

INNOVÁCIÓK AZ ÉLELMISZER-FELDOLGOZÁSBAN

Friedrich László, Baranyai László, Jónás Gábor, Kenesei György, Surányi József,
Nguyen Duc Quang

Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Élelmiszertudományi és Technológiai Intézet, 1118 Budapest,
Villányi út 29–43.

ÖSSZEFOGALALÁS

A világon egy adott ország élelmiszer-ellátása mindig is stratégiai kérdés, amelyben fontos szerepet játszik az alapanyag termelése, az élelmiszerek előállítása és logisztikája, valamint készletezése. Továbbá az utóbbi évtizedekben a fejlett társadalomban egyre nagyobb a fogyasztói igény (tápérték, egészségtudatosság, frissesség, kényelem, tartósság, hatékonyság, környezettudatosság stb.), amely a gyártókat fejlesztésekre és innovációkra készteti. Ezen tevékenységeket a gyártói és logisztikai oldalról a különböző krízisekből fakadóan tovább fokozza a költség és környezetterhelés csökkentésének, és a nyereség növelésének kényszere, továbbá a természeti erőforrással való megfelelő gazdálkodás igénye. A MATE Élelmiszertudományi és Technológiai Intézete a hullámokat meglovagolva, az ipari partnerekkel együttműködve és őket kiszolgálva mindig is élen járt az innovatív élelmiszer-feldolgozás technológiai megoldásainak fejlesztésében és adaptálásban. A Kaposvári Állattenyésztési Napok témaköreihez kapcsolódva, ebben a tanulmányban néhány modern állatiternék, főleg a húsok feldolgozási és tartósítási technológiájában elért eredményinket összegezzük. Ezen technológiák (ultrahangos marhahús érlelés, aktív ultrahangos húspácolás, nagy hidrosztatikai nyomáskezeléses húsérlelés és -pácolás, sous-vide technológia és HHP-vel való kombiált technológia, hiperspektrális technológia a húsok márványozottságának meghatározásában stb.) ipari megvalósításra kerültek, amellyel jelentősen hozzájárultak a hazai élelmiszeripar versenyképességének növeléséhez és a fogyasztói igények kielégítéséhez.

ABSTRACT

In the world, the food supply is always strategic issue in everywhere whatever country. Food supply chain consists of production of raw materials (agriculture), the production of foods and logistic chain (transportation, storage), the retails as well as stockpiling. Additionally, in the last some decades in the developed countries, the growths of consumers' claims to foods with high nutritional values, good nutrients, to health promotion, freshness, convenient products, long shelf-lives, environmental awareness etc. have compelled food sector to higher intensive research and development as well as innovations. From other production side, these aspects are put on by the pressures of reduction of production cost and emission, the increase in profit and rentability, sustainability. The MATE, Institute of Food Science and Technology with comprehensive industrial partnership network and providing high quality services have paid very high attention for research and development activities as well as for innovations and applications in food industry. In this study, focusing on the topics of Kaposvar Animal Husbandry Days, results of developments of livestock and food preservation technologies mainly of innovative, state-of-art technologies including ultrasound assisted meat aging, active ultrasound assisted meat pickling, high hydrostatic pressure (HHP) assisted meat aging and pickling, sous-vide technology, and its combination with HHP, hyper-spectral technology for qualifying marbled meat etc. were summarised. These technologies are successfully commercialized in the industrial food production and significantly contributed to the increase in competitiveness of many enterprises as well as justifying the claims of consumers.

Bevezetés

A Föld lakosságának megfelelő minőségű és mennyiségű élelmiszerrel való ellátása mindig is a figyelem középpontjába állította az élelmiszeripart. Az egyes országok élelmiszer-ellátása stratégiai kérdés, amelyben fontos szerepet játszik az élelmiszer-alapanyag termelése és az élelmiszerek hatékonyabb előállítását szolgáló fejlesztések. Ezek a fejlesztések, innovációk az utóbbi évtizedekben a nagyobb hozzáadott értéket jelentő, magasabb feldolgozottsági szinttel rendelkező élelmiszerek irányába mutatnak. Ebben kiemelt szerepe van a fogyasztói igényeknek, amelyek egyrészt a kényelmi termékek, a ready-to-kitchen, illetve a ready-to-eat élelmiszerek irányába fordultak. Másrészt a termékfejlesztések fókuszába kerültek az egészséget szolgáló, a könnyebben emészthető élelmiszerek, élelmiszer-alapanyagok alkalmazása és a kvázi funkcionális élelmiszerek kifejlesztése és gyártástechnológiájának kidolgozása. Megfigyelhető tehát a nagyfokú innováció az élelmiszeriparban, amelyet bizonyít az élelmiszeripar területén megjelenő szabadalmak, oltalmak és know-how-k száma a hazai ipari szintű élelmiszer-feldolgozás több mint 100 éve során.

Az élelmiszeripari termékek és gyártástechnológiák fejlesztése megjelenik az állati és a növényi alapanyagok feldolgozásában egyaránt. Nehéz különbséget tenni az egyik, illetve a másik terület fejlődése között, hiszen a jellemzően növényi, illetve állati eredetű élelmiszereket preferált fogyasztás megköveteli ezen ágazatok fejlődését. Ebben a különböző táplálkozási irányzatoknak kiemelt felelőssége van amellet, hogy az emberi szervezet számára limitáló esszenciális aminosavak csak állati eredetű élelmiszerekkel biztosíthatók. Látható tehát, hogy az állati eredetű élelmiszerek fejlesztése, új technológiák alkalmazása kiemelt szerepet játszik az élelmiszeripari innovációban.

