

Çay Uçucuları Üzerine İşleme Tekniklerinin Etkisi

Ramaswamy Ravichandran & Ramaswamy Parthiban
Çay Teknolojisi Bölümü, UPASI Çay Araştırma Enstitüsü,
Valparai - 642 127, Hindistan

Kabul 01.04.1997; kabul edilmiş versiyonun gözden geçirilmesi ve onay 10.09.1997

Özet

Çay kalitesiyle ilişkisi yönünden aromanın üretimi ve muhafazası için koşulları optimize etmek amacıyla, uçucu aroma kompozisyonu üzerinde kültürel işlemler ve imalat farklılıklarının etkisi çalışıldı. Aroma indeksi sırayla Tomurcuk + 1.yaprak >> 2.yaprak >> 3.yaprak, toplama aralığı; 7 gün> 14 gün, işleme; yeşil yaprak> solmuş yaprak - fermente dhool <kurutulmuş çay <<demli çay soldurma; yumuşak <normal< sert.

Genelde, I.grup VFC ne trans-2-hexenal ve II.gruba da linalool, phenylacetaldehyde ve geraniol hakimdi. Taze yeşil yapraklar; hexanol, hexanal, hexenol, hexenal ve methyl salicilate'nin yüksek bir içeriğine sahipti. Soldurmada I. grupta keskin bir artış dikkat çekti. En çok dikkat çeken hexenol oldu. II.Grupta arttı, ancak miktarı linalool hariç azdı. Fermantasyon süresince, I.grup alkollerinin keskin bir azalma göstermesiyle birlikte aldehyde'ler, özellikle trans-2-hexenal arttı. II. Gruptaki tüm bileşikler metyhylsalicilate ve ionone hariç tüm bileşikler artmıştı. Kurutma aşamasında I. ve II. grupta yüksek kayıplar kayıt edildi. Soldurmanın ilerlemesiyle I. gruptaki tüm bileşiklerde bir azalma görüldü ancak alkoller hariç II. grup bileşiklerde tam aksi görüldü. Kesmeden önce yaprakların elle toplanması süresince mekanik hasar, I.grubun içeriğini aşırı derecede arttırmıştır. Eksojen yağ asitleri başlıca linoleik aside ilaveten, trans-2-hexenal ve hexenal in hakim olduğu I.grup bileşikleri önemli miktarlarda üretti. Lipoxygenase'nin inhibisyonuyla I. grup uçucuların oluşumu toplamda azaldı.

Takdim

Çay (*Camellia sinensis* L. (O) Kuntze) önemli bir tarımsal ürün olduğundan dünyada 3 milyon ha. dan daha fazla alanda yetiştirilmektedir. Diğer tarımsal ürünlere hiç benzemeyen çayın kalitesi tarlada belirlenir ve sağlık bilinci daha yüksek olan tüketicilere göre kalite kazancı arttırmada önemlidir ve bu yüzden kalite kontrol, modern çay teknolojisini bütünleyen bir bölümdür (1). Çay sürgünü yapraklarında flavonoidler, proteinler ve lipitlerle birlikte hidrolitik ve oksidatif enzimlerin yaygın oluşu, siyah çayın imalatı süresince bir çok kalite özelliklerinin oluşumunda önemli bir rol oynar (1). Çay aroması , ki onu çay işleme süresince oluşan uçucu aroma bileşenleri (VFC) meydana getirmektedir, son günlerde mamul çayın fiyatını belirleme de önemli bir kalite parametresi olduğu görülmüştür. Bu VFC iki gruba ayrılabilir (2). I. Grup bileşikler lipoxygenase aktivitesi aracılığıyla çoğunlukla doymamış yağ asitlerinin lipit bozunması ürünleridir (4). Bu yüzden, linoleik asit formları cis-3-hexenal ki o alkol oksidoredüktaz yoluyla trans-2- kadar kısmen hexenal'e izomerize olur. Bunun bir bölümü, trans-2-hexanol'e kadar dönüşerek azalmaktadır (5). Aynı şekilde linoleik asit formları n-hexanal ki o, n- kadar azalır. Benzer şekilde oleik ve hexanol'epalmitoleik asitler sırayla, n-nonanal, n-nonanol, n-heptanal ve n-heptanol üretir (6). Benzer şekilde, izomeraz ve oksidoredüktazların aktivitesiyle linolenik asitten; 1-penten-3-one, 1-penten-3-ol, cis-3-penten-1-ol ve cis-3-penten-1one üretilir ve linoleik asitten; 1-octen-3-one ve 1-octen-3-ol üretilir (7). Bu bileşiklerin oluşumunun mekanizması, linoleik asit için; 13-hydroperoxy-cis-9-trans-11-octadecadienoic asit (8) ve linolenik asit içinde 13-hydroperoxy-cis-9trans-11cis-15octadecatrienoic asit (9) in enantio - selektif oluşum yoluyla meydana getirdiği görüldü ve tespit edilmiş oldu. Siyah çay imalatı süresince yağ asidi bozunmasıyla I.grubu %90 'ın üzerinde bu ürünler oluştururken, istenmeyen otsu bir koku verirler. Bununla birlikte ikinci grup bileşikler, siyah çaya tatlı çiçeğimsi bir aroma verirken çoğunlukla terpenoid'e bağlı bileşiklerin glikozidlerinden türemişlerdir (10). Onlar, terpenoidler aromatikler ve diğer olmayanlardan oluşmaktadır. Onlar, terpenoidglikozid terpenoidlerin hidrolizi (11) ve karetenoidlerin enzimle başlayan oksidatif bozunması yoluyla oluşmuşlardır (12). Ayrıca gıdaların enzimatik olmayan kahverengileşmelerinin çok önemli bir nedeni

