

Összetett bio-tartósítószer hatása a friss sertéskaraj mikrobiológiai mutatóira és eltarthatóságára

Kulcsszavak: tartósítószer, antioxidáns, friss húskészítmények, összcsíraszám, élesztő, eltarthatóság, tárolás, mikrobiológia

1. ÖSSZEFOGLALÁS

Cikkünk egy összetett tartósítószer hatásának vizsgálatával foglalkozik friss sertés-hús termékek mikrobiológiai mutatóira és eltarthatóságára. Vizsgáltuk a különböző tartósítószer hatását az összcsíraszámra és az élesztőszámra friss húspan tárolás során. Kísérleti tanulmányok azt mutatták, hogy az összetett tartósítószer keverék* aktívan gátolja a mikroorganizmusok növekedését a friss sertéskaraj tárolása során. A kontrollmintában a mikroorganizmusok száma a tárolás hetedik napján $12 \cdot 10^4$ CFU/g volt, míg a hozzáadott összetett tartósítószer keveréket tartalmazó mintában $0,1 \cdot 10^4$ CFU/g volt. A felhasználásra kész tartósítószer keverék alkalmazása lehetővé teszi a durvára vágott friss sertéshústermékek hosszú távú (hét napos) tárolása során az élesztő szaporodásának aktív visszaszorítását (250 CFU/g).

Meghatároztuk a tartósítószer alkalmazásának optimális módját friss sertéskaraj esetén. A tartósítószer alkalmazásának legkézenfekvőbb módja ennek a mintatípusnak az esetén a durvára vágott friss hússal történő egyszerű összekeverése és masszírozása (fűszerekkel vagy pácokkal együtt). Kísérleteink során figyelembe vettük az elsődleges és másodlagos lipid bomlástermékeket, valamint meghatároztuk a friss húskészítmények peroxid- és savszámát a 30 napos tárolás során.

A 30 napos tárolás után a kontrollmintában az oxidációs folyamatok érzékelhető növekedése volt megfigyelhető, aminek alapján meghatároztuk a durvára vágott friss sertéshústermékek eltarthatósági idejét.

*A reklámokra vonatkozó törvény értelmében a tartósítószer keverék nevét nem közölhetjük (A szerk.)

¹ Dél-uráli Állami Egyetem

² Dél-uráli Állami Agráregyetem

³ Antey Kft.

2. Bevezetés

Az élelmiszerek és nyersanyagok hatékony tartósításának problémája előállításuk, tárolásuk, szállításuk és kereskedelmük minden szakaszában, beleértve az otthoni élelmiszer-tartósítást is, napjainkban aktuális kérdés. Egyes becslések szerint a világon megtermelt élelmiszer akár 25%-a is érzékeny lehet csak a penész károsító hatásaira [1].

Az élelmiszerek tartósításának és mikrobiológiai romlásuk megelőzésének jelenlegi módszerei három csoportra oszthatók: fizikai, kémiai és biológiai módszerek. A fizikai módszerek közé tartozik a hőmérsékleti expozíció (melegítés és hűtés), a szárítás, a vákuumozás stb. A kémiai módszerek közé tartozik a sózás, a füstölés, a sós vizes kezelés, a tartósítószer használata stb. A biológiai módszerek a starter és bioprotektív kultúrákkal történő kezelésből, baktericidok és enzimek alkalmazásából állnak [2, 3]. Ezen módszerek mindegyikének vannak bizonyos korlátai egy adott termék előállítása során az érzékszervi tulajdonságokra és tápértékre gyakorolt hatásuk, valamint műszaki megvalósíthatóságuk miatt (például a szükséges felszerelés igénye, vagy a felhasznált anyagok és készítmények szűkösége). A mikrobiológiai romlás megelőzésének összes ismert módszere közül a kémiai tartósítószereket tartják a legkönnyebben alkalmazhatónak, gyorsan megvalósíthatónak, amelyek nem igényelnek speciális felszerelést és/vagy gyártási módot [4, 5]. A húspár azonban meglehetősen konzervatív az élelmiszer-adalékanyagok felhasználását illetően, mivel a kémiai tartósítószer csak korlátozottan engedélyezettek a húskészítmények gyártása során, elsősorban a kocsonyás termékek gyártásában és a felületkezelésben [6]. Emellett a fogyasztók túlnyomó többsége elutasítónak viszonyul a tartósítószert tartalmazó címkézett húshoz. E tekintetben a kémiai tartósítószer felhasználása a húskészítmények előállítása során jelentősen korlátozott, és nem tekinthető a mikrobiológiai romlás megelőzése univerzális eszközének.

Oroszországban a sertéshús fogyasztási szintje és termelése az utóbbi időben gyorsan növekedett. Elmondható, hogy a sertéshús manapság uralja a húspárt. 2020-ban a sertéshústermelés 23%-kal nőtt.

A sertéshús teljes értékű állati fehérje forrása is, és magas tápértékkel rendelkezik. Ezenkívül a sertéshús az emberi szervezet átfogó fejlődéséhez szükséges vitaminokat, makro- és mikroelemeket tartalmaz [7].

Ahhoz, hogy az egészségre gyakorolt kedvező tulajdonságokat egészében megőrizzük, be kell tartani a hús feldolgozási, szállítási és tárolási szabályait. A Sanitary Rules and Norms SanPiN 2.3.2.1078-01 és a Technical Regulations of the Customs Union TRCU 034/2013 „On the safety of meat and meat products” szerint a sertéshús a romlandó áruk kategóriájába tartozik.

