



Az ÁLLATTENYÉSZTŐ MÉRNÖKI ALAP- ÉS MESTERSZAK, valamint a TAKARMÁNYOZÁSI ÉS TAKARMÁNYBIZTONSÁGI MÉRNÖKI MESTERSZAK főbb szakspecifikus törzstárgyainak tananyag fejlesztése illetve kidolgozása, különös tekintettel az új típusú, lineáris képzési szerkezet komplementaritás elvén alapuló igényének kielégítésére
TAMOP-4.1.2-08/1/A-2009-0059 projekt

11.2. A HÚS



A projekt az Európai Unió támogatásával,
az Európai Szociális Alap
társfinanszírozásával valósul meg.



Az ÁLLATTENYÉSZTŐ MÉRNÖKI ALAP- ÉS MESTERSZAK, valamint a
TAKARMÁNYOZÁSI ÉS TAKARMÁNYBIZTONSÁGI MÉRNÖKI MESTERSZAK
tananyag fejlesztése
TAMOP-4.1.2-08/1/A-2009-0059 projekt

Definíciók

Élelmiszer-hatósági szempontból: melegvérű állatok emberi fogyasztásra alkalmas része friss vagy tartósított formában.

Általánosságban: több-kevesebb zsírszövetet is tartalmazó harántcsíkos izomszövet.

Az izomszövet átlagos összetétele (a hozzá kapcsolódó zsír nélkül).

- Nedvesség-tartalom: 76%
- Fehérje: 21,5%
- Zsír: 1,5%
- Ásványi sók: 1%
- Szénhidrátok: 0,05–0,2%

A zsírtartalomnál tapasztalták a legnagyobb szóródást.



Az ÁLLATTENYÉSZTŐ MÉRNÖKI ALAP- ÉS MESTERSZAK, valamint a
TAKARMÁNYOZÁSI ÉS TAKARMÁNYBIZTONSÁGI MÉRNÖKI MESTERSZAK
tananyag fejlesztése
TAMOP-4.1.2-08/1/A-2009-0059 projekt

Táplálkozási szempontból:

- A hús nagyon értékes fehérje, zsír, vitamin és ásványi anyag forrás.
- A szénhidrát tartalom alacsony.
- A szerves savaknak szerepe van a hús jellegzetes aromájának a kialakításában.

A hús alapvető kémiai összetételét befolyásoló tényezők:

- Genetika (faj, fajta)
- Takarmányozás
- Kor, nem
- Húsrész



Az ÁLLATTENYÉSZTŐ MÉRNÖKI ALAP- ÉS MESTERSZAK, valamint a
TAKARMÁNYOZÁSI ÉS TAKARMÁNYBIZTONSÁGI MÉRNÖKI MESTERSZAK
tananyag fejlesztése
TAMOP-4.1.2-08/1/A-2009-0059 projekt

Az izomrost szerkezete

Membrán (**szarkolemma**).

Az egyes **miofibrillumok** (összehúzódásra képes egységek) a **szarkoplazmába** (kötőszövetbe) ágyazva találhatóak, a nukleinsavakkal, mitokondriumokkal és a szarkoplazmatikus retikulumokkal együtt.

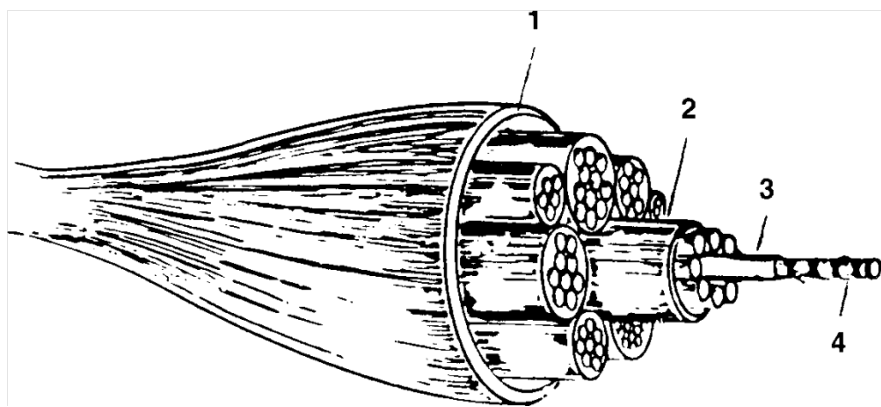
Szarkomer: a miofibrillum egy olyan részlete, amely az összehúzódásra alkalmas elemeket tartalmazza. A miofibrillum legkisebb funkcionális egysége.

