

Et ürünlerinde kullanılan tütsüleme işleminin insan sağlığı üzerine etkileri



Cemalettin SARİCOBAN*, Hasan İbrahim KOZAN*
Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, 42079, Konya

SELÇUK ÜNİVERSİTESİ' ZİRAAT FAKÜLTESİ' GIDA MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ' 42079' KONYA

1. Özet

Tütsüleme gıdaların korunmasındaki en eski metotlardan birisidir ve halen özellikle balık ve et ürünlerinde ve diğer bazı gıdalarda yaygın olarak kullanılmaktadır. Tütsüleme sonucu tütsü ve gıda bileşenleri arasında reaksiyonlar oluşur. Et ürünlerinde tütsülenme sonucu ikinci bir kabuk tabakası oluşur. Bazı uçucu bileşenleri ürüne ekleyen tütsüleme işlemi, ürüne özel bir tat ve renk verir. Ayrıca bakteriyel gelişimi de inhibe eder. Fakat aynı zamanda bu reaksiyon sonucu oluşan bazı bileşenler insan sağlığında teratojenik, mutajenik ve kanserojenik etkilere neden olabilir.

Anahtar kelimeler: Tütsüleme, et ürünleri, insan sağlığı.

2. Giriş

Gelişen dünyada hayvansal ürün tüketimi 1982 de kişi başına 15 kg iken 2002 yılında 28 kg'a ulaşmış ve 2030 yılında ise bu değerin kişi başına 37 kg'a kadar yükselmesi beklenmektedir (Göğüş 1988, Anonymous 1994). Bu değerlerin değişimi dünya nüfusunun artış göstermesi ile bağlantılı bulunmaktadır (Anonymous 2008). Artan talep olmasına karşın arz yeterliliği, kaynakların sınırlılığı ve tarım alanlarının daralması nedeni ile istenilen seviyede olamamaktadır.

Proteinler hücre yapı taşıdır ve günlük diyetle kilogram vücut ağırlığı başına 1 gr olacak şekilde alınması gereken bir besin ögesidir (Anonymous 1989). Bu değeri elde edebilmek için hayvansal ürün tüketimi gerekmektedir. Et ve et ürünlerinde bulunan ortalama ham protein miktarı %18-25 arasında değişim göstermektedir (Varlık vd. 2004).. Et ve et ürünleri aynı zamanda valin, izolöysin, lösin, lizin, metiyonin, fenilalanin, treonin, triptofan, arjinin ve histidini içeren esansiyel aminoasitleri içerir. (Krizek vd. 2004, Günlü 2007).

Et ürünleri hızlı bozulma özelliği nedeniyle tarih boyunca raf ömrünü uzatmak amacı ile pek çok işleme tekniği uygulanmıştır (tuzlama, kurutma, tütsüleme, marinasyon, konserve vb.). Kullanılan bu işleme tekniklerinden tütsüleme, en eski tekniklerden biridir. Tütsüleme işlemi ilk olarak, göçebe insanların eti ateşin yanına astığında dumanın koruyucu etkisini fark etmesi ve tat da oluşturduğu değişikliği görmesiyle başladığı sanılmaktadır.

Tütsüleme tekniği tuzlama, kurutma ve dumanlama aşamalarından oluşmaktadır. Tütsüleme tekniğinde amaç, tuzlama ve kurutma ile su ürünleri etinde bulunan suyun bir kısmını uzaklaştırmak ve lezzet kazandırmak, dumanlama ile duman bileşiminde bulunan antimikrobiyal ve antioksidanların sağladığı koruyucu etki ve duman aromasından faydalanmaktır (Göğüş ve Kolsarıcı 1992, Gülyavuz ve Ünlüsayın 1994, Gancel vd. 2007, Gonzales-Rodriguez vd.2002, Kim vd. 2002, Varlık vd. 2004). Bu sayede ürün, hem tütsüye has bir aroma kazanmakta hem de raf ömrünün uzatılması sağlanmaktadır (Dondero vd. 2004).

