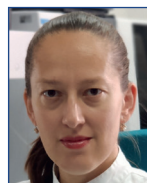


Sorbinska kiselina – aditiv s antimikrobnim djelovanjem u hrani životinjskog podrijetla



N. Kudumija*, A. Vulić, T. Lešić, L. Dergestin Bačun,
Z. Dugonjić Ođak i J. Pleadin

Sažetak

Sorbinska kiselina i njezine soli, kalijev i kalcijev sorbat prehrambeni su aditivi, odnosno konzervansi s antimikrobnim djelovanjem koji inhibicijski djeluju na plijesni i kvasce, ali i na neke bakterije. Sorbinska kiselina, zbog navedenih svojstava, ima široku primjenu u prehrambenoj industriji, a naročito za konzerviranje mliječnih proizvoda, slastičarskih i pekarskih proizvoda, majoneza, namaza, suhog voća, vina te za površinsku obradu prerađenih mesnih proizvoda. Mehanizam antimikrobnog djelovanja sorbata još nije u potpunosti istražen. Preporučeni dnevni unos sorbinske kiseline iznosi 25 mg/kg tjelesne mase te se smatra najmanje tosičnim konzervansom, iako u kombinaciji s drugim aditivima može stvarati spojeve štetne za zdravlje. Kako bi se utvrdilo moguće prekoračenja najveće dopuštene koli-

čine (NDK) sorbinske kiseline u proizvodima životinjskog podrijetla, tijekom petogodišnjeg razdoblja (2018. - 2022.) s hrvatskog tržišta prikupljeno je i analizirano 725 uzoraka, od čega 445 uzoraka mliječnih proizvoda i 280 uzoraka mesnih proizvoda. Od ukupnog broja uzoraka, sorbinska kiselina detektirana je u 37 uzoraka. Količina sorbinske kiseline u mesnim proizvodima kretala se u rasponu 6-73 mg/kg te u mliječnim proizvodima 6-797 mg/kg. U niti jednom od analiziranih uzoraka nije određena količina ovog aditiva veća od NDK definirane zakonodavstvom. Međutim, u cilju zaštite zdravlja potrošača nužna je daljnja sustavna kontrola ovog prehrambenih aditiva.

Ključne riječi: prehrambeni aditivi, sorbinska kiselina, sorbati, mliječni proizvodi, mesni proizvodi

Uvod

Sigurnost i zdravstvena ispravnost hrane jedno je od vodećih pitanja današnjice s javnozdravstvenog, ali i ekonomskog aspekta. Početkom 20. stoljeća, kada je utvrđeno da pojedine kemijske tvari inhibicijski utječu na rast mikroorgani-

zama, a time i na odživost prehrambenih proizvoda, započela je uporaba aditiva (Janssen, 1997.). Globalizacija, različiti suvremeni tehnološki procesi proizvodnje hrane s ciljem produljenja trajnosti, uz zadržavanje poželjnih organoleptičkih

Dr. sc. Nina KUDUMIJA*, znanstvena suradnica (dopisni autor, e-mail: kudumija@veinst.hr), dr. sc. Ana VULIĆ, viša znanstvena suradnica, dr. sc. Tina LEŠIĆ, poslijedoktorandica, Lidija DERGESTIN BAČUN, dipl. ing., viša stručna suradnica, dr. sc. Jelka PLEADIN, znanstvena savjetnica u trajnom izboru, redovita profesorica, Laboratorij za analitičku kemiju, Hrvatski veterinarski institut, Zagreb, Hrvatska; Zrinka DUGONJIĆ OĐAK, dr. med. vet., Ministarstvo poljoprivrede, Uprava za veterinarstvo i sigurnost hrane, Zagreb, Hrvatska

svojstva tijekom rukovanja i skladištenja, idu u prilog sve značajnijoj uporabi aditiva (Pleadin i sur., 2009., Perši i sur., 2010., Coban, 2020.). Prema Uredbi EZ 1333/2008 prehrambeni aditivi su tvari koje se obično ne troše kao hrana već se namjerno u tehnološke svrhe dodaju hrani. No, ukoliko su postigli svoj tehnološki učinak i nisu se razgradili, postaju jedna od sastavnica hrane. Na nivou Europske Unije aditivi se označavaju E-brojevnim sustavom, koji je ujedno potvrda njihove klasifikacijske i toksikološke evaluacije (EZ 1333/2008 i EZ 2018/98).

