

ET KALİTESİNE ETKİ EDEN BAZI FAKTÖRLER

Müth. Hamdi ERTAŞ

1972 yılında A.Ü. Ziraat Fakültesini bitiren Hamdi Ertaş 1976 yılında «Bozulmuş balık konservelerinden izole edilen bazı bakterilerin karakteristik üzerinde araştırmalar» adlı tezi ile mütéhassıs ünvanını almıştır. Halen A.Ü.Z.F. Mezbaha Mahsulleri Teknolojisi kürsüsünde asistan olarak görev yapmaktadır.

Doç. Dr. M. Ekin ŞAHİN

1968 yılında Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesini bitirerek 1969 yılında aynı Fakültenin Mezbaha Mahsulleri kürsüsüne asistan olarak atanmıştır. 1972 yılında Doktora çalışmasını tamamlayan Şahin 1977 de Doçent olmuştur. Halen adı geçen kürsüde öğretim üyesidir.

Yağsız etin önemli kalite karakteristikleri; tazelik, yumuşaklık, renk, tad, özlülük ve su tutma kapasitesidir. Kas biyokimyası, et teknolojisi için kesin teoriler ortaya koymuş olup bunlardan bazıları burada tartışılacaktır. Et biyokimyası bilimi, et kalitesini düzeltmede veya bozulmayı önlemede et teknolojistleri için olanak sağlamaktadır. Et kalitesi biyokimyasını gözden geçirmeden önce, kas strüktürü ve metabolizmasının bazı genel görünüşünü gözden geçirmek gereklidir.

Kas strüktürü (yapısı) :

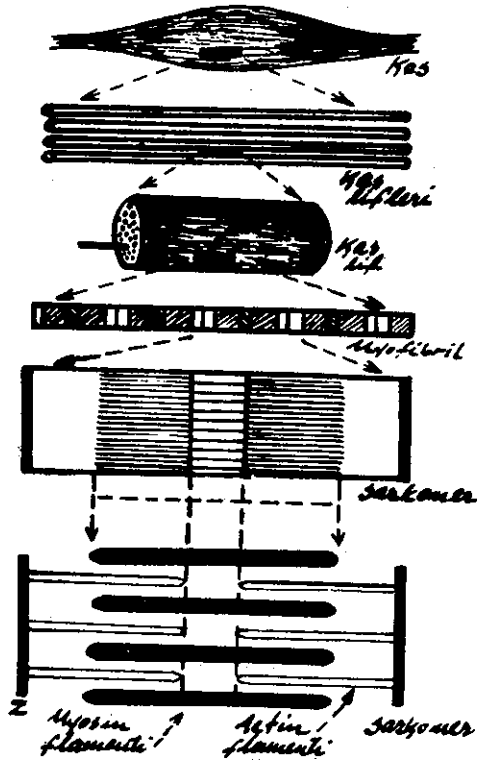
Kas, kas lifleri olarak isimlenilen binlerce uzun, ince, silindirik hücrelerden yapılmıştır. (Şekil 1). Kas lifleri 20-80 µ boyutlarında olup uzunluğuna karşın genişliğinin oranı 1000/1 civarındadır. Bütün kas etrafı konnektif doku ile kaplanmıştır ve bu **epymysium** olarak bilinir. Kas, 20 ve 40 arasında kas lifi ihtiva eden bantlara (paketlere) ayrılır. Her bant, ikinci bir konnektif doku tarafından sarılmıştır ki, bu **perimysium** olarak isimlendirilir. Her bir hücreyi veya lifi saran konnektif dokulardan biri de **endomysium**'dur. Konnektif doku, lif protein kollajenini ihtiva eder, buda etteki sertliği meydana getirir.

