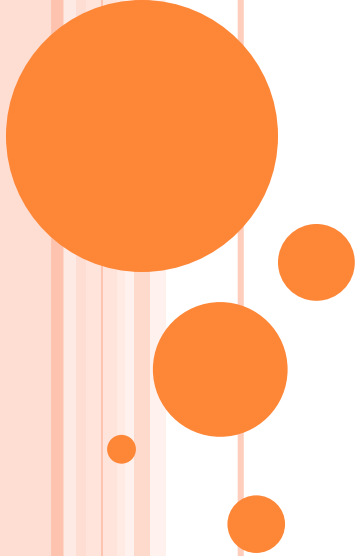


ET TEKNOLOJİSİ

BAHAR YARIYILI

Prof. Dr. Ayla Soyer

- Kasta post mortem değişmeler**
- Kasın ete dönüşümü**



KASTA POST MORTEM DEĞİŞMELER

- Hayvan kesildikten sonra hayati fonksiyonlar aniden durmadığı için, kasların ete dönüşümleri belli bir süre alır.
- Kasın ete dönüşümü kompleks bir olay olup, bu süreç içerisinde kaslarda çeşitli fiziksel ve kimyasal değişiklikler meydana gelir.
- Bu değişiklikler kesimden sonraki birkaç saatte hatta günde gerçekleşir.
- Tüm bu sürece, **post mortem** (ölüm sonrası) değişiklikler adı verilir.
- Buna göre kasın ete dönüşümü aşama aşama gerçekleşen bir degradasyon prosesidir.

HOMEOSTAZI

- Canlı hayvanda ve dokuda, tüm organlar ve sistem vücut fonksiyonlarını yerine getirmek üzere bir düzen içerisinde çalışır. Tüm bu faaliyetler vücudun fizyolojik şartlarında (pH, sıcaklık, oksijen konsantrasyonu ve enerji kaynağı) gerçekleşmektedir. Canlı hayvanda çok iyi organize olmuş bu fizyolojik durum *homeostazi* olarak adlandırılır.
- Homeostatik düzen organizmaya bir çok olumsuz koşullarda bile canlı kalma kabiliyeti kazandırır. Örneğin ekstrem sıcaklıklar, oksijen yetersizliği, fizyolojik stres.
- Homeostazi sinir ve endokrin sistemi tarafından kontrol edilmektedir.

KESİM

- Kesim işlemi sırasında hayvanın hareket etmesini engellemek
- Kesim işleminin olabildiğince kısa sürede yapılması
- Kesim yöntemi, kan basıncının aşırı yükselmesine ya da aşırı sinir uyarılarına neden olmamalıdır.
- Aşırı çirpınma ve hareket, hayvan bilinçsiz bile olsa kasta ve diğer dokularda kanamalara neden olur.

A.B.D.'de;

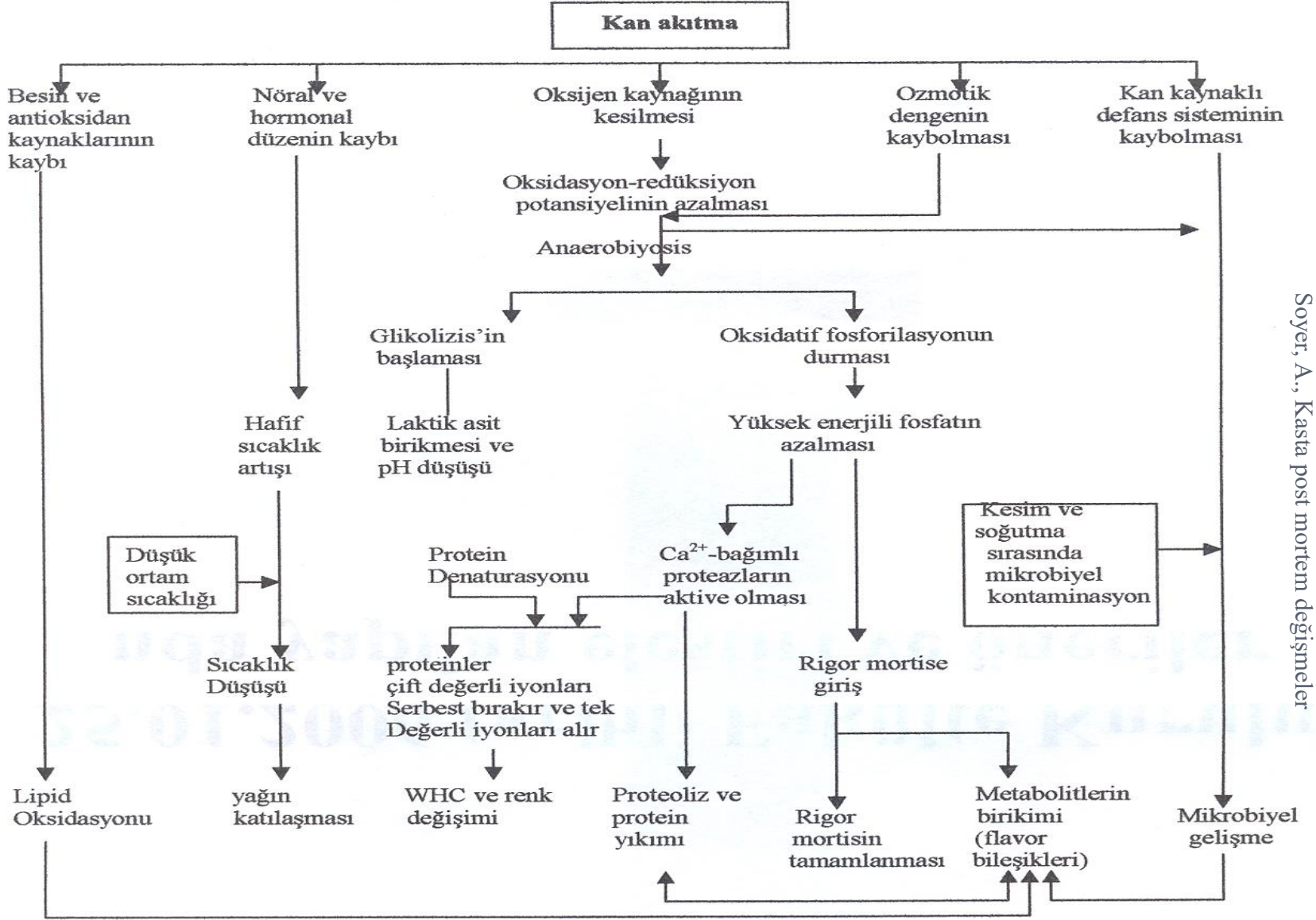
- çekiçle sersemletme (sığır ve koyunlar için)
- elektriksel uyarı (sığır, koyun, domuz ve kanatlılar için)
- karbondioksit gazı ile sersemletme (domuzlar için) yöntemleri kullanılmaktadır.
- İslami kesim veya Yahudi (kosher) kesimde dini nedenlerle hayvanın bilinçsiz hale getirilmesi istenmez.