Sorbinska kiselina je mononezasićena masna kiselina (2,4-heksadienolna kiselina) za koju su prvom polovicom prošlog stoljeća utvrđena i antimikrobna svojstva. Sorbinska kiselina (E 200) i njezine soli kalij sorbat (E 202) i kalcij sorbat (E 203) su konzervansi koji imaju inhibitorna svojstva te djeluju na plijesni, uključujući i plijesni proizvođače mikotoksina (*Penicillium patulum*, *Penicillium roqueforti*, *Aspergillus flavus*) i neke bakterije iz rodova *Salmonelle*, *Clostridium* i *Staphylococcus* (Davidson i sur., 2002., Emerton i Choi, 2008.). Mehanizam antimikrobnog djelovanja sorbinske kiseline još nije u potpunosti razjašnjen, no pretpostavlja se da otapa stanične membrane mikroorganizama, prodira i zadržava se u stanicama te djeluje inhibitorno na enzime uključene u metabolizam (Davidson i sur., 2002.). Neutralan okus i miris važna je karakteristika sorbata, budući da njihov dodatak u proizvod dodatno ne utječe na senzorska svojstva (Bajčić i sur., 2021.).

Stabilnost sorbata u hrani ovisi o više faktora, a najznačajniji su: pH, aktivitet vode, koncentracija mikroorganizama, nutritivni sastav te prisustvo drugih aditiva (EFSA, 2019.). Sorbati se kao konzervansi koriste u različitim granama prehrambene industrije, naročito industriji mliječnih i slastičarskih proizvoda,

dijetalnih napitaka, dresinga za salate, majoneze, za površinsku obradu mesnih proizvoda (Davidson i sur., 2002.), suhog voća te u proizvodnji vina, budući da zastavljaju fermentacijske procese izazvane aktivnošću kvasaca (Pongsavee i Mishra, 2021.). Vrlo se često koriste i u kombinaciji s drugim konzervansima (Emerton i Choi, 2008.). Kovačević (2014.) navodi da u cilju sprječavanja prekomjerne pljesnivosti ovitka u tehnološkom procesu proizvodnje kulena, nakon mehaničkog uklanjanja plijesni, uzorak kulena treba tretirati uranjanjem ili raspršivanjem 5%-tnom vodenom otopinom kalijevog sorbata koji sprječava rast kvasaca i plijesni. Literaturni podatci navode da kalijev sorbat u kombinaciji s vakuum pakiranjem značajno utječe na produžetak roka trajanja proizvoda (Ačkar i Rot, 2019.).

Preporučeni dnevni unos za sorbinsku kiselinu iznosi 25 mg/kg tjelesne mase (EFSA 2015.). Smatra se da je sorbinska kiselina jedan od najmanje toksičnih antimikrobnih konzervansa koji se koriste u prehrambenoj industriji (Davidson i sur., 2002.). Istraživanja su pokazala da sorbati u kombinaciji s nitritima i askorbinskom kiselinom u gastrointestinalnom traktu mogu stvarati spojeve s karcinogenim potencijalom (Kraemer i sur., 2021.). Pongsavee i Mishra (2021.) navode da kalijev sorbat može prouzročiti kromosomske aberacije te da dogoročno izlaganje može negativno utjecati na zdravlje. Kitano i sur. (2002.), Hoang i Vu (2016.), Piper i Piper (2017.) ukazuju da kalijev sorbat u kombinaciji s askorbinskom kiselinom (vitamin C) u prisutnosti iona željeza utječe na mutagenost i oštećenje DNK. Zbog navedenih razloga nužna je sustavna kontrola prisutnosti ovog aditiva, čija uporaba treba biti tehnološki opravdana.

Ovaj rad daje pregled rezultata određivanja sadržaja sorbinske kiseline u proizvodima životinjskog podrijetla s hrvat-

skog tržišta tijekom petogodišnjeg razdoblja (2018. - 2022.) i usporedbu utvrđenih količina s najvećim dopuštenim količinama (NDK) definiranih zakonodavstvom.

Materijali i metode

Uzorci

Uzorkovanje finalnih proizvoda životinjskog podrijetla provedeno je u industrijama i supermarketima na tržištu Republike Hrvatske tijekom petogodišnjeg razdoblja od 2018. do 2022. godine. Uzorkovani finalni proizvodi pripadali su različitim vrstama, odnosno kategorijama mliječnih i mesnih proizvoda različitih domaćih i stranih proizvođača. Svaki uzorak nabavljen je u količini od minimalno 500 grama. Prikupljeno je ukupno 725 uzoraka, od čega 445 uzoraka mliječnih proizvoda i 280 uzoraka mesnih proizvoda.

