

A. MEYVE ve SEBZE TEKNOLOJİSİ

A1. Meyve Suyu Durultma Deneyi

1. Genel Bilgi

Meyvenin preslenmesiyle elde edilen meyve ham suyu, çoğu çıplak gözle tek tek görülemeyen ancak toplamları meyve suyuna bulanık bir görüntü veren farklı irilikte meyve dokusu parçacıkları, protein-tanen kompleksleri, çözünmeyen proteinler, aktif enzimler, canlı ve ölmüş mikroorganizmalar gibi unsurları süspansiyon yapmış halde içermektedir. Meyve suyunda bu kaba dispers parçacıkların yanında pektin-kalıntı pektin, nişasta, protein gibi kolloidal halde çözülmüş çeşitli maddeler de bulunmaktadır. Bu kolloidler, bizzat bulanıklık nedeni olmasalar da kaba dispers parçacıkları ortamda stabil halde tuttukları, onların meyve suyundan ayrılmalarını engelledikleri için bulanıklığa neden olan esas unsurlardır (Cemeroğlu ve Karadeniz 2004). Buna göre meyve sularının durultulabilmesi için öncelikle kolloid sorunu çözülmelidir. Bu nedenle, meyve sularının durultulması; depektinizasyon ve berraklaştırma olmak üzere iki aşamadan oluşmaktadır.

- Depektinizasyon (enzim uygulamasıyla pektin, nişasta gibi kolloidlerin parçalanması),
- Berraklaştırma (bentonit, jelatin, kizelsol gibi durultma yardımcı maddeleri kullanılarak bulanıklık unsurlarının uzaklaştırılması)

2. Depektinizasyon

2.1 Materyal: Materyal olarak "elma suyu" kullanılacaktır. Elma suyuna işlenecek elmalar; taze, olgun, bozulmamış ve asitliği yüksek olmalıdır. Yıkama ve ayıklama aşamalarından sonra; belirtilen özelliklerdeki elmalar, preslemede kullanılacak prese uygun büyüklükte parçalanır ve elde edilen mayşe paketli preste preslenir. Preslemede mayşe kalınlığı 3–5 cm olacak şekilde ayarlanmalı ve basınç kademeli olarak artırılmalıdır. Presten alınan elma ham suyu, santrifüjden geçirilerek kaba katı parçacıklar ayrılır. Daha sonra durultma ve filtrasyon işlemleri uygulanır.

2.2 Kimyasallar

Etil alkol (%96) — iyot çözeltisi (%10)

İyot çözeltisi (%10) :100 mL'lik balonda 0.1 g iyot 10 mL etil alkolde çözüldürüldükten sonra, üzerine 2 g potasyum iyodür eklenip, balon damıtık su ile işareti kadar tamamlanır.

2.3 Gereçler

Beher — Pipet, 1; 5 ve 10 mL'lik — Test tüpleri, 10 mL'lik cam kapaklı — su banyosu, 50°C'de

2.4 İşlem

Bu işlemde, presten alınan meyve suyuna; pektolitik ve gerekirse amilolitik enzim eklenerek, koruyucu kolloid olan pektin ve varsa nişasta parçalanır. Pektinin parçalanmasıyla, negatif

yüklü pektin kılıfından kurtulan pozitif yüklü proteinler, artık flok oluşturabilme niteliği kazanmıştır.

- Elma suyu önce 90 °C'ye ısıtılarak nişasta çirşlendirilir ve nişastaya enzimatik parçalanmaya uygun bir nitelik kazandırılır. Aynı zamanda, ısıtmaıyla; polifenoloksidaz enzimi inaktive edilmiş, böylece; renk esmerleşmesi önlenmiş olur.
- Nişastanın parçalanması için α -amilaz kullanılacaksa, elma suyu 20 °C'ye; amiloglukozidaz kullanılacaksa, 50 °C'ye soğutulur. Sıcaklığın bu sıcaklıklarda sabit tutulabilmesi için elma suyu, su banyosunda tutularak depektinizasyon işlemi gerçekleştirilir (Cemeroğlu ve Karadeniz 2004).
- Durultmada pektolitik ve amilolitik enzimler genellikle aynı anda ve aynı sıcaklıkta uygulanmaktadır.
- Pektolitik ve amilolitik enzimlerin optimum dozajının belirlenmesi için 5 ayrı beherin her birine 100 mL elma suyu konulur.
- Üretici firma tarafından öngörülen dozu da içine alan bir aralık seçilir ve enzim, artan dozda katılır ve karıştırılır. Örneğin; pektolitik enzim için önerilen dozaj 5 g/ton ise, deneme 2–10 g/ton (2, 4, 6, 8 ve 10 g/ton) dozaj; amilolitik enzim için önerilen dozaj 75 g/ton ise, deneme 25–125 g/ton (25, 50, 75, 100 ve 125 g/ton) dozaj aralığında uygulanabilir (Ekşi 1988).
- Beher içeriği karıştırıldıktan sonra; her 15 dakikada bir, her bir beherden 5 mL meyve suyu alınarak pektin varlığı alkol testi ve nişasta varlığı ise beherlerin her birinden tekrar 5 mL meyve suyu alınarak iyot testi ile kontrol edilir. Testlerden pozitif olan varsa 15 dakika daha beklenir. Her iki testten de negatif sonuç alındığında, elma suyu berraklaştırma aşamasına hazır demektir.

2.5 Kontrol Testleri

Alkol Testi: Bu testle meyve suyundaki pektinin parçalanma durumu izlenebilmektedir.

Bunun için;

- Bir tüpe 5 mL meyve suyu alınır.
- Üzerine 5 mL % 96'lık etil alkol, izopropil alkol veya aseton gibi polar bir organik çözücü eklenir.
- Tüpün ağzı kapatılıp, tüp iki kere alt-üst edilir.

** Eğer kalıntı pektin varsa jel oluşumu tüp kendi haline bırakıldıktan sonra birkaç dakika içinde ortaya çıkmaktadır. Oluşan jel, sıvının üst yüzeyinde bir katman halinde toplanmaktadır. İçinde küçük hava kabarcıkları bulunması tipiktir. Pektin parçalanmışsa bu durum gözlenmez.

İyot Testi: Bu testle meyve suyundaki nişastanın parçalanma durumu izlenebilmektedir. Nişastayı oluşturan amiloz iyot ile mavi, amilopektin ise menekşe renk verir. Nişastanın parçalanma düzeyine bağlı olarak oluşan renk giderek zayıflar ve nişasta tam olarak parçalandığında hiç renk gözlenmez. Bu test sonucunda viyole, mavi ve koyu kahve renk oluşmuşsa, nişastanın parçalanmadığı (iyot testi:+) anlaşılır. Eğer renk sarı (iyot çözeltilisinin rengi) ise, nişasta parçalanmış demektir (iyot testi:-). Kahve ve kırmızı renk gibi ara renkler, nişastanın parçalanmasının tam olarak gerçekleşmediğini gösterir. İyot ancak çirşlenmiş nişasta ile renk reaksiyonu verdiği için meyve suyu önce 90 °C'ye ısıtılır, daha sonra da kullanılan enzim niteliğine göre belli bir sıcaklığa soğutulur.

İyot testi için;

- Bir tüpe 10 mL meyve suyu alınır ve tüp yarı yatık konumda tutulurken, tüp duvarının üzerinden birkaç damla iyot çözeltisinin sıvı yüzeyine ulaşması sağlanır.

** Yüzeide oluşan renk incelenerek nişastanın parçalanma düzeyi hakkında fikir edinilir.

İyot testinin başka bir uygulaması da şöyledir:

- Bir tüpe 10 mL meyve suyu alınır.
- Üzerine 1 mL % 10'luk iyot çözeltisi eklendikten sonra tüp iyice karıştırılır.

