

적색 색소자원으로서의 버찌(*Prunus serrulata* L. var. *spontanea* Max. Wils.) anthocyanin 색소의 특성

김 용 환

경기대학교 자연과학부 식품생물공학전공

초 록: 새로운 식용 적색색소자원을 개발하기 위하여 버찌의 anthocyanin 색소를 ethanol 추출하여 광선, 온도, 유기산, 금속이온 및 pH에 의한 영향을 검토하였다. 본 색소는 광선에 안정하여 20일 까지도 69%의 색소잔존율을 나타내었고 광선 차단용 포장재를 사용 시 상당한 색소잔존효과를 나타내었다. 본 색소는 열에 대단히 안정하여 115°C에서 30분까지 64%의 색소잔존율을 나타내었다. 25°C의 암소조건에서 첨가된 유기산에 의해서는 색소의 농색화효과가 높게 나타났으며, 25°C의 암소조건에서 첨가된 금속이온에 의해서는 Na⁺, K⁺, Mg²⁺, Ca²⁺, 및 Mn²⁺에 의해서는 20일까지 안정하였고, Cu²⁺와 Fe³⁺에 의해서는 심각한 안정성 저해를 나타냈으며, Al³⁺에 의해서는 자색으로 전환되었다. pH가 낮을수록 색소의 농색화효과가 높았다. 이로 미루어 본 색소는 대단히 우수한 식용 적색색소자원임을 알 수 있었다.(1999년 1월 5일 접수, 1999년 3월 18일 수리)

서 론

식품의 기호성에 커다란 영향을 미치는 색은 외관상 대단히 중요한 요소 중의 하나로서, 식품의 색소에는 인공색소와 천연색소가 이용되고 있다. 이중 인공색소는 안정성이 높은 반면 안전성문제가 제기됨에 따라 천연색소의 사용요구가 날로 증대 되어가고 있는 실정으로서 이에 따라 동물성색소와 식물성색소가 천연색소로서 다량 사용되고 있다. 하지만 동물성색소는 주로 수입에 의존하고 있으며 식물성색소 역시 국내에서 일부 생산되고 있으나 수입의존도가 높은 상태이다. 이의 해결책으로 동, 식물성 천연색소를 대체하기 위하여 *Monascus anka*를 이용한 적색색소 생산에 대한 연구¹⁾와 세균인 *Rhodospila globiformis*로부터 적색색소를 생산하고자 검토²⁾ 하였으나 이들은 널리 활용되지 못하고 홍주 제조와 어류양식사료 등 일부에서 이용되고 있는 실정이다.

이에 따라 보다 경제적이면서 안전성이 보장된 양질의 천연 적색색소의 개발에 대한 필요성이 제기되므로 식물계에 광범위하게 분포되어있는 anthocyanin계 색소의 개발이 필요하다고 판단된다. 이에 Shim 등³⁾은 포도주 제조과정에서의 폐과피로부터 anthocyanin 색소를 추출하여 이용하고자 보고한 바 있으며, 국내의 M사에서 포도 과피색소의 생산이 이루어지고 있다.

이러한 anthocyanin계 색소에 대해서는 오래 전부터 다수의 연구가 진행되어 왔으며 색소의 안정성에 관해서는 붉은무(*Raphanus sativus* L.) anthocyanin의 특성에 관한 Giusti와 Wrolstad의 연구⁴⁾와 적포도주의 색소 특성 및 안정화 연구와 각종 과실가공품의 색소안정성에 대한 연구⁵⁻⁹⁾를 비롯하여 색소특성에 관한 다수의 연구¹⁰⁻¹³⁾가 있다.

한편 적색색소 소재개발차원에서는 유색미색소에 관한 연구^{14,15)}와 자색고구마색소에 관한 연구^{16,17)}가 활발하게 진행되고 있다. 하지만 이들은 식량자원으로 사용 가능한 원자재로서 보다 경제성을 갖추기 위해서는 식량자원으로서의 이용가능성이 낮은 자원의 활용이 필요하다고 판단된다. 그러므로 새로운 적색색소 소재의 개발을 위하여 오래 전부터 섭취되어 안전성이 있다고 판단되는 버찌로부터 경제성 있는 색소를 개발하고자 한다.

이러한 버찌에 대해서는 Wang 등¹⁸⁾의 큰양벚나무(*Prunus cerasus*) 열매의 특성에 관한 연구를 비롯하여 여러 연구¹⁹⁻²³⁾가 있어서 anthocyanin의 조성에 대하여 잘 알려져 있다. 이에 우리나라에서 가로수 등으로 널리 보급되어 다량 식재된 벚나무의 열매는 anthocyanin 함량이 풍부한 훌륭한 적색색소자원임에도 불구하고 활용되지 못하고 폐기되고 있는 실정이므로 폐 자원 활용과 새로운 적색색소 소재개발 차원에서 버찌로부터 anthocyanin 색소를 추출하여 천연 적색색소로서의 이용가능성을 확인하기 위하여 몇 가지 안정성에 관한 특성을 검토하였다.

