

A vákuum- és védőgáz csomagolás élelmiszeripari alkalmazásának kutatásában elért főbb eredmények a szakirodalom tükrében

VARSÁNYI IVÁN és BUKOSZA GÁBOR

Központi Élelmiszeripari Kutató Intézet, Budapest

Érkezett: 1990. március 25.

Az élelmiszerek eltarthatóságának növelésében a csomagolás szerepe kiemelkedő jelentőségű. Az élelmiszer és környezete közötti kölcsönhatásokból eredő, általában nem kívánatos változások kiküszöbölése érdekében végzett csomagolótechnológiai és -technikai kutatások egyik legújabb fejezete a vákuum- és módosított atmoszférájú csomagolási rendszerek kifejlesztése. Mind a vákuum, mind a módosított atmoszférájú csomagolási rendszerek azt a tényit igyekeznek kihasználni, hogy anaerob körülmények között az élelmiszerek romlási folyamatainak sebessége általában kisebb mint a kis mértékben is, de oxigéngáz átérésztő anyagba csomagolt termékeké. Az ezen a téren végzett kutatások alapvető célja a vákuum, illetve módosított atmoszférájú csomagolásra leginkább alkalmas élelmiszerek körének kijelölése, a termékben mérhetően lejátszódó változások nyomonkövetése alapján.

Jelen munka célja a legújabb szakirodalom áttekintése, illetve feldolgozása a vizsgált termékek, az élelmiszerösszetevők és az alkalmazott analitikai módszerek szempontjából. A munka eredményeként részint a nemzetközi kutatások fő irányát kívánjuk valószínűsíteni, továbbá rámutatni azokra a kutatási területekre, melyek a hazai élelmiszeripari szempontjából érdekesek lehetnek és amelyekben még kevés kutatási eredmény született. A feldolgozott mintegy 200 szakkikk az élelmiszertudomány és -technológia irodalmának kb. 50 reprezentáns folyóirataiban került közlésre, jelentős részben az elmúlt öt év folyamán. Mint az a cikkek megoszlását vizsgáló részből jól látszik, a közlésre került eredmények tartalmi szempontok szerint nagyobb csoportokra bonthatók. Az azonos csoportba tartozó (pl. húsipari termékekkel foglalkozó) közlemények között számos esetben hasonlóság tapasztalható a fontosabb vizsgálati jellemzők tekintetében, így a jelentés összeállítása folyamán nem találtuk indokoltnak, hogy minden feldolgozásra került szakközleményre, a szerző megjelölésével hivatkozzunk.

A szakirodalmi referenciák alapján az alábbi kép alakult ki a kutatások homlokterében álló termékekre vonatkozóan.

Az összes termék mintegy 52 %-a *húsipari termék* volt, beleértve a nyers és feldolgozott készítményeket egyaránt.

Az ezután következő legjelentősebb termékcsoport a *zöldségfélék* voltak, ezek túlnyomó része nyers-, vagy előfőzött állapotban az összes vizsgált termék kb. 24 %-át tették ki.

A *nyers gyümölcsök* részaránya az összes termékre vetítve 14 % volt.

A *gabona- és malomipari termékek* vákuum és védőgáz csomagolási lehetőségeit vizsgálja a cikkek mintegy 7 %-a.

Élelmiszeresítők, adalékok vizsgálatáról számol be a közlemények 3 %-a.

A fenti adatok tanúsága szerint a kutatások homlokterében a húsipari termékek állnak. A húsipari termékeken belül a cikkek 50 %-a a sertéshúsrá, 45 %-a marhahúsrá, 5 %-a pedig halhúsrá vonatkozik.

A második legjelentősebb csoportot képviselő zöldségtermények elsősorban káposztafélék (brokkoli, fejeskáposzta, karfiol stb.).

A gyümölcsök között a csonthéjasok (cseresznye, meggy) részaránya a jelentős.

A gabona-, illetve malomipari készítmények körébe sorolható termékek közül főként az egész magvak vizsgálatát végezték el, elsősorban a búzára vonatkozólag. Az élelmiszeripari adalékok és ízesítők csoportjába a fűszerféléket és a porított ízesítőket soroltuk. Az ilyen termékek mikrobiológiai jellemzőit, a csomagolási egység aromatarató és színmegtartó képességét, illetve a csomagolási mód a termék színtabilitásra ható tulajdonságát elemző kutatási eredményekkel találkozhatunk.

A vákuum és a módosított atmoszférájú élelmiszercsomagolás kutatása során – az irodalom elemzése alapján – a termékek mikrobiológiai állapotának, fizikai-kémiai jellemzőinek és érzékszervi értékének változását ellenőrizték.

A rendelkezésre álló cikkek kb. 45 %-ában a termékek mikroflórájának alakulását vizsgálták. A mikrobiológiai vizsgálatokról is beszámoló közlemények a termékek összesírászámának, és az összes ilyen tárgyú cikk kb. 30 %-ában a bélbaktériumok számának alakulását állapította meg.

Az esetek 16–17 %-ában a fizikai tulajdonságok általánosan tapasztalható változásának nyomokövetéséről számolnak be a szerzők, melyekről a cikk vákuumcsomagolással foglalkozó részében említést teszünk. Ugyancsak 16–17 %-ra tehető azoknak a cikkeknek a száma, melyek az érzékszervi tulajdonságok változásának alapján követik nyomon a termékek minőségváltozását. Az érzékszervi tulajdonságok közül elsősorban a szín, szag és ízanyagok, amelyek jól reprezentálják a bekövetkező változások mértékét. A kémiai összetevők, főleg zsírok, vitaminok fehérjetartalom vizsgálatáról a közleménynek mintegy 10 %-a számol be. A cikkek további kb. 12 %-a a minőségjellemző paraméterekkel általánosságban foglalkozik.

Az összegyűjtött szakirodalmi közlemények a vizsgálat célját tekintve mintegy 70 %-ában az eltarthatósági idő növelésének lehetőségeit vizsgálták. Ezen belül a mikrobiológiai csírszám alakulásból (szaporodásgátlás) is vontak le következtetéseket a közlemények mintegy felében.

A cikkek kb. 60 %-a az eltarthatósági idő-növelés lehetőségét kombinált kezelések alkalmazásával tanulmányozta. A vákuum-, illetve védőgáz csomagolási megoldások mellett a hőkezelés, az ionizáló sugárkezelés, a vízelvonás és a gyorsfagyasztás a leggyakoribbak.

A publikációk kb. 30 %-a csomagolóanyagok tulajdonságaival, vákuum-, illetve védőgáz csomagolásra való alkalmasságával foglalkozik. Ezen belül kb. 10 %-ra tehető azoknak a cikkeknek az aránya, melyek az optimális gázösszetétel a használatos inert gázok vagy az O₂ és a CO₂ alkalmazott arányával, a keverék technológiai alkalmasságával foglalkoznak.

Az összes publikációk kb. 50-50 %-ban vonatkoznak a vákuum-csomagolásra, és a módosított atmoszférájú csomagolásra. A cikkek 8-10 %-a pedig mindkét csomagolási mód vizsgálatával foglalkozó kutatásról számol be, összehasonlító értékelést adva.

Módosított atmoszférájú csomagolás

Az összegyűjtött szakirodalmi közlemények a vákuum és módosított atmoszférájú csomagolási rendszerek alkalmazási területeit illetően általában arra a következtetésre jutnak, hogy a vákuumcsomagolás főleg a késztermékek fogyasztói csomagolására, a módosított atmoszférájú rendszerek pedig a késztermékek gyűjtőcsomagolására, illetve a nagyobb szállítási egységek csomagolására lehetnek alkalmasak (Eustace, 1981; Barnett et al., 1987; Horváth, 1989).

A módosított atmoszférájú csomagolás esetében a csökkentett oxigéntartalom és a megnövelt széndioxid tartalom egyrészt bakteriosztatikus és fungisztatikus hatású, másrészt az enzimátikus tevékenység gátlása révén az élelmiszerben lejátszódó belső folyamatok (pl. sejtleggés) inhibitorának tekinthető (Buick et al., 1989). Az 1 %-nál kisebb oxigén tartalom és a 10 % körüli széndioxid koncentráció már kielégítően gátolja, az elsősorban a gyümölcsök romlására jellemző, penészszerű növekedést (Henderson, et al., 1988; King et al., 1988; Lopez, 1988; Adel et al., 1989). A szénmonoxid tartalmat 5-10 %-ra növelve és az oxigén tartalmat 5 %-nál alacsonyabb szinten tartva még erőteljesebb a légtér fungisztatikus hatása, de ennek a keveréknek humán veszélyforrást jelentő CO tartalma miatt az alkalmazása megkérdőjelezhető.

