

Primjena apsorbira vlage kod pakiranja mesa i ribe

Domagoj Gabrić¹, Mia Kurek¹, Mario Ščetar¹, Kata Galić^{1*}

Sažetak

Svježe meso i riba prirodno sadrže veliku količinu vode koja se, zbog oksidacijskih procesa i oštećenja stanične membrane nakon rezanja, otpušta u obliku mesnog soka u upakirani proizvod. Prisutni mesni sok potrošač doživljava kao nepoželjnu karakteristiku, te stoga slijedi i njegovo odbijanje kupnje takvog proizvoda. Isto tako, višak vode potiče mikrobiološki rast, smanjujući stabilnost i trajnost upakiranog mesa. Kako bi se izbjegao taj problem, i postigao privlačan izgled proizvoda, kod pakiranja mesa i ribe koriste se podlošci za apsorpciju mesnog soka. Uporaba apsorbira vlage zajedno sa spojevima sa antimikrobnim djelovanjem rezultira mikrobiološki ispravnim proizvodom dobre kvalitete tijekom njegovog roka trajnosti.

Ključne riječi: apsorbira vlage, pakiranje, meso, riba

Uvod

U prehrambenoj industriji ambalaža ima višestruku ulogu poput zadržavanja upakiranog sadržaja, informiranja potrošača, navođenjem činjenica o zapakiranom proizvodu, kao i prenošenje marketinških poruka. Učinkovita tehnologija pakiranja hrane trebala bi održavati karakteristike proizvoda na prodajnom mjestu, stvaranje manjeg otpada od hrane i imati smanjen utjecaj na okoliš. Svakako primarna uloga pakiranja je odvajanje hrane od okolnih utjecaja, smanjenje izlaganja uzrocima kvarenja (kao što su na primjer: mikroorganizmi, enzimska aktivnost, kisik, vode na para i nastajanje mirisa netipičnih za određenu hranu) i izbjegavanje gubitaka poželjnih spojeva (kao što su hlapljive arome), a sve u svrhu produženja trajnosti upakiranog prehrambenog proizvo-

da (Gaikwad i sur., 2017.).

Kemijske, senzorske i mikrobiološke karakteristike mesa postupno se mijenjaju tijekom roka trajnosti proizvoda što predstavlja neizbježan proces, pri čemu ambalaža i metode pakiranja mogu učinkovito djelovati na usporenje ovih procesa. Tehnologije pakiranja hrane, kao što su pakiranje u aktivnoj i modificiranoj atmosferi, pružaju sve te funkcionalnosti kao i niz novih rješenja kako produžiti trajnost upakiranog mesa i ribe istovremeno zadržavajući nutritivne vrijednosti i sigurnost upakiranog proizvoda (Ahmed i sur., 2017.; Tsironi i sur., 2018.; Galić i sur., 2019a. i 2019b.). Ključni razlog kvarenja hrane je prisutnost vode/vlage u hrani (Yildirim i sur., 2018.). Hrana kao što su meso i riba imaju visoku vrijednost aktivite-

¹ Dr. sc. Domagoj Gabrić, doc. dr. sc. Mia Kurek, doc. dr. sc. Mario Ščetar, prof. dr. sc. Kata Galić, Sveučilište u Zagrebu, Prehrambeno-biotehnološki fakultet

*Autor za korespondenciju: kata.galic@pbf.unizg.hr

ta vode (a_w) što dovodi do prekomjernog nakupljanje relativne vlage (RH) unutar ambalaže i ubrzava rast i razvoj bakterija i plijesni. Kao posljedica toga dolazi do gubitka nutritivne vrijednosti i kvalitete upakiranog proizvoda. Kako bi se suzbio rasti i razvoj mikroorganizama, od presudne je važnosti kontrola udjela vlage unutar pakovine. Upravo zbog visokih a_w vrijednosti svježe ribe i sirovog mesa, održavanje visoke relativne vlage unutar pakovine poželjan je parametar u sprječavanju isušivanja ovih proizvoda. Također, zbog mišićne degradacije i oscilacija u temperaturi skladištenja stvara se dodatna tekućina izazvana gubitkom mesnoga soka. Potrošači uočavaju ovaj višak tekućine kao neugodnu pojavu koja ih odvlači od kupnje takvog proizvoda (Rux i sur., 2016.; Mohan i Ravishankar 2019.). Kako bi se smanjilo nakupljanje viška vlage unutar pakovine koriste se apsorberi vlage. Apsorberi vlage reguliraju aktivitet vode proizvoda kako bi se suzbio mikrobiološki rast (Choi i Lee 2013.). Apsorberi vlage obično dolaze u obliku vrećica, filmova, podložaka i jastučića koji održavaju razinu mesnog soka ili održavaju relativnu vlažnost unutar pakovine.