Marhahús érlelése aktív ultrahang alkalmazásával

Az innovációk középpontjában áll a hatékonyságot növelő, a technológiai időt csökkentő eljárások kidolgozása, amellyel a kereskedelmi, illetve fogyasztó igények minél gyorsabb és rugalmasabb lereagálása áll. Tehát elsődleges cél az élelmiszeripari műveleti időket csökkentő technológiák fejlesztése. Ezek között szerepel a táplálkozás-élettanilag és gazdasági tekintetben egyaránt nagy értéket képviselő marhahús érlelési technológiájának fejlesztése (Kim et al., 2019), mivel az elmúlt években egyre népszerűbbé vált a hazai piacon az érlelt marhahús. Az érlelt marhahús könnyebben harapható és rágható, porhanyósabb és ízletesebb, mint a vágás után frissen felhasznált hús. Értékesítés során az érlelés hozzáadott értéket jelent a termék árának kialakításakor. Az érlelés alkalmazása az arra alkalmas testtájakra korlátozódik. Az egyik legalkalmasabb marhahús típus a hosszú hátizom egyes részei, mint a rostélyos és a hátszín. Az érlelési technológia a vágott testek lehűtéséhez szükséges időt meghaladó több hetes hűtőtárolás, amely a proteolitikus és lipolitikus enzimhatás kiteljesedését szolgálja. Maga az érlelési folyamat szigorúan szabályozott, ellenőrzött hőmérsékletű és relatív páratartalmú hűtőtérben történik, az érlelés módjától függően. A hús érlelésére sok szabadalom született, legtöbbjük a hőmérséklet-páratartalom kombinálásán és/vagy fehérjebontó enzimek („húspuhtók”) alkalmazásán alapul (Snyder, 1970; Burke, 2010; Daso Food Co. Ltd., 2013).

Az 1. ábrán megfigyelhető, hogy a kezelés hatására a marhahús keménysége jelentősen, az eredeti érték harmadára csökkent. Közvetlenül a kezelés után a hús keménysége kisebb lett, mint a +1°C-on 17 napig érlelt kontroll minta keménysége. Látható tehát, hogy az aktív ultrahang nagymértékben javítja a marhahús állományát. A 90 perces ultrahanggal kezelt marhahús érési dinamikája a hűtőben történő tárolás során hasonló lefutást mutat, mint a hagyományos érlelt hús esetében tapasztalható. A 60 perces ultrahangos kezelésnek kitett marhahús érési dinamikája gyorsabb a 90 perceséhez képest. A 60 perces ultrahangozott hátszínnek puhábbnak bizonyultak a 90 perces kezeltekhez képest. Utóbbi esetében a sejtmembránok már olyan mértékben sérülhettek, ami jelentősebb mértékű nedvességtartalom veszteséghoz vezetett, a fehérjék egy része denaturlódott, aggregálódott, ami a hátszín minták egyes izomrostjainak puhulását csökkentette. Megfigyelhető továbbá, hogy az 5°C-on történő érlelés még kedvezőbb hatást jelent a hús állományát illetően. A puhulást részben az ultrahang hússzövetben kifejtett közvetlen roncsoló hatásával, részben pedig az ennek eredményeként az izomsejtekből kiszabaduló katepszin-, kalpain-proteináz rendszer működésével hozzuk összefüggésbe. A 2. ábra jól szemlélteti a gyorsabban lejátszódó érési folyamatban a katepszinekaktivitásának hőmérsékletfüggését, ugyanis a hőmérséklet emelésével a katepszinek aktivitása megnő. Ezáltal a húspanban lévő aktomiozin komplex kisebb molekulatömegű fehérjékre bontható, melynek eredményeként kialakul a puha, omlós húsállomány.

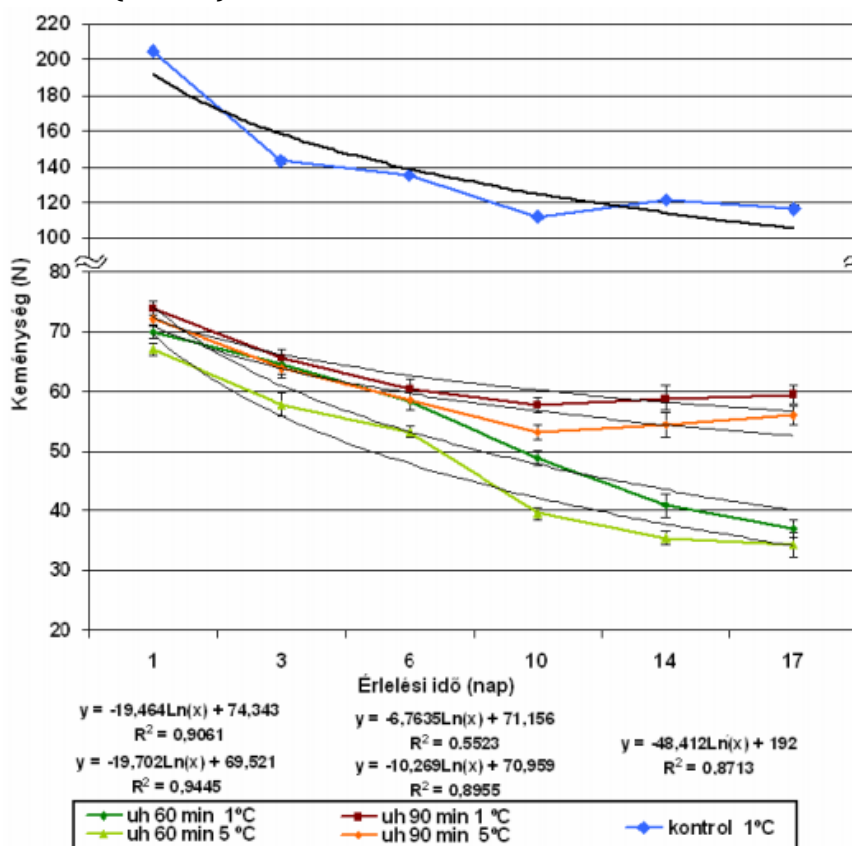
Húsok pácolása aktív ultrahang alkalmazásával