A tárolási körülményeket és feltételek megsértése esetén jelentősen felgyorsul a mikroorganizmusok növekedése és szaporodása a friss sertéshúsban, ami a bakteriális szennyeződés fokozódásához vezet. Kedvező körülmények között a mikroorganizmusok a felületen felhalmozódnak és fokozatosan behatolnak a hús mélyére, ami a termék megromlását okozza. Tárolás során a hús elveszti értékes tulajdonságait, érzékszervi, fizikai és kémiai paraméterei jelentősen romlanak, és a patogén mikrobiális flóra élettevékenysége miatt megnő az emberi egészség károsodásának kockázata. A húsromlásnak többféle típusa van: rothadás, nyálkaképződés, penészképződés, savas erjedés (hússavanyodás) stb. Ezeknek a folyamatoknak az intenzitása a hőmérséklettől, a relatív páratartalomtól, a mikroorganizmus típusától és a hús kezdeti szennyezettségének mértékétől függ [8].

Rothadásos romlás leggyakrabban a helyes tárolási feltételek sérülése esetén fordul elő. A rothasztó mikroflóra a hús romlását okozza. A rothasztó mikroorganizmusok lehetnek akár aerobok, akár anaerobok. Képesek olyan proteáz enzimeket kiválasztani, amelyek lebontják a fehérjéket. Ezen mikroorganizmusok között vannak aerob bacillusok (*B. pyocyaneum*, *B. mesentericus*, *B. subtilis*, *B. megatherium*), anaerob clostridiumok (*Cl. putrificus*, *Cl. histolyticus*, *Cl. perfringens*, *Cl. sporogenes*) és fakultatív anaerob coccusok. Az aerob rothadás végtermékei az ammónia, a szén-dioxid, a kén-hidrogén és a merkaptánok. Ezen vegyületek mindegyike károsíthatja az emberi szervezetet, ami súlyos mérgezésben nyilvánulhat meg [9].

A sertéshús anaerob rothadása oxigén nélkül következik be. Emiatt még a vákuumcsomagolás sem védi meg a húst a romlástól, ha a tárolási hőmérsékletre vonatkozó követelményeket megsértik. Az anaerob rothadás végtermékei az aminosavak dekarboxilezésének termékei, amelyek kellemetlen szagú anyagok képződését okozzák, mint például az indol, a szkatol, a fenol, a krezol és a diaminok. Származékaik hullamérgek (kadaverin, putreszcin stb.); mérgezőek az emberre, és halált is okozhatnak [10].

A nyálkaképződés nyálkaképző mikroorganizmusok (tejsavbaktériumok, élesztőgombák és mikrooccusok) elszaporodásának és részleges elhalásának eredménye a sertéshús felületén. A hús 18-25 °C-on történő tárolása és a magas páratartalom hozzájárul a nyálkaképződéshez. Azonban egyes nyálkaképző mikroorganizmusok akár fagyponthoz alatti hőmérsékleteken is kifejlődhetnek. A nyálkaképződés során a hús felülete ragacsossá válik, szürkés-zöld árnyalatot és visszataszító szagot kap, a hús felületi rétegeinek pH-ja 5,2-5,3 lesz. Fontos különbséget tenni a nyálkaképződés és a rothadás kezdeti szakasza között, mivel ezeket teljesen más mikroflóra okozza [11].

A húsromlás egy másik, hasonlóan veszélyes típusa a penészképződés, amely akkor következik be, amikor a termék hosszan tartó tárolása során mikroszkopikus gombák fejlődnek ki annak felületén. A penészesedés során a hús minősége a fehérjék hidrolízise és az aminosavak dezaminációja miatt romlik. A húsfelületeken leggyakrabban előforduló gombák, a *Mucor*, a *Penicillium*, az *Aspergillus* és a *Cladosporium*, alacsony hőmérsékleten (hűtőszekrényben) is képesek növekedni. Ezek a gombák mikotoxinokat termelnek, élelmiszerromlást, allergiás reakciókat és különféle betegségeket okoznak az emberi szervezetben [12, 13].

Dolgozatunk célja a tartósítószer keverékben lévő élelmiszer adalékanyagok vegyületei hatásának vizsgálata (részletesebben lásd a 3.1. szakaszt) a friss sertéshús tárolás közbeni mikrobiológiai romlással szembeni ellenálló képességére.

3. Anyagok és módszerek

3.1. A kutatás tárgyai

A cikkben szereplő kutatási tárgyak a következők:

- Durvára vágott friss sertéshús (legfeljebb 15 tömegszázalék zsírtartalommal)
- Egy tartósítószerként alkalmazott élelmiszer-adalékanyag vegyületei. A felhasználásra kész keverék a következőket tartalmazza: kálium-szorbát (E202), nátrium-acetát (E262), nátrium-benzoát (E211), glicerin (E422), karboximetil-cellulóz (E466) és egy antioxidáns (dihidrokvercetin). Az adalékanyagot egy oroszországi kutató és gyártó társulás állítja elő.
- Tejsav
- Ecetsav
- Nátrium-acetát (E262)

