

## Napitci na bazi sirutke - nova generacija mliječnih proizvoda

Irena Jeličić, Rajka Božanić, Ljubica Tratnik

Znanstvena bilješka – Scientific note

UDK: 637.344

### **Sažetak**

*Sirutka je sporedni proizvod koji nastaje u tehnološkom procesu proizvodnje sira, a sastav i svojstva ovise o tehnologiji proizvodnje osnovnog proizvoda te o kakvoći korištenog mlijeka. Prema prosječnom sastavu sirutka sadrži oko 93% vode, a u nju prelazi i oko 50% suhe tvari mlijeka. Najveći dio sirutke čini laktoza, manje od 1% proteini sirutke, a u manjim količinama prisutne su mineralne tvari i vitamini topljivi u vodi. Prerada sirutke u napitke počela je još u 70-tim godinama prošlog stoljeća, a do danas je razvijena čitava paleta sirutkinih napitaka, bilo da su proizvedeni od native slatke ili kisele sirutke, od deproteinizirane sirutke, zatim od svježe sirutke razrijeđene vodom, fermentirane sirutke, pa sve do napitaka u prahu uz dodatak raznih aroma. Bezalkoholni napitci od sirutke podrazumijevaju veoma šaroliku skupinu proizvoda dobivenih uglavnom miješanjem native slatke, rjeđe i kisele, sirutke s različitim dodacima, poput tropskog voća (ali i ostalog voća, kao npr. jabuke, kruške, jagodasto i bobičasto voće), žitarica i njihovih prerađevina (najčešće mekinja), izolata proteina biljnog podrijetla, CO<sub>2</sub>, čokolade, kakao praha, vanilije i drugih aromatizirajućih dodataka. Posebna pozornost u ovoj skupini pridaje se razvoju proizvodnje fermentiranih napitaka pomoću probiotičkih sojeva, a tu je najvažnije odabrati adekvatnu kulturu bakterija kako bi se dobio visokovrijedan funkcionalan proizvod prihvatljivih senzorskih svojstava. Skupini bezalkoholnih napitaka od sirutke pripadaju još i dijetetski napitci, napitci s hidroliziranom laktozom, napitci slični mlijeku i napitci u prahu. Sirutka je veoma dobra sirovina za proizvodnju alkoholnih napitaka, obzirom da najveći dio suhe tvari čini laktoza (oko 70%). Alkoholni napitci od sirutke dijele se na napitke malog sadržaja alkohola (do 1,5%), sirutkino pivo i sirutkino vino. Sirutkini napitci namijenjeni su širokim skupinama potrošača - od onih najmanjih pa do najstarijih. Odlikuju se visokom hranjivom vrijednošću i dobrim terapijskim svojstvima.*

*Ključne riječi: sastav sirutke, alkoholni i bezalkoholni napitci, funkcionalni dodaci*

### Uvod

Mljekarska industrija danas sve više razvija nove, obogaćene mliječne proizvode koji su se pokazali veoma uspješnima. Tako su mliječne prerađevine, kakve poznajemo od davnina, polako poprimile trend razvoja u novu generaciju mliječnih proizvoda drukčijih svojstava i bolje nutritivne i zdravstvene vrijednosti. Toj skupini novih proizvoda svakako pripadaju i napitci na bazi sirutke - nusproizvoda koji se dugo odbacivao kao otpad ili koristio kao stočna hrana.

### Što je zapravo sirutka?

Sirutka je sporedni proizvod koji nastaje u tehnološkom procesu proizvodnje sira, a ovisno o načinu koagulacije kazeina, može biti kisela ili slatka. Sastav i svojstva sirutke ovise o tehnologiji proizvodnje osnovnog proizvoda te o kakvoći korištenog mlijeka (Tratnik, 1998.).

Tablica 1: Prosječan sastav (g/L) slatke i kisele sirutke (Jelen, 2003.)

Table 1: Typical composition (g/L) of sweet and acid whey (Jelen, 2003)

Sastojak Component	Slatka sirutka Sweet whey	Kisela sirutka Acid whey
Ukupna suha tvar Total solids	63,0 - 70,0	63,0 - 70,0
Laktoza Lactose	46,0 - 52,0	44,0 - 46,0
Proteini Proteins	6,0 - 10,0	6,0 - 8,0
Kalcij Calcium	0,4 - 0,6	1,2 - 1,6
Fosfati Phosphates	1,0 - 3,0	2,0 - 4,5
Laktati Lactates	2,0	6,4
Kloridi Chlorides	1,1	1,1