A cikkek kiemelik a módosított légtérösszetétel és a csomagolóanyag átteresztőképessége közötti összefüggéseket. Alkalmazhatósági szempontból jelentősek a kis-sűrűségű polietilén fóliák, a polipropilén fóliák, a polisztirol és poliészter alapanyagú csomagolóeszközök. Ezek gázáteresztőképessége a CO₂-ra vonatkozóan általában 10⁻⁴ -10⁻³ cm³/(m² s Pa), 10 KPa (technikai) nyomáskülönbség esetén (Yamamoto és Mitsuda, 1980; Varsányi, 1981; Varsányi, 1986).

Igen sokrétű kutatómunka jelzi a módosított atmoszférájú csomagolási rendszerek hatásosságát befolyásoló külső és belső tényezők vizsgálatának fontosságát.

A belső tényezők közül a termékek az oxigén, illetve széndioxid diffúzióval szembeni ellenállását; főleg gyümölcsök esetében a sejtleggés intenzitását, valamint a termékek nedvességtartalmát tekinthetjük meghatározónak (Chin, 1988).

A közlemények megállapítják, hogy az oxigén- és a szénmonoxid diffúzió tekintetében a termék szövetszerkezeté, „anatómiai” felépítése felelős elsősorban a diffúzióval szembeni viselkedés különbözőségeiért (Forney et al., 1989). A sejtleggés intenzitása tekintetében a respirációs hányados 0,7-1,3 közötti értéke tekinthető a még elfogadhatónak. A termékek nedvességtartalma közvetlenül és közvetetten a romlás egyik fontos tényezője lehet. A nagy nedvességtartalom következtében ugyanis a csomagolóeszköz falán bekövetkező kondenzáció a termékek mikrobiológiai romlásához vezethet (Varsányi, 1985; Lazarides et al., 1988).

A külső tényezőket illetően jelentős a hőmérséklet és a relatív nedvességtartalom szerepe (Götkan, 1988; Tungel et al., 1988). Fontos tényező még a fényhatás, illetve a megvilágítottság mértéke is. A korszerű szabályozott atmoszférás vagy vákuumsomagolási eljárás az alacsony hőmérséklettel (hűtve tárolással) kombinált alkalmazásának előnye az eltarthatósági idő növekedésében mutatkozik meg és az érzékszervi tulajdonságok változásának csökkenő sebességével magyarázható. Figyelembe kell venni a környezet relatív nedvességtartalmát, lényeges, hogy a csomagolási egységen belüli és a környezeti relatív nedvességtartalom ne különbözzék annyira, hogy jelentős diffúzióval kelljen számolni, vagy ennek kiküszöbölésére alkalmas csomagolóanyagot kell alkalmazni (Zagory és Kader, 1988).

A megvilágítottság jelentősége egyes biokémiai folyamatok indukálásában nyilvánul meg. Nem elhanyagolható, hogy pl. a friss zöldségek és gyümölcsök a megvilágítás hatására képesek tovább folytatni fotoszintetikus tevékenységüket, melynek következtében a csomagolóanyagban belüli oxigénkoncentráció növekedésével lehet számolni (Kader et al., 1989).

A módosított gázatmoszféra kialakításának passzív és aktív előállítása lehetséges (Hotchkiss, 1988). A passzív módszer lényege, hogy a sejtleggés következtében termelődő széndioxid visszatartásával dúsítják a csomagolóeszközben belüli CO₂ tartalmat. Az aktív módszer lényege, hogy a keveréket mesterségesen állítják elő, melyet a csomagolási egységbe juttatva késleltetik a romlás folyamatát. A klimatérikus

légzést mutató gyümölcsök hűtött tárolása folyamán az ilyen szabályozott légtérű tárolás elve ismert és általánosan alkalmazott, melynek előnyeit a kis csomagolási egységen belül is ki lehet aknázni.

A módosított atmoszférájú csomagolási rendszerek tervezésében, a környezet és a csomagolási egység közötti gázdifúzió leírására különböző matematikai modelleket alkalmaznak. Egy részük a termék légzését, a környezet és a csomagolási egység között történő gázdifúziót szimulálják és ezek alapján igyekeznek predikációs egyenleteket megfogalmazni a légtérösszetétel tárolás közbeni alakulására. A kutatások eredménye azt mutatja, hogy a matematikai modell lehet a leginkább alkalmas a védőgáz csomagolás tervezésére, amely mind a termék (nyers zöldség vagy gyümölcs) légzését, mind a környezet és a csomagolási egység közötti egyensúly kialakulását egyszerre modellezi (Norback, 1980).

A módosított atmoszférájú csomagolás alkalmazhatóságát illetően a szakcikkek túlnyomó része gyümölcsök, zöldségek, egyes élvezeti szerek (fűszerek, kávé) esetében tartja az eljárást leginkább alkalmazhatónak, utóbbiak esetében az aromaanyagok védelme, oxidációja elkerülése végett.

A közlemények tanúsága szerint a módosított atmoszférájú csomagolás más tartósítási eljárásokkal kombinálva tehető még hatásosabbá. Ebből a szempontból az ionizáló sugárkezelés, valamint a hűtőtárolás az, amelyről a kutatási eredmények között, mint leggyakrabban alkalmazott kiegészítő eljárásról számolnak be (Przybiski et al., 1988).

Vákuumcsomagolt élelmiszeripari termékek

Már az előző értékelésből is kitűnt, hogy korunk élelmiszeripara olyan élelmiszerek és alapanyagok előállítására törekszik, amelyek az egészséges emberi táplálkozáshoz szükséges megfelelő mennyiségű tápanyagot, energiát, vitaminokat, ásványi anyagokat és mikroelemeket tartalmaznak.

Ezeket az élelmiszereket, illetve alapanyagokat különböző eljárásokkal igyekeznek megtartani olyan állapotban, hogy az előállítástól a felhasználásig biológiai és élvezeti értékük lehetőség szerint minél kisebb mértékben változzék meg. Ennek érdekében részben kémiai és/vagy fizikai tartósítási eljárásokat alkalmaznak, részben olyan csomagolási technikát, amely a termék jellegének, tulajdonságainak a legjobban megfelel.

Az egyik ilyen eljárás a vákuum-csomagolás, amelyek során különféle élelmiszereket általában műanyag alapú vagy műanyaggal társított csomagolóanyagokba burkolják úgy, hogy a zárt csomagból a levegőt eltávolítják. Ez a módszer kizárja, illetve lelassítja a levegő oxigénjének hatására bekövetkező kémiai folyamatokat, védi a terméket a mikroorganizmusokkal való utátfertőzéstől és egyéb káros vagy károsító szennyező anyagok termékbe jutásától (Varsányi, 1985; Horváth, 1988).

Az eljárás széles körben alkalmazható, növényi és állati eredetű, szemes vagy poralakú termékre egyaránt.

A kölföldi kutatások során a vákuum-csomagolásnak a termék eltarthatóságára gyakorolt hatását elsősorban a tárolhatósági időtartam, a mikrobiológiai állapot, és az érzékszervi tulajdonság szempontjai szerint vizsgálják. Keresik továbbá a vákuum-csomagolás valamely más, kiegészítő eljárással való kombinációjának lehetőségeit is, hogy alkalmazásával lehetővé váljék különböző élelmiszerezanyagok minőségének minél hosszabb ideig, a fogyasztságig történő megőrzése, a különböző tartósítószerkezt és -eljárások emberi szervezetre gyakorolt káros vagy károsnak vélt hatása nélkül.

A különböző csomagolási eljárások összehasonlítása során azt az optimumpontot keressük, ahol az alkalmazott eljárás és csomagolóanyag a terméket leghatékonyabban védi a külső hatásoktól, védi a környezetet a szennyeződéstől, valamint szolgálja a termék kedvező minőségi jellemzőinek minél szélesebb körű és minőségmegőrzési időtartamon belüli védelmét, végeredményben az eltarthatóságot (shelf-life) (Varsányi, 1980; Varsányi és Somogyi, 1983; Lambden et al., 1984; Wiegner et al., 1986; és Ashton et al., 1988).

