

TAZE ETLERDE MİKROBİYAL GELİŞMELER VE ET İŞLETMELERİNDE HİJYEN-SANİTASYON

Araş. Gör. Birce MERCANOĞLU, Doç. Dr. S. Aykut AYTAÇ
H.Ü. Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü 06532 Beytepe-ANKARA

A. Giriş

Hayvanın kesiminden hemen sonra, ilk 24-36 saat içerisinde, kasta önemli biyokimyasal değişiklikler meydana gelmektedir. Bu biyokimyasal değişiklikler, kasın ete dönüşümünü sağlayan ana olaylardır (3, 5). Bunlar:

◆ Kan dolaşımının durması

Hayvanın kesimi ile birlikte kan vücuttan akmakta ve kan basıncının azalması ile kan dolaşımı durmaktadır. Dolayısıyla; ATP sentezi de durmakta ve ATP eksikliği aktin ve miyosinin birleşerek aktomiyosini oluşturmaya ve kasın sertleşmesine neden olmaktadır. Bir başka deyişle; rigor mortis (ölüm sertliği) başlamaktadır.

◆ Oksijen girişinin kesilmesi

Hücrelere oksijen girişinin kesilmesi ile birlikte, oksidasyon/redüksiyon potansiyeli düşmektedir.

◆ Vitamin ve antidoksidant girişinin kesilmesi

Hücrelere vitamin ve antidoksidant girişinin kesilmesi ile birlikte, yağ oksidasyonu başlamakta ve ransidite (acılaşma) gelişmektedir.

◆ Sinirsel ve hormonal dengenin bozulması

Sinirsel ve hormonal dengenin bozulması ile birlikte, hayvanın vücut sıcaklığı düşmekte ve yağlar katılaşmaya başlamaktadır.

◆ Solunumun durması

Solunumun durması ile birlikte, ATP sentezi durmaktadır. Solunum ile dışarı atılamayan CO₂, hücre içinde karbonik asite dönüşmekte ve pH'nın düşmesine neden olmaktadır.

◆ Glikolizin başlaması

Hücreye oksijen girişinin kesilmesi ile birlikte, sitrat çevrimi ve sitokrom sistemi de durmaktadır. Bu sebeple; aerobik yoldan sağlanamayan enerji, anaerobik yoldan sağlanmaya çalışılmaktadır ve laktik asit çevrimi başlamaktadır. Anaerobik glikoliz ile oluşan laktik asit, pH'yı 7.4 den 5.6 ya kadar düşürmektedir. Bu sebeple de; protein denatürasyonu başlamakta ve katepsin serbest kalarak aktifleşmektedir.

◆ Endoplazmik retikulumun kapanması

Endoplazmik retikulumun kapanması ile

birlikte, bakteriler yoğunlaşmakta ve bakteriyal üreme başlamaktadır.

B. Taze Etlarin Biotası

Taze etlerde sıklıkla bulunan bakteri, küf ve maya cinsleri Tablo 1 de gösterilmektedir. Bu tablodan da anlaşılacağı gibi; taze etlerin mikroflorasını, daha çok, *Acinetobacter*, *Aeromonas*, *Moraxella*, *Pseudomonas*, *Psychrobacter* gibi Gram - negatif bakteriler oluşturmaktadır. Gram-pozitif bakteriler içerisinde ise, en çok, *Enterococcus* ve *Lactobacillus* cinsleri taze etlerde bulunmaktadır. Taze etlerin mikroflorasında, ayrıca *Cladosporium*, *Geotrichum*, *Mucor*, *Rhizopus* ve *Thamnidium* gibi küflere ve *Candida* ve *Torulopsis* gibi mayalara rastlanmaktadır (3).

C. Et ve Et Ürünlerinde Oluşabilecek Mikrobiyal Bozulmalar

Et ve et ürünlerinde oluşabilecek mikrobiyal bozulmalar, aerobik veya anaerobik koşullarda meydana gelmektedir ve Tablo 2 de, bu bozulmaların tesbiti için kullanılan bazı metodlar gösterilmektedir (3).