** Oluşan renk incelenerek nişastanın parçalanma düzeyi hakkında fikir edinilir.

3. Berraklaştırma

3.1 Kimyasallar

Bentonit süspansiyonu (% 0.5) — Jelatin çözeltisi (% 1) — Kizelsol 30 çözeltisi (% 10)

Bentonit süspansiyonu (%0.5) :0.5 g bentonit bir beherde 50 mL demineralize su ile iyice karıştırılır ve en az 4–6 h şişmeye bırakılır. Daha sonra demineralize su ile 100 mL'ye tamamlanır. Bu süspansiyon 2 ay kullanılabilir. Ancak kullanılmadan önce iyice karıştırılmalıdır.

Jelatin çözeltisi (% 0.5) :0.5 g jelatin bir beherde 25 mL demineralize su içinde 15 dak. şişmeye bırakılır. Daha sonra 50 °C'ye kadar ısıtılarak çözünmesi sağlanır ve 100 mL'lik balona aktarılarak demineralize su ile hacme tamamlanır.

Kizelsol 30 çözeltisi (% 15):15 mL kizelsol 30, 100 mL'lik balonda demineralize su ile hacme tamamlanır. Bu çözelti 2 ay kullanılabilir. Ancak katılaşmasından/donmasından kaçınılmalıdır.

Kizelsol 30 çözeltisi (% 0.15):% 15'lik kizelsol çözeltisi iyice karıştırıldıktan sonra 100 mL'lik balona 1 mL alınır. Balon damıtık suyla hacme tamamlanır.

3.2 Gereçler

Beher — Mezür, 50 mL'lik — Erlenmayer — Balon joje, 100 mL'lik — Pipet, 10 mL'lik — Test tüpleri, 10 mL'lik cam kapaklı — Su banyosu, 50 °C'de — Hassas terazi — Spektrofotometre — 1 cm ışık yollu kuvarz spektrofotometre küveti — Türbidimetre

3.3 İşlem

Depektinizasyondan sonraki aşamadır. Bu amaçla meyve suyuna ön deneylerle saptanan dozajlarda "Durultma Yardımcı Maddeleri" eklenir. Bu aşamada flokleşme gerçekleşir.

Durultma yardımcı maddesi olarak bentonit, jelatin ve kizelsol kullanılır. Bunlar, suda çözünmüş kolloid nitelikteki bileşiklerdir. Bunlardan ;

Jelatin: Meyve suyu pH'sında pozitif yüklü olup, karşılaştığı negatif yüklü fenolik bileşiklerle floklar oluşturup çökerken diğer bulanıklık unsurlarını da beraberinde aşağı sürükler. Kullanılma dozajı meyve suyunun bileşimine bağlı olarak genellikle 100–300 g/ton arasında değişir (Ekşi 1988). Meyve suyuna % 5–10'luk çözelti olarak eklenir. Daima taze olarak hazırlanmalıdır.

Kizelsol: Durultmada jelatin kullanıldığı zaman mutlaka kullanılması gereken bir durultma yardımcı maddesidir. Durultmada aşırı jelatin kullanıldığında aşırı durulma, yani; meyve suyunda çözünmüş jelatin kalması tehlikesiyle karşılaşılabilir. Bu kalıntı jelatin daha sonra meyve suyunda sonradan bulanmaya neden olabilir. İşte meyve suyunun asit ortamında negatif yük kazanan kizelsol, meyve suyunda çözünmüş olarak kalabilecek pozitif yüklü jelatinle flok oluşturarak kalıntı jelatini ortamdan uzaklaştırır. Kullanılacak kizelsol % 15'likse jelatinin 5–10 misli; % 30'luksa jelatinin 3–5 misli kadar olmalıdır.

Bentonit: Meyve suyunda koloidal olarak çözünen bu maddenin esas etkisi adsorpsiyon gücüne dayanmaktadır. Ancak; meyve suyu pH'sında negatif yüklü olması nedeniyle, meyve suyunun negatif yüklü kolloid özelliğini de zenginleştirmekte ve önemli miktarda fenolik maddeyi de uzaklaştırmaktadır. Kullanılma dozajı meyve suyunun bileşimine bağlı olarak genellikle 250–500 g/ton arasında değişir (Ekşi 1988). Optimum bentonit dozajı sıcak-soğuk testiyle belirlenebilir.

Eğer soğuk durultma uygulanacaksa; işlem, 10°–20 °C'de bentonit-jelatin kombinasyonu kullanılarak gerçekleştirilir. Eğer sıcak durultma uygulanacaksa; işlem, 45°–50 °C'de bentonit-jelatin-kizelsol kombinasyonu ile gerçekleştirilir (Cemeroğlu ve Karadeniz 2004).

Berraklaştırma aşamasında optimum bentonit dozajının belirlenmesi için;

- 45°–50 °C'deki elma suyundan 6 ayrı deney tüpünün her birine 10 mL alınır.
- Üzerlerine 250, 300, 350, 400, 450 ve 500 g/ton dozaj karşılığı bentonit eklenir. Yani % 0.5'lik bentonit süspansiyonundan sırasıyla 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 0.9 ve 1.0 mL eklenir (Ekşi 1988).
- Her bir tüp karıştırılır ve berraklık durumu gözlenir.
- En iyi berraklığın gözleendiği dozaj, optimum bentonit dozajıdır.
- Bu dozaj daha büyük hacimde (100-250 mL) elma suyuna uygulanır ve bu elma suyunda optimum jelatin dozajı belirlenir. Endüstriyel uygulamalarda ise, daha büyük hacimlerle (1–2 L) çalışılmalıdır.

Berraklaştırma aşamasında "optimum jelatin dozajının" belirlenmesi için;

- Belirlenen optimum dozajda bentonit eklenmiş 45°–50 °C'deki elma suyundan 6 ayrı deney tüpünün her birine 10 mL alınır.
- Üzerlerine 50, 100, 150, 200, 250 ve 300 g/ton dozaj karşılığı jelatin eklenir. Yani % 0.5'lik jelatin çözeltisinden sırasıyla 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5 ve 0.6 mL eklenir (Ekşi 1988).
- Her bir tüp karıştırılır ve floklaşma için 15 dak. beklenir.
- En iyi durulmanın gözleendiği dozaj, optimum jelatin dozajıdır.

** Daha objektif bir değerlendirme için, her tüpteki meyve suyu filtre kağıdından geçirilir ve her bir filtrat iki ayrı tüpe bölünür. Tüplerden birisine jelatin, diğerine ise kizelsol testi uygulanır. Jelatin çözeltisi damlatıldığında floklaşma oluyorsa dozaj yetersiz, kizelsol damlatıldığında floklaşma oluyorsa dozaj aşırıdır. Uygun dozaj, her iki test sonucunda da

floklaşma olmayan jelatin dozajıdır. Birbirini izleyen iki tüpteki durum da yeterli bir durulmayı gösteriyorsa ara dozaj seçilebilir.

- Bu dozaj daha büyük hacimde (100–250 mL) elma suyuna uygulanır ve bu elma suyunda optimum kizelsol dozajı belirlenir.

Berraklaştırma aşamasında "optimum kizelsol dozajının" belirlenmesi için;

- Belirlenen optimum dozajlarda bentonit ve jelatin eklenmiş 45°–50 °C'deki elma suyundan, 7 ayrı deney tüpünün her birine 10 mL alınır.
- Üzerlerine 0 (kontrol), 400, 450, 500, 550, 600 ve 650 mL/ton dozaj karşılığı kizelsol eklenir. Yani % 15'lik kizelsol çözeltisinden sırasıyla 0.4, 0.45, 0.5, 0.55, 0.6 ve 0.65 mL eklenir (Ekşi 1988).
- Her bir tüp karıştırılır ve floklaşma için 10–20 dak. beklenir.
- En iyi durulmanın gözleendiği dozaj, optimum kizelsol dozajıdır (Eğer kontrol tüpünde en iyi durulma gözleendiyse durultmada kizelsol kullanılmaz).
- Bu dozaj, aynı zamanda optimum yardımcı madde kombinasyonunu gösterir.