olan Maillard reaksiyonu ve Strecker bozunması yoluyla amino asitler ve şekerlerden türemişlerdir (13).Tüm bu uçucu aroma bileşenleri Hindistan klonal siyah çaylarında kayıt edilmiştir. Aroma oluşumunun biogenetik alt yolları tümüyle çalışılmışken (14) imalatın değişik aşamalarında kompozisyonlarında meydana gelen değişimler henüz çalışılmamıştı. Mamul çayın aramasının aroma indeksine bağlı olduğu biliniyor (15). ve bu II. grup VFC 'nin toplamının I.grubunkine oranıdır ki onun kompozisyonunda ki değişim işleme tekniğine bağlıdır. Bu çalışmanın esas amacı, aroma potansiyeline değer biçmek için bir metod tanımlamak amacıyla farklı yetiştirme ve işleme teknikleriyle etkilendiğin de VFC oluşumunda ki değişimleri keşfetmek ve farklı biogenik mekanizmaların uygulanabilirliğini anlamaktır.

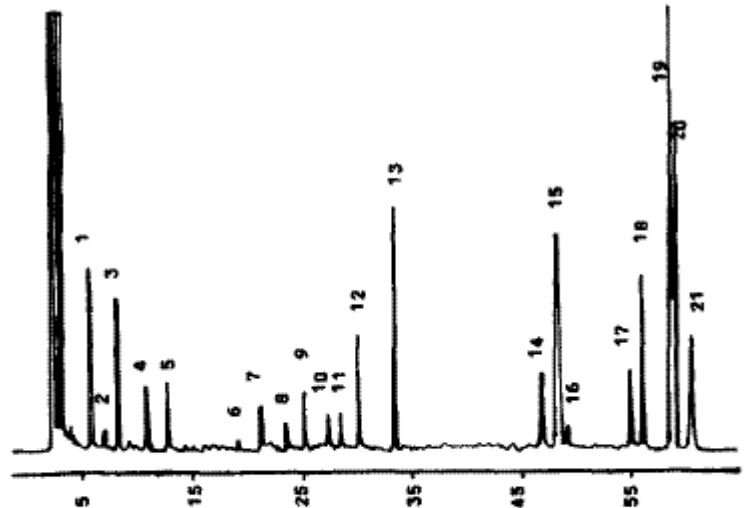
Materyal ve Metod

Assam, Çin ev Kamboçya kültürlerini temsilen UPASI-3, UPASI-9 ve UPASI-7 klonlarının bir tepe tomurcuğu ve sondan üçüncü yaprağı içeren standart çay yaprağı sürgünleri UPASI TRI deneme çiftliğinden hasat edildi. 16 saat süreyle 6 of lık bir higrometrik farkta, yapraklar 25 cfm/kg 'lık sabit bir hava akışıyla 20 cm 'lik bir kalınlıkta solduruldu. Solmuş yapraklar 4 kesicili sürekli bir sistemde ezme, yırtma, bükme (CTC) kıvrıma tabi tutuldu. Makinede kıvrılan yapraklar, optimum fermantasyon süreleri kadar (TRI standardı) fermente edildi ve siyah çaylarda %3 nem içeriği oluşana kadar sıcak hava ile 30 dk süreyle 130oC de kurutuldu. Sadece, BSS 18 – 24 mesh numaralı elekler arasından geçen materyaller analiz için alındı.

Toplamadan sonra (üç yaprak ev bir tomurcuk), her bir sürgünün; tomurcuk, 1.yaprak, 2.yaprak ve 3.yaprağı ayrıldı ve VFC 'ne bireysel katkılarına incelemek için ayrılarak işlendi. Solmuş yaprakların nem içeriği sırayla; %53, %73 %65 olarak tespit edilerek yaprak; sert soldurulmuş , yumuşak soldurulmuş ve normal soldurulmuş olarak sınıflandırıldı. Hasarlı taze yeşil yapraklar bir havanda kıvrıldı ve oda sıcaklığında 2 saat süreyle kahverengileşene kadar bırakılarak hazırlandı. Yağ asidi ilave edilmiş örnekler; yeşil yaprakların farklı gruplarına linolenik asit ve linoleik asit'in 500 µL si eklenerek hazırlandı, kesik dhool'lerle üniform bir karışım için 3 kez CTC de kesildiler ve geleneksel tarzda üretimleri sürdürüldü. İnhibisyon çalışmaları için, (0.2 M) NaCN solüsyonu uygun volümler de kıvrılmış dhool'lere karıştırıldı.