3.2. Kutatási módszertan

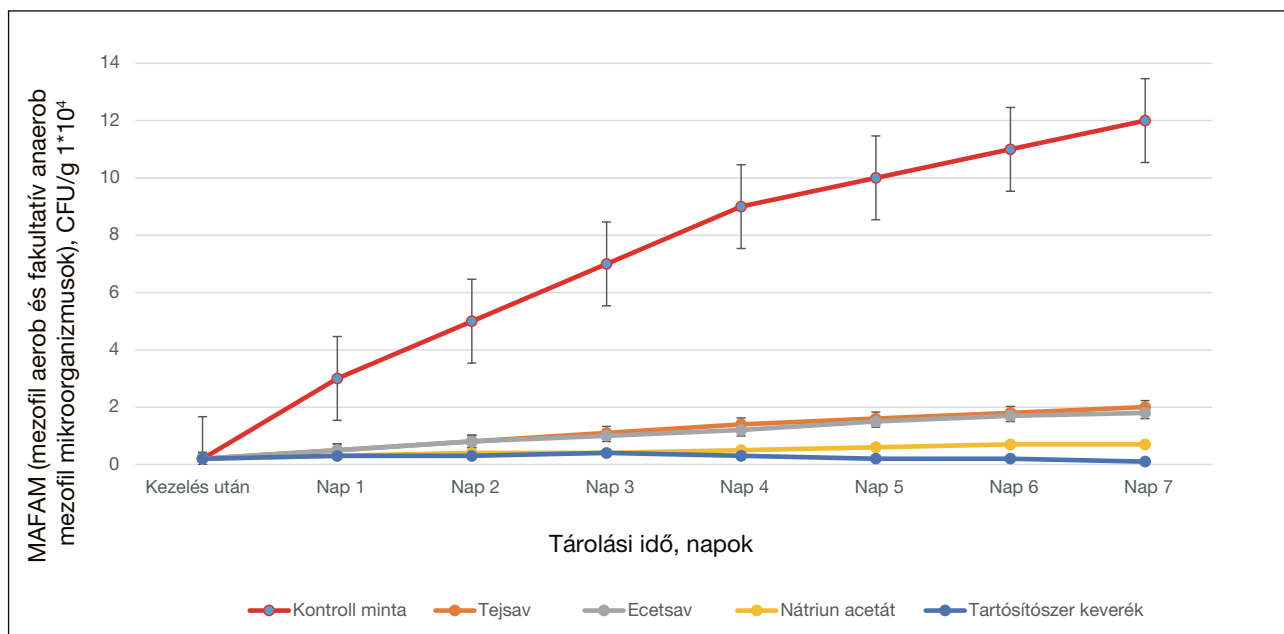
Az összcsíraszámot és az élesztő mennyiségét úgy határoztuk meg, hogy a terméket táptalajt tartalmazó agarlemezekre szélesztettük, hagytuk a mikroorganizmusokat kinőni, majd megszámláltuk az összes különálló telepet.

A peroxid- és savszámot standard módszerekkel határoztuk meg [14, 15]. A peroxidszám meghatározásának módszere az állati zsírok oxidációs termékeinek (peroxidok és hidroperoxidok) kálium-jodiddal való reakcióján alapul ecetsav és izooktán vagy kloroform oldatában, amit a felszabaduló jód mennyiségi meghatározása követ nátrium-tioszulfát-oldattal titrimetriás módszerrel. A savszám meghatározásának módszere a minta oldószerkeverékben történő feloldásán, és a szabad zsírsavak kálium-hidroxid-oldattal történő titrálásán alapul.

Minden vizsgálatot három párhuzamosban végeztünk el, hacsak másképp nem jelezzük, és kiszámoltuk az átlagértékeket. Az eredményeket átlagérték \pm szórás formában fejeztük ki. Az átlagértékek közti szignifikáns különbségeket $p < 0,05$ szignifikanciaszinten egytényezős varianciaanalízis és Student-teszt segítségével azonosítottuk. Statisztikai elemző szoftverként a Microsoft Excel 2010-es verzióját alkalmaztuk.

4. Eredmények és diszkusszió

A tartósítószer keverék funkcionális tulajdonságainak azonosítására hűtött sertéshúsokon végeztük vizsgálatokat, összehasonlítva kontrollmintákkal és a leggyakoribb tartósító hatású anyagokkal (tejsav, ecetsav és nátrium-acetát). Elvégeztük a húskészítmények mikrobiológiai mutatóinak összehasonlító értékelését, melynek során 7 napon keresztül, 8-10 °C-os hőmérsékleten monitoroztuk a mezofil aerob és a fakultatív anaerob mikroorganizmusok (MAFAM) mennyiségét. A kísérleti eredményeket az **1. ábra** mutatja.



