

Isıl İşlem ve Depolama Koşullarının Nar Antosiyaninleri Üzerine Etkisi

Prof. Dr. Bekir CEMEROĞLU — Doç. Dr. Nevzat ARTIK

Ank. Üniv. Zir. Fak. Gıda Bilimi ve Tek. Bölümü — 06110 ANKARA

ÖZET

Bu araştırmada nar suyu antosiyaninleri üzerine ısıtma işlemi ve depolama süresinin etkileri incelenmiştir. Nar suyunda antosiyanin tayini esas olarak pH differansiyel metodu ile yapılmış ve dominant antosiyaninin Cyanidin-3 galaktosid olduğu spektral eğrinin analizinden anlaşılmıştır. Isıtma işlemi, nar suyu antosiyaninlerinin degradasyonu üzerine etkili faktör olduğu saptanmıştır. Ayrıca depolama sıcaklık derecesi ve süresi antosiyaninlerin stabilitesi üzerine önemli düzeyde etkide bulunmaktadır.

SUMMARY

THE EFFECTS OF HEATING and STORAGE CONDITIONS ON POMEGRANATE (*Punica granatum*) ANTHOCYANINS

In this research, the effect of heat-treatment and storage period on the pomegranate juice anthocyanins were investigated. The anthocyanin determinations were made by pH differential method. The dominant anthocyanin was found to be cyanidin-3 galactoside as assessed from the examination of spectral curve. It was found that most affective factor on the degradation of pomegranate juice anthocyanins is the degree heat treatment. In addition, the storage temperature and period is also considerably affective on the stability of pomegranate juice anthocyanins.

1. GİRİŞ

Nar (*Punica granatum*), taze halde tüketilmesi yanında meyve suyu ve şarap üretiminde de kullanılan bir meyvedir (TRESSLER ve JOSYLN, 1971). Bazı tipleri bakımından nar fazla miktarda antosiyanin içeren bir meyve olarak bilinmektedir. Nar suyunda, bulunan antosiyaninlerin, siyanidin-3-glukozit (Cy-3-G), delphinidin-3-glukozit (Dp-3-G), siyanidin-3-5 diglukozit (Cy-3-5-DG), delphinidin-3-5 diglukozit (Dp-3-5 DG), pelargonidin-3-glukozit (Pg-3-G) ve pelargonidin-3-5 diglukozitten (Pg-3-5 DG) iba-

ret olduğu yapılan araştırmalarla ortaya konulmuştur (HERRMANN, 1972 ve DU ve Ark., 1974).

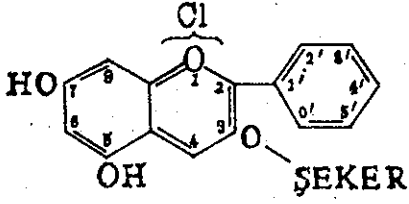
Ülkemizde nar suyu üretimi üzerinde yapılan bir araştırmada nar suyu üretim kriterleri ve bileşim unsurları belirlenmiştir. Bu araştırmaya göre, nar suyu örneklerinde çözünür kuru madde miktarı % 14,4-16,2, titrasyon asitliği % 1,46-2,05 ve indirgen şeker miktarı % 10,82-15,58 sınırları arasında değişim göstermektedir (CEMEROĞLU ve Ark., 1988).

Nar meyvesinin antosiyanin bileşiklerinin izolasyonu ve teşhisi üzerine çeşitli araştırmalar yapılmış ve ancak bu antosiyaninlerin ısıtma işlemi ve depolama koşullarına direnci konusunda yeterli çalışmaya rastlanmamıştır. Bu araştırma, konunun bu yönüne bir parça açıklık getirmek amacıyla ile gerçekleştirilmiştir.