Prema prosječnom sastavu sirutka sadrži oko 93% vode, a u nju prelazi i oko 50% suhe tvari mlijeka. Najveći dio sirutke čini laktoza, dok je manje od 1% proteina sirutke (Beucler i sur., 2005.). U manjim količinama prisutne su

i mineralni tvari te mast. Međutim, sastav sirutke veoma je varijabilan i znatno ovisi o načinu njezina dobivanja. Najveće razlike su u količini kalcija, fosfata, mliječne kiseline i laktata, kojih u kiseloj sirutki ima znatno više negoli u slatkoj (tablica 1). S druge strane, slatka sirutka, osim proteina sirutke, sadrži i glikomakropeptid (GMP) nastao enzimatskom hidrolizom  $\kappa$ -kazeina. Osim toga, udio proteina sirutke nešto je manji u sirutki dobivenoj pri proizvodnji sira od ultrafiltriranog mlijeka ili u sirutki zaostaloj pri proizvodnji sira od mlijeka obrađenog visokom toplinskom obradom (Jelen, 2003.).

Međutim, u tradicionalnoj proizvodnji sira, bez obzira na način koagulacije mlijeka, proteini sirutke gotovo u cijelosti prelaze u sirutku (po kojoj su i dobili ime) jer su neosjetljivi na djelovanje kiseline ili enzima (Tratnik, 1998.).

Pri tom su upravo proteini sirutke sastojak koji sirutku stavljaju u središte pozornosti na tržištu mliječnih proizvoda. Proteinima sirutke pripadaju različite termolabilne frakcije kao što su  $\beta$ -laktoglobulin,  $\alpha$ -laktalbumin, albumin krvnog seruma, imunoglobulin i termostabilna frakcija proteozepeptona. Proteini sirutke nutritivno su najvrjedniji proteini zahvaljujući visokom udjelu esencijalnih aminokiselina (ponajprije lizina, cisteina i metionina) te visokom udjelu cistina. Zbog takvog aminokiselinskog sastava proteini sirutke imaju mnogo veću biološku vrijednost (ali i druge parametre hranjive vrijednosti) u usporedbi sa kazeinom, kao i drugim proteinima animalnog podrijetla, uključujući i proteine jaja koji su se dugo smatrali referentnima. Iskoristivost proteina u organizmu usko je vezana i uz omjer cistin/metionin koji je u proteinima sirutke oko 10 puta veći nego u kazeinu. Stoga ne čudi spoznaja da se toplinski denaturirani laktalbumini gotovo potpuno (100%) resorbiraju u probavnom sustavu dok je taj postotak kod kazeina znatno manji i iznosi oko 75%.

Udjel proteina u kiseloj i slatkoj sirutki veoma je sličan. Potrebno je spomenuti i slobodne aminokiseline čiji udio u sirutki može biti veoma različit i ponajviše ovisi o stupnju hidrolize kazeina pri proizvodnji sireva (kiselih ili slatkih). Tako je udio slobodnih aminokiselina u slatkoj sirutki oko 4 puta veći, dok je u kiseloj sirutki čak i oko 10 puta veći negoli u mlijeku (Tratnik, 1998.).

Tablica 2: Udjel aminokiselina (mg/L) u sirutki (Tratnik, 1998.)

Table 2: Content of aminoacids (mg/L) in whey (Tratnik, 1998)

Sirutka Whey	Slobodne aminokiseline Free aminoacids		U proteinima Aminoacids in proteins	
	Ukupne Total	Esencijalne Essential	Ukupne Total	Esencijalne Essential
Slatka Sweet whey	132,7	51,0	6,490	3,326
Kisela Acid whey	450,0	356,0	5,590	2,849

Dnevne potrebe za većinom esencijalnih aminokiselina mogu se podmiriti konzumacijom oko 1,5 L sirutke ili 0,5 L mlijeka (Popović-Vranješ i Vujičić, 1997.).

Osim toga, proteini sirutke imaju i odlična funkcionalna svojstva, poput dobre topljivosti, viskoznosti, sposobnosti želiranja i emulgiranja, pa se njihovi koncentracije naveliko upotrebljavaju u prehrambenoj industriji. Činjenica da su proteini sirutke probavljiviji od kazeina koristi se u proizvodnji hrane za dojenčad te u svrhu povećanja hranjive vrijednosti, ne samo mliječnih, već i brojnih drugih prehrambenih proizvoda. Isto tako, potrebno je spomenuti i imunoglobuline i druge glikoproteine (laktoferin, transferin) te enzime (lizozim, laktoperoksidaza) kao veoma bitne čimbenike imunoaktivnog sustava sirutke. Posjeduju antimikrobna svojstva, a mogu reducirati ili inhibirati alergijske reakcije (Tratnik, 2003.).

