

SZAKDOLGOZAT

KISS ISTVÁN SZAKDOLGOZAT

KISS ISTVÁN
2023



MAGYAR AGRÁR- ÉS ÉLETTUDOMÁNYI EGYETEM
ÉLELMISZERTUDOMÁNYI KAR
ÁLLATITERMÉK TECHNOLÓGIÁK ÉS MINŐSÉGÜGY

**Vadhúsok eltarthatóságának vizsgálata a nyersanyag
minőségének függvényében**

KISS ISTVÁN
KISVÁRDA
2023

*Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem
Élelmiszertudományi és Technológiai Intézet*

Szak neve: Bsc Élelmiszermérnöki
Állattermék technológiák és minőségügy

Szakdolgozat készítés helve: Állattermék és Élelmiszertartósítási Technológia
Tanszék

Hallgató: Kiss István

A szakdolgozat címe:

Vadhúsok eltarthatóságának vizsgálata a nyersanyag minőségének
függvényében

Konzulens: Vargáné dr. Tóth Adrienn
Külső konzulens esetén tanszéki felelős:

Beadás dátuma: 2023. november 6.



szakdolgozat készítés helyének vezetője

Dr. Friedrich László



konzulens

Vargáné dr. Tóth Adrienn



Dr. Friedrich László

Állattermék technológiák és minőségügy ismeretkör felelős

TARTALOMJEGYZÉK

1. Bevezetés	1
<i>A hús és a vadhús fontossága a táplálkozásban</i>	1
2. Célkitűzés	2
3. Irodalmi áttekintés	3
3.1. Húsfogyasztás és húskultúra	3
3.1.1. Az emberek húsfogyasztásának történeti és kulturális kontextusa	3
3.1.2. A hús, mint táplálék és társadalmi szimbólum	4
3.2. Hús fogalma, felépítése és összetétele	5
3.2.1. Az izom szerkezete	6
3.2.2. Az izom postmortem biokémiája	8
3.2.3. Fehérjék, zsírok, szénhidrátok és egyéb összetevők jelenléte és szerepe	9
3.3. Hús érése, húshibák	12
3.3.1. Jellegzetes húshibák	15
3.4. A szarvashús jellemzői	16
3.4.1. Az izomrostok típusa és összetétele	17
3.4.2. A húsminőség fizikai paraméterei	17
3.4.3. A szarvashús összetétele emberi táplálkozás szempontjából	19
3.5. A HHP (magas hidrosztatikus nyomás) eljárás és alkalmazása	19
4. Anyag és Módszer	21
4.1. Anyag	21
4.1.2. Mérések helyszíne	21
4.1.3. Felhasznált anyag és mintaelőkészítés	21
4.2. Mérési módszerek	25
4.2.1. Lékiválás (tömegvesztés)	25

4.2.2. Vízkötő képesség vizsgálata: lé eresztés papíron	25
4.2.3. pH-érték meghatározása	26
4.2.4. Színmérés.....	27
4.2.5. Állománymérés	29
4.2.6. Szárazanyag tartalom	32
4.2.7. SDS – PAGE (nátrium-dodecil-szulfát poliakrilamid gél elektroforézis)	32
4.2.8. Érzékszervi vizsgálat.....	35
5. Kísérleti eredmények és az eredmények kiértékelése	36
5.1. Lékiválás (tömegvesztesség) változása	36
5.2. Vízrető képesség változása a különböző nyomástartományokban	38
5.3. PH értékek változása különböző nyomásértékeken	39
5.4. Színmérés eredményei	40
5.5. Állománymérés eredményei	44
5.6. Szárazanyag tartalom mérés eredményei	48
5.7. SDS – PAGE eredményei	48
5.8. Érzékszervi vizsgálat eredményei.....	50
6. Összefoglalás.....	52
7. Felhasznált irodalmak	54
7.1. Internetes hivatkozások	56
8. Köszönetnyilvánítás	58
9. Nyilatkozat	59

1.BEVEZETÉS

A HÚS ÉS A VADHÚS FONTOSSÁGA A TÁPLÁLKOZÁSBAN

Az emberi táplálkozás alapvető részét képezik a fehérjék, amelyek nélkülözhetetlenek az egészséges élet fenntartásához és a test optimális működéséhez. A hús és a vadhús ezen fehérjék kiemelkedő forrásai, és mindennapi étrendünk egyik alapvető alkotóeleme. Ebben az összefüggésben fontos megvizsgálni a hús és vadhús jelentőségét a táplálkozásban.

A fehérjék a szervezetünk építőkövei, és számos fontos szerepet töltenek be. Az aminosavak, amelyek a fehérjék építőelemei, szükségesek a sejtek és szövetek regenerálódásához, valamint az enzimek, hormonok és az immunrendszer működéséhez. A vadhús kiváló minőségű fehérjeforrások, mivel tartalmazzák az összes esszenciális aminosavat, amelyeket a szervezet nem tud előállítani, és az étrenddel kell bevinni.

A vadhús biológiai értéke magas, ami azt jelenti, hogy a test könnyen hasznosítani tudja a benne található fehérjét és aminosavakat. Ez különösen fontos a növekedés, a szövetek regenerációja és az izomépítés szempontjából.

Gazdag forrásai olyan fontos tápanyagoknak, mint a vas, a cink, a B-vitaminok (például B12-vitamin), valamint a szelén. Ezek a tápanyagok kulcsfontosságúak az anyagcsere folyamatokban, az immunrendszer erősítésében és az idegrendszer megfelelő működésében.

A vadhúsban megtalálható zsírok szerepet játszanak az energiatermelésben és a sejtfalak szerkezetének fenntartásában.

Különösen a vörös húsban és vadhúsban található vas segít megelőzni a vérszegénységet és a vashiányos állapotokat. Ezenkívül a B-vitaminok, különösen a B12-vitamin, amely megtalálható a húsokban, elengedhetetlenek a vérképzéshez és az idegrendszer megfelelő működéséhez.

Bizonyos húsok, például a lazac és a vadhalak, gazdag forrásai az omega-3 zsírsavaknak, amelyek pozitív hatással vannak az agy egészségére és a gyulladásos folyamatok csökkentésére.

2. CÉLKITŰZÉS

Magyarországon a vadhús a fogyasztók számára folytatott küzdelemben nehéz helyzetben van, mivel az országban jelentős húsfogyasztás ellenére csak kis hányadát teszi ki. A magyar lakosság leginkább csirke- és sertéshúst fogyaszt, míg a halak, pulyka és marhahús is népszerűek. A vadhúsok, mint például a vaddisznó, őz és szarvas, évente mindössze egyszer-kétszer kerülnek az asztalokra, elsősorban ünnepek alkalmával. Ezen húsok fogyasztása rendkívül ritka, még az évi egy-két alkalomhoz képest is. Annak ellenére, hogy a vadhúsoknak számos pozitív élettani és környezeti hatása van, a magyar fogyasztók többsége csak részben van tisztában ezekkel a tényekkel.

A vadhús alacsony fogyasztását nem az okozza, hogy az emberek nem szeretik vagy nem próbálnák ki ezeket a húsokat, hanem inkább az, hogy az elmúlt évtizedekben a vadhús nehezen hozzáférhetővé és viszonylag drágává vált, különösen a fiatalabb generációk számára. A vadhúsok feldolgozása és elkészítése terén mutatkozó ismerethiány is szerepet játszik ebben a problémában, és ezért elengedhetetlen, hogy ezen a területen változások történjenek. Fontos, hogy az ismereteket bővítsük és megnyissuk az utat a fiatalabb generációk felé, hogy újra a mindennapi étkezések részévé válhassanak a vadhúsok.

Kiemelkedően fontos lenne, ha különös figyelmet fordítva a fiatal felnőttekre, hosszú távú és komplex fogyasztásösztönző programok indulnának a vadhúsok népszerűsítésére és a tudatosabb fogyasztói szokások kialakítására.

Szakdolgozatom elsődleges célja, hogy megismertessem a vadhúsfeldolgozás kapcsán a HHP (Magas Hidrosztatikus Nyomás) előnyeit, valamint a vadhúsra (szarvascomb) gyakorolt hatását. Ezt a technológiát gyakran hőkezelés alternatívájaként alkalmazzák, mivel segítségével az élelmiszerek biztonságosabban és hosszabb ideig tárolhatók, miközben a textúra és a tápanyagok megőrzését is lehetővé teszi. A kutatás során a kezelés hatására bekövetkező fizikai-kémia-biológiai változásokat vizsgáltam és a kapott eredmények alapján következtetések levonását terveztem.

3. IRODALMI ÁTTEKINTÉS

3.1. HÚSFOGYASZTÁS ÉS HÚSKULTÚRA

3.1.1. AZ EMBEREK HÚSFOGYASZTÁSÁNAK TÖRTÉNETI ÉS KULTURÁLIS KONTEXTUSA

Az emberiség történetében a hús mindig is kiemelkedő szerepet játszott a táplálkozásban és a kulturális gyakorlatokban. Az évezredek során a húsfogyasztás fejlődése és változásai az emberi társadalmak fejlődésével és különböző kulturális kontextusokban való életmódjukkal szorosan összefüggtek.

Az emberi faj kezdetektől fogva húsfogyasztó volt, és a hús az egyik elsődleges táplálékforrás volt az ősemberek számára. Az agy jelentős méretű növekedése az emberi evolúció egyik meghatározó vonása. Az agysejtek energiaigényesek, és a húsban található tápanyagok, különösen a fehérjék és a zsírok, fontos szerepet játszottak az agy fejlődésében valamint a magasabb rendű kognitív képességek kifejlődésében (Garner, 2009).

Az emberiség húsfogyasztása az ősidőkben gyökerezik. A paleolitikus korszakban az emberek főként vadon élő állatok húsát fogyasztották, és a hús vadászat kulcsfontosságú része volt az életüknek. Az ősemberek számára a hús nemcsak táplálékot jelentett, hanem energiát és fehérjét is biztosított az élet fenntartásához (Aiello & Wheeler, 1995).

Az ősemberek, vagy más néven paleolitikus emberek, mint vadászó-gyűjtögetők, életüket a természeti környezetben és a rendelkezésre álló erőforrásokon alapozták meg. Az étrendjük alapvetően két fő összetevőből állt: vadon élő állatok húsából és a természetben megtalálható növényekből való gyűjtögetésből. Az étkezési mintázat jelentősen eltért a mai, iparosodott társadalmaktól. Ambrose (1998) "Late Pleistocene human population bottlenecks, volcanic winter, and differentiation of modern humans" című tanulmányában bemutatta az ősemberek közötti genetikai változatosság csökkenésének és az emberi populációk szűkülésének hátterét. Ezt a szűkülést az étrendjük változása, különösen a nagytestű emlősök vadászatának nehézségei is befolyásolták.

Aiello és Wheeler (1995) a "The Expensive-Tissue Hypothesis: The Brain and the Digestive System in Human and Primate Evolution" című cikkükben az "Expensive Tissue Hypothesis" elméletét mutatják be, amely szerint az emberi agy nagy mérete miatt az emésztőrendszer kisebb lett, és a húsos étrend segítette az agy fejlődését.

Az ősemberek húsfogyasztása nemcsak az agyfejlődést, hanem az emberi fizikumot is befolyásolta. Az állati fehérje és zsírok segítettek az emberi test fejlesztésében, különösen az izomzatban és a csontokban. Az ősemberek hús alapú étrendje hozzájárult az emberi test erősítéséhez és az emberi adaptációkhoz (Eaton & Konner, 1985).

Az agrárforradalom során az emberek áttértek a mezőgazdasági termelésre és az állattenyésztésre. Ennek eredményeként az étrendjük alapja megváltozott, és nagyobb mennyiségű gabona és tejtermék került az étrendbe. Cohen (1989) "Health and the Rise of Civilization" című könyvében rámutat az agrárforradalom egészségügyi következményeire, például a fogszuvasodás és a krónikus betegségek növekedésére.

Az ipari forradalom hatására az élelmiszeripar fejlődött és számos feldolgozott élelmiszert hoztak létre. Az emberi étrend gyakran magas cukor-, zsír- és sótartalmú élelmiszerekkel telített, ami számos egészségügyi problémát okoz. Nestle (2013) "Food Politics: How the Food Industry Influences Nutrition and Health" című könyvében részletesen bemutatja az élelmiszeripar hatását az emberi étrendre és az egészségre.

3.1.2. A HÚS, MINT TÁPLÁLÉK ÉS TÁRSADALMI SZIMBÓLUM

Az emberiség évezredek óta húst fogyaszt, és ennek a gyakorlatnak sokkal mélyebb jelentése van, mint pusztán a táplálkozás. A hús, mint táplálék és társadalmi szimbólum egyaránt, kultúrák, vallások és társadalmak mélyén gyökerezik, és olyan komplex jelentéshálót hoz létre, amely áthatja mindennapi életünket és a társadalmi viszonyrendszerünket.

A hús, mint táplálék szerepe az emberi evolúcióval kezdődött. Az évezredek során a húsfogyasztás olyan adaptációs előnyöket nyújtott az emberi fajnak, mint az esszenciális aminosavak, vitaminok és ásványi anyagok biztosítása. A húsfogyasztás életerőt és erőnlétet nyújtott az emberiség számára a folyamatos evolúciós fejlődés során (Milton, 2003).

Ugyanakkor a hús társadalmi szimbólumként is kiemelkedő szerepet tölt be. A hús fogyasztása és megosztása olyan szertartások és ünnepek központi eleme volt, amelyek az emberek közösségi és kulturális identitását meghatározták. Az étkezések, amelyekben húst

fogyasztanak, gyakran társadalmi hierarchiát és szerepeket tükröznek. Például a középkori banketteken a húsfogyasztás a gazdagság és hatalom kifejezője volt, míg a rituális étkezések és áldozatok húśáldozatokkal jártak együtt, amelyek vallási és spirituális jelentőséggel bírtak (Counihan & Kaplan, 1998).

A hús szimbolikus jelentése a kultúrák között változhat, és gyakran tükrözi az adott társadalom értékrendjét és normáit. Számos kultúrában a húsfogyasztás szertartásos vagy ünnepi eseményekhez kapcsolódik. Az ilyen étkezések az összetartozást, az ünnepi alkalom fontosságát és a közösségi szolidaritást is kifejezhetik, valamint azt, hogy hogyan tükröződik az étkezés kulturális és szociális jelentése a szertartásos étkezéseken keresztül (Douglas, 1972).

3.2. HÚS FOGALMA, FELÉPÍTÉSE ÉS ÖSSZETÉTELE

Az állati eredetű élelmiszerek kategóriájában a hús olyan összetevő, amely az állatok izomszövetéből származik, és emberi fogyasztásra kerül. A vágási folyamat során az állatot "hasított testté" és "nem hasított testté" osztják. Az előbbi a hús alapanyagát jelenti, míg az utóbbi további két kategóriára oszlik: az "ehető belsőségekre" és a "nem ehető belsőségekre". Az ehető belsőségek közé tartoznak olyan szervek és szövetek, mint a máj, a szív, a vesék, és más egészségesnek minősülő szervek és szövetek, amelyek emberi fogyasztásra alkalmasak. A nem ehető belsőségek, mint például a bőr, a vér, a szarv, a fej, a béltartalom, a lábak és más olyan állati részek, amelyek nem alkalmasak az emberi étrendre (Seman és mtsai., 2018).

Ezek a definíciók és osztályozások földrajzi régiókban változhatnak a kulturális gyakorlatok, szabályozási követelmények, higiéniai előírások és vallási megfontolások függvényében. Az olyan termékeket, amelyek nem alkalmasak az emberi fogyasztásra, "melléktermékeknek" vagy "ehetetlen belsőségeknél" nevezik. Ilyenek például a bőrök, a tollak, a baromfivér és olyan szervek, amelyeket az Egyesült Államokban nem vizsgálnak és nem értékesítenek emberi fogyasztásra (Seman és mtsai., 2018).

Az élelmiszeriparban és az étkezési kultúrákban használt kifejezések közé tartoznak a "piros" és "fehér" hús kategóriák, amelyek a húśok színét, zsírtartalmát és egyéb jellemzőit osztályozzák. Azonban ezek az elnevezések nem mindig képesek leírni a különböző

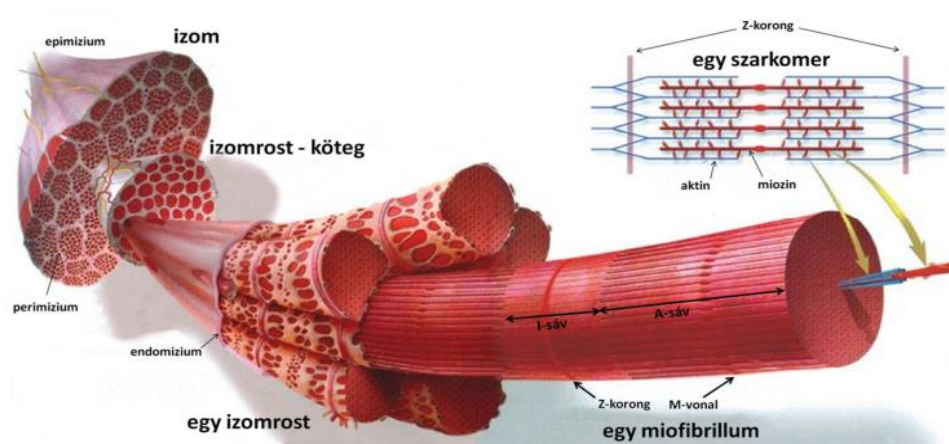
állatfajok és húsok egyedi tulajdonságait és tápértékét, és általánosságban nem alkalmazhatók az egészségügyi és táplálkozási osztályozásra (Seman és mtsai., 2018).

Az utóbbi években az olyan innovatív technológiák, mint a sejtenyésztés vagy az in vitro szövettermelés, megjelentek az állati eredetű élelmiszerek terén. Ezek az eljárások arra törekednek, hogy hús alapanyagot állítsanak elő az állatok betakarítása nélkül, és ahhoz, hogy ezeket a termékeket húsnak tekintsék, számos szempontnak kell megfelelniük, például összetételben és érzékszervi jellemzőkben, hogy összehasonlíthatók legyenek az állatokból származó hússal.

Végül, a húsfeldolgozás folyamata során a hús különféle módokon alakul át, beleértve a fizikai és biokémiai átalakításokat, hogy előállítsák a különféle hústermékeket, amelyeket a fogyasztók elfogadhatónak és kíváncsúnak találnak (Seman és mtsai., 2018).

3.2.1. AZ IZOM SZERKEZETE

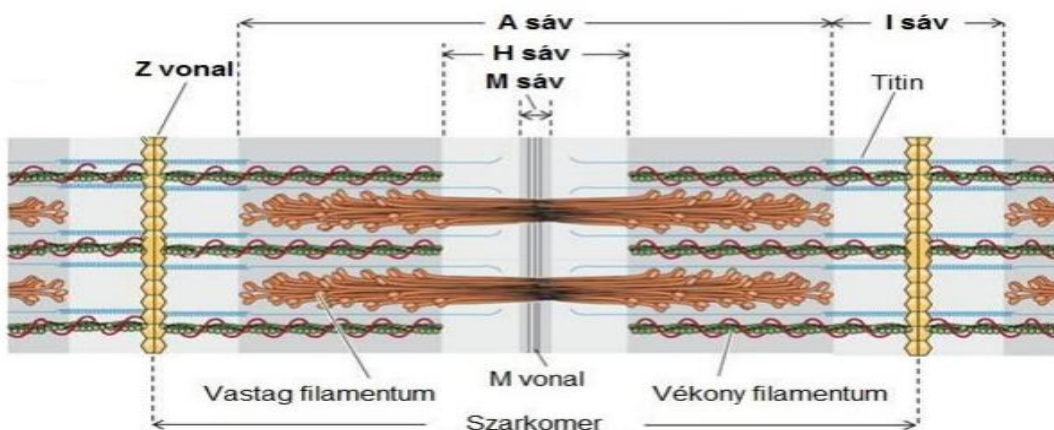
Az izom szerkezete és anatómiája alapvetően szervezett és hierarchikus. Az izmot (1.ábra) egy vastag kötőszöveti burok, az epimysium veszi körül, míg az izomrostokat rostkötegekre osztja a perimysium kötőszöveti hálózat. Az egyes izomrostokat egy vékony kötőszöveti hálózat, az endomysium veszi körül. Az endomysium tartalmaz egy bazálmembránt, amelyet egy retikuláris réteg vesz körül, amelyben finom kollagén fibrillumok hálózata található. A bazális lamina, amely a bazálmembrán része, szolgálhat diffúziós gátként a nagy fehérjék számára.



