

BUDAPESTI CORVINUS EGYETEM
ÉLELMISZERTUDOMÁNYI KAR



Nagy hidrosztatikus nyomáskezelés hatása *Listeria monocytogenes*-szel fertőzött csökkentett sótartalmú sajtokra

TDK dolgozat

Készítette:

Benedek Krisztina Emőke
III. évf. Bsc hallgató

Konzulensek:

Pásztorné dr. Huszár Klára
egyetemi docens
Hűtő- és Állattermék Technológiai Tanszék

Dr. Kiskó Gabriella
egyetemi docens
Mikrobiológiai és Biotechnológia Tanszék

Tartalom

1. BEVEZETÉS.....	4
2. IRODALMI ÁTTEKINTÉS	5
2.1 A sajt	5
2.2 <i>Listeria monocytogenes</i>	7
2.2.1 A baktérium jellemzői	7
2.2.2 A liszteriózis	8
2.3 A nagy hidrosztatikus nyomáskezelés	9
2.3.1 A nagynyomású kezelés alkalmazása	9
2.3.2 A nagynyomású kezelés hatása a tejre és a tejtermékekre	10
2.3.3 A mikroorganizmusok nyomástűrése	10
2.4 Sócsökkentő program	11
3. CÉLKITŰZÉS	13
4. ANYAG ÉS MÓDSZER	14
4.1 Nagynyomású kezelés.....	14
4.2 Sótartalom meghatározása	17
4.3 Szárazanyag-tartalom és pH meghatározása	17
4.4 Színmérés	18
4.5 Állományprofil analízis	18
4.6 Mikrobiológiai vizsgálat	22
4.7 Érzékszervi bírálat.....	23
5. EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉS.....	26
5.1 Sótartalom meghatározás.....	26
5.2 Szárazanyag-tartalom és pH meghatározás	27
5.3 Színmérés	28
5.4 Állománymérés	31
5.5 Mikrobiológiai vizsgálat	34

5.6	Érzékszervi bírálat.....	37
6.	ÖSSZEFOGLALÁS.....	40
	IRODALOMJEGYZÉK.....	41
	KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS	43

1. Bevezetés

Manapság a világon sok helyen törekednek a hagyományos tartósító eljárások kiváltására modernebb, kíméletesebb eljárásokkal, mint például a nagynyomású kezeléssel. Számos országban már hatékonyan alkalmazzák ezt a technológiát. Magyarországon is megfigyelhető a megnövekedett igény a „természetesebb” élelmiszerek iránt. A fogyasztók szívesebben vásárolják a minél kevesebb tartósítószerrel tartalmazó és kíméletesen kezelt termékeket.

A tejtermékek, ezen belül a sajtok esetében is fontos szerepet játszanak az új, alternatív eljárások. Az érzékszervi tulajdonságok megőrzése mellett a biztonságos élelmiszerek gyártása a cél. Nagyon lényeges annak biztosítása, hogy az elfogyasztott élelmiszer ne okozzon egészségkárosodást. A tejtermékekben előforduló fontosabb patogén mikroorganizmusok közé tartozik az élelmiszerfertőzést okozó *Listeria monocytogenes*, mely a pasztörözés hatására elpusztul. A hőkezelés kiváltására alkalmazott HHP-kezelés (HHP=high hydrostatic pressure) alkalmas lehet ennek a mikroorganizmusnak az inaktiválására és egyéb kórokozók elpusztítására, így a termék biztonságossá tételére.

Az egészségtudatos táplálkozás is mindinkább előtérbe kerül. Egyre többet lehet hallani a túlzott sóbevitel káros hatásairól. A betegségek megelőzése érdekében fontos a sócsökkentés. Néhány élelmiszergyártó már részt vesz a Nemzeti Sócsökkentő Programmal kapcsolatos vállalatokban. A táplálékkal bevitt só mennyiségének ugyan csak kis részét teszik ki a tejtermékek, a sajtok sótartalmának csökkentésével is lehetne segíteni azon, hogy a napi beviteli érték a WHO ajánlásának megfelelő legyen.

2. Irodalmi áttekintés

2.1 A sajt

A sajtok a következő csoportokba sorolhatók:

- oltós alvasztású, érlelt sajtok
- savas és vegyes alvasztású sajtok
- sajtkészítmények
- ömlesztett sajtok és ömlesztett sajtkészítmények

Az oltós alvasztású érlelt sajtok tejből, továbbá egyéb meghatározott összetevőkből vagy azok egy részéből, a jellegének megfelelő kultúra hozzáadásával, enzimes alvasztással, a tejfehérje részleges vagy teljes koagulálásával, savóelvonással - membránszeparációs technológiával gyártott sajt esetén permeátumelvonással - előállított szilárd vagy félszilárd termék, amelyben a savófehérje-kazein arány nem haladja meg a tejben lévő, és amelyet rövidebb-hosszabb ideig érlelnek (Magyar Élelmiszerkönyv, 2009).

A sajtok állománya szerint megkülönböztetünk extra kemény és kemény, félkemény és lágy sajtokat.

Vizsgálataim során trappista sajttal dolgoztam. A trappista Magyarország egyik legnépszerűbb és legnagyobb mennyiségben fogyasztott sajtja. Ez a sajt tehéntejből, tejsavbaktérium-színtenyészet és alvasztóenzim, esetleg kalcium-klorid hozzáadásával készített, sózott, érlelt, jellegzetes érzékszervi tulajdonságú, oltós alvasztású, félkemény, erjedési lyukas sajt. A sajt gyártásánál a következő anyagok használhatók fel: tehéntej, tejsűrítmény vagy ezek keverékei; részben főlőzött tej, soványtej vagy ezek keverékei; tejszín; tejpor; tejfehérje-koncentrátumok; tejsavbaktérium-színtenyészetek; alvasztóenzim; ivóvíz; étkezési só; kalcium-klorid; kálium- vagy nátrium-nitrát; természetes színezék: béta-karotin. A félkemény sajtokat a szilárd, de jól vágható állomány, a közepes méret és tömeg, a szabályos alak, valamint a többhetes érési idő jellemzi. Egész tömegükben egyenletesen érnek, egyes alcsoportok érésében a kéregflóra is szerepet játszik.

A sajt sózásának alapvető célja a sajtra jellemző ízkarakter kialakítása, az érés mikrobiológiai folyamatainak befolyásolása, egyes káros baktériumok tevékenységének gátlása és a sajt kérének kialakítása. A sózás a sajt minőségének megőrzését szolgálja, tehát tartósító eljárásnak is mondható.

A sajtba juttatott konyhasó (NaCl) fontosabb hatásai közé az alvadék pH-jának csökkenése és szinerézisének folytatódása, a sajterés mikrobiológiai és enzimikus folyamatainak szabályozása, a fehérje- és zsírlé bomlás befolyásolása illetve a sajtszerkezet, az állomány, az íz és szag kialakítása tartozik.

A sajtban lejátszódó proteolízis első szakaszában az oltóenzimnek még szerepe van, főként az α_{s1} -kazein bontásában. A só az alvasztóenzimek hidrolitikus tevékenységét befolyásolja: 6% sótartalom a vízben koncentrációig általában stimulálja, felette gátolja. A proteolízis a sózott sajtokban általában lassabb és kisebb mértékű, mint a sózatlanokban. A sótartalom befolyásolja a bakteriális úton bontott β -kazein degradálódását, amely kis sótartalom mellett gyorsabb és kifejezettebb. A sajtok keserű ízét okozó nagymolekulájú proteozok és peptonok elsősorban a β -kazein hidrolízise nyomán keletkeznek. A konyhasó a β -kazein bontását szelektíven befolyásolja, így nagy szerepe van a keserű íz megakadályozásában. A keserű íz valószínűsége kis sótartalom (<5% NaCl a víztartalomban) mellett nagyobb. A sótartalom befolyásolja a lipolízist is, alacsony sótartalom mellett intenzívebb, a magasabb mellett gátolt (Szakály, 2001).

2.2 *Listeria monocytogenes*

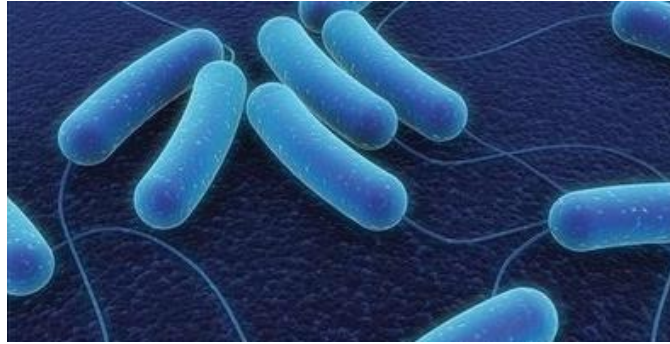
2.2.1 A baktérium jellemzői

A tejben, tejtermékekben előforduló mikroorganizmusok közül megkülönböztetünk patogéneket és szaprofitákat. A patogén mikrobák veszélyeztetik a fogyasztók egészségét, megbetegedést okoznak vagy okozhatnak, a szaprofiták pedig életműködésükkel rontják a tej minőségét.

A nyolc ismert *Listeria* faj közül csak a *Listeria monocytogenes* jelent egészségügyi kockázatot. A *Listeria monocytogenes* egy Gram-pozitív, fakultatív anaerob patogén. Spórákat nem képző, pálcika formájú baktérium, mely fénymikroszkóppal vizsgálva „bukfencező” mozgást mutat. Szaporodásának pH optimuma 6-8 között van, a minimuma 4,4-5,6, sugártűrése átlagos. Sótűrése nagy, pH 6 és 16 % NaCl mellett évekig él, emiatt élelmiszerekben könnyen életben marad. A túlélése nagy sókoncentrációjú közegben a hőmérséklet csökkentésével szignifikánsan hosszabb. A baktérium mindenütt előfordul (ubikviter) és a hűtőszekrény hőmérsékletén is képes szaporodni. 0 °C alatti hőmérsékleten túlél, vagy csekély mértékű inaktiválása következik be. Fagyasztott élelmiszerekben való túlélése függ a szubsztrátumtól és a fagyasztás sebességétől. Elpusztításához 50 °C feletti hőmérséklet szükséges, a hőkezelést nem éli túl (Mohácsiné, 2011).

1. táblázat: A *Listeria monocytogenes* szaporodási hőmérséklete (°C) (Deák, 2006 nyomán)

Minimum	Optimum	Maximum
0-4	30-37	45-47



1. ábra *Listeria monocytogenes* (www.nebih.gov.hu)

2.2.2 A liszteriózis

A liszteriózis a *Listeria monocytogenes*-szel szennyezett élelmiszer fogyasztása után kialakuló betegség, melynek súlyos tünetei vannak. A fertőzés szempontjából kockázatos élelmiszerek közé tartozik a nyers, pasztörizálatlan tej és az abból készült termékek, az azonnali fogyasztásra szánt (Ready-to-eat, RTE) élelmiszerek, a lágy sajtok, a nyers húst tartalmazó ételek, húskészítmények, a nyers halak, a füstölt lazac, és a nyers zöldségből készült saláták. A *Listeria monocytogenes* megbetegedést általában csak legyengült szervezetű embereknél okoz. Ilyenek a csecsemők, a várandós nők, az idős emberek és a gyenge immunrendszerűek (alkoholisták, cukorbeteg, kemoterápiás kezelés alatt állók, AIDS-esek, egyéb krónikus betegek). A jó ellenálló képességűek gyakran tünetmentesen vészelik át a fertőzést. A tapasztalatok szerint, hogy ha az élelmiszer *Listeria monocytogenes* koncentrációja a grammonkénti 100 telepképző egységet nem haladja meg, akkor az átlagos fogyasztó számára csekély kockázatot jelent. A betegséget az általános tünetek, mint például láz, hasmenés, hányás, fejfájás alapján gyakran nehéz megkülönböztetni egyéb élelmiszerfertőzésektől. A kialakult betegségnek súlyos következményei lehetnek, főleg a várandósok körében. Szövődményként kialakulhat agyhártyagyulladás (meningitisz), illetve vérmérgezés (szeptikémia). Terhesség esetén előfordulhat vetélés, halvaszületés, és az újszülött is fertőződhet. A betegséget nagy mortalitási arány jellemzi, a klinikai esetek 20-30 százalékában halállal végződik. A korai felismerés nagyon fontos szerepet játszik a gyógyulás sikerességében. Hazánkban a liszteriózis 1998 óta tartozik a bejelentendő betegségek körébe (www.nebih.gov.hu).