A marhahús hagyományos érlelési technológiája mellett a húspan másik hosszabb technológiai időt igénylő területe a hagyományos, lassú pácolású termékek előállítása. Ezek közé tartozik a paraszt sonka, a darabolt sertéscomb és lapocka, tarja, angolszalonna, amelyek pácolásához, egyenletes eloszlású, optimális sótartalmának biztosításához több hét szükséges. Az új kéméletes technológiáknak, - mint az aktív ultrahang vagy a nagy hidrosztatikus nyomáskezelés -, az izomszövetekre gyakorolt pozitív hatását alkalmazva megfigyelhető a technológiai idő csökkentése. Az ultrahang pácolási technológiában történő alkalmazása témakörében végzett kísérleteink eredményei bizonyították, hogy az ultrahang kiemelt szerepet játszik a só húspan belüli egyenletesebb eloszlásában (Visy et al., 2021a). A tumblerezéssel (a hús „ütve-forgatásával”) összehasonlítva az ultrahangozott húsok sótartalma ugyan alacsonyabb, de a húspan belüli eloszlása sokkal egyenletesebb képet mutat (3. ábra). Ennek háttérében az előzőekben már említett ultrahang kísérőjelensége, a kavitáció áll, ami az izomsejtek membránjait roncsolva a só ionjainak könnyebb és gyorsabb vándorlását teszi lehetővé a húspan belül.

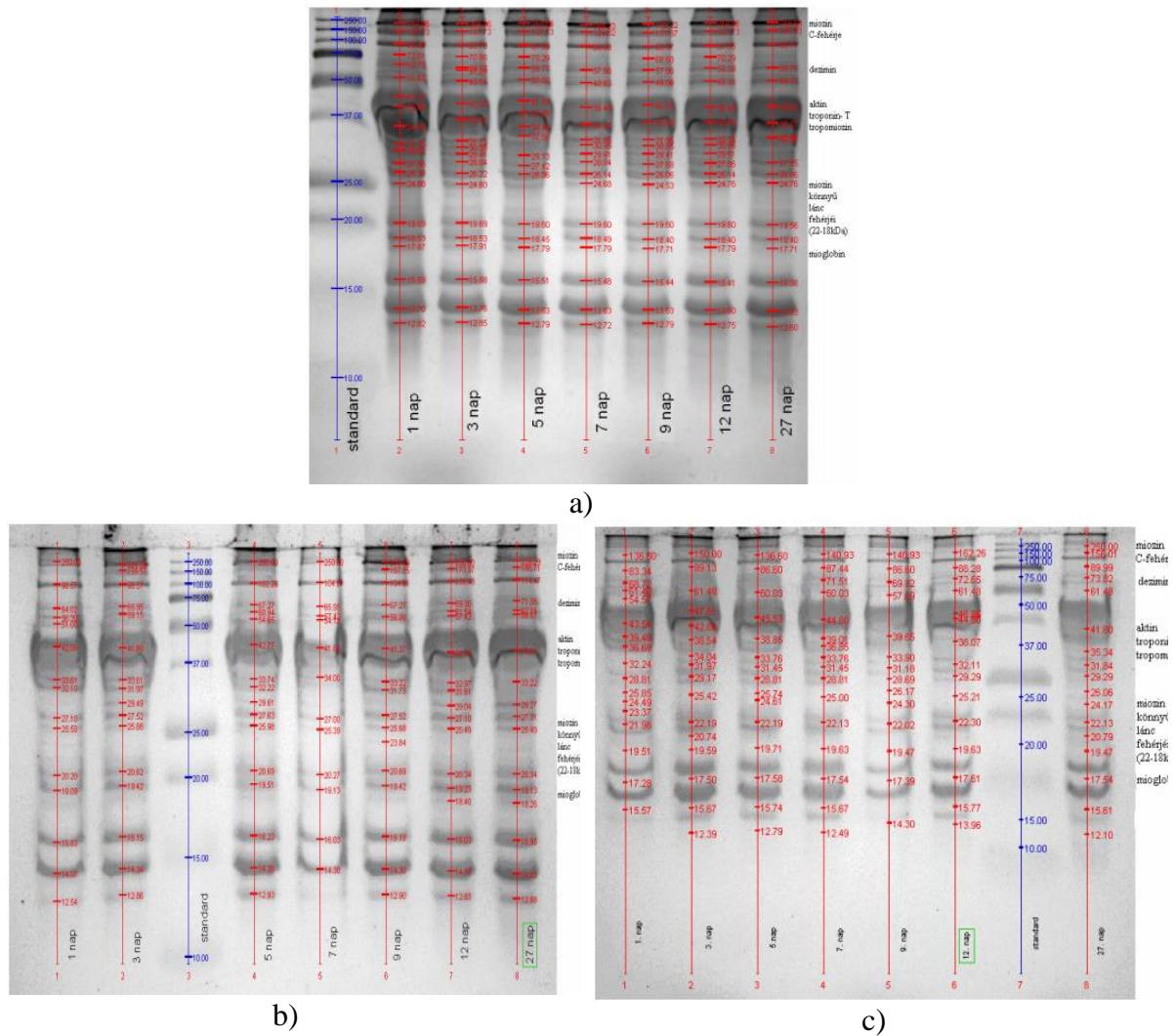
Ezenkívül más technikák is ígéretesnek mutatkoznak az érlelés gyorsítására, mint pl. az aktív ultrahanggal vagy a nagy hidrosztatikus nyomással (High Hydrostatic Pressure, HHP) történő kezelés (Dashdorj et al., 2016).

