DIPLOMAMUNKA

Fekete Zoltán
2023

Fekete Zoltán DIPLOMAMUNKA

Magyar Agrár -és Élettudományi Egyetem
Élelmiszertudományi Kar
Állatitermék – és Élelmiszertartósítási Technológia Tanszék

Húsok eltarthatóságának növelése kombinált tartósító eljárások alkalmazásával

Fekete Zoltán DIPLOMAMUNKA

Fekete Zoltán

Budapest

2023

A DOKUMENTUMOT DIGITÁLIS ALÁÍRÁSSAL LÁTTA EL:
AVDH SIGN
KORMÁNYZATI AZONOSÍTÁSSAL HITELESÍTETT

Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem

Élelmiszertudományi és Technológiai Intézet

Szak neve: **MSc Élelmiszermérnöki**

Specializáció neve: **Élelmiszertechnológia és termékfejlesztés**

Diplomadolgozat készítés helye: **Budapest**

Hallgató: **Fekete Zoltán**

A diplomadolgozat címe: **Húsok eltarthatóságának növelése kombinált tartósító eljárások alkalmazásával**

Konzulens: **Dr. Jónás Gábor**

Külső konzulens esetén tanszéki felelős

Beadás dátuma: **2023.05.08**

diplomadolgozat készítés helyének vezetője	konzulens
(név)	(név)

Dr. Friedrich László

Tartalomjegyzék

1. Ábrajegyzék 4
2. Bevezetés 1
3. Irodalmi áttekintés 3
3.1. Az előkészített húsok definíciója 3
3.2. Az előkészített húsok gyártására, -forgalmazására, -tárolási körülményekre és feltételekre, illetve fogyaszthatósági időre vonatkozó előírások 3
3.3. A húsok jellemző mikrobiológiai, -fizikai és kémiai romlási folyamatai, eltarthatósági idő növelésének lehetősége 7
3.3.1. Bioaktív komponensek használata 9
3.3.2. Bioaktív komponensek bemutatása és hatásuk 10
3.3.3. Nagy hidrosztatikus nyomáskezelés (HHP) alkalmazása 11
3.3.3.1. A HHP bemutatása 12
3.3.3.2. A HHP hatása a húsok mikrobiológiai állapotára 14
3.3.3.3. A HHP hatása a húsok színére 16
3.3.3.4. A HHP hatása az állományra és a húsfehérjékre 17
4. Anyag és módszer 19
4.1. A kísérleti alapanyagok (hús, bioaktív komponens) 19
4.2. A kísérlet kivitelezése 20
4.3. Mérési módszerek 22
4.3.1. Színmérés 22
4.3.2. pH mérés 23
4.3.3. Állománymérés 24
4.3.4. Mikrobiológia 24
5. Eredmények értékelése 26
5.1. Színmérés eredményei 26
5.1.1. Magyaros ízesítésű sertés rövidkaraj minták színmérés eredményei 26
5.1.2. Zöldfűszeres ízesítésű sertés rövidkaraj minták színmérés eredményei 34
5.2. pH mérés eredményei 43
5.2.1. Magyar ízesítésű sertés rövidkaraj minták pH mérés eredményei 43
5.2.2. Zöldfűszeres ízesítésű sertés rövidkaraj minták pH mérés eredményei 45
5.3. Állománymérés eredményei 47
5.3.1. Magyaros ízesítésű sertés rövidkaraj minták állománymérés eredményei 47
5.3.2. Zöldfűszeres ízesítésű sertés rövidkaraj minták állománymérés eredményei 49
5.4. Mikrobiológiai eredmények 52
6. Összefoglalás 55
7. Irodalmi hivatkozások 57

Fekete Zoltán DIPLOMAMUNKA

8. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS 62

Ábrajegyzék

1. ábra: Nagy hidrosztatikus nyomású kezelés működési elve (DALMADI 2006) 13
2. ábra: A nagy nyomás létrehozása közvetlen(a) és közvetett(b) úton (URRUTIA-BENET 2005). 14
3. ábra: E. coli és S. aureus sejtek nagy hidrosztatikai nyomáskezelés (500 MPa 30 min) előtt és után transzmissziós elektronmikroszkópia (TEM) alatt (YANG et al. 2012 nyomán). 16
4. ábra: Piperin szerkezeti képlete 20
5. ábra: Hiperbaric 135 nagy hidrosztatikus nyomáskezelő berendezés (forrás:https://www.hiperbaric.com) 21
6. ábra: CIELAB színtér értelmezése 23
7. ábra: Minolta cr-400 típusú színmérő készülék 23
8. ábra: A 0-300-450-600 MPa nyomáson kezelt, bioaktív komponens hozzáadása nélkül készült magyaros ízesítésű sertés rövidkaraj minták L* világossági tényező értékének változása a tárolási idő függvényében 27
9. ábra: A 0-300-450-600 MPa nyomáson kezelt, bioaktív komponens hozzáadásával készült magyaros ízesítésű sertés rövidkaraj minták L* világossági tényező értékének változása a tárolási idő függvényében 27
10. ábra: A 0-300-450-600 MPa nyomáson kezelt, bioaktív komponens hozzáadása nélkül készült magyaros ízesítésű sertés rövidkaraj minták a* vörös színtényező értékének változása a tárolási idő függvényében 29
11. ábra: A 0-300-450-600 MPa nyomáson kezelt, bioaktív komponens hozzáadásával készült magyaros ízesítésű sertés rövidkaraj minták a* vörös színtényező értékének változása a tárolási idő függvényében 29
12. ábra: A 0-300-450-600 MPa nyomáson kezelt, bioaktív komponens hozzáadása nélkül készült magyaros ízesítésű sertés rövidkaraj minták b* sárga színtényező értékének változása a tárolási idő függvényében 31
13. ábra: A 0-300-450-600 MPa nyomáson kezelt , bioaktív komponens hozzáadásával készült magyaros ízesítésű sertés rövidkaraj minták b* sárga színtényező értékének változása a tárolási idő függvényében 31
14. ábra: A 0-300-450-600 MPa nyomáson kezelt, bioaktív komponens hozzáadása nélkül készült magyaros ízesítésű sertés rövidkaraj minták h° színezeti szög értékének változása a tárolási idő függvényében 33
15. ábra: A 0-300-450-600 MPa nyomáson kezelt, bioaktív komponens hozzáadásával készült magyaros ízesítésű sertés rövidkaraj minták h° színezeti szög értékének változása a tárolási idő függvényében 33

Fekete Zoltán DIPLOMAMUNKA

16. ábra: A 0-300-450-600 MPa nyomáson, bioaktív komponens hozzáadása nélkül készült zöldfűszeres ízesítésű sertés rövidkaraj minták L* világossági tényező értékének változása a tárolási idő függvényében 35
17. ábra: A 0-300-450-600 MPa nyomáson kezelt, bioaktív komponens hozzáadásával készült fűszeres ízesítésű sertés rövidkaraj minták L* világossági tényező értékének változása a tárolási idő függvényében 35
18. ábra: A 0-300-450-600 MPa nyomáson kezelt, bioaktív komponens hozzáadása nélkül készült zöldfűszeres ízesítésű sertés rövidkaraj minták a* vörös színtényező értékének változása a tárolási idő függvényében 37
19. ábra: A 0-300-450-600 MPa nyomáson kezelt, bioaktív komponens hozzáadásával készült zöldfűszeres ízesítésű sertés rövidkaraj minták a* vörös színtényező értékének változása a tárolási idő függvényében 38
20. ábra: A 0-300-450-600 MPa nyomáson kezelt, bioaktív komponens hozzáadása nélkül készült zöldfűszeres ízesítésű sertés rövidkaraj minták b* sárga színtényező értékének változása a tárolási idő függvényében 39
21. ábra: A 0-300-450-600 MPa nyomáson kezelt, bioaktív komponens hozzáadásával készült zöldfűszeres ízesítésű sertés rövidkaraj minták b* sárga színtényező értékének változása a tárolási idő függvényében 40
22. ábra: A 0-300-450-600 MPa nyomáson kezelt, bioaktív komponens hozzáadása nélkül készült zöldfűszeres ízesítésű sertés rövidkaraj minták h° színezeti szög értékének változása a tárolási idő függvényében 41
23. ábra: A 0-300-450-600 MPa nyomáson kezelt, bioaktív komponens hozzáadásával készült zöldfűszeres ízesítésű sertés rövidkaraj minták h° színezeti szög értékének változása a tárolási idő függvényében 42
24. ábra: A 0-300-450-600 MPa nyomáson kezelt, bioaktív komponens hozzáadása nélkül készült magyaros ízesítésű sertés rövidkaraj minták pH értékének változása a tárolási idő függvényében. 43
25. ábra: A 0-300-450-600 MPa nyomáson kezelt, bioaktív komponens hozzáadásával készült magyaros ízesítésű sertés rövidkaraj minták pH értékének változása a tárolási idő függvényében. 44
26. ábra: A 0-300-450-600 MPa nyomáson kezelt, bioaktív komponens hozzáadása nélkül készült zöldfűszeres ízesítésű sertés rövidkaraj minták pH értékének változása a tárolási idő függvényében 46
27. ábra: A 0-300-450-600 MPa nyomáson kezelt, bioaktív komponens hozzáadásával készült zöldfűszeres ízesítésű sertés rövidkaraj minták pH értékének változása a tárolási idő függvényében 46
28. ábra: A 0-300-450-600 MPa nyomáson kezelt, bioaktív komponens hozzáadása nélkül készült magyaros ízesítésű sertés rövidkaraj minták keménység értékeinek változása a tárolási idő függvényében 48

Fekete Zoltán DIPLOMAMUNKA

29. ábra: A 0-300-450-600 MPa nyomáson kezelt, bioaktív komponens hozzáadásával készült magyaros ízesítésű sertés rövidkaraj minták keménység értékeinek változása a tárolási idő függvényében 48
30. ábra: A 0-300-450-600 MPa nyomáson kezelt, bioaktív komponens hozzáadása nélkül készült zöldfűszeres ízesítésű sertés rövidkaraj minták keménység értékeinek változása a tárolási idő függvényében 50
31. ábra: A 0-300-450-600 MPa nyomáson kezelt, bioaktív komponens hozzáadásával készült zöldfűszeres ízesítésű sertés rövidkaraj minták keménység értékeinek változása a tárolási idő függvényében 50
32. ábra: A 0-300-450-600MPa nyomáson kezelt, bioaktív komponens hozzáadása nélkül készült magyaros ízesítésű szeletelt sertés rövidkaraj minták anaerob összes élő csíra log TKE/g értékei a tárolási idő függvényében 52
33. ábra: A 0-300-450-600MPa nyomáson kezelt, bioaktív komponens hozzáadásával készült magyaros ízesítésű szeletelt sertés rövidkaraj minták anaerob összes élő csíra logTKE/g értékei a tárolási idő függvényében 53
34. ábra: A 0-300-450-600MPa nyomáson kezelt, bioaktív komponens hozzáadása nélkül készült zöldfűszeres ízesítésű szeletelt sertés rövidkaraj minták anaerob összes élő csíra logTKE/g értékei a tárolási idő függvényében 53
35. ábra: A 0-300-450-600MPa nyomáson kezelt, bioaktív komponens hozzáadásával készült zöldfűszeres ízesítésű szeletelt sáertés rövidkaraj minták anaerob összes élő csíra log TKE/g értékei a tárolási idő függvényében..... 54

Képjegyzék

1. kép: Almi fűszeres marinád..... 20
2. kép: Szeletelt sertés rövidkaraj..... 20
3. kép: Zöldfűszers minták (BA-) 0-300-450-600MPa 22
4. kép: Zöldfűszeres minták (BA+) 0-300-450-600MPa 22
5. kép: Magyaros minták (BA-) 0-300-450-600MPa..... 22
6. kép: Magyaros minták (BA+) 0-300-450-600MPa..... 22
7. kép: HI9810362 HALO 2 pH teszter a húsáruk vizsgálatához (forrás: Hannainst.hu 23

Táblázatjegyzék

1. táblázat Kísérleti mátrix 22
2. táblázat: L* világossági tényező értékeinek varianciaanalízise magyaros ízesítésű szeletelt rövidkaraj minták esetén 28
3. táblázat: Az a* vörös színtényező értékeinek varianciaanalízise magyaros ízesítésű szeletelt rövidkaraj minták esetén 30

Fekete Zoltán DIPLOMAMUNKA

4. táblázat: Az b* sárga színtényező értékeinek varianciaanalízise magyaros ízesítésű szeletelt rövidkaraj minták esetén 32
5. táblázat: A h° színezeti szög értékeinek varianciaanalízise magyaros ízesítésű szeletelt rövidkaraj minták esetén 34
6. táblázat: L* világossági tényező értékeinek varianciaanalízise zöldfűszeres ízesítésű szeletelt rövidkaraj minták esetén 36
7. táblázat: Az a* vörös színtényező értékeinek varianciaanalízise zöldfűszeres ízesítésű szeletelt rövidkaraj minták esetén 38
8. táblázat: Az b* sárga színtényező értékeinek varianciaanalízise zöldfűszeres ízesítésű szeletelt sertés rövidkaraj minták esetén 40
9. táblázat: A h° színezeti szög értékeinek varianciaanalízise zöldfűszeres ízesítésű szeletelt rövidkaraj minták esetén 42
10. táblázat: A pH értékek varianciaanalízise magyaros ízesítésű szeletelt rövidkaraj minták esetén 44
11. táblázat: A pH mérés értékeinek varianciaanalízise zöldfűszeres ízesítésű szeletelt rövidkaraj minták esetén 47
12. táblázat: Az állománymérés eredményeinek varianciaanalízise magyaros ízesítésű szeletelt rövidkaraj minták esetén 49
13. táblázat: Az állománymérés eredményeinek varianciaanalízise zöldfűszeres ízesítésű szeletelt rövidkaraj minták esetén 51

Fekete Zoltán DIPLOMAMUNKA

1. Bevezetés

Az ezredfordulóhoz képest a napjainkban átrendeződött fogyasztói magatartás és igények jelentős változásokat hoztak az élelmiszeripar területén. A fogyasztók megváltozott vásárlási szokásai és átalakult demográfiai helyzete felgyorsult világunkban, amely főleg az Y generációt jellemzi, egyre inkább az előkészített termékek irányába tendál. Ezen előkészített termékpalettába épülnek be az előkészített húsok és húskészítmények. Napjaink családmodelljébe és gasztronómiai szokásaiba már nehezen illeszthető be a napi rendszerességgel történő konyhai aktivitás. Ez a felgyorsult világszemlélet egyre nagyobb teret biztosít a gyorsan elkészíthető, előkészített termékek gyártására, amely minőségi, tápláló, tartósítószermentes élelmiszerek kialakításához és fejlesztéséhez vezetett.

Napjainkra az élelmiszergyártó cégek és vállalkozások egyre nagyobb hangsúlyt fektetnek a kutatási és fejlesztési irányok kiszélesítésére, hogy a fogyasztói igényekhez igazodva azokat kielégítsék. A vásárlási szokások átalakulásával egyre nagyobb és kiemelt szerepet kap a termékek fogyaszthatósági ideje. A fogyasztó egyre inkább szem előtt kívánja tartani, hogy az üzletláncok polcairól leemelt termék milyen tápérték tulajdonságokkal bír valamint, hogy meddig tárolható biztonsággal otthoni körülmények között minőségbeli változás nélkül. A tartósítószermentes és a bio élelmiszerek vásárlása egyfajta divattá is vált. A modern vásárlót emellett érdekli a termék eredete, összetétele és az élelmiszergyártó cégek által használt tartósítás mód. Kiemelt szerepet kapott az egészségtudatos táplálkozás, a minél természetesebb alapanyagokból, minél természetesebb módon készülő élelmiszerek fogyasztása. A hozzáadott tartósítószer sok esetben ellenérzést vált ki a fogyasztóban, ezért kíméletes technikák alkalmazását és azok hatásait is vizsgálni kezdték az élelmiszerek gyártástechnológiájában. Ilyenek pl. vákuum alatt végzett pácolás aktív ultrahanggal. (Friedrich, 2008; Siró et al., 2009), (Körmendy, 1991), vagy a pulzáló elektromos erőtér alkalmazása (Ciara K. McDonnell et al., 2014). Ezen kíméletes technológiák közül a legfejlettebb és leginkább alkalmazott nagy hidrosztatikus nyomáskezelés (High Hydrostatic Pressure, HHP), ami egy kíméletes tartósítási mód, ahol nincs hőhatás, tehát nem termikus. Az élelmiszeriparban számos termék előállításánál alkalmazzák, többek között a friss és tartósítószermentes gyümölcslevek, smoothie-k, vagy a szeletelt, csomagolt kiemelt kiváló minőségű húskészítmények területén. Ezen tartósítási eljárás lehetővé teszi az élelmiszergyártók számára, hogy kielégítsék a friss megjelenésű, magas tápértékkel bíró és trendkövető élelmiszerek iránti növekvő igényeket. Az eljárás fő célja az élelmiszer mikrobiológiai biztonságának növelése, megbetegedést és romlást okozó

Fekete Zoltán DIPLOMAMUNKA

mikroorganizmusok inaktiválása. Ezen kíméletes tartósítási eljárások mellett nem elhanyagolandó a hagyományos eljárások közé sorolandó pácolás-marinálás, mely során a páclében vagy marinádban található só és fűszerek (és azok bioaktív hatóanyagai) jelentősen csökkenhetik a romlást okozó mikroorganizmusok szaporodását, így növelhető a termék fogyaszthatósági ideje. A jelen technológiák mellett felmerülhet a kérdés, hogy a kíméletes tartósítási eljárások kombinálása révén milyen kiaknázatlan potenciálok rejlenek a termék végső fogyaszthatósági idejében, állományában és élvezeti értékének megtartásában. Ezen tényezők az élelmiszergyártó cégek és vállalkozások életében kulcsfontosságú szereppel bírnak, miszerint a termék fogyaszthatósági idejével és minőségének megtartásával a termelési, logisztikai és értékesítési folyamatok is kitolhatók olyan irányba, hogy a cégek életében minél nyereségesebb és gazdaságosabb végkimenetelt eredményezzenek.

Ezek alapján dolgozatomban célul tűztem ki, hogy különböző ízesítésű marinádd bevont, bioaktív hatóanyaggal dúsított sertéskarajt nagy hidrosztatikai nyomáskezelésnek vessek alá és vizsgáljam az általuk kifejtett hatásokat a termék megítélésére és minőségére kiható színre, pH-ra, állományra és mikrobiológiai állapotukra nézve. Az eredmények alapján célom az optimális nyomáskezelés-bioaktív komponens kombináció meghatározása, amely alapján a gyártás a későbbiekben átültethető nagyüzemi körülmények közé.

Fekete Zoltán DIPLOMAMUNKA

2. Irodalmi áttekintés

2.1. Az előkészített húsok definíciója

A húskészítményekre és előkészített húsokra a 853/2004/EK európai parlamenti és tanácsi rendelet I. mellékletének 7.1. illetve a 853/2004/EK európai parlamenti és tanácsi rendelet I. mellékletének 1.15. pontja vonatkozik. Az előírásban meghatározott húskészítmény és előkészített hús megnevezések a Magyarországon forgalomba hozott termékek esetében csak akkor használhatók, ha megfelelnek az előírásban meghatározott követelményeknek. Az előírás nem terjed ki a mezőgazdasági termékek és az élelmiszerek minőségrendszereiről szóló, 2012. november 21-ei 1151/2012/EU európai parlamenti és tanácsi rendelet alapján eredetmegjelölésként vagy földrajzi jelzésként oltalom alatt álló, valamint hagyományos különleges termékként bejegyzett húskészítményekre. Az ebben az előírásban meghatározott technikai jellegű előírásoknak nem kell megfelelnie azon termékeknek, amelyeket az Európai Unió valamely tagállamában vagy Törökországban állítottak elő, illetve hoztak forgalomba, vagy az Európai Gazdasági Térségről szóló megállapodásban részes valamely EFTA-államban állítottak elő, az ott irányadó előírásoknak megfelelően, feltéve, hogy az irányadó előírások a fogyasztók védelme vonatkozásában az ezen előírásban meghatározottal egyenértékű védelmet nyújtanak.Az a 853/2004/EK európai parlamenti és tanácsi rendelet I. mellékletének 7.1. szerint: Húskészítményeknek tekinthetők azon feldolgozott termékek, amelyek a hús feldolgozásából vagy az ilyen feldolgozott termékek további feldolgozásából származnak, és amelyek vágási felülete azt mutatja, hogy a termék már nem rendelkezik a friss hús tulajdonságaival.A 853/2004/EK európai parlamenti és tanácsi rendelet I. mellékletének 1.15. pontja alapján az előkészített húsok definíciója a következő: Friss hús, beleértve az apróra darabolt húst, amelyhez élelmiszereket, fűszereket vagy adalékanyagokat adtak hozzá, vagy amelyen olyan eljárásokat végeztek, amelyek nem voltak elegendőek a hús belső izomrostszerkezetének módosításához, és így a friss hús jellemzőinek megszüntetéséhez. (MÉ1-3/13-1) A dolgozatom későbbi fejezeteiben kívánom taglalni az előkészített húsokra vonatkozó mellékleteket amelyek ezen termékek gyártására, -tárolására, - forgalmazására kitérnek.

