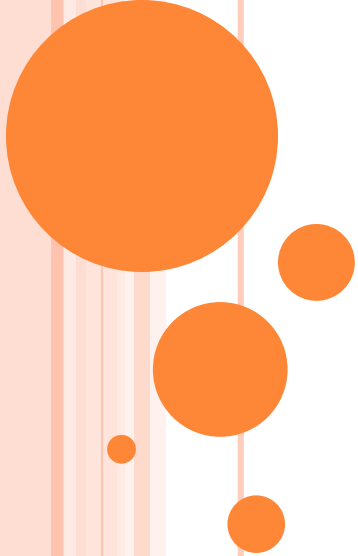


ET TEKNOLOJİSİ

BAHAR YARIYILI

Prof. Dr. Ayla Soyer

**-Et kalitesini etkileyen post mortem
değişmeler**



POSTMORTEM DEĞİŞMELERİ VE ET KALİTESİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER

1. Antemortem etkiler

- Stres
- Stres ve kas özelliđi
- Genetik faktörler
- Yaş
- Kasın bulunduğu yer

2. Post mortem etkiler

- Sıcaklık
- Hızlandırıcı prosesler
- Elektriksel uyarı

STRES

- Hayvan alışık olmadığı bir çevreye götürüldüğünde heyecanlanır, yorulur, harareti artar veya üşür. Bu stres koşulları genellikle hayvanın fizyolojik durumunda bir takım değişmelere neden olur. Örneğin kalp atışı, solunum, vücut sıcaklığı ve kan basıncı değişir.

Hayvanlarda stres oluşturan faktörler;

- Uzun süren nakliye
- Çok yüksek ve düşük sıcaklık
- Güneş altında bekleme
- Aşırı yorgunluk
- Dayak
- Aşırı susuzluk ve açlık
- Aşırı yeme-içme
- Dişilerde kızgınlık hali

STRES

Stres altındaki hayvanda;

- Nabız ve solunum artar
- Vücut sıcaklığı artar
- Kan basıncı değişir.
- Stres altındaki hayvanda doğal durumda salgılanmayan bazı hormonlar faaliyete geçer.

Stres koşulları ile mücadele etmek için hayvan vücudunda serbest kalan önemli hormonlar;

- epinefrin ve norepinefrindir (böbreküstü bezlerinden salgılanırlar),
- adrenal steroid (böbrek üstü kabuğundan salgılanır),
- tiroid bezinden salgılanan tiroid hormonları.

- **Epinefrin**, karaciğerde ve kaslarda depolanan glikojeni anaerobik olarak parçalar ve postmortem kasta oluşması istenen laktik asit birikimi canlı organizmada olur. Kasın anaerobik solunuma girmesi ile laktik asit birikimi olur. Eğer hayvan normal istirahat pozisyonuna dönmez ise oluşan laktik asit karaciğer veya kalpte tekrar metabolize olur ve kas normal seyrine döner. Fakat bu şekilde kesildiğinde glikojen tükendiği için asidik pH'lı et elde edilir.
- Yağ metabolizmasını etkileyerek enerji üretimini hızlandırır.
- Epinefrin ve norepinefrin, dolaşım sistemini etkileyerek kalbin daha hızlı atmasına neden olur. Damarlar genişleyerek hücrelere daha fazla kan gider.
- **Tiroid** hormonu; oksidatif metabolizmayı uyarır, metabolizma hızını artırır ve bu şekilde hayvana ilave enerji sağlar.

STRES VE KAS ÖZELLİKLERİ

- Hayvanın herhangi bir çevresel stres faktörüne maruz kalması, kas metabolitlerinde değişime neden olur. Bu değişimler etin kalite özelliklerini etkiler. Bu değişiklikler; stresin şiddeti ve süresine ve ölüm anında hayvanın strese direncine bağlıdır.

Buna göre hayvanlar;

- ❖ strese duyarlı ve
- ❖ strese dirençli olma durumlarına göre karakterize edilirler.