Bilindiği gibi antosiyaninler, kimyasal olarak «2 fenil benzopirilyum» (flavylium) tuzlarının glukozillenmiş polihidroksi ve polimetoksi türevleridir. Antosiyaninler iki ana kısımdan oluşmaktadır. Bunlar şeker ve aglukon kısımlarıdır. Antosiyaninlerde şeker olarak, glukoz, ramnoz ve arabinoz gibi monosakkaritler bulunmaktadır. Disakkarit ve trisakkaritler belirtilen şekerlerin kombinasyonları şeklinde görülebilmektedir. Belirtilen şekerler daima 3 numaralı hidroksile bağlanmaktadır (VELİ-OĞLU, 1987; LUKTON ve Ark., 1966). Antosiyaninleri oluşturan ikinci kısım aglukon kısmıdır ve «antosiyanidin» adı ile anılmaktadır (Çizge 1).

Antosiyaninlerin birbirlerinden farkı, 3. halkada yer alan hidroksil ve metoksil gruplarından kaynaklanmaktadır. Antosiyanin yapısında hidroksil (OH) grupları artarsa renk, mavi, metoksil (OCH₃) grupları artarsa renk kırmızı olmaktadır (SOMERS, 1968).

Antosiyaninler ortam koşullarına bağlı olarak ısıtma işleminden az veya çok etkilenmektedirler. Isıtma etkisi; özellikle pH derecesi, oksijen varlığı ve şeker konsantrasyonuna bağlı olarak değişim göstermektedir (LUKTON ve Ark., 1966).



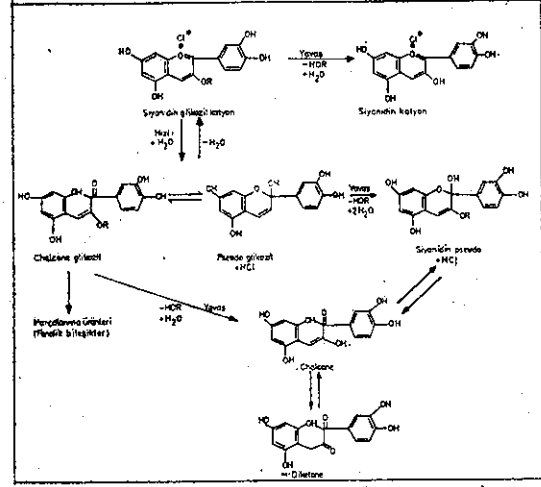
Çizge 1 : Antosiyaninin Kimyasal Formülü (SOMERS, 1968).

Üzüm sularında yapılan bir araştırmada 63°C'yi aşan ısı işlem uygulamalarında antosiyaninlerin parçalandığı ortaya konmuştur. Isıl işlemin antosiyaninlere olan etkisinin sınırlanması için ortamdaki oksijen uzaklaştırılıp, pH değerinin düşürülmesi zorunludur. Antosiyaninlerin ısı etki ile parçalanmasını açıklayan, iki farklı hipotez aşağıda sıra ile verilmiş bulunmaktadır (GOODWIN, 1976):

- 1 — Isı etkisi ile pryllium halkası hidroliktik olarak açılmakta öncelikle çalkon (Chalcone) oluşmakta, bunun sonucunda ise kahverenkli suda çözünmeyen fenolik bileşikler ortaya çıkmaktadır.
- 2 — Antosiyaninlerdeki 3-Glukozidik bağların hidrolizi ile aglukon formu ayrılmaktadır. Örn: Pelargonidin-3-Glukozit.

Antosiyaninlerin ısı parçalanması oksijen varlığında (aerobik) gerçekleştiği gibi oksijen yokluğunda da (anaerobik) gerçekleşmektedir. Siyanidin-3-Glukozitin anaerobik koşullarda ısı parçalanma mekanizması Çizge 2'de gösterilmiştir.

