

Çayın İşlenmesi Süresince Genomik Yapıdaki Dinamik Dengenin Bir Göstergesi Olarak Biyokimyasal Analizler

Pradip K. Mahanta

Çay Araştırma Kurumu, Tocklai Deneme İstasyonu, Biyokimya Bölümü Jorhat 785 008, 1988 Hindistan

Özet

Bir çay varyetesinin “**fermente olabilirlik**” gibi genetik karakteristiklerinden, siyah çayın imalatı süresince renk/canlılığı elde etmek için yararlanılır. **Siyah çay içeceğinin karakteristiğini değerlendirmede bir araç olarak pigment profili analizi kullanılmaktadır**. Üstün kaliteli siyah çayın üretiminde doğru hasat ve optimum üretim koşulları iki temel gereksinimdir. **Assam varyeteleri linalool içerikleriyle karakterize edilirken, geraniol Çin klonlarına özgüdür**. Özellikle Darjeeling ve genelde de Kuzeydoğu Hindistan’ın aroma karakteristiğini geliştiren terpenoid’lerin miktarı çok yüksektir. **Ayrıca, yağ asidi bozunma ürünlerinin fazlalaştığı muson sürgünü süresince siyah çayın kalitesi azalır**.

Takdim

Çay, Hindistan’ın tarımsal temel ticari ürünlerinden biridir. Çok yıllık bir üründür ve haftalık aralıklarla yıl sonuna kadar hasat edilir. Normal olarak toplanabilir bir sürgün boğumlar yoluyla ayrılan boğum araları ve büyüyen yapraklarından oluşurken, ucu koltuk altı tomurcuklarına benzer. Hasat, yeni sürgünlerin üretimi ile yakından ilişkili önemli uygulama lardan biridir. **Sürgün terimi, birbirini izleyen iki dormansi dönemi arasında tepe tomurcuğu yoluyla gerçekleşen büyüme ile eş anlamlıdır**. Sürgünler 4’e ayrılır sırasıyla; birinci, ikinci, üçüncü veya muson ve dördüncü veya sonbahar sürgünleri (1). Mevsimsel değişimler, çayın farklı sürgün periyotları süresince bitki metabolizmasıyla ilişkilidir. Üretilen siyah çayların kalitelerinde ki farklılık ve niteliğindeki ayrılık hasat edilen ürünle başa çıkmak (işlemek) için alışıla gelmiş endüstriyel işleme koşullarının sonucudur. Orthodox ve CTC (ezme-yırtma-bükme) siyah çayın temel kategorileridir. İmalat teknikleri önemli farklılıklar gösterir ve çeşitli hücresel bileşenlerin yapılarındaki bozunma ve oluşumlar üzerine önemli bir etkiye sahiptirler (2).

Duyusal teknikler, kendine özgü sınırlamalara sahip olmakla birlikte mamul çayın tekstürü ve demin karakteristikleri gibi ayrıntılı kalite değerlendirmeleri için yararlı bir yol dur. Siyah çayın üretimi süresince renk ve aroma gibi kalite niteliklerinin dinamik ilişkisini görmek için özel ilgi gerekse de zayıf olan anlaşılır (3). **Kateşinler, klorofil ve türevleri renge katkı sağlayan maddelerle ilişkiliyken, karotenoidler ve yağ asitlerinin mamul çayın benzer aroma bileşenlerinden sorumlu olduğu tanımlanmıştır** (4).

Bu çalışmada yürütülen üretim denemeleri, fabrika bölümlerinde çayın işlenmesi süresince yavaş yavaş oluşan değişimin bir kalite kontrol ölçüsü olup olmayacağını kontrol etmek için düzenlenmiştir.

Materyal ve Metot

Siyah Çay Üretimi

Uygun ve kaba toplama gibi farklı toplama standartlarında JTCL-340 ve CNMA-33/52’den (Tocklai’de bulunan) elde edilen çay sürgünleri 1984-85 sezonu süresince minyatür fabrikada imal edildi. İncelenen farklı Tocklai vejetatif klonları ; Assam tipi (TV2), Çin tipi (TV1,7 ve 17) ve Kamboçya tipi (TV9,18 ve 19) ’dir. Renk ve aroma bileşenlerinin analizi, pigment profili ve uçucu aroma bileşeni analizleri (PPA ve VFC) gibi metotlar yoluyla yapılmıştır.