Priprema uzoraka

Svi uzorci su pripremljeni prema normi HRN ISO 9231 Mlijeko i mliječni proizvodi - Određivanje udjela benzojeve i sorbinske kiseline (ISO 9231:2008). Fermentirani mliječni proizvodi homogenizirani su zagrijavanjem u vodenoj kupelji pri 40 °C uz lagano miješanje. Nakon homogenizacije, odvagano je 20 g ($\pm 0,1$ g) homogenog fermentiranog uzorka u odmjernu tikvicu od 100 mL. Nadalje, mesni proizvodi i ostale vrste mliječnih proizvoda homogenizirani su u laboratorijskom homogenizatoru (Grindomix GM 200, Retsch, Njemačka) te je 3 grama ($\pm 0,1$ g) proizvoda odvagano u odmjernu tikvicu od 100 mL uz dodatak 20 mL demineralizirane vode. Nakon toga, u sve uzorke dodano je 25 mL otopine natrij hidroksida (0,1 mol/L) te je odmijerna tikvica uronjena u ultrazvučnu kupelj (Sonorex, Bandelin, Njemačka) tijekom 15 minuta. Nakon ultrazvučne ekstrakcije

pH uzoraka podešen je na 8 ± 1 dodatkom sulaftne kiseline (0,5 mol/L). Slijedilo je dodavanje 2 mL otopine kalij heksanocijanoferat (II) i 2 mL otopine cink acetata uz mućkanje, kako bi se istaložile masti i bjelančevine. Nakon taloženja u uzorke je dodano oko 40 mL metanola; uzorci su hlađeni do sobne temperature te su nadopunjeni metanolom do oznake. Uzorci su potom filtrirani kroz filter papir (Crna vrpca, Machenerey-Nagel, Njemačka) te dodatno kroz filter od regenerirane celuloze veličine pora 0,45 μm (RC membrane, 0,45 μm , Phenomenex, Njemačka) direktno u vijalu.

Reagensi i standardi

Standard sorbinske kiseline visoke čistoće nabavljen je od tvrtke Supelco (Bellefonte, Pennsylvania, SAD); ultra čista voda elektrolitičke provodljivosti $\leq 0,05 \mu\text{S/cm}$ dobivena je uređajem Direct-Q 3 UV (Merck, Darmstadt, Njemačka). Metanol, kalij dihidrogen fosfat i kalij hidrogen fosfat trihidrat bili su visoke čistoće, a kalij-heksanocijanoferat (II) trihidrat, cink acetat, octena kiselina i sulfatna kiselina p.a. čistoće.

Instrumentalna analiza

Sorbinska kiselina analizirana je metodom tekućinske kromatografije ultra visoke djelotvornosti (UHPLC) s UV-Vis detekcijom. Tekućinski kromatograf sastojao se od kvaterne pumpe, odjeljka za kolonu, automatskog uzorkovača i UV-Vis detektora (1260 Infinity, Agilent Technologies Lake Forest, SAD). Analitička kolona bila je ZORBAX Eclipse Plus C18 dimenzija 2,1 x 50 m veličine čestica 1,8 μm (Agilent Technologies Lake Forest, SAD). Mobilna faza sastojala se od fosfatnog pufera pH=6,7 i metanola u omjeru 90/10. Analiza je provedena pri sobnoj temperaturi uz izokratni protok mobilne faze 0,3 mL/min, volumen injektiranja od 2 μL te valnu duljinu UV-Vis detektora

od 250 nm. Prema normi, kalibracijska krivulja sastojala se od dvije točke.

Verifikacija i validacija metode

Verifikacija metode provedla se dokazivanjem parametra istinitosti uz uporabu sirove kobasice kao referentnog materijala (DRRR-Proficiency testing, Kempen, Njemačka). Uzorak referentnog materijala analizirala su dva analitičara u 6 replika. Na temelju dobivenih rezultata izračunato je iskorištenje (%). U cilju validacije metode, limit detekcije (LOD) i limit kvantifikacije (LOQ) određeni su i izračunati prema *International Conference on Harmonisation* (ICH, 2014.). Linearnost metode provjerena je određivanjem koeficijenta korelacije kalibracijskog pravca.