Antosiyanin içeren çözeltilerde şeker miktarı yüksek ise 100°C'ye ulaşan bir ısı işlem sonunda siyanidin 3-Glukozit kaybı oluşmaktadır. Bu kayıp antosiyaninlerdeki glukozidik bağların hidrolizi ile ortaya çıkmaktadır. Nar sularında şeker ve asit miktarları yüksek düzeyde (CEMEROĞLU ve Ark., 1988) olduğundan antosiyaninlerin ısı etki ile parçalanması kaçınılmazdır. Ortamda bulunan şekerlerden glukoz, sakkaroz, fruktoz ve ksiloz antosiyanin kaybını hızlandırıcı etkide bulunmaktadır (DARAVINGAS ve CAIN, 1968). Yapılan bir araştırmada, nar suyunda şekerlerden glukoz ve fruktoz bulunduğu



Çizge 2 : Siyanidin-3-Glukozitin Anaerobik Koşullarda Isıl Parçalanma Mekanizması (GOODWIN, 1976).

belirlenmiştir. Eseri miktarda bile olsa sakkaroz bulunmamaktadır (CEMEROĞLU, 1977). Şekerlerden fruktoz, sakkaroz oranla antosiyaninlerin parçalanması üzerine daha etkilidir (MACKINNEY ve Ark., 1955). Bu nedenle nar suyunda antosiyanin kaybının belirlenmesi gerekir.

Şekerler yanında, şekerlerin parçalanma ürünleri arasında antosiyaninler üzerine en etkin maddeler furfural ve 5-HMF dir. Ayrıca furfural ve 5-HMF'in türevlerinden levulinik ve formik asitin de antosiyaninlere olumsuz etki etmekte olduğu ancak etkilerinin daha sınırlı olduğu belirtilmektedir (GOODWIN, 1976).

Antosiyanin içeren gıda maddelerinde renk bozulmasına sadece antosiyaninin ısı parçalanması değil, renk, esmerleşmeleri de neden olmaktadır. Maillard tepkimesi sonucu oluşan bu esmerleşme reaksiyonlarına antosiyaninler kopolimer ögesi olarak katılmaktadırlar (CHICHESTER ve McFEETERS, 1971).

Nar sularında oda koşullarında 4 ay depolama ile durultulmamış olanlarda % 70, durultulmuş olanlarda ise % 80 düzeyinde renk kaybı ortaya çıkmıştır. Aynı kayıp buzdolabında ve aynı sürede depolamada, durultulmuş ve durultulmamış olanlarda sırasıyla % 9,8 ve % 3,0 düzeyindedir. Nar suyu konsantrisinde ise buzdolabında 4 ay depolamada % 9,7, oda sıcaklığında ise aynı sürede % 87,9 düzeyinde renk kaybı belirlenmiştir (CEMEROĞLU, 1977).

MATERYAL ve METOT

Araştırmada çeşit önemli görülmediğinden materyal olarak Ankara perakende halinden sağlanan nar (*Punica granatum*) örneği kullanıldı. Meyveler önce 4 parça kesildi. Daha sonra elle titizlikle danelenip, daneler tülbent içinde preslendi. Elde edilen nar suyuna farklı işlemler uygulanarak antosiyanin miktarlarındaki değişiklikler incelendi. İncelenen nar suyunun bazı bileşim unsurları aşağıdaki gibi belirlenmiştir: Çözünür kuru madde % 17,9, pH değeri 2,80, titrasyon asitliği % 1,52, formol sayısı 8, toplam şeker % 17,26, indirgen şeker % 15,28, sakkaroz % 1,87 ve tanen miktarı ise 1070 mg/L'dir.

Nar suyu örneklerine 4 farklı işlem uygulanmış ve bunlarda antosiyanin kaybı incelenmiştir. Bu işlemler aşağıda verilmiştir:

A — DOĞAL NAR SUYUNUN DOĞRUDAN DONDURULMASI: Bu amaçla presleme ile elde edilen nar suyu örnekleri -25°C de derin dondurucuda donmaya bırakılmış ve sonra 0,1, 2,3 ve 6 ay depolanıp, bu süreler sonunda antosiyanin analizleri uygulanmıştır.

