

Vakum İmpregnasyon Tekniğinin Meyve ve Sebze Ürünlerinde Kullanımı

Aysun ÖZTÜRK

Nesrin K. BOZBIYIK

Doç. Dr. Yusuf YILMAZ

Yrd. Doç. Dr. Cüneyt TUNÇKAL



İÇİNDEKİLER



- ❖ Vakum İmpregnasyon (Vİ)
- ❖ Vİ Uygulama Aşamaları
- ❖ Vİ Etkileyen Faktörler
- ❖ Meyve ve Sebzelerde Vİ Uygulamasının Meydana Getirdiği Değişimler
- ❖ Vİ Kullanım Amaçları

AMAÇ



Gıda endüstrisinde nispeten yeni bir teknik olan Vİ uygulamasının tanımı, meyve ve sebzelerde uygulama basamakları, kullanım alanları ve avantajları hakkında bilgi vermek



Vakum İmpregnasyon



- “İmpregnasyon” emdirme (nüfuz etme) anlamına gelmektedir.
- Vİ, “gözenekli yapıda bitki ve hayvan dokularının içerisine hızlı ve kontrollü bir şekilde sıvı geçişini sağlamak için kullanılan yöntem”dir.
- Gıdalarda ozmotik uygulamalarda kullanılan yeni bir tekniktir.
 - kütle transferi gerçekleşir
 - gıda kompozisyonunda da bazı değişiklikler olabilir.
 - Vİ, meyve ve sebze işleme uygulamalarında yaygın bir şekilde kullanılmakta ve pek çok avantaj sağlamaktadır (Fito, 1994).

Vİ Uygulama Aşamaları



İlk aşamada, kapalı tank içerisine kısa bir süre (**t1**) vakum basıncı (**P1**) uygulanır, böylece gıda bünyesindeki gazlar uzaklaştırılır.

Resim 1. Vİ düzeneği



Resim 2. Vİ öncesi örneklerin tartımı



Resim 3. Örneklerin uygulama kabına yerleştirilmesi



İkinci aşamada, atmosferik basınca (P2) dönülmekte gaz çıkışıyla oluşan boşluklar hidrodinamik akış yardımıyla ozmotik dehidrasyon sıvısı tarafından kolayca doldurulmaktadır (Fito ve ark. 2001).

Resim 4. Vakum uygulaması



Resim 5. İmpregnasyon solüsyonu akışı



Resim 6. Vİ sonrası örnekler



Tablo 1. Meyve ve sebzelerde yaygın olarak kullanılan Vİ Parametreleri
(Zhao ve Xie, 2004)

Faktörler	Şartlar
Solüsyon konsantrasyonu	İzotonik solüsyonlar, genellikle sukroz Minimal işlenmiş ürünlerde 20-50°Brix Kurutulmuş ürünler için 50-75°Brix
Solüsyon sıcaklığı	Genellikle 20-50 °C
Vakum derecesi	Minimal işlenmiş ürünlerde 5-50 mbar Kurutulmuş ürünler için 50-200 mbar
Vakum süresi	Genellikle 10-30 dak.
Atmosferik restorasyon süresi	Minimal işlenmiş ürünlerde 10-20dak. Kurutulmuş ürünler için birkaç saat

Vİ Etkileyen Faktörler



- ✓ Hammaddenin doku yapısı (gözeneklerin büyüklüğü ve dağılımı), şekli ve büyüklüğü
- ✓ İmpregnasyon solüsyonunun türü
- ✓ Solüsyonun sıcaklığı, konsantrasyonu ve bileşimi
- ✓ Vakum süresi ve zamanı
- ✓ Atmosferik basıncın süresi
- ✓ Karıştırma
- ✓ Solüsyon ve örnek oranı

✓ Hammaddenin doku yapısı, şekli ve büyüklüğü



Gras ve ark. (2003) kalsiyumla zenginleştirilmiş sukroz çözeltisini VI tekniğiyle, patlıcan, havuç ve kayın mantarında uyguladıkları bir çalışmada; patlıcan ve mantarda gözenekli yapılarından dolayı kalsiyum impregnasyonu oldukça yüksek tespit etmişler fakat havuçta aynı sonuç alınamamıştır.