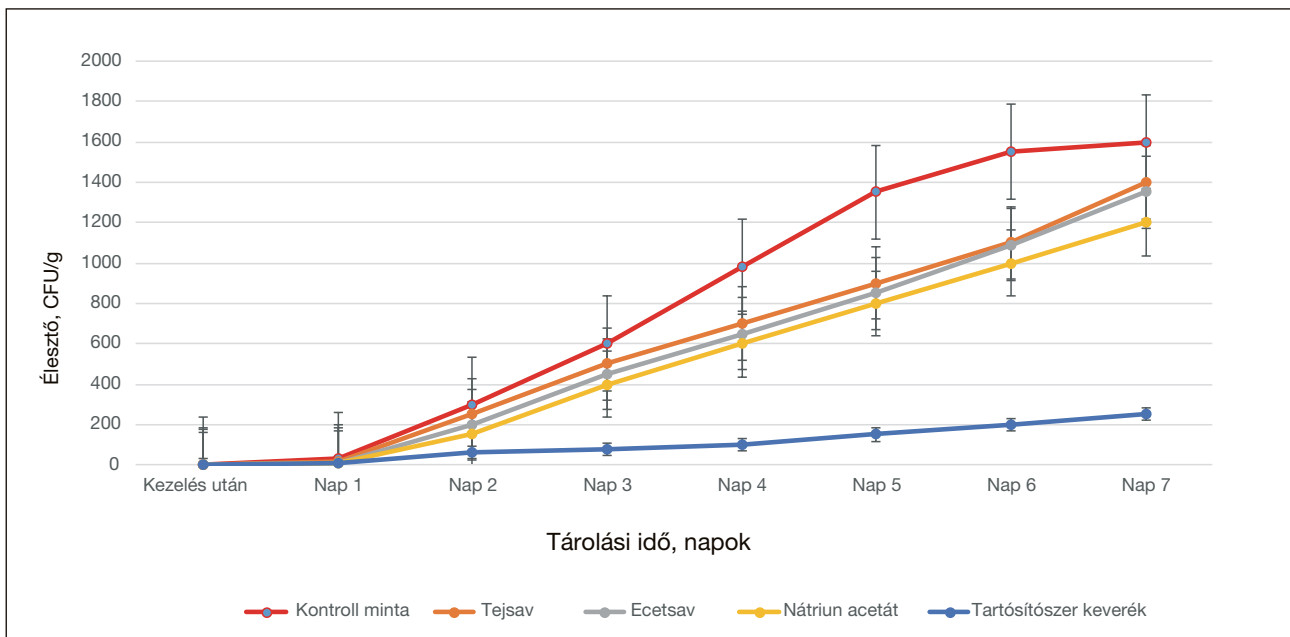
1. ábra. Különböző tartósítószer hatása friss sertéskaraj összcsíraszámára tárolás során

A húsdarabok romlásának leggyakoribb mutatója a természetes savas erjedés. A glikogénben gazdag izomszövetben rendszerint savas fermentáció alakul ki. A folyamat fő jelei a savanyú szag, a sötét vagy zöldes árnyalat, a szövetek rugalmasságának csökkenése, és ennek következtében egy laza konzisztencia. A hiba okozói pszichotróf tejsavbaktériumok és élesztőgombák, amelyek a szénhidrátokat szerves savakká, valamint gázokká (szén-dioxid és esetenként hidrogén) erjesztik. A hús szénhidrátjain kívül az apróra vágott hústermékek olyan szénhidrátokat is tartalmaznak, amelyek hagymából, pácokból és egyéb összetevőkből származnak. Ezek a sertéshúsdarabok közötti sós lében található szénhidrátok kedvező táptalajt jelentenek a savas erjedés kórokozóinak növekedéséhez.

Kísérleti vizsgálataink kimutatták, hogy a kiválasztott tartósítószer a tárolás során aktívan gátolja a mikrobiális növekedést. Így a hetedik napon a mikróbatartalom a kontrollmintában $12 \cdot 10^4$ CFU/g¹ volt, a tejsavat tartalmazó mintában $2 \cdot 10^4$ CFU/g, az ecetsavat tartalmazó mintában $1,8 \cdot 10^4$ CFU/g, a nátrium-acetátot tartalmazó mintában $0,7 \cdot 10^4$ CFU/g, a tartósítószer keverék vegyületeit tartalmazó mintában pedig $0,1 \cdot 10^4$ CFU/g.

Az élesztőgombák kifejlődésének megakadályozása a húsdarabokban a nyers hústermékek gyártói sikerének fontos eleme, mivel ez közvetlen kapcsolatban van a termék eltarthatóságával, és garantálja a fogyasztó felé a termék biztonságosságát [16].

A húskészítmények szennyeződése a dolgozók szennyezett kezétől, szennyezett tárolóedényektől, nem sterilizált fűszerektől és hagymától származik. A 2. ábra a különböző tartósítószer hatását mutatja az élesztő növekedésére nyers húskban a tárolás során.