B — NAR SUYUNUN ISITMA . SOĞUTMA ve DONDURULMASI. Preslenen nar suyu 2 dakika süreyle 85°C de ısıtılmış ve hemen soğutulmuştur. Soğutulan örnekler derin dondurucuda (-25°C) dondurmaya bırakılmış ve 0, 1, 2, 3 ve 6 ay süreyle depolandıktan sonra antosiyanin analizleri uygulanmıştır.

C — NAR SUYUNUN ISITILMASI ve ŞİŞELERE SICAK DÖLUM: Nar suyu örnekleri 85°C ye kadar ısıtıldı ve hemen şişelere sıcak dolduruldu ve soğutuldu. Örnekler laboratuvar koşullarında (20°C) ve buzdolabında (yaklaşık 4°C) 0, 1, 2, 3 ve 6 ay depolanıp antosiyanin analizleri yürütülmüştür.

D — NAR SUYUNUN DEĞİŞİK SÜRELERLE ISITMA ve DONDURULMASI: Nar suyu örnekleri geri soğutucuda 85°C de, 1, 5, 10, 20, 25, 30, 45, 60 ve 120 dakika ısıtıldı ve beklemeksizin soğutuldu. Böylece hazırlanmış örnekler, analiz anına kadar derin dondurucuda (-25°C) depolanmış ve sonra antosiyanin analizleri uygulanmıştır.

METOD :

1 — Doğal Nar Suyunun Spektral Eğrisinin Belirlenmesi: Antosiyanin analizlerinde absorbans maksimum dalga boyunun bilinmesi gerekmektedir. Her antosiyanin içeren gıda maddesinde hakim olan antosiyanin bileşiğine yani, antosiyanin kompozisyonuna göre farklı absorbans maksimumu söz konusudur. Bu nedenle doğal nar suyunda spektral eğri belirlenmiştir. Bu amaçla doğal nar suyu % 0,1 HCL içeren MeOH ile (1:1) oranında karıştırılmış, eter ile yıkanmış ve nihayet % 0,1 HCL içeren MeOH (metil alkol) ile seyretme faktörü 70 olacak şekilde seyreltme uygulanmıştır. Daha sonra 420-610 nm dalga boyları arasında absorbans değerleri belirlenmiştir.

2 — Toplam Antosiyanin Miktarı Tayini: Toplam antosiyanin miktarı 2 farklı yöntemle belirlenmiştir.

2.1. pH Differansiyel Yöntemi ile Toplam Antosiyanin Miktarının Tayini: Antosiyaninler, pH değerinin 1,0 olduğu durumda kuvvetli renkli oxonium (flavilium) formunda, pH değerinin 4,5 olması halinde ise karbinol formunda bulunmaktadır. Antosiyaninin bu özelliğinden pH differansiyel yönteminde yararlanılmaktadır (WROLSTAD, 1976). Bu amaçla seyreltik antosiyanin çözeltisinden birinin pH derecesi 1,0'e, diğeri ise 4,5'e ayarlanır. Bu iki çözeltinin maksimum dalga boyundaki absorbans farkı, antosiyanin içeriği ile orantılıdır. Antosiyanin miktarı hesabında maksimum dalga boyundaki absorbans farkından başka, aşağıda belirtilmiş bulunan diğer bazı verilere de gereksinim bulunmaktadır.

- a — İncelenen ekstraktaki hakim antosiyanin,
- b — Hakim antosiyaninin molar absorbansı,
- c — Ölçümde kullanılan tabaka kalınlığı (L), cm.'dir.

Bu verilerin de yer aldığı aşağıdaki eşitlikle antosiyanin miktarı hesaplanmıştır.

$$\text{Antosiyenin (mg/L)} = \frac{A}{\epsilon \cdot L} \cdot (MA) \cdot 10^3 \cdot S$$

A = Absorbans farkı
 ϵ = Hakim antosiyenin molar absorbansı
L = Tabaka kalınlığı (cm)
MA = Molekül ağırlığı
S = Seyreltme faktörü

Bu araştırmada nar suyunun spektral eğrisinde maksimum absorbans değeri 533 nm dalga boyunda saptanmıştır. Bu dalga boyunda maksimum absorbans değeri gösteren antosiyenin, siyanidin -3-galaktozittir (jdaeln) tir. Anılan antosiyenin molar absorbans değeri (% 1 HCL/MeOH) 30200 ve molekül ağırlığı ise 445'tir (GOODWIN, 1976). Hesaplamalarda bu değerler kullanılmıştır.