✓ İmpregnasyon solüsyonunun türü



1- İzotonik solüsyon; hücre içinde ve dışında aynı konsantrasyonu içeren çözelti

2- Hipotonik solüsyon; hücre dışı çözelti konsantrasyonu hücre içi madde konsantrasyonundan az olan çözelti

3- Hipertonik solüsyon; hücre dışı çözelti konsantrasyonu hücre içi madde konsantrasyonundan fazla olan çözelti



✓ Solüsyonun bileşimi, konsantrasyonu ve sıcaklığı

- İmpregnasyon solüsyonu hazırlarken duysal özellikleri ve çözünürlüğü iyi olan, toksik olmayan, düşük maliyetli çözücü ve çözünen seçilmelidir.
- Nişasta Şurubu, gliserol, etanol, polioller, laktoz maltodekstrin, trehaloz, L-lisin, kazein, monosodyum glutamat, tuz ile sukroz, sukroz ile gliserin, sukroz ile glikoz gibi maddelerin kombinasyonları yaygın olarak kullanılmaktadır.

✓ Solüsyonun bileşimi, konsantrasyonu ve sıcaklığı

➤ İki veya daha fazla çözünenden oluşan karışık solüsyonların birçok avantaja sahip olduğu bildirilmiştir **Raoult-Wack, 1994**

- Su kaybının artması
- Organoleptik kalitenin korunması
- Besin değerinin artması

➤ **Lenart ve Lewicki (1990)** impregnasyon solüsyonun sıcaklık ve konsantrasyonundaki artışın kütle transfer oranını da arttırdığını, buna karşılık renkte, tekstürde ve tatta istenmeyen değişiklikler olduğunu tespit etmişlerdir.



✓ Vakum basıncı ve süresi

Mujica-Paz ve ark. (2002) izotonik bir solüsyon hazırlayarak mango, elma, papaya, muz, Şeftali ve kavun dilimlerinde farklı basınç (135-674 mbar) ve farklı sürelerin (3-45 dak.) etkilerini araştırmışlar, **basınç ve sürenin** tüm meyve dilimlerinin hacimleri üzerine önemli bir etkiye sahip olduğunu ve genellikle daha yüksek vakumda impregnasyon solüsyonun hacminin arttığını bildirmişlerdir.

✓ Karıştırma/ Çalkalama

Karıştırmanın Vİ uygulamasında su kaybı ve şeker kazanımını etkilediği, türbülanslı akışın laminar akışa göre su kaybını artırdığı ve hızlandırdığı bildirilmiştir (Zhao ve Xie 2004).

Meyve ve Sebzelerde VI Uygulamasının Meydana Getirdiği Değişiklikler

Mikro Yapıdaki
Değişimler

Fizikokimyasal
Değişimler

Termal (ısıl)
Değişimler

Mikro yapıdaki Değişimler



Ferrando ve Spiess (2001), impregnasyon solüsyonunda kullanılan üç disakkaritin (sakkaroz, maltoz ve trehaloz) soğan epidermisi ve çilek korteksinde hücre sel büyüme ve canlılığına etkisini eş odaklı lazer tarama mikroskopuyla kullanarak incelemişlerdir. Şeker farklılığı soğan epidermisini önemli ölçüde etkileyerek büzülmeye yol açmış, fakat çileğin dokusunda etkisi önemsiz bulunmuştur. Maltoz ve trehaloz disakkaritlerinin soğan epidermisindeki plazma zarını koruduğu bildirmişlerdir.

Fizikokimyasal Değişimler



Vİ sonucunda, özellikle fazla gözenekli örneklerde impregnasyondan en çok etkilenen fizikokimyasal özellikler doku, toplam asitlik ve renktir.

Xie ve Zhao (2003) taze elma dilimlerinde % 20 ve 50 oranlarında seyreltilmiş yüksek früktoz içerikli mısır şurubunda (HFCS) impregnasyon uygulanmış ve sertlik bakımından incelemişlerdir. %50 'lik solüsyonda meyve sertliğinin önemli derecede azaldığı, %20 lik solüsyonda kalsiyum içeren uygulamada sertlik kaybı önlenmiştir.

Vİ işleminde ürün asitliğinde; hammaddenin kendisi, impregnasyon çözeltisinin konsantrasyonu ve türü etkili olmaktadır. **Xie ve Zhao (2003)** %3'lük HMF (yüksek metoksil pektin) ve %50'lik HFCS solüsyonlarında çilek ve böğürtlende yaptıkları çalışmada Vİ işleminin toplam asitliği azalttığı ve pH'yı arttığını belirtmişlerdir.