Eğer hayvan strese çok duyarlı ise, stres koşulları oluştuğunda sıcak çarpması, şoka girme gibi sonuçlar gözlenir.

- Genellikle, strese duyarlı hayvanlarda yüksek ateş, hızlı glikoliz (pH düşüşü) ve kaslarının erken rigora girmesi söz konusudur. Strese duyarlı hayvanlarda kesimden sonraki 18-24 saatlik soğuma sürecinden sonra görülen başlıca iki et kusuru;

- PSE et
- DFD et

PSE ET KUSURU

PSE-Pale, Soft, Exudative- Soluk, yumuřak, terli et tekstürü

- Kesimden hemen önce şiddete ve kısa süreli strese maruz bırakılan domuz etlerinde gözlenir. Fakat sığır, kuzu ve kanatlı kaslarında da gözlenmektedir.
- Kas glikojeninin süratle parçalanması sonucu asitlik yüksek (kesimden hemen sonra 5.4-5.6), et rengi soluk ve tekstür terli görünümündedir.
- Et flavoru yeterince gelişmemiştir.
- Renkte, gevreklikte ve STK'de kayıplar olur.

PSE etlerin;

- Rengi kötüdür,
- Su tutma kapasiteleri düşüktür.
- Fire yüksektir.
- Pişirildiklerinde tat ve lezzetleri kötüdür.
- Daha çok kürlenmiş çiğ et ve fermente et ürünleri üretiminde değerlendirilir.
- Kas pH'sı kesimden 2 saat sonra 5.4-5.6'ya düşer (hatta 5.2'ye).

DFD ET KUSURU

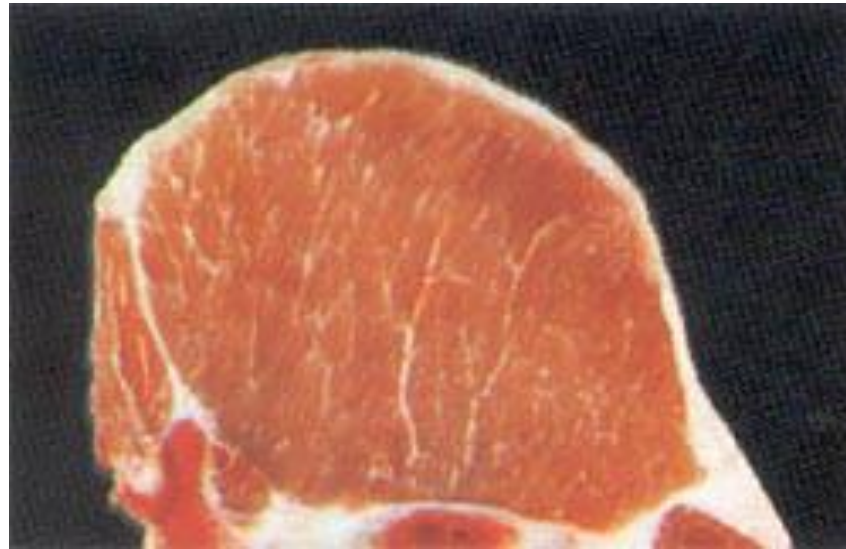
DFD- Dark, Firm, Dry- koyu, sert, kuru et tekstürü

- Kesimden önce stres koşullarına maruz bırakılan, zarar gören hayvanlarda kesim sonrası görülen et kusurudur. Strese duyarlı hayvanların kesim öncesi uzun stres koşullarına maruz kalması sonucu glikojenin metabolize olması, fakat laktik asit oluşmaması sonucu yüksek pH da kalması demektir.
- Kesimden hemen sonra, sığır ve koyun karkaslarında, bazen de domuz ve hindi karkaslarında gözlenir.
- Karkas eti normalden daha koyu ve kuru görünümündedir.
- Kas glikojeni, kesim öncesi koşullar nedeniyle tükenmiştir. Bu nedenle kesim sonrası çok az laktik asit oluşur.
- Et yüksek pH'ya (6.4-6.8) sahiptir. Bu nedenle mikrobiyal bozulma riski yüksektir.
- **Önlem:** Kesimden 24-48 saat önce hayvanın dinlendirilmesi ve beslenmesi