A téma feldolgozása során igyekeztünk a termékek, a vizsgált jellemzők és a különféle külső hatások szerinti osztályozás elvét követni, és ebben a csoportosításban az elért eredményeket áttekinteni.

Húsipari termékek

Az ilyen termékekről beszámoló tudományos közlemények aránya mint az az előző részből kitűnik, az összes szakcikk több mint 50 %-át alkotják, ezért az összegezésünk során a legnagyobb terjedelmet ezen termékek körének szenteltük, annál is inkább, mert rendkívül érzékeny élelmiszeripari termékekről van szó.

Húsipari termékek mikrobiológiai állapota. Első helyen kell említeni azokat a vizsgálatokat, amelyek a Clostridium botulinum toxin-termelésre vonatkoznak. A vizsgálatokat beoltással végzik, azaz a mintákra mesterségesen vizik fel a C. botulinum spórákat, majd ezeket beoltatlan, vákuum-csomagolt kontroll egységgel vetik össze. Az eredmények azt mutatják, hogy a beoltatlan mintáknál toxin-termelés nincs, azonban az összes többi termékjellemző beoltott mintával egyezően alakul (Hauschild et al., 1985; Schillinger et al., 1986).

Mikrobiológiai állapotra vonatkozó vizsgálatok során tanulmányozták a termék felülete és belseje között mutatkozó különbségeket. Az előírt tárolási idő és hőmérséklet megtartásával arra az eredményre jutottak, hogy a mikrobás szennyezettség a termék felületén és a termékben 5:1 arányú (Korkeala et al., 1987; Lee., 1987; Göktan et al., 1988; Hamdi et al., 1989).

A mikrobiológiai szennyezettség más érzékszervi vagy egyéb termékjellemzőkkel is összefügg. Húsipari termékek esetében megállapítást nyert, hogy a romlás okozói elsősorban a Lactobacillus fajok, amelyek élettevékenységük közben a csomagolási egység gázösszetételét és jellemző pH-értékét megváltoztatják (Beyer, 1980; Beyer, 1986). A Lactobacillusok számától függően a termék fogyasztásra alkalmatlanná is válhat. Hasonló vizsgálatokat végeztek marha-, borjú-, sertés-, szárnyas- és vadhúsok, valamint halhús köréből is, ahol a vizsgálatok eredményei azt mutatták, hogy a vákuum-csomagolási eljárás kombinációi más eljárásokkal, illetve vákuum értékének fokozása az eltarthatóságot háromszorosára növelte (Lee, E. 1982; Baldrai, 1982; Magnusson et al., 1982; és Lee, E et al., 1986).

A kutatók megfigyelései szerint azonban a pszichrotróf szervezetekre és a tejsavbaktériumokra nincs komoly gátló hatással a vákuum-csomagolás alkalmazása. Érdekes megállapítást tettek arra vonatkozólag, hogy a mikroflóra fejlődésére jelentős hatással van az izom savassága és oxidatív jellege (Gorna, 1980; Steele et al., 1981; Zutter, 1982; Badwan, 1984).

Mechanikai, fizikai változások. Az alkalmazott csomagolási eljárástól függetlenül, a tárolási időtartamtól függően a különböző nyers húsok mechanikai állapota, az ún. porhanyósság változik. A mechanikai tulajdonságok ezen köre lehetővé teszi a nyers hús frissességének becslését is.

A húsmintákat vákuum-csomagolás alkalmazása után különböző, de 0 °C-nál

nagyobb hőmérsékleten tárolták, majd a pohanyósságot jellemző nyírófeszültséget, elaszticitást, elaszticitási modulust, viszkozitást és az un. relaxációs időt vizsgálták.

A változás exponenciális, ami a változás tárolási időtartam függésére mutat. Az öregedési mutatók az un. biokémiai izomfehérje index és a szakadási pont voltak (Gulovkin, 1985).

Kémiai, biokémiai változások. Ezek a folyamatok nyers hús, vagy húskészítmények esetén általában az aminos mennyiségében és a pH-értékben bekövetkező változásban mérhetőek le. A kísérleteket többnyire friss, vákuum-csomagolt marhahústra vonatkozóan végezték el, +1°C tárolási hőmérsékletet alkalmazva, normál pH mellett (Daulay et al., 1980; Fournaud et al., 1986; Lee, 1987; Lanari, 1987).

Az aminok közül a putreszcín kadáverin, hisztamin, spermin és a spermidin körét követték figyelemmel. A természetes, romlást okozó flóra működése következtében egy hatodik aminos (a tiramin) megjelenését tapasztalták. A tiramin mennyisége a minőségi vizsgálatoknál a romlás elfogadhatósági mértékére utal, ugyanis a tiramin-termelés $10^6/\text{cm}^2$ sejtszám mellett indul meg (Edwards, 1987).

Vizsgálták a putreszcín és kadáverin termelődését, illetve koncentrációjának változását mesterségesen beoltott vákuum-csomagolt marhahús esetében. A húsmintákat *Lactobacillus* fajokkal (*L. curvatus*, *L. plantarum*), *Staphylococcus xylosum*, *S. simulans*, *Streptococcus faecalis*, *Streptococcus faecium* fajokkal oltották be, 10^6 sejt/ cm^3 sűrűségű szuszpenzióba merítve. Ezután a mintákat vákuum-csomagolták és 4°C-on 6 hétig tárolták. Közben folyamatos érzékszervi vizsgálatokat végeztek. A pH a 6. hét végéig nem változott jelentős mértékben. A 21. napig a minták frissek maradtak, később érzékszervi, majd a 42. napon félreérthetetlen romlás következett be. A megfigyelések szerint két aminos, a putreszcín és a kadáverin koncentrációja mindvégig a teljesen friss mintákra jellemző értéken maradt, ezért e két aminos nem reprezentálja a romlás mértékét (SLEMR et al., 1984).

A pH változását tekintve a kísérleti eredmények azt mutatták, hogy marhahús esetében a pH a tárolási időtartammal egyenes arányban enyhén növekedett. Vákuum alkalmazása nem gátolja a folyamat lejátszódását, azonban lényegesen lelassítja azt (Edwards et al., 1985).

A húskok tárolás közben bekövetkező ATP tartalom változását vizsgálva, arra a következtetésre jutottak, hogy a vágást követő lehűtésnek – ütemének és mértékének – van nagy szerepe az ATP tartalom változásában. Hűtés előtt 10-20°C-on hosszabb tartást követő, 0-2°C-ig történő lehűtés esetében az ATP tartalom lassabban csökkent, mint az azonnali gyors lehűtés során. Ezért ennek megfelelően célszerű megválasztani a lehűtés mértékét és sebességét, függetlenül az alkalmazott csomagolási eljárás módjától (Shiskina et al., 1986).

Színváltozás. A termékek a tárolási idő alatt színváltozást mutatnak, amelynek oka vagy oxidációs hatás vagy mikrobiológiai tevékenység, vagy a fényhatás, vagyis a megvilágítottság mértéke. Bár a vákuum-csomagolási eljárás a levegő kizárásán alapul, egyes csomagolóanyagok esetében számolni kell O_2 bejutásával. A kísérleteknél különböző vastagságú átlátszó fóliát használtak (*Cryovac*), amelyek más-más O_2 áteresztőképességgel rendelkeztek. A mintákat 0°C közelében 8 hétig tárolták 180-200 candella fényerejű fluoreszcens fényvel megvilágítva. Megállapították, hogy a piros szín intenzitása felületén csökkent, illetve halványult, a sárga szín ezzel ellentétesen viselkedett. A tárolási idő növekedtével a nitrozopigment tartalom csökkent. Az idézett irodalmak a változás számszerű értékeit nem tartalmazzák (Goutefongea, 1980; Seldemann, 1980; Acton et al., 1986; Zachariev et al., 1987).

Marhahússal végzett kísérletek során, 1000 lux fényerősséggel megvilágítva a

mintákat, megfelelő tárolási időtartam után a szín fakulását tapasztalták. Különböző típusú izmok esetében a változás eltérő. 28 órán át ilyen fényerősségű megvilágításnak kitéve a fakulás nagyobb mértékűnek mutatkozott a GM (Gluteus medius) izmokban, mint az LD (longissimus dorsi) típusú izmokban (McDougall et al., 1985). A szín-változást Hunter 02502 színmérővel vizsgálták.

A tapasztalatok azt mutatják, hogy a vákuum alkalmazásával, ill. különböző vegyianyagok használatával a húсок myoglobin tartalmának oxidációja hátráltható, megközelítőleg harmadrészére csökkenthető (Karan-Turdic et al., 1983).