Az izomszövet szerkezete

- Minden egyes izomrostot kötőszövet (endomysium) vesz körül.
- Az izomrostokból úgy jön létre az izomnyaláb, hogy a több izomrostot együttesen burkol be a perimysium.
- Sok izomnyaláb együttesét az epimysium burkolja be.



A vázizmok szerkezeti elemei (*Gault, 1992*).



1 epimysium

2 perimysium

3 endomysium

4 izomrost



Az ÁLLATTENYÉSZTŐ MÉRNÖKI ALAP- ÉS MESTERSZAK, valamint a
TAKARMÁNYOZÁSI ÉS TAKARMÁNYBIZTONSÁGI MÉRNÖKI MESTERSZAK
tananyag fejlesztése
TAMOP-4.1.2-08/1/A-2009-0059 projekt

A hús színe

Az eltéréseket okozza:

- mioglobintartalom,
- a kötőszövet aránya.

Fehér hús (baromfi, hal): gazdag miofibrillumokban, de kevés szarkoplazmát tartalmaz.

Vörös hús: a szarkoplazma aránya nagyobb, mint a miofibrillumoké.

Az izomszövet fehérjéi

1. Az izomösszehúzódás folyamatában résztvevő fehérjék (aktin, miozin, tropomiozin, troponin) – tömény sóoldatokkal extrahálhatók.
2. Vízdékvény fehérjék (mioglobint és enzimek).
3. Oldhatatlan fehérjék (kötőszövetben és membránban).



Az ÁLLATTENYÉSZTŐ MÉRNÖKI ALAP- ÉS MESTERSZAK, valamint a
TAKARMÁNYOZÁSI ÉS TAKARMÁNYBIZTONSÁGI MÉRNÖKI MESTERSZAK
tananyag fejlesztése
TAMOP-4.1.2-08/1/A-2009-0059 projekt

1. Miofibrilláris fehérjék

Miozin (a teljes fehérjetartalom 50–60%-a).

Két nagyon hosszú, azonos peptidlánc (α -hélix szerkezet).

Az ATPáz a fejrésznél helyezkedik el.

Aktin (a teljes fehérjetartalom 15–30%-a).

Globuláris alak, a miozinhoz kötődik.

ATP, Mg^{2+} \rightarrow fibrilláris formájúvá polimerizálódik (F-aktin).



Az ÁLLATTENYÉSZTŐ MÉRNÖKI ALAP- ÉS MESTERSZAK, valamint a
TAKARMÁNYOZÁSI ÉS TAKARMÁNYBIZTONSÁGI MÉRNÖKI MESTERSZAK
tananyag fejlesztése
TAMOP-4.1.2-08/1/A-2009-0059 projekt

Tropomiozin

Nagymértékben nyújtott szerkezetű molekula.

Monomerek → polimer fibrillumok → az F-aktinhoz kötődnek a vékony filamenten.

Troponin

Az aktin filamenten helyezkednek el.

A miozin és aktin filamentek közti összehúzódást kontrollálják az izomösszehúzódás során (a Ca^{2+} a troponin komplexhez kötődik).