2.2. Tekli Yöntemle Antosiyenin Tayini : Antosiyenin miktarı, FULEKİ ve FRANCIS, (1968) tarafından belirtilen yöntemle saptanmıştır.

Renk Yoğunluğu Tayini : Renk yoğunluğu SOMERS ve EVANS (1974)'de tanımlanan yöntemle belirlenmiştir. Nar suyu örneklerinde 420,533 (abs. max.) ve 700 nm de absorbans değeri saptanmış ve renk yoğunluğu şu formülle hesaplanmıştır.

$$\text{Renk Yoğunluğu} = [A_{533} - A_{700}] + [A_{420} - A_{700}] \times S$$

A = Absorbans değeri
S = Seyreltme faktörü

3. Polimerik Renk : Polimerik renk miktarı SOMERS (1971)'de tanımlanan yöntemle belirlenmiştir. Bu yöntemlerde nar suyu örneklerine % 20'lik $K_2 S_2 O_5$ (Potasyum metabisülfid) ilave edilmiş 420,533 (abs. max) ve 700 nm de absorbans değerleri belirlenmiştir. Polimerik renk miktarı şu eşitlik yardımı ile hesaplanmıştır :
Polimerik Renk = $[(A_{533} - A_{700})] + [(A_{420} - A_{700})] \times S$

4. Tanen Kontribüsyonu : Bu yöntemle tanenli pigmentlerin toplam renk yoğunluğundaki oranı veya tanenden kaynaklanan renk oranı hesaplanabilir (SOMERS, 1971).

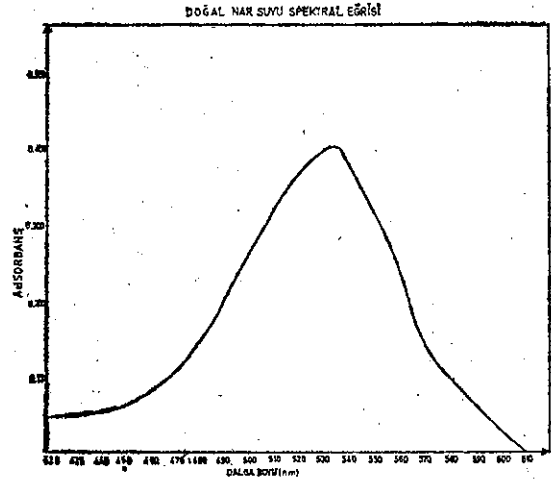
$$\text{Tanen Kontribüsyonu (\%)} = \frac{\text{Polimerik Renk}}{\text{Renk Yoğunluğu}}$$

5. Antosiyenin Rengi Tayini : Kontrol örneğinin ve $K_2 S_2 O_5$ (Potasyum metabisülfid) ile ağartılmış örneğin maksimum (533) dalga boyundaki absorbans değerinin farkından hesaplanabilir (WROLSTAD, 1976).

ANALİZ SONUÇLARI

Doğal Nar Suyunun Spektral Eğrisi :

Doğal nar suyunun spektral eğrisi çizilmiş ve maksimum dalga boyu 533 nm de belirlenmiştir. Bu dalga boyunda pik veren antosiyenin siyanidin -3-galaktozittir (GOODWIN, 1976). Doğal nar suyunun spektral eğrisi Çizge 3'de gösterilmiştir.



Çizge 3 : Doğal Nar Suyunun Spektral Eğrisi.

A — Doğrudan Dondurulmuş Doğal Nar Suyunda Antosiyindeki Değişmeler : Nar suyunun doğrudan hiç bir işlem yapılmadan dondurulmasıyla yapılan deneylere ait analiz sonuçları çizelge 1 de gösterilmiştir.