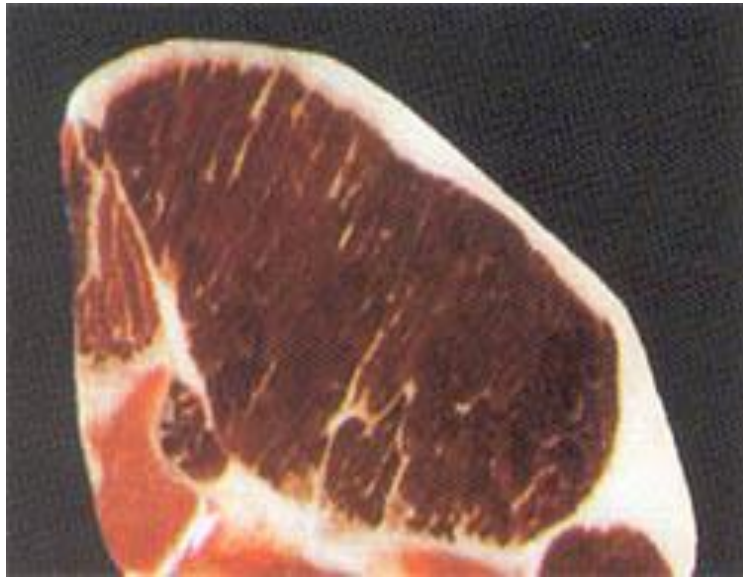
DFD ETLER;

- pH değeri yüksek olduğundan mikrobiyal çoğalma riski yüksek (dayanıklılıkları az),
- Su tutma kapasiteleri yüksek,
- Renkleri koyu.

Normal et



DFD et



PSE et



- Strese dirençli hayvanlar, normal vücut sıcaklıklarını ve homeostatik şartları muhafaza etmeye kabiliyetindedirler.
- Fakat bunu kas glikojen depolarını harcayarak başarabilirler. Glikojen yetersizliği hayvan stresle mücadele ederken (yorgunluk, aşırı yürütme, kavga, baskı altında tutma, elektrik şoku) oluşur.
- Böyle stres koşullarına maruz kalan hayvan kesim öncesi yeterli süre dinlendirilir ve beslenirse glikojen yetersizliği ortadan kalkar. Bu tip hayvanlarda kasta glikojen yetersizliği, ölümden sonra yetersiz glikolize neden olur ve ette son pH yüksek olur. Yüksek pH nın bir sonucu olarak, kasın ete dönüşümü sırasında et renginde beklenen değişim gözlenmez.
- Bu tip kas çok iyi ışık absorbe edici olduğundan etten yansıyan ışık çok azdır. Bu nedenle et rengi koyu kırmızı ya da mordur. Bu tip etler su tutma özellikleri çok iyi olduğundan kuru bir görüntüde ve yapışkan bir tekstürdedir.
- Bu tip etlere *koyu kesim et* adı verilir.

Koyu kesim et; çoğunlukla sığır etlerinde (%3) ve kuzu etlerinde görülen bir durumdur.

Bu tip etlerin başlıca olumsuz tarafları;

- kötü et rengi,
- sıkı et yapısı,
- kuru et görüntüsü ve
- mikrobiyel çoğalmaya elverişli yüksek pH değeri.

Özellikle taze et satışı yapan işletmelerde ekonomik kayba neden olur.

POSTMORTEM ETKİLER

SICAKLIK

- Kesimden hemen sonra karkasın sahip olduğu yüksek sıcaklık kas dokuda meydana gelen kimyasal reaksiyonların hızını etkiler.
- Kasta enzimler tarafından katalize edilen reaksiyonlar özellikle sıcaklığa duyarlıdır. Sıcaklıkta 10°C'lik bir fark, bu reaksiyonları hızını önemli düzeyde etkiler. Bu nedenle ölümden sonra kas sıcaklığının mümkün olduğunca kısa sürede düşürülmesi başlıca;
 - protein denaturasyonu önlenir,
 - mikroorganizma çoğalması geciktirilir.
- Diğer yandan sıcaklığın çok hızlı düşürülmesi de istenmeyen bazı sonuçlara neden olmaktadır.
- Bunlar; rigor başlamadan önce kas sıcaklığının aşırı düşmesi ile gelişen *soğuk kasılması* ve *çözme rigorudur*.