Analizler

Renkli Bileşenler: Orthodox ve CTC siyah çay örnekleri %60’lık 40 mL sulu aseton ile ekstrakte edildi. Yaklaşık 20 mg ekstrakt içeren filtrat (3 mL), pigment profili analizi olarak bilinen Sephadex LH20 kolon kromatografisi üzerinde 6 fraksiyona ayrıldı (Tablo 1 ve Şekil 1) (I – IV). Fraksiyonlar çoğunlukla; theaflavin (TF), thearubigin (TR) ile birlikte klorofil ve türevlerini içeriyordu (5).

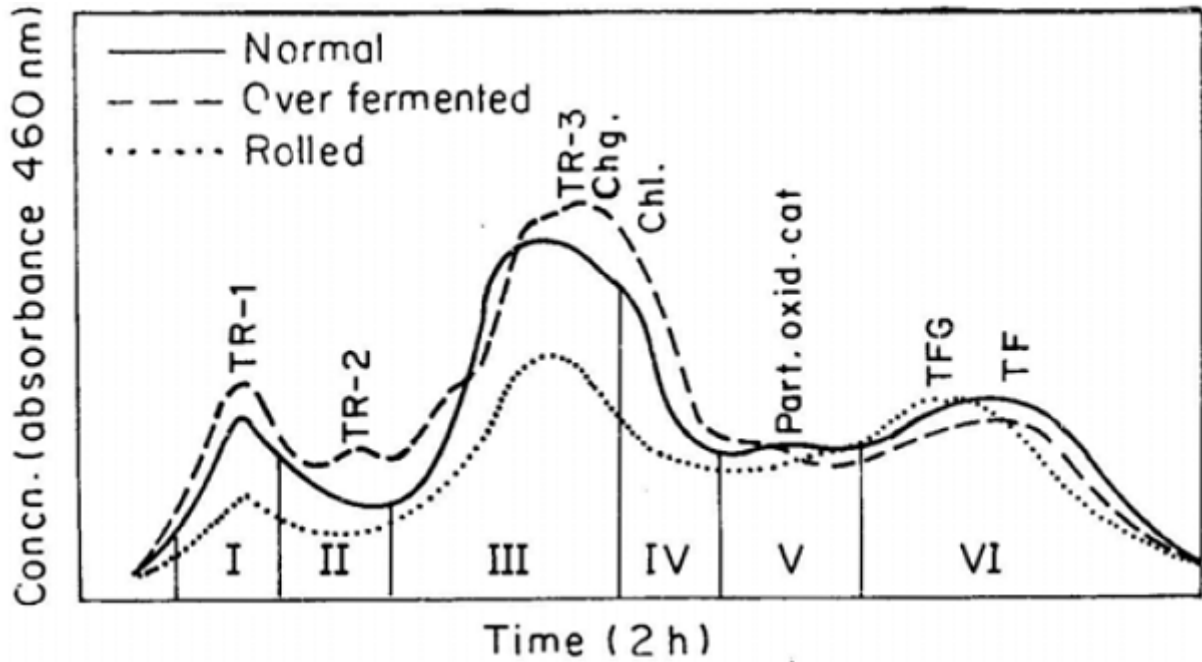
Tablo 1

Kıvrırma – Fermantasyon süresince oluşan çözünen ürünlerin karakteristikleri

Compound	Fractions nos	Weight (%)	Colour	Colour contribution (%)
TF	VI	0.28–1.63	Golden yellow	30
TF monogallate	VI	–do–		
TF digallate	VI	–do–		
TR, TR-1	I	5.1–14.8	Reddish brown	35
TR, TR-2	II	–do–		
TR, TR-3	III	–do–		

Şekil 1

Kıvrılan, normal ve aşırı fermente olmuş yapraklardan elde edilen siyah çayın pigment profil analizinin tipik örneği (Tablo 1’de gösterilenler).



Uçucu Aroma Bileşenleri: Orthodox ve CTC çaylarda VFC analizi ya eş zamanlı buhar destilasyonu ve eter ekstraksiyonu (SDE) yada vakum buhar destilasyon metoduyla yapıldı ve karakterizasyon gaz kromatografisi ve kütle spektrometresi yoluyla yapıldı (GC-MS). **Linalool gibi monoterpenoid'ler ile trans-2-hezenal gibi terpenoid olmayanların VFC profilleri ve türevleri ile geraniol farklı yöntemlerle işlenen çaylarda incelendi** (6).