1. ábra: A vázizmok általános szerkezetét bemutató sematikus diagram

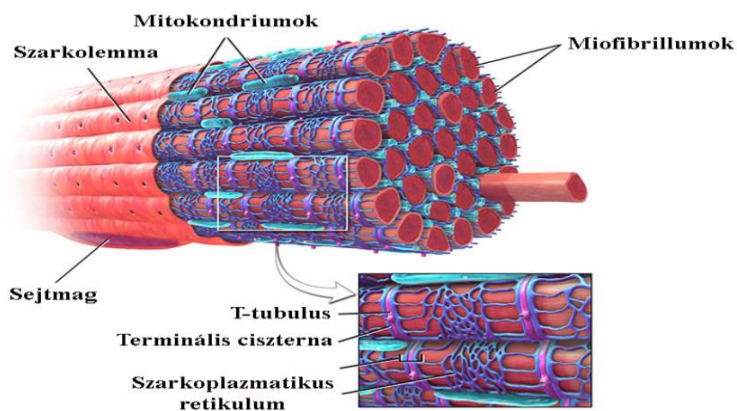
(Forrás: (Purslow, 2023))

Az izomrostok hosszirányban rendszeres keresztirányú barázdákat mutatnak, ahol a sűrűbb fehérjesűrűségű A-sávok a kevésbé sűrű I-sávokkal váltakoznak (2. ábra). Közepes vagy hosszú izomhosszúság esetén az A-sávban egy világosabb zóna, azaz H-zóna található, és az A-sáv közepén sűrű vonal, az M-vonal fut végig. Az I-sávot a nagyon sűrű Z-korong osztja meg két részre.



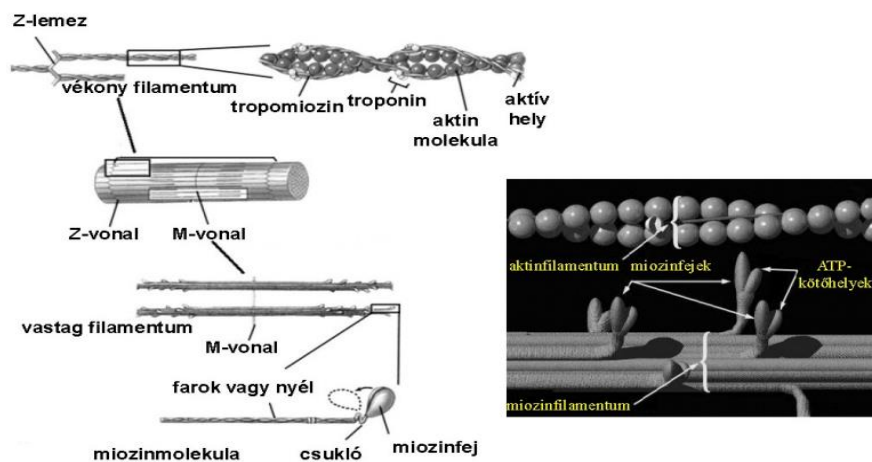
2. ábra: Izomszövet (Forrás: Internet 1.)

Az izom szerkezete (3. ábra) nem folyamatos az izomrost teljes szélessége mentén, hanem nagyjából hengeres elemekre, a miofibrillumokra oszlik, amelyek a rost hossza mentén helyezkednek el. Ezeket egymástól hézagok választják el, amelyek membránnal bélelt csatornákat (szarkoplazmatikus retikulum) tartalmaznak, amelyek a kalciumionok tárolására szolgálnak, amíg azok szabadulnak az izomösszehúzódás kiváltásához. Egyes izomrostokban ezekben a hézagokban mitokondriumok is megtalálhatók. Az egymást követő Z-korongok közötti ismétlődő szerkezeti egységet szarkomernek nevezzük.



3. ábra: Az izom szerkezete (Forrás: Internet 2.)

A miofibrillumok barázdáit két hosszanti irányú filamentum szervezett elrendezése hozza létre (4. ábra): a vastag filamentumok, amelyek az A-sávban találhatók és középpontjukban az M-vonal fut, valamint a vékony filamentumok, amelyek a Z-korong két oldalától a H-zóna széléig terjednek, és a Z-koronghoz kapcsolódnak (Perez-Munuera és mtsai., 2009).



4. ábra: Az izomrost vékony és vastag filamentumai (Forrás: Internet 3.)

3.2.2.AZ IZOM POSTMORTEM BIOKÉMIÁJA

Az izom hússá alakulásának folyamata a levágástól kezdődik, amikor a keringés megszűnik az élő állat izmaiban. Ettől a ponttól kezdve az izom nem kap tápanyagot és oxigént külső forrásból, így az izomban lévő energiaraktárak elkezdenek elhasználódni. Az izom adenozin-trifoszfátja (ATP) gyorsan fogy, majd a glikogén, az energiaforrás, metabolizálódik. Ez a glikogén teszi lehetővé az izom összehúzódását, de ezalatt a folyamat alatt a pH-érték is csökken a normális 7,1-ről 6,02-re.

Az izomösszehúzódás a miofilamentumok, azaz az aktin- és miozin-filamentumok egymáshoz viszonyított csúszásával történik, amit a szarkoplazmatikus retikulum kalciumfelszabadulása kezdeményez. Az ATP szükséges az összehúzódás aktiválásához és fenntartásához kalcium jelenlétében. Ha nincs ATP, és van kalcium, az izom merevvé válik, és nem húzódik össze. Ebben az esetben az izmok merevségben maradnak, általában az elhalás következményeként.

Az izmok energiatartalékainak kimerülése végül hullamerevséghez vezet, és az izomállapot átalakul, vagyis a hús kialakul. Az „öregedő” húsból a miofibrilláris izomfehérjék endogén enzimek általi lebomlása következik be, elsősorban az A-I sáv kapcsolódási pontjain és a Z-vonalakon. Ezen enzimek közül a kalciumfüggő proteázok a legfontosabbak. Emellett a

lizoszomális és a kalciumfüggő proteinázok szinergikusan járulnak hozzá az izom öregedéséhez, és bár nem találtak közvetlen kapcsolatot az izmokban található proteázok tartalma és az öregedési sebesség között, ezek a proteázok kulcsfontosságúak az izom öregedési folyamatában (Perez-Munuera és mtsai., 2009).

3.2.3. FEHÉRJÉK, ZSÍROK, SZÉNHIDRÁTOK ÉS EGYÉB

ÖSSZETEVŐK JELENLÉTE ÉS SZEREPE

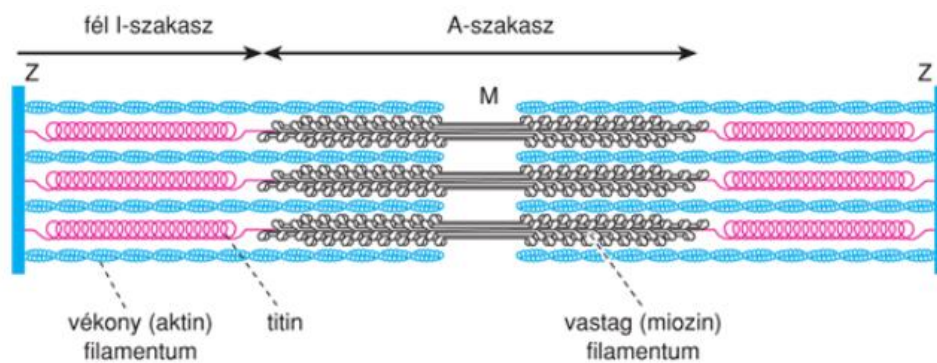
Az izomsejtek nagymértékben specializált és szervezett sejtek az állati testben. Döntő szerepet játszanak a mechanikai funkciók széles körének ellátásában. Ezek a funkciók a mozgás és a fiziológia különböző aspektusait foglalják magukban.

1. táblázat: Az izom összetétele (Huff-Lonergan, 2010)	
Összetevők	% -a az izomtömegnek
Víz	75% (65-80%)
Fehérje	18.5% (16-22%)
Zsír	3% (1-13%)
Szénhidrát	1% (0.5-1.5%)
Nem-fehérje nitrogén tartalmú anyagok	1.7% (1-2%)
Egyéb nem fehérje- tartalmú anyagok (ásványi anyagok, vitaminok stb.)	0.85% (0.5-1%)

Víz: Az izomszövet jelentős mennyiségű vizet tartalmaz, általában tömegének 65-80%-át teszi ki. A víz fontos szerepet játszik a hőszabályozásban, a sejtfolyamatokban és a tápanyagszállításban.

Fehérje: A fehérje az izom második legnagyobb összetevője, tömegének körülbelül 16-22%-át teszi ki. Az izomfehérjéknek számos funkciója van, beleértve az izomszerkezet fenntartását, a kontraktilis folyamatok támogatását és a kontraktilis fehérjék közötti kölcsönhatások szabályozását. Ezeket myofibrilláris fehérjékre (a kontraktilis apparátushoz kapcsolódóan) és szarkoplazmatikus fehérjékre (a jelátvitelben és az anyagcserében részt vevő) sorolhatjuk. A hús fehérjeit csoportosíthatjuk kötőszöveti fehérjékre, szarkoplazma fehérjékre, miofibrillumokban található struktúrfehérjékre, vérfehérjékre (mivel az izomzat vérerekkel átszőtt), valamint belsősegek saját fehérjeire is.

- **Kötőszöveti fehérjék:** Az izomzat nagy részét a kollagén és az elasztin alkotja. Ezek részben felelnek az izom szálak merevségéért és az élelmiszerek összetartásáért. Különösen a kollagén fontos a kocsonya és aszpik (hidegkonyhai készítmények) előállításában. A kollagénen kívül a kötőszöveti fehérjék tartalmaznak glicint, prolint, oxiprolint és kén tartalmú aminosavakat. A kreatinok az állati szőr, gyapjú, toll, köröm, pata, ínszalagok környékén megtalálható kemény, nehezen oldható fehérjék.
- **Miofibrillumok fehérjéi:** A miozin a legnagyobb mennyiségben előforduló komponens, ami teljes értékű fehérje. Fontos szerepe van az ATP-áz aktivitásban, és kétértékű kationokra (pl. Ca, Mg) van szüksége a működéséhez. Képes komplexet alkotni az aktinnal, az aktomiozin komplexet (5. ábra).



5. ábra: Aktin és miozin (Forrás: Internet 4.)

Az aktin egy globuláris fehérje, amely egyetlen peptidláncból áll.

A miofibrillumokban megtalálhatók továbbá a tropomiozin és a troponinkomplex.

- **Szarkoplazma fehérjék:** Az omiogén nevű albumin fontos szerepet játszik az oxigén szállításában. A szarkoplazma tartalmaz enzimeket, transzportfehérjéket és más globuláris fehérjéket.
- **Vérfehérjék:** A hemoglobin összetett fehérje, amely hem és globin alkotóelemeiből áll. Fontos a vörös vérsejtek oxigénszállításában. Az albumin a vérplazmában a legnagyobb frakciót képezi és fontos a vízháztartás szabályozásában. A véralvadásban részt vevő fibrinogének összetett fehérjék, amelyek aminosavakon kívül szénhidrátot is tartalmaznak.

Lipidek: Az izom lipidtartalma változó, és az izomtömeg körülbelül 1-13%-a között mozoghat. Az izomban lévő lipidek szerepet játszanak az energiatárolásban, a membránszerkezetben és számos egyéb folyamatban. Az izmokban található lipidek két fő típusa a trigliceridek és a foszfolipidek. A húsból a zsír-fehérje-víz aránya változó, 2-40% között, a hústípustól függően. A hús zsírtartalma függ az állat testrészétől is, és a zsír keménysége az állatban található zsírsavak típusától függ. A táplálkozási szempontból a sovány hús általában egészségesebb. A húsból lévő lipidek főleg triacilglicin molekulákból állnak, amelyek között megtalálhatók a palmitinsav, sztearinsav és olajsav jellemző zsírsavak (Andrea & Zoltán, 2015).

A foszfatidok mennyisége a különböző szövetekben eltérő lehet. A hús tartalmaz koleszterint (0,1-0,2%) és szabad zsírsavakat. Az ételkészítés során a faggyú és a keményebb zsíradékok viszonylag könnyen eltávolíthatók a bőr alatti kötőszövetből. A sertéshús általában a legzsírosabb, különösen a szalonna réteggel (Andrea & Zoltán, 2015).

Szénhidrátok: Az izomszövet szénhidrátot tartalmaz, tömegének körülbelül 0,5-1,5%-át teszi ki. Az izomzat elsődleges szénhidrátja a glikogén, amely energiatartalékként szolgál. Egyéb szénhidrátok, glükóz, a glikogén anyagcsere közbenes termékei és glikozaminoglikánok is jelen vannak. Az izomszövetben körülbelül 0,21% glikogén található, mennyisége függ az állat levágása előtti izommunkától és táplálásától. A hús érési folyamataiban játszanak szerepet. A hús főként B-vitaminokat tartalmaz a vitaminok közül, míg a máj A-vitaminban gazdag. Az ásványi anyagok mennyisége általában 1-1,5% között van, és közülük a legfontosabbak a kálium, nátrium, kalcium, vas, cink és réz.

Nem fehérje nitrogén-tartalmú vegyületek: Az izomrostokban számos nem-fehérje nitrogéntartalmú vegyület található. Ezek közé tartoznak olyan anyagok, mint a kreatin és a kreatin-foszfát, nukleotidok, például az ATP (adenozin-trifoszfát) és az ADP (adenozin-difoszfát), szabad aminosavak, peptidek, például anzerin és karnozin, valamint más nem-fehérje anyagok (Huff-Lonergan, 2010).

A hús olyan vegyületeket is tartalmaz, amelyek nitrogén tartalmú és lúgos kémhatásúak és hidegvízben is kioldhatók. Ezek a vegyületek húsbázisoknak nevezhetők, és fontosak a hús jellegzetes ízének és zamatának kialakításában. A következők a húsbázisok:

Guanidinszármazékok: Ilyen vegyületek közé tartozik a kreatin és a kreatinin. Hisztidinszármazékok: Ide sorolható a karnozin.

Purinszármazékok: Ezek közé tartoznak a hipoxantin, adenin és xantin vegyületek.

Aminosavak: A húspanban található aminosavak, például alanin, valin, fenilalanin és aszparaginsav is hozzájárulnak a hús jellegzetes ízéhez és zamatához.

Karbamid és különféle aminok is részei a húsbázisnak.

Ezen vegyületek együttesen adják meg a hús jellegzetes ízét és aromáját (Andrea & Zoltán, 2015).

Savak: Az izmok különböző savakat tartalmaznak, mint például tejsav, citromsav, hangyasav, α -ketoglutársav, oxálcetsav és ecetsav. Nyomokban kimutatható CO_2 , NH_3 és H_2S is a húspanban. Az NH_3 és H_2S nagyobb mennyiségben előfordulása friss húspanban káros elváltozásokra utalhat.

A hús összetételét számos tényező befolyásolja, például az állat tápláltsága, életkora és fajtája. Általánosságban elmondható, hogy a sertéshús magasabb zsírtartalommal rendelkezik, míg a marhahús kevesebb zsírt tartalmaz. A baromfihús zsírtartalma a bőr alatt és a hasüregben található (Andrea & Zoltán, 2015).

3.3. HÚS ÉRÉSE, HÚSHIBÁK

A hús érése és romlása: Az optimális húsminőség eléréséhez és a legkedvezőbb tulajdonságok kifejlődéséhez elengedhetetlen a vágás utáni érlelés. A hús érése egy összetett biokémiai folyamat, amely során az izomszövetben fellazul a vágás utáni hullamerevség enzimek hatására. Ennek eredményeként a hús könnyedén szeletelhetővé válik, puhává és könnyen főzhetővé válik.

Az erősebb rostozatú húsok érése hosszabb időt vesz igénybe, míg a baromfi húsok rövidebb érési időt igényelnek. Az izomszövet fő szerepe az élő állatokban a mechanikai munkavégzés biztosítása. Ennek megfelelően az izomszövetnek megfelelő energiát kell biztosítani. Az energia közvetlen forrása az ATP, amelyet a vágás után a szénhidrátok lebontása révén tud a szervezet előállítani.

Az izomszövet anyagellátását a máj és az izomszövet anyagcseréjének kölcsönhatása biztosítja, és az oxigénellátást a véráram szállítja a tüdőből.

Az állatok levágása után megváltoznak az izomszövetben zajló biokémiai folyamatok feltételei, megszűnik az izomszövet kapcsolata a májjal, és az oxigénellátás is megszűnik (Mária, 2012).

A hús vágás utáni átalakulásait három különböző szakaszban lehet leírni gyakorlati szempontból:

- **Hullamerevség előtti szakasz (pre rigor):** Ebben a szakaszban a hús még puha és frissen vágott állapotban van. Ennek a fázisnak a jellemzője a biokémiai változások között az ATP- és kreatin-foszfát szint csökkenése, valamint az anaerob folyamatok dominanciája.
- **Rigor mortis (hullamerevség) állapota:** A pH érték eltolódik, az izomrostok megmerevednek, és fehérjedenaturáció következik be ebben az időszakban.
- **Post rigor (Hullamerevség utáni) állapot:** Ebben a szakaszban a hús fokozatosan puhul, és másodlagos folyamatok játszanak szerepet az íz és érzékszervi tulajdonságok javításában.

Az állat levágása után az optimális kivéreztetés elvégzésre kerül, hogy megszűnjön az izomszövet oxigén ellátása, és a redoxpotenciális érték gyorsan eltolódik a redukciós irányba. Ennek következtében az aerob oxidáció lehetetlenné válik, és az ATP csak anaerob glikolízissel képződik, ami jóval kevesebb, mint az aerob úton termelt ATP. Az ATP-szintet a szarkoplazmatikus ATP-áz folyamatos működése csökkenti. Az első szakaszban, miután a kreatin-foszfát tartalom még meglévő, az ADP-t képes regenerálni ATP-vé. A mérések azt mutatják, hogy ebben a szakaszban az ATP-szint viszonylag stabil marad, de amikor eléri a kritikus szintet, ami már nem elegendő az izomösszehúzódás gátlásához, akkor bekövetkezik a hullamerevség. Ennek oka az ATP hiánya, ami miatt az izmok nem tudnak újra ellazulni.

A további húsérés során az ATP, ADP és AMP lebomlik, és ezeknek a folyamatoknak az egyik jele az ammónia megjelenése, amely az adenzinszármazékok dezaminálásával függ össze. Végül az adenin inozinná alakul át:



A glikolízis eredményeként, mivel a post mortem szövetben a laktát elszállítása a májba és újrafelhasználása nem lehetséges, tejsav felhalmozódik a húsban. Ennek következtében a pH érték is csökken, és savasabb irányba tolódik, elérve pH 5,3-5,5 értéket. Ezek a biokémiai változások hatással vannak néhány fontos hústulajdonságra (például konzisztencia,

vízmegkötő képesség). A pH-változást részben a növekvő szerves foszforsavmennyiség is befolyásolja.

A hullamerevség egy idő után megszűnik, és a konzisztencia változásában szerepet játszanak a fehérjebontó enzimek is. Kísérletek kimutatták, hogy az érés során növekszik a peptidek és szabad aminosavak mennyisége a húsban (Andrea & Szabó, 2015).

A hús minőségét meghatározó tényezők: A hús minőségét számos tényező befolyásolja, ideértve a szöveti összetevők arányát, a színét, szagát, állományát és vágásfelületét.

Szöveti összetevők aránya: A hús minőségét meghatározza az izomszövet, kötőszövet, zsírszövet és csontszövet aránya. Az optimális táplálkozástani értékű húsokban az izomszövet túlsúlyban van, míg a kötőszövet kevésbé domináns. Az izmok közötti zsírszövet nemcsak díszítőelemként szolgál, hanem hozzájárul a hús puhaságához, ízletességéhez és energiaértékéhez. A zsírtartalom az állatfajától, korától, tápláltsági állapotától és a húsrésztől függ.

A hús textúrája az érzékszervi tapasztalatok között leginkább észrevehető. Az ideális hús textúra szaftos és könnyen rágható. Azonban a textúráhibák, mint például túl kemény vagy túl puha hús, gyakran a hús rossz minőségére vagy feldolgozási problémákra utalnak. A hús textúráját olyan tényezők befolyásolhatják, mint az állattartás és a feldolgozási mód

Hús színe: A hús színe számos tényezőtől függ, beleértve az állat fajtaját, életkorát és táplálását. A szín alapján megállapítható a hús frissessége és minősége. A színváltozások, például a sötétebb vagy barnás árnyalatok, gyakran oxidációs folyamatok eredményei lehetnek, amelyek hatással lehetnek a hús tápértékére és érzékszervi tulajdonságaira (Hunt és mtsai., 1999)

A hús vörös színét a mioglobin nevű vastartalmú fehérje adja, amely az izomsejtekben található. A mioglobin érzékeny a levegő oxigénjére és hő hatására is változhat. A hús színe az állat fajától, korától és a húsrésztől függ. Például a fehér húsú állatok izomszöve általában puha és száraz, míg a barna húsok szívósabbak és rágósabbak lehetnek (Andrea & Zoltán, 2015).

