

DIPLOMAMUNKA

Istók Barbara

Istók Barbara
2023

Magyar Agrár – és Élettudományi Egyetem
Élelmiszertudományi és Technológiai Intézet
Állattermék- és Élelmiszertartósítási Technológia Tanszék

Tárolás hatása sous-vide hőkezelt csirkemell egyes minőségi paramétereire

Istók Barbara
Budapest
2023

Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem
Élelmiszertudományi és Technológiai Intézet

Szak neve: MSc Élelmiszerbiztonsági és –minőségi mérnök

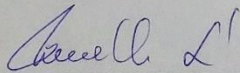
Diplomadolgozat készítés helye: Állattermék és Élelmiszertartósítási Technológia Tanszék

Hallgató: Istók Barbara

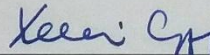
A diplomadolgozat címe: Tárolás hatása sous-vide hőkezelt csirkemell egyes minőségi paramétereire

Konzulens: Dr. Kenesei György
Külső konzulens esetén tanszéki felelős

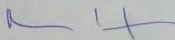
Beadás dátuma: 2023.05.08.



Dr. Friedrich László



Dr. Kenesei György



Mohácsiné dr. Farkas Csilla
szakfelelős

Tartalom

1. Bevezetés	1
2. Célkitűzés	3
3. Irodalmi áttekintés	4
3.1. A hús összetételének általános jellemzői	4
3.2. Hús érése, pH változása	6
3.3. Hőkezelés hatása a hús összetevőire	7
3.3.1. Fehérjék	7
3.3.2. Ásványi anyag - és vitamintartalom	8
3.3.3. Lipidek	8
3.3.4. Hús színe	9
3.4. Húsok mikrobiológiai biztonsága	10
3.5. Sous-vide	12
3.5.1. Vákuumcsomagolás	13
3.5.2. Hőkezelés	14
3.5.3. Hűtés vagy felszolgálás	14
3.6. Tárolás során bekövetkező változások, tárolási körülmények	16
4. Anyag és módszer	18
4.1. Felhasznált alapanyag	18
4.2. Mérés menete	18
4.3. Alkalmazott vizsgálati módszerek	19
4.3.1. Színmérés	19
4.3.2. pH mérés	21
4.3.3. Állománymérés	21
4.3.4. Tömegveszteség mérése	22
4.3.5. Mikrobiológiai vizsgálat	22
4.3.6. Statisztikai módszerek	23
5. Vizsgálati eredmények és értékelésük	25
5.1. Színmérés	25
5.2. pH	31
5.3. Mikrobiológiai eredmények	34
5.4. Tömegveszteség	35
5.5. Állománymérés	37
5.6. Statisztikai eredmények	41
6. Összefoglalás	45
7. Irodalmi hivatkozás	47

1. Bevezetés

A megfelelő táplálkozásnak alapvető szerepe van az egészség megtartásában, a betegségek megelőzésében. Napjainkban egyre inkább előtérbe helyeződnek a minél alacsonyabb feldolgozottságú, magas beltartalmi értékekkel rendelkező, friss jellegű, adalék – és tartósítószermentes termékek. Mivel a fogyasztói elvárások folyamatosan megújulnak, a kényelem és a minőség tekintetében továbbra is új innovációk, technológiák és nem termikus koncepciók jelennek meg, hogy megfeleljenek az elvárásoknak. Új technológiákat dolgoztak ki az élelmiszerek minőségének a javítására, tápanyagtartalmuk maximális megőrzésére, az eltarthatóság növelésére, amelyeket „minimal processing”, azaz kíméletes technológiáknak nevezünk. Különös hangsúlyt kapott a minimális hőkezelési technikák közül a sous-vide technológia, melyet az iparban, éttermekben és már az otthoni konyhákban is előszeretettel alkalmaznak. A sous-vide kezelésen kívül persze számos kíméletes technológia létezik, amelyek nem hőkezelésen alapulnak, ilyen például a nagynyomású technika (HHP), pulzáló elektromos mezőben történő kezelés (PEF) vagy az ultrahanggal való kezelés.

A hús a történelem során az emberi táplálkozás fő részét képezte. A hús jó emészthetőségű és kiegyensúlyozott esszenciális aminosav-összetételű, valamint kiváló fehérje-, vitamin- és ásványianyag-forrás, melynek fogyasztásával viszonylag kis adagban elérhető a napi fehérje- és aminosavszükséglet.

A csirkehús termelése az elmúlt években figyelemreméltó növekedésen ment keresztül az állattechnológia közelmúltbeli fejlődésének köszönhetően. Világszerte a baromfihús fogyasztása áll az első helyen a különböző húsfajták közül. A kereslet növekedése következtében a hústermelők elkezdtek diverzifikálni termékeiket annak érdekében, hogy növeljék annak értékét és eltarthatóságát (Volpato et al., 2007).

Az élelmiszeripari vállalatok, vendéglátóegységek és a fogyasztók is egyre nagyobb a figyelmet szentelnek az egészséges életmód fenntartására, a természetes ízű, adalékanyagoktól és tartósítószerektől mentes, mindemellett a minél tovább eltartható hústermékekre, amelyek jelentősen megnövelik a termék élelmiszerbiztonsági kockázatát. Az élelmiszer eredetű megbetegedéseket tekintve szintén a baromfihús áll a vezető helyen a húsfélék közül.

A diplomamunkám során a fent említett okok miatt is esett a csirkemellre a választásom, amelyet a korábban említett sous-vide technológiával kezeltem.

A sous-vide kifejezés lényege, hogy az előkészített alapanyagot egy lezárt, előzőleg vákuumozott, hőálló műanyag tasakba helyezzük, majd 100°C alatti hőmérsékleten, meghatározott időtartamig kezelünk. A hőmérséklet-idő kombináció természetesen nagyban függ az alapanyagtól. A kíméletes tartósítási módszerek, szemben a hagyományos tartósító eljárásokkal, az alacsonyabb hőkezelési hőmérséklet miatt növelik a termékek élelmiszerbiztonsági kockázatát. Habár a technológia gátolja az aerob baktériumok szaporodását, az anaerob baktériumok, ha nem megfelelő hőmérséklet-idő kombinációt alkalmazunk a kezelés során, túlélhetnek és elszaporodhatnak az élelmiszerben, amelynek elfogyasztása akár súlyos megbetegedést is okozhat. Szerencsére számos kutatás, tanulmány született a különböző alapanyagok megfelelő hőkezelési paramétereiről, amelyek egy átlagos fogyasztó számára is könnyen elérhetőek interneten keresztül is.

2. Célkitűzés

Diplomadolgozati munkám célja, hogy a nyers és a sous-vide hőkezelt csirkemell tárolása során fellépő minőségbeli paramétereinek változásának okait különböző mérési módszerekkel megvizsgáljam.

Az általam vizsgált paraméterek: a szín, a pH, az állomány, a nyers minták tárolása során fellépő tömegveszteség, és a hőkezelt minták tárolási tömegveszteségét vizsgáltam.

Ezen felül a nyers és a tárolt sous-vide-ált minták összcsíraszám változását követtem nyomon a tárolási napok során.

A céljom volt megvizsgálni:

- Hogyan befolyásolja a kezdeti csíraszám a sous-vide termékek kezelés, majd tárolás utáni csíraszámát
- Milyen paraméterekre van hatással a nyersanyag hosszabb tárolása a sous-vide kezelt termékekre
- Milyen fizikai, kémiai, és érzékszervi változások lépnek fel a nyersanyag tárolásakor, a hőkezelések után, illetve a tárolási napok alatt.

3. Irodalmi áttekintés

3.1. A hús összetételének általános jellemzői

Húsnak nevezzük, az állati szervezet vázizomzatának különböző részeit, amelyek emberi fogyasztásra alkalmasak. A hús nagyrészt melegvérű és tenyésztett háziállatokból, kisebb részben vadon élő állatokból származik. Tágabb értelemben a húsféleségekhez számíthatók az állati test belső szervei, bőre, vére is, továbbá a hidegvérű állatok (halak, kagylók, rákok stb.) fogyasztható részei is. (Deák et al., 2006) A hús minősége függ az állat fajtájától, korától, nemétől, fejlettségi fokától, tartási módtól, a levágás körülményeitől és a levágást követő kezeléstől.

A húst főleg izomszövet építi fel, de kötőszövetet, zsírszövetet, vérereket, vért és idegeket is tartalmaz. A 1. táblázatban található a sovány hús jellemző kémiai összetétele és vegyülete %-os arányban (Laczay,2008)

1. táblázat Hús jellemző kémiai összetétele %-os arány (Laczay,2008)

Összetevő	Arány (%)
Víz	75,5
Izomfehérje	16
ebből miofibrilláris fehérje	0,0*
sarcoplazma-fehérje	6,0**
Kötőszövet fehérje	2,0***
Zsír	3,1
Nitrogén-tartalmú (nem fehérje) anyagok	1,6
Szénhidrátok (cukor), tejsav	0,7
Ásványi anyagok	1,0
Nyomelemek, vitaminok	0,1

*miozin 5,5%, aktin 2,0%, egyéb 2,5%

**enzimek 5,6%, mioglobulin 0,4%

***kollagén 1,5%, elasztin 0,5%.

Összetételét tekintve nagy arányban szerepelnek a fehérjék, amelyek elengedhetetlenek a szervezetünk optimális működéséhez, minden sejtjének szüksége van fehérjékre a növekedéshez, fennmaradáshoz és regenerálódáshoz. Az élő sejtek szárazanyagtartalmának legalább 50%-át teszik ki. Számos egészségügyi probléma származhat abból, ha az emberi szervezet nem kapja meg a megfelelő mennyiségű és minőségű fehérjét. A húspanban megtalálható fehérjéket három fő csoportba tudjuk sorolni. Az első a miofibrilláris fehérjék, amelyek a fehérjék össztömegének 50-55%-át teszik ki, ilyen az aktin, albumin, globulin és a miozin. E fehérjék az izomösszehúzódnásban vesznek részt. A második csoportba tartoznak a kötőszöveti fehérjék, mint a kollagén és az elasztin.

A kötőszövetek tartják az csontokat, izmokat és a zsírokat. A kollagén, a laza kötőszöveti rostok anyaga, a rostok szilárdak, de nem nyújthatóak. A húsok hőkezelése során e fehérje denaturálódik, zselatin keletkezik, amely a szervezetünk számára remekül hasznosítható. Természetesen ennek mértéke nagymértékben függ az alkalmazott paraméterektől, hőkezelés módjától, a hőkezelés időtartamától, illetve az állat korától is. Az elasztin kisebb mennyiségben található a kötőszövetben, rendkívül rugalmas, a rugalmas rostok anyaga, erősen ellenáll a hőkezelésnek, a kémiai és mechanikai hatásoknak. Végül a harmadik csoport a szarkoplazma fehérjék, ilyen például a mioglobin, amely egy bíbörvörös oxigénszállító pigmentanyag. A mioglobin mellett megtalálható a hemoglobin is kisebb mennyiségben. (Tornberg, 2005)

A hús fehérjéken túl tartalmaz továbbá szénhidrátokat, zsírokat, vitaminokat és ásványi anyagokat, valamint 74-80%-ban kötött és szabad vizet. (Deák et al., 2006)

A hús zsírtartalma nagyban függ az állat fajtától, fajtától, életkorától, takarmányozástól és jelentős mértékben attól, hogy az állat melyik húsrészéről beszélünk. Az állati szövetekben különböző lipidek – trigliceridek, foszfolipidek, szterinek– találhatók. A trigliceridek az érett, idősebb állatok zsírszövetének fő lipid komponense (>90%) (látható zsír), a foszfolipidek inkább a sovány húsok minimális zsírszerű anyagait jelentik, a sejtmembránok alkotórészei, az izomzat összes zsírsavának 10-40%-át teszik ki. A foszfolipidekben sokkal magasabb a többszörösen telítetlen zsírsavak (PUFA) koncentrációja, mint a trigliceridekben. A vörös húsok, kérődző állatok nagyobb mennyiségben tartalmaznak telített zsírsavakat és csak kisebb részben telítetlen zsírsavakat. (Dublec, 2011) A szárnyasok húsanak kisebb a zsírtartalma, a zsírok jelentős hányada a bőrhez kötődik.

A csirke alacsony zsírtartalmú fehérjeforrás, amely zsírsavösszetétel szempontjából kedvező, kevésbé telített zsírsavakat tartalmaz, mint a például a marhahús. Ha azonban bőrös csirkét eszünk, az megduplázza a zsír és a telített zsír mennyiségét az ételben. A csirkefogyasztás növekedő ütemben van, hiszen az emberek egyre inkább odafigyelnek az egészségesebb táplálkozásra, alternatív módszereket keresnek a zsír, a koleszterin csökkentésére az étrendjükben. (Soriano-Santos, 2010). A zsírszövetben és az izomhártyában található zsírsavak is hozzájárulnak a hús ízéhez, illékony bomlástermékeket biztosítva a főzés során.

3.2. Hús érése, pH változása

Az állatok izomszövetében vágás után más körülmények alakulnak ki, mint előtte, hiszen jelentős biokémiai változások mennek végbe. A keringés leáll, megszűnik az oxigénellátás, az izomszövet kapcsolata a májjal, ezáltal az addigi aerob energiatermelő folyamatokat, anaerob glikolízis váltja fel. Az ATP mennyisége csökken, hisz az anaerob úton keletkezett ATP mennyisége jelentősen kevesebb, mint az aerob úton létrejött, ezáltal felbomlik az egyensúly. A glikolízis során a glükóz piruváttá oxidálódik, majd ebből oxigénmentes körülmények között tejsav keletkezik. A keletkező tejsav pedig a pH csökkenését okozza. (Lőrincz, Lencsepeti, 1973)

A vágás után alapvetően három szakaszt különítünk el:

- a hullamerevség (pre-rigor) előtti szakasz: Ebben a szakaszban még a hús állománya még laza, biokémiaiilag a csökkenő ATP- és kreatin-foszfát-szint jellemzi és előtérbe kerülnek az anaerob folyamatok.
- a rigor mortis: a hullamerevség állapota, az izom megrövidül, a hús merev és kemény, amely a pH megváltozásának (csökkenése), a fehérjék denaturálódásának köszönhető, ATP már nincs jelen.
- a post rigor: ebben a szakaszban a hús folyamatosan puhul, kialakul a jellemző állomány, íz, friss jellegű hús.

Az állatok vágás előtti kezelése szoros kapcsolatban áll a hús pH-jával és ezáltal a hús minőségével is. Az élő állat húsnak pH-ja 7,2 körül mozog, amely vágás után 24 órával – a glikogénbontás teljes lezajlása után – 5,5-5,6 körüli értékre áll be. Ezt a pH értéket nevezzük „normál” húsminőségnek.

Abban az esetben, ha az állatot a hirtelen stressz hatás éri, a vágás előtt felhalmozódik a szénhidráttartalom, melynek hatására jelentős tejsav termelődik az állat vágása után is, úgy, hogy az izom hőmérséklete még mindig magas (40°C körüli). A magas hőmérséklet és a nagy mennyiségű tejsav kombinációja az izomfehérjék denaturálódásához vezet és kialakul az úgynevezett „PSE” hús. A PSE húsról jellemző pH érték 5,2-5,3, a hús színe halvány, állománya laza, vízkötő és vízmegtartóképessége is jelentősen lecsökken. Ha azonban az állatot vágás előtt egy hosszán tartó stressz éri – például a szállítás alatt – a glikogén szinte teljesen kiürül, mire a vágásra kerülne a sor, ezáltal nem tud tejsav termelődni, így a pH is csak kissé csökken. Az ilyen húsokat nevezzük „DFD” hibás húsoknak, melyre a 6 feletti pH, sötétebb szín, jó vízkötő - és vízmegtartó képesség, a duzzadt sejteknek

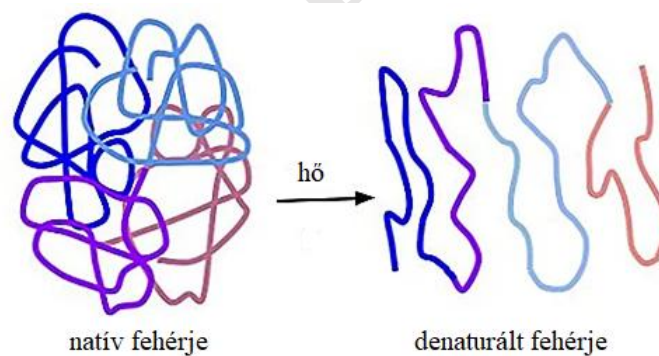
köszönhetően feszebb állomány jellemzi. A PSE hússal szemben viszont mikrobiológiailag kedvezőtlenebb és gyorsabban romlik. (Caballero B, et al, 2003)

3.3. Hőkezelés hatása a hús összetevőire

A hőkezelés célja, egyrészt az, hogy kialakuljon a megfelelő állomány, a kívánatos íz, aromaanyagok, másrésztől javul az alapanyag emészthetősége is a hús fehérjéinek denaturációja következtében.

3.3.1. Fehérjék

Hevítés következtében a hús szerkezetében jelentős változások mennek végbe. A húsokat hőkezelés során fizikai és kémiai hatás is éri. Fizikai hőhatás arra gondolunk, hogy természetesen a maghőmérséklet melegszi fel a leglassabban és a felületi részek a legkorábban. A kémiai hőhatás alatt pedig azt értjük, hogy a hőkezelés során a szarkoplazmafehérjék és a miofibrilláris fehérjék a hőre koagulálnak, kicsapódnak és a főtt húsról jellegzetes szerkezet alakul ki. A natív fehérje összetett, merev szerkezettel rendelkezik és funkcionálisan aktív, azonban denaturáció során megváltozik a fehérjék szerkezete, biológiai aktivitásukat elvesztik, az 1. ábra jól szemlélteti ezt a folyamatot.



1. ábra Fehérje denaturáció (saját szerkesztés; URL¹)

A húsból található aktin és a miozin más-más hőmérsékleti tartományban kezd el denaturálódni, a miozin alacsonyabb, 40-60°C között, az aktin 66-73°C között. (Martens és Staburčvik, 1982) Ezzel ellentétesen változik a kollagén a húsból, hiszen a hő hatására zsugorodni kezd és az „A” típusú kollagénból „B” típusú alakul ki. Ez az átalakulás 60°C kezdődik meg, mely során a „B” típusú kollagén megduzzad, további vizet vesz fel és zselatinná alakul. A hőkezelési hőmérséklettől függően különböző reakciók játszódhatnak le a húsból, ilyen például a Maillard reakció. A magas hőmérséklet hatására a fehérjék és a

cukormolekulák reagálnak egymással és barna színanyagok, aromaanyagok keletkeznek. (Figler, 2015)

3.3.2. Ásványi anyag - és vitamintartalom

Megfelelő pH-érték mellett az ásványi anyagok nagy szerepet játszanak az élő sejt ozmózisos nyomásának kialakításában, valamint az izom-összehúzódás létrejöttében. A magnézium és a kalcium az izom ingerlékenységet mérsékeli, ezzel ellentétesen a kálium fokozza. A húsfélék nyomelemeket is tartalmaznak kis mennyiségben, mint például a vas, cink és a réz. A vas a vörösvértestek felépítésében, oxigén ellátásban is részt vesz, egy hús minél vörösebb, annál nagyobb a vastartalma. A húspanban lévő vasnak több mint a fele hemvas, viszont hőkezelés hatására azonban a hemvas átalakul - eltérő mértékben - nem hemvassá, amely a szervezet számára kevésbé hozzáférhető. (Carpenter and Clark, 1995; Lombardi-Boccia et al., 2002). A hőkezelés hatással van a húspanban lévő vitaminokra is. A húspanok a B-vitamin csoport tagjait tartalmazzák nagyobb mennyiségben, a sertéshús B1-vitamintartalma kiemelkedő a többi húshoz képest (Tanács, Pinnyey, 2018). Magas hőmérséklet hatására viszont a vitaminok károsodnak és az élelmiszerben a mennyiségük jelentősen lecsökken. Ennek elkerülése érdekében alkalmazhatunk kíméletes hőkezelési módszereket, csökkentve ezzel az élelmiszerek vitamintartalmának vesztesét.