2.2. Az előkészített húsok gyártására, -forgalmazására, -tárolási körülményekre és feltételekre, illetve fogyaszthatósági időre vonatkozó előírások

Az Agrárminisztérium támogatásával , (Útmutató a húskészítmények gyártása jó higiéniai gyakorlatához) címmel megjelent útmutató a 2006. január 1-től érvénybe lépett

higiéniai rendelet-csomaghoz igazodva, az elfogadott ipari gyakorlatra támaszkodva segítséget nyújtson a húskészítményt, darált húst, előkészített húst és a csontokról mechanikusan lefejtett húst (MSM) előállító vállalkozások számára a biztonságos termékek előállításához szükséges követelmények hatósági szempontból is sikeres teljesítéséhez. (GHP-13, 2019) Minden húsnak, beleértve darált húst és előkészített húst, amelyet húskészítmények előállításához használnak, meg kell felelnie a friss húsra vonatkozó követelményeknek. Azonban a húskészítmények előállításához használt darált húsnak és előkészített húsnak nem kell a 853/2004/EK rendelet V. szakasz többi különleges követelményének megfelelniük. Vagdalt, darált és előkészített (fűszerezett) húst csak az illetékes hatóság által erre a célra engedélyezett termel üzemben szabad előállítani. A termelőüzem elrendezésének, felszereltségének, higiéniai állapotának meg kell felelnie az útmutató 4.1 és 4.2. pontjában megállapított feltételeknek. Az üzemben található helyiségek úgy kerülnek kialakításra, hogy megakadályozzák a hús szennyeződését, különösen a vagdalt, darált és előkészített (fűszerezett) húst megfelel méret helyiségben kell előállítani, ahol más, különösen vágási tevékenység nem végezhet. Egész vágott baromfi esetén az ízesítést a vágóhelyiségtől elkülönített helyen kell végezni. A termelőüzemben fából készült eszköz (asztallap, vágódeszka, alátét, kézi szerszám, húsláda stb.) nem használható. A feldolgozó berendezések termékzónában lévő részét meg kell védeni a rozsdásodástól. További feltétel, hogy a művelet folyamatosságát biztosítani kell.A 178/2002/EK Rendelet az élelmiszerjog általános jogszabályait, az élelmiszerbiztonsági ügyekben alkalmazandó eljárásokat, a farmtól az asztalig terjedő nyomonkövethetőség biztosítását és az EU Élelmiszerbiztonsági Hivatalának létesítésére vonatkozó feltételeket írja elő. A rendelet egyértelműen meghatározza, hogy az előállított termékre vonatkozó elsődleges felelősség az élelmiszer előállítójáé. A fogalom meghatározások nagyon fontosak a HACCP rendszer kialakításhoz szükséges elvek, kifejezések egyértelműsítéséhez /kockázat elemzés, kockázat becslés, veszély, nyomonkövethetőség, valamint az élelmiszerbiztonság fogalmának tisztázásához. Részletesen megfogalmazza a rendelet a kockázatbecslés, az elővigyázatossági elv, a fogyasztói érdekvédelem kritériumait. Ugyanígy az EU-n belüli és a harmadik országokkal folytatott élelmiszer-és takarmánykereskedelem élelmiszerbiztonsági elveit, az élelmiszer-és takarmánybiztonság követelményeit. Megfogalmazza az élelmiszer-és takarmány előállítás, feldolgozás és forgalmazás felelősségi kérdéseket és a nyomonkövethetőségre vonatkozó előírásokat. Az üzletet ott szabad telepíteni, ahol a forgalmazásra kerülő élelmiszereket a környezetből származó szennyezés nem veszélyezteti, és a forgalmazási tevékenységhez szükséges vízellátás a

Fekete Zoltán DIPLOMAMUNKA

közegészségügyi, állategészségügyi és környezetvédelmi követelményeknek megfelelő hulladék-, valamint szennyvízelhelyezés és energia biztosított. A húskészítményeket a forgalmazás valamennyi szakaszában szakosítottan kell elhelyezni. A belső helyiségek kapcsolódása olyan legyen, hogy a tiszta és szennyezett műveletek, illetve útvonalak elkülönüljenek. Mozgóbolt kialakításánál az üzletekre vonatkozó szabályokat kell alkalmazni. Üzlettel nem rendelkező árusítóhely csak a tevékenységhez szükséges élelmiszer-raktározási, valamint tisztítási (eszköz, edény, szállító jármű) feltételt biztosító, közegészségügyi, élelmiszer-higiéniai előírásoknak megfelelő telephellyel működhet. A mozgóárusnak rendelkeznie kell a közegészségügyi, állat-egészségügyi szakhatósági hozzájárulásokkal az árusított élelmiszerre, az árusító helyekre, az árusítás idejére és az útvonalra vonatkozóan. Az automatán fel kell tüntetni az üzemeltető nevét, telephelyét, telefonszámát, valamint a kezelő személy nevét, elérhetőségét, telefonszámát. valamely élelmiszeripari vállalkozásban tárolt nyersanyagokat és minden összetevőt megfelelő körülmények közt kell tárolni, hogy káros bomlásukat és szennyeződésüket el lehessen kerülni. tárolás során meg kell akadályozni a romlást, sérülést, más szennyező forrásból származó keresztszennyeződést. A húsalapanyagokat, segédanyagokat, fűszereket, csomagoló anyagokat, késztermékeket a hús feldolgozására használt helyiségeken kívül kell tárolni az eredeti tároló egységükben vagy olyan tartályokban, amelyek úgy vannak tervezve és kialakítva, hogy védjék a szennyeződéstől. A húsokat megfelelő körülmények között kell tárolni, és a tárolótér hőmérsékletét felügyelni és dokumentálni kell. Hűtött húsalapanyagok tárolási hőmérséklete maximum 7 °C belsőségeké 3 °C, baromfihúsé 4 °C. Fagyasztott húsalapanyagok tárolási hőmérséklete -12 °C vagy az alatti. Az alapanyagok felhasználására megfelel rotációs rendet kell kialakítani, és a beérkezést követő lehető legrövidebb időn belül, minőségmegőrzési idejük lejárta előtt fel kell őket használni. A félkész termékek tárolását úgy kell végezni, hogy az ne fertőződjön, sérüljön. (4.9.2) Az olyan nyersanyagokat, összetevőket, köztes termékeket és késztermékeket, amelyeken kórokozó mikroorganizmusok elszaporodása vagy méreganyagok keletkezése várható nem lehet olyan hőmérsékleten tartani, amely egészségügyi kockázatot jelenthet. A hűtési láncot nem lehet megszakítani. Ugyanakkor az élelmiszerek előkészítése, szállítása, tárolása, árusításra kihelyezése és kiszolgálása alatt végzett kezelés gyakorlati szempontjainak figyelembevétele érdekében korlátozott időszakokra engedélyezett a hőmérséklet szabályozottságának hiánya, amennyiben az nem jelent kockázatot az egészségre nézve. A feldolgozott élelmiszerek előállítását, kezelését és védőcsomagolását végző élelmiszeripari vállalkozásoknak a nyersanyagok és a feldolgozott anyagok elkülönített tárolásához

Fekete Zoltán DIPLOMAMUNKA

elegendően nagy, megfelel_ helyiségekkel, és elegendő, különálló, hűtött raktárral kell rendelkezniük. (853/2004/EK rendelet 4.9.5.) A húskészítményt gyártó üzemnek biztosítani kell a hűtési láncot. Figyelmet kell fordítani a hűtést igénylő anyagok megfelelő körülmények között történő tárolására. A szabályozott hőmérsékletű raktárakat és klímaszabályzás alatt álló helyiségeket felügyelni kell, a mért hőmérséklet- és páratartalom-értékeket dokumentálni, húsipari technológiáknak megfelelően a különböző feldolgozó termekben is megfelelő hűtéseket kell biztosítani. A 178/2002/EK Rendelet az élelmiszerjog általános jogszabályait, az élelmiszerbiztonsági ügyekben alkalmazandó eljárásokat, a farmtól az asztalig terjedő nyomonkövethetőség biztosítását és az EU Élelmiszerbiztonsági Hivatalának létesítésére vonatkozó feltételeket írja elő. A rendelet egyértelműen meghatározza, hogy az előállított termékre vonatkozó elsődleges felelősség az élelmiszer előállítójáé. A fogalom meghatározások nagyon fontosak a HACCP rendszer kialakításhoz szükséges elvek, kifejezések egyértelműsítéséhez /kockázat elemzés, kockázat becslés, veszély, nyomonkövethetőség, stb./, valamint az élelmiszerbiztonság fogalmának tisztázásához. Részletesen megfogalmazza a rendelet a kockázatbecslés, az elővigyázatossági elv, a fogyasztói érdekvédelem kritériumait. Ugyanígy az EU-n belüli és a harmadik országokkal folytatott élelmiszer-és takarmánykereskedelem élelmiszerbiztonsági elveit, az élelmiszer-és takarmánybiztonság követelményeit. Megfogalmazza az élelmiszer-és takarmány előállítás, feldolgozás és forgalmazás felelősségi kérdéseket és a nyomon követhetőségre vonatkozó előírásokat. A rendeletben a húskészítményekre vonatkozóan az élelmiszer biztonsági kritériumok tekintetében a Salmonella nem lehet jelen a nyersen fogyasztandó darált hús és előkészített hús termék 25 g-jában a forgalomba hozott terméknél az eltarthatósági idő alatt, illetve a hőkezelés után fogyasztandó baromfitól eltérő állatfajokból készült darált hús és előkészített hús termék 25 g- jában a forgalomba hozott terméknél az eltarthatósági idő alatt. A Mechanikusan lefejtett hús (MSM) 10 g-jában nem lehet jelen Salmonella a forgalomba hozott termékben az eltarthatósági idő alatt. MSM esetében ez az olyan módon előállított húsra vonatkozik, amely során a csont szerkezete nem változik meg. A forgalomba hozott nyersen fogyasztandó húskészítményekben (pl. úgynevezett szárazáruk, pl. nyers sonkák, kolbászok, szalámik) a fogyaszthatósági idő alatt a termék 25 g- jában Salmonellát nem megengedett kimutatni. A forgalomba hozott hőkezelés után fogyasztandó baromfihúsból készült termékeknél (de ebbe baromfi virsli, amely hőkezelést kap, például nem értendő) 2006. január 1-től 10 g-ban, 2010. január 1-től 25 g-ban Salmonellát nem megengedett kimutatni. A fogyasztásra kész húskészítményekben a forgalomba hozatal során a fogyaszthatósági idő teljes tartama alatt

Fekete Zoltán DIPLOMAMUNKA

a Listeria monocytogenes maximum 100 cfu/g értékben lehet kimutatható. A Listeria monocytogenes szaporodását elősegítő húskészítményekben még forgalomba hozatal előtt vizsgálni kell a készítményt és a Listeria 25 g-ban nem lehet jelen abban az esetben, ha a termelőüzem egyéb módon nem tudja bizonyítani, hogy a Listeria mennyisége az eltarthatósági idő végén sem lesz nagyobb 100 cfu/g mennyiségnél. (ÚTMUTATÓ A HÚSKÉSZÍTMÉNYEK GYÁRTÁSA JÓ HIGIÉNIAI GYAKORLATÁHOZ 2019)

2.3. A húsok jellemző mikrobiológiai, -fizikai és kémiai romlási folyamatai, eltarthatósági idő növelésének lehetősége

A húsok és húskészítmények nagy víz- és fehérjetartalmuk miatt igen romlandóak, ezért megfelelő kezelést és tárolást igényelnek, hogy megóvjuk őket a nemkívánt romlási folyamatoktól. A nyers húsok, -előkészített húsok estében három fő romlástípus különböztethetünk meg. A hőmérséklet a legmeghatározott tényező a hűtött termékeket nézve (INCZE 1996). A biológiai kémiai jellegű aktivitások jelenléte, magas mérsékelt és víztartalom valamint a pH, illetve a magas tápanyagtartalom, mint paraméterek a húst az a legromlandóbbá tehetik. (Dave & Ghaly, 2011).) Mikrobiológia romlás során a hús felületén elszaporodó mikrobák gyakran toxikusak is lehetnek. Előidézője lehet a nem megfelelő személyi higiénia, helytelen feldolgozás, a tárolótér szennyezettsége, nem megfelelő hőmérséklete és páratartalma. A penész, gombák és élesztők számára kiváló táptalajt biztosíthat a hús, ezek között kórokozók is előfordulhatnak (Jay et al., 2005). A mikroorganizmusok anyagcseréje alacsony hőmérsékleten lelassul, de a szaporodás minimális hőmérséklete eltérő és baktériumfüggő. Ha vágást követően a nyers húst nem hűtjük le, akkor hűtés hiánya katalizálhatja a romlási folyamatokat. Alacsony hőmérsékleten (0 - 4ºC): A hűtőtárolás sok esetben nem elegendő védekezés a baktériumok ellen, mert vannak olyan fajok is, amelyek minimális szaporodási hőmérséklete akár - 5ºC is lehet. A 2ºC - os tárolási hőmérséklet már elegendő arra, hogy jelentősen gátolja a kellemetlen szagok kialakulást és a nyálkaképződést. Ha a tárlóhelyiség relatív páratartalma kicsi, a vágott állat felülete kiszárad, és ez a körülmény kedvez a mikrokokkuszoknak és a sztreptokokkuszoknak. Normál körülmények között nyálkásodást okozó Gram - negatív hidegtűrő pálcáknak kedvez a magas páratartalom. (DEÁK et al. 1980) Kémiai és biokémiai romlása során a húsban és a húskészítményekben fehérje- és zsírsavátalakulások következnek be Az ilyen romlások az egészségre ártalmasak, csökkentik a termék táplálkozási és élvezeti értékét. Nyers hús romlási tulajdonságai magas hőmérsékleten (> 25ºC): Ha vágást követően a húst nem hűtik le megfelelő hőmérsékletre és a szövetek

Fekete Zoltán DIPLOMAMUNKA

hosszabb ideig tartózkodnak 25 - 30ºC tartományban, akkor idő előtt indulhat meg a mikrobiológiai romlás. A folyamatnak az elején sztreptokokkuszok térhódítása figyelhető meg, majd a biokémiai változások révén az anaerob viszonyok válnak egyeduralkodóvá, ez a klosztridiumoknak nyújt lehetőséget a szaporodásra. Ha az előhűtés nem elég gyors a vágás után, illetve a hús méreténél fogva, a belseje sokáig meleg, akkor ez a folyamat elegendő ahhoz, hogy meginduljanak a csont körüli rothadási folyamatok. (15 - 25ºC) A romlás előidézői rendzserint a klosztridiumok és bacilluszok Hosszan tartó közepes hőmérsékleten tárolt húsban elsősorban az anaerob mikroorganizmusok vannak többségben.

Fizikai romlás alatt értjük azokat a romlás típusokat, amelyek a hús állományának sajátos megváltozásával járnak együtt (pl. színromlás). A hosszan tartó tárolás hatására az izom redukálóképességének megszűnését eredményezi, ennek köszönhetően egyre inkább a barnás színű metmioglobin határozza meg a hús színét (KROPF 1993). A miofibrillumokat alkotó fonalak közötti távolságot csökkentheti az alacsony pH és magas hőmérséklet, ez a miozin denaturálódását idézi elő. Ezek a változások a fehérjék oldhatóságának csökkenésével a hús kivilágosodását eredményezhetik A folyamat az L* (világossági tényező) értékének növekedésében nyilvánul meg. A mioglobin bíborvörös színű pigment, nagyon alacsony parciális oxigén nyomás jelenlétében fordul elő. Kémiai állapotát tekintve lehet dezoximioglobin (bíborvörös), oximioglobin (cseresznyepiros) illetve metmioglobin (szürkés barnás), az oxidáció mértékétől függően. A különböző romlástípusok egy termékben vagy alapanagyban a legtöbb esetben együttesen jelentkeznek. Az élelmiszer tartósításánál olyan technológiákat kell alkalmazni, amelyek a nyersanyagot, a félkész vagy készterméket megvédik a romlási folyamatoktól. A tartósítási eljárás helyes kiválasztásánál akkor döntünk jól,ha nemcsak a romlástól óvjuk meg a kívánt terméket, vagy alapanyagot ,hanem ha képesek vagyunk az élvezeti értékét és tápanyag tartalmát is hosszabb ideig megőrizni. A fogyasztók az élelmiszerek minőségét táplálkozási tulajdonságaik és érzékszervi jellemzőik alapján ítélik meg (NORTON, SUN 2008). Az utóbbi évtizedekben élelmiszeripar területén a fogyasztói igények is jelentősen átalakultak a fogyasztók szokásai, életmódja változik - egyre tudatosabbak, és egyre inkább úgy vélik, hogy az élelmiszerek közvetlenül hozzájárulnak az egészségükhöz (SIRÓ et al. 2008). Ezzel jelenséggel magyarázható, hogy a minimálisan feldolgozott élelmiszerek iránti kereslet is jelentősen növekszik (BANSAL et al. 2015), A termékek fogyaszthatósági idejének növelésére több tartósítási eljárás is ismert. A nem-termikus kíméletes feldolgozási technológiák közé tartozik az aktív ultrahangos kezelés, a pulzáló elektromos térerő (PEF), , sugárzásos tartósítás, mikrohullám alkalmazása és a nagy hidrosztatikus nyomáskezelés (HHP) is. A

Fekete Zoltán DIPLOMAMUNKA

kíméletes kezelések során több területet kell megvizsgálni, többek között nem csak az élelmiszerbiztonságra, hanem a romlást előidéző folyamatokra, a fiziko-kémiai változásokra és tápérték tulajdonságokra is, ezeken a területeken a fejlesztések nagy kihívást jelentenek (DÁVILA-AVIÑA et al. 2015). A nagynyomású hidrosztatikai nyomáskezelés mint kíméletes technológia hatalmas lehetőségeket rejt magában az élelmiszeriparban és ezáltal az élelmiszerbiztonság javításában, a minőségmegőrzési idő növelésében és a romlási folyamatok gátlásában, miközben a nem sérülnek az érzékszervi jellemzők, megőrzik a friss, tartósítószermentes tulajdonságaikat. (CONSIDINE et al. 2008). A nagy hidrosztatikus nyomáskezelés olyan tartósító eljárása kíméletes technológiák között, mely baktérium és enzim inaktiválására képes, miközben a termék tápértékét, érzékszervi- és funkcionális tulajdonságait csak kis mértékben befolyásolja. A HHP kezelés hatására a fehérjék szerkezetében olyan változások mehetnek végbe, melyek kihathatnak a termék funkcionalitására is.

2.3.1. Bioaktív komponensek használata

A bioaktív hatóanyagok alkalmazása egyre nagyobb figyelmet kap tudományos körökben és az élelmiszergyártók körében egyaránt. Az illékony terpénekről, terpenoidokról és fenilpropanoidokról széles körben mutatták ki tartósító hatásukat: CARV, 1,8-cineol, eugenol, karvon, p-cimén, γ-terpinén, timol, fahéjaldehid, geraniol, mentol, chavicol, citrál, esztragol, terpineol, eugenil-acetát, geranil-aectát, citronellol és vanillin többféle élelmiszer esetében alkalmazható eredményesen (Bakkali et al., 2008; Hyldgaard et al., 2012; Jayasena & Jo, 2013; Oyedemi et al., 2010; Tiwari et al., 2009). A fenti bioaktív hatóanyagok közül számos esetben nem merül fel egészségkárosító hatással kapcsolatos aggály. Szerepelnek az Európa Tanács pozitív listáján, az Egyesült Államok Élelmiszer- és Gyógyszerügyi Hivatala (FDA) osztályozása szerint biztonságosnak minősülnek (GRAS - Generally Recognized as Safe), és az Európai Bizottság is regisztrálta őket aromaként s élelmiszer adalékanyagként (Bhavaniramya et al., 2019; López et al., 2007). Széleskörben alkalmaznak illóolajokat az élelmiszerek tartósítása céljából, és tanulmányozzák alkalmazhatóságukat önmagukban vagy más illóolajokkal és/vagy tartósítási eljárással kombinálva a húsok és húsipari termékek eltarthatóságának növelése érdekében is. Többek között az (oregánó, rozmaring, orvosi zsálya, kakukkfű, bazsalikom, citromfű, kurkuma, citromlevél, koriander, gyömbér, fokhagyma, szegfűszeg és édeskömény) esetében figyelték meg a friss húsok és húskészítmények eltarthatósági idejének növelő hatást, a lipid- és fehérjeoxidációt és elszíneződést gátló hatást, valamint a mikrobák szaporodására gyakorolt gátló hatást friss

Fekete Zoltán DIPLOMAMUNKA

húsok, darált hús és halak esetében (Djenane & Roncalés, 2018; dos Santos Rodrigues et al., 2017; Mohamed & Mansour, 2012; Shan et al., 2005; Sharma et al., 2017; Velasco & Williams, 2011; Wojdyło et al., 2007). Azonban a fentiek közül több illóolaj esetében az 1% koncentrációt meghaladó alkalmazás az érzékszervi jellemzők romlását eredményezheti az intenzív, nem kívánatos ízhatás következtében (Camo et al., 2008; Zinoviadou et al., 2009). Másrészről azonban bizonyos tényezők befolyásolhatják a tartósító hatást és csökkenthetik a bioaktív hatóanyagok stabilitását a húsban. A vízben való gyenge oldhatóság, az illékonyság és az erős íz kedvezőtlen érzékszervi hatással járhatnak, amely limitálja bizonyos illóolajok és bioaktív hatóanyagok alkalmazhatóságát (Bhavaniramya et al., 2019; Dias et al., 2013) Egyes bioakítv hatóanyagok reakcióba léphetnek a hús alkotórészeivel (tiolok, szulfhidril-csoportok, proteinek) (Nadarajah et al., 2005) vagy a hús zsírtartalma védőréteget alkothat a szennyező mikroorganizmuk körül vagy megkötheti a bioakítv anyag lipofil részét (Chacon et al., 2006). Az illóolajokhoz hasonlóan a bioaktív hatóanyagok önmagukban vagy más bioaktív anyagokkal és/vagy tartósítási módszerrel kombinálva egyaránt alkalmazhatók a húsokban, azonban fontos a megfelelő típusú bioaktív hatóanyag és annak koncentrációjának gondos kiválasztása (Burt, 2004). A bioaktív hatanyag alkalmazása során sok esetben egyetlen komponens nem eredményez megfelelő antimikrobás/antioxidáns hatást, ezért ajánlott alkalmazni többféle anyag kombinációját (Andrés et al., 2017). A bioaktív hatóanyagok táplálékkiegészítő összetevőként és erős antioxidánsként történő alkalmazása a húsban és az élelmiszerrendszerben a bioaktív komponensek tulajdonságaitól függ, mint például a hatékonyság alacsony koncentrációban, a termékbe beépíthető jó oldhatóság, kevesebb vagy semmilyen saját szag, íz vagy szín, amely megváltoztathatja a hús eredeti érzékszervi tulajdonságait, stabilak maradnak és képesek túlélni a feldolgozás során, további pozitív tulajdonságuk ,hogy olcsók és nem mérgezők (Kiokias et al., 2008).