2.3 A nagy hidrosztatikus nyomáskezelés

A fogyasztóknak egyre nagyobb az igénye a természetes, minél kevesebb tartósítószerrel, vagy azt egyáltalán nem tartalmazó élelmiszerek iránt. Ugyanakkor fontos számukra a megfelelő élelmiszer-biztonság, és a hosszú eltárolhatóság is. A hagyományos tartósítási módszerek közül a leggyakoribb a hőkezelés, amelynek hátránya, hogy a termék elveszíti frissességét, mely változás sajnos a fagyasztási technológiánál is bekövetkezik. Ezen módszerek kiváltására alkalmazható a kíméletesebb, előnyös tulajdonságokkal rendelkező nagynyomású kezelés, amely az élelmiszerek tápértékének és érzékszervi minőségének lényeges megváltoztatása nélkül hosszabbítja meg az eltarthatósági időt. A nagy hidrosztatikus nyomás (HHP=high hydrostatic pressure) alkalmazása a nem termikus fizikai élelmiszer-tartósítási eljárások közé tartozik. Ez az alternatív módszer már több országban, köztük Japánban, Németországban és az Egyesült Államokban is gyakorlati alkalmazást nyert. A további elterjedését az iparban a nagy beruházási költség, és az élelmiszer-biztonsági kérdések szabályozásának hiánya gátolja.

2.3.1 A nagynyomású kezelés alkalmazása

Az első kutatások Hite (1899) nevéhez fűződnek, aki kimutatta, hogy a tej és egyéb élelmiszeripari termékek szavatossági ideje meghosszabbítható a nyomáskezelés hatására. A kezelés korai alkalmazását az akadályozta, hogy nem álltak rendelkezésre megfelelő berendezések. Az első nyomáskezelt termékek 1991-ben jelentek meg a japán piacon, ahol jelenleg ezt a technológiát gyümölcslevek, lekvárok, szósok, rizs, sütemények és desszertek esetében használják. Európában ilyen eljárással készült szeletelt főtt sonkát és narancslevet is árulnak a boltokban (Trujillo et al., 2002).

Két elv magyarázza a hidrosztatikus nyomás hatását. Először is a Le-Chatelier elv alapján bármely jelenséget (fázis átalakulás, molekuláris szintű változások, kémiai reakciók) térfogat csökkenés kíséri, és a csökkenés mértéke a nyomás emelkedésével növekszik. Másodszor, a nyomás egységesen és azonnal érvényesül az élelmiszer méretétől és alakjától függetlenül (izosztikus nyomás) (Trujillo et al., 2000).

Az élelmiszerek tartósítására használt nyomás mértéke 100-1000 MPa tartományba esik, az elérni kívánt céltól függően (Deák, 2006). A kezelés időtartama néhány másodperc vagy akár 20 percet meghaladó is lehet. A hatékonyság függ az alkalmazott nyomás nagyságától, a kezelés hőmérsékletétől, a kezelés időtartamától, a nyomásnövelés és –csökkentés sebességétől, az induló termék hőmérsékletétől, a berendezésen kialakuló hőmérséklet-elosztástól, a termék pH-jától, összetételétől és vízaktivitásától (Balla és Siró, 2007).

2.3.2 A nagynyomású kezelés hatása a tejre és a tejtermékekre

Az utóbbi időben megnövekedett az érdeklődés a tej és tejtermékek nagynyomású kezelése iránt. A 300-600 MPa közötti nyomáskezelésekről leírták, hogy hatékony módszerek a mikroorganizmusok inaktiválására, beleértve a leginkább fertőző élelmiszer eredetű patogéneket is. A mikrobák károsításán túlmenően bizonyították, hogy a HHP kezelés javítja a tej oltós és savas alvasztásának hatékonyságát, anélkül, hogy károsítaná a fontos minőségi mutatókat, úgy, mint az ízt, az illatot, a vitaminokat és a tápanyagokat. Ezek a tulajdonságok a tejipar számára számos gyakorlati alkalmazási lehetőséget biztosítanak, hogy mikrobiológiai szempontból biztonságos, hosszabb szavatosságú idejű, kíméletesen kezelt tejtermékeket állítson elő, illetve hogy új nagy tápanyagtartalmú és jó érzékszervi tulajdonságú tejtermékeket fejlesszenek. A nagynyomású kezelés lehetőséget nyújt új textúra kialakítására. (Trujillo et al., 2002).

A sajt nagynyomású kezelése során a sajt minőségétől függően felgyorsulhat a proteolízis az érlelés folyamán, így csökkenthető az érési idő (O'Reilly, 2001).

2.3.3 A mikroorganizmusok nyomástűrése

A vegetatív sejtek közül a Gram-pozitív baktériumok jobban ellenállnak a nyomásnak, mint a Gram-negatív baktériumok. Az inaktiválás több tényező együttes hatására következik be. Nagyon fontos szerepet játszik a sejtmembrán tulajdonságainak megváltozása a nagynyomású kezelés hatására: a sejtfalelválás a citoplazmamembrántól, és a sejtfal áteresztőképességének megnövekedése. Ezen kívül a fehérjék térszerkezete változik a nem-kovalens kötésekre

gyakorolt hatás révén, ami a nyomáskezelés mértékétől függően reverzibilis vagy irreverzibilis denaturációt okoz (Balla és Siró, 2007).

Munoz-Cuevas és munkatársai (2012) *Listeria monocytogenes* sejt szuszpenziókat vizsgálva azt találták, hogy a nagynyomású kezelés (350, 400, 450 MPa) hatására a túlélő sejtek sérültek. Ezt a sérülést bizonyította, hogy a növekedés megindulása időben késett, a lag fázis megnyúlt, ha a kezelt sejteket különböző stresszoroknak, például kis pH-nak (pH=5) vagy nagy sókoncentrációnak (1%) tették ki.

Tomás López-Pedemonte és munkatársai (2006) modell sajtokban két *Listeria monocytogenes* törzs inaktiválását vizsgálták különböző nagynyomású kezelések után. A kezelés 10 percig tartott 300, 400 és 500 MPa-on, 5 és 20 °C - on. A méréseket az 1., 2., 15. és 30. napon végezték miközben a mintákat 8 °C -on tárolták. A különböző hőmérséklet hatása között nem volt szignifikáns különbség. A 30. napra a legnagyobb mértékben az 500 MPa nyomáson kezelt sajtok TKE/g értéke csökkent. Minél nagyobb volt a nyomás, annál jobban lecsökkent a baktériumok száma. A vizsgálat bizonyította, hogy a HHP kezelés javítja a sajtermékek biztonságosságát.

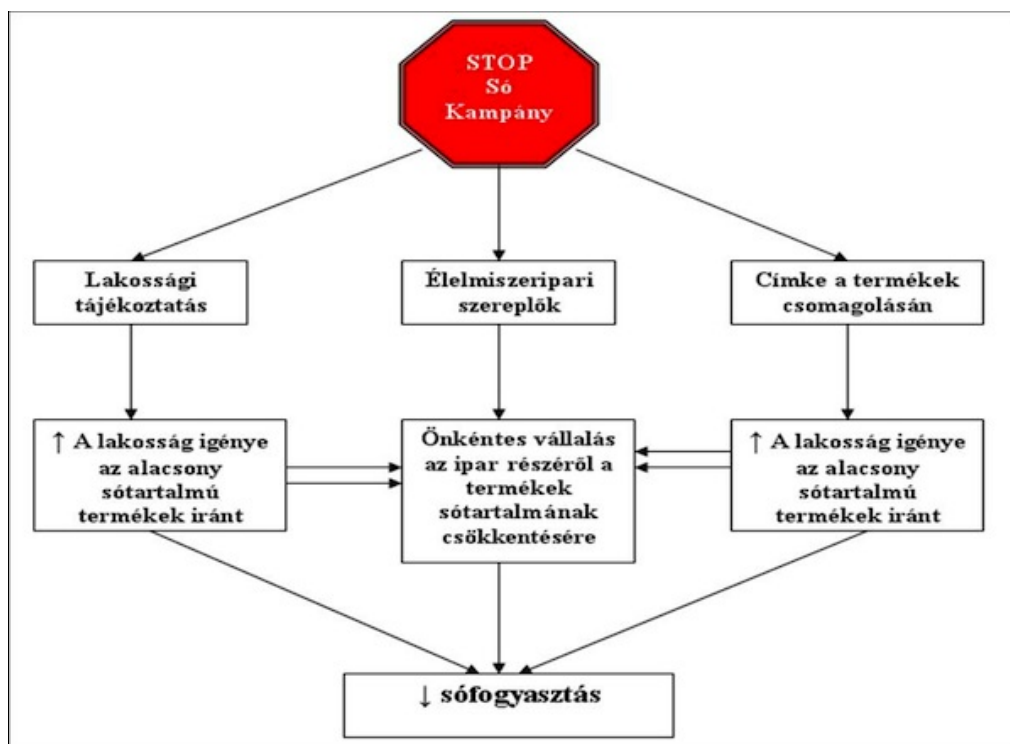
Szczawinski és munkatársai (1997) az érlelt és szeletelt sajtban a *Listeria monocytogenes* számának szignifikáns (6 nagyságrend) csökkenését érte el 500 MPa-os 15 perces nyomáskezeléssel. Gallot-Lavallée. (1998) nyers tejből készült kecskesajtban vizsgálta a *Listeria monocytogenes* károsodásának mértékét 450 MPa/10 perc vagy 500 MPa/5 perces kezelések után, amellyel több, mint 5,6 logaritmusos egységgel csökkentette a mikroorganizmusok számát, anélkül, hogy a sajt érzékszervi tulajdonságai megváltoztak volna. Reps és munkatársai (1998) jelentős mikrobaszám csökkenést értek el Gouda és Camembert sajtoknál 400 MPa nyomás felett.

2.4 Sócsökkentő program

Magyarország 2008-ban csatlakozott az EU Sócsökkentő Keretprogramához. A STOP SÓ Nemzeti Sócsökkentő program célja a sóbevitel csökkentése. A magyar lakosság sófogyasztása ugyanis jelentősen meghaladja a WHO által ajánlott sóbevitelt (WHO ajánlás: kevesebb, mint 5 gramm/nap). A Magyarországon élő emberek átlagosan 3-3,5-ször annyi sót fogyasztanak, mint az ajánlott mennyiség. Vizsgálatok bizonyítják, hogy a túlzott

sófogyasztás számos megbetegedés kialakulását elősegíti: magas vérnyomáshoz vezet, növeli az agyvérzés, valamint a szívinfarktus kockázatát. A szív és érrendszeri megbetegedések következtében bekövetkező halálesetek száma nagyon nagy, azonban ezek közül számos eset megelőzhető lenne az alacsonyabb sófogyasztással. A problémát valójában a túlzott nátrium bevitel jelenti, amelyet főként só (nátrium-klorid) formájában fogyasztunk (www.stopso.eu). A nátrium és a kálium nélkülözhetetlen az emberi szervezet számára, ugyanis együtt vesznek részt a test folyadék- és sav-bázis háztartásának szabályozásában, a sejtek közötti ingerület-átvitelben, így az ideg- és izomműködésben, valamint a transzportfolyamatokban, illetve a vízviisszatartás révén a vérnyomás szabályozásában. Tehát a nátrium az egyik legfontosabb makroelem a szervezetünk számára, de napi 1,5-2 gramm nátrium elegendő a napi nátriumigény fedezéséhez (Dánielné, 2013).