Uçucu Aroma Bileşenlerinin Analizi

Farklı partilerin (500 gr yeşil yaprak) her birinden toplanan siyah çay 100 gr lık bölümler halinde, deiyonize sıcak su içeren 2 Lt'lik yuvarlak dipli bir ayırma şişesinde VFC için analiz edildi. Eş zamanlı ekstrakte ekstraksiyon ve destilasyon (SDE) metodunda ekstraksiyon solventi olarak (70mL) Dichloromethane kullanıldı. Uçucu bileşenlerin ayrılması, 60 dk süreyle (150mm Hg, 70oC) düşük basınç altında başarılmıştı. SDE başlığının kondansörü - 5 oC de ethylene glycol ve su karışımı ile soğutuldu. İnternal standarttan (%5 lik 500 mL ethanol de 50mg ethylcaproate) 1ml ilave edildikten sonra ekstrakt, susuz sodyum sülfat üzerinde kurutuldu ve yaklaşık 100 µL ye konsantre edildi.



Şekil 1 : Çay uçucularının gaz kromatogramı. Pikler 1'den 21'e kadar numaralandırılmıştır. Sırayla ; n-hexanal , cis-3-hexanal, 1-penten-3-ol, trans-2-hexenal, pentanol, n-hexanol, cis-3-hexanol, trans-2-hexanol, linalool oxide I (trans, furanoid), linalool oxide II (cis , furanoid), benzaldehide, phenylacetaldehyde, linalool, linalool oxide III (trans , pyranoid, methyl salicilate, linalool IV (cis, pyranoid), geraniol, benzyl alcohol, 2-phenylethanol ve α-ionone ve β-ionone.

Gaz Kromatografisi

Bir alev iyonizasyon dedektörü (FID) ve 60mx0.25mm çaplı DB-Wax zar kalınlığı 0.25 µm olan erimiş slika kapiler kolon ile donatılmış bir Shimadzu GC – 14A kullanıldı. Fırın sıcaklığı, 20C/dk da 50 den 230 ye kadar programlandı. Enjektör ve oCdedektör sıcaklıkları sırayla; 200 ve 250 oC ye programlandı. Bileşikler, orijinal kimyasalların (Sigma) ki ile GC alı konma süreleri karşılaştırılarak tanımlandı. GC deki bileşikleri doğrulamak için QP-5000 (quadropole) kütle spektrosu ile donatılmış, bir GC – 17A kullanılmıştı. MS iyon kaynağının sıcaklığı 200 oC ve elektron enerjisi 70 eV idi. Her bir bileşiğin, MS ayırma modeli ve GC kovats indeksi orijinal bileşiklerinkiyle karşılaştırıldı. Kullanılan method, ekstraksiyon ve analiz bakımından % 100 tekrarlanabilir. Hassasiyet 0.01 ppm den az değildi. Çay uçucularının tipik gaz karomatogramları şekil 1 de görülmektedir.

Sonuçlar ve Tartışma

Doku kültürü veya vejetatif çoğaltma yada aşı teknikleri yoluyla çoğaltıla bilen, istenilen verim ve/veya kalitedeki elit klon seçimine klonal farklılıkların ince lenmesi yardımcı olur. VFC de ki varyete farklılıkları ve klonlar üzerinden elde edilen veri Tablo 1 de özetlenmiştir. Assam, Çin ve Kamboçya Güney Hindistan da yetiştirilebilen üç büyük genetik çeşittir. Benzer koşullar altında büyümelerine rağmen VFC kompozisyonlarında ki geniş farklılıkları, veriler açık bir şekilde göster mektedir.

Tablo 1 : CTC siyah çaylarının uçucu aroma bileşenlerinde ki klonal varyasyon

VFC	PN	KI ^b	UPASI-3 (Assam)	UPASI-9 (China)	UPASI-17 (Cambod)
Group I					
1-Penten-3-ol	3	1160	0.11	0.05	0.06
n-Hexanal	1	1075	0.17	0.26	0.20
n-Hexanol	6	1345	0.03	0.04	0.03
cis-3-Hexenal	2	1135	0.22	0.36	0.28
trans-2-Hexenal	4	1195	1.59	3.11	1.44
cis-3-Hexenol	7	1385	0.09	0.07	0.07
trans-2-Hexenol	8	1405	0.11	0.11	0.10
Pentanol	5	1230	0.07	0.05	0.08
Group II					
Linalool	13	1545	2.03	0.92	0.55
Linalool oxides	9,10, 14,16	1430/1460/ 1725/1750	0.26	0.13	0.09
Methyl salicylate	15	1745	0.67	0.49	0.23
Phenylacetaldehyde	12	1515	1.16	1.31	1.28
Geraniol	17	1840	1.22	1.07	0.59
Benzyl alcohol	18	1855	0.18	0.15	0.10
2-Phenylethanol	19	1875	0.73	0.43	0.48
Benzaldehyde	11	1495	0.07	0.07	0.08
α-Ionone	20	1895	0.56	0.36	0.12
β-Ionone	21	1940	0.43	0.27	0.19
Sum of Group I			2.39	4.05	2.26
Sum of Group II			7.31	5.20	3.71
Flavour Index (II/I)			3.06	1.28	1.64