Technikailag az ultrahang kétféleképpen fejt ki hatását a húszövetben: az izomsejtek integritásának megbontásával és az enzimatis reakciók elősegítésével. Amikor az ultrahang áthalad egy közegen, a közegben lévő részecskék között kompressziós és ritkulási hullámokat generál, aminek eredményeként üregek és/vagy buborékok keletkeznek. Ezek az üregek a következő ultrahangciklusok során növekednek, végül instabillá válnak, majd pillanatszerűen ható, magas lokális hőmérsékleten, nagy nyomást felszabadítva összeomlanak. A jelenséget kavitációnak nevezzük. Az összeomlás során kilövellésszerű lökeshullám (ún. „jet”) indul a szövetnedvben, ami képes átyukasztani a sejtmembránokat. Ha ez az összeomlás biológiai anyagban történik, az ultrahang mikro- és makroszinten is hatással lehet a biológiai anyagokra, szövetekre és azok tulajdonságaira.

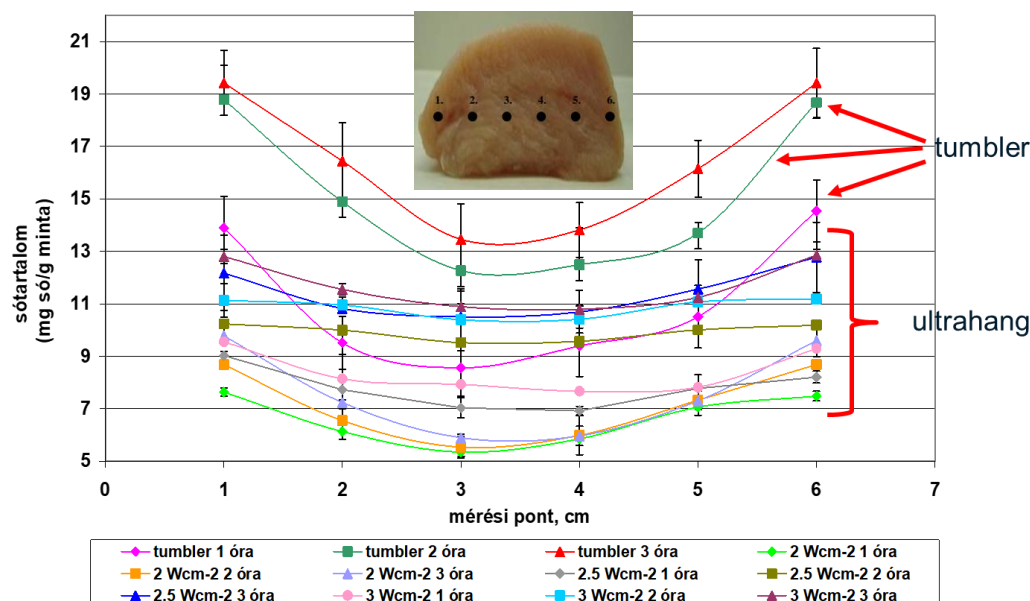
Az ultrahang hatásának vizsgálatára marha hátszín ultrahangos kezelőtérben (20 kHz, 400W, 3W/cm²) 60 és 90 percig tartó kezelése, majd +1°C-os és +5°C-os hőmérsékleten történő érlelése történt 17 napig. Kontrollként ultrahang kezelés nélküli hátszínnek szolgáltak. A marhahús egyik legfontosabb érték mérő tulajdonsága a keménysége/puhasága, így az érlelés során az állomány változását követtük nyomon, amit az objektív keménységgel jellemeztünk (1. ábra).



1. ábra: Ultrahanggal kezelt (20 kHz, 400 W, 3 W/cm²) marha hátszín keménységének alakulása 1°C-on és 5°C-on történő érlelés során



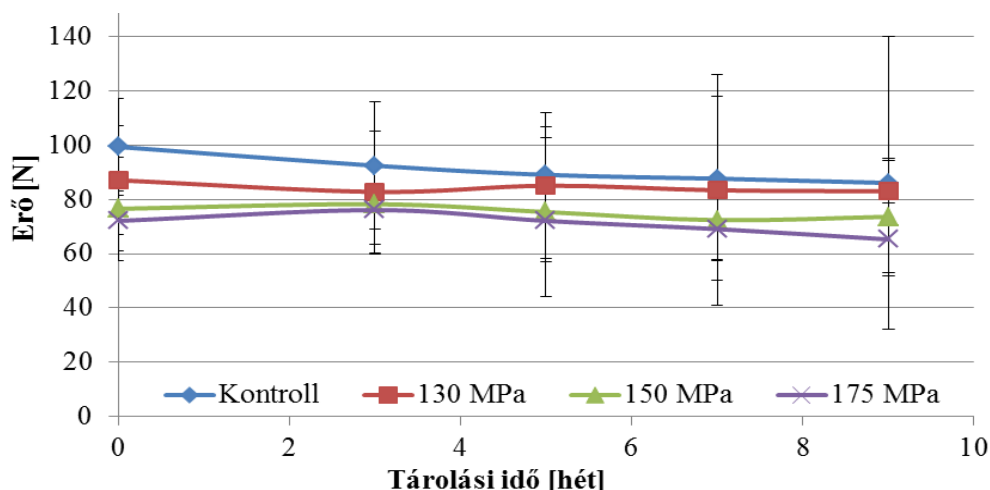
2. ábra: Ultrahanggal (20 kHz, 400 W, 3 W/cm²) kezelt marha vastag hátszín fehérjefrakcióinak elválasztási képei az érlelés során
 a) 1°C-on érlelt hátszín, ultrahang kezelés nélkül (kontroll); b) 1°C-on érlelt, 60 percig ultrahang kezelt hátszín; c) 5°C-on érlelt, 90 percig ultrahang kezelt hátszín



