

ÇAY İŞLEME SIRASINDA AROMA MADDELERİNDEKİ DEĞİŞİM

Eda Çalikoğlu, Ali Bayrak*

Ankara Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Ankara

Geliş tarihi / Received: 18.09.2007

Düzeltilerek geliş tarihi / Received in revised form: 15.12.2007

Kabul tarihi / Accepted: 07.01.2008

Özet

Siyah çayın işlenmesinde dört temel aşama vardır. Bunlar; soldurma, kıvrırma, fermantasyon ve kurutmadır. Çay yaprağının ürüne işlenmesi sırasında çay aromasının oluşumu, bitkiye, coğrafi bölgeye, iklim ve üretim koşullarına bağlı olarak değişen karmaşık bir işlemdir. Çay işleme sırasında uygulanan özellikle soldurma ve fermantasyon aşaması aroma maddelerinin oluşumunu büyük ölçüde etkiler. Çay aroması, son yıllarda ürünün fiyatını belirleyen önemli bir kalite kriteri olarak gösterilmektedir.

Anahtar kelimeler: Çay işleme, aroma maddeleri, oluşum

THE CHANGES OF AROMA COMPOUNDS DURING BLACK TEA MANUFACTURE

Abstract

There are four major process stages in black tea manufacture, namely, withering, rolling, fermentation and drying. Formation of tea aroma during manufacturing is a complex process depending on the variety of tea plant, geographical location, climatic and manufacturing conditions. Particularly withering and fermentation stages influence the formation of the aroma compounds during black tea manufacture. Tea aroma is recently demonstrated to be an important quality parameter determining the price of made tea.

Keywords: Tea manufacturing, aroma compounds, biogenes

* Yazışmalardan sorumlu yazar / Corresponding author;

✉ abayrak@eng.ankara.edu.tr, ☎ (+90) 312 596 1153, 📠 (+90) 312 317 8711

GİRİŞ

Çay bitkisi *Camellia sinensis* (L.) O. Kuntze olarak bilinir ve morfolojik farklılıklar gösteren 3 türü vardır. Bunlar Çin çayı (*Camellia thea sinensis*), Assam çayı (*Camellia thea assamica*), Kamboçya çayı (*Camellia thea cambodiensis*)'dır. Türk çayları esas olarak Çin- Hint melezidir.

Çay filizlerinin soldurma, kıvrırma, oksidasyon ve kurutma işleminden geçirildikten sonra sıcak suda elde edilen ekstraktı (dem) beğenilen aromasıyla çay olarak tüketilmektedir. Temel aşamalarında bazı değişiklikler yapılarak farklı özelliklerde çay ürünleri de üretilebilir. Mamul çaylar üretim şekline göre, okside olmamış çaylar (yeşil ve beyaz çay), yarı okside çaylar (oolong çay) ve tam okside çaylar (siyah çay) olmak üzere üç ana gruba ayrılır. Ancak Türkiye'de en fazla tüketilen çay siyah çaydır.

ÇAY İŞLEME YÖNTEMLERİ

Ortodoks ve CTC (cut, tear, curl) yöntemi tüm dünyada bilinen belli başlı iki çay işleme yöntemidir. Dünyada siyah çayın yarısından çoğu ortodoks yöntemiyle işlenmektedir. Türkiye'de ise uygulanan bu yöntemlerin yanı sıra, Çaykur tarafından geliştirilen ve kendi ismi ile anılan Çaykur yöntemi de kullanılmaktadır. Ortodoks, CTC ve Çaykur yöntemleri arasındaki temel fark kıvrırma ve sınıflandırma aşamasından kaynaklanmaktadır. CTC yönteminde, kıvrırma aşamasında parçalama, yırtma ve bükme hareketleri yapan ve kısaca CTC olarak adlandırılan makineler kullanılmasına karşın, Çaykur yönteminde kıvrırma aşamasında rotorvan kullanılmaktadır. Rotorvan yönteminde standartlara göre toplanmamış, kart, kaba ve iri çay yapraklar et kıyırma makinesine benzer bir makine ile işlenir, bu işlemede kullanılan makineye Rotorvan denir (1).

Soldurma

Soldurmanın amacı, suyun bir kısmının uzaklaştırılması ve böylece kısmi kurutma ile çay yaprağına esneklik kazandırarak, fiziksel olarak kıvrırma işlemi için uygun hale getirmek işlemidir. Hücre membranında geçirgenliğin artması, polifenoller, enzimler ve oksijenin birbirleriyle iyi bir şekilde karışmasıyla gerçekleşir.

