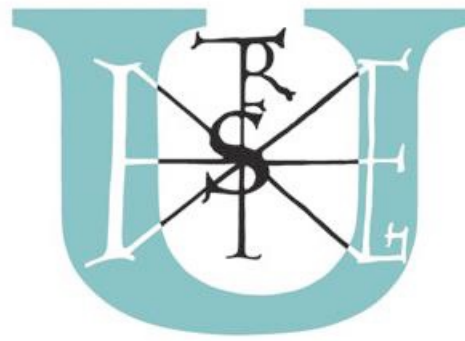


DOKTORI ÉRTEKEZÉS TÉZISEI

Palotás Péter

Budapest

2020



SZENT ISTVÁN EGYETEM

DOKTORI ÉRTEKEZÉS

**HALÁSZATI TERMÉKEK ELTARTHATÓSÁGÁNAK NÖVELÉSE
KOMPLEX, KÍMÉLETES FELDOLGOZÁSTECHNOLÓGIÁVAL**

Palotás Péter

Budapest

2020

Szent István Egyetem – Élelmiszertudományi Doktori Iskola

A doktori iskola megnevezése: Élelmiszertudományi Doktori Iskola

Tudományága: Élelmiszertudományok

Vezetője: Simonné Dr. Sarkadi Livia,

Egyetemi tanár, DSc

Szent István Egyetem

Témavezetők: Dr. Friedrich László Ferenc

Egyetemi docens, PhD

Hűtő és Állattermék Technológiai Tanszék

Élelmiszertudományi Kar

Szent István Egyetem

A doktori iskola és a témavezető jóváhagyó aláírása:

A jelölt a Szent István Egyetem Doktori Szabályzatában előírt valamennyi feltételnek eleget tett, a műhelyvita során elhangzott észrevételeket és javaslatokat az értekezés átdolgozásakor figyelembe vette, ezért az értekezés védési eljárásra bocsátható.

.....
Az iskolavezető jóváhagyása

.....
A témavezetők jóváhagyása

1. A MUNKA ELŐZMÉNYEI, KITŰZÖTT CÉLOK

A hazai halászati ágazat feldolgozási technológiájában jelentősen lemaradt más agrár ágazatok fejlődésétől. Mind hazai, mind nemzetközi viszonylatban megoldatlan az ágazat egyik fő termékének, a pontynak a piaci igényeknek megfelelő forgalomba hozatala.

A kutatás célja a hazai akvakultúra ágazat legfontosabb termékének, a pontyfeldolgozás teljes vertikumának megvizsgálása és annak feltárása, hogy a feldolgozási folyamat mely pontján és miként lehet innovatív élelmiszer-feldolgozási technológiák alkalmazásával javítani az egyébként nagyon rövid eltarthatóságú alapanyag mikrobiológiai és érzékszervi minőségét egy biztonságos élelmiszertermék előállításához.

A célkitűzést és a feladatok teljesítését az alábbi, egymást követő lépések kérdéseinek megválaszolásával céloztam megvalósítani.

1. A frissen kifogott, majd szállított élő halnál bekövetkező szállítási stressz milyen hatással van a halhús minőségére? A kísérlet a különböző mintacsoportok húsának színezetét, pH-ját, állományát, víztartó képességét, illetve a halhús és a halmáj glikogén-, kortizol- és kortizontartalmának meghatározását célozta.
2. A szállítási stressz halhúsra gyakorolt hatásának feltárása után arra kerestem a választ, hogy a feldolgozási folyamat következő lépéseként a megfelelő vágási technológia alkalmazása milyen módon befolyásolja a halhús minőségét. A kísérlet során célom volt megvizsgálni, hogy az olyan kéméletes vágástechnológiák alkalmazása során, ahol a kábítás elektromos sokkolással vagy a japán ikejime módszerrel történik, hogyan változik a halhús frissessége a tárolási próba alatt, valamint az alkalmazott technológiák eltérő hatással vannak-e a fontosabb minőségi paraméterekre. További célom volt azt is vizsgálni, hogy különböző előhűtési folyamatok hogyan hosszabbíthatják meg a halhús frissességét és ezáltal eltarthatóságát. Ezeknek az értékeléséhez a halhús színezetének és pH-értékének alakulását, gélelektroforézis segítségével a szarkoplazma változásait, valamint az ATP-bomlás degradációs termékeinek mennyiségbeli változását célszerű vizsgálni.