Kas lifi, myofibril olarak isimlendirilen 1-2 bin kadar protein strüktürlerinin birleşme-

siyle oluşmuştur. Her bir myofibril, fibril uzunluğunca devam eder ve 2,5 µ uzunluğunda binlerce **sarkomer**'e bölünür (enine olarak). Bir sarkomer, iki tip protein flamentini ihtiva eder; ince flamentli **actin** proteini ve kalın flamentli **myosin** proteini. İki tip myoflament, parmak şeklinde dizilmiş olan ince flamentlerin arasında kalın flamentlerin yer alarak, uzunluğuna birbiri üzerinde bulunurlar ve paralel olarak dizilirler. Flamentler arasındaki yerleşmede, iki flament diğer sınıra geçmeden kayabilir. **Sarkomer**'lerin kısalması ile olan bu kayma hareketi, kas kontraksiyonunun nedenidir. Kontraksiyon için gerekli enerji Adenozintrifosfat (ATP) tarafından sağlanır. Kara et protein miktarının % 50 den fazlasını myofibriller teşkil etmekte olup, et yumuşaklığı ve tekstürü üzerine büyük ölçüde etki ederler.

Kesimden sonra kas metabolizması :

Hayvanın kesimden sonra kaslara oksijen temini tamamen durur (Şek. 2). Myoglobın kırmızı pigmenti tarafından tutulan oksijen rezervi hemen tükenir ve oksidatif metabolizma durur. Bununla beraber ATP, yaşayan hücre fonksiyonları için tedarik edilebilir. Polisakarit glikojen, ATP temini için metabolize edilir. Anaerobik glikolisis'in son ürünü olan Laktik asit

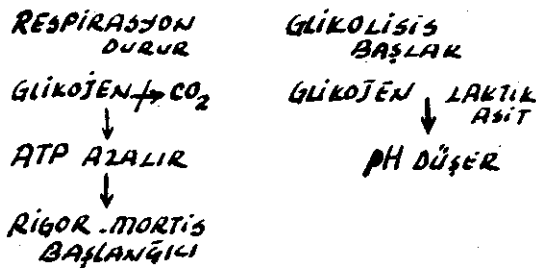


Şek.1. Bir kasın yapı şeması.
Tüm bir kasın en aşağıda
kaybolma yapan proteinleri
kadardır.
(Tarrant, 1975).

kas içinde birikir ve bu birikime bağlı olarak kas pH'sı düşer.

Ölümden sonra glikolisis, kas glikojeni tükenince veya pH, glikolisisi önleyici düzeye yeterince düşünce (5.5 civarı) durur. ATP'nin geri sentezi artık mümkün değildir. ve ATP'nin

Oksijen Temini Düşer



Şek.2. Ölümlü sonrası kas
metabolizması.

varlığında ayrı halde bulunan ve serbestçe kayabilen **actin** ve **myosin** filamentleri, ATP bittiğinde sıkıca birbirlerine kenetlenirler. Bu noktada kas, Rigor-mortis'tedir. Kesimden sonra pH'nın düşüş derecesi ve kasın ulaşacağı son pH; su tutma kapasitesi, renk, yumuşaklık ve taze etin satış ömrü bakımından önemlidir.

Yumuşaklık (Olgunluk) :

Tüketiciye göre taze sığır etinin en önde gelen kalite karakteristiği yumuşaklık olup, hatta renk'ten, tad'dan ve de öznlülük'ten de ileride olduğu ön görülmektedir.

Yağsız et; % 60-78 su, % 15-22 protein, % 1-10 lipid ve % 2 den daha az karbonhidrat, mineraller ve diğer organik bileşikleri ihtiva eder. Bu sebeble yağsız et hemen hemen su ve proteinden ibaret olup, sertlik kas proteinlerinin belirgin bir özelliğidir. Proteinler eriyebilirliklerine göre temel olarak 3 büyük sınıfa ayrılabilirler.

- 1 — Sarkoplasmik veya suda eriyen proteinler,
- 2 — Myofibriler veya tuzlu ortamda eriyen proteinler. Başlıcaları **Actin** ve **Myosin**,
- 3 — Erimeyen stroma (temel doku) proteinleri, **Kollagen** ve **Elastin** gibi konnektif doku proteinleri ihtiva eder.