Aerobik koşullarda; *Pseudomonas*, *Alcaligenes*, *Aeromonas*, *Acinetobacter*, *Enterobacter*, *Proteus* ve *Lactobacillus* cinsleri etlerin yüzeyinde yapışkan tabaka oluşumuna sebep olmaktadır. Yine; *Pseudomonas* ve *Acinetobacter*'in lipolitik türleri, aerobik koşullarda, etteki yağların parçalanmasına ve dolayısıyla da ette acılaşmaya neden olmaktadır. Ayrıca et ve et ürünlerinde mikrobiyal bozulmayı karakterize eden peroksitler, H₂S, NH₃ indol, kadaverin ve putresin gibi bileşiklerin oluşumu söz konusudur. Bu bileşikler; etin doğal kırmızı renginin yeşil, kahverengi veya griye dönüşmesine neden olmaktadır. Örneğin; *Weissella virideseens* hem etlerin yüzeyinde yapışkan bir tabaka oluşumuna hem de etlerin renginin yeşile dönüşmesine neden olan bir bakteridir. *Thamnidium*, *Rhizopus* ve *Mucor* etlerde sakallanmaya; *Cladosporium herbarum* etlerde siyah beneklenmelere; *Penicillium* ise etlerde yeşil lekelere neden olan küflerdir (3).

Anaerobik koşullarda, *Proteus* türleri, kemiğe yakın derin dokularda "bone - taint" olarak

Tablo 1. Taze etlerde sıklıkla bulunan bakteri, küf ve maya cinsleri (3)

BAKTERİ	
<i>Acinetobacter</i>	XX
<i>Areomonas</i>	XX
<i>Alcaligenes</i>	X
<i>Bacillus</i>	X
<i>Brochothrix</i>	X
<i>Citrobacter</i>	X
<i>Clostridium</i>	X
<i>Corynebacterium</i>	X
<i>Enterobacter</i>	
<i>Enterococcus</i>	X
<i>Escherichia</i>	XX
<i>Flavobacterium</i>	X
<i>Kuthia</i>	X
<i>Lactococcus</i>	X
<i>Lactobacillus</i>	X
<i>Leuconostoc</i>	X
<i>Listeria</i>	X
<i>Micrococcus</i>	X
<i>Moraxella</i>	XX
<i>Pseudomonas</i>	XX
<i>Psychrobacter</i>	XX
<i>Salmonella</i>	X
<i>Serratia</i>	X
<i>Staphylococcus</i>	X
<i>Weissella</i>	X
<i>Yersinia</i>	X
KÜF	
<i>Alternaria</i>	X
<i>Aspergillus</i>	X
<i>Cladosporium</i>	XX
<i>Fusarium</i>	X
<i>Geotrichum</i>	XX
<i>Mucor</i>	XX
<i>Penicillium</i>	X
<i>Rhizopus</i>	XX
<i>Sporotrichum</i>	XX
<i>Thamnidium</i>	XX
MAYA	
<i>Candida</i>	XX
<i>Cryptococcus</i>	X
<i>Debaryomyces</i>	X
<i>Hansenula</i>	X

<i>Pichia</i>	X
<i>Rhodotorula</i>	X
<i>Torulopsis</i>	XX
<i>Trichosporon</i>	X

X: Bulunduğu bilinen

XX: Sıklıkla bulunduğu bildirilen

isimlendirilen kemik kokuşmasına neden olmaktadır. Yine, *Clostridium*, *Pseudomonas* ve *Acinetobacter* türleri proteinlerin parçalanmasına ve dolayısıyla da kötü kokulu bileşiklerin oluşumuna neden olmaktadır. *Colstridium* türleri ve laktik asit bakterileri, ayrıca, vakum paketlenmiş etlerde neden olmaktadır (Burada, kadaverin oluşumu, putresin oluşumundan daha hızlı gerçekleşmektedir) (3).

