

# Zaštitne prevlake na metalnoj ambalaži za hranu

Kata Galić<sup>1\*</sup>

## Sažetak

Metalni spremnici, pored stakla i papira, spadaju u tradicionalne ambalažne materijale. Zahvaljujući nizu dobrih svojstava (izdržljivost, nepropusnost, dobra barijerna svojstva i tako dalje), još uvijek imaju široku primjenu u pakiranju prehrambenih proizvoda. Nadalje, proizvodi u metalnoj ambalaži mogu zadržati izvorni okus i nutritivna svojstva kroz nekoliko godina. Zbog moguće interakcije s upakiranim sadržajem, unutarnja strana metalne ambalaže mora biti na odgovarajući način zaštićena. Iz tog se razloga unutarnja površina metalne ambalaže obično prekriva specijalnim lakovima (zaštitnim premazima). Vrsta, kvaliteta i količina nanesenog laka uvjetovana je primjenom, odnosno karakteristikama (agresivnosti) prehrambenog proizvoda. Kao i svi materijali i predmeti u dodiru s hranom, tako i zaštitne prevlake podliježu sigurnosnim zakonodavnim propisima te moraju zadovoljiti specifične kriterije, kao, primjerice, podnijeti rigorozne termičke uvjete (na primjer sterilizacija) proizvodnje hrane.

**Ključne riječi:** limenke, hrana, zaštitne prevlake

## Uvod

Metali koji se uglavnom koriste za pakiranje prehrambenih proizvoda su bijeli lim (čelik prevučeni kositrom, *tinplate*), kromirani lim (čelik prevučeni kromom, *Electrolytic Chromium Coated Steel* (ECCS) ili čelik bez kositra, *Tin Free Steel* (TFS)) i aluminij. Limenke koje se koriste za pakiranje hrane najčešće su prevučene zaštitnim prevlakama. Izuzetak predstavljaju nelakirane ili djelomično lakirane limenke (npr. samo poklopci), koje se koriste za pakiranje svijetlo obojenog voća (npr. ananas). Organske prevlake (lakovi) primjenjuju se kako na unutarnjoj (zaštita od interakcije metalne osnove i hrane), tako i na vanjskoj (zaštitni i marketinški učinak) površini metalne ambalaže. Novijim istraživanjima razvi-

jaju se i nove prevlake za ECCS materijale (Slika 1).

Ove prevlake su termoplastični slojevi poput poli(etilen-tereftalata), PET i polipropilena, PP, a nanose se u tankom sloju na ECCS osnovu. Prednosti su im što se lako oblikuju te ne dolazi do emisije otapala tijekom proizvodnje i korištenja (Boelen i sur., 2004.; Valdez Salas i sur., 2012.; Featherstone, 2015.; Selles i sur., 2021.).

Važno je napomenuti da ne postoji jedinstvena prevlaka koja je primjenjiva na limenke za sve vrste prehrambenih proizvoda jer ovisi, ne samo o agresivnosti proizvoda (Tablica 1), već i o nizu drugih čimbenika (Deshwal i Panjagari 2020.; Galić, 2020.).

<sup>1</sup> prof. emer. dr. sc. Kata Galić, Sveučilišta u Zagrebu Prehrambeno-biotehnološkog fakulteta

\* Autor za korespondenciju: [kata.galic@pbf.unizg.hr](mailto:kata.galic@pbf.unizg.hr)

	A	B	C	D
	Bijeli lim/ Tinplate	Čelik bez kositra/ Tin-free steel	Aluminij/ Aluminium	Čelik prekriven polimerom/ Polymer-coated steel
5	Lak/Lacquer			
4	Pasivacijski sloj/ Passivating layer	Lak/ Lacquer		
3	Prevlaka kositra/ Tin coating	Kromov oksid/ Chromium oxide	Lak/ Lacquer	Gornji sloj/ Top layer
2	Legura kositar-željezo/ Alloy tin-iron	Krom/ Chromium	Aluminijev oksid/ Aluminium oxide	Veziivni sloj/ Tie layer
1	Čelična osnova/ Base steel	Čelična osnova/ Base steel	Aluminijska legura/ Aluminium alloy	Čelična osnova/ Base steel
2	Legura kositar-željezo/ Alloy tin-iron	Krom/ Chromium	Aluminijev oksid/ Aluminium oxide	Veziivni sloj/ Tie layer
3	Prevlaka kositra/ Tin coating	Kromov oksid/ Chromium oxide	Lak/ Lacquer	Gornji sloj/ Top layer
4	Pasivacijski sloj/ Passivating layer	Lak/ Lacquer		
5	Lak/ Lacquer			