SOĞUK KASILMASI (KISALMASI-COLD SHORTENING)

- Aşırı soğuğa maruz kalan kastaki sinir sisteminin tepkisinden dolayı sarkomerin kısalması olayı.
- Kas, rigor mortis başlamadan önce (prerigor) 15-16°C'nin altına soğutulduğunda gözlenen şiddetli rigor mortis gelişimi.
- Kısalma, en şiddetli 0°C'de gözlenmektedir. En az kısalma, 14-19°C aralığında gözlenir. Maksimum düzeyde kısalma, 5°C'nin altında gözlenmektedir.

Kasın soğuk kasılmasına uğraması için gerekli üç koşul,

- (1) Kas erken prerigor döneminde;
- (2) Bu durumdaki kas soğuk ortamda (<10°C);
- (3) ortamda aktin ve miyosin filamentlerinin kilitlemesini (aktomiyosin) engelleyecek düzeyde ATP var.

Soğuk kasılmasının önlenmesi:

- (1) Kasta pH düşüşünün hızlanması
(anaerobik glikoliz: glikojen → laktik asit, kas pH'sı 7.0 → 5.6).
- (2) Kas sıcaklığının yavaş düşmesi.

- Soğuk kasılmasına uğrayan etler çok serttir ve lezzetlerinde azalma gözlenir.
- Ette su kaybı fazladır.
- Normal gelişen rigor mortiste kas boyutunda %20'lik kısalma olmasına karşın, soğuk kasılmasına uğramış kasta kısalma oranı %40'a çıkabilir.
- Koyun gövdeleri soğuk kasılmasına sığır gövdelerinden daha fazla maruz kalır.
- Sığır karkaslarında yağ dokusu kalınlığı soğuk kasılmasını önlemede rol oynar.
- Deri altı yağ dokusu kalınlığı arttıkça kasların soğuması zaman alacağından soğuk kasılması daha az görülür.

ÇÖZME RİGORU (THAW RIGOR)

- Kas prerigor durumunda iken dondurulup, daha sonra çözündürüldüğünde hemen ve şiddetli rigor mortis oluşumudur.
- ATP kısa sürede yıkılır. Kas boyları %70-80 düzeylerinde kısalabilir.
- Bu kısalmaya bağlı olarak kaslar başlangıçta içerdikleri suyun %25 veya daha fazla kısmını (çözme kaybı) ve suda eriyen besin öğelerinin bir miktarını kaybeder ve sert et tekstürü oluşur.
- Çözme rigorunda, kalsiyum konsantrasyonunun sarkoplazmada aniden yükselmesi kasılmaya neden olur ve kaslar orijinal uzunluklarının %80'i oranında kısalır. İskelete bağlı kaslarda kasılma, bağımsız kaslardan daha az olur.

Çözme rigoru gelişen ette;

- Sert tekstür oluşumu
- Besin kaybı

Çözme rigoru

Önlem:

- Temel koşul, et rigoru tamamlamadan önce dondurulmamalıdır.
- Bu amaçla etler dondurulmadan önce genellikle 0-4°C sıcaklıkta 24 saat bekletilir.
- Elektriksel uyarı



Figure 13-10

Boyer, A. J. Kasta post mortem değişimler

ISI HALKASI OLUŞUMU

- Kasın dış yüzeyinde görülen koyu bantlardır.
- Isı halkası oluşumu sığır karkaslarında görülen önemli bir problemdir.
- Nedeni; kesim sonrası kaslar arasında farklı soğuma oranlarının oluşmasıdır.
- Isı halkası, koyu renkli bir bant halinde kasın dış yüzeyinde gözlenir ve kasın dış kısmından içeriye doğru yaklaşık 1 cm mesafeye kadar uzanır.
- Kesimi takiben, karkas yüzeyinde ince yağ tabakası ile kaplı kasların dış kısmı daha hızlı soğuduğunda, dış katmanda yavaş bir pH düşüşü ve koyu renkli bir halka oluştuğu görülür. Bu nedenle deri altı yağ tabakası kalınlığı ne kadar fazla ise ısı halkası oluşumu o kadar azdır.