3. ábra: Sertéskaraj keresztmetszetében mért sótartalom tumblerezés és ultrahangos pácolás esetén

Húsok érlelése és pácolása nagy hidrosztatikus nyomás alkalmazásával

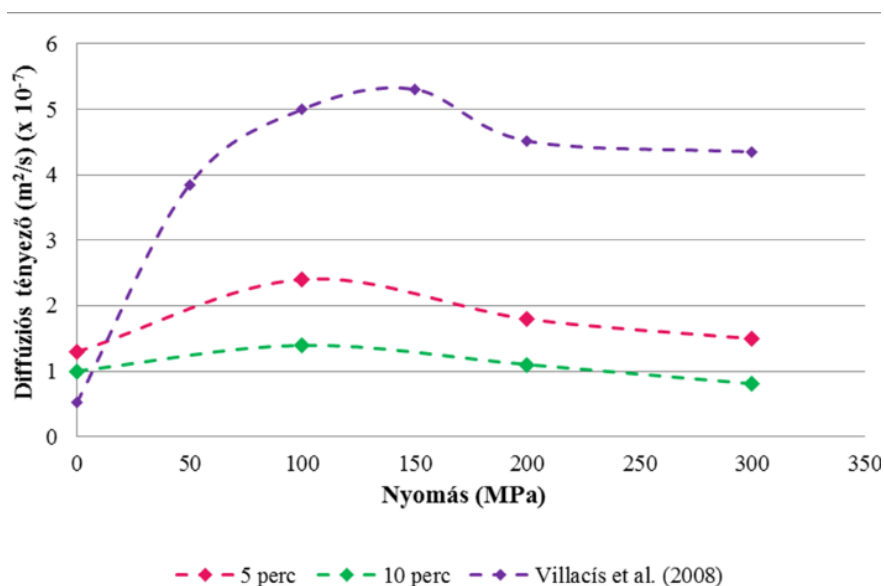
A marhahús érleléséhez és a húsok pácolásához szükséges technológiai idő csökkentésére az aktív ultrahang mellett más eljárások is alkalmazhatók a húsipari fejlesztésekben. Ezek között szerepel a 100-600 MPa nyomású nagy hidrosztatikus nyomáskezelés a marhahús érlelésének gyorsításában. A 300-600 MPa, extrém nagy nyomás, a mechanikai húsporhanyósításhoz hasonlóan puhítja a húst, de sajnos a hús színét adó mioglobin denaturációja következtében 200 MPa feletti nyomás esetén nemkívánatos színváltozással kell számolni. A vörös színezet csökken, a jellegzetes friss hússzín eltűnik, így az érlelésre az ez alatti nyomástartomány alkalmazható. A témakörben marha hátszínnel végzett kísérleteink (130 MPa, 150 MPa, 175 MPa, 30 perc, érlelés 1°C-on, 9 hétig) eredményei azt mutatják, hogy a vizsgált nyomástartományban a nyomás növelésével a hús puhábbá válik, nyomáskezelés nélküli húshoz képest (4. ábra).



4. ábra: Nyomáskezelt marha hátszín keménységének alakulása az érlelés során

Proteolitikus enzimek aktivitásának vizsgálata alapján a nyomás növekedésével növekvő enzimaktivitás mutatkozik, ami így a nyomás hatására megrepedő lizozómákból felszabaduló enzimeknek tulajdonítható. Tehát a 175 MPa nyomású 30 perces nyomáskezeléssel a több hétig érlelt marhahús állományánál is kedvezőbb puhaság érhető el.

A marhahús érleléséhez hasonlóan hozható összefüggésbe a nyomáskezelésnek a pácolás során, a sódiffúzióban mutatkozó pozitív hatása. A hagyományos pácolás diffúziós tényezője 10^{-9} - 10^{-10} m²/s nagyságrendben alakul, míg a 100 MPa nyomáskezelés esetén ez 10^{-7} nagyságrendűre gyorsul (5. ábra). Az ettől nagyobb nyomás alkalmazása azonban már hátrányosan hat a diffúzióra, a nyomásnak a fehérjékre kifejtett denaturáló hatása miatt (Visy et al., 2021b).