Titin

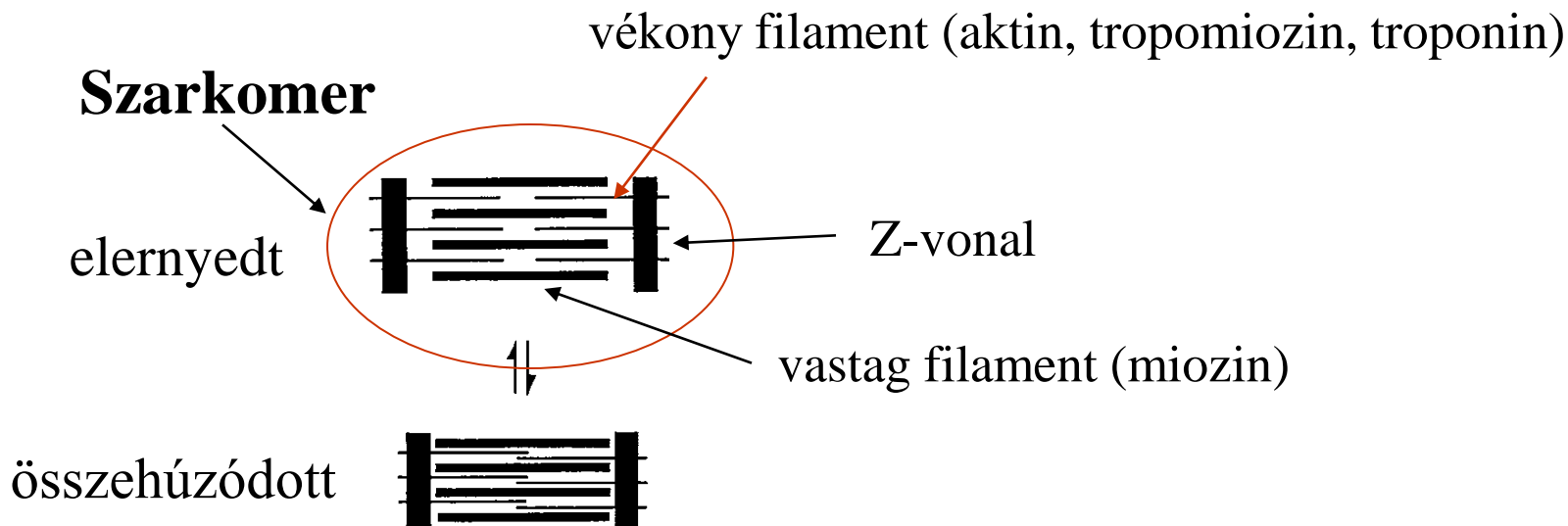
A szarkomer „csontváza”:

- A miozin filamentet hozákapcsolja a Z-vonalhoz.

(A miofibrillumokban a Z-vonal választja el egymástól az egyes szarkomer egységeket).

- „Elasztikus” régiót képez az aktinnal.

A legnagyobb molekulatömegű fehérje (26926 aminosav).



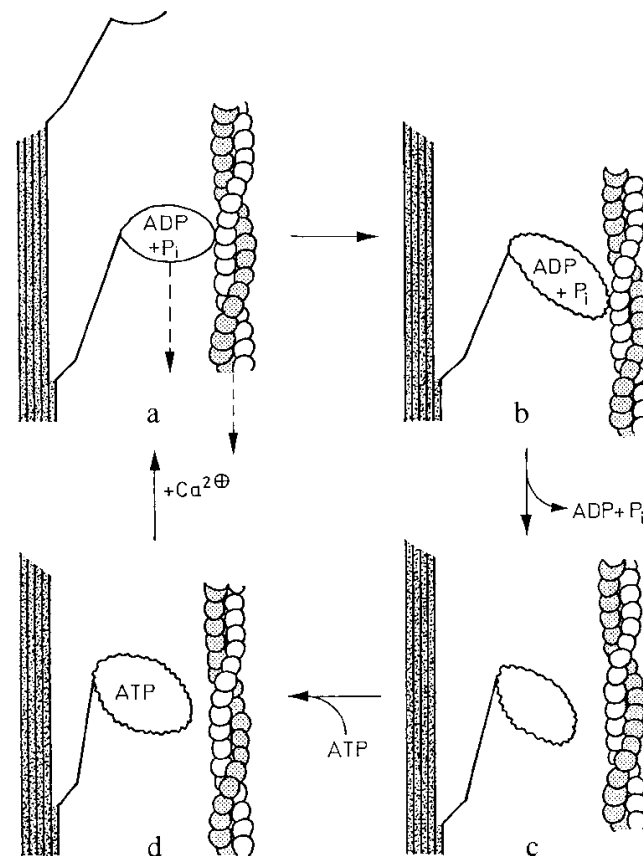


Izomösszehúzódás

Idegimpulzus \rightarrow Ca^{2+} a szarkoplazmás
retikulumból.