HIZLANDIRILMIŞ PROSESLER ELEKTRİKSEL UYARI

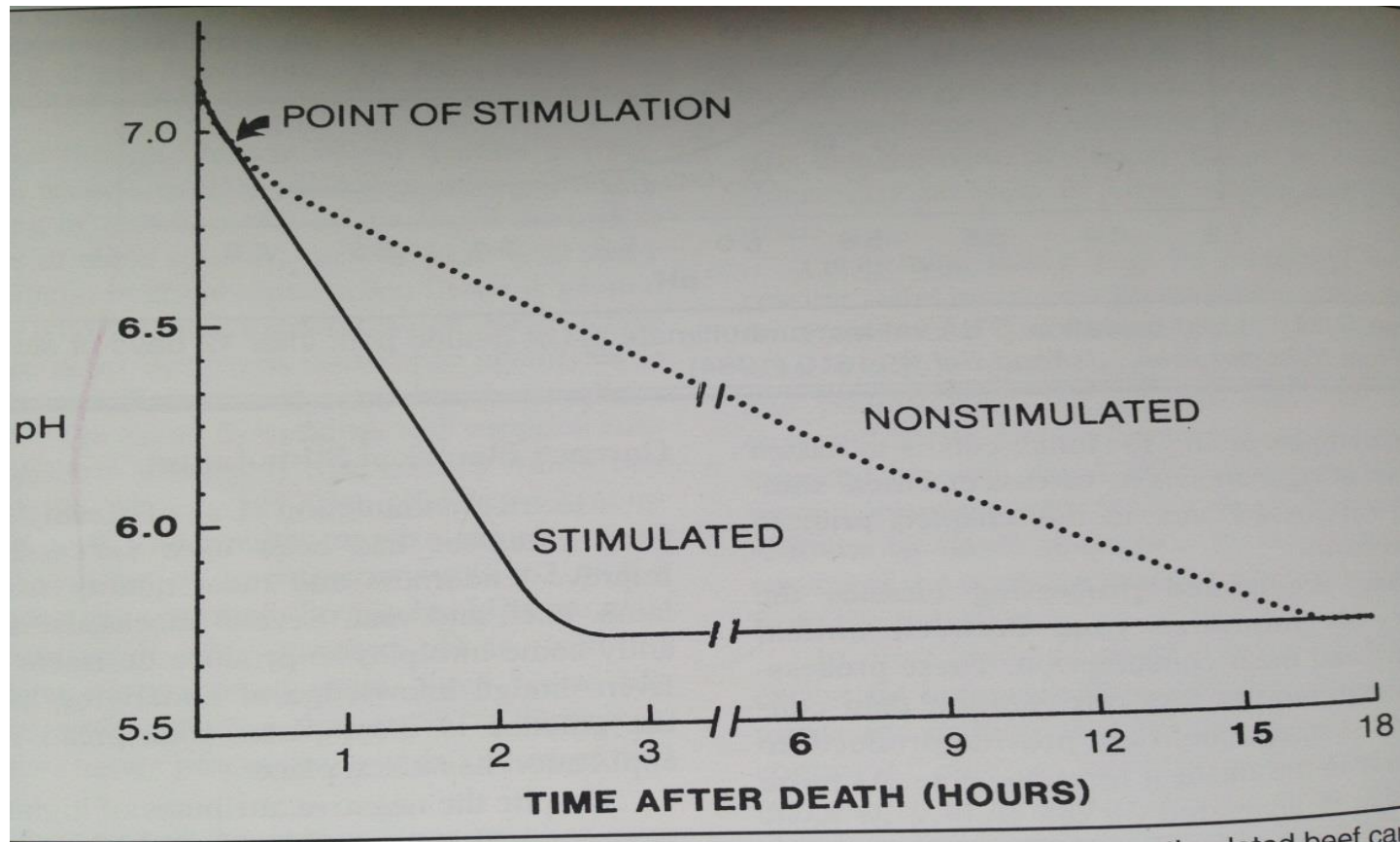
- Kesim işleminden sonra, karkaslara belirli noktalardan elektrik akımı uygulamasına elektriksel uyarı adı verilir.