3- Tütsünün Elde Edilmesi

Tütsünün elde edilmesi için hayvan gübresinden mısır koçanına, yumuşak ve sert odunların bütün çeşitlerine kadar değişen pek çok yakıt türü kullanılmaktadır. Değişik yakıtların bileşimleri farklı olduğundan oluşturulan tütsünün bileşimindeki bileşikler oldukça geniş bir açılım gösterirler. Yani tütsünün elde edilmesinde kullanılan tütsünün bileşimine tesir eder.

Tablo 1. Farklı odun türlerinin yaklaşık yapıları

Odun Cinsi	Asitler	Aldehit ve Ketonlar	Bazlar	Fenoller
Kayın	4	2.7	4.0	2.5
Meşe	5.2	1.8	1.6	2.7
Çınar	5.1	5.2	1.8	4.0
Çam	12.3	0.1	4.1	3.3
Ihlamur	6.0	4.8	3.1	3.8
Kökmar	6.8	0.2	3.8	4.6
Huş Ağacı	4.0	2.3	3.9	3.4

Odunun %40-60 selüloz, %20-30'u da lignindir. Isıtma ile selüloz anhidroglikoza parçalanır. Belki bunda, önce glikoz oluşmakta sonra glikoz dehidrasiyona uğrayarak 1.6 anhidroglikoza dönüşmektedir. Isıtmaya devam edildiğinde 1.6 anhidroglikoz asetik asit, fenoller, su ve aseton gibi ürünlere parçalanır. Hemiselüloz pentozanların bileşimidir ve ısısal parçalanması ile furanlar, furaller ve asidler oluşur. Pentozanlar, odunun sıcaklığa karşı en az kararlı bileşenleri olduklarından ilk parçalanan bileşiklerdir.

4. Tütsüleme Yöntemleri

2.1 Sıcak tütsüleme

Sıcak tütsüleme lezzet olarak en çok kabul gören tekniklerden biridir. Her ne kadar uygulama teknikleri ülkeden ülkeye değişip kesin bir yöntemi bulunmasa da bu teknik odun ve talaş ateşinin boğulması sonucu ortaya çıkan sıcak dumanın etkisinde ürünün pişirilmesi temeline dayanır.

2.2. Soğuk tütsüleme

Bu teknik sıcak tütsüleme ile benzer aşamalara sahiptir ancak fırın sıcaklığı 40°C'nin üzerine çıkarılmayarak pişirme işlemi gerçekleştirilir (Duman ve Patır 2007). Ancak sıcak tütsülemeye bulunan fırın sıcaklık değerinin yüksek olması, mikrobiyolojik gelişimi oldukça sınırlı hale getirirken soğuk tütsülemeye bulunan düşük sıcaklıkla pişirme, beraberinde mikrobiyal gelişimi getirebilmektedir.

2.3. Sıvı tütsüleme

Sıcak ve soğuk tütsüleme tekniklerinde tuzlama süresi birbirinden farklı olduğu gibi kurutma ve dumanlama süresi de oldukça farklıdır. Ancak her iki teknikte de ortak olan duman bileşiminde bulunan, PAH (Polisiklik aromatik hidrokarbonlar) adı verilen kanserojen ve mutajenik yapıya sahip bileşenlerin, dumanlama süresince ete bulaşmasıdır. Bu olumsuz durumun ortadan kaldırılması için dumveaki bu bileşenler elimine edilmelidir. Bu doğrultuda son 30 yıldır kullanılan sıvı dumanlama tekniği PAH bileşenlerini iz miktarda ihtiva ettiğinden güvenle kullanılmaktadır. Ancak sıvı tütsülenmiş ürünlerde tuzlama ve kurutma işlemlerinin uygulanmasının yanı sıra sıvı tütsü, ürüne daldırma, püskürtme ya da buharında bekletme şeklinde verilecek duman tadı ve kokusu sunma hedefi ve ürünün pişirilmesi temellerine dayanmaktadır.