3.3.3. Lipidek

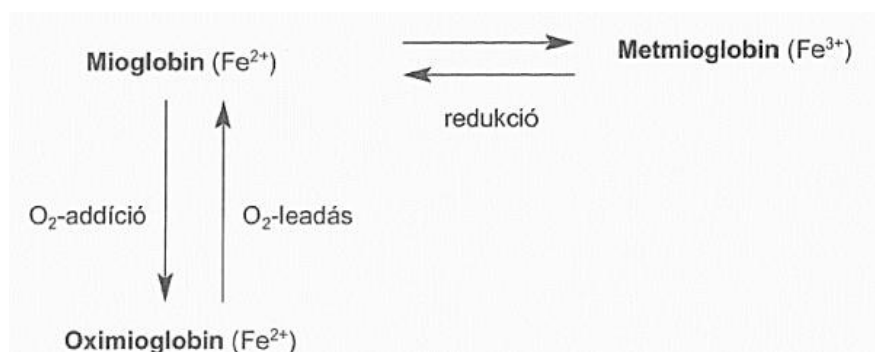
A lipidek az élelmiszerek fontos szerkezeti és funkcionális összetevői és még akkor is lényeges hatást gyakorolnak a minőségére, ha koncentrációjuk alacsony. Hozzájárulnak a hús lédúságához, porhanyósságához, illetve nagymértékben befolyásolják a húspanok íz- és aromaprofilját. A lipidoxidáció az egyik fő folyamat, amely felelős a húspanok minőségromlásáért, mely hatására csökken az eltarthatósági idő. A lipidoxidáció befolyásolja a színt, az állagot, a tápértéket, az ízt és az aromát, avasodáshoz vezet, melynek hatására nemkívánatos mellékíz alakul ki és olyan vegyületeket hoz létre, amelyek kockázatot jelenthetnek az emberi egészségre. (Min & Ahn, 2005). Figyelembe véve, hogy a „minőség” és az „egészség” az élelmiszerválasztást befolyásoló legfontosabb tényezők közé tartozik, illetve azt, hogy a megjelenés, a szín, a textúra, az íz és az aroma a kulcsfontosságú minőségi jellemzők, amelyek befolyással vannak a fogyasztói elfogadására, a lipidoxidációs folyamatok szabályozására, vagy legalábbis a minimalizálására nagy figyelmet fordít az élelmiszeripar (Brøndum et al., 2000).

A csirkehústermékek világszerte egyre népszerűbbé váltak az elmúlt néhány évben magas tápanyag-minőségük és viszonylag alacsony költségük miatt, valamint a csirke lipidjei nagy mennyiségű telítetlen zsírsavat tartalmaznak, amelyeket a fogyasztók egészségesnek tartanak (Bonoli et al., 2007). A hőkezelés azonban felgyorsíthatja a lipioxidáció kialakulását azáltal, hogy szabad gyököket generál, és tompítja a belső antioxidáns védelmi rendszert (Serpen et al., 2012). Számos tanulmány kimutatta, hogy a melegítés növeli a nem hem-vas mennyiségét és csökkenti a hem-vas mennyiségét, és a vas felszabadulása a vastartalmú fehérjékből szerepet játszhat a lipioxidációban (Kristensen és Purslow, 2001). A főzési módok, valamint a főzés körülményei, mint például a főzési idő és hőmérséklet eltérő mértékű lipioxidációt eredményezhetnek (Domínguez et al., 2014). Különböző főzési módok összehasonlításakor a magas hőmérsékleten végzett hőkezelés a többi módszerhez képest fokozott lipioxidációt eredményezett (Hernández et al., 1999). A *souv-vide* módszer, ezzel szemben az alacsony hőmérsékletű hőkezelés és a vákuumcsomagolásnak köszönhetően csökkenti a lipioxidáció mértékét, továbbá lehetővé teszi lédús, puha és ízes termékek előállítását szinte bármilyen hasított testből.

3.3.4. Hús színe

A külső megítélés szempontjából kiemelkedő fontosságú a hús színe és vásárláskor a fogyasztó számára is az egyik legmeghatározóbb dolog, mind a főtt, mind a nyers húsok esetében. A vörös húsokban – kacsa, marha, sertés, lóhús – jóval több mioglobin található, mint a fehér húsokban, ennek is köszönhető e húsok jellegzetes, vörös színe. A két vegyértékű vasat tartalmazó mioglobin mellett található még a korábban említett hemoglobin, a vér festékanyaga, amely a vörösvértestekben található vastartalmú oxigén szállító fehérje. Ezek a vegyületek nem stabilak, oxidáció révén barnás színű metmioglobin keletkezik, amely hőkezelés hatására szürkés-barna megmiokromogénné alakul. A nyers húsokál a barnás színt általában a fogyasztó nem friss állapottal azonosít. A mioglobin képes az oxigénnel is addicionálni, amelyből oximioglobin, a nyers húsnak cseresznyepiros színt adó kétértékű vasat tartalmazó vegyület keletkezik, amely szintén nem stabil.

A mioglobin, metmioglobin és oximioglobin között lejátszódó kémiai folyamatokat Laczay (2008) által készített 2. ábra szemlélteti:



2. ábra Mioglobin addíció és redukció

Annak érdekében, hogy a húskészítményeknél hőkezelés után is szép színezetű húsunk maradjon, a mioglobin és a hemoglobint is nitrogénoxiddal kell redukálni. A reakcióhoz szükséges nitrogén-oxid húshoz hozzáadott nátrium-nitritből keletkezik. (Mihályiné, 1993)

A vizsgálataim során csirkemellel dolgoztam, ennél – a vörös húsokkal szemben – a fogyasztói elvárás az, hogy halványrózsaszín legyen. Az alapanyag, már eredetileg is halvány színe miatt, a hőkezelés színreakciója kevésbé számottevő, mint a cseresznyepiros húsoknál.

3.4. Húsok mikrobiológiai biztonsága

Az élelmiszer eredetű megbetegedések száma világszerte nő, beleértve a fejlett és fejlődő országokat is. A legtöbb esetben nem is fordulunk orvoshoz, hisz enyhe lefolyású, azonban előfordulnak tömegeket érintő, súlyos, akár halálos kimenetelű betegségek.

A hússzövet ideális táptalaj a baktériumok, különböző mikroorganizmusok számára, hisz számos tápanyagot – glikogén, aminosavak, fémionok – tartalmaz. Azért is kiemelkedően fontos a húsok mikrobiológiai biztonsága, mert nem csak az élelmiszer romlását okozzák ezek a mikroorganizmusok, hanem a fogyasztók egészségét is veszélyeztethetik, súlyos megbetegedéseket okozhatnak.

A vágóállatok izomzata sterilnek tekinthető, leszámítva a beteg, fertőzött állatokat. (Bíró, 2000). Elkerülhetetlen azonban, hogy a hús felülete ne szennyeződjön.

Elsődleges forrása a mikrobiális szennyeződésnek a külső bőr felülete és a bélsár, másodsorban pedig az emberi kéz, különböző a feldolgozás során használt eszközök és berendezések. (Takács, 1971). A patogén mikrobák száma nagyon alacsony a higiénikusan előkészített húsban, ettől függetlenül előfordulhatnak. Gyakoribb patogén baktériumok például a *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli*, *Salmonella enterica*, *Yersinia enterocolitica*, *Campylobacter jejuni*, *Bacillus cereus*, *Staphylococcus aureus*, *Clostridium botulinum*, *C. perfringens*, *Vibrio cholerae*. (György, 2020)

Más-más mikrobacsoport jellemzi a különböző húsfajtákat. A baromfihús minőségének romlását meghatározó fő tényezők a tárolási hőmérséklet, a pszichotróf baktériumok típusa és száma (Tuncer és Sireli, 2008). Habár a belső csíramentesnek tekinthető a baromfik kültakaróján számos mikroorganizmust találunk, ennek mennyisége viszont nagymértékben lecsökken a 60-63°C-os forrázás hatására. Forrázáskor a pszichotróf baktériumok pusztulása a legjelentősebb. A baromfihúsok általában *Pseudomonas*ok, enterobaktériumok, az élesztők, és a korinebaktériumok fordulnak elő. Az élesztőgombáknál a *Candida*, *Rhodotorula*, *Debaryomyces* és *Yarrowia* nemzetség jelenlétével, a penészgombáknál pedig a *Penicillium*, *Mucor* és a *Cladosporium* nemzetség előfordulásával számolhatunk. A marha és sertés húsok mikroba összetételére a *Moraxella*, *Acetivibrio*, *Lactobacillus*, *Brochothrix thermospacta* és enterobaktérium törzsek jellemzőek, de akár találkozhatunk a *Flavobacterium*, *Alcaligenes*, *Vibrio*, *Aeromonas*, *Arthrobacter* törzsekkel, valamint penészekkel és élesztőkkel is. (Deák et al., 2006). A húsok romlását okozó baktériumok proteolitikus, valamint lipolitikus enzimeket termelnek. A hőkezelés javítja és fokozza a hús ízét, emellett megnöveli a termékek eltarthatóságát, mivel elpusztítja a mikroorganizmusok jelentős részét, illetve számos proteolitikus enzim inaktíválódik, ami végül hűtött körülmények között tárolva hosszabb ideig csökkenti a kellemetlen szagok, ízek megjelenését. (Oz, F et al., 2017). Ezenfelül a feldolgozott hústermékek előállítása során felhasznált adalékanyagok – fűszerek, nitrites pácso – is jelentősen befolyásolják a termék mikrobiológiai minőségét.

A húsok és húskészítmények magas víztartalmuk miatt gyorsan romlásnak indulnak, hiszen a mikroorganizmusok számára kiváló táptalajnak bizonyulnak. A baromfihúsok átlagos víztartalma 71-85%, amely 0,98-0,99 vízkaktivitásnak felel meg (Deák et al., 2006). A tárolástól és a későbbi feldolgozástól függ, az, hogy a kezdeti mikroorganizmusokból, melyek válnak meghatározóvá. Annak érdekében, hogy elkerüljük a romlást, az egyik

legfontosabb az pont az optimális tárolási paraméterek alkalmazása. Alacsony hőmérsékleten a mikroorganizmusok anyagcseréje lelassul, de a szaporodás minimális hőmérséklete baktériumfüggő és vannak olyan mikroorganizmusok, mint például a *Listeria monocytogenes*, amely hűtőhőmérsékleten is képesek szaporodni. A baktérium által okozta listeriosis megbetegedés beletartozik a legjelentősebb élelmiszer közvetítette fertőzésekbe a világon (WHO, 2007). A kezdeti mikroorganizmusok közül melyek válnak dominánssá, a későbbi feldolgozástól és tárolástól függ. A hőmérséklet mellett a páratartalom is kiemelkedő fontosságú. Alacsony páratartalom mellett a húsok felülete kiszárad és elősorban mikrokokkuszok, sztreptokokkuszok és a penészek szaporodnak el. Általában ez ritka és a hűtőberendezésekben a relatív páratartalom magas, ebben az esetben a nyálkásodást okozó Gram-negatív pszichotróf baktériumok száma gyarapodik. A baromfihúsok romlását leggyakrabban a *Acinetobacter*, *Pseudomonas*, *Moraxella* fajok és a *Schewanella putrefaciens* okozza. Romlásra utaló jel a hús felszínén keletkező nyálka, elszíneződés és a kellemetlen szag. A három legjellemzőbb patogén baktérium a baromfihúsoknál a *Salmonella enterica*, a *Campylobacter jejuni* és a *Listeria monocytogenes* (György, 2020).

3.5. Sous-vide

A sous-vide főzést először Georges Pralus francia séf vezette be 1974-ben. A „sous” szó francia jelentése alatt, a „vide” pedig vákuum. A módszer az ételek hermetikusan lezárt, hőstabil vákuumtasakokban történő főzését foglalja magában szabályozott hőmérsékleti és időbeli körülmények között (Renna et al., 2014). A pontos hőmérsékletszabályozás a hagyományos főzési módszerekkel szemben több lehetőséget kínál a húsok textúráját és elkészültségi fokát tekintve, javítja az íz és érzékszervi tulajdonságokat.

Sous-vide kezelés lépései

A sous-vide kezelésnek alapvetően 3 fő lépése van:

- vákuumcsomagolás
- hőkezelés
- hűtés / felszolgálás

A vákuumcsomagolást természetesen megelőzi az alapanyag előkészítés is. Az előkészítés függ attól is, hogy milyen terméket szeretnénk sous-vide-álni. Húsok esetében a

keményebb húsoknál gyakran alkalmaznak pácolást is, hogy ezzel is puhítsák a húst. Másik gyakran alkalmazott megoldás a mechanikai puhítás, mint például a tenderizálás. A tenderizálás során több száz vagy több ezer vékony pengét helyeznek a húsba, mely során a kések a kötőszöveti hálószerkezetet, rostokat átvágják, hőkezeléskor zsugorodás mértéke csökken. Ennek következtében csökken a hús nedvességvesztése, porhanyósabb és lédúsabb marad. (Hayward et al., 1980). A hátránya, hogy a hús felszínén lévő mikroorganizmusok bejutnak az izom belsejébe, ezáltal csökken a termék élelmiszerbiztonsága és a biztonság érdekében hőkezelés szükséges (Baldwin, 2012)

3.5.1. Vákuumcsomagolás

A vákuumcsomagolás napjainkban modern tartósítási technikák közé tartozik, amely az élelmiszerek védelmét szolgálja, azáltal, hogy légmentesen zárja le a termékeket. Az oxidáció élelmiszereinknél nemkívánatos íz- és szagelváltozást okoz, viszont a zárt zacskókban az oxigénmentes környezetnek köszönhetően az élelmiszereink lassabban indulnak romlásnak, hisz gátolja az aerob baktériumok szaporodását, növelve ezáltal az eltarthatóságot. További előnye még, hogy csökkenti a termék kiszáradását, fagyasztás során a fagyási égés elfordulását, illetve higiénikus, helytakarékos tárolást biztosít. Hozzá kell tenni, hogy a *Clostridium botulinum* és a *Listeria Monocytogenes* anaerob, patogén baktériumok, ezáltal az oxigénmentes környezet kiválthatja a *Clostridium botulinum* toxin termelődését és a *Listeria Monocytogenes* szaporodását is.

A csomagolás nem csak érzékszervi és mikrobiológiai előnyökkel jár, hanem gazdasági szempontból is kedvező. A kihozatal jobb lesz, azáltal, hogy csökken a tömegvesztés, vendéglátásban, iparban kisebb főzőhelyiségre, kevesebb konyhai személyzetre lehet szükség.

Az alkalmazott vákuum mértéke is meghatározó, hiszen minél alacsonyabb a mbar szám, annál alacsonyabb az oxigénszint, mely során a túl nagy nyomás összetörheti a kényes ételeket. A legtöbb élelmiszer általános beállításának Myhrvold és munkatársai (2011) szerint 30–50 mbar között kell lennie, mivel ezek a nyomásértékek megóvják az étel textúráját, és a legtöbb esetben megakadályozzák, hogy a tasakok lebegjenek főzés közben.

3.5.2. Hőkezelés

A sous-vide-álásnál az egyik legfontosabb, hogy kiválasszuk a megfelelő hőmérséklet-idő kombinációt, amellyel tökéletes és egyben biztonságos ételt készíthetünk.

Számos könyv, illetve cikk már megtalálható az interneten, amely a különböző élelmiszerek sous-vide-álási paramétereit adja meg, figyelembe véve a termék vastagságát is, ezáltal szinte tökéletes reprodukálhatósággal tudjuk megfőzni az alapanyagokat.

Túl alacsony hőmérséklet használata azonban veszélyezteti a sous-vide termékek mikrobiális biztonságát és stabilitását, amint arról már MOSSEL és STRUIJK (1991) beszámolt.

Az ilyen alacsony hőmérsékletű hőkezelés nem inaktiválja a baktériumspórákat és mikrobiális toxinokat. A pszichrofil (+3,0 °C-on és afölött szaporodó, nem proteolitikus *Clostridium botulinum* 2' szerotípusok 6 nagyságrendű endospóra-csökkentéséhez 90 °C-os vagy ezzel egyenértékű hőkezelés szükséges (HARMONY PROJECT, 1999). A legnagyobb észlelt D érték a *Clostridium botulinum* spórák esetében 0,21 perc 121,1°C-on. Ahhoz, hogy a mikrobiológiai stabilitást biztosítsuk és a termékminőséget elfogadható fogyaszthatósági szinten tudjuk tartani világszerte elfogadott művelet, hogy a 4,5-nél nagyobb pH értékű élelmiszerek hőkezeléses sterilizálásánál, a minimális hőkezelés mértéke megköveteli a *Clostridium botulinum* spórák 12 nagyságrendnyi pusztulását. Ez az ún. 12D elv, amely azt jelenti, hogy 12xD percnyi, azaz 121,1°C-on $12 \times 0,21 = 2,52$ perc hőpusztulási idő szükséges. (Fabulya és Hampel, 2016)

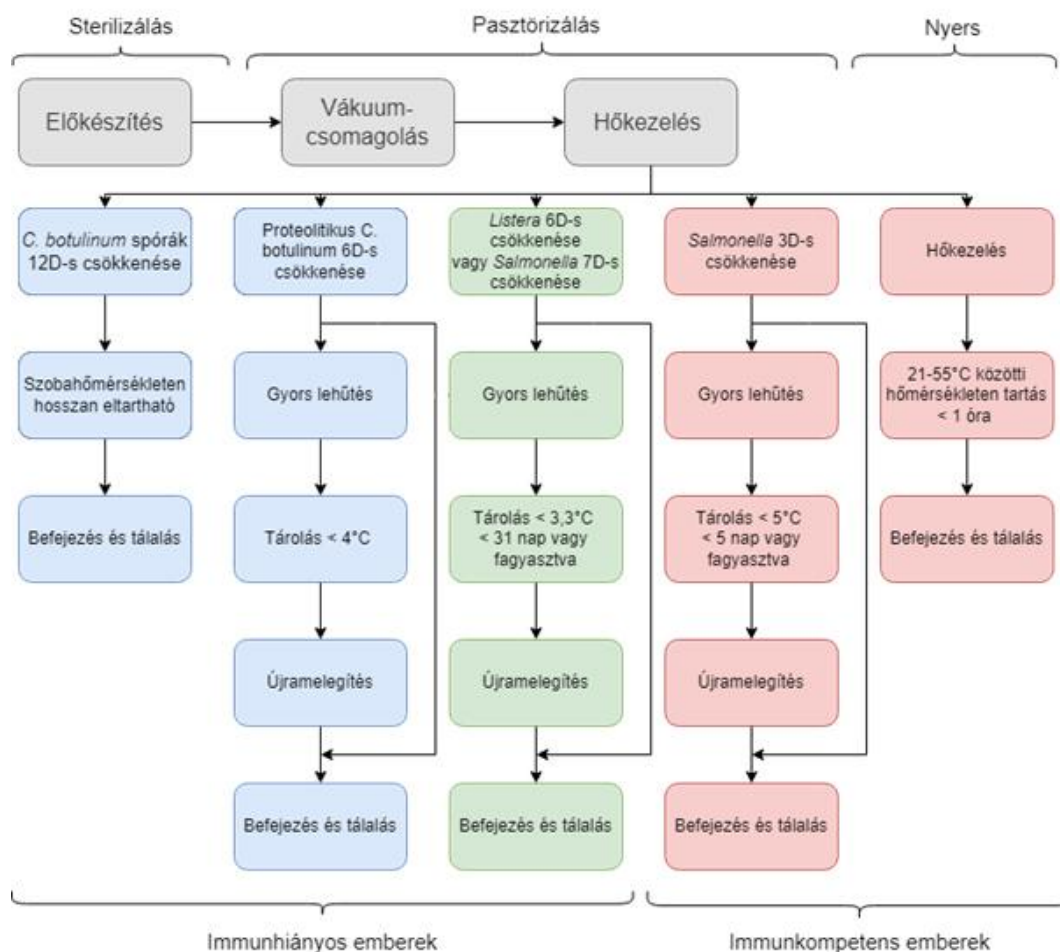
Vannak azonban már különböző prediktív modellek, amelyek segíthetnek megbecsülni a célmikroba túlélését egy adott tartományban, bizonyos élelmiszertermékekben (Whiting, 1995). Ezek a valódi élelmiszereken végzett tanulmányokon alapuló modellek releváns adatokat szolgáltatnak az élelmiszer-feldolgozók számára a termelésben a hőkezelés méretezése érdekében, így segítve elő biztonságos élelmiszerek előállítását a fogyasztók számára (Ross és McMeekin, 1994).

