

Fosfati i polifosfati - emulgatorske soli (Phosphates and polyphosphates - emulsifying salts)

Marijan Katalenić

Hrvatski zavod za javno zdravstvo

Sažetak

Moderna prehrambena industrija proizvodi hranu koja zbog tehnološke obrade, transporta, čuvanja i nuđenja na prodaju mora sadržavati prehrambene aditive. Uporaba aditiva u nekoj hrani određena je funkcionalnim djelovanjem aditiva, dodanom količinom i dopuštenosti uporabe s obzirom na vrstu hrane, a sve u skladu s točno određenim pravilima.

Emulgatorske soli, fosfatni i polifosfatni aditivi su uobičajeni aditivi u mesnoj industriji čija uporaba često namjerno ili nenamjerno prelazi granicu tehnološke nužnosti.

Pravi emulgatori mogu stupati u kemijsku reakciju s vodom, uljima i mastima, omogućuju homogenu miješanje ulja i masti s vodom. Emulgatorske soli za razliku od pravih emulgatora, dodatkom u sustave koji sadrže masti, vodu i proteine, raspršuju proteine ujednačujući raspodjelu vode i masti oko njih.

Pod emulgatorskim solima se razumijevaju soli monofosforne (ortofosforne) kiseline koje se prema broju P atoma u molekuli razvrstavaju u ortofosfate (PO_4^{3-}), pirofosfate ($\text{P}_2\text{O}_7^{4-}$), tripolifosfate ($\text{P}_3\text{O}_{10}^{5-}$), polifosfate $(\text{PO}_3)_{(n+2)}^{-(n+4)}$, metafosfate $(\text{PnO}_3)_n^{n-}$, polifosfate $(\text{H}_2\text{PnO}_3)_{n+1}^{n-}$, izometafosfate i mrežaste fosfate. Produkti su kontrolirane kemijske reakcije fosforne kiseline na povišenoj temperaturi (djelomične ili potpune neutralizacije) s (najčešće) karbonatima ili hidroksidima natrija, kalcija i kalija te evaporizacijom vode uz kristalizaciju nastalih soli. Najranija dokumentacija u kojoj se spominje uporaba pročišćenih fosfata točnije natrijevog fosfata i kalcijevog fosfata potiče iz 1864. godine kada je E.N. Horsford patentirao: "Improved double phosphate of lime and soda for culinary and other purposes". Uporabu fosfata kao emulgatora u siru 1890. godine patentira Kraft, što je bio samo mali korak za uporabu u proizvodima na bazi mesa ili soje. Danas se koriste u većini drugih prehrambenih proizvoda kao regulatori kiselosti, za omekšavanje vode, koagulaciju, dispergiranje, kao tvari za otpuštanje (pekarstvo, kolači), stabilizatori, sekvestranti, poboljšivači teksture, nutrijenti, dijetetski dodaci, kao antimikrobne tvari i dr.

Često korišteni fosfati su natrijevi fosfati: mononatrijev fosfat (NaH_2PO_4), dinatrijev fosfat (Na_2HPO_4), trinatrijev fosfat (Na_3PO_4). Obično su u bezvodnom obliku i tada su bijeli higroskopni kristali ili prah, a bijelo prozirni kristalići kada sadrže jednu ili više molekula vode. U 1% otopinama ortofosfati su blage kiseline ($\text{pH} = 4$), pirofosfati blage lužine ($\text{pH} = 9$), a tripolifosfati jake lužine ($\text{pH} = 12$).

Najinteresantnije je emulgatorsko djelovanje čiji kemizam nije do danas u potpunosti razjašnjen, ali se zna da fosfati u interakciji s bjelančevinama, na primjer kazeinom, djeluju kao emulgatori i priječe odvajanje masti od vode u siru. Dodatkom natrijevog fosfata (tri) u evaporirano mlijeko priječi se odvajanje mliječnih masnoća i vodene faze i potiče stvaranje gelne konzistencije. Dodatkom fosfata u homogeniziranu mesnu masu, sirovo ili kuhano meso, kobasice, šunke, piletinu i morske proizvode (pašteta od riba i rakova, fileti neprerađene ribe, rakovi smrznuti i duboko smrznuti) smanjuje se gubljenje vode, potiče kapacitet vezanja i zadržavanja vode, što neposredno utječe na senzorska svojstva proizvoda, ali i na smanjenu proizvodnu cijenu koštanja. Natrijev fosfat može se koristiti kao kelatna tvar (sekvestrant) koji veže metalne i nemetalne nepoželjne ione u kompleks što povećava svojstva i stabilnost hrane tako da npr. bakar i željezo usporeno kataliziraju oksidaciju masnoća u hrani.