KESİM

- Hayvanın kesimi ile birlikte kanın akıtılması en önemli aşama,
- Homeostatik kontrol mekanizması kan basıncında düşmeyi algılar algılamaz, kalp daha hızlı çalışmaya başlar ve dış damarlar hayati organlara kan pompalamaya çalışır.
- Vücuttaki kanın yaklaşık %50'si kesim sırasında kan akıtma işlemi ile uzaklaştırılır. Geri kalanı ise hayati organlarda kalır.

Kan dolaşımının durması ile;

- Sinirsel ve hormonal denge ortadan kalkar.
- Hücreye besin, vitamin ve antioksidan girişi kesilir.
- Hücreye oksijen girişi kesilir.
- Ozmotik denge ortadan kalkar.
- Kan kaynaklı defans mekanizması ortadan kalkar ve kas mikrobiyal kontaminasyona açık hale gelir



Soyer, A., Kasta post mortem değişimleri

Postmortem kasta meydana gelen değişimler

BU OLAYLAR SONUCU ETTE;

- Yağlar okside olur.
- Metabolik ürünler sonucu tat ve koku değişir.
- Et rengi açılır.
- Proteinler denature olur ve parçalanır.
- Bakteriyel çoğalma hızlanır.
- Oksijen alımının kesilmesi ile kasta aerobik solunum durur ve anaerobik solunum başlar.

KESİMDEN ÖNCE HAYVANLAR İYİ ET KALİTESİ İÇİN;

- Korkutulmamalıdır.
- Canları acıtılmamalıdır.

Aşağıdaki nedenlerden dolayı, kesimden önce hayvanlar 12-24 saat aç bırakılmalıdır:

- ❖ İç organların kolay çıkarılması sağlanır.
- ❖ Sindirim içeriğinden ete bakteri bulaşması minimuma indirilmiş olur.

Ayrıca,

- ❖ Elektriksel bayıltma kolaylaşır.
- ❖ Daha kolay kan akışı sağlanır.
- ❖ Hayvan postununun daha kolay sökümü sağlanır.
- ❖ Et rengi parlak olur.

POSTMORTEM KASTA KİMYASAL VE FİZİKSEL DEĞİŞMELER

- AEROBİK SOLUNUMDAN ANAEROBİK SOLUNUMA GEÇİŞ

Canlı hayvanda kasın anaerobik solunuma geçmesi ile oluşan laktik asit iki şekilde kasta uzaklaşır:

- kasta karaciğere taşınır ve burada glukoz ve glikojene sentezlenir.
- Kalbe taşınarak karbondioksite ve suya metabolize olur.

Kan akıtılması ile birlikte dolaşım sistemi aracılığı ile artık dokulardan metabolitler uzaklaştırılmaz ve oluşan laktik asit de post mortem süreçte kasta birikir.

Bu birikim, kastaki glikojen tamamen tükeninceye kadar devam eder.

- Anaerobik ortamda her bir glukoz molekülünden 2 mol ATP ve laktik asit oluşmaktadır.