3.5.3. Hűtés vagy felszolgálás

A sous-vide főzésnek általában két formája van: „cook-hold” vagy „cook-serve” és „cook-chill” vagy „cook-freeze”. A cook-hold vagy cook-serve esetében az ételeket frissen készítik és elkészítés után a kívánt hőmérsékleten szolgálják fel az ételt a vendégek

száma. Ez a folyamat az étel csomagolásra való előkészítéséből, vákuumcsomagolásból, sous-vide főzésből, melegítésből vagy pasztörizálásból és tálalásból áll. A cook-chill vagy cook-freeze folyamán nem szolgáljuk fel közvetlenül sous-vide-álás után az ételt, hanem a lehető legrövidebb időn belül hűtjük vagy fagyasztjuk.

A felszolgálni kívánt időpontban pedig újra hőkezeljük és tálaljuk. A 3. ábrán a különböző sous-vide kezelések élelmiszerbiztonsági kockázatait is mutatja.



3. ábra Sous-vide termékek élelmiszerbiztonsági kockázata

(saját szerkesztés; Baldwin, 2012 alapján)

Otthon a konyhákban és az éttermekben gyakoriak a zöld és a piros ágak, míg az ipari élelmiszer-feldolgozók a kék és a zöld ágat használják. Élelmiszerbiztonsági szempontból a pirossal jelölt ágaknak jóval kockázattal járnak, ezeket az ételeket lehetőleg csak immunkompetens embereknek szolgáljuk fel. (Baldwin, 2012)

3.6. Tárolás során bekövetkező változások, tárolási körülmények

A hús különböző minőségi jellemzői, például színe, illata, íze, víztartó- és megkötő képessége romlik a hosszabb tárolási idővel. A hőmérséklet a hús tárolásának legfontosabb tényezője. Köztudott, hogy a tárolás során alacsony hőmérsékletre van szükség a mikrobiális romlás megelőzésére. A hűtött hőmérsékleten történő tárolás meghosszabbítja a csirkehús eltarthatóságát azáltal, hogy lassítja a mikroorganizmusok növekedését, csökkenti a kémiai reakciók sebességét és csökkenti az enzimek aktivitását (Al-jasser, 2012). A hűtött baromfi azonban továbbra is romlandó, összetétele - magas nedvesség- és fehérjetartalma, illetve magas pH-értéke – miatt, ideális a romlást okozó és kórokozó mikroorganizmusok szaporodásához, ezen és a tárolási hőmérsékleten kívül, a csomagolás típusa, a pszichotróf baktériumok típusa és száma a fő tényezők, amelyek meghatározzák a baromfihús romlását (Tuncer; Sireli, 2008). A minőségromláshoz vezető idő a vágás után négy és körülbelül tizenkét nap között változik, még akkor is, ha hűvös környezetben tartják (Smolander et al., 2004).

A csirkehús textúrája és színe a két leginkább vonzó tulajdonság a végső fogyasztó számára (Vieira, 2007). A hőmérséklet-idő szoros kapcsolatban áll a hús színváltozását tekintve. A színváltozása az idő függvényében megy végbe, mivel a látható színváltozás sebessége arányos a tárolási hőmérséklettel (Smolander et al., 2004).

A hús állaga az egyik legfontosabb minőségi kritérium minden húsfajta esetében, mivel végső soron a fogyasztó elégedettségével függ össze. Egy alapanyag textúrája érzékszervi paraméter, amelynek fő jellemzői a porhanyósság, a kohézió és a viszkozitás, illetve másodsorban a rágósság, a lédúság és a tapadósság (Souza, 2005). Általánosságban elmondható, hogy a hűtött tárolás során az első napokban a hús puhulása gyorsan megkezdődik, majd ezután a változás fokozatos és viszonylag kisebb mértékű. A hűtött hőmérsékleten való hosszabb tárolás elősegítheti egyes húsfajták porhanyósságát is, viszont emellett nemkívánatos íz anyagok kialakulását és mikrobiális romlást okozhat (Nishimura et al., 1998). Ennek bekövetkezési ideje nagymértékben függ a tárolási hőmérséklettől, mivel a magasabb tárolási hőmérséklet növeli a proteolízis sebességét. O'Keeffe és Hood (1981) a csepegési veszteség jelentős növekedéséről számoltak be, abban az esetben, ha a tárolási hőmérsékletet 0°C-ról 10°C-ra emelték, illetve, ha 0°C-5°C helyett 5°C-10 °C közötti hőmérsékleten tárolták.

A hús tömegvesztesége tárolás, illetve fagyasztás, felengedés vagy főzés során összefügg azzal, hogy mennyi víz áll rendelkezésre, és milyen könnyen távozik az izomszerkezeti hálózathoz. A húsdarabokból kiáramló víz időfüggő fizikai folyamat, amely hajtóerőt igényel. Szerkezeti szempontból a húsból származó vízveszteséget főként a miofibrillumok hosszirányú és keresztirányú zsugorodása, amely megváltoztatja a szálak közötti távolságot, a sejtmembrán szerkezetének lebomlása, amely áteresztőbbé teszi a vizet, az intracelluláris citoszkeleton integritása, amely befolyásolja az egész sejt zsugorodását, a sejtek közötti terak kialakítása, amelyek lehetővé teszik a folyadék felhalmozódását és áramlását, illetve a szarkoplazmatikus és miofibrilláris fehérjék közötti hálózat kialakulása befolyásolja, amely bezárja a vizet (Hughes et al., 2014, Liu et al., 2016).

Tárolás során végbemenő változásokat, mint az aerobok növekedését, a zsírok oxidációját, az elszíneződést és a tömegveszteséget nagy mértékben befolyásolja a nyers vagy főtt hús csomagolási típusa. A vákuumcsomagolás (VP) hűtött körülmények között nagyon hatékonyan bizonyult a romlandó élelmiszerek, például a friss hús és a húskészítmények eltarthatóságának meghosszabbításában, és megakadályozza az élelmiszerekből származó kórokozók növekedését. A módosított atmoszférájú csomagolás (MAP) szintén a hús- és baromfitermékek hatékony élelmiszer-tartósítási módszere, amely lehetővé teszi azok „friss” jellegének megőrzését. A MAP-ban általánosan használt gázok a szén-dioxid – a baktériumok növekedésének gátlására –, az oxigén – az anaerob növekedés megakadályozására és a hús színének megőrzésére – és a nitrogén – a zsírok oxidációjának és a csomag összeomlásának elkerülésére. (Narasimha & Sachindra, 2002).

4. Anyag és módszer

4.1. Felhasznált alapanyag

A vizsgálataim során csirkemellel dolgoztam, melyet közvetlenül a Ship's Supply Kft-től vásároltam meg. Ennek köszönhetően pontosan vissza tudtam követni a feldolgozás lépéseinek az időpontjait, melyek a következők voltak:

- Vágás: 2023.03.17.
- Bontás: 2023.03.20.
- Csomagolás: 2023.03.21.

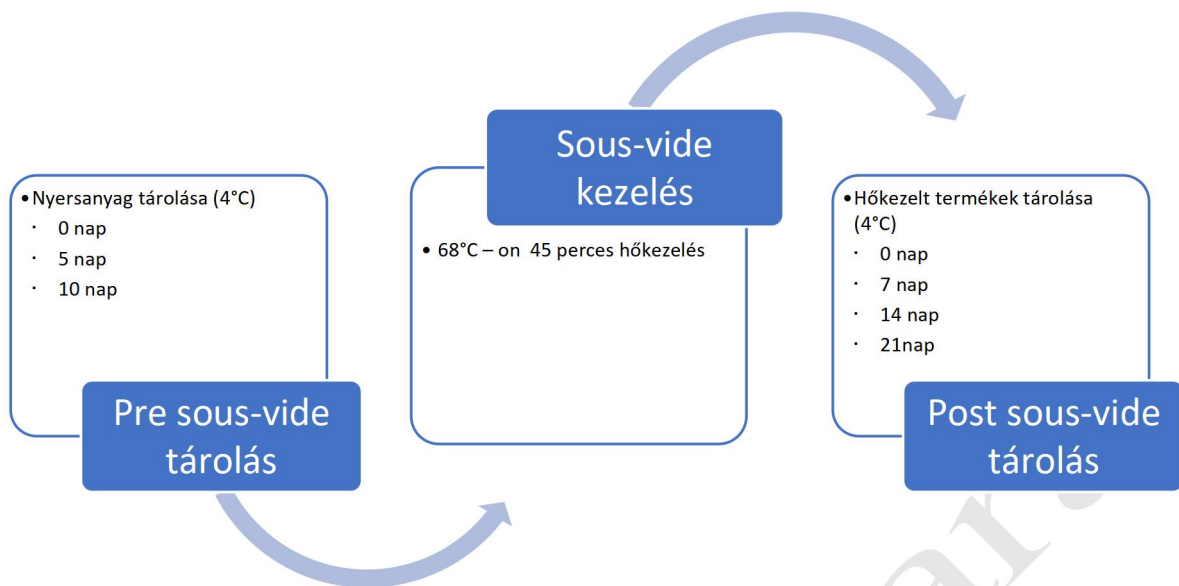
A húsokat 3x19 db-os csomagolásban kértem (4.ábra), illetve 3x1 csirkemellfilé darab, pedig egyedi csomagolásban érkezett, amelyekből a nyers mikrobiológiai vizsgálat készült.



4. ábra A kísérlethez használt csomagolt csirkemell (saját kép)

4.2. Mérés menete

A három, körülbelül 4kg-os kiszerelésű csirkemell mintákat a hőkezelés előtt eltároltam és a mintákat 3 különböző napon vizsgáltam meg. Ez alapján volt egy 0.napos, egy 5 napig és egy 10 napig tárolt nyers csirkemell mintám, amelyeket tárolás letelte után sous-vide kezeltem, majd a hőkezelt mintákat 1, 2, illetve 3 hetes (3-4°C) tárolásnak vettem alá. (5. ábra) A 0 napos nyers minta, ha a naptári napokat vesszük figyelembe, a vágási naphoz képest 6 napos húsról van szó.



5. ábra Sematikus diagram a kísérleti minták tárolási idejéről és sous-vide kezelés folyamatáról (forrás: saját szerkesztés)

Minden vizsgálathoz 3 db csirkemellfilé tartozott, melyből 1 mikrobiológiai vizsgálatra került, a maradék kettőből pedig a különböző minőségi paraméterek mérését végeztem el.

A hőkezelés minden minta esetében 68°C-on történt 45 percen keresztül, melyeket közvetlenül utána jeges vízbe hűtöttem le, majd 4°C-on tároltam.

4.3. Alkalmazott vizsgálati módszerek

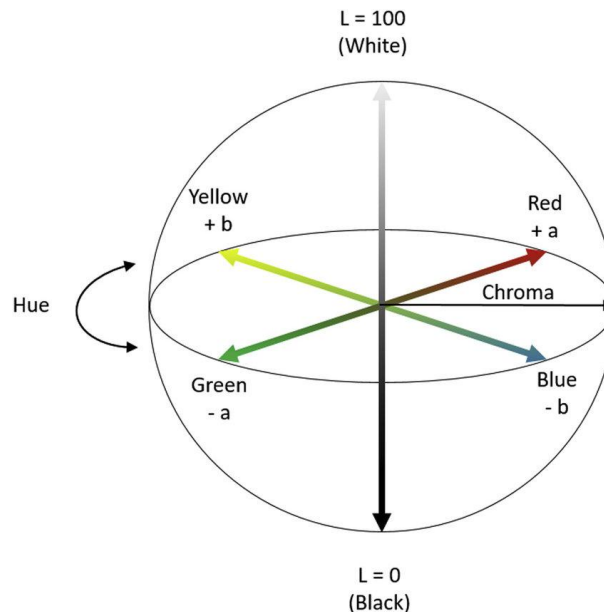
4.3.1. Színmérés

A nyers mintákon a tárolás, majd a kezelés és az az követő tárolás során bekövetkezett színváltozást Minolta CR-400 tristimulusos színmérő készülékkel (6.ábra) mértem. A mintát egy szabályozott xenon villanófény világítja meg, amelynek rövid, erős villanása elegendő a pontos, zajmentes méréshez.



6. ábra Minolta CR-400 (forrás: URL²)

A készülék megadja a vizsgált minta L^* , a^* és b^* értékeit, az értékelést ez alapján végeztem el. A CIELAB vagy CIE $L^* a^* b^*$ színrendszer a színek mennyiségi kapcsolatát reprezentálja három tengelyen: az L^* a világossági tényező, az a^* és b^* pedig a színkoordinátákat mutat. A 7. ábrán látható, hogy az L^* egy függőleges tengelyen van ábrázolva 0 (fekete) és 100 (fehér) közötti értékekkel.



7. ábra CIELAB színingertér (forrás: URL³)

Az a^* a vörös-zöld színezetet jelzi, ahol az $+a^*$ (pozitív) a piros, a $-a^*$ a zöld értékeket jelzi. A sárga (pozitív) és kék (negatív) színezet pedig a b^* tengelyen van ábrázolva. A sík közepén semleges vagy akromatikus. A középső tengelytől mért távolság a szín színárnyalatát (C^*) vagy telítettségét jelenti. Ezen mért adatokból a következő egyenlet alapján ki tudjuk számolni a ΔE^* értéket, ami nem más, mint a két szín közötti vizuális különbség mértéke.

$$\Delta E_{ab}^* = \sqrt{(L_2^* - L_1^*)^2 + (a_2^* - a_1^*)^2 + (b_2^* - b_1^*)^2}$$

Az alábbi (3.) táblázat mutatja az emberi szem által érzékelhető szín és a színingerkülönbség közötti összefüggést (Lukács,1982):

2. táblázat Az emberi szem által érzékelhető színekülönbségek

ΔE_{ab}^*	0 ... 0,5	0,5 ... 1,5	1,5 ... 3,0	3,0 ... 6,0	6,0 ... 12,0
Szemmel a különbség	nem észrevehető	alig látható	észrevehető	jól látható	nagy

4.3.2. pH mérés

Az élelmiszeriparban a pH-mérés gyakran használatos és fontos minőségi paraméterek közé tartozik. Így van ez a húsok esetében is, hiszen a mért eredmények alapján tudunk következtetni a húsok minőségére, esetleges minőségi hibáira is.

A vizsgálataim során a nyers és a hőkezelt húsoknál is 3-3 párhuzamost mérést végeztem el, törekedve arra, hogy a minták közel azonos hőmérsékletűek legyenek.

4.3.3. Állománymérés

Az állománymérés egy Stable Micro System típusú berendezéssel történt (8.ábra). A készüléket 1987-ben kezdték el tervezni és gyártani, amely ma már az élelmiszeriparon kívül a gyógyszer- és a kozmetikaiparban is elterjedt. (URL⁵). A készülékhez különböző mérőfejeket lehet alkalmazni, amelyek segítségével összetevők, félkész -és késztermékek szerkezetében, állományában végbemenő változásokat tudjuk vizsgálni. A bőséges mérőfej készlet segítségével lehetőség van roncsolásos, illetve roncsolás mentes állománymérésre is és szinte bármilyen élelmiszer textúrájának elemzésére alkalmas

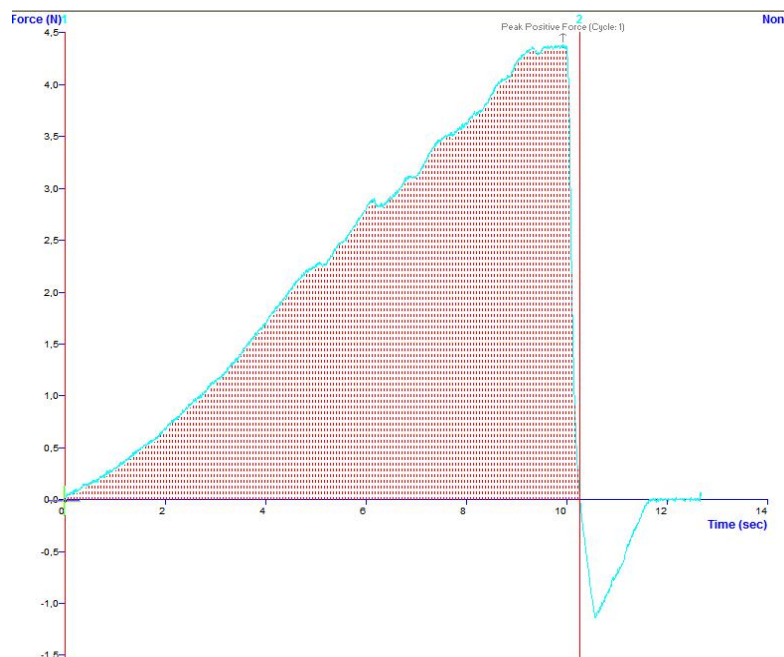


8. ábra SMS TA-XTplus állományvizsgáló készülék (forrás: URL⁴)

Esetemben roncsolásos állománymérés történt, amely során egy 2mm átmérőjű tű fejet használtam (P2/N). A tű 20mm-re hatolt be a vizsgált mintáima 2mm/s sebességgel.

A mérőfejben található egy erőmérő cella, amely a termékbe egy adott mélységre történő bejutáshoz szükséges erőt méri.

Ezt az erőt a készülék szoftvere (Texture Exponent) az idő függvényében folyamatosan rögzíti és egy olyan görbét kapunk eredményül, melyből a maximális erő értékét meg tudjuk határozni. A 9. ábrán látható a mérés során felvett jellegzetes állománymérési görbe.



9. ábra Jellegzetes állománymérési idő-erő görbe a tű mérőfejjel (Forrás: saját szerkesztés Texture Exponent alapján)

Az állománymérés során minden mintából három párhuzamos mérést végeztem, szintén ügyelve arra, hogy a minták hőmérséklete megegyezzen.

4.3.4. Tömegveszteség mérése

A nyers mintáknál 0., 5. és 10. napon a tárolás során bekövetkező csepegési veszteséget határoztam meg, melyhez az eredeti csomagoláson lévő súlyt vettem alapul, majd megmértem a kivált hús levét és százalékos formában adtam meg.