Natrijevi fosfati se često miješaju s netopljivim natrijevim metafosfatom (NMF) i drugim fosfatima kao i s natrijevim kloridom, što ima sinergistično djelovanje na zadržavanje vode. Tipična kombinacija sadrži 30 – 60% topljivih ortofosfata i 40 – 70% NMF na nosačima koji su često škrobovi. Natrijevi fosfati se mogu koristiti u kombinaciji s različitim zgušnjivačima kao što je agar, alginati, karagenan, pektini i dr. pa je uz zadržavanje vode sam proizvod manje opterećen s fosforom. No, ta kombinacija povećava cijenu konačne smjese aditiva te se u vremenu potpune racionalizacije troškova izbjegava gdje god je to moguće.

Raširenost uporabe fosfata u proizvodnji hrane je velika. Koriste se u pekarskim proizvodima, kolačima, mesnim proizvodima, mliječnim proizvodima, proizvodima od voća i povrća, proizvodima od riba, rakova, glavonožaca ..., proizvodima iz grupe masti, ulja, majoneza ..., kakao proizvodima,

čokoladi, proizvodima sličnim čokoladi, bombonima ..., bezalkoholnim i alkoholnim pićima, u većini instant proizvoda i još desetak grupa prehrambenih proizvoda sa svojim podskupinama.

Prirodni sadržaj fosfora u različitim hranama je nutritivno zadovoljavajući i nije ga nužno unositi dijetetskim proizvodima.

Ispitivanja M.A. Boldvina i S.R. Kahn (1998 g) te R.E. Gosselina (1984 g), ali i neka druga govore o smanjenoj količini kalcija kod ljudi koji su unosili povećanu količinu fosfata tijekom dijeta.

Kako je uporaba fosfata raširena i utječe na iskorištenje fosfora u organizmu, WHO kao i Znanstveni odbor za hranu EU, podržavaju preporučene dnevne količine (Recommended Dietary Allowances, 10 th Edition National Research Council, 1989 g) za dnevni fosfora unos iz svih izvora prema tablici :

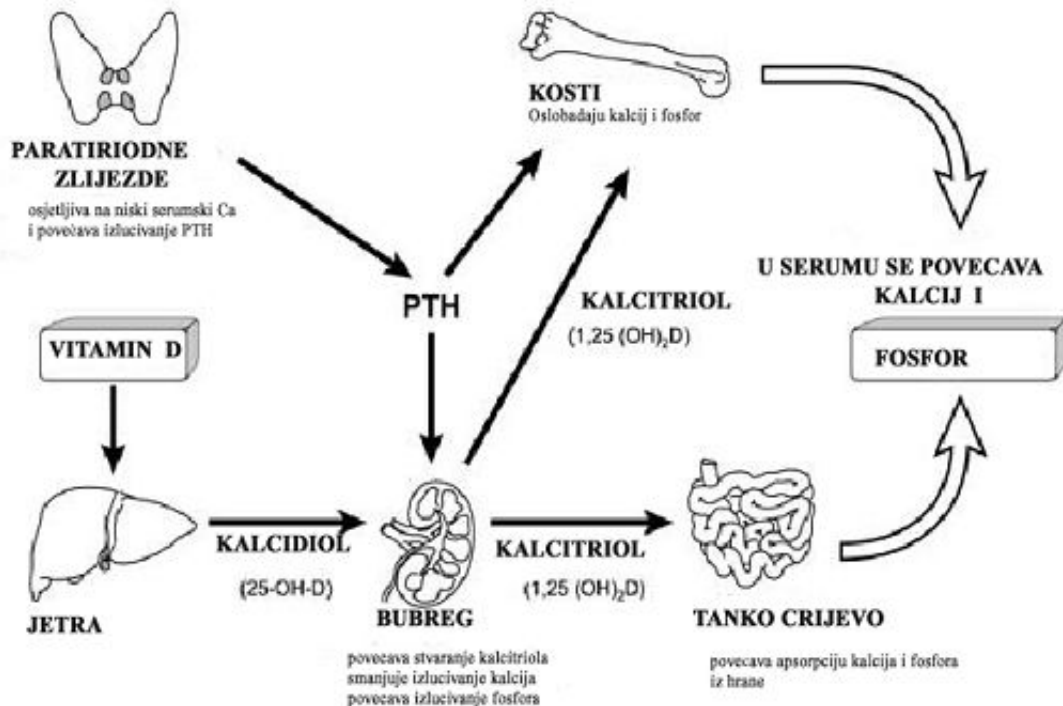
Tablica 1 – Preporučene dnevne količine za fosfor