Tablo 2. Et ve et ürünlerinde meydana gelebilecek bozulmaları tespit etme metodları (3)

KİMYASAL METODLAR
H ₂ S oluşumunun ölçümü
Merkaptan oluşumunun ölçümü
Koağüle olmayan nitrojenin belirlenmesi
Di ve trimetil aminlerin belirlenmesi
Tirozin komplekslerinin belirlenmesi
İndol ve skatolun belirlenmesi
Aminoasitlerin belirlenmesi
Uçucu indirgeyici maddelerin belirlenmesi
Amino nitrojenin belirlenmesi
Biyokimyasal oksijen ihtiyacının belirlenmesi
Nitrat indirgenmesinin belirlenmesi
Toplam nitrojenin ölçümü
Katalaz ölçümü
Kreatin içeriğinin belirlenmesi
Boya indirgeme kapasitesinin belirlenmesi
Hipoksantin ölçümü
ATP ölçümü
CO ₂ nin radyometrik ölçümü
Etanol üretimi
Laktik asit ölçümü
Renk değişimi
FİZİKSEL METODLAR
PH değişiminin ölçümü
Kas sıvılarının refraktif indeksinin ölçümü
Elektriksel iletkenlik değişiminin ölçümü

Yüzey yüklerinin ölçümü
UV floresansının belirlenmesi
Yüzey yüklerinin belirlenmesi
Mikrokalorimetri
İmpedans değişimi
DİREKT BAKTERİYOLAJİK METODLAR
Toplam aerob sayımı
Toplam anaerob sayımı
Gram-negatif bakteri endotoksinlerinin belirlenmesi
FİZİKOKİMYASAL METODLAR
Viskozitenin belirlenmesi
Su tutma kapasitesinin belirlenmesi
Şişme kapasitesinin belirlenmesi

D. Et ve Et Ürünleri İşletmelerinde Hijyen ve Sanitasyon

Et ve et ürünü işletmeleri, tarıma dayalı sanayinin önemli kollarından biridir ve bu işletmelerde üzerinde durulması gereken en önemli konu hijyendir. Et ve et ürünleri işletmelerindeki zayıf hijyenik koşullar, et ve et ürünlerine zararlı etkenlerin kontamine olmasına neden olur ve dolayısıyla kusurlu ürünler üretildiği gibi, bu kusurlu ürünlerin tüketilmesi ile de insan sağlığını tehdit edici durumlar ortaya çıkmaktadır.

Et ve et ürünlerinin bozulması ve insan sağlığını tehdit edici durumlar oluşturması; hayvan kesim yerleri ile, üretim dağıtım ve tüketim aşamalarında, zayıf hijyenik koşullara bağlı olarak, et ve et ürünlerinin kontamine olması sonucu gerçekleşmektedir. Bu durumda et ve et ürünleri işletmeleri için hijyen kavramı; öncelikle hayvanın kendisinden başlayarak, hayvanın kesildiği, ürünlerin üretildiği ve dağıtıldığı yerler ve bu yerlerdeki alet ve ekipmanlar, üretim aşamalarında kullanılan katkı maddeleri ile birlikte işletmelerde çalışan personele kadar geniş bir zinciri kapsamaktadır.

Et ve et ürünlerinin işletmelerinde yüksek kaliteli üretimin sağlanabilmesi için, bu aşamaların hepsinde yüksek standartta hijyenik koşulların oluşturulması gereklidir (2, 4, 5).

Hammadde

Et ve et ürünleri, içerdikleri zengin besin öğeleri sebebi ile, mikroorganizmaların gelişimi için uygun ortam oluşturmaktadır. Hayvanın kesiminden hemen sonra karkasın iç bölgeleri sterilidir. Ancak; hayvanın postuna bulaşmış olan kirlerin ve mikroorganizmaların kesimden önce uzaklaştırılmaması durumunda, kesim ile birlikte bu partiküllerin, önce karkas yüzeyini ardından da karkasın iç kısımlarını kontamine etme-

si söz konusudur. Bu nedenle, hayvanın, postu kesim öncesi mutlak suretle önce su püskürtülerek yıkanmalı ardından belirli sıvılarla sanite edilmeli, dolayısıyla da postun sıyrılarak yüzülmesi ve iç organların çıkarılması esnasında karkasa herhangi bir bulaşı olmamasına dikkat edilmelidir.

Söz konusu bulaşmaları minimuma indirmek amacı ile uygulanan ilk işlem, hayvanın postunun su püskürtülerek yıkanması işlemidir. Bu işlemde kullanılan suyun sıcaklığı 32.2-37.7°C basıncı 345-2070 kPa olmalıdır. Bu işlem sonucunda; hayvanın postundaki mikrobiyal yükte, 1-2 log kob/cm² lik azalma gözlenmektedir. Bunu takip eden işlem ise; hayvanın postunun % 2-7 konsantrasyonlarında asetik asit, laktik asit veya sitrik asit çözeltileri ile sanitize edilmesi işlemidir. Yapılan bir çalışmada; %5 lik asit çözeltilerinin, Escherichia coli O157:H7 üzerine daha etkili olduğu ancak bu bakteriyi tamamen inhibe etmediği saptanmıştır.