A hőkezelési veszteség esetében feljegyeztem a nyers minták tömegét, majd a kezelés utáni tömeget és ezek alapján a nyers minták tömegéből a visszamért tömegek kivonásával kiszámoltam a tömegveszteséget, szintén százalékos értékben.

4.3.5. Mikrobiológiai vizsgálat

A mikrobiológiai vizsgálat az aerob és a fakultatív anaerob baktériumok összcsíraszám meghatározására irányult. A vizsgálatot nem én, hanem két különböző külső labor segítségével végeztettem el. A minták egyik részét a Caproivus laboratóriumában vizsgálták, a másikat a Budapesten található SGS Laboratóriumában. A meghatározás lemezöntéssel történt, a mérés elvégzéséhez a vizsgált mintából ki kell mérni 10g-ot, majd hígítófolyadék hozzáadása után homogenizálni szükséges és a homogenizált alapszuspenzióból tizedelő hígítási sort készíteni.

Az előre előkészített steril Petri-csészékbe aseptikusan 1-1 ml-t pipettázunk az elkészített hígítási sorból, majd körülbelül 15 ml 45-50 °C-os táptalajt rátöltése következik, amelyet óvatosan elkeverünk, és hagyjuk megszilárdulni. Az inkubálás 30°C-on történik 24-48 óráig.

Kiértékeléskor megszámloljuk a 30-300 közötti darabszámú telepet tartalmazó telepek számát. Számloláskor figyelembe vesszük a hígítási fokot és megadjuk a vizsgált minta élelmiszer mikrobaszámát TKE/g egységben. A kiértékeléshez a 4/1998. (XI. 11.) EüM rendeletet használtam.

4.3.6. Statisztikai módszerek

Az eredmények statisztikai értékeléséhez a leíró alap statisztikákat (átlag, szórás) számítottam ki, illetve varianciaanalízist, kanonikus diszkriminanciaanalízist és Pearson-féle korrelációt végeztem az IBM SPSS Statistics 27 program és Microsoft Excel segítségével.

A varianciaanalízis a kettőnél több sokaság középértékeinek minta alapján történő összevetését jelenti. A nullhipotézis eldöntéséhez a szórásnégyzeteket használjuk, is szokták nevezni, melynek lényege, hogy megmutassa, van-e szignifikáns eltérés a mintaátlagok között, miközben feltételeztük, hogy azonos varianciából vettük a mintákat. Az elemzés során, hiszen többféle mintát vizsgálunk, ezért különbséget teszünk belső és külső variancia között. A belső variancia során a különbségeket vizsgáljuk a minták elemei között. A külső variancia pedig az az érték, amelyet a minták közötti variancia a minták egymáshoz viszonyított eltérései alapján határozunk meg. (Kis-Tóth L., 2013) Azoknál a problémáknál tudjuk ezt a statisztikai módszert alkalmazni, ahol a valószínűségi változó értéke egy vagy több szisztematikus hatástól, illetve a véletlentől függ.

Az eredmények közötti kapcsolat vizsgálatára a Pearson-féle korrelációt alkalmaztam. Többféle megközelítés is létezik a kapott korrelációértékből a kapcsolatra vonatkozó következtetésre, Guilford értelmezése szerint a szignifikáns összefüggések nagysága (Tredoux, C.T., & Durheim, K., 2002):

- $r = 0$: nincs lineáris kapcsolat
- $r = 0 - 0,19$ ($-0,19 - 0$): gyenge, majdnem hanyagolható kapcsolat
- $r = 0,2 - 0,39$ ($-0,39 - -0,2$): biztos, de gyenge kapcsolat
- $r = 0,4 - 0,69$ ($-0,69 - -0,4$): közepes korreláció, jelenős kapcsolat
- $r = 0,7 - 0,89$ ($-0,89 - -0,7$): magas korreláció, markáns kapcsolat

- $r = 0,9 - 1$ ($-1 - -0,9$): nagyon magas korreláció, erős, függő kapcsolat

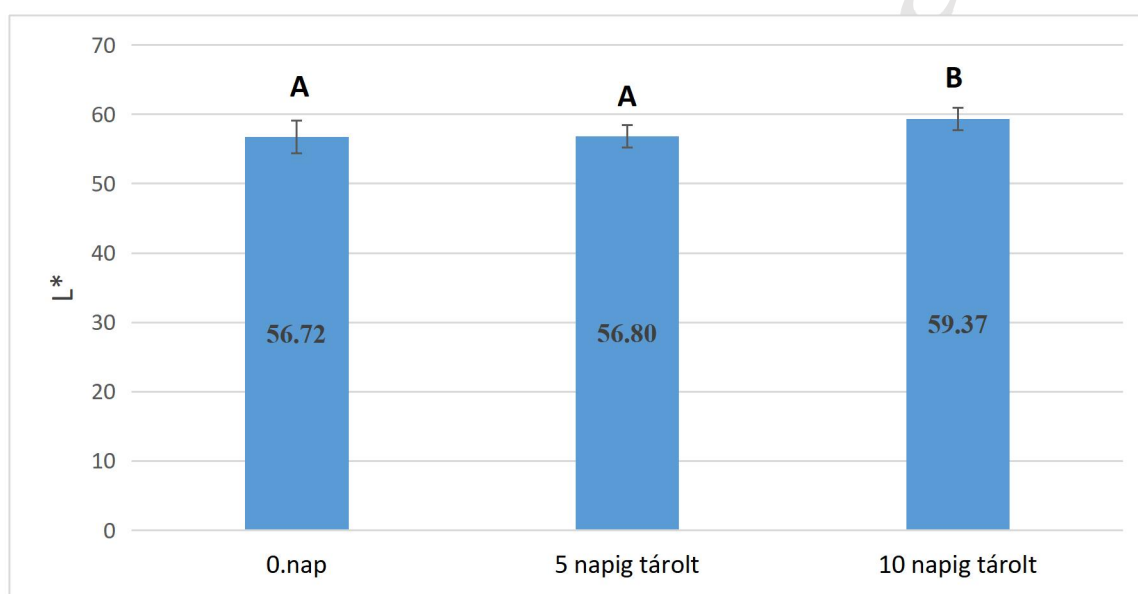
A kanonikus diszkriminancia-analízis (Canonical Discriminant Analysis, CDA) során a maximalizáljuk a csoportok közötti varianciát, mindeközben a csoporton belülit minimalizáljuk. Eredményül az algoritmus a megfigyeléseket a mintatérből egy olyan diszkrimináló térbe viszi át, ahol a csoportok amennyire lehetséges elkülönülnek egymástól, és kiválasztásra kerülnek azok a változók, amelyek egyértelműen magyarázzák a csoportok közötti különbséget. Az szétválasztási folyamat során azokat a hiperfelületeket keresi, amelyek szeparálják a minta osztályait feltételezve, hogy az azonos osztályokban szereplő elemek “közel”, a különböző osztályokban szereplők pedig távol helyezkednek el egymástól (Dalmadi és munkatársai, 2007).

5. Vizsgálati eredmények és értékelésük

5.1. Színmérés

A nyers mintáknál a pre sous-vide tárolás során bekövetkező színváltozását követtem nyomon. A 11. ábrán az L^* értékei láthatóak, amelynél az idő előrehaladtával fokozatos emelkedés figyelhető meg. Soraes és munkatársai (2002) szerint három kategóriába sorolhatjuk az L^* értékeit:

- normál hús minőségnek 44 és 53 közötti értékeket tekinteték
- $L^* > 53$ értékűeket PSE kategóriába sorolták, az
- $L^* < 44$ értékűeket, pedig DFD húshibásnak minősítették.

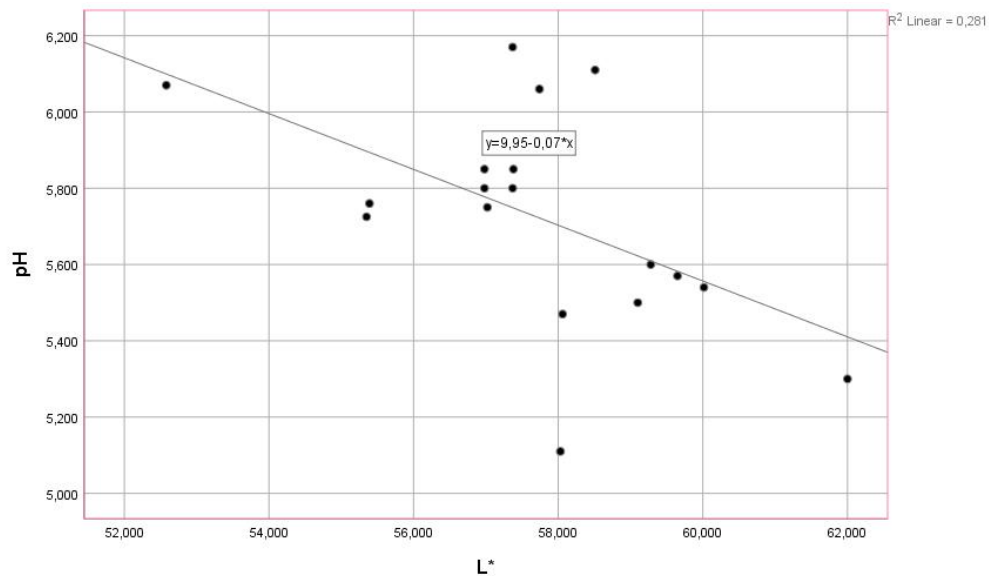


11. ábra Nyers minták L^* értékeinek változása a tárolás során

A-B-C: jelenti a pre-sous vide tárolás hatását az alapanyag minőségi jellemzőire a post sous-vide tárolási hetek alatt, a különböző betűkkel jelölt oszlopok szignifikánsan különböznek ($p < 0,05$)

Az L^* értéke alapján már a kiindulási napon is PSE húshibásnak minősíthető az alapanyagom, amely a tárolás során tovább emelkedik, tehát a lékiválás fokozatosan növekszik és a hús színe egyre halványabb lesz. Megfigyelhető továbbá, hogy az első 5 napban még kismértékű ez az emelkedés, addig az 5. és a 10. nap között eltelt tárolási napokban nagyobb ütemben indul meg a hús minőségének csökkenése, és ezt a statisztikai adatok is tükrözik ($p = 0,025$). Az L^* értékeinek növekedése összefüggésben áll a tárolás során bekövetkező csökkenő pH értékkel, melynek során a hús szerkezete lazább lesz, illetve ennek következtében a tárolás alatti csepegési veszteség nő. Az L^* és a pH közötti

összefüggés erősség mérésére a Pearson-korrelációt alkalmaztam. Az eredmények alapján szignifikáns ($p < 0,05$) negatív Pearson-korreláció van az értékek között, közepes ($r = -0,53$) korrelációs együtthatóval. Tehát az L^* értéke a hús pH-jának a csökkenésével nő (12. ábra)

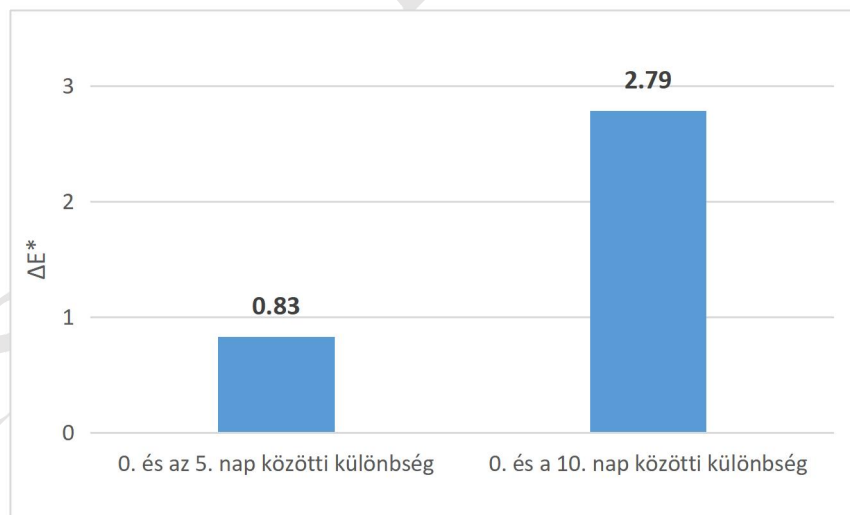


Az a^* értéke a vöröshúsoknál, húskészítményeknél kiemelkedő fontosságú minőségi paraméter, ahol a fogyasztók elvárása a szép, élénkörös szín, a csirkemell esetében pedig inkább a halványrózsaszínt részesítik előnyben. A 10. napos mintánál már egy igen magas szórás is megmutatkozik a mérési pontok között, 0,44-es értéktől egészen 3,37-ig terjedt ki, ami alapján besorolható lenne a DFD, PSE és normál kategóriába is.

A b^* a csirkemell szempontjából sokkal érdekesebb, hisz ez a sárgasági színezetet mutatja. Az én mintáim esetében a 0.napon mért átlagérték 3,93 volt, amely a 13. ábrán jól láthatóan folyamatosan emelkedett a tárolás során.

Chabault és munkatársai (2010) a b^* átlagértékének 8,5-t tekintették, ezt a sárgasági színezetet viszont nagymértékben befolyásolja a tartási rendszer, takarmányozás, nevelési idő és a genotípus is. Egy szabad tartású, „Tanyasi csirke” sárga színezete fogyasztói elvárás. Egy másik tanulmányban (Débora et al, 2017) összehasonlították, az ipari és szabad tartású csirke minőségi jellemzőit, melyben egy szabad tartású csirke b^* értékei 11.56 ± 3.38 volt, míg az ipari csirke csupán 4.97 ± 2.33 .

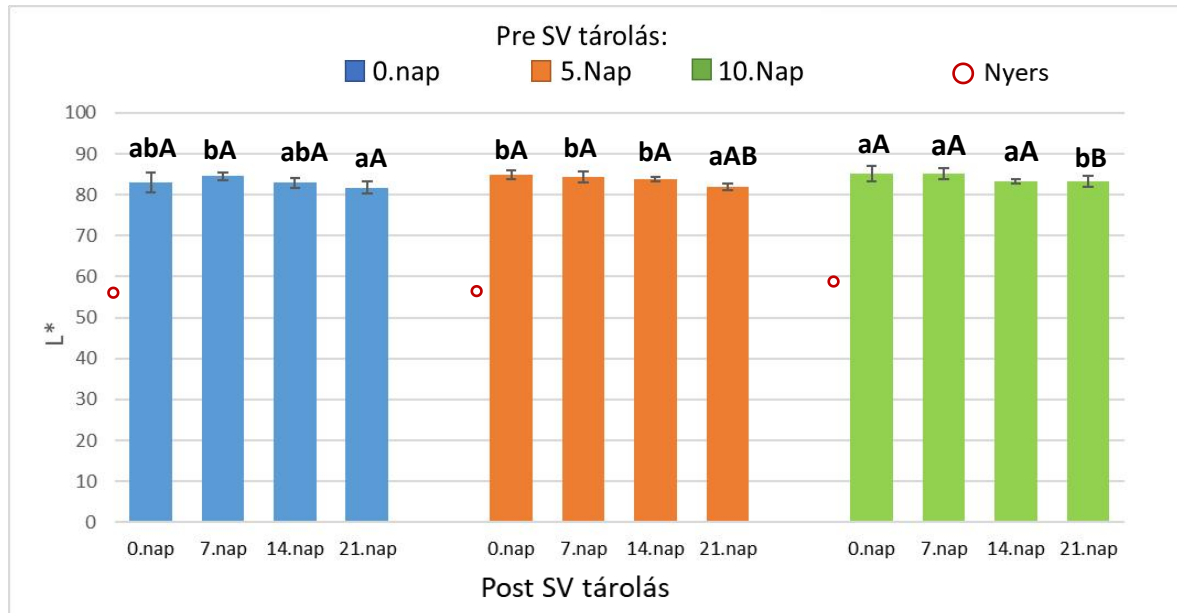
A ΔE_{ab^*} értékeket kiszámolva a 0. és az 5. nap közötti különbség az alig látható tartományba esik, azonban a 0. és a 10. nap között már az emberi szem számára az „észrevehető kategóriába esik. (15.ábra)



15. ábra Nyers csirkemell minták ΔE_{ab^*} értékeinek változása a 0. tárolási naphoz viszonyítva

A hőkezelt minták L^* értékei a 16. ábra mutatja. A fehérje denaturációnak köszönhetően minden mintánál jelentősen megemelkedtek az értékek. A kiindulási – nyers minták – L^* értéke sokkal inkább befolyásolta a hőkezelt minták értékeit, mint a tárolási hetek, hiszen a

legmagasabb L^* értékkel 10 napig tárolt minták rendelkeznek csakúgy, mint a nyers mintáknál. A tárolási hetek alatt csökkenő tendencia figyelhető meg az L^* értékeiben. Genot (2003) szerint a hús konzerválása során bekövetkező sötétedése az izomszövet pigmentoxidációjának köszönhető.



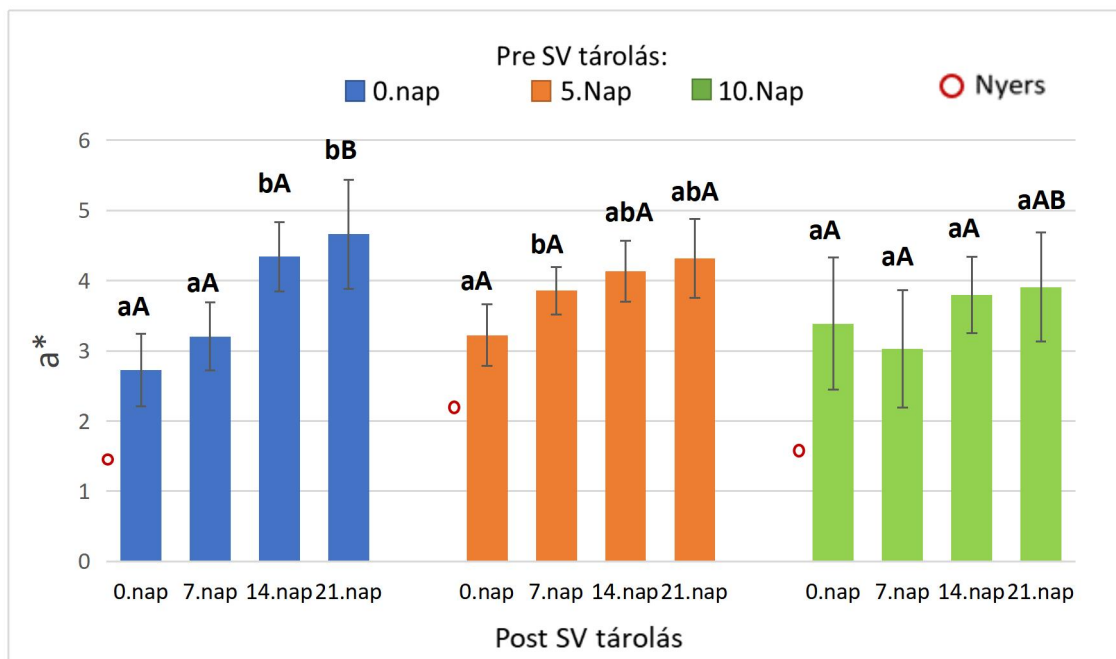
16. ábra Hőkezelt minták L^* értékeinek változása a tárolás során

A-B-C: jelenti a pre sous-vide tárolás hatását az alapanyag minőségi jellemzőire a post sous-vide tárolási hetek alatt, a különböző betűkkel jelölt oszlopok szignifikánsan különböznek ($p < 0,05$)

a-b-c: jelenti a post sous-vide tárolási hetek hatását a pre sous-vide tárolt alapanyagokra, a különböző betűkkel jelölt oszlopok szignifikánsan különböznek ($p < 0,05$)

Ha a pre sous-vide tárolás hatását nézzük a post sous-vide termékekre, akkor látható, hogy a 0., 7. és 14. napon nincs szignifikáns különbség a minták között, a 21. napon is mindössze a 10 napig tárolt minta tér el szignifikánsan a többi mintától.