3. Kísérleteim célja a halfeldolgozásban ultrafriss termékek gyártására alkalmas, új, kíméletes feldolgozási technológia kidolgozásának megalapozása. A fő kérdés: hogy a halfeldolgozás technológiájában kritikus problémát jelentő mikrobás szennyezettség csökkenthető-e szignifikáns mértékben, az élelmiszeriparban még egyébként kevés területen alkalmazott elektrolizált aktív vizes kezeléssel. A kísérlet során két különböző gyártótól származó savas és kevert elektrolizált aktív vizet hasonlítottam össze. A vizsgálat kiterjedt a kezelés azonnali, illetve hosszabb tárolás során jelentkező hatására, amelyhez az összcsíraszám és *Enterobacteriaceae*-szám mérése mellett challenge tesztet is elvégeztem.
4. Vizsgáltam az elektrolizált aktív víz és más baktericid szerek additív hatását és azok halhúsra gyakorolt organoleptikus változásait. A savas és kevert elektrolizált aktív vizes kezelések mellett lizozim enzimet és tejsavat alkalmaztam, és elemeztem, hogy az elektrolizált aktív vizes kezelés után történő csapvizes mosás hogyan befolyásolja a kezelés hatékonyságát. Ehhez az összcsíraszám, az *Enterobacteriaceae*-szám, a mezofil anaerob mikrobaszám, a TBA-szám, a maradék klorát és perklorát mennyiségének mérése mellett érzékszervi minősítést is végeztem.
5. Az elektrolizált aktív vizes kezelés mellett vizsgáltam az élelmiszeripar más területein már használt HHP-kezelés alkalmazhatóságát is, mind a nyers hús, mind a késztermék eltarthatóságának javítására. E mérések során vizsgáltam a HHP-kezelés hatását a pontyhús pH-jára, léeresztésére, a hús fehérjefrakcióira, mikrobiológiai és érzékszervi tulajdonságaira.

6.

A kutatási téma támogatott kutatási K+F-projekt része. Feladatomból volt kutatási témák pályázati anyagának összeállítása, a kutatási célok megfogalmazása. Részt vettem a pályázati témák kidolgozásában, kutatásvezetőként kutatócsoport irányítását végeztem, és részt vettem a résztémák konkrét elemző vizsgálataiban, az eredmények kiértékelésében és a következtetések megfogalmazásában.

2. EREDMÉNYEK

Kutatásom során arra kerestem a választ, hogy az iparban kevésbé elterjedt, viszonylag újabb technológiák alkalmazásával jelentősen javítható-e a haltermékek frissessége, érzékszervi és mikrobiológiai minősége. A kutatás kiterjedt az élő hal szállításától és vágásától a halból előállított késztermék kezeléséig.

Az első kísérlet során az élő hal lehalászásának, szállításának és pihentetésének hatását vizsgáltam a halhús minőségi mutatóira nézve. E célból az Akasztói Halgazdaság (Akasztó) és a Fishmarket Kft. (Budaörs) között végeztem lehalászástól feldolgozásig terjedő szállítási kísérletet, amelynek egyes műveleti fázisaiban végzett halvágást követően vizsgáltuk a halhús objektív színét CIELab színingertérben, a végső pH- és glikogéntartalom, a keménység (F, N) és a víztartó képesség (VTK, mm²/g) alakulását. A szállítás okozta stressz vizsgálatának céljából mérés tárgyát képezte még a halhús és halmáj glikogén-, kortizol-, és kortizontartalma is. A vágás előtti pihentetés hatására a halak húsa világosabb és vörösebb, vagyis élénkebb megjelenésű lett, mint a pihentetés nélkül vágott egyedeké. A mérési eredmények alapján a halak vágás előtti, stresszcsökkentés céljából végzett pihentetése nagyobb szerepűnek bizonyult a halhús színezetében, mint a szállítás időtartama. A halhúsban mért végső pH-értékek negatív korrelációt mutattak a halhúsban mért glikogén mennyiségével. A szállítás időtartamait tekintve jelentős különbség volt a halhúsok állományában. A hosszú ideig tartó szállítás okozta stresszhatásnak kitett halak húsa kétszer olyan keménynek bizonyult, mint a rövid ideig szállított egyedek húsa. A legnagyobb mennyiségű glikogént a lehalászást követően a helyszínen lévő halfeldolgozó üzemben vágott halhúsban mértem (2,6 mg/kg). A stresszhormonnak is nevezett kortizol mennyiségében a hosszú távú szállítás esetén volt látható kiugróan magas érték (124,7 µg/kg), ami a szállítás során elszenvedett stressz hatásával hozható összefüggésbe. A halmájban mért glikogén mennyisége 0,1-0,3 mg/kg értéket mutatott, ami arra utal, hogy a halhúsban jelentősebb glikogén raktározódik, mint a halmájban, és stressz hatására elsődlegesen a halhúsban lévő glikogén kerül felhasználásra.

A második kísérlet során arra kerestem a választ, hogy az olyan kíméletes vágástechnológiák alkalmazása során, ahol a kábítás elektromos sokkolással vagy a japán ikejime módszerrel történik, hogyan változik a halhús frissessége, valamint hatással vannak-e a fontosabb minőségi paraméterekre. Továbbá megvizsgáltam, hogy a jelenleg az iparban alkalmazott léghűtéses technológiával szemben a frissen vágott haltestek jeges vízzel való gyors hűtése milyen hatással van a halhús frissességére. Ehhez a színezet és pH-érték

alakulását, gélelektroforézis segítségével a szarkoplazma változásait, valamint az ATP-bomlás degradációs termékeinek mennyiségbeli változását követtem nyomon.