Fizikokimyasal Değişimler



Vİ işlemleri meyve sebzelerde **renkte** de önemli değişikliklere sebep olmakta, meydana gelen gaz-sıvı değişimi örnekteki kırılma endeksini önemli ölçüde etkilemektedir **(Martinez –Manzo ve ark., 1997)**.

Alzamora ve ark. (2000)'nin enzimatik esmerleşmeye daha hassas olan açık renkli meyvelerde yaptıkları bir çalışmada, vakum işlemleri sırasında meyvenin gözenegindeki havanın çekilmesi dokularındaki oksijen konsantrasyonunun azalmasıyla oksidatif reaksiyonunun yavaşladığını ve bununla son ürünün renk kalitesini olumlu yönde etkilediğini bildirmişlerdir.

Termal Değişimler



Gözeneklilik, gözenek boyutu, ısı akış yönünün dağılımı, impregnasyon solüsyonunun bileşimi ve işlem parametreleri ısı özelliklerinin değişimini etkiler **(Fito ve ark., 2001)**.

Fito ve ark. (2000) yaptıkları çalışmada, gaz alışverişinden dolayı izotonik solüsyonla yapılan Vİ işleminin ısı iletimini arttığını, **Martinez-Monzo ve ark. (2000)** Vİ uygulanan elmalarda ısı iletiminde %15-24, ısı yayılımında ise %2-4 artış tespit etmişlerdir.

Vİ KULLANIM AMAÇLARI

- ❖ Son ürünün **besin değerini** artırmak
- ❖ Son ürünün **kalitesini** artırmak
- ❖ Asıl işlemden önce **su kaybını** sağlamak



Dondurma ve **kurutma** ve **minimal işleme** gibi asıl işlemlerden önce, impregnasyon solüsyonuna eklenen sıkılaştırıcı ajanlar, antioksidanlar ve antimikrobiyal ingredientler olan fonksiyonel gıda katkı maddelerinin gözeneklere nüfüz etmesiyle, **ürünün kalitesinde ve raf ömründe artış** sağlanmaktadır.

Yine kurutmadan önce önişlem olarak kullanımı (üründe bulunan suyun, ısıtma olmadan sıvı halde uzaklaştırılmasıyla daha sonraki işlem basamaklarında geri kalan suyun uzaklaştırılmasında daha az ısı kullanılarak) su kaybına yol açarak **enerji tasarrufu** sağlamaktadır.



Xie ve Zhao (2003) böğürtlen ve çilekleri dondurmadan önce, uygulanan Vİ solüsyonunda %7.5 kalsiyum glukanol ve HMP ve HFCS'yi karıştırarak kullanmışlardır. Çalışma sonucunda dondurulmuş ve tekrar eritilmiş ürünlerde sızma kaybının azaldığı ve doku kalitesinin iyileştiği görülmüştür. Vİ uygulanan örneklerde sızdırma kaybının uygulanmayan örneklerle göre yaklaşık olarak %20-50 oranında azaldığı bildirilmiştir.

Table 5. Nutritional fortification of fruits using VI process

Fruit	VI solution	% DRI of calcium	% DRI of zinc
Apple (<i>Royal Gala</i>)	Control (raw)	0.82	2.02
	20% HFCS+ 5.24% GC	11.20	
	50% HFCS+ 5.24% GC	15.41	
	20% HFCS+ 7.50% GC	15.93	
	50% HFCS+ 7.50% GC	20.24	
	20% HFCS+ 0.02% ZL		32.40
	20% HFCS+ 0.04% ZL		40.71
	50% HFCS+ 0.04% ZL		42.58
	Control (raw)	3.26	1.77
	50% HFCS+ 12.00% CG	25.31	
	3% HMP+ 12.00% CG	30.53	
	50% HFCS+ 0.04% CG		17.3
Strawberry (<i>Totem</i>)	3% HMP+ 0.04% CG		19.8
	Control (raw)	7.10	3.95
	50% HFCS+ 12.00 %CG	16.36	
	3% HMP+ 12.00% CG	18.02	
	50% HFCS+ 0.04% CG		64.72
	3% HMP+ 0.04% CG		42.63
Marionberry	Control (raw)	7.10	3.95
	50% HFCS+ 12.00 %CG	16.36	
	3% HMP+ 12.00% CG	18.02	
	50% HFCS+ 0.04% CG		64.72
	3% HMP+ 0.04% CG		42.63
	Control (raw)	7.10	3.95

HFCS, high fructose corn syrup solution; HMP, high methyl pectin; GC, Gluconal Cal[®]; ZL, zinc lactate. The VI processing consisted of a 15 min vacuum at 50 mmHg and 30 min restoration at atmospheric pressure.

