

Siyah ay İmalatında Dondurarak Soldurma Üzerine alışmalar

Thomas Muthumani , R.S. Senthil Kumar

UPASI ay Araştırma Kuruluşu, ay Araştırma Enstitüsü, Nirar Dam B.P.O., Valpari 642 127

Coimbatore Bölgesi , Tamil Nadu Hindistan

Kabul 10 Mayıs 2004, Revize edilerek kabul 3 Ocak 2006, Onay 3 Ocak 2006

ÖZET

Siyah ay imalatında, soldurma süresini azaltmak amacıyla çok kısa sürede hücre zarlarının permeabilitesi (geçirgenliği) artırılmış yumuşak yaprakların elde edilmesi ile sonuçlanan dondurarak soldurma denenmiştir. Dondurarak soldurulmuş yapraklar, geleneksel olarak soldurulmuş yapraklara benzer miktarda kalite prekürsörüne (öncülerine) sahip olmuştur. Sonuçta elde edilen siyah çay, normal soldurmadan sonra ve soldurmasız imalattakinden kalitece daha iyiydi. Taze yaprakların işlenmesi sonucunda karşılaştırılabilir theaflavin düzeyleri elde edilmiştir, ancak çaylar, sertliklerinden dolayı kabul edilebilir değildi. Dondurarak soldurma esnasında yaprakların hücre membranı geçirgenliğinin etkin bir fiziksel solma derece sine ulaştığı görülmüştür. Dondurarak soldurma esnasında da klorofil seviyesindeki azalışlar, kafein seviyesindeki artışla da desteklenen kimyasal soldurmanın da oluştuğunu göstermiştir.

1.GİRİŐ

ay sudan sonra dünyada en çok tüketilen ikinci içecektir. Siyah ay, yaprağını dökmeyen *Camellia sinensis* (L.) O. Kuntze ocaklarının körpe yaprak ve tomurcuklarından imal edilir. ay imalatı soldurma, kıvrma, fermentasyon ve kurutma diye adlandırılan dört aşamayı içerir. Bunlardan soldurma çay imalatında ilk ve çok önemli adımdır. Soldurma zaman, para ve enerji açısından çok pahalıdır. Soldurma, etkin kıvrma, fermentasyon ve kurutma işlemleri için fiziksel ve biyokimyasal olarak yaprağı hazır hale getirir. Soldurmanın kimyası bir çok bilim adamı tarafından çalışılmıştır.

Soldurma ;

- Amino asitlerin düzeylerinde (1) kafein içeriğinde (2), şekerlerde (3) ve polifenoloksidaz aktivite sinde bir artış (4),
- klorofil içeriğinde değişme (5),
- uçucu aroma bileşenlerinin öncülerinin oluşması (6)
- hücre membran geçirgenliğinde artış (7) ile sonuçlanır.

Hücre membran geçirgenliği hariç, tüm bu değişimler soldurma esnasında oluşan nem kaybından bağımsızdır. Polifenoller ve polifenoloksidaz çay yaprağında uzamsal olarak ayrı olduğu halde, hücre membranı geçirgenliğindeki artış, çayın fermentasyonunda enzim ve substratların karışımlarını kolaylaştırmada önemlidir.

Hücre membran geçirgenliği kimyasal bir olgu olmamasına rağmen, çayın nihai kalitesine katkıda bulunan kimyasal reaksiyonların oluşmasında önkoşuldur. şayet hücre membran geçirgenliği kısa bir sürede başarılmış olsaydı, çay fabrikaları her gün daha büyük miktarlarda yaprağı işlemiş olacaktı. Bu yönde yapılan ilk çalışmada, işlem parametrelerinin tek tek ele alınması amaçlanmış (8) ve dondurarak soldurmanın yalnızca üretim tipine uygun olup olmadığı test edilmiştir. Yaprakta meydana gelen biyokimyasal değişiklikler önemsenmemiştir. Dondurarak soldurma ile normal soldurmanın karşılaştırılması (9) tarafından gerçekleştirilmiş, ancak bu çalışmalar yüzey nemi uzaklaştırmadan yapılmıştır. Yüzey nemini etkin bir şekilde uzaklaştırmak ve fiziksel soldurmayı iyi bir şekilde ayarlamak için özdürme önemlidir, böylece yapraklar imalat süresince rotervanı tıkamayacaktır. Bu nedenle bu çalışmada don durarak soldurma esnasında meydana gelen fiziksel ve biyokimyasal değişimler üzerinde çalışıldı.