Bu 3 protein sınıfından, eriyebilen Sarkoplasmik proteinler küre şeklindedir ve basınç'a karşı az miktarda mukavemet gösterir ve bu sebeble et yumuşaklığındaki büyük değişimlerden sorumlu olmayabilir. Diğer taraftan, myofibriler proteinler ve konnektif doku proteinlerinin her ikisinde fibrillidir (liflidir) ve uzayabildiklerinden, basınç'a karşı fazla mukavemet gösterirler. Et yumuşaklığındaki değişimler, myofibriler ve konnektif doku proteinlerinden olan değişimlerin sonucu olduğu düşünülmektedir.

Yeni Zelanda'lı araştırmacılar, et yumuşaklığını iki komponente ayırarak bir sonuca ulaşabileceklerini belirtmişlerdir. Onlar, bu iki komponenti, konnektif dokunun varlığından olanı «Ana (esas) sertlik» ve myofibriler proteinlerinin varlığından olanı da «Actomyosin sertlik» olarak isimlendirmişlerdir. «Ana (esas) sertlik», kantitatif ve konnektif doku kuvveti ile saptanabilir. Kimyasal «Cross-linking» ile

gösterilmeye çalışılan ve kollagen moleküllerindeki kuvvetlenmenin, yaş ilerledikçe çoğaldığı şeklinde izaha çalışılmıştır. Bu durum, yaşlı hayvanların etlerinin neden daha sert olduklarını da açıklığa kavuşturabilir ve oldukça popüler bir fikir olan, çalıştırılan hayvanların etlerinin sert olduğu fikrine, ki bu da çalışmanın «Cross-linking»i kamçılıdığıdır, bir ışık tutabilir.

«Actomyosin sertliği», **actin** ve **myosin** filamentlerinin birbiri üzerine kenetlenme derecesiyle ortaya çıkan kas kontraksiyonunun sonucudur. Et, kesim sırasında yumuşaktır ve karkasın rigor-mortis durumuna geçmesiyle kas lifleri kısalır ve etin sertliği gittikçe artarak rigor-mortis bittiğinde, maksimum sertliğe ulaşır. Belli sınırlarda, kontraksiyonda ve uzamada, kas fibrillerinin uzunluğu ne kadar kısa olursa, et o nisbette sertleşir.

Su tutma kapasitesi :

Et hayvanlarının kasları % 75 civarında su ihtiva ederler. Bu suyun bağlanmasında başlıca sorumlu myofibriler proteinlerdir. Kas proteinleri tarafından suyun tutulmasındaki kuvvet, taze ve işlenmiş etlerde büyük önem taşır. Eten damla halinde ayrılan su, gerek işletmeciler ve gerekse tüketiciler için bir kayıptır, zira ayrılan sıvı da erimiş halde tuzlar ve proteinler gibi besleyici unsurlar bulunur. Bu ayrılan sıvı yada su, paketlenmiş mamullerde yağın renginin ve böylelikle bütün paketin görünüşünün bozulmasına sebep olur.

Canlı kasta, suyun % 90 kadarı fibrillerin içinde tutulur, artakalan su hücreler arasında yayılır ve «in vivo pH» 7.0 civarındadır. Myofibriler proteinler, net negatif elektrostatik yük ihtiva ederler. Bu durum myoflamentleri ayrı tutar ve böylece adele suyu bunların arasındaki boşluklarda tutulur. Hayvanın ölümünden hemen sonra, prerigor kas'a bir kuvvet tatbik edildiğinde, çok az miktar bir sıvının dışarıya sızdığı görülür. Kas rigor'a girdiğinde, su tutma kapasitesini azaltan önemli değişmeler olur. ATP'nin kaybolması sonucu, **actin** ve **myosin** filamentleri beraberce sıkıca kenetlenirler ve su, myofibrillerden sarkoplasmik yerlere sızma eğilimine geçer ve hatta hücreler arasına bile sızabilir. Bu sızma etkisi, post-mortem glikolisis'i esnasında, pH düşüşüyle artar.