Kalsiyum ve çinko minerallerince zenginleştirilmiş früktoz mısır şurubu çözeltisi hazırlanarak taze kesilmiş elma ve çilek dilimlerine ve bütün böğürtlenlerde VI uygulaması (Xie ve Zhao, 2003)

Required salt concentration (g salt/l) in the impregnating solutions to obtain functional food portions (200 g) containing a 25% of the RDI of calcium, iron and zinc for different fruits and vegetables^a

Fruit/Vegetable	Lactate	Calcium Citrate	Gluconate	Lactate	Iron (II) Citrate	Gluconate	Lactate	Citrate	Gluconate
Apple, <i>Golden</i>	43.21	–	90.97	0.5311	–	1.014	0.3923	0.4117	0.7340
Apple, <i>G. Smith</i>	25.96	–	54.65	0.3190	0.3340	0.6091	0.2357	0.2473	0.4409
Apple, <i>R. Chief</i>	28.51	–	60.03	0.3504	0.3669	0.6691	0.2589	0.2717	0.4844
Mango, <i>Tommy Atkins</i>	44.26	–	93.18	0.5439	–	1.038	0.4018	0.4216	0.7518
Strawberry, <i>Chandler</i>	–	–	–	3.914	–	7.473	2.891	–	5.410
Kiwi, <i>Hayward</i>	–	–	–	7.287	–	13.91	5.383	–	10.07
Peach, <i>Miraflores</i>	–	–	206.74	1.207	–	2.304	0.8916	–	1.668
Peach, <i>Catherine</i>	–	–	290.40	1.695	–	3.237	1.252	–	2.343
Apricot, <i>Bulida</i>	–	–	–	3.772	–	7.201	2.786	–	5.213
Pineapple, <i>Española Roja</i>	–	–	233.94	1.366	–	2.608	1.009	–	1.888
Pear, <i>Passa Crassana</i>	–	–	251.59	1.469	–	2.804	1.085	–	2.030
Plum, <i>President</i>	–	–	–	8.087	–	15.440	5.974	–	11.18
Melon, <i>Inodorus</i>	–	–	252.71	1.476	–	2.817	1.089	–	2.039
Orange peel, <i>Valencia Late</i>	11.84	–	24.92	0.1455	0.1523	0.2778	0.1075	0.1128	0.2011
Mandarin peel, <i>Satsuma</i>	11.87	–	24.98	0.1458	0.1527	0.2784	0.1077	0.1130	0.2016
Eggplant, <i>Soraya</i>	10.68	–	22.49	0.1313	0.1375	0.2507	0.09701	0.1018	0.1815
Beetroot	89.16	–	187.72	1.0959	–	2.092	0.8096	–	1.515
Carrot, <i>Nantes</i>	39.82	–	83.83	0.4894	–	0.9343	0.3615	0.3793	0.6764
Zucchini dices, <i>Blanco Grise</i>	25.86	–	54.44	0.3178	0.3328	0.6068	0.2348	0.2463	0.4393
Zucchini slices, <i>Blanco Grise</i>	64.64	–	136.10	0.7945	–	1.516	0.5869	0.6159	1.099
Mushroom, <i>Albidus</i>	11.74	–	24.71	0.1443	0.1511	0.2754	0.1066	0.1118	0.1994
Oyster mushroom ^b	22.75	–	47.90	0.2796	0.2928	0.5339	0.2066	0.2168	0.3865
Oyster mushroom	14.22	–	29.94	0.1747	0.1830	0.3337	0.1291	0.1355	0.2416

(Fito ve ark., 2001)

SONUÇ



VI tekniği, gıda endüstrisinde meyve ve sebze proseslerinin bazılarında ön işlem olarak kullanılmakta ve bu sayede enerji tasarrufu sağlamaktadır. Ayrıca son ürün bileşimini ve kalitesini artırarak yeni ürün ve raf ömrü çalışmalarında kullanılmaktadır.

- Bazı teknik zorluklar
- Kütle transfer oranı
- VI solüsyonunun geri kazanımı
- Solüsyonun mikrobiyal güvenliđi
- VI solüsyonunun örneklere tamamen nüfuz etmesi

TEŞEKKÜRLER