A troponin komplex konformációja
megváltozik \rightarrow a tropomiozin
fibrillumok leválnak az F-aktinról \rightarrow
az aktin egységek képesek a miozin
fejekhez kötődni.

Az izomösszehúzódás molekuláris folyamatai (Karlsson, 1977)





Izomösszehúzódás

A miozin fejek az aktin monomerekhez kötődnek. ($\text{ATP} \rightarrow \text{ADP} + \text{P}_i$) (a).

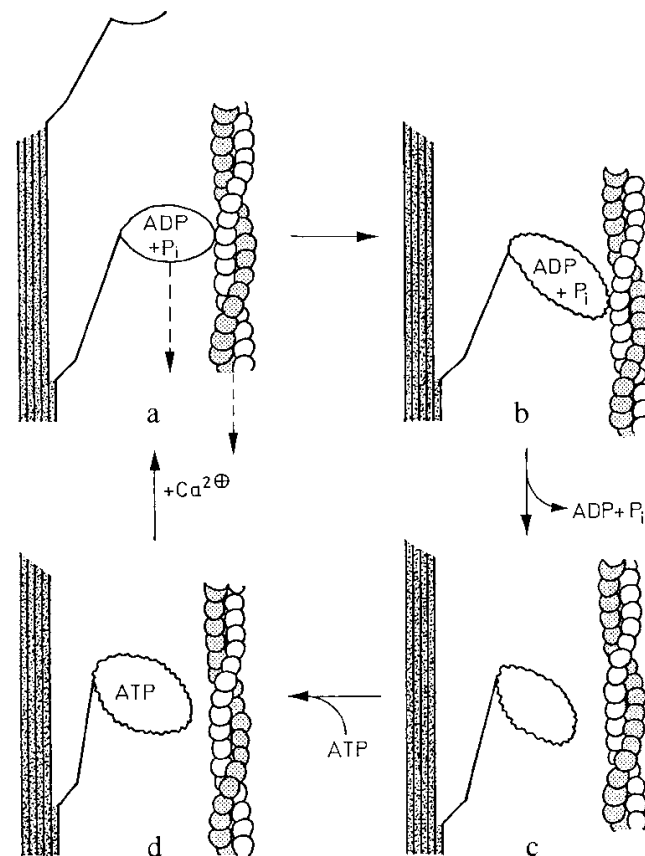
A miozin konformációja megváltozik \rightarrow a filamentet elmozdítja a vastag filamenthez képest (b).

A miozin fejeről leválik az ADP és a $\text{P}_i \rightarrow$ elválnak a vékony filamenttől (c).

A miozinmolekula feje képes újabb ATP felvételére (d).

Az izomösszehúzódás molekuláris folyamatai

(Karlsson, 1977)





Az ÁLLATTENYÉSZTŐ MÉRNÖKI ALAP- ÉS MESTERSZAK, valamint a
TAKARMÁNYOZÁSI ÉS TAKARMÁNYBIZTONSÁGI MÉRNÖKI MESTERSZAK
tananyag fejlesztése
TAMOP-4.1.2-08/1/A-2009-0059 projekt

2. Vízoldható fehérjék

Enzimek (pl. gliceraldehid-3-foszfát dehidrogenáz)

A teljes oldható fehérjetartalom ~20%-a.