Sok esetben nem választottak olyan jellemzőt, amely reprezentálja a minőségváltozás egész folyamatát, hanem egy bizonyos termék és a csomagolás módjának egymásrahatását általánosságban elemezték (Havas, 1980; Obanu, 1980; Siedemann et al., 1980; Lulves, 1982; Seidemann, 1983).

Egyéb vákuum-csomagolt termékek

Az élelmiszeripari termékek közül az állati eredetűek a legkényesebbek az eltarthatóság szempontjából, ezért az irodalomban főleg a nyers húсокra és a húsipari termékekre vonatkozó kísérleti eredmények a leggyakoribbak. A tárgyalt csomagolási eljárás elterjedt volta miatt szükséges néhány egyéb területen történő alkalmazását is értékelni.

Tésztás termékek. Az ilyen jellegű termékek azért váltak a kutatások tárgyává, mert hús, sajt zöltség-részeket tartalmaznak (perioli, tortellini, capeletti), másrészt az eltarthatóságot befolyásoló vízakaktivitás-érték nagyobb, mint a száraz, poralakú vagy a szemes termékek esetében.

Minőségi változások jellemzésére főként olasz kutatók, ezért elsősorban a mikrobiológiai vizsgálatok alkalmazását javasolják. A vizsgálatok a különféle jellegzetes mikroorganizmusok telepszámait (aerob mezofil, penészek, kóliformok, Salmonella, Staphylococcus aureus, Clostridium perfringens, Bacillus cereus) és a vízakaktivitás közötti korrelációt mértékét fedik fel.

Az elvégzett kísérletek egyértelműen azt mutatják, hogy ilyen jellegű termékek esetében a pasztörözést követő gyors lehűtés és a +4 °C való töltés és tárolás javasolható (Aureli et al., 1986).

Sajtok, tej. Vizsgálatokról szóló kutatási eredményeket elsősorban az ementáli típusú sajtokról kaphattunk, ahol a kutatás folyamán a tárolási körülmények ilyen típusú termékekre gyakorolt hatását mutatták be (Nunez et al., 1986). Egy esetben a nyers kecsketej eltarthatóságára vonatkozó eredménnyel is találkoztunk (Lavigne, 1989).

Különböző műanyag fóliák felhasználásával készült csomagolóanyagot alkalmazva az élvezeti tulajdonságok teljes leromlásáig tárolták a sajtokat, megvilágítás alatt vagy sötétben tárolva. A megfigyelések szerint a savasság csökkenése, az oldható aminok mennyiségének a növekedése és zsírkiválás figyelhető meg. A 6-8 °C-on tárolt minták még 6 hét után is alkalmasak voltak fogyasztásra, tehát a tárolási hőmérsékletet célszerű 4 °C és 10 °C között biztosítani az ementáli típusú sajtok esetében (Chuchlowa et al., 1983).

A tej esetében a porlasztva szárítást, vagy más szárítási eljárást követő alkalmazásra vonatkozó kísérleteket végeztek, így ezzel a poralakú vagy szemes termékek körét érintve foglalkozunk.

Poralakú, szemes termékek. Poralakú készítmények köréből a tejalapú termékek vizsgálatát végezték el. A kísérleteket spektrometriás és érzékszervi vizsgálatok jellemezték, ahol az aroma változást és a barnulás mértékét vették

szemügyre. A nem enzimes barnulás csökkentésére javasolják a palladium alkalmazását a csomagolás folyamatánál, úgy, hogy azt a csomagolóanyagokba keverik.

A szemes termékek közül a vákuumos-csomagolás eljárással leggyakrabban a babkávét csomagolják, de gabonafélékkel is végeztek kísérleteket (*Yamamoto és Mitsuda 1980; Labuza 1988*).

Az eljárás során hármás rétegezésű csomagolóanyagot használnak poliészter, alumínium-fólia és polietilén alkalmazásával; 65 % relatív nedvességtartalmú terméket 23 °C-on tárolva egy éven keresztül, a kávé esetében változik a savasság, a pH, az oldható szárazanyagtartalom és a szín. A 4. hónap eltelte után már „elfogadható” és „gyenge” minőségi kategóriákkal kell számolni.

Ezekre a kutatási eredményekre támaszkodva az eltarthatósági idő maximuma a babkávét esetén 230–470 napban állapítható meg (*Clinton, 1980; Mori et al., 1985*).

A babkávéra vonatkozó kutatások általában olyan jellemzőket és/vagy mutatókat kerestek, amelyek a minőséggel, illetve annak változásával összefüggésbe hozhatók. Japán kutatók megállapították, hogy a kávé acetaldehid és izobutil-aldehid tartalma és a minőség között szoros összefüggés van. E két aromaanyag mennyisége a tárolás negyedik hónapját követően kezd csökkenni. Az aromaanyagok mennyiségi változásának nyomonkövetése jobban kifejezi a leromlás mértékét mint más jellegű vizsgálati módszerek, amelyek ennél kevésbé mutatkoztak érzékenynek. A két említett aromaanyag mennyiségi változásának kimutatására és a mennyiségi viszonyokra vonatkozólag az idézett cikk nem tartalmaz konkrét adatokat, illetve leírást (*Ito et al., 1983*).

A vákuum-csomagolás más eljárásokkal történő együttes alkalmazása

A vákuum-csomagolás önmagában alkalmazva is - az előbb felsorolt eredmények is ezt mutatják – eredményes eljárásnak számít. Ha a vákuumos eljárást más kémiai vagy fizikai módszerrel együttesen alkalmazzák, akkor a minőségmegőrzési időtartam még tovább növelhető és a minőségre utaló mikrobiológiai és más jellemzők esetében további javulás érhető el (*Grozadon et al., 1982; Fabianson et al. 1985, Ehioba et al., 1987; Wills et al., 1987; Dempster et al., 1988; Zegota et al., 1988*).

Besugárzás. A vákuum-csomagolással történő együttes alkalmazásának hatékonyságára leginkább a termékek javuló mikrobiológiai jellemzői adnak támpontot. Vizsgálatokat végeztek marhahúsrá és szárnyashúsrá vonatkozóan egyaránt. A vizsgálatok eredményeként (marhahús esetén) megállapítást nyert, hogy a vákuum-csomagolt húst 2 KGy-vel besugározva az összes mikróbaszám jelentősen csökkent. A *Micrococcus* fajok és a tejsav baktériumok száma a tárolás során a nem besugárzott mintákra jellemzően növekedett, azonban ez a növekedés nem haladta meg az egy nagyságrendnyi változást. A *Salmonella* fajok a besugárzás ilyen nagyságú alkalmazásának hatására teljesen eltűntek.

Mivel a mikrobás romlás fizikai-kémiai jellemzőinek vizsgálati eredményei nagy szórást mutattak, inkább a formol-tartalom meghatározása adott megbízható támpontot a minőségbecsléshez.

A besugárzott húsonál alacsonyabb formol-tartalom mutatható ki, mint a nem sugárkezelt kontroll mintáknál, ami a jobb mikrobiológiai állapotot tükrözi. A mikróbaszám-csökkenés számszerű adatait az idézett irodalom nem adta közre (*Ito et al., 1983*).

A besugárzott húсок zamata gyengébb élvezeti értékű volt mint a nem besugárzottaké, azonban ez a káros hatás kis hőmérsékleten (2-4 °C) történő

besugárzással csökkenthető. Ezek a vizsgálati eredmények feltárták a besugárzás alkalmazásának legfontosabb paramétereit. Marhahús esetében a kis hőmérsékleten végzett, 2 KGy dózissal besugárzott termékek adták a legjobb eredményt (Niemand *et al.*, 1980).

Hasonló vizsgálatokat végeztek szárnyas hússal. Kutatásaikat az érzékszervi tulajdonságok és a zsírtartalmi jellemzők (tio-barbitursav, peroxid-tartalom, szabad zsírsav koncentráció) +4 °C-on 28 napos tárolás során bekövetkező változásainak vizsgálatával bővítették. A húst 2,5-5,0 KGy sugárdózissal kezelték. A mikrobaszám tekintetében hasonló eredményekhez jutottak el, mint Niemand és társai, ám számszerű adatot itt sem találtunk (Piszer *et al.*, 1980).