A színezetvizsgálat eredményei szerint az L* világossági színtényező értékei magasabbak voltak az ikejime kábítás esetén, vagyis a halhús színezete világosabbnak mutatkozott. Ez kifejezetten kedvező lehet, mivel a halfilékre általánosságban is jellemző a világos szín, amely a fogyasztóban a friss termék látszatát kelti. Az a* színtényező értékei hasonlóan magasabbak voltak az ikejime kábítás esetében, vagyis a halhús színpontja a színtérben jobban beleesett a vörös tartományba. A b* színtényező esetében nem lehetett ilyen egyértelmű változásokat megfigyelni.

A pH-érték vizsgálata során az ikejime kábítás esetében magasabbak voltak az értékek, különösen az első fél, egy órában, ez kedvező lehet a frissesség szempontjából. A tárolás során azonban az értékek kiegyenlítődtek, illetve azonos módon változtak, jelentős különbségeket nem lehetett észrevenni. A szín- és pH-értékek esetében azonban megemlítendő, hogy az egyes halegyedek között igen nagy eltérések adódhatnak, így a vizsgálatok többször ismételt elvégzésével, valamint az eredmények validálásával lehet csak egyértelműen biztos következtetéseket levonni.

A szarkoplazma oldható fehérjéi a sejt fehérjéinek nagy hányadát képezik. A szarkoplazma-fehérjék nagy része enzim, amelyek energiatermelő folyamatokat katalizálnak. A szarkoplazma-fehérjék legjelentősebb fehérjéi a mioglobín és a hemoglobín, ezek adják a húsok színét, így élelmiszeripari szempontból kiemelten fontosak. A két minta között jelentős különbséget nem tapasztaltunk a vizsgált szarkoplazma-fehérjékben gélelektroforézis segítségével.

Az ikejime vágástechnológia alkalmazása ponty esetében előnnyel jár, mégpedig a húsalkotó fehérjék autolitikus degradációja lassabban zajlik le, ezáltal a hús frissességét mérő K index értéke is alacsonyabb lett, mint az elektromosan kábított ponty esetében, valamint a hús IMP-tartalma is végig magasabb volt a tárolás során. A fentiek alapján javaslom az ikejime kábítás alkalmazását a vágástechnológia során a minőségileg kedvezőbb halhús előállításának érdekében.

Az elektrolizált aktív vízzel végzett kísérletek célja egy, a halfeldolgozásban ultrafriss termékek gyártására alkalmas, új, kíméletes feldolgozási technológia kidolgozásának megalapozása volt. Az elvégzett vizsgálatokkal arra kerestem a választ, hogy a halfeldolgozás technológiájában kritikus problémát jelentő mikrobás szennyezettség csökkenthető-e szignifikáns mértékben az élelmiszeriparban még egyébként kevés területen alkalmazott elektrolizált aktív vizes kezeléssel. Alapvető fontosságú kérdés volt annak bizonyítása, hogy a

halászati termékeken jellemzően megjelenő mikrobák szaporodására gátló hatással van a kezelés.

A vizsgálat mikrobiológiai eredményei igazolták, hogy az elektrolizált aktív víz hatékonyan csökkenti a halhús felületén a mikrobaszámot, és hatékonyan alkalmazható az olyan humán patogénekkal szemben is, mint a *Salmonella typhimurium* és a *Listeria monocytogenes*, továbbá bebizonyosodott, hogy a klórkoncentráció és behatási idő tényezők közül szignifikáns hatással a koncentráció van a kezelés eredményére. Post-hoc teszttel elemezve az adatokat a hígítási sorból és kezelési idő kísérleti mátrixából a 120 ppm klórkoncentrációjú aktív víz bizonyult a leghatékonyabbnak.

A technológia gyakorlati használhatóságát tárolási próbával ellenőriztem. A vizsgálat célja az volt, hogy a kezelés azonnali csíraszámcsökkentő hatása az ultrafriss halhús tárolása alatt is kifejti-e gátló hatását. Vizsgáltam továbbá két különböző gyártótól származó aktív víz generátorából származó szer hatékonyságát is. Kijelenthetem, hogy az elektrolizált oxidáló vizes kezelés gátló hatással van a halhús felületén jelen lévő mikrobák szaporodására. A tárolási próba alatt lgN 0,6–1,04 volt a különbség a kontrollhoz képest a szerrel kezelt termék javára. A szer hatékonyságát csak az egyik gyártó készülékéből származó víz esetében tudtam szignifikánsan igazolni. Ez arra utalhat, hogy az előre gyártott elektrolizált aktív víz idővel veszít a hatékonyságából. A vizsgálatához használt kevert aktív víz Németországból, a gyártást követően 48 órával került felhasználásra, és a szállítási körülményei is bizonytalanok. Az elektrolizált aktív víz hatékony alkalmazása érdekében célszerű azt helyben legyártani.