Yağlı Bileşenler: Ham lipit, klorofil ve karotenoidlerin ekstraksiyon ve miktar analizleri hasat sezonu süresince yapıldı (7).

Yağ Asidi Metil Ester'leri: Alkol'lü KOH'de hidrolize olan ham lipit ve serbest yağ asitleri, 2 saat süreyle konsantre H₂SO₄'ün içerisinde susuz metanol ile geri akışta metillen dirildi. Laurik, myristik, palmitik, oleik, linoleik ve linolenik asit'in metil esterleri **%10 DEGS** ile dolu paslanmaz bir çelik kolon'un (3m x 3mm çaplı) kullanıldığı GC – FID yoluyla analiz edildi. Kolon sıcaklığı 4°C/dak.'da 130 – 200 °C'ye programlandı.

Sonuçlar ve Tartışma

TF, TR ve Klorofil Türevleri

Siyah çay fermente olmuş çay olarak bilinir. Siyah çay imalatının soldurma – kıvrıma fermentasyon ve kurutma aşamaları yaprak hücresini parçalayarak, demlenirken mamul çayın katılarının çözünmesini olanaklı kılar. Orthodox kıvrırcılarda ki maserasyon ve CTC makinelerinde havanın mevcudiyetinde fermentasyona uğrama, bir çay varyetesinin doğal (içsel) karakterine bağlıdır. Atmosferik oksijenin özellikle TF, TR ve pheophytin vb. ana renk bileşenlerinin üretimine yardımcı olduğu tespit edilmiştir. Bununla birlikte, Tablo 1’de de gösterildiği gibi çoğunlukla polifenol ve/veya oxide-redüktaz enzimleri altın sarısı TF’lerin ve kırmızımsı kahverengi TR’lerin üretiminden sorumludur (8).

Demlenen çayın tat karakterlerive rengi ile TR yakından ilişkilidir. **Pheophytin ve pheophorbide gibi klorofil ve türevlerinin mamul çayın renginin tonuna katkı sağladığı tespit edilmiştir.** Bir tadımcı, dinamik değerlerle de ilişkili olan tat ve görünüşe göre bir ürünün kalitesini değerlendirebilir (9)

Bu çalışmada uygulanan pigment profil analizi, demlenmiş bir çayın fermentasyon karakteristiklerini değerlendirmede yararlı bir araçtır (Şekil 1). Şekil 1’de ulaşılan optimum fermentasyon süresinde TF ve TR pik’lerinin maksimumluğu belirginleşir ken, çayların aşırı fermentasyonu durumunda istenmeyen TR oluşumlarının olduğu TF pik’in de ki azalmayla görülmektedir.

Tablo 2

Kaliteli sürgünlerde, kalite tadımcılarının değerlendirmeleri ve farklı toplama aralıklarında siyah çayın kimyasal kompozisyonu (% kuru ağırlık)

	5 day	7 day	9 day	11 day
Fineness	120	100	80	60
Ash	5.95	6.15	6.16	6.15
Crude fibre	6.7	7.0	9.4	10.5
Total water soluble solids	44.36	42.47	42.50	41.44
Caffeine	4.40	4.79	4.32	3.81
TF	1.12	1.22	1.25	1.40
TR	13.56	13.98	14.19	15.74
TF/TR	0.08	0.09	0.09	0.09
Tasters' evaluation	Very good	Good	Good	Fair

Tablo 3

Farklı derecede soldurulan orthodox siyah çayın kimyasal kompozisyonu (% kuru madde)

Withering (%)	Total water soluble solids	Caffeine	Ash	Crude fibre
68 (Normal withered)	37.32	3.68	6.15	14.26
50 (Hard withered)	39.07	4.14	6.84	11.87
CD between 2 types of withering at 0.1% level of probability	0.38	0.35	0.31	0.26

Değerler, üç tekrarlamanın ortalamasıdır.