**Slika 1.** Razlike i glavni funkcionalni slojevi kod tradicionalnih (A, B, C) i novih (D) limenki za hranu  
**Figure 1** Differences and main functional layers of traditional (A, B, C) and novel (D) food cans

**Tablica 1.** Klasifikacija prehrambenih proizvoda prema korozivnosti (Valdez Salas i sur., 2012.)  
**Table 1** Classification of foods according to their corrosiveness (Valdez Salas et al., 2012)

Vrlo korozivni / High corrosivity pH 3-5; 1-3% soli / salt	Blago korozivni / Mild corrosivity pH 6-7; <1% soli / salt	Nekorozivni / Noncorrosive
Voćni citrusni sokovi / Citric fruit juices Džemovi i kiselo konzervirano voće ili topli umaci / Jams and acidic canned fruits or hot gravies Umaci i preljevi / Sauces and dressings Povrće i riba marinirani u salamuri / Vegetables and fish pickled in brines	Mliječni proizvodi / Dairy products Voćni sirupi / Fruit syrups Vino / Wine Gazirani slatki napitci / Carbonated sweet drinks Pivo / Beer Juhe / Soups Konzervirano meso / Canned meat	Mlijeko / Milk Meso / Meat Riba / Fish Ulje, mast / Oil, fat

### Zaštitni lakovi i prevlake

Najčešće prevlake koje se koriste na metalnoj ambalaži za pakiranje hrane uključuju epoksidne, fenolne, poliesterske, akrilne, vinilne i oleoresinske smole (Tablica 2). Prevlake sadrže

vaju različite aditive (sredstva otporna na abraziju i grebanje, sredstva protiv pjenjenja, adhezive, pigmente i dr.), kojima se poboljšavaju svojstva dotične prevlake.

**Tablica 2.** Vrste, primjena i toksičnost prevlaka na metalnoj ambalaži (Hernandez i Giacin, 1998.; Featherstone 2015.; Geueke 2016.; Lestido-Cardama i sur., 2022.)

**Table 2** Types, application and toxicity of internal can coatings (Hernandez and Giacin, 1998; Featherstone 2015; Geueke 2016; Lestido-Cardama et al., 2022)

Vrsta prevlake / Coating type	Primjena / Applications	Toksičnost / Toxicity
Vinilne / Vinyl	Limenke sa premazom cinkova oksida ili metalnog aluminijeva praha, za sprečavanje obojanosti uzrokovane sumpornim spojevima, prisutnim u mesu, ribi i povrću / Cans coated with zinc oxide or metallic aluminium powder to prevent sulphide staining with meat, fish and vegetables	Toksičnost se povezuje s toksičnošću epoksidnih smola (BPA, BADGE) / The toxicity is related to the toxicity of epoxy resins (BPA, BADGE)
Vinil organosolne / Vinyl organosol	Vučene limenke, lako otvarajući poklopci / Drawn cans, easy-open ends	
Fenolne / Phenolic	Koriste se kao umreživači s drugim smolama. Glavna primjena je u limenkama za ribu i meso / Resins are used as crosslinkers with other resins. The main applications are canned fish and meat	Uočeno je da komponente rezola pokazuju estrogenu aktivnost / It was shown that components of resole exhibit estrogenic activity
Epoksi / Epoxy	Široki raspon upakirane hrane i pića (npr. meso, riba, sokovi itd.) / Wide range of foods and beverages (e.g. meats, fish juices, etc.).	BPA: endokrini disruptor; pokazuje reproduktivnu toksičnost, genotoksičnost, citotoksičnost, mutagenost i kancerogenost. BADGE: endokrini disruptor; pokazuje genotoksičnost, mutagenost, citotoksičnost / BPA: endocrine disruptor; exhibits reproductive toxicity, genotoxicity, cytotoxicity, mutagenicity, carcinogenicity. BADGE: endocrine disruptor; exhibit genotoxicity, mutagenicity, cytotoxicity
Poliesterske / Polyester	Meso, riba i povrće / Meat, fish and vegetables	Ekstrakti poliesterskih lakova mogu pokazati citotoksičnost / Polyester can coatings extracts can present cytotoxicity
Oleoresinske / Oleoresinus	Ograničena upotreba. Voćni napitci, voće i povrće / Limited uses. Fruit drinks, fruit and vegetables	Studije su pokazale relativno nisku toksičnost polimera dobivenih iz prirodnih izvora / Studies have in general reported low toxicity of polymers obtained from natural oils
Akrilne / Acrylic	Univerzalni lak za limenke za pivo i napitke / Universal lacquer for beer and beverage cans	Studije su pokazale da monomer etilakrilat, koji se koristi u proizvodnji akrilnih smola, nije genotoksičan / Studies have shown that the monomer ethylacrylate used in the manufacture of acrylic resins is nongenotoxic