재료 및 방법

재료

본 실험에 사용한 버찌는 1997년 5월 말 수원에서 완숙된 것을 채취하여 표면의 이물질을 제거하기 위하여 탈이온수로 세척한 후 -18°C의 냉동실에 보관하였다.

색소의 추출 및 색소용액 제조

해동시킨 버찌에 20배량의 95% ethanol을 가하여 파쇄하고 15°C의 암소에서 24시간 교반하여 색소를 추출하였다. 추출이 끝난 후 압착여과하고 원심분리(8,000 rpm, 20 min, 4°C)하여 45°C에서 감압농축 하였다. 농축된 색소는 색소중의

찾는말 : 버찌(*Prunus serrulata* L. var. *spontanea* Max. Wils.), anthocyanin, 적색색소, 안정성

지용성색소 부분을 제거하기 위하여 chloroform과 n-hexane 및 petroleum ether를 순차적으로 사용하여 세척하였다. 즉 소량의 탈이온수에 농축된 색소를 용해시키고 분액여두를 사용하여 10배량씩의 chloroform으로 3회 반복하여 세척한 후 색소층을 감압농축 하였으며, 이를 다시 chloroform을 이용한 세척과 동일한 방법으로 n-hexane과 petroleum ether의 차례로 세척하여 색소를 감압농축 하였다. 농축된 색소는 광선, 열, 유기산 및 금속이온의 영향을 측정하기 위하여 pH 2.5로 조절한 M/10 glycine+NaCl/HCl 완충용액에 일정농도로 용해시켜 4°C의 암소에서 24시간 정지한 후 원심분리하여 불용성물질을 제거하고 시료용액으로 사용하였다.

광선의 영향

광선이 색소에 미치는 영향과 각종 포장재질의 광선차단에 의한 색소의 안정화 효과를 알아보기 위하여 Kim과 Lee의 방법²⁾에 따랐다. 즉, 시료용액을 7월 중순의 서남향 자연채광 하에서 알루미늄호일 포장과 4종의 유색셀로판(황, 청, 적, 녹) 포장 및 비포장상태로 20일간 보관하였다. 이를 일정간격으로 UV/Vis spectrophotometer (Shimadzu UV-1201, Japan)를 사용하여 본 색소의 최대흡수파장인 513 nm에서 그들의 경시적변화를 측정하였다.

열 안정성

가열온도와 시간에 따른 색소의 최대흡수파장의 변화를 알아보기 위하여 25, 60, 90 및 115°C의 oil bath에서 90분까지 10분 간격으로 각각 가열시킨 후, 빙냉수(氷冷水)에서 급냉시켜 UV/Vis spectrophotometer (Shimadzu UV-240 PC, Japan)로 350~750 nm까지 그들의 흡수스펙트럼을 측정하여 가열에 의한 변화를 검토한 예비실험 결과 가열시간 및 온도의 증가에 따른 최대흡수파장의 변화는 없었으나, 열처리 시간의 경우 시간이 경과함에 따라 변색되기보다는 퇴색되어 색소잔존율이 저하되는 것으로 판단되었다. 이에 따라 열에 대한 색소의 안정성을 알아보기 위하여 513 nm에서 그들의 경시적변화를 측정하였으며, 색차계(Yasuda Seiki, UC 600 IV, Japan)를 사용하여 Hunter의 L, a, b값으로 나타내었다. 이때 표준판의 L, a, b값은 각각 100.09, 3.13, 10.92였다.

유기산 및 금속이온의 영향

식품의 주요 유기산인 acetic acid, lactic acid, citric acid 가 색소에 미치는 영향을 알아보기 위한 예비실험으로 색소액에 0.2, 0.5, 1.0 M농도의 유기산용액을 동량 첨가하여 시료용액의 유기산 농도가 0.1, 0.25, 0.5 M의 농도가 되도록 조절하였다. 24시간 경과 후 350~750 nm까지 이들의 흡수스펙트럼을 측정한 결과 최대흡수파장의 변화가 513 nm를 기준으로 1~3 nm만이 심색이동되었다. 또한 유기산의 농도가 높을수록 흡광도값이 증가하고 선명한 색상을 나타내어 변색보다는 색의 농색화가 이루어짐을 알 수 있었다. 따라서 시료용액에 1.0 M의 유기산 용액을 각각 동량씩 가하여 0.5 M의 농도가 되도록 조절하였다. 금속이온이 색소에 미치는 영향을 알아보기 위한 예비실험으로 시료용액에

