같이 주요 적색소는 cyanidin-3-glucoside와 delphinidin-3-glucoside로 나타났으며, 이러한 결과도 적포도 주스 제조에 사용된 적포도 농축과즙이 미국산임을 감안하면 (B)와 유사한 결과로 사료된다. Table 2는 Fig. 2에 나타난 각각의 peak에 대한 anthocyanin 색소를 정리하여 나타낸 것이다.

Table 2. Identification of the chromatographic peaks and retention time in red grape anthocyanin pigments

Peak No.	Anthocyanin	Identification	Retention time (min)
1	DP-3-Glu	Delphinidin-3-O-glucoside	11.5
2	DP-3-Ara	Delphinidin-3-O-arabinose	12.9
3	CY-3-Glu	Cyanidin-3-O-glucoside	15.0
4	PT-3-Glu	Petunidin-3-O-glucoside	19.7
5	PG-3-Glu	Pelargonidin-3-O-glucoside	20.4
6	PN-3-Glu	Peonidin-3-O-glucoside	25.8
7	PG-3-Ara	Pelargonidin-3-O-arabinose	27.1
8	MV-3-Glu	Malvidin-3-O-glucoside	32.5

열처리에 따른 anthocyanin 색소의 변화

포도주스 제조시 열에 의한 anthocyanin 변화를 조사하기 위해 관능성과 anthocyanin의 안정성(1)을 고려하여 포도주스의 pH를 3.0으로 보정한 후 열처리를 하였다. Fig. 3에 나타낸 결과는 열처리 온도가 80℃에서 110℃로 증가함에 따라 가열 시간이 포도주스내 총 anthocyanin의 함량에 미치는 영향을 나타낸 것이다. 30초간 열처리한 처리구가 비열처리에 비하여 80℃~100℃까지 열처리하여도 거의 변화가 없었

으며, 110℃ 열처리에서 약 1.2%의 감소를 나타냈다. 1분간

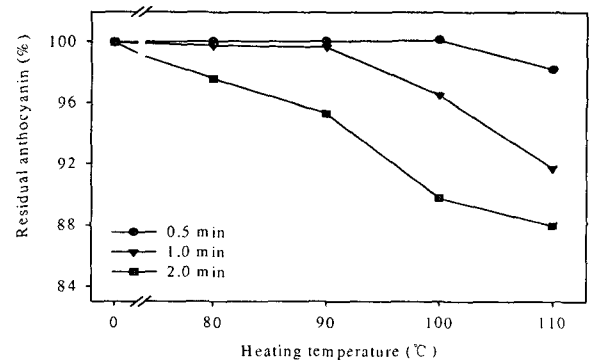


Fig. 3. Thermal stability of anthocyanin in grape juice according to heating time and temperature increases.

열처리한 처리구는 비열처리에 비하여 90℃ 열처리까지 거의 변화가 없었으며, 100℃와 110℃ 열처리로 갈수록 3.5%와 9.3%로 감소를 나타냈다. 2분간 열처리한 처리구는 비열처리에 비하여 80℃ 열처리부터 감소를 나타냈으며, 100℃ 열처리에서는 비열처리에 비하여 11.2%, 90℃ 열처리에 비해 5.5%의 급격한 감소를 나타냈다. 따라서 주스가 공시 anthocyanin의 파괴를 최소화 하는 열처리 조건은 90℃에서 1분간 또는 100℃에서 30초간 열처리 하는 것이 바람직할 것으로 보인다.