5. ábra: Sertéskaraj pácolása során a sódiffúziós tényezők alakulása a nyomás függvényében

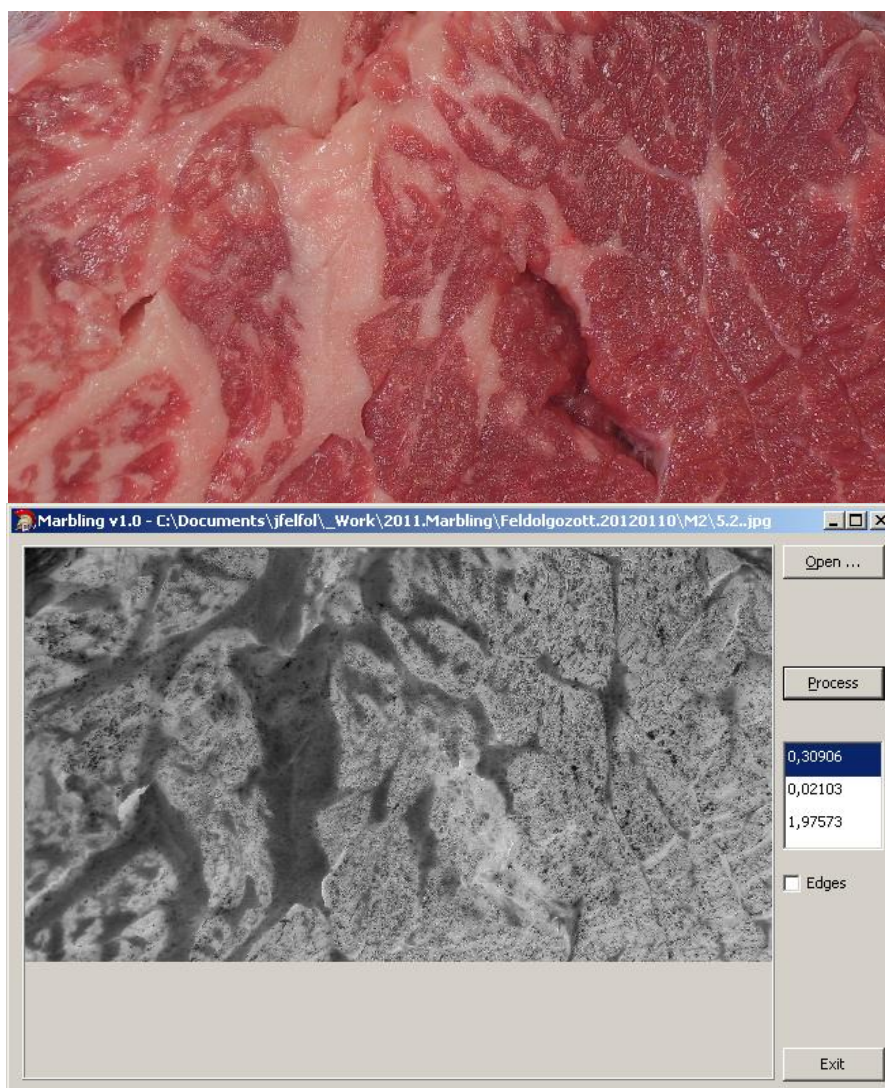
A nagy hidrosztatikus nyomáskezelésnek tehát pozitív hatása van a húsok érlelése és pácolása során, de az aktív ultrahanghoz hasonlóan ipari alkalmazástechnológiai fejlesztése folyamatban van. Széleskörű elterjedésének jelenlegi gátja elsősorban a ber-

endezés nagy beruházási költségében keresendő. Erre megoldást jelenthet pl. egy regionálisan működő, nyomáskezelési szolgáltatást nyújtó üzem létesítése, amely a nemzetközi gyakorlatnak megfelelően már hazánkban is működik. Ez az üzem a húsipari igények mellett más termékek, mint pl. frissen facsart gyümölcslevek, készételek, sous-vide termékek nyomáskezelését is elvégzi, így az élelmiszerszektor egyéb területein is a magasabb feldolgozottsági szint és nagyobb hozzáadott érték mentén megvalósítja az élelmiszeripar innovációit és gazdasági fejlődését.

Húsok márványozottságának meghatározása objektív módszerrel

A termék és technológia fejlesztések mellett az alapanyagok minőségének ismerete az egyik legfontosabb értékmérő tulajdonság. Az élelmiszer-alapanyag minősége meghatározza annak feldolgozhatóságát és az élelmiszertermék minőségét. A friss húsok esetében az egyes húsfajták és testtáji húsok szöveti összetétele nemcsak minőségi, hanem gazdasági tekintetben is meghatározó. Különösen érvényes ez a sültetek esetében, amelyeknél a márványozottság, vagyis az intramuszkuláris zsírszövet aránya és mennyisége a gasztronómia értékmérő tulajdonsága. Az érlelt marhahúsoknál a márványozottsági szint az árban extrém különbségeket eredményez, gondoljunk csak a kobe vagy a wagyu marhahúsra. A nemzetközi és részben a hazai friss steakhúsok osztályozása jelenleg kvázi objektív módon különböző márványozottsági szintet mutató/ábrázoló fotók alapján történik emberi beazonosítással, amely szubjektív hatással rendelkezik. Ezért olyan mérési módszer kidolgozását valósítottuk meg, amely objektív módon határozza meg a sertés és marha hosszú hátizom (longissimus dorsi) márványozottságát. A hiperspektrális mérési módszer által meghatározott objektív mérőszámok ismeretében minőségi átvétel valósítható meg a húsok nagy- és kiskereskedelmi értékesítés során.

A marha- és sertés-hús szeletek márványozottságának objektív, kvantitatív jellemzésére számítógépes látórendszer és képfeldolgozási módszer fejlesztése történik több mint egy évtized óta (Felfoldi et al., 2013). Digitális fényképekről sokváltozós statisztikai és információ-elméleti módszerek alapján algoritmusok kidolgozásával meghatározható az egyes húsok márványozottsága (6. ábra). A programban a diszkriminancia-analízis alapuló algoritmus a tanulóminták különböző zónáinak szintérbeli azonosítására és elkülönítésére, továbbá a morfológia transzformációk a szegmentálási zaj csökkentésére, és a területi és információ-elméleti tulajdonságok kinyerésére (entrópia, energia stb.), valamint a modell-illesztés sokváltozós módszerekkel (pl. PLS) a márványozottság jellemzőire.