2.3.2. Bioaktív komponensek bemutatása és hatásuk

Illóolajok és bioaktív komponensek kivonhatók különböző növényi részekből, így rügyekből, kéregből, magokból, levelekből, termésekből, tűlevelekből, fából, gyökerekből, gyógynövényekből és virágokból (pl. bazsalikom, kakukkfű, oregánó, fahéj, szegfűszeg, rozmaring, tea, zsálya, menta, gyömbér, majoránna és kömény), gyümölcsökből (pl. szőlő, gránátalma, datolya), zöldségekből (pl. brokkoli, burgonya, moringa, tök, kari, csalán, fokhagyma, hagyma) és természetesen előforduló polimerekből (kitozán). (Burt, 2004; Hyldgaard et al., 2012; Naveena et al., 2006; Rojas & Brewer, 2007; Shah et al., 2014;

Fekete Zoltán DIPLOMAMUNKA

Holley & Patel, 2005; Othman et al., 2019; Tiwari et al., 2009). Az illóolajok természetes, összetett, illékony vegyületek vagy növények másodlagos anyagcseretermékeinek kombinációi, amelyek terpénekből és fenilpropénekből állnak. Az illóolajok zsíroldékony, általában a víznél kisebb sűrűségű, aromás, illékony, intenzív illatú, többnyire színtelen folyadékok. Az illóolajok kinyerésére többféle módszer alkalmazható: fizikai műveletek úgy, mint extrakció, vízgőz-desztilláció, enfleurage, préselés, száraz-desztilláció, mikrohullámmal segített extrakció, azonban a legelterjedtebb módszer a vízgőzdesztilláció (Rubiolo et al., 2010). Ezek a növények leggyakrabban a mediterrán és közel-keleti területeken fordulnak elő és évszázadok óta alkalmazzák őket világszerte széleskörben élelmiszerek tartósításánál és főzésnél, továbbá gyógyászati, helyi érzéstelenítési célokra, de parfüm- és kozmetikaipari felhasználására is. (Burt, 2004; Dorman & Deans, 2000; Erkan et al., 2011). Közismertek széles spektrumú antiszeptikus, így virucid (Wu et al., 2010), antimikrobás tulajdonságaik, a penész és élesztőgombák szaporodását gátló hatásuk, a növények védekezőképességében betöltött szerepük (Bakkali et al., 2008; Chorianopoulos et al., 2008; Oussalah et al., 2007; Tajkarimi et al., 2010), antioxidáns (Brenes & Roura, 2010), parazitaellenes (George et al., 2009), gyógyászati (rákellenes szerek) (Suhail et al., 2011), rovarölő (Baser, 2008) és kozmetikai alkalmazási lehetőségeik (parfümök és bőrápolási termékek) (Naveed et al., 2013), valamint az állatok növekedését támogató hatásaik (Brenes & Roura, 2010) (Figure 9). Emellett alkalmazzák bebalzsamozásnál, élelmiszer-tartósításnál, az érzékszervi tulajdonságok megőrzéséhez (íz), fájdalomcsillapításra, nyugtatóként, görcsoldásra és gyulladáscsökkentésre is (Bakkali et al., 2008; Burt, 2004). Továbbá illékony vegyület-tartalmuknak köszönhetően (ketonok, aldehidek, aromás vegyületek) sikeresen alkalmazhatók aromaterápiás célokra, a mentális és fizikai stresszhatások csökkentésére. A kémiai összetételt és a bioaktív hatóanyag-tartalmat befolyásolhatja a növény felhasznált része, faja és alfaja, a kinyerési módszer, a termőterület földrajzi elhelyezkedése és a betakarítás időpontja (Rasooli, 2007).

2.3.3. Nagy hidrosztatikus nyomáskezelés (HHP) alkalmazása

A nagy hidrosztatikus nyomáskezelés (HHP) egy olyan kíméletes nem-termikus tartósító eljárás (GROSSI et al. 2016), melynek hatására részben vagy teljesen inaktíválódnak az élelmiszerben lévő mikroorganizmusok. A technológiát az élelmiszerek biztonságának növelésére, és minőségének hosszabb távú biztosítására használják (CONSIDINE et al. 2008; RENDUELES et al. 2011). A mikroorganizmusok inaktiválásával nagy mértékben övelhető a termék minőségmegőrzési ideje (MOREIRA et

Fekete Zoltán DIPLOMAMUNKA

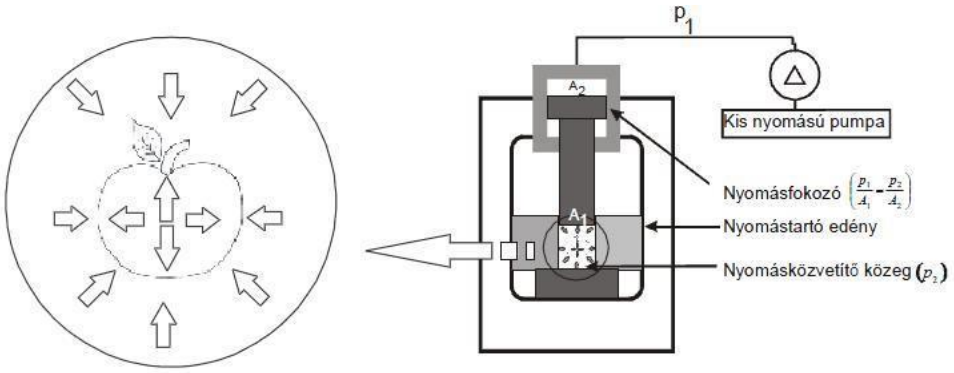
al. 2015). Számos előnye van más kíméletes technológiával szemben az élelmiszerbiztonság javítására. Környezeti vagy alacsonyabb hőmérsékleten is nyomáskezelhető az élelmiszer Nem befolyásolja az ízvegyületeket és a vitaminokat, a kovalens kötéseket nem módosítja. Legjelentősebb tulajdonsága a nyomáskezelésnek, hogy a hőkezeléshez képest kevésbé változtatja meg az élelmiszer minőségét (Simonin et al., 2012). A nagy hidrosztatikus nyomás hatását először a 19. század végén fedezték fel Bert Hite és mun-katársai 1899-ben. A tej nyomáskezeléssel (600 MPa) történő tartósítása volt a fő célja (Hite, 1899), a vizsgálatok sikerességét követően, 1914-ben a nyomáskezelés zöldségek és gyümölcsök eltarthatóságára gyakorolt hatását vizsgálta (Hite et al., 1914). Ezen sikeres kutatások után sajnos a 1980-as évekig csak csekély számú tanulmány készült. Az 1980-as évek közepén a nyomáskezelés újra nagyobb figyelmet kapott, mint a hőkezelés alternatív tartósítási módszere. 1992-ben, amikor Japánban piacra dobták az első nagy hidrosztatikus nyomással tartósított lekvárt, meghozta a kellő áttörést a technológia számára. (Knorr, 1993). A nagynyomású technológiát az elmúlt harminc évben élelmiszeripar több területén is bevezették. HHP-nek (High Hydrostatic Pressure) is nevezett eljárás a különböző élelmiszerek esetében sokoldalúan alkalmazható, essen szó szilárd, folyékony zöldség és gyümölcs készítményekről, húsipari termékekről vagy tengeri állatokról. Az élelmiszeripar főként húskészítmények, osztrigák, friss tintahal, kacsa máj, gyümölcslekvárok, gyümölcslevek, saláta öntetek, avokádó krém és készételek esetében alkalmazza (POLYDERA et al. 2003). A 2012-ben nyilvánosságra hozott Hiperbaric adatai alapján a 350 000 tonna feldolgozott élelmiszer nagy hidrosztatikai nyomással kezelt, ezek közül 28% növényi, 26% hús, 15% tenger gyümölcsei és hal, 14% gyümölcslevek és italok, 17% pedig az egyéb élelmiszer kategóriába tartozik (BELLO et al. 2014).

2.3.3.1. A HHP bemutatása

A XX. század vége óta a nagy hidrosztatikai nyomáskezelést a sikeres kíméletes tartósítási eljárások között tartják számon Ezen eljárással kapcsolatos kutatások és fejlesztések napjainkban is az élelmiszeripar területen kiemelt szerepet kap.

A hidrosztatikai nyomás a kezelt élelmiszerre azonnal és egész tömegében egyenletesen, izo-sztatikusan fejti ki hatását, ennek köszönhetően a hőkezeléses eljárásokkal szemben a HHP módszernél a kezelési idő hosszát nem befolyásolják az élelmiszer méretei. (1. ábra: Nagy hidrosztatikus nyomású kezelés működési elve (DALMADI 2006))

Fekete Zoltán DIPLOMAMUNKA

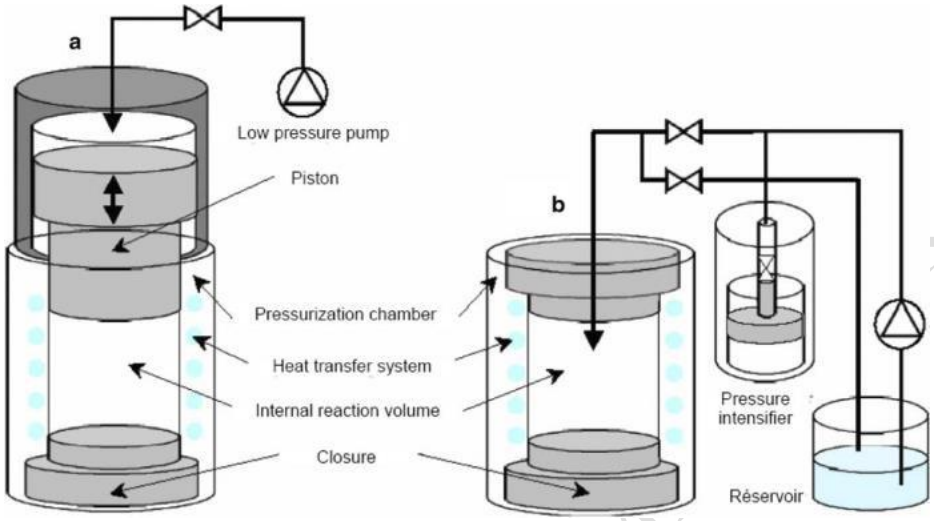


1. ábra: Nagy hidrosztatikus nyomású kezelés működési elve (DALMADI 2006)

A kezelőkamrában található nyomásközvetítő folyadék veszi körül a kezelni kívánt terméket, amely jellemzően víz, alkohol, glikol oldatok, nátrium-benzoát oldat, oldatok, esetleg ricinusolaj, szilikon olaj, vagy más olajos közeg lehet. A nyomás a kezelt élelmiszerekre a közvetítőközegek segítségével adódik át. (YALDAGARD et. al. 2008) Folyadékok estében, a kezelendő terméket közvetlenül a kamrába töltik, ebben az esetben nincs szükség közvetítő közegre (pl: Gyümölcslevek) A nagy hidrosztatikai nyomáskezelésre szánt termékeket leggyakrabban vákuumcsomagolják (RASTOGI et. al. 2007). Szilárd termékek esetében a kezelés csak csomagolt állapotban kivitelezhető, mivel nyomás nagyságának függvényében az élelmiszerek összenyomhatóságából adódóan térfogatuk először csökken, majd a nyomáscsökkentéskor az eredeti értékre nő vissza, a térfogatváltozáshoz károsodás nélkül alkalmazkodni képes anyagokat, jellemzően különböző többrétegű, rugalmas műanyag fóliákat alkalmaznak csomagoló anyagként. A nyomáskezelés hatására változás áll be a kezelt termék hőmérsékletében is. A nyomásemelés szakasza alatt növekvő hőmérséklet később az üzemi nyomás beálltával független az összenyomás mértékétől, amennyiben a termék és környezete közötti hőcsere mértéke elhanyagolható. Tökéletesen szigetelt (adiabatikus) rendszerben a nyomás csökkentésekor az élelmiszer hőmérséklete a kezdeti értékre térne vissza, azonban a gyakorlatban a termék kezelés utáni hőmérséklete a kompressziós szakasz során fellépő hőveszteség miatt kisebb a kezdeti hőmérsékletnél (PATAZCA et al 2007; RASANAYAGAM et al. 2003) A kezelés során végbemenő gyors felmelegedés és lehűlés, lehetőséget nyújthat a termékek nyomáskezeléssel egyidejű hőkezelésére és gyors visszahűtésére (PATAZCA et al 2007; RASANAYAGAM et al. 2003). Nagynyomású kezelő berendezés az alábbi fő részekből áll: nyomástartó edény és zárószerkezete, a nagy nyomást létrehozó berendezés, a hőmérsékletet szabályozó és az anyagmozgató rendszer (MERTENS 1995). A nyomástartó edényt kell odafigyeléssel kell megtervezni és legyártani, mivel az igen nagy nyomást gyakran és

Fekete Zoltán DIPLOMAMUNKA

huzamosabb ideig kell elbírnia, az edény fala nem törhet el vagy robbanhat szét esetleges bleset esetén. Ha repedés jelenik meg, azon keresztül kell távoznia a közvetítő folyadéknak a beavatkozásig vagy a nyomás kiegyenlítődéséig (CROSSLAND 1995). A nagy hidrosztatikai nyomás létrehozása közvetlen vagy közvetett úton történhet (2. ábra)



2. ábra: A nagy nyomás létrehozása közvetlen(a) és közvetett(b) úton (URRUTIA-BENET 2005).

A technológia folyamatos fejlődésen ment keresztül az elmúlt években, míg végül a berendezéseknek két fajtája terjedt el: a direkt (dugattyús) és az indirekt (szivattyús)

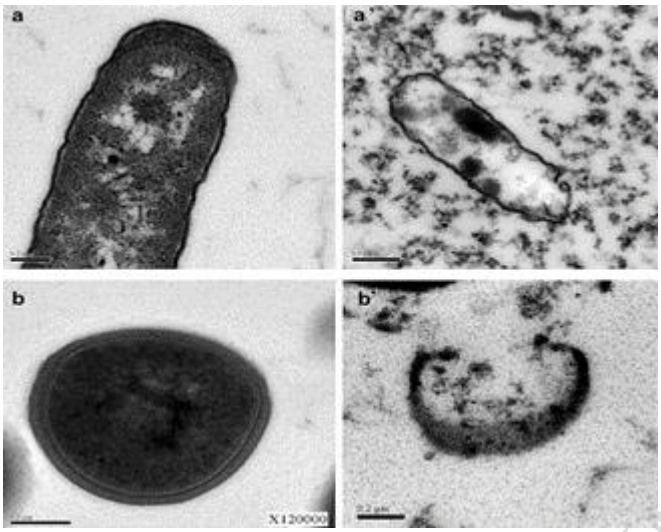
2.3.3.2. A HHP hatása a húsok mikrobiológiai állapotára

A nagy hidrosztatikus nyomáskezelés során a célja az élelmiszerekben jelenlevő nemkívánatos mikroorganizmusok inaktiválása. Az eljárás eredményes alkalmazását több fontos tényező meghatározza és befolyásolja, így az alkalmazott nyomás nagysága és időtartama, mikróbák fajtája és száma, a hőmérséklet és a kezelt élelmiszer fizikai és kémiai tulajdonságai (AYMERICH et al. 2000). A mikrobák fajtái és törzsei is különböző nyomástűréssel bírnak. A nyomással szemben a Gram-pozitív baktériumok rezisztensebbek, mint a Gram-negatívok, penészgombák és élesztők. A baktérium spórák állnak ellen leginkább a nyomáskezelésnek. Nagyban attól is függ a mikróbák érzékenysége, hogy szaporodásuk melyik fázisában éri őket a nagy nyomás. Az exponenciális szakaszban nagyobb érzékenységről számolnak be a szakirodalmi feljegyzések, mint a stacionárius vagy log fázisban (EARNSHAW 1995, PATTERSON et al.1995). Az antimikrobás hatást több ilyen együttes és egy időben történő változás okozza (YORDANOV, ANGELOVA 2010). Shimada és munkatársai (1993) megállapították, hogy a Saccharomyces cerevisiae sejteket sejtfala 400-500 MPa körüli nyomásértéknél kezd szétszakadozni. A sejtszervecskék igen

Fekete Zoltán DIPLOMAMUNKA

érzékenyek a nyomásra, a sejtmagot körülvevő membránt már 100 MPa nyomás károsítja, 400 MPa pedig az összes organellumot tönkreteheti. (1997-ben) Ludwig és Schreck Escherichia coli, Pseudomonas aeruginosa és Staphylococcus aureus változásait és alakját vizsgálták nagy nyomású kezelés mellet. Az eredmények alapján kiderült, hogy a kokkuszok jelentősen nyomástűrőbbek a pálca alakú baktériumoknál. Az élelmiszerek fizikai és kémiai tulajdonságai is befolyásolják az eljárás sikerességét. Alacsony pH értékek mellett a kezelés hatékonyabb mint, a semlegeshez közeli értékekhez képest. A mikrobák szaporodásának kedvez, ha a táptalajul szolgáló élelmiszer vízaktivitása magas, ez 0,98-1 körüli értéket jelent. Korábbi eredmények azt támasztják alá, hogy a nyomáskezelésnél az alacsonyabb vízaktivitású élelmiszerben nagyobb a mikrobák túlélési esélye. A 0,95-nél kisebb vízaktivitású terméknél a mirobák pusztulása visszaesik. A húsok esetében a tápanyagban gazdag közeg erősítheti a rezisztenciát a nyomáskezeléssel szemben. A szénhidrátok, lipidek és fehérjék mind erősítik az ellenálló képességet. Élelmiszerek nyomáskezelésekor az alkalmazott nyomás és hőmérséklet értékektől függően maradnak a termékben sérült, de életképes mikroba sejtek. Az 500 MPa nyomás történő kezelés a mikroorganizmusok fehérjeszintézisét gátolhatja és csökkentheti a mikrobiális riboszómák számát (HUANG et al. 2014). A 100 MPa nyomás a sejtfehérjék részleges denaturációját okozhatja, 200 MPa nyomás esetében pedig már a mikroorganizmus belső szerkezete és a sejtmembrán is károsodhat. A 300 MPa vagy a feletti nyomás esetében a mikroorganizmus visszafordíthatatlanul károsodhat, ennek következménye a sejthalál (MORALES et al. 2008, BELLO et al. 2014). A HHP kezelés hatása *E. coli* és *S. aureus* sejtek esetében a **3. ábrán** figyelhető meg (500 MPa 30 min).

Fekete Zoltán DIPLOMAMUNKA



3. ábra: E. coli és S. aureus sejtek nagy hidrosztatikai nyomáskezelés (500 MPa 30 min) előtt és után transzmissziós elektronmikroszkópia (TEM) alatt (YANG et al. 2012 nyomán).

A 3. ábra a és b részén a nyomáskezelés előtti felvételt példázza, a sejtfal és membrán ép, a citoplazma egységes. Az a' és b' felvételek a nyomáskezelés utáni állapot példázza, ahol a sejtek külső és belső alakja károsodott, aggregálódott a citoplazmatikus anyag

2.3.3.3. A HHP hatása a húsok színére

A húsok és húskészítmények egyik legfontosabb jellemzője a szín, amely döntő százalékban befolyásolja a fogyasztók vásárlási hajlandóságát (Faustman and Cassens, 1990). A húsok színét a mioglobin tartalom határozza meg, a szín stabilitását pedig a mioglobin oxidált formáinak jelenléte befolyásolja. Eszerint a mioglobin a mélyvörös, az oximioglobin a világosabb, élénkvörös, a metmioglobin pedig a szürkésbarna színért felelős. A mioglobin oxidációját befolyásolja a parciális oxigénnyomás, a szövetek oxigénfogyasztása, a pH, a hőmérséklet és a nyomás. A színt kialakító anyagok között van még a hemoglobin és a citokróm C is. (CHEFTEL, CULIOLI 1997, MANCINI 2005) A nyers hús színét jelentős mértékben képes befolyásolni a megnövekedett nyomás. A nyomáskezelés során fellépő fehérje denaturációnak köszönhetően az egyik leggyakoribb színváltozás a világossági tényező (L*) növekedése. 200 MPa nyomás felett már megfigyelhető, amelyről számos vizsgálati eredmény és publikáció született. Beltran et al., 2004; Del Olmo et al., 2010; Marcos, 2014; Tintchev et al., 2013). 1993-ban Carlez és kollégái 10°C-on 10 percig tartó nyomáskezelést alkalmazva. darált marhahús színváltozását mérték és vizsgálták. A kezelések során azt tapasztalták, hogy 250-300 MPa közötti nyomás hatására a hús világosabbá, rózsaszínes árnyalatúvá vált, ami a világossági tényező

Fekete Zoltán DIPLOMAMUNKA

növekedésével magyarázható. 200MPa felett a mioglobin aránya szignifikánsan csökkent 400-500 MPa nyomásértéknél megjelent az inkább a főtt húsra jellemző, szürkés-barna szín,ami a vörös színtényező csökkenésével hozható összefüggésbe. 400-500 MPa nyomáson a metmioglobin aránya nőtt az oximioglobin aránya csekélynek bizonyult. Az L* értékének növekedése és a hús kifehéredése között párhuzam vonható, amit csirkehús tekintve 400 MPa, 5-10°C kezelésnél (Beltran et al., 2004; Del Olmo et al., 2010), sertéshúsnál 200 MPa, 20°C (Korzeniowski et al., 1999), marhahúsnál pedig szintén 200 MPa nyomáson és 10°C hőmérsékleten jegyeztek fel (Marcos et al., 2010). A hús kifehéredése a fehérje koagulációját eredményezi, a szarkoplazma és a mio-fibrilláris fehérjék elvesztik oldhatóságukat (Goutefongea et al., 1995), illetve a mioglobin denaturációjával, amely során a mioglobinban lévő hem csoport elmozdul a helyéről vagy teljesen ki-szabadul belőle (Carlez et al., 1995). 400-500 MPa nyomáson és afelett a hús vörös színezete jelentősen csökken, szürkés-barnás, főtt húsra jellemző színt vesz fel (Tintchev et al., 2010). Jung et al. (2003) marhahús 50-600 MPa, 10°C, 5 perc kezelése során feljegyezték, hogy 300-350 MPa nyomásig a hús vörös színezete nő, efölötti nyomás esetén azonban jelentősen csökken. Az a* növekedését azzal magyarázzák, hogy 300 MPa alatti nyomás hatására a szürke színű metmioglobin redukálásáért felelős enzimrendszer aktiválódik, eltolva így a pigmentformák arányát az oximioglobin, és mioglobin irányába, amelyek piros színűek. Carlez et al. (1995) és Marcos et al. (2010) az a* értékével Bár a nyomáskezelések szemmel is látható elváltozásokat okoznak a nyers húsok színében, ezek az elváltozások hőkezelés vagy főzés után nagymértékben csökkennek (Gola et al., 2000; Mor-Mur and Yuste, 2003). A hús vákuumcsomagolása oxigénmegkötővel vagy a hús nátrium-nitrittel (NaNO2) és sóval (NaCl) való kezelése részben védi a húst az elszíneződéstől az 500 MPa nyomás alatti kezelések során (Carlez et al., 1995; Cheftel and Culioli, 1997). A húsok elszíneződését okozó reakciók, a mioglobin denaturációja vagy oxidációja, nagyobb mértékben függ a nyomás nagyságától, mint a kezelés időtartamától (Del Olmo et al., 2010; Jung et al., 2003; Tintchev et al., 2010).