Hayvan postunun sıyrılarak yüzülmesinin ardından uygulanan iç organların çıkartılması işleminde dikkat edilmesi gereken husus, iç organların veya bağırsakların istemeyerek kesilmesi ya da patlatılmasıdır. Bilindiği üzere; bu organlarda, yaklaşık 10¹⁰ bakteri/g bulunmaktadır. Dolayısıyla; böyle bir kaza sonucunda taze et, oldukça yüksek sayıda ve çeşitte mikroorganizma ile kontamine olacaktır. Aynı durum; hayvanın lenf düğümlerinin parçalanması için de geçerlidir. Bu sebeptendir ki; hayvanın iç organlarının çıkarılması esnasında oldukça dikkatli davranılmalıdır (6).

Et ve et ürünleri işletmelerinde gözardı edilmemesi gereken en önemli kural ise ancak ve ancak sağlıklı bir hayvandan sağlıklı ürünler elde edilebileceğidir.

Alet ve Ekipman

Et ve et ürünleri işletmelerinde dikkat edilmesi gereken bir diğer nokta da; gerek kesim esnasında gerekse üretim esnasında kullanılan alet ve ekipmanlardan, ürünlere herhangi bir bulaşımın önlenmesidir. Hayvanın kesimi esnasında kullanılan bıçak, kacak, balta ve testereler günlük olarak temizlenmeli, herhangi bir şekilde elbiseye sürülmemeli ve yere bırakılmamalıdır.

Et ve et ürünleri işletmelerinde kullanılan makinaların tümü paslanmaz çelikten yapılmalı ve kesici dışında diğer kesimleri pürüzsüz olmalıdır. Böylelikle; bu makinalar temizlik metaryallerinden ve olumsuz koşullardan etkilenmemekte ve mikroorganizmaların yerleşmeleri için uygun olan girintileri içermemektedir. Ayrıca; et ve et ürünlerinin temas ettiği yüzeyler, önce temizlenmeli sonra dezenfekte edilmelidir (4, 5).

Üretim ve Dağıtım Yerleri

Et ve et ürünleri işletmelerinin duvarlarının birleştiği köşeler ve taban ile duvarın birleştiği süpürgelikler dik açılı olmamalı ve kolayca temizlenmelidir. Böylelikle; mikroorganizmaların ve kirlerin buralarda birikmesi önlenmektedir. Bu işletmelerde ısı işlem uygulanan kesimler ile ısı işlem uygulanmayan kesimlerin kesin bir şekilde ayrılması ve çapraz kontaminasyondan kaçınılması gerekmektedir. Ayrıca; soğutma depoları, ısı, buhar ve kirli hava gibi dış etkenlerin giremeyeceği biçimde inşa edilmeli ve soğutma düzeninin yanısıra hava temizleyici ve nem ayarlayıcı gibi ekipmanlar bulunmalıdır.

Et ve et ürünleri işletmelerindeki taze etlerin veya bu işletmelerde üretilen ürünlerin, satış noktalarına dağıtım esnasında unutulmaması gereken bir diğer husus ise; soğuk zincirin kırılmaması gerekliliğidir. Aksi takdirde, hijyenik açıdan yüksek kalitede ürün elde edilmiş olsa bile, 20°C sıcaklıklarda gerçekleştirilen bir nakliye işlemi sonucunda, *Listeria monocytogenes* gibi insan sağlığını tehdit edici mikroorganizmaların gelişimi söz konusu olabilmektedir (4, 5).

Kullanılan Katkı Maddeleri

Et ve et ürünleri işletmelerinde üretimin tüm aşamalarında etin tadı, kokusu, görünümü, yapısı, rengi ve diğer niteliklerini düzeltmek ve ette istenilmeyen değişikliklere engel olmak amacıyla kullanılan tuz, şeker, kürlenme maddeleri (nitrat ve nitrit) emülgatörler, stabilizatörler (glukono-delta- lakton), aroma maddeleri (monosodyum glutamat) ve baharatlar gib metaryallerin yüksek kalitede olması gerekmektedir. Örneğin; işletmede kullanılacak suyun, içme suyu kalitesinde olması en temel hususdur. Üretim esnasında ürüne katılacak baharatların, mikroorganizma yükünün sınır değerlerin altına indirilmesinden sonra kullanılması da bir başka önemli noktadır (4, 5).