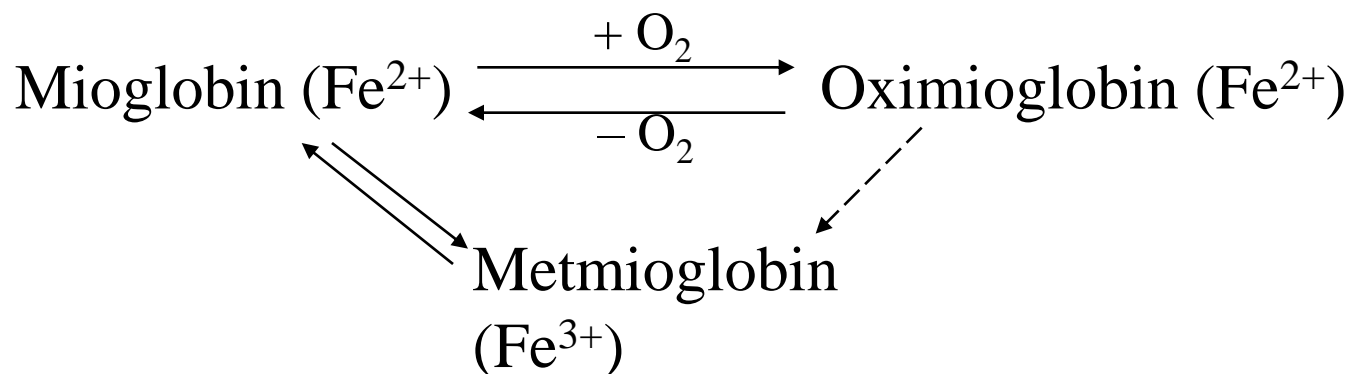
Nagy oldottfehérje-tartalom → a szarkoplazma viszkozitása nagy.

Mioglobin – az izomszövet szárazanyagának kb. 1% -át teszi ki.

Bíborvörös oxigénszállító pigmentanyag.



A miogloblin átalakulásának hatása a hús színére:

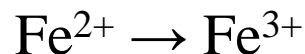


Oxigén nagy parciális nyomása \rightarrow oximiogloblin (világos cseresznyepiros szín: frissen szelt hús).



Az ÁLLATTENYÉSZTŐ MÉRNÖKI ALAP- ÉS MESTERSZAK, valamint a
TAKARMÁNYOZÁSI ÉS TAKARMÁNYBIZTONSÁGI MÉRNÖKI MESTERSZAK
tananyag fejlesztése
TAMOP-4.1.2-08/1/A-2009-0059 projekt

Oxigén kis parciális nyomása → lassú oxidáció → metmioglobin (barna)



vörös → barna

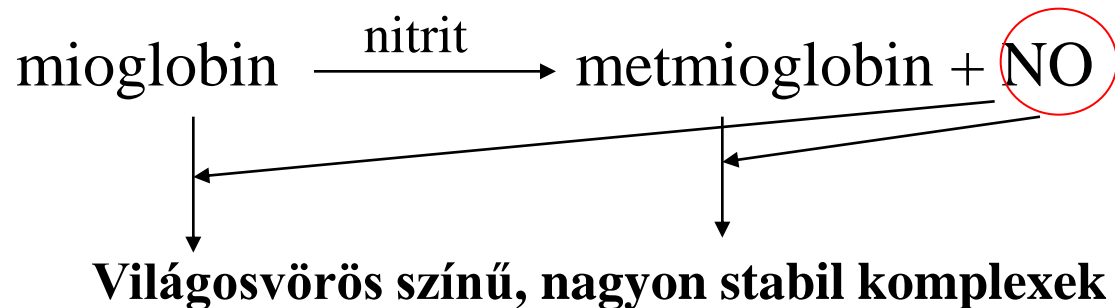
(Az élő szövetekben a *metmioglobin reduktáz* visszaalakítja mioglobinná.)

A mioglobin, oximioglobin és a metmioglobin aránya határozza meg a friss hús színét.

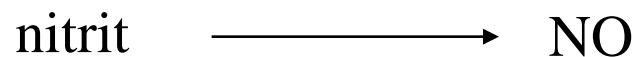
A hús csomagolása: O₂-t átengedő anyag nem alkalmas.

Hús pácolása: nitrát vagy nitrit alkalmazása.

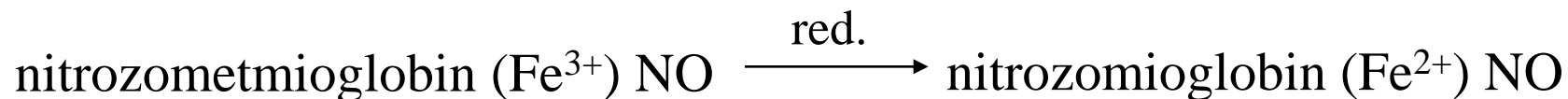
- A mikrobiológiai romlás megelőzése.
- Szín stabilizálása.