A cél az lenne, hogy az élelmiszeripar kevesebb sót használjon az élelmiszerek feldolgozása során, illetve a közétkeztetésben, a vendéglátásban és otthon, az ételkészítés során is csökkentsük a felhasznált só mennyiségét.



2. ábra A STOP Só Kampány célja (www.stopso.eu)

3. Célkitűzés

Az általam elvégzett munka célja az volt, hogy megvizsgáljam, hogy a *Listeria monocytogenes* hogyan szaporodik a csökkentett sótartalmú sajtokban, illetve megállapítsam, hogy a sajtok sótartalmának csökkentése hogyan befolyásolja a baktérium szaporodását a 4 hetes érlelés majd az azt követő hűtve tárolás során. Emellett azt vizsgáltam, hogy a nagy hidrosztatikus nyomással történő kezelés hogyan hat a *Listeria monocytogenes* szaporodására. Azt vártuk, hogy kisebb sótartalom következtében a baktérium jobban fog szaporodni ezekben a sajtokban, mint a kontroll sajtokban, hiszen a sajtok sótartalmának csökkentésével a só tartósító hatása is gyengébb lett. Arra kerestem a választ, hogy a nagy nyomás tudja-e kompenzálni a kisebb mértékű tartósító hatást, azaz lehet-e kisebb sótartalmú, de ugyanakkor biztonságos sajtokat készíteni nagynyomású kezeléssel. Emellett azt vizsgáltam, hogy a sócsökkentésnek és a nyomáskezelésnek milyen hatása van a sajtok különböző tulajdonságaira.

4. Anyag és módszer

A kísérlethez szükséges 8 darab egész, trappista sajt korongot a Kőröstej Kft. kőröstetétleni gyárából kaptam, még szózatlan állapotban. Négyféle koncentrációjú sólevet készítettem hálózati vízzel és konyhasó felhasználásával: 5, 10, 15 és 20 %-osat. Külön megmértem a sajt és a sólé pH-ját Testo pH-mérővel, majd belehelyeztem a sajtot a sólébe és 17 órán keresztül így tároltam hűtőszekrényben, 12 °C-on. Miután kivettem a sajtokat a sóléből ismét megmértem a sajtok és a sólevek pH-ját. Ezt követte az 5 órás szikkasztás, mely 19,9 °C-on történt, 59 % relatív páratartalom mellett. Ezután a sajtokat Multivac készülékkel vákuumsomagoltam, 13 ± 1 °C-os hűtőbe tettem és így érleltem 4 héten keresztül.

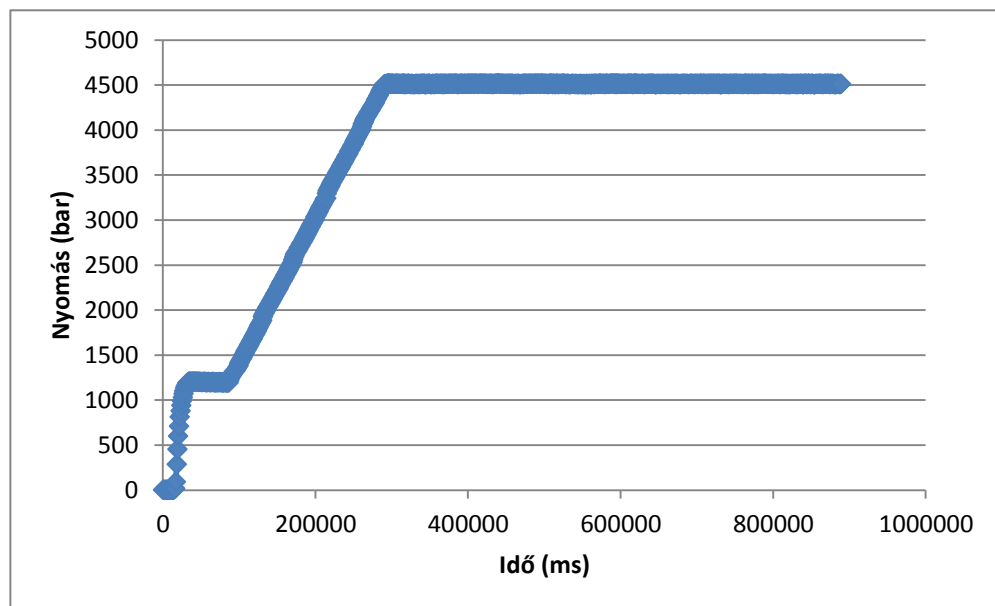
4.1 Nagynyomású kezelés

A 4 hetes érlelés végén a 8 darab sajtot megfeleztük és az egyik felét nyomáskezeltük, míg a másik felét nem, ezek lettek a kontroll minták. A nyomáskezelést FPU-100-2000 (Resato International B.V., Hollandia) típusú készülékkel végeztük. A készülék két fő egységből áll: nyomásfokozó és kezelő egységből. A készülék maximum 1.000 MPa (10.000 bar) nyomást tud előállítani. A nyomásátadó közeg RESATO PG Fluid. A nyomás emelésének időtartama és a kezelés időtartama tetszés szerint beállítható. Esetünkben a nyomáskezelés 450 MPa-on, szobahőmérsékleten történt, időtartama 10 perc volt. A kezelés során a nyomásnövelés sebessége 1000 bar/perc volt.

A kontroll és nyomáskezelt mintákat ezután további 4 hétig hűtve tároltam 4 °C-os hűtőszekrényben.



3. ábra FPU-100-2000 nagynyomású berendezés (Resato International B.V., Hollandia)



4. ábra A nyomás értékének alakulása a kezelés során

2. táblázat: A minták jelölése

A minták kódja	A minták kódjának jelentése
K	20%-os sólében sózott, nem nyomáskezelt sajtminta
KNY	20%-os sólében sózott, nyomáskezelt sajtminta
S1	15%-os sólében sózott, nem nyomáskezelt sajtminta
S1NY	15%-os sólében sózott, nyomáskezelt sajtminta
S2	10%-os sólében sózott, nem nyomáskezelt sajtminta
S2NY	10%-os sólében sózott, nyomáskezelt sajtminta
S3	5%-os sólében sózott, nem nyomáskezelt sajtminta
S3NY	5%-os sólében sózott, nyomáskezelt sajtminta

3. táblázat: A vizsgálatok időpontjai

	0.hét	4. hét (érlelés vége)	8. hét (tárolás vége)
Vizsgálatok	pH mérés, mikrobiológiai vizsgálat	pH mérés, szárazanyag-tartalom mérés, sótartalom mérés, mikrobiológiai vizsgálat, érzékszervi bírálat	pH mérés, szárazanyag-tartalom mérés, sótartalom mérés, mikrobiológiai vizsgálat, állománymérés, színmérés

4.2 Sótartalom meghatározása

A 4 hetes érlelés és az azt követő 4 hetes tárolás után is megmértem a sajtok sótartalmát. A sajt széléről lereszeltem kicsivel több, mint 5 grammot, lemértem a pontos tömegét, hozzáadtam desztillált vizet és fél órán keresztül vízfürdőben tartottam a minták jobb feltáródása céljából. Ezt követően a 100 ml-es Stift lombikban desztillált vízzel jelre töltöttem. Az oldatot redős szűrőpapíron leszűrtem és a szűrletből 10 ml-t Erlenmeyer lombikba pipettáztam. Hozzáadtam 5 csepp 20 %-os K_2CrO_4 indikátort, majd 0,1 normális $AgNO_3$ -tal vörösesbarna színűre titráltam.

A sótartalmat az alábbi képlettel számoltam ki:

$$Sótartalom (mg/g) = \frac{V_F * f * E * V_{ST}}{V_T * m}$$

E: sóegyenérték: 1ml 0,1 n $AgNO_3$ megfelel 5,85 mg NaCl-nak, tehát $E=5,85$ mg

f: az ezüst-nitrát oldat faktora ($f=0,9916$)

V_F : fogyás (ml)

V_{ST} : a Stift lombik térfogata (ml) ($V_{ST}= 100$ ml)

V_T : a titrált térfogat (ml) ($V_T= 10$ ml)

m: a bemért tömeg (g)

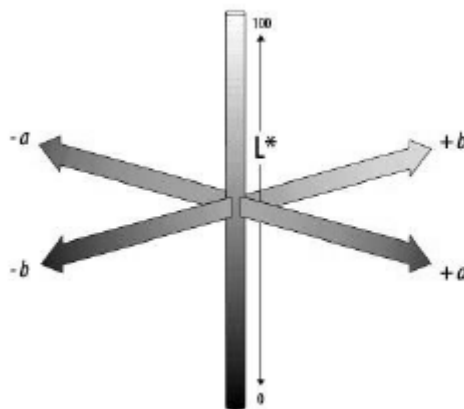
4.3 Szárazanyag-tartalom és pH meghatározása

A szárazanyag-tartalom mérését is a 4. és a 8. hét után végeztem el Kern MLS (Kern & Sohn, Németország) berendezéssel. Lereszeltem mindegyik sajtból kb. 2,5 grammot, majd a készülékbe helyeztem. A berendezés $105\text{ }^{\circ}C$ - ra melegíti fel a mintát és tömegállandóságig mér. Minden esetben 3 párhuzamos mérést végeztem.

A pH mérést a sózás előtt és után, illetve szintén a 4. és a 8. hét után végeztem Testo 206 típusú pH mérő készülékkel. Minden minta esetében 3 párhuzamos mérést csináltam.

4.4 Színmérés

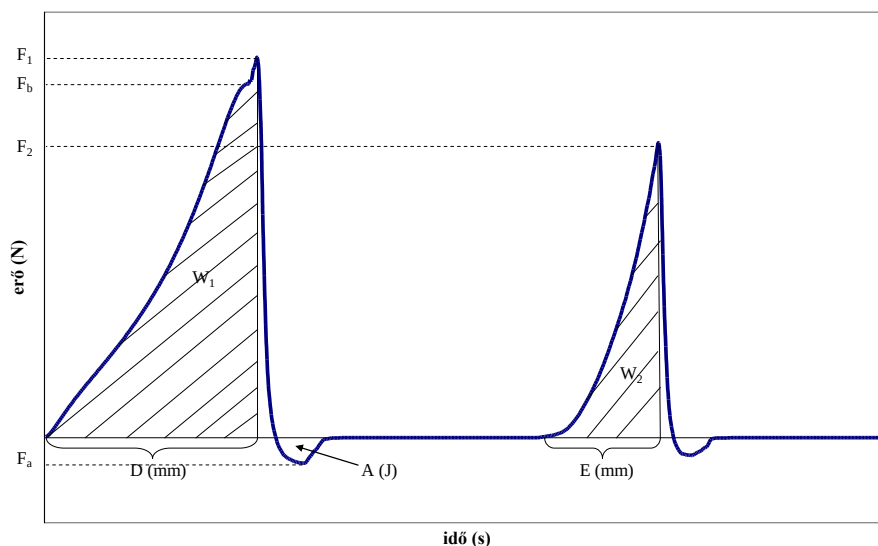
A színmérést Minolta CR-200 (Konica Minolta, Japán) típusú színmérő készülékkel végeztem. A háromdimenziós CIELAB színinger-teret 1976-ban hozták létre. Közel egyenletes (azaz a szemmel észlelt különbségek a térben kb. azonos távolságnak felelnek meg), koordinátái a CIE XYZ színösszetevőkből számíthatók (5. ábra). Az L^* -világossági tényező azt mutatja meg, hogy a tárgy a megvilágító fény hány százalékát veri vissza. A $+a^*$ a vörös színezetet, a $-a^*$ a zöld színezetet, a $+b^*$ a sárga színezetet, a $-b^*$ a kék színezetet jelenti. Minden sajton 12 különböző ponton végeztem el a mérést, majd a kapott értékeket átlagoltam. A kapott eredmények értékelését IBM SPSS Statistics szoftverrel végeztem és kéttényezős varianciaanalízist alkalmaztam annak megállapítására, hogy volt-e szignifikáns hatása a nyomáskezelésnek és a sótartalom változásának.



