

ETTE BOZULMAYA NEDEN OLAN MİKROORGANİZMALAR

Dr. A. Hamdi ERTAŞ

A.Ü. Ziraat Fakültesi Mezbaha Mahsulleri Teknolojisi Kürsüsü

I. GİRİŞ

Ülkemiz tarımında hayvancılığın büyük bir yeri olmasına karşılık et üretimi ve buna bağlı olarak et ve et ürünleri tüketimi arzulanan düzeyde değildir. 1975 yılında ülkemizde büyük ve küçük baş hayvanlardan toplam 656,425 ton et elde edilmiş olup kişi başına düşen yıllık tüketim ise 18,150 kg'dır. Diğer ülkeler arasında hayvan varlığı yönünden ön sıralarda yer almamıza rağmen gerek et üretimi, gerekse tüketimi yönünden oldukça geri sıralarda bulunmaktayız.

Yaşadığımız çağın en önemli sorunlarından biri, hiç şüphesiz insanların yeterince beslenmemesidir. Beslenmenin dengeli bir şekilde yapılabilmesi için, vücudun yapı taşlarını teşkil eden ve biyolojik değeri yüksek olan besin maddelerinin alınması gereklidir. Bugün dünyanın kabul ettiği gerçek, hayvansal orijinli proteinlerin yüksek bir biyolojik değere sahip oluşudur. Biyolojik fonksiyonların düzenli oluşunda ve zekanın gelişmesinde en önemli rolü hayvansal proteinler oynamaktadır. Son zamanlarda yapılan araştırmalarla dengeli beslenmenin, insanların fiziksel ve mental çalışmalarını büyük ölçüde etkilediği anlaşılmıştır. Etin insan beslenmesindeki önemi, başta yüksek oranda protein taşımasından, proteininin ve yağının yüksek biyolojik değerinden, proteininin yüksek düzeyde sindirilebilir oluşundan ve vücudu hastalıklara karşı koruyan unsurları içermesinden ileri gelmektedir. Bu nedenle et ve et ürünleri, insan beslenmesinde önemli olan yerini her zaman koruyacaktır.

İnsanların beslenmesinde büyük yeri olan etin tüketimine kadar iyi bir şekilde muhafaza edilmesi gerekmektedir. Et, oksidatif ve

kendi bünyesinde bulunan enzimlerin faaliyetiyle değişmelere uğradığı gibi mikroorganizmaların faaliyetiyle de çok çeşitli değişmelere ve bozulmalara uğrar. Et, yüksek rutubet içermesi, pH'sının uygun olması nedeniyle mikroorganizmaların gelişmesi için ideal bir ortamdır ve telafisi mümkün olmayan mikrobiyolojik bozulmalara maruz kalır. Bu değişim ve bozulmaları önlemek amacıyla et, diğer bazı gıdalardan daha dikkatli bir şekilde muhafaza edilmelidir. Bu muhafaza kesimden itibaren tüketime kadar uygulanmalıdır.

II. KONTAMİNASYON

Etlerin iç kısımlarının çok az veya hiç mikroorganizma ihtiva etmediği söylenebilir de et serumunda, kemiklerin içerisindeki iliklerde ve diğer kısımlarda mikroorganizmalar bulunabilir. Etin mikroorganizmalarla kontaminasyonu kesimle birlikte başlamaktadır. Esas kontaminasyon kesim, yüzme ve parçalama sırasında olmakta ve bu kontaminasyona hayvanın ayak, kürk ve boynuzunun taşıdığı mikroorganizmalarla bağırsak içeriğinin taşıdığı mikroorganizmalar neden olmaktadır.

Kontaminasyon, hayvan barınaklarındaki çok çeşitli ve sayıdaki mikroorganizma florasının, toprak, su, yem ve gübre florasının hayvanın dış kısımlarına bulaşmasından, kesimle beraber bu floranın ete ulaşmasıyla meydana gelmektedir. Ayrıca, kesim sırasında kullanılan bıçaktaki mikroorganizmalar ve kesim yerlerine kontamine olmuş mikroorganizmalar lenf sıvısı ve kanla etin iç kısımlarına kadar taşınmaktadır.