Bár bebizonyosodott, hogy az elektrolizált aktív víz szignifikánsan növeli a pontyhús eltarthatóságát, a kezelés csak egy nagyságrendnyi csökkenést okozott a hal összcsíraszámában. A következő kísérlet célja, hogy a pontyfilé eltarthatósági idejét kombinált kezelésekkel próbáljuk megnövelni elektrolizált aktív víz és lizozim enzim, valamint tejsav alkalmazásával. Pontyból származó friss bőrös filéket 100 ppm klorid-ion koncentrációjú anionos és kationos elektrolizált aktív víz 60:40 % arányú keverékével és 0,5% koncentrációjú lizozim enzim, valamint 2%-os tejsavoldattal, illetve anionos elektrolizált aktív vízzel és 0,5%-os lizozim enzim, valamint 2%-os tejsavoldattal kezeltem. A mintákat a tárolási próba alatt kémiai (TBA, klorát), mikrobiológiai (összes mikrobaszám) és organoleptikus vizsgálatoknak vetettük alá, hogy megvizsgáljuk az új kombinált eljárás eltarthatóságra és húsminőségre gyakorolt hatását 2 °C hőmérsékleten való tárolás mellett. A mikrobiológiai vizsgálatok alapján egyértelműen kijelenthetem, hogy a kombinált felületkezelés hatására a bőrös halfilé eltarthatóságát sikerült 4 napról 10 napra növelni a kontrollmintákhoz képest. Az érzékszervi próbák alapján a 100 ppm klorid-ion koncentrációjú anionos és kationos víz 60:40% arányú

keverékével végzett kezelés nem okoz szignifikáns változást a halhús minőségi paramétereiben, szemben a 100 ppm klorid-ion koncentrációjú savas vizes kezeléssel. Ez utóbbi esetben a maradék klorát szintje a megengedett határérték felett észlelhető a kezelt termékben.

A következő kísérlet során arra kerestem a választ, hogy a savas elektrolizált aktív vizes kezelés után alkalmazott tiszta vizes mosás csökkentheti-e a maradék klorát és perklorát mennyiségét, illetve a tejsav vagy a lizozim enzim kompenzálja-e a mosásból fakadó veszteséget a kezelés hatékonyságában.

A kontrollcsoporthoz a kezeletlen szeleteket PP fóliákba vákuumcsomagoltam. A második csoportot csapvízzel mostam. A harmadik csoportot 100 mg/kg klór-ion koncentrációjú savas (pH = 2,5) elektrolizált aktív vízzel kezeltem, amit REDO Pure 250 aktív vízgenerátorral állítottam elő. A halfiléket öt percre 25 liter aktív vízbe helyeztem, és percenként kevertem. A negyedik csoportot az elektrolizált savas aktív vizes kezelés után csapvízzel lemostam. Az ötödik csoportot savas elektrolizált vízbe helyeztem, majd felületüket 0,5% lizozim enzimmel permeteztem. A hatodik csoportot savas elektrolizált vízbe helyeztem, csapvízzel mostam, majd lizozim enzimes oldattal kezeltem. A hetedik csoportot a savas elektrolizált aktív vizes kezelés után 2%-os tejsavoldattal permeteztem. A nyolcadik csoportot savas elektrolizált vízbe helyeztem, csapvízzel mostam, majd tejsavas oldattal kezeltem.

Mind a savas elektrolizált aktív víz, mind a kombinált kezelés hatékonyan növelte a minták tárolási idejét, 2,4-3,1 log TKE/g különbséget okozva a kontrollhoz képest a 7 napos tárolás végére. A mért maradékklorát-tartalom meghaladta a törvényes küszöböt, de a minták mosása az EFSA által élelmiszerek esetében javasolt (EFSA,2015) elméleti küszöbérték alatt maradt értékeket eredményezett. Az alkalmazott tartósítási módszerek nem voltak káros hatással a minták érzékszervi tulajdonságaira. A kombinált kezelés alkalmazása hatékonyan kompenzálta a mosás okozta hatékonyságcsökkenést.

Az elektrolizált aktív vizes kezeléshez hasonlóan a nagy hidrosztatikai nyomáskezelés is egy újabb, még kevésbé elterjedt kezelési mód. Ebben a kísérletsorozatban ennek a kezelésnek a halhúsra gyakorolt hatását vizsgáltuk. Ennek során annak a megfelelő nyomáskezelési időértéknek a megválasztását kerestük, amely érzékszervi és szerkezetbeli változásokat nem okoz a halfiléken, azok megőrzik természetes frissességüket, ugyanakkor lehetséges a minőségmegőrzési idő megnövelése. A kísérletek elvégzése során folyamatosan vizsgáltuk a nyomáskezelt halfilékek legfőbb minőségi paramétereit: a pH-értéket, színezetet, a léveszteséget, a sülési veszteséget, az összcsíraszám-változást és a fehérjeszerkezetbeli átalakulásokat.