2. Materyaller ve Metotlar

Bu çalışmada kullanılan klonal çay yaprakları (UPASI – 9 MSL 'den 1050 m Yukarıda bulunan Valpari, UPASI deneme çiftliğinden toplandı. 2 kg yaprak toplanır toplanmaz herhangi bir soldurma olmaksızın derhal işlendi. Dondurarak soldurma –20 °C de yapraklar bir derin dondurucuda tutularak yapıldı. Bundan sonra bir soldurma teknesine her bir metre kareye 9 Kg oranında yaprak yayılarak 30 dakika süreyle (35 °C de) sıcak hava akımı tatbik edilerek çözüldürüldü. Dondurarak soldurulmuş yapraklar düzenli aralıklarla alındı (2, 4, 6 ve 8 saat) ve bu işlemten sonra CTC kıvrıma, fermantasyon ve kurutmadan oluşan standart imalat uygulandı.

Yeşil yaprak örnekleri, klorofil (Chl.), karotenoidler (10), polifenoller (11) ve kateşinler (12) için düzenli zaman aralıklarında alınarak analiz edildi.

Donmuş yapraklarda, hücre membranı geçirgenliğindeki artışın kapsamını değerlendirmek için 2 saat süreyle oda sıcaklığında destile edilmiş suyun 100 mL içinde belli miktardaki yeşil yaprak örnekleri tutularak soğuk suya geçen kateşin ve polifenoller için testler yapılmıştır. Soğuk su ekstraktının elektriksel iletkenliği ve pH' sı da belirlendi.

Yaprak örnekleri minyatür bir CTC makinesinde beş kez kesildi ve %95 nisbi rutubette ve 25°C de fermantasyona bırakıldı. Fermente olmuş dhool bir mini akışkan yataklı kurutucu da nihai nem içeriği %3 olana kadar kurutuldu. Bu şekilde imal edilen çay örnekleri bir "Endecott" sarsıntılı elek kullanılarak tasnif edildi ve *pokeo fannings* cinsi kısım (1-1.5 milimetre boyutlarında küçük yapraklı çay sınıfı) analiz için alındı. Fermantasyon süresince dhool'un belirli miktarları alındı ve Ullah (1977) tavsiye ettiği şekilde intheaflavin oluşumu için analiz edildi.

Thanaraj ve Seshadri (1990) ve **Laskhminarayanan ve Ramaswamy (1978)** tarafından belirlenmiş prosedüre göre theaflavin (TF), thearubigin (TR), yüksek derecede polimerize olmuş maddeler (HPS) ve toplam likör rengi (TLC) belirlendi. Her biri için su ekstraktı **Hindistan Standartlarına (1999)** göre belirlendi. Kafein içeriği **Newton (1979)**'un metoduna göre belirlendi.

Sertlik göstergesi ; $[BI = TF \times 100 / (TF + Kafein)]$ ve

Renk göstergesi ; $[CI = TF \times 100 / (TR + HPS)]$ ayrıca hesaplandı.

Duyusal değerlendirme için örneklerin bir bölümü profesyonel çay tadımcıları na gönderildi. Çaylar tadıldı ve her biri uygulamalar arasında ki likör ve sertlik farkı mamul çay infizyonu, çay rengi gibi niteliklerinde ki üstünlüğe göre değerlendirilerek sıralandı. Aroma üzerindeki izlenim ve tüm yorumlar ayrıca kaydedildi. Deneme 3 kez tekrarlandı ve sonuçların istatistiksel analizinde SPPS yazılım, versiyon 7.5 kullanıldı.

3. Sonuçlar ve Tartışma

3.1 Yeşil yaprağın biyokimyasal bileşenleri

Dondurulmuş, normal soldurulmuş ve taze yaprak örneklerinin fiziksel özellikleri ile ilgili gözlemler, Tablo 1'de mevcuttur.

Klonal çay yaprakları dondurulduğu zaman yaprak rengi değişmedi ancak yaprak yumuşadı ve geçirgenliği (permeabilitesi) arttı. Yaprakların yeterli fiziksel ve kimyasal solmaya ulaştığı görüldü.

Dondurma süresi artırıldığında, dondurarak soldurulmuş yaprakların polifenoller ve kateşinlerinin azaldığı bulundu (Tablo-2).