Çizelge 1 de görüleceği gibi doğal nar suyu pH differansiyel yöntemi ile belirlenen antosiyenin miktarı 315,95 (mg/L) dir. Depolama süresince bu antosiyenin miktarında birinci ayda % 46,65, ikinci ayda % 50,65, üçüncü ayda % 54,93 ve altıncı ayda ise % 64,07 düzeyinde bir antosiyenin kaybı söz konusudur. Antosiyenin miktarı tekli yöntemle de belirlenmiş ve yakın sonuçlar bulunmuştur.

B — Nar Suyunun Isıtma, Soğutma ve Dondurulması : Bu araştırmada uygulanan diğer bir yöntem nar suyunun ısıtma ve soğutma

işlemlerini takiben dondurulmasıdır. Bu uygulamaya ilişkin analiz sonuçları çizelge 2'de gösterilmiştir.

Çizelge 2 de görüleceği gibi ısıtma, soğutma ve dondurulma ile antosiyanin miktarında ısıl işlem uygulanması nedeniyle kayıp yüksek

düzyededir. Doğal nar suyunda 315,95 (mg/L) olan antosiyanin miktarı ısıtımdan sonra 113,73 (mg/L) ye düşmüştür. Antosiyanin kayıp miktarları depolamanın birinci ayında % 64,97, ikinci ayında % 66,52, üçüncü ayında % 66,94 ve altıncı ayında ise % 67,33 düzeyindedir.

Çizelge 1: Doğrudan Dondurulmuş Doğal Nar Suyuna Ait Analiz Sonuçları.

ANALİTİK ÖZELLİK	DEPOLAMA SÜRESİ (Ay)				
	0	1	2	3	6
Antosiyanin					
pH Differansiyel (mg/L)	315,95	168,59	155,45	142,42	113,54
Tekli (mg/L)	292,4	187,9	142,8	135,1	134,8
Polimerik Renk	0,545	0,443	0,479	0,689	0,800
Renk Yoğunluğu	17,63	13,78	15,87	8,94	8,16
Tanen Kontribüsyonu (%)	0,030	0,032	0,034	0,077	0,098
Antosiyanin Rengi	18,37	17,92	25,42	27,64	23,85

Çizelge 2 : Nar Suyunun Isıtma, Soğutma ve Dondurulması Sonucu Elde Edilen Örneklere İlişkin Analiz Sonuçları.

ANALİTİK ÖZELLİK	DEPOLAMA SÜRESİ (Ay)				
	0	1	2	3	6
Antosiyanin					
pH Differansiyel (mg/L)	113,73	110,70	105,81	104,48	103,24
Tekli (mg/L)	121,8	109,7	104,6	106,8	101,0
Polimerik Renk	0,316	0,447	0,452	0,448	0,430
Renk Yoğunluğu	3,87	6,54	6,23	5,40	6,22
Tanen Kontribüsyonu (%)	0,081	0,068	0,072	0,082	0,069
Antosiyanin Rengi	25,39	24,35	28,95	25,39	18,22

C — Nar Suyunun Isıtma ve Şişelere Dolumu : Nar suyu örnekleri ısıtılıp, oda koşullarında ve buzdolabında ve belirli süre saklanmıştır. Böylece hem ısıl işlem hem de farklı depolama koşullarının etkisi birlikte incelenmiştir. Bu konuda elde edilen bulgular Çizelge 3'de gösterilmiştir.

Çizelge 3'de görüleceği gibi nar suyunun ısıtılması ile antosiyanin miktarı 114,83 ve 114,89 mg/L olarak belirlenmiştir. Aynı değer denemede 113,73 olarak bulunmuştur (Çizelge 2).

Antosiyanin kaybı oda koşullarında 1, 2, 3 ve 6. ay depolama sonunda sırasıyla % 63,63, % 69,8, % 77,51, % 77,48, % 89,09 düzeyindedir. Aynı kayıp miktarları buzdolabında de-

polamada % 60,73, % 63,8, % 64,72, ve % 67,77 düzeyinde gerçekleşmiştir (Çizge 4).