5. ábra CIELAB színinger-tér

4.5 Állományprofil analízis

A módszer során, mely az emberi harapást utánozza, a vizsgált anyagból készített próbatestet kétszer összenyomják úgy, hogy a belső szerkezete megroppanjon. A felvett erő – deformáció (idő) görbéről leolvasott, illetve az adatokból számolt jellemzők az érzékszervi módszerrel történő elemzéssel jól összehasonlítható eredményeket adnak.



6. ábra Állományprofil analízis görbe

A 6. ábrán látható állományprofil analízis görbe jellemzői:

- F_b (N): biológiai folyáshatár, a minta belső szerkezetének megroppantásához szükséges erő, amelynek értéke alatt a változás reverzibilis,
- F_1, F_2 (N): az adott deformáció eléréséhez szükséges, már irreverzibilis változásokat okozó erő az első illetve második összenyomás során, a minta legnagyobb deformációhoz tartozó keménysége,
- F_a (N): adhéziós erő, a minta tapadosságának mértéke,
- D (mm): a deformáció mértéke,
- E (mm): a minta deformáló erő megszűntetése után visszanyert magassága, rugalmasság,
- W_1, W_2 (J): az adott deformáció eléréséhez szükséges munka az első illetve második összenyomás során, az erő - deformáció görbe alatti terület az első illetve a második összenyomásig,

A (J): adhezivitás, az a munka, amely ahhoz szükséges, hogy a feltétet a mintáról leválassza, az erő - deformáció görbén az első összenyomás után fellépő negatív erő érték alatti terület.

A fenti adatokból számított paraméterek:

K: kohézió, a mintát összetartó belső kötések ereje, $K = W_2/W_1$

G (N): gumisság, félszilárd élelmiszerek szétroncsolásához szükséges erő, amelynek mértéke a keménységtől és kohezivitástól függ, $G = F_1 \cdot K$

R (mJ): rághatóság, a szilárd élelmiszer teljes szétrágásához szükséges energia, mértéke a keménység, kohezivitás és rugalmasság elsődleges paraméterekhez kapcsolódik. $R = F_1 \cdot K \cdot E$

A vizsgálatokat SMS TA.XTPlus típusú (Stable Micro Systems, UK) állománymérő készülékkel végeztem, mely működése során a terhelőoszlopon előre kiválasztott állandó sebességgel ún. keresztfej mozog fel- és lefelé. A keresztfejben erőmérő-cella található, amelynek kapacitása szabja meg a mérhető maximális erőt.

Mivel a sajtok eredeti formájukban túl nagy méretűek voltak, valamint a reprodukálhatóság miatt egyforma, szabályos 12 mm átmérőjű és 12 mm magasságú próbatestet vágtam ki a belőlük. Mindegyik sajtból 12 mintát vettem.

A kapott eredmények értékelését IBM SPSS Statistics szoftverrel végeztem és kéttényezős varianciaanalízist alkalmaztam annak megállapítására, hogy volt-e szignifikáns hatása a nyomáskezelésnek és a sótartalom változásának.



7. ábra SMS készülék



8. ábra A mintákból kivágott próbatestek

4.6 Mikrobiológiai vizsgálat

A 8 darab sajt mindegyikéből kivágtunk egy kis darabot, majd ezekből körülbelül 10 grammos kockákat szeleteltünk. Utána egy injekciós tű segítségével a *Listeria monocytogenes* szuszpenziót a mintákba injektáltuk úgy, hogy az induló sejtszám 10^7 TKE/g körüli legyen. Azért választottunk ilyen magas sejtszámot, hogy lássuk, a nagynyomású kezelés tényleg hatásos-e. Ellenőriztük a tényleges induló sejtszámot (0. hét). Ezeket a mintákat steril Stomacher zacskóban vákuumcsomagoltuk. 4 hét elteltével, az érlelés végén így lettek nyomáskezelve. A vizsgálat során a nem kezelt és a nyomáskezelt sajtminták sejtszámát határoztuk meg. Lamináris boxban a Stomacher zacskók tetejét lelángolt ollóval levágtuk. Steril mérőhenger segítségével a minták tömegének kilencszerezes mennyiségű pufferelt pepton vizet öntöttünk rá, majd így homogenizáltuk 1 percen keresztül STOMACHER (Gerhardt Analytical Systems, Németország) berendezéssel. Ezután hígítási sort készítettünk. A *Listeria monocytogenes* számát a megfelelő hígítási tagokból PALCAM agaron (Merck 1.11755. 0500) felületi szélesztéssel határoztuk meg. A Petri csészéket 37 °C-on inkubáltuk 24-48 óráig. Az értékelés során a 30 és 300 darab telepszámot tartalmazó Petri csészéket vettük figyelembe.

A sérült sejtek kimutatására a TAL (Thin Agar Layer) módszert alkalmaztuk, mivel ezek a sejtek sokszor nem képesek növekedni szelektív táptalajon. Szaporodásuk elősegítésére ezért első lépésként egy regeneráló tápközeget iktatnak be a szelektív táptalaj alkalmazása előtt. A TAL eljárásnak a lényege, hogy az indikátort is tartalmazó szelektív tápagart felülrétegezzük nem szelektív táptalajjal, amelyen a sérült sejtek képesek növekedni. A sérült sejtek regenerálódása során a szelektív táptalaj szelektivitását okozó komponensek a nem szelektív rétegbe diffundálnak és így lejátszódhatnak a mikrobára jellemző színreakciók is, lehetővé téve ezáltal a patogének elkülönítését a termék természetes mikrobiótájától (Belák, 2011).



9. ábra Petri csészék *Listeria* telepekkel

4.7 Érzékszervi bírálat

A bírálat során a profilanalízis módszerét alkalmaztam, melyet a számítógéppel támogatott ProfiSens szoftver segítségével értékeltem. A bírálatokat 10 olyan hallgató végezte, aki az Érzékszervi minősítés alaptanfolyamon részt vett. A bírálatot a nagy mintaszám miatt 2 blokkban végeztük, az elsőben az 5% és 10 %-os sólében sózott HHP-kezelt és kezeletlen sajtokat vetettük össze, a másodikban pedig a 15 és 20%-os kezelt, illetve nem kezelt mintákat. A sajtokat darabokra vágtam, mindegyik fajtából 8 darabot kaptak a bírálók, hogy többször is megkóstolhassák. Íz-semlegesítőként szénsavmentes ásványvizet és kifli karikákat adtam a bírálóknak. Az íz és szagátvitel mellőzése érdekében pedig minden sajtot külön villával lehetett megkóstolni. A kísérletet a következő tulajdonságokra építettük: szín, illat, idegen illat, íz, idegen íz, rugalmasság, keménység, sós íz, erjedési lyukak. Ezen kívül az idegen illat és az idegen íz esetében lehetőség volt azok leírására, illetve egyéb megjegyzésre.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1		BCE									
2			ÉML								
3											
4			Trappista sajt profilanalízis								
5											
6	Bíráló kódja										
7	Minták kódja										
8	Tulajdonságok										
9			50								
10	1. Szín		50	fehér						sárga	
11			50								
12			50								
13			50								
14			50								
15	2. Illat		50	jellegtelen						jellegzete sebb aromás, tisztta	
16			50								
17			50								
18			50								
19			50								
20	3. Idegen í		50	nem érezhető						intenzív	
21			50								
22			50								
23			50								
24											
25	4. Idegen í										
26											
27											

10. ábr A bírálati lap részlete (ProfiSens)



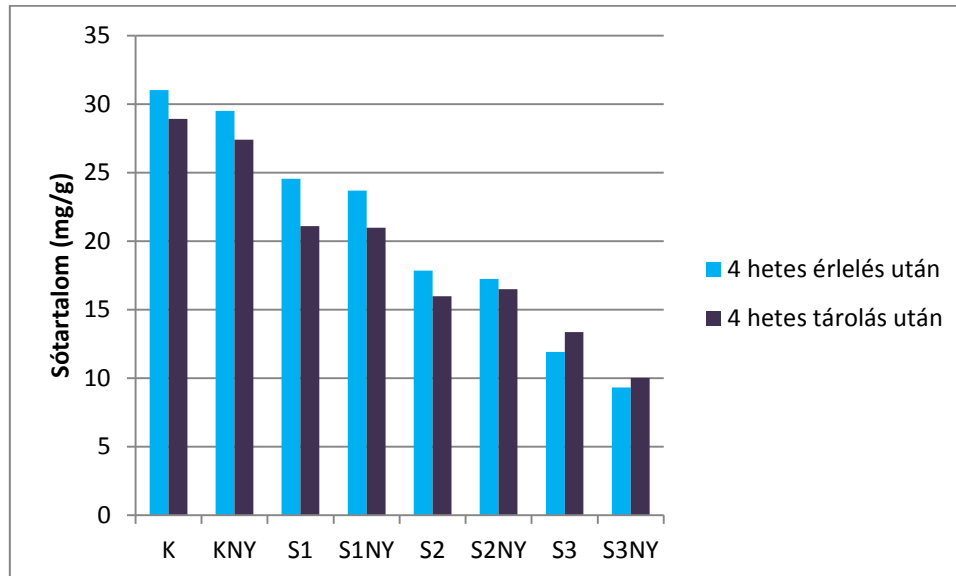
11. ábra A bíráló fülke a számítógép monitorján a bírálati lappal



12. ábra Az érzékszervi bírálathoz előkészített egyik tálca

5. Eredmények és értékelés

5.1 Sótartalom meghatározás



13. ábra A sajtminták sótartalma a 4. és a 8. hét után

A sótartalomnál a sólé koncentráció beállításának megfelelő eredményeket kaptam. Minél nagyobb volt a sólé koncentrációja, amelyben a sózás történt, annál nagyobb lett a sajt sótartalma. A sólében való sózási mód esetén ugyanis a só diffúziójának sebességét jelentősen befolyásolja a sófürdő töménysége (Szakály, 2001). A kontroll és a nyomáskezelt minták összehasonlításánál megfigyelhető, hogy a nyomáskezelt sajtok sótartalma kisebb lett a nem kezeltékénél. Illetve a 4 hetes érlelést követő eredmények az S3 minták kivételével minden esetben nagyobbak, mint az azt követő 4 hetes tárolás után.