8종의 금속이온(NaCl, KCl, MgCl₂, CaCl₂, MnCl₂, CuCl₂, FeCl₃ 및 AlCl₃)을 1.0×10⁻¹M의 농도가 되도록 가하여 25°C의 암소에 24시간 정지 후 최대흡수파장과 Hunter value(L, a, b)를 측정하였다. 그 결과 NaCl, KCl, MgCl₂, CaCl₂, MnCl₂은 최대흡수파장의 변화없이 흡광도값만 차이가 나타났으며, a값도 유사하게 나타났다. 그러나 CuCl₂와 FeCl₃는 적색이 완전히 소실되었으며, AlCl₃는 자색으로 변색되었다. 따라서 시료용액에 NaCl, KCl, MgCl₂, CaCl₂, MnCl₂용액을 가하여 1.0×10⁻²M 및 1.0×10⁻³M의 농도가 되도록 조절하였다.

이들은 모두 25°C의 암소에서 20일간 보관하면서 513 nm에서 일정간격으로 각각 그들의 경시적변화를 측정하였다.

pH의 영향

pH조절에 의한 색소의 변화를 알아보기 위하여 농축된 시료에 75배량의 각 pH별 완충용액(pH 1~3; M/10 glycine-N/10 HCl, pH 9, 10; M/10 glycine-N/10 NaOH, pH4~8; M/5 Na₂HPO₄-M/10 citric acid)을 가하고 25°C의 암소에서 4시간 정지 후 350~750 nm까지 그들의 흡수스펙트럼을 측정하였으며, 이때의 pH는 각각 pH 1.08, 1.95, 2.96, 3.95, 5.03, 6.07, 7.09, 8.05, 8.89 및 9.92를 나타내었다. 또한 색차계로 이들을 측정하여 Hunter의 L, a, b값으로 나타내었으며 표준판의 L, a, b값은 각각 100.09, 3.13, 10.92였다.

결과 및 고찰

광 안정성

광선에 대한 색소의 안정성은 Fig. 1에서와 같이 알루미늄호일에 의해서 광선이 차단된 경우 20일까지도 88%의 색소잔존율을 나타내었다. 유색셀로판 포장의 경우에도 적색, 녹색, 청색의 순으로 20일까지 각각 84, 83, 81%의 색소잔존율을 나타내었다. 황색포장의 경우도 12일까지 80%, 20일까지 79%의 색소잔존율을 나타내었으며, 자연광 노출의 경우도 9일까지 80%, 20일까지도 69%의 색소잔존율을 나타내었다.

한편, 자주달개비(*Tradescantia pallida*, v. 'purple heart') 색소에 40W의 백색형광등을 15일까지 조사한 경우 3일까지 90%, 12일까지 60%, 15일까지 50%의 색소잔존율을 나타내었다는 보고¹¹⁾ 및 자색고구마 안토시아닌색소를 일광에 노출시켰을 때, 노출 직후부터 안정성이 급격히 감소되어 2일 경과 후 28%의 색소잔존율을 가졌으며, 30일 경과 후 77%의 색소잔존율을 가지고 있다는 보고¹⁷⁾가 있다. 이로 미루어 본 색소는 광선에 대한 안정성이 양호한 색소로서, 각종의 광선차단용 포장을 병용할 경우 상당한 색소안정화 효과를 기대할 수 있을 것으로 판단된다.

열 안정성

색소용액에 대한 온도 및 시간의 증가에 따른 변화를 알아보기 위하여 색소잔존율을 측정한 결과는 Fig. 2에서와 같이 25°C와 60°C의 경우 90분까지 97%, 90°C의 경우도

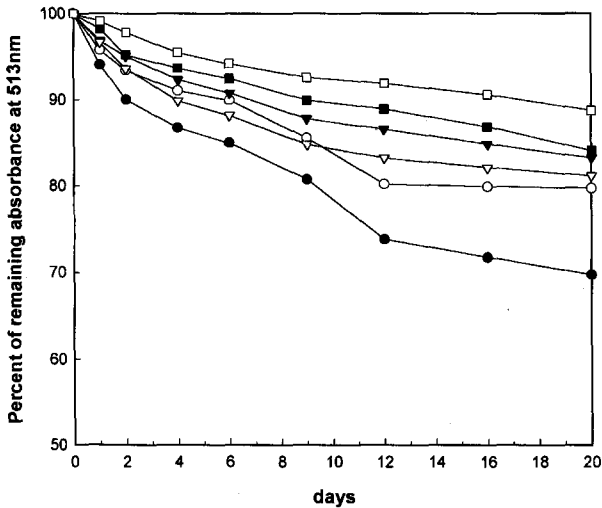


Fig. 1. Light stability of anthocyanin pigments prepared under various filter conditions at room temperature. ●—●: none, ○—○: yellow, ▼—▼: green, ▽—▽: blue, ■—■: red, □—□: Al-foil.