Strecker parçalanması, soldurma boyunca, özellikle oksidasyon süresince önemli rol oynar. Siyah çayın aroma kazanmasına neden olan mevalonik ve keto asitlerin soldurma anında oluştuğu çalışmalarla ortaya konmuştur (2).

Soldurulma sırasında çay yapraklarının protein içeriklerinin azalarak serbest amino asit oranının artması ve çayın hoş kokulu bileşenlerce zenginleştiği şeklinde açıklanmıştır (3).

Çayın kalitesini ve tadını yani burukluğunu olumlu şekilde etkileyen kafein soldurma sırasında artar. Kafeinde görülen bu artışın aminoasit miktarındaki artışla ilgili olduğu açıklanmaktadır (4). Kafeinin ribonükleik asitten oluştuğu bilinmektedir. Soldurma işlemi sırasında çayın ribonükleik asit içeriğinin bir kısmı kafeine dönüşür. Bir kısım kafein de tanen (polifenol)le birleşerek kafein-tannat adıyla anılan bileşici oluşturur. Kafein tannat, çayın buruk tadı üzerine etkili olur (5).

Kıvrırma

Oksidasyon kıvrırma ile başlar ve devam eder. Aslında kıvrırma oksidasyonun birinci safhasıdır (6).

Soldurmadan sonra uygulanan kıvrırma işlemi anında yaprak hücrelerinin ezilip parçalanması sonucu açığa çıkan hücre özsuundaki polifenoller, enzimler ve oksijenin tepkimeye girerek oksidasyonun gerçekleşmesine neden olurlar.

Çizelge 1. Çay yaprağının işlenmesinde etkili olan enzimler (5).

Enzim Adı	Etkidiđi Tepkimeler ve Değişimler
Polifenol oksidaz (Kateşin oksidaz)	Çaydaki primer flavanollerin oksitlenmesi ve dolayısıyla tat ve rengin oluşması
Peroksidaz	Flavanollerin oksitlenmesi (ortamda H ₂ O ₂ bulunması durumunda)
Pektinaz	Pektik maddelerin parçalanması ve dolayısıyla demin dolgunluk kazanması
Alkoldehidrogenaz	Bazı alkollerin oluşumu ve dolayısıyla çay aromasının gelişimi
Transaminaz	Terpenlerin biyosentezi ve bazı aminoasitlerin dönüşümü ile aroma oluşumu
Peptidaz	Solma aşamasında proteinlerin aminoasitlere parçalanması

Çay enzimleri (Çizelge 1) hücre içi enzimleri oldukları için enzimatik tepkimeler ancak yaprakların kıvrırma işlemine tabi tutulmasından sonra başlar. Kıvrırmanın ilk aşamasında enzimlerle başlatılan oksidasyon, çay yaprağının içeriğinde önemli kimyasal değişimlere neden olur. Bu kimyasal değişimler sonucu çay yaprağının rengi giderek koyu yeşilden kırmızıya veya kahverengine dönüşürken, çaya da hoş bir koku kazandırır.

Pektik maddelerin parçalanma ürünlerinin çay aroması oluşumuna katıldığı, çayda oluşan elma benzeri aromanın pektin transformasyonundan ileri geldiği belirtilmektedir (5).

Glikozit hidrolizinin büyük ölçüde kıvrırma işlemi sırasında gerçekleştiği belirtilmiştir (7).

Fermantasyon (Oksidasyon)

Oksidasyon sırasındaki en önemli değişim polifenolik bileşiklerle olur. Polifenolik bileşikler içerisinde özellikle flavanoller (kateşinler) polifenol oksidaz enzimiyle yükseltgenir. Renksiz olan flavanoller bu tepkimeler sonucu portakal-sarı renkten kırmızı-kahverengine kadar değişen renkli bileşiklere dönüşür. Bu arada çok sayıda uçucu bileşen oluşur. Çayın demi, renk, kuvvet ve nitelik kazanırken siyah çaya özgü aroma oluşur. Çay yaprağının yeşil rengi bakırmı kırmızıya dönüşürken, aşırı buruk tadı ve otsu kokusu kaybolur ve sonuçta amber kokulu hoş bir içecek elde edilir.