Az a^* és b^* értékeinél ez már nem mondható el. A hőkezelés hatására minden mintánál megemelkedett az a^* értéke (17. ábra), amely a tárolás előrehaladtával folyamatosan fokozódott, egy kiugró adat van, a 10 napig tárolt mintáknál a 7. napon lecsökkent, majd ismét emelkedni kezdtek az értékek, mint a többi minta esetében.



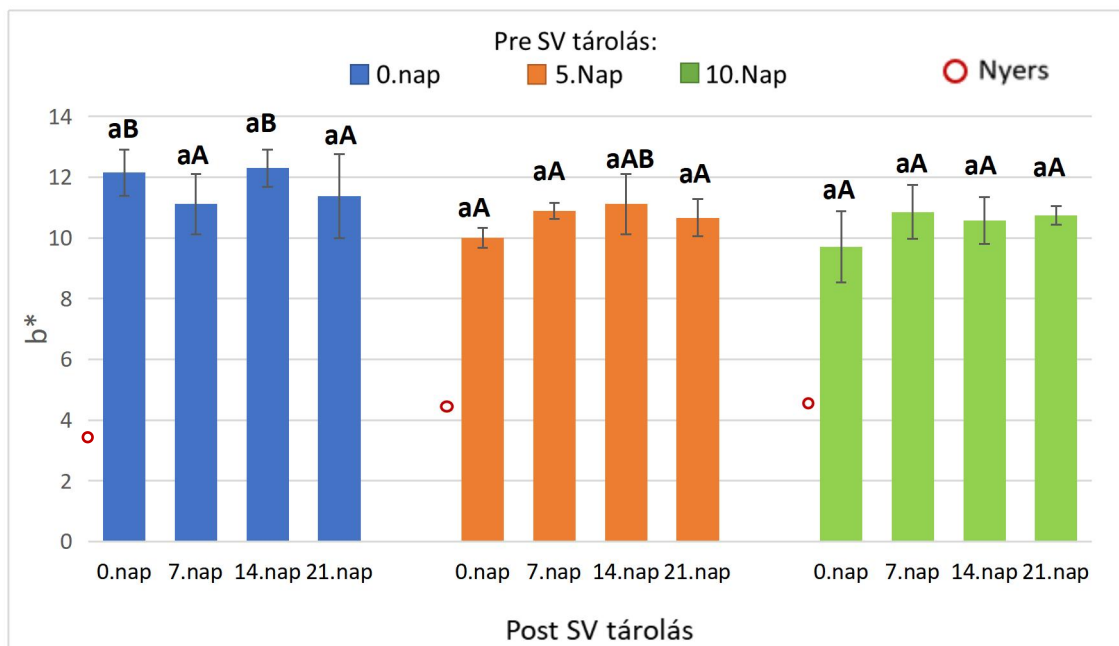
17. ábra Hőkezelt minták a* értékének változása a tárolás során

A-B-C: jelenti a pre -sous vide tárolás hatását az alapanyag minőségi jellemzőire a post sous-vide tárolási hetek alatt, a különböző betűkkel jelölt oszlopok szignifikánsan különböznek ($p < 0,05$)

a-b-c: jelenti a post sous-vide tárolási hetek hatását a pre sous-vide tárolt alapanyagokra, a különböző betűkkel jelölt oszlopok szignifikánsan különböznek ($p < 0,05$)

Kimutatták, hogy a baromfihús rózsaszín színe az elsődleges szempont, amely alapján a fogyasztók ellenőrzik, hogy az alapanyag megfelelően megfőtt-e (Langsrud et al., 2020). Egy tanulmányban a vizuális vizsgálat és a kolorimetriás adatok összehasonlítása alapján a legkevesbé látható rózsaszínűséget $a^* = 3,8$ értéknél állapította (Holownia, K. et al., 2003). A vizsgálatomban a 0 napos minták vörösségi értéke e küszöbszint alatt volt, a 14 és 21 napig tárolt mintáknál azonban már meghaladta ezt a szintet.

Ahogy a 18. ábrán látható a nyers minták b^* értéke jelentősen megemelkedett a kezelés következtében. Érdekes azonban, hogy míg a nyers minták b^* értéke a tárolás során emelkedett, a hőkezelés hatására még is a legalacsonyabb b^* értékkel rendelkező 0 napos minták sárgasági színezete a legmagasabb, majd folyamatosan csökkenő értékeket figyelhetünk meg a 5 és 10 napos mintákkal összehasonlítva.

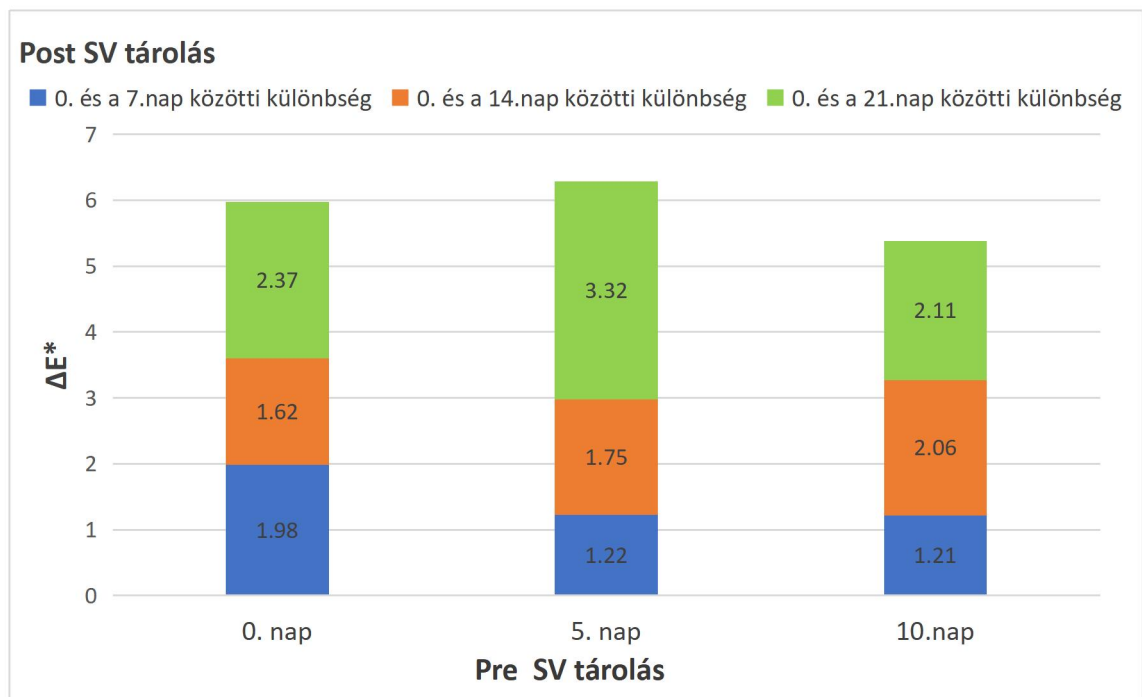


18. ábra Hőkezelt minták b* értékének változása a tárolás során

A-B-C: jelenti a pre -sous vide tárolás hatását az alapanyag minőségi jellemzőire a post sous-vide tárolási hetek alatt, a különböző betűkkel jelölt oszlopok szignifikánsan különböznek ($p < 0,05$)

a-b-c: jelenti a post sous-vide tárolási hetek hatását a pre sous-vide tárolt alapanyagokra, a különböző betűkkel jelölt oszlopok szignifikánsan különböznek ($p < 0,05$)

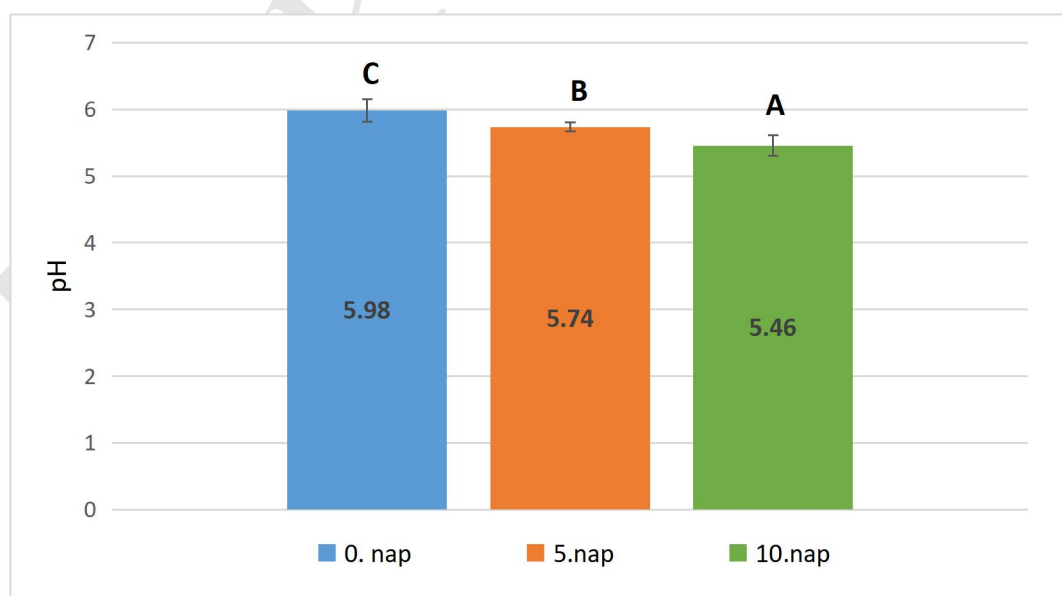
A ΔE^* értékeit a korábban már említett egyenlet segítségével kiszámoltam, majd a 19. ábrán szemléltettem, az alapján, hogy a 0.naphoz viszonyítva, az adott tárolási héten mért értékek között mekkora, észlelhető különbség keletkezik. Ez alapján a legtöbb minta az „alig látható” és „észrevehető” kategóriába sorolható, leszámítva az 5 napig tárolt nyers húsnál a 0 és a 21. nap közötti különbséget, amely a „jól látható” tartományba esik bele.



19. ábra ΔE^* változása post sous-vide minták 0. napon mért értékek és a tárolási hetek során mért színértékek között

5.2. pH

A húsok pH értékéből következtetni tudunk a hús minőségére, melyet számos különböző tényezők jelentősen befolyásol, kezdve a tartási módtól egészen a vágás utáni körülményekig.



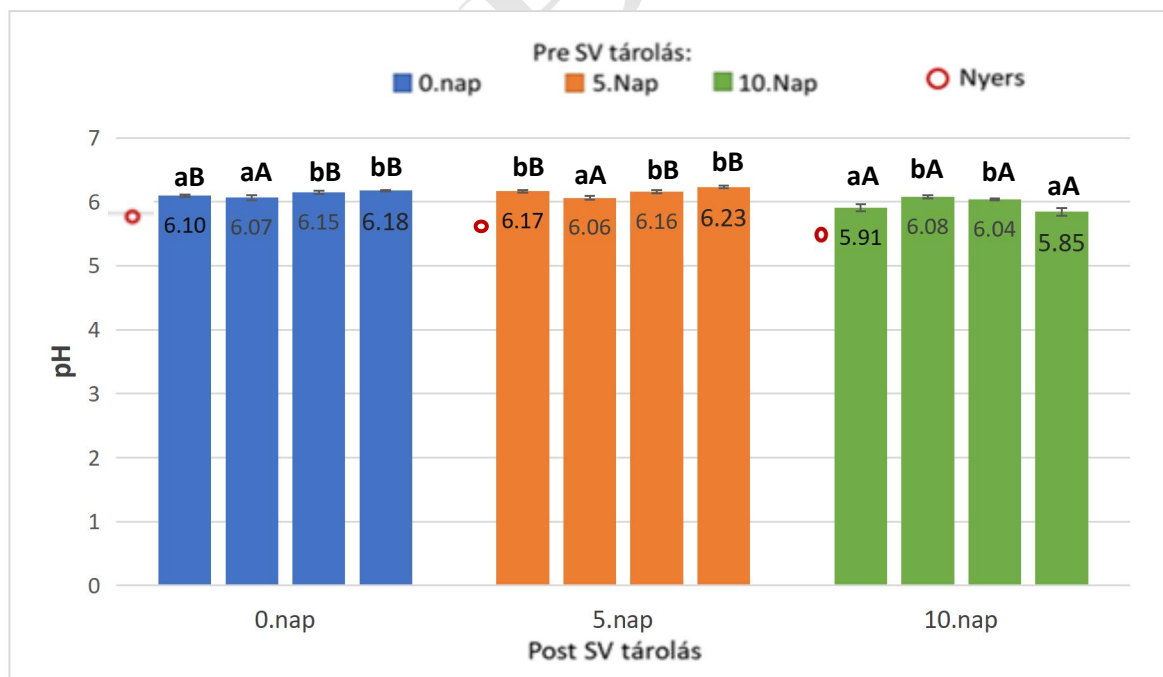
20. ábra Nyers minták pH értékének változása a tárolás során

A-B-C: jelenti a pre -sous vide tárolás hatását az alapanyag minőségi jellemzőire a post sous-vide tárolási hetek alatt, a különböző betűkkel jelölt oszlopok szignifikánsan különböznek ($p < 0,05$)

A nyers minták pH értéke (20.ábra) a normál kategóriába sorolható, de egyértelmű csökkenés figyelhető meg a tárolás során, amely a PSE húshiba irányába tart, a 0, 5 és 10 napos tárolás között szignifikáns különbség figyelhető meg ($p < 0,001$). Le Bihan-Duval és munkatársai (2008) szerint a csirkehús pH-értékének, különösen a mellhúsnál, 24 órával a mortem után 5,7 és 5,9 között kell lennie.

A pH és színmérési eredményei között párhuzam húzható, ahogy korábban a korreláció elemzésből is kiderült, ezenfelül a csepegési veszteség eredményeivel is szoros összefüggést mutat. A PSE hús irányába tartó pH változás során a hús szerkezete lazább, vízenyősebb lesz, ezáltal a nyers minták tárolása alatt a csepegési vesztesége megnő.

A kezelt minták ábráját tekintve (21.ábra), ahogy az várható volt, a hőkezelés hatására megemelkedett a húsok pH értéke. A tárolási napok során a 0.naphoz viszonyítva a 21.nap végére a 0 napos és az 5 napos mintáknál a tárolási napok végére $6,21 \pm 0,2$ pH-ra állt be. A 10 napig tárolt nyers mintáknál viszont a 21. nap végére a kezdeti – 0. napi – pH alá csökkent. Kezdeti emelkedés itt is megfigyelhető, viszont a 7. nap után a pH értékek csökkenni kezdenek.

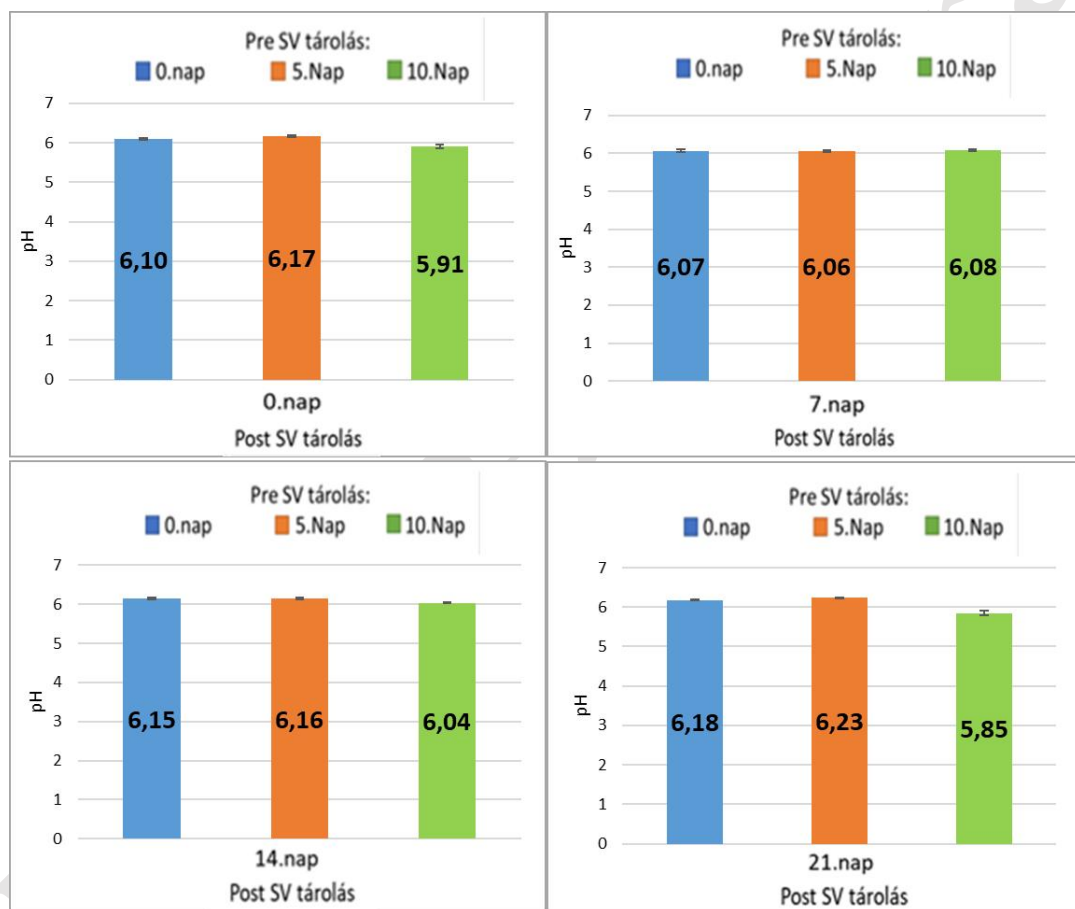


21. ábra Hőkezelt minták pH értékének változása a tárolás során

A-B-C: jelenti a pre -sous vide tárolás hatását az alapanyag minőségi jellemzőire a post sous-vide tárolási hetek alatt, a különböző betűkkel jelölt oszlopok szignifikánsan különböznek ($p < 0,05$)
a-b-c: jelenti a post sous-vide tárolási hetek hatását a pre sous-vide tárolt alapanyagokra, a különböző betűkkel jelölt oszlopok szignifikánsan különböznek ($p < 0,05$)

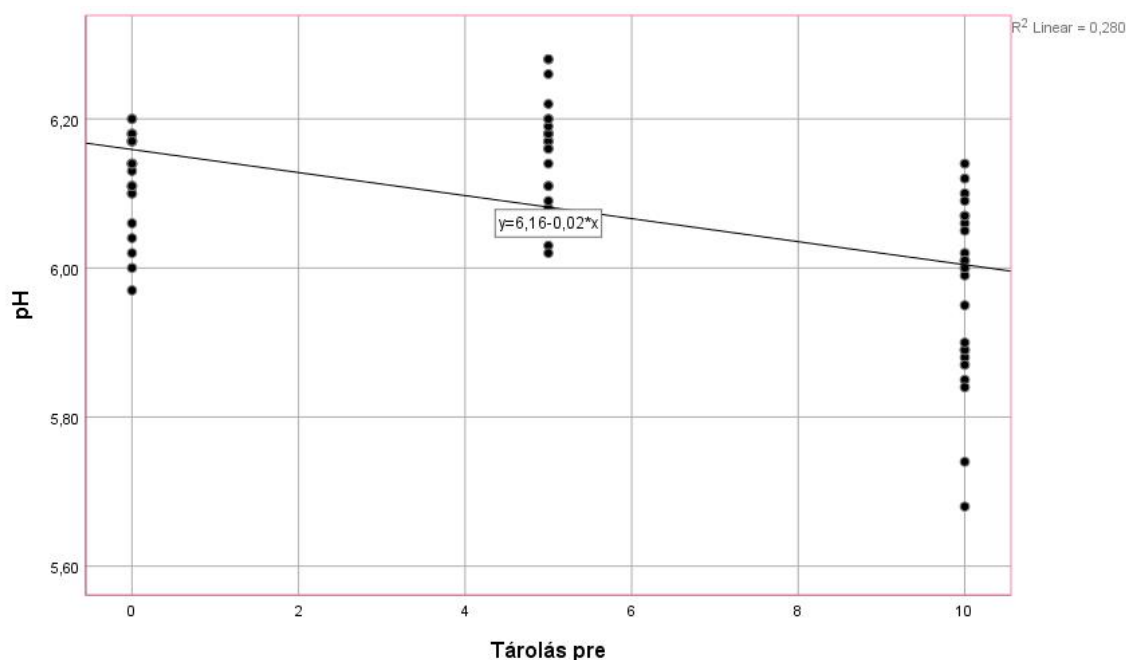
Fletcher és munkatársai (2000) tanulmányában a főtt csirkemell esetében normál pH értéknek minősítették az általuk mért pH 6,15-öt.