muškarci starost	<i>količina fosfora po danu u mg</i>
19 – 24	200
25-50	800
preko 50	800
Žene starost	
19-24	1200
25-50	800
preko 50	800

Prihvatljivi dnevni unos za fosfatne aditive je 70 mg/kg tjelesne težine. Za razliku od preporučenog dnevnog unosa koji predstavlja znanstveno utvrđenu vrijednost za normalno funkcioniranje organizma, prihvatljivi dnevni unos predstavlja gornju granicu za unos pojedinog aditiva tijekom cijelog života bez posljedica za zdravlje.

Prekoračenje prihvatljivog dnevnog unosa fosfata utječe na resorpciju kalcija (omjera višeg 1:2 u korist fosfora) ili čak što više otpuštanje kalcija iz kostiju, a samim time zdravstveni problem generaciji u razvoju kao i ženama u kasnijem životnom dobu.

Slika 1 metabolizam fosfora i kalcija



Na kalcijum osjetljivi proteini u paratiroidnim žlijezdama reagiraju na promjenu količine serumskog kalcija. I na najmanje smanjenje serumskog kalcija, paratiroidne žlijezde izlučuju paratiroidni hormon (PTH). PTH stimulira aktivnost enzima 1-hidroksilaze u bubregu, što rezultira povećanom produkcijom kalcitriola, biološki aktivne forme vitamina D. Kalcitriol aktivira vitamin D zavisni transportni sustav u tankom crijevu, povećavajući apsorpciju dijetalnog kalcija i fosfora. Kalcitriol i PTH djeluju na kosti na povećanje količine serumskog kalcija i fosfora. U bubrezima, kalcitriol i PTH povećavaju resorpciju kalcija i izlučivanje fosfora.

Fosfati u probavnom traktu vežu kalcij u netopljivi oblik, smanjuju resorpciju i time potiču izlučivanje kalcija iz kostiju. Na narušeni metabolizam fosfora i kalcija utječe i odabiranje dijeta, za što zbog raširenosti fosfora i uporabe fosfatnih aditiva postoji povećani rizik.

U radu Bell-a (citiranom u radu Molins, 1991), nađeno je da ljudi koji jedu hranu bogatu fosforom i fosfatima (krumpirov čips, topljeni sir, bezalkoholna pića i sl.) imaju smanjen količinu kalcija u serumu. Također je u tom radu napomenuto da fosfatni aditivi u dijeti prosječnom, običnog Amerikanca mogu povećati unos fosfora između 25 -100 % od preporučenih količina.

Direktivom EU 93/5/EEC, dana je „Metodologija za monitoring unosa prehrambenih aditiva“, kojoj je cilj bio:

- utvrditi relevantne podatke za unos aditiva,
- revidirati metodologiju koja je do tada korištena,
- utvrditi pristup za svaki aditiv posebno (ne jednoobrazno)
- ustanoviti sistemski postupak za identifikaciju aditiva (toksikološka svojstva) zbog kojih postoji zabrinutost zbog pretjeranog unosa,
- razviti strategiju kojom će se postići pregled unosa iz svi izvora za aditive kod kojih postoji zabrinutost zbog mogućeg unosa

Procjenu unosa prema predloženoj metodologiji radilo je nekoliko zemalja EU s podacima koje su skupljali od 1987 do 1999 godine (predugo razdoblje), što je zbog visokih troškova samog ispitivanja prihvaćeno, ali je cijeli konačni izvještaj imao vrlo preliminarnu vrijednost.