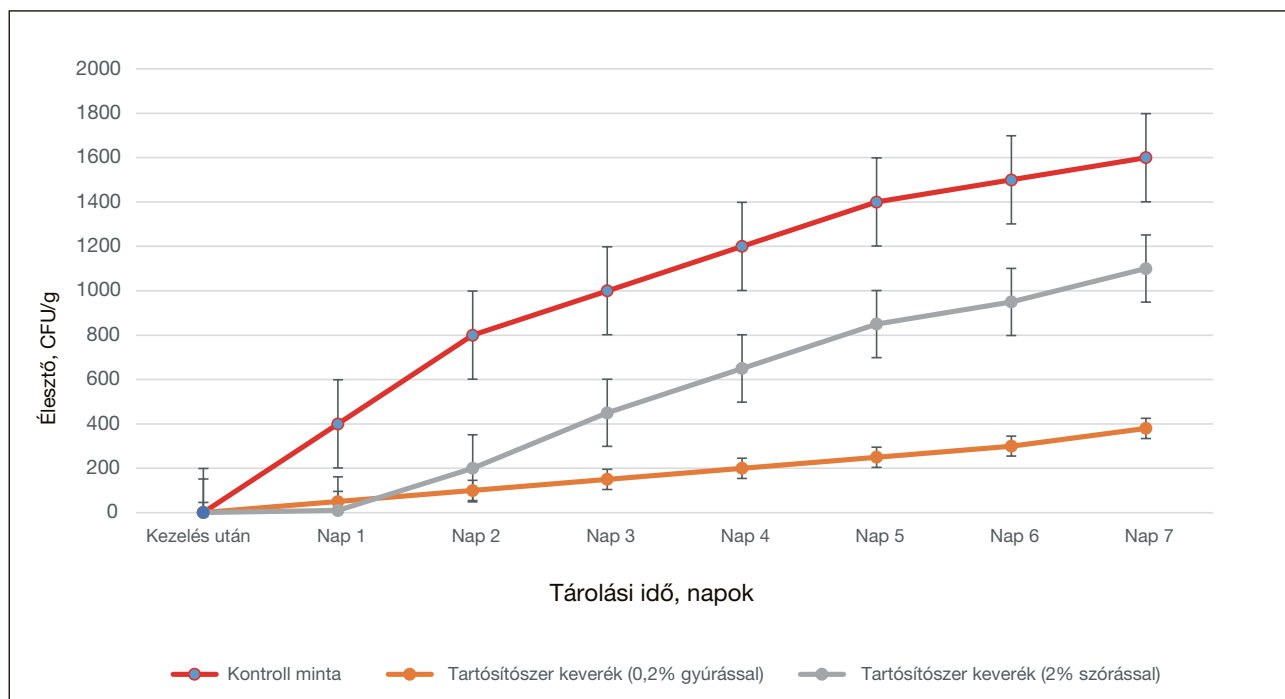


2. ábra. Különbféle tartósítószer hatása az élesztő növekedésére friss sertéskarajban a tárolás során

Kutatási eredményeink szerint a klasszikus tartósítószer (tejsav, ecetsav és nátrium-acetát) gyenge hatással bír az élesztő növekedésére és szaporodására a nyers sertéshús tárolása során. Az élesztő gyors szaporodása friss sertéskarajban a 2. napon indul meg, és a 7. napon éri el csúcserősségét, 1.600 CFU/g-ot (kontrollminta). A tartósítószer keverék vegyületeinek alkalmazása azonban lehetővé teszi az élesztő szaporodásának aktív visszaszorítását a friss sertéshúsból készült termékek hosszú távú tárolása során (250 CFU/g).

A kapott adatok megerősítik, hogy a tartósítószer keverék nemcsak hatékonyan gátolja az élesztőgombák szaporodását, hanem egyértelmű antimikrobiális aktivitást is mutat a mikroorganizmusok széles körével szemben.

A durvára vágott friss sertéshús mikrobiológiai mutatóinak tanulmányozása során megállapítottuk, hogy a sós lében áztatott hússzeletek felületén az élesztőtartalom több százszorosa a belső szövetekben mért értékeknek. Ennek ismeretében nyilvánvaló, hogy leginkább a hús felületét, valamint a sós lében lévő összetevőket kell kitenni a tartósítószer hatásának. Ennek az állításnak az igazolására azonos receptúra szerint készített nyers sertéshúsok mikrobiológiai mutatóit hasonlítottuk össze, amelyek a tartósítószer alkalmazásának módjában különböztek. Az egyik mintában a tartósítószer oldat formájában fecskendővel alkalmazták, egy másikban pedig folyadék formában, összekeverve hagymával és páclével, majd a húsba masszírozva. A kontrollmintát tartósítószer nélkül készítettük el. A kísérleti eredményeket a **3. ábra** mutatja.



3. ábra. A tartósítószer alkalmazási módjának hatása az élesztő növekedésére friss sertéskarajban

A masszírozást „Metat master” húspácoló gépben végeztük, a kiválasztott keverőprogram szerint. A keverési paraméterek az **1. táblázatban** láthatók.

1. táblázat. Keverési paraméterek

Paraméter	Érték
Keverés időtartama	2–3 óra
Keverési mód (forgás / szünet)	20/10 perc
A henger forgási sebessége	8 rpm
Érlelés	10 óra
A keverő terhelési tényezője	0,6
Vákuum mélység	80–90%