2.3.3.4. A HHP hatása az állományra és a húsfehérjékre

A nagy hidrosztatikus nyomás a fehérjék szerkezetében reverzibilis és irreverzibilis változásokat eredményezhetnek, amiből egyenes következménye a denaturáció, aggregáció vagy gélképződés. A húsok szobahőmérsékleten vagy kisebb hőmérsékleten történő nyomáskezelését követően a miofibrillumokban keményedést okoz A változás összefügg az alkalmazott nyomással, (Iwasaki et al., 2006). irreverzibilis szerkezeti változásokra

Fekete Zoltán DIPLOMAMUNKA

vezethetők vissza (Scheibenzuber et al., 2002). A nagy összetett fehérjék kifejezettem nyomásérzékenyebbek az egyszerű fehérjékhez képest. Ennek oka, hogy a fehérjék harmadlagos és negyedleges szerkezetét biztosító nem kovalens kötések már 100-300 MPa nyomás hatására módosulhatnak. A másodlagos szerkezetért felelős hidrogénkötés kevésbé érzékenyek, esetükben csak igen magas nyomás mellet lép fel irreverzibilis változás, a kovalens kötésekre pedig nem hat a nagy nyomás, ezért az elsődleges szerkezet nem károsodik (HENDRICKX et al. 1998). A nagynyomású kezelés a húsok és húskészítmények esténe is jól alkalmazható az állomány javításra. A 150 MPa körüli nyomáson végzett enyhe hőkezeléssel kiküszöbölhető a hidegrövidülés okozta rágósság. 100-200 MPa-on a pre-rigor állapotú hús puhítható. A magasnak számító 500 MPa körüli nyomáson nem szükséges hőkezelés a hús megpuhításához, de hátránya, hogy jelentős színváltozással kell számolni. A húspuhítás ezen fajtája előnyös a fehér és füstölt húsoknál, mert ezeknél a kezelés nem jár nemkívánatos elszíneződéssel. (OHMORI et al. 1991, SUZUKI et al. 1990) A sertés (Cheah and Ledward, 1996; Fernández-Martín et al., 1997), a marha (Chapleau and de Lamballerie-Anton, 2003; Ma and Ledward, 2004) és a szárnyasok húsa között (Fernández-Martín, 2007; Zamri et al., 2006). a termoanalitikai vizsgálatok alapján, a melegvérű állatok húsfehérjéi ellenállóbbak a nyomással szemben, mint a hidegvérű állatoké. A madarak (baromfik) és az emlősök (sertés, marha, juh stb.) húsfehérjéinek nyomás stabilitása között nem figyelhető meg szignifikáns különbség.

Fekete Zoltán DIPLOMAMUNKA

3. Anyag és módszer

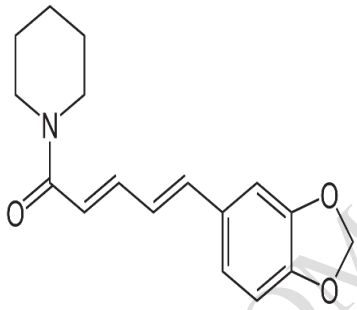
3.1. A kísérleti alapanyagok (hús, bioaktív komponens)

Méréseim alapanyagául nyers sertés rövidkaraj szeletek szolgáltak, melyeket a Spar Magyarország kereskedelmi Kft. Bicskei Húsüzeme biztosított a részemre. Ezen sertés húsrész kiválasztásának oka, hogy viszonylag homogén izomszerkezetének és metszéslapjának köszönhetően a húsrészek közül az egyik legkedvezőbb a több paraméter és komponens változtatásával történő párhuzamos mérések esetén. A mérések szempontjából lényeges volt, hogy a minták geometriai méretei azonosak legyenek. Ennek érdekében a húst egyenlő vastagságú, 2 cm vastagságú szeletekre vágtam fel. Nagy fontosságú volt, hogy a minták friss vágóállat húsából származzanak a mikrobiológia és pH (pH 5,56 ± 0,02) vizsgálatok szempontjából. A dolgozatom címében meghatározott kombinált tartósítás hatásvizsgálatának elvégzéséhez magyaros és zöldfűszeres ízesítésű marinádokat használtam, amelyeket szintén a Spar Magyarország Kereskedelmi Kft. Bicskei Húsüzeme biztosított a részemre. Ezen ízesítésű marinádok felhasználásával készült előre csomagolt szeletelt termékek a Spar üzletlánc polcain egész évben elérhetők a fogyasztók számára. Méréseim további lépéseiben kívántam vizsgálni a bioaktív hatóanyagok által a sertéshúsokban kifejtett mikrobagátló hatást. Bioaktív komponensként piperint (94-62-2) használtam, amely a bors fő hatóanyaga.

Fekete Zoltán DIPLOMAMUNKA

1. kép: Almi fűszeres marinád

2. kép: Szeletelt sertés rövidkaraj



4. ábra: Piperin szerkezeti képlete

3.2. A kísérlet kivitelezése

A mérések elvégzésére a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem Élelmiszertudományi és Technológiai Intézetének, Állatitermék és Élelmiszertartósítási Technológia Tanszékén került sor. A kísérleti nyomáskezeléseket az SKC Consulting Kft., Lengyeltóti telephelyén végeztem (8693) Lengyeltóti 193/2 hrsz) egy Hiperbaric 135 (Hiperbaric, Burgos, Spanyolország) (5. ábra) nagyhidrosztatikus nyomáskezelő berendezésben.

Fekete Zoltán DIPLOMAMUNKA

5. ábra: Hiperbaric 135 nagy hidrosztatikus nyomáskezelő berendezés (forrás:https://www.hiperbaric.com)

Első lépésben a 2 cm vastagságú szeletelt rövidkaraj mintákat öt részre osztottam. Egy részt elkülönítettem a kiindulási kontroll vizsgálatokhoz. A mintákon 3-3 párhuzamos mérésen keresztül szín, pH és állománymérést, illetve az eltarthatósági idő modellezésére mikrobiológiai vizsgálatokat végeztem a 0. mérési napon. A fennmaradó karaj mintákat a 3.1 kísérleti alanyagok fejezetben taglalt zöldfűszeres és magyaros marináddal vontam be az adagolási útmutató alapján 10%-os adagolási mennyiségben a hús tömegére számítva. A különböző ízesítésű mintákat két csoportra osztottam. Ez alapján a bioaktív hatóanyag hozzáadásával készült mintákat (BA+), a bioaktív hatóanyag hozzáadása nélkül készített mintákat pedig (BA-) jelöléssel láttam el. A bioaktív hatóanyagot tekintve (BA+) mindkét marinálás esetén piperint (feketebors kivonat) alkalmaztam, melyet a karajszeletek kimérése előtt a fűszeres marinádokban homogénre kevertem. A felhasznált piperin mennyisége minden esetben 5 ppm volt. A keverési és elegyedési fázis fontos tényező a vizsgálatok szempontjából, hiszen korábbi kutatások rávilágítottak arra a tényre, hogy a bioaktív hatóanyagok olajos közegben elegyednek a legjobban és fejtik ki hatásukat. Az elkészített mintákat vákuumtasakokba csomagoltam. Kísérleteim következő fázisában a négy csoportra osztott mintákat 300, 450 és 600 MPa nyomáskezelésnek vetettem alá. A kezelési idő minden egyes minta esetében 5 perc, a kezelési hőmérséklet pedig szobahőmérséklet volt. A különböző nyomáskezeléseket piperin hozzáadásával és hozzáadása nélkül készített minták estén is elvégeztem. Kontroll mintaként a nyomáskezelés nélkül készített BA- és BA+ marinált húsok szolgáltak. A nyomáskezeléseket követően öt mérési napon (0., 4., 8., 12., 14. nap) végeztem méréseket a húsokon, ahol 0. nap a nyomáskezelés napját jelenti).

Fekete Zoltán DIPLOMAMUNKA

1. táblázat Kísérleti mátrix

NYOMÁS ÉRTÉKE	0 MPa	300 MPa	450 MPa	600 MPa
ZÖLDFŰSZERES MARINÁD 10%		BA+	BA+	BA+
		BA-	BA-	BA-
MAGYAROS MARINÁD 10%		BA+	BA+	BA+
		BA-	BA-	BA-

3. kép: Zöldfűszers minták (BA-) 0-300-450-600MPa

4. kép: Zöldfűszeres minták (BA+) 0-300-450-600MPa

5. kép: Magyaros minták (BA-) 0-300-450-600MPa

6. kép: Magyaros minták (BA+) 0-300-450-600MPa

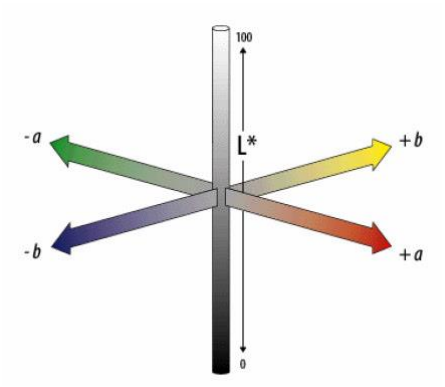
3.3. Mérési módszerek

Az elkészített mintákon a tárolásuk során az alábbi méréseket végeztem el.

3.3.1. Színmérés

Színmérésemhez MINOLTA CR-400 (Minolta Co. Ltd., Osaka, Japán) típusú színmérő készüléket használtam. Reflexiós színmérés során a készülék által megadott három adat az L*, a* és b* melyek segítségével lehet következtetni a minták színére és színváltozására. Az L*a világossági tényező, mely 0 és 100 közötti értéket vehet fel. Az

a* értékei a vörös-zöld színezet, míg b* a sárga-kék színezet jellemzői. A méréseket szobahőmérsékleten mellett végeztem, a húsok csomagolásán keresztül. A mérések előtt a műszer kalibrációját fehér etalon próbatesten végeztem a csomagolásra használt vákuumfólián keresztül. Kísérleteim során minden minta esetén 3-3 párhuzamos mérést végeztem el.

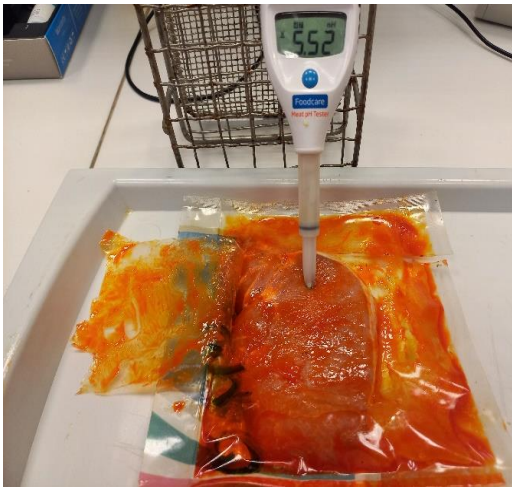


6. ábra: CIELAB színtér értelmezése

7. ábra: Minolta cr-400 típusú színmérő készülék

3.3.2. pH mérés

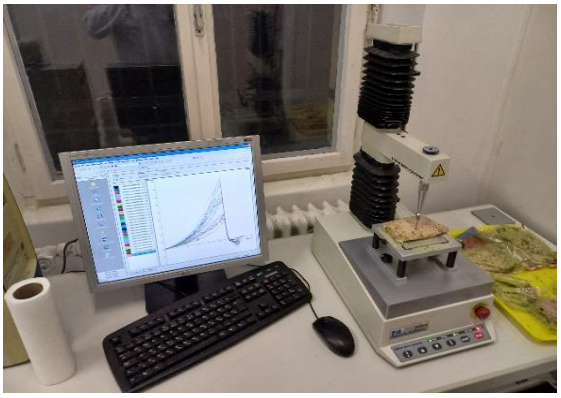
Az előkészített húsok és húskészítmények tárolása és eltarthatósága szempontjából jelentős pH értéket Hanna típusú, hőmérséklet kompenzációs műszerrel mértem A pH méréséhez a húsokat szobahőmérsékletre temperáltam. A pH meghatározását 3-3 párhuzamos méréssel végeztem.

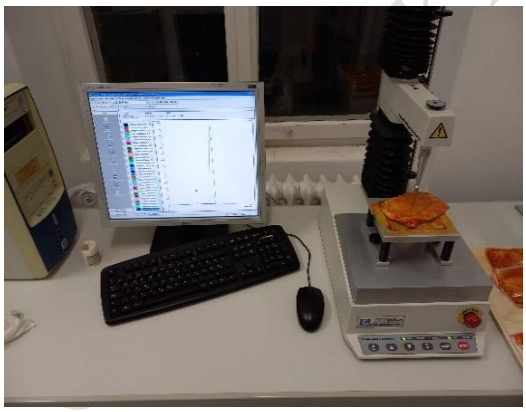


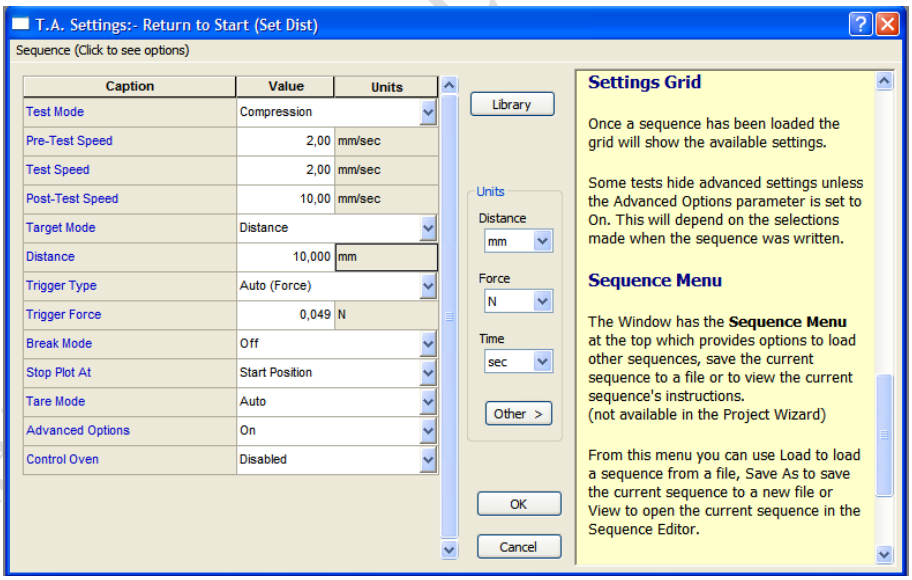
7. kép: HI9810362 HALO 2 pH teszter a húsáruk vizsgálatához (forrás: Hannainst.hu

3.3.3. Állománymérés

Méréseimet a tanszéken található TA-XTplus állományvizsgáló készüléket kisméretű minták állományvizsgálatára fejlesztették ki. Kis deformációk (0,1 mm) mérése csak megfelelően rögzített rendszerben lehetséges. A készülék mind kézi, mind számítógépes vezérléssel működtethető. Az állománymérését az egész hússzeleteken végeztem, tű alakú mérőfejjel **(8. kép).** A mérés során használt beállítások szintén a 8. képen láthatók.







8.kép: TA-XT plus állományvizsgáló készülék és a hozzá tartozó 2mm-es állomérő tű alakú mérőfej, valamint a mérési beállítások (saját kép)

3.3.4. Mikrobiológia

A tárolás során a húsok anaerob összcsíraszámát külső akkreditált laboratórium határozta meg az MSZ EN ISO 7937-2005 szabvány alapján.

3.4. Értékelési módszerek (varianciaanalízis, ANOVA)

A szín, pH és állománymérés eredményeit IBM SPSS 22 programban varianciaanalízissel (ANOVA) elemeztem, $p<0,05$ szignifikancia szint mellett. A vizsgált tényezők (fix faktorok) a nyomáskezelés (0; 300; 450 és 600 MPa), a bioaktív komponens (BA+, BA-) és a tárolási idő voltak. A csoportok közötti különbséget pedig Tukey HSD teszttel értékeltem.

Fekete Zoltán DIPLOMAMUNKA

4. Eredmények értékelése

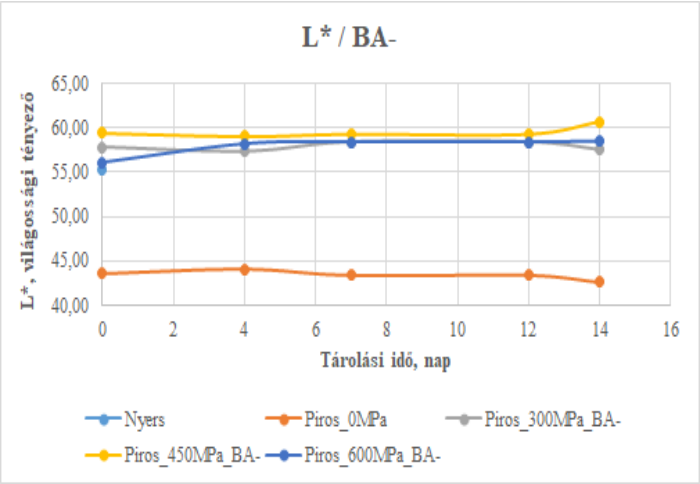
Dolgozatom ezen fejezetben szeretném bemutatni, hogy az különböző ízesítésű marinádd bevont, előre meghatározott nyomásértékeken, bioaktív komponenssel kezelt vagy kezeletlen szeletelt rövidkaraj minták estében és a vizsgált mérési napok során milyen változások figyelhetők meg a szín, -pH, -állomány és mikrobiológiai eredményekben.

4.1. Színmérés eredményei

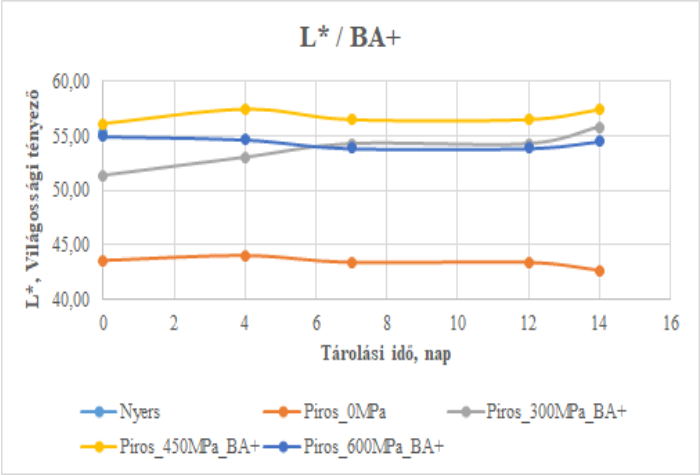
4.1.1. Magyaros ízesítésű sertés rövidkaraj minták színmérés eredményei

Méréseim eredményei alapján a nyomás növelése jelentősen befolyásolta a L* világossági tényező értékeit. A nyomás növelésével az L* értékei is növekvő tendenciát mutattak. A húsminták L* értékét a nyomás nagysága és a bioaktív komponens is szignifikánsan befolyásolta (p=0,000), ezen megállapításimat az L* világossági színtényező varianciaanalízis eredményei is alátámasztják. **(2. táblázat)**. A két paraméter között nem volt kölcsönhatás. A tárolási idő nem mutatott szignifikáns eredményeket. A nyomáskezelés nélküli mintákhoz képes a nyomáskezelt minták szignifikánsan világosabban lettek, ennek oka a nyomáskezelés hatására kialakult fehérjedenaturáció. Vizsgálataimmal egybevágó eredményeket kapott több szerző is, miszerint a húsok L* értékének növekedése az egyik leggyakoribb színváltozás, jellemzően 200MPa vagy afeletti nyomáskezelések esetén figyelték meg (Beltran et al., 2004; Del Olmo et al.,2010; Marcos et al., 2010; Tintchev et al., 2010) A bioaktív komponens hozzáadása nélkül készített minták L* értékei jelentősen nagyobbak voltak, mint a bioaktív komponens hozzáadásával készült mintáké. A legnagyobb L* értékeket 450 MPa nyomáson kezelt minták adták a bioaktív komponens jelenlététől függetlenül. A bioaktív komponens jelenléte jól láthatóan visszaszorítja a húsminták L* értékeinek növekedését.

Fekete Zoltán DIPLOMAMUNKA



8. ábra: A 0-300-450-600 MPa nyomáson kezelt, bioaktív komponens hozzáadása nélkül készült magyaros ízesítésű sertés rövidkaraj minták L* világossági tényező értékének változása a tárolási idő függvényében



9. ábra: A 0-300-450-600 MPa nyomáson kezelt, bioaktív komponens hozzáadásával készült magyaros ízesítésű sertés rövidkaraj minták L* világossági tényező értékének változása a tárolási idő függvényében

Fekete Zo MUNKA

2. táblázat: L* világossági tényező értékeinek varianciaanalízise magyaros ízesítésű szeletelt rövidkaraj minták esetén

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: L*

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	5419,913[a]	34	159,409	12,663	,000
Intercept	586256,961	1	586256,961	46570,906	,000
tárolásiidő	22,111	4	5,528	,439	,780
Nyomás	5275,868	3	1758,623	139,701	,000
BA	535,359	1	535,359	42,528	,000
tárolásiidő * Nyomás	33,144	12	2,762	,219	,997
tárolásiidő * BA	5,968	4	1,492	,119	,976
Nyomás * BA	13,750	2	6,875	,546	,580
tárolásiidő * Nyomás * BA	56,342	8	7,043	,559	,810
Error	2202,984	175	12,588		
Total	638783,628	210			
Corrected Total	7622,897	209			

a. R Squared = ,711 (Adjusted R Squared = ,655)

L*

Tukey HSD[a,b]

tárolási idő	N	Subset 1
0	42	54,2052
4	42	54,8462
7	42	54,8819
12	42	54,8819
14	42	55,2984
Sig.		,621

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
Based on observed means.
The error term is Mean Square (Error) = 12,588.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 42,000.

b. Alpha = ,05.

L*

Tukey HSD[a,b,c]

nyomás	N	Subset 1	2	3
0MPa	30	43,4262		
300MPa	60		55,8228	
600MPa	60		56,1439	
450MPa	60			58,1996
Sig.		1,000	,971	1,000

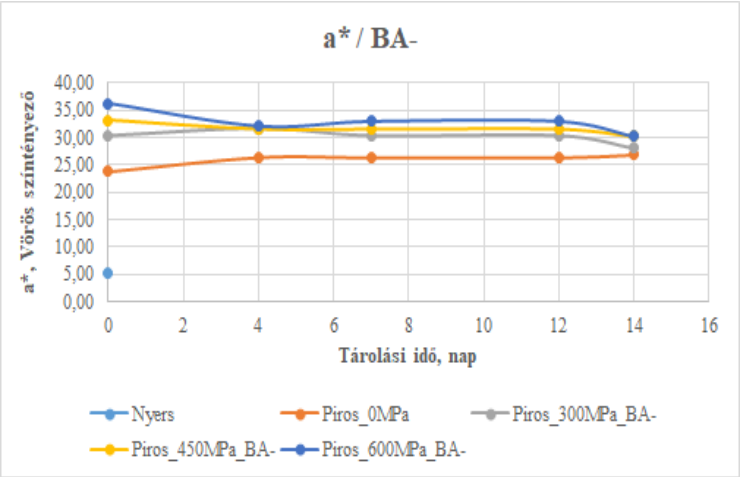
Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
Based on observed means.
The error term is Mean Square(Error) = 12,588.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 48,000.