Redukálószer jelenlétében (pl. aszkorbinsav, tiolok):



A vörös szín képződése felgyorsul.





Az ÁLLATTENYÉSZTŐ MÉRNÖKI ALAP- ÉS MESTERSZAK, valamint a
TAKARMÁNYOZÁSI ÉS TAKARMÁNYBIZTONSÁGI MÉRNÖKI MESTERSZAK
tananyag fejlesztése
TAMOP-4.1.2-08/1/A-2009-0059 projekt

A denaturálódott nitrozomioglobin adja a pácolt termékek színét.

- Hőstabil.

- O₂ hiányában rendkívül tartós vegyület.
- O₂ jelenlétében → a nitrozomioglobin disszociál, a felszabaduló NO NO₂-dá oxidálódik.

Amennyiben nem pácolt húst ér hőhatás: színe megbarnul (Fe³⁺).



Az ÁLLATTENYÉSZTŐ MÉRNÖKI ALAP- ÉS MESTERSZAK, valamint a
TAKARMÁNYOZÁSI ÉS TAKARMÁNYBIZTONSÁGI MÉRNÖKI MESTERSZAK
tananyag fejlesztése
TAMOP-4.1.2-08/1/A-2009-0059 projekt

3. Oldhatatlan fehérjék

A kötőszöveti fehérjék túlnyomó hányada ebbe a csoportba tartozik.

Kollagén

- A teljes fehérjetartalom ~20–25%-a (emlősök). Három szálból álló hélix, sok Gly és Pro.
- *Post mortem* változások: glükózból tejsav képződik → a kollagén denaturálódik. A lizoszomális enzimek elhasítják (pl. lizoszomális kollagenáz és katepszin B₁).



- Hő hatására denaturálódott kollagén – a pepszin és a tripszin képes hidrolizálni.

- Az intakt kollagénrostok hő hatására zsugorodnak (sütés, főzés).

Zsugorodási hőmérséklet:

- hal kollagén, 45 °C

- emlősök, 60–65 °C.

A zsugorodási hőmérséklet fölé melegítés → random coil szerkezet (zselatin) → vízzoldható.

Hűtés → átmenet egy rendezet szerkezet felé → zselatin gél.



Az ÁLLATTENYÉSZTŐ MÉRNÖKI ALAP- ÉS MESTERSZAK, valamint a
TAKARMÁNYOZÁSI ÉS TAKARMÁNYBIZTONSÁGI MÉRNÖKI MESTERSZAK
tananyag fejlesztése
TAMOP-4.1.2-08/1/A-2009-0059 projekt

1. Hús főzése, sütése: a kollagén zselatinná alakul.

A zselatinizáció mértéke függ:

- állat kora (a kollagén-keresztkötések kialakulásának mértéke).
- az eljárás során alkalmazott körülmények (hőmérséklet, idő, nyomás).

2. Élelmiszeripari zselatin – gélképző ágens.

Forrás: csont, bőr

Előállítás:

- lúgos vagy savas kezelés,
- vizes extrakció.

Elasztin

- Kisebb mennyiségben található a kötőszövetben.
- Elasztikus szálakat képez (gumiszerű tulajdonságok).
- A pankréász eredetű elasztáz lebontja.



Biogén aminok

Aminosavak dekarboxilezése során keletkeznek (többnyire mikrobiális enzimek hatására) → mikrobiális minőség indikátorai.

Marha- és sertéshúsban: hisztamin, tiramin, putreszcin és kadaverin.

Biogén Amin Index (BAI) = a 4 amin koncentrációjának összege (mg/kg).

BAI < 5 jó mikrobiológiai minőség

5–20 elfogadható (mikrobaferőzés még korai stádiumban van),

20–50 rossz minőség,

> 50 romlott hús.

Fermentált húskészítmények: magas érték. Szalámi-félék: 500 mg/kg határérték.

Kreatin és kreatinin

Az izomszövet tipikus összetevői (kreatin-foszfát: energiatároló vegyület).