Bununla birlikte polifenoller ve değerleri, 16 saat süreyle normal soldurma ile elde edilenlere eşdeğerdi. Normal soldurmada olduğu gibi, 6 saat'e kadar dondurarak soldurmada kateşinlerin karotenoid ve klorofil düzeylerinin de çokça değişiklik olmadı.

Dondurarak soldurma süresince meydana gelen kimyasal soldurma ile klorofil düzeylerinde hafif bir azalma olduğu görüldü.

Tablo – 1 : Normal soldurma ve dondurarak soldurmada sonra solmuş yaprak karakterleri (fiziksel değerlendirmeyi içeren üç gözlemin karşılığı)

Karakterler	Taze	Donmuş	Normal
Renk	Yeşil	Yeşil	Yeşil
Tekstür	Şişkin	Yumuşak	Yumuşak
Fiziksel solma	-	++	++
Kimyasal solma	-	++	++

Tablo – 2 : Dondurarak soldurma tarafından etkilenmiş olan yeşil yaprağın biyokimya sal bileşenleri

Uygulama	Polifenoller %	Kateşinler %	Toplam Chl ^a	Karotenoidler ^a	Kafein %
Taze yaprak	25.2	15.6	1541	139	2.12
F.W. 2 saat	22.2	13.6	906	146	2.37
F.W. 4 saat	22.2	13.0	899	154	2.43
F.W. 6 saat	21.2	12.6	901	158	2.41
F.W. 8 saat	20.2	11.5	812	144	2.35
Normal 16 saat	21.9	13.9	845	136	2.70
CD % 5	2.74	1.34	217	15.1	0.54

CD : kritik farklılık , F.W : dondurarak soldurma , ^a : mg / g taze ağırlık

3.2 Hücre membran geçirgenliği çalışmaları

Hücre membran geçirgenliği çalışmaları, 16 saat'lik normal soldurmada sonra sonuçlanan geçirgenlik derecesine, dondurarak soldurmanın 2.saatini içerisinde ulaşıldığını ortaya çıkardı.

Polifenollerin, kateşinlerin ve organik asitlerin özütlenmesine bağlı olarak soğuk su ekstraktının pH'sı azaldı (Tablo – 3). Elektriksel iletkenliğin, organik asitlerin ve elektrolitlerin büyük miktarlarda bulunmasına bağlı olarak arttığı bulunmuştur.

Soğuk su ekstraktındaki özütlenme yoluyla sağlanan kateşinlerin ve polifenollerin düzeyi dondurma süresine bağlı olarak arttı.

Bu, dondurma ile hücre duvarlarındaki etkin hasardan dolayı olabilirdi. Dondurma süresi arttıkça, hücre bozunması da artmış ve bu daha çok elektrolit sızıntısı ile sonuçlanmıştır. Bu, dondurarak soldurmada yeterli kimyasal soldurmaya ulaşıldığını gösterir. Böylece geleneksel soldurmanın 16 saat'ine karşılık, dondurma uygulamasıyla 2 saat'lik dondurarak soldurma yaprağı hazır hale getirir.

Tablo – 3 : Dondurarak soldurma süresince elektrolit özütlenmesi

Uygulama	pH	EC (dS m ⁻¹)	Polifenoller %	Kateşinler %
Taze yaprak	6.29	0.01	0.15	0.04
F.W. 2 saat	6.04	0.10	1.59	0.81
F.W. 4 saat	5.99	0.18	2.13	1.08
F.W. 6 saat	5.78	0.23	2.52	1.24
F.W. 8 saat	5.57	0.28	3.64	2.76
Normal 16 saat	5.78	0.15	0.90	0.45
CD % 5	0.14	0.05	0.57	0.43