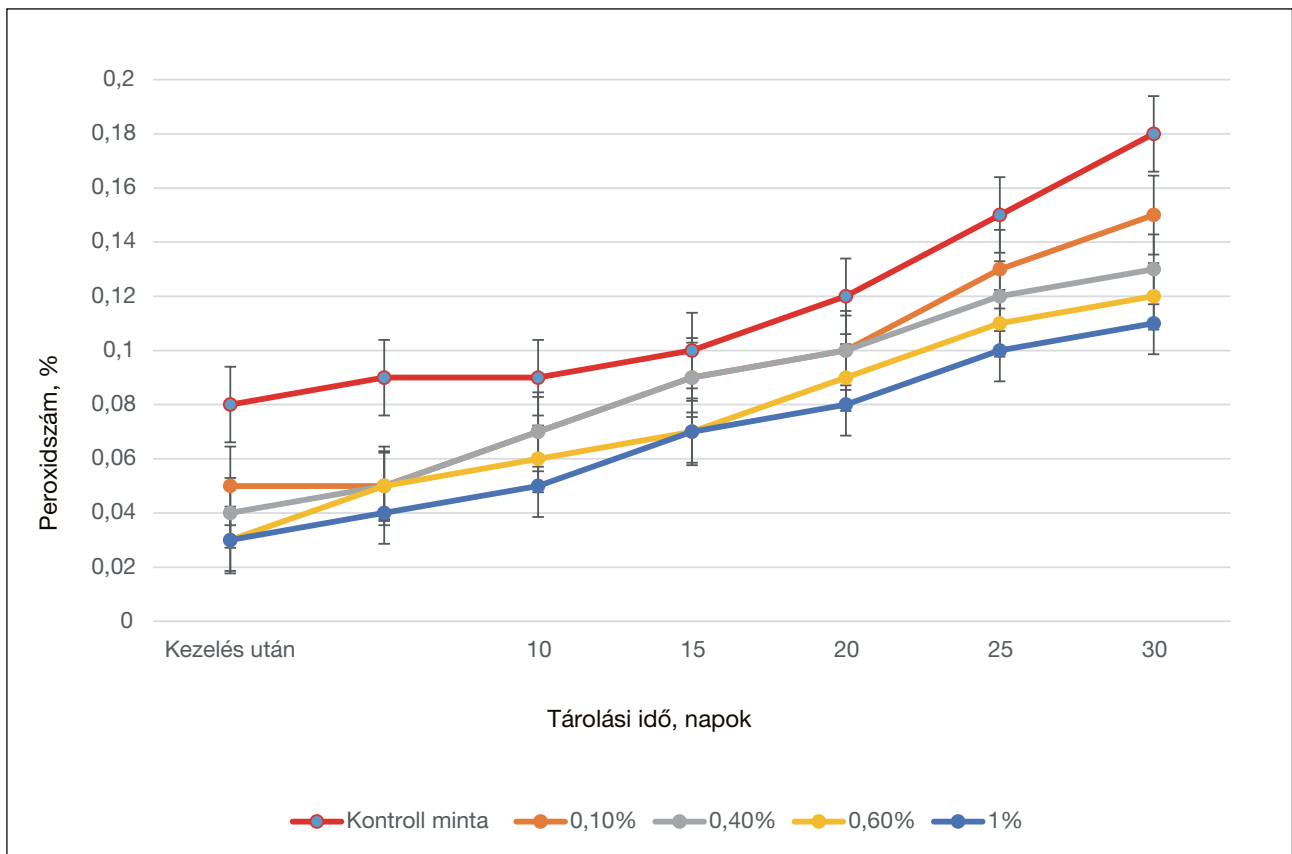
Így ennél a mintatípusnál a legracionálisabb módszer a tartósítószer alkalmazására a nyers hússzeletekkel történő összekeverés és bemasszírozás (például fűszerekkel vagy pácokkal együtt). Ebben az esetben egyszerre két pozitív hatás érhető el: az élesztő által érintett területeken nő a tartósítószer koncentrációja, és a tartósítószer össz mennyisége a termékben csökken, ami mind a fogyasztók egészségére vonatkozó termékbiztonság, mind gazdasági szempontból előnyt jelent.

A tartósítószer keverékkel tartósított termék eltarthatósági ideje növekedésének vizsgálatát különböző időpontokban végeztük el (5-30 nap) úgy, hogy 5 naponta megmértük az elsődleges és másodlagos lipidbomlási termékeket, valamint meghatároztuk a peroxid- és savszámot [17].

Az élelmiszer-adalékanyagot különböző koncentrációkban alkalmaztuk (0,1%, 0,4%, 0,6% és 1%).

A kapott adatok alapján meghatároztuk a minták peroxidszám (PN) értékének függését a termék tárolási időtartamától (**4. ábra**).

