

Szakdolgozat

Páles Bence

2023



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem

Budai Campus

Élelmiszertudományi és Technológiai Intézet

Élelmiszermérnöki alapképzési szak

**Nagy hidrosztatikus nyomáskezelés (HHP) hatása a pulykahús
egyres minőségjellemzőire**

Belső konzulens: Majzinger Koppány

PhD hallgató

**Belső konzulens
intézete/tanszéke:** MATE-ÉDI

Készítette: Páles Bence

Budapest

2023. év

Tartalomjegyzék

1. Bevezetés	3
2. Célkitűzés.....	4
3. Irodalmi áttekintés	5
3.1. A pulyka története és jellemzői	5
3.1.1. A pulyka az iparban.....	5
3.1.2. A magyarországi pulykahús előállítás, valamint fogyasztás helyzete	6
3.2. A hús.....	7
3.2.1. A hús színe	8
3.2.2. PSE.....	9
3.2.3. DFD.....	9
3.2.4. A pulykahús összetétele	10
3.3. HHP	11
3.3.1. Története.....	11
3.3.2. Alkalmazása	11
3.3.3. Előnyei	12
3.3.4. Hátrányai	13
3.3.5. A művelet folyamatának menete.....	13
3.3.6. A HHP hatása a hús színére	13
3.3.7. A HHP kezelés hatása a hús pH-jára.....	14
3.3.8. A HHP kezelés hatása a hús állományára	14
3.3.9. A HHP hatása a hús mikrobiológiájára	15
3.3.10. A HHP hatása a lipioxidációra	15
4. Anyagok és módszerek	17
4.1. Felhasznált anyagok	17
4.2. Alkalmazott paraméterek.....	18
4.3. Színmérés.....	19

4.4.	pH mérés.....	20
4.5.	Állománymérés.....	20
4.6.	Összcsíraszám meghatározása.....	21
4.7.	TBA	21
5.	Eredmények értékelése	23
5.1.	A színmérés eredményei.....	23
5.2.	A pH mérés eredményei	30
5.3.	Az állománymérés eredményei	33
5.4.	Az összcsíraszám mérés eredményei.....	36
5.5.	A TBA mérés eredményei	40
6.	Összegzés.....	44
7.	Irodalmi jegyzék	45
	Táblázatjegyzék.....	48
	Ábrajegyzék	49

1. Bevezetés

Az elmúlt évtizedekben a szárnyashús fogyasztása világszerte jelentősen nőtt és továbbra is növekvő tendenciát mutat. Egyik kulcsfontosságú tényező, hogy a szárnyasok húsa egészségesebb alternatívaként szerepel a vöröshúsokkal szemben. Sok embernek vonzóbbak a csirke, pulyka és kacsahúsok az alacsony zsír- és magas fehérjetartalmuk miatt. Ezt kihasználva az egészségtudatos életmód népszerűsége is hozzájárul a szárnyashúsok iránti kereslet növekedéséhez, mivel sokan tekintik ezeket az ételeket ideális választásnak az étrendjükben. A dietetikai szempontok mellett a szárnyashúsok környezetvédelmi okokból is előnyösebbek lehetnek a marhahúshoz képest. A húsipar környezeti hatásainak tudatosabbá válása és a fenntartható hústermelés iránti növekvő érdeklődés arra készíti a társadalmat, hogy előtérbe helyezze a szárnyasokat az étrendjükben, mivel ezek kevesebb erőforrást vesznek igénybe az állattenyésztés során. Továbbá a különböző kulturális hatások és gasztronómiai trendek terjedése teret ad az újabb és újabb szárnyasételeknek. Mindezek a tényezők együtt járulnak hozzá a szárnyashús fogyasztás népszerűségének növekedéséhez és azt is valószínűvé teszik, hogy ez a trend a jövőben is folytatódik.

A nagy hidrosztatikai nyomáskezelés, vagyis HHP (High Hydrostatic Pressure), egy olyan technológia, amely a magas hidrosztatikai nyomást alkalmazza az élelmiszerek konzerválására és feldolgozására. A HHP lehetővé teszi az élelmiszerek hosszabb eltarthatóságát és az értékes tápanyagok megőrzését anélkül, hogy hozzáadott tartósítószereket vagy hőkezelést kellene alkalmazni. A HHP technológia élelmiszerbiztonsági szempontokból igen előnyös, mivel hatékonyan inaktiválja a káros mikroorganizmusokat, mint például a baktériumokat és a patogéneket, ezáltal csökkentve a szennyezési és megbetegedési kockázatokat az élelmiszereknél. Ez kielégíti a társadalom részéről egyre növekvő igényt a tartósítószerek mennyiségének csökkentésére az élelmiszerekben. A HHP kíméletes tartósítási módszer, így jobban megőrzi az élelmiszerek ízét és tápanyag tartalmát, valamint csökken a keletkező hulladék mennyisége és az energiafelhasználása is alacsonyabb a hagyományos élelmiszerfeldolgozási módszerekhez képest. A nagyhidrosztatikai nyomáskezelés alkalmazása egyre elterjedtebbé válik az élelmiszeripar számos területén, mivel nemcsak az előre csomagolt élelmiszerek tartósítására használhatják, hanem akár a friss gyümölcs- és zöldséglevelek, húsok és tenger gyümölcsei feldolgozására is. Ezért valószínűsíthető, hogy további innovációk születnek a jövőben és új alkalmazási területek nyílnak a HHP technológia előtt.

2. Célkitűzés

A céloom az, hogy megvizsgáljam a nagyhidrosztatikai nyomáskezelés hatásait a pulykahús jellemzőire és, hogy az ezen módszerekkel kezelt termékek kiválthatják-e a tartósítószerekkel ellátott termékeket. Összehasonlítom, hogy milyen eltérések alakulnak ki a pulykamellhús és a kissé zsírosabb pulykacombhús között. Méréseim során megfigyelem a mintákban bekövetkezett szín-, pH-, állomány- és mikrobiológiai változásokat és az avasodás mértékét. Először a HHP okozta közvetlen változásokat, majd hogy a hat hetes vákuumcsomagolt hűtve tárolás során a mintákban milyen változások mennek végbe. A mikrobiológiai és az avasodási vizsgálat során megfigyelem, hogy mennyire lesz jól eltartható a termék a piacon jelenlévő tartósítószerekkel ellátott élelmiszerekkel összevetve. A vásárlók érzékszervi elvárásai miatt fontos a szín és állomány tulajdonsága, hiszen ezek alapján tudják a legkönnyebben megítélni egy termék frissességét egy üzletekben.

3. Irodalmi áttekintés

3.1. A pulyka története és jellemzői

A pulyka (1. ábra) Észak-Amerikában őshonos, már a Kolumbusz előtti időkben a mexikói őslakosok háziasították. A 16. század elején került Spanyolországba, majd onnan egész Európában elterjedt. Egészen a 20. század elejéig csak a tollukért tenyésztették őket, majd ezen az újfajta tenyésztési technológiák változtattak. A pulykakakasok elérhetik akár a 130 cm hosszúságú és a 10 kg-ot, a tojók ennek kb. a felére nőnek. Élőhelyükként a víz közeli erdőket részesítik előnyben. A vadonban főként magvakkal, rovarokkal táplálkoznak, de alkalmanként elfogyasztják a békákat és a kisebb hüllőket is. A pulykafogyasztás legnagyobb hagyománya Európában karácsonyra, az Egyesült Államokban hálaadásra tehető.

1. ábra: Vadpulyka

(Forrás: <https://hu.wikipedia.org>)



2. ábra: Brojler pulykahibrid

(Forrás: <https://magyarmezogazdasag.hu>)



3.1.1. A pulyka az iparban

A pulyka a legnagyobb testű mezőgazdasági haszonmadár, kizárólag hústermelésre tenyésztik. A modern keresztezések (2. ábra) nagy testtömeget érnek el. A hímek testsúlya 30 kg (egyedeké akár 40 kg), míg a nőstényeké 11,5 kg. Jelenleg háromféle pulykafajtát használnak a hústermelésre tenyésztett pulyka szaporítására: könnyű, közepes és nehéz keresztezésű fajtákat (<https://indauri.ge>) (1. táblázat).

1. táblázat: A könnyű, közepes és nehéz keresztezésű pulykafajták jellemzői

(Forrás: <https://indauri.ge> nyomán)

	Könnyű keresztezésű	Közepes keresztezésű	Nehéz keresztezésű
Növekedés időtartama (hét)	8-11	12-17	18-27
Élősúly nőstények (kg)	2	3,6	7,5
Élősúly hímek (kg)	2,2	4,5	11-14

3.1.2. A magyarországi pulykahús előállítás, valamint fogyasztás helyzete

Kálmán és munkatársai (2023) cikke alapján a magyar baromfiágazat kiváló önellátási szinttel rendelkezik különösen, ami a baromfihúst illeti. Évente a hazai baromfi szektor körülbelül 700 ezer tonna hús előállítására képes. Ennek nagyjából 400 ezer tonnája a hazai piacon kerül értékesítésre, míg a maradék 300 ezer tonnát exportpiacokon értékesítik. A belföldi fogyasztás és az export összetétele különböző, mivel míg az előbbi esetében a húsok 80-85%-a csirke és 15%-a pulyka és egyéb víziszárnyasok, addig az exportnál a csirkehús aránya 55-60% között mozog, a pulykéé és víziszárnyasoké pedig 40-45%. 2019-ben az éves egy főre vetített baromfihús fogyasztás az országban 29,2 kg volt, ennek nagyrésze 22,9 kg csirke, ezt követve jóval kisebb mennyiségben 3,0 kg pulyka, 2,4 kg kacsza és 0,9 kg liba. Ez az adat mutatja, hogy a baromfihús széles választéka népszerű és fontos részét képezi az ország étrendjének.

A 2. táblázat bemutatja Magyarország pulykahús exportját világviszonylatban és megtudhatjuk, hogy a világ teljes 871,5 ezer tonna exportjának a 3,3%-át, azaz 27,7 tonnát hazánk biztosítja. A 3. táblázat Magyarország pulykahús termelését veti össze a világ 10 legfőbb pulykahús termelő országával. A két táblázatot összevetve láthatjuk, hogy országunk exportjának mennyisége a termeléshez képest jelentős.

2. táblázat: A világ 10 legfőbb pulykahús exportőr országa 2020-ban

(Forrás: Saját szerkesztés FAO (2020) adatok alapján)

	Ország neve	Mennyiség (ezer tonna)	Megoszlás (%)
1.	Egyesült Államok	213,8	24,5
2.	Lengyelország	168,2	19,3
3.	Németország	95,5	11,0
4.	Olaszország	58,6	6,7
5.	Franciaország	53,0	6,1
6.	Spanyolország	46,8	5,4
7.	Brazília	38,1	4,4
8.	Magyarország	27,7	3,3
9.	Kanada	24,7	2,8
10.	Chilei Köztársaság	24,5	2,8

3. táblázat: A világ 10 legfőbb pulykahús termelő országa és Magyarország 2020-ban

(Forrás: Saját szerkesztés FAO (2020) adatok alapján)

	Ország neve	Mennyiség (ezer tonna)
1.	Egyesült Államok	2610,5
2.	Brazília	561,8
3.	Németország	476,0
4.	Lengyelország	406,8
5.	Franciaország	321,0
6.	Olaszország	313,3
7.	Spanyolország	226,0
8.	Egyesült Királyság	174,0
9.	Kanada	158,3
10.	Marokkó	100,0
13.	Magyarország	80,8

3.2. A hús

A Magyar Élelmiszerkönyv Bizottság Húskészítmények Szakbizottsága által jóváhagyott 2010. októberi útmutató szerint a marhahús, sertéshús, szárnyashús fogalma:

„Az emlősállatok és szárnyasok emberi fogyasztásra alkalmasnak minősített, természetes alkotórészeket képező vagy hozzájuk kötődő szövetből álló vázizomzata, ahol

- az emlősöknél (kivéve sertés, nyúl) az összes zsír nem haladja meg a 25%-ot, a fehérjetartalomnak maximum 25%-a kötőszövet,
- a sertéshúsban az összes zsírtartalom maximum 30%, a fehérjetartalomnak maximum 25%-a kötőszövet.
- a szárnyasoknál és a nyúlnál a zsírtartalom maximum 15%, a fehérjetartalomnak maximum 10%-a kötőszövet.

Ha a húsösszetevő zsír, illetve kötőszövet tartalma a fentiekben megadott maximális értéket túllépi, a fentieknél nagyobb zsír-, illetve kötőszövet-tartalmú húsalapanyagokat nem lehet teljes egészében húsnak tekinteni, és így az összetevők mennyiségi jelölése szempontjából a hústartalom csökken” (<https://elelmiszerlanc.kormany.hu>).

3.2.1. A hús színe

Oblakova és munkatársai (2016) munkájukban leírták, hogy a hús színe számos tényezőtől függ, mint például a fajta, nem és életkor. A világítási tényező (L^*) a visszaverődött és elnyelt fény mennyiségétől függ. A fényvisszaverődés a miofibrillumok felszínéről és általuk történik, szorosan összefügg a pH-értékekkel. Minél alacsonyabb a hús pH-ja, annál magasabb a fény visszaverődése és világossági tényezője a miofibrillumokon keresztül. A hús színe a pigment tartalmától függ. A legfőbb és leggyakoribb húspigmentek a hemoprotein csoportba tartoznak, mint például a mioglobín, hemoglobín, citokrómok, valamint a kataláz és peroxidáz enzimek. A mioglobín egy hemoprotein, ami a hús adott fajtájának a színét határozza meg, szintén meghatározza az a^* színtérkoordináták értékeit, amelyek a hús vörösségét jellemzik. A húspigmentek többnyire sárga spektrumúak (b^*), amelyek függenek a hús és a vérplazma izomzsír, karotinoid, xantofill és flavoprotein tartalmától. A karotinoidok a kettős kötések sorrendjétől függően sárga, narancssárga vagy vörös pigmentek. Az oxidált flavoproteinek sárgák, míg redukált állapotban színtelenek. A hús érését kísérő autolitikus folyamatok során a bilirubinoidokat alkotó porfirin gyűrűk oxidáció következtében szétnyílnak. Ezek az események oxidatív lebomlási termékek felhalmozódásához vezetnek, amelyek különböző színűek lehetnek (sárga, zöld stb.). A pulykahús alacsony pH-ja alacsony víztartóképeséggel jellemezhető.

A halvány puha exudatív (PSE) pulykahús (L^*) referenciaértékei meghaladják az 50-et és a pH-értékük kevesebb, mint 5,8. Az a^* értékek az izomrostok mioglobín tartalmától függenek. Míg a mioglobín tartalom a morfológiai szerkezettől függ és közvetlenül összefügg a pH-értékkel,

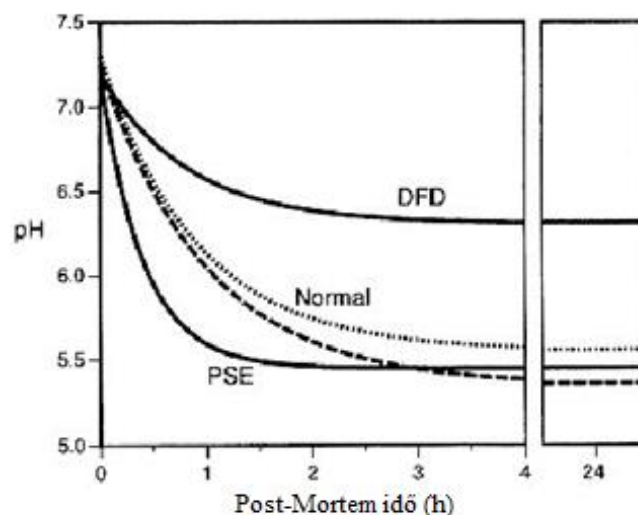
addig a vágás utáni hőmérséklet hatással van a biokémiai reakciók sebességére és az izmok oxidációjára. A b* értékek esetében az izmok lipid tartalma tűnik a legfontosabbnak.