Karakterizacija apsorbera vlage

Apsorberi vlage se sastoje od higroskopskih spojeva ili od tvari koje privlače i zadržavaju molekule vode iz okolnog medija. Aktivni apsorberi vlage se nadalje mogu podijeliti u dvije glavne kategorije: a) na regulatore relativne vlage koji apsorbiraju vlagu u zračnom prostoru vrećice (kao npr. sredstva za sušenje) i b) odstranjivače vlage koji sakupljaju izlučenu tekućinu iz hrane (Yildirim i sur., 2018.; Castrica i sur., 2020.). Odstranjivači vlage se mogu upotrijebiti u obliku jastučića i podmetača koji se postavljaju ispod svježeg mesa. Izbor apsorbera ograničen je cijenom, zakonski dozvoljenim spojevima (sigurnost hrane) i sposobnošću upijanja vlage. Posljednjih godina veliku pažnju privukli su inovativni super-apsorbirajući kompozitni (složeni) materijali, uključujući i one na bazi organskih i polimernih spojeva. Podjela apsorbirajućih materijala koji se koriste u pakiranju hrane navedeni su u Tablici 1. Primjeri komercijalno dostupnih apsorbirajućih materijala u primjeni za pakiranje mesa i ribe nalaze se u Tablici 2.

Iako je većina komercijalnih apsorbera vlage dizajnirana na principu djelovanja isušivača,

Tablica 1. Podjela apsorbirajućih materijala za vlagu koji se koriste kod pakiranja hrane (Gaikwad i sur., 2019.)

Table 1 Classification of moisture absorbing materials for food packaging applications (Gaikwad et al., 2019)

Podjela/Classification	Apsorbirajući materijali/ Moisture absorbing materials
Anorganski/ Inorganic	Silikagel, prirodna glina (montmorillonit, zeolit), kalcijev klorid, magnezijev klorid, aluminijski klorid, litijev klorid, kalijev acetat, kalcijev bromid, kalcijev nitrat, cinkov klorid, fosforov pentoksid, aktivni aluminij, kalcijev oksid, barijev oksid, natrijev klorid, kalijev klorid, kalijev karbonat, amonijev nitrat, bentonit, natrijev heksametafosfat. Silica gel, natural clay (montmorillonite, zeolite), calcium chloride, magnesium chloride, aluminium chloride, lithium chloride, potassium acetate, calcium bromide, calcium nitrate, zinc chloride, phosphorus pentoxide, activated alumina, calcium oxide, barium oxide, sodium chloride, potassium chloride, potassium carbonate, ammonium nitrate, bentonite, sodium hexametaphosphate.
Organski/ Organic	Sorbitol, ksilitol, fruktoza, celuloza i njeni derivati (natrijeva karboksimetil celuloza), kalijeva karboksimetil celuloza, amonijeva karboksimetil celuloza, monoetanolamin karboksimetilceluloza, dietanolamin ili trietanolamin. Sorbitol, xylitol, fructose, cellulose and their derivatives (sodium carboxymethyl cellulose, potassium carboxymethyl cellulose, ammonium carboxymethyl cellulose, monoethanolamine carboxymethylcellulose), diethanolamine or triethanolamine.
Na bazi polimera/ Polymer-based	Polimeri škroba, poli(vinil-alkohol), adsorbirajuće smole. Starch copolymers, poly(vinyl alcohol), absorbent resin.
Ostali sintetizirani/ Other synthesized	Natrijev poliakrilat cijepljen škrobom, diatomska zemlja. Starch-grafted sodium polyacrylate, diatomaceous earth.

Tablica 2. Primjeri komercijalno dostupnih apsorbirajućih materijala za pakiranje mesa i ribe (Gaikwad i sur., 2019.)

Table 2 Examples of commercially available moisture absorbing packaging materials for meat and fish products (Gaikwad et al., 2019)

Trgovački naziv / Oblik proizvoda Trade name / Product form	Polimerni materijal / Polymeric material	Primjena / Application
MOISTCATCH™ Film/film	PET/AL/apсорbirajući sloj/zataljivi sloj PET/AL/moisture absorbing layer/sealant layer	Proizvodi od mesa/ Meat products
SORBED India™ Film/film	Linearni polietilen niske gustoće (PE-LLD) Linear low-density polyethylene (PE-LLD)	Meso i proizvodi od mesa/ Meat and meat products
GUOLIANG/ Podložak/ Tray	Ekološki prihvatljiv polistiren/ Eco-friendly polystyrene	Prerađeni riblji i mesni proizvodi/ Processed fish and meat products
Water-absorbing tray M-3/ Podložak za apsorpciju vlage	Pjenasti polistiren/ Expanded polystyrene	Vlažna hrana/ Moist food
Dri-Loc® Podmetač / Pad	PE-LLD	Meso, riba/ Meat, fish
SOCO® / Podmetač/Pad	Polietilen niske gustoće (PE-LD)/ Low-density polyethylene (PE-LD)	Piletina, riba, svinjsko i goveđe meso / Chicken, fish, pork and beef meat
Cryovac® Apsorbirajući podmetač/ Absorbent Pads	Obnovljivi izvori/Renewable resources	Meso, riba i meso peradi/ Meat, fish and poultry products
C-Airlaid Podmetač/Pad	Laminat s polietilenom/ Polyethylene-laminated	Smrznuto i ohlađeno meso i njihovi djelomično kuhani proizvodi/ Frozen and chilled meat, fish and their semi- cooked products
MeatGuard Podmetač/Pad	-	Sirovo meso Raw meat