3.4 Kontrol Testleri

Jelatin Testi: Bu testle, durultulmuş ve filtre edilmiş meyve suyunda hala jelatinle uzaklaştırılabilecek nitelikte fenolik madde bulunup bulunmadığı kontrol edilir. Bunun için;

- Bir tüpe filtre edilmiş meyve suyundan 4–5 mL alınır.
- Üzerine hazırlanan jelatin çözeltisinden 3 damla eklenir ve karıştırılır.
- 10–20 dak. beklenir.

** Süre sonunda eğer tüpte bir bulanma ve floklaşma görülürse, meyve suyunun berraklaşması tamamlanmamış, bir miktar daha jelatin eklenmesi gerekiyor demektir.

Kizelsol Testi: Bu testle meyve suyunda jelatin kalıntısı olup olmadığı belirlenir. Jelatin kalıntısı sonradan bulanmaya yol açtığından meyve suyu endüstrisinde önemlidir.

Kizelsol testi için;

- Bir tüpe filtre edilmiş meyve suyundan 4–5 mL alınır.
- Üzerine seyreltilmiş kizelsol (1 mL kizelsol + 20 mL damıtık su) çözeltisinden 3 damla eklenir ve karıştırılır.
- 10–20 dak. beklenir.

** Süre sonunda eğer tüpte bir bulanma ve tortu oluşumu görülürse, meyve suyunda jelatin kalıntısı var, bir miktar daha kizelsol eklenmesi gerekiyor demektir.

Sıcak-soğuk (Stabilite) Testi: Bu testle ekstrem sıcaklıklarda ve sıcaklık dalgalanmalarında meyve suyunun sıcaklığa duyarlı bileşim unsurlarının bulanma-çökme yapıp yapmayacağı belirlenir.

Sıcak-soğuk testi için;

- Bir erlenmayere filtre edilmiş meyve suyundan 30–50 mL alınır.
- Erlenmayer içeriği 90 °C üzerine kadar ısıtılır ve yaklaşık 5 dak. bu sıcaklıkta tutulur.

- Bu süre sonunda erlenmeyer, soğuk su banyosuna daldırılarak hızla $-3\text{ }^{\circ}\text{C}$ ile $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'ye soğutulur.
- Daha sonra oda sıcaklığına ($20\text{ }^{\circ}\text{C}$) kadar ısıtılır.

** Ne ısıtma ne soğutma sırasında ne de oda sıcaklığında bekletme sonrasında bir bulanma görülmemelidir. Eğer bir bulanma ortaya çıkarsa, meyve suyu dolundan belli bir süre sonra bulanabilecek nitelikte demektir.

Optimum yardımcı madde kombinasyonunun ayrıca bulanıklık, berraklık ve renk ölçümleriyle de doğrulanması gerekmektedir.

Bulanıklık Ölçümü: Bulanıklık ölçümünde türbidimetreden yararlanılmaktadır. Türbidimetre, bulanıklık parçacıklarının kendisine düşen ışığı ne kadar yaydığını ölçer.

- Türbidimetrenin tüpü filtre edilmiş meyve suyu ile doldurulur ve bulanıklık düzeyi NTU (Nephelometric Turbidity Unit) cinsinden belirlenir.

** Berrak elma suyunda NTU değeri 2'den düşük olmalıdır.

Berraklık Ölçümü: Türbidimetreyle bulanıklık ölçümü yapıldıysa ayrıca berraklık düzeyinin belirlenmesine gerek yoktur. Bununla birlikte elma suyu gibi açık renkli meyve sularında pus şeklinde çok sınırlı bir bulanıklık, transmittans (%T) ölçümleriyle yaygın şekilde belirlenmektedir. Transmittans, standart koşullarda spektrofotometre ile ölçülen ve sıvının ışık geçirgenliği yüzdesini gösteren bir değerdir.

- Filtre edilmiş meyve suyu 1 cm ışık yollu kuartz spektrofotometre kuvetine aktarılır.
- 625 nm dalga boyunda suya karşı transmittans değeri okunur.

** Berrak elma suyunda transmittans değeri en az % 90 olmalıdır.

Renk Ölçümü:

- Filtre edilmiş meyve suyu 1 cm ışık yollu kuartz spektrofotometre kuvetine aktarılır.
- 440 nm dalga boyunda suya karşı transmittans değeri okunur.

** Berrak elma suyunda transmittans değeri en az % 40 olmalıdır. Düşük değerler, rengin esmerleştiğini göstermektedir.

Durultma kontrol kriterleri ve limitleri aşağıda bir defa daha Çizelge 1'de özetlenmiştir :

Çizelge 1 Durultma kontrol kriterleri ve limitleri

Kontrol Kriteri	Kontrol Limiti
Bulanıklık (NTU)	Maks. 2
Berraklık (%T; 625 nm)	Min. %90
Renk (%T; 440 nm)	Min. %40

UYGULAMA PLANI

Durultma işleminin berraklaştırma aşamasında; optimum yardımcı madde kombinasyonu belirlenirken, yukarıda açıklanan basamakların uygulanması daha doğrudur. Ancak; "Gıda Mühendisliği Laboratuvar Uygulamaları" ders süresinin, bu işlemlerin uygulanması için yeterli olmaması nedeniyle aşağıdaki basamaklar uygulanacaktır:

1. Kimyasallar

Bentonit süspansiyonu (% 10): 10 g bentonit bir beherde 50 mL demineralize su ile iyice karıştırılır ve en az 4–6 h şişmeye bırakılır. Daha sonra demineralize su ile 100 mL'ye tamamlanır. Hazırlanan süspansiyon kullanılmadan önce iyice karıştırılmalıdır.

Jelatin çözeltisi (% 1): 1 g jelatin bir beherde 25 mL demineralize su içinde 15 dak. şişmeye bırakılır. Daha sonra 50°C' ye kadar ısıtılarak çözünmesi sağlanır ve 100 mL'lik balona aktarılarak demineralize su ile hacme tamamlanır.

Kizelsol 30 çözeltisi (% 10): 10 mL kizelsol 30, 100 mL'lik balonda demineralize su ile hacme tamamlanır. Bu çözelti 2 ay kullanılabilir. Ancak katılaşmasından/donmasından kaçınılmalıdır.

2. Gereçler

Beher — Mezür, 50 mL' lik — Erlenmayer — Balon joje, 100 mL'lik — Pipet, 10 mL'lik — Test tüpleri, 10 mL'lik cam kapaklı — Su banyosu, 50 °C'de — Hassas terazi