Hús szaga: A hús kellemes szaga szintén fontos minőségi mutató. Az eltolódott szagok vagy kellemetlen szagok a mikrobiális aktivitás eredményei lehetnek, amelyek a hús romlásához vezetnek. A kellemetlen szagok lehetnek az élelmiszer-borne betegségek jelei is, amelyek egészségügyi kockázatot jelentenek a fogyasztókra nézve (Nychas és mtsai., 2008)

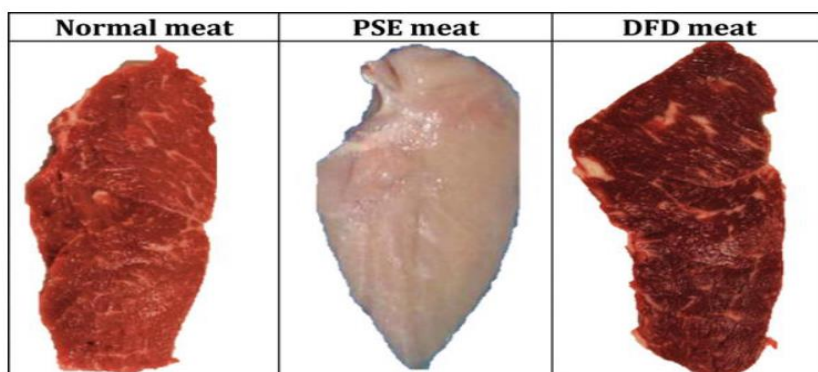
A hús szagát az illó zsírsavak és a tejsav tartalmával magyarázhatjuk. A friss hús általában egészséges állat illatával rendelkezik. Az érés előtti hús édeskés szagú lehet, míg az érett hús enyhe savanykás szagot kaphat a tejsav miatt. Hím állatok húsanak erőteljes ivarszaga lehet.

Hús íze: A hús ízét a nitrogéntartalmú szerves vegyületek, vagyis a húsbázisok adják. Ezek jól oldódnak hideg vízben és fontosak a húslevesek ízének kialakításában. A hús íze az állatfajokra jellemző és az idősebb állatok húsa általában gazdagabb húsbázisokban (Andrea & Zoltán, 2015).

Hús állománya és vágásfelülete: A hús állománya és vágásfelülete az állat fajtától, fajtájától, tápláltsági állapotától és a húsrésztétől függ. Ezek a tényezők változatos textúrát és vágásfelületet eredményeznek.

Az említett faktorok mindegyike összekapcsolódik és együttesen határozza meg a hús minőségét. Fontos megérteni ezeket a tényezőket a húskészítés és ételkészítés során annak érdekében, hogy a legjobb minőségű húst választhassuk és készíthessük.

3.3.1. JELLEGZETES HÚSHIBÁK



6. ábra: Jellegzetes húshibák (Forrás: Internet 5.)

A húsérés során a normális folyamatok elvégzése után a hangsúly a hús feldolgozására és táplálkozási értékének javítására összpontosul. Azonban a rendellenes húsérés (6. ábra) során jelentős biokémiai eltérések is előfordulnak. A vizsgálatok kimutatták, hogy különböző hústípusokban lényeges különbségek tapasztalhatók a glikolízis sebességének függvényében, a tejsavképződésben és a pH-változásban. Ebből a szempontból három fő kategóriába sorolhatók a húsok:

- **Normális pH változás:** A normális típusú húsokban a pH értéke néhány óra alatt lecsökken körülbelül 6,0-ra, majd lassú ütemben folytatódik a csökkenés egészen körülbelül 5,5-ig.
- **PSE Húsok (Pale, Soft, Exsudative):** A PSE (pale, soft, exudativ) húsokra jellemző, hogy magas kezdeti szénhidrát-koncentrációjuk van, ami miatt a glikolízis gyorsabban zajlik le. Ennek eredményeként sok tejsav keletkezik, és az izom pH-ja 5,2-5,3 körüli értékre csökken. A hús világos színű, puhább állagú és nehezen tartja meg a nedvességét. Ez a jelenség leggyakrabban sertéseknél fordul elő.
- **DFD Húsok (Dark, Firm, Dry):** A DFD (dark, firm, dry) húsról jellemző, hogy annak pH-értéke magasabb, mint a normális, általában a 5,8 helyett 6,0-6,2 tartományban található. Az ilyen húsokra jellemzőek a sötétvörös szín, a kemény állomány, amit a duzzadt sejtek okoznak, és a jó vízkötő képesség. A DFD-hiba gyakori probléma szarvasmarha húsok esetében. Ha az állat hosszabb pihenőidőt kap az elszállítás és a vágást megelőzően, a szénhidráttartalékok lassan kimerülnek, kevés tejsav keletkezik, így nincs nagy pH-esés.

A PSE húsokban jól kimutatható a gyorsabb ATP-bontás következtében megnövekedett inozin és inozinnukleotidok mennyisége. Ez, valamint az alacsonyabb pH érték azonosításuk alapjául szolgál. Mivel a rendellenes húsérés szorosan összefügg a glikolízis sebességével, a glikolízis enzimeinek aktivitását részletesen vizsgálták annak érdekében, hogy megértsék, hogyan változik ezek aktivitása a post mortem körülmények között. Megállapították, hogy a pH csökkenésével először a foszforiláz aktivitása gátolódik, ami azt sugallja, hogy ez az első szabályozási pont a post mortem glikolízisben. A foszfo-frukto kináz is fontos szerepet játszik a húsokban. Általában a gyors glikolízis feltételei magasabb glükózszint, több glükózfoszfát, alacsonyabb fruktóz-1,6-difoszfát-, ATP- és kreatinfoszfát-szintet jelentenek (Tanács & Pinney, 2018).

3.4. A SZARVASHÚS JELLEMZŐI

A hús minőségét meghatározó tényezők közé tartoznak a fizikai, kémiai és érzékszervi jellemzők, valamint a hús utólagos kezelése során bekövetkező tényezők (pH szint, hőmérséklet és/vagy érlelési folyamat), amelyek jelentős hatást gyakorolnak a fogyasztók húsválasztására és elégedettségére.

3.4.1. AZ IZOMROSTOK TÍPUSA ÉS ÖSSZETÉTELE

Izomrosttípusok: A nagy emlősök vázizomzata általában három fő rosttípusból áll: I. típusú (lassú oxidatív, vörös), IIA típusú (gyors oxidatív-glikolitikus, vörös) és IIB típusú (gyors glikolitikus, fehér). Ezek a rosttípusok metabolikus tulajdonságaikban és kontraktilis tulajdonságaikban különböznek egymástól.

Miozin nehéz lánc (MHC) izoformái: Minden izomrosttípust a legnagyobb mennyiségben előforduló myofibrilláris fehérje, a miozin nehéz lánc (MHC) izoformája jellemez. Ez az MHC izoforma határozza meg a száltípus specifikus tulajdonságait.

Kötőszövetek: Az izomrostokat intramuszkuláris kötőszövet rétegei veszik körül, beleértve az endomysiumot (az egyes rostok körül), a perimysiumot (rostcsoport kötelékét) és az epimysiumot (a teljes izmot lefedi). Ezek a kötőszövetek szerepet játszanak a hús minőségében, különösen a puhaság tekintetében.

A húsminőségre gyakorolt hatás: Az izomrosttípusok összetétele és aránya a húsminőség különböző aspektusait befolyásolja. Például a nagyobb arányban I. típusú oxidatív rostokat tartalmazó állatok húsa puhább lehet, míg a IIA típusú rostok nagyobb aránya magasabb kollagéntartalommal és csökkent érzékenységgel járhat.

Összefüggés a rostátmérővel: Összefüggés van a rostátmérő (keresztmetszeti terület) és a hús textúra paraméterei, valamint a hús érzékszervi tulajdonságai között. A nagyobb rostokkal rendelkező izmok keményebbek lehetnek, mint a kisebb rostokkal rendelkező izmok.

Kor befolyása: Az állatok életkora is befolyásolhatja a hús minőségét. A fiatalabb állatok izmai eltérő szerkezeti és szerkezeti jellemzőkkel rendelkezhetnek, mint az idősebb állatok izmai. A kohéziót és a rugalmasságot kevésbé befolyásolhatja az életkor.

Különböző tényezők: A hús minőségét számos tényező befolyásolja, beleértve az olyan külső tényezőket, mint a táplálkozás, a növekedési ütem, a nem, az életkor és a testmozgás, valamint az izomösszetételhez kapcsolódó belső tényezők (Kudrnáčová és mtsai., 2018).

3.4.2. A HÚSMINŐSÉG FIZIKAI PARAMÉTEREI

PH-érték (pH): A hús végső pH-értéke (pH), amelyet körülbelül 24 órával a vágás után mértek, kritikus paraméter a húsminőség meghatározásához. A pH a hús különböző

jellemzőihez kapcsolódik, beleértve a színt, a puhaságot, a vízmegtartó képességet (WHC) és az eltarthatóságot. A szarvashúsban a pH jellemzően a 6,5 és 7,2 közötti tartományba esik.

A pH-csökkenés változékonysága: A szarvashús pH-csökkenésének sebessége széles skálán változhat, olyan tényezőktől függően, mint a hőmérséklet és a levágás előtti vagy post mortem kezelés. A vágóhídra szállítás során fellépő stressz magasabb pH-értéket (5,74 feletti) eredményezhet, mint a szántóföldön, kezelés nélkül lelőtt állatoknál.

Komplex kapcsolat a levágás előtti kezeléssel: A szarvashúsban a levágás előtti kezelés és a levágás utáni izom pH-értékei közötti kapcsolat összetettebb, mint az egyszerű glikogénkiürítési hatás. Egyes tanulmányok normális pH értékeket és fiziológiai válaszokat találtak az ante mortem stresszhatásoknak kitett szarvasfajokban.

A pH-értékeket befolyásoló tényezők: A szarvashús pH-értékeit olyan tényezők befolyásolhatják, mint az állatok szelídségi foka, fizikai állapota, neme és életkora. Míg egyes tanulmányok különbségeket mutatnak a pH-értékekben a nemek között, mások nem.

A hús színe: A hús színe döntő tényező, amely befolyásolja a fogyasztók választását és elfogadhatóságát. A szarvashúsban az intenzívebb vörös szín a jó minőséggel társul, és ezt kedvelik a fogyasztók. A színt olyan paraméterek segítségével értékelik, mint a világosság (L^*), a vörösség (a^*) és a sárgaság (b^*). A vadon élő és a farmon tenyésztett szarvasok színprofilja eltérő lehet, amelyet olyan tényezők befolyásolnak, mint az étrend és a fizikai aktivitás.

Színstabilitás: A szarvas húsa, különösen a vadon élő fűvön táplált állatoké, hajlamos sötétebb színűre a magasabb mioglobintartalom miatt. Az étrendben lévő antioxidánsok javíthatják a színstabilitást, és a hús fagyasztás előtti öregítése szintén javíthatja a színstabilitást.

Cseppveszteség és főzési veszteség: A csepegési veszteség és a főzési veszteség a vízmegtartó képesség (WHC) mutatói és a hús lédúságával és érzékenységgel kapcsolatosak. Különbségek figyelhetők meg a cseppveszteségben és a főzési veszteségben a nemek és a termelési rendszerek között.

Nyíróerő: A nyíróerő a hús puhaságának mértéke. Különbségek figyelhetők meg a nyíróerő értékekben a nemek, az izomtípusok és a gazdálkodási/termelési rendszerek között (Kudrnáčová és mtsai., 2018).

4.4.3. A SZARVASHÚS ÖSSZETÉTELE EMBERI TÁPLÁLKOZÁS SZEMPONTJÁBÓL

Energetikai érték: A szarvashús energetikai értéke 90-110 kcal/100 gramm. Ez viszonylag alacsony kalóriatartalmú választássá teszi a marha-, sertés-, birka- vagy baromfihúshoz képest, amelyek energiaértékei magasabbak lehetnek.

Alacsony zsírtartalom: A szarvashúst alacsony zsírtartalma miatt értékeli, így sovány hús opció. Az egészségtudatos fogyasztók gyakran az alacsony zsírtartalmú húsokat részesítik előnyben.

Magas fehérjetartalom: A szarvas húsa gazdag fehérjeforrás, fehérjetartalma 20%-tól akár 25%-ig terjed. A fehérje nélkülözhetetlen tápanyag az emberi egészség számára, és a szarvashús jelentős mennyiséget biztosít belőle.

Aminosavak: A szarvashús esszenciális aminosavak forrása, beleértve az alanint, aszparaginsavat, glutaminsavat, leucint és lizint. Ezek az aminosavak fontosak a különböző testi funkciókhoz, és szükségesek a kiegyensúlyozott étrendhez.

Hamutartalom: A szarvashús hamutartalma általában körülbelül 1% és 2% között van. A hamutartalom a hús ásványianyag-tartalmát jelenti. Vannak eltérések a bejelentett hamutartalomban, az egyik tanulmány magasabb koncentrációt állapított meg bizonyos izmokban, bár ez összefüggésbe hozható az analitikai módszertannal.

Ásványok: A szövegrész megemlíti a hamutartalom változásának további vizsgálatának szükségességét. A szarvashús ásványi összetételének megértése fontos tápértékének és lehetséges egészségügyi előnyeinek felméréséhez (Kudrnáčová és mtsai., 2018).

3.5. A HHP (MAGAS HIDROSZTATIKUS NYOMÁS) ELJÁRÁS ÉS ALKALMAZÁSA

Az élelmiszeripari technológiák fejlődésével számos innovatív eljárás és technika jelent meg, amelyek hozzájárulnak az élelmiszerek minőségének és tartósságának javításához. Az egyik ilyen előremutató technológia a HHP (High Hydrostatic Pressure) vagy magas hidrosztatikus nyomás alkalmazása, amely lehetővé teszi az élelmiszerek konzerválását anélkül, hogy hőt kellene alkalmazni rájuk. Ez a módszer nem termikus, és káros kórokozókat és mikroorganizmusokat inaktivál magas nyomás alkalmazásával, létrehozva egyfajta pasztörizáló hatást. A HHP alkalmazásával magas nyomást (általában

400-600 MPa) használnak hűtési vagy alacsony hőmérsékleten ($<45^{\circ}\text{C}$), minimalizálva az ízre, textúrára, megjelenésre és tápértékre gyakorolt hatását. Ezt a technológiát folyadékok és magas nedvességtartalmú szilárd élelmiszerek feldolgozására is lehet használni. Fontos megjegyezni, hogy bár a HHP hatékonyan inaktiválja a mikroorganizmusokat, nem bontja meg a kovalens kötések, és minimális hatással van az élelmiszerek kémiai tulajdonságaira (Muntean és mtsai., 2016) .

A HHP alkalmazásának előnyei közé tartozik a vegetatív baktériumok és spórák inaktiválása magasabb hőmérsékleten, nincs nyilvánvaló toxicitás, a tápanyagok, színek és ízek megőrzése, csökkentett feldolgozási idők, a kezelés egységessége az egész élelmiszerben, a kémiai tartósítószeres csökkentésének vagy elhagyásának lehetősége, valamint pozitív fogyasztói vonzerő (Farkas & Hoover, 2000).

Azonban néhány korlátozó tényező is van a HHP alkalmazásában. Ez a felszerelés költséges, és az élelmiszereknek legalább 40% szabad víz tartalmát kell tartalmazniuk az antimikrobiális hatás érdekében. Továbbá a kötegelt feldolgozás és a korlátozott csomagolási lehetőségek is kihívásokat jelentenek. A HHP kevésbé befolyásolja az élelmiszeripari enzimek aktivitását, de némi mikrobiális túlélés is előfordulhat (Farkas & Hoover, 2000).

Néhány kereskedelmi alkalmazás az élelmiszeripari termékeknél tartalmazza a húsok és zöldségek pasztörözését, gyümölcslevek, szószok, joghurtok és salátaöntetek pasztörözését és sterilizálását, valamint a nagy kockázatú és magas értékű hőérzékeny összetevők, például aromák és vitaminok fertőtlenítését (Muntean és mtsai., 2016).

4. ANYAG ÉS MÓDSZER

4.1. ANYAG

4.1.2. MÉRÉSEK HELYSZÍNE

A szakdolgozatom során a Magyar Agrár- és Élettudományi Hűtő- és Állattermék Technológiai Tanszék laboratóriumában végeztem méréseket. Az egyetemi laboratórium megfelelő felszereltséggel rendelkezik, mely lehetőségét adott ahhoz, hogy elméleti tudásomat gyakorlati tapasztalattá alakítsam és mélyebben megértsem a vadhúsban bekövetkező kémiai, biológiai, fizikai változásokat az a különböző eljárások hatására.

4.1.3. FELHASZNÁLT ANYAG ÉS MINTAELŐKÉSZÍTÉS

A kísérlet lefolytatásához szükséges szarvascombot a Vadex Mezőföldi Zrt biztosította. A szarvascomb (7. ábra), csontozva, lábszárcsont nélkül, hűtve, vákuumsomagolt formában juttatták el a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem (MATE) Hűtő- és Állattermék Technológiai Tanszék laboratóriumába.



7. ábra: A kapott szarvascomb és porciózás (Forrás: saját készítés)

Az előkészítés során törekedtem a megközelítőleg egyforma nagyságú hús (kb 2x10 cm vastagságú szeletek) kialakítására, melyek körülbelül 230-240 g tömegűek voltak. Ez azért is volt fontos, hogy a későbbi állománymérés folyamán ne kelljen tovább szeletelnem őket, ezáltal fokozva a mérés pontosságát. Összesen 22 darab „nagymintát” (ebből 2 darab volt a kontroll minta) porcióztam ki polietilén-poliamid anyagból készült vákuumtasakokba (8. ábra), majd kamrás vákuumcsomagoló géppel zártam le. Minden egyes nyomási értékhez 2 darab minta tartozott. Az első minta az általános vizsgálatokhoz volt szükséges, míg a második a főzési kísérlet miatt volt fontos. Mindegyik mintát jól láthatóan felcímkéztem a nyomomonkövethetőség érdekében, majd megfelelő gondossággal



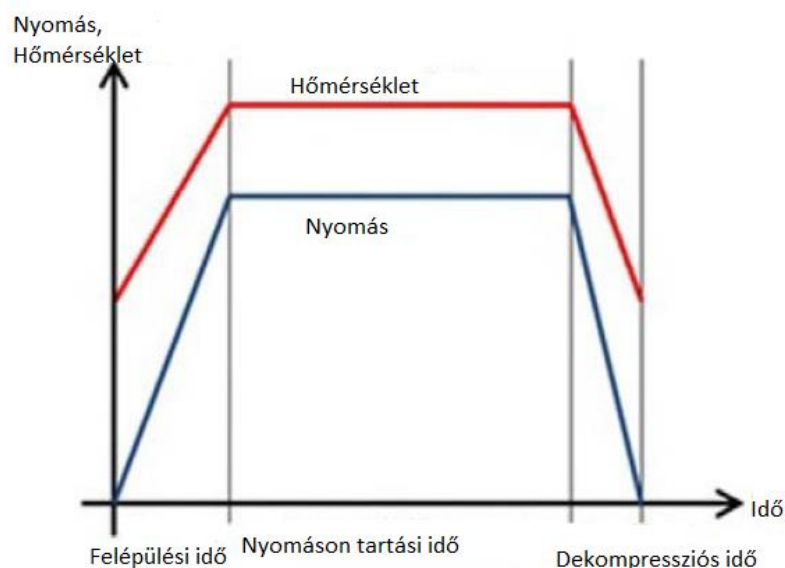
8. ábra: A már felcímkézett minták (450 Mpa)
(Forrás: saját készítés)

hűtőkamrába helyeztem a hidrosztatikus nyomáskezelésig. A hűtőkamrában a levegő hőmérséklete 4 °C volt. Külön készítettem mintákat a mikrobiológiai vizsgálathoz is, mintánként 3 darabot. A minták tömege ≈ 5 g volt, és vákuumcsomagolva, felcímkézve kerültek tárolásra. A mintákat rövid időn belül nyomáskezelésnek vettem alá, különböző értékeken. Az elkészített mintákat 10 különböző nyomásértéknek tettem ki, és ehhez 5 perces nyomáson tartási időt alkalmaztunk.



9. ábra: Resato FPU-100-2010 HHP berendezés (Forrás: saját készítés)

A kezelést a MATE Állatitermék és Élelmiszertartósítási Technológia Tanszék laboratóriumában található Resato FPU-100-2010 berendezéssel (9. ábra) hajtottuk végre.



10. ábra: Nyomás, hőmérséklet és idő a HHP-folyamat során
(Forrás:(Muntean és mtsai., 2016))

Fontos megjegyezni, hogy a készülék nem tudja azonnal leadni az érintő kijelzőn beállított nyomásértéket. A kezelőkamra térfogata 2 liter (11. ábra), és a nyomásátviteli közegként a gyártó ajánlott RESATO PG Fluid-t használtuk.