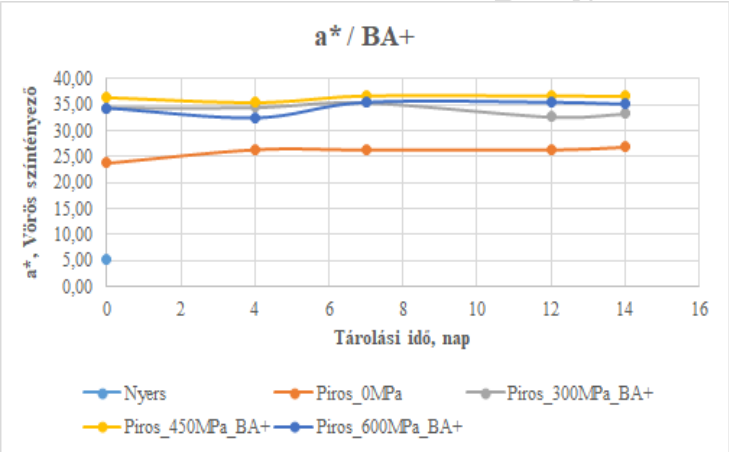
b. The group sizes are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used. Type I error levels are not guaranteed.

c. Alpha = ,05.

Az a* vörös színtényező értékeit vizsgálva megállapítottam, hogy nyomáskezelt és bioaktív komponenssel kezelt minták mutattak szignifikáns változást (p=0,000). A tárolási idő ebben az esetben sem bizonyult meghatározó tényezőnek (p=0,863). Az észrevételeimet az a* értékeinek varianciaanalízise támasztja alá **(3. táblázat)** A nyomás növelésével az a* értéke szignifikánsan növekedett a nyomáskezeletlen mintákhoz képest, azonban a különböző nyomásértékeken kezelt húsminták között nem mutatkozott szignifikáns különbség az a*vörös színtényezőre nézve, a tárolási idő egyik időpontjában sem. A bioaktív komponenssel kezelt minták jelentősen nagyobb a* értékeket mutattak a bioaktív komponens elhagyása nélkül vizsgált mintákéhoz képest.



10. ábra: A 0-300-450-600 MPa nyomáson kezelt, bioaktív komponens hozzáadása nélkül készült magyaros ízesítésű sertés rövidkaraj minták a* vörös színtényező értékének változása a tárolási idő függvényében



11. ábra: A 0-300-450-600 MPa nyomáson kezelt, bioaktív komponens hozzáadásával készült magyaros ízesítésű sertés rövidkaraj minták a* vörös színtényező értékének változása a tárolási idő függvényében

Fekete Zoltán MUNKA

3. táblázat: Az a* vörös színtényező értékeinek varianciaanalízise magyaros ízesítésű szeletelt rövidkaraj minták esetén

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: a*

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	2406,075[a]	34	70,767	3,739	,000
Intercept	208530,051	1	208530,051	11016,352	,000
tárolásiidő	24,408	4	6,102	,322	,863
Nyomás	818,746	3	272,915	14,418	,000
BA	552,616	1	552,616	29,194	,000
tárolásiidő * Nyomás	163,659	12	13,638	,720	,730
tárolásiidő * BA	76,911	4	19,228	1,016	,401
Nyomás * BA	73,497	2	36,749	1,941	,147
tárolásiidő * Nyomás * BA	37,424	8	4,678	,247	,981
Error	3312,599	175	18,929		
Total	224395,217	210			
Corrected Total	5718,674	209			

a. R Squared = ,421 (Adjusted R Squared = ,308)

a*

Tukey HSD[a,b]

tárolási idő	N	Subset 1
14	42	31,5358
4	42	32,0524
12	42	32,3416
0	42	32,6949
7	42	32,7226
Sig.		,722

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
Based on observed means.
The error term is Mean Square (Error) = 18,929.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 42,000.

b. Alpha = ,05.

a*

Tukey HSD[a,b,c]

nyomás	N	Subset 1	Subset 2
0MPa	30	26,0084	
300MPa	60		32,1433
600MPa	60		33,7701
450MPa	60		34,0255
Sig.		1,000	,151

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
Based on observed means.
The error term is Mean Square(Error) = 18,929.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 48,000.

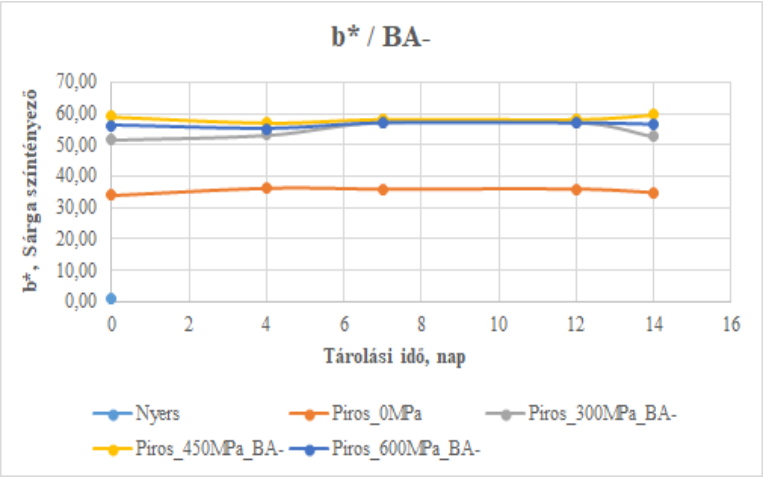
b. The group sizes are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used. Type I error levels are not guaranteed.

c. Alpha = ,05.

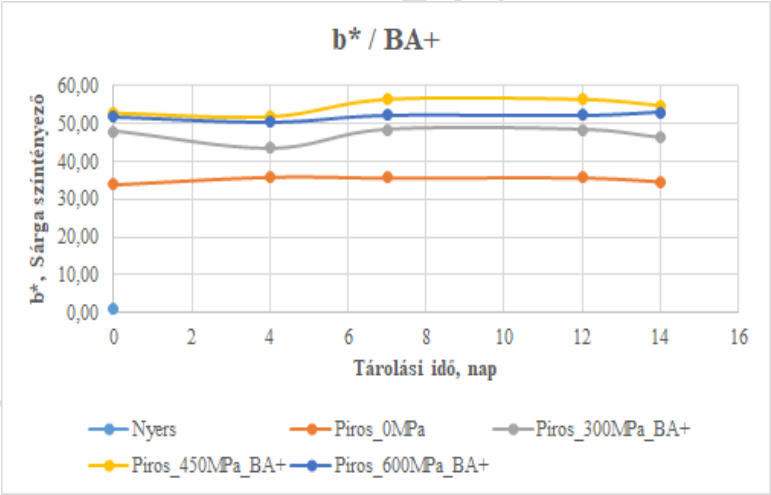
A b* sárga színtényező értékeinek változásában a tárolási idő, a nyomás értékek és a bioaktív komponens jelenléte is meghatározó tényezőknek bizonyultak, amit a varianciaanalízis eredményei is jól példáznak (p=0,000 és p=0,032) **(4. táblázat)** A bioaktív hatóanyaggal kezelt mintákról továbbá elmondható, hogy a tárolási idő előrehaladtával a b*sárga színtényező értékei nagymértékben növekedtek a kiindulási mintákhoz képest A kezelés során a nyomás növelésével a b*sárga színtényező értéke növekvő tendenciát mutatott.

A bioaktív hatóanyag hozzáadása nélkül készült minták b* sárga színtényező értékeit vizsgálva, megállapítottam, hogy szignifikánsan nagyobb értékeket mutattak a bioaktív hatóanyag hozzáadásával készült mintákéhoz képest. Továbbá a komponens elhagyása nélkül készített minták nyomásértékei között nincs szignifikáns különbség a b* értékeket nézve. Tehát ebben az esetben is a bioaktív komponens pozitív hatást gyakorolt a minták

megjelenésére. A komponens jelenlététől függetlenül a legnagyobb b* értékeket 450 MPa nyomáson mértem.



12. ábra: A 0-300-450-600 MPa nyomáson kezelt, bioaktív komponens hozzáadása nélkül készült magyaros ízesítésű sertés rövidkaraj minták b* sárga színtényező értékének változása a tárolási idő függvényében



13. ábra: A 0-300-450-600 MPa nyomáson kezelt , bioaktív komponens hozzáadásával készült magyaros ízesítésű sertés rövidkaraj minták b* sárga színtényező értékének változása a tárolási idő függvényében

4. táblázat: Az b* sárga színtényező értékeinek varianciaanalízise magyaros ízesítésű szeletelt rövidkaraj minták esetén

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: b*

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	11622,931[a]	34	341,851	19,973	,000
Intercept	499796,367	1	499796,367	29201,738	,000
tárolásiidő	184,976	4	46,244	2,702	,032
Nyomás	11081,278	3	3693,759	215,816	,000
BA	1259,063	1	1259,063	73,564	,000
tárolásiidő * Nyomás	96,839	12	8,070	,472	,929
tárolásiidő * BA	14,454	4	3,613	,211	,932
Nyomás * BA	100,621	2	50,311	2,940	,056
tárolásiidő * Nyomás * BA	107,535	8	13,442	,785	,616
Error	2995,177	175	17,115		
Total	562254,104	210			
Corrected Total	14618,108	209			

a. R Squared = ,795 (Adjusted R Squared = ,755)

b*

Tukey HSD[a,b]

tárolási idő	N	Subset 1	Subset 2
4	42	49,5650	
0	42	50,4604	50,4604
14	42	51,0884	51,0884
7	42		52,1094
12	42		52,1094
Sig.		,444	,362

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
Based on observed means.
The error term is Mean Square(Error) = 17,115.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 42,000.

b. Alpha = ,05.

b*

Tukey HSD[a,b,c]

nyomás	N	Subset 1	Subset 2	Subset 3	Subset 4
0MPa	30	35,1932			
300MPa	60		50,6321		
600MPa	60			54,1350	
450MPa	60				56,3692
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000

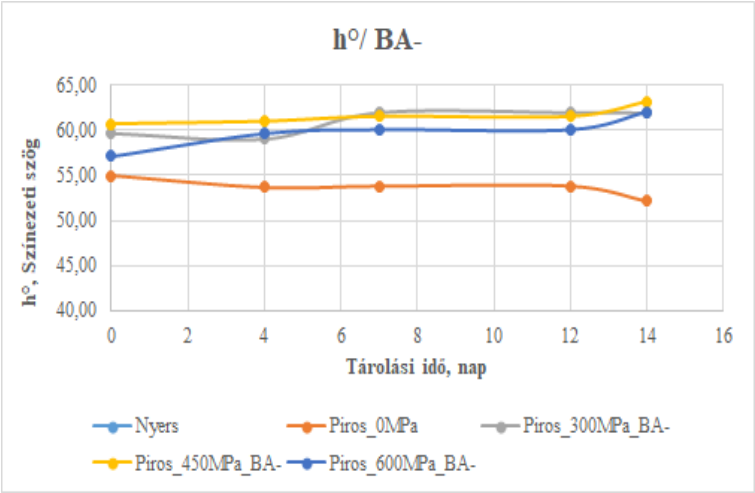
Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
Based on observed means.
The error term is Mean Square(Error) = 17,115.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 48,000.

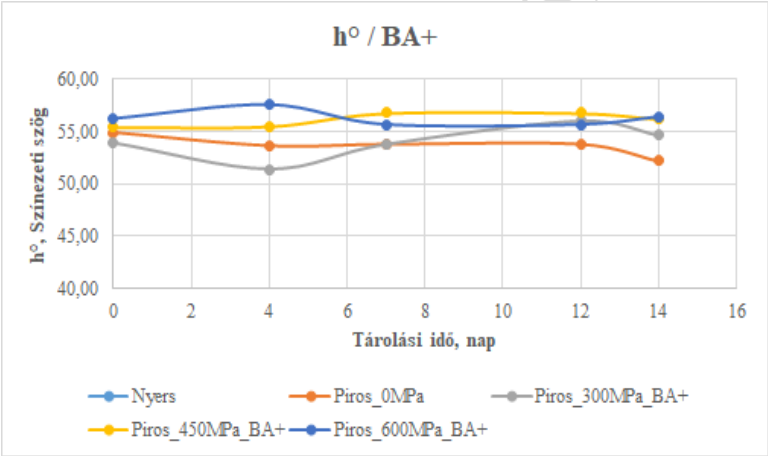
b. The group sizes are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used. Type I error levels are not guaranteed.

c. Alpha = ,05.

A h° (színezeti szög) értéke megmutatja, hogy mennyire vörös árnyalatúak a vizsgálataim során mért minták. A számítás alapján (arctg=b*/a*); minél közelebb van az érték nullához, annál vörösebb. Minél közelebb van a +90°-hoz annál sárgább, ha -90°-hoz, akkor pedig kékebb árnyalatú. A vörös színezetet kifejező h értékeket vizsgálva, a nyomás és bioaktív komponens hatása bizonyult szignifikánsnak(p=0,000) A tárolási idő nem meghatározó tényező (p=0,745) **(5. táblázat)** A nyomáskezelt minták jelentősen vörösebb árnyalatúak voltak, mint a kontroll minták. A bioaktív komponens hozzáadása nélkül készült minták szignifikánsan vörösebb árnyaltúak, mint bioaktív komponens hozzáadásával készült minták.



14. ábra: A 0-300-450-600 MPa nyomáson kezelt, bioaktív komponens hozzáadása nélkül készült magyaros ízesítésű sertés rövidkaraj minták h° színezeti szög értékének változása a tárolási idő függvényében



15. ábra: A 0-300-450-600 MPa nyomáson kezelt, bioaktív komponens hozzáadásával készült magyaros ízesítésű sertés rövidkaraj minták h° színezeti szög értékének változása a tárolási idő függvényében

5. táblázat: A h° színezeti szög értékeinek varianciaanalízise magyaros ízesítésű szeletelt rövidkaraj minták esetén

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: h

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	2201,314[a]	34	64,745	3,309	,000
Intercept	651954,216	1	651954,216	33322,923	,000
tárolásiidő	38,109	4	9,527	,487	,745
Nyomás	1196,695	3	398,898	20,389	,000
BA	1276,399	1	1276,399	65,240	,000
tárolásiidő * Nyomás	157,028	12	13,086	,669	,780
tárolásiidő * BA	34,057	4	8,514	,435	,783
Nyomás * BA	95,480	2	47,740	2,440	,090
tárolásiidő * Nyomás * BA	34,551	8	4,319	,221	,987
Error	3423,829	175	19,565		
Total	699396,965	210			
Corrected Total	5625,143	209			

a. R Squared = ,391 (Adjusted R Squared = ,273)

h

Tukey HSD[a,b]

tárolási idő	N	Subset 1
4	42	56,8331
0	42	56,8561
7	42	57,6466
12	42	57,9711
14	42	58,0811
Sig.		,696

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
Based on observed means.
The error term is Mean Square (Error) = 19,565.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 42,000.

b. Alpha = ,05.

h

Tukey HSD[a,b,c]

nyomás	N	Subset 1	Subset 2
0MPa	30	53,6661	
300MPa	60		57,4499
600MPa	60		58,0380
450MPa	60		58,8506
Sig.		1,000	,409

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
Based on observed means.
The error term is Mean Square(Error) = 19,565.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 48,000.

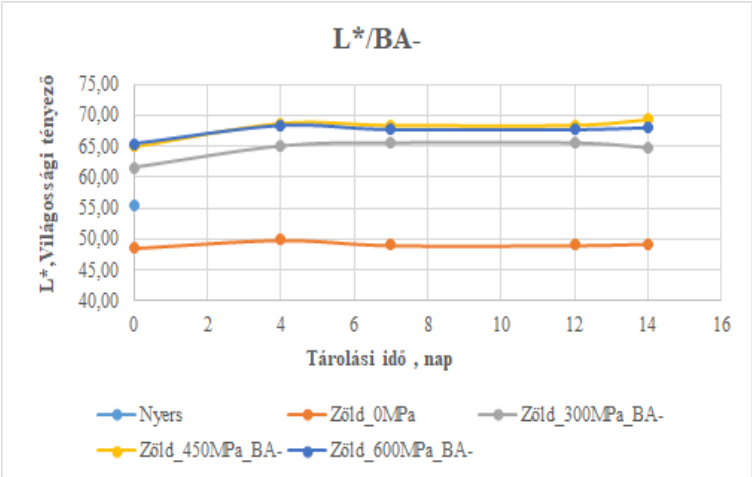
b. The group sizes are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used. Type I error levels are not guaranteed.

c. Alpha = ,05.

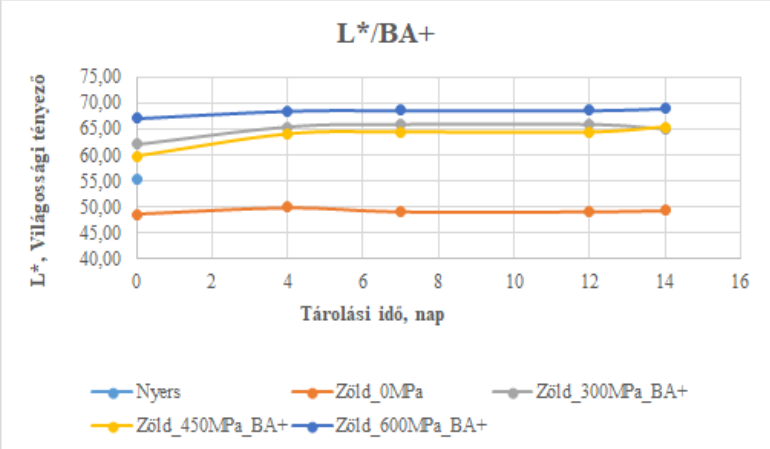
4.1.2. Zöldfűszeres ízesítésű sertés rövidkaraj minták színmérés eredményei

Az L* világossági tényező változásában a tárolási időnek és a nyomásnak bizonyult szignifikánsnak a hatása a varianciaanalízis eredményei alapján (p=0,006és p=0,000) (**6. táblázat**). A bioaktív komponens hatását vizsgálva elmondható, hogy nem gyakorolt jelentős változást az L* értékeire a mérési eredmények alapján (p=0,105). A kiindulási mintához képest már a 4.tárolási napon jelentősen világosabbak voltak a sertés rövidkaraj minták, a további tárolási napok nem hoztak jelentős színváltozást. A nyomás növelésével a minták L*világossági tényezője szignifikáns módon növekedett. Ezen megfigyeléseim számos kutatás eredményeivel megegyeznek mint például: Az L* értékének növekedése a hús kifehéredésében nyilvánul meg, amit, sertéshúsnál 200 MPa, 20°C (Korzeniowski et al., 1999), marhahúsnál pedig szintén 200 MPa nyomáson és 10°C hőmérsékleten figyeltek meg

(Marcos et al., 2010). A hús kifehéredése fehérje koagulációval hozható összefüggésbe, amelynek eredményeként a szarkoplazma és miofibrilláris fehérjék elvesztik oldhatóságukat (Goutefongea et al., 1995), illetve a mioglobin denaturációjával, amely során a mioglobinban lévő hem csoport elmozdul a helyéről vagy teljesen kiszabadul belőle (Carlez et al., 1995)



16. ábra: A 0-300-450-600 MPa nyomáson, bioaktív komponens hozzáadása nélkül készült zöldfűszeres ízesítésű sertés rövidkaraj minták L* világossági tényező értékének változása a tárolási idő függvényében



17. ábra: A 0-300-450-600 MPa nyomáson kezelt, bioaktív komponens hozzáadásával készült fűszeres ízesítésű sertés rövidkaraj minták L* világossági tényező értékének változása a tárolási idő függvényében

6. táblázat: L* világossági tényező értékeinek varianciaanalízise zöldfűszeres ízesítésű szeletelt rövidkaraj minták esetén

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: L*

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	8389,876[a]	34	246,761	14,306	,000
Intercept	794625,068	1	794625,068	46068,894	,000
tárolásiidő	256,353	4	64,088	3,716	,006
Nyomás	7187,577	3	2395,859	138,901	,000
BA	45,704	1	45,704	2,650	,105
tárolásiidő * Nyomás	64,308	12	5,359	,311	,987
tárolásiidő * BA	1,572	4	,393	,023	,999
Nyomás * BA	253,758	2	126,879	7,356	,001
tárolásiidő * Nyomás * BA	6,739	8	,842	,049	1,000
Error	3018,509	175	17,249		
Total	863036,589	210			
Corrected Total	11408,386	209			

a. R Squared = ,735 (Adjusted R Squared = ,684)

L*

Tukey HSD[a,b]

tárolási idő	N	Subset 1	Subset 2
0	42	61,3311	
7	42		64,2099
12	42		64,2099
4	42		64,2724
14	42		64,3857
Sig.		1,000	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
Based on observed means.
The error term is Mean Square(Error) = 17,249.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 42,000.

b. Alpha = ,05.

L*

Tukey HSD[a,b,c]

nyomás	N	Subset 1	Subset 2	Subset 3
0MPa	30	49,1416		
300MPa	60		64,6621	
450MPa	60		65,7655	65,7655
600MPa	60			67,8879
Sig.		1,000	,563	,063

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
Based on observed means.
The error term is Mean Square(Error) = 17,249.

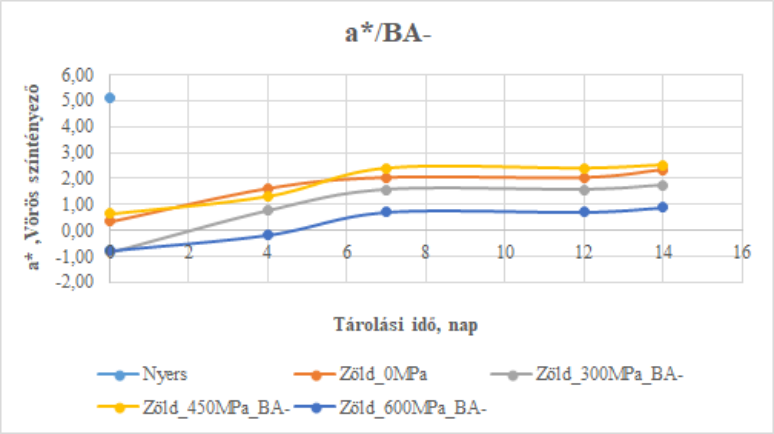
a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 48,000.

b. The group sizes are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used. Type I error levels are not guaranteed.

c. Alpha = ,05.