A tapasztalt érzékszervi romlásért egyértelműen az ebben az esetben alkalmazott nagy sugárzási energia okozza. A feldolgozás közben (pl. a szeletelés és a csomagolás) un. utánfertőződés játszódhat le. Besugárzás alkalmazásával az össze mikrobaszám csökkenthető, ezért a csomagolás utáni alkalmazása indokoltnak mondható. A besugárzás mértékének beállítása fontos követelmény, mint az előző két idézett kísérleti eredmény erre utal. Az 1,2 KGy sugárdózis már mikrobaszám csökkentő hatású, az ennél nagyobb azonban ízváltozást is okoz. A besugárzás hatására G-negatív és G-pozitív baktériumok flórája alakul ki, illetve aktív marad. Tovább növelve a sugáradagot, már elsősorban a G-negatív fajok fejlődése tapasztalható (Wills *et al.*, 1987).

Kémiai eljárások. A kémiai tartósítószerrel történő kombináció elsősorban a színmegőrzést szolgálja olyan termékeknél, amelyek színtabilitása gyenge. Kémiai kezelést a húsnál alkalmaznak kedvező kémiai viszonyok létrehozása érdekében, a miooglobin oxidációjának csökkentésére.

Ehhez elegendő 0,002-0,03 % aszkorbinsav oldat előállítása majd a hús oldatba merítése. A mintákat 8 napig 0 °C-on tárolva a miooglobin oxidációját vizsgálták megállapítva, hogy vákuum-csomagolás és a savas kezelés egyaránt és külön-külön is csökkentette a miooglobin oxidációjának mértékét. Ennek nagyságrendjére vonatkozó adatot az idézett irodalomban nem találtunk, azonban az megállapítható, hogy a hússal jellemző lékiválás független a savazástól (Karan-Dardic *et al.*, 1983; Kemp *et al.*, 1988; Shaw, 1989 és Paterson *et al.*, 1989).

A kémiai kezelés nemcsak az oxidációs folyamatok hátráltatására alkalmas, hanem a termék mikrobiológiai állapota is javítható vele (Keeton, 1988). Ennek bizonyítására szolgált az a kísérlet is, amelynek során nyers húst 5-10 % káliumszorbát oldatba merítettek, melyet előzőleg azonban pektinolitikus *Yersinia enterocolitica* fajt $10^2/\text{cm}^3$ sűrűségben tartalmazó oldattal kezelték. A káliumszorbátos kezelés különös jelentősége, hogy minden, – a közegészségügyben jelentős – mikroorganizmus számát hatásosan visszaszorítja. A kísérlet értékelése során ennek mértékére vonatkozó számadat az azonban nem találtunk (Myers *et al.*, 1983).

Elektromos izomstimuláció (ES). Hússokon, vágás után alacsony feszültségű elektromos stimulációt hajtottak végre annak érdekében, hogy vizsgálják ennek hatására az energialebomlási folyamatokban lejátszódó változásokat.

A „LD” típusú (longissimus dorsi) izmokat polietilén zsákokban 3 órán át 22 °C-on, 21 órán át 10 °C-on és 24 órán át 4 °C-on tárolták, majd ezt követően vákuum-csomagolták és 5 napig 4 °C-on tárolták. Ezután megvizsgálták a pH-értékét és az energialebontás mértékét. Az elektromos stimuláció azonnali pH csökkenéshez vezetett, majd a pH csökkenés meghaladta a normális mértéket. A kreatin-foszfát és az ATP-tartalom a felére csökkent, ugyanakkor kísérő jelenségeként az IMP koncentrációjának növekedése volt megfigyelhető. Az inozin és hypoxantin előbb

alukal át, mint a nem stimulált mintáknál. Az energia lebontásában nem volt nyilvánvaló átalakulás az ES hatására, eltekintve a folyamatok sebességétől. Az alanin-tartalom kezdetben alacsonyabb volt az ES mintákban. Az ES-nak volt némi hatása a glicerol-3-foszfát koncentrációjára is. Az említett jellemzők koncentrációjának változására az irodalom nem tartalmazott számszerű mennyiségi adatokat, csak a változás irányát és esetenként arányát jelölte meg.

Az ES eljárást elemző kutatások foglalkoztak a módszer baktericid hatásával is. Két percen át 12,5 Herz frekvenciájú, 570 V feszültséggel, – 30 perccel vágás után – kezelték a húst. A mintákat 1–11 napon keresztül 4 °C-on tartották, majd -20 °C-ra fagyasztották. Felengedtetve vizsgálták a mikrobiológiai állapotot, *Staphylococcus*, *Pseudomonas*, *Micrococcus*, *Microbaktérium* és *Lactobacillus* fajokra vonatkozólag. A stimulált és a kontrollminták mikrobiológiai állapota kezdettől azonos volt a tárolás folyamán nem volt tapasztalható jelentős eltérés a mikrobiológiai jellemzők között (Montel, 1984; Lee, 1984).

A kombinált eljárások mindegyikéről bizonyítást nyert, hogy a termékek „shelf-life” időtartama a jó minőségi paraméterek megtartása mellett hosszabb mint a csak vákuum-csomagolt termékeké (Lulves, 1982; Pierson et al., 1983).

A vákuum- és védőgáz-csomagolással tartósított élelmiszerek minőségi jellemzőinek változása, a különböző kémiai, fizikai, biokémiai, mikrobiológiai, valamint érzékszervi paraméterek nyomkövetésével állapítható meg.

A folyamatokat, változásokat dinamikájukban vizsgálva a változások időfüggéséről is tájékozódhatunk, ami az eltarthatóságot mint az egyik legfontosabb minőségi követelményt befolyásolja.

Az alkalmazott vizsgálati módszerek közül említésre méltóak a spektrofotometriás eljárások, a kémiai-analitikai módszerek, a kromatográfiai eljárások, valamint a mikrobiológiai módszerek.

A vizsgálatokat különböző szélsőséges feltételek – tárolási körülmények között végzik. Változik a tárolási hőmérséklet, időtartam, páratartalom és a megvilágítás mint tárolási paraméterek. Vizsgálják ezen paraméterek és a vákuum-, és a védőgáz-csomagolások, továbbá a különböző termékek egymáshatását. Az eddigi eredmények azt mutatják, hogy ezek a csomagolási eljárások széleskörűen alkalmazhatók és a tárolás szempontjából megbízható módszerek bizonyulnak. Alkalmazásukkal a termékek eltarthatósági ideje, frissességük megőrzése mellett, mintegy kétháromszorosára hosszabbítható meg.

A cikkek elemzése alapján a megválaszolandó kérdéseket vagyis a kutatások további irányait az alábbiak szerint lehet összefoglalni:

- a csomagok gázáteresztő képességének vizsgálatát a 0°-20 °C hőmérsékleti és a 85 %-95 % relatív nedvességtartalom tartományra is célszerű kiterjeszteni,
- az etiléntermelés és a CO₂, továbbá az O₂ tartalom közötti összefüggések feltárása és lehetőség szerinti számszerűsítése,
- a respirációban bekövetkező változások és a légtérösszetétel megváltozása közötti összefüggések megismerése,
- a módosított atmoszférájú csomagolásra alkalmazható anyagok, fóliák körének bővítése céljából további vizsgálatok végzése,
- a tárolási kísérleteket változó hőmérsékleti viszonyok és változó relatív nedvességtartalom esetére is célszerű kiterjeszteni,
- A termékek vízakaktivitásnak befolyásolására optimalizálási vizsgálatokat célszerű végezni a különböző csomagolástechnikai módszerekkel és az alkalmazott csomagolóanyagokkal összhangban.

A szerzők szeretnének köszönetet mondani Somogyi László kutatómérnöknek (Kertészeti és Élelmiszeripari Egyetem), aki a védőgázos csomagolásról szóló rész összeállításában, mint korábban a Központi Élelmiszeripari Kutató Intézet munkatársra jelentős részt vállalt.