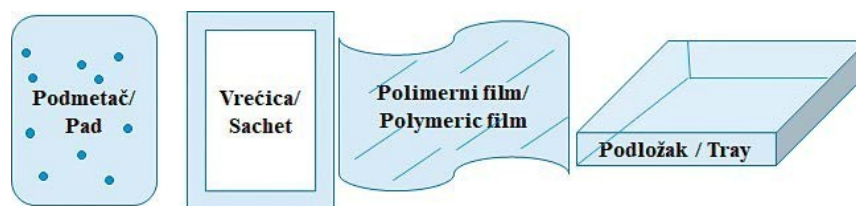
intenzivno se radi na razvoju novih apsorbirajućih materijala u obliku polimernih filmova.

U novije vrijeme istraživanja su usmjerena na proučavanje mehanizma djelovanja organskih i anorganskih apsorbera vlage (Wilson 2017.). Za razvijanje profitabilnih tehnoloških rješenja potrebno je pored tehničkih čimbenika (kao npr. moć i brzina apsorpcije, mehanizmi aktivacije, kraj reakcije (apsorpcije), moguće interakcije ili reakcije sa ostalim metodama pakiranja i prehrambenim proizvodom) voditi računa i o zakonskoj regulativi i marketinškim značajkama (npr. sigurnost hrane, cijena i prihvatljivost od strane potrošača). Apsorberi vlage sastavljeni su od takvih materijala koji fizički apsorbiraju i zadržavaju molekule vode iz okolnog medija, dok za razliku od njih, sakupljači vlage upijaju vodu putem kemijske reakcije između dva funkcionalna materijala. Sredstva za sušenje apsorbiraju vlagu iz okoline putem fizičke i kemijske adsorpcije i na taj način smanjuje RH u zračnom prostoru pakovine. Silika gel je primjer fizič-

ke adsorpcije vlage dok je sorpcija kod kalcijeva klorida primjer kemijske reakcije. Općenito, apsorberi vlage su najveću primjenu našli baš u primjeni pakiranja prehrambenih proizvoda.

Oblici apsorbera vlage

Apsorbirajući materijali upijaju vlagu i slobodnu vodu unutar pakovine što rezultira smanjenjem relativne vlage do trenutka prestanka kondenzacije. Količina apsorbirane vode unutar zatvorene ambalaže može ovisiti o: a) vrsti i volumenu apsorbirajućeg materijala, b) jačini veze koje stvaraju molekule vode sa određenim spojem, c) o količini vode koju je materijal već apsorbirao, kao i o temperaturi (Ozdemir i Floros 2004.; Bovi i Mahajan 2017.; Gaikwad i sur., 2019.; Zhang i sur., 2020.). Kod pakiranja prehrambenih proizvoda sa visokim aktivitetom vode treba uzeti u obzir kapacitet apsorbera vlage za odgovarajući proizvod u svrhu postizanja željenog roka trajnosti. Komercijalno korišteni oblici apsorbera vlage kod pakiranja prehrambenih proizvoda su vrećice, podmetači, podlošci koji



Slika 1. Različiti oblici apsorbira vlage za pakiranje hrane

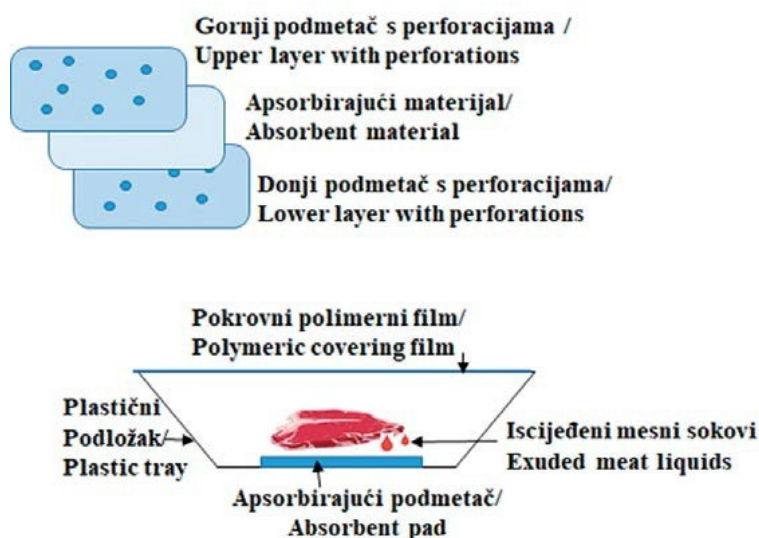
Figure 1 Different forms of moisture absorbers for food packaging applications