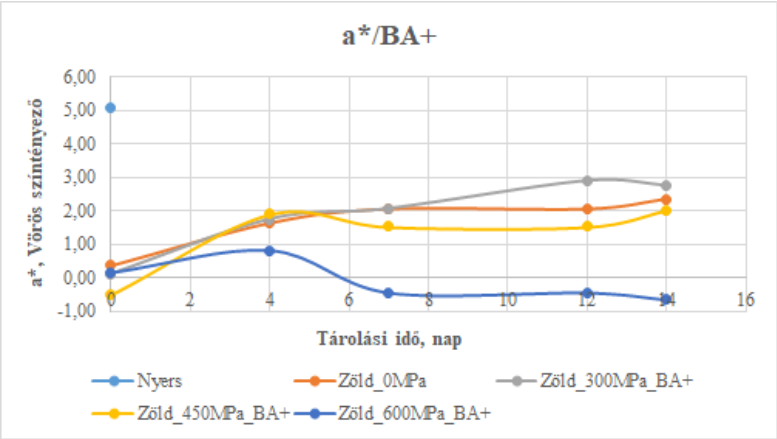
A vörös színezetre a tárolási idő és a nyomás volt szignifikáns hatással, amely a varianciaanalízis eredményeiből is jól látható (p=0,002 és p=0,000) **(7.táblázat**) Kezdetben a minták jellemző színe a zöld (-a) tartományban volt, a tárolás során azonban folyamatosan növekedve a vörös irányába (+a*) tartományba tolódott az a* értéke. A kiinduláshoz képest a 7. tárolási naptól szignifikánsan nagyobb a* értékeket mutattak a minták A nyomás növelésével az a* értéke nagy mértékben csökkenő tendenciát mutatott, 600MPa nyomáson kezelt minták adták a legkisebb a* értékeket., amely összhangban van a HHP kezelés vörös színezetre kifejtett hatásával, melyről jelentős számú kutatás beszámol. Néhány példát említve: A hús vörös színezete (a*) 400-500 MPa nyomáson és afelett jelentősen csökken, szürkés-barnás, főtt húsra jellemző színt eredményezve (Tintchev et al., 2010). Jung et al. (2003) Sertéshús 600-700 MPa-on végzett nyomás kezelése során Ramanspektroszkópiás

méréssel kimutatták, hogy a nyomás hatására a cseresznyepiros oximioglobinból barna színű metmioglobin képződik, amely denaturált, lilás színű dezoximiglobinná alakul át (Wackerbarth et al., 2009) Szemmel látható elváltozásokat okoznak a nyomáskezelések nyers húsok színében, ezek az elváltozások főzés után nagymértékben csökkennek (Gola et al., 2000; Mor-Mur and Yuste, 2003). Az oxigénmegkötővel, vákuum alatt történő csomagolás, vagy a hús nátrium-nitrittel (NaNO2) és sóval (NaCl) való kezelése részben védi a húst az elszíneződéstől, 500 MPa nyomáson történő kezelések során (Carlez et al., 1995; Cheftel and Culioli, 1997). A színváltozás, a mioglobin denaturációja vagy oxidációja, nagyobb mértékben függ a nyomás nagyságától, mint a kezelés időtartamától (Del Olmo et al., 2010; Jung et al., 2003; Tintchev et al.(2010). A 600MPa nyomáson kezelt, bioaktív komponens hozzáadásával készült minták a tárolási idő előrehaladtával jelentős csökkenést mutattak.



18. ábra: A 0-300-450-600 MPa nyomáson kezelt, bioaktív komponens hozzáadása nélkül készült zöldfűszeres ízesítésű sertés rövidkaraj minták a* vörös színtényező értékének változása a tárolási idő függvényében

Fekete Zoltán DOKTORI ÉRTEKEZÉS



19. ábra: A 0-300-450-600 MPa nyomáson kezelt, bioaktív komponens hozzáadásával készült zöldfűszeres ízesítésű sertés rövidkaraj minták a* vörös színtényező értékének változása a tárolási idő függvényében

7. táblázat: Az a* vörös színtényező értékeinek varianciaanalízise zöldfűszeres ízesítésű szeletelt rövidkaraj minták esetén

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: a*

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	248,432[a]	34	7,307	1,588	,029
Intercept	269,535	1	269,535	58,589	,000
tárolásiidő	80,662	4	20,166	4,383	,002
Nyomás	91,606	3	30,535	6,638	,000
BA	,001	1	,001	,000	,990
tárolásiidő * Nyomás	23,634	12	1,969	,428	,951
tárolásiidő * BA	10,789	4	2,697	,586	,673
Nyomás * BA	20,222	2	10,111	2,198	,114
tárolásiidő * Nyomás * BA	14,047	8	1,756	,382	,929
Error	805,076	175	4,600		
Total	1319,671	210			
Corrected Total	1053,507	209			

a. R Squared = ,236 (Adjusted R Squared = ,087)

Fekete ... DOMAMUNKA

a*

Tukey HSD[a,b]

tárolási idő	N	Subset 1	Subset 2
0	42	-,1180	
4	42	1,1486	1,1486
7	42		1,4103
12	42		1,5293
14	42		1,6588
Sig.		,057	,811

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
Based on observed means.
The error term is Mean Square(Error) = 4,600.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 42,000.

b. Alpha = ,05.

a*

Tukey HSD[a,b,c]

nyomás	N	Subset 1	Subset 2
600MPa	60	,0807	
300MPa	60		1,4423
450MPa	60		1,5743
0MPa	30		1,6860
Sig.		1,000	,945

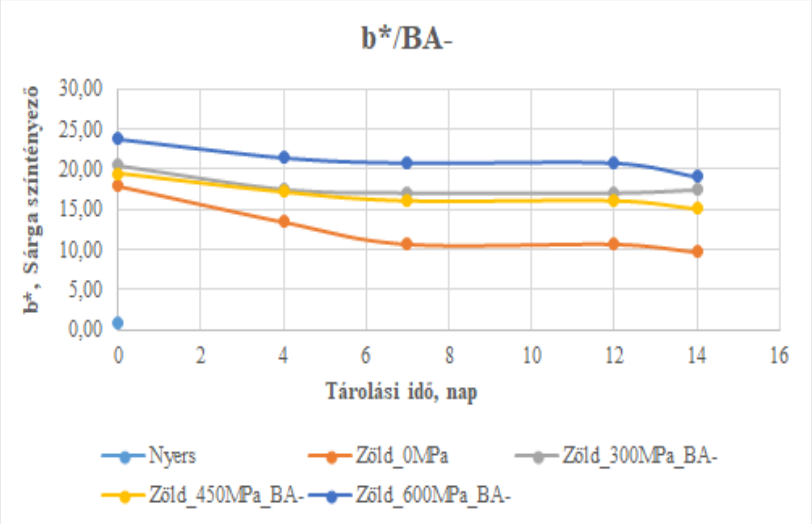
Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
Based on observed means.
The error term is Mean Square(Error) = 4,600.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 48,000.

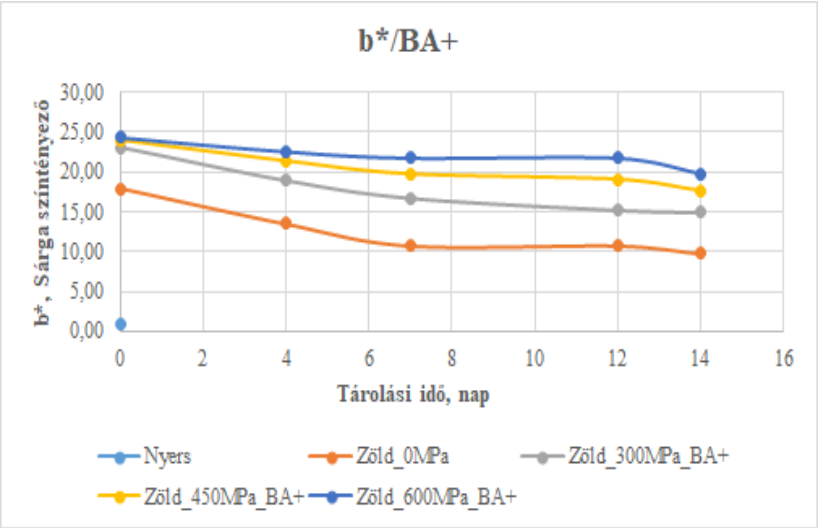
b. The group sizes are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used. Type I error levels are not guaranteed.

c. Alpha = ,05.

A minták b* sárga színtényező értékére a tárolási idő, a nyomás és a bioaktív komponens hatása is szignifikánsnak bizonyult, (p=0,000és p=0,023) melyet a (**8.táblázat)** varianciaanalízis eredményei alátámasztanak A tárolás idő előrehaladtával a b* értéke szignifikánsan csökkenő tendenciát mutatott A nyomás növelésével a b* értéke jelentős mértékben növekedett, amely sárga szín erősödésével járt. A komponenssel kezelt minták kis mértékben ugyan, de szignifikánsan nagyobb b* értéket mutattak. A hatóanyag erősítő hatása ebben az esetben is megmutatkozott.



20. ábra: A 0-300-450-600 MPa nyomáson kezelt, bioaktív komponens hozzáadása nélkül készült zöldfűszeres ízesítésű sertés rövidkaraj minták b* sárga színtényező értékének változása a tárolási idő függvényében



21. ábra: A 0-300-450-600 MPa nyomáson kezelt, bioaktív komponens hozzáadásával készült zöldfűszeres ízesítésű sertés rövidkaraj minták b* sárga színtényező értékének változása a tárolási idő függvényében

8. táblázat: Az b* sárga színtényező értékeinek varianciaanalízise zöldfűszeres ízesítésű szeletelt sertés rövidkaraj minták esetén

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: b*

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	2800,091[a]	34	82,356	5,256	,000
Intercept	66461,064	1	66461,064	4241,792	,000
tárolásiidő	844,912	4	211,228	13,481	,000
Nyomás	1335,261	3	445,087	28,407	,000
BA	82,933	1	82,933	5,293	,023
tárolásiidő * Nyomás	86,317	12	7,193	,459	,936
tárolásiidő * BA	34,874	4	8,719	,556	,695
Nyomás * BA	114,678	2	57,339	3,660	,028
tárolásiidő * Nyomás * BA	29,123	8	3,640	,232	,984
Error	2741,928	175	15,668		
Total	76576,979	210			
Corrected Total	5542,019	209			

a. R Squared = ,505 (Adjusted R Squared = ,409)

Fekete Zsolt DIPLOMAMUNKÁJA

b*

Tukey HSD[a,b]

tárolási idő	N	Subset 1	Subset 2	Subset 3
14	42	16,2804		
12	42	17,2764	17,2764	
7	42	17,5860	17,5860	
4	42		18,9533	
0	42			21,8634
Sig.		,556	,299	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
Based on observed means.
The error term is Mean Square(Error) = 15,668.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 42,000.

b. Alpha = ,05.

b*

Tukey HSD[a,b,c]

nyomás	N	Subset 1	Subset 2	Subset 3
0MPa	30	12,5178		
300MPa	60		17,8832	
450MPa	60		18,5918	
600MPa	60			21,6377
Sig.		1,000	,817	1,000

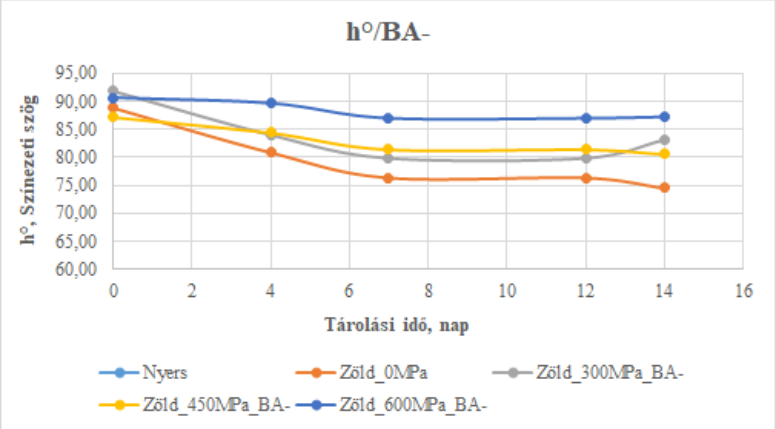
Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
Based on observed means.
The error term is Mean Square(Error) = 15,668.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 48,000.

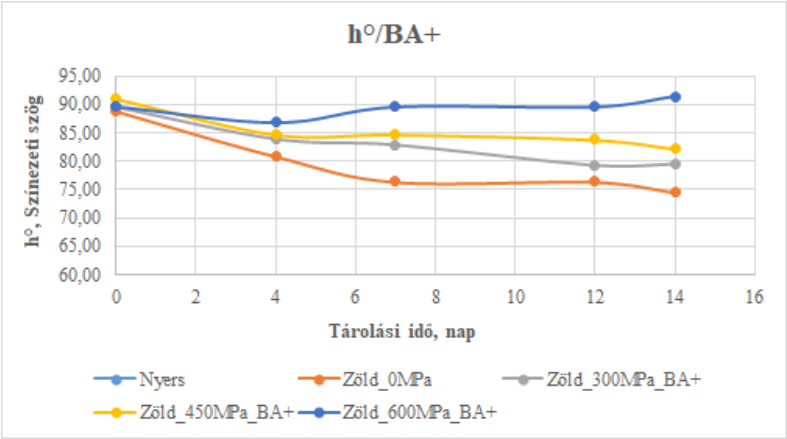
b. The group sizes are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used. Type I error levels are not guaranteed.

c. Alpha = ,05.

A vörös színárnyalatot kifejező h érték esetében a tárolási időnek és a nyomáskezelésnek volt szignifikáns a hatása (p=0,001 és p=0,000) **(9.táblázat).** A tárolás során a minták vörös színárnyalata „erősödött”, bár helyesebb úgy fogalmazni, hogy a sárga színárnyalatuk szignifikáns mértékben csökkent a kiinduláshoz képest. Az alkalmazott nyomás növelésével a minták h értéke jelentősen növekedett.



22. ábra: A 0-300-450-600 MPa nyomáson kezelt, bioaktív komponens hozzáadása nélkül készült zöldfűszeres ízesítésű sertés rövidkaraj minták h° színezeti szög értékének változása a tárolási idő függvényében



23. ábra: A 0-300-450-600 MPa nyomáson kezelt, bioaktív komponens hozzáadásával készült zöldfűszeres ízesítésű sertés rövidkaraj minták h° színezeti szög értékének változása a tárolási idő függvényében

9. táblázat: A h° színezeti szög értékeinek varianciaanalízise zöldfűszeres ízesítésű szeletelt rövidkaraj minták esetén

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: h

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	4496,303[a]	34	132,244	1,633	,022
Intercept	1434991,425	1	1434991,425	17717,290	,000
tárolásiidő	1621,440	4	405,360	5,005	,001
Nyomás	1780,337	3	593,446	7,327	,000
BA	34,815	1	34,815	,430	,513
tárolásiidő * Nyomás	535,529	12	44,627	,551	,878
tárolásiidő * BA	73,124	4	18,281	,226	,924
Nyomás * BA	67,136	2	33,568	,414	,661
tárolásiidő * Nyomás * BA	122,176	8	15,272	,189	,992
Error	14173,923	175	80,994		
Total	1522472,921	210			
Corrected Total	18670,226	209			

a. R Squared = ,241 (Adjusted R Squared = ,093)

h

Tukey HSD[a,b]

tárolási idő	N	Subset 1	Subset 2
12	42	82,5027	
14	42	82,6784	
7	42	83,1444	
4	42	84,9495	84,9495
0	42		89,8374
Sig.		,724	,098

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
Based on observed means.
The error term is Mean Square(Error) = 80,994.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 42,000.

b. Alpha = ,05.

h

Tukey HSD[a,b,c]

nyomás	N	Subset 1	Subset 2
0MPa	30	79,3986	
300MPa	60	83,4242	
450MPa	60	84,1548	84,1548
600MPa	60		88,9004
Sig.		,051	,051

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
Based on observed means.
The error term is Mean Square(Error) = 80,994.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 48,000.

b. The group sizes are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used. Type I error levels are not guaranteed.

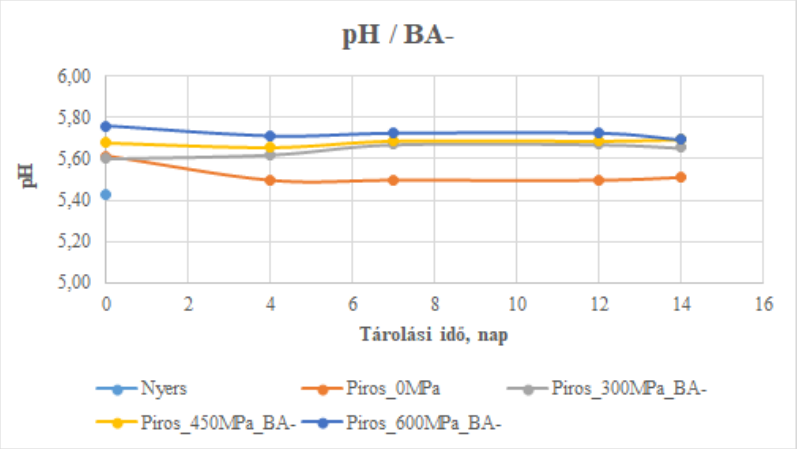
c. Alpha = ,05.

Fekete Zoltán DOMAMUNKA

4.2. pH mérés eredményei

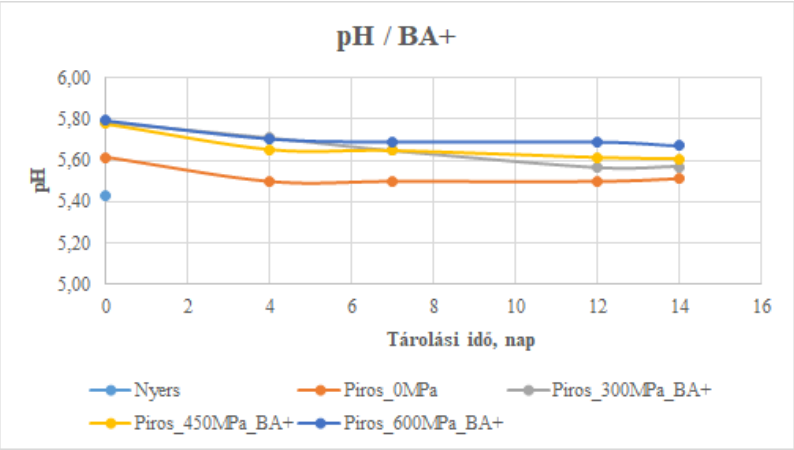
4.2.1. Magyar ízesítésű sertés rövidkaraj minták pH mérés eredményei

A mintákon elvégzett pH mérések alapján elmondható, hogy a pH változásában a tárolási időnek és a nyomáskezelésnek mutatkozott szignifikáns hatása **(10.táblázat).** A vizsgálati időpontok között a minták pH értéke csökkenő tendenciát mutatott, ezen csökkenés mértéke igen kicsi, 0,1 egységnyi. A nyomás növelésével a pH is növekvő tendenciát mutatott. Vizsgálatommal azonos eredményeket jegyzett, CHEAH és LEDWARD 1996-ban, akik szintén megfigyelték, hogy a nyomás növelésével a minták pH-ja is növekedett, amely jelenség 300 MPa nyomás felett erősödő tendenciát mutatott. Az alkalmazott koncentrációban a bioaktív komponensnek nem mutatkozott hatása a pH értékekben A pH értékek változása közvetve a mikrobiológiai romlással, a tejsav termeléssel hozható összefüggésbe.



24. ábra: A 0-300-450-600 MPa nyomáson kezelt, bioaktív komponens hozzáadása nélkül készült magyaros ízesítésű sertés rövidkaraj minták pH értékének változása a tárolási idő függvényében

Fekete Zoltán DOKTORI MUNKA



25. ábra: A 0-300-450-600 MPa nyomáson kezelt, bioaktív komponens hozzáadásával készült magyaros ízesítésű sertés rövidkaraj minták pH értékének változása a tárolási idő függvényében

10. táblázat: A pH értékek varianciaanalízise magyaros ízesítésű szeletelt rövidkaraj minták esetén

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: pH

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	,734[a]	34	,022	16,788	,000
Intercept	3570,536	1	3570,536	2775501,785	,000
tárolásiidő	,131	4	,033	25,542	,000
Nyomás	,393	3	,131	101,711	,000
BA	,001	1	,001	,922	,339
tárolásiidő * Nyomás	,037	12	,003	2,422	,009
tárolásiidő * BA	,104	4	,026	20,147	,000
Nyomás * BA	,005	2	,002	1,785	,174
tárolásiidő * Nyomás * BA	,032	8	,004	3,142	,003
Error	,117	91	,001		
Total	4030,095	126			
Corrected Total	,851	125			

a. R Squared = ,862 (Adjusted R Squared = ,811)

Feketé OMAMUNKA

pH

Tukey HSD[a,b,c]

tárolási idő	N	Subset 1	Subset 2
14	21	5,6281	
12	21	5,6348	
4	42	5,6500	
7	21	5,6514	
0	21		5,7152
Sig.		,181	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
Based on observed means.
The error term is Mean Square(Error) = ,001.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 23,333.

b. The group sizes are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used. Type I error levels are not guaranteed.

c. Alpha = ,05.

pH

Tukey HSD[a,b,c]

nyomás	N	Subset 1	Subset 2	Subset 3
0MPa	18	5,5183		
300MPa	36		5,6522	
450MPa	36		5,6664	
600MPa	36			5,7144
Sig.		1,000	,442	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
Based on observed means.
The error term is Mean Square(Error) = ,001.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 28,800.

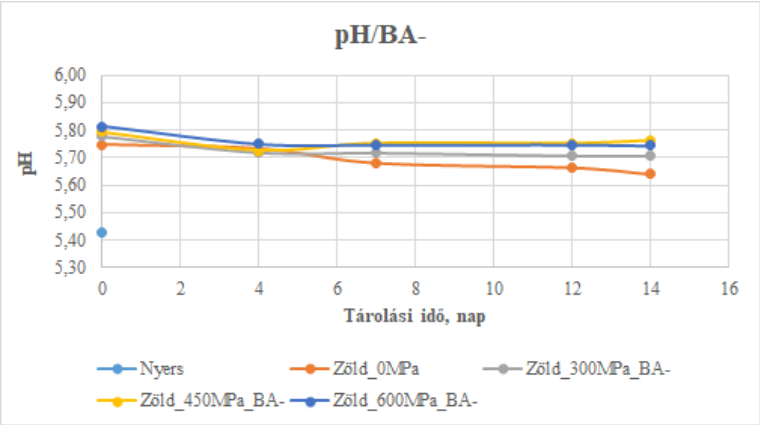
b. The group sizes are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used. Type I error levels are not guaranteed.

c. Alpha = ,05.