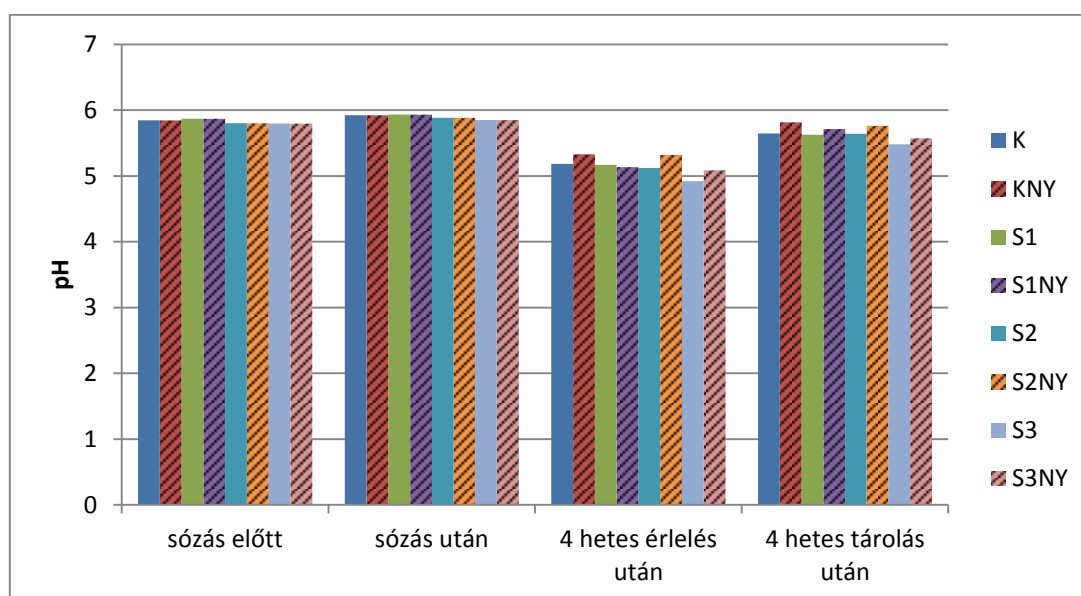
Ennek oka lehet, hogy a sódiffúzió még 4 °C-on, a tárolás alatt is zajlott, és a koncentráció különbség kezdett kiegyenlítődni a sajt kérge és közepe között. Ez arra utal, hogy a nyomáskezelt mintáknál a kapillárisok nem teljesen záródtak be és így a kezelt sajtokban is folytatódni tudott a só diffúziója.

5.2 Szárazanyag-tartalom és pH meghatározás

4. táblázat: A szárazanyag-tartalom (g/100g) értékei a 4. és a 8. hét után

	K	KNY	S1	S1NY	S2	S2NY	S3	S3NY
4 hetes érlelés után	59,63 ± 0,35	58,77 ± 0,41	62,87 ± 0,30	66,04 ± 2,79	58,84 ± 0,35	59,68 ± 0,53	59,69 ± 2,61	55,61 ± 0,09
4 hetes tárolás után	60,87 ± 1,24	63,54 ± 0,56	58,74 ± 0,44	62,54 ± 1,42	58,33 ± 0,30	58,32 ± 0,18	58,42 ± 0,26	55,30 ± 0,59

A táblázatban a kontroll és nyomáskezelt sajtok szárazanyag-tartalom értékének átlagát tüntettem fel. A minták szárazanyag-tartalma többnyire 58 és 60 g / 100 g között változott. Nem látható jelentős különbség sem a nagynyomású kezelés, sem a tárolás hatására.

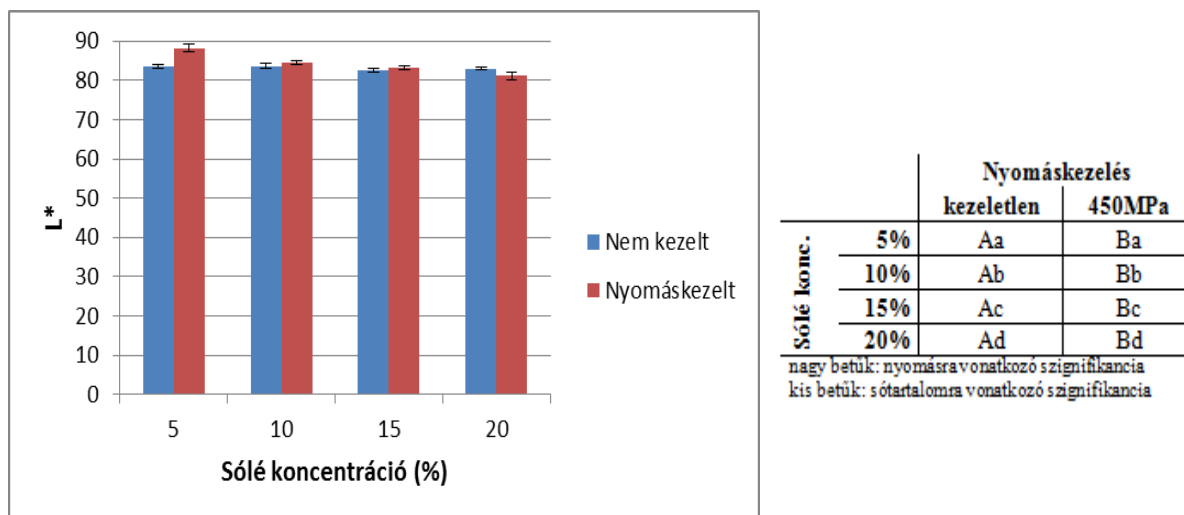


14. ábra A pH alakulása

A sózás után a sajtok pH-ja megemelkedett. A 4 hetes érlelés alatt elég jelentősen lecsökkent, általánosságban az a tendencia figyelhető meg, hogy a kisebb sótartalmú sajtok pH-ja alacsonyabb lett a nagyobb sótartalmúakénál, illetve a nyomáskezelt sajtok pH-ja magasabb lett a nem kezeltékénél. A 4 hetes tárolást során a pH ismét emelkedett, ez esetben is a HHP-kezelt sajtok értékei lettek magasabbak. Azt, hogy a nyomáskezelt sajtok pH értékei

nagyobbak lettek, az okozhatta, hogy a kalcium egyensúly eltolódott, aminek hatására pH-változás történt (Syed, 2013).

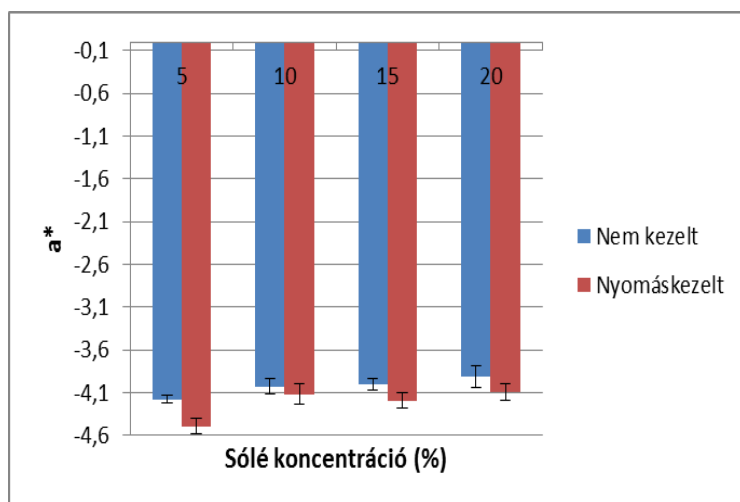
5.3 Színmérés



15. ábra A sajtminák színmérése során rögzített L* értékek alakulása a sólé koncentráció és a nagy hidrosztatikus nyomás függvényében, valamint a többtényezős varianciaanalízis eredményei 95%-os valószínűségi szinten

Az ábrákon lévő táblázatokban az azonos betűk azt jelentik, hogy nincs szignifikáns különbség a minták között, a különböző betűk esetében pedig van szignifikáns különbség.

Az L* (világossági tényező) értéke minél magasabb, annál világosabb a minta a színe. Ez az érték 0 és 100 közötti érték lehet. A mért értékek alapján a nyomáskezelés hatására alig változott a világosság, a legnagyobb sótartalmú sajtok kivételével az összes sajt L* értéke kicsit nagyobb lett, tehát világosabbak lettek. A nyomáskezelésnek és a sótartalom változtatásnak is szignifikáns hatása volt a világossági tényezőre.

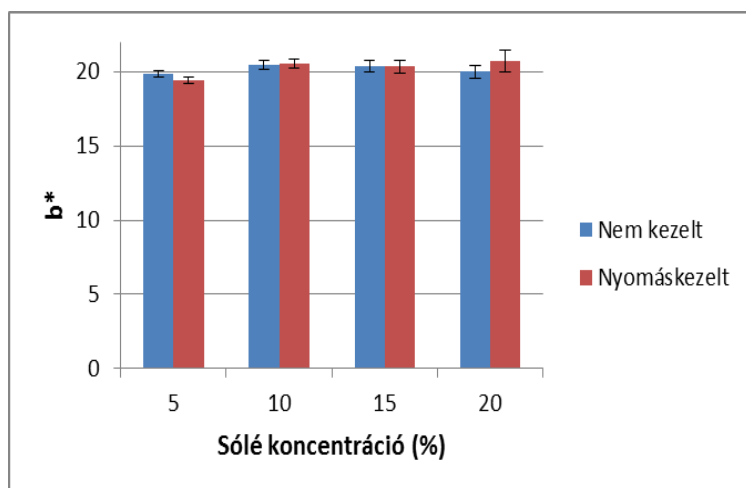


		Nyomáskezelés	
		kezeletlen	450MPa
Só lé konc.	5%	Aa	Ba
	10%	Ab	Bb
	15%	Abc	Bbc
	20%	Ac	Bc

nagy betűk: nyomásra vonatkozó szignifikancia
kis betűk: sótartalomra vonatkozó szignifikancia

16. ábra A sajtminták színmérése során rögzített a* értékek alakulása a sólé koncentráció és a nagy hidrosztatikus nyomás függvényében, valamint a többtényezős varianciaanalízis eredményei 95%-os valószínűségi szinten

Az a* (piros – zöld színtényező) értékek minden esetben negatív előjelűek lettek, amely a zöld színezetre utal. A nyomáskezelt minták a* értéke minden esetben kisebb lett. A nyomáskezelésnek szignifikáns hatása volt az a* értékekre. Az 5%-os sólében sózott sajtok értékei szignifikánsan eltértek a többitől, a 10 és 15 %-os között és a 10 és 20 %-os között azonban nem volt szignifikáns a különbség. A 20%-os a 15%-ostól viszont szignifikánsan különbözött.



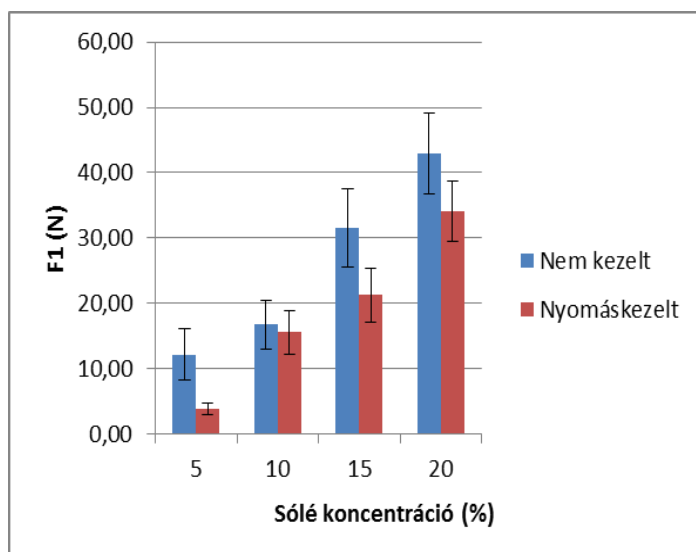
	Nyomáskezelés	
	kezeletlen	450MPa
Sólé konc.	5%	Aa
	10%	Ab
	15%	Ab
	20%	Ab

nagy betűk: nyomásra vonatkozó szignifikancia
kis betűk: sótartalomra vonatkozó szignifikancia

17. ábra A sajtminták színmérése során rögzített b^* értékek alakulása a sólé koncentráció és a nagy hidrosztatikus nyomás függvényében, valamint a többtényezős varianciaanalízis eredményei 95%-os valószínűségi szinten

A b^* (sárga – kék színezeti tényező) értékek pozitív előjelűek, amely sárga színezetet jelent. Ezek az értékek nem különböznek jelentősen a kezeletlen és a HHP-kezelt sajtok esetében, a kezelésnek nem volt szignifikáns hatása a b^* értékekre. Egyedül az 5%-os sólében sózott sajt b^* értéke tér el szignifikánsan a többi mintától.