Irodalom

- Acton, J., Fergusson., L. Dick, R. L. (1986): Effects on O₂ transmission rate of packaging films, on colour stability of vac.-packed chicken bologna. *Poultry Sci.*, 65, 1124–1128.
- Adela. Kader, Kerbel, E. L., Zagory, A. (1989): Modified atmosphere packing of fruits and vegetables. *Critical Reviews in Food Sci. Nutrition*, 28, (1), 1–30.
- Aureli, P., Fenicia, L., Giangfranceschi, M., Pasolini, B. (1986): Microbiological quality and shelf life of vac.-packed filled pasta. *Archieve für Lebensmittelhygiene*, 37, (3), 67–68.
- Apple, J. (1982): Concepts for packing prerigor meat. *Proceedings, Annual Conf. of the American Meat Sci. Association*. Grace Co., New York, pp. 85–90.
- Ashton, G., Legarette, I. G., Osborne, W. R. (1988): Extending the retail storage time of pork sausage using modified atm. and freezing. *Meat Sci.*, 23, 21–36.
- Badwan, A (1984): Effect of bacterial inoculation on vac.-packed beef. *Dissertation Abstracts Int.*, 44, 144.
- Baldrati, G., Pirazzoli, P., Broglia, E., Ambroggi, F. (1982): Eff. of freezing methods and cold storage on quality of sardines. *Industrie Conserve*, 57, 260–271.
- Barnett, H., Conrad, J. W., Nelson, R. W. (1987): Use of laminated high and low density polyethylene flexible packing films in modified atmospheres. *Journal of Food Protection*, 50, 645–651.
- Beyer, K. (1980): Determination of aerobic bacterial count of vac.-packed beef during cold storage. *Fleischerei*, 31, 939–942.
- Beyer, K. (1983): Effects of frozen storage on the aerobic microflora of vac.-packed beef. *Fleischwirtschaft*, 63, 1741–1744, 1746.
- Bremmer, H. A., Statham, J. A. (1983): Effect of potassium sorbate on refrigerated storage of vac.-packed scallops. *Journal of Food Sci.*, 48, 1042–1047.
- Buick, R. K., Damoglou, A. P. (1987): Eff. of vac. – packing on the microbial spoilage and shelf life of „Ready to use” sliced carrots. *Journal of Sci., Food Agric.*, 38, 167–175.
- Buick, R. K., Damoglou, A. P. (1989): Eff. of modified atmosphere packaging on the microbial development and visible shelf life of mayonaise based vegetable salad. *Journal of Sci. Food Agric.*, 46, 339–347.
- Chin-An Chang, (1988): Reduced moisture induced degradation of superconducting films by silver and high deposition temperatures. *Appl. Phys. Lett.*, 53, (12), 19.
- Chuclowa, J., Janicki, A. (1984): Eff. of packing method and storage conditions upon the quality of sliced emental cheese. *Technology and Nutrition*, 15, 37–42.
- Clinton, W. (1980): Consumer and expert evaluation of stored coffee products, ref. FSTA 14, 11 H 1751.
- Daulay, D., Sison, E. C., Pimentel, L. A. (1980): Microbial and chemical sensory quality changes in fresh meats. *Philippine Agriculturist*, 63, 251–266.
- Dempster, J., Halls, N. A. (1988): Eff. of irradiation in stored vac.-packed bacon. *Rad., Phys., Chem.*, 31, (1/3), 181–185.

- Edwards, R., Dainthy, R. R., Hibbard, C. M. (1985): Putrescine and cadaverin formation in vac.-packed beef.
Journal of Applied Bacteriology, 58 (1), 13–19.
- Edwards, R., Dainty, R., Hibbard, C., Ramantini, S. (1987): Amines in fresh beef on normal pH.
Journal of Applied Bacteriology, 63, 427–434.
- Ehioba, R. M., Kraft, A. A., Molins, R. A., Walker, H. W. (1987): Eff. of low dose (100 Krad) G-radiation on the microflora of vac.-packed ground pork with or without added sodium-phosphate.
Journal of Food Sci., 52, 1477–1505.
- Eustace, I. J. (1981): Factors affecting oxygen transmission rates of plastic films for vac.-packed meat.
Journal of Food Techn., 16, (1), 73–80.
- Eklund, T. (1983): Packing of raw foods in a vac. or controlled atm.
NINF Informasjon, 4., 248–272.
- Fabiansson, S., Reuterswärd, A. (1985): Low voltage electrical stimulation and post mortem energy metabolism in beef.
Meat Sci., 12, 205–223.
- Forney, C., Ross, S. R., Rij, R. E. (1989): Measurement of broccoli respiration rate in film-wrapped packages.
Hort Sci., 24, 111–113.
- Fournaud, J., Lauret, R., Marty, O. (1986): Changes in ATP of pre-rigor vac.-packed meat as related to refrigeration parameters.
Proc. of the European Meeting of Meat Research Workers. (32), pp. 25–27.
- Giray, S., Curi, K., Kerestecioglu, M. (1988): A new pack treatment unit.
Wat. Res. 22, pp. 1–13.
- Golovkin, N., Ivanova, R. P., Sharobaiko, V. (1984): Changes in meat tenderness during storage.
Proc. of European Meeting of Meat Res. Workers. (30), p. 200.
- Golovkin, N. A., Ivanova, R. P. (1981): Changes in fractional composition of meat proteins during meat storage.
Proc. of Eur. Meeting of Meat Res. Workers. (27), pp. 307–309.
- Golovkin, N. A., Ivanova, R. P. (1980): Quality of packed meat off-cuts during storage.
Proc. of Eur. Meeting of Meat Res. Workers. (26), pp. 83–86.
- Golovkin, N. A., Evelen, S. A. (1985): Rheological Instruments and their Application in Study of Meat Changes in Refrigerated Processing and Storage.
Proceeding of Eur. Meeting of Meat Res. Workers. (31), pp. 677–680.
- Grau, F., Macfarlane, J. J. (1980): The end of shelf life of refrigerated meat.
"CSIRO" Food Res. Quarterly, 40, (3/4), 60–65.
- Grozdanov, A., Dimitrova, N., Nestorov, N., Dilova, N. (1983): Eff. of low dose irradiation and subsequent storage on the technological properties of beef.
Proc. of Eur. Meeting of Meat Res. Workers. (28), pp. 127–129.
- Goutefongea, R. (1980): Colour of vac.-packed ham (paris type).
Bulletin Technique, Centre de Resherches Techniques et Veterianere de Theix, 39, 27–31.
- Corna, M. (1980): Pathological changes in beef and its culinary value in dependence of packing.
Fleisch, 34, (3), 53–55.
- Götkan, A., Tünel, G., Ünlütürk, A. (1988): The eff. of vac.-packed and gaseous atmosphere on microbial growth in tripe.
Meat Sci., 23, 21–36.
- Hamdi, A., Marchello, J. A. (1989): Eff. of gas atmospheres packing on psychrotrophic growth and succession on steak surface.
Journal of Food Sci., (54), 2, 274–276.
- Hanna, M. D., Sauell, J. W., Smizh, G. C., Purser, D. (1983): Eff. of growth individual meat bact. at pH colour and odour of aseptically prepared vac.-packed round steaks.
Journal of Food Protection, 46, 216–221, 225.
- Hauschild, A., Poste, L. M., Hilsheimer, R. (1985): Toxin production by *Clostridium botulinum* and organoleptic changes in vac.-packed raw beef.
Journal of Food Protection, 48, 712–716.