Son pH 5.5 olduğunda, myofibriler proteinler, izoelektrik noktaları 5.0-5.2 de durur ki onların net yükleri sıfır olur, hidrasyon (sulanma) minimumdur ve paketleme dansitesi ise en yüksektir. Post-mortem su bağlama kapasitesi düşüşü, kas proteinlerinin denatürasyon miktarına bağlıdır. Bu protein denatürasyonu, post-mortem esnasında pH düşüşü ile vukua gelir.

Protein denatürasyonuna, pH ve sıcaklık etki eder ve karkas sıcaklığa halâ 30°C civarında olduğu halde, pH hızlı bir şekilde 6.0 nın aşağısına düştüğünde, denatürasyon olumsuz bir şekilde artar.

Pişirme Kayıpları :

Myofibriler proteinler tarafından tutulan suyun büyük bir kısmı, post-mortem değişmeleri sonucu bırakılır. Kas kesildiğinde bu sıvı, fibrillerin kesim yerlerinden damla halinde sızar. Dışarı sızan sıvının miktarı, kesilen yüzeyin genişliğine bağlı olarak artar. Eten pişirilmesi sırasında ağırlık kaybı olur (pişirme kaybı), çünkü sarkoplasmik ve myofibriler proteinlerde kuvvetli değişmeler vukua gelir ve su tutma kapasitesi önemli derecede düşer. Pişirmede sıcaklığın etkisiyle, konnektif dokudaki kollagen fibrillerindeki büzüleme (kısılma), et fibrillerinin kışalmasına neden olarak, et suyunun dışarıya çıkmasını hızlandırır.

Kismen yavaş dondurulmuş ürünlerde veya donmuş ürünün yetersiz düşük sıcaklıklarda tutulmasında, dondurulmuş ette, su tutma kapasitesi azalır. Bu şartlar, büyük ekstraselüller buz kristallerinin husule gelmesiyle sonuçlanabilir. Su öncelikle saf kristaller halinde donmaya eğilimlidir. Bu nedenle eriyebilen tuzlar, konsantrasyonları artarak, donmayan sıvı içinde kalırlar. Bu, protein denatürasyonuna neden olabilir. Et çözündürüldüğünde, eğer proteinler denatüre olmuşlarsa, kas suyu tamamen geri absorbe edilemez. Absorbe edilemeyen su, kas fibrilleri arasında genişlemiş boşluklarda kalır ve sızıntı şeklinde dışarıya damlar.

Renk :

Pazarlama açısından renk, etin en önemli özelliklerinden biridir. Çünkü tüketici satın almadan önce renge göre hüküm verir. Eten kırmızı renginden, kas pigmenti olan **myoglobin** sorumludur. Eten rengine, kan pigmenti **hemog-**

lobin daha az yardımcıdır. Çünkü kesimden sonra kanamayla büyük bir kısmı uzaklaşır. Tüketici, etin yüzeysel görünümünde, sadece **myoglobin** miktarıyla değil, aynı zamanda onun kimyasal durumuyla da ilgilenmelidir.

Erguvan kırmızısı renginde olan **myoglobin** molekülü, ferro demir ihtiva eder ve oksijen molekülü ile birleşerek **oxymyoglobin** formuna geçer ve parlak kırmızı renkte belirir (Şek. 3). Yaşayan kas içerisinde **oxymyoglobin**'in fonksiyonu, oksijen rezervi (deposu) olarak vazife görmesidir, bu oksijen, oksidatif metabolizmaya gerek duyulduğunda serbest hale geçebilir.