Kullanılma nedenleri;

- soğuk kasılmasını önlemek,
- olgunlaşma süresini kısaltmak

Kesim sonrası kaslara uygulanan elektriksel uyarılar, merkezi sinir sistemi aracılığı ile tüm kaslara ulaşarak kasların yoğun olarak kontrakte olmalarını ve bunun sonucunda da glikojen, kreatin fosfat ve ATP'in harcanmasını sağlamaktadır.

- Glikolizin hızlanmasına bağlı olarak pH düşüşü hızlanır.
- Bu şekilde elektriksel uyarı uygulanan karkaslarda pH, birkaç saat içerisinde arzu edilen değerlere düştüğünden, bu karkaslara soğuk kasılması riski olmadan soğutma ve dondurma işlemleri yapılabilir.



Elektriksek uyarılan ve uyarılmayan kasta pH değişimi

Marble görüntü



Elektriksel uyarının etin özelliklerine etkileri

Özellik	Etki
Gevreklik	İyileşmekte
Et rengi	İyileşmekte
Kalite derecesi	İyileşmekte
Marble görüntü	Daha görünür hale gelmekte
Tat ve koku	Artmakta
Isı halkası	Önlenmekte
Olgunlaşma süresi	Kısalmakta
Etin raf ömrü	Uzamakta
ATP yıkımı	Hızlanmakta
Rigor mortis gelişimi	Hızlanmakta
Sıcak söküm ve sıcak işleme	Olumsuz etki oluşmaksızın yapılabilmekte.