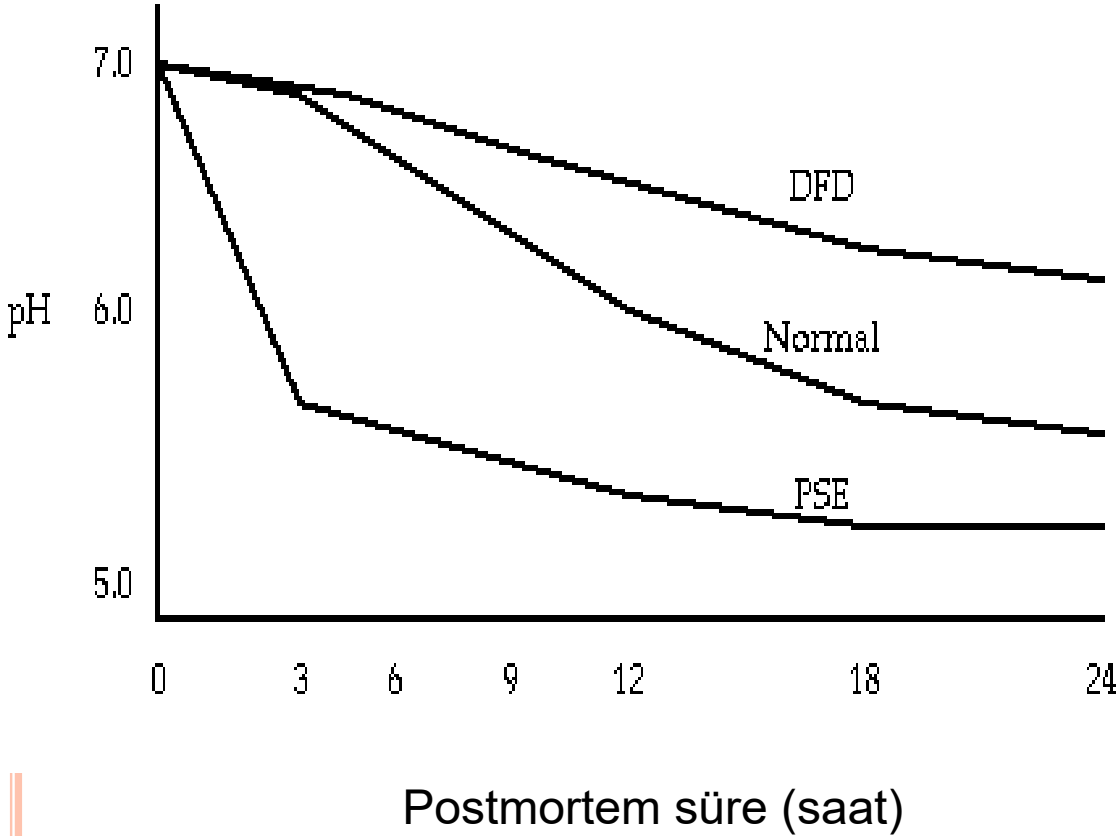


PH DÜŞÜŞÜ

- Kasta oluşan en önemli post mortem değişikliklerden biri pH değerinin düşmesidir.
- Kesimden hemen sonra pH değeri 7.1-7.3
- Kesimden 6-8 saat sonra pH değeri 5.6-5.7'ye düşer.
- Son pH kesimden yaklaşık 24 saat sonra 5.3-5.7 aralığında.

Etin pH derecesinin düşmesinde en büyük katkısı, glikojenin anaerobik glikoliz ile yıkılması sonucu oluşan laktik asit yapar.

PH



Postmortem pH düşüşü

pH düşüşü (asitlenme)

- Domuz kaslarında 4-8 h,
- Koyun kaslarında 12-24 h ve
- Sığır kaslarında 15-36 h arasında sürer.
- Kanatlı etlerinde pH daha hızlı düşer. Örneğin hindi etlerinde göğüs kasında pH kesimden sonraki 10-15 dakika içinde 6 civarına düşer.

pH

- Erken post mortem süreçte laktik asitin kasta birikmesi et kalitesini olumsuz etkiler.
- Hızlı pH düşüşü, kas proteinlerinin denature olmasına neden olur.
- Sıcaklık önemli faktör. Normal soğutma koşulları altında denaturasyona neden olmaksızın kas pH'sının 5.2-5.4'e düşürülmesi gereklidir.
- Bazı türlerin kas proteinleri bu tip denaturasyona daha hassastır. Örneğin balık kas proteinleri denaturasyona memeli kaslarından daha fazla duyarlıdır ve yüksek pH da ve düşük sıcaklıklarda denature olurlar.

pH

Protein denaturasyonu;

- protein çözünlüğünün azalmasına,
- su kaybına,
- proteinin bağlama özelliğinin kaybolmasına
- kasın renk yoğunluğunun kaybına neden olur.

Bu değişimlere uğramış etler ister taze olarak, ister et ürününe işlenmek üzere kullanılsın istenmeyen özelliklerdedir.

Kas pH'sı hızlı ve çok düştüğünde;

- et rengi soluk ve su tutma kapasitesi düşük,
- et yüzeyi ıslak

Diğer yandan, kasın ete dönüşümü sırasında pH yüksek kaldığında;

- et rengi çok koyu ve görünüşü kuru.

SON ET PH'SI

- Glikoliz, ortam pH'sı belirli bir düzeye düştüğünde glikolitik enzimlerin inhibe olması ile sona erer. Yani ortamda harcanacak glikojen olsa bile pH belirli bir düzeye düştüğünde glikolitik enzimler inhibe olur ve süreç sona erer. Bu pH «son pH» (ultimate pH) olarak adlandırılır.
- Bundan sonra et pH'sında proteolitik değişimler sonucu oluşan azotlu bileşikler nedeniyle çok az artış gözlenir.