Az első kísérletsorozat eredményei alapján a 400 és 600 MPa nyomásértékeken végzett kezelések már jelentősen megváltoztatják a halfilék minőségét, azok elveszítik eredeti frissességüket és vizuális élvezeti értékük is nagymértékben csökken. Emellett jelentős léveszteséget is szenvednek a kezelések és a sütés során. Azonban ettől alacsonyabb nyomáskezelések alkalmazásával elérhetjük a kívánt eredményt. Az elektrolizált aktív vízzel történő kombinált kezelés mikrobaszámra gyakorolt azonnali hatásának vizsgálatából kiderült, hogy a nyomás növelésével a kezelés mikrobapusztító hatása is szignifikánsan nő, továbbá a kezelés elektrolizált aktív vízzel történő kombinálása tovább növeli a kezelés hatásosságát.

A második kísérletsorozatban, ahol a korábban megállapított lehetséges nyomástartományt vizsgáltam részletesebben, azt tapasztaltuk, hogy 250 MPa-ig a halfilék külső megjelenése és fehérjeszerkezete nem változik jelentősen, de mikrobiológiai szempontból érdekesebb minél magasabb nyomásértéket alkalmazni, mivel annál hatékonyabb a mikrobapusztító hatás.

A harmadik kísérletsorozatban épp ezért beiktattam még egy rövidebb nyomáskezelési idejű sorozatot is (2 perc), hogy megvizsgáljam, elérhető-e a kívánt mikrobiológiai stabilitás a frissesség megtartásával. A vizsgálati eredmények szerint a nyomáskezelések során az alkalmazott nyomásértékek sokkal inkább befolyásoló szereppel bírnak a halfilékben bekövetkező változásokra, mint a nyomáskezelések időtartama. A halfilék külső megjelenése egészen 250 MPa-ig csak minimálisan változott. Kijelenthető, hogy ezeknek a paramétereknek az alkalmazásával az egyes minőségi paraméterekben még nem történtek számottevő változások, azonban a mikrobiológiai stabilitást jelentősen növelni tudtam.

A negyedik kísérletsorozatban mindezek alapján a 250 MPa nyomáson végzett 5 perces tartó kezelést választottam a tárolási próba elvégzéséhez. A tárolást csomagolás nélkül 5 napig, vákuumcsomagolt halfilék esetében 10 napig végeztem. A csomagolás nélküli halak esetében igazán jelentős változások nem történtek a minőségi paraméterekben, a léveszteség azonban még itt is magas volt. A 10 napos vákuumcsomagolt tárolás során a léveszteség mértéke csökkent, illetve a minőségi paraméterek szintén a halfilék friss jellegét sugallták.

A mikrobiológiai vizsgálat eredményei alátámasztják a szakirodalomban leírtakat, ennek megfelelően a HHP-eljárás 2 nagyságrenddel lecsökkentette a kiindulási állapothoz képest az aerob összes csíraszámot. Megfigyelhető, hogy a csomagolás nélküli tárolásnál 5 napig kis mértékben emelkedik a kezelés hatására a csíraszám, de nem haladja meg még az egy

nagyságrendet sem. A mikrobaszám vákuumcsomagolt halfilék esetében azonban 10 nap alatt szinte nem emelkedett. Így megállapítható, hogy az eljárás eredményeként meghosszabbíthatóvá válik az eltarthatósági idő mind csomagolás nélkül tárolt, mind vákuumcsomagolt halak esetében.

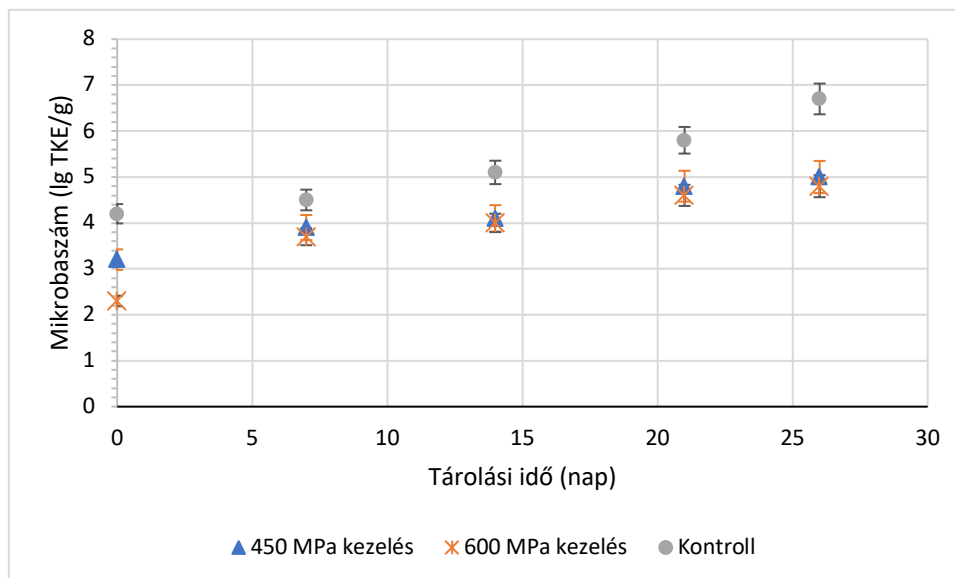
Az előző kísérletsorozat során kiderült, hogy a HHP-kezelés nem alkalmas ultrafriss halászati termékek kezelésére az organoleptikus tulajdonságok megváltoztatása nélkül. Ennek a kísérletsorozatnak a célja, hogy megvizsgáljuk a HHP-kezelés hatását késztermék eltarthatóságának meghosszabbítására. A kísérletet füstölt pontyfilén végeztem.