3.2.2. PSE

Owens és munkatársai (2015) munkája alapján a sertések esetében a PSE-t előidéző tényezők közé tartoznak az ante-mortem és post-mortem stresszhatások, ideértve a környezeti hőmérsékletet, a vágást megelőző kezelési gyakorlatokat, az érzéstelenítési módszereket és a hűtési rendszereket. A PSE a felgyorsult post-mortem glikolízis eredményeként alakul ki, amely gyors pH-csökkenést okoz (3. ábra), miközben a hús hőmérséklete még mindig magas. Ez a pH- és hőmérséklet kombináció fehérjedenaturációt vált ki az izomban, ami halványabb hússzín, kisebb vízmegtartóképességet és rosszabb textúrát eredményez. Ezekre az ante-mortem és post-mortem stresszt kiváltókra a pulykák is fogékonyak. A vágás előtti hőstressz felgyorsítja az utólagos pH-csökkenést, halványabb húst és emelkedett főzési veszteséget idéz elő. A nem megfelelő hűtési hőmérséklet (20°C felett) halványabb húst eredményezett, amelynek magasabb csepegési és főzési vesztesége volt. Az enyhe pH-csökkenés és a hosszú ideig tartó magas hőmérséklet kombinációja PSE húshoz vezethet.

3. ábra: Az idő hatása a post-mortem pH-ra különböző húsfajtáknál

(Forrás: Murray, 1995)



3.2.3. DFD

Adzitey és Nurul (2011) leírták, hogy amikor az állatok hosszantartó vagy tartós stressznek vannak kitéve a vágás előtt, akkor fordulhat elő a DFD hús kialakulása. A tartós stressz példái közé tartoznak az állatok hosszú távú szállítása, az élelem hosszú órákig történő megvonása és az állatok hosszú ideig tartó zsúfoltsága. A hosszú távú stressz a vágás előtt a tárolt glikogén

kimerüléséhez vezet, így kevesebb glikogén áll rendelkezésre a halál után, ami befolyásolja a hús normál savasodási folyamatát és a hús pH-értékét magas szinten hagyja (3.ábra).

A DFD marhahús lényegesen alacsonyabb minőségű, mivel rövidebb a szavatossági ideje és nagyobb benne a mikrobák szaporodásának mértéke. A megnövekedett mikrobiális aktivitás a romlás fokozódásához és nem kívánatos ízek kialakulásához vezet. A rövidebb szavatossági idő nagyrészt a normálnál magasabb pH-érték és a megnövekedett vízmegtartó képesség miatt következik be, mindkettő elősegíti a mikrobaszám növekedést (<https://extension.wisc.edu>).

3.2.4. A pulykahús összetétele

Gálvez és munkatársai (2018) kutatásai alapján a 4. és 5. táblázatomban bemutatom, hogy milyen hatása van a pulyka nemének a mell-, illetve a combhús kémiai összetételére.

A 4. táblázatból jól látszik, hogy a hím és nőstény pulykák mellhúsának kémiai összetétele között nincs szignifikáns eltérés.

4. táblázat: A pulyka nemének hatása a mellhús kémiai összetételére

(Forrás: Gálvez, és munkatársai, 2018 nyomán)

Kémiai összetétel (%)	Hím	Nőstény	Standard hiba	Szignifikancia
Nedvesség	74,70	75,40	0,58	ns
Izomközi zsír	0,73	0,38	0,08	ns
Fehérje	24,00	24,30	0,13	P<0,05
Hamu	1,27	1,27	0,04	ns
Koleszterin (mg/100g)	41,90	39,70	0,60	ns

Az 5. táblázat alapján megállapíthatjuk, hogy a pulyka nemének függvényében nincs szignifikáns eltérés a combhús kémiai összetételében. A mell- és combhúst összevetve kijelenthető, hogy a combhús több izomközi zsírt és kevesebb fehérjét tartalmaz.

5. táblázat: A pulyka nemének hatása a combhús kémiai összetételére

(Gálvez, és munkatársai, 2018 nyomán)

Kémiai összetétel (%)	Hím	Nőstény	Standard hiba	Szignifikancia
Nedvesség	74,80	74,60	0,66	ns
Izomközi zsír	3,46	4,24	0,25	ns
Fehérje	20,10	20,60	0,20	ns
Hamu	1,10	1,15	0,02	ns
Koleszterin (mg/100g)	45,40	40,90	1,16	ns

3.3. HHP

„A nagy hidrosztatikus nyomású technológia olyan, nem hőkezelésen alapuló tartósítási eljárás, ahol az élelmiszereket 100-900 MPa közötti hidrosztatikus nyomásnak teszik ki” (Kálmánné Tuboly, 2009:2). A terméket általában olyan csomagolásba helyezik, amelynek magas a nyomásbírása, majd bizonyos ideig nyomás alatt tartják. A nagy hidrosztatikus nyomás alkalmazható 0-120 °C-ig és akár 100-1000 MPa nyomás értékig is, de a kereskedelemben, hogy a pasztörözésnek megfelelő hatást elérjék elég 200-600 MPa nyomásterjedelmen, alacsony vagy szobahőmérsékleten alkalmazni, általában 5 percnél nem hosszabb ideig (Aganovic, és munkatársai, 2021).

3.3.1. Története

A technológiát a vegyiparban már a XX. századtól használták, például az ammónia mesterséges előállítására. Az élelmiszeripar szempontjából az első áttörés Japánban történt, ahol az 1980-as évek végén megkezdődött a nagy hidrosztatikai nyomáskezelés alkalmazása a kereskedelemben. Az első ilyen termékek savas jellegűek voltak, például lekvárok és joghurtok. Ezt az innovációt Rikimaru Hayashi professzor és egy 25 vállalatból álló konzorcium munkája tette lehetővé. Azonban az eljárás csak az 1990-es években tudott igazán továbbfejlődni és terjedni, ekkor már különböző élelmiszeripari termékeket kezeltek ezzel a módszerrel, beleértve húst, halat, zöldségeket és gyümölcsöket. Az ehhez szükséges áttörések már az Egyesült Államokban található Delaware Egyetemen születtek Dallas Hoover, Dietrich Knorr, és Daniel Farkas kutatásainak köszönhetően.

3.3.2. Alkalmazása

A 6. táblázat alapján jól látható, hogy a HHP kezelést leginkább gyümölcsleveknél és különböző italoknál, hústermékeknél, illetve gyümölcs- és zöldségelőkészítményeknél

használják. A hőkezeléshez vagy más nem hőkezeléses tartósítási technológiákhoz képest a nagy hidrosztatikus nyomást (HHP) viszonylag költséges technológiaként tartják számon, ezért különösen a magas minőségű élelmiszerek esetében alkalmazzák, hogy megőrizzék frissességüket és táplálkozási értéküket, hasonlóan az előkezelt termékekhez (Aganovic és munkatársai, 2021).

6. táblázat: Példák a piacon lévő nagy nyomással kezelt élelmiszerekre
(Aganovic és munkatársai, 2021 nyomán)

Terméktípus	Nyomás (MPa)	Idő (min)	Piaci részesedés
Gyümölcslevek és italok	400-600	1-5	30%
Hústermékek (sonka, füstölt hús és felvágottak)	400-600	1-5	30%
Gyümölcs- és zöldségelőkészítmények (pl. bébiétel, mártogatósok)	500-600	5-10	28%
Tenger gyümölcsei és kagylók	250-350	0,5-1,5	7%
Készételek	400-600	1-5	3%
Tejtermékek	400-600	1-5	2%

3.3.3. Előnyei

A magas nyomás alkalmazása független a táplálék méretétől és alakjától. Azonnal hat, így csökkenti a feldolgozási időt. Nem bontja a kovalens kötéseket, ezért megakadályozza az idegen ízek kialakulását és megőrzi az élelmiszerek természetes ízét. Szobahőmérsékleten alkalmazható, így csökkenti a hőenergia szükségletét a hagyományos feldolgozási folyamatok során. Ez a folyamat lehetőséget nyújt a kémiai tartósítószeres csökkentésre vagy akár teljes elhagyásukra. Mivel a magas nyomású feldolgozás izosztatikus, azaz egyenletes az élelmiszer egészében, így az élelmiszer egyenletesen van tartósítva, azaz nincs olyan rész, ami kimaradna a kezelés során. Ezen technológiával lehetséges a már becsomagolt élelmiszerek feldolgozása. A folyamat környezetbarát, mivel csak elektromos energia szükséges hozzá és nincsenek melléktermékek (Naveena és Nagaraju, 2020).

3.3.4. Hátrányai

Az élelmiszer enzimei és a baktériumspórák nagyon ellenállóak a nyomással szemben, így nagyon magas nyomásra van szükség az inaktiválásukhoz. A maradék enzimaktivitás és oldott oxigén enzimatis és oxidatív lebontást okozhat bizonyos élelmiszerkomponensekben. Alacsony hőmérsékletű tárolás és elosztás szükséges a nyomás alatt feldolgozott élelmiszerek íz- és tápértékminőségének megőrzéséhez. Az élelmiszereknek kb. 40% szabad vízzel kell rendelkezniük az antimikrobiális hatás eléréséhez (Naveena és Nagaraju, 2020).

3.3.5. A művelet folyamatának menete

- **Előkészítés:** Az élelmiszereket először gondosan tisztítják és felkészítik, ideértve például a mosást, hámozást vagy szeletelést a kívánt méret eléréséhez.
- **Kamra feltöltése:** Az előkészített élelmiszereket egy speciális kamrába vagy tartályba helyezik, majd hermetikusan lezárják.
- **Nyomás alkalmazása:** A kamrát folyadékkal (általában vízzel) töltik meg, majd speciális hidrosztatikai nyomásnövelővel (hidraulikus rendszerrel) növelik a folyadék nyomását. A nyomás szintje általában 100-600 MPa között van, ami sokkal magasabb, mint a normál légnyomás (kb. 0,1 MPa).
- **Nyomásidő:** Az élelmiszereket a nagy hidrosztatikai nyomás alatt meghatározott időtartamig tartják, amely néhány másodperc és néhány perc között változik.
- **Nyomás eltávolítása:** Miután az előírt nyomásidő lejárt a nyomást fokozatosan csökkentik, hogy az élelmiszerek visszanyerjék eredeti állapotukat.
- **Csomagolás:** Az így kezelt élelmiszereket általában légmentesen zárt csomagolásban helyezik el, hogy megőrizzék frissességüket és biztosítsák hosszabb eltarthatóságukat.

3.3.6. A HHP hatása a hús színére

Liu és munkatársai (2021) munkája alapján a magas hidrosztatikai nyomáskezelés színváltozásokat idéz elő a hústermékekben a fehérjék, különösen a mioglobin denaturációjára gyakorolt stresszhatásától függően. Általánosságban elmondható, hogy a nyomáskezelés növeli a hústermékek fényességét, miközben csökkenti a piros színárnyalatot. A nyomáskezelést követő színváltozás húsfajtáról húsfajtára eltérő lehet. Jelenleg nem egyértelmű, hogy a HHP mechanizmusa miért van ilyen hatással a hústermékek színére, de valószínűsíthető, hogy összefüggésben van a mioglobin és a miofibrilláris fehérjék degenerációjával, valamint a lipid- és fehérje oxidációjával.

Giménez és munkatársai (2015) kutatásaik során megállapították, hogy a HHP alkalmazása friss marhahústra előzetes tartósítóoldatba történő áztatás nélkül káros hatást okozott a marhahús

jellegzetes piros színére, mivel hatással volt a mioglobinra. A hús színe fontos érzékszervi tulajdonság a vásárlók szempontjából, hisz a termék frissességére utal, így a nyomáskezelést megelőzően egy tartósítóoldatba helyezték a mintákat. Azért, hogy a hús kívánt színét elérjék a hidrosztatikai nyomáskezelés után, az aszkorbinsav jelenléte a tartósítóoldatban - amely nátrium-nitrátot és nátrium-kloridot tartalmaz - alapvető fontosságú volt.

3.3.7. A HHP kezelés hatása a hús pH-jára

Sikes és Tume (2013) vizsgálata során megállapította, hogy a magas hidrosztatikai nyomású kezelés nincs közvetlen hatással a hús pH-jára, azonban a HHP-nak kitett minták 60 °C és 76 °C közötti hőkezelés során kisebb pH növekedésen estek át, mint a kezeletlenek. Tehát a nyomás korlátoz bizonyos hődenaturálási folyamatokat, melyek e hőmérsékleteken amúgy végbemennének.

Ros-Polski és munkatársai (2015) kísérletet végeztek hőkezeletlen és hőkezelt csirkehúsokon 0-300 MPa nyomás között 0-180 másodperc közötti időtartamon. Megállapították, hogy a nem hőkezelt mintáknál 200 MPa nyomásig az összes időtartam alatt nem volt szignifikáns eltérés a hús pH-jában, de 300 MPa-nál már szignifikáns növekedés történt az idő növelésével. 100-200 MPa nyomáson a hőkezelt mintáknál a pH nőtt, de az időtartam nem volt rá hatással, kivételt képezett ez alól a 180 másodpercig alkalmazott 300 MPa-os kezelés, amely tovább növelte pH-t.

Marines Bernié és munkatársai (2021) nyers darált marhahús pogácsákon végeztek magas hidrosztatikai nyomáskísérletet 0-600 MPa között 5 perces időtartammal. A vizsgálat végén megállapították, hogy nincs szignifikáns eltérés a kezelt és kezeletlen kontrollminták pH-ja között.

3.3.8. A HHP kezelés hatása a hús állományára

Sun és Holley (2010) arra a következtetésre jutott, hogy a nagyhidrosztatikai nyomáskezelés fehérjedenaturációt, aggregációt vagy gélképződést okoz, aminek eredményeként a hús vagy puhábbá válik, vagy megkeményedhet a húsfehérje szerkezetétől, a hőmérséklettől, a nyomástól és annak időtartamától függően. A nedvesség, rugalmasság és rágás ellenállás növekszik a HHP kezelés hatására, azonban a HHP kevés hatással van a kötőszövet keménységére.

Okamoto és Suzuki (2002) kísérletet végeztek fagyasztott sértéshús magas hidrosztatikai nyomás alatt történő felolvasztása közbeni állapotváltozások megfigyelésére. A mérések 100 és 500 MPa nyomás között történtek. Arra a megállapításra jutottak, hogy a hús tenderizálódása a nyomás nagyságával gyorsul, ugyanakkor 200 MPa nyomás felett már ez a jelenség nem volt

tovább megfigyelhető. Tehát 200 MPa nyomásig a HHP alkalmas lehet alacsony hőmérsékletű húsok tenderizálására.

3.3.9. A HHP hatása a hús mikrobiológiájára

Giménez és társai (2014) megfigyelték egy hét hetes kísérlet folyamán, hogy a 300 MPa nyomáson kezelt húsokon, mind a mezofil baktériumok (például: *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli*), mind a tejsavbaktériumok száma 2 log TKE/g (telepképző egység/g) alatt maradt a negyedik tárolási hétig, majd az ötödik héten körülbelül 4 log TKE/g-ra emelkedett és két logaritmusos cikluson ment át a következő héten. A 600 MPa nyomáson kezelt mintáknál csak kis mértékben történt emelkedés a mezofil baktériumok számában a megfigyelés alatt, míg a tejsavbaktériumok száma az ötödik héten nőtt. A legvalószínűbb számok módszere alapján az enterobaktériumok száma végig az észlelési határ alatt maradt mindkét esetben.