Statistička obrada podataka

Statistička analiza provedena je primjenom računalnog programa *Statistica Ver. 7 software* (StatSoft Inc.,Tulsa, OK, SAD, 1994-2004). Za testiranje statistički značajnih razlika u količinama sorbinske kiseline korišten je ANOVA test na razini značajnosti $p=0,05$.

Rezultati i rasprava

Rezultati određivanja verifikacijskih i validacijskih parametara metode te usporednog testiranja određivanja sorbinske kiseline prikazani su u Tabeli 1. Metoda se s obzirom na dobivene vrijednosti verifikacijskih i validacijskih parametara te rezultate usporednog testiranja („z“ vrijednost), smatra prikladom za određivanje sorbinske kiseline u hrani životinjskog podrijetla.

Sorbinska kiselina detektirana je u 5,10 % uzoraka, a sadržaj sorbinske kiseline određen u proizvodima životinjskog podrijetla s hrvatskog tržišta prikazan je u Tabeli 2. Vidljivo je da su određene manje količine sorbinske kiseline u mesnim proizvodima u odnosu na mliječne proizvode, a kretale su se u rasponu od 6 do 73 mg/kg. U kategoriji mesnih proizvoda određena je i najniža frekvencija uzoraka sa sadržajem sorbinske kiseline većim od LOQ vrijednosti, a iznosila je 3,32 %. U skupini mliječnih proizvoda, sorbinska kiselina određena je u 6,29 % uzoraka, a količine su se kretale u rasponu od 6-797 mg/kg.

Tabela 1. Verifikacijski i validacijski parametri metode određivanja sorbinske kiseline

LOD (mg/kg)	LOQ (mg/kg)	Iskorištenje (%)	RSD (%)	R ²	„z“ vrijednost
0,43	1,30	99,69	1,56	0,999	0,02

Tabela 2. Sadržaj sorbinske kiseline u proizvodima životinjskog podrijetla s hrvatskog tržišta

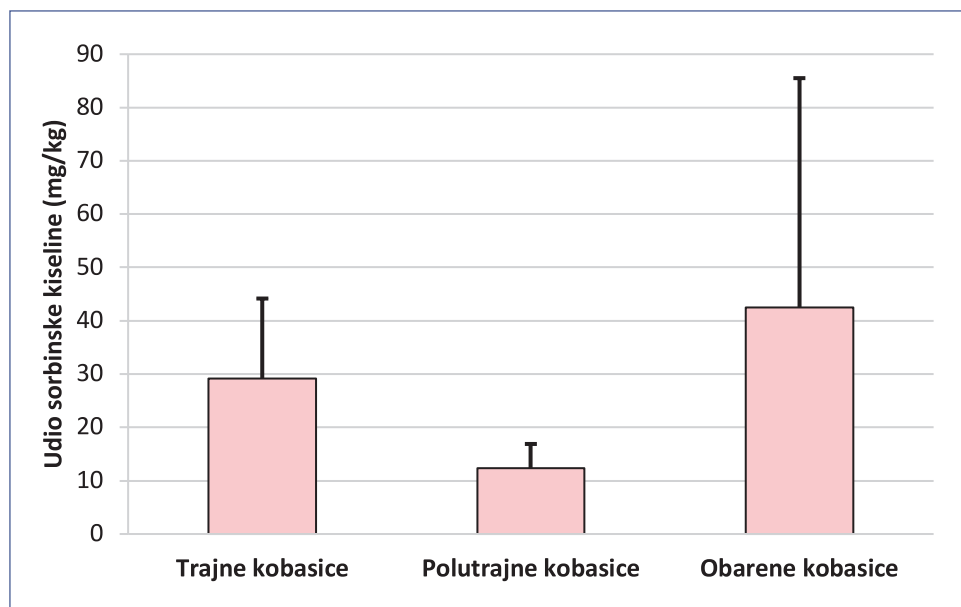
Proizvod	Broj analiziranih uzoraka	Broj pozitivnih uzoraka ¹	Frekvencija pozitivnih uzoraka (%)	Sorbinska kiselina ² (mg/kg)	SD	Min (mg/kg)	Max (mg/kg)
Mesni proizvodi	280	9	3,32	24,78	21,41	6	73
Mliječni proizvodi	445	28	6,29	173,481	266,49	6	797