U izvještaju koji je objavljen 2000 g kao „ Report from Commision on Dietary Food Additives Intake in the EU,“ utvrđeno je da djeca unose 53 – 172 % preporučenog dnevnog unosa za fosfate (70 mg/kg tjelesne težine) dok ostale populacijske skupine nisu ugrožene. Ipak i samim spominjanjem aditiva fosfata kao potencijalno rizičnih za pojedinu skupinu ljudi, smatra se informacijom koju ne treba zanemariti .

Prvi hrvatski Pravilnik o aditivima koji se mogu nalaziti u namirnicama objavljen je u Narodnim novinama br. 130 , listopad 1998 i temelji se na direktivama EU iz 1994 odnosno 1995 godine, kao izmjenama i dopunama direktiva EU do 1998 godine. Izmjene i dopune našeg Pravilnika o aditivima koji se mogu nalaziti u namirnicama nadopunjene novim direktivama EU objavljene su u Narodnim novinama br. 122 , prosinac 2000 , kao i br. 129, kolovoz 2003 godine i br. 173, prosinac 2004 godine .

Iz narečenog se može zaključiti da su izmjene i dopune naših propisa slijedile izmjene i dopune

osnovnih EU direktiva iz ovog područja. Mora se napomenuti da direktive EU ostavljaju mogućnost da se forma, oblik propisa domicilne zemlje prilagodi obliku kako se propisi u toj zemlji pišu. Dakle, forma Pravilnika o aditivima koji se mogu nalaziti u namirnicama je drugačija nego u EU, ali je sadržaj isti. To se pogotovo odnosi na područje emulgatorskih soli, fosfatnih i polifosfatnih soli čija količina u proizvodima mesa stoke i peradi može biti do 5000 mg/kg izraženo kao P2O5 (zajednički nazivnik za fosfatne i polifosfatne soli). To područje nije mijenjano od samog početka iako je više kao preporuka bilo napomenuto da količina dodanih fosfata ne smije prijeći 3000 mg/kg P2O5 (ostatak iz starih vertikalnih propisa).

Uz to citirao bih članak 7 našeg Pravilnika :

Aditivi i njihove mješavine mogu se dodavati hrani uz sljedeće uvjete:

- da su toksikološki evaluirani i uključeni u Liste ovog Pravilnika,
- da je njihova uporaba tehnološki opravdana osim ako se konačni učinak ne može postići načinima koji su ekonomski i tehnološki primjenjiviji.,
- da se dodaju hrani u količinama dopuštenim (propisanim) ovim Pravilnikom,
- da se njihovim dodavanjem potrošač ne dovodi u zabludu u pogledu prave prirode, sastojaka ili prehrambene vrijednost hrane,
- da bitno ne utječu na prirodno svojstveni okus i miris hrane kojoj su dodani, osim ako im to nije posebna namjena,
- da se njihovim miješanjem i dodavanjem hrani ne stvaraju toksične tvari (produkti) tijekom prerade, čuvanja i uporabe

Propisi EU ograničavaju ukupnu količinu fosfata i polifosfata za različite proizvode (izraženo kao P2O5) i ne poznaju analitički postupak točnog određivanja dodanog fosfora i prirodnog fosfora u konačnom proizvodu.

Tako je ne samo kod mesnih proizvoda nego i kod mliječnih proizvoda, osvježavajućih napitaka i dr. Naime analitičkim putem može se odrediti samo ukupni fosfor u mesnom proizvodu te se množenjem s faktorom 2, 289 preračunava u P2O5 (zajednički nazivnik za fosfatne i polifosfatne soli u mesnom proizvodu). Tu je jasno uračunat i prirodni fosfor. Prirodni fosfor se u mesu nalazi u obliku fosfobjelančevina, fosfolipida, adenzin trifosfata (ATP do AMP), a ima ga prema nekim autorima prosječno 1.06 g na 100 g bjelančevina mesa. Ta prosječna količina fosfora zavisi i o podrijetlu mesa (svinja, govedo, perad), ali je analitički dokazano da što je meso bogatije bjelančevinama, kvalitetnije po sastavu, raste i količina prirodnog fosfora. No fosfor mogu nositi i druge dozvoljene sirovine u mesnom proizvodu, a koje su biljnog ili životinjskog podrijetla (bjelančevine i njihovi hidrolizati). Tehnološkim otkoštavanjem mesa, u mesu zaostanu i dijelovi kostiju (usitne se u kuterima do mikronske veličine), ali nose fosfate ili fosfor iz kostiju. Analitički i to se registrira. Također je poznato da što je kvaliteta mesa bolja, a količine veće u mesnom proizvodu, tada su potrebe za dodatkom fosfatnih aditiva manje. Oni se dodaju najviše u proizvode od mesa stoke i peradi u cijelim komadima i u proizvode gdje su komadići mesa manje vidljivi ili su toliko usitnjeni u kuterima da se struktura mesa ne može prepoznati.