reguliraju vlažnost i polimerni filmovi (Slika 1). Njihova primjena zakonski je regulirana Uredbom (EZ) 1935/2004. Također, prema znanstvenom mišljenju Europske agencije za sigurnost hrane (European Food Safety Authority, EFSA), materijali na bazi natrijeve karboksimetil celuloze i bentonita ne predstavljaju zdravstveni rizik za potrošača ukoliko se upotrebljavaju kao apsorbira vlage i oslobođenih sokova iz hrane, dok se neki materijali, kao što je aluminijev kalijev sulfat dodekahidrat, mogu primjenjivati u kombinaciji sa karboksimetil celulozom i bentonitom u količinama do 4% (m/m). U svakom slučaju, kapacitet apsorpcije se ne smije prekoračiti (EFSA, 2012.). Pored već navedenih komercijalno dostupnih apsorbira vlage (Tablica 2), interesantno je spomenuti i Showa Denko KK (Tokyo, Japan), plastični film od propilen glikola i poli(vinil alkohola), posebno dizajniran za produženje trajnosti svježeg mesa; te Nor[®] Absorbite (Nordenia International AG), fleksibilan film koji apsorbira višak mesnog/ribljeg soka tijekom zagrijavanja u mikrovalnoj pećnici. Na Slici 2 prikazan je tipični sustav pakiranja sa apsorbirajućim podme-

tačima. Komercijalno primijenjeni sustavi apsorbirajućih vrećica, i podlošci oblikovani su tako da ne utječu na vanjsku strukturu ambalažnih materijala.

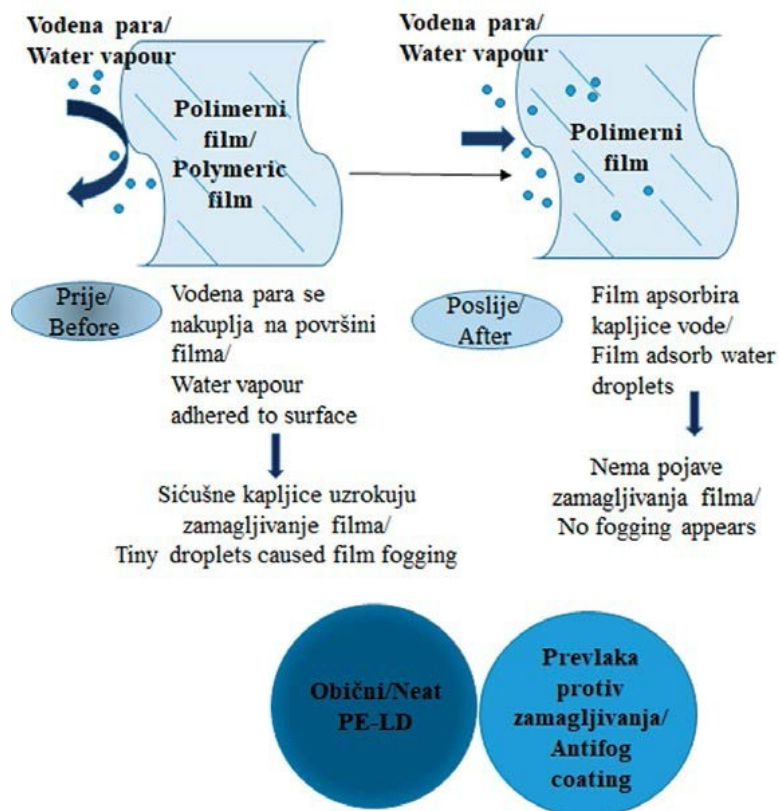
Filmovi protiv zamagljivanja ambalaže

Polimerni filmovi protiv zamagljivanja sprečavaju stvaranje magle s unutarnje strane ambalaže kao što je to kod npr. svježeg mesa i ribe (Galić 2012.). Takvi filmovi isto tako omogućuju potrošaču jasan pogled na prehrambeni proizvod. Primjena filmova protiv zamagljivanja isto tako je važna i kod smrznutih proizvoda (Hu i sur., 2018.). Materijali protiv zamagljivanja su uglavnom površinski aktivna sredstva sastavljena od dva dijela: hidrofilnog i lipofilnog. Primjeri takvih materijala su: esteri glicerola i masnih kiselina, esteri poliglicerola i masnih kiselina, esteri polietilen glikola i masnih kiselina, alkilni eter polietilen glikola, etoksilirani alkilni fenol i drugi (Osswald i sur., 2006.). Nakon što je sredstvo protiv zamagljivanja ugrađeno u polimernu matricu, ono migrira iz matrice na površinu filma smanjujući međufaznu napetost polimera i vodenih kapljica. Tako je razvijen višeslojni



Slika 2. Shematski prikaz sustava pakiranja sa apsorbirajućim podloščima za vlagu (Gaikwad i sur., 2019.)