5.4 Állománymérés



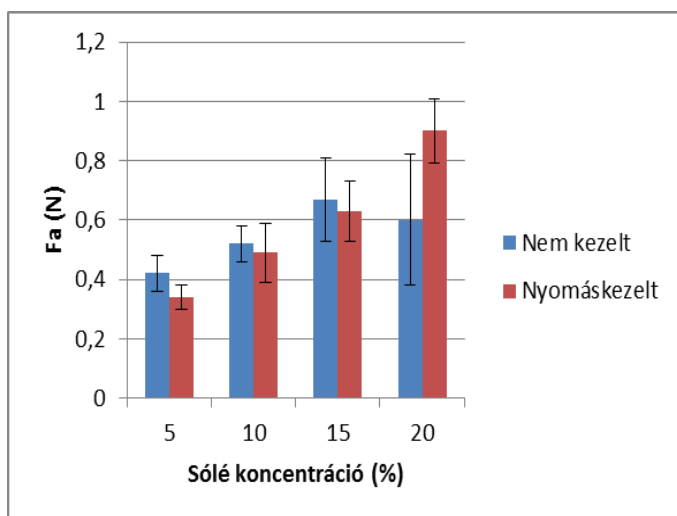
		Nyomáskezelés	
		kezeletlen	450MPa
Só lé konc.	5%	Aa	Ba
	10%	Ab	Bb
	15%	Ac	Bc
	20%	Ad	Bd

nagy betűk: nyomásra vonatkozó szignifikancia
kis betűk: sótartalomra vonatkozó szignifikancia

18. ábra A sajtminták állományvizsgálata során rögzített F1 értékek alakulása a sólé koncentráció és a nagy hidrosztatikus nyomás függvényében, valamint a többtényezős varianciaanalízis eredményei 95%-os valószínűségi szinten

Az ábrákon lévő táblázatokban az azonos betűk azt jelentik, hogy nincs szignifikáns különbség a minták között, a különböző betűk esetében pedig van szignifikáns különbség.

A keménység az adott deformáció eléréséhez szükséges, irreverzibilis változásokat okozó erő az első összenyomás során. Ezek az értékek azt mutatják, hogy minél kevesebb só tartalmazott a sajt, a keménysége is annál kisebb volt. Ezen kívül azt tapasztaltam, hogy a nyomáskezelés hatására a sajtok keménysége csökkent, a nyomáskezelt minták puhábbak lettek, mint a nem kezelték. A nyomáskezelésnek és a só tartalom változtatásának is szignifikáns hatása volt a sajtok keménységére.

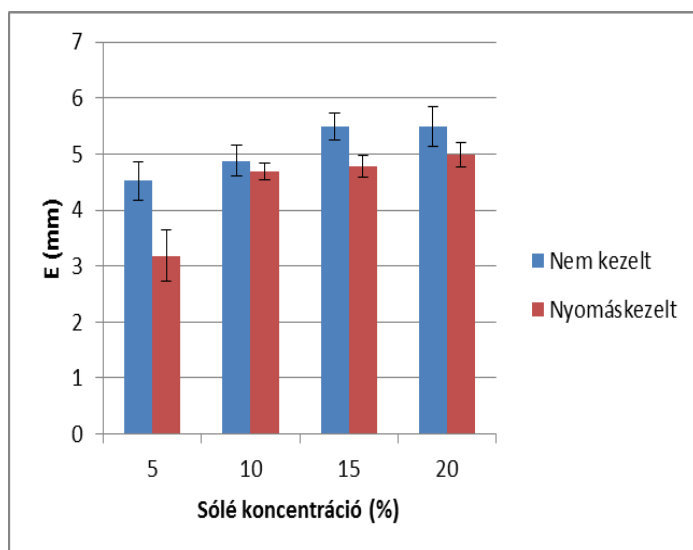


		Nyomáskezelés	
		kezeletlen	450MPa
Sólé konc.	5%	Aa	Aa
	10%	Ab	Ab
	15%	Ac	Ac
	20%	Ad	Ad

nagy betűk: nyomásra vonatkozó szignifikancia
kis betűk: sótartalomra vonatkozó szignifikancia

19. ábra A sajtminák állományvizsgálata során rögzített Fa értékek alakulása a sólé koncentráció és a nagy hidrosztatikus nyomás függvényében, valamint a többtényezős varianciaanalízis eredményei 95%-os valószínűségi szinten

Az adhéziós erő a minta tapadosságának mértéke. Ezeknél az értékeknél a nyomáskezelésnek nem volt szignifikáns hatása, a sótartalomnak viszont igen. A 20%-os sólében sózott sajtok kivételével minden esetben a kontroll minták Fa minták értéke lett magasabb.

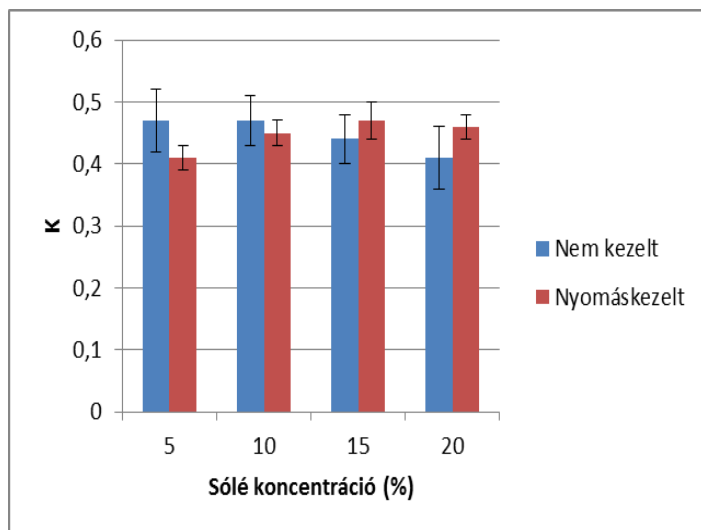


		Nyomáskezelés	
		kezeletlen	450MPa
Sólé konc.	5%	Aa	Ba
	10%	Ab	Bb
	15%	Ac	Bc
	20%	Ac	Bc

nagy betűk: nyomásra vonatkozó szignifikancia
kis betűk: sótartalomra vonatkozó szignifikancia

20. ábra A sajtminák állományvizsgálata során rögzített E értékek alakulása a sólé koncentráció és a nagy hidrosztatikus nyomás függvényében, valamint a többtényezős varianciaanalízis eredményei 95%-os valószínűségi szinten

A rugalmasság a mintának a deformáló erő megszűntetése után visszanyert magassága. A nagyobb sótartalmú minták rugalmassága nagyobb volt, illetve a nem kezelt sajtok rugalmasabbak voltak a nyomáskezelteknél. Mind a sótartalom változásnak, mind a nyomáskezelésnek szignifikáns hatása volt az E értékekre. A sótartalom esetében csak a 15 és 20%-os sólében sózott sajtok E értékei nem tértek el szignifikánsan.

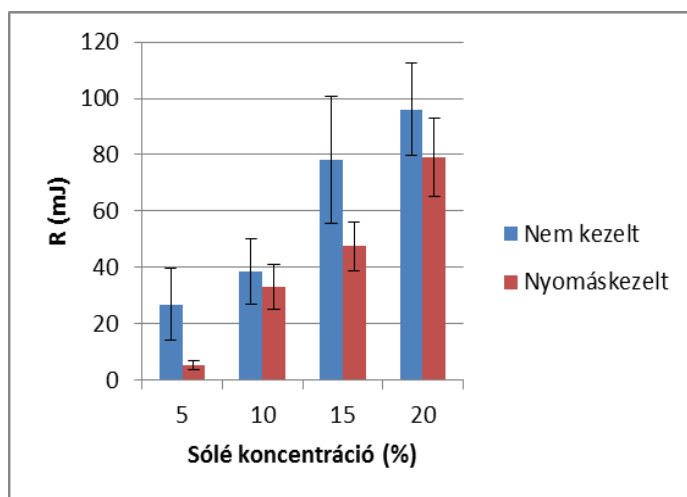


		Nyomáskezelés	
		kezeletlen	450MPa
Sólé konc.	5%	Aa	Aa
	10%	Aa	Aa
	15%	Aa	Aa
	20%	Aa	Aa

nagy betűk: nyomásra vonatkozó szignifikancia
kis betűk: sótartalomra vonatkozó szignifikancia

21. ábra A sajtminták állományvizsgálata során rögzített K értékek alakulása a sólé koncentráció és a nagy hidrosztatikus nyomás függvényében, valamint a többtényezős varianciaanalízis eredményei 95%-os valószínűségi szinten

A kohézió (K) értékeinek alakulásánál nem figyelhető meg egyértelmű tendencia, se a nyomáskezelésnek, se a sótartalom változásának nem volt szignifikáns hatása a K értékekre. Az 5 és a 10 %-os koncentrációjú sólében sózott sajtok K értékei a kontroll mintáknál magasabbak lettek, mint a nyomáskezelteknél, azonban a 15 és a 20 %-osnál éppen ellenkező a tendencia.



		Nyomáskezelés	
		kezeletlen	450MPa
Só lé konc.	5%	Aa	Ba
	10%	Ab	Bb
	15%	Ac	Bc
	20%	Ad	Bd

nagy betűk: nyomásra vonatkozó szignifikancia
kis betűk: só tartalomra vonatkozó szignifikancia

22. ábra A sajtminták állományvizsgálata során rögzített R értékek alakulása a sólé koncentráció és a nagy hidrosztatikus nyomás függvényében, valamint a többtényezős varianciaanalízis eredményei 95%-os valószínűségi szinten

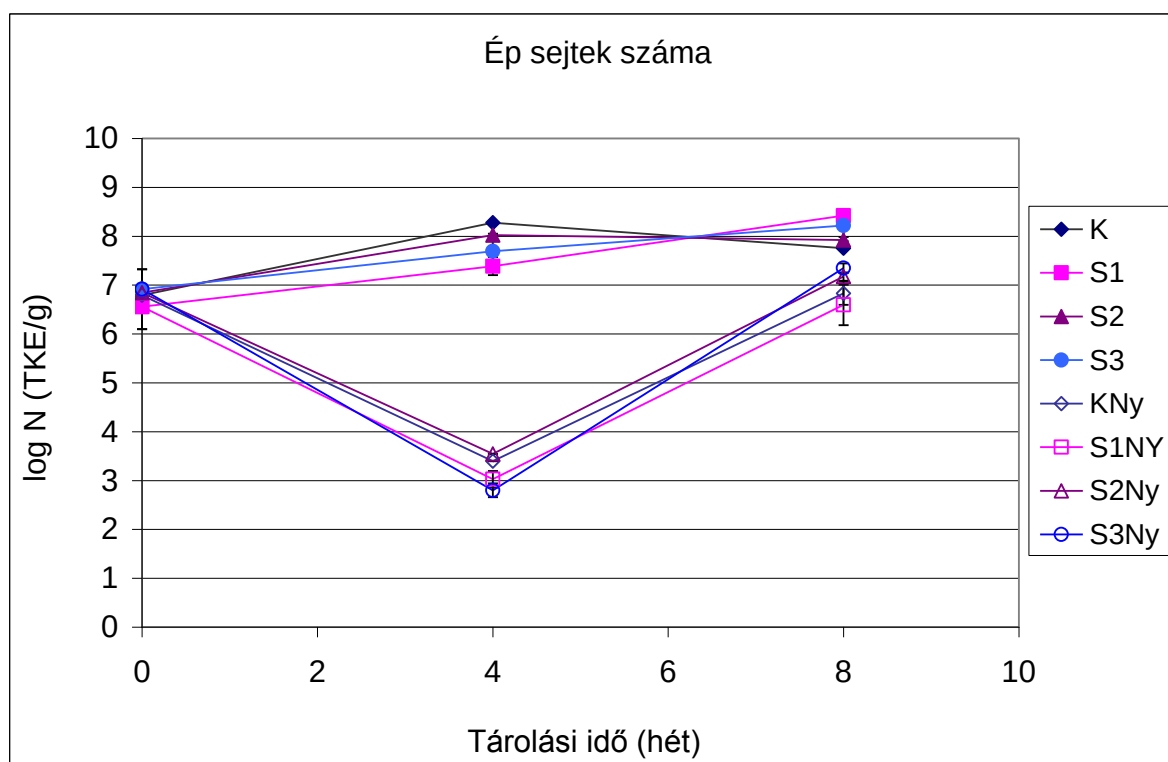
A rághatósági munka (R) jelentősen csökkent a só tartalom csökkenésével, melyben szerepet játszott a keménység is. A nyomáskezelés hatására pedig alacsonyabb lett a sajtok R értéke. A nyomáskezelésnek és a só tartalom változásának is szignifikáns hatása volt az R értékekre.