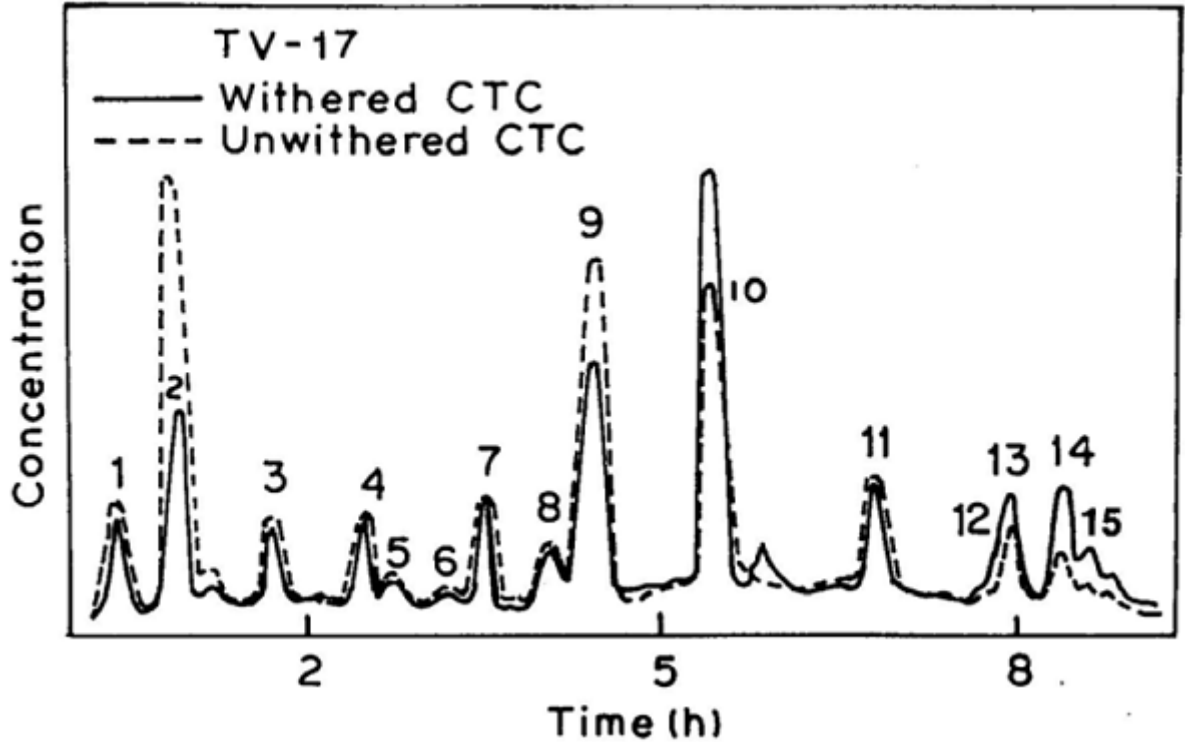
TR fraksiyonları özellikle TR-1 demin zayıf veya iyi likör karakterinin bir ölçüsüdür. TR fraksiyonlarını incelemek, bir varyetenin fermantasyon oranını değerlendirmeye yardımcıdır. Böylece Çin klonlarının ardından Kamboçya ve Assam klonlarının en hızlı fermente olduğu tespit edilmiştir. İyi ve kaba toplama ile farklı dereceler de soldurulan siyah çayların organoleptik kaliteleri ile kimyasal kompozisyonlarının eşdeğer olduğu Tablo 2 ve 3'de gösterilmiştir. Demlenen çayın değerlerini kontrol etmek için suda çözünen katıların düşüklüğüne ve selüloz içeriğindeki yüksekliğe bakılır (10).

Aroma Uçucuları Hexenal ve Linalool

Yaprak dokularının içerdiği lipit, işleme süresince ya hidroliz yada enzim oksidasyonu yoluyla uçucu Aromaya dönüşür (11). Bununla birlikte, soldurma ve kıvrma işlemleri uçucu olmayan öncülerden uçucu aromanın meydana gelmesinde çok önemli bir rol oynar (12). Böylece, şekil 2'de de görüldüğü gibi **çayın soldurulmamasının bir sonucu olarak linalool'ün azalması ve trans-2-hexenal'in konsantrasyonunun yükselmesiyle soldurulmayan çay, soldurulan çaydan daha az güzel kokuludur.** Siyah çayın kaba toplanmış yapraklardan üretilmesi durumunda da yine şekil 2'de ki durum gözlenmiş olacaktır (13). **"Anahtar aroma bileşeni" olarak değerlendirilen monoterpen'lerin aroma karakteristiğine sahip olduğu tespit edilmiştir aynı zamanda bu, çay bitkisinin genetik özellikleriyle de ilişkilidir. Linalool'ün Assam klonlarının karakteristiği olduğu tespit edilirken geraniol, Çin klonlarının karakteristiğidir (14).** Saf Assam ve Darjeeling çaylarının uçucu aromalarındaki farklılık şekil 3'de gösterilmiştir. Darjeeling çaylarının çiçeksi ve çok yoğun aroma karakteristiği, Çin'in Keemun bölgesi orijinli bitkisel materyalin niteliğiyle kanıtlanmıştır (15).