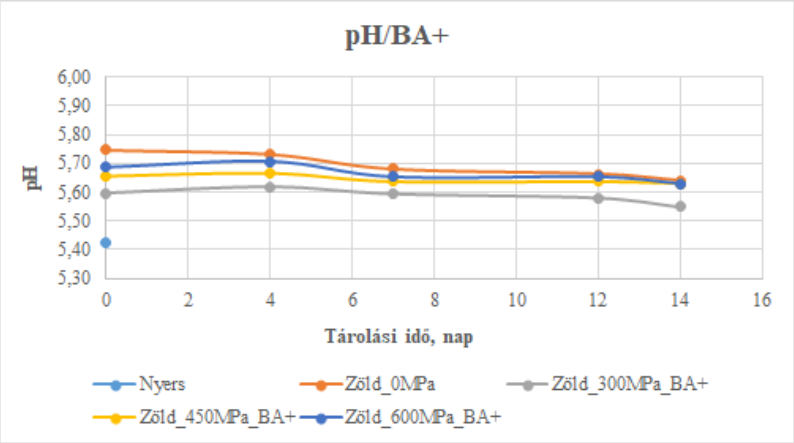
4.2.2. Zöldfűszeres ízesítésű sertés rövidkaraj minták pH mérés eredményei

A pH változásában a tárolási idő, a nyomás és a bioaktív komponens is szignifikánsnak bizonyult (p=0,000) **(11.táblázat)** A tárolási idő során a pH jelentős mértékben csökkent, a csökkenés mértéke ugyan kicsi, 0,1 egység, de statisztikailag szignifikáns. Gyakorlati szempontból ez a különbség elhanyagolható A nyomás növelésével a pH határozottan nagyobb értékeket mutatott A bioaktív komponens hozzáadásával készült minták szignifikánsan kisebb pH értékeket mutattak, mint a komponens elhagyásával készült mintáké. Ezen eredmények összefüggésbe hozhatók több hasonló kutatást végző személy eredményeivel, mint azt Macfarlane (2006) megállapította és Smit et al. (2010) is megfigyelték,hogy a post mortem glikolízis sebessége és mértéke a pre-rigor állapotú húsban befolyásolható a nyomásértékek változtatásával, ami megváltoztathatja a hús porhanyósságát. Vizsgálataik során pre-rigor sertés karajt 175-225 MPa nyomáson, 5-180 másodpercig kezeltek, 10°C alatti hőmérsékleten. A nyomáskezelt hús 24 órás hűtőtárolás után nagyobb pH értéket mutatott a nyomáskezelési nélküli húshoz képest. Továbbá 225 MPa-os nyomáskezelést követően 0,3 egységgel nagyobb pH értékről, valamint kisebb csepegési veszteségről és a porhanyósság javulásáról, számoltak be. Emellett hús színe kifakult. Publikációja szerint a nyomás kezeletlen húsok nagyobb tejsav-tartalommal, ezáltal kisebb pH értékkel rendelkeztek, mint a nyomáskezeltek, amiből a a tejsavbaktériumok tejsavtermelésére lehet következtetni.

Fekete Zoltán DIPLOMAMUNKA



26. ábra: A 0-300-450-600 MPa nyomáson kezelt, bioaktív komponens hozzáadása nélkül készült zöldfűszeres ízesítésű sertés rövidkaraj minták pH értékének változása a tárolási idő függvényében



27. ábra: A 0-300-450-600 MPa nyomáson kezelt, bioaktív komponens hozzáadásával készült zöldfűszeres ízesítésű sertés rövidkaraj minták pH értékének változása a tárolási idő függvényében

Fekete Zoltán MUNKA

11. táblázat: A pH mérés értékeinek varianciaanalízise zöldfűszeres ízesítésű szeletelt rövidkaraj minták esetén

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: pH

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	,472[a]	34	,014	10,678	,000
Intercept	3614,239	1	3614,239	2778617,605	,000
tárolásiidő	,052	4	,013	9,956	,000
Nyomás	,099	3	,033	25,266	,000
BA	,329	1	,329	253,202	,000
tárolásiidő * Nyomás	,023	12	,002	1,482	,145
tárolásiidő * BA	,025	4	,006	4,714	,002
Nyomás * BA	,008	2	,004	3,075	,051
tárolásiidő * Nyomás * BA	,001	8	,000	,111	,999
Error	,118	91	,001		
Total	4083,622	126			
Corrected Total	,591	125			

a. R Squared = ,800 (Adjusted R Squared = ,725)

pH

Tukey HSD[a,b,c]

tárolási idő	N	Subset		
		1	2	3
14	21	5,6662		
12	21	5,6771	5,6771	
7	21	5,6829	5,6829	
4	42		5,7024	5,7024
0	21			5,7243
Sig.		,515	,127	,240

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
Based on observed means.
The error term is Mean Square(Error) = ,001.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 23,333.

b. The group sizes are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used. Type I error levels are not guaranteed.

c. Alpha = ,05.

pH

Tukey HSD[a,b,c]

nyomás	N	Subset	
		1	2
300MPa	36	5,6581	
0MPa	18		5,6989
450MPa	36		5,7008
600MPa	36		5,7156
Sig.		1,000	,302

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
Based on observed means.
The error term is Mean Square(Error) = ,001.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 28,800.

b. The group sizes are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used. Type I error levels are not guaranteed.

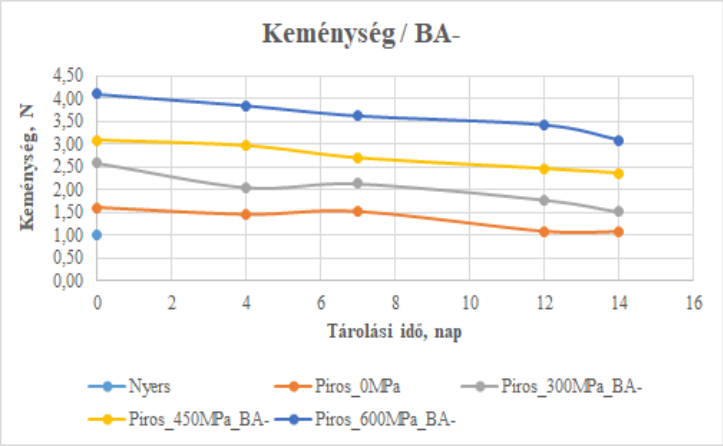
c. Alpha = ,05.

4.3. Állománymérés eredményei

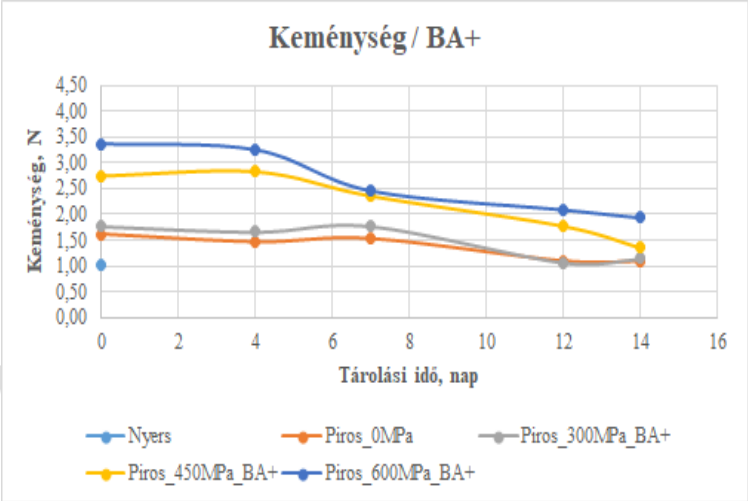
4.3.1. Magyaros ízesítésű sertés rövidkaraj minták állománymérés eredményei

A minták keménységére nézve a tárolási idő, a nyomás, és a BA is szignifikáns hatásúnak bizonyult (p=0,000) **(12.táblázat)** A tárolás előrehaladtával a minták keménysége csökkent, puhulás figyelhető meg. A kiindulási állapothoz képest a 7. naptól puhábbak voltak a minták. A nyomás növelésével a minták keményebbek lettek, ez a nyomáskezelés fehérjedenaturáló hatásával függhet össze, amelyről a színmérés L* világossági értékeinél taglaltam. A komponens nélkül készült minták szignifikánsan keményebbek voltak a bioaktív hatóanyaggal kezelt mintákhoz képest. Dolgozatom ezen

fejezetében is előtérbe került a bioaktív komponens erősítő, jótékony hatása az érzékszervi tulajdonságokra nézve.



28. ábra: A 0-300-450-600 MPa nyomáson kezelt, bioaktív komponens hozzáadása nélkül készült magyaros ízesítésű sertés rövidkaraj minták keménység értékeinek változása a tárolási idő függvényében



29. ábra: A 0-300-450-600 MPa nyomáson kezelt, bioaktív komponens hozzáadásával készült magyaros ízesítésű sertés rövidkaraj minták keménység értékeinek változása a tárolási idő függvényében

12. táblázat: Az állománymérés eredményeinek varianciaanalízise magyaros ízesítésű szeletelt rövidkaraj minták esetén

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Keménység (N)

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	88,628[a]	34	2,607	11,681	,000
Intercept	530,100	1	530,100	2375,442	,000
tárolásiidő	14,990	4	3,748	16,793	,000
Nyomás	57,927	3	19,309	86,526	,000
BA	11,427	1	11,427	51,205	,000
tárolásiidő * Nyomás	1,436	12	,120	,536	,886
tárolásiidő * BA	1,062	4	,266	1,190	,321
Nyomás * BA	1,345	2	,673	3,015	,054
tárolásiidő * Nyomás * BA	,814	8	,102	,456	,884
Error	19,861	89	,223		
Total	795,372	124			
Corrected Total	108,489	123			

a. R Squared = ,817 (Adjusted R Squared = ,747)

Keménység (N)

Tukey HSD[a,b,c]

tárolási idő	N	Subset			
		1	2	3	4
14	21	1,78162			
12	24	2,13546	2,13546		
7	21		2,36290	2,36290	
4	37			2,59065	2,59065
0	21				2,74786
Sig.		,084	,467	,465	,783

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
Based on observed means.
The error term is Mean Square(Error) = ,223.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 23,635.

b. The group sizes are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used. Type I error levels are not guaranteed.

c. Alpha = ,05.

Keménység (N)

Tukey HSD[a,b,c]

nyomás	N	Subset			
		1	2	3	4
0MPa	17	1,36406			
300MPa	35		1,75689		
450MPa	33			2,49300	
600MPa	39				3,20246
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
Based on observed means.
The error term is Mean Square(Error) = ,223.

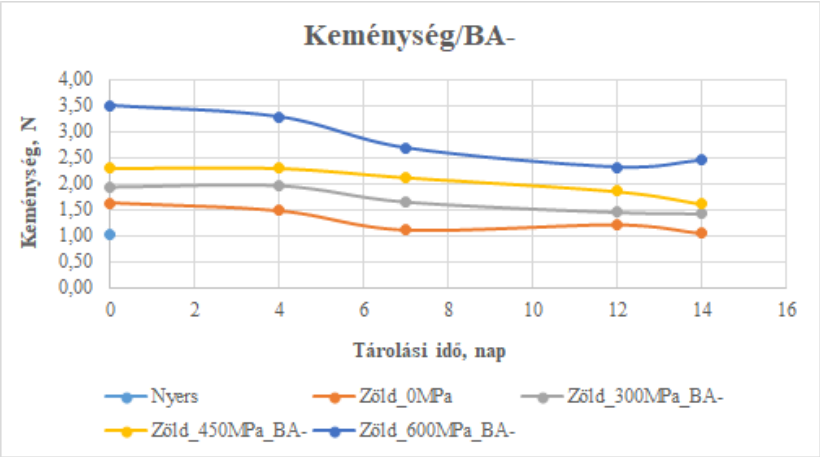
a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 27,906.

b. The group sizes are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used. Type I error levels are not guaranteed.

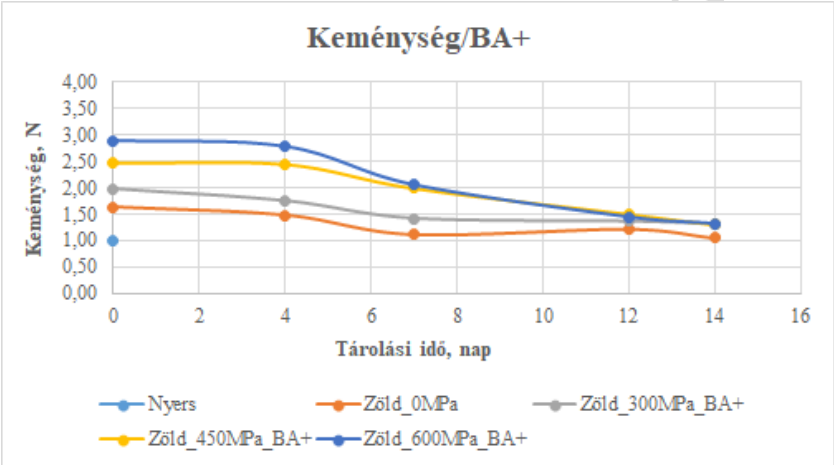
c. Alpha = ,05.

4.3.2. Zöldfűszeres ízesítésű sertés rövidkaraj minták állománymérés eredményei

A minták keménységének változásában a tárolási idő, a nyomás és a bioaktív hatóanyag hatása is szignifikánsnak bizonyult(p=0,000) **(13.táblázat).** A tárolás során a minták jelentősen puhábbak lettek, a keménység értékeiben csökkenés mutatkozott. A nyomáskezelt minták keményebbnek bizonyultak a kontroll mintákhoz képest. A komponens hozzáadása nélkül készült minták csekély mértékben ugyan, de statisztikailag keményebbek voltak, mint a komponens hozzáadásával készélt minták.



30. ábra: A 0-300-450-600 MPa nyomáson kezelt, bioaktív komponens hozzáadása nélkül készült zöldfűszeres ízesítésű sertés rövidkaraj minták keménység értékeinek változása a tárolási idő függvényében



31. ábra: A 0-300-450-600 MPa nyomáson kezelt, bioaktív komponens hozzáadásával készült zöldfűszeres ízesítésű sertés rövidkaraj minták keménység értékeinek változása a tárolási idő függvényében

Fekete Zoltán MUNKA

13. táblázat: Az állománymérés eredményeinek varianciaanalízise zöldfűszeres ízesítésű szeletelt rövidkaraj minták esetén

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Keménység (N)

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	53,274[a]	34	1,567	7,164	,000
Intercept	396,662	1	396,662	1813,591	,000
tárolásiidő	17,338	4	4,335	19,818	,000
Nyomás	23,054	3	7,685	35,135	,000
BA	3,288	1	3,288	15,031	,000
tárolásiidő * Nyomás	3,272	12	,273	1,246	,265
tárolásiidő * BA	,396	4	,099	,453	,770
Nyomás * BA	1,865	2	,932	4,263	,017
tárolásiidő * Nyomás * BA	,678	8	,085	,388	,925
Error	19,903	91	,219		
Total	586,143	126			
Corrected Total	73,178	125			

a. R Squared = ,728 (Adjusted R Squared = ,626)

Keménység (N)

Tukey HSD[a,b,c]

tárolási idő	N	Subset 1	Subset 2
14	21	1,49473	
12	21	1,59148	
7	21	1,86281	
4	42		2,38371
0	21		2,38981
Sig.		,064	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
Based on observed means.
The error term is Mean Square(Error) = ,219.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 23,333.

b. The group sizes are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used. Type I error levels are not guaranteed.

c. Alpha = ,05.

Keménység (N)

Tukey HSD[a,b,c]

nyomás	N	Subset 1	Subset 2	Subset 3	Subset 4
0MPa	18	1,32522			
300MPa	36		1,66456		
450MPa	36			2,16650	
600MPa	36				2,56832
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
Based on observed means.
The error term is Mean Square(Error) = ,219.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 28,800.

b. The group sizes are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used. Type I error levels are not guaranteed.

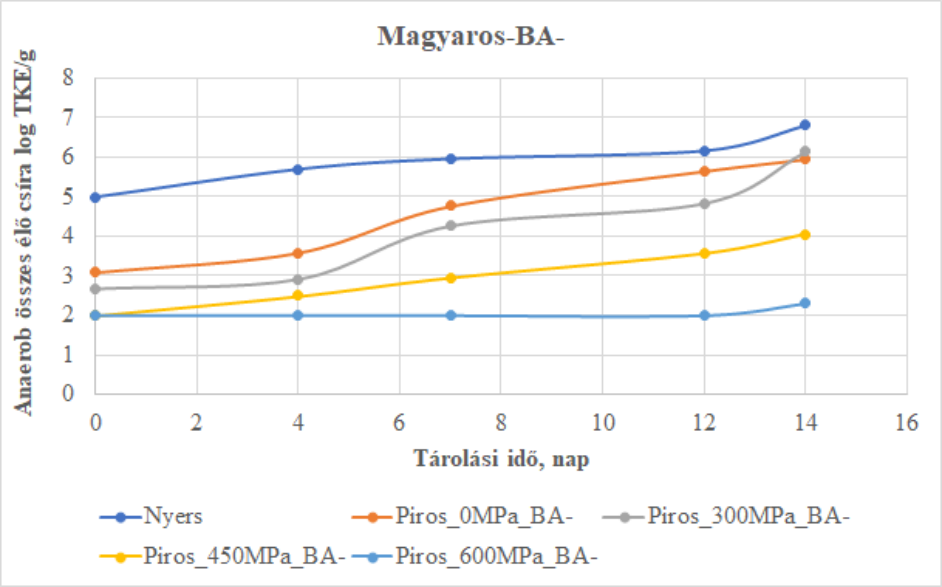
c. Alpha = ,05.

Fekete Zoltán

4.4. Mikrobiológiai eredmények

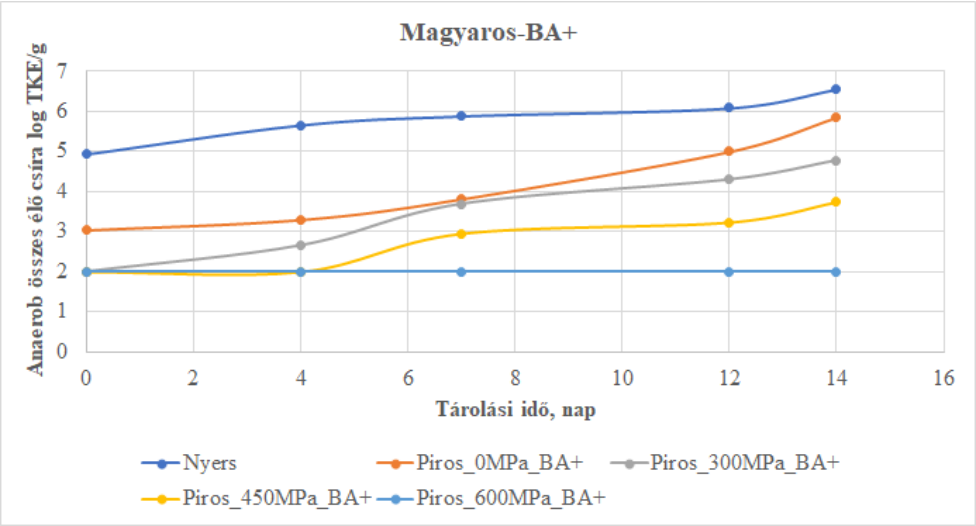
Jelenleg a nyomáskezelés fő célja az élelmiszer mikrobiológiai biztonságának növelése a mikroorganizmusok (pl. *L. monocytogenes*) inaktiválása révén az érzékszervi tulajdonságok megváltozása nélkül A pH értékek változása közvetve a mikrobiológiai romlással, a tejsav termeléssel hozható összefüggésbe, amely az anaerob tárolási körülményre jellemző. Mikrobiológiai vizsgálataim során összes élő csíra log TKE/g értékeit kívántam kiértékelni a tárolási idő függvényében.

Magyaros ízesítésű sertés rövidkaraj minták a bioaktív komponens nélkül a tárolási idő előrehaladtával az összes élő csíraszám tekintetében emelkedés látható, de érdemes megjegyezni, hogy nyomás növelésével a minták egyre kisebb log TKE/g értékeket mutattak. A tárolási idő végére megfelelő érzékszeri és mikrobiológiai tulajdonságokat tapasztaltam 450 és 600 MPa nyomáson



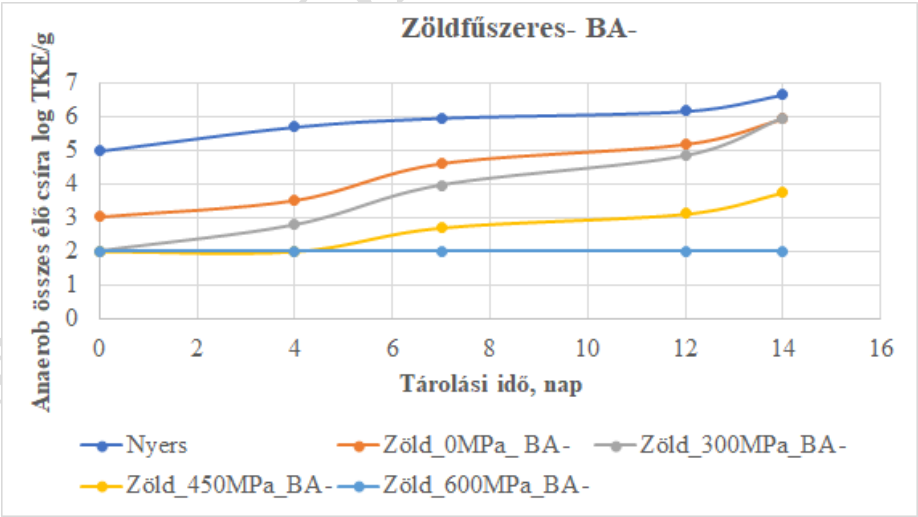
32. ábra: A 0-300-450-600MPa nyomáson kezelt, bioaktív komponens hozzáadása nélkül készült magyaros ízesítésű szeletelt sertés rövidkaraj minták anaerob összes élő csíra log TKE/g értékei a tárolási idő függvényében

A magyaros ízesítésű marinád a specifikációjában leírtak alapján tartalmazott 0,39 ppm Methyleugenolt, ami a piperin jelenléte mellett erősítette az antimikróbás hatást, ez jól látható a log TKE/g értékein is. A nyomás növelésével az értékek csökkentek. A tárolási idő előrehaladtával a 300-450-600 MPa nyomáson kezelt minták is pozitív érzékszervi és mikrobiológiai tulajdonságokat mutattak.