Kako je već navedeno fosfatni aditivi imaju tehnološku funkciju s emulgiranjem masti, vode i bjelančevina, jasnije vezanje vode u mesni proizvod. To vezanje može biti tehnološki opravdano, ali se može koristiti za pretjerano vezanje vode na račun mesne, kvalitetne sirovine. Hrenovke kao tipičan primjer proizvoda imaju oko 58 % vode, oko 28 % masti, a ostatak su emulgatori fosfatni i polifosfatni aditivi, konzervansi nitriti, začini, bjelančevine raznog podrijetla (ne nužno životinjskog), mineralne tvari, sol. Konzistencija proizvoda zadržava se dodatkom fosfatnih aditiva, drugih bjelančevina, žgušnjivača ili kombinacije navedenog. Slični su proizvodi koji se najčešće uvoze iz zemalja EU, a nalaze na našem tržištu kao "Šunka za pizzu" i slično. Tu se pomoću fosfatnih aditiva i mesa ili bjelančevina za koje je upitno potječu li od buta svinje (šunka) ili uopće od svinje, stvaraju manje vrijedni proizvodi, bogati fosfatima i vodom. Jasno je da se samo ograničavanjem fosfata i polifosfata na 5000 mg/kg može spriječiti preveliko vezanje vode, a time pretjeran unos fosfora i manje kvalitetan proizvod. To je sve i sadržano u čl. 7 našeg Pravilnika o aditivima (o uvjetima pod kojima se dozvoljava dodavanje aditiva).

Znajući narečeno pri ocjenjivanju zdravstvene ispravnosti mesnog proizvoda odlučujuća je ukupna količina fosfata u mesnom proizvodu, a ona je 5000 mg/kg mesnog proizvoda izraženo kao P2O5 ili 2184 mg/kg fosfora (kao u EU).

ADI koji u prosjeku iznosi 800 mg na dan za fosfor, a u primjeru sadržaja fosfora u nekim nekih hranama može se vidjeti da je tu granicu moguće vrlo lako prijeći :

- 100 g mesnog proizvoda donosi - 218 mg P,
- 3 kolača od dizanog tijesta - 430 mg P,
- topljeni sir 1 pakovanje - 211 mg P,
- Coca Cola 0.33 l - 63 mg P.

U vertikalnom Pravilniku o kvaliteti mesnih proizvoda iz 1974 godine, te njegovim izmjenama i dopunama iz 1980 i iz 1997 godine, navodi se da količina dodanog P2O5 mora biti do 3000 mg/kg

P2O5. Tim se preporukama služe i u USA, a EU je upravo zbog nemogućnosti točnog određivanja dodanih fosfata tu granicu jednostavno zaokružila na 5000 mg/kg u gotovom proizvodu. Postoje normativi u temeljnim propisima za određene mesne proizvode i ako se koriste propisani dijelovi mesa, odnosno meso za te proizvode, ne postoji bojazan da će ukupni P2O5 prijeći 5000 mg/kg kako EU i propisuje. Iznimka postoji samo za proizvode s kvalitetnim mesom i smanjenom masnoćom do 3 % i koje se rade prema posebnim zahtjevima naručitelja (npr. Vrbovec šunka za američko tržište). Takav proizvod sadrži prosječno 4600 mg/kg prirodnog fosfora izraženo kao P2O5 .

Također se mora napomenuti da su obavljena i istraživanja s jednom našom mesnom industrijom za interne potrebe, koja su pokazala da kvalitetno meso (prirodni sadržaj fosfora) u udjelu u kojem se dodaje u mesni proizvod (do 40 %), ne nosi značajno velike količine fosfora. Povećane količine fosfora potječu upravo od dodanih fosfatnih aditiva u količinama koje su više od tehnoloških potreba ili zbog vezanja vode u proizvodima lošije kvalitete. U prvom slučaju radi se o slabom vođenju proizvodnje i nenamjernom dodavanju, a u drugom slučaju o namjernom dodavanju u svrhu prodavanja vode. I u jednom i u drugom slučaju unos fosfora preko mesnog proizvoda je veći nego što bi trebao biti.