Fig. 4(A)는 비열처리에 비하여 1분간 열처리한 처리구의 anthocyanin 색소의 변화를 나타낸 것이다. 본 실험은 총 anthocyanin 함량 변화에서 본 주스 가열 적정시간의 하나인 1분간 열처리조건에서 온도가 80℃에서 110℃로 올라감에 따라 각각의 색소의 변화를 나타낸 것으로 delphinidin-3-glucoside와 cyanidin-3-glucoside의 경우 90℃까지 거의 안정성을 유지하고 있으며 100℃부터 비열처리에 비해 각각 4.0%와 3.4%의 감소를 나타냈으며 110℃까지 가열시 delphinidin-3-glucoside와 cyanidin-3-glucoside 모두 8.4%의 감소를 나타냈다. Peonidin-3-glucoside의 경우 비열처리에 비해 80℃, 90℃, 100℃, 110℃로 온도가 올라 갈수록 2.5%, 4.8%, 5.1%, 6.2%의 감소를 나타냈다. Petunidin-3-glucoside와 malvidin-3-glucoside의 경우 100℃까지 거의 변화가 없었으며, 110℃의 열처리시 비열처리에 비해 3.5%, 2.7%를 감소를 나타내며 비교적 열에 안정한 것으로 나타났다. 이와 같은 결과는 Fig. 3에서 나타난 결과와 유사하며, peonidin-3-glucoside를 제외한 다른 anthocyanin 색소의 경우 90℃에서 1분간 열처리시 비교적 안정한 것으로 나타났다.

Fig. 4(B)는 비열처리에 비하여 2분간 열처리한 처리구의 anthocyanin 색소의 변화를 나타낸 것이다. Peonidin-3-glucoside의 경우 비열처리에 비하여 80℃에서 110℃로

열처리 온도가 올라감에 따라 각각 2.4%, 3.7%, 3.7%, 9.4%의 감소를 나타냈으며 이러한 결과는 Fig. 4(A)와 비교해 볼 때 열처리 온도보다 열처리 시간에 의한 파괴가 더 크게 나타나는 것으로 여겨진다. Delphinidin-3-glucoside와 cyanidin-3-glucoside의 경우 90℃까지는 비열처리구에 비하여 3.2%, 5.3%와 1.9%, 4.3%로 감소하였으나, 100℃에서 110℃로 열처리온도가 올라갈수록 비열처리구에 비하여 12.4%, 13.2%와 9.1%, 11.8%로 급격히 감소하였다. Petunidin-3-glucoside와 malvidin-3-glucoside의 경우 110℃로 열처리 온도가 증가함에 따라 4.8%, 5.2%의 감소를 나타내며 Fig. 4(A)의 결과와 유사하게 다른 anthocyanin 색소에 비하여 열에 안정한 것으로 나타났다. 이와 같은 결과는 anthocyanin의 구조상 B-ring의 3'과 5'에 결합되는 hydroxyl기와 methoxyl기와 관련되며 malvidin-3-glucoside와 같이 methoxyl기가 2개 결합되어 있는 경우 열안정성이 높으며, peonidin-3-glucoside와 petunidin-3-glucoside와 같이 methoxyl기가 1개 붙어 있는 경우 90℃까지 열에 안정한 것으로 나타났다(15). 반면 hydroxyl기가 붙어 있는 cyanidin-3-glucoside과 delphinidin-3-glucoside의 경우 열안정성이 떨어지는 것으로 나타났다. Hrazdina 등(15)의 보고에 의하면 pH 3.0~4.0 조건에서 열처리온도가 증가 할수록 malvidin-3-glucoside가 다른 색소에 비하여 열에 대한 안정성이 높다고 보고한 내용과 일치한다.

이상의 결과로 미루어 미국산 적포도 농축과즙을 이용한 주스 제조시 열처리 조건이 90℃에서 1분을 넘을 경우 anthocyanin함량의 감소가 높게 나타날 것으로 보인다. Mazza(12)의 보고에 의하면 미국산 포도의 대표 품종은 *Vitis rotundifolia*이며 anthocyanin 색소의 구성을 보면 delphinidin 13.5~68.9%, cyanidin 2.6~43.5%, petunidin 8.6~34.7%, peonidin 1.6~25.1%, malvidin 0.8~30%로 보고하고 있으며 특히 delphinidin과 cyanidin을 대표적인 색소로 보고하고 있다. 본 실험에 사용된 포도주스의 원료인 포도 농축과즙이 미국산임을 감안할 때 포도내 main anthocyanin인 delphinidin-3-glucoside와 cyanidin-3-glucoside가 100℃에서 1분간 열처리시 급격히 감소하고, 2분간 열처리시 80℃부터 감소하는 것으로 보아 90℃에서 1분간 살균하는 것이 anthocyanin 파괴를 최소화하여 고품질 포도 주스를 생산하는데 최적의 가공조건인 것으로 사료된다.