Összességében megállapítható, hogy a vizsgált tulajdonságokban nagymértékű volt az eltérés a különböző só tartalmak esetében és a nyomáskezelt valamint a nem nyomáskezelt mintáknál.

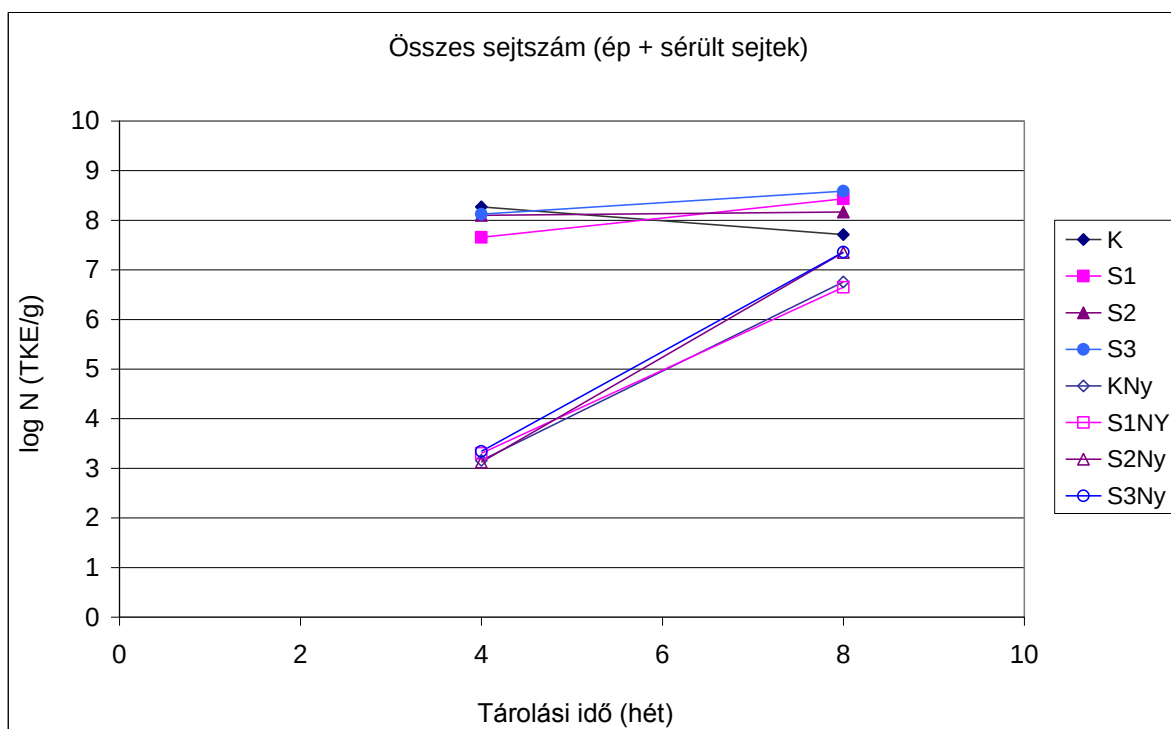
5.5 Mikrobiológiai vizsgálat

A sajtokból a befertőzés után, a 4 hetes érlelés végén történő nyomáskezelést követően és a 4 hetes tárolás után vettünk mintát. Mindegyik esetben a négyféle sókoncentrációjú sajtok nyomáskezelt és nem nyomáskezelt mintáit vizsgáltuk. A kezelés hatása jól látszik az 23. ábrán. A kontroll mintákhoz képest átlagosan négy nagyságrenddel csökkent a *Listeria monocytogenes* csíraszám a kezelést követően. A különböző só tartalmak hatására nem volt megfigyelhető jelentős különbség. A kezelés után a sajtok tárolása következett 4 °C-on. A nem kezelt mintáknál nem történt jelentős változás, közel azonos volt a csíraszám a 4 héttel korábbival, néhány esetben kismértékű növekedés volt megfigyelhető, a többinél pedig csökkenés. A nyomáskezelt minták csíraszámában azonban nagymértékben (kb. 3 nagyságrenddel) megemelkedett a hűtve tárolás alatt, tehát ez alatt az idő alatt a baktériumok tovább szaporodtak. Így a 4 hetes tárolás után végeredményben nem mutatkozott nagy

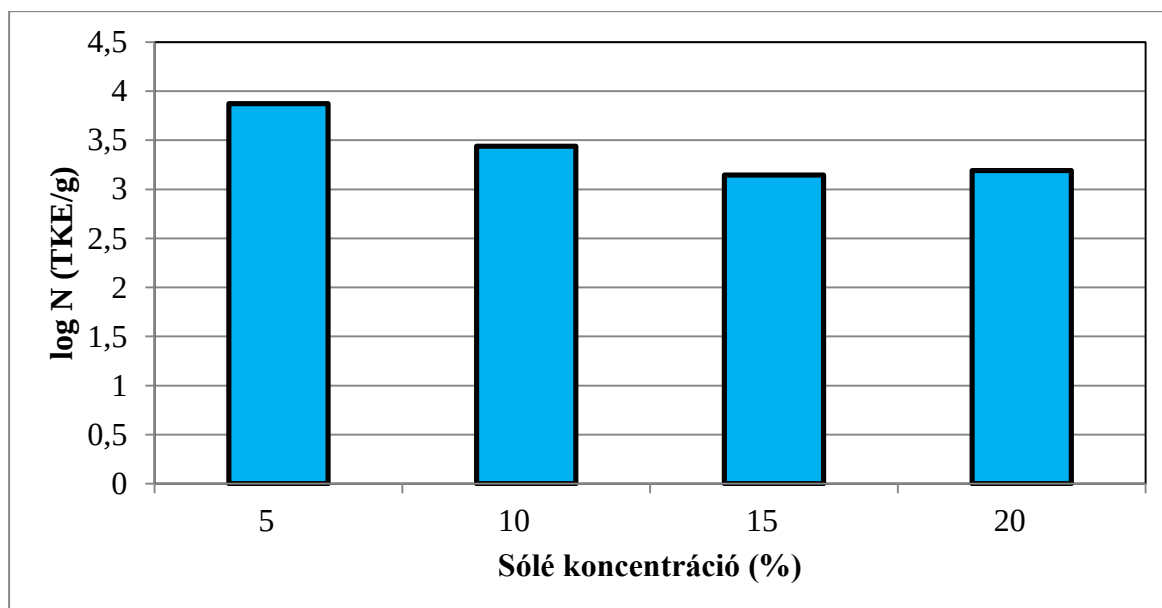
különbség a HHP-kezelt és a nem kezelt sajtok sejtszáma között, a kezelt sejtszáma ugyanis majdnem elérte a kontroll minták eredeti szennyezettségi szintjét. A TAL módszerrel kimutatott összes sejtszám és az ép sejtek különbségével megkaptuk a sérült sejtek számát. A nyomáskezelés hatására sok sérült sejt keletkezett, melyek regenerálódni tudtak az élelmiszerben, sok esetben a tárolás során tovább szaporodtak, így a későbbiekben megbetegedés okozói lehetnek. A méréseim során nagyon magas sejtszámmal dolgoztam, a valóságban már a 10^2 TKE/g-ot meghaladó baktérium szám súlyosan veszélyezteti a fogyasztó egészségét. Ilyen feltételek mellett a nyomáskezelés tehát nem volt elégséges ahhoz, hogy a vizsgált tárolási időszak végéig a termékek biztonságát megnövelje. A különböző sótartalom nem volt hatással a *Listeria monocytogenes* sejtszámára. Amennyiben rövidebb tárolási időt néztem volna, feltehetően a *Listeria monocytogenes* csíraszama a HHP-kezelt mintáknál még alacsonyabb lett volna a kontroll sajtokénál.



23. ábra Az ép *Listeria monocytogenes* sejtek száma a kísérlet során



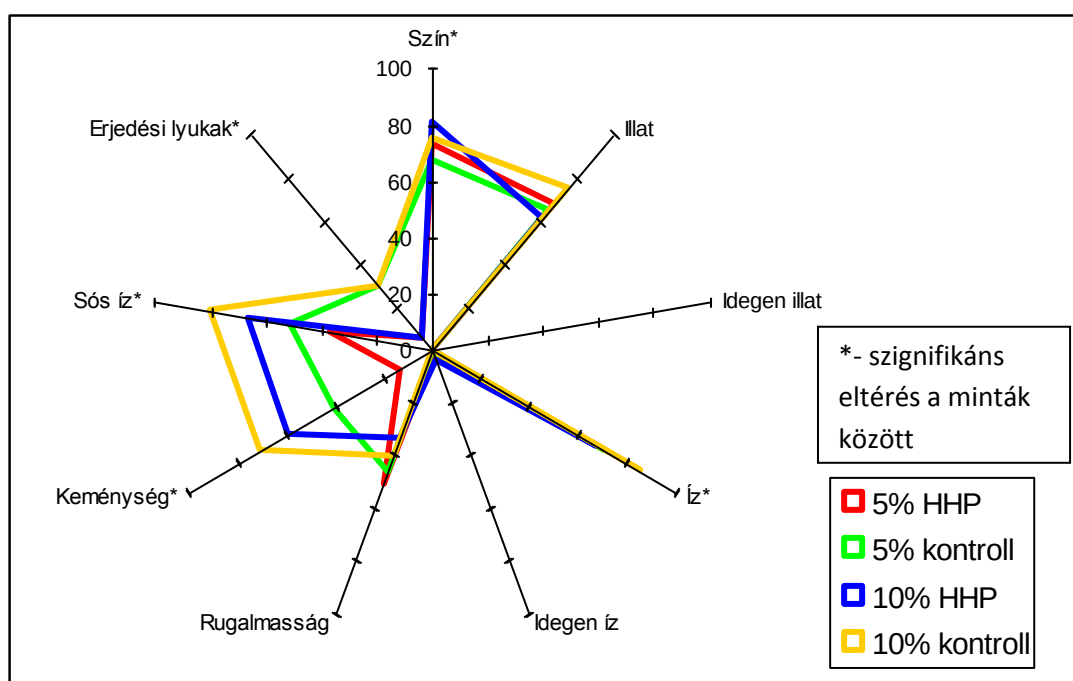
24. ábra Az ép és a sérült *Listeria monocytogenes* sejtek száma a kísérlet során