Hayvanın kesilmesinden sonra kontaminasyon, yüzme ve bilhassa bağırsakların çıkartıl-

ması sırasında olmaktadır. Diğer kesim işlemleri sırasında bulaşma kaynakları çok çeşitli olup, bıçaklardan, kesen kimseden, elbiselerden, havadan, yıkama suyundan, taşıma sırasında duvarlara srütünmeyle duvarlardan, yıkama sırasında yerden sıçrayan sulardan v.b. ile-ri gelmektedir. Ayrıca, işlem yerlerine dökülen talaş tozlarından da önemli ölçüde küf mantarlarıyla kontaminasyon söz konusudur.

Et, kesim ve diğer ön işlemler sırasında mikroorganizmalardan ne kadar uzak tutulabilirse, herhangi bir muhafaza işlemi o derece kolaylaşır. Ete kontamine olan mikroorganizmalar çok çeşitlidirler ve et yüzeyinde fazla miktarda gelişirler. Bu mikroorganizmalar arasında Pseudomonas, Achromobacter, Micrococcus, streptococcus, Sarcina, Leuconostoc, Lactobacillus, Proteus, Bacillus, Flavobacterium, Clostridium, Echerichia, Salmonella, Streptomyces cinsi bakteriler ile Cladosporium, Sporotrichium, Oospora, Thamnidium, Mucor, Penicillium ve Monila cinsi küf mantarları bulunmaktadır.

Etin paketlenerek muhafazasında kullanılan ince paketleme materyalleri, eti bakterilerden korur ve bakterilerin gelişmesine etki eder. Bu paketleme materyalleri su, oksijen, CO₂'in penetrasyonunda önemli derecede birbirinden farklılık gösterir. Suya karşı az geçirgen olan paketleme materyallerinin kullanılmasıyla, etin daha uzun süre depolanması mümkündür. Gaz geçirmeyen materyallerde taze haldeki et muhafaza edildiğinde, bakteriyel faaliyet sonucu CO₂ fazla miktarda birikir ve bu et renginin daha fazla bozulmasına ve laktik asit bakterilerinin çoğalmasına neden olur. İşlenmiş haldeki etlerin paketlenmesinde ise havası boşaltılmış, oksijen geçirmeyen paketleme materyalleri tercih edilir. Havayı alma işlemi aerobik bakterilerin ve küf mantarlarının gelişme hızını düşürür, laktik asit bakterilerinin gelişmesini hızlandırır. Fakat Clostridium cinsi bakterilerin gelişmesinde herhangi bir basit paketlemenin sağlayacağı faydadan daha fazlasını sağlamaz.

III. BOZULMA

Et, mikroorganizmalar için ideal bir gelişme ortamıdır. Çünkü yüksek rutubetlidir, çeşitli derecedeki azotlu bileşikleri ve mineral mad-

deleri ihtiva eder ve pH uygundur. İşlenmemiş et, kendi bünyesinde bulunan anzimlerle ve mikrobiyolojik olarak bozulabilir. Ayrıca, yağlı kısımların oksidasyonu ile olan bozulma da söz konusudur.

Otoliz sonucu meydana gelen değişmeler bağlayıcı dokulardaki bazı proteolitik değişimlerle, yağların hidrolizini kapsamaktadır. Aşırı otoliz nedeniyle ekşime olabilir, fakat otoliz sonucu meydana gelen ekşime mikroorganizmaların faaliyetiyle meydana gelen bozulmalardan farklıdır. Proteinlerin anzimlerle parçalanması mikroorganizmaların et üzerinde gelişmesine olumlu yönde etki eder. Proteinlerin anzimlerle parçalanması sonucu basit moleküllü nitrojenli bileşikler meydana gelir. Mikroorganizmalar bu bileşiklere proteince oranla daha kolay etki eder ve bunlardan daha fazla yararlanır. Et üzerinde gelişen mikroorganizmaların faaliyeti sonunda çeşitli bozulmalar ortaya çıkar.