Aouadhi és munkatársai (2012) megemlítik, hogy a magas hidrosztatikai nyomás hatékonynak bizonyult a vegetatív baktériumok és élesztők elpusztításában, bár úgy tűnik, hogy a baktériumspórák ellenállóbbak a HHP-re. Szobahőmérsékleten a nagyon magas nyomásszint, még 1000 MPa sem hatékony a baktériumspórák inaktiválásában, azonban az inaktiválást elérhetjük, ha a magas hidrosztatikai nyomást kombináljuk 40 °C feletti hőmérséklettel.

3.3.10. A HHP hatása a lipioxidációra

Medina-Meza és munkatársai (2013) arról számolnak be, hogy a lipid rendszerek a legnagyobbérzékenyebb biológiai alkotó elemek, mivel a lipid szerkezeteket hidrofób kölcsönhatások irányítják, amelyek nagyon érzékenyek a magas nyomásra. Húsok esetében azonnal elindul az oxidáció, amint elérnek egy kritikus nyomást. Ez a küszöbérték 300 és 500 MPa között helyezkedik el. Ez egy olyan érték, amely szorosan kapcsolódik nem csak a folyamatváltozókhoz, mint például a hőmérséklet és/vagy idő, hanem a nyomáskezelt élelmiszer lipid és nem-lipid frakcióinak összetételéhez is.

Toldrá és munkatársai (2017) könyve alapján a magas hidrosztatikai nyomáskezelés lipid oxidációt indukál a nyers és a kezelt húsoknál. Ez leggyakrabban hosszabb tárolás során fordul elő. Leginkább a hústermékekre kifejtett nyomás nagysága befolyásolja, kismértékben pedig, hogy meddig tartott a nyomáskezelés. A 300 MPa alatti HHP kezelés csak kisfokban van hatással a lipid oxidációra, ám az előtti nyomásterhelések már szignifikáns hatást fejtenek ki a húsokra.

Guyon és munkatársai (2016) arra a következtetésre jutottak, hogy a magas hidrosztatikus nyomással végzett kezelés korlátozott nagyságú hatással van a hús intramuszkuláris lipideire, de módosításokat okoz a fehérjékben, amelyek szín- és textúraváltozást, valamint

tápértékvesztést okozhatnak. A lipid- és fehérjeoxidáció szorosan összefüggenek egymással és néhány reakciójuk markerei gyakran korrelálnak. Számos tanulmány kimutatta, hogy a magas hidrosztatikus nyomás negatív hatással van a lipidoxidációra. Ezt a hatást általában a húsban található antioxidánsok és a vákuumsomagolás korlátozzák. A hidrosztatikus nyomáskezelés utáni fehérjeoxidáció egy nagyon új téma és a szakirodalom ellentmondásos eredményeket szolgáltat, ami valószínűleg az elkészített hús típusának, a kezelésnek, a feltételeknek és a tárolásnak a különbségeire vezethető vissza.

4. Anyagok és módszerek

A kísérletek a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem Élelmiszertudományi és Technológiai Intézetében, az Állattermék és Élelmiszertartósítási Technológia Tanszéken kerültek elvégzésre. A kísérlet elvégzéséhez a pulyka két részét választottam, a mellet és a combot. A húsokon nagy hidrosztatikai nyomáskezelést (HHP) végeztem 200 MPa, 400 MPa, illetve 600 MPa nyomáson. A kezelést követő tárolási próba hossza negyvenkét nap, vagyis hat hét volt, mely idő alatt 3°C-on hűtve tárolva, vákuumcsomagolásban voltak a minták. A méréseket egy előre meghatározott tervet követve végeztem el. E szerint elsőnek a minták színét vizsgáltam, utána a pH elemzése következett, majd az állománymérés, aztán a mikrobiológiai analízis, végül a TBA vizsgálata.

4.1. Felhasznált anyagok

Első lépés volt az előkészítés, mely során a kettő féle testrészből közel egyforma méretű, mindkét esetben 5 cm x 5 cm x 2 cm-es darabokat alakítottam ki. Ahhoz, hogy párhuzamos méréseket lehessen végezni mindkét húsfajtából kettő-kettő mintát vételeztem, a kontroll, valamint a három különböző nyomásérték mindegyikéhez, további egy-egy mintát a mikrobiológiai vizsgálathoz. Ahhoz, hogy mind a hét mérést lehetséges legyen elvégezni, összesen nyolc darab pulykamellre, illetve nyolc darab pulykacombra volt szükségem, a kezeletlen mintákat is beleszámolva. A kísérlet során száztizenkettő darab polietilén-poliamidból készült tasakot használtam fel a Multivac vákuumcsomagoló gép (4. ábra) segítségével. A mikroorganizmusok analíziséhez beküldött mintákhoz steril vattát, illetve a kontamináció elkerülése végett steril gumikesztyűt és autoklávban sterilizált csipeszt használtam.

4. ábra: Multivac C 300

(Forrás: <https://multivac.com>)



4.2. Alkalmazott paraméterek

A már előkészített mintákat öt perces nyomáson tartási idővel, a korábbi tapasztalatok alapján előre meghatározott 200 MPa, 400 MPa valamint 600 MPa nyomásértékeken kezeltem. A kezelést egy Resato FPU-100-2000 berendezéssel (5. ábra) végeztem el. Az eszközön beállított nyomásértéket a gép 100 MPa/perc alatt éri el, a kellő nyomás elérése után kezdtem az 5 percig tartó nyomáskezelést.

A HHP alkalmazása után a mintákat 3°C-on hűtve tároltam, kivéve azokat a mintákat, amelyek mikrobiológiai analízisre kerültek, így megakadályozva a mikroorganizmusok ezt követő szaporodását. A negyvenkettő napig tartó kísérlet folyamán a méréseket hét naponta végeztem el.

5. ábra: Resato FPU-100-2000

(Forrás: <https://www.resato.com>)



4.3. Színmérés

A színmérést egy Konica Minolta CR-400 gyártmányú tristimulusos kromatométerrel (6. ábra) végeztem. Az egyes színösszetevők meghatározása az objektum által visszavert fény mennyiségének mérésén alapul. A kezeletlen és a különböző nyomásoknak kitett pulykamellekből, illetve pulykacombokból kettő-kettő mintát vételeztem, majd azok mindegyikén két véletlenszerű pontot kiválasztva párhuzamosan végeztem mérést, majd az így kapott értékekből átlagot számítottam. Az adatok kielemezését követően a kezdeti és a legutolsó méréseken mért minták színeredményeit összevettem és kiszámoltam a színkülönbségüket.

A színmérés CIELab-rendszerben (7. ábra) vagy más néven Hunter-rendszerben történik. Johanyák (1999:2) az írta, hogy „Magyarországon a CIELab színmérő rendszer került szabványosításra. Ez egy háromdimenziós koordináta-rendszerben az úgynevezett színtestben egy pont segítségével ábrázolja a színt. Az abszcissza (a) a zöldből a vörösbe, az ordináta (b) a kékből a sárgába történő átmenetet, míg a függőleges tengely (L) a világosság értékét mutatja. Az L tengelytől való távolság határozza meg a szín telítettségét.”

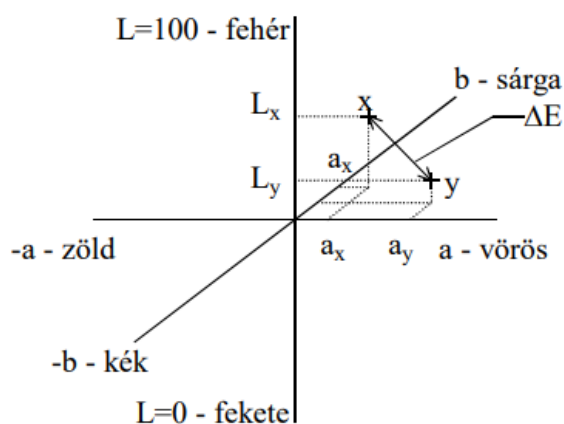
6. ábra: Konica Minolta CR-400

(Forrás: <https://primet.hu>)



7. ábra: CIELab-rendszer

(Forrás: Johanyák Zsolt Csaba, 1999)



4.4. pH mérés

A kontrollmintának használt kezeletlen, illetve a nyomáskezelt mell- és combhúsokon ismét két véletlenszerű pontot választva párhuzamos pH mérést hajtottam végre. A vizsgálatot egy Testo 206 típusú pH mérővel (8. ábra) készítettem el, melynek előnye, hogy a beépített hőmérséklet-érzékelő segítségével automatikus hőmérséklet kompenzációt alkalmaz, így pH korrekciót tud végezni. A mérés eredményei egyből megjelennek a készülék kijelzőjén.

8. ábra: Testo 206

(Forrás: <https://www.testo.com>)



4.5. Állománymérés

A Stable Micro System TA.XTplus állománymérő készülékkel (9. ábra) csináltam a hús textúrájának elemzését. A készülék maximálisan 50 kg, azaz 490 Newton erő kifejtésre képes.

A párhuzamos vizsgálatok során a 2 mm átmérőjű tűs mérőfejet használtam a mintákon kettő véletlenszerűen kiválasztott ponton, ügyelve arra, hogy ezek a pontok ne a korábbi pH mérés által roncsolt területre essenek. A mért penetrációs adatokból egyből megjelenik egy erőgörbe a TA.XTPlus-hoz kapcsolt számítógépen.

9. ábra: TA.XTPlus

(Forrás: <https://www.researchgate.net>)



4.6. Összcsíraszám meghatározása

Az élő-csíraszám meghatározásához mind a pulykamell, mind a pulykacomb esetében egy-egy 10 cm²-es felületről végeztem a mikroorganizmusok begyűjtését steril vattával. A mintavételnél különös figyelmet kellett fordítani a steril felszerelés használatára, mert a szennyezett eszközök jelentősen befolyásolhatják a kapott eredményeket. A mintavételt követően a vattákat steril vízbe áztattam, majd az így keletkezett szuszpenzióból tizedelő hígítási sort készítettem. Az ebből nutrient agaros táptalajon elkészített lemezöntést 30°C-on 2 napon keresztül inkubáltam, végül a kifejlődött telepeket egy telepszámláló berendezés használatával megszámláltam.

4.7. TBA

A tiobarbitursav-szám (TBA) meghatározás a legelterjedtebb módszer a malon-aldehid (MDA) meghatározására, amely jól jellemzi a lipid-peroxidáció előrehaladását, ugyanis a TBA kondenzációs reakcióba lép a malon-dialdehiddel savas közegben. A kondenzációs termék tautomer átalakulást szenved és vörös színű vegyületté alakul, amelynek abszorpciós maximuma $\lambda_{max}=532$ nm. A TBA reaktív vegyületeket (TBARS) extrakciós módszerrel választhatjuk el az élelmiszer mátrixtól a tesztek során. A minta (0,6 g TBA 100ml-re felhígítva

mérőlombikban) vizes-savas extrakciójához és szűréséhez 25%-os triklór-ecetsavat (TCA) alkalmaztam (50 g TCA + 150 g desztillált víz). A malon-aldehid kifejezetten instabil vegyület, ezért egy kalibrációs görbét kell elkészíteni, melyhez 10 ml/l koncentrációjú 1,1,3,3-tera-etoxi-propán (TEP) törzsoldatot használtam, mivel a TEP savas hidrolízise során (savas extrakció alatt) malon-dialdehid keletkezik.

4 g darált mintát mértem MSE homogenizátor edénybe, amelyhez 20 ml desztillált vizet adtam és pontosan 5 percig homogenizáltam. A keverékhez 5 ml 25 %-os TCA oldatot adtam (mérőhengerrel mérve) és 4 °C-on 30 percig ráztam, majd átöntöttem zárható centrifuga csövekbe, és ugyancsak 4 °C-on 10 percig centrifugáltam 5000 1/perc fordulatszámom. Ezt követően a felülúszót 50 ml-es Erlenmeyer lombikba szűrtem kis tölcsér és redős szűrőpapír használatával. A folyamat következő lépéseként automata pipetta segítségével 3,5 ml mintát mértem zárható kémcsövekbe, majd 1,5 ml 0,6%-os TBA oldatot adagoltam hozzájuk, és lezárt kémcsőben 30 percig 100 °C-on melegítettem. Az elszíneződött keveréket lehűtöttem és azonnal fotometráltam 532 nm-es hullámhosszon.

A kalibrációs görbéhez 1, 5 és 10 ml/l koncentrációjú TEP oldatot használtam: 4 ml megfelelő koncentrációjú TEP oldathoz 20 ml desztillált vizet adtam és homogenizáltam. A továbbiakban ugyanúgy jártam el, mint a fent leírtaknál.

A vak oldathoz TEP helyett desztillált vizet használtam és az imént ismertetett eljárást alkalmaztam.

A számítások elvégzéséhez a mért abszorbancia értékek alapján (0, 1, 5, 10 ml/l TEP oldatok) kalibrációs görbét készítettem, a pulykahús minták mért abszorbanciájából a kalibrációs görbe segítségével pedig meghatároztam a malon-dialdehid koncentrációt.

5. Eredmények értékelése

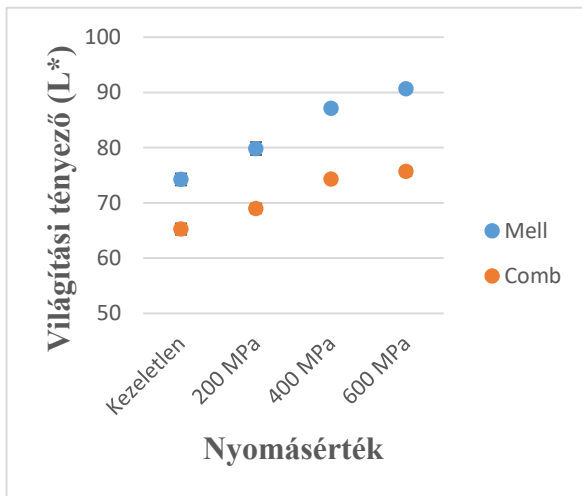
5.1. A színmérés eredményei

A mell világítási tényezője kezdetben tíz értékkel magasabb, mint a combé. A mérések alapján jól megfigyelhető, hogy L^* érték mind a mell, mind a comb esetében ugyanolyan mértékben kezd növekedni, de 400 MPa felett már a comb változásának mértéke fele akkora sincs, mert a mell 3,5 értékkel nő, a comb pedig csak 1,5-el. A három grafikont összevetve láthatjuk, hogy itt történt a legnagyobb volumenű változás (10. ábra).

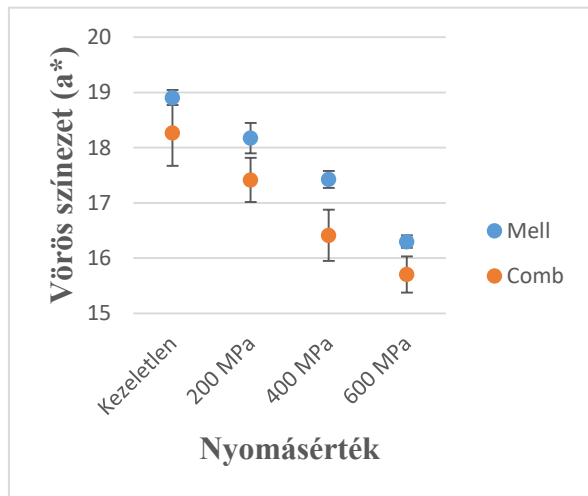
A mell vörös színezeti értékei mindvégig 0,6-1 értékkel magasabbak, nyomás hatására viszont mindkét termékénél ugyanolyan mértékben csökkennek (11. ábra).