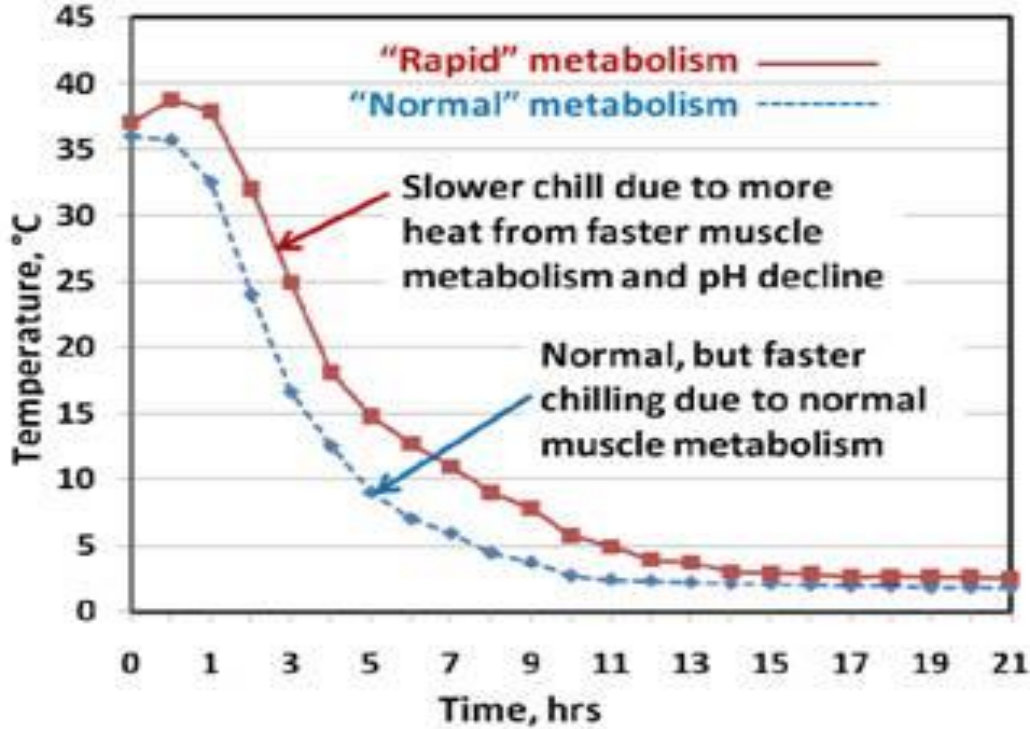
ISI ÜRETİMİ VE DAĞILIMI

- Canlı dokuda vücutta oluşan ısının atılma yolu dolaşım sistemi aracılığı ile akciğerler ve deri iken, kan akıtma işleminden sonra, vücut sıcaklığını korumada en önemli mekanizma olan dolaşım sistemi çöker. Artık derin kaslardaki ısı dışarı hızla atılamaz ve süregelen metabolizma ile oluşan ısı, kan akıtma işleminden hemen sonra kas sıcaklığını yükseltir.
- Hızlı glikoliz (hızlı pH düşüşü), fazla miktarda ısı üretir ve karkas yavaş soğur.

Sıcaklık yükselişi ve ısı dağılımını etkileyen faktörler;

- Vücuttaki kasın boyutu ve bulunduğu yer,
- kası kaplayan yağ tabakasının kalınlığı ve kas fibril tipi (beyaz veya kırmızı)
- Sıcaklık yükselmesine neden olan faktörler, aynı zamanda pH düşüşüne neden olan faktörlerdir.

POSTMORTEM SICAKLIK DÜŞÜŞÜ



- Hızlı pH düşüşü, yavaş soğumaya,
- Yavaş pH düşüşü hızlı soğumaya neden olur.

Kesim işlemi sırasındaki dış faktörler de ısının dağılımını etkiler. Kesim ortamının sıcaklığı, kesim ve söküm süresi gibi faktörler karkas sıcaklığının düşme hızını etkileyen faktörlerdir.

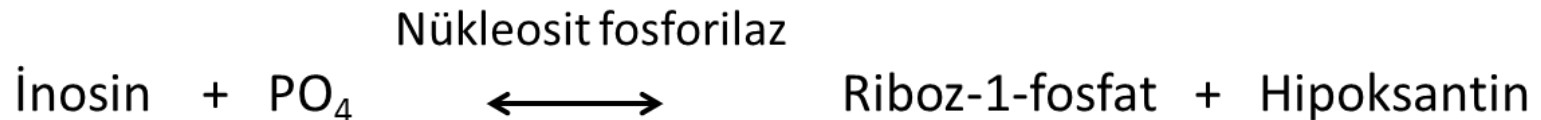
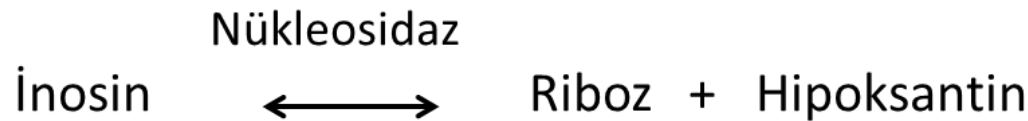
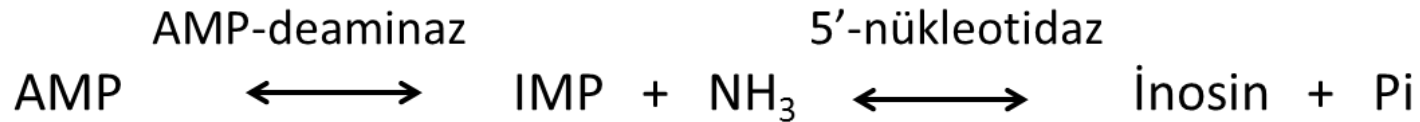
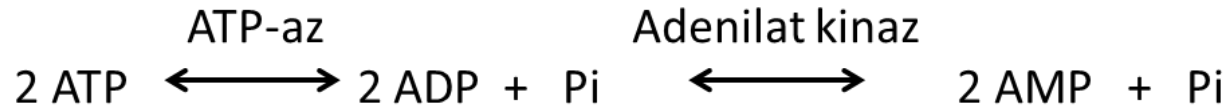
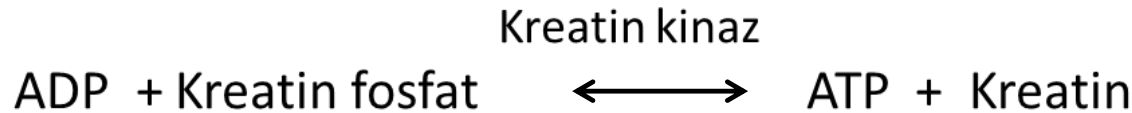
ATP KAYNAKLARININ TÜKENMESİ