A. Bozulmaya etki eden faktörler :

1. Ete kontamine olan mikroorganizmaların çeşidi, yükü ve et yüzeyine dağılımları.
2. Etin fiziksel özellikleri : Etin havaya açık olarak bırakılmasıyla havada bulunan mikroorganizmalarla bulaşması mümkündür, bu da bozulma hızına etki eder. Yağ tabakası et yüzeyini koruyabilir fakat anizmatik ve kimyasal olarak kendi kendine bozulması tabii bir olaydır.

Çekilmiş etlerde yüzey artacağından ve bunun sonucu mikroorganizmaların et içine yayılması kolaylaşacağından, mikroorganizmaların gelişme hızları ve üremeleri kolaylaşır. Etin yüzeyinde meydana gelen kabuk tabakasında her ne kadar mikroorganizmalar ürerse de bu kabuk, etin iç kısımlarına koruyucu etki yapar.

Küflenmiş veya diğer şekillerle bozulmuş yüzeyler kesilerek temizlenebilir fakat bu yol, bir koruma metodu olarak dikkate alınmamalıdır.

3. Etin kimyasal özellikleri : Rutubet miktarı, bilhassa kurumanın meydana geldiği dış yüzeylerde mikroorganizmaların gelişmesine ve hangi çeşit mikroorganizmanın gelişeceğine etki eder. Bu dış yüzey, gelişmeye olanak veremeyecek şekilde kuru olabilir. Çok az nem küf mantarlarının, biraz daha fazla nem mayaların, fazla nem ise bakterilerin gelişmeleri üzerinde etkilidir.

Taze etin pH'sı kesim ve sonraki değişimler sonucu glikojen miktarına bağlı olarak 5,7 den 7,2 ye kadar değişir. pH'nın 7,0 civarında olması bakteriyel gelişmeyi hızlandırır, daha düşük pH ise yavaşlatır. Düşük pH maya ve küf mantarları için uygundur.

4. Oksijen : Havalı ortam et yüzeyindeki küf, maya ve aerobik bakteriler için uygundur. Etin iç kısımları ise anaerobik koşullardadır yada bu koşula eğilimlidir. Etin gerçek kokuşması anaerobik koşullarda daha kolay olur.

5. Sıcaklık : Sıcaklık, mikrobiyal gelişme ve bozulma tipi bakımından mikroorganizmayı seçmede en önemli etkidir. Karakteristik kokuşma düşük sıcaklıkta nadirdir fakat oda sıcaklığında olasıdır. Soğukta muhafaza sırasında psychrophilic türler dominant hâdedir ve bu dominant türlerin faaliyetiyle proteolysis meydana gelir. Bu olayı, sekonder dominant türlerin proteolysis'le meydana gelen peptid ve aminoasitleri kullanması takip eder. Normal sıcaklıkta Coliform bakteriler, Bacillus ve Clostridium türleri gibi mesophilic türler ette çok az miktarda var olan karbonhidratlardan orta derecede asit yaparak gelişebilmektedirler.

B. Etlere genel bozulma tipleri :

1. Aerobik koşullarda olan bozulmalar.

a. Bakterilerin neden olduğu bozulmalar.

— Etin dış yüzeyinin nemli, yapışkan bir hal almasına Pseudomonas, Achromobacter, Streptococcus, Leuconostoc, Bacillus, Mic-

rococcus cinsleri neden olur. Ayrıca, bazı Lactobacillus'lar da yapışkan madde üretirler. Soğukta muhafaza derecelerinde rutubetin yüksek olması Pseudomonas ve Achromobacter cinsi bakterilerin işini kolaylaştırır. Düşük rutubet ise Micrococ'ların gelişmesini teşvik eder. Oda sıcaklığında Micrococlar ve diğer mezofiller, Pseudomonas'larla rekabet edebilecek bir durumdadır.

— Et renginin değişmesi : Etin tabii kırmızı - pembe rengi, oksidasyonla olduğu gibi bakteriler tarafından da bozulmaktadır. Et yüzeyinde kırmızı beneklerin oluşmasında **Serratia marcescens** ve diğer kırmızı pigment oluşturan bakteriler, mavi rengin meydana gelmesinde **Pseudomonas syncyanca**, sarı rengin meydana gelmesinde Micrococcus ve Flavobacterium gibi sarı pigment oluşturan bakteriler etkilidir. Depolanmış sığır etlerinin kahverengimsi siyahtan mavimsi yeşil renk almasına **Chromobacterium lividum** neden olmaktadır. Ayrıca, sarı pigment teşkil eden kok ve çubuk bakteriler, yağların eflatunumsu pembe renk almasına neden olmaktadır.