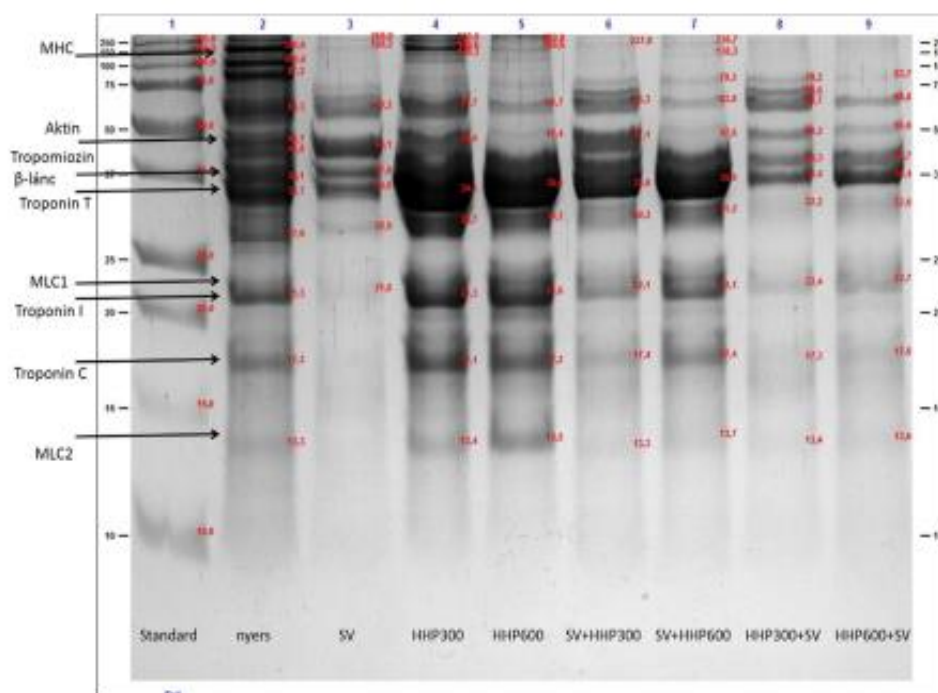


6. ábra: Marha hátszín, eredeti felvétel és feldolgozott képi információ (vizuális és numerikus)

Olyan programok kidolgozása történt a módszer megvalósítására, amely a gyakorlatban közvetlenül alkalmazható, egyszerű kezeléssel, felhasználóbarát célszoftver ("Marbling v0.1"). A programcsomag paraméterezés nélkül alkalmazható a vizsgálatunkban használt tanulóminták tulajdonságaitól nem lényegesen eltérő üzemi minták feldolgozására, képi tulajdonságainak mérésére. Emellett a kifejlesztett program interaktív, tanítható általános feldolgozóprogram tesztváltozata („Marble”), amely lényegesen magasabb tudás-szinttel alkalmazható, de nagymértékben függetleníthető a felvételi körülmények és nyersanyag-alternatívák változásaitól és nagyfokú rugalmassággal illeszthető a mindenkori célfeladathoz. A látórendszerekhez hasonló roncsolásmentes mérési módszerek fejlesztése, mint a NIR, az akusztikus, az impakt módszerek és a passzív ultrahang alkalmazása számos területen alkalmazható a folyamatos alapanyag, félkész és késztermék minősítésben, mint a tojás héj épségének vizsgálata, vagy a fűszerpaprika, méz stb. hamisításának kiszűrése, vagy a téliszalámi kérgesedésének és érési folyamatainak nyomkövetése.

Sous-vide és kombinált technológia az előkészített húsok élelmiszer-biztonsági és -minőségi fejlesztése céljából

Leistner az 1970-es évek (Leistner, 1983) végén foglalta össze először az élelmiszerek tartósításnál együttesen ható tényezőket. Azóta számos közleményben foglalkozott az élelmiszer-tartósítás azon témakörével (Abdullahi & Dandago, 2020), ahol több technológia vagy módszer együttes hatásával érik el a kívánt tartósságot és őrzik meg az alapanyag értékes komponenseit. Az alapgondolat tulajdonképpen a hadászatban jól ismert stratégia, nevezetesen a több ponton történő „támadás”, amelynek a lényege az, hogy egy-egy módszer/támadás önmagában gyenge, nem elégséges hatást ért el, de együttesen már megfelelő biztonsági szintet jelenthet.



8. ábra: Sous-vide + HHP kezelés hatása marha hátszín miofibrilláris fehérjéinek fehérjeszerkezeti változására

A sous-vide (SV) technológia régóta ismert, azonban az élelmiszer-biztonsági és az élelmiszer-minőségi szempontok optimalizálása folyamatos technológiai fejlesztést igényel. A sous-vide technológia elsőként a kényelmi és a gasztronómiában a szervezési folyamatok elősegítése céljából valósult meg. Ehhez kapcsolódott az eltarthatósági idő növelése, valamint az élelmiszer-biztonsági kockázat csökkentése, főként a catering rendszerekben. Az utóbbi években a sous-vide előkészített húsok kiskereskedelmi rendszerben való megjelenése, valamint az ipari méretű feldolgozás szükségessé tette a technológia további fejlesztését, az eltarthatóság növelését és egyben az élelmiszer-biztonsági kockázat csökkentését. Ennek egyik gyakran alkalmazott megoldása a kombinált kíméletes tartósítási technológia (pl. sous-vide kombinálva a nagy hidrosztatikus nyomáskezeléssel), amely az előkészített húsok minőségét és eltarthatóságát nagymértékben növeli. Kérdésként merült fel a sous-vide kezelés hőmérséklet-idő összefüggése mellett az alkalmazott nyomás és kezelési idő nagysága, valamint a sorrendje, SV és HHP, vagy HHP és SV.