a : Internal standardın pik alanına karşı oranı

b : DB – Wax üzerinden kovats indeksi

PN : GC deki pik numarası

En az Çin ve en yüksek aroma indeksini Assam çayı gösterirken Kamboçya arada yer aldı. I. Grupta trans-2-hexenal ve II. Grupta linalool phenylacetakdehyde ve geraniol hakimdi. Yüksek lipoxygenase içeriği ve aktivi tesi ile okside olmuş doymamış yağ asitlerinin yüksek oranları yüzünden I.grubun içeriği yüksektir (16). Aroma indeksinde gözlenen eğilimin I.ve II.grubun toplamları ile ilişkisi tespit edilemedi. Böylece, aroma potansiyelini II. grubun I. ye daima oranı belirler, miktarı değil. Ayrıca uçucuların tek tek araların da ki aroma yoğunluk farklılıkları sadece aroma yoğunluk indeksini göstermek için seçilmiş bir değerdir (17) . Her bir uçucu kendi eşik düzeyine sahiptir ve sadece konsantre olduğu zaman aromaya katkıda bulunmuş olur. Aramaya bir bileşiğin nispi etkisi, konsantrasyon eşiği ile konsantrasyonu arasında ki orana bağlıdır.

Olgun sürgünlerin biyokimyasal kompozisyonuna göre çay kalitesinde ki etkileri belirlenmiştir (18). Toplama aralıkları ve sürgün olgunlaşması ile VFC farklılaşması Tablo 2 de gösterilmiştir. Tanımlanan uçucu çeşitlerinin düzeylerinin, sürgün olgunluğuna bağlı olarak önemli farklılıklar gösterdiği tespit edildi. Sürgün olgunlaşmasıyla lipid içeriğinde ki artışa bağlı olarak I. grup bileşiklerde artma tespit edildi. Bununla birlikte, II. grup bileşiklerde aksi yönde eğilim gözlemlendi. Aroma indeksi sürgün olgunlaşmasıyla sertçe azaldı. I. Grup bileşiklerin arasında trans-2-hexenal 'in artan sürgün olgunluğu ile artışı çok önemliydi, ki o otsu ve yeşilimsi bir aramaya sahiptir. II. Grup içinde sürgün olgunlaşması ile linalool, linalool oksit ve 2-phenylethanol büyük azalma göster di. Böylece, aroma üretimi için sürgünlerin farklı bölümlerinin sahip olduğu potansiyel belirlenmiş oldu.

VFC' nin kompozisyonu ayrıca, toplama aralıklarıyla etkilendi ve bu nedenle kalite etkilenirken , ticari değer üzerine büyük etkiye sahipti. Bileşiklerdeki tek tek farklılıklar yerine mutlak farklılıklar temel alınarak yapılan değerlendirme önemlidir.

Lipid - bozunması ürünleri arasında, n-hexanal ve trans-2-hexenal de toplama aralığı arttığı zaman çok önemli artışlar gösterdi. Linalool ve oksitleri, toplama aralığında ki artışla göze çaptan farklılıklar gösterdi. Toplama aralığında ki artışla; linalool ve oksitleri, methyl salicylate ve geraniol azalırken benzaldehyde ve phenylacetaldehyde 'de bir artma görüldü. Aroma indeksi, toplama arası artırıldığında çok düştü.

Tablo 2 : VFC üzerine
Toplama aralığı ve Sürgün olgunluğunun etkisi

VFC	Shoot maturity			Plucking interval	
	Bud+	2nd	3rd	7	14
	1st	leaf	leaf	days	days
Group I					
1-Penten-3-ol	0.03	0.14	0.21	0.17	0.20
n-Hexanal	0.06	0.19	0.26	0.22	0.55
n-Hexanol	0.00	0.05	0.07	0.02	0.05
cis-3-Hexenal	0.04	0.22	0.31	0.21	0.27
trans-2-Hexenal	1.05	1.76	2.51	1.78	2.01
cis-3-Hexenol	0.01	0.11	0.17	0.03	0.10
trans-2-Hexenol	0.02	0.13	0.21	0.06	0.09
Pentanol	0.00	0.09	0.14	0.02	0.02
Group II					
Linalool	2.44	0.62	0.21	1.93	1.40
Linalool oxides	0.63	0.09	0.02	0.43	0.15
Methyl salicylate	0.75	0.38	0.17	0.66	0.51
Phenylacetaldehyde	1.76	1.17	0.67	1.72	1.78
Geraniol	1.38	0.95	0.81	1.11	0.98
Benzyl alcohol	0.21	0.11	0.07	0.12	0.14
2-Phenylethanol	0.93	0.27	0.09	0.71	0.69
Benzaldehyde	0.19	0.11	0.05	0.12	0.22
α -Ionone	0.62	0.36	0.19	0.53	0.45
β -Ionone	0.56	0.32	0.17	0.47	0.49
Sum of Group I	1.21	2.69	3.88	2.51	3.29
Sum of Group II	9.47	4.38	2.45	7.80	6.81
Flavour Index (II/I)	7.83	1.63	0.63	3.11	2.07