70분까지 90%, 90분까지 89%의 색소잔존율을 나타내었다. 115°C의 경우에도 10분까지 83%, 20분까지 73%, 30분까지 64%의 색소잔존율을 나타내었으며, 시간이 경과할수록 급격하게 저하되었다. 또한 이들에 대한 Hunter value를 측정 한 결과 Table 1에서와 같이 25°C와 60°C의 경우에는 a 값이 거의 변화되지 않았으나 90°C의 경우 가열 50분 경과 후부터 a 값이 소규모로 낮아지기 시작하였으나 90분까지도 적색을 유지하고 있었다. 그러나 115°C의 경우 20분 경과 후부터 a 값이 낮아지기 시작하여 70분 경과 후에는 급격하게 낮아졌다. 한편 붉은양배추(*Brassica oleracea*)가 95°C에서 15분 후에 85%의 색소잔존율을 나타내었으며 60분 후에 80%의 색소잔존율을 나타내었다는 보고,¹⁰⁾ 꽃잎랜드 라미 안토시아닌색소가 80°C에서 10분 후 65.6%, 20분 후 56.1%의 색소잔존율을 갖는다는 Kim 등의 보고¹³⁾와 붉은무

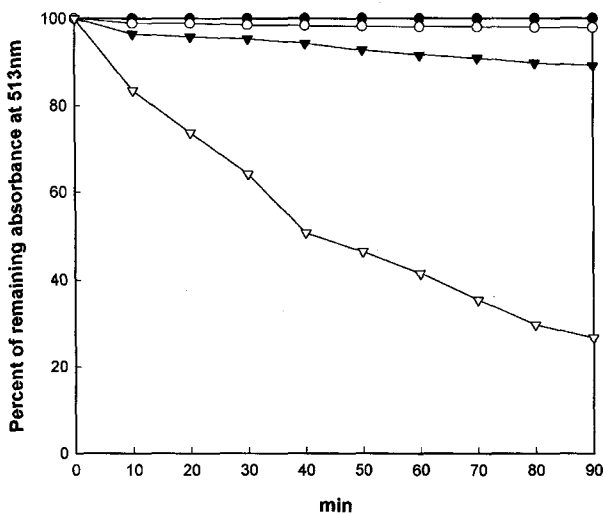


Fig. 2. Thermal stability of anthocyanin pigments prepared under various temperature conditions. ●—●: 25°C ○—○: 60°C, ▼—▼: 90°C, ▽—▽: 115°C.

Table 1. Effect of temperature on the Hunter value and λ_{max} of anthocyanin pigments prepared in the dark

temp. (°C)	time (min)	Hunter value*			λ_{max}
		L	a	b	
25	10	64.09	39.46	31.86	513
	20	64.06	39.47	31.86	513
	30	64.12	39.47	31.84	514
	40	64.07	39.44	31.87	513
	50	64.06	39.49	31.84	513
	60	64.06	39.43	31.86	513
	70	64.05	39.46	31.89	514
	80	64.07	39.48	31.85	513
	90	64.08	39.45	31.85	513
	10	64.07	39.44	31.89	513
60	20	64.02	39.45	31.97	513
	30	64.02	38.80	31.32	513
	40	64.02	38.84	31.19	514
	50	64.05	38.32	32.70	513
	60	64.06	38.32	32.70	513
	70	64.08	38.06	32.67	513
	80	64.08	37.76	32.70	513
	90	64.18	36.56	32.97	514
	10	64.02	38.32	32.70	514
	20	64.02	36.63	32.70	513
90	30	64.02	35.47	32.84	513
	40	64.05	34.14	33.62	513
	50	65.20	33.56	33.74	513
	60	65.78	31.24	34.26	514
	70	65.78	31.24	34.26	513
	80	65.78	31.24	34.26	513
	90	65.78	31.24	34.08	513
	10	64.02	31.64	30.65	513
	20	65.78	31.26	30.70	513
	30	65.78	29.24	32.26	513
115	40	68.18	24.62	29.19	513
	50	67.06	24.19	26.90	514
	60	69.56	20.87	27.44	513
	70	69.56	18.80	25.41	513
	80	69.56	14.65	23.89	513
	90	68.32	16.69	24.16	514

*Hunter value reference: L; 100.09, a; 3.13, b; 10.92.

(*Raphanus sativus* L.)의 색소를 115°C에서 15분 열처리했을 때에도 안정적인 적색을 유지하였다는 보고⁹⁾가 있다. 이로 미루어 본 색소는 이들과 비교할 때 가열처리한 경우라도 색소잔존율이 높은 상태로서, 실제 식품에 적용할 경우 90°C에서 90분까지와 115°C에서 30분까지의 열처리에는 안정하리라 판단된다.