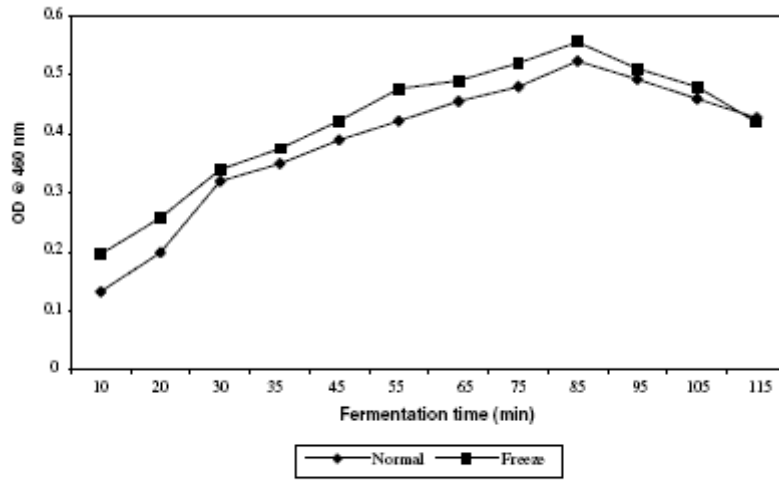
CD : kritik farklılık , F.W : dondurarak soldurma , EC : elektriksel iletkenlik

3.3 Fermente olabilirlik çalışmaları

Normal soldurulmuş veya dondurularak soldurulmuş örneklerin fermente olabilirliği, fermantasyon süresince TF'nin oluşumuyla değerlendirilmiştir (Şekil-1). Grafikten dondurularak soldurulmuş yapraklarda, normal bir soldurmada daha çok theaflavin meydana geldiği görülür. Fermantasyon zamanında değişiklik olmadığını için, dondurarak soldurmada yeterli hücre membran geçirgenliği sağlanmıştır.

3.4 Mamul çay analizleri

4 Saat süreyle dondurarak soldurulmuş yapraklarda likör diğer çaylardan daha parlak ve (Tablo-4) theaflavin düzeyleri en yüksekti. Bu, dondurarak soldurma boyunca yeterli hücre yırtılmasına bağlı olabilir. Dondurarak soldurmaya bağlı olarak enzim (polifenoloksidaz) ve substratlar (polifenoller) temasa geçti ve etkin bir reaksiyon oluştu. Bu sonuç **Ramaswamy'in** (1989) bulguları ile mutabıktır. Thearubiginler ve HPS'ler herhangi bir bölgesel trend göstermede başarısız oldu. Normal olarak soldurulmuş yapraklardan elde edilen çaylarda, likörde renk dönüşü münü artıran HPS nin düzeyi çok yüksekti. Çay ekstraktı üzerine direkt etkiye sahip olan toplam çözünebilir katılar (TSS)'in donma süresi ile arttığı bulunmuştur.



Şekil - 1 : Soldurulmuş yaprakların fermente olabilirliği üzerine dondurarak soldurmanın etkisi.

Kafein düzeyi, soldurma uygulamasına bağlı olmaksızın sabit olduğu bulunmuş tur (Tablo-4). Kafeindeki artış, yaprakların ulaştığı kimyasal soldurmanın derecesinin bir ölçüsüdür.

Bu sonuç **Ramaswamy'in** (1989) raporu ile bağıntılıdır. Bununla birlikte **Ranganath'in** (1991,1994) rapor sonuçlarıyla çelişmektedir. Bu, dondurma uygulamasından sonra kullanılan çözünme sıcaklığından dolayı olabilir.

İlk raporlarda çözünme yüzey rutubetini uzaklaştırmada muhtemelen yetersiz olan oda sıcaklığında gerçekleşmiştir.

Soldurma sıcaklığının kafeinin biyosentezini etkilediği ve 35°C de soldurma ya bağlı olarak kafein düzeyinde önemli bir artış olduğu daha önceden kanıtlanmıştı (13). Böylece 35°C deki çözünme mamul çaydaki kafein düzeylerinde bir artışla sonuçlandı.

Sertlik ve renk indeksi **Ramaswamy** (1986) tarafından önerildiği gibi çalışıldı. En iyi çaylar için , renk indeksi 5 ve 11 aralığında olduğunda likörde renk ve dolgunluk arasında denge vardır. Renk indeksi 11 değerini aştığı zaman , çaylar renksizleşirken, 5'in altına düştüğü zaman likör dolgunluğu düşük , mat ve koyu olmuşlardı. 12.5 dan 22.5 'a kadar olan aralık Güney Hindistan çayları için önerilen sertlik indeksinin normal aralığıdır. En berrak likörler , 22.5 dan yukarı bir dolgunluk indeksine sahip olacaktır, fakat 17.5 'un altına düştüğü zaman likör itici bir sertleşme eğiliminde olur ve 17.5'u aştığı zaman likör daha sert olur.