a : Internal standardın pik alanına karşı oranı

Tablo 3 : CTC imalatı süresince VFC de ki değişimler

VFC	Green leaf	Withered leaf	Fermented dhool	Dried tea	Tea brew
Group I					
1-Penten-3-ol	0.27	0.39	0.38	0.09	0.04
n-Hexanal	1.09	1.21	1.33	0.29	0.05
n-Hexanol	1.97	6.03	3.11	0.08	0.02
cis-3-Hexenal	0.90	1.47	2.36	0.41	0.09
trans-2-Hexenal	1.73	3.49	7.26	3.02	0.16
cis-3-Hexenol	1.27	4.32	2.87	0.11	0.04
trans-2-Hexenol	0.21	0.47	1.31	0.15	0.09
Pentanol	0.19	0.25	0.08	0.08	0.01
Group II					
Linalool	0.14	0.86	1.21	0.90	0.31
Linalool oxides	0.02	0.04	0.19	0.15	0.13
Methyl salicylate	1.37	1.57	0.58	0.51	0.22
Phenylacetaldehyde	0.66	0.84	1.33	1.29	0.09
Geraniol	0.41	0.77	1.21	1.07	0.53
Benzyl alcohol	0.39	0.18	0.15	0.13	0.27
2-Phenylethanol	0.51	0.53	0.57	0.44	0.94
Benzaldehyde	0.21	0.09	0.07	0.09	0.03
α -Ionone	0.15	0.36	0.27	0.39	0.02
β -Ionone	0.09	0.27	0.22	0.31	0.01
Sum of Group I	7.63	17.63	18.70	4.23	0.50
Sum of Group II	3.95	5.51	5.80	5.28	2.55
Flavour Index (II/I)	0.52	0.31	0.31	1.25	5.10

a : Internal standardın pik alanına karşı oranı

Güney Hindistan'da 7-10 gün aralıklarla bir tomurcuk ve üç yaprak toplama uygulanmaktadır. Karlılık ve iyi bir fincan çay için gerekli olan farklı kimyasal bileşenlerin düzeyleri arasında ki iyi uzlaşmaya bu aşamanın rol oynadığı düşünülmektedir. İmalatın farklı aşamaları süresince, uçucuların üretiminde ki değişimler üzerinde elde edilen veriler Tablo 3 de sunulmuştur. Taze yeşil yapraklar uçucuların yüksek bir miktarını kendinde tutar. Bununla birlikte, I. grup bileşiklerin miktarı nın II. grubunkilerden çok daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. I.Gruba; n-hexanol, n-hexanal, cis-3-hexanal, trans-2-hexanal ve cis-3-hexanol hakimdi. II. grupta, miktarlar karşılaştırıldığında sadece methyl salicylate ve phenylacet aldehyde hakimdi. Bununla birlikte, soldurma işlemiyle VFC de büyük değişimler ortaya çıkmaktadır.

Genel olarak, n-hexanol, cis-3-hexanol, trans-2-hexanol de ki büyük artışla, I. grup arttı. Benzyl alcohol ve benzaldehyde hariç, en büyük artışı veren linalool'un yanı sıra II. Grubun tüm bileşenleri de arttı. Bu siyah çayın aromasını önemli ölçüde etkilediğinden dolayı dikkat çekicidir. Fermantasyon süresince (oksidasyon) tümüyle farklı eğilimler kayıt edildi. I. Grubun tüm aldehyd leri arttığı halde trans-2-hexanol hariç alkoller fermantasyonda azaldı.

Linalool, phenylacetaldehyde ve geraniol ile birlikte fermantasyon süresince linalool oksitlerde attı. Methyl salicylate ve ionon'lar sert bir düşüş gösterirken aynı zamanda da azaldılar. Kurutulmuş çayda bulunan uçucuların toplam miktarları, yeşil çaydakiyle (yaprak) karşılaştırıldı, kurutma süresince ani değişim ferman tasyonda oluşan bileşiklerin çokluğunu gösterir. Trans-2-hexenal 'in hakim olduğu I. grup bileşiklerin önemli bir azalma gösterirken, II. grup bileşikler farklı hareket etti. Benzaldehyde ve ionon'lar arttı ve I. gruptan sert olmamakla birlikte diğer II. grup bileşenleri de azaldı. Sonuçta, dem de uçucuların sadece az bir miktarı tespit edilebildi. Aldehyd'ler ve ketonlar hemen hemen sıfırdı ve linalool ile oksitleri bir dereceye kadar alı konuldu ancak 2-phenylethanol ve benzyl alcohol gerçekten attı.