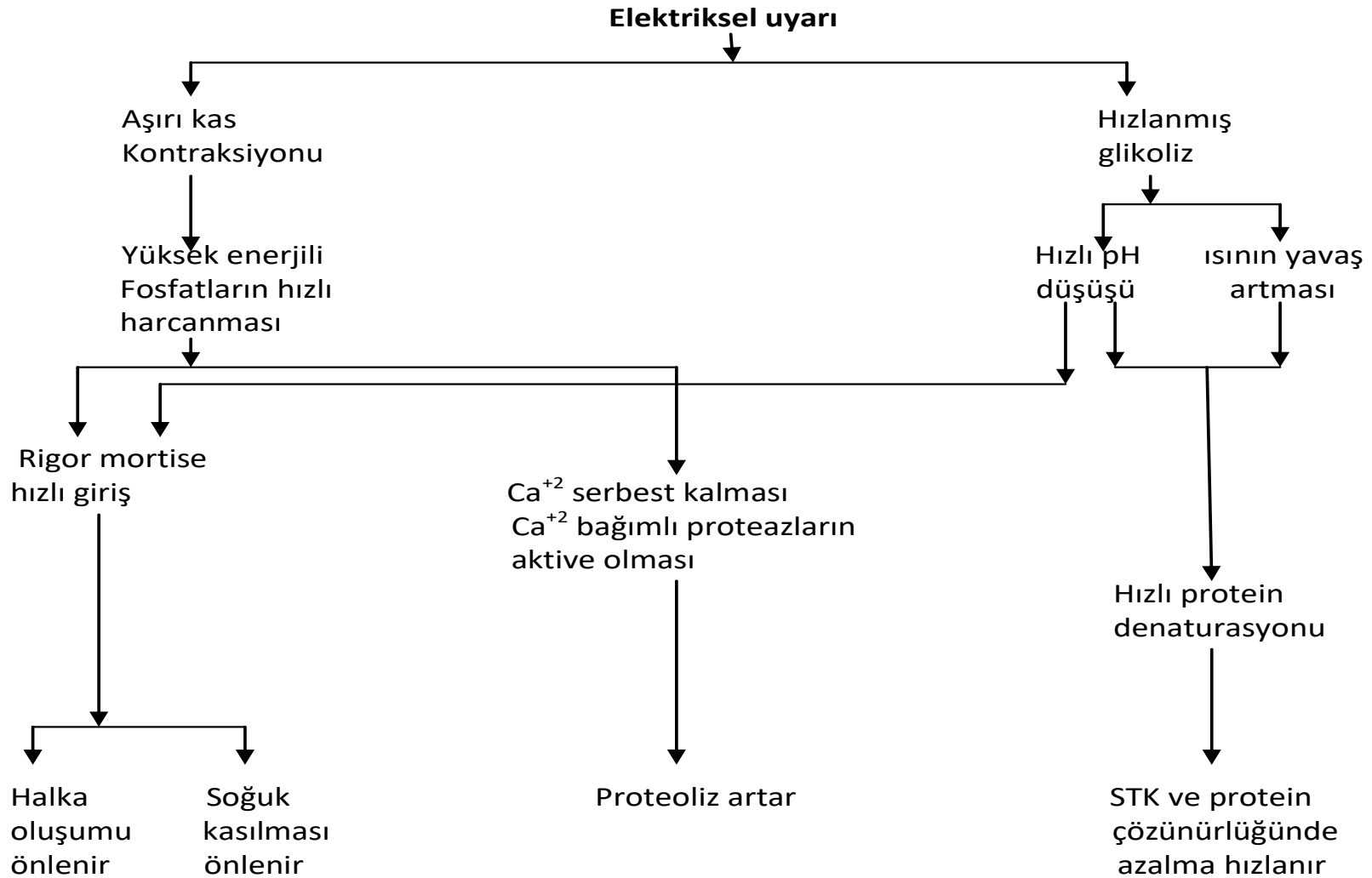
ELEKTRİKSEL UYARI

- pH değeri 5.7-6.0 arasında olan karkaslar soğuk kasılması riski olmadan 10°C'nin altına soğutulabilir.
- Elektriksel uyarı yapılmış sığır karkaslarında kesimden 2 saat sonra pH değerleri 5.7 civarına düştüğü halde, elektriksel uyarı uygulanmamış karkaslarda pH'nın bu değerlere düşmesi yaklaşık 10 saatte olmaktadır.
- pH değerinin düşmesi ile katapsin enzimlerinin salınımı uyarılmakta ve etlerin daha iyi ve kısa sürede olgunlaşması sağlanmaktadır.
- Elektriksel uyarı aynı zamanda kan damarlarının kontrakte olmasını da sağlar. Bu durum iyi bir kan akışı sağlar ve açık, parlak et rengi elde edilir.
- Elektriksel uyarı uygulanmış karkaslarda rigor mortis kısa sürede oluşmakta, ölüm sertliğinin ortadan kalkması ile enzimatik reaksiyonlar başlamakta ve etler olgunlaşarak gevrek bir yapı elde edilmektedir.

- Karkasa uygulanan voltaj 30-3600 volt arasında değişmektedir. Düşük voltaj, hem kasları doğrudan uyarmakta hem de sinir sistemi aracılığı ile uyarıyı başlatarak kas kontraksiyonuna neden olmaktadır. Yüksek voltaj, tüm karkasta doğrudan ve uniform bir kas uyarısına yol açmaktadır.

**Elektriksel uyarı, kesimden sonraki ilk 30 dakika içinde uygulanmalıdır. Zira kesimden 50 dakika sonra karkasların elektriksel uyarıya verdikleri tepki azalmaktadır. Kuzu karkaslarında bu süre daha kısadır.





Elektriksel uyarının karkastaki etkileri