A két hús sárga színezete végig közel hasonló értékű, nyomás hatására a b^* értéke folyamatosan növekszik (12. ábra).

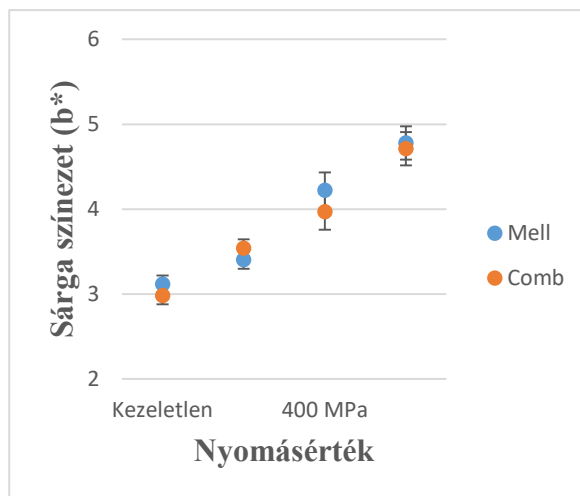
10. ábra: A kezeletlen és nyomáskezelt minták világítási tényező értékei a hat hetes tárolási próba kezdetén



11. ábra: A kezeletlen és nyomáskezelt minták vörös színezet értékei a hat hetes tárolási próba kezdetén

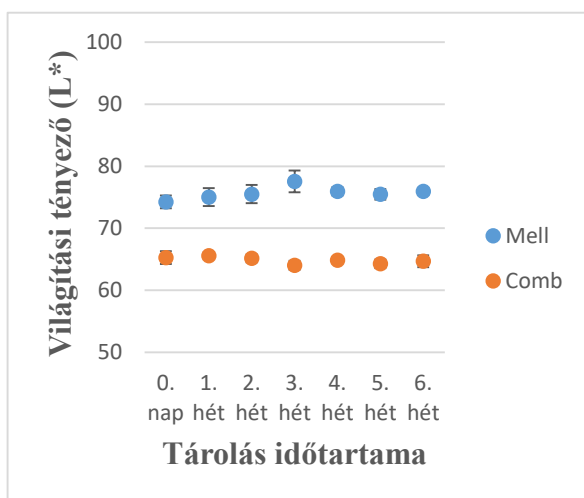


12. ábra: A kezeletlen és nyomáskezelt minták sárga színezet értékei a hat hetes tárolási próba kezdetén

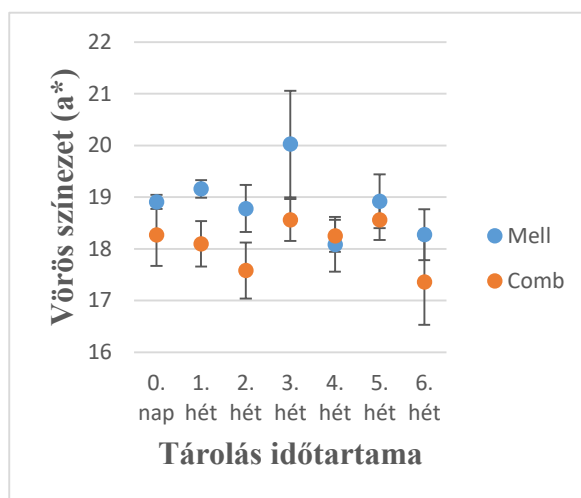


A kezeletlen mintáknál az idő függvényében jelentősebb változás egyik esetben sem történt (13. ábra, 14. ábra, 15. ábra), ám a comb vörös színezeti értékeinél két jelentősebb negatív irányú eltérés volt (14. ábra).

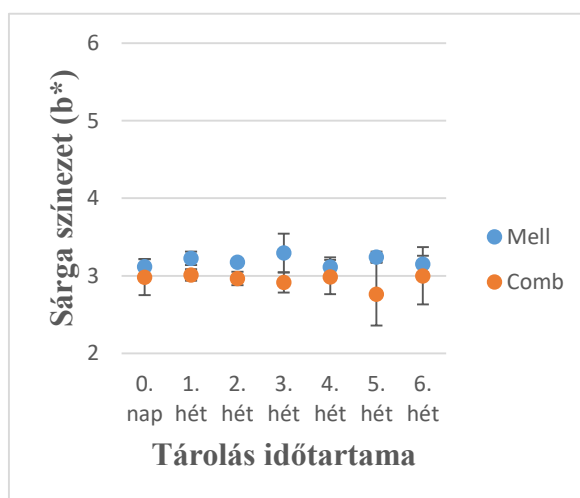
13. ábra: A kezeletlen minták világítási tényező értékeinek változása a hat hetes tárolási próba folyamán



14. ábra: A kezeletlen minták vörös színezet értékeinek változása a hat hetes tárolási próba folyamán

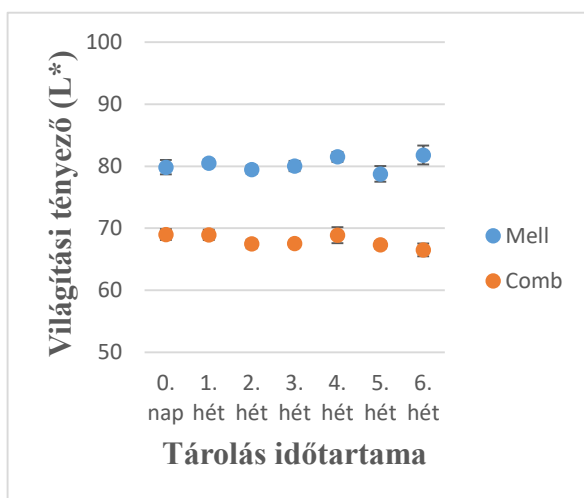


15. ábra: A kezeletlen minták sárga színezet értékeinek változása a hat hetes tárolási próba folyamán

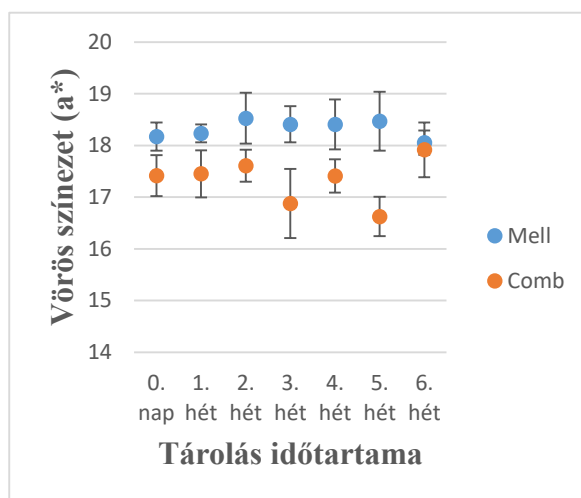


200 MPa nyomáson ismét az a* értékeinél történik kiugrás (17. ábra), de összességében a három vizsgálat értékeinél jelentős változás nem történt a hat hét alatt (16. ábra, 17. ábra, 18. ábra).

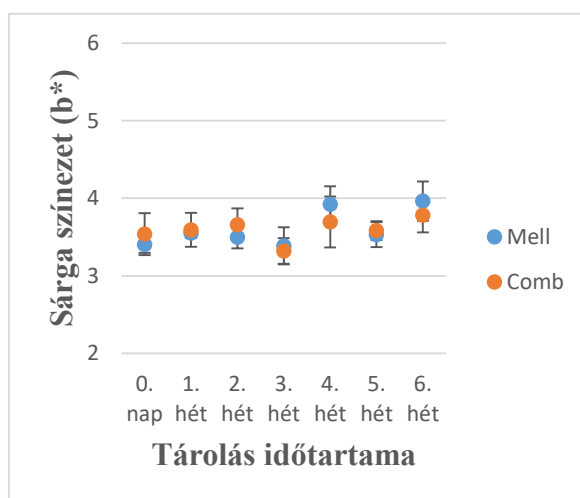
16. ábra: A 200 MPa nyomáson kezelt minták világítási tényező értékeinek változása a hat hetes tárolási próba folyamán



17. ábra: A 200 MPa nyomáson kezelt minták vörös színezet értékeinek változása a hat hetes tárolási próba folyamán

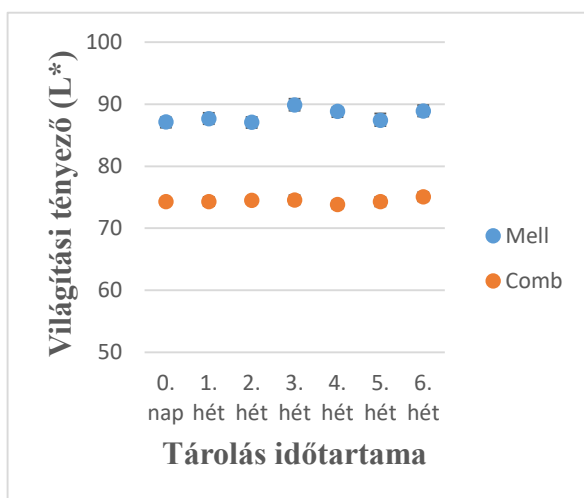


18. ábra: A 200 MPa nyomáson kezelt minták sárga színezet értékeinek változása a hat hetes tárolási próba folyamán

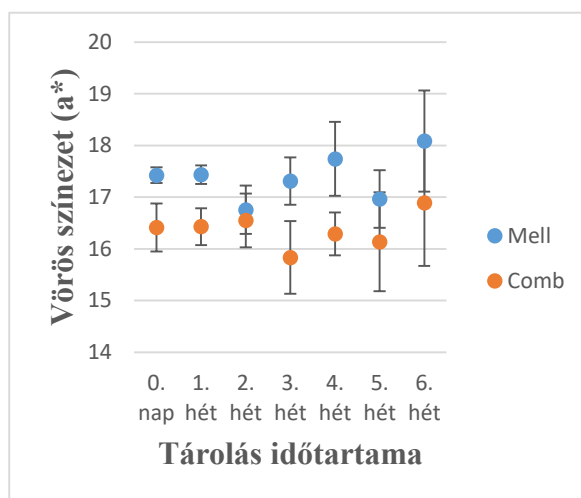


400 MPa-on (19. ábra, 20. ábra, 21. ábra) ugyanúgy a 200 MPa nyomáshoz hasonló értékeket figyelhetünk meg az összes esetben.

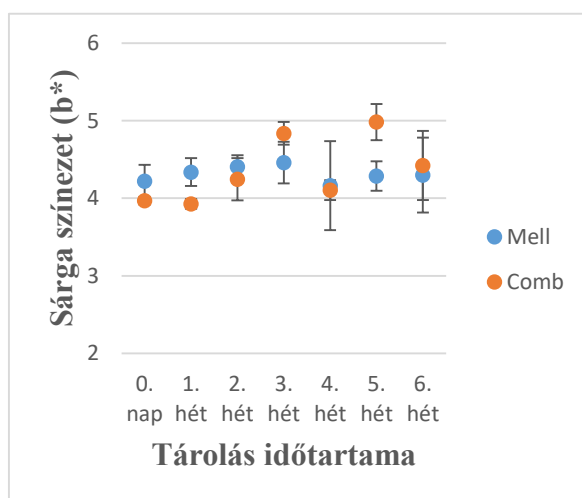
19. ábra: A 400 MPa nyomáson kezelt minták világítási tényező értékeinek változása a hat hetes tárolási próba folyamán



20. ábra: A 400 MPa nyomáson kezelt minták vörös színezet értékeinek változása a hat hetes tárolási próba folyamán

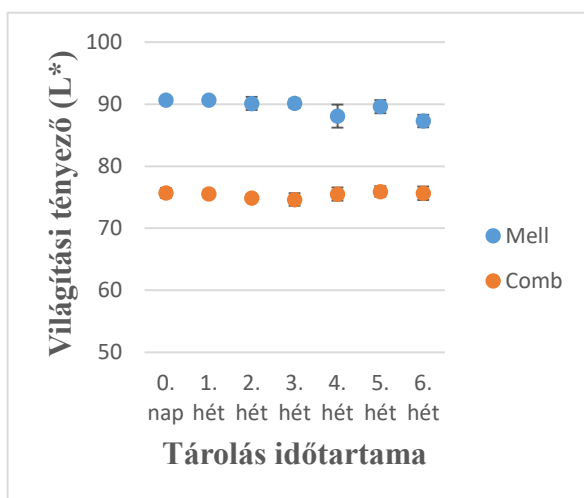


21. ábra: A 400 MPa nyomáson kezelt minták sárga színezet értékeinek változása a hat hetes tárolási próba folyamán

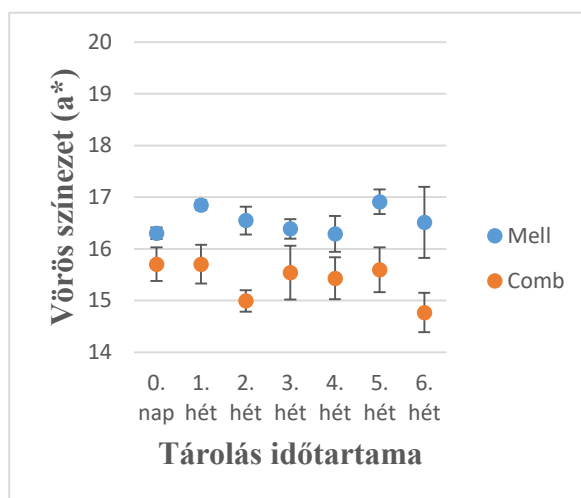


600 MPa nyomáson hasonló változások figyelhetők meg (22. ábra, 23. ábra, 24. ábra), mint az előző két esetben is.

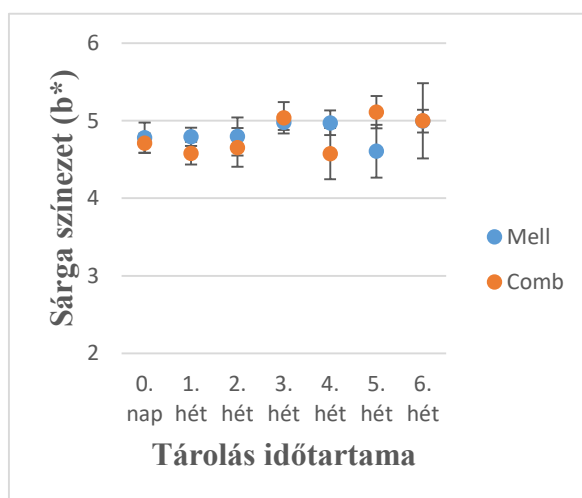
22. ábra: A 600 MPa nyomáson kezelt minták világítási tényező értékeinek változása a hat hetes tárolási próba folyamán



23. ábra: A 600 MPa nyomáson kezelt minták vörös színezet értékeinek változása a hat hetes tárolási próba folyamán



24. ábra: A 600 MPa nyomáson kezelt minták sárga színezet értékeinek változása a hat hetes tárolási próba folyamán

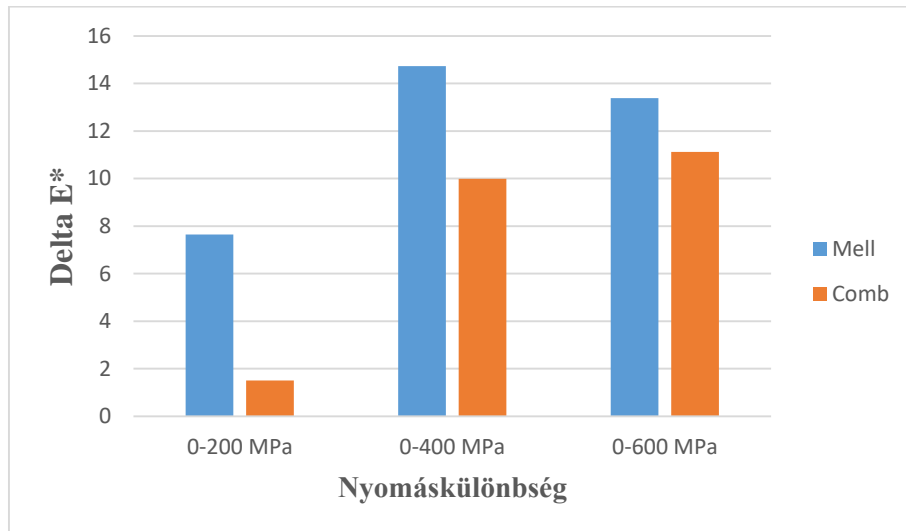


Tehát megállapíthatjuk azt, hogy a nagy hidrosztatikai nyomáskezelésnél a nyomás nagysága hatással van a világítási tényezőre, a vörös- és sárga színezet változására, de mivel ezt követően a hat hét alatt nem történt jelentősebb elváltozás, így az idő csekély mértékben van hatással a húsok színárnyalatának módosulására. Az a^* méréseinél észlelhetjük, hogy többször nagy szórással rendelkeznek a mért értékek, ez a húsban domináló vörös szín inhomogenitásának köszönhető.