BPA – bisfenol A/ bisphenol A; BADGE – bisfenol A diglicidil eter / bisphenol A diglycidyl ether

Prevlake na bazi epoksi smole, iako danas najzastupljenije na tržištu, pokušavaju se sve više zamijeniti s lakovima bez prisutnog bisfenol A (BPA, 4,4'-izopropilidendifenol) zbog njegovih toksikoloških svojstava (Zhang i sur., 2020.;

Lin i sur., 2022.; Lestido-Cardama i sur., 2022.) i primjene novih propisa (Uredba Komisije EU 2024/3190). Kao alternativa tim prevlakama započelo se s primjenom akrilnih i poliesterskih, zatim poliolefinskih i epoksi prevlake bez BPA.

Većina ovih prevlaka znatno su skuplje od epoksi prevlaka i još uvijek ne posjeduju sve karakteristike (stabilnost i univerzalna primjena) koje odlikuju epoksi prevlake. Iako navedena Uredba EU nameće zabranu BPA u materijalima u kontaktu s hranom, ona također omogućava i vremenske rokove kako bi se proizvođačima omogućila prilagodba u zamjeni postojećih prevlaka, kao, na primjer, u slučaju ambalaže za konzerviranje voća, povrća i prerađenih ribljih proizvoda, gdje se navodi rok 20. siječnja 2028.

**Epoksidne** prevlake počele su se primjenjivati 1950-ih godina i to na aluminijskim i limenkama na bazi čelika. Njihova stabilnost, zaštitna funkcija i tehničke karakteristike omogućili su njihovu široko primjenu. Većina epoksidnih prevlaka sintetizira se iz bisfenola A i epiklorohidrina, iz kojih nastaju epoksidne smole bisfenola A-diglicidil etera. **Oleoresinske** prevlake prve su korištene prevlake, a predstavljaju mješavinu ulja i smola izoliranih iz biljaka. Karakterizira ih fleksibilnost i lakoća primjene, no slabo prijanjaju na metalnu podlogu te mogu mijenjati organoleptička svojstva hrane. **Vinilne** se prevlake sintetiziraju iz vinil klorida i vinil acetata. Vrlo su fleksibilne i stabilne u kiselom i lužnatom mediju, ali slabo prijanjaju na metalnu podlogu te nisu otporne na visoke temperature. Obavezno im se dodaju plastifikatori i stabilizatori te se često miješaju sa drugim smolama. **Vinil-organosolne** prevlake dobivaju se iz suspenzija smola u organskom otapalu. Organosoli u usporedbi s vinilnim prevlakama pružaju bolju kemijsku otpornost, toplinsku stabilnost i adhezivnost.

**Fenolne** prevlake sastoje se od fenola i aldehida. Izrazito su otporne na koroziju i štite limenke od obojenosti uzrokovane sumpornim spojevima u hrani. Loša svojstva su im nedovoljna fleksibilnost i adhezija na metal, te mogu mijenjati okus i miris nekih proizvoda. Otpornost im se povećava umrežavanjem s drugim smolama (npr. epoksidnim). **Akrilne** se smole uglavnom sintetiziraju iz etilakrilata. Posjeduju otpornost na koroziju i obojanost uzrokovanu sumpornim spojevima. Krhke (lomljive) su, što je loše svojstvo tijekom proizvodnje. Mogu mijenjati organoleptička svojstva hrane, stoga se najčešće koriste kao vanjske prevlake. Za **poliesterske** prevlake koriste se najčešće izoftalna i tereftalna kiselina. Iako se obrađuju tijekom proizvodnog procesa i dobro prijanjaju na metalnu površinu. Nisu stabilne u kiselim uvjetima i

imaju lošu otpornost na koroziju. Kao alternativa koriste se prevlake od poli(etilen-tereftalata), za prevlačenje limenki za pića. **Poliolefinne** prevlake na bazi su dispergiranih poliolefina, a na tržištu se pojavljuju u novije vrijeme. Proizvođači navode da poliolefinne prevlake posjeduju otpornost na koroziju, adhezivnost i fleksibilnost te da nemaju negativan utjecaj na okus i miris hrane (Britton, 1975.; Hernandez i Giacini, 1998.; Featherstone, 2015.; Geueke, 2016.; Lestido-Cardama i sur., 2022.).