- Canlı kasta ATP üretimi, başlıca aerobik solunum mekanizması ile gerçekleşirken, kesimden sonra ancak kasta mevcut kreatin fosfat ve anaerobik glikoliz ile ATP oluşumu gerçekleşebilmektedir.
- Fakat bu yollarla ATP üretimi sınırlıdır ve yetersiz kalmaktadır.
- ATP alt ürünlere parçalanarak tükenmektedir.
- Enerji bakımından zengin olan kreatin fosfat (KP) ve ATP, enzimatik olarak parçalanmaktadırlar.

ATP parçalanma ürünleri;

- Adenozin difosfat (ADP),
- Adenozin monofosfat (AMP),
- İnosin monofosfat (IMP),
- inosin (I),
- hipoksantin,
- riboz, serbest fosfor asidi (PO_4), inorganik fosfat (Pi) ve amonyak (NH_3)'tır.

Yüksek enerjili fosfat bileşiklerinin parçalanma ürünleri ve yer alan enzimler



RİGOR MORTİS

Kasın ete dönüşümü 3 aşamada gerçekleşir:

- Prerigor faz
- Rigor fazı
- Olgunlaşma fazı

Prerigor faz: Kesimden sonra ilk birkaç dakika ile 30 dakikaya kadar süren safhadır.

Rigor fazı: Ölüm sertliği (rigor mortis) aşamasında;

- ✓ ATP, glikojen gibi enerjice zengin bileşikler tükenir,
- ✓ rigorun başlangıç aşamasında kasların elastikiyetleri azalır,
- ✓ takiben kaslar maksimum sertliğe ulaşır. Rigorun başlayıp, en üst düzeye ulaştığı aşama.

Olgunlaşma fazı: Kasın ete dönüşümünde son safha, enzimatik reaksiyonların düzeyi sonucu belirler.

Optimum olgunlaşma;

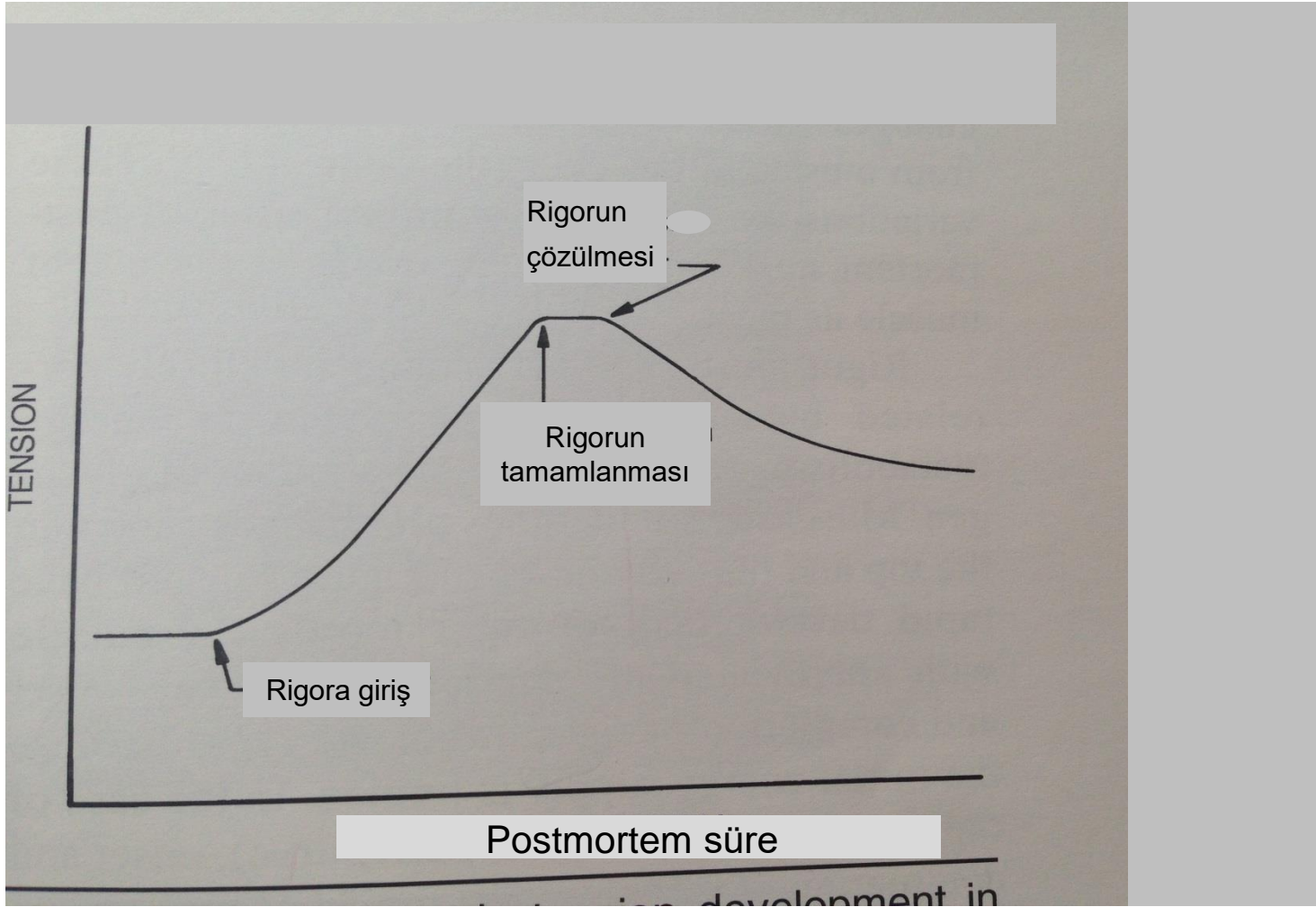
- ✓ tavuk ve hindi karkaslarında birkaç saatte,
- ✓ domuz ve koyun karkaslarında 4-6 günde,
- ✓ sığır karkaslarında ise 10-15 günde