Figure 2 Schematic view of the food packaging system with moisture absorbent pad (Gaikwad et al., 2019)



Slika 3. Netretirani polietilen niske gustoće (PE-LD) i film sa prevlakom od pululana protiv zamagljivanja nakon tjedan dana uklanjanja iz hladnjaka (Introzzi i sur., 2012.; Gaikwad i sur., 2019.)

Figure 3 Untreated low density polyethylene (PE-LD) and pullulan-coated antifogging film after removal from the refrigerator (Introzzi et al., 2012; Gaikwad et al., 2019)

film protiv zamagljivanja koristeći kitozan modificiran akrilamidom i alginat aldehydom (Hu i sur., 2018.). Svojstvo filma protiv zamagljivanja uvjetovano je debljinom filma koji potiče od hidrofilnog karaktera dvaju polisaharida i sposobnosti filma da apsorbira kapljice vode. Rezultati su pokazali da šesteroslojni film ima bolji učinak od troslojnog filma. Filmovi mogu uspostaviti izvornu prozirnost materijala i zadržati sposobnost ne-zamagljivanja. Također su razvijeni i filmovi protiv zamagljivanja dobiveni iz polimera isosorbidne epoksidne smole koji ima dobro svojstvo upijanja vode, reguliranog debljinom filma (Park i sur., 2016.).

Većina polimernih filmova korištenih u sprečavanju zamagljivanja su izrađeni od polietilena (PE), poli(etilen-tereftalata) (PET), etilen/vinil-alkohola (EVOH), poli(vinil-klorida) (PVC) i polipropilena (PP). Neka od komercijalno dostupnih i primjenjivih sredstava protiv zamagljivanja u prehrambenoj industriji su: Atmer™ antifog (Croda Polymer Additives, USA); Vistex® (FSI Coating Technologies, Inc., USA); WeeTect (WeeTect, Shanghai, China). No njihova primjena u pakiranju hrane ima

i ograničenja. Važni čimbenici o kojima treba voditi računa su: (i) stabilnost filma tijekom proizvodnje i njegov utjecaj na ostala svojstva filma (posebno mehanička i barijerna svojstva); (ii) izbor materijala protiv zamagljivanja i njegova kompatibilnost sa odabranim polimernim matriksom. Očekuje se da će se u budućnosti poklanjati više pažnje primjeni filmovima protiv zamagljivanja namijenjenih pakiranju prehrambenih proizvoda.

Superapsorbirajući polimeri (SAP)

Superapsorbirajući polimeri (SAP) su poznatiji kao hidrogelovi ili superporozni hidrogelovi koji predstavljaju još jednu izuzetnu kategoriju desikanta (sredstva za isušivanje). SAP je polielektrolitna mreža koja apsorbira velike količine vode obično više od tradicionalnog upijajućeg materijala (Meshram i sur., 2020.). Samo jedan gram hidrogela sposoban je upiti više od 4000 g vode u roku od 200 minuta pri čemu se u prvih 12 minuta upije polovica navedene količine (Delgado i sur., 2009.; Sangseethong i sur., 2018.). Za pripremu SAP materijala koriste se razni monomeri, i to uglavnom

akrili. Primjeri takvih spojeva su akrilna kiselina i njene natrijeve ili kalijeve soli, te akrilamid (Zohuriaan-Mehr i Kabiri 2008.; Ge i Wang 2014.; Zhang i sur., 2020.). U mesnoj industriji koriste se apsorberi za uklanjanje mesnog soka sastavljeni od dva sloja mikroporoznog polimera kao što su PE ili PP u sendviču sa SAP materijalom u obliku pokretljivih granula (Kerry i sur., 2006.; Biji i sur., 2015.). Superapsorbirajući polimeri kao što su karboksimetil celuloza i poliakrilatne soli imaju zadovoljavajuću moć upijanja vlage. Apsorbirajući podmetači izrađeni od navedenih polimera su uglavnom postavljeni ispod samog svježeg mesa i ribe kako bi upila potrošaču neprivlačni izlučeni sok iz proizvoda. Za distribuciju plodova mora u hladnom lancu koriste se podmetači velikih dimenzija.

Novija istraživanja usmjerena su i na razvoj ekološki prihvatljivih superapsorbirajućih materijala. Primjerice, Alvarez-Castillo i sur., (2019.) su razvili „zeleni superapsorbirajući materijal“, pripremljen od proteina svinjske plazme kao nusprodukta mesne industrije, koji ima značajni potencijal apsorpcije vode.

Istraživanja primjene *N-halamina*, kao antimikrobnog spoja koji se nanosi na apsorbirajuće podmetače su pokazala da dolazi do smanjenja ukupnog broja aerobnih bakterija (*Pseudomonas* spp.) i to ispod granice detekcije (Ren i sur., 2018.) kod upakiranog mesa govedine.

Također su razvijeni i pH indikatori (Kim i sur., 2017.) koji sadrže apsorbirajuće materijale u obliku podmetača kako bi se pratila svježina pilećih prsa. Autor je koristio visokoupijajuće podmetače sastavljene od tri sloja gaza/superapsorbi-

rajući polimer (poliakrilamid)/gaza. Primijenjeni indikator je reagirao na promjene u pH vrijednosti, sadržaju hlapivih spojeva dušika, broju bakterija i promjenama boje na površini pilećih prsa.