D — Nar Suyunun Değişik Sürelerde Isıtma ve Dondurulması : Nar suyu örnekleri geri soğutucuda farklı sürelerde ısıtılarak elde edilen örnekler hemen soğutulup analiz anına dek -25°C de korundu. Analizler hemen gerçekleştirildi. Elde edilen bulgular Çizelge 4'de verilmiş durumdadır.

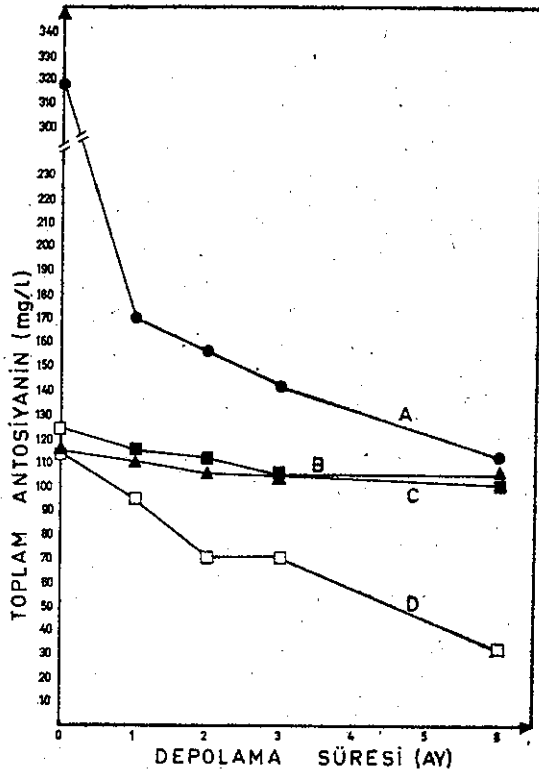
Çizelge 4'de görüleceği gibi ısıtma süresine bağlı olarak antosiyanin kaybı artmaktadır. Antosiyanin kaybı 1, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 45, 60 ve 120 dakika ısıtma sonunda sırasıyla % 59,9, % 63,63, %65,08, % 65,53, % 66,81, % 67,88, % 68,7, % 73,55, % 74,89, ve % 75,95'dir.

Çizelge 3 : Nar Suyunun Isıtma ve Şişelere Sıcak Dolumu İle Elde Edilen Örnek lere İlişkin Analiz Sonuçları.

ANALİTİK ÖZELLİK	ODA KOŞULLARINDA (20°C) DEPOLAMA (AY)						BUZDOLABINDA DEPOLAMA (4°C) (AY)					
	0	1	2	3	6	0	1	2	3	6		
Antosiyanin												
pH Differansiyel (mg/L)	114,93	95,43	71,08	71,06	31,96	114,89	114,38	111,49	104,86	101,84		
Tekli (mg/L)	112,1	89,1	72,9	68,9	35,3	120,8	113,1	106,6	95,4	95,6		
Polimerik Renk	0,453	0,215	0,483	0,548	0,470	0,487	0,447	0,396	0,322	0,272		
Renk Yoğunluğu	7,38	4,49	4,212	4,78	—	7,89	6,52	6,12	6,02	6,28		
Tanen Kontribüsyonu (%)	0,061	0,047	0,114	0,114	—	0,061	0,114	0,015	0,053	0,043		
Antosiyanin Rengi	17,48	7,205	22,51	17,94	0,742	17,69	24,30	11,37	12,77	7,14		

Çizelge 4 : Nar Suyunun Değişik Sürelerde Isıtılması ve Dondurulması Sonucu Elde Edilen Analiz Sonuçları.