요 약

본 실험은 포도주스의 가공 공정중 열처리 조건이 anthocyanin 색소 각각에 미치는 영향을 검토함으로써 anthocyanin 색소의 파괴가 최소화 되는 열처리 조건을 결정하는 기초자료를 얻고자 실시하였다. Anthocyanin 색소 동정을 위한 분석결과 딸기의 주요 적색소는 pelargonidin-3-glucoside이며, 미국산 포도의 과피 및 주스의 주요 적색소는 delphinidin-3-glucoside와 cyanidin-3-glucoside이며, 유색미의 주요 적색소는 cyanidin-3-glucoside로 나타났다. 총 anthocyanin 함량 변화는 30초간 열처리한 처리구가 비열처리구에 비하여 100℃까지 변화가 없었으며, 1분간 열처리한 처리구는 비열처리구에 비하여 90℃까지는 변화가 없었으며, 100℃, 110℃에서 각각 3.5%, 9.3%의 감소를 나타냈다. 열처리에 따른 anthocyanin 색소의 변화를 실험한 결과 1분간 열처리 하였을 경우 delphinidin-3-glucoside와 cyanidin-3-glucoside의 경우 90℃까지 변화가 없었으며, 100℃부터 급격히 감소하였다. Petunidin-3-glucoside와 malvidin-3-glucoside의 경우 100℃까지 변화가 없었으며, 110℃에서 3.5%, 2.7%로 비교적 열에 안정한 것으로 나타났다. 2분간 열처리시 delphinidin-3-glucoside와 cyanidin-3-glucoside의 경우 90℃까지 3.2%, 5.3%와 1.9%, 4.3%로 감소하였으나, 100℃부터 12.4%, 13.2%와 9.1%, 11.8%로 급격히 감소하였다. Petunidin-3-glucoside와 malvidin-3-glucoside의 경우 110℃까지 4.8%, 5.2%의 감소를 나타내며 다른 anthocyanin 색소에 비하여 비교적 열에 안정한 것으로 나타났다. 따라서 포도주스 제조시 열처리 조건을 90℃에서 1분간 살균하는 것이 anthocyanin 파괴를 최소화하여 고품질 포도 주스를 생산하는데 최적의 가공조건인 것으로 사료된다.

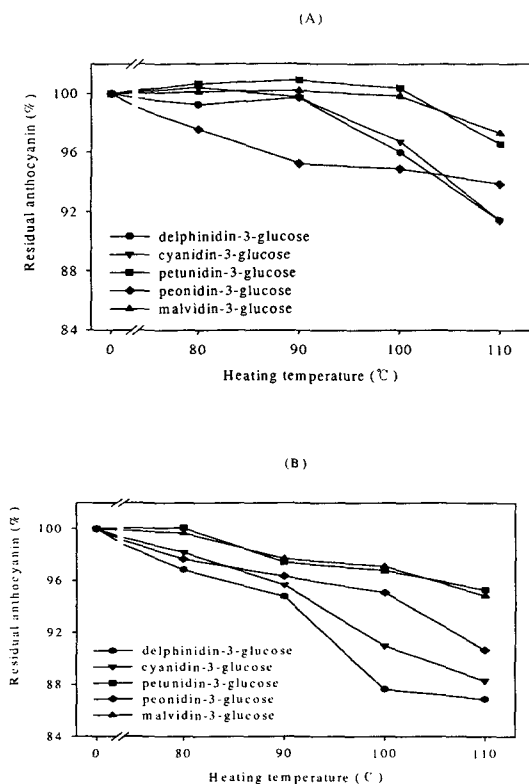


Fig. 4. Thermal stability of anthocyanin pigments in grape juice according to heating time.