- Havas, F., Takács, J. (1980): Shelf life of vac.-packed sliced bacon. *Fleischwirtschaft*, 60, p. 1276., p. 1278., pp. 1280–1281., p. 1352.
- Henderson, K. (1988): Changes in quality of "Red Delicious" and "Golden Delicious" apples following delayed establishment of controlled atm. *New Zealand Journal of Exp. Agric.*, 16, 341–348.
- Hoirváth, E. (1988): Oxigénmentes csomagolások. *Műszaki gazdasági magazin*, 1, 613–623.
- Hotckiss, J. H. (1980): Exp. approaches to determine the safety of modified atm. packing method. *Food Techn.*, 55, 60–64.
- Ivanova, R., Sergeeva, E. L. (1984): Changes in colour of vac.-packed meat during storage. *Kholodilnaya Technyka*, 10, 40–50.
- Ivanova, R. P., Sergeeva, E. L., Sharobaiko, V. I. (1983): Changes in myofibrillar proteins during cold processing and storage of meats. *Kholodilnaya Technyka*, 1, 30–32.
- Ito, H., Atasuta, S., Shibata, K., Shimoda M. (1983): Studies on aroma in coffee. *Journal of Food Sci. and Techn.*, 30, 435–444.
- Kader, A., Zagory, D. (1985): Modified atmosphere packaging of fruits and vegetables. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 28, 1–30.
- KaranDurdic, S., Cavoski, D., Peric, V., Radovanovic, R. (1983): Color preservation in beef. *Hrana Ishrana*, 24, (3/4), 79–82.
- Kemp, D. (1988): Eff. of storage temperature and time on the quality of vac.-packed ham slices. *Journal of Food Sci.*, 53, (20), 402–406.
- Keeton, J. T., LEU, R., Vanderrant, C., Bonac, J. J. (1988): Evaluation of fresh vac.-packed beef steaks covered with an acetylated monoglyceride. *Journal of Food Sci.*, 53, 701–704.
- King, A. D., Bolin, H. R. (1988): Physiological and microbiological storage stability of minimum processed fruits and vegetables. *Food Techn.*, 2, 132–135.
- Korkeala, H., Lindroth, S., Suimko, M., Kummonen, A. (1985): Microbiological and sensory quality changes in blood pancakes and cooked sausage during storage. *Int., Journal of Food Microbiology*, 2, 279–292.
- Korkeala, H., Lindroth, S., Alanko, I. (1987): Interrelationship between microbial number and other parameters in spoilage of cooked sausages. *Int. Journal of Food Microbiology*, 5, 311–321.
- Korkeala, H., Lindroth, S. (1987): Differences in microbial growth in the surface layer and at the centre of vac.-packed cooked sausages. *Int. Journal of Food Microbiology*, 4, 105–110.
- Koizumi, C., Takada, M., Oshima, T., Wada, S. (1986): Changes in the composition of lipids in fresh fish meats. *Bulletin of the Japanese Society of Sci. Fisheries*, 52, 1095–1102.
- Labuza, T., Schmidl, M. K. (1988): Use of sensory data in the shelf life testing of foods principles and graph. methods. *Cereal Food's World*, 33, 193–206.
- Lambden, A., Chadwick, D. (1984): Eff. of packing film and tissues respiration in vac.-packed chilled meat. *Publications, Meat Ind. Res. Institute of New Zealand*, 19, 827.
- Lanari, M., Bevilacqua, A., Zaritzky, N. (1987): Interrelationship between microbial numbers and other parameters in spoilage of cooked sausages. *Int. Journal of Food Microbiology*, 5, 311–321.
- Lavigne, C., Zee, J. A., Simard, R. E., Beliveau, B. (1989): Eff. of processing and storage conditions on the goat milk. *Journal of Food Sci.*, 54, 274–276.

- Lazarides, H. N. (1988): Extending shelf life of an intermediate moisture food. *Chemical Eng. Progress*, 5, 46-51.
- Lee, B., Simard, R., Laleye, L. C., Holley, R. A. (1985): Eff. of temperature, and storage duration on the microflora and sensory changes of vac. and N₂ packed pork. *Journal of Food Protection*, 47, 134-139.
- Lee, B., Simard, R. E., Laleye, L. C., Holley, R. A. (1984): Eff. of temperature, light and storage time on the sensory and exudate loss of vac.-packed ground beef. *Sciences des Aliments*, 4, 177-186.
- Lee, B., Simard, R., Laleye, L. C., Holley, R. A. (1983): Microflora, sensory and exudate loss changes of vac. or N₂ packed veal chucks under diff. storage conditions. *Journal of Food Sci.*, 48, 1537-1542., 1563.
- Lee, E., Kim, S., Kim, H., Lee, J., Kwon, C. (1986): Preparation and keeping quality of vac.-packed, dried sardine. *Bulletin of the Korean Fisheries Society*, 19, (1), 52-59.
- Lee, E. H., Ohsima, T., Wada, S., Koizumi, C. (1982): Preparation and keeping quality of vac.-packed and seasoned-dried fish products. *Journal of Food Sci.*, 48, 1537-1542, 1563.
- Lee, S. (1987): Changes of microbial flora in fresh pork chops vac.-packed of various degrees of vacuum. ref. FSTA. 19, 3966, in: *Proc. of the 3rd Animal Sci. Congress, Vol. 2.*
- Lee, S., Lee, M., Song, I. (1987): Eff. of degree of vacuum on physicochemical properties of vac.-packed fresh pork. ref. FSTA 19, 3966, in *Proc. of the 3rd Animal Sci. Congress. Vol. 2.*
- Lee, S., Lee, M. H., Song, I. S. (1986): Changes of microbial flora in fresh pork chops packed at various degrees of vacuum. *Journal of Animal Sci.*, 28, (1), 33-36.
- Lynch, N., Kastner, C. L., Caul, J. F., Kropf, D. H. (1986): Flavour profiles of vac.-packed and polyvinyl-chloride packed beef. *Journal of Food Sci.*, 51, 258-262, 267.
- Lopez Domingez, A., Castaigne, F., Cheour, F. (1988): Effets de l'irradiation aux rayons gamma sur la conservation au broccoli. *Can. Inst. of Plant Sci.*, 68, 871-876.
- Lulves, W. (1982): Quality changes in vac.-packed fresh porks. *Dissertation Abstracts Int.*, 42, 4348.
- Magnusson, H., Taustadottir, K. (1982): The microbial flora of vac.-packed smoked herring. *Journal of Food Techn.*, 17, 695-702.
- Marinkovic, D., Nikolic, R., Rozovic, V. (1983): Keeping characteristics of frankfurter type sausages in wholesale and retail storage facilities. *Technologija Mesa*, 24, (5), 143-146.
- McDougall, D., Down, N. F., Taylor, A. A. (1985): Color stability of vacuum skin packed frozen beef. *Proc. of European Meeting of Meat Res. Workers.* (31), pp. 579-583.
- Montel, M. C., Labadie, J., Dubertrand, B. (1984): Eff. of ES on bacterial quality of vac.-packed beef. *Viandes et Produits Carnes*, 5, (2), 46-47.
- Mori, E., Ferreira, V., Guedes, L. (1985): Shelf life of vac.-packed ground roasted coffee. *Boletim de Instituto de Alimentos*, 22, (1), 67-89.
- Myers, B. R., Edmondson, J. E., Anderson, M. E. (1983): Potassium sorbate and recovery of peptinolytic psychrotrophs from vac.-packed pork. *Journal of Food Protection*, 46, 499-502, 505.
- Niemand, J. G., Holzapfel, W. H., Linde, H. J. (1980): Radurization of meat in South-Africa. *Proc. of Eur. Meeting of Meat Res. Workers.* (26), pp. 186-189.
- Norback, J. P. (1980): Techniques for optimization of food processes. *Food Techn.*, 2, 86-88.

- Nunez, M., Gaya, P., Medina, M. (1986): Changes in microbiological, chemical, rheological and sensory characteristics during ripening of vac.-packed duese cheese. *Journal of Food Sci.*, 51, 1451–1455.
- Obanu, Z. A. (1980): Deterioration of intermediate moisture meats during storage at tropical temperatures. *Proc. Eur. Meeting of Meat Res. Workers.* (26), pp. 207–210.
- Paterson, B. C., Parrish, F. C. (1989): Eff. of gas atmosphere packing on psychrotropic growth and succession on steak surfaces. *Journal of Food Sci.*, 54, (2), 274–276., 310.
- Pierson, C. (1983): Influence of time and temperature of frozen storage and packing method on functional prop. and quality of beef and pork livers. *Dissertation Abstracts Int.*, 43, 3180–3181.
- Piszer, W., Zabielsky, J., Mroz, J. (1980): Radurization of poultry meat. *Proc. of Eur. Meeting of Meat Res. Workers.* 26, pp. 248–251.
- Przybilski, L. A., Finerty, M. W., Grodner, D. L. (1989): Extension of shelf life of iced fresh channel catfish fillets using modified atmospheric packaging and low dose irradiation. *Journal, of Food Sci.*, 54, 269–273.
- Shaw, G. B. (1989): Eff. of ageing treatment on the microbiological and storage characteristics of beef in mod. atm. *Meat Sci.*, 25, 43–58.
- Schillinger, U., Luecke, F. (1986): Lactic acid bacteria on vac.-packed meat and their influence. *Fleischwirtschaft*, 66, 1515–1520.
- Siedemann, S., Durland, P. (1983): Vac.-packing of fresh meat. *Journal of Food Quality*, 6, (1), 29–47.
- Seidemann, S. C., Vanderzant, C., Smith, G. C., Dill, C. (1980): Appearance of beef, pork, lamb stored in vacuum or modified atm., *Journal of Food Protection*, 43, 252–258.
- Shiskina, N., Knaevakaya, A. (1986): Changes in ATP of pre-rigor meat vac.-packed as related to refrigeration parameters. *Proc. of Eur. Meeting of Meat Res. Workers.* (32), pp. 25–27.
- Simard, R., Lee, B. H., Laleye, C., Holley, R. (1985): Eff. of storage time and temperature on the microflora of vac. and N₂-packed beef. *Canadian Inst. of Food Sci. and Techn. Journal*, 18, 126–132.
- Simard, R. E., Lee, B. H., Laleye, C. L., Holley, R. A. (1983): Eff. temperature light and storage time on the physicochemical and sensory characteristics of vac./N₂-packed frankfurters. *Journal of Food Protection*, 46, 188–195., 198.
- Slemr, J., Ritter, G. (1984): Concentration profiles of putrescin and cadaverin in inoculated vac.-packed beef. *Zeitschrift für Lebensmittel-Untersuchung und Forschung*, 179, 305–307.
- Steele, J. E., Stiles, M. E. (1981): Microbial quality of vac.-packed sliced ham. *Journal of Food Protection*, 44, 435–439.
- Tungel, G., Ümlütürk, A. (1988): The eff. of vac.-packaging and gaseous atmosphere on growth in tripe. *Meat Sci.*, 24, 301–307.
- Varsányi, I. (1980): Die Bedeutung der Verpackung für die Erhaltung der Qualität von Lebensmitteln. *Verpackung*, 20, 98–101.
- Varsányi I. (1981): A műanyagok jelentősége a mezőgazdasági termények és termékek tárolásában. *Műanyag és Gumi*, 18, 268–171.
- Varsányi I., Somogyi L. (1983): Determination of shelf-life of food products. *Acta Alimentaria*, 12, 73–100.
- Varsányi I. (1985): Élelmiszeripari csomagolótechnika. *Mezőgazdasági Kiadó, Budapest*, pp. 261–263.