Şekil 2

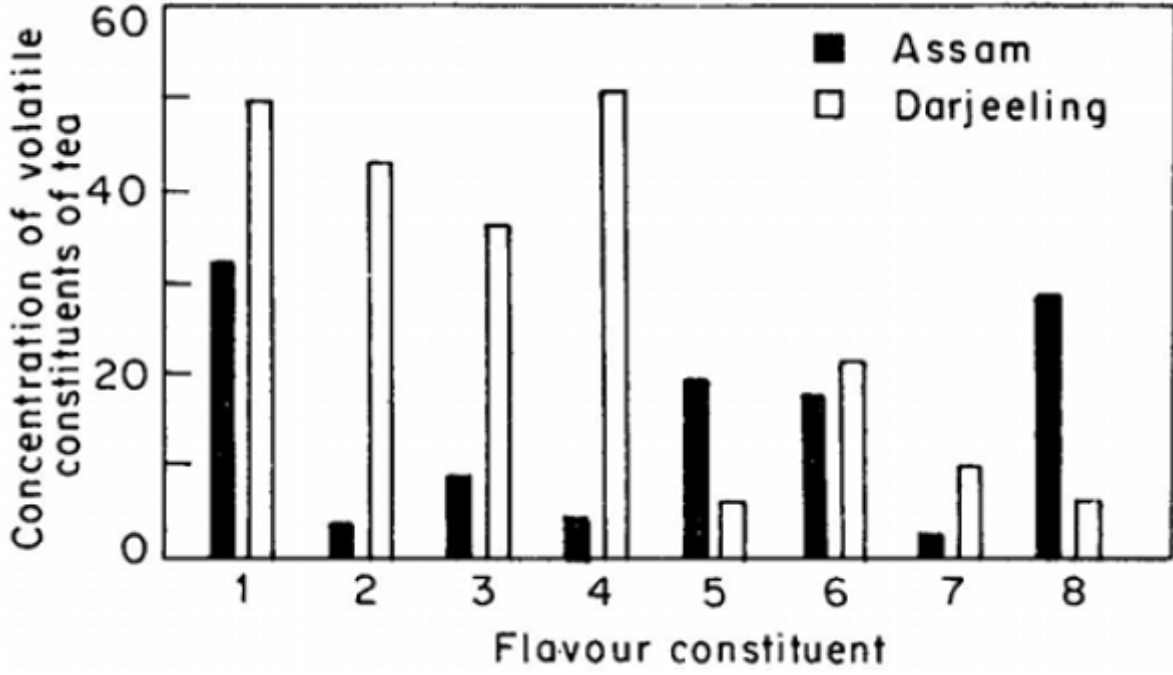
Taze ve soldurulmuş yapraklardan üretilen CTC siyah çaylarının uçucu aroma bileşenlerinde ki farklılık



- 1, 1-Penten-3-ol; 2, trans-2-hexenal; 3, cis-2-penten-1-ol; 4, n-hexanol;
- 5, cis-3-hexenol; 6, trans-2-hexenyl formate; 7, linalool oxide (5-cis);
- 8, linalool oxide (5-trans); 9, benzaldehyde; 10, linalool; 11, standard;
- 12, methyl salicylate; 13, geraniol; 14, benzyl alcohol; 15, 2-phenyl ethanol.

Şekil 3

Assam ve Darjeeling çaylarının uçucu aroma bileşenlerinde ki farklılık



1, Linalool oxide (furanoid); 2, linalool; 3, linalool oxide; 4, geraniol;
5, benzyl alcohol; 6, 2-phenyl ethanol; 7, hexenol;
8, phenyl acetaldehyde.