(A) heating for 1 min, (B) heating for 2 min.

참고문헌

1. Cabrita, L., Fossen, T. and Andersen, O.M. (2000) Colour and stability of the six common anthocyanidin 3-glycosides in aqueous solutions. *Food Chem.*, 68, 101-107
2. Yoon, T.H. and Lee, S.W. (1979) Stability of Anthocyanins in Foods. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 11, 63-73
3. Stintzing, F.C. and Carle, R. (2004) Functional properties of anthocyanins and betalains in plants, food, and in human nutrition. *Trend in Food Sci. and Technol.*, 15, 19-38
4. Giusti, M.M., Rodriguez-Saona, L.E. and Wrolstad, R.E. (1999) Molar absorptivity and color characteristics of acylated and non-acylated pelargonidin-based anthocyanins. *J. Agric. Food Chem.*, 47, 4631-4637
5. Lee, L.S., Kim, S.J. and Rhim, J.W. (2000) Analysis of anthocyanin pigments from purple-fleshed sweet potato. *Korean J. Nutr.* 29, 555-560
6. Goiffon, J.P., Mouly, P.P. and Gaydou, E.M. (1999) Anthocyanic pigment determination in red fruit juices, concentrated juices and syrups using liquid chromatography. *Analytica Chimica Acta.*, 382, 39-50
7. Vesche-Ebeling, P. and Montgomery, M.W. (1990) Strawberry polyphenol oxidase: Its role in anthocyanin degradation. *J. Food Sci.*, 55, 731
8. Proteggente, A.R., Pannala, A.S., Paganga, G., Buren, L.V., Wagner, E., Wiseman, S., De-Put, F.V. and Dacombe, C. (2002) The antioxidant activity of regularly consumed fruit and vegetables reflects their phenolic and vitamin C composition. *Free Radicals Research.*, 36, 217-233
9. McCloskey, L.P. and Yengoyan, L.S. (1981) Analysis of anthocyanins in *Vitis Vinifera* wines and red color versus aging by HPLC and spectrophotometry. *American J. of Enology and Viticulture.*, 32, 257-261
10. Revilla, E., Ryan, J.M. and Martin-Ortega, G. (1998) Comparison of several procedures used for the extraction of anthocyanins from red grapes. *J. Agri. Food Chem.*, 46, 4592-4597
11. Revilla, E. and Ryan, J.M. (2000) Analysis of several phenolic compounds with potential antioxidant properties in grape extracts and wines by high-performance liquid chromatography-photodiode array detection without sample preparation. *J. of Chromatography A.*, 881, 461-469
12. Mazza, G. (1995) Anthocyanins in grape and grape products. *Critical Reviews in Food Sci. and Nutr.*, 35, 341-371
13. Yoon, H.H., Paik, T.S., Kim, J.B. and Hahn, T.R. (1995) Identification of anthocyanins from Korean pigmented rice(in Korean). *Agri. Chem. Biotech.*, 38, 581-583
14. Cho, M.H., Yoon, H.H. and Hahn, T.R. (1996) Thermal stability of the major color component, cyanidin 3-glucoside, from a Korean pigmented rice variety in aqueous solution. *Agri. Chem. Biotech.*, 39, 245-248
15. Hrazdina, G., Borzell, A.J. and Robinson, W.B. (1970) Studies on the stability of the anthocyanidin-3, 5-diglucosides. *American J. of Enology and Viticulture.*, 21, 201-204

(접수 2004년 7월 6일, 채택 2004년 8월 27일)