¹uzorci sa sadržajem sorbinske kiseline većim od LOQ; ²srednja vrijednost rezultata većih od LOQ

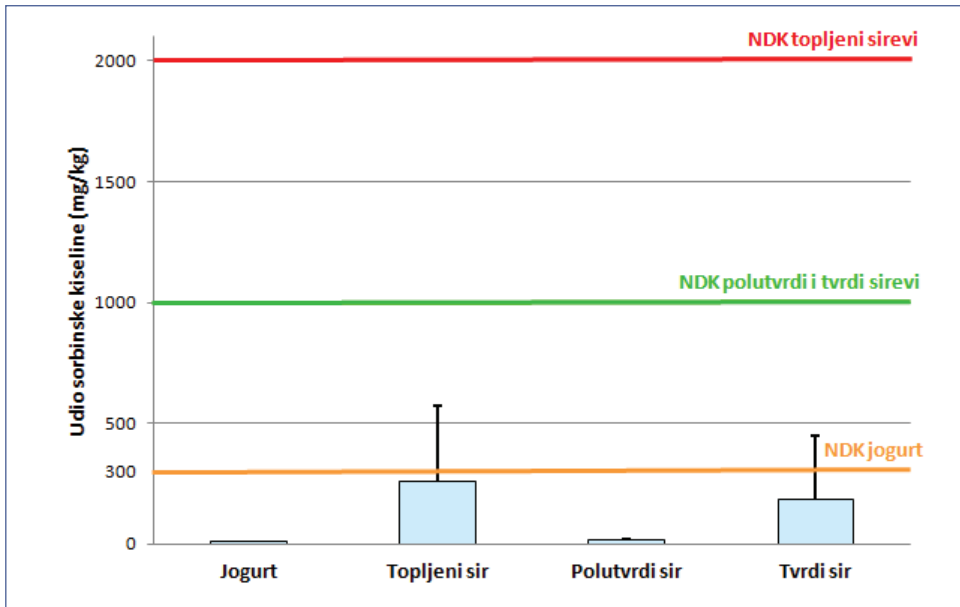
Sadržaj sorbinske kiseline u različitim kategorijama mesnih proizvoda prikazan je na slici 1. Polutrajne kobasice sadržavale su prosječno 12,38 mg/kg sorbinske kiseline, trajne kobasice 29,22 mg/kg i obarene kobasice 42,45 mg/kg. Između ovih kategorija proizvoda nije utvrđena statistički značajna razlika u sadržaju sorbinske kiseline ($p=0,271$).

Rezultati istraživanja sorbinske kiseline u mesnim i mliječnim proizvodima iz europskih zemalja nisu objavljuvana te time podatke iz ovog istraživanja sa njima nije moguće usporediti. U svijetu Hoang i Vu (2016.) detektirali su kalijev sorbat u 22 od 90 analiziranih uzoraka mesnih proizvoda te je 2,2 % analiziranih uzoraka sadržavalo količinu sorbata veću od NDK vrijednosti (1000 mg/kg) propisanu vijetnamskim zakonodavstvom. Količina sorbata u navedenom istraživanju kretala se u rasponu od 5,5-1814,0 mg/kg u kobasicama i 9,92-163,44 mg/kg

u šunkama, dok u paštetama sorbati nisu detektirani. Rezultati spomenutog istraživanja razlikuju se od naših i s obzirom na frekvenciju pozitivnih uzoraka (24,4 % vs. 3,32 %) i s obzirom na količinu sorbinske kiseline. Nadalje, u istraživanju koje su proveli Do i Choi (2001.), prosječna količina sorbinske kiseline u šunkama iznosila je 0,32 g/kg, a u kobasicama 0,44 g/kg te ni u jednom uzorku nije dektektirana količina veća od NDK (2,0 g/kg) propisana koreanskim zakonodavstvom. Količina sorbata u uzorcima mesnih proizvoda s brazilskog tržišta kretala se u rasponu od 54,0 - 440,4 mg/kg u kobasicama, 76,9 - 328,0 u hrenovkama te 378,7 - 976,4 mg/kg u mortadeli. Nadalje, u svakoj od analiziranih skupina mesnih proizvoda neke od detektiranih vrijednosti prelazile su NDK vrijednosti (200 mg/kg) propisane brazilskim zakonodavstvom (Mesquita i sur., 2018.).