A nyomás felépülési sebessége 100 MPa/perc volt, és csak ezután következett az ötperces nagy hidrosztatikai nyomású kezelés. A kísérlet hozzávetőlegesen 20-22 °C-on történt. A kezelési időbe nem számoltam bele sem a nyomás felépülésének idejét (10. ábra), sem a dekompressziós időt. Fontos megjegyezni, hogy az eljárás során számottevő hőmérsékletemelkedés nem



11. ábra: Minták a kezelőkamrában
(Forrás: saját készítés)

történt. A nyomáskezelés folyamán nem jelentkezett olyan tényező, amely a vizsgálat pontosságát zavarhatta volna (pl.: áramszünet, műszaki probléma stb.). A nyomáskezelések random sorrendben történtek, a mérési hibák elkerülése, illetve csökkentése érdekében. A kontroll mintákat természetesen nem kezeltem, hiszen ezek szolgálnak majd viszonyítási

alapul. Az eljárás után a mintákat a hűtőkamrában helyeztem el, 4 °C-os tárolási hőmérsékleten. A mérések kezdetéig vákuum csomagolva a hűtőtérben maradtak (12. ábra).



12. ábra: Vákuumcsomagolt és nyomáskezelt minták főzés előtt (Forrás: saját)

A minták megfelelő előkészítése után számos vizsgálatnak vettem alá a különböző nyomásokon kezelt hússzeleteket. A hidrosztatikai nyomáskezelés után a nyers, hűtött mintákból ismételten kisebb mintákat (13. ábra) vettem a további mérések végrehajtásához. Ezeket a mintákat petri csészékben, hűtőszekrényben tároltam.



**13. ábra: Kisebb minták
(Forrás: saját)**

4.2. MÉRÉSI MÓDSZEREK

4.2.1. LÉKIVÁLÁS (TÖMEGVESZTESÉG)

A lékiválás meghatározása klasszikus tömegmérés alapján történt. A lékiválásának megállapításához Kern ABJ 220-4NM típusú analitikai mérleget használtam, amelynek mérési pontossága $\pm 0,3$ mg. Kezdeti lépésként lemértem a vákuumtasak tömegét, majd a bele rakott húsmintával együtt az össztömeget. Ezt a lépést minden egyes minta esetében elvégeztem. A nyomáskezelés után a folyamat fordítottnak történt. Lemértem a minták össztömegét (tasak, húsminta, húslé), majd felbontva a tasakot, kivettem belőle a húsmintát, ügyelve arra, hogy a mintán lévő lé az utolsó cseppig lecsepegjen a tároló tasakba. Így a tasakban már csak a lecsepegtetett húslé maradt. Ahhoz, hogy megtudjam a húslé valódi tömegét, már csak a tasak tömegét kellett kivonnom. Az így kapott értékek már megfelelő alapot egy átfogó statisztikai kimutatáshoz.

Ugyanezt a folyamatot megismételtem a főtt minták esetében is, és összehasonlítottam a nyers minták értékeivel. A főtt minták esetében a főzés 15 percig tartott, forrásban lévő vízben, vákuumcsomagolva. A lékiválás értékeit %-osan rögzítettem.

4.2.2. VÍZKÖTŐ KÉPESSÉG VIZSGÁLATA: LÉ ERESZTÉS PAPIRON

A víztartó képesség meghatározásához az ún. préselési próbát alkalmaztam. A módszer lényege, hogy a hús tömegére vonatkoztatott léeresztéses folt területe (mm^2/mg) arányos a vízkötő képességgel. A vizsgálathoz szárítószekrényben kiszáritott, 90 mm átmérőjű, kör alakú szűrőpapírokat negyedekre vágtam, majd a mintáknak megfelelően feliratoztam őket a nyomonkövethetőség és azonosítás érdekében. Analitikai mérlegen (kalibrálás után) minden egyes negyedet lemértem 4 tizedesjegy pontossággal, majd ismételt tárazás után a szűrőpapír negyedekre kimértem 100-200 mg közti húsmintát (14. ábra), melyek tömegét szintén 4 tizedesjegy pontossággal mértem. A mérés pontossága érdekében igyekeztem a húsdarabokat a papírnegyedek



14. ábra: Húsminták előkészítése préseléshez
(Forrás: saját)

közepére helyezni, ezzel biztosítva, hogy a foltok ne lógiának túl a papírok peremén. A papírt és a rajta lévő húsmintát ezután két tiszta és száraz felületű üveglap közé helyeztem, majd 5 percen (stopperóra) keresztül egy 500 g-os súllyal préseltem. Az 5 perc elteltével eltávolítottam az üveglapokat és a húst a szűrőpapírról, majd szárítószekrényben szárítottam ki a papíron lévő foltot. A szárítás után szépen kirajzolódott foltokat egy olló segítségével kivágtam a negyedekből, ügyelve arra, hogy a folt körüli „keret” ép maradjon, hiszen a továbbiakban a szűrőpapír folt körüli részét kell használnjuk (15. ábra).



15. ábra: Szárított húsfoltok a szűrőpapíron és szűrőpapír keretek (Forrás: saját)

Az így visszamaradt folt körüli részeket egyesével visszamértem analitikai mérlegen, majd kiszámoltam a vízkötő képességet minden egyes mintára. A bemért húsminta tömegének, a szűrőpapír kiindulási tömegének és területének, valamint a folt nélküli papír tömegének ismeretében az alábbi összefüggéssel számolható és jellemezhető a szarvascombminta víztartó képessége (mm^2/mg).

$$\text{A húsminta víztartó képessége } (mm^2/mg) = \frac{\text{kivágott húsfolt területe } (mm^2)}{\text{bemért húsminta tömege } (mg)}$$

4.2.3. PH-ÉRTÉK MEGHATÁROZÁSA

A pH mérése Testo 206 típusú kézi pH mérő készülékkel történt, mintánként három párhuzamos mérés alkalmaztam. Ez a pH mérő készülék nem csupán a kémhatás mérésére alkalmas, hanem a hőmérséklet mérésére is, ami ugyancsak fontos tényező a pH érték meghatározásánál. Természetesen a pH mérés a vákuumcsomagolás és nyomáskezelés után történt, ügyelve arra, hogy az elektróda kellő mélységig (3-5mm) hatoljon a mintákba az esetleges mérési hibák elkerülése végett. Az így kapott adatokat táblázatban rögzítettem, majd átlagoltam.

4.2.4. SZÍNMÉRÉS

A színméréseket Konica Minolta CR400 típusú tristimulusos kézi színmérő műszerrel (16. ábra) végeztem.



16.ábra: Konica Minolta CR400 típusú tristimulusos kézi színmérő

(Forrás: saját készítés)

Az objektív színmérő készülék mérőfeje xenon ívlámpát tartalmaz, amely a természetes fényhez hasonló megvilágítást biztosít. A lámpa fénye többször visszaverődik a keverőkamra falairól, majd áthalad egy opálüveg lemezen, hogy szórt megvilágítást biztosítson a tárgynak. A mérőfej nyílása 8 mm. A mérőfejen belül optikai kábelek találhatók, melyek egyik része a minta mérésére, másik része pedig a minta megvilágításának figyelésére szolgál. A mérőfejet úgy tervezték, hogy csak a felületre merőleges fényt gyűjtse össze. A megvilágított és visszavert fény három optikai úton halad át, amelyek mindegyike az elsődleges színeknek megfelelő színszűrőkkel van felszerelve. A meghatározott hullámhosszúságú fényt a mérőcellák először analógból digitálissá alakítják. A jelet ezután egy beágyazott mikroszámítógép dolgozza fel, amely meghatározza a mért felület X, Y, Z színösszetevőit, és kiszámítja a koordinátákat a kiválasztott színtérben.

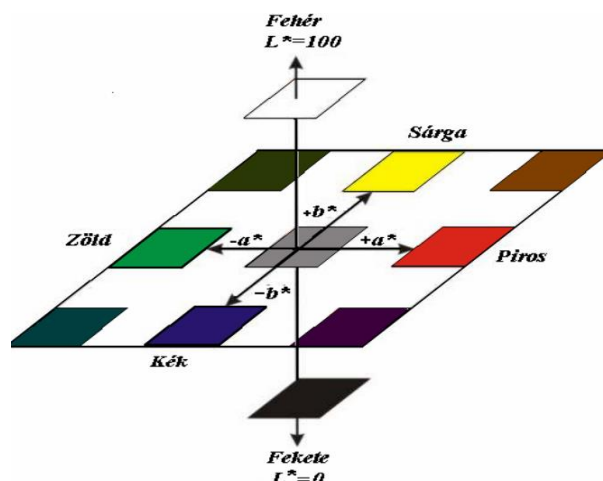
A mérések során a CIELab színrendszeren belül dolgoztam, melyben három fontos paraméter adatait jegyeztem fel.

L* (világossági: skála: 0-100)

a* (vörös-zöld: skála -50 - +50)

b* (sárga-kék: skála: -50 - +50)

Ezen paraméterek segítségével tudunk színingert mérni a CIELab színtérben (17. ábra), ugyanis ezek kombinációja pontosan meghatároz egy színt a színinger térben. A mintákon mért L*, a*, b* értékekből a színpontok közötti különbségeket (ΔE^*) az alábbi képlettel számoltam ki:



17. ábra: CIELab színtér
(Forrás: Internet 6)

$$\Delta E_{ab}^* = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{\frac{1}{2}}$$

ahol, ΔE^* a színkülönbség, (a színtérben ábrázolt két színpont térbeli távolsága),

ΔL^* a két színpont L* értékének különbsége ($L^*_{\text{minta}} - L^*_{\text{etalon}}$),

Δa^* a két színpont a* értékének különbsége ($a^*_{\text{minta}} - a^*_{\text{etalon}}$),

Δb^* a két színpont b* értékének különbsége ($b^*_{\text{minta}} - b^*_{\text{etalon}}$).

A ΔE_{ab}^* színingerkülönbség képes a színtényezők számszerű adatait egy az emberi szem érzékelőképességét is jól kifejező határok közé sorolni, melyet a következő táblázat (2. táblázat) taglal.

2. táblázat: A színinger különbség érzékelése vizuálisan

ΔE^*_{ab}	Az emberi szem által érzékelt különbség
0...0,5	nem vehető észre
0,5...1,5	alig vehető észre
1,5...3,0	észrevehető
3,0...6,0	jól látható
6,0...12,0	nagy

A vizsgálat során minden egyes mintával 20 párhuzamos színmerést csináltam. Fontos megjegyezni, hogy a mérés előtt a gyártó által tartozékként mellékelte kalibráló fehér standard (CRA43) táblára helyeztem a vákuumtasakot és úgy végeztem el a kalibrálást. Természetesen a húsminták színét a vákuumolt tasakok felületére (18. ábra) helyezve végeztem el. Igyekeztem arra törekedni, hogy minél átfogóbb képet kapjak a húsminták színbeli változásairól. A teljesség érdekében számoltam még színtelítettséget is:



18. ábra: Színmérés a tasakon keresztül
(Forrás: saját)

$$C^* = \sqrt{(a^*)^2 + (b^*)^2}$$

A kapott adatok rögzítettem, átlagot és szórást számoltam.

4.2.5. ÁLLOMÁNYMÉRÉS

Az állományprofil-analízis módszere a rágásmechanikai modellezésén alapul: a vizsgálandó mintát egymást követő deformációnak vetik alá adott nyomótesttel deformálva, majd a terhelést megszüntetve. Az állománymérő műszerek a deformáció (és idő) függvényében regisztrálják a deformáló erőt. Az állománymerést a textúra profilanalízis (TPA) és a Warner-Bratzler átvágási erő meghatározásával Stable Micro System TA.XTplus állománymérő műszerrel (19. ábra) végeztem.



19. ábra: TA.XTplus állománymérő műszer (Forrás: saját)



20. ábra: Penge és a vezető sín (Forrás: saját)

A minták kb. 4 °C-on kerültek mérésre, hogy biztosítsuk az összehasonlíthatóságot.

TPA állományprofil analízis módszerével:

A módszer alapja az emberi harapás utánzása, amikor a vizsgált anyagból készült próbatestet kétszer összenyomják annyira, hogy a belső szerkezete megsérüljön. Az így rögzített erő-deformáció-idő görbékből nyert adatok és az érzékszervi úton történő elemzéssel is megfelelően összehasonlítható eredményeket produkálnak. Az állományprofil analízis (TPA, Texture Profile Analyzis) után a kapott erő-deformáció görbékből (21. ábra) a keménység ($F_{\max}$, N), rugalmasság közvetlenül leolvasható. Az állományprofil analízis görbe jellemzői:

(F1, F2 (N)): az adott deformáció eléréséhez szükséges, már irreverzibilis változásokat okozó erő az F1 első, illetve F2 második összenyomás során, a minta legnagyobb deformációhoz tartozó keménysége

D (mm): a deformáció mértéke,

E0 (mm): a minta azonnal visszanyert magassága,

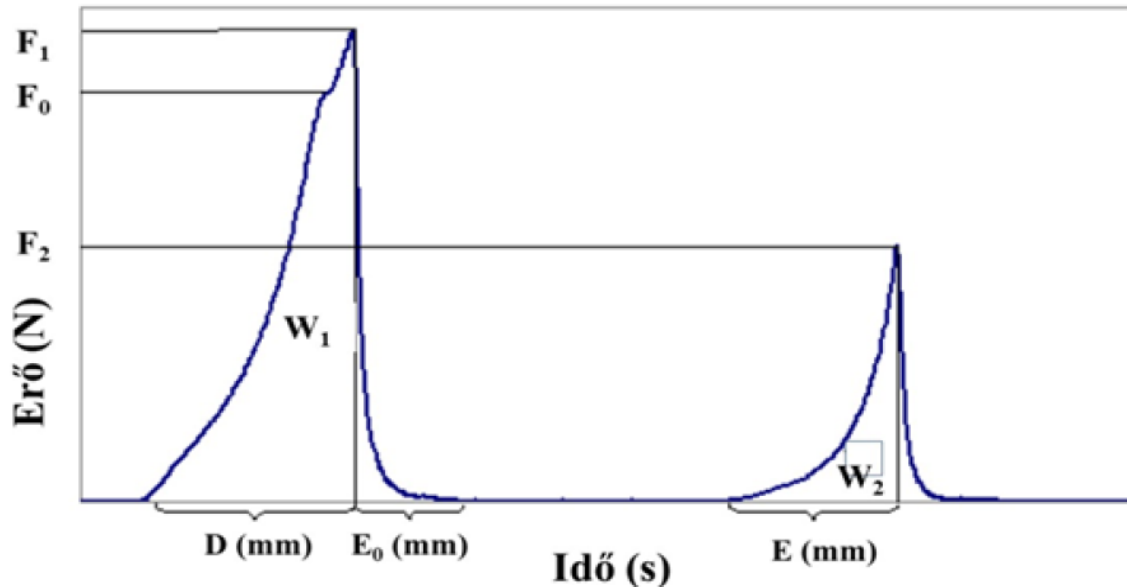
E (mm): a minta deformáló erő megszüntetése után visszanyert magassága, rugalmasság,

W1, W2 (J): az adott deformáció eléréséhez szükséges munka az első, illetve a második összenyomás során, a görbe alatti terület az első, illetve a második összenyomásig

A fenti adatokból számított paraméterek:

K kohézió, a mintát összetartó belső kötések ereje, $K = W2/W1$

R (J) rághatóság, a szilárd élelmiszer teljes szétrágásához szükséges energia, mértéke a keménység, kohezivitás és rugalmasság elsődleges paraméterekhez kapcsolódik (**R = F1*K*E**)



21. ábra: Jellegzetes állományprofil görbe

Mindegyik mintából apró (kb.1x1cm) darabokat készítettem elő a vizsgálathoz, mintánként összesen 15 darab kisminta állománymérését végeztem. A TPA módszerhez az állománymérő 35 mm átmérőjű hengeres feltétjét használtam. A mérés előtt a műszert megfelelően kalibráltam, és beállítottam a megfelelő paraméterek. A minták összevetésére az 70 %-os kompresszióhoz szükséges erőt (N) állítottam be. A mérés során 2 mm/s sebességgel nyomódott a mérőfej a mintába, a kompresszió kétszer ismétlődött egymás után. Az adatok kiértékeléséhez a berendezéshez tartozó Texture Exponent 32 szoftvert használtam.

Állománymérés Warner-Bratzler cella alkalmazásával:

A Warner-Bratzler átvágási erő értékének (N) meghatározásával szintén a textúra jellemzőit kutattam. A speciális mozgó penge hossza 100 mm, szélessége 70 mm és vastagsága 2 mm, amelyben egy 60 °-os csúcshölgű fordított V alakú kivágás látható. A cella rögzített részének oldalán kialakított vezetősínben mozog a penge végig és a cella alján található részbe illeszkedve megtörténik a próbatest teljes átvágása (20. ábra).

A mérés kezdete előtt mindegyik nyomáskezelt mintából készítettem a nyíráspróba-hoz 2 db (10 x 2 cm) húscsíkot. ezen mintákat gondosan a penge alá helyezve, mintánként összesen 15 vágást alkalmaztam. A mérőműszerrel kompatibilis szoftver segítségével rögzítettem az adatokat.

4.2.6. SZÁRAZANYAG TARTALOM

A szárazanyag tartalom meghatározásánál ismételten kisebb húsmintákat használtam. A húsminták tömege 1,2 – 2.2 g volt. Minden mintából 3 párhuzamos mérés alkalmaztam.

Első lépésként bemértem a Petri csésze tömegét (analitikai mérleg), majd belehelyezve az adott húsmintát az együttes tömeget is feljegyeztem (22. ábra).

A szárazanyag tartalom meghatározása Sartorius Thermo Control YTC 01L szárazanyag mérő készülékkel történt. A készülék az 105°C-on tömegállandóságig szárította a mintákat.

Miután ez a művelet megtörtént, kivettem a szárítószekrényből és exsikkátor edényben hagytam lehűlni. Ezt követően visszamértem a Petri csésze tömegét és a szárított minta tömegét. A szárazanyag tartalom meghatározásához a következő képletet alkalmaztam:

$$\text{Száranyag tartalom \%} = \frac{\text{szárított minta tömege (g)}}{\text{bemért minta tömege (g)}} * 100$$

4.2.7. SDS – PAGE (NÁTRIUM-DODECIL-SZULFÁT POLIAKRILAMID GÉL ELEKTROFORÉZIS)

Az SDS-PAGE, amely a nátrium-dodecil-szulfát poliakrilamid gél elektroforézis rövidítése, egy általánosan használt laboratóriumi technika a biokémiában és a molekuláris biológiában a fehérjék molekulatömeg alapján történő elválasztására. A fehérjeelemzés és jellemzés elengedhetetlen eszköze.

Miofibrilláris és szarkoplazma fehérjék izolálása

A vizsgálat lépései:

Mintaelőkészítés:



22. ábra: Minták a Petri csészékben

(Forrás: saját)

Szarkoplazma fehérjék: kivágunk egy kis darabot a húsmintából, és egy kézi aprítóval (kutter) aprítsa egyforma darabokra (homogenizálunk).

- Kimérünk 5 g-ot az alaposan homogenizált mintából analitikai mérlegen, amelyet behelyezünk egy 50 ml-es centrifugacsőbe (PP).
- A mintához 10 ml 0,05 M NaCl oldatot adunk és homogenizáljuk jeges hűtés mellett 13 500 fordulat/perc sebességgel 3 percig fél perces pihentetés mellett (Ultra-Turrax T25,). (Jeget rakunk a főzőpohárba)
- Centrifugáljuk a kapott homogén szuszpenziót 10 000 fordulat/perc sebességgel 15 percig. (vagy 6000 ford./perc 20 percig)
- A keletkező, szarkoplazmatikus fehérjéket tartalmazó felülúszót szűrő és tölcser segítségével kémcsövekbe szűrjük, és felhasználásig küvetákban, hűtőszekrényben tároljuk. (csapadék rögzítése).

Myofibrilláris fehérjék:

A miofibrilláris fehérjék extrahálásához a csapadékot 10ml 0,05M NaCl oldattal 2 alkalommal mossuk, majd 10 000 fordulat / perc sebességgel 15 percig centrifugáljuk. (vagy 20 perc 6000 fordulat/ perc)

Centrifugálás után a maradék felülúszót eltávolítjuk, 10 ml 0,7M NaCl oldatot adunk a csapadékhoz, és 1 percig homogenizáljuk (Ultra-Turrax).