Unutarnji lak sprečava interakciju limenke sa sadržajem, koja može rezultirati različitim učincima poput korozije i obojenosti površine limenke. Pojavu korozije s unutarnje strane limenke uzrokuje niz čimbenika (Deshwal i Panjagari 2020.; Featherstone 2015.), poput:

- Kiselost proizvoda, vrsta i omjer prisutnih organskih kiselina.
- Akceleratori korozije prisutni u hrani: crveni pigmenti (antocijanini), spojevi sa sumporom, ioni bakra, nitrati, fosfati, sintetske boje.
- Temperatura i trajanje skladištenja.
- Prisutnost kisika u zračnom prostoru (*head-space*) limenke.
- Brzina hlađenja konzerviranih proizvoda nakon sterilizacije.
- Vrsta i karakteristike metalnog materijala (bijeli lim, kromirani lim, aluminij).
- Vrsta i nanos unutarnjeg laka

Vanjski lak štiti limenku od korozivnih uvjeta koji vladaju u okolišu tijekom procesiranja i/ili skladištenja. Vanjski lak služi i za dekorativni učinak te pomaže u promociji proizvoda. Vanjska korozija na limenkama može se pojaviti tijekom procesiranja (korozivnost vode), neadekvatnih uvjeta skladištenja ili transporta.

Otapanjem kositra (*detinning*) iz prevlake bijelog lima dolazi do izloženosti čelične osnove pogodne za nastanak korozije. Otapanje kositra može uzrokovati lužnatost vode u sterilizatoru ili ispiranje limenki lužnatom vodom, ili kontaktom limenki sa korozivnim dijelovima opreme. Navedene reakcije dovode do promjene boje površine (*staining*) limenke. Nadalje, prisutnost sadržaja limenke s vanjske strane (nakon neadekvatnog pranja limenke nakon procesa zatvaranja) predstavlja mjesta pogodna za razvoj korozije i pojavu hrđe (Featherstone, 2015.).

Iz svega navedenoga očito je da metalnu ambalažu karakterizira niz dobrih svojstava u

usporedbi s nekim drugim ambalažnim materijalima:

- Održava svoj oblik i funkcionalnost dulje vrijeme, što metalnu ambalažu čini idealnom za dugotrajno skladištenje.
- Za razliku od nekih vrsta plastike, metal se ne oštećuje lako, što je ključno kod pakiranja opasnih ili osjetljivih proizvoda.
- Metalna ambalaža pruža izvrsnu barijeru protiv vanjskih elemenata (kisika, vlage, svjetlosti, UV zračenja, bakterija, insekata), koji bi mogli ugroziti kvalitetu upakiranog proizvoda.
- Metali poput aluminijska i čelika mogu se neograničeno reciklirati bez gubitka svojih svojstava.
- Metalni spremnici imaju najvišu stopu recikliranja, što smanjuje takav otpad na odlagalištima.
- Recikliranje metala zahtijeva znatno manje energije nego proizvodnja novog metala iz polaznih sirovina.
- Metalna ambalaža može izdržati visoke temperature, što je čini idealnom za termički obrađenu hranu i industrijsku primjenu. Metal ostaje stabilan u uvjetima smrzavanja, što ga čini prikladnim za rashlađene i smrznute proizvode.
- Moguća oštećenja kod limenki lako su uočljiva, što omogućuje potrošačima brzo odlučivanje o kupovini ispravnog proizvoda te sigurnosti da nije došlo do neovlaštenog otvaranja ambalaže (*tamper evident*).
- Metalni spremnici imaju atraktivan izgled, što ih čini popularnim izborom za pakiranje luksuznih i visoko kvalitetnih proizvoda.

Nedostaci koje se pripisuju metalnoj ambalaži obuhvaćaju:

- Viši troškovi proizvodnje u usporedbi npr. s plastičnom ili papirnatom ambalažom.
- Metal je teži od plastike, što dovodi do povećanih troškova prijevoza i logističkih izazova (npr. rukovanje, zauzimanje skladišnog prostora).
- Iako je metal izdržljiv materijal, nije otporan na koroziju i hrđu, posebno u određenim uvjetima (npr. izloženost vlazi).
- Metalni spremnici ne mogu se lako komprimirati, presaviti ili promijeniti veličinu nakon proizvodnje.
- Izrada prilagođenih metalnih oblika zahtijeva dodatne alate i pripremu, što povećava vrijeme proizvodnje.
- Metalni poklopci mogu zahtijevati dodatni

pribor (npr. otvarač za konzerve) za pristup sadržaju.

- Za razliku od plastike ili stakla, metalna ambalaža ne omogućava potrošačima da vide upakirani proizvod prije kupnje.
- Limenke mogu imati oštre rubove prilikom otvaranja, što predstavlja manji sigurnosni rizik.