유기산의 영향

유기산이 색소에 미치는 영향을 알아보기 위하여 citric acid, lactic acid, acetic acid를 0.5 M의 농도가 되도록 첨가한 결과 Fig. 3에서와 같이 1일 후에 각각 170.1, 160.9, 132.4%의 농색화 현상을 나타내었으며, 20일까지도 대조구가 85.5%인데 비하여 각각 153.1, 145.5, 116.7%를 나타내었다. 즉 유기산 첨가구는 20일 저장 후 대조구에 비하여 각각 179.0, 170.1, 136.4%를 유지하고 있는 것으로서 이들 유

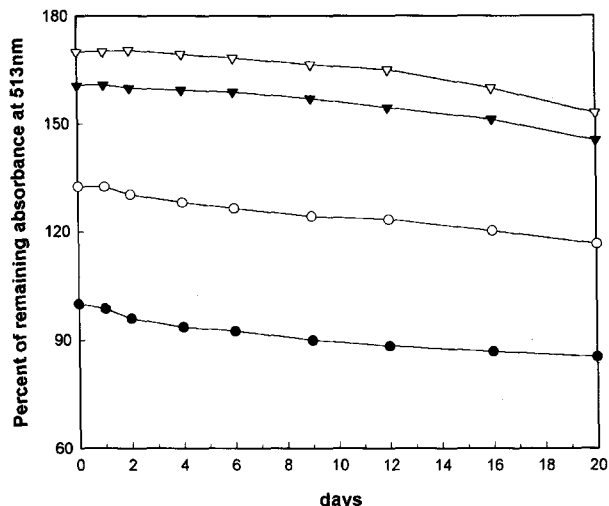


Fig. 3. Effect of organic acid on the stability of anthocyanin pigments prepared in the dark at 25°C. ●—●: none, ○—○: acetic acid, ▼—▼: lactic acid, ▽—▽: citric acid.

기산이 citric acid, lactic acid, acetic acid의 순으로 색소의 농색화에 상당한 효과가 있다는 것을 알 수 있었다. 이는 재배 오미자의 경우 citric acid가 122%의 농색화현상을 나타내었다는 보고¹²⁾, 유색미와 자색고구마색소의 경우 citric acid의 효과가 가장 좋았다는 보고^{15,17)}와 acetic acid, citric acid의 첨가가 40일까지도 대조구에 비하여 상당한 효과가 있었다는 Ohta와 Osajima의 보고⁹⁾와 동일한 경향을 나타내는 것이다.

금속이온의 영향

8종의 금속이온이 색소에 미치는 영향을 검토한 결과 Table 2와 Table 3에서와 같이 1.0×10⁻³M 농도가 되도록

Na⁺, K⁺, Ca²⁺을 첨가한 경우와 대조구가 20일까지도 85%의 색소잔존율을 나타내었다. Mg²⁺의 경우도 20일까지 80%의 색소잔존율을 나타내었으나, Mn²⁺의 경우 6일까지만 85%, 20일까지는 70%의 색소잔존율을 나타내었다. 한편 1.0×10⁻²M 농도가 되도록 첨가한 경우 Mg²⁺이 20일까지도 92%의 색소잔존율을 보인 것을 비롯하여 Na⁺, K⁺, Ca²⁺과 대조구가 86%의 색소잔존율을 나타내었으며 Mn²⁺도 82%의 색소잔존율을 나타내었다. 이는 10 mM 및 100 mM농도의 Na⁺, K⁺, Ca²⁺, Mg²⁺이 유색미색소에 저장 21일까지도 농색화효과를 나타내었다는 보고¹⁵⁾와 Na⁺, K⁺에 의하여 40일까지도 농색화현상을 나타내었다는 포도쥬스에 대한 보고⁸⁾ 및 Mn²⁺이 대조구와 유사한 안정성을 나타내었다는 보고¹³⁾와는 동일한 경향이지만 Mn²⁺에 의하여 저해를 받는다는 보고^{15,17)}와는 상이한 상태를 나타내었으나 이는 시료간의 차이에 의한 것으로 판단된다. Cu²⁺의 경우는 농도에 따라 1~2일 경과 후부터 적색을 소실하고 녹색으로 변색되었으며 Fe³⁺의 경우는 농도에 관계없이 첨가 직후 자색을 나타내다가 급격하게 황갈색으로 퇴색되었으므로 이들의 안정성은 측정하지 않았다. 이는 Cu²⁺의 경우 자색고구마색소에 10 ppm과 100 ppm의 농도로 각각 첨가 시 대조구의 72.5~103.2%의 효과를 나타내었다는 보고¹⁷⁾ 및 꽃잎맨드라미색소에 10 ppm과 30 ppm의 농도로 각각 첨가 시 대조구의 66.8~93.1%의 효과를 나타내었다는 보고¹³⁾와는 상이한 결과를 나타내는 것이다. Al³⁺의 경우 농도에 관계없이 1일 경과 후부터 자색으로 변색되었으며 1.0×10⁻¹M의 농도가 되도록 첨가하여 24시간 경과 후 흡수스펙트럼을 측정된 결과 비처리구에 비하여 12 nm 심색이동되어 anthocyanin계 색소가 Al³⁺에 의하여 심색이동 된다는 여러 보고^{5,20,22)}와 동일한 상태를 나타내었다. 이는 꽃잎맨드라미색소에 10 ppm과 30 ppm, 자색고구마에 10 ppm과 100 ppm의 농도로 Al³⁺을