33. ábra: A 0-300-450-600MPa nyomáson kezelt, bioaktív komponens hozzáadásával készült magyaros ízesítésű szeletelt sertés rövidkaraj minták anaerob összes élő csíra logTKE/g értékei a tárolási idő függvényében

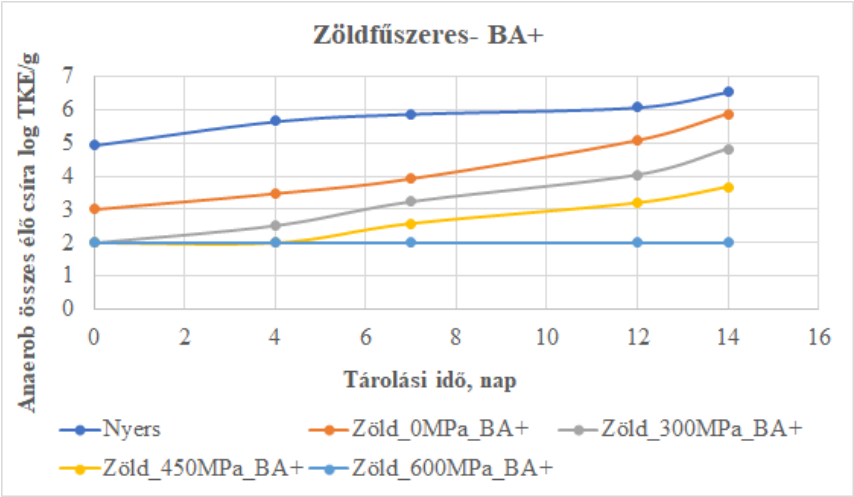
Zöldfűszeres ízesítésű minták esetén, melyek bioaktív hatóanyag elhagyása nélkül készültek elmondhatók, hogy a nyomás növelésével a log TKE/ g értékek jelentősen csökkentek, a tárolásiidő előrehaladtával viszont növekedtek. A 600 MPa nyomáson kezelt minták ebben az esetben is a kimutathatósági határérték alatt voltak.



34. ábra: A 0-300-450-600MPa nyomáson kezelt, bioaktív komponens hozzáadása nélkül készült zöldfűszeres ízesítésű szeletelt sertés rövidkaraj minták anaerob összes élő csíra logTKE/g értékei a tárolási idő függvényében

A zöldfűszeres ízesítésű marinád a specifikációjában leírtak alapján 0,12 ppm Methyleugenolt tartalmazott, a bioaktív hatóanyag hozzáadásával készült minták ebben az esetben is megerősített antimikróbás hatást eredményeztek. A nyomás növelésével az összes élő csiraszám szignifikánsan csökkent, de tárolási idő előrehaladtával nőtt. Ebben az esetben

is 600 MPa nyomáson kezelt minták adták a legkisebb értékeket. A 300- 450 -600 MPa nyomáson kezelt minták is még a mikrobiológiai töréshatáron belül voltak a tárolási idő végére.



35. ábra: A 0-300-450-600MPa nyomáson kezelt, bioaktív komponens hozzáadásával készült zöldfűszeres ízesítésű szeletelt sáertés rövidkaraj minták anaerob összes élő csíra log TKE/g értékei a tárolási idő függvényében.

Fekete Zoltán DIPLOMAMUNKA

5. Összefoglalás

A napjainkra jelentősen átrendeződött fogyasztói magatartás és vásárlási szokások jelentős változásokat hoztak az élelmiszeripar területén. A felgyorsult világszemlélet egyre kisebb teret biztosít a családok számára a minőségi idő eltöltésében Mára a napi rendszereséggel történő főzés nehezen illeszthető be a családok gasztronómiai szokásaiba. A megváltozott családmodellnek köszönhetően és a konyhában főzéssel eltöltött órák számának jelentős csökkenésével egyre nagyobb igény jelentkezett a gyorsan elkészíthető, előkészített termékek gyártására, amely minőségi, tápláló, tartósítószermentes élelmiszerek kialakításához és fejlesztéséhez vezetett. Egyre nagyobb és kiemelt szerepet kapott a termékek fogyaszthatósági ideje. A fogyasztó egyre inkább szem előtt kívánja tartani, hogy az üzletláncok polcairól leemelt termék milyen tápérték tulajdonságokkal bír, illetve, hogy meddig eltárolható otthoni körülmények között, minőségi változás nélkül. A modern vásárlót emellett érdekli a termék eredete, összetétele és az élelmiszergyártó cégek által használt tartósítás mód. Kiemelt szerepet kapott az egészségtudatos táplálkozás, a minél természetesebb alapanyagokból, minél természetesebb módon készülő élelmiszerek fogyasztása. A piacon található élelmiszerekhez hozzáadott tartósítószer jelentősen csökkentheti a termékcsoport iránti keresletet. Ennek okán, dolgozatomban kívántam megvizsgálni, hogy a kombinált kíméletes tartósítási technológiákon belül, a nagynyomású hidrosztatikai nyomáskezelésnek, illetve a természetes bioaktív hatóanyag hozzáadásával és anélkül készített marinált szeletelt sertés rövidkaraj mintákon a meghatározott tárolási időn belül milyen változások tapasztalhatók a szín, - pH, -állomány és mikrobiológiai értékeiben. A különböző ízesítésű marinádd al (magyaros- zöldfűszeres) és különböző nyomásértékeken (0-300-450-600 MPa) kezelt minták a bioaktív komponens jelenlétében és anélkül is változó eredményeket adtak. Ezen változásokat és összefüggéseket kívánom ezen fejezetben összesíteni. A színmérés és színezeti szög eredményei kapcsán megállapítottam, hogy a nyomáskezelés nagysága nagymértékben növeli a L* világossági tényező értékeit, ám a bioaktív komponens ezt a világossági tényezőt csökkenti, tehát a fehérjedenaturáció visszaszorítható a komponens alkalmazásával, a magyaros ízesítésű marinádd al bevont minták estében. A zöldfűszeres mintákat nézve, a tárolási időnek és a nyomásnak szignifikáns hatása volt. A zöldfűszeres ízesítésű minták estében kijelenthető, hogy a bioaktív komponensnek nem volt hatása, nyomáskezelés hatására kialakult fehérjedenaturáció a fogyasztóból nem vált ki pozitív élményt, ezáltal a vásárlási hajlandóság csökkenhet. Az a* vörös színtényező értékeit tekintve azt a következtetést

Fekete Zoltán DIPLOMAMUNKA

vontam le. A magyaros marináddal bevont mintákat bioaktív komponenssel kezelve megtartható a fogyasztók által kedvelt vörös színezet. Zöldfűszeres minták a kezelési nyomás növelésével egyre kisebb a* értékeket mutattak, amely egybefügg a mioglobin denaturációjával, a bioaktív komponensnek ezen minták estén nem volt erősítő, jótékony hatású az érzékszervi jellemzőkre. A b* sárga színtényező értékeit szemügyre véve, a magyaros és a zöldfűszeres ízesítésű mintákra mindhárom tényező szignifikánsan hatott, a sárga szín előtérbe került. A magyaros minták színezeti szöge nagyobb és vörösebb értékeket, ott a bioaktív komponens hozzáadása nélkül készített mintáknál. A zöldfűszeres mintákra a nyomáskezelés gyakorolt nagyobb hatást, a bioaktív komponensnek nem volt szignifikáns hatása. Méréseim során vizsgált és kiértékelt pH eredményekről elmondható, hogy a nyomás növelése mindkét ízesítés esetén pH emelkedést von maga után., ám a tárolási idő előrehaladtával ezen pH értékek csökkenő tendenciát mutatnak. A zöldfűszeres, bioaktív komponenssel készült minták kisebb pH értékeket mutattak. Húsok estén a fogyasztók számára legfontosabb érzékszervi tulajdonságot, az állományt (keménység) jobban szemügyre véve, megállapítottam, hogy nyomáskezelés nagyságának növelésével a minták keményebbek lettek, de ezen keménységet a tárolási idő és a bioaktív komponens jelenléte nagymértékben javította. Végül, de nem utolsó sorban az előkészített húsok esetébe, a fogyasztó számára legfontosabb kritériumát, a termék fogyaszthatósági idejét és a mikrobiológiai állapota közötti összefüggéseket vizsgáltam. Összeségében elmondható, hogy a nyomás növelésével anaerob összes élő csiraszám szignifikánsak csökkent, de a tárolási idő előrehaladtával nőtt. Az általam vizsgált paraméterek alapján a legelőnyösebb értékeket a magyaros ízesítésű mintáknál, bioaktív komponens hozzáadásával, 300-450 MPa nyomáson mértem. A marinádban található methyleugenol és piperin kombinációjának erősítő hatása érvényesült mind ph, -szín, -állomány és mikrobiológiai eredményekben. Ezen kombinált tartósítási eljárások üzemi környezetben való alkalmazása nem ütközik akadályokba. A fogyasztók számára előnyös tulajdonságokat biztosíthat, mint a porhanyósság, megfelelő szín és fogyaszthatósági idő, mely tulajdonságok erősíthetik a fogyasztók vásárlási hajlandóságát.

Fekete Zoltán DIPLOMAMUNKA

6. Irodalmi hivatkozások

Irodalomjegyzék

1. A Magyar Élelmiszerkönyv 1-3/13-1 számú előírása a húskészítményekről és egyes előkészített húsokról („12. melléklet a 152/2009. (XI. 12.) FVM rendelethez)

2. ÚTMUTATÓ A HÚSKÉSZÍTMÉNYEK GYÁRTÁSA JÓ HIGIÉNIAI GYAKORLATÁHOZ Készült az Agrárminisztérium támogatásával Campden BRI Magyarország Nonprofit Kft. 201

3. Incze, K. (1996): A hús mikrobiológiája eltarthatósága, a mikrobaszámot csökkentő eljárások (felületkezelés). Húsipari Továbbképz Napok, A nyers hús. 50-58. p.

4. Deák, T., Farkas, J., Incze, K. (1980): Konzerv-, hús- és húsipari mikrobiológia, Budapest, Mezgazda kiadó, 53

5. Kropf D. H.,(1993): Colour Stability-Factors affecting the colour of fresh meat. Meat Focus International, Pages 269-275

6. Siró, I., Kápolna, E., Kápolna, B., Lugasi, A., 2008. Functional food. Product development, marketing and consumer acceptance - A review. Appetite 51, 456–467.

7. Bansal, V., Siddiqui, M.W., Rahman, M.S., 2015. Minimally Processed Foods: Overview, in: Siddiqui, M.W., Rahman, M.S. (Eds.), Minimally Processed Foods. Springer International Publishing, Cham, pp. 1–15.

8. Norton, T., Sun, D.-W., 2008. Recent Advances in the Use of High Pressure as an Effective Processing Technique in the Food Industry. Food Bioprocess Technol 1, 2–34.

9. Considine, K.M., Kelly, A.L., Fitzgerald, G.F., Hill, C., Sleator, R.D., 2008. High-pressure processing – effects on microbial food safety and food quality. FEMS Microbiol Lett 281, 1–9.

10. Dávila-Aviña, J.E., Solís-Soto, L.Y., Rojas-Verde, G., Salas, N.A., 2015. Sustainability and Challenges of Minimally Processed Foods, in: Siddiqui, M.W., Rahman, M.S. (Eds.), Minimally Processed Foods. Springer International Publishing, Cham, pp. 279–295.

11. Djenane & Roncalés, 2018; dos Santos Rodrigues et al., 2017; Mohamed & Mansour, 2012; Shan et al., 2005; Sharma et al., 2017; Velasco & Williams, 2011; Wojdyło et al., 2007

Fekete Zoltán DIPLOMAMUNKA

12. Dave, D., & Ghaly, A. E. (2011). Meat Spoilage Mechanisms and Preservation Techniques: A Critical Review. American Journal of Agricultural and Biological Science.

13. Camo, J., Beltrán, J. A., & Roncalés, P. (2008). Extension of the display life of lamb with an antioxidant active packaging. Meat Science, 80(4), 1086–1091.

14. Bakkali, F., Averbeck, S., Averbeck, D., & Idaomar, M. (2008). Biological effects of essential oils – A review. Food and Chemical Toxicology, 46(2), 446–475.

15. Bhavaniramya, S., Vishnupriya, S., Al-Aboody, M. S., Vijayakumar, R., & Baskaran, D. (2019). Role of essential oils in food safety: Antimicrobial and antioxidant applications. Grain & Oil Science and Technology

16. Nadarajah, D., Han, J. H., & Holley, R. A. (2005). Inactivation of Escherichia coli O157:H7 in packaged ground beef by allyl isothiocyanate. International Journal of Food Microbiology, 99(3), 269–279.

17. Chacon, P. A., Muthukumarasamy, P., & Holley, R. A. (2006). Elimination of Escherichia coli O157:H7 from Fermented Dry Sausages at an Organoleptically Acceptable Level of Microencapsulated Allyl Isothiocyanate. Applied and Environmental Microbiology, 72(5), 3096–3102.

18. Burt, S. (2004). Essential oils: Their antibacterial properties and potential applications in foods--a review. International Journal of Food Microbiology, 94(3), 223–253.

19. Andrés, M. F., Rossa, G. E., Cassel, E., Vargas, R. M. F., Santana, O., Díaz, C. E., & GonzálezColoma, A. (2017). Biocidal effects of Piper hispidinervum (Piperaceae) essential oil and synergism among its main components. Food and Chemical Toxicology, 109, 1086–1092

20. Kiokias, S., Varzakas, T., & Oreopoulou, V. (2008). In vitro activity of vitamins, flavonoids, and natural phenolic antioxidants against the oxidative deterioration of oil-based systems. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 48(1), 78–93

21. Baser, K. H. C. (2008). Biological and pharmacological activities of carvacrol and carvacrol bearing essential oils. Current Pharmaceutical Design, 14(29), 3106–3119.

22. George, D. R., Smith, T. J., Shiel, R. S., Sparagano, O. a. E., & Guy, J. H. (2009). Mode of action and variability in efficacy of plant essential oils showing toxicity against the poultry red mite, Dermanyssus gallinae. Veterinary Parasitology, 161(3–4), 276–282

Fekete Zoltán DIPLOMAMUNKA

23. Brenes, A., & Roura, E. (2010). Essential oils in poultry nutrition: Main effects and modes of action. Animal Feed Science and Technology - ANIM FEED SCI TECH, 158, 1–14.

24. Rubiolo, P., Sgorbini, B., Liberto, E., Cordero, C., & Bicchi, C. (2010). Essential oils and volatiles: Sample preparation and analysis. A review. Flavour and Fragrance Journal, 25(5), 282– 290.

25. Rasooli, I. (2007). Food Preservation—A Biopreservative Approach.

26. Grossi, A., Olsen, K., Bolumar, T., Rinnan, Å., Øgendal, L.H., Orlien, V., 2016. The effect of high pressure on the functional properties of pork myofibrillar proteins. Food Chemistry 196,

27. Moreira, S.A., Duarte, R.V., Fernandes, P.A.R., Alves, S.P., Bessa, R.J., Delgadillo, I., Saraiva, J.A., 2015. Hyperbaric storage preservation at room temperature using an industrial-scale equipment: Case of two commercial ready-to-eat pre-cooked foods. Innovative Food Science & Emerging Technologies 32, 29–36.

28. Considine, K.M., Kelly, A.L., Fitzgerald, G.F., Hill, C., Sleator, R.D., 2008. High-pressure processing – effects on microbial food safety and food quality. FEMS Microbiol Lett 281, 1–9.

29. Simonin, H., Duranton, F., de Lamballerie, M., 2012. New Insights into the HighPressure Processing of Meat and Meat Products 22.

30. Polydera, A.C., Stoforos, N.G., Taoukis, P.S., 2003. Comparative shelf life study and vitamin C loss kinetics in pasteurised and high pressure processed reconstituted orange juice. Journal of Food Engineering 60, 21–29

31. Bello, E.F.T., Martínez, G.G., Ceberio, B.F.K., Rodrigo, D., López, A.M., 2014. High Pressure Treatment in Foods. Foods 3, 476–490.

32. Hite, B.H., Giddings, N.J., Weakley, C.E., 1914. The Effect of Pressure on Certain MicroOrganisms Encountered in the Preservation of Fruits and Vegetables. West Virginia University Agricultural Experiment Station.

33. Hite, B.H., 1899. The effect of pressure in the preservation of milk : a preliminary report. West Virginia University Agricultural Experiment Station.

34. Knorr, D. (Berlin U. of T., 1993. Effects of high-hydrostatic-pressure processes on food safety and quality. Food Technol. USA

35. BALASUBRAMANIAM, V.M., FARKAS, D., TUREK, E.J. (2008) Preserving Foods through High-Pressure Processing. Food Technology, 62(11): 32-38.

Fekete Zoltán DIPLOMAMUNKA

36. URRUTIA-BENET, G. (2005). High-pressure-low-temperature processing of foods: Impact of metastable phases of process and quality parameters. PhD thesis, Berlin University of Technology

37. YALDAGARD, M., SEYED, A.M., TABATABAIE, F. (2008) The principles of ultra-high pressure technology and its application in food processing/preservation: a review of microbiological and quality aspects. *Afr. J. Biotechnol.* 7, 2739-2767

38. PATAZCA, E., KOUTCHMA, T., BALASUBRAMANIAM, V.M. (2007) Quasi-adiabatic temperature increase during high pressure processing of selected foods J. Food Eng., 80(1): 199-205

39. RASTOGI, N. K., RAGHAVARAO, K. S. M. S., BALASUBRAMANIAM, V. M., NIRANJAN, K., KNORR, D. (2007). Opportunities and challenges in high pressure processing of foods. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 47(1), 69–112.

40. RASANAYAGAM, V., BALASUBRAMANIAM, V.M., TING E., SIZER, C.E., BUSH, C., ANDERSON C. (2003) Compression Heating of Selected Fatty Food Materials During High-Pressure Processing. J. Food Sci., 68(1): 254-259.

41. MERTENS, B. (1995): Hydrostatic pressure treatment of food: equipment and processing. In: Gould, G.W., *New Methods of Food Preservation*. London, Blakie Academic and Professional. 135-158.

42. MERTENS, B. (1995): Hydrostatic pressure treatment of food: equipment and processing. In: Gould, G.W., *New Methods of Food Preservation*. London, Blakie Academic and Professional. 135-158.

43. CHEFTEL, J.C., CULIOLI, J. (1997): Effects of high pressure on meat: A review. *Meat Sci.*, 46 (3): 211-236

44. DALMADI, I., FARKAS, J., (2006): Gyümölcskészítmények tartósítása nagy hidrosztatikus nyomással. *Élelmezési Ipar,* LX(12) 262-264.p.

45. EARNSHAW, R**.** (1995) High pressure microbial inactivation kinetics. In: High Pressure Processing of Foods (D.A. Ledward, D.E. Johnston, R.G. Earnshaw, A.P.M. Hasting, Eds.), Nottingham University Press, Nottingham, p. 37-46.

46. Morales, P., Calzada, J., Avila, M., Nuñez, M., 2008. Inactivation of Escherichia coli O157:H7 in ground beef by single-cycle and multiple-cycle high-pressure treatments. J. Food Prot. 71, 811– 815.

47. YORDANOV, D.G., ANGELOVA, G.V. (2010) High pressure processing for foods preserving. Biotechnology & Biotechnological equipment., 24, (3): 1940-1945.

Fekete Zoltán DIPLOMAMUNKA

48. Faustman, C., Cassens, R.G., 1990. The Biochemical Basis for Discoloration in Fresh Meat: A Review. J. Muscle Foods 1, 217–243

49. Beltran, E., Pla, R., Capellas, M., Yuste, J., Mor-Mur, M., 2004. Lipid oxidation and colour in pressure- and heat-treated minced chicken thighs. J. Sci. Food Agric. 84, 1285– 1289.

50. riedrich L., 2008. Ultrahang alkalmazása húskészítmények minősítésében és gyártástechnológiájában

51. Goutefongea, R., Rampon, V., Nicolas, J., Dumont, J.P., 1995. Meat color changes under high pressure treatment. Proceeding 41st Int. Congr. Meat Sci. Technol. Proceeding 41st Int. Congr. Meat Sci. Technol. San Antonio Tex. 20–25 August 1995 384–385

52. Carlez, A., Veciana-Nogues, T., Cheftel, J.-C., 1995. Changes in Colour and Myoglobin of Minced Beef Meat Due to High Pressure Processing. LWT - Food Sci. Technol. 28, 528– 538.

53. Tintchev, F., Wackerbarth, H., Kuhlmann, U., Toepfl, S., Knorr, D., Hildebrandt, P., Heinz, V., 2010. Molecular effects of high-pressure processing on food studied by resonance Raman. Ann. N. Y. Acad. Sci. 1189, 34–42.

54. Del Olmo, A., Morales, P., Ávila, M., Calzada, J., Nuñez, M., 2010. Effect of single-cycle and multiple-cycle high-pressure treatments on the colour and texture of chicken breast fillets. Innov. Food Sci. Emerg. Technol. 11, 441–444.

55. Hendrickx, M., Ludikhuyze, L., Van den Broeck, I., Weemaes, C., 1998. Effects of high pressure on enzymes related to food quality. Trends Food Sci. Technol. 9, 197–203.

56. Iwasaki, T., Yamamoto, K., 2002. Effect of high hydrostatic pressure on chicken myosin subfragment-1. Int. J. Biol. Macromol. 30, 227–232.

57. Fernández-Martín, F., 2007. Bird muscles under hydrostatic high-pressure/temperature combinations: A DSC evaluation. J. Therm. Anal. Calorim. 87, 285–290.

58.

Fekete Zoltán DIPLOMAMUNKA

7. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Ezúton szeretnék köszönetet mondani témavezetőmnek Dr. Jónás Gábornak a diplomamunka elkészítéséhez nyújtott szakmai segítségét, valamint Dr. Friedrich László Ferenc tanár úrnak, aki hasznos észrevételeivel, javaslataival segítette dolgozatom elkészítését. Köszönöm Hidas Karinának a mérésekben való közreműködését és segítségét Szeretném megköszönni Horváth Ferenc élelmiszeripari cégvezetőnek (**Spar Magyarország Kereskedelmi Kft)**, hogy az általa biztosított húsmintákkal hozzájárult dolgozatom elkészítéséhez. Köszönet illeti Somos András ügyvezetőt (SKC Consulting Kft.) és Balaicza Zoltán üzemvezetőt, hogy lehetővé tették számomra a nagy hidrosztatikus nyomású kezelések elvégzését. Köszönöm anyukámnak és nagyszüleimnek, hogy áldozatkészségükkel lehetővé tették számomra, hogy a diplomamunka megírásáig eljussak. Köszönöm feleségemnek, a türelmét és kitartását, amit felém tanúsított a diplomamunka megírása során.

Fekete Zoltán DIPLOMAMUNKA

NYILATKOZAT

a diplomadolgozat nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve: **Fekete Zoltán**

A Hallgató Neptun kódja: **IB4HYI**

A dolgozat címe: **Húsok eltarthatóságának növelése kombinált tartósító eljárások alkalmazásával**

A megjelenés éve: **2023**

A konzulens tanszék neve: **Állatitermék és Élelmiszertartósítási Technológia Tanszék**

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

Ha a fenti nyilatkozattal valótlant állítottam, tudomásul veszem, hogy a Záróvizsga-bizottság 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.

Kelt: 2023 év 05 hó 08.nap

Fekete Zoltán

Hallgató aláírása