A nagy hidrosztatikus nyomáskezelés hatását megvizsgálva elmondható, hogy közvetlenül a kezelésekre hatására nem következtek be lényegi változások a füstölt pontyfilé minőségi tényezőiben. A pH-értékek esetében a 600 MPa-os nyomáskezelés emelte csak meg kis mértékben a halfilé pH-értékét. Emellett viszont a tárolás során a kontroll minták pH-értéke a 7. napot követően jelentősen lecsökkent, míg a nyomáskezelt minták (450 MPa, 600 MPa), a kiindulási érték magasságában fluktuáltak. Statisztikai elemzés is alátámasztja, hogy a nyomáskezelés szignifikánsan segítette megőrizni a minták kiindulási pH-értékét a kontroll mintákkal szemben.

A színezetet megvizsgálva elmondható, hogy a nyomáskezelés hatására nem történtek változások egyik szintényező (L^* , a^* , b^*) esetében sem. Az nyomáskezelés hatását közvetlenül a kezelésekre után vizsgálva az érzékszervi eredmények szerint a 450 MPa-os nyomáskezelt minták esetében nagy változásokat nem állapítottak meg a bírálók, mindössze a 450 MPa-os nyomáskezelt minták illatintenzitása csökkent kis mértékben, illetve a hal állományát értékelték puhábbnak. A 600 MPa nyomással kezelt minták esetében nem találtak eltéréseket.

A tárolás során a 21. napi tesztek elvégzése megállapítható, hogy a nyomáskezelt hűtve tárolt mintákat a kontroll mintákhoz hasonlítva a lényeges tulajdonságok között nem voltak felfedezhetőek nagyobb eltérések. A két tulajdonság, amely kismértékű eltérést mutat, sajnos a 7. napot követően már nem volt megfelelően értékelhető, mivel biztonsági okokból eltekintettem a kontroll minták kóstolásától. A 26. napi értékelések során azonban már a nyomáskezelt minták sem kerültek kóstolásra, mivel a bírálók megítélése szerint romlottságra utaló tulajdonságokat mutattak. Összességében azonban a 21. napig a nyomáskezelt minták nagymértékben megfeleltek az érzékszervi elvárásoknak.

A mikrobiológiai vizsgálatok azt mutatták, hogy a 450 MPa-os nyomáskezelés egy, míg a 600 MPa-os nyomáskezelés két nagyságrenddel volt képes csökkenteni a minták kiindulási összcsíraszámát. A tárolás során a 10 °C-on tárolt kontroll minták már a 7. napon megközelítették az $N = 10^7$ TKE/g összcsíraszámot, ezek a minták az érzékszervi vizsgálat során savanyú illatúak, romlottak voltak. A tárolás során a leggyorsabb összcsíraszám-növekedést a kontrollminták mutatták, majd a 450 MPa-os és utána a 600 MPa-os nyomásminták eredményei következtek. Tehát a nyomáskezelés nemcsak a kezdeti csíraszámot csökkentette, hanem a fogyaszthatósági időt is növelte. A két eltérő tárolási hőmérséklet hatása is megmutatkozik az eredményeken. Az 5 °C-on történő tárolás eredményei rendre alulmaradtak a 10 °C-on tárolt minták eredményeihez képest. A 600 MPa nyomással kezelt mintáknál a 14. napot követően már körülbelül egy, míg a kontroll- és 450 MPa nyomással kezelt minták esetében körülbelül két nagyságrenddel. Tehát a biztonságos füstölt pontyfilé előállítás során a fogyaszthatósági idő növelése, illetve a valós körülmények közötti tárolási hőmérséklet ingadozásának figyelembevételével a füstölt pontyfilé gyártó által meghatározott fogyaszthatósági idő biztonságos megőrzése érdekében a 600 MPa nyomású nagy hidrosztatikus kezelés alkalmazása javasolt. Összességében megállapítható, hogy a nagy hidrosztatikus nyomáskezelés nem befolyásolta a füstölt pontyfilé fizikai és érzékszervi jellemzőit. A mikrobiológiai állapotban azonban jelentős kedvező hatást okozott.