Ha a pre sous-vide mintákat a post sous-vide tárolás függvényében hasonlítjuk össze (22.ábra), megállapítható, hogy a 0 és az 5 napig tárolt nyers minták a tárolási hetek alatt közel azonos érték körül mozogtak, míg a 10 napig tárolt mintánál nagyobb különbséget figyelhetünk meg.



22. ábra Post sous-vide minták pH értékének változása a tárolási napok függvényében

A post sous-vide pH értékeket korrelációs ábrán szemlélítve (23.ábra) is megfigyelhető a csökkenő tendencia ($r = -0,53$, $p < 0,01$)



23. ábra A post sous-vide csirkemell minták pH értékének és a pre sous-vide tárolási idő közötti korreláció

5.3. Mikrobiológiai eredmények

A mikrobiológiai vizsgálat során a minták aerob összcsíraszámra került meghatározásra, az eredmények a következő, 3. táblázat tartalmazza.

3. táblázat Aerob összcsíraszám vizsgálat eredményei

MINTA	0 NAPIG TÁROLT (CFU/G)	5 NAPIG TÁROLT (CFU/G)	10 NAPIG TÁROLT (CFU/G)
NYERS	<10 ³	<10 ³	<10 ³
0 NAPOS	<10 ²	<10 ²	<10 ²
7 NAPOS	<10 ²	<10 ²	<10
14 NAPOS	<10 ²	<10	<10
21 NAPOS	<10	<10	<10

Az élelmiszerekben törvényileg szabályozott a megengedett mikrobaszám, amely terméktípusonként eltér. Az eredmények kiértékeléséhez a 4/1998. (XI. 11.) EüM rendeletet használtam, amely alapján a nyers húsok összcsíraszámának megfelelő minta esetében 10⁶ CFU/g érték alatt kell lennie. Egy adott húsból a mikrobaszámtól függően, eltérő elváltozások érzékelhetünk. Ha a húsból a sejtkoncentráció 10⁷ sejt/g, akkor kellemetlen, romlott szaga van. 10⁸ sejt/g mikrobaszámnál a hús ragadós, felülete nyáltkás,

tapadós. 10^8 sejt/g felett pedig már proteolízis, azaz a fehérjebontás észlelhető (Deák et al., 2006).

Az általam felhasznált húsok a 10^3 CFU/g értéket sem érték el, így minden minta mikrobaszám szerint megfelelőnek minősíthető. Habár mikrobiológiailag megfelelőek, a 0. és a 10. napon vizsgált nyers mintáknál tapasztaltam érzékszervi elváltozás, a 0.napon szinte alig érezhető, a friss húsról jellemző szagból a 10.napra erőteljes csirkeszaga lett a terméknek, felülete csak kismértékben nyálkásodott be.

A tárolás során végig fennálló alacsony mikrobaszám oka lehet a mikroorganizmusok anaerob körülmények közötti növekedésének gátlása, amely a vákuumsomagolás, valamint a hőkezelés és az alacsony hőmérsékleten ($4\text{ }^{\circ}\text{C}$) történő tárolásnak köszönhető.

Hasonló eredményeket figyeltek meg Go-Eun Hong és társai (2015), amelyben a 4°C történő 14 napos tárolás végére az összcsíraszám jelentősen csökkent, a kezelés esetükben 61°C -on 35 percig történt. Egy másik tanulmányban (Hasani et al., 2022) az egylépcsős hőkezelés során nem, azonban azoknál a mintáknál, ahol kétlépcsős hőkezelési technikát alkalmaztak, 4°C és 10°C -os tárolás során is a teljes aerob mezofil baktériumok száma emelkedő értékeket mutatott.

Hozzá kell tenni, hogy esetemben a nyers minták kiinduló mikrobaszáma is alacsony volt, illetve a 3 db csirkemellfilé a húsfeldolgozó üzemből kikerülve átcsomagolás nélkül mikrobiológiai vizsgálatra kerültek, elkerülve ezzel az alapanyag esetleges további szennyeződését. A post sous-vide minták az eredményeim alapján mikrobiológiailag stabilnak tekinthetők 3 hét után is. Meg kell jegyezni azonban, hogy teljesen biztonságosnak csak akkor mondhatnánk, ha a vizsgálat kiterjedne a patogén baktériumokra is, mint például a *Listeria Monocytogenes*, *Clostridium perfringens*, *Salmonella*.

5.4. Tömegveszteség

A nyers húsok tárolás során fellépő csepegési veszteség a következő (4.) táblázat mutatja.

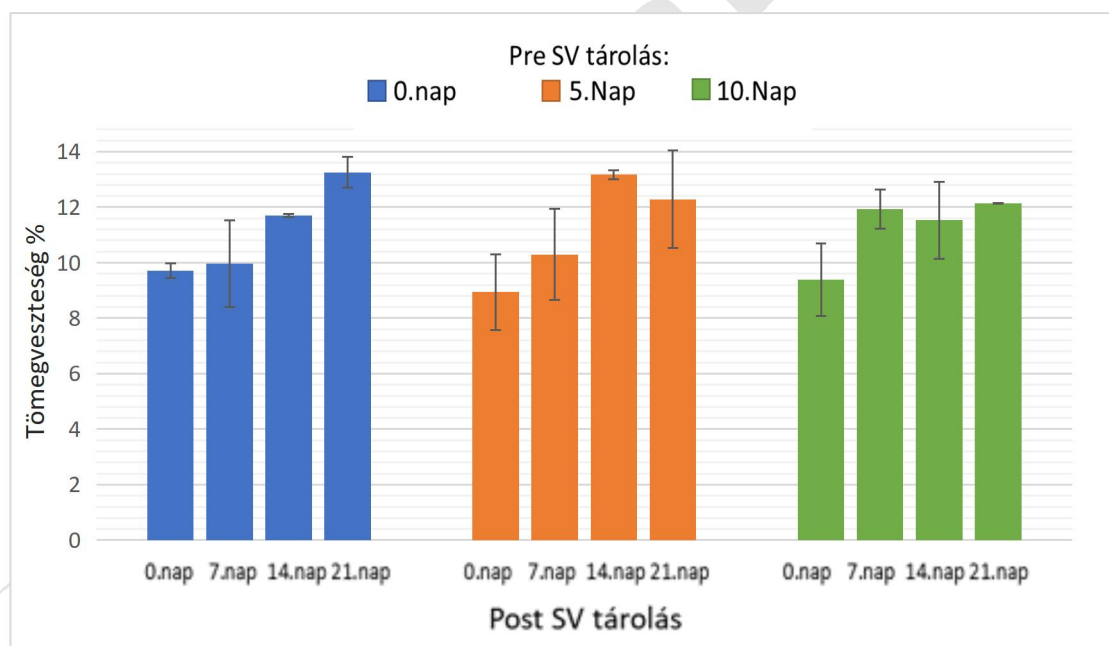
4. táblázat Tárolás során fellépő csepegési veszteség

Tárolási idő	Csepegési veszteség
0 nap	0,16%
5 nap	0,71%
10 nap	0,98%

Jól látható, hogy a tárolási napok előrehaladtával nő a tömegveszteség, illetve az is, hogy a tárolás első napjaiban nagyobb mértékű a lékiválás, mint a tárolás második részében. A tárolás során bekövetkező tömegvesztés vízvesztéssel jár, ami a friss és főtt hús minőségét és hozamát egyaránt befolyásolja. A korrelációs eredmények is nagyon magas korrelációt mutat ($r = 0,981$, $p < 0,01$) a tárolási idő és a csepegési veszteség között.

A tárolási hőmérséklet, tárolási idő, valamint a mikroorganizmusok növekedése a fő tényezők, amelyek befolyásolják a húspanban lévő myofibrillumok vízmegtartó képességét (Cheng és Sun, 2008; Zhang et al., 2015)

Az alábbi diagram (24. ábra) a kezelt minták tömegveszteségét ábrázolja. A post sous-vide tárolás 0. napjánál a mintáknál közel azonos – $9,34 \pm 0,35$ % – veszteséget mértem, azonban az, hogy a nyers minták további tárolásnak voltak kitéve, a már hőkezelt minták tárolási hetei során fellépő tömegveszteségét jelentősen befolyásolta és megmutatkozik a minták közötti különbség.



24. ábra A csirkemell minták tömegveszteségének alakulása a kezelések és tárolási napon következőben

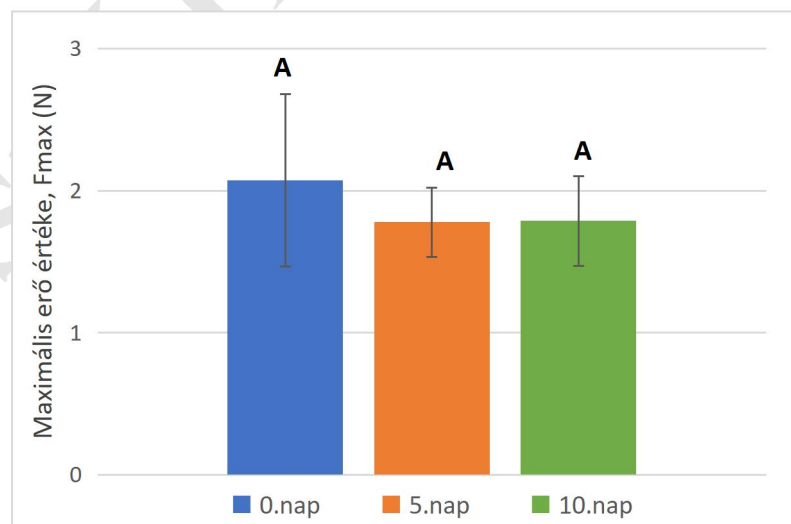
A legmagasabb tömegveszteséget a 0 napig tárolt nyers minta kezelés utáni 21. napján mértem. Ez annak tudható be, hogy ezek a nyers minták nem kerültek tárolásra, a csepegési veszteség is minimális volt, amely a kezelés után jelentkezett nagyobb mértékben, míg a 10 napig tárolt mintáknál a húslé egyrésze a nyers alapanyagból a tárolás során eltávozott. Az 5 napig tárolt mintáknál a 14. napon mért érték meghaladta a 0 napos minták 21. napján

mért veszteségét, majd a 21.napra csökkenni kezdett. A 10 napig tárolt mintáknál a 7.napon mért érték közel akkora volt, mint a 0 napos 14.napján mért, illetve az 5 napig tárolt 21. napján mért. Ezek az eredmények összefüggésben áll az állománymérés eredményeivel, a lékiválással mennyiségével arányosan megnő az állománymérés során mért erő értéke, azaz keményedik a hús szerkezete. Számos korábbi tanulmány beszámolt arról, hogy a sous-vide főzés növelheti a csirkemell nedvességtartalmát és ezáltal csökkenti a főzési veszteséget (Jeong et al., 2018; Park et al., 2020; Haghighi és mtsai, 2021)

5.5. Állománymérés

A hús összes minőségi paramétere közül a fogyasztók a puhaságot, porhanyóságot tartják a legfontosabbnak (Miller, Carr, Ramsey, Crockett és Hoover, 2001). Az ízhez és a lédúsághoz képest azonban a hús puhulása inkább a gyártási és feldolgozási gyakorlat függvényében változik. Általánosságban elmondható, hogy a főzési hőmérséklet és az idő jelentős változást okoz a főtt hús állományában, amely az izomfehérjék termikus denaturálódásával és az endogén proteázok aktiválódásával függ össze (Baldwin, 2012).

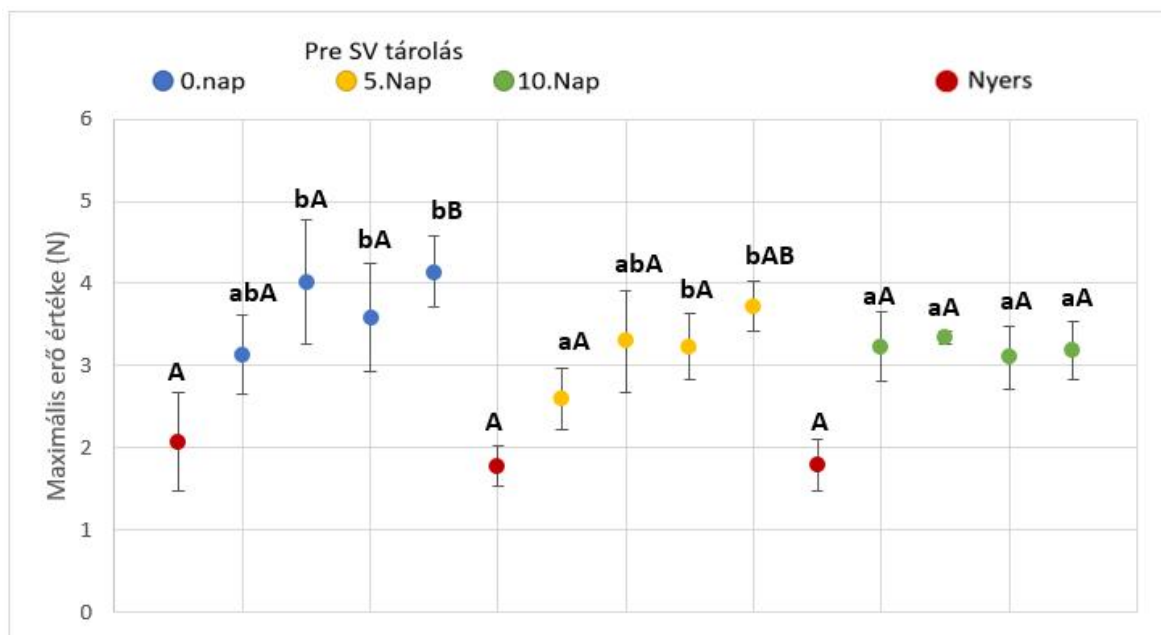
A 26. ábrán a nyers minták állománymérés eredményei szerepelnek. A nyers hús tárolása során az erőérték némileg lecsökken, amely összefüggésben van a pH értékek lecsökkenésével is, ennek hatására a hús szerkezete lazább lesz, szignifikáns különbség azonban nem figyelhető meg a minták között.



26. ábra Nyers csirkemell minták P2/N tű mérőfejjel mért keménység értékeinek (F_{max}) alakulása a tárolás során

A-B-C: jelenti a pre -sous vide tárolás hatását az alapanyag minőségi jellemzőire a post sous-vide tárolási hetek alatt, a különböző betűkkel jelölt oszlopok szignifikánsan különböznek ($p < 0,05$)

A 27. ábrán a minták maximális erőértékei szerepelnek. A nyers minták maximális erő értéke minden minta esetében megnövekedett, hiszen a hőkezelés hatására megváltozik a hús szerkezete, a benne található fehérjék denaturálódnak, ezáltal keményedik a hús.



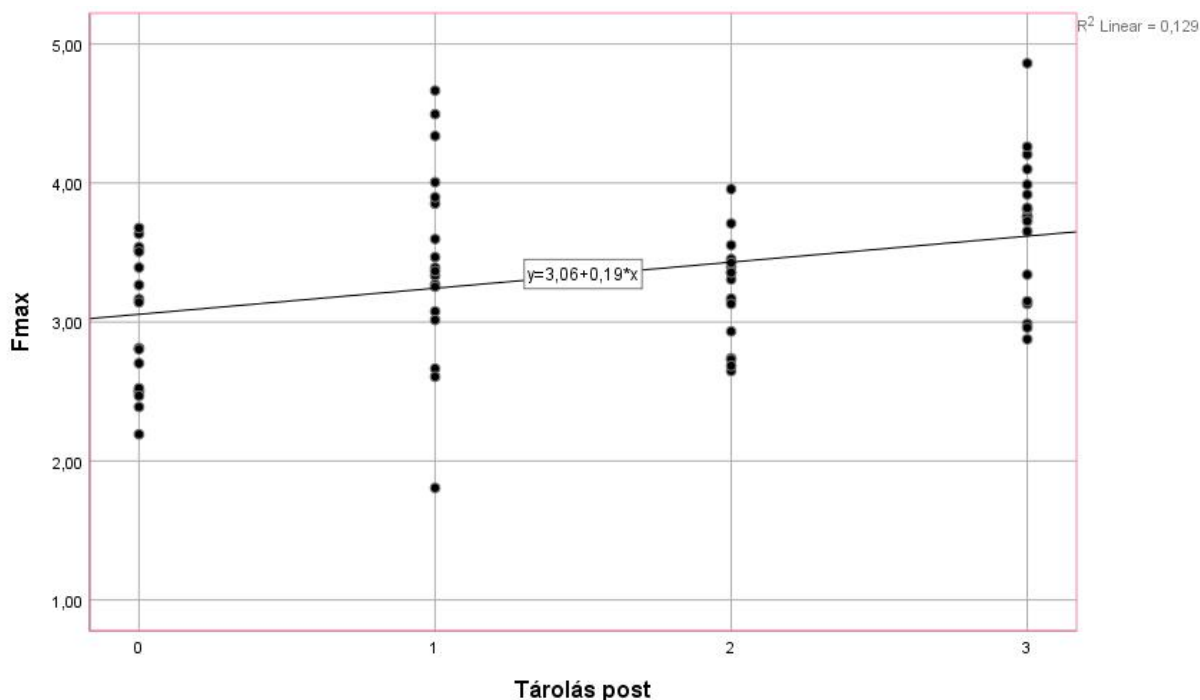
27. ábra Vizsgált csirkemell minták P2/N tű mérőfejjel mért keménység értékeinek (F_{max}) alakulása a tárolás során

A-B-C: jelenti a pre -sous vide tárolás hatását az alapanyag minőségi jellemzőire a post sous-vide tárolási hetek alatt, a különböző betűkkel jelölt oszlopok szignifikánsan különböznek ($p < 0,05$)

a-b-c: jelenti a post sous-vide tárolási hetek hatását a pre sous-vide tárolt alapanyagokra, a különböző betűkkel jelölt oszlopok szignifikánsan különböznek ($p < 0,05$)

A kezelt minták esetében a 21.napra a pre sous-vide 0 és 5 napig tárolt minták keményedtek, a 10 napig tárolt viszont mintáknál kismértékű puhulás figyelhető meg, de közel azonos eredményeket mértem a tárolási heten során, nem volt szignifikáns különbség.