Personel

Et ve et ürünleri işletmelerinde çalışan eğitim seviyesi düşük ve hijyen bilinci gelişmemiş personel, et ve et ürünlerinin mikroorganizmalar ile kontamine olmasına neden olan birincil et-kendir. Ürün sağlığının sağlanabilmesi için, ilk olarak, eğitimli yöneticiler ve işçilerden oluşmuş bir takım çalışmasına ihtiyaç vardır. Bu nedenle; et ve et ürünleri işletmelerinde çalışan işçiler, hijyen ile ilgili olarak sürekli eğitilmelidir.

Yöneticiler ise; personellerin, insan sağlığını tehdit edici bazı etkenlerin portörleri olmaları söz konusu olabileceğinden, periyodik sağlık kontrollerine dikkat ederek ürün sağlığını ve dolayısıyla da insan sağlığını tehdit edici durum-

larda işçileri uyarmaları hatta üretim alanında çalışmalarını engellemelidir (1).

Et ve et ürünleri işletmelerinde çalışan personel, elleri aracılığıyla, etlere çok çeşitli mikroorganizma bulaştırabilmektedir. Bu mikroorganizmaların başında da, *Staphylococcus aureus* gibi son derece patojen bir bakteri gelmektedir. Özellikle; ellerinde yara, sivilce, çıban bulunan personelin, üretim hattından uzaklaştırılması gerekmektedir. Üretim hattında ve bizzat et ve et ürünleri ile temas halinde olan işçilerin de, mutlak suretle, eldiven giymeleri kaçınılmazdır. Bu amaçla daha çok, ince ve tek kullanımlık eldivenler kullanılmaktadır (4, 1, 5).

E. Sonuç

Hayvanın kesiminden sonra kaslar, birtakım biyokimyasal değişimler sonrası, ete dönüşmektedir. Bu biyokimyasal değişimler sonucunda etin mikroflorasında da değişimler gözlenmektedir. Hatta; ete, gerek üretim gerek dağıtım gerekse tüketim esnasında, yetersiz hijyenik koşullar sebebi ile mikroorganizmalar kontamine olabilmekte, dolayısıyla da et ve et ürünlerinde bozulmalar gözlenmektedir.

Et ve et ürünleri işletmelerindeki zayıf hijyenik koşulların giderilmesi sonucu, yüksek kalitede ürün elde edilebilmektedir. Ancak; yüksek kalitede ürün elde edilebilmesi için de, işletme personeline, ilk aşamadan itibaren hijyenik bilincin aşılanması gerekmektedir. Hijyenik bilincin kazandırılması sonucu uygulamaya geçilmesi, hijyenik et ve et ürünleri üretimini hızlandıracak ve dolayısıyla da insan sağlığını tehdit edici unsurlar söz konusu bile olmayacaktır.

F. Kaynaklar

1. Aksu, H; Kaya, İ.: Gıda sanayiinde personel hijyeni. TMMOB Gıda Mühendisliği dergisi.,3(7):15-19, 2000
2. Hayes, P.R.: Food Microbiology and Hygiene (2nd ed.). Elsevier Science Publishers Ltd., London, 1995
3. Jay, J. M.: Modern Food Microbiology (5th ed.). Chapman & Hall., New York, 1996
4. Kasprowiak, R.; Hansgeorg, H.: Weak points in the hygiene of slaughtering, cutting and processing firms. Fleischwirtsch., 72(3): 287-292, 1992
5. Öztan, A.: Et Bilimi ve Teknolojisi (2. baskı) Hacettepe Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yayınları Yayın No: 19, Ankara, 1995
6. Ünlütürk, A.; Turantaş, F.: Et ve et ürünlerinde mikrobiyolojik bozulmalar, patojen mikroorganizmalar ve muhafaza yöntemleri. (Ed. A. Ünlütürk ve F. Turantaş) Gıda Mikrobiyolojisi (1. Baskı). Mengi Tan Basımevi., İzmir, 1998