İşleme süresince I. grup ve II. grup uçucuların toplamına bakıldığında imalatın ilerlemesiyle öncelikle bir artış gösterir ancak kurutmada azalır. Bu kullanılan yüksek ısı nedeniyle, ki uçucular kolaylıkla kaçarlar. II. Grup uçucu larda benzer bir eğilim göstermekle kurutmada çok az miktarda azalmışlardır. Bununla birlikte aroma indeksinde ki oranları soldurmada azaldı ve fermantasyon süresince düşük kaldı ancak kurutmada çok arttı ve delmeden sonra tekrar azaldı.

Deneyisel kalite kontrol, siyah çayda aroma karakteristikleri ve tat gelişimi konularında sadece uygun bir şekilde yaprak soldurmayı temin etmek için kullanılmıştı. Soldurma denemeleri, kuru ve yaş termometreler arasında ki 6, 8 ve 10 oF lık higrometrik farklar sürdürülerek yönetildi ve çay yaprakları yumuşak, normal ve sert solmuş yaprakları elde etmek için farklı zaman aralıklarında (soldurma teknelerine) dolduruldu. Soldurmanın farklı dereceleri altında, tek tek uçucu bileşenleri ve toplamdaki değişimleri Tablo 4 de verilmiştir. Soldurma süresince uçucu içeriğinde hem kalitatif hem de değişimler meydana geldi. Sonuçlar gösterdi ki, sert bir soldurmaya karşın yumuşak soldurulan yaprak kantitatifler benzer miktarlarda uçucular içerdi ancak II. I. grup bileşikler arasında ki oran asgari uygunluktaydı.

Tablo 4 : Mamul Çayın VFC si Üzerine Farklı Soldurma Derecelerinin Etkisi (a)

VFC	Soft withered	Normal withered	Hard withered
Group I			
1-Penten-3-ol	0.12	0.10	0.07
n-Hexanal	0.18	0.15	0.14
n-Hexanol	0.05	0.04	0.04
cis-3-Hexenal	0.27	0.24	0.21
trans-2-Hexenal	1.77	1.63	1.49
cis-3-Hexenol	0.12	0.11	0.09
trans-2-Hexenol	0.15	0.13	0.13
Pentanol	0.09	0.07	0.05
Group II			
Linalool	1.88	1.97	2.18
Linalool oxides	0.22	0.28	0.39
Methyl salicylate	0.67	0.71	0.86
Phenylacetaldehyde	1.04	1.19	1.21
Geraniol	1.46	1.25	1.27
Benzyl alcohol	0.26	0.17	0.17
2-Phenylethanol	0.79	0.73	0.76
Benzaldehyde	0.05	0.06	0.07
α -Ionone	0.44	0.58	0.65
β -Ionone	0.46	0.51	0.63
Sum of Group I	2.75	2.47	2.22
Sum of Group II	7.27	7.45	8.19
Flavour Index (II/I)	2.64	3.02	3.69

a : Internal standardın pik alanına karşı oranı

Tablo 5 : Mamul Çayın VFC si Üzerine Yeşil Yaprakta ki Mekanik Hasarın Etkisi (a)

VFC	Intact green leaf	Injured green leaf (in air)	Injured green leaf (in nitrogen)
Group I			
1-Penten-3-ol	0.14	0.28	0.29
n-Hexanal	0.81	2.14	2.12
n-Hexanol	0.08	0.19	0.24
cis-3-Hexenal	1.06	2.91	2.89
trans-2-Hexenal	1.22	2.79	1.36
cis-3-Hexenol	0.21	0.33	0.39
trans-2-Hexenol	0.19	0.30	0.31
Pentanol	0.09	0.17	0.19
Group II			
Linalool	0.00	0.25	0.24
Linalool oxides	0.00	0.05	0.08
Methyl salicylate	0.09	0.17	0.39
Phenylacetaldehyde	0.00	0.73	0.71
Geraniol	0.26	0.52	0.54
Benzyl alcohol	0.04	0.08	0.09
2-Phenylethanol	0.00	0.38	0.40
Benzaldehyde	0.00	0.02	0.04
Ionone	0.07	0.09	0.11
Ionone	0.06	0.11	0.12
Sum of Group I	3.80	9.11	7.79
Sum of Group II	0.52	2.40	2.72
Flavour Index (II/I)	0.14	0.26	0.35

a : İnternal standardın pik alanına karşı oranı

Solma ilerledikçe I. grup ve II. grup bileşikleri azaldı ve II. grubun alkolleri hariç derece derece arttılar. Bu yüzden soldurma derecesine bağlı olarak aroma indeksi derece derece arttı. Bununla birlikte, bu eğilimin bir limiti olmalıydı çünkü biyokimyasal reaksiyonların başlaması için minimum miktar da bir su gereklidir. Gerçektende soldurmanın türü ve derecesi hidrolitik ve oksidatif enzim aktivitelerinin göreceli kontrolünün bir yolu olabilir. Mamul çay kalitesinde kötüleşmeye neden olan (makasla) kesme aşamasından önce yeşil yapraklara herhangi bir mekanik zarar vermeden yeşil yaprakları elle toplama uygulamasın da çayın kalitesinin geliştiği denemelerde görülmüştür. Yeşil yaprakların mekanik hasarıyla VFC deki değişimler Tablo 5 de görülmektedir.