Smatra se da će se u razdoblju od 2025. do 2030. tržište lakova za limenke povećati za 42,9 %. Takav porast pripisuje se rastućoj potražnji za alternativnim lakovima bez prisutnog BPA i inovacijama u proizvodnji akrilnih formulacija na bazi vode i hibridnim sustavima smola. Daljnji porast od 57,1% očekuje se u razdoblju od 2030. do 2035., kao rezultat primjene specijaliziranih lakova za limenke, uključujući antimikrobne formulacije i poboljšanje sustava barijernih premaza prilagođenih specifičnim zahtjevima za očuvanje hrane. Rastući trend je i u primjeni održivih materijala za pakiranje i usklađenost s propisima koji će sve više potaknuti potražnju za ekološki prihvatljivim rješenjima (Anonymous, 2025.).

### Interakcija hrana-ambalaža

Pored migracije metalnih iona (kositar, željezo, aluminij, krom, kobalt, srebro, antimon, olovo, živa, kadmij, arsen, krom, mangan, nikal i dr.) iz metalne ambalaže (Barone i sur., 2015.; Kowalska i sur., 2020.), potrebno je voditi računa i o potencijalnim migrantima iz organskih prevlaka primijenjenim na limenkama (Lestido-Cardama i sur., 2022.; Benítez i sur., 2023.; Vázquez-Loureiro i sur., 2023; Gupta i sur., 2024; Seref i Cufaoğlu 2025). To uglavnom mogu biti komponente smola, sredstva za umrežavanje, aditivi, otapala itd., oligomeri, produkti reakcija ili iznereagirani spojevi u procesu polimerizacije (El Moussawi i sur., 2019.). Niz istraživanja proveden je na migraciji nepoželjnih toksičnih spojeva kao što su BPA (Tablica 3), BADGE i drugi derivati iz epoksi i drugih prevlaka (Lin i sur., 2022.; Vázquez-Loureiro i sur., 2023.; Seref i Cufaoğlu, 2025.).

Lin i sur. (2022.) odredili su najvišu vrijednost BPA (0,089 mg/kg) u konzervama škampe, koja je premašila specifični migracijski limit (SML) utvrđen zakonskim propisima (0,05 mg/kg) Europske unije (Uredba Komisije (EU) 2018/213). Vrijednosti ostalih spojeva poput BADGE i njegovih derivata bili su unutar njihovih SML vrijednosti.

**Tablica 3.** Koncentracija bisfenola A (BPA) određena u komercijalnim uzorcima hrane u metalnoj ambalaži  
**Table 3** Bisphenol A (BPA) concentration detected in commercially available foods in metal cans

Hrana u metalnoj ambalaži / Canned food	Koncentracija BPA / BPA Concentration	Literatura / Reference
Tuna u ulju / Tuna in oil	<LOQ-409 µg/kg	Gálvez-Ontiveros i sur./et al. (2021)
Kukuruz šećerac / Sweet corn	42,7 µg/kg	
Tuna / Tuna	2-23 µg/kg	Sajiki i sur./et al. (2006)
Piletina / Chicken	4 µg/kg	
Govedina / Beef	9-10 µg/kg	
Juha od rajčice / Tomato soup	48 µg/kg	
Gljive / Mushrooms	4 µg/kg	
Grah / Bean	85,08-1858,71 µg/kg	Sungur i sur./ et al., (2013)
Koncentrat rajčice / Tomato paste	21,86-109,71 µg/kg	
Tuna / Tuna	102,18-550,54 µg/kg	
Grašak / Peas	28,88-303,72 µg/kg	
Kukuruz / Corn	78,16-230,84 µg/kg	Geens i sur./et al., (2010)
Sok od naranče / Orange juice	3,96 µg/L	
Ledeni čaj / Iced tea	0,88 µg/L	
Crne masline / Black olives	21,4 µg/kg	
Inćun / Anchovy	0,9 µg/kg	
Kobasice / Sausages	26,7 µg/kg	

LOQ – granica kvantifikacije / limit of quantification

Uočeno je da se migracija navedenih spojeva povećava s porastom temperature skladištenja. S obzirom na toksičnost navedenih spojeva postavljena su i ograničenja na njihovu pojavnost u hrani (Uredba Komisije (EU) 2018/213). Pored specifičnih zakonskih propisa, na metalne ambalažne materijale primjenjuju se također i opći kriteriji EU, kojima se regulira kvaliteta materijala i predmeta koji dolaze u dodir s hranom (Uredba (EZ) 1935/2004 i Uredba o dobroj proizvođačkoj praksi (EZ) 2023/2006). Najnovijom uredbom (2024/3190) zabranjuje se upotreba bisfenol A u premazima na metalnoj ambalaži, a obuhvaća sedam kategorija materijala (ljepila, gume, ionsko-izmjenjivačke smole, plastike, tiskarske boje, silikone, lakove i premaze).