Bizim çalışmalarımızda gözlenen sertlik ve renk indeksi değerleri Tablo – 4 ‘de mevcuttur.

Dondurularak soldurulmuş örneklerin hem renk hem de dolgunluk indeksleri normal soldurulmuş örneklerinkinden çok daha yüksekti.

Tablo – 4 : Mamul çay kalitesi üzerine dondurarak soldurmanın etkisi

Uygulama	TF %	TR %	TLC	TSS	Kafein %	BI	CI
Taze yapraklar	1.33	7.76	4.19	40.0	2.82	32.1	7.94
F.W. 2 saat	1.36	8.61	4.36	38.0	2.90	31.9	7.56
F.W. 4 saat	1.43	8.76	4.66	38.5	3.07	31.8	8.07
F.W. 6 saat	1.27	8.45	3.99	38.3	3.08	29.2	7.03
F.W. 8 saat	1.28	8.26	4.13	38.3	3.08	29.4	7.26
Normal 2 saat	0.90	8.14	5.00	36.6	3.05	22.8	4.25
CD % 5	0.11	0.80	0.68	2.88	0.77	3.14	1.6

CD : kritik farklılık , F.W : dondurarak soldurma , BI : dolgunluk indeksi , CI : renk indeksi

3.5 Organoleptik (Duyusal) Değerlendirme

Organoleptik değerlendirme, tüketici tarafından ürünün kabul edilme derecesinin göstergesi olabilir. Organoleptik değerlendirmenin sonuçları Tablo – 5’de mevcut tur. Bu sonuçlar, tadımı yapılan örnekler aralarındaki üstünlük esas alınarak sıralandı. Normal soldurulmuş yapraklardan üretilen çaylarda kuru çay görünüşü en yüksekti ancak dondurarak soldurulmuş yapraklardan üretilen çaylardaki likör özellikleri birinci geldi. Taze yaprakların çayı yeşilimsi ve itici sert tat dan dolayı zayıf olarak değerlendirildi. Böylece 2 saat süreyle dondurarak soldurulmuş yaprakların çayı normal soldurulmuş yapraklardan elde edilen çaya eşdeğer orandaydı. Böylece, tüm 2 ve 4 saatlik dondurarak soldurma işlemleri, çaylarda en iyi kalite ve içim özellikleri ile sonuçlandı. Bir dondurma tesisinin ilk yatırım masrafı yüksek olmasına rağmen, uzun dönemde üretim maliyetini azaltacaktır.

Tablo – 5 : Siyah çay örneklerinin organoleptik değerlendirmesi ^a

Uygulama	Yaprak rengi	Yaprak infuzyonunda dönüşüm	Likör	Dolgunluk	Aroma	Yorum
Taze yaprak	6	5	6	6	Yeşilimsi	Sert
F.W. 2 saat	2	2	1	1	Çok iyi	Dolgun
F.W. 4 saat	3	3	3	3	İyi	İyi
F.W. 6 saat	4	4	4	4	İyi	İyi
F.W. 8 saat	5	6	5	5	Orta	Orta
Normal 16 saat	1	1	2	2	Çok iyi	Dolgun

^a : Üstünlüklerinin sıralanışı üzerinde ki temel (n=2)

Tercüme: Kamil Engin İSLAMOĞLU, Ziraat Mühendisi, [E-Mail](mailto:kamil.engin@icm.gov.tr)

Kaynak : T. Muthumani, R.S.S.Kumar. 2006 “[Studies on freeze – withering in black tea manufacturing](#)” UPASI Tea Research Foundation, Tea Research Institute , Nirar Dam P.P.O., Valpari 642 127, Coimbatore District, Tamil Nadu, India. Food Chemistry 2006.01.007

- 1) Roberts & Wood, 1951
- 2) Sanderson, 1964
- 3) Owuor & Orchard, 1989
- 4) Ullah & Roy, 1982
- 5) Wickremasinghe, 1975
- 6) Mahanta & Baruah, 1989
- 7) Sanderson, 1968
- 8) Ramaswamy, 1989
- 9) Ranganath, Marimuthu, Raju ve Ramaswam 1991, 1994
- 10) Harborne, 1973
- 11) Dev Chouldhury & Goswami, 1983
- 12) Swain & Hillis, 1959
- 13) Muthumani, Senthil Kumar, Rajappan, Senthil Kumar & Kalidass, 2002