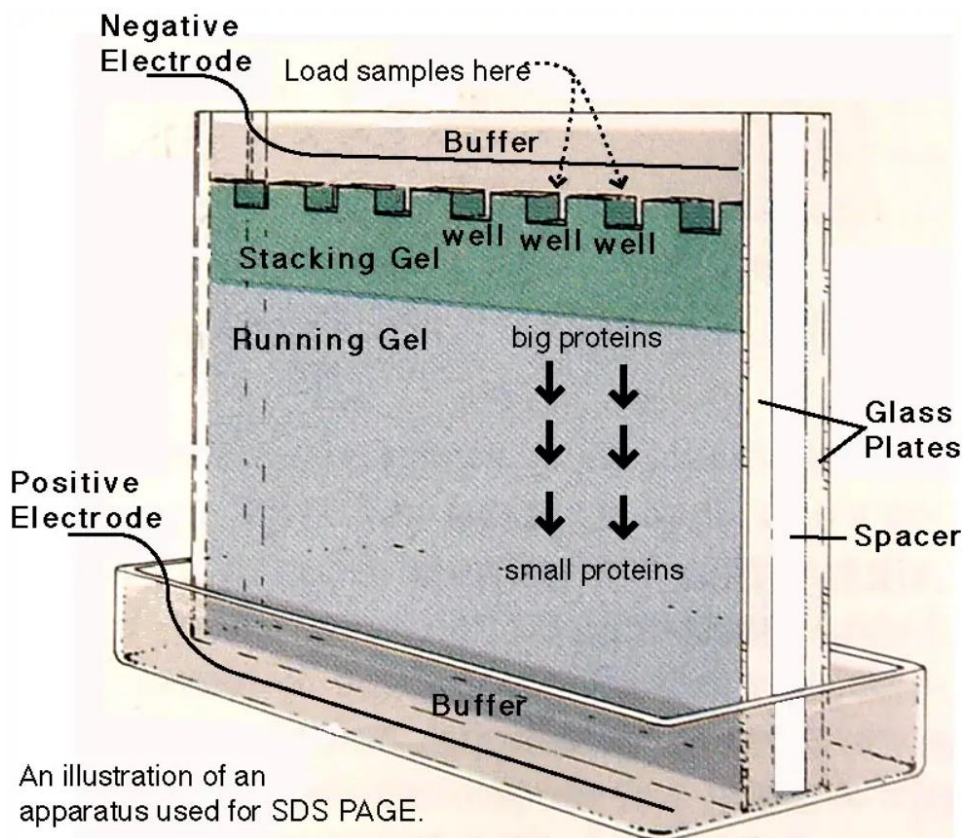
A homogenizálás után 15 percig centrifugáljuk és eltávolítjuk a myofibrilláris fehérjéket tartalmazó felülúszót (szűrő). Amérés megkezdéséig fagyaszttva tároljuk.

A fehérjéket denaturálják és bevonják SDS-sel, egy detergensszerű molekulával, amely kötődik a fehérjékhez és egyenletes negatív töltést kölcsönöz nekik. Ez a folyamat biztosítja, hogy a fehérjék elsősorban méretük és nem natív töltésük vagy alakjuk alapján vándoroljanak a gélben.

Gél előkészítés: Különböző koncentrációjú akrilamidból és bisz akrilamidból poliakrilamid gél készítünk, amelyek meghatározzák a gél pórusméretét és ennek következtében a felbontóképességét. Magasabb akrilamid koncentrációk szorosabb géleket eredményeznek, amelyek alkalmasak a kisebb fehérjék elválasztására, míg az alacsonyabb koncentrációk a nagyobb fehérjékhez.

Minták betöltése: Az elkészített fehérjemintákat a molekulatömeg-markerrel (ismert méretű fehérjék keveréke) együtt a gél tetején lévő üregekbe töltjük.

Elektroforézis: Elektromos áramot vezetnek át a gélen, ami a fehérjéket a gélmátrixon keresztül mozgatja (23. ábra). Mivel egységesen SDS-sel vannak bevonva, elsősorban molekulatömegük alapján vándorolnak. A kisebb fehérjék gyorsabban haladnak át a gélen, míg a nagyobb fehérjék lassabban.



23. ábra: A gélelektroforézis szemléltetése (Forrás: Internet 7.)

A futtatás leállítása: Amikor a fehérjék a kívánt mértékben szétválnak, az elektroforézis futtatását leállítjuk.

Vizualizálás: Az elválasztott fehérjék megjelenítéséhez a gél jellemzően fehérje-specifikus festékkel (pl. Coomassie Blue) megfestik, vagy membránra visszük át Western-blot-vizsgálathoz.

Elemzés: Az elválasztott fehérjék a gélben való vándorlásuk távolságának mérésével elemezhetők, vagy migrációjukat a molekulatömeg-markerrel hasonlítják össze. Ez az információ segít meghatározni a mintában lévő fehérjék molekulatömegét.

Az SDS-PAGE egy sokoldalú technika, amelyet a molekuláris biológia és biokémia számos alkalmazásában használnak, beleértve a fehérje tisztaságának értékelését, mennyiségi meghatározását és jellemzését (Brunelle & Green, 2014).

4.2.8. ÉRZÉKSZERV VIZSGÁLAT

A főzésre szánt és már megfőzött nyomáskezelt mintáimat kicsomagoltam, és felaprítottam (1 x 1cm) apró kockákra. Mintánként külön tányérokban helyeztem a megfelelő jelölésekkel (24. ábra). Az érzékszervi vizsgálat során 10 laikus bírálót (diákot és pedagógust) kértem fel arra, hogy az általam készített bírálati lapot (25. ábra) töltse ki a kirakott minták érzékszervi minősítése alapján.



24. ábra: Bírálati minták
(Forrás: saját)

Sensory Evaluation Form						
Sample name	Juiciness	Tenderness/Hardness	Texture/Consistency	Flavor/Taste	Aroma/Smell	Overall Acceptability
150						
200						
250						
300						
350						
400						
450						
500						
550						
600						

Rating: _____ Date: _____

JUICINESS	TENDERNESS	FLAVOR/TASTE	TEXTURE, AROMA, OVERALL
8 Extremely juicy	8 Extremely tender	8 Extremely intense	8 Like extremely
7 Very juicy	7 Very tender	7 Very intense	7 Like very much
6 Moderately juicy	6 Moderately tender	6 Moderately intense	6 Like moderately
5 Slightly juicy	5 Slightly tender	5 Slightly intense	5 Like slightly
4 Slightly dry	4 Slightly tough	4 Slightly bland	4 Dislike slightly
3 Moderately dry	3 Moderately tough	3 Moderately bland	3 Dislike moderately
2 Very dry	2 Very tough	2 Very bland	2 Dislike very much
1 Extremely dry	1 Extremely tough	1 Extremely bland	1 Dislike extremely

25. ábra: Érzékszervi bírálati lap (Forrás: saját)

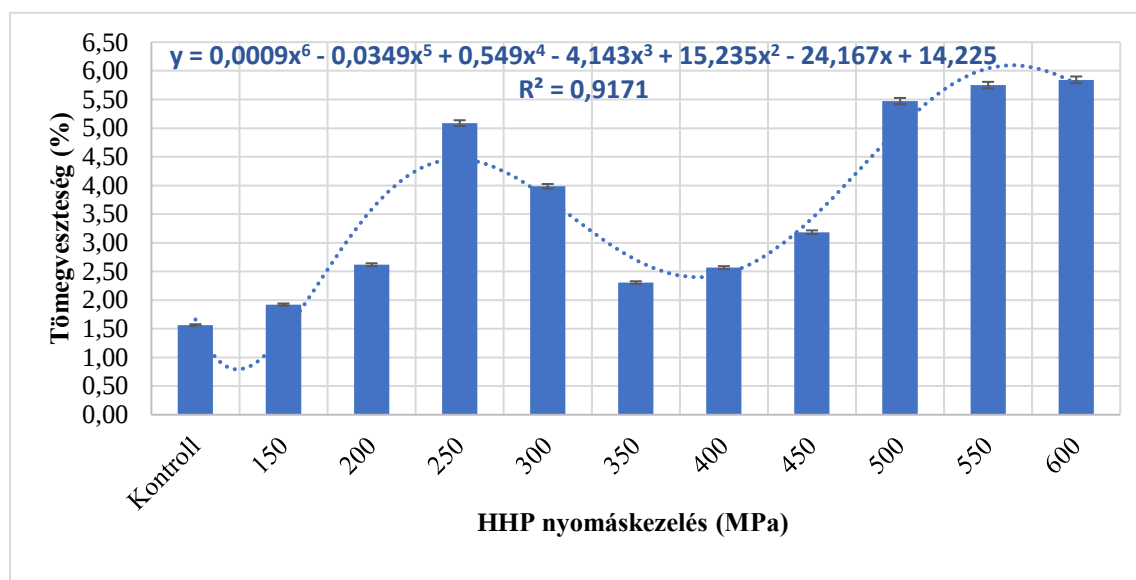
A bírálók véleménye természetesen különböző volt, viszont az általuk adott válaszok alapján tudtam készíteni egy kimutatást.

5. KÍSÉRLETI EREDMÉNYEK ÉS AZ EREDMÉNYEK KIÉRTÉKELÉSE

5.1. LÉKIVÁLÁS (TÖMEGVESZTESÉG) VÁLTOZÁSA

A húsok esetében a tömeg változása az egyes nyomáskezelések hatására nagyon fontos tényező, ugyanis ez nagyban befolyásolja az eladható termék mennyiségét. Élvezeti szempontból sem elhanyagolható, hiszen a hús víztartalma adja a termék léduzságát, amely húsok esetében nagyon fontos érzékszervi tulajdonság.

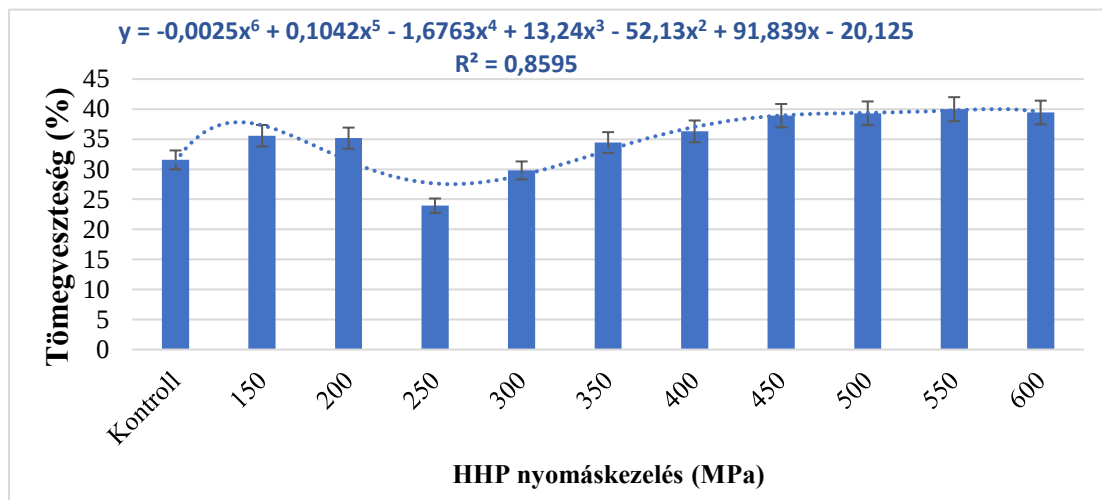
A tömegveszteségi vizsgálat során mind a nyers szarvascomb esetében, mind a főtt szarvascomb esetében eltérő eredmények születtek.



26. ábra: A nyers szarvascomb tömegveszteségi értékei az egyes kezelések során

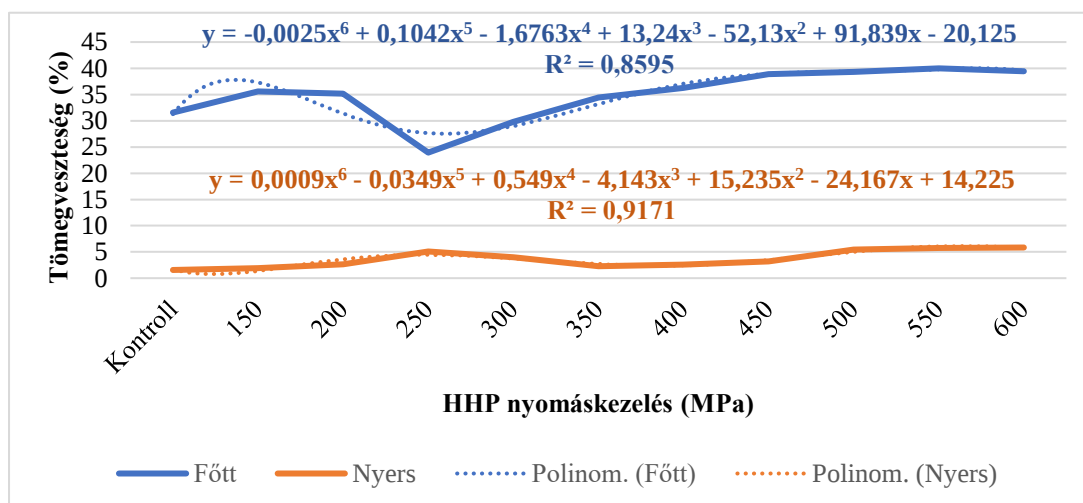
A 26. ábrán megfigyelhető a különböző nyomásértékek hatására bekövetkező tömegveszteségi értékek (%) a nyers szarvascomb esetében. Jól látható, hogy a kontroll mintához képest minden egyes kezelés nagyobb lékiválást eredményezett. A várt eredményeknek megfelelően a legnagyobb nyomáskezelések hozták a legnagyobb tömegvesztési értékeket. Az ábrán ugyanakkor az is megfigyelhető, hogy a 250 MPa-os nyomáskezelés is kiugró lévesztiséget mutat, amely valószínűleg az adott minta szerkezeti tulajdonságainak tudható be. Ha a kezelt minták értékeinek átlagát nézzük, elmondható, hogy hozzávetőlegesen 3-4 %-os tömegveszteség történt. Ugyanakkor az is megállapítható, hogy a különböző nyomáskezelések és a lékiválás között erős korreláció van (0,677). Ez arra

enged következtetni, hogy a tömegveszteség és a növekvő értékű hidrosztatikus nyomáskezelés pozitív lineáris kapcsolatban áll egymással.



27. ábra: A főtt szarvascomb főzési tömegveszteségi értékei az egyes kezelések során

A főtt szarvascomb esetében már egész már értékeket kaptunk (27. ábra). A kapott értékekből látható, hogy a hőkezelés hatására itt már sokkal jelentősebb lékiválás következett be (30-40%). Az eredményeket tekintve a tömegveszteség 2 minta (250 MPa és 300 MPa) kivételével lineárisan növekedett. Közepesen erős pozitív korreláció (0,634) tapasztalható a tömegveszteség és az egyre nagyobb értékű HHP kezelés között. A 28. ábrán látható a tényleges különbség a nyers és főtt minták tömegveszteségi értékei között.

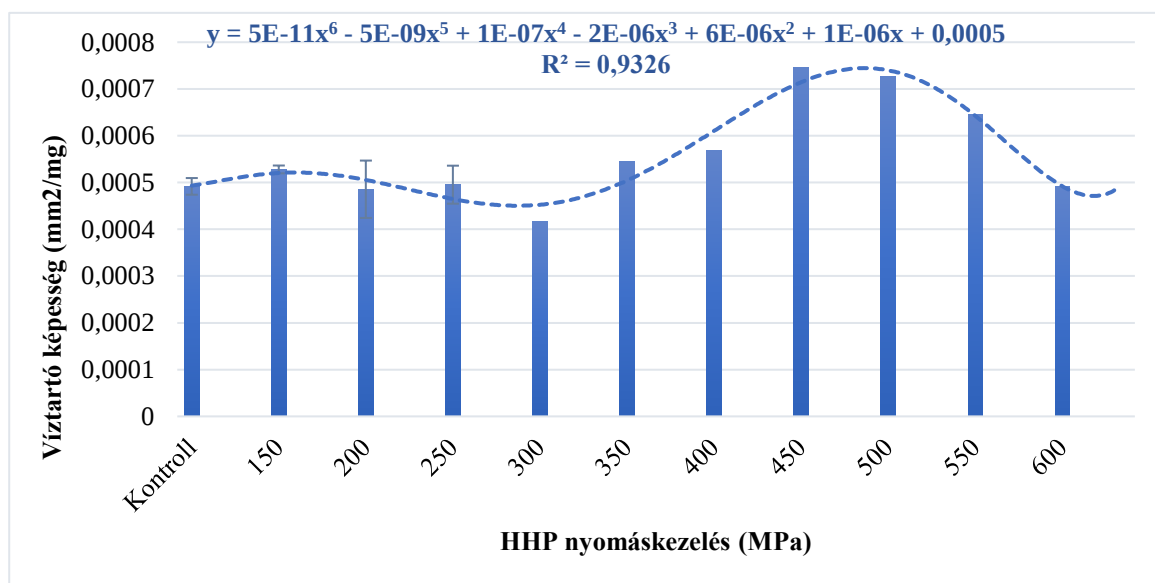


28. ábra: A nyers és főtt szarvascomb tömegveszteségi értékei különböző nyomásértékeken

5.2. VÍZTARTÓ KÉPESSÉG VÁLTOZÁSA A KÜLÖNBÖZŐ

NYOMÁSTARTOMÁNYOKBAN

A víztartó képesség próbánál a fentiekben leírtak szerint jártam el. Minden egyes mintából 3 darab közel azonos méretű és tömegű húsmintán gyakoroltam préselési próbát. Így egy mintán belül három párhuzamos mérés eredményeit vettem alapul. A három mérést átlagoltam, hogy átfogóbb képet kapjak az adott minta „víztartó” jellegéről.



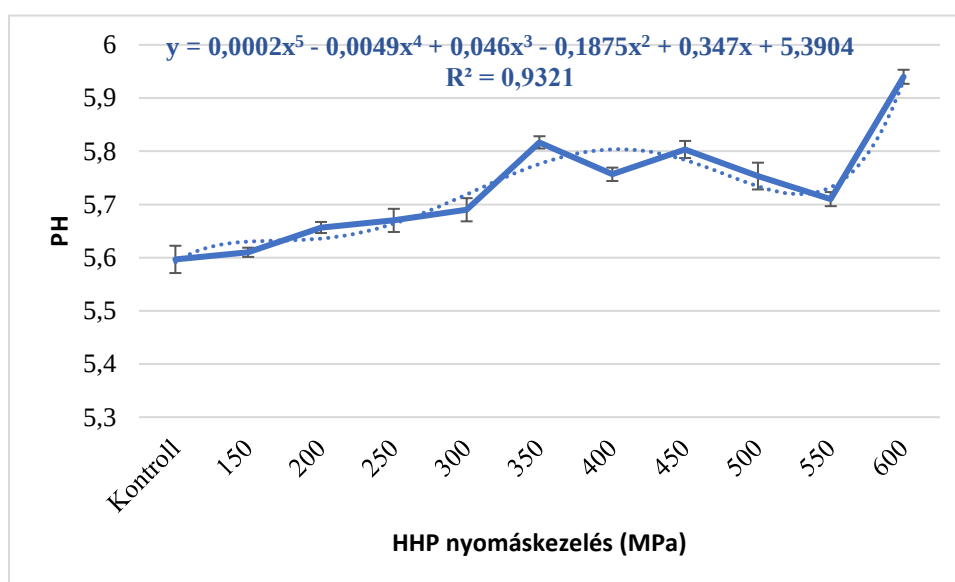
29. ábra: A szarvascomb víztartó képesség értékeinek változásai különböző nyomásértékeken

Az 29. ábrán látható a szarvascomb víztartó képesség értékeinek alakulása a különböző nyomásértékeken. A vizsgálat során arra voltunk kíváncsiak, hogy egyértelmű párhuzam vonható-e az emelkedő nyomáskezelések és a minták víztartó képesség között. Alapesetben a várt eredmény az lenne, hogy a kevésbé denaturálódott fehérjekészlettel rendelkező szarvascomb minták víztartó képessége jobb, hiszen a natív állapotban lévő fehérjéknek maximális a víztartó képessége. Jelen vizsgálat azonban meglepő eredményeket hozott. Megfigyelhető, hogy a legjobb víztartó képesség a 300MPa-on és a 600MPa-on kezelt mintáknál volt. Az is megállapítható, hogy kettő minta esetében (450 MPa és 500 MPa) ugrásszerű értékeket kaptunk, így ezen minták esetében volt a leggyengébb a víztartó képesség. Figyelembe kell vennünk azonban azt a tényt is, hogy a különböző értékű nyomáskezelések hatására eltérő tömegveszteségi értékek születtek. Így joggal feltételezhető, hogy a víztartó képesség vizsgálatát nagy mértékben zavarhatja a kezelések során bekövetkező lékiválás, amely jelentős részben vízvesztést takar. Ebből adódik, hogy

azok a minták, amelyek a nyomáskezelés hatására több vizet vesztek, azok a préselési próbán kisebb területű foltot hagytak a szűrőpapíron. A víztartó képesség így nem határozható meg egyértelműen, hiszen nem tudni, hogy a szűrőpapíron keletkezett folt területének nagysága milyen arányban köszönhető a víztartó képességnek vagy a kevesebb víztartalomnak. A minták szórásértékei elenyésző értéket mutatnak, ugyanakkor, ha a korrelációs tényezőt figyelembe vesszük (0,5152), akkor megállapítható, hogy egy közepesen erős kapcsolat van kezeléseket és víztartó képesség között.