Mekanik hasarda, tüm uçucuların artış gösterdiği tespit edildi. Bununla birlikte bireysel olarak uçucular arasında ki kantitatif farklılıklar çeşitlendi. N-hexenal, cis-3-hexenal ve trans-2-hexenal gibi lipid bozulması ürünlerinde çok büyük artışlar oldu.

Linalool, oksitleri, phenylacetaldehyde, 2-phenyllethanol ve benzaldehyde hasarsız yapraklarda hiç yokken hasarlı ve yeşil yapraklarda bulunmaktadır. Hasarlı yapraklarda uçucu üretimi üzerine oksidasyon ve oksijenin rolünü çalışmak amacıyla aynı deneme bir azot atmosferinde yürütüldü. Burada I. grupta ki tüm alkoller de hafif bir artışla trans-2-hexenal'e bağlı büyük bir artış kayıt edildi.

Sonuçta, I.grup bileşiklerin toplamı azaldı. Diğer taraftan methylsalicilate ve linalool oksitler attı. II. grubun diğer tüm bileşiklerinde önemsiz değişimler görüldü. Sonuç olarak, havanın yerini azotun alması aroma index değerini arttırmıştır.

Doymamış yağ asitlerinden uçucuların enzimatik oluşumu, lipid içeren başlıca gıda ürünlerinde görülmektedir. Bu çalışmada, linoleik ve linolenik asit eklemenin VFC üzerine etkileri gözlemlendi (Tablo 6). Linoleik asit ilavesi; trans-2-hexenal'de hemen hemen küçük bir azalma ile, n-hexenal'in konsantrasyonunu 10'a katlamaya neden oldu. Diğer I.grup bileşikleri, hemen hemen etkilenmeden kaldı. Linolenik asit ilavesindeyse; diğer lipid bozunması ürünlerinde sadece önemsiz değişimlerle trans-2-hexenal de göze çaptan bir artış sağladı. Beklenildiği gibi, iki yağ asidinin her ikisinin de ilavesinde II. grup uçucularda değişim olmadı. Yağ asitlerinin ilavesiyle aroma indeksinin azalmasında linoleik asit en büyük etkiye sahipti. Cis-3-hexenal'in trans-2-isomer'e kadar hızlı bir enzimik izomeri zasyon göstermesi, trans-2-hexenal'in miktarını yükseltti.

Tablo 6 : VFC Üzerine Yağ Asitlerinin İlavesinin İçsel Etkisi (a)

VFC	Control	Linoleic acid added	Linolenic acid added
Group I			
1-Penten-3-ol	0.09	0.08	0.13
n-Hexanal	0.19	1.87	0.21
n-Hexanol	0.03	0.07	0.02
cis-3-Hexenal	0.36	0.34	0.39
trans-2-Hexenol	1.57	1.19	2.11
cis-3-Hexenol	0.04	0.02	0.05
trans-2-Hexenol	0.03	0.01	0.03
Pentanol	0.03	0.02	0.05
Group II			
Linalool	0.56	0.57	0.56
Linalool oxides	0.14	0.13	0.13
Methyl salicylate	0.19	0.19	0.18
Phenylacetaldehyde	1.22	1.20	1.22
Geraniol	0.63	0.60	0.62
Benzyl alcohol	0.14	0.13	0.14
2-Phenylethanol	0.53	0.51	0.50
Benzaldehyde	0.08	0.08	0.09
α -Ionone	0.12	0.15	0.14
β -Ionone	0.19	0.18	0.22
Sum of Group I	2.34	3.60	2.99
Sum of Group II	3.80	3.74	3.80
Flavour Index (II/I)	1.62	1.04	1.27

a : İnternal standardın pik alanına karşı oranı

Tablo 7 : Siyah Çayın Önemli Uçucuları Üzerine Lipoxygenase İnhibisyonunun Etkisi (a)

VFC	Control	Inhibited
Group I		
1-Penten-3-ol	0.07	0.01
n-Hexanal	0.18	0.03
n-Hexanol	0.01	0.00
cis-3-Hexenal	0.31	0.06
trans-2-Hexenal	1.51	0.32
cis-3-Hexenol	0.05	0.01
trans-2-Hexenol	0.07	0.01
Pentanol	0.09	0.02
Group II		
Linalool	0.58	0.57
Linalool oxides	0.11	0.11
Methyl salicylate	0.20	0.18
Phenylacetaldehyde	1.26	1.24
Geraniol	0.62	0.63
Benzyl alcohol	0.12	0.12
2-Phenylethanol	0.50	0.52
Benzaldehyde	0.08	0.08
α -Ionone	0.10	0.11
β -Ionone	0.21	0.23
Sum of Group I	2.29	0.46
Sum of Group II	3.78	3.79
Flavour Index (II/I)	1.65	8.24