## Zaključak

Lakirane limenke predstavljaju visokobarijerni materijal i svestranu kompatibilnost s primjenom, što ih čini važnima za pakiranje pića, konzerviranje hrane i ostale primjene kojima pogoduje ovaj način pakiranja. Tehnologija primjene zaštitnih prevlaka kontinuirano slijedi nove trendove i sigurnosne postavke kako u proizvodnom procesu, tako i u sigurnosti potrošača. Značajan porast proizvodnje prevlaka za limenke omogućuje prehrambenoj industriji i proizvođačima ambalaže pristup ovim ključnim sustavima koji osiguravaju integritet proizvoda, a istovremeno zadovoljavaju potražnju industrije i potrošača za sigurnim materijalima u kontaktu s hranom.

## Literatura

- [1] Anonymous (2025): Can coating market size and share forecast outlook 2025 to 2035, <https://www.factmr.com/report/can-coatings-market>. Pristupljeno 04.03.2026.
- [2] Barone, C., L. Bolzoni, G. Caruso, A. Montanari, S. Parisi, I. Steinka (2015): *Food Packaging Hygiene*, Springer. doi: 10.1007/978-3-319-14827-4\_6
- [3] Benítez, J.J., M.C. Ramírez-Pozo, M.M. Durán-Barrantes, A. Heredia, G. Tedeschi, L. Ceseracciu, S. Guzman-Puyol, D. Marre-ro-López, A. Becci, A. Amato, J.A. Heredia-Guerrero (2023): Bio-based lacquers from industrially processed tomato pomace for sustainable metal food packaging. *J Clean Prod*, 386, 135836. doi:10.1016/j.jclepro.2022.135836
- [4] Boelen, B., H. den Hartog, H. van der Weijde (2004): Product performance of polymer coated packaging steel, study of the mechanism of defect growth in cans. *Prog Org Coat*, 50, 40–46. doi:10.1016/j.porgcoat.2003.09.011
- [5] Britton, S. C. (1975): *Tin Versus Corrosion*, I.T.R.I, Publication No. 510.
- [6] Deshwal, G. K., N. R., Panjagari (2020): Review on metal packaging: materials, forms, food applications, safety and recyclability. *J Food Sci Technol*, 57 (7) 2377–2392. doi:10.1007/s13197-019-04172-z
- [7] El Moussawi, S. N., Ouaini, R., Matta, J., Chébib, H., Cladière, M., V., Camel (2019): Simultaneous migration of bisphenol compounds and trace metals in canned vegetable food. *Food Chem*, 288, 228–238. doi:10.1016/j.foodchem.2019.02.116
- [8] Featherstone, S. (2015): Metal containers for canned foods. In: *A Complete Course in Canning and Related Processes*. Vol.2: Microbiology, Packaging, HACCP and Ingredients. Woodhead Publishing (14 edition). pp. 75–117. ISBN: 978-0-85709-678-4 doi:10.1016/b978-0-85709-678-4.00005-1
- [9] Galić, K. (2020): Barijerni ambalažni materijali za pakiranje mesa i mesnih preradevina, *Meso* 22 (2) 104–107.
- [10] Gálvez-Ontiveros, Y.; Moscoso-Ruiz, I.; Rodrigo, L.; Aguilera, M.; Rivas, A.; A. Zafra-Gómez (2021): Presence of Parabens and Bisphenols in Food Commonly Consumed in Spain. *Foods*, 10, 92. doi:10.3390/foods10010092
- [11] Geens, T., T. Z. Apfelbaum, L. Goeyens, H. Neels, A. Covaci (2010): Intake of Bisphenol A From Canned Beverages and Foods on the Belgian Market. *Food Addit Contam, Part A* 27, 11: 1627–1637. doi: 10.1080/19440049.2010.508183
- [12] Geueke, B. (2016): Dossier-Can coatings, *Food Packaging Forum*. doi:10.5281/zenodo.200633
- [13] Gupta, R.K., Pipliya, S., Karunanithi, S., Eswaran, U. G.M., Kumar, S., Mandliya, S., Srivastav, P.P., Suthar T., Shaikh, A.M., Harsányi, E., B., Kovács (2024): Migration of Chemical Compounds from Packaging Materials into Packaged Foods: Interaction, Mechanism, Assessment, and Regulations. *Foods*, 13, 3125. doi:10.3390/foods13193125