A 25. ábrán bemutatom az általam kiszámított színkülönbséget, azaz ΔE^* -ot úgy, hogy összevettem a mérés kezdeti napján mért kezeletlen húsok L^* , a^* és b^* eredményeit a hat hetes mérés végén 200 MPa, 400 MPa és 600 MPa nyomáson mért minták eredményeivel. A

legkisebb nyomáson a mell értékeinek változása feltűnőbb, a pulykacombé alig észrevehető. A két nagyobb nyomásnál már mindkét esetben szemmel is detektálható, szignifikáns színbeli eltérést kapunk. Mindhárom értéken szemügyre vehető, hogy a comb színváltozásai kisebb mértékűek voltak.

25. ábra: A színelkülönbség a mérés kezdeti kezeletlen minták és a különböző nyomásnak kitett hat hetes tárolás végén mért minták között



A 26. ábrán jól látható, hogy a nyomásnövekedés következtében a minták színe egyre jobban fakult. Ez főként a fehérje (mioglobín) denaturációra vezethető vissza.

26. ábra: Minták a HHP kezelést követően (Felül comb, alul mell; Balról jobbra: 0 MPa, 200 MPa, 400 MPa, 600 MPa)

(Forrás: Saját felvétel)

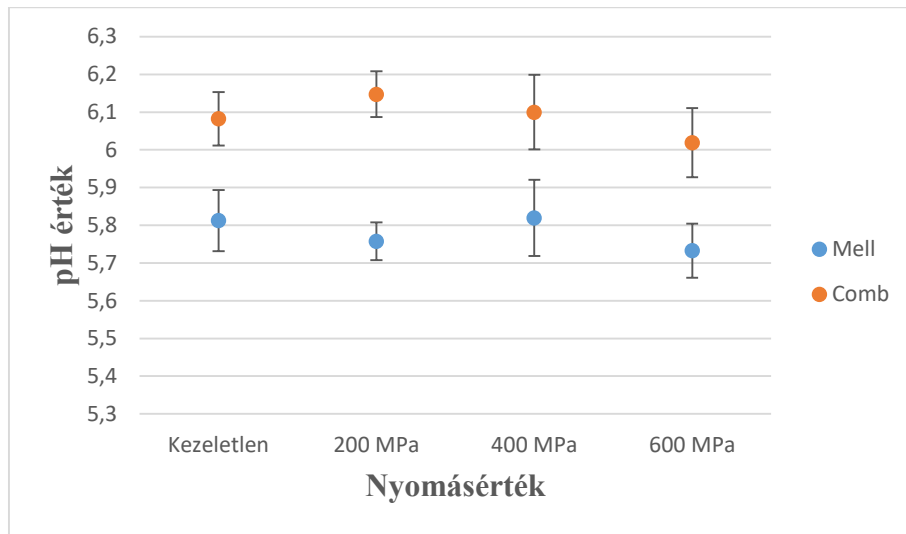


5.2. A pH mérés eredményei

A 27. ábrán összevetem a kísérlet legelső napján mért első pH mérésen kapott értékeket a kezeletlen húsok és a három nagy hidrosztatikai nyomásnak kitett húsok esetében.

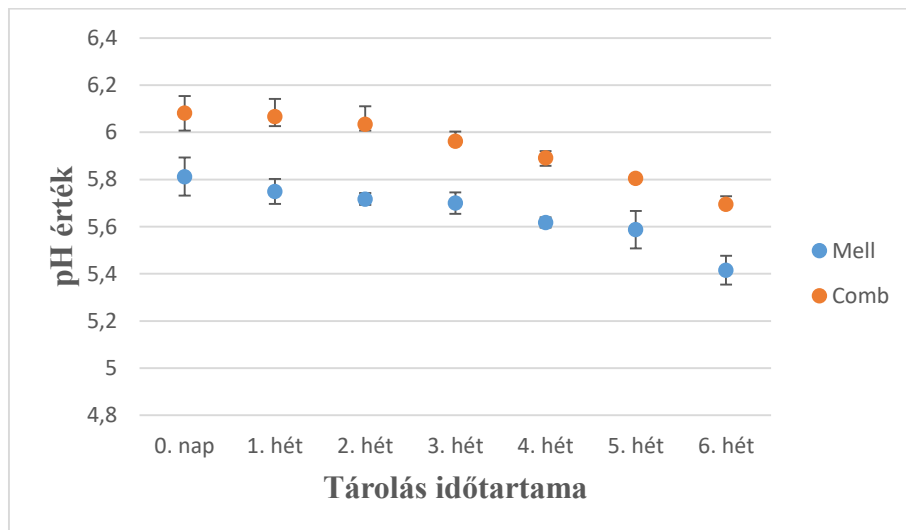
A mell esetében a combhoz képest alacsonyabb pH lett mérve, itt a tartomány 5,7 és 5,9 közé tehető. A pulykacomb esetében a minták pH értéke 5,8-6,2 között állapítható meg, ami a normál 5,5 körüli pH-tól kicsit magasabb és DFD jellegű is lehet. Összességében megállapítható, hogy a minták kémhatásuk alapján normál minőségű húsok. Megfigyelhető, hogy 200 MPa nyomáson a mell pH-ja csökken, míg a combé nő. 400 MPa nyomáson már mindkét esetben a kezeletlen mintáénál kicsit magasabb a pH, amíg 600 MPa-on mindkét esetben a kezeletlen minta pH-ja alá csökken.

27. ábra: A kezeletlen és nyomáskezelte minták pH értékei a hat hetes tárolási próba kezdetén



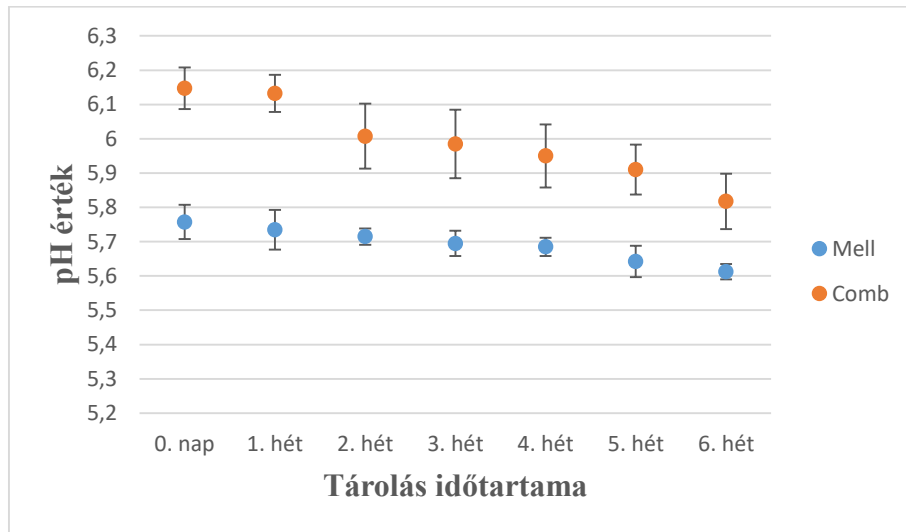
Mindkét hús esetében jól látható a 28. ábra alapján, hogy a pH fokozatosan csökken, ahogy az várható is volt. A hatodik hétre a mell pH-ja közel négy tizeddel csökkent és a comb pH-ja szintén hasonló értéket mutatott. Ennek oka az enzimek aktivitása és a savtermelő baktériumok elszaporodása.

28. ábra: A kezeletlen minták pH értékeinek változása a hat hetes tárolási minta próba folyamán



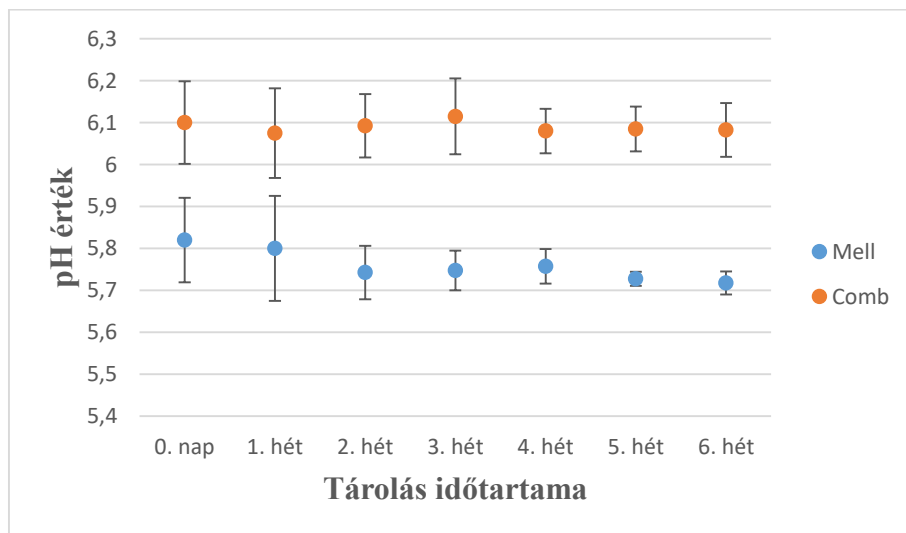
A nagy hidrosztatikai nyomáskezelés következtében már 200 MPa-on a kezeletlen mintához képest a pulykamellnél a pH csökkenés jóval alacsonyabb lett, ellenben a combnál még közel hasonló tendenciát mutat és savasodik (29. ábra).

29. ábra: A 200 MPa nyomáson kezelt minták pH értékeinek változása a hat hetes tárolási próba folyamán



A diagrammon megfigyelhető, hogy 400 MPa nyomáson a pH csökkenés szinte megállt mindkét hús esetében (30. ábra).

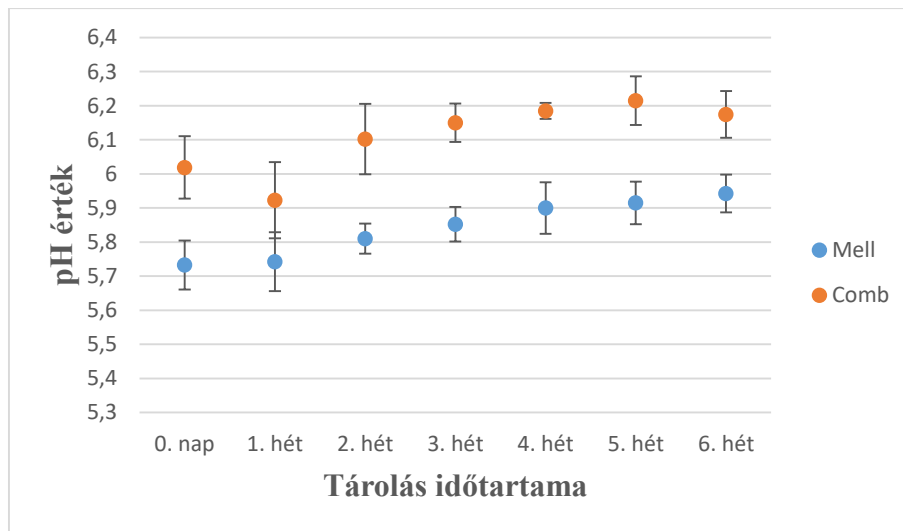
30. ábra: A 400 MPa nyomáson kezelt minták pH értékeinek változása a hat hetes tárolási próba folyamán



A 31. ábra alapján megállapíthatjuk, hogy a pH újra változni kezdett a 600 MPa nyomás hatására, de most már növekedésnek indult. Ezek alapján kijelenthetjük, hogy a magas hidrosztatikai nyomású kezelés nincs azonnali hatással a húsok pH-jára, ám a hat hetes kísérlet eredményeit megfigyelve megállapíthatjuk, hogy a különböző nagyságú kezeléseknek kitett minták értékei az idő függvényében változnak a kezeletlen mintához képest. Ennek oka, hogy

az egyre növekvő nyomás hatására a húspanban lévő baktériumok savtermelése egyre jobban csökken.

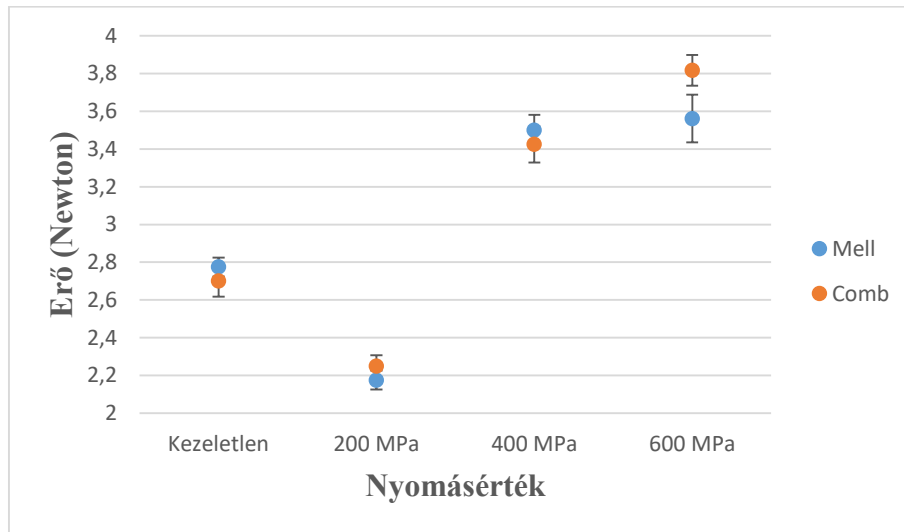
31. ábra: A 600 MPa nyomáson kezelt minták pH értékeinek változása a hat hetes tárolási próba folyamán



5.3. Az állománymérés eredményei

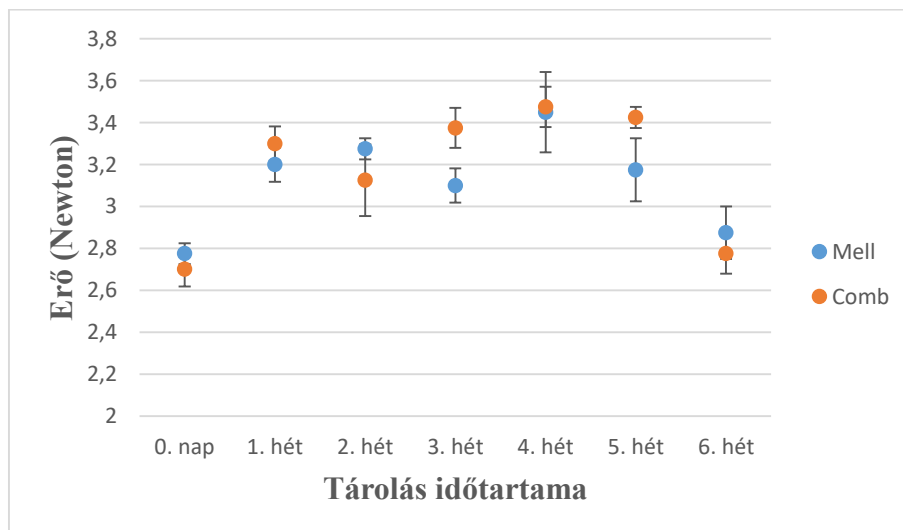
A 32. ábrán látható, hogy a pulyka kétféle húsa nagyon közeli értékeket vett fel a kezeletlen és a nyomáskezelt mintáknál. Továbbá az is megfigyelhető, hogy 200 MPa nyomáson kisebb erő kifejtésre van szükség a penetrációhoz, tehát a hús puhult, viszont a két nagyobb nyomáson már a behatoláshoz szükséges erő nagysága nőtt a kezeletlenhez képest. Ennek oka, hogy a nagy nyomás hatására a molekuláris kötések és a részecskék közötti kölcsönhatások erősödnek, illetve a molekulák rendezettebb szerkezetet vesznek fel.