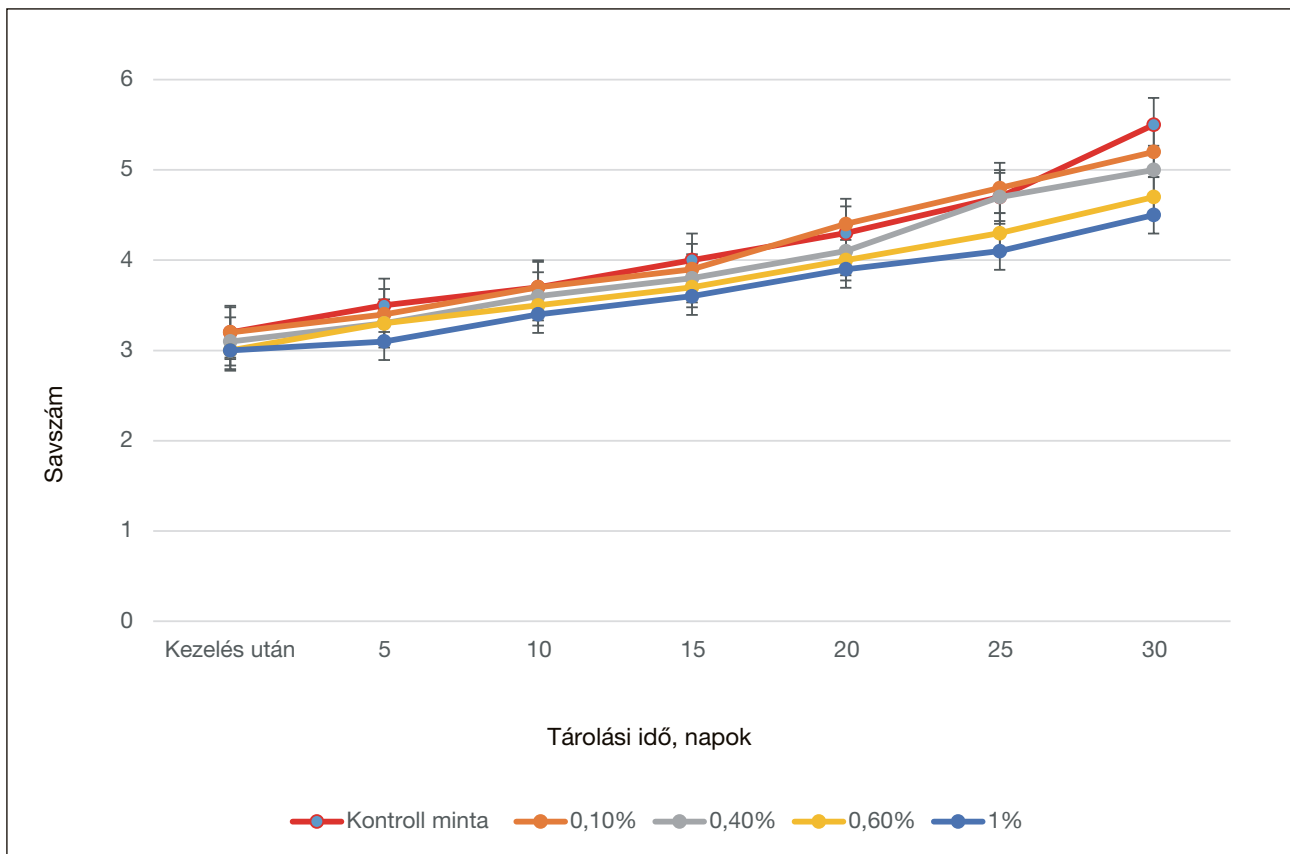
A tartósítószer keverék dózisától függően a PN értékek változnak, de minden esetben az idő múlásával növekvő tendencia figyelhető meg. A legmagasabb mértéket a kontrollmintában mutattuk ki. Az oxidációs folyamatok legalacsonyabb arányát a 0,6% illetve 1% tartósítószerrel tartalmazó mintákban figyeltük meg, és ezek szignifikáns eltérést mutattak a kontrollmintától.



4. ábra. Elsődleges oxidációs termékek felhalmozódása friss sertéskarajban a tárolás során

A 10. napon minden tartósítószer keveréket tartalmazó minta PN értéke meredek (átlagosan 1,6-szeres) emelkedést mutatott, ami a pácban található ecetsav és az antioxidáns (dihidrokvercetin) kölcsönhatását idézi elő, ami a savasság eltolódásával jár együtt a lúgos tartomány felé. A tárolás 15. napján a PN érték fokozatosan tovább növekszik, és az élelmiszer-adalékanyag hatóanyaga a teljes tárolási idő alatt gátolni kezdi a lipid peroxidációt, szignifikáns eltéréseket mutatva a kontrollmintától. 30 nap tárolás után a kontrollmintában az oxidációs folyamatok észrevehető növekedése figyelhető meg, így ezt választottuk a friss hús eltarthatóságának végpontjává. Az antioxidáns aktivitás azonban lehetővé teszi a termék tárolási stabilitásának növelését.

Hasonló dinamika figyelhető meg a savszám változásában (5. ábra).



5. ábra. A savszám változása a termék teljes eltarthatósága alatt

A túlzott savasságú oxigéntartalmú termékek a nedvességveszteség miatt rontják a hús minőségét. A húskészítmények mérsékelt savassága viszont kisebb mértékben rontja a termék minőségét, így az lédús marad. Ezenkívül a tartósítószer keverékben található antioxidáns lehetővé teszi az eltarthatóság növelését.

5. Következtetések

Kutatásunk újszerűségét elméletileg igazoltuk, és kísérletileg megerősítettük az élelmiszer-adalékanyag tartósítószer keverék vegyületeinek magas teljesítményét a nyers sertéshús gyártása során. Az adalékanyag alkalmazása lehetővé teszi a húskészítmények hőkezelése és tárolása során fellépő veszteségek csökkentését, a hozam növelését és az állag javítását, valamint az előállítási költségek csökkentését és az eltarthatósági idő növelését akár 30 napra. Ezt az eredményt a legújabb, széles spektrumú antimikrobiális tartósítószer keverék alkalmazása biztosítja. A készítmény jelentős baktériumölő hatással rendelkezik, gátolja az élesztőgombák növekedését és fejlődését. A készítmény alkalmazásának legracionálisabb módja egy húsrendszerben az, ha összekeverjük a termékkel, és belemasszírozzuk abba (például fűszerekkel vagy pácokkal). Mivel a tartósítószer tartalmazza a természetes antioxidáns dihidrokvercetint, a készítmény előnyösen alkalmazható magas zsírtartalmú termékek esetén a lipidfrakció tárolás közbeni oxidációjának megelőzésére. A készítmény optimális koncentrációja a húsrendszerben 0,6-1 tömegszázalék. Magasabb koncentrációk a végtermék magasabb árához vezetnek. Ugyanakkor a bio-tartósítószer 0,6 tömegszázaléknál kisebb koncentrációja csökkenti a termék tárolási stabilitását és ellenállást a mikrobiális romlással szemben.