3. İşlem

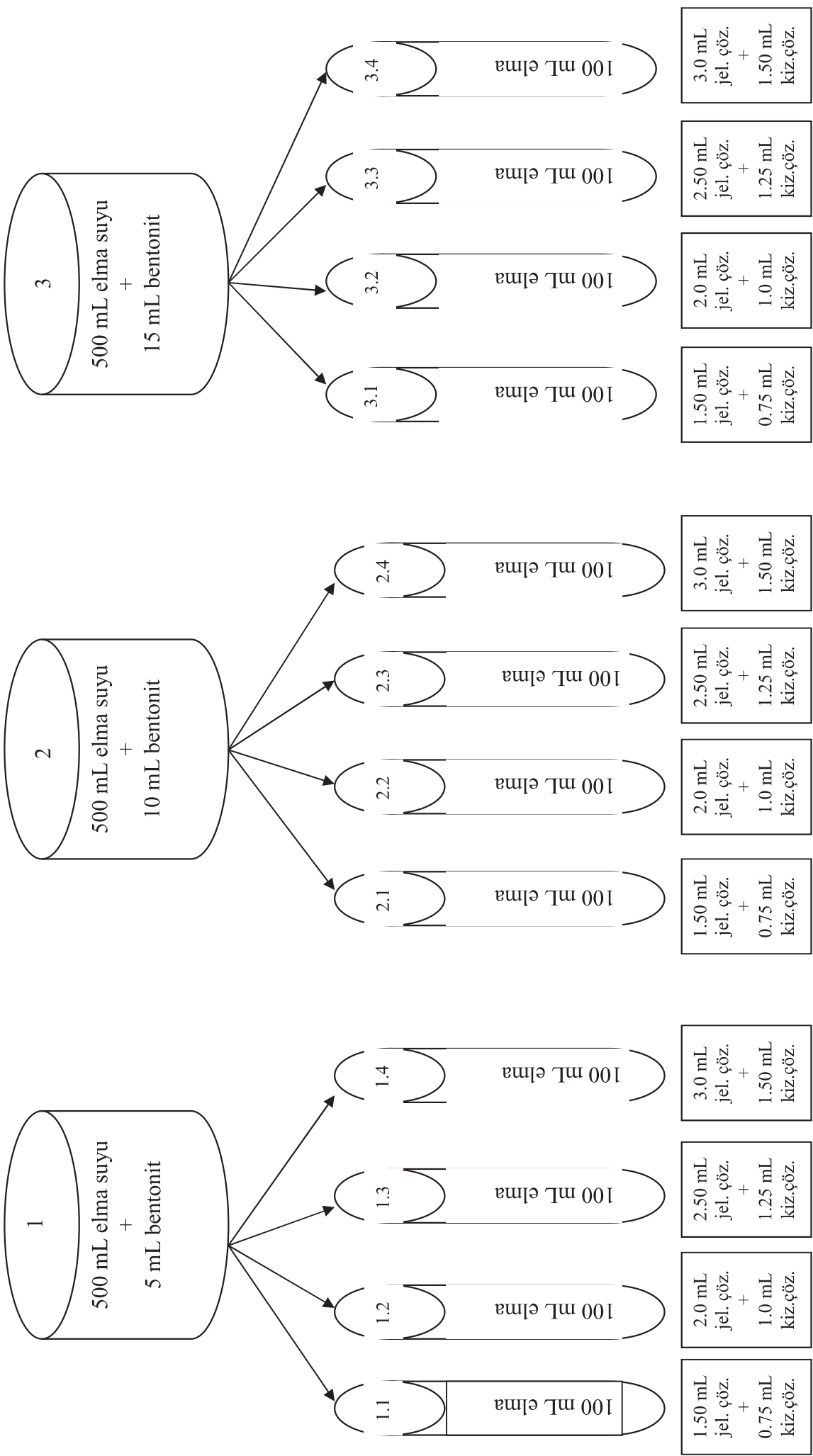
- Depektinizasyonu tamamlanmış 45°–50 °C'deki elma suyu, her birine 500 mL olacak şekilde 3 behere bölünür.
- Bentonit süspansiyonundan birinci behere 5, ikinciye 10, üçüncüye 15 mL eklenir.
- Her bir beher için 4 mezüre 100'er mL elma suyu koyulur.
- Her beherin;
 - İlk mezürüne → 1.5 mL jelatin çöz. + 0.75 mL kizelsol çöz.
 - İkinci mezürüne → 2.0 mL jelatin çöz. + 1.0 mL kizelsol çöz.
 - Üçüncü mezürüne → 2.5 mL jelatin çöz. + 1.25 mL kizelsol çöz.
 - Dördüncü mezürüne → 3 mL jelatin çöz. + 1.5 mL kizelsol çöz.eklenir. Optimum durultma yardımcı maddelerinin kombinasyonunun belirlenmesi için yapılan deneme planı Şekil 1'de şematik olarak gösterilmiştir.
- Her bir mezürün içeriği karıştırıldıktan sonra tortu oluşumu için 30 dak. beklenir.
- Süre sonunda tortu oluşumunun en iyi gözlemlendiği mezürler seçilip kontrol testleri berraklaştırma bölümünde anlatıldığı şekilde uygulanır.

Kaynaklar

Cemeroğlu, B. ve Karadeniz, F. 2004. Meyve suyu üretim teknolojisi. *Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi*, Cilt I, B Cemeroğlu (ed.), s. 297-654, Bizim Büro Basımevi, Ankara.

Ekşi, A. 1988. *Meyve Suyu Durultma Tekniği*. SAN Matbaası, Ankara

Optimum Yardımcı Madde Kombinasyonunun Belirlenmesi İçin Yapılan Deneme Planının Şematik Gösterimi



A2a. Gıdalarda HMF Analizi

1. Genel Bilgi

Karbonhidratların dehidrasyonu ve ısı yolla parçalanması sonucunda pentozlardan "2-furaldehit", yani yaygın ismiyle furfural ve heksozlardan "5-hidroksimetil-2-furaldehit", yani yaygın ismiyle, "hidroksimetilfurfural" (HMF) oluşmaktadır. Karbon zincirlerinin parçalanması sonucunda; bu bileşiklerden de; levülinik asit, formik asit, asetol, asetoin, diasetil, laktik asit, pirüvik asit ve asetik asit gibi çeşitli bileşikler oluşmaktadır (Whistler and Daniel 1985). Bu parçalanma ürünlerinin önemli bir bölümü, gıdalarda istenmeyen aroma ve flavor oluşumuna neden olurken, bir kısmı ise gıdalarda arzu edilen flavorun oluşmasına katkıda bulunmaktadır. Furfural ve HMF'nin oluşumu; asit veya baz eşliğinde ve yüksek proses veya depolama sıcaklıklarında hızlanmaktadır. Bu açıklamalara göre, karbonhidrat içeren gıdalara uygulanan her türlü ısıtma sonunda veya depolamada, sıcaklık ve süreye bağlı olarak az veya çok miktarda HMF oluşmaktadır. Örneğin meyve suyu ve bal gibi ürünlerde doğal haldeyken HMF bulunmamasına karşın, bunların işlenmelerinde uygulanan sıcaklık ve süreye bağlı olarak farklı düzeylerde HMF ile karşılaşmaktadır (Özkan vd. 2007). Benzer şekilde bu ürünlerin depolanması sırasında, sıcaklık ve süreye bağlı olarak da HMF oluşmaktadır.

Gıdalarda HMF iki şekilde oluşmaktadır:

A. Maillard reaksiyonu sonucu: "Maillard reaksiyon"u, aminoasitlerle reaksiyona giren indirgen şekerlerin oluşturduğu bir reaksiyon olup, reaksiyonun daha sonraki aşamalarında gerçekleşen Amadori dönüşümünden sonra enolizasyona uğraması ile HMF oluşmaktadır (Yaylayan 1990).

B. Şekerlerin ısı yolla parçalanması ve dehidratasyonu sonucu: Asitlerin katalizör olarak görev aldıkları reaksiyonlar sonucunda monosakkarit molekülünden su ayrılmasıyla; pentozlardan furfural, heksozlardan ise HMF oluşmaktadır (Whistler and Daniel 1985).

Bazı araştırmalarda HMF'nin insan sağlığı üzerine sitotoksik (Ulbricht 1984), genotoksik ve mutajenik (Janzowski, 2000) etkilerinin olduğu bildirilmesine karşın, farelerde yapılan çalışmalar günde 450 mg/kg vücut ağırlığı düzeyinde HMF alınmasının sağlık üzerinde bir olumsuzluğa neden olmadığı bildirilmektedir (Whistler and Daniel 1985). Buna rağmen, meyve suyu ve konsantreleri, reçel ve marmelat, pekmez ve bal gibi işlenmiş şekerce zengin ürünlerde, daima HMF analizi yapılmasının nedeni, HMF miktarının, bu ürünlere uygulanan ısı yoğunluğunu ve depolama koşullarını ortaya koyan bir ölçüt olarak kullanılmasındandır. Bunun dışında gıdalarda HMF miktarının belli bir düzeyin üzerinde bulunması; rengin esmerleşme eğiliminde olduğunu, ürünün tat ve kokusunda önemli bozulmaların olduğunu, besin değerinde azalmalar olduğunu ve balda olduğu gibi ürünün taşıdığı edildığının (invert şeker eklenmek suretiyle) bir ölçüsü olarak da alınmaktadır (Telatar 1985).