a : İnternal standardın pik alanına karşı oranı

Uçucu üretimi üzerine Lipoxygenase aktivitesinin etkisi çalışılmıştır (Tablo 7). Lipoxygenase, mamul çayda otsu bir kokuya neden olan alkoller ve istenmeyen aldehide'lerin oluşumuna yol açar (19). Normal de çay imalatının son aşaması olan kurutma işleminde çay yaprakları 30 dk süreyle 130 oC de kurutulur. Bununla birlikte, mamul siyah çayda bazı enzim aktiviteleri devam eder. Bu nedenle, Lipoxygenase inaktivasyonu için büyük ısı gereklidir. İnhibisyondan sonraki oksidasyonda lipoxygenase katalizinden hemin (Fe+3) katalizini ayırmak için geleneksel olarak siyanür iyonu kullanılmaktadır. Uçucuların oluşumu üzerine etkisini değerlendirmek için kesilen dhool'lere son konsantrasyonu 20 mM olan siyanür eklendi. I.Grup bileşiklerde önemli bir azalma meydana gelirken, II. grup bileşiklerde hemen hemen bir değişim olmadı. Böylece aroma indeksinde keskin bir artış meydana geldi. I.Grup uçucular 100 mM luk siyanür konsantrasyonunda hemen hemen üretilmedi. Düz zincirli alkoller ve aldehidler lipidlerden oluşurken, terpenoidler onların glikozidlerinin hidrolizi ile meydana gelmektedir. Aromatik aldehide'ler aminoasitlerde oluşmuş olup, alkollere mukabil redüksiyona neden olurlar. İyonon'lar karotenoid bozunmasıyla meydana gelmişlerdir.

Çay yaprağında , lipoxygenase'nin konumsal spesifikliği bilinmiyor. Oksijen in varlığında linoleik asit, hidroperoxid'lere kadar okside olur. N-hexenal, lyases yoluyla 13-hidroperoxylinoleik asitin bölünmesiyle oluşmuş olabilir. Homojen kesilmiş çay dhoolerine n-hexenal eklendiğinde alkol oksideredüktazı yoluyla hızlı bir redüksiyon göstererek, n-hexanol'ü önemli miktarlarda arttırmıştır. Linoleik asit, 9 ve 13 hidroperoxid'e kadar okside olabilir. Cis-3-hexenal, 13-hidroperoxid'in bölünmesiyle oluşmuş olabilir. Homojen çay yapraklarında cis-3-hexenal'in trans-2-hexenal'e kadar hızlı izomerize olduğunu gözledik. Bu iki aldehide kesilen dhoolere eklendiği zaman, alkol oksideredüktaz yoluyla redüksiyon göstererek, alkollerdekine benzer bir artış verdi. Benzer şekilde, kesilen dhoolere 1-penten-3-one eklendiğinde, 1-penten-3-ol üretildi. 1-penten-3-ol, 16-hidroksiperoxydazın enzimatik izomerizasyonu yoluyla oluşmuş olabilir.

Bu araştırma, farklı işleme teknikleriyle VFC içeriği ve kompozisyonunun çok değişebildiğini , çok net bir şekilde kanıtlamıştır. Ayrıca siyah çayın aromasının nasıl geliştiğini, kontrolünü ve korunması üzerinde fikirler sağladı. İlaveten, siyah çay imalatı süresince VFC bileşiklerinde ki değişimler, optimum koşulların kontrolü ve uygun bir kalite kontrol metodu geliştirmek için izlendi. İlerideki çalışmalar, lyases ve alkol oksideredüktazları, hidroperoxydase'ın konum spesifikliğini belirlemek ve çay yaprağının aroma enzimleri üzerinde sürdürülecektir.

Tercüme: Kamil Engin İSLAMOĞLU, Ziraat Mühendisi, [E-Mail](#)

Kaynak : R.Ravichandran, R.Psarthiban., 1997. **The Impact of processing techniques on tea volatiles.** Tea Technology Division, UPASI Tea Research Institute, 642 127, ValparaiIndia. Food Chemistry, Vol.62 , No.3, pp. 347-353

- 1) FAO, 1989
- 2) Hampton,1992
- 3) Owuor et,al.,1990
- 4) mahanta et,al.,1993
- 5) Robinson ve Owuor, 1992
- 6) Horita ve Owuor,1987
- 7) Ganeshan ve Ramasamy, 1996
- 8) Hatanaka et, al.,1979
- 9) Kajiwara et, al., 1982
- 10) Robinson ve Owour, 1992
- 11) Akeo, 1981
- 12) Sanderson ve Graham,1973
- 13) Owuor ve Orchard, 1989; Nawar,1969
- 14) Robinson ve Owuor,1992
- 15) Obanta ve Owuor, 1995a
- 16) mahanta et, al., 1993
- 17) Dixon ve Hampton, 1984
- 18) Obanda ve Owuor, 1995b
- 19) Ganeshan ve Ramasamy, 1996