Kaba Toplama ve Sert Soldurma

Non-terpenoid'lerin yağ asidi bozunmasında ki artıştan türediği ve kaba toplanan çaylar ile birlikte sert soldurulan siyah çaylarda terpenoid'lerin azaldığı görülmüştür (Tablo 4, 5). Monoterpen'ler özellikle Linalool'ün 5 günlük toplama aralıklarıyla toplanan taze sürgünlerde çok yoğun olduğu tespit edilmişken, Kuzeydoğu Hindistan koşullarında 11 güne kadar toplama aralığının artması ile derece derece azalmıştır. **Mamul çayda terpen'lerin kaybının kötü bir organoleptik karakter geliştirdiği tespit edilmiştir ki bu değişim çayın değer kaybindan sorumludur.**

Tablo 4

Farklı yükseltilerde Darjeeling orton çayının ve farklı standartlarda toplanan Assam CTC çayının terpenoid ve non-terpenoid oranları

Samples	Total terpenoid	Total non-terpenoid	Total VFC	Terpenoid/nonterpenoid
TR ₁ (75% FP ^a)	1.43	10.17	11.60	0.14
TR ₂ (60% FP)	1.34	8.60	9.94	0.16
TR ₃ (40% FP)	1.13	9.11	10.24	0.12
High elevation ^b	8.78	9.72	18.50	0.90
Mid elevation	7.13	11.46	18.59	0.62
Low elevation	7.26	8.07	15.33	0.90

aFP: iyi toplama, bAT:Ging çay arazisi, Darjeeling.

Tablo 5

Farklı derecelerde soldurulduktan sonra imal edilen siyah çayın toplam uçucu bileşenleri ve terpenoid, non-terpenoid oranları

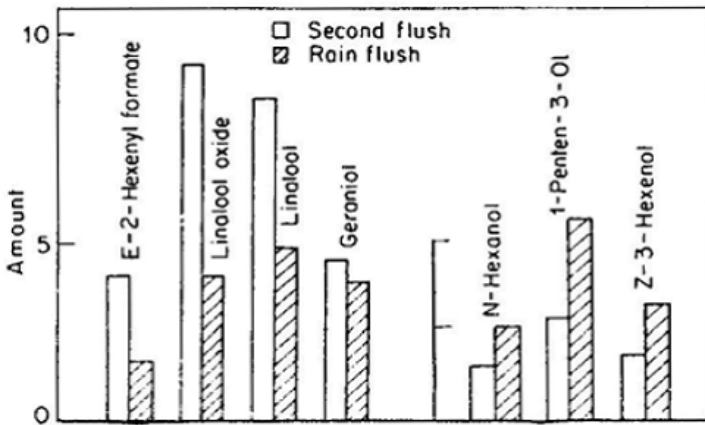
Volatile compounds	50% withered orthodox	68% withered orthodox	75% withered normal CTC
Terpenoid (T)	4.10	5.45	2.15
Nonterpenoid (NT)	7.19	5.66	8.41
Total of T+NT	11.29	11.11	10.56
T/NT ratio	0.57	0.96	0.26

Mevsimsel Değişimler

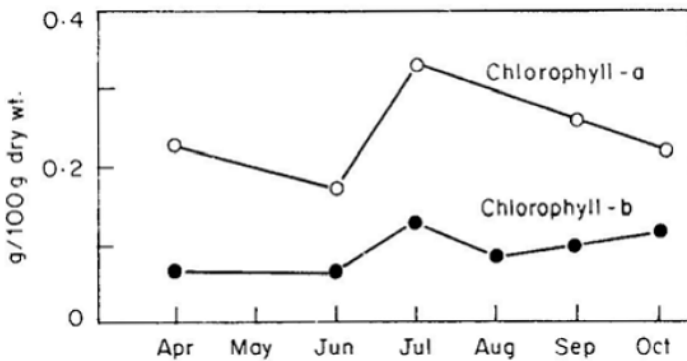
Hindistan çayı için Mayıs/Haziran (II.sürgün) dönemi iyi sezon olarak tanımlanırken aromada çok yüksektir. İkinci sürgün çaylarında terpenoid'lerin miktarının ne kadar olduğu şekil 4'de görülürken, yağ asidi bozunma ürünleri muson sürgününde en yüksektir. Karotenoid'ler, klorofil ve yağ asitlerinin mevsimsel farklılıkları şekil 5-7'de gösterilmiştir. İkinci sürgün ve muson sürgünü arasında klorofil ve karotenoid'lerde önemli farklılıklar gözlemlenirken, yağ asidi kompozisyonunda gözlemlenen farklılık ise benzer değildi. **Kamboçya klonları daha iyi klorofil üreticileri iken, Çin klonları ise daha çok karotenoid üretir. Siyah çayın üretimi süresince karotenoidler; linalool, β -cyclocitral, theaspiron vb. gibi farklı yapıların açığa çıktığı bileşenlere dönüşürler** (16). İmalat süresince serbest kalan doymamış yağ asitleri, mamul çayda dikkat çeken yeşilimsi tadı ortaya çıkaran alkanlar, alkoller vb. gibi uçucuların artışı sağlar (17).