Yukarıda belirtilen nedenlerden dolayı, gıda maddelerinde bulunmasına izin verilen HMF miktarları sınırlandırılmıştır. Yürürlükteki Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği'ne göre (<http://www.kkgm.gov.tr/mev/kodeks.html>), HMF için halen pekmez ve balda sınır değerler belirlenmiştir. HMF üst sınırı; sıvı üzüm pekmezinde 75 mg kg⁻¹ ve katı üzüm pekmezinde 100 mg kg⁻¹ (<http://www.kkgm.gov.tr/TGK/Tebliğ/2007-27.html>), buna karşın balda 40 mg kg⁻¹ (<http://www.kkgm.gov.tr/TGK/Tebliğ/2005-49.html>) olarak kabul edilmiştir.

Türk Standartlarında ise, HMF üst sınırları meyve sularında 5 mg kg^{-1} ve meyve suyu konsantrelerinde 25 mg kg^{-1} (Anonim 1981), I. Sınıf reçellerde 50 mg kg^{-1} ve II. Sınıf reçellerde 100 mg kg^{-1} (Anonim 1987) olarak belirlenmiştir. Yürürlükteki Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği'nde meyve suyu ve konsantreleri ile reçellerde HMF üst sınırı bulunmadığı için söz konusu bu ürünlerde yasal bir sınırlama bulunmamaktadır.

HMF; yüksek basınçlı sıvı kromatografisi (HPLC) (Bogdanov 2002) ve spektrofotometrik (Winkler 1955, White 1979) yöntemlerle tayin edilebilmektedir. HMF'nin, duyarlı olarak analizi, HPLC yöntemiyle yapılmaktadır. Bununla birlikte hem kısa sürede yapılması hem de maliyetinin düşük olması nedeniyle uygulamada spektrofotometrik yöntemler tercih edilmektedir. Winkler yöntemi olarak bilinen yöntem, görünür bölgede absorpsiyon okumaya dayalı bir yöntem olup; özellikle meyve suyu ve konsantreleri ile pekmez ve reçellerde uygulanmaktadır. White yöntemi ise, UV bölgede absorpsiyon okumaya dayalı bir yöntem olup, özellikle ballarda uygulanmaktadır. Ballarda White yöntemi, doğru sonuç vermesi, kolaylığı ve *p*-toluidin gibi kansinojenik maddelerin kullanımına ihtiyaç duyulmaması nedeniyle tercih edilmektedir. Winkler ve White yöntemleri ile pekmez ve ballarda uygulanacak olan HMF tayin yöntemleri aşağıda verilmiştir.

a) Winkler yöntemi (Görünür bölgede absorpsiyon okumasına dayalı HMF tayini)

2. İlke

HMF; barbiturik asit ve *p*-toluidin ile reaksiyona girerek kırmızı renkli bir bileşik oluşturmaktadır. Oluşan rengin yoğunluğu, HMF miktarına bağlıdır. Eğer ortamda sülfüroz asit (SO_2 'nin sudaki formu) varsa; HMF, sülfüroz asitle reaksiyona girdiği için, SO_2 ile işlem görmüş gıdalar bir ön işlem uygulanarak sülfüroz asit ortamdan uzaklaştırılır. Eğer ortamda 10 mg/L 'den daha fazla serbest sülfüroz asit varsa, analiz başlangıcında bunun asetaldehit ile bağlanması gerekmektedir.

3. Kimyasallar

Barbiturik asit ($\text{C}_4\text{H}_4\text{N}_2\text{O}_3$) — *p*-toluidin ($\text{C}_7\text{H}_9\text{N}$) — Asetaldehit ($\text{C}_2\text{H}_4\text{O}$)

Barbiturik asit çözeltisi, $500 \text{ mg}/100 \text{ mL}$: 500 mg barbiturik asit tartılıp yaklaşık 70 mL damıtık su ile birlikte 100 mL bir ölçü balonuna aktarılır ve balon içeriği bir su banyosunda hafif ısıtılarak çözündürülür. Soğuduktan sonra balon hacim işaretine kadar damıtık su ile tamamlanır. Buzdolabında saklanması durumunda, çözelti uzun süre dayanıklı kalır.

p-toluidin özeltisi, $10 \text{ g}/100 \text{ mL}$: 10 g *p*-toluidin tartılıp yaklaşık 50 mL isopropanol ile 100 mL bir ölçü balonuna aktarılır. 10 mL glacial asetik asit eklenerek çözündürüldükten sonra balon isopropanol ile hacim işaretine kadar tamamlanır. Çözelti, kahverenk bir cam şişeye doldurulup buzdolabında saklanırsa 1 ay dayanıklı kalır.

Asetaldehit çözeltisi, %1 : 1 g asetaldehit tartılıp bir miktar suda çözündürüldükten sonra 100 mL 'lik bir ölçü balonuna aktarılır ve balon hacim işaretine kadar damıtık su ile tamamlanır.

4. Gereçler

Spektrofotometre — vorteks (tüp karıştırıcı) — Test tüpleri, 10 mL 'lik cam kapaklı

5. İşlem

Sülfüroz asit bulunmayan örneklerde:

- Bir behere yaklaşık 20 g pekmez tartılıp yeni kaynatılmış damıtık su ile, cam kapaklı 100 mL'lik bir ölçü balonuna aktarılır. Çalkalanarak iyice karıştırıldıktan sonra filtre edilir.
- Bu şekilde seyreltilerek hazırlanmış örnekten, cam kapaklı 2 test tüpüne pipetle 2'er mL aktarılır.
- Her iki tüpe 5'er mL *p*-toluidin çözeltisi eklenip tüpler iyice çalkalanır.
- Tüplerden şahit olarak kullanılacak olan birinci tüpe 1.0 mL damıtık su, deney tüpü olan ikinci tüpe ise 1.0 mL barbiturik asit çözeltisi eklenir. Tüplerin cam kapakları yerleştirilip, tüp karıştırıcıda (vorteks) karıştırılır. Tüplere konan çözeltiler Çizelge 2'de bir defa daha özetlenmiştir.

Çizelge 2 İşlem tablosu

Tüplere konan çözeltiler	Birinci tüp (şahit)	İkinci tüp (deney)
Seyreltilmiş örnek çözeltisi	2.0 mL	2.0 mL
<i>p</i> -toluidin çözeltisi	5.0 mL	5.0 mL
Barbiturik asit çözeltisi	–	1.0 mL
Su	1.0 mL	–

- *p*-toluidin ve barbiturik asit çözeltilerinin tüplere eklenmesi 1–2 dak. içinde gerçekleştirilmelidir.
- İkinci tüpün absorbansı 1 cm'lik küvette ve 550 nm'de şahide karşı okunarak saptanır. Absorbans, barbiturik asidin eklenmesinden 3–4 dak. sonra maksimum değerine ulaşır. Sonra genellikle hızla azalır. Hesaplama, absorbansın saptanmış olan maksimum değeri kullanılır.

Sülfüroz asit bulunan örneklerde :

Eğer HMF tayin edilecek örnekte 10 mg/L'den daha fazla serbest sülfüroz asit varsa, aşağıdaki ön işlem uygulandıktan sonra analiz yapılır.

- Bir pipetle 20 mL örnek alınıp, 100 mL'lik bir ölçü balonuna aktarılır.
- Üzerine 2 mL %1'lik asetaldehit eklendikten sonra balon damıtık su ile hacim işaretine kadar tamamlanıp gerekirse filtre edilir.
- Hazırlanmış bu seyreltik örnekten 2 mL alınarak yukarıda "sülfüroz asit bulunmayan örneklerde" başlığı altında verilen işlemler aynı şekilde uygulanır.

6. Hesaplama ve değerlendirme

Hesaplama için, öncelikle standart eğrinin oluşturulması gerekmektedir. Standart eğrinin oluşturulması ile ilgili bilgiler kaynak kitaplarda bulunabilir (Özkan vd. 2007).

Standart eğri hazırlamada kullanılacak HMF'nin stabilitesinin çok düşük olması veya standart eğri hazırlanmaksızın örnekteki HMF miktarı, aşağıdaki eşitlik yardımıyla da yeterli bir duyarlılıkla hesaplanabilmektedir.

$$\text{HMF, mg/L} = 162 (A)$$

Sonuç, virgülden sonra tek hane olarak verilir.

b) White yöntemi (UV bölgesinde absorbans okumasına dayalı HMF tayini)

Aşağıda açıklanan yöntem AOAC tarafından (1990) balda uygulanmak üzere önerilmektedir.