5.3. PH ÉRTÉKEK VÁLTOZÁSA KÜLÖNBÖZŐ NYOMÁSÉRTÉKEKEN

A vizsgált minták pH értékei nagymértékű eltérést nem mutattak. A különböző nyomásértékeken kezelt minták esetében az eltérés sehol sem haladta meg a 0,4 értéket.

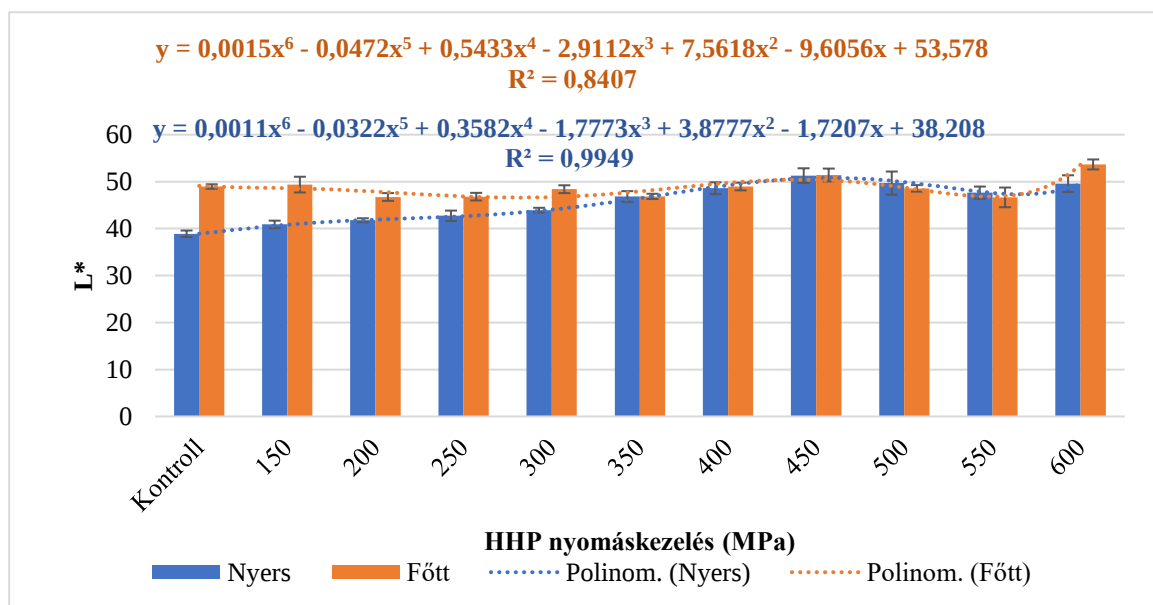


30. ábra: A pH értékek változása az egyes nyomáskezelések alatt

Az 30. ábrán jól látható, hogy a kontroll mintához képest minden egyes nyomáskezelés magasabb pH értéket eredményezett. Megállapítható az is, hogy az értékeket tekintve a szórás elenyésző (0,1) és a különböző nyomáskezelések sem eredményeztek számottevő pH növekedést. Ugyanakkor az is szemmel látható, hogy a pH az egyre nagyobb mértékű nyomáskezelés hatására (ha csekély mértékben is) nő. A két változó között viszonylag erős pozitív korreláció (0,774) van, így a vizsgálat eredményeként elmondható, hogy a pH érték a növekvő nyomáskezelések hatására pozitív, lineáris növekedést mutat.

5.4. SZÍNMRÉS EREDMÉNYEI

Színmérés során mind a nyers, mind a főtt mintákat vizsgáltam. Az eredmények kiértékelése során arra kerestem választ, hogy a növekvő nyomásértékek hogyan befolyásolják a hús színének változásait.



31. ábra: A L* paraméterek változása a különböző nyomásértékeken nyers és főtt szarvascomb esetén

A 31. ábrán jól látható, hogy a nyers szarvascomb minták a különböző HHP kezelések hatására világosabb színt értek el. A legkisebb érték a kontroll mintánk esetében volt és egyértelműen emelkedő tendenciát mutat a L* érték az egyes nyomáskezelések tekintetében. Ez a világosság nem csak a számokban, hanem az érzékszervi bírálatban is jól megmutatkozik (32. ábra).

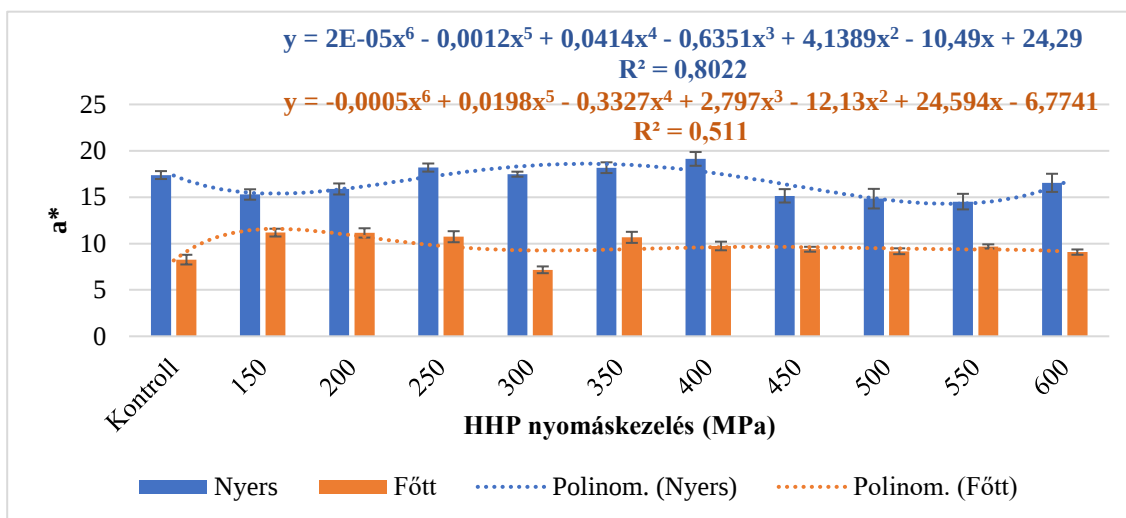


32. ábra: A minták világos színátmenete (nyers) (Forrás: saját)

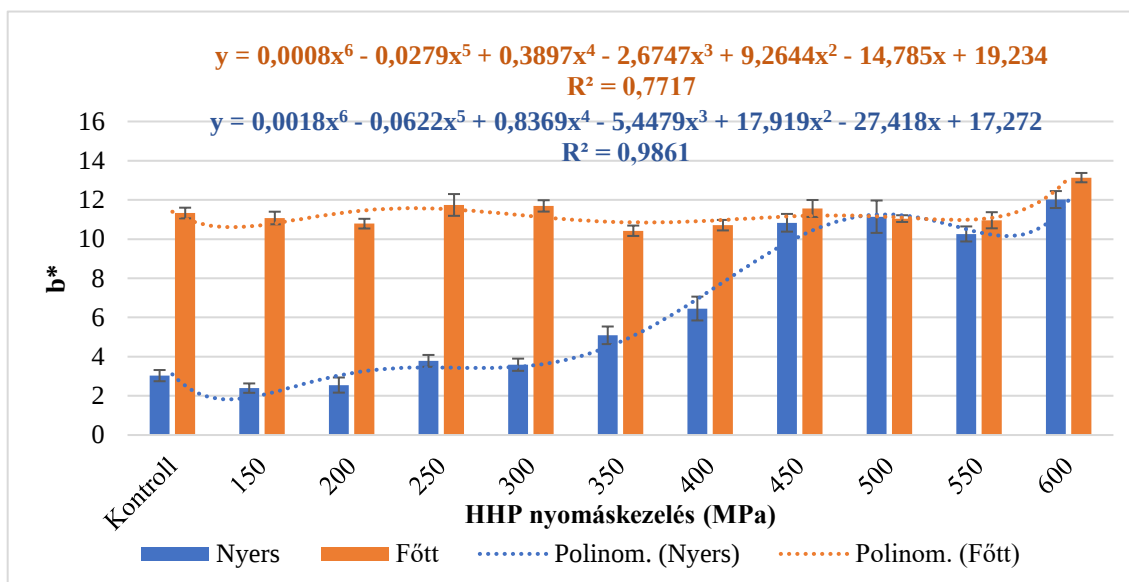
A vizsgálat során bizonyosságot nyert, hogy a világossági tényező (L*) és a növekvő nyomásértékek között erős, pozitív lineáris korreláció (0,84)

kapcsolat van, ami azt jelenti, hogy a nyomás növekedésével arányosan nő a hús világos

színezete. Ezzel szemben a főtt szarvascombnál egészen más értékek mutatkoztak. A főtt minták esetében már nem annyira egyértelmű a világosság növekedése. Látható, hogy a kontroll mintánál a nyomáskezelt 10 minta közül 7 esetben is kevesebb értéket kaptunk. Érdekes tény, hogy a 450 MPa-os minta kiugró eredményt produkált. Megállapítható bizonyos mértékű növekedés korrelációs analízis során, azonban egyértelmű lineáris összefüggést nem tapasztalható abból a szempontból, hogy a hőkezelés során a minták tovább világosodtak volna.



33. ábra: Az a* értékek változása a különböző nyomásértékeken a nyers és főtt szarvascomb esetén

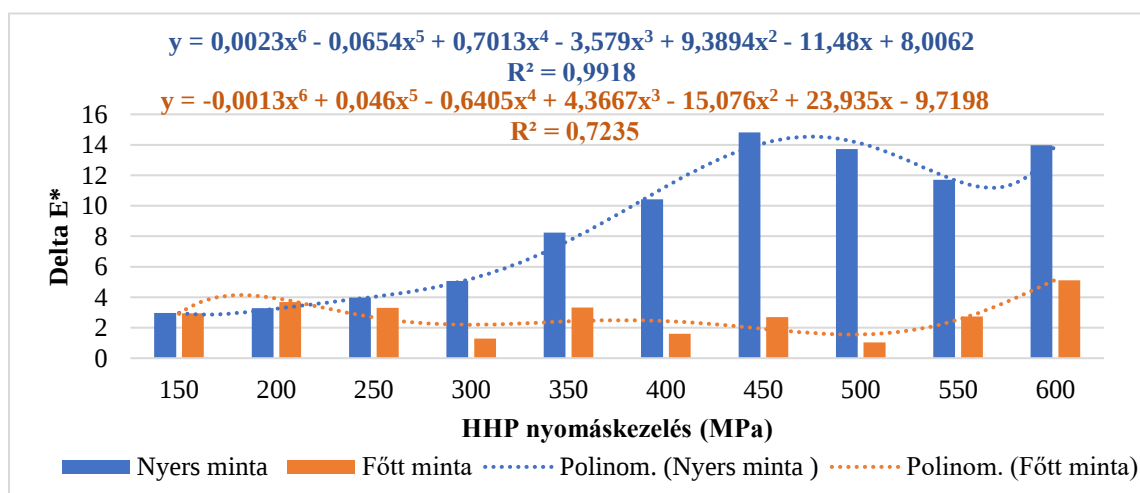


34. ábra: A b* értékek változása a különböző nyomásértékeken a nyers és főtt szarvascomb esetén

A a^* (vörös-zöld: -50 - +50) (33. ábra) és a b^* (sárga-kék: -50 - +50) (34. ábra) értékek tekintetében is észlelhető némi változás a nyers szarvascomb minták esetében. Jelentős mértékű változás nem történt a vörös-zöld színskálán, viszont az elmondható, hogy a növekvő mértékű nyomáskezelés hatására az élénk vörös szín kicsit tompult. Ugyanakkor erőteljes növekedés figyelhető meg a b^* paraméter tekintetében. Egyértelműen párhuzamot lehet vonni a növekvő alkalmazott nyomásértékek és a b^* értékek emelkedése között. A növekvő nyomásértékek eredményeként a minták színe a kékes tartományban nőtt, a korrelációt tekintve (0,952) igen erős, pozitív lineáris kapcsolat van a két változó között.

A főtt minták esetében egyértelműen látszik, hogy sem az a^* sem a b^* értékek esetében nem tudjuk biztosan állítani, hogy a hőkezelés után az egyes HHP kezelések következtében kiugró értékek születtek volna. Látható, hogy jelen értékek és az alkalmazott különböző nyomáskezelések tekintetében nagyon gyenge a lineáris, korrelációs kapcsolat. Ezen összefüggésből is jól következtethető, hogy a főzés hatására csekély színváltozás történt.

Ha a nagynyomású kezelés hatására a húsminta színingere halványabbá, fakóbbá válik a kontrollhoz képest, akkor színinger különbséget tapasztalunk. Minél jobban eltér a kezelt minta színingere az eredetitől, annál nagyobb a színinger különbség. A színinger változását több tényező is okozhatja, például a húspanban lejátszódó kémiai/biokémiai folyamatok, a víztartalom változása, illetve a fényvisszaverő képességcsökkenése. Az általam vizsgált nyers és főtt mintáknál tapasztalt színinger különbség az egyes nyomáskezelések hatására a 35. ábrán látható.

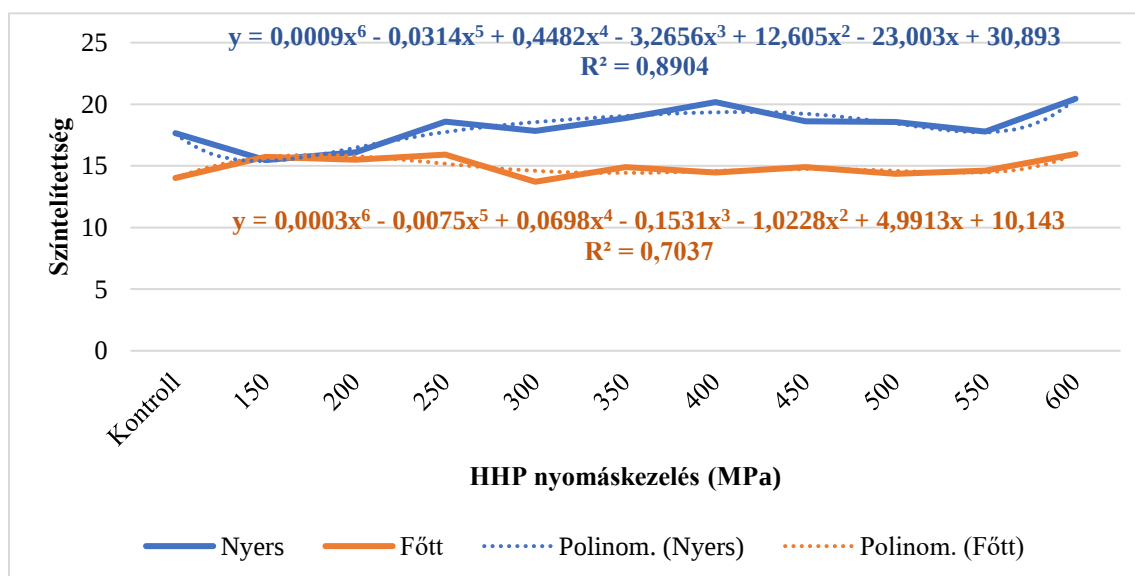


35. ábra: A nyers és főtt szarvascomb minták ΔE^* értékeinek változása az egyes HHP kezelések hatására

A mellékelt ábra alapján megállapítható, hogy a nyers húsminták esetében volt jelentős színíngér különbség, míg a főtt minták színében történő változás csekély volt (38. ábra). A nyers minták színezetében bekövetkező változás szabad szemmel is a „jól érzékelhető” és „nagy” kategóriába esett, a főtt minták esetében is „érezkelhető” volt.

A nyers szarvascomb minták esetében egyértelmű, hogy a világossági tényező (L^*) nőtt, amely a mioglobín térszerkezetében bekövetkező átalakulásra vezethető vissza. A kezeletlen (kontroll) mintához képest a sárga színezet (b^*) értéke is emelkedett, ugyanakkor a vörös színezet (a^*) tekintetében számottevő emelkedés vagy csökkenés nem észlelhető.

A színtelítettség vizsgálatánál számottevő eltérést nem tapasztaltam sem a nyers, sem a főtt minták esetében (36. ábra).



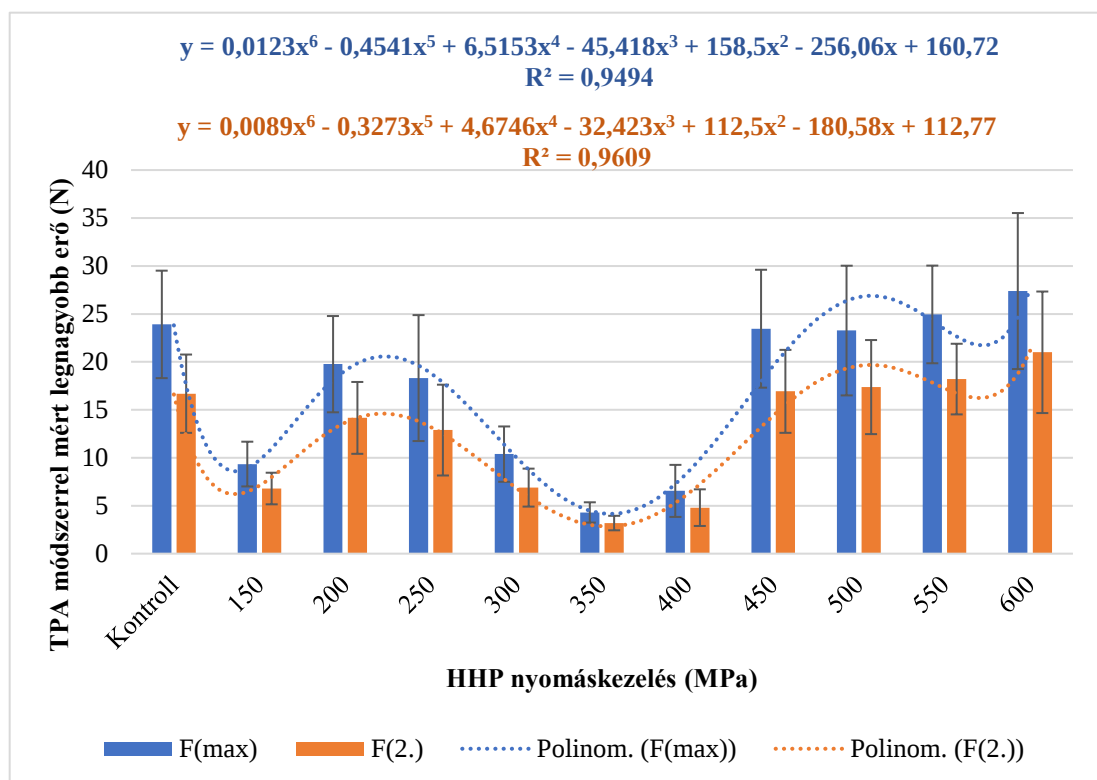
40. ábra: Színtelítettség alakulása az egyes HHP kezelések függvényében

Megállapítható, hogy az egyes nyomáskezelések hatására nagyon csekély mértékű változás történt a minták esetében. A hőkezelés hatására a színtelítettség csökkent a nyers mintákhoz képest, a lineáris korrelációs kapcsolat nagyon gyenge a két változó között. Ugyanakkor a nyers mintákat elemezve megállapítható, hogy pozitív, közepesen erős lineáris korreláció van a színtelítettség és a különböző HHP kezelések között.