RIGOR MORTIS (ÖLÜM SERTLİĞİ)

- Rigor mortis ölümden sonra ortaya çıkan ve geri dönüşümsüz kas kontraksiyonu.
- Ölüm sertliği ilk önce kalp kasında başlar, bunu sırasıyla diyafram, ense ve boyun, dil, baş ve gövde kasları izler.
- Rigor mortis olayında gözlenen sertleşme, aktin ve miyosin filamentleri arasında kalıcı çapraz köprülerin oluşması.
- Canlı doku ile rigor kası arasındaki fark, rigor kasında istirahat haline geçişin olmamasıdır. Yani oluşan sertliğin geri dönüşümsüz olması. Zira ortamda aktomiyosin bağlarını kıracak enerji kalmamıştır.

RİGOR MORTİS OLUŞUM MEKANİZMASI

- Kanın akıtılmasını takip eden periyotta kas oldukça elastik ve uzayabilir niteliktedir. Kasa bir kuvvet uygulandığında kasıldığı, kuvvet kaldırıldığında ise eski halini aldığı gözlenebilir. Kasın uzayabilir ve esnek olduğu bu dönem, *rigorun gecikme fazı* olarak tanımlanır (prerigor dönem).
- Kasın istirahat halinde kalması için ATP'nin Mg^{+2} ile kompleks yapması gerekir. Erken postmortem süreçte; ADP'den ATP oluşturmak üzere kreatin fosfat depoları kullanılır. Kreatin fosfat tükendiğinde, ATP miktarı dokuyu istirahat pozisyonunda tutmaya yetmez. Bunun sonucunda glikogen depoları metabolize olur ve tekrar ATP oluşur. Fakat oluşan ATP miktarı sınırlıdır.
- Aktomiyosin köprüleri oluşmaya başlar ve kas giderek esnekliğini yitirir. Kasın uzayabilirliğini yitirdiği bu aşama *rigorun başlama fazı* olarak tanımlanır.



Rigor mortis sürecinde kasın geriliminde meydana gelen değişmeler

RIGOR MORTIS İLE OLUŞAN FİZİKSEL DEĞİŞİMLER

- -Kas elastikiyetini ve uzayabilir özelliğini yitirir.
- -Kasların boyları kısalır ve kalınlıkları artar.

Rigor mortis, kastaki ATP'nin %75-80'inin parçalanmasından sonra başlar.

- Kreatin fosfatın tükenmesi ve buna bağlı olarak ATP oluşumunun durması nedeniyle filamentler arasında aktomiyosin köprülerinin sayısı giderek artar ve kaslar iyice kasılır. Böylece tam rigor oluşmuş olur.
- Post mortem değişikliklerde pH düşüşü ile rigor mortis arasında sıkı bir ilişki vardır. Bunların her ikisi de anaerobik glikojen metabolizması ile ilgilidir. Ölüm sertliğinin normal olarak seyretmesi sırasında kaslarda laktik asit birikir. Laktik asit birikimine bağlı olarak pH da düşme gözlenir. Kasların pH değeri 5.7-5.8'e düştüğünde rigor mortis şekillenmeye başlar.