2. İlke

Belli miktarda örnek seyreltikten sonra, Carrez çözeltisiyle durultulup filtre edilir. Filtrata NaHSO_3 eklendikten sonra 234 nm ve 336 nm dalga boylarında absorbans ölçülür. HMF'nin molekül ağırlığı ve absorptivitesi (ekstinksiyon katsayısı) ile deneydeki seyreltme faktörünü kapsayan bir eşitlik yardımıyla, örneğin HMF içeriği hesaplanır.

3. Kimyasallar

Potasyum ferrosiyaniid ($\text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$) — çinko asetat [$\text{Zn}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$] — Sodyum bisülfid (NaHSO_3)

Carrez-I çözeltisi: 15 g potasyum ferrosiyaniid ($\text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$) 100 mL'lik bir balonda damıtık suda çözündürüldükten sonra, balon damıtık su ile işaretine kadar tamamlanır.

Carrez-II çözeltisi: 30 g çinko asetat [$\text{Zn}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$] 100 mL'lik bir balonda damıtık suda çözündürüldükten sonra balon damıtık su ile çizgisine kadar tamamlanır.

Sodyum bisülfid çözeltisi; %0.2'lik: 0.2 g NaHSO_3 , 100 mL'lik bir balonda damıtık su ile çözündürülür ve balon damıtık su ile işaretine kadar tamamlanır. Sodyum bisülfid çözeltisi günlük hazırlanmalıdır.

4. Gereçler

Spektrofotometre — vorteks (tüp karıştırıcı) — Test tüpleri, 10 mL'lik cam kapaklı

5. İşlem

- Küçük bir behere yaklaşık 5 g bal, duyarlı bir şekilde tartılıp, 50 mL'lik bir balona yaklaşık 25 mL damıtık su ile kayıpsız olarak aktarılır.
- Önce 0.50 mL Carrez-I çözeltisi eklenip iyice karıştırıldıktan sonra, 0.50 mL Carrez-II çözeltisi eklenir ve karıştırılır.
- Balon damıtık su ile işaretine kadar tamamlanır. Bu sırada köpük oluşmuşsa bunu kırmak için etil alkol damlatılabilir.
- Balon iyice çalkalanıp, bir filtre kağıdından filtre edilir. İlk 10 mL'lik filtrat atılır.
- 2 test tüpün her birine 5'er mL filtrat alınır.
- Tüplerden birine 5.0 mL damıtık su eklenir (örnek tüpü) ve Vortex karıştırıcı yardımıyla iyice karıştırılır.
- Diğer tüpe ise 5.0 mL NaHSO_3 çözeltisi eklenir (şahit tüp) ve Vortex karıştırıcı yardımıyla iyice karıştırılır.
- Örnek tüpünün absorbansı 1 cm'lik küvet kullanılarak, şahide karşı 284 ve 336 nm'de okunur. Eğer absorbans 0.6'dan büyük okunmuşsa, örnek çözeltisi damıtık su ile, şahit çözeltisi ise %0.1'lik NaHSO_3 çözeltisiyle aynı oranda seyreltikten sonra absorbans okumaları yapılır. Seyreltme oranı dikkate alınarak okunan absorbans değeri düzeltilir, yani absorbans farkı ($A_{284} - A_{336}$) yeni seyreltme faktörüyle çarpılır.

6. Hesaplama ve değerlendirme

Aşağıdaki eşitlik yardımıyla örnekteki HMF miktarı hesaplanır. Sonuç virgülden sonra tek hane olarak belirtilir.

$$\text{HMF, mg/ kg} = (A_{284} - A_{336}) (149.7)$$

1.497 faktörü HMF'in molekül ağırlığı, molar absorpsiyon katsayısı ve örnek miktarı gibi çeşitli unsurları kapsayan aşağıdaki eşitlikten hesaplanmıştır.

$$\text{Faktör} = \left(\frac{126}{16830} \right) \left(\frac{1000}{10} \right) \left(\frac{1000}{5} \right) = 149.7$$

Burada ;

126 :HMF'in molekül ağırlığı

16830 :HMF'in 284 nm'de molar absorpsiyonu (ϵ)

1000 :mg/g

10 : Santilitre/L

1000:Sonuç 1 kg örnekte belirtildiği için

5 :Alınan örnek miktarı, g

Kaynaklar

Anonim. 1981. Vişne suyu standardı, TS 3631. Türk Standartları Enstitüsü. Ankara.

Anonim. 1987. Vişne reçeli standardı, TS 3958. Türk Standartları Enstitüsü. Ankara.

AOAC. 1990. *Official Methods of Analysis*. Method:980.23, 15th ed., Association of Official Analytical Chemists, Arlington, VA, U.S.A.

Bogdanov, S. 2002. Harmonised methods of the International Honey Commission. <http://www.apis.admin.ch/host/doc/pdfhoney/IHCmethods>. Erişim tarihi:07.11.2005.

<http://www.kkgm.gov.tr/mev/kodeks.html>. Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği. 16.11.1997. Resmi gazete, sayı no:23172. Erişim tarihi:12.06.2009.

<http://www.kkgm.gov.tr/TGK/Tebliğ/2005-49.html>. Bal tebliği. 17.12.2005. Resmi Gazete, sayı no:26026. Tebliğ no:2005/49. Erişim tarihi:12.06.2009.

<http://www.kkgm.gov.tr/TGK/Tebliğ/2007-27.html>. Üzüm pekmezi tebliği. 15.06.2007. Resmi Gazete, sayı no:26553. Tebliğ no:2007/27. Erişim tarihi:12.06.2009.

Janzowski, C., Glaab, V., Samimi, E., Schlatter, J. and Eisenbrand, G. 2000. 5-Hydroxymethylfurfural:assessment of mutagenicity, DNA-damaging potential and reactivity towards cellular glutathione. *Food and Chemical Toxicology*, 38(?), 801-809.

Özkan, M., Kırca, A. ve Cemeroğlu, B. 2007. Gıdalara uygulanan bazı özel analiz yöntemler. *Gıda Analizleri*, B Cemeroğlu (ed.), s. 129-186, Bizim Büro Basımevi, Ankara.

- Telatar, Y. 1985. Elma suyu ve konsantrelerinde hidroksimetilfurfural (HMF). I. Farklı elma çeşitlerinin elma suyu ve konsantresine işlenmesi sürecinde HMF oluşumu. *Gıda*, 10(4), 195-201.
- Ulbricht, R.J., Northup, S.J. and Thomas, J.A. 1984. A review of 5-Hydroxymethylfurfural (HMF) in parenteral solutions. *Fundamental and Applied Toxicology*, 4, 843-853.
- Whistler, R.L. and Daniel, J.R. 1985. Carbohydrates. In *Food Chemistry*, O.R. Fennema (ed.), 2nd ed., pp 69-137, Marcel Dekker, Inc., New York.
- Winkler, O. 1955. Beitrag zum Nachweis und zur Bestimmung von Oxymethylfurfural in Honig und Kunsthonig. *Zeitschrift für Lebensmitteluntersuchung und -Forschung A (European Food Research and Technology)*, 102(3), 160-167.
- White, J.W. 1979. Spectrophotometric method for hydroxymethylfurfural in honey. *Journal of the Association of Official Analytical Chemists*, 62, 509-514.
- Yaylayan, V. 1990. In search of alternative mechanism for the Maillard reaction. *Trends in Food Science and Technology*, 1, 20-22.

A2b. Konsantreden Meyve Suyu Hazırlama

1. Genel Bilgi

Meyvelerin, kısa süren üretim sezonlarında büyük miktarlarda işlenmesi ve bunların tüketici ambalajına doldurulmaları çok büyük dolun ve depolama tesisleri gerektirmektedir. Bu nedenle meyve suları ve pulplarının ekonomik bir yöntemle kitle halinde muhafaza edilip, depolanması ve pazar talebine bağılı miktarlarda yıl boyunca ambalajlanması daha doğru bir yoldur.