6. Összeférhetetlenség

Kijelentjük, hogy nincsen olyan pénzügyi és személyes kapcsolatunk más személyekkel vagy szervezetekkel, amelyek elfogadhatatlan módon befolyásolhatnák munkánkat, és semmilyen termékhez, szolgáltatáshoz és/vagy céghez nem fűződik semmilyen szakmai vagy egyéb személyes érdekünk, amely befolyásolhatná ennek a cikknek a tartalmát.

7. Köszönetnyilvánítás

A munkát az Oroszországi Föderáció kormányának 211. számú törvénye támogatta, szerződészsám: 02.A03.21.0011.

8. Irodalom

- [1] Saucier, L. (2016): Microbial spoilage, quality and safety within the context of meat sustainability. *Meat Science*, 120, pp. 78–84. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2016.04.027>
- [2] Huffman, R. D. (2002): Current and future technologies for the decontamination of carcasses and fresh meat. *Meat Science*, 62, pp. 285–294. [https://doi.org/10.1016/s0309-1740\(02\)00120-1](https://doi.org/10.1016/s0309-1740(02)00120-1)
- [3] Zhang, H. Z., Wu, J., Guo, X. (2015): Effects of antimicrobial and antioxidant activities of spice extracts on raw chicken meat quality. *Food Science and Human Wellness*, 5, pp. 39–48. <https://doi.org/10.1016/j.fshw.2015.11.003>
- [4] Chen, J. H., Ren, Y., Seow, J., Liu, T., Bang, W. S., Yuk, H. G. (2012): Intervention Technologies for Ensuring Microbiological Safety of Meat: Current and Future Trends. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 11, pp. 119–132.
- [5] Naveena, B. M., Sen, A. R., Vaithyanathan, S., Babji, Y., Kondaiyah, N. (2008): Comparative efficacy of pomegranate juice, pomegranate rind powder extract and BHT as antioxidants in cooked chicken patties. *Meat Science*, 80, pp. 1304–1308. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2008.06.005>
- [6] Aymerich, T., Picouet, P. A., Monfort, J. M. (2008): Meat decontamination technologies for meat products. *Meat Science*, 78, pp. 114–129. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2007.07.007>
- [7] Lucera, A., Costa, C., Conte, A., Del Nobile, M. A. (2012): Food applications of natural antimicrobial compounds. *Frontiers in Microbiology*, 3, pp. 1–13. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2012.00287>
- [8] Russell, S. M. (2009): *Understanding poultry spoilage*. Available at: <http://www.wattagnet.com/articles/4207-understanding-poultry-products-spoilage>. Last accessed 14th April 2017.
- [9] Doulgeraki, A. I., Ercolini, D., Villani, F., Nychas, G. E. (2012): Spoilage microbiota associated to the storage of raw meat in different conditions. *The International Journal of Food Microbiology*, 157, pp. 130–141. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2012.05.020>
- [10] Soladoye, O. P., Juárez, M. L., Aalhus, J. L., Shand, P., Estévez, M. (2015): Protein oxidation in processed meat: mechanisms and potential implications on human health. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 14, pp. 106–122. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12127>
- [11] Thomas, C. J., O'Rourke, R. D., McMeekin, T. A. (1987): Bacterial penetration of chicken breast muscle. *Food Microbiology*, 4(1), pp. 87–95. [https://doi.org/10.1016/0740-0020\(87\)90022-0](https://doi.org/10.1016/0740-0020(87)90022-0)
- [12] Scallan, E., Hoekstra, R. M., Angulo, F. J., Tauxe, R. V., Widdowson, M. A., Roy, S. L., Jones, J. L., Griffin, P. M. (2011): Foodborne illness acquired in the United States-major pathogens. *Emerging Infectious Diseases*, 17, pp. 7–15. <https://doi.org/10.3201/eid1701.P11101>
- [13] Waites, W. M. (1998): The microbiology of meat and poultry. *Meat Science*, 50(1), p. 137. [https://doi.org/10.1016/s0309-1740\(98\)00009-6](https://doi.org/10.1016/s0309-1740(98)00009-6).
- [14] Antipova, L. V., Glotova, I. A., Rogov, I. A. (2001): *Meat and meat products research methods*, Moscow, Kolos, pp. 376.
- [15] Skurikhin, I. M., Tutelyan, V. A. (1998): *Guide to methods for analysis of food quality and safety*. Moscow, Brandes, Medicine, pp. 342.
- [16] Viljoen, B. C., Geornaras, A., Lamprecht, A., Holy, A. (1998): Yeast populations associated with processed poultry. *Food Microbiology*, 15, pp. 113–117. <https://doi.org/10.1006/fmic.1997.0137>
- [17] Aminzare, M., Hashemi, M., Ansarian, E., Bimkar, M., Azar, H. H., Mehrasbi, M. R., Daneshamooz, S., Raeisi, M., Jannat, B., Afshari, A. (2019): Using Natural Antioxidants in Meat and Meat Products as Preservatives: A Review. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 7, pp. 417–426.