Hayvan öldüğünde kaslarda oksijen tedariki düşer ve **oxymyoglobin**, **myoglobin** haline dönüşür. Daha sonra, karkas kasap tarafından parçalandığında, yeni açığa kalan et yüzeyi **myoglobin**'in erguvani kırmızı rengine sahiptir. Birkaç dakika havaya maruz kalan **myoglobin**, et yüzeyinde oksijen ile birleşerek **oxymyoglobin** formuna geçer. Bu durumda et parlak kiraz kırmızısı renginde olup iyi kalite, taze bir et görünümünü aksettirir.

Saatler ve günlerce süren bir zamandan sonra, muhafaza şartlarına bağlı olarak ve de kesim parça büyüklüğüne göre sığır eti yüzeyinde hiç te hoşta gitmeyen kahverengimsi bir renk oluşmasına rağmen, bu et hala bozulmuş değildir.

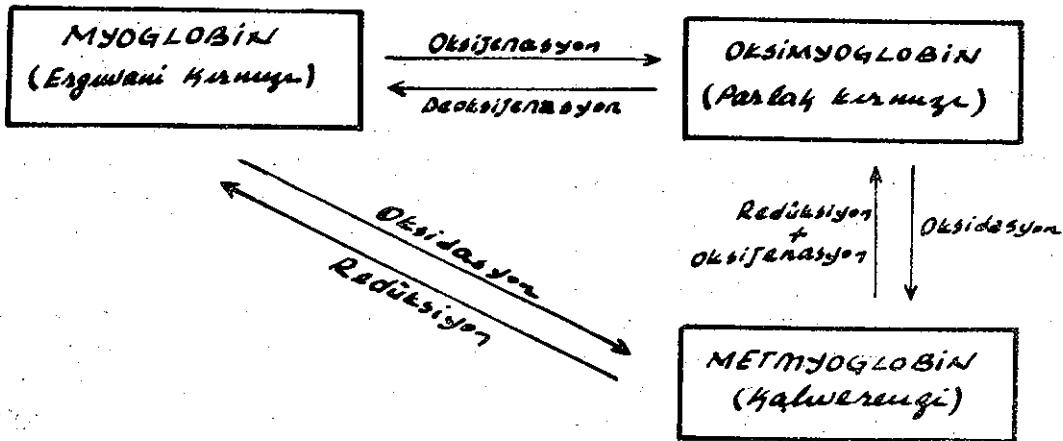
Kahverenk'in husule gelmesi, okside olmuş **Myoglobin** derivatının yani **Metmyoglobin**'in yüzeyde birikmesiyle olmaktadır. Şu noktayı be-

lirtmek lazım gelir ki, sadece **Myoglobin** et yüzeyinde veya et yüzeyine yakın yerde oksijenasyona ve de oksidasyona maruz kalır. Çünkü havanın oksijeni, taze et yüzeyinin sadece birkaç mm. altına nüfuz edebilir. Pişmiş etin kahverengi rengi, ısı ile bütün **Myoglobin** derivatlarının oksidasyonundan ve denatüre olmasından ileri gelir.

Hijyenik şartlar altında işlenmiş, vakumda paketlenmiş sığır etleri uzun ömürlüdür, çünkü paket içinde oksijenin yokluğu, önemli bakterilerin gelişmesini önler ve kahverengi **Metmyoglobin** miktarını da azaltır. Vakumda paketlenmiş etlerin yüzeyleri, kullanılan paketlenme materyali (kutu, naylon torba) nem'i geçirmediğinden, depolama süresince dehidrasyondan korunmaktadır. Fakat, havanın yokluğu nedeniyle **oksimyoglobin** teşekkül edemeyeceğinden, vakumda paketlenmiş bu ürünler, erguvani kırmızı renkte olurlar. Bundan dolayı, vakumda paketlenmiş ürünler perakende satışlardan ziyade, toptan satışlar için tercih edilmelidir.

Dublin'de Et Araştırma Enstitüsündeki yeni gelişmelerde, kesimden önce hayvana injeksiyonla, intravenöz olarak, Sodyum Askorbat verilmektedir. Askorbik asit bir indirgen madde olup, **myoglobin**'in oksidasyonunu önler. Sodyum Askorbat ile muamele edilmiş hayvanlardan elde edilen etlerin renkleri önemli derecede stabil olmaktadır.