Günümüzde, üretilen meyve suları en yaygın olarak konsantre haline getirilmekte veya aseptik dolunla tank/varillerde muhafaza edilmektedir. Meyve suyu konsantresi; meyveden berrak meyve suyu üretilmesinden sonra fiziksel olarak evaporasyonla suyunun uçurulup, briks derecesinin, yani suda çözünmüş madde miktarının, % 68–72'ye getirilmesi ile üretilmektedir. Suda çözünmüş madde düzeyinin en az % 68'e kadar yükseltilmesi, yüksek düzeyde mikrobiyolojik stabilite sağlamaktadır. Konsantrasyon, su aktivitesinin düşmesine neden olarak bu stabiliteyi sağlamaktadır.

Meyve suları elde edildiğinde meyveye bağılı olarak %10–20 arasında değışen miktarlarda suda çözünebilir kuru madde içerdiklerine ve konsantreye işlenince bu oran % 68–70'e yükseltildiğine göre, 100 kg meyve suyundan yaklaşık 15–30 kg arasında konsantre üretilebilmektedir. Buna göre, konsantreye işlemekle meyve sularının hacimleri veya ağırlıkları 3–7 misli azaltılmış olmaktadır. Böylece, konsantreye işlenmek suretiyle meyve suları; sadece mikrobiyolojik stabilite kazanmamakta, ayrıca; ambalajlama, depolama ve taşıma giderleri de önemli ölçüde azaltılabilmektedir.

Üretilen meyve suyu konsantresi bir ara üründür ve uluslararası meyve suyu ticareti daha çok konsantre olarak yapılmaktadır. Meyve suyu ambalajlayan tesislerde, konsantrelere üretim sırasında uzaklaştırılmış unsurlar, yani; su ve aroma geri verilerek doğal haline dönüştürülür. Bu işleme ayarlama, restorasyon ve hatta rekonstitüsyon gibi isimler verilmektedir. Yasal sınırlandırmalara uymak koşuluyla, standart bir ürün pazarlamak ve tüketici isteklerini karşılamak amacıyla konsantreden meyve suyu hazırlanırken; briks derecesi ve titrasyon asitliğı değıerleri dikkate alınmalıdır.

Ayarlamada, gerekli katkı maddeleri dikkatle hesaplanmalı ve bir hataya olanak verilmemelidir. Bir meyve suyunun lezzeti üzerine; kuru madde ve asit oranı ayrı ayrı etkili olmakla birlikte, ikisinin bir uyum halinde bulunması gerekir. Kuru maddenin aside oranı, bu hususta önemli bir değıerdir. "Ratio" olarak adlandırılan bu değıer çeşitli meyve sularında farklıdır.

Meyve suyu üretiminde Türk Gıda Kodeksi (TGK) "Meyve Suyu ve Benzeri Ürünler Tebliğı" dikkate alınmak zorundadır. Bu tebliğ, 30.12.2006 tarih 26392 sayılı Resmi Gazete'de Tebliğ No:2006/56 Tebliğı numarası ile yayımlanmıştır (<http://www.kkgm.gov.tr/TGK/Teblig/2006-56.html>).

2. İlke

Konsantreden meyve suyu hazırlanırken; briks derecesi ve titrasyon asitliğı değıeri bilinen konsantreye, ilave edilmesi gereken su ve aroma miktarı belirlenir. Ancak; her meyve, meyve suyu üretimi için elverişli değıildir. Meyvenin asitliğinin az ya da fazla olması, aroma dengesi

veya kıvamının meyve suyu üretimine uygun olmaması durumunda, bu meyvelerden meyve nektarı üretilmektedir. Kayısı, şeftali ve vişne gibi meyvelerden elde edilen meyve suları doğrudan tüketilemeyecek niteliktedirler. Bu nedenle, bu tür meyvelerin konsantresinden meyve nektarı hazırlanırken; konsantreye, su ve aroma dışında tadın düzeltilip dengelenmesi amacıyla şeker ve asit de eklenebilmektedir.

3. Kimyasallar

Sitrik asit ($C_6H_8O_7$) — sakaroz ($C_{12}H_{22}O_{11}$)

Sitrik asit çözeltisi, 25 g/50 mL :25 g sitrik asit bir behere tartılıp ve üzerine yaklaşık 15 mL damıtık su eklenir ve bir manyetik karıştırıcıda çözündürülür. Beher içeriği 50 mL'lik bir ölçü balonuna 1–2 kez 2–3 mL su ile yıkanarak alınır ve balon hacim işaretine kadar damıtık su ile tamamlanır. Böylece %50 (w/v) asit içeren sitrik asit çözeltisi hazırlanmış olur.

Şeker şurubu, %68 (w/v) :Bu amaçla, şeker şurubu tablosu (Tablo 4.33, Cemeroğlu ve Karadeniz 2004) kullanılır. Buna göre, 1 L %68 (w/v) şeker içeren şurup hazırlanması için, 907.6 g şeker ve 427.1 mL su gerekir. 427.1 mL suya, 907.6 g şeker bir manyetik karıştırıcı üzerinde yavaş yavaş eklenir ve şekerin iyice çözülmesi sağlanır. Elde edilen şeker şurubu kaba filtre kâğıdından filtre edilir ve kaynatılıp, soğutulduktan sonra kullanılır. Böylece % 68 (w/v) sakaroz içeren şeker şurubu hazırlanmış olur.

4. Gereçler

Manyetik karıştırıcı

5. İşlem

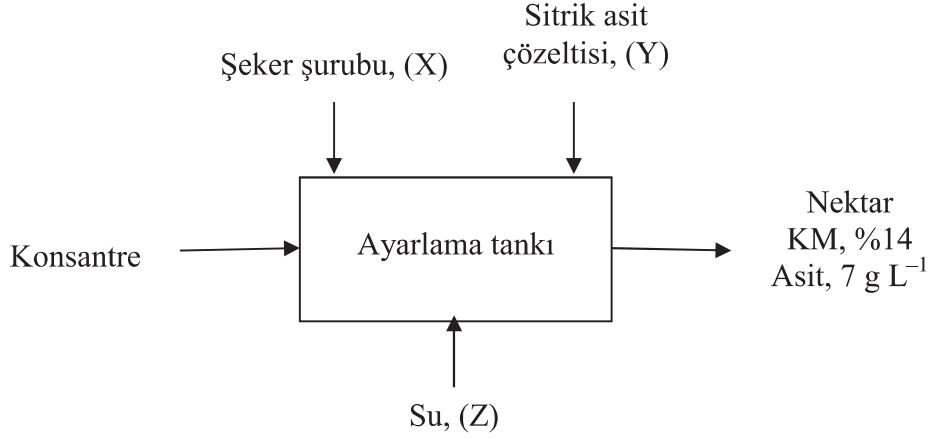
- Önce, nektar miktarı hesaplanır. Bu amaçla TKG'de verilen meyve oranı değerinden yararlanılır. TKG'ne (2006) göre, konsantreden seyreltilerek elde edilen vişne nektarı için, minimum vişne suyu miktarı (meyve oranı) % 35 (% v/v)'dir.
- Daha sonra konsantre üzerine, kütle denkliklerinden hesaplanan miktarlarda sitrik asit çözeltisi, şeker şurubu ve su eklenerek vişne nektarı elde edilir.
- Konsantrenin geri sulandırılmasında, o konsantrenin üretilmesi sırasında ayrılan miktara eşit aroma konsantresi ilave edilmektedir. Bu bakımdan ilave edilecek aroma konsantresi miktarı da hesaplama ile bulunabilir. Aroma konsantresinin elde edilme yöntemi ve eklenecek miktar bu konuda yazılmış temel kaynaklarda bulunabilir (Cemeroğlu ve Karadeniz 2004). Bu uygulamada aroma konsantresi eklenmeyecektir.