Ancak ülkemizde sıcak ve soğuk tütsüleme ile ilgili Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığının belirlemiş olduğu kurallar bulunurken, sıvı tütsülenmiş ürünlerle ilgili resmi bir prosedür bulunmamaktadır

5- Tütsüleme Nedenleri

Renk Oluşumuna Etkisi

Tütsülenmiş ürün renginin oluşumunu renkli tütsü bileşiklerinden, fenoller ve aldehitler gibi tütsü bileşiklerinin oksidasyonundan ve polimerizasyonundan ve tütsü bileşikleri ile et proteinleri arasındaki reaksiyonlardan kaynaklandığı düşünülmüştür. Renk üzerine etki eden bu reaksiyonlardan proteinler ile tütsü bileşenleri arasındaki reaksiyonlar en çok üzerinde durulan reaksiyonlardır ve birçok araştırıcı tütsülenmiş ürünlerde dikkate değer bir şekilde amino gruplarda azalma olduğuna özellikle lizin kaybı olduğuna işaret etmektedirler.

Tat üzerine etkisi

Üründe arzulan flavoru sağlayacak tütsü üretimi için gürge, meşe, akça ağaç, ladin gibi ağaçlardan elde edilen sert odunlar, diğer yumuşak odunlardan daha fazla tercih edilir. Tütsünün bileşimi ve arzulan tütsü flavoru özellikleri farklı uygulamalarla değiştirilebilir. Tütsü elektrostatik bir işlemle geçirilerek, çok iyi flavorda et ürünleri elde edilebilir. Ayrıca duman renginin de daha arzulan bir özellikte olduğu belirtilmiştir. Tütsülenmiş bir ürünün tipik tütsü flavoru, tamamıyla ürünün yüzeyinde birikmiş olan tütsü bileşikleriyle izah edilemez. Çok sayıda tütsü flavoru bileşiği, gıdadaki reaksiyonel gruplarla birleşir. Bu reaksiyon ürünleri, orijinal tütsü flavordan farklı bir tad meydana getirir. Tütsüdeki karbonil bileşikler ve aromatik karboniller kadar alifatik karboniller, bu reaksiyonlarda esas olarak yer alırlar.

Koruyucu Etkisi

Tütsünün antioksidatif ve antimikrobiyal bir etkiye sahip olduğu bilinir. Bu etkilerin her ikisi de esas olarak fenolik bileşiklerin etkisindedir. Tütsüde mevcut olan bazı fenollerin (pirokatol, hidrokinon, guaiakol, eugenol, isoeugenol, vanilin, sali- siladehit, 2- hidrobenzoik asit ve 4- hidrobenzoik asit) antioksidatif etkileri belirlenmiştir. Tütsü bileşenleri, et ürünlerinde olduğu kadar saf bakteriyel kültürler üzerinde de engelleyici bir etkiye sahiptir. Ancak, tütsülenmiş et ürünlerinde, mikroorganizmaların gelişmesine tütsünün etkisinden başka, tütsülenmenin ürününün su aktivitesini düşürmesi ve pH değerini düşürmesi gibi faktörlerin de etkisi vardır.

Diğer Etkileri

Et ürünlerinin tütsülenmesi sırasında, üründe ikinci bir kabuk tabakası oluştuğu gözlenir. Karboniller ile proteinler arasındaki reaksiyonlar, bu oluşumdan esas olarak sorumludur (tanning etki=derileştirme etkisi). Bu reaksiyon, yüksek sıcaklık ve kuru tütsüleme koşulları tarafından teşvik edilir veya eğer tütsü nemli ortamda uygulanıyorsa, nemin sonradan azalmasıyla teşvik edilir. Kabuklaşmanın boyutu, tütsü bileşimi ve tütsü kabini klimasıyla sıkı bir ilişki gösterir. Bu reaksiyon, doğal kılıflar ile ve kollagen karakterli yapay kılıflar ile de meydana gelir ve sosis sıcak su içerisinde ısıtıldığında, kılıfın patlamaya (yırtılmaya) karşı dayanıklılığında sorumludur. Genelde, bu reaksiyon ürünün yüzeyinde daha fazla bir sertlik sağlar, sosisin konsistensini etkiler ve mikrobiyal gelişmeyi stabilize eder.