Et kalitesi üzerine Hayvanlardaki gerginliğin (sinirlilik) Etkileri :



Şekil : 3 Kas pigmenti Myoglobin'in kimyasal Reaksiyonları

Kesilecek hayvanlar, alışmadığı hareketler, açlık, mezbahaya taşıma (nakil) esnasındaki telaş ve yine mezbahada kesim öncesi muamelelerden etkilenerek gerginleşebilirler. Unutulmamalıdır ki; eğer bu gerginlikler oldukça ciddi ise, et kalitesi üzerine olumsuz yönde etki ederler.

Et kalitesinde husule gelen kusurlara iki çeşit gerginlik sebep olmaktadır. Bunlardan birincisi, kesimden önce 1 veya 2 gün süresince devam eden «Uzun süreli gerginlik», ikincisi ise, kesimden hemen önce meydana gelen «Kısa süreli gerginlik» tir (Şek. 4). Uzun süreli gerginliğin en önemli etkisi, adeledeki Glikojen konsantrasyonunu azaltmasıdır.

Glikojen'ce yetersiz adaleler, ölüm sonrasında normal (% 1 civarında) Laktik asit üretmemekte ve bundan dolayı, etin son pH'sı anormal derecede yüksek olmaktadır. Genellikle gergin hayvanların karkaslarında son pH 6.0 dan yukarı olup, uzun süreli gerginliğe maruz kalanlarda 7.0 ye kadar yükselmektedir. Yapılan araştırmalarda, etin son yüksek pH'sının, normal son pH'ya nazaran daha fazla bakteriyolojik bozulmalara sebep oldukları ispatlan-

mıştır. Zira, Laktik asidin yüksek seviyede oluşu, bakteriler üzerinde bakteriyostatik etki gösterir. Yüksek son pH'ya sahip sığır gövde etleri koyu, sert, kuru görünümündedir. Bu tip etler, anormal koyu renklerinden dolayı, piyasa arzına uygun değildirler. Domuzlarda husule gelen yorgunluk, bitkinlik hallerinde, kesimden önce şeker - beslenmesi uygulanır. Bu, adelede Glikojen'in çok çabuk bir şekilde teşekkül etmesine ve dolayısıyla kesimden sonra normal miktarda Laktik asit üretimine tesir eder. Et hayvanları, bilhassa domuzlar, kesimden hemen önce gerginleştiklerinde, adale aktivitesinin yükselmesi, anoxia, hormonal değişiklikler gibi bir dizi faktörler, ölüm sonrası Laktik asit üretimini hızlandırır. pH 6.0 nın altına düştüğünde, adale sıcaklığı, vücut sıcaklığına eşit veya yakın olduğunda, sarkoplazmik ve myofibriller proteinlerin denaturasyonu vuku bulur. Etin su tutma kapasitesi düşer ve rengi bozulur.

Et kalitesi üzerine gerginliğin bu arzu edilmeyen tesirleri, kesim öncesi hayvanlara daha dikkatli bir bakımla ve gruplar içerisindeki aşırı gergin, hassas hayvanların uzaklaştırılmaları ile bertaraf edilebilir.

L İ T E R A T Ü R

JOSEPH, R.L. «Biochemistry and Quality in Beef» 1. ve 2. kısım, Process Biochemistry, 1968, 3 (7), 20 ve 3 (9), 32.

LAWRIE, R.A. «Meat Science» 1974, İkinci baskı (Pergamon Press).

Mc LOUGHLIN, J.V. «Relationship between

muscle biochemistry and properties of fresh and processed Meats» Food Manufacture, 1969, 44, (1), 36.

TARRANT, P.V. «The Biochemistry of Meat Quality». Nutrition and Food science, 1975, 41, 11 - 15.