- [14] Hernandez, R.J., J.R., Giacín (1998): Factors affecting permeation, sorption, and migration processes in package-product systems. In: *Food Storage Stability*, Taub, I.A. and Singh R.P. (Eds), CRC Press, Boca Raton, FL, chapter 10.
- [15] Kowalska, G., Pankiewicz, U., R., Kowalski (2020): Determination of the level of selected elements in canned meat and fish and risk assessment for consumer healths. *J Anal Methods Chem*, Article ID 2148794, doi:10.1155/2020/2148794
- [16] Lestido-Cardama, A., Sendón, R., Bustos, J., Nieto, M.T., Paseiro-Losada, P., A., Rodríguez-Bernaldo de Quirós (2022): Food and beverage can coatings: A review on chemical analysis, migration, and risk assessment. *Compr Rev Food Sci Food Saf*, 21:3558–3611. doi: 10.1111/1541-4337.12976.
- [17] Lin, N., D. Ma, Z. Liu, X. Wang, L. Ma (2022): Migration of bisphenol A and its related compounds in canned seafood and dietary exposure estimation. *Food Qual Saf*, 6, 1–12. doi:10.1093/fqsafe/fyac006.
- [18] Sajiki, J., F. Miyamoto, H. Fukata, C. Mori, J. Yonekubo, K. Hayakawa (2006): Bisphenol A (BPA) and Its Source in Foods in Japanese Markets. *Food Addit Contam*, 24, 1: 103–112. doi:10.1080/02652030600936383
- [19] Selles, M.A., Schmid, S.R., Sanchez-Caballero, S., Ramezani M., E., Perez-Bernabeu (2021): Use of a Novel Polymer-Coated Steel as an Alternative to Traditional Can Manufacturing in the Food Industry. *Polymers*, 13, 222. doi:10.3390/polym13020222.
- [20] Seref, N., G., Cufaoglu (2025): Food packaging and chemical migration: A food safety perspective. *J Food Sci*, 90:e70265. doi:10.1111/1750-3841.70265
- [21] Sungur, Ş., M. Köroğlu, A. Özkan (2013): Determination of Bisphenol A migrating from canned food and beverages in markets. *Food Chem*, 142: 87–91. doi:10.1016/j.foodchem.2013.07.034.
- [22] Uredba (EZ) 1935/2004 Europskog parlamenta i Vijeća od 27. listopada 2004. o materijalima i predmetima koji dolaze u dodir s hranom i stavljanju izvan snage direktiva 80/590/EEZ i 89/109/EEZ.
- [23] Uredba Komisije (EU) 2018/213 od 12. veljače 2018. o uporabi bisfenola A u lakovima i premazima koji dolaze u dodir s hranom i o izmjeni Uredbe (EU) br. 10/2011 u pogledu uporabe te tvari u plastičnim materijalima koji dolaze u dodir s hranom (Tekst značajan za EGP).
- [24] Uredba Komisije (EU) 2024/3190 od 19. prosinca 2024. o uporabi bisfenola A (BPA) i drugih bisfenola i derivata bisfenola s usklađenim razvrstavanjem zbog posebnih opasnih svojstava u određenim materijalima i predmetima koji dolaze u dodir s hranom, o izmjeni Uredbe (EU) br. 10/2011 i stavljanju izvan snage Uredbe (EU) 2018/213.
- [25] Uredba Komisije (EZ) 2023/2006 od 22. prosinca 2006. o dobroj proizvođačkoj praksi za materijale i predmete koji dolaze u dodir s hranom (Tekst značajan za EGP).
- [26] Valdez Salas, B., Schorr Wiener, M., Stoytcheva, M., Zlatev, R., M., Carrillo Beltran (2012): *Corrosion in the Food Industry and Its Control, Food Industrial Processes - Methods and Equipment*, Dr. Benjamin Valdez (Ed.), ISBN: 978-953-307-905-9, InTech, Available from: <http://www.intechopen.com/books/food-industrial-processes-methods-and-equipment/corrosion-in-the-food-industry-and-its-control>
- [27] Vázquez-Loureiro, P., Lestido-Cardama, A., Sendón, R., Bustos, J., Cariou R., Paseiro- Losada, P., A., Rodríguez-Bernaldo de