- Varsányi I. (1985): Gyümölcs és zöldségfélék műanyag csomagolóeszközeivel nyert tapasztalatok.
Műanyag és Gumi, 22, 102–103.
- Varsányi I. (1986): Permeability of polymers in food packaging.
in: MATHLOUTHI, M. (Szerk.): Food packaging and preservation. Theory and practice.
Elsevier Appl. Sci. Publishers, London, New York, pp. 25–38.
- West, R. A., Langston, D. M., Oblinger, J. L. (1980): Storage stability and tenderness of round roasts cooked pre or post rigor following ES.
Proc. of Eur. Meeting of Meat Res. Workers, 26, pp. 57–60.
- Wiegner, J., Hildebrandt, G. (1986): Minimum shelf life of vac.-packed sliced dry sausages.
Fleischwirtschaft, 66, 316–318., 321–322.
- Wiegner, J., Hildebrandt, G. (1982): The suction method for continuous hygiene controll of vac.-packed beef.
Fleischwirtschaft, 62, 702., 704–706., 746.
- Wills, P., Macfarlane, J., Shay, B., Egan, A. (1987): Radiation preservation of vac.-packed sliced corned beef.
Int. Journal of Food Microbiology, 4, 313–322.
- Wills, P. (1989): Physical and sensory attr. of stimulated and not stimulated vac.-packed pork.
Journal of Animal Sci., 67, 704–710.
- Zachariev, Gy., Kiss I., Kalmárné Gábor J. (1987): Fűszerpaprika őrlemények színezék-tartalmának tárolási stabilitása. Fűszerpaprika Tudományos, Műszaki-Fejlesztési Nemzetközi Tanácskozás.
Abstracts. Magyar Agráripari Egyesület, Budapest, 32, pp. 265–279.
- Zagory, D., Adel A. Kader (1988): Modified atmosphere packing of fresh products.
Food Technology, 9, 70–77.
- Zagory, D. (1989): Modified atmosphere packaging of fruits and vegetables.
Critical Reviews in Food Sci. and Nutrition, 28, 1–3.
- Zegota, H. (1988): Studying eff. on shelf-life of irradiation combined with cold storage.
Zeitschrift für Lebensmittel Untersuchung und Forschung, 187, 111–114.
- Zutter, L., Hoof, J. (1982): Bacterial growth in exudate of vac.-packed beef.
Proc. of Eur. Meeting of Meat Res. Workers, 28, 335–336.
- Yamamoto, A., Mitsuda, H. (1980): Controlled atm. storage of grains.
Developments in Agric. Engineering, 1, 247–258.

A vákuum- és a védőgázos csomagolás élelmiszeripari alkalmazásának kutatásában elért főbb eredmények a szakirodalom tükrében

VARSA NYI IVÁN és BUKOSZA GÁBOR

A vákuum- és védőgázos csomagolással tartósított élelmiszerek minőségi jellemzőinek változása különböző biokémiai, mikrobiológiai, kémiai és fizikai, valamint érzékszervi vizsgálati módszerekkel követhető nyomon. Az eljárások közül különösen fontosak azok, amelyek alkalmasak arra, hogy a csomagolási paraméterek és a tárolási körülmények a termékekre gyakorolt együttes hatását kimutassák. A vizsgálati eredmények alapján megállapítható, hogy a vákuum és a védőgázos csomagolási eljárás alkalmazásával a termékek eltarthatósági időtartama általában két-háromszorosára meghosszabbítható. A közlemények elemzése alapján a kutatások főbb irányai megállapíthatók. A kísérletek főbb irányait a csomagolóanyagok gázáteresztő képességének, az etiléntermelés és a CO₂ atmoszféra közötti kapcsolat, a vizaktivitás és a mikrobiológiai változások számszerűsítése képezi.

Principal research results of food industrial application of vacuum and inert gas atmosphere packaging in the survey of special literature

VARSA NYI, I. and BUKOSZA, G.

Quality changes of food products preserved by vacuum and inert gas atmosphere packaging can be followed using different biochemical, microbiological, chemical and physical as well as sensory investigation methods. Among procedures those suitable for the detection of simultaneous effect of packaging parameters and storage conditions on the product are especially important. On the basis of experimental results it can be proved that applying vacuum and inert gas atmosphere packaging procedures, the shelf life of products can be extended generally two or three times longer. Analysing the publications the main research trends can be established. Main tendencies are: quantifying the gas permeability of packaging materials, the connection of ethylene production and CO₂ atmosphere, water activity and microbiological changes.

**Отраженные в научно-технической литературе
наиболее основные результаты достигнутые
в исследовании применения в пищевой
промышленности вакуумной и газозащитной упаковок**

И. ВАРШАНИ и Г. БУКОСА

За изменением показателей качества законсервированных с помощью и газозащитной упаковок пищевых продуктов можно проследить с помощью различных биохимических, микробиологических и органолептических методов испытаний. Среди методов испытаний особенно важными являются пригодные для выявления оказываемого на продукт совместного действия параметров упаковки и условий хранения. На основе результатов испытаний можно установить, что при применении вакуумного и газозащитного упаковочного метода в два-три раза удлиняется время сохранности продукта. На основе анализа научно-технических статей можно установить главные направления исследований. Главными направлениями опытов являются исследования газопроницаемости способности упаковочных материалов, связи образованием этилена и атмосферой CO_2 , количественные микробиологические изменения и активность воды.

**Einige Ergebnisse bei der Forschung der
Anwendung der Vakkum- und Schutzgasverpackung in der
Lebensmittelindustrie im Spiegel der Fachliteratur**

VARSÁNYI, I. und BUKOSZA, G.

Die Veränderung der Qualitätsparameter von mit Vakuum- und Schutzgas-Verpackung haltbar gemachten Lebensmitteln kann mit verschiedenen biochemischen, mikrobiologischen, chemischen und physikalischen sowie sensorischen Untersuchungsmethoden verfolgt werden. Von den Verfahren sind besonders wichtig solche, die geeignet sind, daß der gemeinsame Einfluß der Verpackungsparameter und Lagerungsbedingungen auf die Produkte nachgewiesen wird. Auf der Grundlage der Untersuchungsergebnisse kann festgestellt werden, daß mit der Anwendung der Vakuum- und Schutzgasverpackung die Haltbarkeitsdauer der Produkte im allgemeinen auf das 2 bis 3 fache verlängert werden kann. Durch die Analyse der Publikationen wurden die Hauptrichtungen der Forschungen sichtbar. Diese Hauptrichtungen können durch die Quantifizierung der Gasdurchlässigkeitsfähigkeit der Verpackungsmaterialien, den Zusammenhang zwischen Äthylenproduktion und CO_2 -Atmosphäre sowie der Wasseraktivitäts- und mikrobiologischen Änderungen charakterisiert werden.