Istraživanja su također napravljena primjenom apsorbirajućih podmetača sa nanočesticama iona srebra (4-9 nm), kao sredstava sa širokim spektrom antimikrobnih svojstava, dobivenih iz srebrova nitrata (Fernández i sur., 2009.). Učinkovitost apsorpcijske moći podložaka rezultirala je 40 %-tnim smanjenjem porasta ukupnih aerobnih mikroorganizama dok laktobacili mliječne kiseline (LAB) nisu bili uočeni.

Kao što je već napomenuto primjena ovakvih aktivnih materijala zakonski je regulirana (Uredba (EZ)1935/2004) i stoga tijekom primjene ne bi smjeli mijenjati sastav ili organoleptička svojstva hrane niti davati informacije o stanju hrane koji bi potrošače mogli dovesti u zabludu.

Umjesto zaključka

Primjena apsorbera vlage kod pakiranja mesa i ribe ima pozitivan učinak na rok trajnosti navedenih proizvoda. Kombinacijom apsorbera vlage i spojeva sa antimikrobnim djelovanjem moguće je utjecati ne samo na kvalitetu već i mikrobiološku sigurnost upakiranog proizvoda tijekom roka trajnosti. Istraživanja na ovom području, slično kao i na svim drugima, donose nova rješenja u unapređenju njihove primjene i naravno očekivano niže cijene koja je jedan od glavnih vodilja potrošača u njegovoj odluci da kupi dotični proizvod.

Literatura

- [1] Ahmed, I., H. Lin, L. Zou, A.L. Brody, Z. Li, I.M. Qazi, T.R. Pavase, L. Lv (2017): A comprehensive review on the application of active packaging technologies to muscle foods. *Food Control* 82, 163–178 <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2017.06.009>
- [2] Álvarez-Castillo, E., Bengoechea, C., Rodríguez, N., Guerrero, A. (2019): Development of green superabsorbent materials from a by-product of the meat industry. *Journal of Cleaner Production* 223, 651–661. doi:10.1016/j.jclepro.2019.03.055
- [3] Biji, K.B., C.N. Ravishankar, C.O. Mohan, T.K. Srinivasa Gopal (2015): Smart packaging systems for food applications: a review. *J Food Sci Technol* 52, 6125–6135 <https://doi.org/10.1007/s13197-015-1766-7>
- [4] Bovi, G.G., P.V. Mahajan, (2017): Regulation of Humidity in Fresh Produce Packaging. Reference Module in Food Science. <https://doi.org/10.1016/b978-0-08-100596-5.21895-7>
- [5] Castrica, M., Miraglia, D., Menchetti, L., Branciaro, R., Ranucci, D., Balzaretto, C.M. (2020): Antibacterial Effect of an Active Absorbent Pad on Fresh Beef Meat during the Shelf-Life: Preliminary Results. *Appl Sci* 10 (21) 7904. <https://doi.org/10.3390/app10217904>
- [6] Choi, H.Y., Y.S. Lee (2013): Characteristics of moisture-absorbing film impregnated with synthesized attapulgite with acrylamide and its effect on the quality of seasoned laver during storage. *J Food Eng* 116 (4) 829–839 <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2013.01.023>
- [7] Delgado, J.M.P.Q., M. Vázquez da Silva, R.O. Nasser, M.P. Gonçalves, C.T. Andrade (2009): Water Sorption Isotherms and Textural Properties of Biodegradable Starch-Based Superabsorbent Polymers. *Defect Diffus Forum* 283-286, 565–570. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/ddf.283-286.565>
- [8] EFSA (2012): EFSA Panel on food contact materials, enzymes, flavourings and processing aids (CEF); Scientific Opinion on the safety evaluation of the active substances sodium carboxy methyl cellulose, bentonite, aluminium potassium sulphate for use in active