- Quirós (2023): Investigation of migrants from can coatings: Occurrence in canned foodstuffs and exposure assessment. Food Packag Shelf Life, 40, 101183. doi:10.1016/j.fpsl.2023.101183
- [28] Zhang, N., J.B. Scarsella, T.G. Gartman (2020): Identification and quantitation studies of migrants from BPA alternative food-contact metal can coatings. Polymers, 12, 2846; doi:10.3390/polym12122846.

Dostavljeno/Received: 26.03.2026.

Prihvaćeno/Accepted: 22.04.2026.

## Protective coatings on metallic food packaging materials

### Abstract

Metal containers, along with glass and paper, are traditional packaging materials. Due to a number of good characteristics (durability, impermeability, good barrier properties etc.) they are still widely used in food packaging. Furthermore, canned food can retain their original taste and nutritional values for several years. Due to possible interaction with the packaged contents, the inside of metal packaging must be protected in an appropriate manner. For this reason, the inner surfaces of the packaging are usually covered with special varnishes (protective coatings). The type, quality and quantity of the varnish applied are determined by the application, i.e. the characteristics (aggressiveness) of the food product. Like all materials and articles in contact with food, protective coatings are subject to safety legislation and must meet specific criteria, such as withstand the rigorous thermal conditions (e.g. sterilization) of food production.

**Keywords:** cans, food, protective coatings

## Schutzbeschichtungen auf metallischen Lebensmittelverpackungsmaterialien

### Zusammenfassung

Metallbehälter gehören neben Glas und Papier zu den traditionellen Verpackungsmaterialien. Aufgrund einer Reihe vorteilhafter Eigenschaften (Langlebigkeit, Undurchlässigkeit, gute Barriereigenschaften usw.) werden sie nach wie vor häufig in der Lebensmittelverpackung eingesetzt. Darüber hinaus können Produkte in Metallbehältern ihren ursprünglichen Geschmack und ihre Nährwerte über mehrere Jahre hinweg bewahren. Aufgrund möglicher Wechselwirkungen mit dem verpackten Inhalt muss die Innenseite von Metallverpackungen in geeigneter Weise geschützt werden. Aus diesem Grund werden die Innenflächen der Verpackungen in der Regel mit speziellen Lacken (Schutzbeschichtungen) versehen. Art, Qualität und Menge des aufgetragenen Lacks richten sich nach der Anwendung, d. h. den Eigenschaften (Aggressivität) des Lebensmittels. Wie alle Materialien und Gegenstände, die mit Lebensmitteln in Kontakt kommen, unterliegen Schutzbeschichtungen den Sicherheitsvorschriften und müssen bestimmte Kriterien erfüllen, wie z. B. die Beständigkeit gegenüber den rauen thermischen Bedingungen (z. B. Sterilisation) in der Lebensmittelproduktion.

**Schlüsselwörter:** Dosen, Lebensmittel, Schutzbeschichtungen

## Recubrimientos protectores en materiales metálicos para envases alimentarios

### Resumen

Los envases metálicos, junto con el vidrio y el papel, constituyen materiales tradicionales de envasado. Gracias a una serie de propiedades favorables (resistencia mecánica, impermeabilidad y buenas propiedades de barrera, entre otras), siguen siendo ampliamente utilizados en la industria alimentaria. Además, los alimentos enlatados pueden conservar sus características organolépticas originales y su valor nutritivo durante varios años. Debido a la posible interacción entre el material del envase y el alimento, la superficie interna de los envases metálicos debe protegerse de manera adecuada. Por esta razón, las superficies interiores suelen recubrirse con barnices técnicos específicos (recubrimientos protectores). El tipo, la calidad y el espesor del recubrimiento aplicado dependen del uso previsto, es decir, de las características del producto alimenticio, especialmente de su grado de agresividad química. Al igual que todos los materiales y objetos destinados al contacto con alimentos, los recubrimientos protectores están sujetos a la legislación vigente en materia de seguridad alimentaria y deben cumplir criterios específicos, como la resistencia a condiciones térmicas rigurosas (por ejemplo, procesos de esterilización) durante la transformación industrial.

**Palabras claves:** envases metálicos, alimentos, recubrimientos protectores

## Rivestimenti protettivi sugli imballaggi metallici per alimenti

### Riassunto

I contenitori metallici, insieme al vetro e alla carta, rientrano tra i materiali tradizionali per l'imballaggio. Grazie a una serie di buone proprietà (resistenza, impermeabilità, buone proprietà barriera, ecc.), sono ancora ampiamente utilizzati nel confezionamento dei prodotti alimentari. Inoltre, i prodotti conservati in imballaggi metallici possono mantenere il sapore originale e le proprietà nutritive per diversi anni. A causa della possibile interazione con il contenuto confezionato, la superficie interna dell'imballaggio metallico deve essere adeguatamente protetta. Per questo motivo, la superficie interna viene solitamente rivestita con vernici speciali (rivestimenti protettivi). Il tipo, la qualità e la quantità di vernice applicata dipendono dall'uso previsto, ovvero dalle caratteristiche (aggressività) del prodotto alimentare. Come tutti i materiali e gli oggetti a contatto con gli alimenti, anche i rivestimenti protettivi sono soggetti a normative di sicurezza e devono soddisfare criteri specifici, come la resistenza a condizioni termiche rigorose (ad esempio la sterilizzazione) nei processi di produzione alimentare.

**Parole chiave:** lattine, alimenti, rivestimenti protettivi

Alimentaria  
FOODTECH

Transforming food processes at all levels