Jelenléte → hús kivonat van az élelmiszerben.



Post mortem változások

Vágás → anaerob körülmények → az energiában gazdag foszfátok lebomlanak (ATP, kreatin foszfát).

Ca^{2+} diffúzió → a troponin komplexhez kötődnek → az aktin egységek képesek a miozin fejhez kötődni.

ATP hiányában a fejek képtelenek ATP-t felvenni → a körfolyamat nem működik → az izomszövet merevvé és rideggé válik: **rigor mortis**.

A hús érlelése

Célok: a porhanyósság kialakítása, aromaképzés.

A vízmegkötő kapacitás javítása (kisebb folyadékveszteség legyen a hőkezelés során).



Az ÁLLATTENYÉSZTŐ MÉRNÖKI ALAP- ÉS MESTERSZAK, valamint a
TAKARMÁNYOZÁSI ÉS TAKARMÁNYBIZTONSÁGI MÉRNÖKI MESTERSZAK
tananyag fejlesztése
TAMOP-4.1.2-08/1/A-2009-0059 projekt

Alkalmazott körülmények: $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$ -tól $+7\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ig.

Baromfihús: 36 h, sertéshús: 60 h, borjúhús: 7 nap, marhahús: 14 nap.

Egyéb tényezők:

- Az állat kora (a kollagén-keresztkötések száma).
- A felszabaduló enzimek aktivitása.

Morfológiai változások az érés során:

- A Z-vonalak „eltörnek”.
- A titin lebomlik.

A miozin és az aktin intakt marad $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ alatt.

Az izomsejtek külsején elhelyezkedő kötőszövet szintén változatlan marad.



Az ÁLLATTENYÉSZTŐ MÉRNÖKI ALAP- ÉS MESTERSZAK, valamint a
TAKARMÁNYOZÁSI ÉS TAKARMÁNYBIZTONSÁGI MÉRNÖKI MESTERSZAK
tananyag fejlesztése
TAMOP-4.1.2-08/1/A-2009-0059 projekt

A miofibrilláris fehérjék enzimes lebontása:

- Endopeptidázok hatása.
- A rigor fázisban a Ca^{2+} felszabadul \rightarrow a kalpain aktiválódik.
- A katepszinek és a kalpain egymás hatását elősegítve mozdítják elő a hús érését.

A hús érési folyamatai és az azt befolyásoló tényezők még nem teljes mértékben ismertek.

A porhanyósság előrejelzésére alkalmas markerek megtalálása még a jövő feladata.



Minőségi hibák (sertéshús)

1. Halvány, lágy és vizenyős hús (PSE-hús)

Stressz → a sertések izomszövetében még a vágás előtt/közben gyorsan lebomlik az **ATP** → a glikolízis sebessége felgyorsul.

→ Gyors pH-csökkenés.

→ A test hőmérséklete 40–41 °C-ra nő (ahelyett, hogy csökkenne).

Kis pH-érték

Magas hőmérséklet



Az oldható fehérjék denaturálódnak.

- A kicsapódott fehérjék fényszórása → a hús sápadtnak tűnik, annak ellenére, hogy a mioglobintartalom változatlan.

A sejtembránok szétesése → a hús vízmegkötő képessége kisebb és ezért nagy a vízveszteség (csöpögési veszteség <15% (3 nap); normál hús: 4%).



2. Sötét, rágós és száraz hús (DFD-hús)

Stressz → a **glikogén** döntő hányada felhasználódik → vágás után csak kevés tejsav keletkezik → a pH-érték alig csökken.

- Magas pH: a miofibrillumok több vizet kötnek meg → a hús szárazabb.
- Az oximioglobin stabilabb magasabb pH-n → sötét szín.

Az emelkedett pH-érték → hajlamosabbak a mikrobiológiai minőségromlásra → nyers hústermékként nem használhatóak fel.

Húshibák megelőzése:

- A stresszre érzékeny állatok óvatosabb kezelése.
- A karkaszok gyors lehűtése.

Marhahús – a PSE-effektus nem számottevő: a zsírok oxidációja elég energiával látja el a szöveteket – a glikogén lebomlása lassabban megy végbe.