Samo posebni i izdvojeni mesni proizvodi (do 70 % mesa) s visokim sadržajem bjelančevina i smanjenom količinom masnoća, mogu prema odluci Povjerenstva za aditive Ministarstva zdravstva i socijalne skrbi, imati viši sadržaj P2O5 mg/kg od dopuštenog. Razlog su bjelančevine koje same po sebi nose prirodni sadržaj fosfora što zbog nemogućnosti prepoznavanja prirodnog i dodanog fosfora koji je tehnološki nužan, povećava ukupnu količinu.

U Svijetu i kod nas prihvaćeno je da se aditivi koriste kao tehnološka nužnost, a ne za smanjivanje kvalitete proizvoda ili ugrožavanje zdravlja potrošača .

Upravo zbog toga svaki proizvođač mora odrediti fosfor u sirovina koje ulaze u sastav mesnih sirovina i na temelju toga odrediti potrebno dodavanje aditiva na bazi fosfata .

Zaključak

Emulgatorske soli, fosfatne aditive, dozvoljeno je dodavati u veliki broj prehrambenih proizvoda. Kemizam djelovanja nije niti do danas u potpunosti razjašnjen, ali se zna da fosfati u interakciji s bjelančevinama, kao što je kazein, djeluju kao emulgatori i priječe odvajanje masti od vode u siru. Osim tehnološke funkcije emulgiranja masti, vode i bjelančevina, fosfati potiču vezanje vode u mesnom proizvodu. To vezanje može biti tehnološki opravdano, ali pretjerano vezanje vode utječe na kvalitetu sirovine.

Unos fosfora utječe na resorpciju kalcija ili čak što više otpuštanje kalcija iz kostiju, a samim time zdravstveni problem generaciji u razvoju kao i ženama u kasnijoj životnoj dobi.

Fosfati se pojedinačno i u smjesi mogu dodavati hrani kada je njihova uporaba tehnološki opravdana, osim ako se konačni učinak ne može postići načinima koji su ekonomski i tehnološki primjenjiviji. Njihovim dodavanjem potrošač se ne smije dovodi u zabludu u pogledu prave prirode, sastojaka ili prehrambene vrijednost hrane.

Propisi EU ograničavaju ukupnu količinu fosfata i polifosfata za različite proizvode (izraženo kao P2O5) i ne poznaju analitički postupak točnog određivanja dodanog fosfora i prirodnog fosfora u konačnom proizvodu.

Znajući narečeno pri ocjenjivanju zdravstvene ispravnosti mesnog proizvoda odlučujuća je ukupna količina fosfata u mesnom proizvodu, a ona je 5000 mg/kg mesnog proizvoda izraženo kao P2O5 ili 2184 mg/kg fosfora .

Obaveza proizvođača je da odluka o dodavanju emulgatorskih soli u proizvod mora biti tehnološki opravdana, a količina u skladu s propisima .

Dodatak : Izvadak iz Liste 1 dopuštenih aditiva (samo fosforna kiselina i njene soli) Pravilnika o aditivima koji se mogu nalaziti u namirnicama (NN 173/04)