- food contact materials. *EFSA Journal* 2012;10(10):2904. [9 pp.] doi:10.2903/j.efsa.2012.2904.
- [9] Fernández, A., E. Soriano, G. López-Carballo, P. Picouet, E. Lloret, R. Gavara, P. Hernández-Muñoz (2009): Preservation of aseptic conditions in absorbent pads by using silver nanotechnology. *Food Res Int* 42 (8) 1105-1112 <https://doi:10.1016/j.foodres.2009.05.009>
- [10] Gaikwad, K.K., S. Singh, A. Ajji (2019): Moisture absorbers for food packaging applications. *Environmental Chemistry Letters* 17, 609-628 <https://doi:10.1007/s10311-018-0810-z>
- [11] Gaikwad, K.K., S. Singh, Y.S. Lee (2017): A new pyrogallol coated oxygen scavenging film and their effect on oxidative stability of soybean oil under different storage conditions. *Food Sci Biotechnol* 26 (6) 1535-1543 <https://doi:10.1007/s10068-017-0232-x>
- [12] Galić, K. (2012): Plastic packaging for fish and seafood, *New Food* 15 (5) 15-18.
- [13] Galić, K., Kurek, M., Ščetar, M. (2019a): Utjecaj aktivnog i pametnog načina pakiranja na trajnost mesa, *Meso* 4 (21) 338-346.
- [14] Galić, K., Kurek, M., Ščetar, M. (2019b): Trajnost mesa pakiranog u modificiranoj atmosferi, *Meso* 3 (21) 236-241.
- [15] Ge, H., Wang, S. (2014): Thermal preparation of chitosan-acrylic acid superabsorbent: Optimization, characteristic and water absorbency. *Carbohydr Polym* 113, 296-303 doi:10.1016/j.carbpol.2014.06.078
- [16] Hu, B., L. Chen, S. Lan, P. Ren, S. Wu, X. Liu, X. Shi, H. Li, Y. Du, F. Ding (2018): Layer-by-Layer Assembly of Polysaccharide Films with Self-Healing and Antifogging Properties for Food Packaging Applications. *ACS Appl Nano Mater* 1 (7) 3733-3740. <https://doi:10.1021/acsnm.8b01009>
- [17] Introzzi, L., J.M. Fuentes-Alventosa, C.A. Cozzolino, S. Trabattoni, S. Tavazzi, C.L. Bianchi, A. Schiraldi, L. Piergiovanni, S.Farris (2012): "Wetting Enhancer" Pullulan Coating for Antifog Packaging Applications. *ACS Appl Mater Interfaces* 4 (7), 3692-3700 <https://doi:10.1021/am300784n>
- [18] Kerry, J. P., O'Grady, M. N., Hogan, S. A. (2006): Past, current and potential utilisation of active and intelligent packaging systems for meat and muscle-based products: A review. *Meat Science*, 74 (1) 113-130. doi:10.1016/j.meatsci.2006.04.024
- [19] Kim, D., S. Lee, K. Lee, S. Baek, J. Seo (2017): Development of a pH indicator composed of high moisture-absorbing materials for real-time monitoring of chicken breast freshness. *Food Sci Biotechnol* 26 (1) 37-42 <https://doi:10.1007/s10068-017-0005-6>
- [20] Meshram, I., Kanade, V., Nandanwar, N., Ingle, P. (2020): Super-Absorbent Polymer: A Review on the Characteristics and Application. *Int. j. adv. res. chem. sci.* 7 (5) 8-21. <https://doi.org/10.20431/2349-0403.0705002>
- [21] Mohan, C.O.A., Ravishankar, C.N. (2019): Active and Intelligent Packaging Systems-Application in Seafood. *World Journal of Aquaculture Research & Development* 1 (1003) 010-016.
- [22] Osswald, T.A., Baur, E., Brinkmann, S., Oberbach K., Schmachtenberg, E. (2006): *International plastics handbook*, Hanser Publishers, Munich, pp. 507-699, 708.
- [23] Ozdemir, M., J.D. Floros (2004): Active food packaging technologies. *Crit Rev Food Sci Nutr* 44,185-193 <https://doi.org/10.1080/10408690490441578>
- [24] Park, S., S. Park, D.H. Jang, H.S. Lee, C.H. Park (2016): Anti-fogging behavior of water-absorbing polymer films derived from isosorbide-based epoxy resin. *Mater Lett* 180, 81-84 <https://doi:10.1016/j.matlet.2016.05.114>
- [25] Ren, T., M. Qiao, T.-S. Huang, J. Weese, X. Ren (2018): Efficiency of N-halamine compound on reduction of microorganisms in absorbent food pads of raw beef. *Food Control* 84, 255-262 <https://doi:10.1016/j.foodcont.2017.08.006>
- [26] Rux, G., P.V. Mahajan, M. Linke, A. Pant, S. Sänglerlaub, O. J. Caleb, M. Geyer (2016): Humidity-Regulating Trays: Moisture Absorption Kinetics and Applications for Fresh Produce Packaging. *Food Bioprocess Technol* 9 (4) 709-716 <https://doi:10.1007/s11947-015-1671-0>
- [27] Sangseethong, K., Chatakanonda, P., Sriroth, K. (2018): Superabsorbent Hydrogels From Rice Starches With Different Amylose Contents. *Starch - Stärke* 1700244. doi:10.1002/star.201700244
- [28] 28. Tsironi, T.N., Taoukis, P.S. (2018): Current practice and innovations in fish packaging, *Journal of Aquatic Food Product Technology* 27(10), 1024-1047, DOI: 10.1080/10498850.2018.1532479
- [29] Uredba (EZ) 1935/2004 Europskog parlamenta i Vijeća od 27. listopada 2004. o materijalima i predmetima koji dolaze u dodir s hranom i stavljaju izvan snage direktiva 80/590/EEZ i 89/109/EEZ
- [30] Wilson, C. (2017): Influences of modified atmosphere packaging and drip absorbents on the quality, safety, and acceptability of fresh-cut cantaloupe. Master of Science, Michigan State University, East Lansing
- [31] Yildirim, S., B. Röcker, M. K. Pettersen, J. Nilsen-Nygaard, Z. Ayhan, R. Rutkaite, T. Radusin, P. Suminska, B. Marcos, V. Coma (2018): Active Packaging Applications for Food. *Compr Rev Food Sci Food Saf* 17 (1) 165-199 <https://doi:10.1111/1541-4337.12322>
- [32] Zhang, Q., Z. Wang, C. Zhang, R.E. Aluko, J. Yuan, X. Ju, R. He (2020): Structural and functional characterization of rice starch-based superabsorbent polymer materials. *Int J Biol Macromol* 153, 1291-1298 <https://doi:10.1016/j.ijbiomac.2019.10.264>
- [33] Zohuriaan-Mehr, M.J., K. Kabiri, (2008): Superabsorbent polymer materials: a review. *Iran Polym J* 17, 451-477.