A füstölt pontyfilé mikrobiológiai változása az 5 °C-on történő tárolás során

2.2 ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK

1. A ponty lehalászásának és élve szállításának vizsgálata során, a halhús kortizolhormontartalmának, állományának, színének és víztartóképességének változása alapján megállapítottam, hogy a lehalászás és élve szállítás okozta fokozott stressz a halhús kortizolhormon-szintjét háromszorosára növeli, állományát, színét és víztartóképességét szignifikánsan rontja. Szoros kapcsolat van a kortizolhormon-koncentráció és a húsminőségi paraméterek, – mint az állomány, szín és víztartó képesség – között. Megállapítottam, hogy a stresszhatást követően a ponty vágását megelőző 48 órás pihentetés szükséges állandó vízhőmérséklet és napi 10% vízcsere mellett ahhoz, hogy a legkisebb kortizolhormon-szintet és legkedvezőbb húsminőséget érjük el.
2. A pontyhúsban az ATP enzimes bomlása során az IMP, inozin és hypoxantin és e vegyületek arányából számolt K index esetében megállapítottam, hogy a központi idegrendszer gyors mechanikus roncsolása (ikejime kábítási technológia) alkalmazásakor a K index érték a tárolás ideje alatt 10%-al alacsonyabb marad, mint az elektromos kábítás alkalmazása esetében. Tehát a gyors mechanikus kábítás alkalmazásával az IMP koncentráció szignifikánsan nagyobb, és a kellemetlen mellékízt okozó hypoxantin koncentrációja szignifikánsan kisebb. Így a vágást követően a pontyhúsban a pre rigor fázis elnyúlik, lassabban áll be a rigor-mortis, a pontyhús autolitikus bomlás tekintetében hosszabb ideig eltartható.
3. A ponty vágását követő hűtési technológiák összehasonlítása esetében megállapítottam, hogy a jeges vizes hűtés a 20 °C hőmérsékletű vágott pontytestet 90 perc alatt, míg a levegős hűtés 16 óra alatt csökkenti 2°C alá. A hűtés módjának a halhús IMP, inozin és hypoxantin koncentrációra gyakorolt hatása és ezen vegyületek arányából számolt K index értékének változása alapján megállapítottam, hogy a pontytest gyorsabb jeges vizes hűtése a foszfatáz enzim működését a kezdeti fázisban szignifikánsan lassítja. Ez a ponty húsának eltarthatóságát az autolitikus bomlás szempontjából 3-4 nappal meghosszabbíthatja, valamint a halhús íz, szín, állomány jellemzőit szignifikánsan kedvezően befolyásolja.

4. A pontyhús elektrolizált aktív vízzel 30 másodperc és 10 perc közötti időintervallumban, 60-180 ppm közötti kloridion-koncentrációval végzett kezelések mátrixában a minták mikrobiológiai mérése alapján megállapítottam, hogy a kloridion-koncentráció a kezelést követően szignifikánsan, egy nagyságrendet meghaladóan csökkenti a halhús felületén jelen lévő mikrobák összcsíraszámát. A vizsgált tartományban a kezelési időnek nincs szignifikáns hatása a vizsgált mikroorganizmusok csíraszámára.
5. A pontyhús anionos (pH 2,5) 100 ppm kloridion-koncentrációjú, 5 perc időtartamú A pontyhús anionos (pH 2,5) 100 ppm kloridion-koncentrációjú, 5 perc időtartamú elektrolizált aktív vizes és 2%-os koncentrációjú tejsav, valamint 0,5% koncentrációjú lizozimenzim-oldatok kombinációival való kezelése során megállapítottam, hogy a fizikai és érzékszervi tulajdonságok szignifikáns változása nélkül a kontroll mintákhoz képest a pontyfilé felületén található mikrobák 2,5-3 nagyságrendnyi csíraszám csökkentése érhető el. A kémiai hatás tekintetében a kezelés az EFSA által élelmiszerekre vonatkozóan javasolt 0,7 mg/kg elméleti határérték (MRL) alatti 0,29 mg/kg klorát- illetve 0,013 mg/kg perklorát tartalmat az aktív vizes kezelés és a lizozim enzim, illetve tejsavas kezelések közé iktatott csapvizes öblítés eredményez, a kezelések 1,5-2 nagyságrendnyi, szignifikáns csíraszámcsökkentő hatásának megőrzése mellett.
6. Pontyfilén és melegen füstölt pontyfilé 150-600 MPa értékek között végzett nagy hidrosztatikai nyomáskezelés (HHP) valamint 100 ppm kloridion-koncentrációjú anionos (2,5 pH) elektrolizált aktív vizes kombinációban végzett kezelés mikrobiológiai, kémiai, fizikai és érzékszervi vizsgálatai alapján megállapítottam, hogy a pontyhús HHP kezelése 250 MPa fölött additív hatással van a mikroba pusztulásra, de hátrányosan hat a nyers pontyfilé érzékszervi megítélésére. A melegen füstölt (60 °C, 90 perc) pontyfilé esetében a fehérje denaturalizáció a füstölési eljárás során már végbemegy, így a 600 MPa-n végzett HHP kezelés, érzékszervi és fizikai tulajdonságaiban szignifikáns változás nélkül, mikrobiológiailag 21 napot meghaladóan stabil halfilét eredményez.