ANALİTİK ÖZELLİK	ISITMA SÜRESİ (Dakika)											
	1	5	10	15	20	25	30	45	60	120		
Antosiyanin												
pH Differansiyel (mg/L)	126,42	114,93	110,36	108,92	104,89	101,49	98,90	83,52	79,36	76,01		
Tekli (mg/L)	118,9	111,0	101,1	108,5	108,80	96,5	94,5	76,1	78,0	72,40		
Polimerik Renk	0,554	0,403	0,600	0,650	0,647	0,476	0,652	0,618	0,580	0,872		
Renk Yoğunluğu	8,316	6,948	7,413	7,38	7,548	6,035	7,00	5,16	5,74	5,838		
Tanen Kontribüsyonu (%)	0,066	0,058	0,080	0,088	0,086	0,078	0,093	0,119	0,101	0,149		



Çizge 4 : Nar Antosiyaninin Deneş Koşulları ve Depolama Koşullarından Etkilenme Durumu.

- A = Doğrudan Dondurulmuş, Dondurularak Depolanmış Doğal Nar Suyu
 B = Nar Suyunun Isıtma, Soğutma ve Dondurularak Muhafazası
 C = Nar Suyunun Isıtma ve Şişelere Sıcak Dolumu, Oda ve Buzdolabında Muhafazası
 D = Nar Suyunun Değişik Sürelerde Isıtılması.

K A Y N A K L A R

- 1 — CEMEROĞLU, B., 1977. Nar Suyu Üretim Teknolojisi Üzerinde Araştırmalar. Ank. Üniv. Zır. Fak. Yayını : 664, 71 S.
- 2 — CEMEROĞLU, B., N. ARTIK ve O. YÜNCÜLER, 1988. Nar Suyu Üzerinde Araştırmalar Doğa Bilim Der. D. 12, S. 322-334.
- 3 — CHICHESTER, C.O. ve R.F., McFEETERS, 1971. In «The Biochemistry of Fruit and Their Products» (A.C. Hulme, ed.) Vol 2. 707 - 719

4 — DARAVINGAS, G. ve R.F., CAIN, 1968. Thermal Degradation of Black Raspberry Anthocyanin Pigments In Model Systems. J. Food Sci. 33. 138-142

5 — DU, C.T., P.L., WANG ve F.J., FRANCIS, 1974. Cyanidin-3-Laminariobioside In Spinach Red Onion (Allium cepa L.) Journal of F. Science. 39: 1265.

6 — FULEKI, T. ve F.J., FRANCIS, 1968. Determination of Individual Anthocyanins In Cranberry and Cranberry Juice. Journal of Food Science Vol. 33. 471-478.

7 — GOODWIN, T.W., 1976. Chemistry and Biochemistry of Plant Pigments Vol. 1. Academic Press London 870. S.

8 — HERMAN, K., 1972. Über das Vorkommen und Die Bedeutung Der Anthocyanine in Lebensmitteln 2. Lebensm. Unter-Forsch. 143, 290-302.

9 — LUKTON, A., C.O., CHICHESTER, ve G. MACKINNEY, 1966. The Breakdown of Strawberry Anthocyanin Pigment. Food Tech. 10, 427-432.

10 — MACKINNEY, G., A. LUKTON ve C.O., CHICHESTER, 1955. Strawberry Preserves by a Low Temperature Process. Food Tech. 9, 324-326.

11 — SOMERS, T.C., 1968. Pigment Profiles of Grapes and Wines. Vitis 7: 303-320.

12 — SOMERS, T.C., 1971. The Polymeric Nature of Wine Pigments. Phytochem. 10, 2175-2186.

13 — SOMERS, T.C. ve M.E. EVANS, 1979. Grape Pigment Phenomena Interpretation of Major Colour Losses During Vinification. J. Sci. Food Agric 30, 623-633.

14 — TRESSLER, D.K. ve M.A. JOSLYN, 1971. Fruit and Vegetable Juice Production. The Avi Publ. Comp, Inc. New York. 962 S.

15 — VELLIOĞLU, S., 1987. Renklere ve Aromasıyla Gıdalarımız. TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi. 236, 27-29.

16 — WROLSTAD, R.E., 1976. Color and Pigment Analyses In Fruit Products. Orego Agr. Exp. Sta. Bull. No: 264 OR.