5.5. ÁLLOMÁNYMÉRÉS EREDMÉNYEI

TPA eredményei

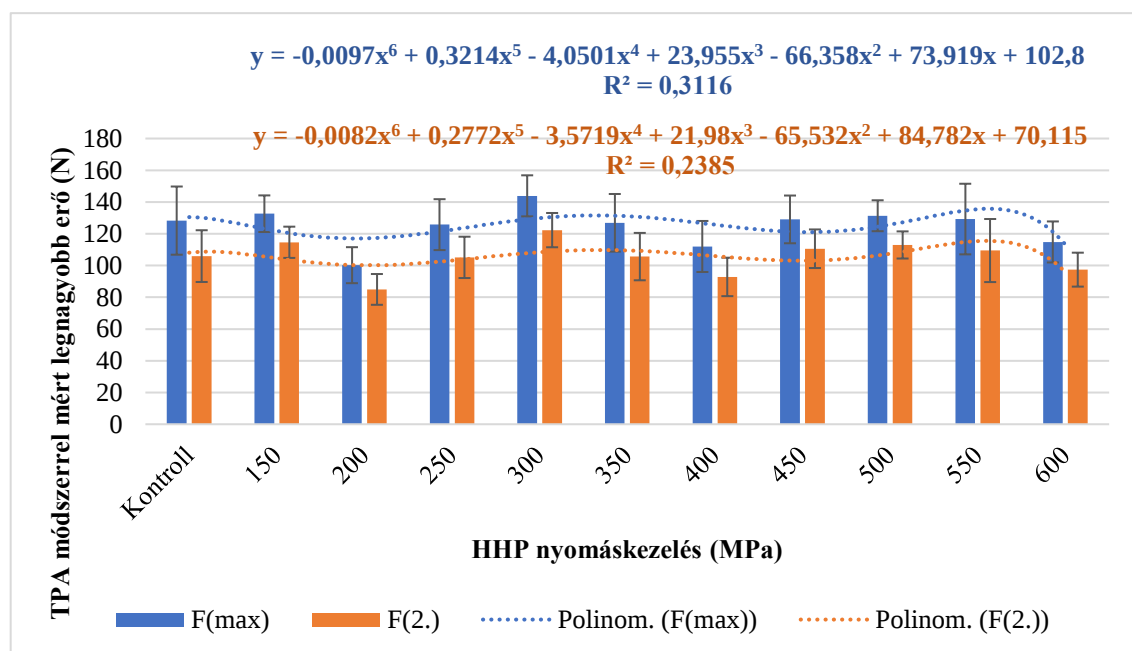
Az állománymérés során a nyers és a főtt minták esetében is a keménység, valamint az átvágáshoz szükséges erő mérésére helyeztem a hangsúlyt, vagyis azt vizsgáltam, hogy mekkora erő szükséges az adott deformáció eléréséhez, illetve a húsminták átvágásához. A nyers minták esetében érdekes eredmények születtek (37. ábra).



37. ábra: A nyers szarvascomb hengeres mérőfejjel mért keménység értékeinek ($F_{\max}$ és $F(2.)$) változása az egyes nyomáskezelések hatására

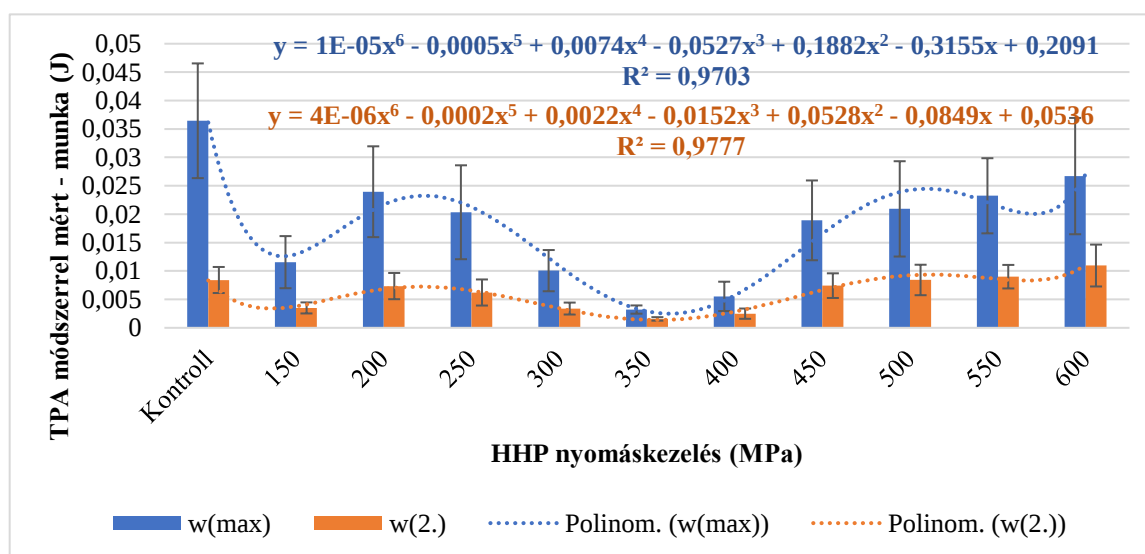
A kontroll mintához képest a mintáknak több, mint a fele kisebb keménységi értéket mutatott. Ezen minták adataiból arra következtethetünk, hogy a különböző nyomáskezelések, teljesen a 400 MPa-os kezelésig, a hús puhulását eredményezték, így az összenyomásukhoz kevesebb erő volt szükséges. Megfigyelhető még az is, hogy a 450 MPa és az 500 MPa kezelés szinte azonos eredményt hozott, mint amit a kontroll minta esetében tapasztaltunk. Az eredményekből tisztán látszik, hogy az 550 MPa és a 600 MPa nyomással kezelt minták jóval keményebb állománnyal rendelkeznek a kezeletlen mintához képest.

A főtt minták esetében már jóval nagyobb erő volt szükséges a megfelelő deformáció eléréséhez (38. ábra).



38. ábra: A főtt szarvascomb hengeres mérőfejjel mért keménység értékeinek ($F_{\max}$ és $F(2.)$) változása az egyes nyomáskezelések hatására

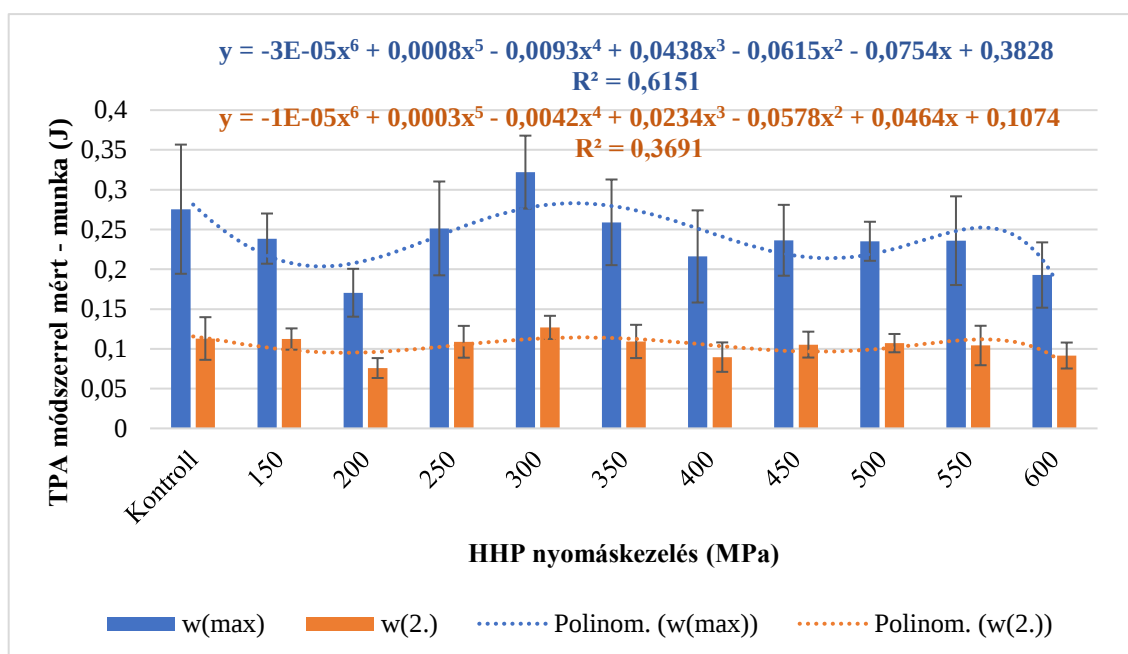
A főtt minták esetében hozzávetőlegesen 120 N erőt kellett kifejteni ahhoz, hogy megfelelő deformációt érjünk el. A hőkezelés hatására a hús keménysége egyértelműen nőtt a nyers mintákhoz képest. A keménységértékek alakulásában szerepe lehet a húsok vízkötő képességének. Az is megfigyelhető, hogy a keménység a főzés hatására kiegyenlítődni látszik a különböző nyomáskezelések között. Látható, hogy szinte (a 200MPa-os minta kivételével) azonos erőt fejtettünk ki az összes minta esetében.



39. ábra: A nyers szarvascomb hengeres mérőfejjel mért munka értékeinek ($w_{\max}$ és $w(2.)$) változása az egyes nyomáskezelések hatására

A hús keménységének vizsgálatakor fontos tényező a deformáció eléréséhez szükséges munka, energiabefektetés. Megállapítható, hogy a nyers mintáknál a legnagyobb energiabefektetés a kontroll minta esetében volt (39. ábra). A különböző nagyságú nyomáskezelések hatására a hús szerkezete egyértelműen lazult, puhább lett, ebből adódóan kevesebb munkát igényelt az adott deformáció elérése, azonban a 450 MPa-os kezeléstől a 600 MPa-os kezelésig egyértelműen egyre több energiát kellett befektetni a húsminta összenyomásához.

A főtt minták vizsgálata során a deformációhoz szükséges munka már jóval nagyobb volt, mint a nyers minták esetében (40. ábra).

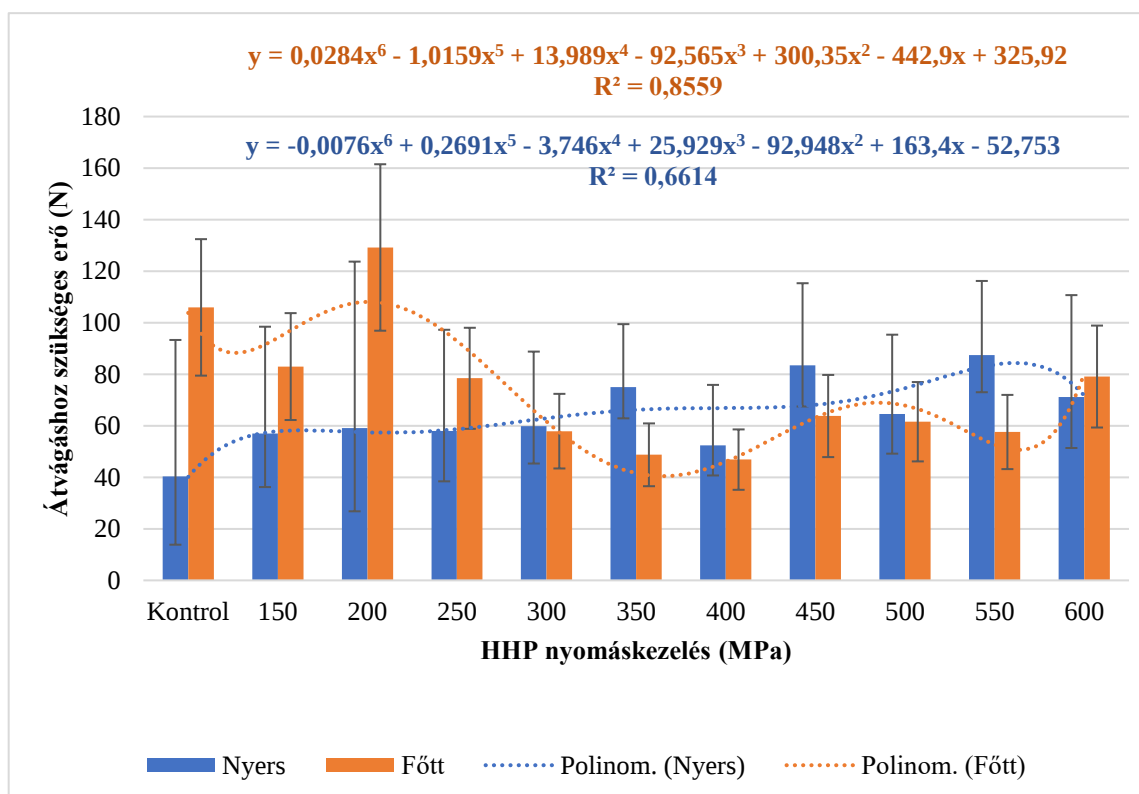


40. ábra: A főtt szarvascomb hengeres mérőfejjel mért munka értékeinek ($w_{\max}$) változása az egyes nyomáskezelések hatására

A főtt minták esetében a deformációhoz szükséges munka a 300 MPa nyomással kezelt mintánk esetében volt a legnagyobb, ugyanakkor az is megállapítható, hogy a többi nyomáskezeléssel kezelt minták szinte egyforma energiabefektetéssel nyomhatók össze a megfelelő mértékig.

Warner-Bratzler vágási eredményei

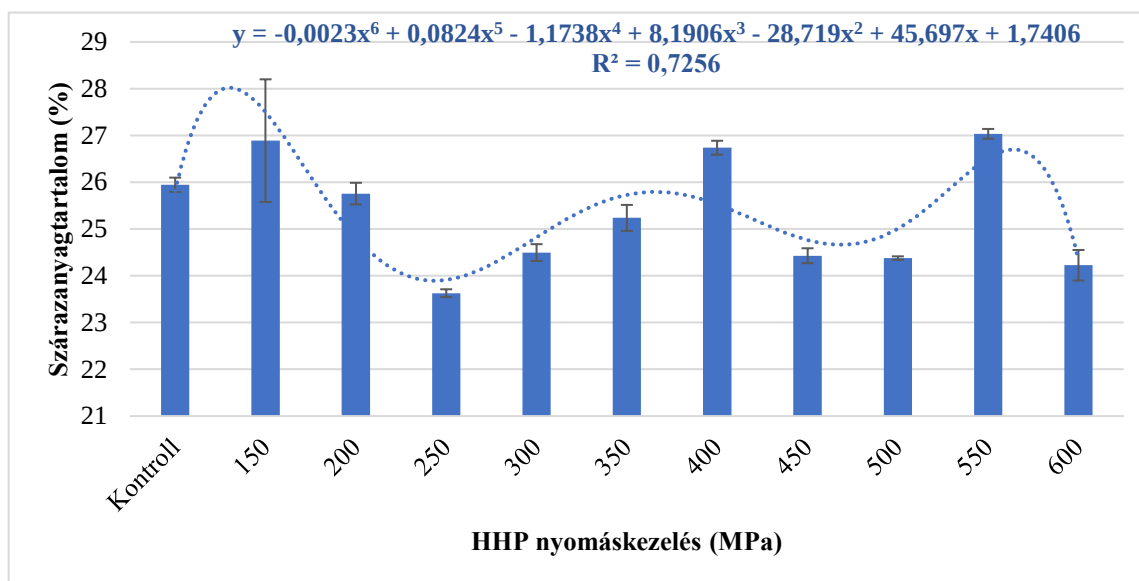
Az átvágási erő értékek meghatározásához a főtt és a nyers mintákat is vizsgálat alá vettem (41. ábra).



41. ábra: Vágási értékek alakulása az egyes nyomáskezelések hatására nyers és főtt szarvascomb esetében

A kapott értékekből jól kivehető, hogy a kontroll mintához képest a különböző nagyságú nyomáskezelések hatására minden esetben nagyobb erő volt szükséges a húsminták átvágásához. Megállapítható a nyers minták esetében, hogy közepesen erős, pozitív korreláció (0,625) van az emelkedő nyomáskezelések és az átvágáshoz szükséges erő között. A főtt minták esetében az átvágáshoz szükséges erő csökkenő tendenciát mutat az egyre emelkedő nyomáskezelések hatására. A legkisebb erő a 300 – 400 MPa-os nyomáskezelt minták esetében volt tapasztalható. A 300 MPa-os nyers és a főtt minta átvágásához szinte azonos erő volt szükséges. A kapott adatok alapján megállapítható, hogy a hőkezelés hatására, az átvágáshoz szükséges erő és az egyre növekvő nyomáskezelések között egy közepesen erős, negatív korreláció tapasztalható (-0,589).

5.6. SZÁRAZANYAG TARTALOM MÉRÉS EREDMÉNYEI

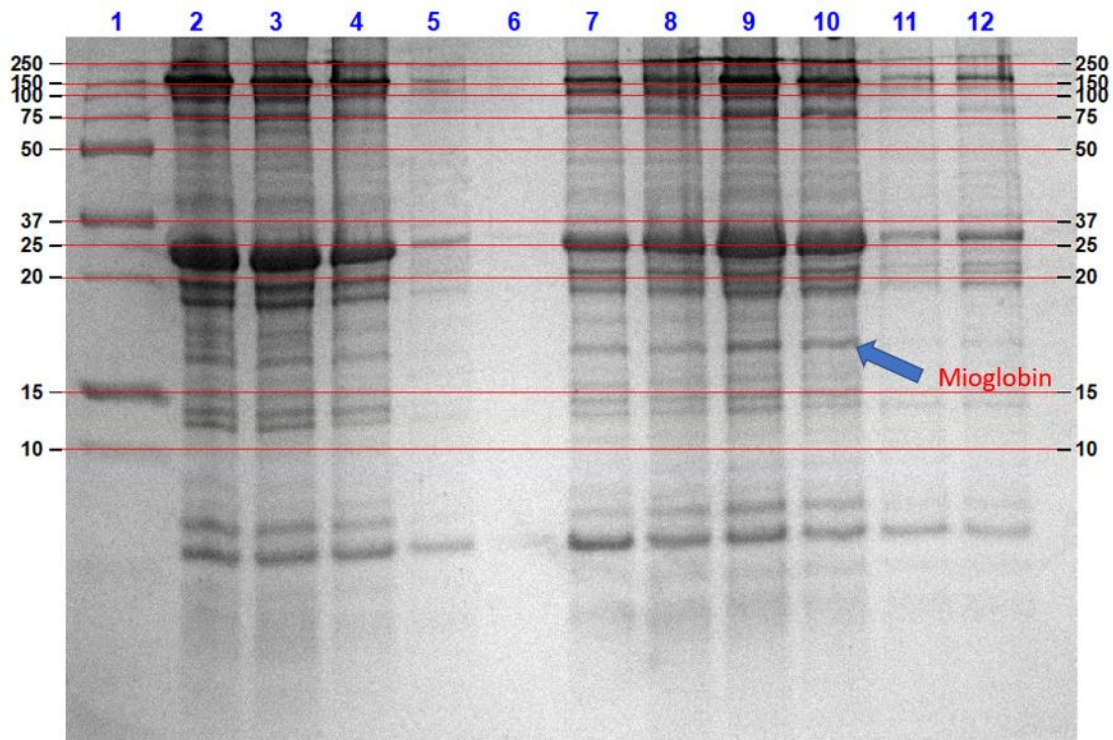


42. ábra: Szárazanyag tartalom értékeinek alakulása az egyes nyomáskezelések hatására

A szárazanyag tartalom mérés eredményei arra a feltételezésre engednek következtetni, hogy az egyre nagyobb nyomáskezelés és a szárazanyag tartalom között nincs erős összefüggés (42. ábra). Látható, hogy a 150 MPa, a 400 MPa, 550 MPa hidrosztatikus nyomással kezelt minták esetében kiugró értékek születtek, ugyanakkor a kontroll mintához képest az összes többi nyomáskezelt minta esetében kisebb értéket kaptunk.

5.7. SDS – PAGE EREDMÉNYEI

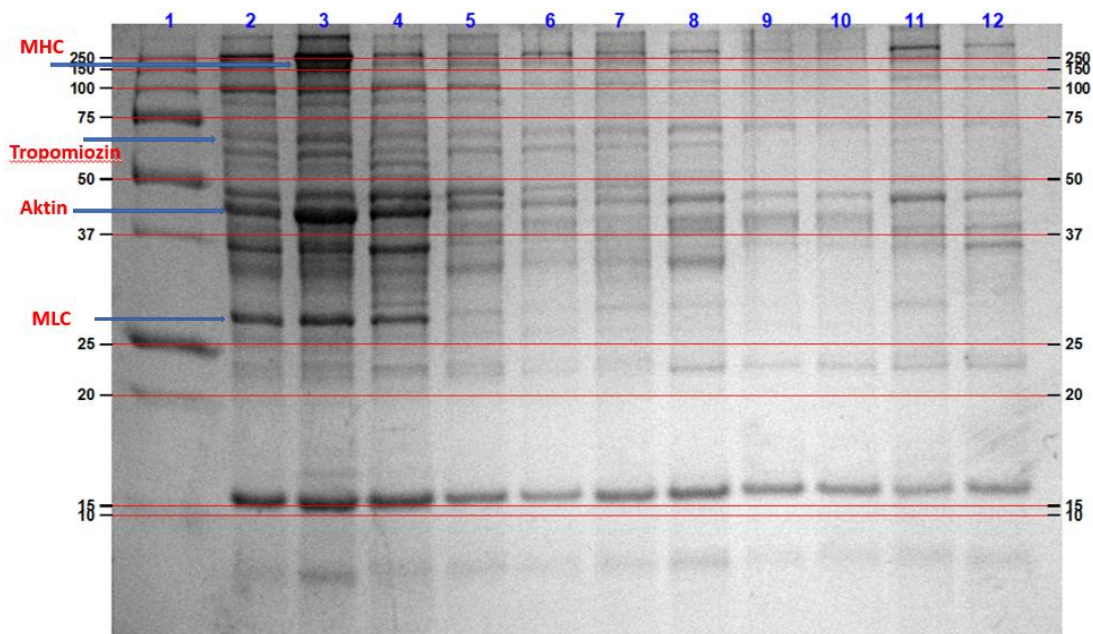
A fehérjék oldhatósága a húsban lényeges tényező, mivel az oldhatóság eltérései megváltoztathatják a funkcionális jellemzőket és a minőségi paramétereket. A nyomáskezelés módosíthatja mind a szarkoplazmatikus, mind a myofibrilláris fehérjék oldhatósági szintjét. Valószínű, hogy a nyomáskezelés denaturációt és aggregációt okoz, ami az oldhatóság megváltozását eredményezi. A vizsgálat során a különböző nyomáskezeléseken átesett nyers szarvascomb mintákkal dolgoztunk, melyeknek SDS – PAGE eredményeit a 43. – 44. ábra mutatja.