32. ábra: A kezeletlen és nyomáskezelt minták állománymérésének értékei a hat hetes tárolási próba kezdetén



A kezeletlen minta esetében mindkét féle pulykahús azonos értékeket hozva elkezd keményedni, de a hatodik hétre visszatérnek a kezdeti állapotukhoz (33. ábra).

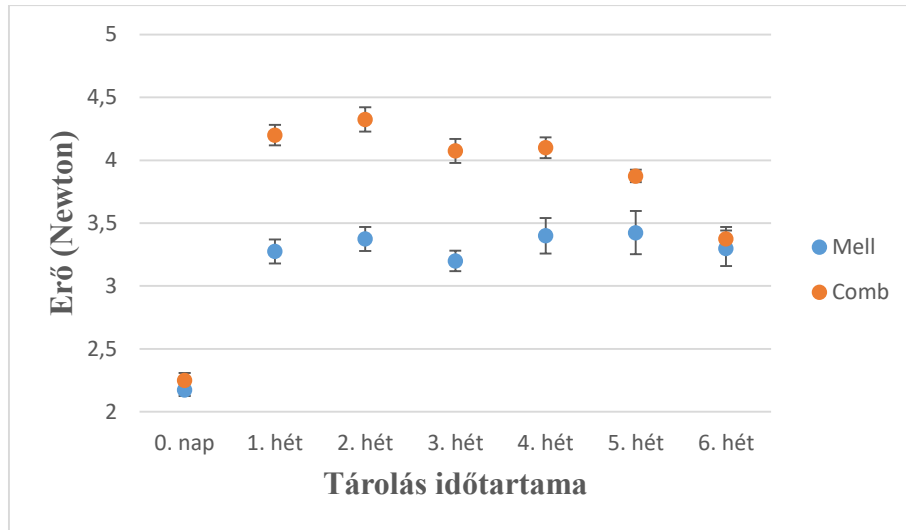
33. ábra: A kezeletlen minták esetében az állománymérés értékeinek változása a hat hetes tárolási próba folyamán



A 200 MPa nyomásnak kitett összes minta a mérés kezdetén a kezeletlen mintákhoz képest kisebb ellenállást fejtett ki a penetráció közben, ám az első hétre jelentősen megkeményedett, a combhoz egy Newtonnal nagyobb erőkifejtés szükségeltetett a mellhez képest. Láthatjuk,

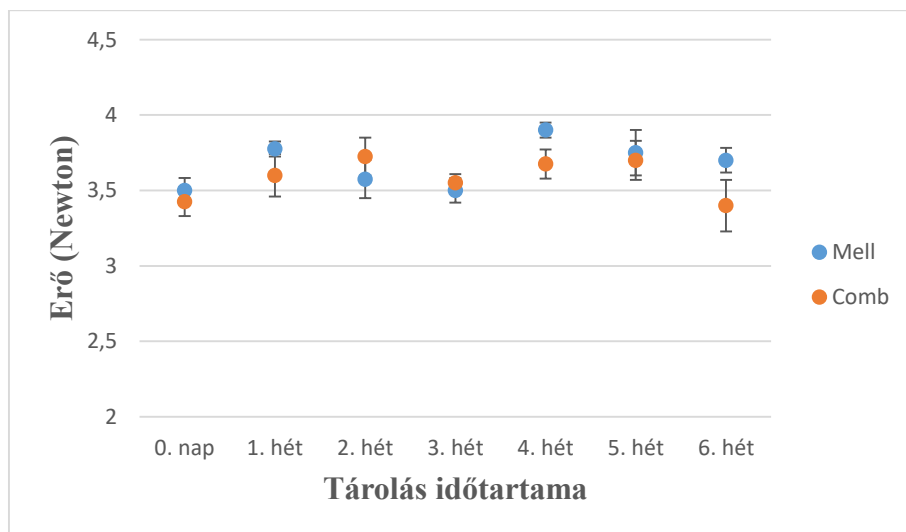
hogy a második héttől az erőkülönbség folyamatosan csökkent, míg a hatodik hétre újra azonos textúra keménységük lett, ami fél Newtonnal nagyobb, mint az eredeti állapotban (34. ábra).

34. ábra: A 200 MPa nyomáson kezelt minták esetében az állománymérés értékeinek változása a hat hetes tárolási próba folyamán



A 35. ábrán láthatjuk, hogy a két húsminta változása azonos, kisebb ingadozást követően ismét közelítik a kezdeti értékeiket. A comb értékei itt már alacsonyabbak a kezdeti állapot értékeitől, de az adatok nagy szórása miatt ez még nem jelenthető ki.

35. ábra: A 400 MPa nyomáson kezelt minták esetében az állománymérés értékeinek változása a hat hetes tárolási próba folyamán

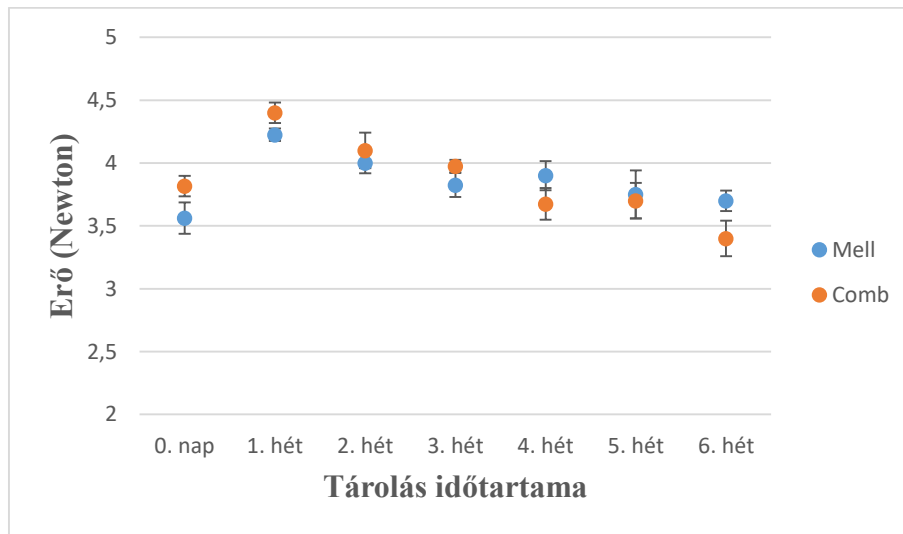


A mérés szempontjából legnagyobb nyomásnak kitett minták értékei ismét együtt változnak, hirtelen hat tized Newton nagyságú ugrást mutatnak, majd lassan ebben az esetben is majdnem

elérik a kezdeti állapotukat, de a comb ebben az esetben már láthatóan puhább lett a kezdeti állapotához képest (36. ábra).

A 600 MPa nyomásnak kitett pulykacomb minták kivételével minden mintánál megfigyelhető, hogy egy kezdeti emelkedést követően a harmadik héten elérnek egy alacsonyabb értéket, ezt követve a negyedik héten újra emelkednek az erő értékek, végül némi csökkenést követően majdnem visszaérnek a mérés kezdetén mért értékhez.

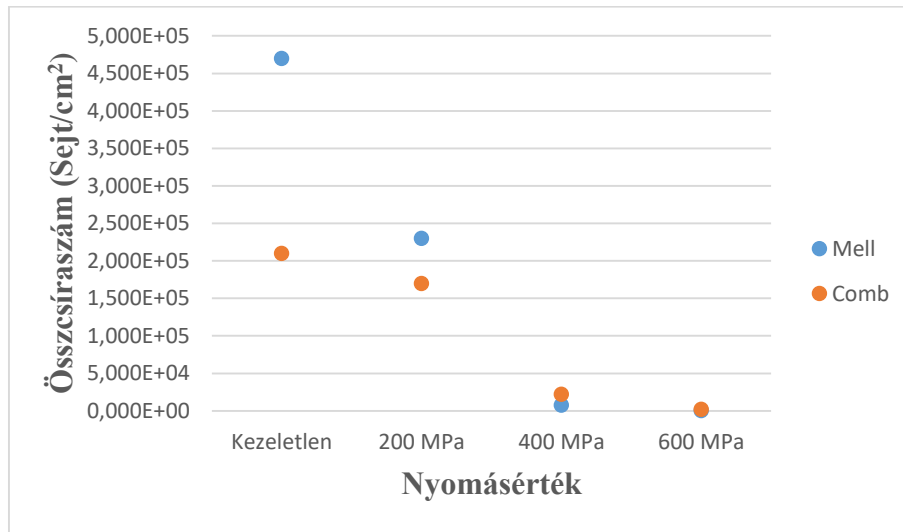
36. ábra: A 600 MPa nyomáson kezelt minták esetében az állománymérés értékeinek változása a hat hetes tárolási próba folyamán



5.4. Az összcsíraszám mérés eredményei

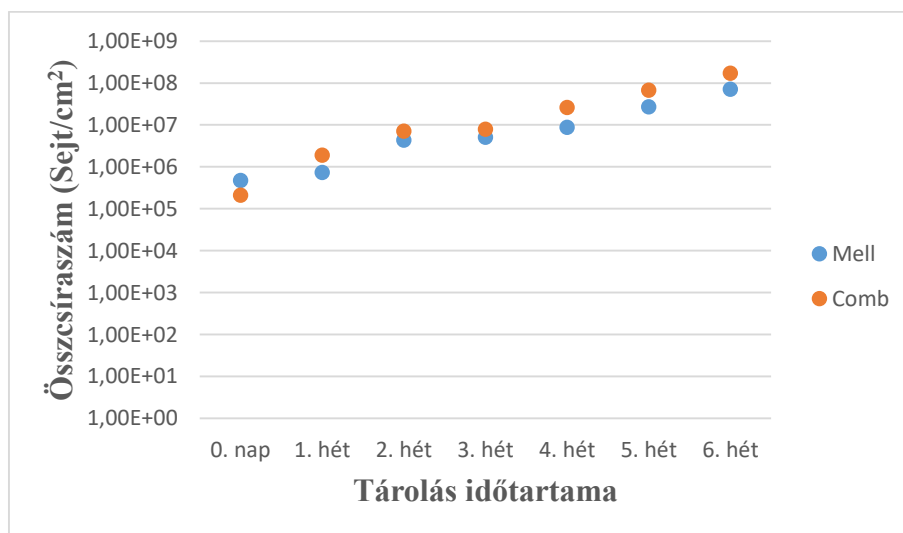
A 37. ábrán jól látható, hogy a kezeletlen mintáknál a mell kétszer akkora összcsíraszámmal rendelkezik, mint a pulykacomb minta. A legkisebb általunk beállított nyomás hatására is a mell összcsíraszámja a felére csökken, míg a combé csak kis mértékben fogy, de összességében e nyomás nagyság ölü hatása elég csekély. 400 MPa-on már mindkét mintán a mikroorganizmusok száma jól láthatóan redukálódik. 600 MPa nyomáson már szinte alig maradnak rajtuk élősejtek.

37. ábra: A kezeletlen és nyomáskezelt minták mikrobiológiai elemzésének értékei a hat hetes tárolási próba kezdetén



A 38. ábrán látható, hogy a kezeletlen mintáknál a mikroorganizmusok exponenciálisan szaporodtak, ahogy az várható volt, a mérés végére az ezerszeresére növekedett a számuk. A pulykacomb kevesebb összecsíraszámmal indult a kezdeti napon, de mégis ott volt nagyobb mértékű a szaporodás.

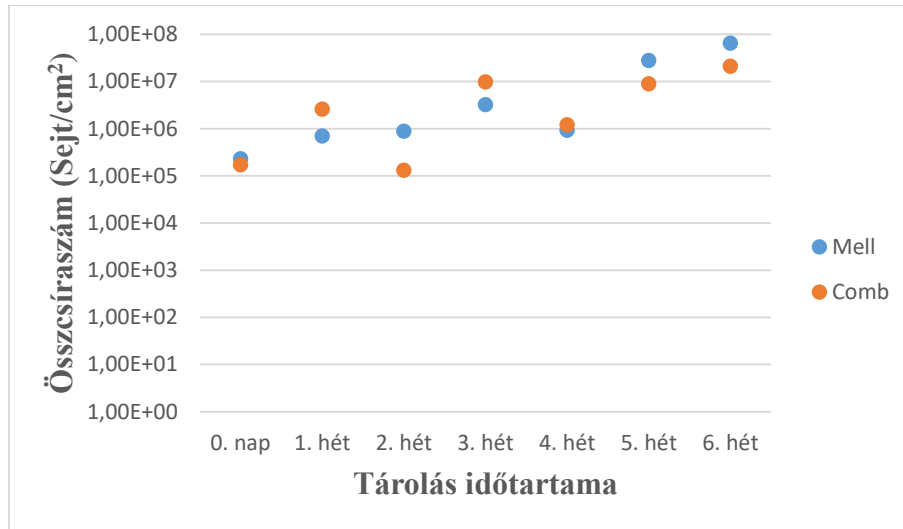
38. ábra: A kezeletlen minták esetében a mikrobiológiai elemzés értékeinek változása a hat hetes tárolási próba folyamán



A 200 MPa hidrosztatikai nyomás hatására a hatodik hét végére a kezeletlen mintához képest a végső összecsíraszám a tizedére csökkent. A mérés során megfigyelhető, hogy a pulykamellnél

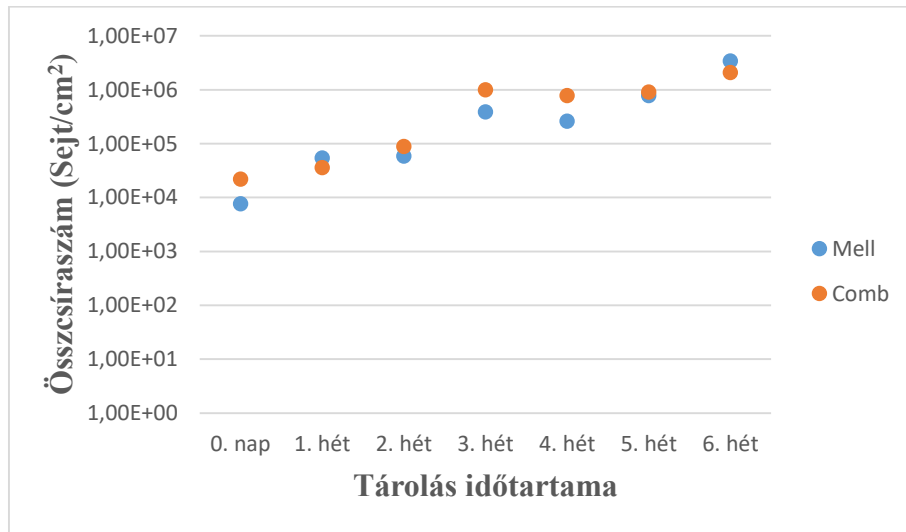
a negyedik héten, a pulykacombnál a második és negyedik héten volt egy-egy sejtszámcsökkenés az azt megelőző héthez képest (39. ábra).