Slika 1. Srednje vrijednosti sadržaja sorbinske kiseline u mesnim proizvodima s hrvatskog tržišta



Slika 2. Srednje vrijednosti sadržaja sorbinske kiseline u mliječnim proizvodima s hrvatskog tržišta sa prikazanim NDK vrijednostima

Europsko zakonodavstvo ne propisuje NDK vrijednosti za sorbinsku kiselinu za mesne proizvode, osim za paštete i aspik. Općenito, uporaba sorbinske kiseline u mesnoj industriji vrlo je ograničena te se ista ne koristi za tretiranje neprerađenog mesa, a primjenjuje se u toplinski obrađenom prerađenom mesu (paštete, aspik) u količini do 1000 mg/kg, za tretiranje crijeva i ovoja za mesne proizvode (do 1000 mg/kg) te u tretiranju vanjske površine suhomesnatih proizvoda u količini *quantum satis* (EZ 1333/2008 i EZ 2018/98).

Zbog dobrih antimikrobnih svojstava, u kombinaciji s rezistencijom na bakterije mliječne kiseline (Robach i Sofos, 1982., Mroueh, 2008.), u odnosu na mesnu industriju, značajnija je uporaba sorbata u mliječnoj industriji. Zbog same prirode tehnološkog procesa proizvodnje tvrdih sireva, tijekom dozrijevanja, a ovisno o relativnoj vlažnosti zraka, trajanju zre-

nja, higijenskim uvjetima u prostoriji, sir obrastaju plijesni te se primjenjuju fungicidni premazi na bazi sorbinske kiseline i njezinih soli (Kalit, 2015.). Slika 2. prikazuje srednje vrijednosti sadržaja sorbinske kiseline detektirane u pojedinim kategorijama mliječnih proizvoda.

Najniže srednje vrijednosti koncentracije sorbinske kiseline u mliječnim proizvodima određene su u jogurtu (10,50 mg/kg) i polutvrđim sirevima (14,33 mg/kg), dok su značajno veće određene u tvrdom siru (184,80 mg/kg), a posebice u topljenom siru (260,93 mg/kg). Udio sorbinske kiseline u jogurtu kretao se u rasponu od 7 do 14 mg/kg, u topljenim sirevima od 7 do 797 mg/kg, polutvrđim sirevima od 9 do 23 mg/kg, te u tvrdim sirevima od 6 do 605 mg/kg. Visoke koncentracije sorbinske kiseline u jogurtima, u rasponu od 89,3 do 3719,1 mg/kg i 26,33 do 186,0 mg/kg, navode Mroueh i sur. (2008.) i Koyuncu i Uylaster (2009.). Nadalje, Koyuncu i Uylaster

(2009.) su odredili koncentracije sorbinske kiseline u sirevima u rasponu od 2,09 do 393 mg/kg, a Özdemir i sur. (2020.) u rasponu 21,30-511,3 mg/kg. U ovom istraživanju, od svih analiziranih uzoraka životinjskog podrijetla, u topljenom siru određena je maksimalna koncentracija od 797 mg/kg sorbinske kiseline. Svi uzorci mliječnih proizvoda obuhvaćeni ovim istraživanjem udovoljavali su s obzirom na najveće dopuštene količine sorbinske kiseline, propisane zakonodavstvom (EZ 1129/2011 i EZ 2018/98).

Zaključak

Uporaba sorbinske kiseline te njezinih kalijevih i kalcijevih soli u proizvodima životinjskog podrijetla s hrvatskog tržišta najzastupljenija je u kategoriji topljenih i polutvrdih sireva. Sadržaj sorbinske kiseline u svim ispitivanim vrstama i kategorijama mliječnih i mesnih proizvoda iz ovog istraživanja nije prelazio najveću dopuštenu količinu definiranu zakonodavstvom. Zbog potencijalno štetnog učinka sorbinske kiseline, kao i sinergističkog djelovanja s drugim aditivima, nužna je sustavna kontrola ovog aditiva, uz primjenu validiranih analitičkih metoda, a s ciljem proizvodnje zdravstveno ispravne hrane i sigurnosti potrošača.