— Yağlarda olan değişimler : Yağların parçalanması lipaz enziminin aracılığıyla olmaktadır. Lipaz ihtiva eden mikroorganizmalar yağları gliserin ve yağ asitlerine parçalar. Yağların parçalanma ürünleri mikroorganizmaların metabolizmalarında çeşitli istikametlere yönelir. Yağ asitleri genellikle β -oksidasyon yoluyla Asetil - CoO'ya dönüşür. Bilhassa Clostridium cinsi bakteriler Asetil - CoA'dan H_2 , CO_2 , asetat, aseton, butirat, butanol ve isc-

propanol meydana getirirler. Etlerdeki doymamış yağ asitlerinin kimyasal olarak oksidasyonu yanında lipolitik bakteriler de bazı lipolitik değişmelere neden olurlar ve yağların oksidasyonunu hızlandırır. Yağların ekşime ve kokuşmasına *Pseudomonas* ve *Achromobacter* cinsi bakterilerin lipolitik olanları etkili olmaktadır.

- Etin çok parlak ve ışıklı bir hal alması da kusurdur ve bu, *Photobacterium* türlerinin et yüzeyinde gelişmesiyle ortaya çıkar. Bu bakteriler, gelişmeleri için düşük sıcaklık (4-6°C) isterler, aminleri serbest hale getirirler fakat toksik ürünlerin teşkiline neden olmazlar. Aerobik şartlarda substratı okside ederler, anaerobik şartlarda ise *Enterobacter*'lerle birlikte karışık asit fermentasyonu yaparak formik asit, asetik asit, laktik asit, sülfürik asit, alkol, CO₂'in meydana gelmesine neden olurlar.

- Koku ve tadın değişmesi : Et yüzeyinde gelişen bakterilerin faaliyeti sonucu etin koku ve tadında arzulanan durumlar ortaya çıkabilir ve bu durum diğer bozulmalardan önce görülür. Ekşime; propiyonik, asetik, butirik, formik asit gibi asitlere bağlı olarak ortaya çıkar, hatta bu durum mayaların gelişmesiyle de olabilir. Küflü ve toprak kokularının meydana gelmesinde *Actinomyces*'ler etkilidir.

b. Küf mantarlarının neden olduğu bozulmalar

- Küf mantarlarının et yüzeyinde gelişmesinin başlangıcında et yüzeyi yumuşak ve yapışkan bir hal alır.
- Donma sıcaklığına yakın sıcaklıklarda muhafaza edilen etlerde

az da olsa miseliyal gelişme olur ve bu gelişmeye küf mantarlarının sayısı etki eder. Bunların başında *Thamnidium chaetocladicoides*, *Thamnidium elegans*, *Mucor mucedo*, *Mucor lusitanicus*, *Mucor racemosus* ve *Rhizopus* cinsi küf mantarları gelmektedir.

- Et yüzeyinde siyah lekelerin meydana gelmesinde etkin olan küf mantarı *Cladosporium herbarium*'dur. Fakat diğer siyah pigment teşkil eden küf mantarları da siyah lekelerin meydana gelmesinde etkindir.
- Beyaz beneklerin meydana gelmesinde esas etken *Sporotrichum carnis* olmakla beraber *Geotrichum*'lar da etkilidir.
- Yeşil beneklerin meydana gelmesinde önemli olan küf mantarlarının başında yeşil spor teşkil eden *Penicillium* türleri gelir. Bilhassa *P. expansum*, *P. asperulum*, *P. oxalicum*.
- Bir çok küf mantarı yağların lipolitik olarak parçalanmasında rol alır. Böylece yağların oksidasyonuna ve hidrolizine etki ederler.