3. KAPCSOLÓDÓ PUBLIKÁCIÓK

IF-es folyóiratcikk:

Palotás, P., ifj. Palotás, P., Jónás, G., Lehel, J., Friedrich, L., 2019. Preservative effect of novel combined treatment with electrolyzed active water and lysozyme enzyme to increase the storage life of vacuum packed carp. Journal of Food Quality IF 1,763 (Q2)

<https://doi.org/10.1155/2020/4861471>

Salamon, B., Tóth, A. **Palotás, P.**, Südi, G., Csehi, B., Németh, Cs., Friedrich, L., 2016. Effect of high hydrostatic pressure (HHP) processing on organoleptic properties and shelf life of fish salad with mayonnaise. Acta Alimentaria 45, 558-564. IF 0,384

<https://doi.org/10.1556/066.2016.45.4.13>

Lehel József (Lehel József Gyógyszertan, toxikológia, élelmiszer-higiénia) ÁTE/ÉBHI/Élelmiszer-higiéniai tanszék ; Yaucat-Guendi Rebecca ; Darnay Lívía (Darnay Lívía Élelmiszertudomány) ÁTE/ÉBHI/Élelmiszer-higiéniai tanszék ; **Palotás Péter (Palotás Péter Élelmiszer) SZIE/ÉTK/Hűtő és Állattermék Technológiai Tanszék** ; Laczay Péter (Laczay Péter Élelmiszer-higiénia, állatorvosi gyógyszer-tan.) ÁTE/ÉBHI/Élelmiszer-higiéniai tanszék

Possible food safety hazards of ready-to-eat raw fish containing product (sushi, sashimi)
CRITICAL REVIEWS IN FOOD SCIENCE AND NUTRITION (1040-8398 1549-7852):
(2020)

Folyóirat szakterülete: Scopus - Food Science Helyzete: D1

Folyóirat szakterülete: Scopus - Industrial and Manufacturing Engineering Helyzete: D1

Jonas, G., Csehi, B., **Palotás, P.**, Toth, A., Kenesei Gy., Pasztor-Huszar, K., Friedrich, L., 2017. Combined effects of high hydrostatic pressure and sodium nitrite on color, water holding capacity and texture of frankfurter. J. Phys.: Conf. Ser. 950, 042006.

<https://doi.org/10.1088/1742-6596/950/4/042006>

Tóth, A., Németh, C., **Palotás, P.**, Surányi, J., Zeke, I., Csehi, B., Castillo, L.A., Friedrich, L., Balla, C., 2017. HHP treatment of liquid egg at 200-350 Mpa. J. Phys.: Conf. Ser. 950,

042008. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/950/4/042008>

Konferencia kiadványok:

Tóth, A., Németh, C., Bényi, D., Salamon, B., **Palotás, P.**, Zeke, I., Friedrich, L., 2016. A nagy hidrosztatikus nyomás kezelési idejének hatása teljes tojáslé egyes tulajdonságaira. Doktoranduszok Országos Szövetsége, pp 156-161, ISBN: 9786155586095

Tóth, A., **Palotás, P.**, Németh, C., Csehi, B., Castillo, L. A., Friedrich, L., Balla, C., Póti, P., 2015. Increasing shelf life of fish through high hydrostatic pressure treatment. Hygienic Engineering & Design, Food Quality & Safety: ISBN 9786084565079

Palotás, P., Salamon, B., Südi, G., Csehi, B., Tóth, A., Staszny, Á., Friedrich, L., 2015. Photometric measurement of ATP decay products to determine the effects of different cutting technologies on the quality of carp. Food Science Conference 2015, Corvinus Uni. Bp., pp 191-194, ISBN 97896350366035

Salamon, B., Tóth, A., **Palotás, P.**, Südi, G., Csehi, B., Németh, C., Friedrich, L., 2015. Effect of high hydrostatic pressure (HHP) processing on physicochemical properties and shelf life of fish salad with mayonnaise. Food Science Conference, Bp. Corvinus Uni., pp 221-224, ISBN: 9789635036035

Palotás, P., Salamon, B., Südi, G., ifj. Palotás, P., Csehi, B., Tóth, A., Németh, C., Friedrich, L., 2015. Comparison of the effects of slaughtering technologies and environmental effects on the quality of carp fish. Food Science Conference 2015. Bp. Corvinus Uni. Pp 187-19, ISBN: 9789635036035

Csehi, B., Szerdahelyi, E. N., Pásztor-Huszár, K., Salamon, B., Tóth, A., **Palotás, P.**, Friedrich, L., 2015. Changes of proteins in raw pork and beef meat caused by high hydrostatic pressure treatment. Food Science Conference 2015, Corvinus Uni. Bp., pp 31-34, ISBN: 9789635036035

Jónás, G., Csehi, B., **Palotás, P.**, Darnay, L., Pásztor-Huszár, K., Friedrich, L., 2015. High hydrostatic pressure treatment and concentration effects on functional properties of meat batter. Food Science Conference 2015, Corvinus Uni. Bp., pp 112-116, ISBN: 9789635036035