Table 2. Effect of metal ions on the stability of anthocyanin pigments prepared in the dark at 25°C

Metal	Days									
	0	1	2	4	6	9	12	16	20	
None	100.00	98.55	96.19	94.19	92.20	90.02	89.29	86.75	86.21	
NaCl		98.00	95.64	93.65	91.65	91.11	88.02	85.66	85.12	
KCl		98.19	96.01	94.01	92.20	91.29	88.93	85.66	85.12	
MgCl ₂		98.91	96.73	94.92	93.39	89.84	84.75	81.11	80.22	
CaCl ₂		98.00	96.01	94.19	93.10	92.56	90.56	87.30	86.75	
MnCl ₂		98.00	95.28	91.29	86.03	77.86	74.23	70.96	70.24	

*Percent of remaining absorbance at 513 nm.
**The concentration of cation was 1.0×10⁻³M.

Table 3. Effect of metal ions on the stability of anthocyanin pigments prepared in the dark at 25°C

Metal	Days									
	0	1	2	4	6	9	12	16	20	
None	100.00	98.55	96.19	94.19	92.20	90.02	89.29	86.75	86.21	
NaCl		98.73	97.10	95.28	93.65	91.83	90.20	88.02	87.30	
KCl		98.37	96.55	94.92	93.47	92.20	91.11	89.11	88.20	
MgCl ₂		102.00	100.00	98.37	97.64	96.73	96.01	94.01	92.92	
CaCl ₂		100.73	98.55	96.55	95.10	93.28	92.20	89.11	88.38	
MnCl ₂		102.90	100.18	96.91	93.65	88.20	86.57	83.48	82.94	

*Percent of remaining absorbance at 513 nm.
**The concentration of cation was 1.0×10⁻²M.

Table 4. Color properties of anthocyanin pigments prepared at different pHs after 4 hr at 25°C

pH	λ_{max}	Abs at λ_{max}	Abs at 513 nm	shift	hunter value*			color
					L	a	b	
1.08	513	2.283	2.283	-	61.41	37.83	35.45	red
1.95	513	1.844	1.844	-	63.99	37.65	33.67	red
2.96	514	1.299	1.298	+ 1	66.62	33.15	29.00	red
3.95	517	0.678	0.675	+ 4	73.29	24.67	21.35	reddish purple
5.03	525	0.340	0.355	+ 12	79.16	13.59	17.19	reddish purple
6.07	526	0.297	0.293	+ 13	80.59	6.59	17.70	purplish red
7.09	542	0.409	0.391	+ 29	74.45	-0.69	21.04	blueish red
8.05	569	0.854	0.687	+ 56	57.24	-15.25	22.03	blueish violet
8.89	569	0.934	0.750	+ 56	56.57	-18.20	23.24	blueish violet
9.92	572	0.832	0.663	+ 59	59.04	-16.08	23.44	blueish gray

*Hunter value reference: L; 100.09, a; 3.13, b; 10.92.

**Condensed pigment was dissolved in 75 folds each buffer.

첨가 시 각각 대조구의 83.4~105.2%와 98.9~108.3%의 상당한 안정성 효과를 나타내었다는 보고^{13,17)}가 있으나, 본 색소는 적색이 자색으로 변색되었으므로 적색에 대한 안정화 효과와는 상이한 결과라 하겠다.