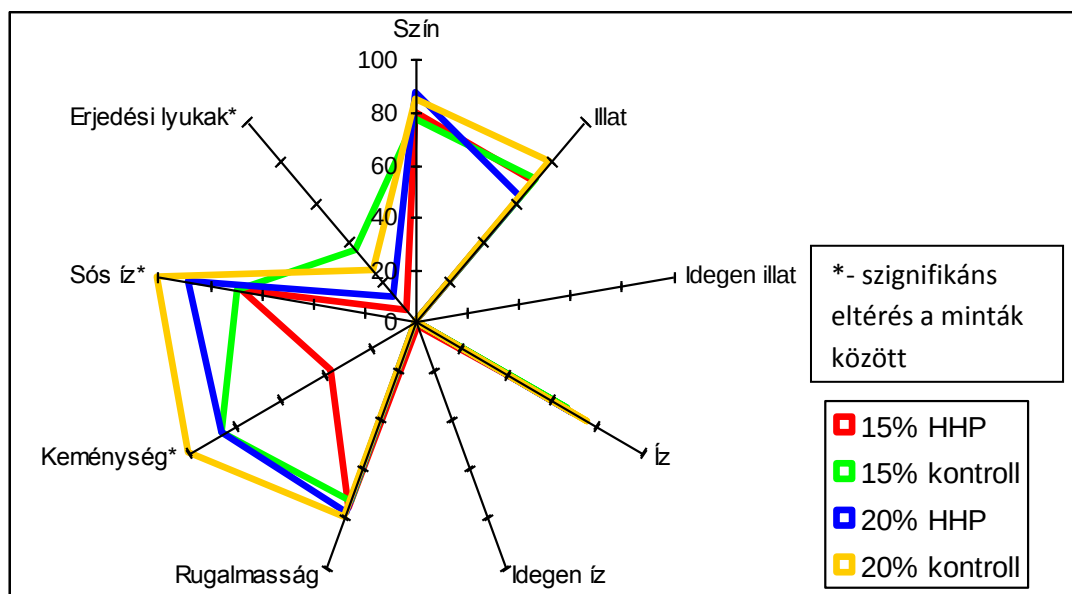
25. ábra A sérült *Listeria monocytogenes* sejtek száma a nyomáskezelt minták esetében

5.6 Érzékszervi bíráló

A sugárdiagramokon láthatóak a kontroll és a nyomáskezelt sajtok vizsgált tulajdonságainak átlagértékei. A ProfiSens szoftver az egyes tulajdonságok átlagos értékét szórásának kiszámítása után végezte el az egytényezős varianciaanalízist, ez alapján értékeltem a kapott eredményeket. A diagramokon csillaggal jelöltem azokat a jellemzőket, amelyeknél szignifikáns eltérés van.



26. ábra Az 5 és 10%-os koncentrációjú sólében sózott nyomáskezelt és a kontroll sajtok átlagértékei



27. ábra A 15 és 20%-os koncentrációjú sóleben sózott nyomáskezelt és a kontroll sajtok átlagértékei

A 26. és a 27. ábrákon látható, hogy az 5-10% és a 15-20%-os összehasonlításban is szignifikáns különbség volt a keménység, a sós íz és az erjedési lyukak esetében. A kontroll minták mindkét esetben keményebbek voltak a nyomáskezeltéknél, illetve a sótartalom növekedésével is nőtt a minták keménysége. A sókoncentráció változását jelentősen érezni lehetett a sajtokban. A nyomáskezelt sajtokat kevésbé érezték sósnak a bírálók, mint az azonos sótartalmú kontroll sajtokat. Az erjedési lyukak az 5-10 és a 15-20%-os összehasonlításnál is a kontroll mintáknál voltak jobban megfigyelhetők, aminek a nagy nyomás az oka.

Az íznél csak az 5 és 10 %-os mintáknál volt szignifikáns különbség. Tehát a nagyobb sótartalmaknál már nem érzékelték jelentős eltérést a bírálók. A színnél úgyszintén, a kezelt sajtok sárgábbnak bizonyultak a nem kezeltéknél.

Az illat és a rugalmasság esetén sem az 5-10, sem a 15-20%-os minták nem különböztek szignifikánsan, tehát a kezelések nem okoztak változásokat ezeknél a paramétereknél.

Idegen illatot egyik mintánál sem érzékelték a bírálók.

Az objektív és szubjektív vizsgálatok eredményét összehasonlítva jól látható egyezések figyelhetők meg a keménységet illetően. Mindkét vizsgálat azt igazolta, hogy a

nyomáskezelés hatására puhább lett a sajtok állománya és a növekvő sótartalom pedig keményebb állományt eredményezett.

A rugalmasság esetében csak az objektív eredmények mutattak nagy eltérést, a szubjektív mérés során a bírálók nem éreztek jelentős különbséget a minták között, de a tendencia a mintáknál azonos volt. Az objektív mérés megbízhatóbb eredményeket adott a szubjektívnél.

6. Összefoglalás

A különböző tejtermékeknek számos pozitív élettani hatása van, emellett élvezeti értékük is nagy. Emiatt a sajtokat az emberek szívesen fogyasztják. A sajtgyártók érdekében áll minél jobb minőségű, érzékszervi tulajdonságú és mikrobiológiai szempontból biztonságos terméket előállítani.

A nagynyomású kezelésnek számos pozitív tulajdonsága van, ami miatt alkalmas lehet a hagyományos tartósítási módszerek helyettesítésére. Azonban mint minden eljárásnak, így a HHP-kezelésnek is vannak hátrányai. Emiatt a piaci bevezetés előtt ezeket meg kell vizsgálni.

A mérési eredmények alapján látható, hogy a nyomáskezelés befolyásolta a sajtok egyes jellemzőit. Voltak olyan tulajdonságok, amelyekre jelentős hatása volt, másokat alig befolyásolt.

A nagy hidrosztatikus nyomáskezelésnek elég jelentős állománymódosító hatása volt. Jól látható tendenciát kaptunk, miszerint a HHP-kezelt sajtok puhábbak lettek a kontroll sajtoknál. Emellett a többi állományt jellemző tulajdonságnál is megfigyelhettünk változásokat, de érzékszervi szempontból ez volt a legjelentősebb.

Nagyon jól érzékelhető volt a sótartalom állománymódosító hatása is. Minél magasabb volt a sólé koncentrációja, a sajtok annál keményebbek lettek. A kisebb sótartalmú sajtok íze is jelentősen eltért a megszokottól, főként az 5%-os, de a 10%-os sólében sózott minták esetében is enyhe kesernyés íz volt megfigyelhető. Ez a csökkentés már túl nagy volt ahhoz, hogy a trappista eredeti tulajdonságai megmaradjanak. A kísérlet során elég nagy volt az eltérés a különböző sólé koncentrációk között, azonban ha kisebb mértékű lenne a sócsökkentés, valószínűleg kevésbé lenne érzékelhető mind az állomány, mind az íz változása is.

A HHP-kezelés az általunk alkalmazott paraméterek mellett nem bizonyult elégségesnek ahhoz, hogy biztonságosnak minősítsük a termékeket. Ha megfelelő hatást szeretnénk elérni, vagy a kezelés időtartamát, vagy az alkalmazott nyomás nagyságát kellene növelni annak érdekében, hogy a *Listeria monocytogenes* elpusztuljon.

Irodalomjegyzék

BALLA, CS., SIRÓ, I. (szerk) (2007): Élelmiszer-biztonság és-minőség II, Mezőgazda Kiadó, Budapest

BELÁK Á., KISKÓ G., KOVÁCS M., MARÁZ A., MOHÁCSINÉ FARKAS Cs., POMÁZI A., Gyors és molekuláris biológiai módszerek alkalmazása élelmiszerek mikrobiológiai vizsgálatára. Digitális tankönyv, (szerk: Maráz A. és Belák Á.), Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 2011. ISBN 978-963-19-7165-1

DÁNIELNÉ, R. Á. (2013): Sószegevényen, mégis ízletesen. Élelmezés, 26-28.

DEÁK (2006): Élelmiszer-mikrobiológia

GALLOT-LAVALLÉE, T. (1998). Effectiveness of high pressure treatment for destruction of *Listeria monocytogenes* in raw milk goat cheese. *Sciences des Aliments*, 18(6), 647 –655.

HITE, B.H. (1899). The effect of pressure in the preservation of milk. *West Virginia Agricultural Experimental Station Bulletin*, 58, 15–35.

MAGYAR ÉLELMISZERKÖNYV 1-3/51-1 számú előírása a tejtermékekről, 2009.

M. MUÑOZ-CUEVAS, LEYMAYA, G.- ARANTXA, A., ANTONIO, M., PAULA, M. P., PABLO, S. F.(2012) Characterisation of the resistance and the growth variability of *Listeria monocytogenes* after high hydrostatic pressure treatments

MOHÁCSINÉ, F. CS., FARKAS, CS., FARKAS, J., FODOR, P., MÉSZÁROS, L. (2011): Élelmiszerbiztonsági kockázatbecslés, Digitális tankönyv, (szerk: Mohácsiné F. Cs.), Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest

O'REILLY C. E.,KELLY A. L.,MURPHY.P. M.,BERESFORD T. P. (2001) High pressure treatment:applications in cheese manufacture and ripening. *Trends in Food Science & Technology* 12, 51–59.

REPS, A., KOLAKOWSKY, P., & DAJNOWIEC, F. (1998). In N.S. Isaacs, *The effect of high pressure on microorganisms and enzymes of ripening cheeses* (pp. 265 –270). Cambridge, UK: The Royal Society of Chemistry.

SYED, Q. A. (2013): Effect of compression and decompression rates of high hydrostatic pressure processing on inactivation of microorganisms in different matrices

SZAKÁLY, S. (2001): Tejgazdaságtan, Dinasztia Kiadó, Budapest

SZCZAWINSKI, J., SZCZAWINSKA, M., STANCZACK, B., FONBERG-BROCZEK, M., & ARABAS, J. (1997). Effect of high pressure on survival of *Listeria monocytogenes* in ripened, sliced cheese at ambient temperature. In K. Heremans, High Pressure Research in Biosciences and Biotechnology (pp. 295 –298). Leuven, Belgium: Leuven University Press.

TOMÁS, L.-P., ARTUR, R.-S., SILVIA, D. L., MANUELA H.H., BUENAVENTURA, G., (2007) Reduction of counts of *Listeria monocytogenes* in cheese by means of high hydrostatic pressure. Food Microbiology 24, 59–66.

TRUJILLO, A.J., CAPELLAS, M., BUFFA, M., ROYO, C., GERVILLA, R., FELIPE, X., SENDRA, E., SALDO, J., FERRAGUT, V., GUAMIS, B., (2000): Application of high pressure treatment for cheese production. Food Research International 33, 311–316.

TRUJILLO, A.J., CAPELLAS, M., SALDO, J., GERVILLA, R., GUAMIS, B., (2002) Applications of high-hydrostatic pressure on milk and dairy products: a review. Innovative Food Science and Emerging Technologies 3, 295–307.

URL hivatkozások:

<http://www.stopso.eu>

<http://www.nebih.gov.hu>- TÁJÉKOZTATÓ Kérdezz-felelek a liszteriózisról

Köszönetnyilvánítás

Köszönettel tartozom

Pásztorné dr. Huszár Klárának

konzulensi tevékenységéért, a dolgozat elkészítéséhez nyújtott szakmai segítségéért,
útmutatásiért,

Dr. Kiskó Gabriellának

konzulensi tevékenységéért, szakmai tanácsaiért, a mikrobiológiai vizsgálatok elvégzésében
nyújtott segítségért,

Horti Krisztinának

az állományméréshez nyújtott segítségéért, tanácsaiért,

Csukáné Nemes Mártának

a sótartalom meghatározásához nyújtott segítségéért,

Jónás Gábornak

a nagy hidrosztatikus nyomáskezelés kivitelezésében nyújtott közreműködéséért,

Dr. Kókai Zoltánnak

az érzékszervi bírálat megvalósításában nyújtott segítségéért,

Dr. Dalmadi Istvánnak

az SPSS szoftver megismeréséhez, a statisztikai módszer alkalmazásához nyújtott
segítségéért,

a Kőröstej Kft. kőröstetétleni gyárának
a vizsgálatokhoz szükséges sajtok biztosításáért.

A nagy hidrosztatikus nyomású berendezés
a **TÁMOP-4.2.1/B-09/1/KMR-2010-0005** projekt
támogatásával került beszerzésre.

Lezárás dátuma: 2014.08.01.