E-broj	naziv aditiva	osnovno funkcionalno svojstvo	tehnološki učinak i ostala svojstva
E338	Fosforna kiselina	regulatori kiselosti	reguliranje kiselosti, antioksidans, sinergist, pomoćne tvari u procesu proizvodnje (tvari za taloženje-filtraciju, ostale tvari)
E339	Natrijev fosfat (I) Dinatrijev fosfat (II) Trinatrijev fosfat (III)	*	reguliranje kiselosti, emulgator, stabilizator, sekvestrant, pomoćne tvari u procesu proizvodnje (tvari za taloženje (III), ostale tvari)
E340	Kalijev fosfat (I) Dikalijev fosfat (II) Trikalijev fosfat (III)	*	reguliranje kiselosti, emulgator, stabilizator, sekvestrant, pomoćne tvari u procesu proizvodnje (ostale tvari)
E341	Kalcijev fosfat (I) Dikalcijev fosfat (II) Trikalcijev fosfat (III)	regulator kiselosti	reguliranje kiselosti, tvari za tretiranje brašna, učvršćivač, tvari za sprečavanje zgrudnjavanja, pomoćne tvari u procesu proizvodnje tvari za podmazivanje, otpuštanje, protiv sljepljivanja, za oblikovanje, druge tvari)
E343	Magnezijev fosfat (I) Dimagnezijev fosfat (II) Trimagnezijev fosfat (III)	*	reguliranje kiselosti, tvari protiv zgrudnjavanja i za povećanje klizavosti pomoćne tvari u procesu proizvodnje (ostale tvari)
E450	Dinatrijev difosfat (I) Trinatrijev difosfat (II) Tetranatrijev difosfat (III) Dikalijev difosfat (IV) Tetrakalijev difosfat (V) Dikalcijev difosfat (VI) Kalcijev dihidrogendifosfat (VI)	*	emulgatorska sol, stabilizator, regulatori kiselosti, tvari za tretiranje brašna, sekvestrant, pomoćne tvari u procesu proizvodnje (tvari za taloženje (I), tvari za podmazivanje, otpuštanje, za oblikovanje, tvari protiv sljepljivanja (III))
E451	Pentanatrijev trifosfat (I) Pentakalijev trifosfat (II)	regulator kiselosti	regulatori kiselosti čini kompleksne spojeve s ionima
E452	Natrijev polifosfat (I) Kalijev polifosfat (II) Natrijev kalcijev polifosfat (III) Kalcijev polifosfat (IV)	emulgator	emulgatorska sol, stabilizator, tvari za rahljenje, sekvestrant, pomoćne tvari u procesu proizvodnje (skidanje ljuske, kore, kože (I))
E541	Natrijaluminijev fosfat - kisel	regulatori kiselosti	reguliranje kiselosti, emulgator, tvari za rahljenje

Literatura:

1. Anil M., S. Demirakca S.J. Dotsch, and W. Kiess. 1996. [Hypocalcemic tetany in 'alternative' soy milk nutrition in the first months of life] [Article in German; reviewers relied on abstract in English] Klinische Padiatrie 208: 323-6
2. Ashford, R.D. 1994. Ashford's Dictionary of Industrial Chemicals. London: Wavelength Publishers, Ltd
3. Boivin, M.A. and S.R. Kahn. 1998. Symptomatic hypocalcemia from oral sodium phosphate: A report of two cases. American Journal of Gastroenterology 93: 2577-2579.
4. Considine, D.M. and G.D. Considine. 1982. Foods and Food Production Encyclopedia. New York: Van Nostrand Reinhold.
5. Davidson, P.M. 2060. Antimicrobial compounds, in F.J. Francis (ed.) Encyclopedia of Food Science and Technology 1: 63-75. New York: Wiley.
6. Ellinger, R.H. 1972. Phosphates in food processing, in T.E. Furia (ed.) CRC Handbook of Food Additives (2nd ed.): 617-780. Cleveland, OH: CRC Press.
7. Gard, D.R. 1996. Phosphoric acids and phosphates, in J.I. Kroschwitz (ed.) Kirk-Othmer Encyclopedia of Chemical Technology, (4th ed.) 18: 669-718. New York: John Wiley & Sons.
8. Fennema, O. (ed). 1985. Principles of Food Chemistry Ed. New York: Dekker.
9. Gordon, D.T. and J.M. Klimek. 2000. Minerals, in G.L. Christen and J.S. Smith (eds) Food Chemistry: Principles and Applications. West Sacramento, CA: Science Technology Systems
10. Gosselin, R.E., R.P. Smith, and H.C. Hod. ge. 1984. Clinical Toxicology of Commercial Products (5th ed.) , Baltimore; Williams and Wilkins.
11. V Miller, D.D. 1996. Minerals, in O.R. Fennema (ed.) Food Chemistry; 617-649. New York: Marcel Dekker.
12. Molins, RA. 1991. Phosphates in Food: 8-13, 235-251. CRC Press.
13. Watkins, B.A. 2000. Vitamins, in G.L. Christen and J.S. Smith, Food Chemistry: Principles and