pH의 영향

pH의 증가에 따른 색소의 변화는 Fig. 4 및 Table 4에서와 같이 pH 1.08과 pH 1.95인 경우 최대흡수파장이 513 nm, pH 2.96에서 514 nm, pH 3.95에서 517 nm로서 pH의 증가에 따라 미미하게 심색이동 되었으며, 가시적으로도 적색을 나타내었다. 그러나 pH 5.03에서 525 nm, pH 6.07에서 526 nm, pH 7.09에서 542 nm, pH 8.05에서 569 nm, pH 8.89에서 569 nm, pH 9.92에서 572 nm로서 pH 1.08을 기준으로 pH의 증가에 따라 pH 5.03에서의 12 nm로부터 pH 9.92에서의 59 nm까지 심색이동 되었으며, pH 1.08에서 Hunter의 a 값이 37.83, pH 3.95에서는 a 값이 24.67로서 적색을 유지하였으나 pH 5.03에서 a 값이 13.59로 급격히 저하되기 시작하며 자색을 나타내기 시작하였다. 이는 anthocyanin이 pH 증가에 따라 유색의 flavylium 양이온이 무색의 carbinol pseudobase로 전환되며, pH 2.5 이하의 경우 유색의 flavylium 양이온이 무색의 carbinol보다 우세하고 pH 5.0까지는 flavylium이 우세하지만 pH 5이상이면 quinonoidal base가 우세해지고 점차 청적색으로 변한다는 보고^{5,7,16)}와 동일한 경향이다. 또한 pH 6.03에서 16 nm, pH 7.13에서 34 nm, pH 8.01에서 54 nm 심색이동 되었다는 보고⁹⁾와 pH 2.0에 비하여 pH 5에서 32 nm, pH 7에서 57 nm, pH 9에서 70 nm 심색이동 되었다는 보고¹⁵⁾와도 동일한 경향을 나타내었다. 한편 pH 1.08의 경우 513 nm에서의 흡광도값이 2.283이었으며 pH 1.95의 1.844, pH 2.96의 1.298, pH 3.95의 0.675, pH 5.03의 0.355, pH 6.07의 0.293으로 급격하게 감소하여, pH 1.08을 기준으로 하여 pH 1.95의 경우 80.77%, pH 2.96의 56.86%, pH 3.95의 29.57%, pH 5.03의 14.67%, pH 6.07의 12.83%의 색소잔존율을 나타내었다. 이는 pH가 중성에 가까울수록 anthocyanin이 안정한 양이온형으로부터 불안정한 비 이온형으로 되기 때문에 색소파괴가 많았다는 보고⁹⁾와 산성조건일수록 흡광도값이 증가하며 pH의 증가에 따라

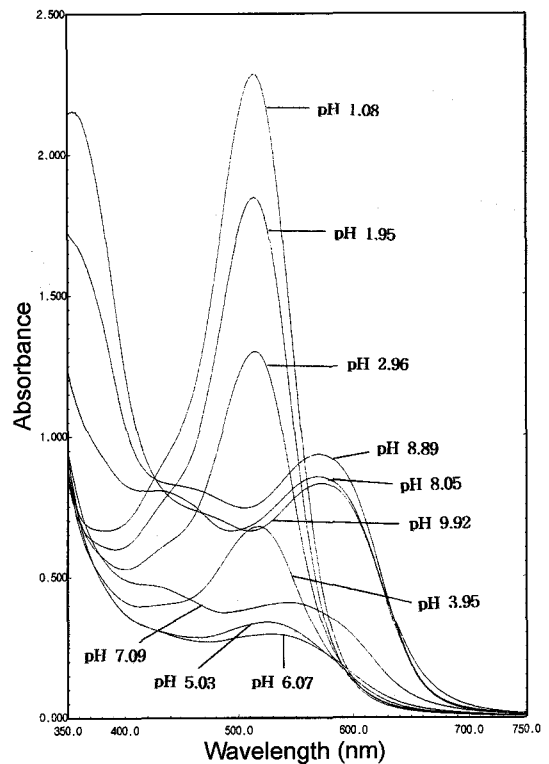


Fig. 4. Visible spectra of anthocyanin pigments prepared at different pHs after 4hr at 25°C.

흡광도값이 감소한다는 보고^{10,12,14,16)}와 일치한다.

참고문헌

1. Kim, S. U. and Kim, J. G. (1990) Pigment production in *Monascus anka*. *J. Korean Agric. Chem. Soc.* **33**(3), 239-246.
2. Kim, Y. H. and Lee, S. S. (1994) A study on pigments from *Rhodopila globiformis* by acetone extraction : stability of red pigments. *J. Korean Soc. Food Nutr.* **23**(1), 125-129.
3. Shim, K. H., Kang, K. S., Choi, J. S., Seo, K. I. and Moon, J. S. (1994) Isolation and stability of anthocyanin pigments in grape peels. *J. Korean Soc. Food Nutr.* **23**(2), 279-286.
4. Giusti, M. M. and Wrolstad, R. E. (1996) Characterization of