6. Tütsülemenin İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri

5.1. Besin Maddeleri Üzerine Etkisi

Tütsüleme sırasında üründe kabuk oluşumu, renk oluşumu ve flavor oluşumu, proteinler ile tütsünün karbonilli bileşikleri arasındaki reaksiyonlara dayandırılır. Bu reaksiyonlar amino grupların kaybına neden olur. Tütsüleme ile sadece ürün yüzeyindeki proteinler zarar görür. Ancak sıvı tütsünün ürüne karıştırılmasıyla, proteinlerde daha fazla bir azalma mümkündür.

Tütsüleme işlemiyle, üründe esansiyel aminoasitlerden biri olan lisinde bir kayıp meydana gelebilir ve lisindeki azalışın artışı, üründeki tütsü birikiminin artışıyla artar. Tütsülenmiş et ürünlerinin yüzeylerinde dikkate değer bir lizin kaybı olmasına rağmen, beslenme değerinde bir yetersizlik görülmez. Diğer esansiyel aminoasitlerin veya vitaminlerin tütsüleme işleminden etkilenip etkilenmediği henüz tam olarak bilinmemektedir.

5.2. Karsinojenik Polisiklik Aromatik Bileşikler ile Kontaminasyon

Polisiklik hidrokarbonların en iyi bilinenlerinden biri benzo (a) piren'dir, bu bileşiğin mutajenik ve karsinojenik olduğu saptanmıştır. Benzo (a) piren ve diğer polisiklik hidrokarbonlar çeşitli bitkisel ve hayvansal kaynaklı gıdalarda saptanmıştır. Bitkiler, yetiştirilmeleri sırasında hava kirliliği veya toprak tarafından bu bileşiklerle bulaşabilirler. Süt ve et gibi hayvansal kaynaklı gıdalar işlenmeleri sırasında, kısmen tütsülenmeleri sırasında bu bileşiklerle bulaşmaya kadar polisiklik hidrokarbonlar kısmen temizdir. Polisiklik hidrokarbonların ete bulaşmasının ikinci bir kaynağı, etin barbekülerde (doğrudan kömür ateşinde kızartma) pişirilmesidir. Ürünün benzo (a) piren ile kontaminasyonu, tütsü üretim parametreleri ve çok yüksek tütsü üretim sıcaklığı ile sıkı bir ilişki gösterir ve is oluşturulan materyaller kullanıldığında, benzo (a) piren konsantrasyonu 1 ppb'den daha yüksektir. Tütsülenmiş veya barbekülenmiş et ürünlerini yemenin sonucu, benzo (a) piren'in insanlarda kansere neden olduğu tecrübeleri olmamasına rağmen potansiyel bir tehlike gözardı edilemez. Yüksek oranlarda benzo (a) piren ve diğer karsinojenik polisiklik hidrokarbonlu et ürünlerinin fazlasıyla tüketildiği bölgelerde veya ülkelerde, mide ve bağırsak kanseri önemli oranda yüksektir.

Teknolojik açıdan bakıldığında, tütsülenmiş et ürünleri, 1 ppb'den daha fazla benzo (a) piren içermezler (hatta aşırı derecede tütsülenmiş ve aşırı tütsü flavoruna sahip olsalar bile). Bunun bir sonucu olarak tütsülenmiş et ürünlerinde en yüksek benzo (a) piren miktarı Almanya'da 1 ppb ile sınırlandırılmıştır.