Oksidasyon sırasında polifenol oksidaz enzimi ile flavanoller yükseltgenirken özellikle aminoasitlerin, karotenoidlerin ve doymamış yağ asitlerinin de yükseltgenmesiyle aroma bileşenleri ve özellikle oksidasyon safhasında çay yaprağında bulunan karotenoidlerin yükselmesiyle iyonon ve terpenoit karboniller meydana gelir (10). Siyah çayın oksidasyonu boyunca keton yapısındaki uçucuların artması ile birlikte karotenoit konsantrasyonundaki azalma karotenoidlerin aroma ön maddeleri olarak önemini açıkça gösterir. Karotenoit parçalanma ürünlerinin çoğu β -iyonon türevidir.

Taze çay filizinde serbest ve bağlı olmak üzere 21 aminoasitin bulunduğu belirlenmiştir. Serbest aminoasit olarak çayda bulunan özgün aminoasit "theanin"(5-N-metil glutamin)' dir (6). Aminoasitlerin oksidasyonla deaminasyona uğramaları sonucu oluşan aldehitler, çay aroma bileşenlerinden bir

kısmını meydana getirirler. Enzimatik oksidasyondan sonra, çayın kurutulması için uygulanan ısı işlem de çayın aminoasit içeriğinin azalmasına neden olur (5). Siyah çayda oksidasyon boyunca aldehit derişiminin artması ile birlikte aminoasitlerin azalması, aminoasitlerin önemli aroma ön maddeleri olduğunu açıkça gösteren bir sonuçtur.

Oksidasyon sırasında 1-pentol-3-ol, cis-2-pentol, benzil alkol, trans-hekzenal, benzaldehit, n-kaproik, cis-3-hekzenoik ve salisilik asit gibi önemli aroma bileşenlerinin oluştuğu belirlenmiştir (11). Yapılan bir çalışmada oksidasyon sırasında trans-2-hekzen-1-ol ve cis-3-hekzenoik asit ile n-kapronaldehit oranlarının artmasına karşın, n-hekzil alkol ve cis-3-hekzen-1-ol oranlarının azaldığı saptanmıştır (12).

Kurutma

Kurutmanın amacı, çay yaprağında bulunan nem içeriğinin belli bir düzeye çekilerek oksidasyonu durdurmak, kazanılan özelliklerin ve oluşan aroma bileşenlerinin kaybolmasına engel olmaktır. Bunun için gerekli ortamı hazırlayarak çayı depolanabilir, ambalajlanabilir ve taşınabilir duruma getirmek de diğer bir amaçtır. Farkedilecek kadar aromanın oluşması bu işlemin sonunda ortaya çıkar.

Kurutma sırasında çayda aroma kaybı olduğu bilinmektedir. Oksidasyon sırasında meydana gelen uçucu yağların %75-80'inin kurutmada uçtuğu saptanmıştır (6). Kaynama dereceleri düşük aroma bileşenleri buharlaşırken, öte yandan β -iyonon, teaspiron ve dihidroaktinidiolit gibi siyah çayın çok önemli aroma bileşikleri oluşur (7, 13).

Klorofilin, fiofitin ve fioforbite dönüşmesiyle bakırmı kırmızı renkteki çay yaprakları siyah ve koyu kahve rengine dönüşür (14). Okside olmuş çay yaprağındaki polifenoller, kurutma işleminin yüksek sıcaklığında proteinlerle birleşerek buruk tadın azalmasına neden olur (14). Kurutma öncesi çay yaprağındaki acı ve metalik olan tat kaybolur ve hoş bir tat meydana gelir.

Kurutma boyunca çayın aromasına ve rengine (siyahlığına) Maillard reaksiyonu sonrası oksidasyon ürünlerinin pozitif bir katkısı olduğu bildirilmektedir (15). Siyah çay aromasının temel bileşiklerinden pirazinler, pridinler ve kinolinler kurutma aşamasında oluşur (16, 17).

Bazı Aroma Bileşenlerindeki Değişmeler

Siyah çayın kalite özelliğini belirlemede kullanılan aroma bileşenleri iki grupta toplanır (18). Siyah çayın işlenmesi sırasında, yağ asitlerinden hareketle meydana gelen parçalanma ürünlerinin %90'ının oluşturduğu grup I, siyah çaya hoş gitmeyen, yavan, otsu bir tat verirken; genellikle terpenoit yapıdaki bileşenlerin glikozitlerinden oluşan grup II, çaya hoş, beğenilen çiçek bir aroması verir (19, 20).