6. Hesaplama ve değerlendirme

Bu üretimi yansıtan diyagram Şekil 1'de gösterilmiştir.

- Vişne nektarı hazırlanmasında gerekli şeker, asit ve su miktarları kütle dengelerine ilişkin eşitliklerden hesaplanır.

Aşağıda vişne suyu konsantresinden, vişne nektarının nasıl hazırlanacağını anlatan bir örnek verilmiştir.



Şekil 1 Vişne suyu konsantresinin rekonstitüsü

Örnek: % 64 KM ve % 6.5 asit içeren 150 g vişne suyu konsantresinden vişne nektarı hazırlanacaktır. Şeker, % 68'lik şeker içeren şurup olarak, sitrik asit ise % 50'lik (w/v) çözelti olarak ilave edileceğine göre, ilave edilmesi gereken şeker şurubu, sitrik asit ve su miktarlarını hem "g" hem de "mL" olarak hesaplayınız. Sitrik asit çözeltisinin (% 0, w/v) yoğunluğu 1.17 g/cm^3 'tür.

Ek bilgi: Vişne suyu konsantresi % 15 KM içeren vişnelere elde edilmiştir. TS 11914 numaralı "Vişne Nektarı Standardı"nda, hazırlanacak vişne nektarının kimyasal özelliklerinde "titrasyon asitliğinin (malik asit cinsinden) en az 7 g L^{-1} " olması gerektiği belirtilmektedir.

TS 11914 numaralı "Vişne Nektarı Standardı"nda vişne nektarı aşağıdaki gibi tanımlanmıştır. "Sağlam ve olgun vişnelere (TS 793) (*Prunus cerasus* L.) tekniğine uygun olarak elde edilen vişne suyuna veya vişne suyu konsantresine içilebilir nitelikte su (TS 266), Türk Gıda Kodeksi Şeker Tebliği'ne uygun şeker, beyaz şeker (TS 861), fruktoz şurubu ve/veya bal (TS 3036) ve limon suyu veya **gerektiğinde sitrik asit** (TS 2600) ilavesi ile hazırlanan ve ısıtım işlem uygulanarak dayanıklı hale getirilen içecek."

Çözüm:

- Önce, nektar miktarı hesaplanır. Bu amaçla Türk Gıda Kodeksinde verilen meyve oranı değerinden yararlanılır. TKG'ne (2006) göre, konsantreden seyreltilerek elde edilen vişne nektarı için, minimum briks derecesi %14, vişne suyu miktarı (meyve oranı) ise, % 35 (% v/v)'dir.
- Vişne nektarı ile vişne suyunun yoğunluğu 1 g/cm^3 olarak kabul edilmiş ve buna göre hacim oranı kütle oranına eşit olarak kabul edilerek hesaplama yapılmıştır.
- Öncelikle 150 g vişne suyu konsantresinin kaç g vişne suyundan üretildiği hesaplanır.

$$150 \frac{64}{15} = 640 \text{ g vişne suyu}$$

- Meyve oranı dikkate alınarak nektar miktarı hesaplanır.

$$\begin{array}{r} 100 \text{ g vişne nektarı} \\ X \end{array} \qquad \begin{array}{r} 35 \text{ g vişne suyu} \\ 640 \text{ g vişne suyu} \end{array}$$

$$X = \mathbf{1829 \text{ g vişne nektarı}}$$

- %14 kuru madde içeren nektarın yoğunluğu, Tablo 4.34'den (Cemeroğlu ve Karadeniz 2004) interpolasyon işlemi yapılarak hesaplanır.

		Suda çözünür kuru madde	Yoğunluk (g/cm ³)
%14	⇒	14.01	1.057
		14.24	1.058

$$\delta_{\%14} = \frac{1.057 - 1.058}{14.01 - 14.24} (14.01 - 14) + 1.057$$

$$\delta_{\%14} = 1.057043 \text{ g mL}^{-1}$$

- %14 kuru madde içeren nektarın hacmi aşağıdaki eşitlikten hesaplanır.

$$1.057043 \text{ g mL}^{-1} = \frac{1829 \text{ g}}{V}$$

$$V = \mathbf{1730 \text{ mL vişne nektarı (14°Briks)}}$$

- Asit çözeltisi %w/v olarak verilmiştir. Kütle denkliklerinde %w/w oranları kullanılması gerektiğinden, asit çözeltisinin konsantrasyonu %w/w olarak ifade edilir.

$$1.17 \text{ g mL}^{-1} = \frac{m}{100 \text{ mL}}$$

$$m = \mathbf{117 \text{ g sitrik asit çözeltisi}}$$

$$\begin{array}{r} 117 \text{ g sitrik asit çözeltisi} \\ 100 \text{ g sitrik asit çözeltisi} \end{array} \qquad \begin{array}{r} 50 \text{ g sitrik asit} \\ X \end{array}$$

$$X = \mathbf{\%42.7 (w/w)}$$

- Vişne nektarı hazırlanmasında gerekli asit, şeker ve su miktarları aşağıda verilen kütle dengelerine ilişkin eşitliklerden hesaplanır.

$$\begin{aligned} \text{Toplam kütle dengesi :} \quad & 0.15 + X + Y + Z = 1.829 \\ & X + Y + Z = 1.679 \end{aligned} \quad (1)$$

$$\begin{aligned} \text{Kuru madde dengesi :} \quad & 0.15 (0.64) + X (0.68) + Y (0.427) = 1.829 (0.14) \\ & 0.68 X + 0.427 Y = 0.16006 \end{aligned} \quad (2)$$

$$\begin{aligned} \text{Asit dengesi :} \quad & 0.15 (0.065) + Y (0.427) = 1.829 (0.007) \\ & 0.427 Y = 3.053 \times 10^{-3} \end{aligned} \quad (3)$$

➤ Asit miktarı 3 No'lu asit dengesinde hesaplanır.

$$\begin{aligned} 0.427 Y &= 3.053 \times 10^{-3} \\ Y &= 7.15 \times 10^{-3} \text{ kg} \\ Y &= \mathbf{7.15 \text{ g asit çözeltisi (\%42.7'lik)}} \end{aligned}$$

➤ Şeker şurubu miktarı, 2 No'lu KM dengesinde hesaplanır.

$$\begin{aligned} 0.68 X + 0.427 (7.15 \times 10^{-3}) &= 0.16006 \\ X &= 0.23 \text{ kg} \\ X &= \mathbf{230 \text{ g şeker şurubu (\%68'lik)}} \end{aligned}$$

➤ Şeker şurubu, % 68'lik şeker şurubu olarak ekleneceği ve şurubun da hacim olarak eklenmesi daha kolay olacağı için, gerekli şeker şurubu miktarı, % 68 şeker içeren şeker şurubunun yoğunluğu dikkate alınarak aşağıda verilen yoğunluk eşitliğinden hesaplanır. Tablo 4.33'den %68 kuru madde içeren şeker şurubunun yoğunluğunun, $\delta_{\%68}$, 1.3347 kg/L olduğu bulunur.

$$1.3347 \text{ g/mL} = \frac{230 \text{ g}}{V}$$

$$V = \mathbf{172 \text{ mL şeker şurubu (\%68)}}$$

➤ Su miktarı 1 No'lu TK dengesinde hesaplanır.

$$\begin{aligned} X + Y + Z &= 1.679 \\ 0.23 + 7.15 \times 10^{-3} + Z &= 1.679 \\ Z &= \mathbf{1.442 \text{ kg veya L su}} \end{aligned}$$

Kaynaklar

Cemeroğlu, B. ve Karadeniz, F. 2004. Meyve suyu üretim teknolojisi. *Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi*, Cilt I, B. Cemeroğlu (ed.), s. 297-654, Bizim Büro Basımevi, Ankara.

<http://www.kkgm.gov.tr/TGK/Tebliğ/2006-56.html>. Meyve Suyu ve Benzeri Ürünler Tebliği. Tebliğ no:2006/56. Türk Gıda Kodeksi. Erişim tarihi:05.03.2009.

TS. 2003. Vişne nektarı standardı. TS 11914. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.