Uluslararası kanser araştırma birimi (IARC) tarafından PAH'lar karsinogenetik olarak değerlendirilmiştir. Yapılan hayvan karsinojenite deneyleri sonucu benzo[a]piren in hayvanlarda oral, deri ve soluk borusu içine uygulamaları sonucu tümörlere neden olduğu bildirilmiştir. Benzo[a]piren soluk borusu içine uygulanması ile akciğer karsinomaları, deri altı enjeksiyon sonucu lokal sarkomaları, sindirim yolu ile alındığında ise üst gastrointestinal sistem tümörlerine neden olduğu bildirilmiştir. İnsanlarda benzo[a]pirenin akut ve subkronik etkileri ile ilgili epidemiyolojik çalışmalara ilişkin yeterli veriler yoktur. Buna karşın benzo[a]pirenin insanlarda genetik, kronik ve karsinogenetik etkileri üzerine olgular bildirilmiştir. Tütsüleme sonucu oluşmuş PAH'ı ihtiva eden gıdalara tüketen insanlara, PAH'ın etkisini gösteren henüz net bir çalışma yoktur fakat farklı uygulamalar sonucu yine dumanlamayla birlikte PAH a maruz kalanların sağlık üzerine etkileri aşağıda belirtilmiştir:

5.2.1. Genetik toksite

Demir fabrikası işçilerinin PAH'a 0.5-20 ng/m³ düzeyinde maruz kalması sonucu periferik lenfositlerde mutasyon oranının arttığı bildirilmiştir.

5.2.2. Kronik toksite

Lastik fabrikası işçilerinin PAH'a inhalasyon yoluyla kronik olarak maruz kalması sonucu solunum sistemini etkileyen yan etkilerin şekillendiği bildirilmiştir. Polonya'da demir dökümhane işçilerinin kronik olarak PAH'a (200-500,000 ng/m³) maruz kalması sonucu serum immunoglobulinlerinin baskılandığı, Avusturya'da ise kok fırınında çalışan işçilerin PAH'a (5,396-651 ng/m³) maruz kalınması sonucu immunosuppressif etkilerin şekillendiği bildirilmiştir.

5.2.3. Karsinojenik etki

BaP ve diğer PAH'lardan kaynaklanan ilk kanser olgusu 1975 yılında baca temizleyen işçilerde görülmüş, çocukluklarından itibaren kurumla temas halinde bulunan bu işçilerde scrotum kanserinin şekillendiği bildirilmiştir. Yapılan epidemiyolojik çalışmalarda meslek gereği PAH'lara maruz kalan makinist, maden işçileri, demir-çelik işçileri ve kömür ocaklarında çalışan işçilerin akciğer, mesane, ösafağus, mide, pankreas ve prostat kanserine yakalanma riskinin yüksek olduğu bildirilmiştir.

5.3. Formaldehit

Toksik etkiye sahip olan bileşiklerden biri de formaldehit'dir. Kısa sürede enzimatik olarak parçalandığı için, herhangi bir sağlık tehlikesi olmadan, gıdalar 50 mg/kg'ın üzerinde formadehit içerebilir. Formaldehit buharı burun kanserine neden olabilir. Bu nedenle, çalışma ortamlarında formaldehit konsantrasyonunu mümkün olduğu kadar düşük tutmaya kesin bir eğilim vardır. Almanya'da izin verilen en yüksek konsantrasyonu 1,2mg/m³'dür. Bu konsantrasyona, normal koşullarda asla ulaşamaz.

Mutajenik Aktivitedeki Fenolik Bileşikler

Tütsüdeki fenollerin bazıları toksikolojik özelliktedir. Sigara dumanından ve çaydan elde edilen fenollerin karsinojenik veya co-karsinojenik etkilerinin olduğu belirtilmektedir.

Tütsüdeki toplam saflaştırılmış fenol fraksiyonu içerisinde bazı fenollerin artışıyla, mutajenik etki belirlenmiştir. Ayrıca, kür edilmiş etlerde fenoller, nitrit ile reaksiyona girebilirler, böylece nitrofenoller ve nitrosofenoller oluşabilir. Nitrosofenol'ler nitrosamin oluşumunda potansiyel katalistlerdir. Nitrosofenollerin kendileri de mutajenik bir etki gösterirler. Tütsülenmiş et ürünlerinde var olan nitrosofenollerin insan sağlığı için tehlikeli miktarı henüz bilinmemektedir. Eğer sıvı tütsü, nitrit içeren salamura ile karıştırılırsa, nitrofenol'ler ve nitrosofenol'lar oluşur. Bu yüzden, tütsü flavorlu salamuraların et ürünlerine tatbiki arzulanmayabilir.