39. ábra: A 200 MPa nyomáson kezelt minták esetében a mikrobiológiai elemzés értékeinek változása a hat hetes tárolási próba folyamán



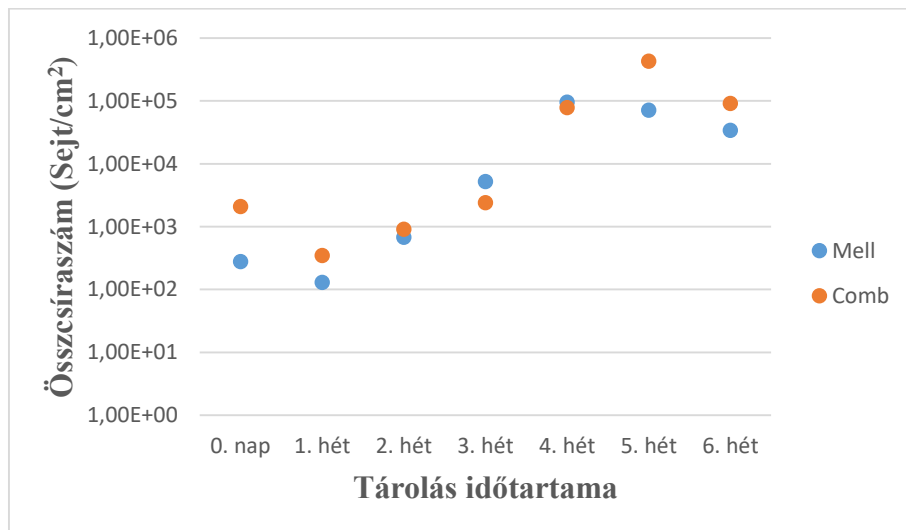
400 MPa-on szintén megfigyelhető, hogy a kisebb nyomáshoz képest ismét a tizedére csökken az összcsíraszám a mérés végi eredményünknél. A harmadik héten mindkét mintafajta esetében egy kiugró eredményt kapunk, majd ezt követően a negyedik héten egy visszaesés tapasztalható (40. ábra).

40. ábra: A 400 MPa nyomáson kezelt minták esetében a mikrobiológiai elemzés értékeinek változása a hat hetes tárolási próba folyamán



Végül a legnagyobb nyomásnál is észrevehetjük előző méréseinkben felfedezett mintázatot, miszerint újra a tizedére zsugorodott az összecsíraszám a mérés legvégén. A mérés első és utolsó hetében is történik visszaesés a mikrobák számában (41. ábra).

41. ábra: A 600 MPa nyomáson kezelt minták esetében a mikrobiológiai elemzés értékeinek változása a hat hetes tárolási próba folyamán

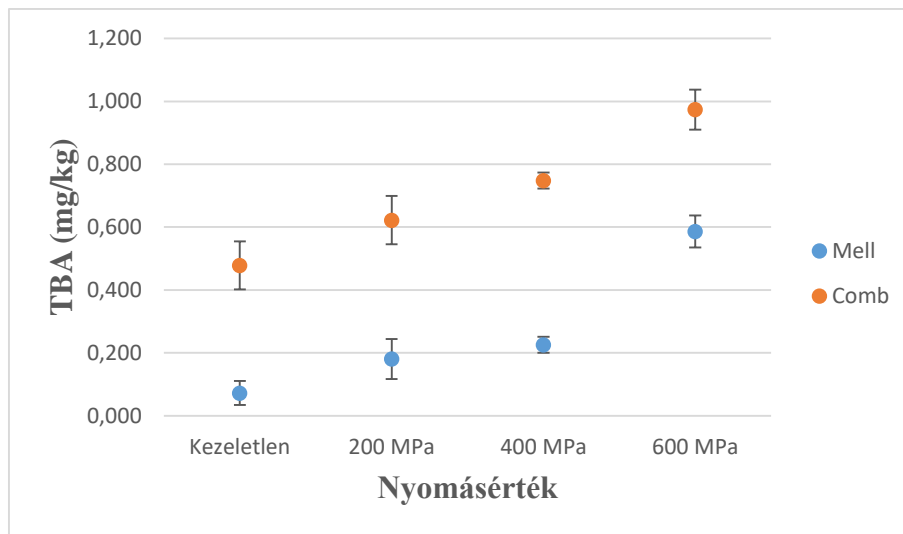


Ha összevetjük a négy mérésen kapott eredményeinket megállapíthatjuk azt, hogy minden 200 MPa nyomás a mikroorganizmusok összességét egy tizedével csökkenti, valamint minél nagyobb nyomású hidrosztatikai kezelésnek voltak kitéve a pulykahúsminták, annál kisebb sebességű volt a mikrobák szaporodása.

5.5. A TBA mérés eredményei

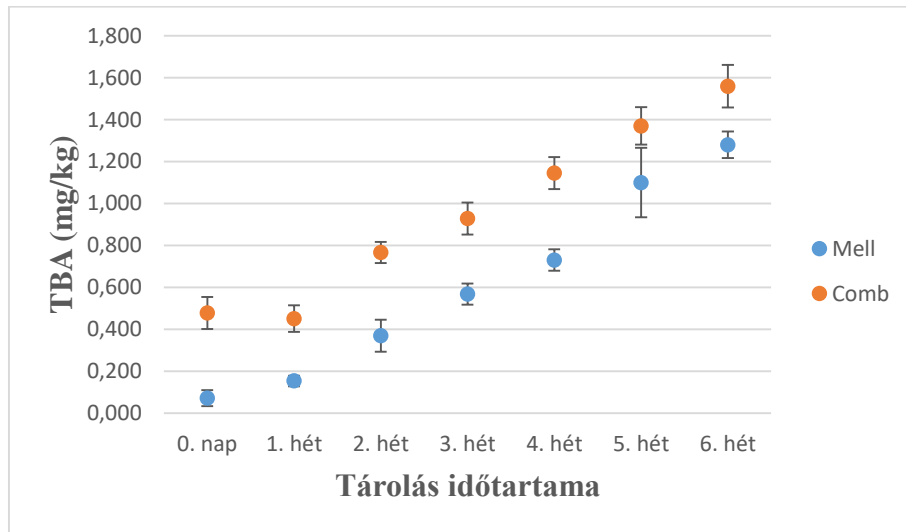
A tiobarbitursav-szám meghatározásnál megfigyelhetjük, hogy a pulykacomb TBA száma a mell TBA számának többszöröse. Különböző hidrosztatikai nyomások hatására mindkét mintafajta esetében a TBA szám nőtt, tehát nyomás hatására a húsban található lipidek oxidálódnak (42. ábra).

42. ábra: A kezeletlen és nyomáskezelt minták esetében a TBA mérésének értékei a hat hetes tárolási próba kezdetén



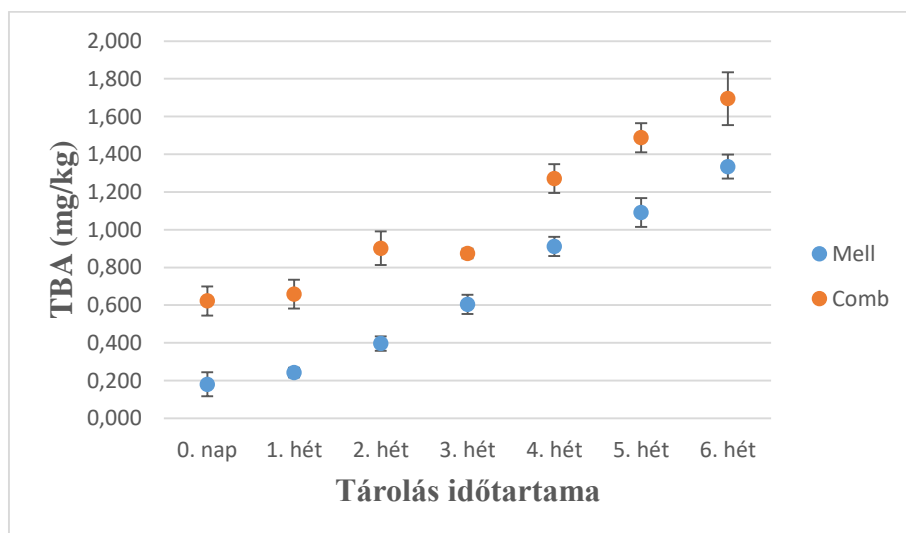
A kezeletlen minta esetében a TBA fokozatosan nőtt több mint egy mg-ot, a comb minta kezdeti visszaesésétől eltekintve (43. ábra).

43. ábra: A kezeletlen minták esetében a TBA meghatározás értékeinek változása a hat hetes tárolási próba folyamán



A legkisebb nyomásértéken kezelt minták esetében, a kezeletlenhez hasonlóan egy kezdeti lassú növekedést követve, fokozatos emelkedésbe kezdett a TBA érték, így a kezdeti naphoz viszonyítva több mint egy egész milligrammallyal nőtt a mérés végére. A pulykacomb esetében a harmadik napon történt egy visszaesés az azt megelőző héthez képest (44. ábra).

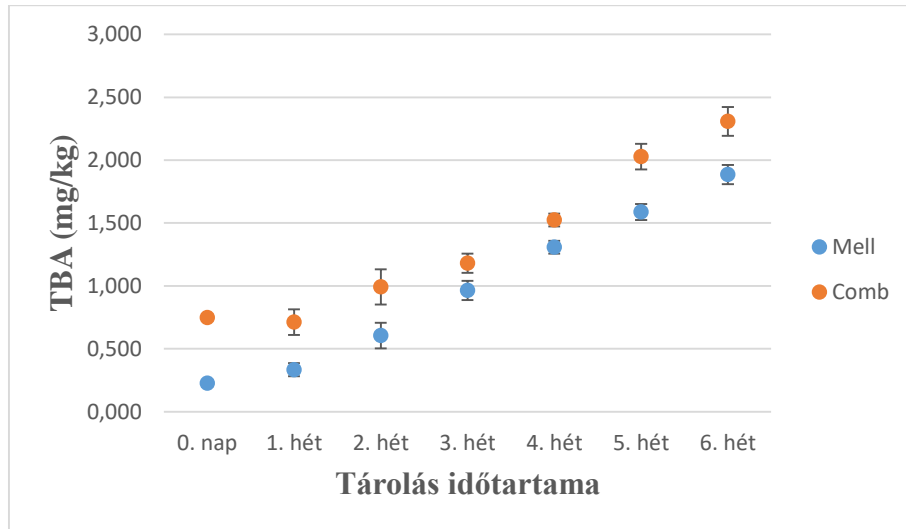
44. ábra: A 200 MPa nyomáson kezelt minták esetében a TBA meghatározás értékeinek változása a hat hetes tárolási próba folyamán



A 45. ábrán megfigyelhetjük, hogy a 400 MPa hidrosztatikai nyomásnak kitett mintákon az előzőekben tapasztalt lassú tiobarbitursav-szám növekedést követve fokozatos emelkedésnek

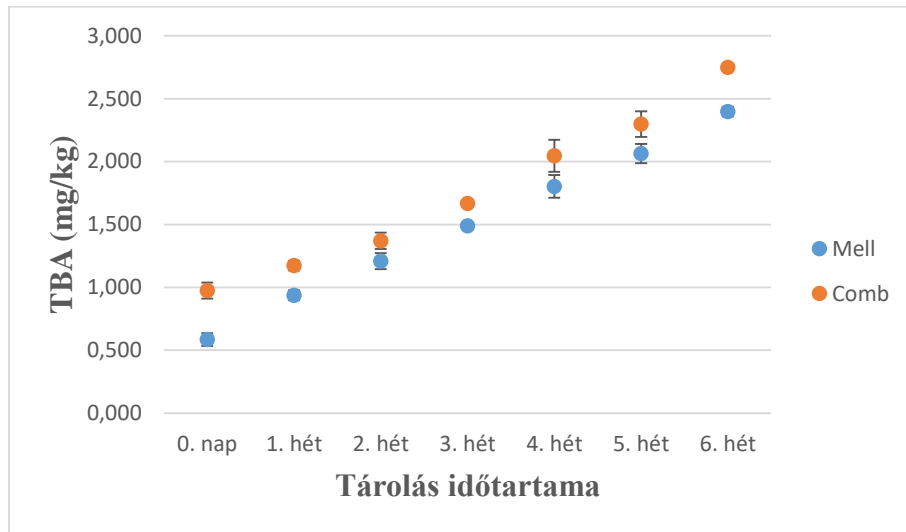
indul az érték, de ebben az esetben már több mint másfél mg-mal nő a hatodik héten kapott végső eredményünk.

45. ábra: A 400 MPa nyomáson kezelt minták esetében a TBA meghatározás értékeinek változása a hat hetes tárolási próba folyamán



A mérés legnagyobb nyomásán kezelt pulykamintáknál az előző nyomásmintákhoz képest már végig egy fokozatos növekedés figyelhető meg, ahol a végső mérésnél, már 1,8 milligrammos differencia tapasztalható a kezdeti minták eredményeihez viszonyítva (46. ábra).

46. ábra: A 600 MPa nyomáson kezelt minták esetében a TBA meghatározás értékeinek változása a hat hetes tárolási próba folyamán



Az elemzéseket összevetve kijelenthetjük, hogy a hidrosztatikai nyomás alkalmazása a tiobarbitursav-szám növekedését eredményezi. Az idő függvényében 200 MPa nyomásig a TBA emelkedése azonos, de 400 MPa felett már minél nagyobb hidrosztatikai nyomásnak van kitéve a minta, annál nagyobb ütemben fokozódik a TBA növekedése.

6. Összegzés

A színmérésnél megállapítottam, hogy a nyomásnövekedés nagyságával a világossági tényező nőtt (L^*), a vörös színezet (a^*) csökkent és a sárga színezet (b^*) szintén nőtt, ez szabad szemmel is látható volt. A hat hetes tárolási próba során egyik érték sem mutatott jelentős változást, így az idő nincs nagy befolyással rájuk. A mellben és a combban azonos ütemben történtek a változások, így nincs köztük számottevő különbség. A változás a fehérjedenaturációra vezethető vissza.

A pH mérés során megfigyeltem, hogy a nyomáskezelés nincs közvetlen hatással a pH-ra. A hat hetes próba során azonban észrevettem, hogy a kezeletlen és a 200 MPa nyomásnak kitett minták esetében a savasság nő, 400 MPa nyomáson stagnál, 600 MPa-on pedig csökkenni kezd, ez a savtermelő baktériumok számának csökkenésével magyarázható. A kétféle mintában végbemenő változások arányában nem volt jelentősebb különbség.

Az állomány mérés során megállapítottam, hogy 200 MPa nyomáson a minták puhultak, azaz tenderizálódtak, de a magasabb nyomásokon a kezeletlen mintákhoz képest a húsminták keményedtek, mely keménységet a hat hét folyamán megtartották. Ez annak köszönhető, hogy a HHP fehérjedenaturációt okoz. 200 MPa-on az első hétre a minták a kezeletlenhez képest keményebbek lettek, viszont a mell egy Newtonnal kisebb mértékben keményedett meg. A többi esetben a változás hasonló volt.