Literatura

1. AČKAR, Đ. i T. ROT (2019): Antimikrobno djelovanje aditiva u mesnoj industriji. *Meso* 21, 26-30.
2. Anon. (2008): HRN ISO 9231 Mlijeko i mliječni proizvodi – Određivanje udjela benzojeve i sorbinske kiseline.
3. Anon. (2008): UREDBA KOMISIJE (EU), br. 1333/2008 Europskog parlamenta i Vijeća od 16. prosinca 2008. O prehranbenim aditivima.
4. Anon. (2011): UREDBA KOMISIJE (EU), br.1129/2011 od 11. studenog 2011. o izmjeni priloga II. Uredbi (EZ) br. 1333/2008 Europskog parlamenta i Vijeća od 16. prosinca o prehranbenim aditivima.
5. Anon. (2014): ICH, Validation of analytical procedures: Text and methodology Q2 (R1), International conference on harmonisation of technical requirements for registration of pharmaceuticals for human use, Somatek Inc., San Diego, USA
6. Anon. (2018): UREDBA KOMISIJE (EZ) 2018/98 od 22. siječnja 2018. O izmjeni priloga II. I III. Uredbi (EZ) br. 1333/2008 Europskog parlamenta i Vijeća i Priloga Uredbi Komisije (EU) br. 231/2012 u pogledu kalcijeva sorbata (E 203).
7. BAJČIĆ, A., R. B. PETRONIJEVIĆ, M. SEFER, D. TRBOVIĆ, J. DJORDJEVIĆ, J. CIRIĆ and A. NIKOLIĆ (2021): Sorbates and benzoates in meat and meat products: Importance, application and determination. 61st International Meat Industry Conference (Zlatibor, 26.-29. September 2021.), IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 854.
8. COBAN, B. H. (2020): Oragnic acids as antimicrobial food agents: applications and microbial productions. *Bioprocess Biosyst Eng.* 43, 569-591.
9. DAVIDSON, P. M., V. K. JUNEJA and J. K. BRANEN (2002): Antimicrobial agents. In: Branen, A. L., P. M. Davidson, S. Salminen, J. H. Thorngate III: *Food Additives*, Second Edition Marcel Dekker, Inc., New York, pp. 563-621.
10. DO, J. C. and J. S. CHO (2001): Survey on the sorbic acid concentrations in cooked meat products from meat processing plants. *Kor. J. Vet. Serv.* 24, 353-358.
11. EFSA (European Food Safety Authority) – Panel on food additives and nutrient sources added to food (2015): Scientific opinion on the re-evaluation of sorbic acid (E 200), potassium sorbate (E 202) and calcium sorbate (E 203) as food additives. *EFSA J* 13 (6): 4144.
12. EFSA (European Food Safety Authority), YOUNES, M., G. AQUILINA, L. CASTLE, K. H. ENGEL, P. FOWLER, M. J. F. FERNANDEZ, P. FÜRST, R. GÜRTLER, U. GUNDERT-REMY, T. HUSØY, W. MENNES, P. MOLDEUS, A. OSKARSSON, R. SHAH, D. WÖLFLE, C. LAMBRE, A. CHRISTODOULIDOU and I. WAALKENS-BERENDSEN (2019): Opinion on the follow-up of the re-evaluation of sorbic acid (E200) and potassium sorbate (E202) as food additive. *EFSA J* 17 (3):5625.
13. EMERTON, V. and E. CHOI (2008): *Essential guide to food additives*. Leatherhead & RSC Publishing, UK.
14. HOANG Y. T. H. and A. T. L. VU (2016): Sodium benzoate i potassium sorbate in processed meat products collected in Ho Chi Minh City, Vietnam, *Int. J. Adv. Sci. Eng. Inf. Technol.* 4, 477-482. 10.18517/ijaset.6.4.876
15. JANSSEN, M. M. T. (1997): *Food additives*. In: J. DE VRIES: *Food Safety and Toxicity*. CRC Press LLC, Florida (Chapter five).
16. KALIT, S. (2015): *Opće sirarstvo*. U: B. Matijević: *Sirarstvo u teoriji i praksi*. Veleučilište u Karlovcu, Karlovac, str. 29-45.
17. KITANO, K., T. FUKAKAWA, Y. OHTSUJI, T. MASUDA and H. YAMAGUCHI (2002): Mutagenicity and DNA –damaging activity caused by decomposed products of potassium sorbate