Şekil 4

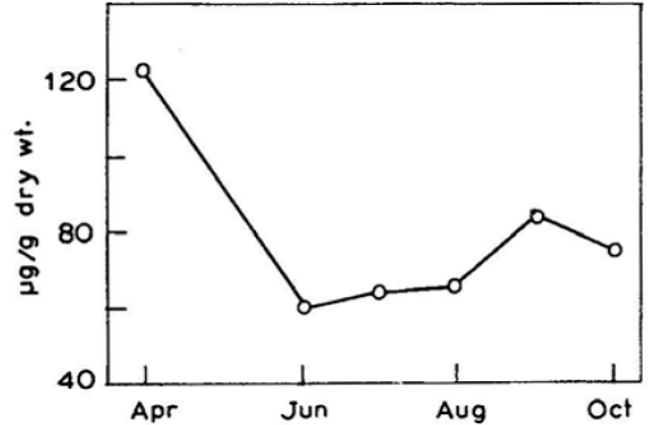
İkinci ve muson sürgünlerinin uçucu aroma bileşenlerindeki farklılık

**Şekil 6**

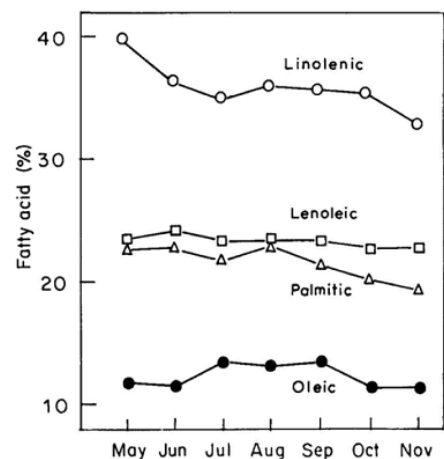
Klorofillerin mevsimsel farklılığı

**Şekil 5**

β -karoten'in mevsimsel farklılığı

**Şekil 7**

Yağ asitlerinin mevsimsel farklılığı



Sonuç

Bu çalışmayla sevilen bir ürünü kıvamında üretmek, sonuç olarak renk ve aromayı geliştirmek için yol gösteren bir rehber elde edilmiştir. Ayrıca kaliteli klonların da seçimi yapılmıştır ki bu, duyuşal metotlara bağı olan potansiyel zorluğı da çok azaltmış olacaktır.

- 1) Baruah,1970
- 2) Mahanta ve Hazarika,1985
- 3) Lee,1986 ; Mishkin et al.,1984
- 4) Mahanta, 1988
- 5) Hazarika et al.,1984
- 6) Takeo ve Mahanta,1993; Baruahet al.,1986
- 7) Hazarika ve Mahanta,1984; Mahanta et al.,1985
- 8) Takino,1972
- 9) Mishkin et al.,1984
- 10) Baruah et al.,1986
- 11) Mahanta et al.,1985
- 12) Takeo ve Mahanta, 1983
- 13) Mahanta, 1988
- 14) Takeo ve Mahanta, 1983
- 15) Yamanishi, 1981
- 16) Yamanishi, 1981
- 17) Hatanaka ve Hadara, 1973

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

Kaynak: Pradip K. Mahanta, 1988. [Biochemical analysis as a measure of dynamic equilibrium in genomic setup during processing of tea](#). Department of Biochemistry, Tocklai Experimental Station, Tea Research Association,Jorhat 785 008, India. *J. Biosci.*, Vol. 13, Number 3, September 1988, pp. 343–350. © Printed in India.