- red radish anthocyanins. *J. Food Sci.* **61**(2), 322-326.
5. Bakker, J. and Timberlake, C. F. (1997) Isolation, identification, and characterization of new color-stable anthocyanins occurring in some red wines. *J. Agric. Food Chem.* **45**(1), 35-43.
 6. Price, C. L. and Wrolstad, R. E. (1995) Anthocyanin pigments of royal okanogan huckleberry juice. *J. Food Sci.* **60**(2), 369-374.
 7. Mazza, G. and Brouillard, R. (1987) Color stability and structural transformations of cyanidin 3,5-diglucoside and four 3-deoxyanthocyanins in aqueous solutions. *J. Agric. Food Chem.* **35**(3), 422-426.
 8. Ohta, H. and Osajima, Y. (1978) Effect of inorganic salts on anthocyanin pigments from juice of campbell early grapes. *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi* **25**(2), 73-77.
 9. Ohta, H. and Osajima, Y. (1978) Effect of organic acids on anthocyanin pigments from juice of campbell early grapes. *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi* **25**(2), 78-82.
 10. Cormier, F., Couture, R., Do, C. B., Pham, T. Q. and Tong, V. H. (1997) Properties of anthocyanins from grape cell culture. *J. Food Sci.* **62**(2), 246-248.
 11. Baublis, A., Spomer, A. and Berber-Jimenez, M. D. (1994) Anthocyanin pigments : comparison of extract stability. *J. Food Sci.* **59**(6), 1219-1221.
 12. Yang, H. C., Lee, J. M. and Song, K. B. (1982) Anthocyanins in cultured Omija (*Schizandra chinensis* Baillon) and its stability. *J. Korean Agric. Chem. Soc.* **25**(1), 35-43.
 13. Kim, K. S., Lee, S. J. and Yoon, T. H. (1979) Studies on the utilization of plant pigments II. stability of anthocyanin pigments in Ganges Amaranth. *Korean J. Food Sci. Technol.* **11**(1), 42-49.
 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. *Agric. Chem. and Biotechnol.* **39**(3), 245-248.
 15. Yoon, J. M., Cho, M. H., Hahn, T. R., Paik, Y. S. and Yoon, H. H. (1997) Physicochemical stability of anthocyanins from a korean pigmented rice variety as natural food colorants. *Korean J. Food Sci. Technol.* **29**(2), 211-217.
 16. Kim, S. J., Rhim, J. W., Lee, L. S. and Lee, J. S. (1996) Extraction and characteristics of purple sweet potato pigment. *Korean J. Food Sci. Technol.* **28**(2), 345-351.
 17. Lee, L. S., Rhim, J. W., Kim, S. J. and Chung, B. C. (1996) Study on the stability of anthocyanin pigment extracted from purple sweet potato. *Korean J. Food Sci. Technol.* **28**(2), 352-359.
 18. Wang, H., Nair, M. G., Iezzoni, A. F., Strasburg, G. M., Booren, A. M. and Gray, J. I. (1997) Quantification and characterization of anthocyanins in balaton tart cherries. *J. Agric. Food Chem.* **45**(7), 2556-2560.
 19. Cemeroglu, B., Velioglu, S. and Isik, S. (1994) Degradation kinetics of anthocyanins in sour cherry juice and concentrate. *J. Food Sci.* **59**(6), 1216-1218.
 20. Du, C. T., Wang, P. L. and Francis, F. J. (1975) Anthocyanins of ornamental cherries. *J. Food Sci.* **40**, 1142-1144.
 21. Shrikhande, A. J. and Francis, F. J. (1973) Anthocyanin pigments of sour cherries. *J. Food Sci.* **38**, 649-651.
 22. Dekazos, E. D. (1970) Anthocyanin pigments in red tart cherries. *J. Food Sci.* **35**, 237-241.
 23. Mazza, G. and Miniati, E. (1993) Anthocyanins in fruit, vegetables and grains. chapter 3, pp 57-64, CRC Press, USA.

The Characterization of Anthocyanin Pigments Prepared from Cherry (*Prunus serrulata* L. var. *spontanea* Max. Wils.) for the Potential Sources of Red Colorant

Yong Hwan Kim(Major of Foods and Biotechnology, Division of Natural Sciences, Kyonggi University, Suwon 442-760, Korea)

Abstract : The characteristics of anthocyanin pigments extracted from cherry(*Prunus serrulata* L. var. *spontanea* Max. Wils.) were investigated at the various conditions, such as light, temperature, organic acid, metal ion and pH. The pigments were fairly stable under the sunlight during the 20 days storage period at room temperature. The pigments covered with the Al-foil, as well as red, blue, green and yellow films, were very stable at pH 2.5. The high thermal stability (over the 64% at 115°C, 30 min) of the pigments in the dark at pH 2.5 was also found. In the presence of organic acid, the hyperchromic effect of red color was greatly increased in the dark at 25°C. Addition of metal ion, such as Na⁺, K⁺, Mg²⁺, Ca²⁺ and Mn²⁺, was contributed on the stability in color at pH 2.5 throughout 20 days storage period in the dark at 25°C. However, Cu²⁺ and Fe³⁺ caused the rapidly degradation of pigments, and Al³⁺ converted red color to blueish violet. The hyperchromic effect of the red color increased, as pH decreased. Therefore, these results indicated that cherry anthocyanin pigments might be used as the potential sources of natural red colorant for foods.

Key words : cherry (*Prunus serrulata* L. var. *spontanea* Max. Wils.), anthocyanin, red colorant, stability