RİGOR MORTİS

- Rigor'a girişi etkileyen faktörler;
- kesim öncesi hayvanın yorgun ve stresli olması, kasların asılması, kesimde uygulanan bayıltma yöntemleri ve depolama sıcaklığı

Farklı hayvan türlerinin rigora giriş süreleri

Tür	Saat
Sığır	6-12
Kuzu	6-12
Domuz	1-3
Hindi	<1
Tavuk	<0.5
Balık	<1

RİGOR MORTİS

- Aktin ve miyosin filamentleri arasında çapraz köprüler oluştuğunda sarkomer kısalır ve kasın gerilimi artar. Bu olay ATP kaynakları tamamen tükendiğinde ve tüm bağlanma bölgelerinde aktomiyosin köprüleri oluştuğunda azami düzeye çıkar.
- ATP yokluğunda aktomiyosin bağı kırılmaz ve bunun sonucunda gerilim en üst düzeye ulaşır.
- Postmortem depolama sırasında daha sonra bu gerilim azalır ama asla prerigor düzeyindeki gibi olmaz. Postmortem süreçte gerilimin azalması, *rigorun çözülmesi* olarak adlandırılır.
- Burada çözülen aktomiyosin bağı değil, gerilimin azalmasıdır. Özellikle bazı miyofibrillar proteinlerin proteolitik olarak parçalanması ile Z hattı yıkılır ve bu şekilde sarkomer ünitesinin bütünlüğü bozularak bir miktar gevşeme gözlenir.

RIGOR MORTIS

- Rigor kısılması, normal kontraksiyondan farklıdır. Çünkü rigorda normal kontraksiyonda oluşandan daha fazla çapraz köprü oluşmaktadır.
- Normal kontraksiyonda bağlanma bölgelerinin %20'sinde çapraz köprü oluşurken, rigorda %90-100'e yakın çapraz köprü oluşur.
- Rigor mortis ve pH düşüşü birbirleri ile ilişkilidir. Zira her ikisi de enerji metabolizması ile yani glikoliz ile ilgilidir.

RİGOR MORTİS

- PSE ve DFD etlerde rigor mortis hızlı gelişir.
- pH'sı yüksek etlerde (DFD et), rigora giriş ve rigorun tamamlanması çok hızlı olur. Çünkü başlangıçtaki enerji kaynağı sınırlıdır.
- Hızlı pH düşüşünün görüldüğü PSE etlerde ise, rigora giriş ve rigorun tamamlanması yine hızlı olur. Çünkü enerji kaynağı süratle metabolize olmuştur.
- Normal pH düşüşü olan etlerde ise rigor mortis gelişimi daha uzun sürer. pH düşüşünün uzun sürede olması da rigor mortis gelişimini geciktirir.

OLGUNLAŞMA

- Postmortem etin ultrayapısında en önemli değişim Z hattının yıkımı ile birlikte miyofibrillerde gözlenir.
- Z hattının yıkılması ile et daha uzayabilir bir hal alır.
- Z hattının tamamen yıkımı, başlıca desmin ve titin proteinlerinin proteolitik parçalanması ile olmaktadır.
- Miyofibrillerdeki diğer proteinler de postmortem depolama sırasında yıkılmakta, fakat aktin ve miyosin bu değişmelerden etkilenmemektedir.
- Etin gevrekleşmesine miyofibrilar proteinlerin her birinin ne kadar katkı sağladığı tamamen anlaşılmış değildir.

POSTMORTEM OLGUNLAŞMA SIRASINDA İSKELET KASINDA GÖZLENEN DEĞİŞMELERİN ÖZETİ

1. Z hattının yıkılması ve bunun sonucunda miyofibrillerin zayıflaması ve parçalanması
2. Desmin proteininin parçalanması ile miyofibriller arasındaki enine çapraz bağların bozulması ve miyofibrillerin parçalanması
3. Troponin T'nin bozulması ve kaybolması.
4. Titin ve nebulinin bozulması. Bu proteinler miyofibrillerin uzunlamasına dizilişlerinde stabilite sağladığı için bu yapıların zarar görmesi ile miyofibriller parçalanmaktadır.
5. Bu miyofibrillar proteinlerin degradasyonu, yeni polipeptidlerin oluşmasına neden olmaktadır.
6. Başlıca kontraktıl proteinler olan miyosin ve aktin, postmortem olgunlaşma sırasında 56 gün sonra bile etkilenmemektedir.

OLGUNLAŞMA

- Ölüm sertliği sırasındaki taze et sert tekstürde, kuru ve aromasızdır. Böyle etler gevrek olmayıp, pişirildiklerinde de lezzetli değildirler. Etin yeme kalitesine ulaşması için hijyenik koşullarda ve soğuk ortamda bekletilerek olgunlaştırılması gereklidir. Rigor mortis maksimum düzeye ulaştıktan sonra yavaş yavaş çözülür ve etin olgunlaşma süreci başlar.
- Etin olgunlaşması tavuk ve hindi göğüs etlerinde birkaç saatte tamamlanırken, domuzlarda ve koyunlarda 4-6 günde, sığırlarda ise 10-15 günde tamamlanabilmektedir.
- Kesimden sonraki 1 günde et gevrekliği azalır. 1. günden 14. güne kadar gevreklik giderek artar. Kesimden 14 gün sonra da gevrekleşme devam etse de bu çok düşük düzeydedir.
- Etin olgunlaşması, enzimatik bir olaydır ve protein degradasyonu ya da proteolizin bir sonucudur. Kaslardaki ölüm sertliğinin enzimatik faaliyetlerle kaybolmasına “olgunlaşma” denir.

- Kalpeinler (sarkoplazmada bulunur)
- Katapsinler (lizozomlarda bulunur)
- Kalpeinler, miyofibrilar proteinlerdeki proteolitik değişimlerden sorumlu enzimlerdir.