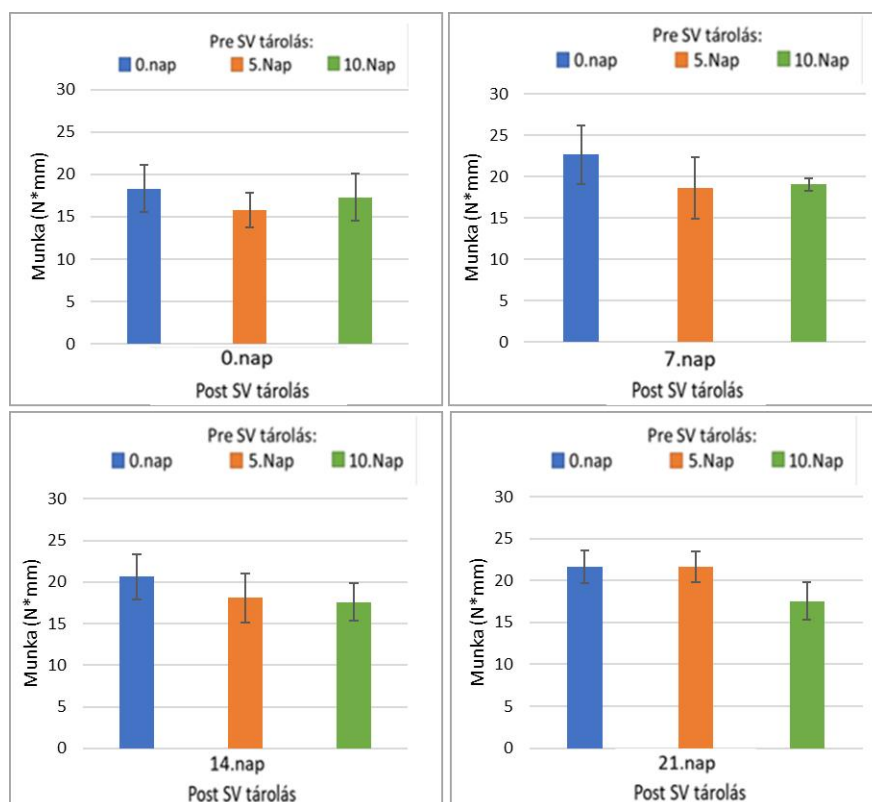
A tárolás alatt a hús szerkezetében végbemenő keményedés a víztartókéesség csökkenése miatt következhet be, amely pedig a főzési veszteség és az erő növekedését okozza (Aaslyng et al., 2003; Jouki és Khazaei, 2011). Pearson-féle korrelációs együtthatót értelmezve szintén ez figyelhető meg. A maximális erő értéke és a tárolási hetek között szignifikáns lineáris összefüggés mutat (28.ábra) A kapcsolat iránya pozitív ($r=0,359$, $p < 0,001$), azaz az erő és a tárolási hetek pozitívan korrelálnak, azaz a hosszabb idejű post sous-vide tárolás magasabb erőértékkel társul.



28. ábra Maximális erő értéke és a post sous-vide tárolási hetek közötti korrelációs összefüggés

Ha a hőkezelt mintákat az alapján vizsgálom, hogy a nyers minták meddig voltak tárolva akkor látható, hogy a 0 napig tárolt minta volt összeségében a legkeményebb, majd folyamatos puhulás következik be az 5, illetve 10 napig tárolt mintáknál, amely összefüggésben lehet a tárolás során végbemenő fehérjebontó folyamatokkal, mely hatására a szöveti szerkezet felbomlik. Kimutatták, hogy egyes miofibrilláris fehérjék korlátozott proteolízise a hús posztmortem (PM) puhításának fő meghatározója (Koohmaraie, 1996, Taylor et al., 1995).

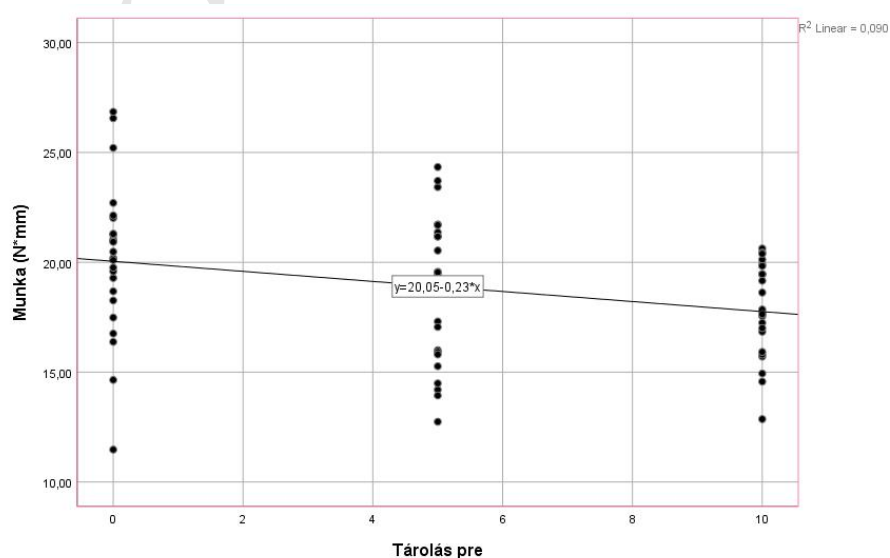
Amennyiben a pre sous-vide mintákat a post sous-vide tárolás függvényében vizsgáljuk, közel azonos tendenciát figyelhetünk meg a mintákra kifejtett összmunka értékeiben (29.ábra)



29. ábra Összmunka (w) értékeinek alakulása a tárolás a tárolás függvényében a post sous-vide mintáknál

Az összmunka megadja, hogy a mérés során, mennyi munkára volt szükség, ahhoz, hogy 20mm-re be tudjon hatolni a tű. Ezen behatolás alatt rögzített távolság-erő görbe alatti területének integrálásával számolható az összmunka.

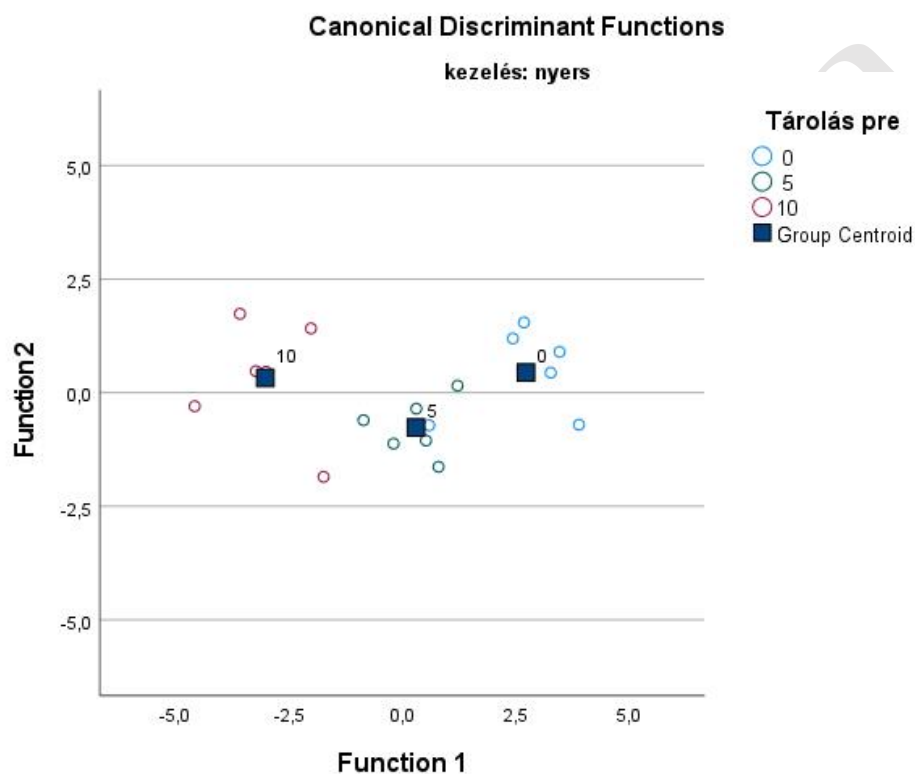
Itt is megfigyelhető negatív korreláció, mérsékelt korrelációs ($r=0,299$, $p<0,05$) értékkel (30.ábra).



30. ábra Post sous-vide mintákra kifejtett összmunka(w) és a pre sous-vide tárolás közötti korrelációs összefüggés

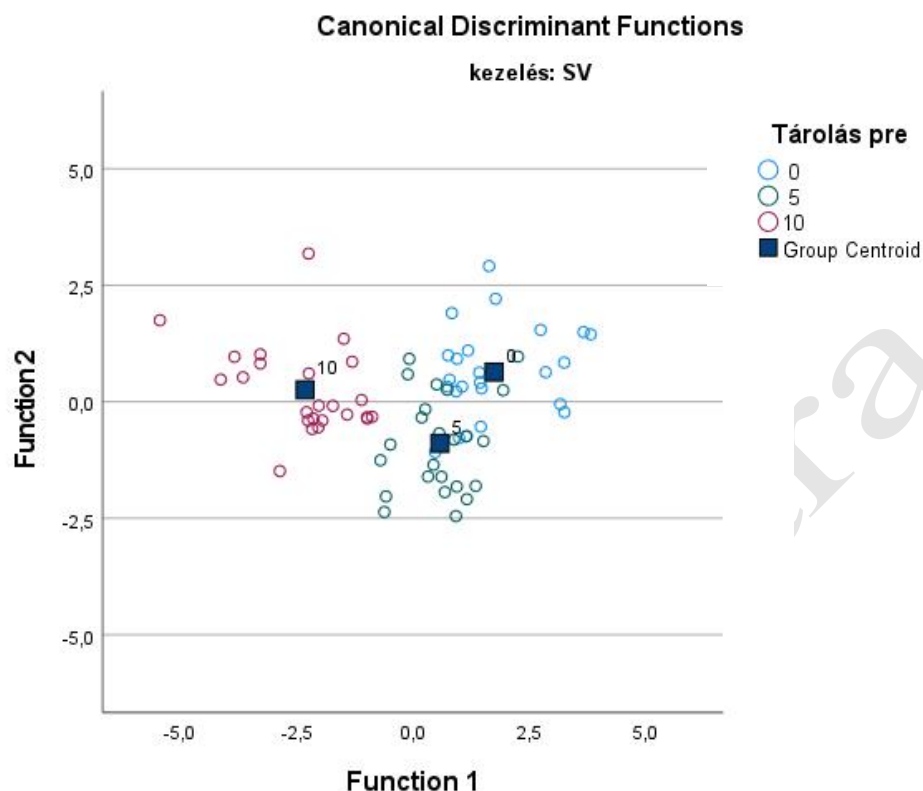
5.6. Statisztikai eredmények

A kiértékelés kanonikus diszkriminancia analízis alkalmazásával történt, amely egy többváltozós statisztikai módszer. Az SPSS által elkészült modell alapján a sikeres újrabesorolások aránya a nyers minták tárolási napjai alapján 88,9%-os, míg a keresztvalidáció 72,2 %-os találati aránnyal sorolta be helyesen a megfelelő csoportba a mintákat (31. ábra).



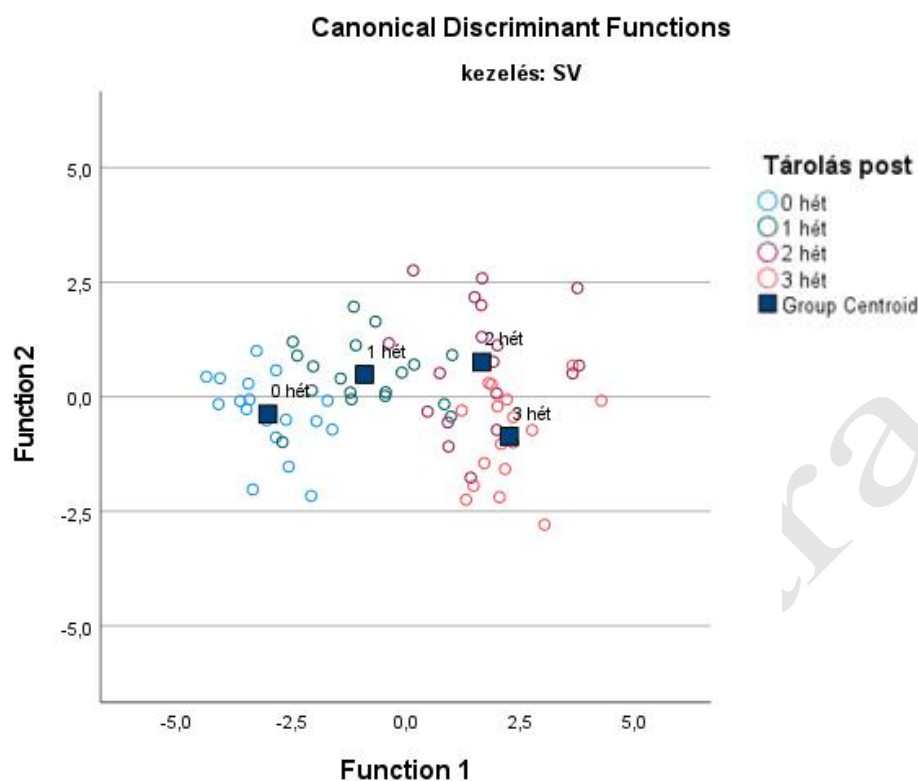
31. ábra Pre sous-vide minták diszkriminancia analízis eredményei a pre sous-vide tárolás szerinti bontásban (0. nap, 5.nap, 10.nap)

Több információt hordoz számunkra azonban a 32.ábrán látható diszkriminancia elemzés, amelynél a post sous-vide minták eredményei szerinti elkülönítés látható a pre sous-vide minták tárolása függvényében. A modell alapján 87,5%-os aránnyal, míg a keresztvalidáció 75,0%-os találati aránnyal sorolta be helyesen a megfelelő csoportba. Ez alátámasztja azt a tényt, hogy a nyers minta minőségi paraméterei a tárolás során jelentősen változnak és ez befolyással van a kezelt minták minőségi paramétereire is.



32. ábra Post sous-vide minták diszkriminancia analízis eredménye pre sous-vide tárolás szerinti bontásban (0. nap, 5.nap, 10.nap)

Ha a kezelt mintákat a post sous-vide tárolási hetek alapján csoportosítjuk (33.ábra), akkor alacsonyabb besorolási arányt tapasztalunk, szemben a fent említett két elemzéssel. Az eredeti csoportosítás szerint 81,9%-os, keresztvalidálással, pedig 66,7%-os aránnyal került megfelelő helyre besorolásra. A hőkezelt minták esetében a hetek között átfedések vannak, amiből arra lehet következtetni, hogy a minőségi paraméterek közötti különbség az 1 és 2 hétig tárolt minták között még nem olyan nagymértékű, teljesen a 0 és a 3 hétig tárolt minták választhatók szét.



33. ábra Post sous-vide minták diszkriminancia analízise post sous-vide tárolás szerinti bontásban (0.nap, 1.hét, 2.ht, 3.hét)

A varianciaanalízis során azt vizsgáltam, hogy hatással van-e a mintára a pre és post sous-vide tárolás az általam vizsgált minőségi paraméterekre.

Az 5. táblázatban látható, hogy az alapanyag frissessége, milyen hatással van a különböző minőségi jellemzőkre a tárolási hetek során, illetve a nyers mintánál. A korábban ábrázolt diagramokban „A-B-C” betűkét jelölve.

5. táblázat Pre sous-vide tárolás hatása az alapanyag minőségi paramétereire

	pH	L*	a*	b*	Fmax	munka
nyers	<0,001***	0,025*	0,492	0,383	0,403	0,065
0.hét	<0,001***	0,063	0,367	0,000	0,046	0,256
1.hét	0,818	0,454	0,111	0,938	0,837	0,661
2.hét	<0,001***	0,120	0,102	0,004	0,486	0,262
3.hét	<0,001***	0,027**	0,022**	0,069	0,002**	0,004**

* 95%-os megbízhatósági szint

** 99%-os megbízhatósági szint

*** 99,9%-os megbízhatósági szint

Az eredmények alapján a pH értékek a legkiemelkedőbb, az 1.hetes tárolást leszámítva 99,9%-os megbízhatósággal szignifikáns, tehát a pH értéket befolyásolta a legjelentősebben az alapanyag frissessége. Ezenfelül a 3 hétig tárolt mintáknál figyelhető meg mind színben, mind az állomány mérési adatokat tekintve.

A következő (6.) táblázatban azt vizsgáltam, hogy a 3 hetes tárolás szignifikáns hatással van-e a 0, 5 és 10 napig tárolt mintákra. A táblázat alapján egyértelműen elmondható, hogy a 0.napos minta pH értékeit leszámítva 99,9%-os megbízhatósági szinttel a tárolási hetek szignifikánsak minden paraméterre vonatkozóan. A diagramban „a-b-c”-ként jelölve.

6. táblázat A post sous-vide tárolás hatása a pre sous-vide tárolt minták minőségi paramétereire

	pH	L*	a*	b*	Fmax	munka
0.nap	0,009**	<0,001***	<0,001***	<0,001***	<0,001***	<0,001***
5.nap	<0,001***	<0,001***	<0,001***	<0,001***	<0,001***	<0,001***
10.nap	<0,001***	<0,001***	<0,001***	<0,001***	<0,001***	<0,001***

* 95%-os megbízhatósági szint

** 99%-os megbízhatósági szint

*** 99,9%-os megbízhatósági szint

6. Összefoglalás

Diplomamunkám során a csirkemell tárolása során bekövetkező minőségi paramétereinek változását követtem nyomon. A csirkemellfilé mintákon a ma már széles körben ismert és használt sous-vide technológiai eljárást alkalmaztam. A nyers mintákat 0, 5 és 10 napig tároltam, majd a kezelés napján az egyesével levákuumozott húsdarabokat 68°C-on hőkezelttem 45 percen keresztül, közvetlenül utána hűtöttem és további 1, 2, illetve 3 hetes 3-4°C-os hűtőtárolásnak vettem alá. Ez alapján volt egy „pre sous-vide” tárolásom és egy „post sous-vide” tárolásom. A csirkemellet közvetlenül egy húsfeldolgozó üzemtől vásároltam, ennek köszönhetően ismert volt számomra a csirke előélete, a vágás, feldolgozás és csomagolás időpontja is. A mérési napokon a szint, állományt, pH-t, tárolás során fellépő tömegveszteséget vizsgáltam. Ezen felül a meg nyers és a tárolt sous-vide-ált minták aerob összcsíraszám változását követtem nyomon.