- reacting with ascorbic acid in the presence of Fe salt. *Food Chem. Toxicol.* 40, 1589-1594.
18. KOVAČEVIĆ, D. (2014): Tehnologija kulena i drugih fermentiranih kobasica, Prehrambeno tehnološki fakultet Osijek, Osijek.
 19. KOYUNCU, N. and V. UYLASER (2009): Benzoic acid and sorbic acid levels in some dairy products consumed in Turkey. *Asian J. Chem.* 6, 4901-4908.
 20. KRAEMER, M. V. S., A. C. FERNANDES, M. C. C. CHADDAD, P. L. UGGIONI V. M. RODRIGUES, G. L. BERNARDO, et al. (2022): Food additives in childhood: a review of consumption and health consequence. *Rev. Saude Publica.* 56:32, 1-22. 10.11606/s1518-8787.2022056004060
 21. MESQUITA, E., J. F. S. PETRUCI, A. A. CARDOSO and M. MONTEIRO (2018): Capillary electrophoresis to approach sorbate usage in processed meat products in Brazil. *J. Food Sci. Technol.* 55, 443-447.
 22. MROUEH, M., D. ISSA, J. KHAWAND, B. HARATY, A. MALEK, Z. KASSAIFY and I. TOUFEILI (2008): Levels of benzoic and sorbic acid preservatives in commercially produced yogurth in Lebanon. *J. Food Agric. Environ.* 6, 62-66.
 23. ÖZDEMİR, A., S. ŞANLI, B. SARDOĞAN and S. SARDOĞAN (2020): Determination of Sorbic Acid in Cheese Samples by Rapid HPLC-DAD Method. *Int. J. Anal. Chem.* 2020 Jan 23;2020:6049028. 10.1155/2020/6049028.
 24. PERŠI, N., J. PLEADIN i A. VULIĆ (2010): Aditivi u mesu i proizvodima od mesa. *Vet. stn.* 41, 409-420.
 25. PIPER, J. D. and P.W. PIPER (2017): Benzoate and sorbate salts: a systematic review of the potential hazards of these invaluable preservatives and the expanding spectrum of clinical uses for sodium benzoate. *Compr. Rev. Food Sci. Food Saf.* 16, 868-880.
 26. PLEADIN, J., N. PERŠI i J. ĐUGUM, (2009): Razine nitrata i polifosfata u proizvodima od mesa. *Vet. stn.* 40, 373-380.
 27. PONGSAVEE, M. and R. MISHRA (2021): Potassium sorbate induces oxidative stress and genotoxicity in human lymphocyte. *Indian J. Forensic Med. Toxicol.* 2, 2795-2803. 10.37506/ijfimt.v15i2.14795
 28. ROBACH, M. C. and J. N. SOFOS (1982): Use of sorbate in meat products, fresh poultry and poultry products: A review. *J. Food Prot.* 45, 374-383.

Sorbic acid – an additive with antimicrobial action in foods of animal origin

Nina KUDUMIJA, PhD, Scientific Associate, Ana VULIĆ, PhD, Senior Scientific Associate Tina LEŠIĆ, PhD, Postdoc Student, Lidija DERGESTIN BAČUN, BSc, Expert Associate, Jelka PLEADIN, BSc. Biotehnol., PhD, Scientific Advisor with Tenure, Full Professor, Croatian Veterinary Institute, Zagreb, Croatia; Zrinka DUGONJIĆ ODAK, DVM, Ministry of Agriculture, Veterinary and Food Safety Directorate, Zagreb, Croatia

Sorbic acid and its salts, potassium and calcium sorbate are food additives, *i.e.*, preservatives, that have an antimicrobial, inhibitory effect on moulds and yeasts, but also on certain bacteria. Due to the above-mentioned properties, sorbic acid is widely used in the food industry, especially for the preservation of dairy products, confectionery and bakery products, mayonnaise, spreads, dried fruit, wine, and for the surface treatment of processed meat products. The mechanism of antimicrobial action of sorbate has not yet been fully elucidated. The recommended daily intake for sorbic acid is 25 mg/kg of body weight and is considered the least toxic preservative, although in combination with other additives it can create compounds harmful to hu-

man health. In order to determine possible exceedances of the maximum permissible limit (MRL) of sorbic acid in food of animal origin, over a five-year period (2018–2022), 725 samples (445 dairy and 280 meat products) were obtained from the Croatian market and analysed. Sorbic acid was detected in 37 of the 725 samples analysed. The content of sorbic acid in meat products ranged from 6–73 mg/kg and in dairy products from 6–797 mg/kg. None of the analysed samples exceeded the MRL defined by the legislation. However, in order to protect consumer health, further systematic control of this food additive is necessary.

Key words: *food additives; sorbic acid; sorbates dairy products; meat products*