Kalpeinler; iki kalsiyum bağımlı enzim ve spesifik inhibitör olan kalpastatin içerirler:

- m-kalpein enzimi
- μ -kalpein enzimi
- Kalpastatin inhibitörü

Bu enzimlerin birbirlerinden farkı, aktive olmak için gerek duydukları kalsiyum miktarına göredir:

- m-kalpein (aktive olmak için milimolar düzeyde kalsiyuma ihtiyaç duyar)
- μ -kalpein (aktive olmak için mikromolar düzeyde kalsiyuma ihtiyaç duyar)

- Kalpeinler, post mortem kastedeki proteolitik değişmelerden sorumlu başlıca enzimlerdir.
- Kalpein sisteminin üçüncü bileşeni kalpastatin, kalpein aktivitesini inhibe etmektedir ve sığır kasında miktarı değişkendir. Örneğin etleri daha sert olan yaşlı sığırların kasında kalpastatin düzeyi daha yüksektir. Dolayısıyla post mortem proteolizde kalpeinleri inhibe ettiğinden gevreklik üzerine kalpeinlerin etkisi sınırlı kalmaktadır.
- Kalpeinlerin tersine katapsinler asidik pH değerlerinde lizozomlardan serbest kaldıkları için pH 6.0 nın altına düştüğünde proteolitik aktivitelerini göstermeye başlarlar ve etin olgunlaşmasına önemli katkı yaparlar.

- Postmortem depolama sırasında etin gevrekliğinde gözlenen iyileşme, tamamen miyofibrilar proteinlerin proteolitik yıkımından kaynaklanır.
- Kollagen proteininin postmortem proteolizde gevrekleşme üzerine herhangi bir etkisi yoktur veya çok azdır.
- Kollagen molekülünde bulunan iç çapraz bağlar proteolizden etkilenmemektedir. Kollagen proteininde çok az gözlenen proteolitik değişim ise erken postmortem dönemde olmaktadır.

OLGUNLAŞMANIN ETİN BAZI ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ

Özellik	Prerigor et	Olgunlaşmış et
pH	6.0-7.0	5.6-6.0
Kas fibrilleri	Şişkin	Buruşuk
Elektriksek uyarıya tepki	Yüksek	Düşük
Salamura işlemine uygunluk	Kötü	İyi
Su tutma özelliği	İyi	Kötü
Renk	Koyu kırmızı	Açık kırmızı
Aroma	Gelişmemiş	Gelişmiş
Konsistens	Sağlam, elastik	Gevrek, ağızda dağılıbilir, usareli

OLGUNLAŞMA İLE BİRLİKTE ETİN;

- aroması artar,
- ölüm sertliği gerçekleşinceye kadar ATP, ADP, AMP, İnosin, inorganik fosfat, amonyak, riboz ve hipoksantine parçalanır.
- Hipoksantin etin aromasının gelişimine katkıda bulunur.
- Etin aromasını hipoksantinden başka amino asitler ve yağ asitleri oluşturur.
- Et lezzetinin oluşmasında glutamik asit de etkilidir.
- Etlerin gevrekliğini olgunlaşmanın yanı sıra; hayvanın türü, cinsiyeti, yaşı, bakım ve besleme koşulları, kasların anatomik olarak buldukları bölge, bazı teknolojik uygulamalar (elektriksel uyarı) gibi bir çok faktör etkilemektedir.

ETLERİN OLGUNLAŞMASI İKİ ŞEKİLDE YAPILABİLİR:

- Doğal olgunlaşma
- Yapay olgunlaşma

Doğal olgunlaşma: Ölüm sertliği meydana geldikten sonra donma sıcaklığının biraz üstündeki sıcaklıklarda muhafaza edilen etler bir süre sonra yumuşak, gevrek, sulu, aromalı ve lezzetli bir yapıya sahip olurlar. Bu etlerin şeffaflığı azalır ve açık kahverengimsi-kırmızı bir renk alırlar.

Doğal olgunlaşma için;

- Karkaslar 1-2 gün 0.5-3°C arasında soğutulmalıdır.
- ½ veya ¼ karkaslar 2-3°C'de 10-12 gün bekletilmelidir.

YAPAY OLGUNLAŖTIRMA:

Etlerin kısa sürede olgunlaştırılması amacıyla bazı yapay olgunlaştırma yöntemleri kullanılmaktadır.

Bunlar içerisinde en çok kullanılan iki uygulama;

- Enzim kullanımı
- Elektriksel uyarı
- Kalsiyum klorür enjeksiyonu
- Ultrasonik titreşim

Enzim kullanımı

Günümüzde etlerin olgunlaştırılmasında toksik olmayan bitki, bakteri ve küflerin enzimlerinden yararlanılmaktadır.

Bitkisel kaynaklı enzimler;

**fisin,

**papain ve

**bromelin

BİTKİSEL ENZİMLER;

- İncir ağacından elde edilen fisin
- Papaya ağacından elde edilen papain
- Ananas ağacı gövdesinden elde edilen bromelin

Bu enzimler ticari olarak piyasada bulunmaktadır.

- Bitkisel kaynaklı enzimler; miyofibrilar proteinlere etki ederler. Bunun dışında;
- önce bağ doku proteinlerinin mukopolisakkaritlerini ve bunu takiben bağ doku liflerini hidrolize ederler.
- Fisin; kollagen ve elastini parçalamasının yanı sıra miyofibrilar proteinleri de yüksek düzeyde parçalar.