Taze çay yapraklarında yüksek miktarda hekzanol, hekzanal, hekzenol, hekzenal ve metil salisilat bulunur. Soldurma sırasında grup I' de ani bir artış olur ve bu özellikle hekzenolde görülür. Aynı zamanda grup II' de de artış olur. Oksidasyon boyunca grup I'deki alkollerde, aldehitlerde ve özellikle de trans-2-hekzenalde ani bir artışla birlikte yine ani bir azalma görülür. Grup II'deki tüm bileşenler, metil salisilat ve iyononlar hariç, azalır. Kurutma sırasında ise grup I ve grup II bileşenleri içeriklerinde yüksek oranda kayıplar görülür. Yeşil yaprakların toplanması sırasındaki mekanik zararlar (zedelenme) grup I içeriğinde büyük ölçüde artışa neden olur (13).

Temel aroma bileşenleri olarak trans-2-hekzenal, n-bütiraldehit, cis-3-hekzenol, 1-octen-3-ol, linalol, metil salisilat ve geraniol tanımlanmış ve siyah çayın aroma bileşenleri üzerine, toplanan yeşil çay yapraklarının olgunluğunun da etkili olduğu bildirilmiştir. Toplama olgunluğundaki normal çay filizlerinde linalol içeriği fazla, trans-2-hekzenal içeriği azken, çok olgun çay filizlerinden elde edilen çaylarda tam tersi bir durum olduğu belirtilmiştir. Aynı çalışmada, soldurmada su oranının azalmasıyla linalol oranı yükselirken, trans-2-hekzenal oranının azaldığı da belirtilmiştir (10). Aynı araştırmacılar soldurma derecesinin artırılmasıyla linalol oranındaki bu artış, linalol glikozitlerin hızlı hidroliziyle veya soldurmayla oluşan anaerobik koşulların linalol oluşumunu hızlandırdığı, oksidasyon süresi arttıkça, linalol oranının kademeli olarak azaldığı, ancak trans-2-hekzenal oranının arttığı da belirtilmiştir (10).

Uçucu bileşenlerin Nisan ayında daha fazla meydana geldiği, bu bileşenlerden monoterpen alkollerin (linalol, linalol oksit, geraniol) oranlarının da yükseldiği bildirilmiş, aromaya olumlu etki yapan linalol miktarı, normal oksidasyonda, daha kısa sü-

reli oksidasyona göre azalırken, aşırı oksidasyonda, normale göre çok az bir artış görüldüğü belirtilmiştir (20).

CTC yöntemiyle işlenen çaylar, Ortodoks yöntemiyle işlenenlere göre daha düşük aroma yoğunluğuna sahiptir, CTC yönteminde cis-3-hekzenol, linalol, linalol oksit, metil salisilat, geraniol daha az oranda olup, uçucu aroma bileşenlerinin oranı da daha düşük olmaktadır. Bunun nedeni, CTC kıvrıma makinelerinde yapılan kıvrımda oksidasyon hızının Ortodoks yöntemine göre daha hızlı olması ile açıklanmıştır (21).

Toplam karboksilik fraksiyon soldurma boyunca az miktarda artar, fakat oksidasyonda belirgin şekilde artış gösterir ve kurutma işleminde azalır. Asetik ve propiyonik asitler soldurma boyunca belirgin şekilde azalır ve kurutmada ise önemli şekilde artar. Trans-2-hekzenoik, salisilik ve n-kaproik asitler soldurma ve oksidasyon boyunca belirgin şekilde artarken, kurutmada ilk ikisi azalır (22).

Bileşenlerin çoğu soldurma ve oksidasyonda artar, kurutmada bileşenlerin kaybolmasıyla ise azalır. Fakat bazı aroma maddeleri geraniol, benzil alkol, propiyonik ve n-kaproik asit gibi bileşenler kurutmada artış gösterir. Bu sonuçlar aromatik maddelerden bazılarının çay üretimi boyunca önemli değişikliklere maruz kaldığını gösterir.

Aroma maddelerinin oluşumu üzerine, çayın işlenmesi sırasındaki koşulların yanı sıra özellikle toplanan mevsimin çok fazla etkili olduğu belirlenmiştir (23).