Ennek meghatározásában a mikrobiológiai vizsgálatok mellett a hús minőségét jelentő miofibrilláris fehérjék denaturációja, vízkötő és víztartó képessége a meghatározó. Ezért olyan technológia kidolgozása történt, amellyel a húsok technofunkciós tulajdonságait nagymértékben meghatározó miozin, az aktív és kötőszöveti fehérjék denaturáltsági állapota tudatosan szabályozható (Hasani et al., 2022). Kísérleteink és ipari alkalmazásaink bizonyítják, hogy a kombinált technológia révén a sous-vide kezelés, majd a 300 MPa 5 perces nyomáskezelés biztosítja a marhahúsok esetében a fehérjeszerkezeti változást (8. ábra). Ez mutatja a polipeptid láncok felszakadását, és az ezáltal elért könnyebb emészthetőséget, kedvezőbb lédúságot és puhább állományt, akár 45 napos eltarthatóság mellett.

Következtetés és javaslatok

A hús és a húskészítmények mindig is nélkülözhetetlen szerepet töltek be az emberek táplálkozásában a táplálkozásbiológiai és élvezeti értéküket egyaránt figyelembe véve. Ezen értékek a modern és innovatív feldolgozási technológiával (ultrahangos kezelés, nagy hidrosztatikus nyomáskezelés) fokozható. Továbbá a hagyományos vagy új kíméletes technológiákkal kombinálva megvalósítható a húskészítmények gyártása ipar méretben, amelyen keresztül nemcsak hosszú ideig megőrzik a minőséget és a mikrobiológiai biztonságot, hanem magas táplálékértéket is képviselnek a termékek. Szintén fontos a prémium termékeknél (érlelt marha steak) a minőségi paraméterek objektív meghatározása (márványozottság), amely hosszabb távon garantálhatja az egyenletes minőséget, valamint a fogyasztók bizalmának is megnyerhető. A MATE ÉTTI munkatársai mindig is az ipari szereplőkkel együttműködve élen jártak az új, modern technológiák fejlesztésében és alkalmazásában az élelmiszeriparban. Ezen eljárások és innovációk sok esetben az ipari gyakorlatból származnak, de általában az Egyetem rendelkezik olyan tudással és gyakorlati potenciállal, amellyel sikeresen megvalósítható egy-egy innovációs ötlet (tervezés, tesztelés, kísérletek, laboratóriumi méret, lépték növelés, ipari optimalás, gyártmány, formulázás és csomagolás, piac kutatás stb.). Az Egyetem szerepe mindig is meghatározó marad a fejlesztésekben.

Irodalomjegyzék

- Abdullahi, N., Dandago, M. A. (2020) Hurdle technology: principles and recent applications in foods. *Indo Food Nutr Prog* 17: 1. <https://doi.org/10.22146/ifnp.52552>
- Burke, D. (2010) Meat aging process. US Patent US2010/0310736A1
- Dashdorj, D., Tripathi, V. K., Cho, S., Kim, Y., Hwang, I. (2016) Dry aging of beef: review. *J Anim Sci Techn* 58: 20. <https://doi.org/10.1186/s40781-016-0101-9>
- Daso Food Co. Ltd. (2013) Meat aging composition using mulberry and meat aging method using the same. *Justia Patents* 20130129906
- Felföldi, J., Baranyai, L., Firtha, F., Friedrich, L., Balla, Cs. (2013) Image processing based method for characterization of the fat/meat ratio and fat distribution of pork and beef samples. *Progr Agricul Eng Sci* 9: 27–53. <https://doi.org/10.1556/progress.9.2013.2>

- Hasani, E., Csehi, B., Darnay, L., Ladányi, M., Dalmadi, I., Kenesei, G. (2022) Effect of combination of time and temperature on quality characteristics of sous vide chicken breast. *Foods* 11: 521 DOI: <https://doi.org/10.3390/foods11040521>
- Kim, M., Choe, J., Lee, H. J., Yoon, Y., Yoon, S., Jo, C. (2019) Effects of aging and aging method on physicochemical and sensory traits of different beef cuts. *Food Sci Anim Resour* 39: 54–64. DOI: <https://doi.org/10.5851/kosfa.2019.e3>
- Leistner, L. (1985) Hurdle technology applied to meat products of the shelf stable product and intermediate moisture food types. In: Simatos D, Multon JL (eds) *Properties of water in foods in relation to quality and stability*. Martins Nijhoff Publishers, Dordrecht, pp. 309–329. https://doi.org/10.1007/978-94-009-5103-7_19
- Snyder, C. (1971): Method of tenderizing meat. US Patent US00163428A
- Visy, A., Jónás, G., Szakos, D., Horváth-Mezőfi, Z., Hidas, K. I., Barkó, A., Friedrich, L., (2021a) Evaluation of ultrasound and microbubbles effect on pork meat during brining process. *Ultrasonics Sonochem* 75: 105589 <https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2021.105589>
- Visy, A., Hidas, K. I., Koósz, Z., Barkó, A., Horváth-Mezőfi, Z., Nguyen, L. P. L., Friedrich, L., Jónás, G. (2021b) Az ultrahang és a nagy hidrosztatikus nyomású kezelés kombinált hatásának vizsgálata a hús pácolása során. *Acta Agronomica Óváriensis* 62: 88–110.