Dostavljeno: 30.04.2021.

Prihvaćeno: 07.05.23021.

Application of moisture absorbers for meat and fish packaging

Abstract

Raw meat and fish naturally contain a high amount of water which is, due to the oxidation process and cellular damage, deliberated in the packaging container. The exuding liquids are a sign of undesirable meat characteristics from the customer's perception, resulting in non-purchasing this product. Furthermore, excess water supports the microbial growth, thus reducing stability and shelf-life of the packaged

meat. To overcome such effects and to achieve the acceptable and attractive appearance, absorbent pads are commonly used in the meat industry. Thus, an application of absorbent pad with the antimicrobial agent will result in good quality product and ensure its safety during the entire shelf-life.

Key words: moisture absorbers, packaging, meat, fish

Anwendung von Feuchtigkeitsabsorbent für Fleisch- und Fischverpackungen

Zusammenfassung

Rohes Fleisch und Fisch enthalten von Natur aus eine hohe Menge an Wasser, das aufgrund des Oxidationsprozesses und der Zellschädigung im Verpackungsbehälter abgesetzt wird. Die austretenden Flüssigkeiten sind in der Wahrnehmung des Kunden ein Zeichen für unerwünschte Eigenschaften des Fleisches, was zum Nichtkauf des Produktes führt. Darüber hinaus unterstützt überschüssiges Wasser das mikrobielle Wachstum und verringert so die Stabilität und Haltbarkeit des verpackten Fleisches. Um solche Effekte zu überwinden und ein akzeptables und attraktives Erscheinungsbild zu erreichen, werden in der Fleischindustrie üblicherweise saugfähige Pads verwendet. Die Anwendung von Saugeinlagen mit antimikrobiellem Wirkstoff führt zu einer guten Produktqualität und gewährleistet die Sicherheit des Produkts während der gesamten Haltbarkeitsdauer.

Schlüsselwörter: Feuchtigkeitsabsorber, Verpackung, Fleisch, Fisch

Aplicación de absorbentes de humedad para el envasado de carne y pescado

Resumen

La carne y el pescado frescos contienen de forma natural una gran cantidad de agua que, debido a los procesos de oxidación y al daño de la membrana celular después del corte, se libera en forma de jugo de carne en el producto envasado. El consumidor percibe el presente jugo de carne como una característica indeseable y, por lo tanto, rechaza comprar tal producto. Asimismo, el exceso de agua estimula el crecimiento microbiológico, reduciendo la estabilidad y durabilidad de la carne envasada. Para evitar este problema y lograr la apariencia aceptable y atractiva del producto, se utilizan almohadillas absorbentes de jugo de carne en el envasado de carne y pescado. El uso de almohadilla absorbente con el agente antimicrobiano da como resultado un producto de buena calidad y garantiza su seguridad durante su vida útil.

Palabras claves: absorbentes de humedad, envases, carne, pescado

Impiego dei pad assorbenti deumidificatori nelle confezioni di carne e di pesce

Riassunto

La carne ed il pesce freschi contengono naturalmente una gran quantità d'acqua che, a causa del processo d'ossidazione e del danneggiamento della membrana cellulare conseguente al taglio, viene rilasciata in forma di succhi nel prodotto confezionato. I succhi della carne e del pesce sono vissuti dal consumatore come una caratteristica indesiderata del prodotto, con conseguenze negative sugli acquisti. D'altro canto, un eccesso di liquidi stimola la crescita microbologica, il che riduce la stabilità e la durata della carne e del pesce confezionati. Per evitare questo problema e rendere più attraente l'aspetto del prodotto, nel confezionamento della carne e del pesce si impiegano i pad (cuscineti) che assorbono i succhi. L'impiego di pad assorbenti deumidificatori, unitamente ai composti con azione antimicrobica, dà vita ad un prodotto microbiologicamente idoneo e di buona qualità per tutto il tempo della sua durata.

Parole chiave: pad assorbenti deumidificatori, confezione, carne, pesce