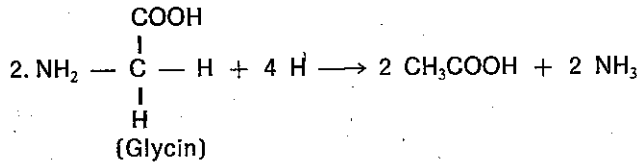
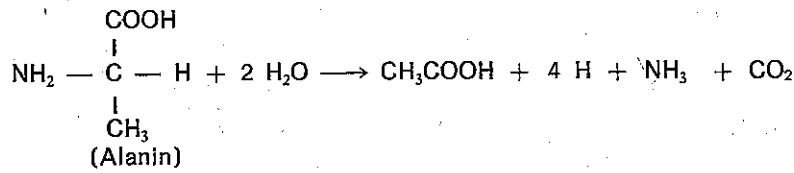
Mayalar ve küf mantarlarıyla etin yüzeyinde meydana gelen lekeler, benekler büyük parçalar halinde lokalize olurlar ve bunların parçalanma ürünleri ete nüfuz eder. Bu nüfuz etme etin derinliklerine kadar olabilir. Bunun sonucu olarak da yüzeyde bulunan bakteriler etin iç kısımlarına taşınır ve fakültatif olanlar oralarda gelişerek etin bozulmasına neden olurlar.

2. Anaerobik koşullarda olan bozulmalar

- a. Ekşime : Etin ekşi koku ve tadına formik asit, asetik asit, butirik asit, propiyonik asit, laktik asit, süksinik asit gibi organik asitler neden olmakta ve

- Etin kendi bünyesinde bulunan anzimlerin faaliyetinden,

- Bakteriyel faaliyetler sonucunda laktik asit gibi anaerobik ürünlerin meydana gelmesinden,
 - Tam kokuşma olmadan fakültatif veya anaerobik bakteriler tarafından proteolysis'in olmasından ileri gelmektedir.
- b. Kokuşma : Proteinlerin anaerobik koşullarda parçalanması ile fane kokulu ürünlerin meydana gelmesidir. Bu fena kokulu ürünler; H₂S, merkaptanlar, indol, skatol, amonyak ve aminlerdir. Clostridium türleri kokuşmaya esas neden olan bakterilerdir fakat fakültatif bakteriler de kokuşmaya etki ederler veya bu fena kokulu ürünlerin meydana gelmesine yardımcı olurlar. Bunların başında Putrefaciens, Putrificus, Putida, Pseudomonas, Achromobacter'ler gelir.



Proteolitik Clostridium'lar proteinleri parçalarlar ve aminoasitleri fermentasyona uğratırlar. Örneğin glutamin asidi, mesaconat ara ürünü üzerinden purivata dönüşür, purivatta Acetil-CoA üzerinden butirik aside çevrilir.

Clostridiumların bir kısmı da proteinleri hidrolize ederek meydana gelen aminoasitleri fermente ederler ve bunlar, iki ayrı aminoasidin teşkil ettiği çifti fermentasyonda kullanırlar. Aminoasitlerden biri H-donör, diğeri ise H-akseptör olarak rol oynar ve sonuçta, örneğin alanin ve glycin'den asetik asit, amonyak ve CO₂ meydana gelir. Etlerde bozulma yapan **Ci. sporogenes** son ürününü bu şekilde meydana getirmektedir.

KAYNAKLAR

- ANONYMOUS, 1977. Et ve Mamulleri Sanayii. T.C. Başbakanlık Devlet Planlama Teşkilâtı. IV. Beş Yıllık Kalkınma Planı Et ve Mamulleri Özel İhtisas Komisyonu Raporu. Ankara.
- FRAZIER, W.C., 1967. Food Microbiology. 2nd Ed., McGraw-Hill Comp., Newyork.
- NICKERSON, J.T., A.T. SINKEY, 1972. Micro-

- biology of Foods and Food Processing. Cambridge.
- TANNER, F.W., 1944. The Microbiology of Food. 2nd Ed., Published in Champaign, Illinois, Garrard Press.
- WEISER, H.H., 1962. Practic Food Microbiology and Technology. The AVI Publishing Comp., Ins., Westport Connecticut.