A mikrobiológiai vizsgálat során arra a következtetésre jutottam, hogy minden 200 MPa nyomás a mikroorganizmusok összességét egy tizedével csökkentette, valamint minél nagyobb nyomású hidrosztatikai kezelésnek voltak kitéve a pulykahúsminták, annál kisebb sebességű volt a mikrobák szaporodása. A mérések során a mell és comb között nem volt jelentősebb különbség.

A TBA mérés során készült elemzéseket összevetve kijelenthetjük, hogy a hidrosztatikai nyomás alkalmazása a tiobarbitursav-szám növekedését eredményezi. Az idő függvényében 200 MPa nyomásig a TBA emelkedése azonos, de 400 MPa felett már minél nagyobb hidrosztatikai nyomásnak van kitéve a minta, annál nagyobb ütemben fokozódik a TBA növekedése. A HHP hatására a minták jobban avasodtak, 400 MPa nyomás felett pedig az avasodás mértéke nőtt. A comb esetében nagyobbak a TBA értékek, ez azzal magyarázható, hogy a comb zsírosabb hús.

7. Irodalmi jegyzék

1. Adzitey, F. – Nurul, H. (2011): Pale soft exudative (PSE) and dark firm dry (DFD) meats: causes and measures to reduce these incidences - a mini review. *International Food Research Journal*, 18(1), 11-20.
2. Aganovic, K. – Hertel, C. – Vogel, R.F. – Johne, R. – Schlüter, O. – Schwarzenbolz, U. – Jäger, H. – Holzhauser, T. – Bergmair, J. – Roth, A. – Sevenich, R. – Bancick, N. – Kulling, S.E. – Knorr, D. – Engel, K. – Heinz, V. (2020): Aspects of high hydrostatic pressure food processing: Perspectives on technology and food safety. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 20(4), 3225-3266.
3. Aouadhi, C. – Simonin, H. – Prévost, H. – de Lamballerie, Maaroufi, A. – Mejri, S. (2012): Optimization of pressure-induced germination of *Bacillus sporothermodurans* spores in water and milk. *Food Microbiology*, 30(1), 1-7.
4. Gálvez, F.- Domínguez, R. – Pateiro, M. – Carballo, J. – Tomasevic, I. – Lorenzo, J.M. (2018): Effect of gender on breast and thigh turkey meat quality. *British Poultry Science*, 59(4), 408-415.
5. Giménez, B. – Graiver, N. – Califano, A. – Zaritzky, N. (2015): Physicochemical characteristics and quality parameters of a beef product subjected to chemical preservatives and high hydrostatic pressure. *Meat Science*, 100(1), 179-188.
6. Guyon, C. – Meynier, A. – de Lamballerie, M. (2016): Protein and lipid oxidation in meat: A review with emphasis on high-pressure treatments. *Trends in Food Science & Technology*, 50(1), 131-143.
7. Johanyák, Zs.Cs. (1999): Színelőállítás optimalizálása kísérlettervezés segítségével. *Fiatalkor Műszaki Tudományos Ülésszaka*, 4(1), 25-28.
8. Kálmán, Á. – Erdős, A.D. – Kertész-Molnár, Sz. – Szűcs, I. – Szöllősi, L. (2023): A pulykahízalás jövedelemtermelő képességének alakulása jó színvonalon gazdálkodó magyarországi üzemekben. *Gazdálkodás*, 67(2), 101-122.
9. Kálmánné Tuboly, E. (2009): Nagy hidrosztatikus nyomású technológia alkalmazásának hatásai néhány élelmiszer mikrobiológiai állapotára és más minőségjellemzőire. *Doktori (PhD) értekezés*, Budapesti Corvinus Egyetem, Élelmiszertudományi Doktori Iskola.
10. Liu, H. – Xu, Y. – Zu, S. – Wu, X. – Shi, A. – Zhang, J. – Wang, Q. – He, N. (2021): Effects of High Hydrostatic Pressure on the Conformational Structure and Gel Properties of Myofibrillar Protein and Meat Quality: A Review. *Foods*, 10(8), 1872.

11. Martínez Bernié, I. – Mussio, P.- Jorcin, S. – Rajchman, M. López-Pedemonte, T. (2021): Application of high hydrostatic pressure for the reduction of STEC on raw ground beef patties and its impact on physicochemical properties: pH and color. *LWT*, 151(1), 1-7.
12. Medina-Meza, I.G. – Barnaba, C. – Barbosa-Cánovas, G.V. (2014): Effects of high pressure processing on lipid oxidation: A review. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 22(1), 1-10.
13. Murray, L. (1995): An Examination of Beta Estimation Using Daily Irish Data. *Journal of Business Finance & Accounting*, 22(6), 893-906.
14. Naveena, B. – Nagaraju, M. (2020): Review on principles, effects, advantages and disadvantages of high pressure processing of food. *International Journal of Chemical Studies*, 8(2), 2964-2967.
15. Oblakova, M. – Ribarski, S. – Oblakov, N. – Hristakieva P. (2016): Chemical composition and quality of turkey - broiler meat from crosses of layer light (LL) and meat heavy (MH) turkey. *Trakia Journal of Sciences*, 14(2), 142-147.
16. Okamoto, A. – Suzuki A. (2002): Effects of high hydrostatic pressure-thawing on pork meat. *Progress in Biotechnology*, 19(12), 571-576.
17. Owens, C.M. – Hirschler, E.M. – McKee, S.r. – Martinez-Dawson, R. – Sams, A.R. (2000): The characterization and incidence of pale, soft, exudative turkey meat in a commercial plant. *Poultry Science*, 79(4), 553-558.
18. Ros-Polski, V. – Koutchma, T. – Xue, J. – Defelice, C. – Balamurugan, S. (2015): Effects of high hydrostatic pressure processing parameters and NaCl concentration on the physical properties, texture and quality of white chicken meat. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 30(1), 31-42.
19. Sikes, A.L. – Tume, R.K. (2014): Effect of processing temperature on tenderness, colour and yield of beef steaks subjected to high-hydrostatic pressure. *Meat Science*, 97(2), 244-248.
20. Sun, X.D. – Holley, R.A. (2010): High Hydrostatic Pressure Effects on the Texture of Meat and Meat Products. *Journal of Food Science*, 75(1), 17-23.
21. Toldrá, F., Nollet, L.M.L. (2017): *Advanced Technologies for Meat Processing*. 2 nd Edition. Boca Raton: CRC Press.
22. http1 Wikipédia. Letöltés dátuma: 2023.10.20. forrás:
<https://hu.wikipedia.org/wiki/Vadpulyka>

23. http2 Magyar Mezőgazdaság. Letöltés dátuma: 2023.10.20. forrás:
<https://magyarmezogazdasag.hu/2019/04/03/baromfi-road-show-iden-brojlereseknek-es-pulykaneveloknek/>
24. http3 Agrárminisztérium. Letöltés dátuma: 2023.10.20. forrás:
<https://elelmiszerlanc.kormany.hu/utmutatok>
25. http4 Atcharuli Indauri. Letöltés dátuma: 2023.10.20. forrás:
<https://indauri.ge/en/technology-of-turkey-meat-production>
26. http5 Food and Agriculture Organization of the United Nations. Letöltés dátuma:
2023.10.20. forrás: <https://www.fao.org/faostat/en/#data>
27. http6 University of Wisconsin-Madison. Letöltés dátuma: 2023.10.20. forrás:
<https://fyi.extension.wisc.edu/wbic/files/2011/04/Dark-Firm-and-Dry-Beef.pdf>

Táblázatjegyzék

1. táblázat: A könnyű, közepes és nehéz keresztezésű pulykafajták jellemzői <i>(Forrás: https://indauri.ge nyomán)</i>	6
2. táblázat: A világ 10 legfőbb pulykahús exportőr országa 2020-ban <i>(Forrás: Saját szerkesztés FAO (2020) adatok alapján)</i>	7
3. táblázat: A világ 10 legfőbb pulykahús termelő országa és Magyarország 2020-ban <i>(Forrás: Saját szerkesztés FAO (2020) adatok alapján)</i>	7
4. táblázat: A pulyka nemének hatása a mellhús kémiai összetételére <i>(Forrás: Gálvez, és munkatársai, 2018 nyomán)</i>	10
5. táblázat: A pulyka nemének hatása a combhús kémiai összetételére <i>(Gálvez, és munkatársai, 2018 nyomán)</i>	11
6. táblázat: Példák a piacon lévő nagy nyomással kezelt élelmiszerekre <i>(Aganovic és munkatársai, 2021 nyomán)</i>	12

Ábrajegyzék

1. ábra: Vadpulyka (Forrás: https://hu.wikipedia.org)	5
2. ábra: Brojler pulykahibrid (Forrás: https://magyarmezogazdasag.hu).....	5
3. ábra: Az idő hatása a post-mortem pH-ra különböző húsfajtáknál (Forrás: Murray, 1995) 9	
4. ábra: Multivac C 300 (Forrás: https://multivac.com).....	18
5. ábra: Resato FPU-100-2000 (Forrás: https://www.resato.com).....	19
6. ábra: Konica Minolta CR-400 (Forrás: https://primet.hu).....	20
7. ábra: CIELab-rendszer (Forrás: Johanyák Zsolt Csaba, 1999)	20
8. ábra: Testo 206 (Forrás: https://www.testo.com)	20
9. ábra: TA.XTPlus (Forrás: https://www.researchgate.net).....	21
10. ábra: A kezeletlen és nyomáskezelt minták világítási tényező értékei a hat hetes tárolási próba kezdetén.....	24
11. ábra: A kezeletlen és nyomáskezelt minták vörös színezet értékei a hat hetes tárolási próba kezdetén.....	24
12. ábra: A kezeletlen és nyomáskezelt minták sárga színezet értékei a hat hetes tárolási próba kezdetén.....	24
13. ábra: A kezeletlen minták világítási tényező értékeinek változása a hat hetes tárolási próba folyamán.....	25
14. ábra: A kezeletlen minták vörös színezet értékeinek változása a hat hetes tárolási próba folyamán.....	25
15. ábra: A kezeletlen minták sárga színezet értékeinek változása a hat hetes tárolási próba folyamán.....	25
16. ábra: A 200 MPa nyomáson kezelt minták világítási tényező értékeinek változása a hat hetes tárolási próba folyamán.....	26
17. ábra: A 200 MPa nyomáson kezelt minták vörös színezet értékeinek változása a hat hetes tárolási próba folyamán.....	26
18. ábra: A 200 MPa nyomáson kezelt minták sárga színezet értékeinek változása a hat hetes tárolási próba folyamán.....	26
19. ábra: A 400 MPa nyomáson kezelt minták világítási tényező értékeinek változása a hat hetes tárolási próba folyamán.....	27
20. ábra: A 400 MPa nyomáson kezelt minták vörös színezet értékeinek változása a hat hetes tárolási próba folyamán.....	27

21. ábra: A 400 MPa nyomáson kezelt minták sárga színezet értékeinek változása a hat hetes tárolási próba folyamán.....	27
22. ábra: A 600 MPa nyomáson kezelt minták világítási tényező értékeinek változása a hat hetes tárolási próba folyamán.....	28
23. ábra: A 600 MPa nyomáson kezelt minták vörös színezet értékeinek változása a hat hetes tárolási próba folyamán.....	28
24. ábra: A 600 MPa nyomáson kezelt minták sárga színezet értékeinek változása a hat hetes tárolási próba folyamán.....	28
25. ábra: A színelkülönbség a mérés kezdeti kezeletlen minták és a különböző nyomásnak kitett hat hetes tárolás végén mért minták között	29
26. ábra: Minták a HHP kezelést követően (Felül comb, alul mell; Balról jobbra: 0 MPa, 200 MPa, 400 MPa, 600 MPa) (<i>Forrás: Saját felvétel</i>)	30
27. ábra: A kezeletlen és nyomáskezelt minták pH értékei a hat hetes tárolási próba kezdetén	31
28. ábra: A kezeletlen minták pH értékeinek változása a hat hetes tárolási minta próba folyamán.....	31
29. ábra: A 200 MPa nyomáson kezelt minták pH értékeinek változása a hat hetes tárolási próba folyamán.....	32
30. ábra: A 400 MPa nyomáson kezelt minták pH értékeinek változása a hat hetes tárolási próba folyamán.....	32
31. ábra: A 600 MPa nyomáson kezelt minták pH értékeinek változása a hat hetes tárolási próba folyamán.....	33
32. ábra: A kezeletlen és nyomáskezelt minták állománymérésének értékei a hat hetes tárolási próba kezdetén.....	34
33. ábra: A kezeletlen minták esetében az állománymérés értékeinek változása a hat hetes tárolási próba folyamán.....	34
34. ábra: A 200 MPa nyomáson kezelt minták esetében az állománymérés értékeinek változása a hat hetes tárolási próba folyamán	35
35. ábra: A 400 MPa nyomáson kezelt minták esetében az állománymérés értékeinek változása a hat hetes tárolási próba folyamán	35
36. ábra: A 600 MPa nyomáson kezelt minták esetében az állománymérés értékeinek változása a hat hetes tárolási próba folyamán	36
37. ábra: A kezeletlen és nyomáskezelt minták mikrobiológiai elemzésének értékei a hat hetes tárolási próba kezdetén.....	37

38. ábra: A kezeletlen minták esetében a mikrobiológiai elemzés értékeinek változása a hat hetes tárolási próba folyamán.....	37
39. ábra: A 200 MPa nyomáson kezelt minták esetében a mikrobiológiai elemzés értékeinek változása a hat hetes tárolási próba folyamán	38
40. ábra: A 400 MPa nyomáson kezelt minták esetében a mikrobiológiai elemzés értékeinek változása a hat hetes tárolási próba folyamán	39
41. ábra: A 600 MPa nyomáson kezelt minták esetében a mikrobiológiai elemzés értékeinek változása a hat hetes tárolási próba folyamán	39
42. ábra: A kezeletlen és nyomáskezelt minták esetében a TBA mérésének értékei a hat hetes tárolási próba kezdetén.....	40
43. ábra: A kezeletlen minták esetében a TBA meghatározás értékeinek változása a hat hetes tárolási próba folyamán.....	41
44. ábra: A 200 MPa nyomáson kezelt minták esetében a TBA meghatározás értékeinek változása a hat hetes tárolási próba folyamán	41
45. ábra: A 400 MPa nyomáson kezelt minták esetében a TBA meghatározás értékeinek változása a hat hetes tárolási próba folyamán	42
46. ábra: A 600 MPa nyomáson kezelt minták esetében a TBA meghatározás értékeinek változása a hat hetes tárolási próba folyamán	43

NYILATKOZAT

Páles Bence (hallgató Neptun azonosítója: SCYI2V) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a szakdolgozatot áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A szakdolgozatot a záróvizsgán történő védésre **javaslom** / **nem javaslom**.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: nem

Kelt: 2023 év 11. hó 03 nap



Majzinger Koppány

belső konzulens

NYILATKOZAT

a szakdolgozat nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve: Páles Bence

A Hallgató Neptun kódja: SCYI2V

A dolgozat címe: Nagy hidrosztatikus nyomáskezelés (HHP) hatása a pulykahús egyes minőségjellemzőire

A megjelenés éve: 2023

A konzulens intézetének neve: 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 állítottam, 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 mindenkori szellemitulajdon-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 eltelte után nyilvánosan elérhető és kereshető lesz az Egyetem könyvtári repozitori rendszerében.

Kelt: 2023 év 11 hó 03 nap



Hallgató aláírása