**43. ábra: Kontroll és nyomáskezelt SDS-PAGE elválasztási képe
(szarkoplazma fehérjék)**

(1. Sztenderd, 2. Kontroll, 3. 150 MPa, 4. 200 MPa, 5. 250 MPa, 6. 300 MPa, 7. 350 MPa, 8. 400 MPa, 9. 450 MPa, 10. 500 MPa, 11. 550 MPa, 12. 600 MPa)

Az első oszlopban lévő molekulastandard lehetővé teszi a 250 kDa és 10 kDa molekulatömegű közötti fehérjék azonosítását. Az izomszövet szarkoplazmájában található elsődleges fehérjék a mioglobin és számos vízdoldható enzim, amelyek a glikolitikus folyamatokért felelősek. Összességében ezek a fehérjék az izomban található összes fehérje 30-35%-át teszik ki. A szarkoplazmatikus fehérjék közül kifejezetten a mioglobin a legnagyobb mennyiségben előforduló fehérje. A géliképen (43. ábra) jól látható, hogy a mioglobin a 250 – 300 MPa-on illetve az 550 – 600 MPa-on kezelt mintáknál jelentősen denaturálódott. Ugyanakkor a 400 – 500 MPa-os kezelések esetében még jól kimutatható. A minták színének változása többek között ezzel is magyarázható. Látható a színmérési eredményeknél, hogy a mioglobin denaturációja következtében a 400 MPa hidrosztatikai nyomással kezelt mintát követően a húsminták színe jelentős mértékben halványodott, élénk pirosból enyhén sárgás-barnás szín alakult ki.



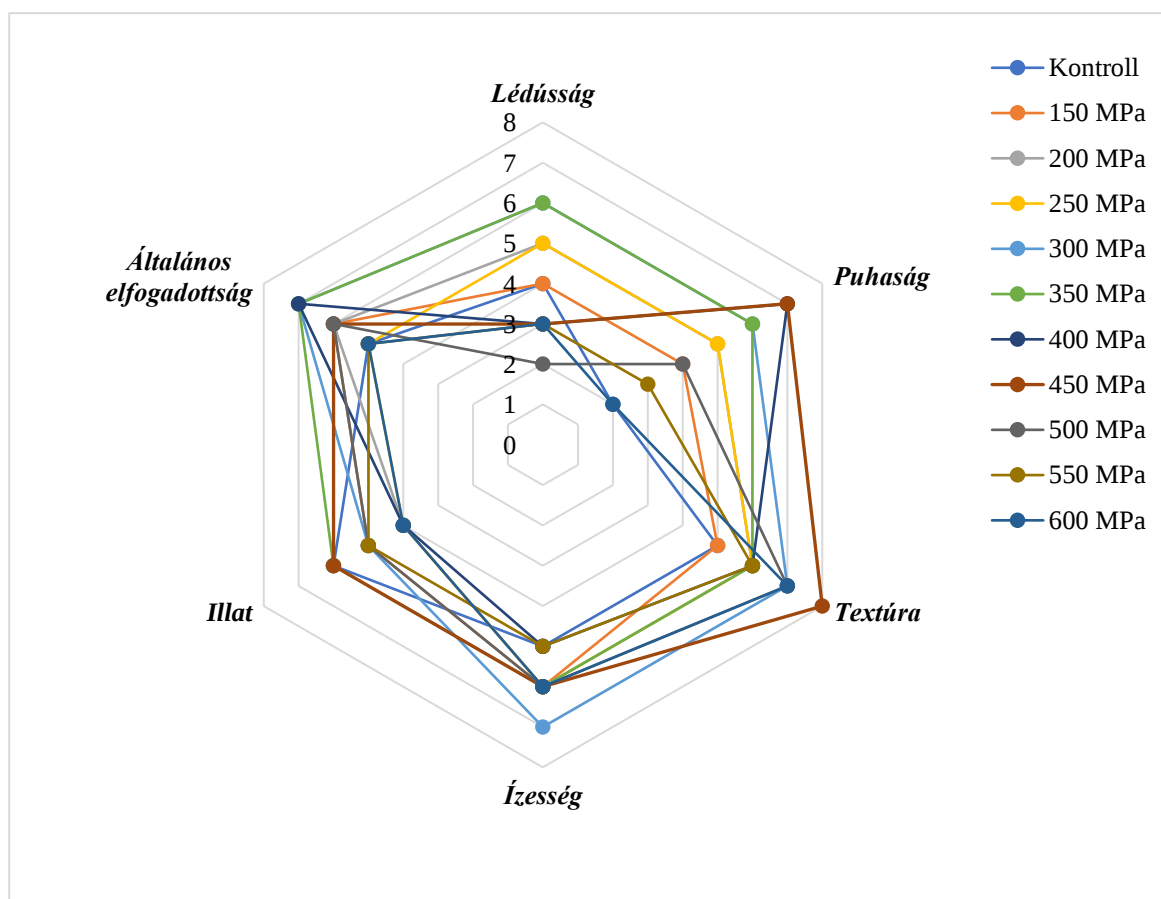
**44. ábra: Kontroll és nyomáskezelt SDS-PAGE elválasztási képe
(miofibrilláris fehérjék)**

(1. Sztenderd, 2. Kontroll, 3. 150 MPa, 4. 200 MPa, 5. 250 MPa, 6. 300 MPa, 7. 350 MPa, 8. 400 MPa, 9. 450 MPa, 10. 500 MPa, 11. 550 MPa, 12. 600 MPa)

A miozin és az aktin a miofibrillum szerkezeti gerincéért felelős fehérjék, amelyek hozzájárulnak az izomrostok folytonosságához. A miozin a miofibrillum közel 54%-át teszi ki. Két nehézláncból (MHC ~ 200 kDa) és négy könnyű láncból (MLC ~ 20 kDa) áll. A fehérjék között található még az aktin, melynek molekulatömege 42 kDa, valamint a tropomiozin (~70 kDa). A gélképen (44. ábra) jól kivehető, hogy az aktin, bár csökkenő intenzitással, de jól tűri a növekvő nyomásértéket, a tropomiozin ezzel szemben már az 500-600 MPa-os nyomáson denaturálódott. A könnyű láncú miozin (MLC) már a 250 MPa-os kezelés esetében szinte teljesen denaturálódott, a gélképen szinte teljesen eltűnt, míg a nehéz láncú miozin (MHC) még a legnagyobb (600 MPa) nyomáskezelés hatására is kimutatható.

5.8. ÉRZÉKSZERV VIZSGÁLAT EREDMÉNYEI

Az érzékszervi vizsgálat során a főtt, nyomáskezelt mintákat teszteltem (45. ábra). A laikus bírálók egy bírálati lapot töltöttek ki, melyben 1-8-ig terjedő skálán kellett különböző érzékszervi tulajdonságokkal jellemezniük az adott mintákat.



45. ábra: Az érzékszervi bírálat eredményei az egyes főtt-nyomáskezelt minták esetében

A vizsgálat eredményeként elmondható, hogy a hús illata szempontjából az összes mintánk a középső tartományban van, vagyis a nyomáskezelések hatására is megmaradt a vadhúsról jellemző, közepes intenzitású illat. Ízesség szempontjából a bírálók véleménye alapján a 300 MPa nyomással kezelt minta bizonyult kiemelkedőnek, amelyhez megfelelő puhaság társult, ezáltal egyértelmű, hogy az elfogadottsági szintje is magasan zárt. Az érzékszervi bírálat során kapott eredmények alapján kijelenthető, hogy a 250 MPa-tól a 450 MPa-ig hidrosztatikai nyomáson kezelt minták voltak a legkedveltebbek a bírálók körében, szinte minden egyes vizsgált szempont alapján.

6. ÖSSZEFOGLALÁS

A vizsgálat célja a nagy hidrosztatikus nyomás (HHP) hatásának vizsgálata volt a szarvascomb minőségi jellemzőire. A vizsgálat során a különböző értékű nyomáskezelésnek alávetett nyers és főtt szarvascombminták tömegének, víztartó képességének, pH-értékeinek és színparamétereinek változását vizsgáltam. Az eredmények azt mutatták, hogy a növekvő nyomású kezelések nagyobb tömegvesztést eredményeztek mind a nyers, mind a főtt mintákban. A minták víztartó képességét a kezelések kevésbé befolyásolták, a pH-érték pedig csekély mértékű, pozitív lineáris növekedést mutatott a növekvő nyomású kezelésekkal. A minták színparamétereit a HHP kezelések nagymértékben befolyásolták, a nyers minták világossága és kékes színe növekvő tendenciát mutatott, míg a főtt minták nem mutattak egyértelmű lineáris kapcsolatot. A nyers húsminták színe a HPP kezelésekkal halványabb és tompább lett, míg a főtt minták színe kisebb változást mutatott. Megvizsgáltam a nagynyomású kezelés (HPP) hatását a szarvascombhús állagára és nyíróerejére. A vizsgálat során megállapításra került, hogy a 400 MPa-ig terjedő HPP-kezelések a hús megpuhulását eredményezték, míg a 450 MPa-os és afeletti kezelések majdnem ugyanazt az eredményt hozták, mint a kezeletlen hús esetében. 550 MPa és 600 MPa nyomáskezeléssel keményebbé vált a hús állaga. A hús darabolásához szükséges nyíróerő a nyomáskezeléssel a nyers mintákban nőtt, a főtt mintákban viszont csökkent. A kutatás azt sugallja, hogy a HPP-kezelések felhasználhatók a hús állagának és színének módosítására, de az alkalmazott fajlagos nyomást gondosan meg kell választani a kívánt eredmény alapján. Az eredmények negatív korrelációt mutattak a hőkezelés, a vágáshoz szükséges erő és a nyomáskezelések között. A szárazanyag-tartalom mérése nem mutatott szoros összefüggést a növekvő nyomáskezelés és a szárazanyag-tartalom között. Az SDS-PAGE eredmények a nyomáskezelés hatására a fehérjék denaturálódását és aggregációját mutatták ki, a mioglobint szignifikánsan denaturálódott 250-300 MPa és 550-600 MPa-on kezelt mintákban. Az érzékszervi vizsgálat kimutatta, hogy a 250-450 MPa-on kezelt minták voltak a legnépszerűbbek a bírálók körében.

Az eredményekből az alábbi következtetéseket vonhatjuk le:

A HHP kezelés a hús textúráját megváltoztathatja. A kezelt húsok általában lágyabbak és szaftosabbak lehetnek, ami előnyös bizonyos fajtájú hústermékek esetében, de hátrányos lehet másoknál. A megfelelő beállítások fontosak annak érdekében, hogy a textúra megfeleljen a fogyasztói elvárásoknak. Változást okozhat a hús színében. A kezelés hatására

a hús lehet világosabb, ami figyelmet igényel a termék kialakításánál. Befolyásolhatja az íz- és aromajellemzőket. A minőség megőrzése vagy javítása érdekében az alkalmazás módjának és paramétereinek gondos megválasztása nagyon fontos.

7. FELHASZNÁLT IRODALMAK

1. Aiello, L. C., & Wheeler, P. (1995). The Expensive-Tissue Hypothesis: The Brain and the Digestive System in Human and Primate Evolution. *Current Anthropology*, 36(2), 199–221. <http://www.jstor.org/stable/2744104>
2. Andrea G. K., & Szabó Z. (2015). *Az élettudományi-klinikai felsőoktatás gyakorlatorientált és hallgatóbarát korszerűsítése a vidéki képzőhelyek nemzetközi versenyképességének erősítésére*. 348.
3. Andrea G. K., & Zoltán S. (2015). *ÉLELMISZER-TUDOMÁNYI ISMERETEK* (192 -218 pp). Medicina Könyvkiadó Zrt.
4. Brunelle, J. L., & Green, R. (2014). Chapter Twelve—One-dimensional SDS-Polyacrylamide Gel Electrophoresis (1D SDS-PAGE). In J. Lorsch (Szerk.), *Methods in Enzymology* (Köt. 541, o. 151–159). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-420119-4.00012-4>
5. Counihan, C., & Kaplan, S. L. (1998). *Food and gender: Identity and power*. Harwood Academic Publishers.
6. Douglas, M. (1972). Deciphering a Meal. *Daedalus*, 101(1), 61–81. <https://www.jstor.org/stable/20024058>
7. Eaton, S. B., & Konner, M. (1985). Paleolithic Nutrition. *New England Journal of Medicine*, 312(5), 283–289. <https://doi.org/10.1056/NEJM198501313120505>
8. Farkas, D. F., & Hoover, D. G. (2000). High Pressure Processing. *Journal of Food Science*, 65(s8), 47–64. <https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2000.tb00618.x>

9. Garner, D. (2009, május 26). Why Are Humans Different From All Other Apes? It's the Cooking, Stupid. *The New York Times*.
<https://www.nytimes.com/2009/05/27/books/27garn.html>
10. Huff-Lonergan, E. (2010). Chemistry and Biochemistry of Meat. In *Handbook of Meat Processing* (o. 3–24). John Wiley & Sons, Ltd.
<https://doi.org/10.1002/9780813820897.ch1>
11. Hunt, M. c., Sørheim, O., & Slinde, E. (1999). Color and Heat Denaturation of Myoglobin Forms in Ground Beef. *Journal of Food Science*, 64(5), 847–851.
<https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1999.tb15925.x>
12. Kudrnáčová, E., Bartoň, L., Bureš, D., & Hoffman, L. C. (2018). Carcass and meat characteristics from farm-raised and wild fallow deer (*Dama dama*) and red deer (*Cervus elaphus*): A review. *Meat Science*, 141, 9–27.
<https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2018.02.020>
13. Mária D. F. (2012). *Armbruszt Simon Breitenbach Zita Gubicskóné Kisbenedek Andrea Dr. Mohás Márton Szabó Zoltán Szekeresné Szabó Szilvia Ungár Tamás Lászlóné dr. Polyák Éva*. 331.
14. Milton, K. (2003). The Critical Role Played by Animal Source Foods in Human (Homo) Evolution. *The Journal of Nutrition*, 133(11), 3886S-3892S.
<https://doi.org/10.1093/jn/133.11.3886S>
15. Muntean, M.-V., Marian, O., Barbieru, V., Cătunescu, G. M., Ranta, O., Drocas, I., & Terhes, S. (2016). High Pressure Processing in Food Industry – Characteristics and Applications. *Agriculture and Agricultural Science Procedia*, 10, 377–383.
<https://doi.org/10.1016/j.aaspro.2016.09.077>

16. Nychas, G.-J. E., Skandamis, P. N., Tassou, C. C., & Koutsoumanis, K. P. (2008). Meat spoilage during distribution. *Meat Science*, 78(1), 77–89.
<https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2007.06.020>
17. Perez-Munuera, I., Larrea, V., Quiles, A., & Lluch, M. A. (2009). *Microstructure of Muscle Foods*.
18. Purslow, P. P. (2023). Chapter 3—The structure and growth of muscle. In F. Toldrá (Szerk.), *Lawrie's Meat Science (Ninth Edition)* (o. 51–103). Woodhead Publishing.
<https://doi.org/10.1016/B978-0-323-85408-5.00004-2>
19. Seman, D. L., Boler, D. D., Carr, C. C., Dikeman, M. E., Owens, C. M., Keeton, J. T., Pringle, T. D., Sindelar, J. J., Woerner, D. R., Mello, A. S. de, & Powell, T. H. (2018). Meat Science Lexicon. *Meat and Muscle Biology*, 2(3), Article 3.
<https://doi.org/10.22175/mmb2017.12.0059>
20. Tanács, L., & Pinnyey, S. (2018). *MEZŐGAZDASÁGI TERMÉKEK FELDOLGOZÁSA 2. ÁLLATI EREDETŰ NYERSANYAGOK FELDOLGOZÁSA* (A. Bitó, Szerk.; 2018. kiad.).
https://dtk.tankonyvtar.hu/xmlui/bitstream/handle/123456789/13154/mezogazdasagi_termek_feldolgozasa.pdf?sequence=1&isAllowed=y

7.1. INTERNETES HIVATKOZÁSOK

Internet 1: https://semmelweis.hu/anatomia/files/2017/09/Izomsz%C3%B6vet_PE.pdf

Internet 2: <http://www.naturalstrength.hu/architecture.html>

Internet 3:

https://sti.ppk.elte.hu/media/1c/34/08a321465f86745cbf8a30a7f2d609e53a8cad188a5e933587ab4645884c/izom_alakitott---EGYBEN.pdf

Internet 4: *https://semmelweis.hu/anatomia/files/2019/09/Izomsz%C3%B6vet_PE.pdf*

Internet 5: *<https://www.intechopen.com/chapters/82106#F2>*

Internet 6: *<https://www.muszeroldal.hu/measurenotes/szinmeres.pdf>*

Internet 7: *https://microbiologynote.com/hu/sds-oldal/?utm_content=cmp-true*

8. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Szeretném kifejezni mély hálámat és köszönetet mondani azért, hogy lehetőségem volt ezt a szakdolgozatot elkészíteni.

Első sorban szeretném megköszönni **Vargáné Dr. Tóth Adrienn** témavezetőmnek, aki rendkívül értékes tanácsaival és iránymutatásaival, szakértelmével hozzásegített szakdolgozatom minőségéhez. Köszönöm, hogy mindig türelmesen válaszolt a kérdéseimre és hozzásegített, hogy a legjobbat hozhassam ki a dolgozathoz. Szeretném megköszönni tanárainak, oktatóimnak, hogy az egyetemi labort használhattam.

Különös köszönettel tartozom élettársamnak, aki mindenben támogatott.

Nagy köszönettel tartozom a családomnak és barátaimnak is, akik támogattak és bátorítottak engem ezen az úton. Mélységesen hálás vagyok a **Döhler Hungary Kft.** dolgozóinak, akik hittek bennem és segítettek abban, hogy idáig eljussak.

Külön köszönetet mondok azoknak az embereknek, akik részt vettek a kutatásban és interjúkban, valamint az adatok gyűjtésében. Különösképpen **Munkhnasan Enkhboldnak**, aki mindenben segített. Ezen emberek részvétele nélkül ez a szakdolgozat nem lehetett volna ilyen gazdag és értékes.

9. NYILATKOZAT

NYILATKOZAT

a szakdolgozat nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve: Kiss István

A Hallgató Neptun kódja: FJQ4YF

A dolgozat címe: Vadhúsok eltarthatóságának vizsgálata a nyersanyag minőségének függvényében

A megjelenés éve: 2023

A konzulens intézetének neve: Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem
Élelmiszertudományi és Technológiai Intézet

A konzulens tanszékének a neve: Állattermék és Élelmiszertartósítási Technológia
Tanszék

Kijelentem, hogy az általam benyújtott szakdolgozat egyéni, eredeti jellegű, saját szellemi alkotásom. Azon részeket, melyeket más szerzők munkájából vettem át, egyértelműen megjelöltem, és az irodalomjegyzékben szerepeltettem.

Ha a fenti nyilatkozattal valótlan állítást tettem, tudomásul veszem, hogy a záróvizsgabizottság a záróvizsgából kizár és a záróvizsgát csak új dolgozat készítése után tehetek. A leadott dolgozat, mely PDF dokumentum, szerkesztését nem, megtekintését és nyomtatását engedélyezem.

Tudomásul veszem, hogy az általam készített dolgozatra, mint szellemi alkotás felhasználására, hasznosítására a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem mindenkor szellemi tulajdon-kezelési szabályzatában megfogalmazottak érvényesek.

Tudomásul veszem, hogy dolgozatom elektronikus változata feltöltésre kerül a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem könyvtári repozitori rendszerébe. Tudomásul veszem, hogy a megvédett és

- nem titkosított dolgozat a védést követően,
- titkosításra engedélyezett dolgozat a benyújtásától számított 5 év eltelté után nyilvánosan elérhető és kereshető lesz az Egyetem könyvtári repozitori rendszerében.

Kelt: Kisvárd, 2023. 11. 06.


Hallgató aláírása

NYILATKOZAT

Kiss István (hallgató Neptun azonosítója: FJQ4YF) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a szakdolgozatot¹ áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A záródolgozatot a záróvizsgán történő védelemre javaslom/ nem javaslom ².

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen **nem**³

Kelt: Budapest, 2023. október 31.



belső konzulens

¹ A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törlendő.

² A megfelelő aláhúzendő.

³ A megfelelő aláhúzendő.