A színmérés eredményének kiértékelésekor a világossági tényező (L^*) értékei a nyers minták tárolása során növekedett, amely összefüggésben áll a pH érték csökkenésével, illetve a nyers minták tárolása alatt bekövetkező tömegveszteség növekedésével. Ezt a megfigyelést a Pearson-féle negatív, közepes ($r=-0,53$) korrelációs együttható is tükrözi 95%-os megbízhatósággal. Soraes és munkatársai (2002) megállapítása szerint, ha az $L^* > 53$, akkor a hús PSE húsminőség kategóriába sorolható, eszerint a kiindulási, 0. napon is minőségi hibásnak tekinthető az alapanyagom. A post sous-vide minták a^* értékei a tárolás előrehaladtával fokozatosan emelkedtek, az alapanyag frissességének a hatása, csak a 3. hétre mutatkozott meg a minták között ($p<0,22$). A pre sous-vide minták b^* értékei jól tükrözik azt a tényt, hogy egy ipari tartású csirkével dolgoztam, hiszen a kiindulási értékek meglehetősen alacsonyak, melyek a tárolás előrehaladtával fokozatosan emelkedtek. Ezzel ellentétesen, ha a hőkezelt mintákat a pre sous-vide tárolás függvényében vizsgálom, akkor csökkenő tendencia figyelhető meg, az alapján, hogy a nyers minta 0, 5 vagy 10 napig volt tárolva. Genot (2003) szerint a hús konzerválás során bekövetkező sötétedése az izomszövet pigmentoxidációjának köszönhető, melynek stabilitása az állatfajtól, az izom biokémiai jellemzőitől és a külső paraméterektől függ.

Az állományvizsgálati eredmények jól tükrözik a tárolás és a hőkezelés hatására bekövetkező szerkezet módosulást. A mért értékek alapján megállapítható, hogy a hús a post sous-vide tárolási időszak végére keményedett, amely a víztartókéesség csökkenése miatt következhet be, ez pedig a főzési veszteség és a maximális erőérték növekedését

okozza (Aaslying et al., 2003; Jouki és Khazaei, 2011). A pre sous-vide tárolás során az ellenkezője tapasztalható, a nyers hús puhul a tárolás során, ez magyarázható a tárolás során végbemenő fehérjebontó folyamatokkal, melynek következtében a szerkezet módosul, lazább lesz.

A tömegveszteségi eredményeiből megállapítható, hogy a pre sous-vide tárolás hatással van a post sous-vide tárolt minták tömegveszteségére. A legmagasabb tömegveszteség értéket a 0 napig tárolt nyers minta hőkezelés utáni 21. napján mértem, amely azzal magyarázható, hogy ezek a nyers minták nem kerültek további hűtőtárolásra, a csepegési veszteség minimális volt a 0. mérési napon, míg a nyers minták 5 és 10 napos tárolása során folyamatos volt a lékiválás. A pre sous-vide tárolás során a pH értékek folyamatosan csökkentek, az értékek közeledtek az izoelektromos pont felé. A hús pH értéke minél jobban megközelíti az izoelektromos pont - pH 5,2 értékét -, akkor víztartó képessége romlik, a csepegési veszteség jelentősen megnő, amelyet alátámaszt a nyers minták tárolása után mért csepegési veszteség.

A mikrobiológiai vizsgálat során a minták aerob összcsíraszámra került meghatározásra. Eredményeim alapján már a nyers minták kezdeti csíraszám is alacsonynak mondható, a 10 napos tárolást követően is a minták 10^3 CFU/g érték alatt maradtak, amely a kezelések és a tárolás során tovább csökkent. A 21. napra minden mintánál a mikrobaszám 10 CFU/g érték alatt volt. A post sous-vide minták az eredményeim alapján 3 hetes tárolást követően is mikrobiológiailag stabilnak tekinthetők. Teljesen biztonságosnak azonban, csak akkor mondhatnánk, ha a vizsgálat kiterjedne a patogén baktériumokra is.

Statisztikai eredmények kiértékelésekor a post sous-vide minták jól elkülöníthetőek egymástól az alapján, hogy a nyers minták meddig voltak tárolva, amely alátámasztja azt a tényt, hogy a nyers minták minőségi paraméterei a tárolás során jelentősen változnak és ez hatással van a kezelt minták minőségi paramétereire is. A post sous-vide tárolási hetek között azonban átfedések tapasztalhatók, a minőségi paraméterek közötti különbség az 1 és 2 hétig tárolt minták között kismértékű, teljesen a 0 és a 3 hétig tárolt minták választhatók szét.

A kapott eredmények vélhetően annak is köszönhetőek, hogy a szállítás, kezelés és a tárolás során is betartottam a szigorú előírásokat. Javasolt lenne az alábbi méréseket megismételni egy vagy több kiskereskedelemben megvásárolt csirkemellfiléből, amelynél nagyobb mértékű hőmérsékletingadozás és alapanyagbeli különbség jelentkezik.

7. Irodalmi hivatkozás

1. Aaslyng M. D., Bejerholm C., Ertbjerg P., Bertram H. C., Andersen H. J., (2003): Cooking loss and juiciness of pork in relation to raw meat quality and cooking procedure. *Food Quality and Preference*.14:277–288.
2. Al-jasser MS., (2012): Effect of cooling and freezing temperatures on microbial and chemical properties of chicken meat during storage. *Journal of Food, Agriculture and Environment*, 10:113-116.
3. Baldwin, E. D., (2012): Sous vide cooking: A review. *International Journal of Gastronomy and Food Science* 1,15-30
4. Bao Chau K. Ly, Ethan B. Dyer, Jessica L. Feig, Anna L. Chien, Sandra Del Bino, (2020): Research Techniques Made Simple: Cutaneous Colorimetry: A Reliable Technique for Objective Skin Color Measurement
5. Biró, G., Bíró Gy., (2000): Élelmiszer-biztonság táplálkozás-egészségügy. *Agroinform Kiadó*, Budapest, 1-400
6. Bonoli M., Caboni M.F., Rodriguez-Estrada M.T., Lercker G., (2007): Effect of feeding fat sources on the quality and composition of lipids of precooked ready-to-eat fried chicken patties. *Food Chemistry*. 101:1327–1337.
7. Brøndum, J., Byrne, D. V., Bak, L. S., Bertelsen, G., & Engelsen, S. B. (2000): Warmed-over flavour in porcine meat - a combined spectroscopic, sensory and chemometric study. *Meat Science*, 54(1), 83-95.
8. C.H. Park, B. Lee, E. Oh, Y.S. Kim, Y.M. Choi, (2020) :Combined effects of sous-vide cooking conditions on meat and sensory quality characteristics of chicken breast meat, *Poultry Science*, Volume 99, Issue 6 , 3286-3291
9. Carpenter, C.E., Clark, E., (1995): Evaluation of methods used in meat iron analysis and iron content of raw and cooked meats. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 43, 1824–1827.
10. Cheng Q, Sun D-W., (2008): Factors affecting the water holding capacity of red meat products: A review of recent research advances. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 48: 137-159.

11. Dalmadi István, Seregély Zsolt, Kaffka Károly, Farkas József (2007): Néhány többváltozós kemometriai módszer alkalmazása műszeres analitikai vizsgálatok értékelésére, *Élelmiszervizsgálati Közlemények*, 53
12. Deák, T., Kiskó G., Maráz, A., Mohácsiné Farkas, CS., (2006): Élelmiszer-mikrobiológia. *Mezőgazda kiadó*, Budapest, 221-222.
13. Domínguez R., Gómez M., Fonseca S., Lorenzo J.M., (2014): Effect of different cooking methods on lipid oxidation and formation of volatile compounds in foal meat. *Meat Science*, 97:223–230.
14. Dublec K., (2011): Állati termékek táplálkozás élettani szerepe, Pannon Egyetem
15. Hasani E., Csehi B., Darnay L., Márta Ladányi M., Dalmadi I., Kenesei Gy., (2022): Effect of Combination of Time and Temperature on Quality Characteristics of Sous Vide Chicken Breast,
16. Fabulya Z., Hampel Gy.(2016):Biztonság és minőség konzervek hőkezelési folyamatának szabályozásával, Jelenkori társadalmi és gazdasági folyamatok, XI. évfolyam, 1-2. szám, 119-126.
17. Fernandes da Silva D. C., A. M.Varela de Arruda, and Alex Augusto Gonçalves, (2007): Quality characteristics of broiler chicken meat from free-range and industrial poultry system for the consumers
18. Fletcher, D. L., Qiao, M. and Smith, D. P., (2000): The relationship of raw broiler breast meat color and pH to cooked meat color and pH. *Poultry Science* 79: 784- 788.
19. Go-Eun Hong, Ji-Han Kim, Su-Jin Ahn, Chi-Ho Lee,(2015): Changes in Meat Quality Characteristics of the Sous-vide Cooked Chicken Breast during Refrigerated Storage, *Food Science of Animal Resources*. 35(6): 757–764.
20. Gubicskóné Kisbenedek Andrea, Szabó Zoltán, (2015)Figler Mária (szerk.): – Élelmszertudományi ismeretek, *Medicina Könyvkiadó Zrt*, Budapest
21. György É., (2020): Élelmiszer-mikrobiológia laboratóriumi gyakorlatok, SCientia Kiadó

22. H. Haghighi, A.M. Belmonte, F. Masino, G. Minelli, D.P.L. Fiego, A. Pulvirenti, (2021): :Effect of time and temperature on physicochemical and microbiological properties of sous vide chicken breast fillets, *Foods.*, 11. 3189
23. Hayward, L. H., Hunt, M. C., Kastner, C. L., Kropf, D. H. (1980): Blade tenderization effects on beef longissimus sensory and Instron textural measurements. *Journal of Food Science*, 45 (4), 925–930, 935.
24. Hernández P., Navarro J.L., Toldrá F., (1999): Lipids of pork meat as affected by various cooking techniques. *Food Science and Technology International* 5:501–508
25. Holownia, K.; Chinnan, M.; Reynolds, A.; Koehler, P., (2003): Evaluation of Induced Color Changes in Chicken Breast Meat during Simulation of Pink Color Defect. *Poultry Science*, 82, 1049–1059
26. Hughes, J.M., Oiseth, S.K., Purslow, P.P., Warner, R.D., (2014): A structural approach to under-standing the interactions between colour, water-holding capacity and tenderness. *Meat Science* 98, 520-532
27. Jouki M., Khazaei N., (2011): Effects of storage time on some characteristics of packed camel meat in low temperature. *International Journal of Veterinary Science*. 3:460–464.
28. K. Jeong, O. H, S.Y. Shin, Y.S. Kim, (2018): Effects of sous-vide method at different temperatures, times and vacuum degrees on the quality, structural, and microbiological properties of pork ham, *Meat Science*, 143. 1-7
29. K. Troeger, (2003):MEAT, Slaughter, Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition (Second Edition), Pages 3766-3772
30. Kis-Tóth L, Lengyelne M. T.,Tóthné P. L., (2013): Statisztikai programrendszerek, *Médiainformatikai kiadványok*, Eger
31. Kristensen L., Purslow P.P. , (2001):The effect of processing temperature and addition of mono- and divalent salts on the heme- nonheme- iron ratio in meat. *Food Chemistry*, 73:433–439.

32. Laczay P., (2008): Élelmiszer-higiénia – Élelmiszerlánc-biztonság. Mezőgazda Kiadó, Budapest, 648.
33. Langsrud, S.; Sørheim, O.; Skuland, S.E.; Almli, V.L.; Jensen, M.R.; Grøvlén, M.S.; Ueland, Ø.; Møretrø,, (2020): T. Cooking Chicken at Home: Common or Recommended Approaches to Judge Doneness May Not Assure Sufficient Inactivation of Pathogens.
34. Le Bihan-Duval E, Debut M, Berri CM, Sellier N, Santé-Lhoutellier V, Jégo Y, Beaumont C. (2008): Chicken meat quality: genetic variability and relationship with growth and muscle characteristics. *BMC Genetics*. 9:53
35. Liu, J., Arner, A., Puolanne, E., Ertbjerg, P., (2016): On the water-holding of myofibrils: effect of sarcoplasmic protein denaturation. *Meat Science* 119, 32e40.
36. Lőrincz,F., Lencsepeti J.(1973): Húsiparikézikönyv, *Mezőgazdasági kiadó*, Budapest
37. Lukács Gy., (1982): Színmérés, *Műszaki Könyvkiadó*, Budapest
38. M. Koohmaraie, (1996): Biochemical factors regulating the toughening and tenderization processes of meat, *Meat Science*, 43 , 193-201
39. M. Renna, M. Gonnella, D. Giannino, P. Santamaria, (2014): Quality evaluation of cook-chilled chicory stems (*Cichorium intybus* L., Catalogna group) by conventional and sous-vide cooking methods, *Society of Chemical Industry*, 94, pp. 656-665
40. Mihályi Gyné, (1993): A nyers hús pigmentjei és színtabilitása, *A Hús*, 1993, (4), 199-201.p.
41. Min, B., & Ahn, U. (2005): Mechanism of lipid peroxidation in meat and meat products - a review. *Food Science and Biotechnology*, 14(1), 152-163.
42. N. Myhrvold, C. Young, M. Bilet; (2011): Modernist Cuisine: The Art and Science of Cooking
43. Narasimha Rao, D., & Sachindra, N. M. (2002).: Modified Atmosphere and Vacuum Packaging of Meat and Poultry Products. *Food Reviews International*, 18(4), 263– 293

44. Nishimura, T., Liu, A., Hattori, A., Takahashi, K., (1998). Changes in mechanical strength of intramuscular connective tissue during postmortem aging of beef, *Journal of Animal Science*, 76, 528–532.
45. O’Keeffe, M., Hood, D.E., (1981). Anoxic storage of fresh beef. 2: colour stability and weight loss. *Meat Science* 5, 267e281. *Meat Science*, 7, 209-228.
46. Oz, F.; Aksu, M.; Turan, M. (2017): The effects of different cooking methods on some quality criteria and mineral composition of beef steaks. *Journal of Food Process, Preserv.* 41, ,13008. *Poultry Science*, 99, 3286-3291
47. R.G. Taylor, G.H. Geesink, V.F. Thompson, M. Koohmaraie, D.E. Goll, (1995): Is Z-disk degradation responsible for postmortem tenderization? *Journal of Animal Science*, 73 5, 1351-1367
48. Ross T., McMeekin T.A. (1999): Predictive modelling of the microbiological safety and quality of meat products, In: Predictive microbiology applied to chilled food preservation. EUR 18816. 103 Directorate-General for Science, Research and Development, Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg, 159-166.
49. Smolander, M.; Alakomi, H. L.; Vainionpää, T. R. J.; Ahvenainen, R., (2004): Monitoring of the quality of modified atmosphere packaged broiler chicken cuts stored in different temperature conditions. A: Time–temperature indicators as quality-indicating tools. *Food Control*, v. 15, n. 3, 217-229,
50. Soares AL, Lara JAF, Ida EI, Guarnieri PD, et al. (2002): Variation in the Colour of Brazilian Broiler Breast Fillet. In: *Proceedings of the 48th International Congress of Meat Science and Technology*, 25-30 August Rome, 540-541.
51. Soriano-Santos J., (2010): Chemical Composition and Nutritional Content of Raw Poultry Meat; *Handbook of Poultry Science and Technology*, Volume 1 (467 - 489)
52. Souza H. B. A. (2005).: Parâmetros físicos e sensoriais utilizados para avaliação de qualidade da carne de frango. *AveSui*, v. 25, n. 5 91-96
53. Takács, J. (1971): A sertéshús termelés vágóhídi és húshigiéniái problémái. *Magyar Állatorvosok lapja.*, 26, 275.

54. Tanács L., Pinnyey Sz., (2018): Mezőgazdasági termékek feldolgozása 2: Állati eredetű nyersanyagok feldolgozása, Hódmezővásárhely, 46-67
55. Tornberg, E., (2005): Effect of heat on meat proteins implications on structure and quality of meat products, *Meat Science*. 70, 494–508.
56. Tredoux, C.T., & Durheim, K. (2002). Numbers, hypotheses and conclusions: A course in statistics for the social sciences. Cape Town: UCT Press.
57. Tuncer, B.; Sireli, U. T., (2008): Microbial growth on broiler carcasses stored at different temperatures after air or waterchilling. *Poultry Science*, v. 87, n. 4, 793-799
58. Viera, E. T. T., (2007): Influence of the freezing process as the quality of chicken breast. Master in Food Engineering, v. 31, n. 1. 128-135
59. Whiting, R. C., (1995): Microbial modeling in foods. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 35(6), 467–494.
60. Zhang X, Wang H, Li M, Wu N, Xu X., (2015): Near-freezing temperature storage (–2°C) for extension of shelf life of chilled Yellow-feather broiler meat: A special breed in Asia. *Journal of Food Processing and Preservation*, 40: 340-347.

Internetes forrás:

URL¹ <https://strephonsays.com/denaturation-and-coagulation-7545>

URL² <https://geneq.com/biotechnology/en/product/konica-minolta/chroma-meter-11967>

URL³ https://www.researchgate.net/figure/The-CIELAB-color-space-diagram-The-CIELAB-or-CIE-L-a-b-color-system-represents_fig1_338303610

URL⁴ <http://fizika.etk.szie.hu/kutatas/kutatasi-eszkozpark/allomanymero-muszerek>

URL⁵ <https://www.stablemicrosystems.com/us.html>

NYILATKOZAT

a diplomamunka nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A szerző neve: Istók Barbara

A dolgozat címe: Tárolás hatása sous-vide hőkezelt csirkemell egyes minőségi paramétereire

A megjelenés éve: 2023

A tanszék neve: Állattermék és Élelmiszer tartósítási Technológia Tanszék

Kijelentem, hogy az általam benyújtott diplomamunka egyéni, eredeti jellegű, saját szellemi alkotásom.

A leadott dolgozat, mely védett, a szerző nevének vízjellel ellátott pdf dokumentum, szerkesztését nem, megtekintését és nyomtatását engedélyezem.

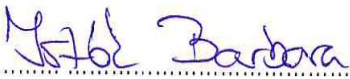
Tudomásul veszem, hogy dolgozatom elektronikus változata feltöltésre kerül a SZIE Budai Campus Igazgatóság Entz Ferenc Könyvtár és Levéltár szakdolgozat archívumába.

A dolgozat bibliográfiai leírása az Entz Ferenc Könyvtár és Levéltár elektronikus katalógusából érhető el: <http://opac.szie.hu/entzferenc/>. A teljes szöveg kizárólag a Budai Campus számítógépeiről tekinthető meg.

Tudomásul veszem, hogy a vízjel nélkül leadott dokumentum szerzői jogai sérülhetnek.

A Nyilatkozat a dolgozat adatainak megadásával érvényes, melyet az elektronikus hordozóval együtt leadok.

Budapest. 2023.05.04.


a szerző aláírása

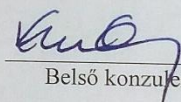
KONZULTÁCIÓS NYILATKOZAT

Istók Barbara, AI8E06 konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a diplomadolgozatot áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A diplomadolgozatot a záróvizsgán történő védésre javaslom / nem javaslom¹.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem^{*2}

Kelt: 2023 év 05 hó 05 nap


Belső konzulens

¹ A megfelelő aláhúzendó.

² A megfelelő aláhúzendó.

Szerzői nyilatkozat

Alulírott Istók Barbara, Élelmiszerbiztonsági és –minőségi mérnök, MSc

kijelentem, hogy a Tárolás hatása sous-vide hőkezelt csirkemell egyes minőségi paramétereire című diplomamunka a saját munkám eredménye. Azon részeket, melyeket más szerzők munkájából vettem át, egyértelműen megjelöltem, s az irodalomjegyzékben szerepeltettem.

Ha a fenti nyilatkozattal valótlan állítottam, tudomásul veszem, hogy a Záróvizsga-bizottság a záróvizsgából kizár és záróvizsgát csak új dolgozat készítése után tehetek.

Budapest, 2023.05.04.



a hallgató aláírása