KAYNAKLAR

1. Özdemir F. 1992. Farklı kıvrıma metotlarının üç sürgün dönemi çayın siyah çaya işlenmesinde uygulanma etkinliği ve üretilen siyah çayların bazı fiziksel, kimyasal ve duyuşsal özellikleri, (Doktora tezi), Atatürk Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
2. Wickremasinghe R L, Sivapalan K. 1966. The role of Leucine in tea flavour. *Proc Ceylon Assoc Adv Sci.* 1: 47-50.
3. Roberts G R, Sanderson G W. 1966. Changes undergone by free amino acids during the manufacture of black tea. *J Sci Food Agric.* 17:182-188.
4. Sanderson G W, Selvendran R R. 1965. the organica-cids in tea plants. A study of the non-volatile organic acids seperated on silica gel. *J Sci Food Agric,* 16:251-258.

5. Altan A. 1997. *Özel Gıdalar Teknolojisi*. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ofset Atölyesi, 250 s. Adana.
6. Bokuchava M A, Skobeleva N I. 1969. the chemistry and biochemistry of tea and tea manufacture. *Advan. In Food Research*, 17:215-292.
7. Wang D, Kurusawa E, Yamaguchi Y, Kubota K, Kobayashi A. 2001. Analysis of glycosidically bound aroma precursors in tea leaves during the black tea manufacturing process. *J Agric Food Chem*, 49:1900-1903.
8. Kawashima K, Yamanishi T. 1973. Thermal degradation of β -carotene. *Nippon Nogei Kagaku Kaishi* 47: 79-83.
9. Bayrak A. 2006. *Gıda Aromaları*. Gıda Teknolojisi Derneği, 497 s. Ankara.
10. Fernando, V, Roberts, G.R. 1984. The effect of process parameters on seasonal development of flavour in black tea. *J. Sci. Food Agric.*, 35; 71-76. 1984.
11. Yamanishi T, Kobayashi A, Sato H, Osawa K, Uchida A, Mori S, Saijo R. 1966. flavor of black tea aroma. IV. Changes in the flavor constituents during the manufacture of black tea. *Agric Biol Chem*, 30:784-792.
12. Saijo R, Kuwabara Y. 1967. Volatile flavour of black tea. Part I. Formation of volatile components during black tea manufacture. *Agric. Biol. Chem.*, 31: 389-396.
13. Sanderson G W, Berkowitz J E, CO H. 1971. Biochemistry of tea fermentation. The role of carotene in black tea aroma formation. *J. Food Sci.* 36,231-236.
14. Wickremasinghe R, Swain T. 1965. Studies of the quality and flavour of Ceylon tea. *J Sci Food Agric.* 16:57-64.
15. Ravichandran R, Parthiban R. 1998. The impact of processing techniques on tea volatiles. *Food Chemistry*, 62(3): 347-353.
16. Vitzhum O G, Werkhoff P, Hubert P. 1975. New volatile constituents of black tea aroma. *J Agric Food Chem*, 23:999-1003.
17. Reymond D. 1976. *Flavour chemistry of tea, cocoa and coffee*. Amer Chem Soc Meet. New York.
18. Çalıköğlü E, Bayrak A. 2006. Siyah Çay Aroması. Türkiye 9. Gıda Kongresi, Bolu. s 387-390.
19. Robinson J M, Owuor P O. 1992. In: *Tea cultivation to consumption*, K.C. Willson and M.N. Clifford, Eds, Chapman & Hall, London. pp. 459-510.
20. Hazarika M, Mahanta P.K, Takeo T. 1984. Studies on some volatile flavour constituents in Orthodox black teas of various clones and flushes in North-east India. *J. Sci. Food Agric.*, 35:1201-1207.
21. Temple, S.J., Temple, C.M., Boxtel, A.J.M. and Clifford, M.N. 2001. The effect of drying on black tea quality. *J. Sci. Food Agric.*, 81; 764-772. 1983
22. Biswas A K, Biswas K A, Sarkar A R. 1971. Biological and chemical factors affecting the valuation of North East Indian teas. II. Statistical evaluation of the biochemical constituents and their effects on brisknes, quality and cash valuations of black teas. *J Sci Food Agric* 22:196-204.
23. Bayrak A, Tekin A, Çalıköğlü E, Poyrazoğlu E. 2007. Effects of flushing periods, growing elevation and processing methods on some volatile organic compounds of black tea. 5th International congress on food technology. Proceedings, 2: 69-76.