Međutim, najveći dio suhe tvari sirutke čini laktoza (oko 70%) koja je vrlo važan izvor energijske vrijednosti sirutke, a ima višestruku ulogu. Neki od blagotvornih učinaka laktoze jesu poticanje peristaltike crijeva, olakšavanje apsorpcije kalcija i fosfora, uspostavljanje blago kisele reakcije u crijevima, čime se sprječava rast i razmnožavanje štetnih bakterija. Nadalje, laktoza također osigurava optimalnu razinu magnezija te poboljšava probavu mliječne masti i ostalih hranjivih tvari u ljudskom organizmu, a ne sudjeluje u nastanku zubne plake. Toplinska obrada sirutke uzrokuje pretvorbu određenog udjela laktoze u laktulozu koja se ubraja u pormotore rasta bifidobakterija (Tratnik, 2003.).

Iz mlijeka u sirutku prelaze i vitamini topljivi u vodi, s tim da je njihov udjel veoma promjenjiv i znatno ovisi o čuvanju sirutke. Pritom su najznačajnije količine riboflavina, kobalamina i folne kiseline. Potonja dva uglavnom su vezana za proteine sirutke zbog čega pri proizvodnji sira velikim

dijelom prelaze u sirutku. Zanimljivo je da sirutka može sadržavati veće količine vitamina B<sub>2</sub> negoli mlijeko, i to zbog aktivnosti nekih bakterija mliječne kiseline u proizvodnji sira. Zahvaljujući relativno velikoj količini riboflavina, sirutka ima karakterističnu žuto-zelenu boju (Popović-Vranješ i Vujičić, 1997.; Tratnik, 1998.).

Sastav mineralnih tvari u suhoj tvari sirutke najviše je promjenjiv (7 - 12%) i ovisi o tehnološkom postupku proizvodnje sira. (Popović-Vranješ i Vujičić, 1997.). U sirutku prelaze gotovo sve topljive soli i mikroelementi iz mlijeka, ali i soli dodane u proizvodnji sira. Pritom se kalcij i fosfor djelomično zadržavaju u kazeinu sira, a njihov udjel je mnogo veći u kiseloj sirutki obzirom da je pri većoj kiselosti medija veća i topljivost ovih mineralnih tvari (Tratnik, 1998.).

### ***Kako od sirutke do ukusnog napitka?***

Sirutka se može na različite načine upotrebljavati u prehrambenoj industriji, iako se najčešće prerađuje u sirutku u prahu ili se proizvode koncentрати i izolati pojedinih sastojaka poput proteina ili laktoze.

Prerada sirutke u napitke počela je još 70-ih godinama prošlog stoljeća, a jedan od najstarijih sirutkinih napitaka je švicarska *Rivella*. Tako je do danas razvijena čitava paleta sirutkinih napitaka, bilo da su proizvedeni od nativne slatke ili kisele sirutke, od deproteinizirane sirutke, zatim od svježe sirutke razrijeđene vodom, fermentirane sirutke, pa sve do napitaka u prahu uz dodatak raznih aroma. Također postoje i alkoholni napitci, poput sirutkinog piva ili vina te napitci malog sadržaja alkohola (manje od 1,5%).

Pri proizvodnji napitaka od tekuće sirutke javljaju se određene poteškoće. Kao prvo, visok udio vode te sastav čine tekuću sirutku veoma pogodnim medijem za rast i razmnožavanje mikroorganizama, zbog čega je nužna toplinska obrada. S druge strane, proteini sirutke su termolabilni i počinju se denaturirati već pri temperaturi od 60°C (Tratnik, 1998.) pa se tako pri uobičajenoj toplinskoj obradi (72 °C/15 - 20 sek.) dio prisutnih proteina taloži. Stoga se nastoji visoku toplinsku obradu zamijeniti membranskim procesima kao što je mikrofiltracija ili pak upotrebom ultrazvuka. Upotrebom ultrazvuka također se može povećati i topljivost proteina sirutke (Režek-Jambrak i sur., 2008.) te bi se tako mogla smanjiti količina taloga nastalog tijekom čuvanja napitaka. Osim toga, zakiseljavanjem sirutke na pH < 3,9 proteini sirutke postaju termostabilni te tako ne koaguliraju čak ni provedbom UHT sterilizacije (Jelen, 2003.).

Relativno visok udio mineralnih tvari u suhoj tvari sirutke predstavlja sljedeći problem u proizvodnji napitaka na bazi sirutke, budući da su upravo mineralne tvari odgovorne za nepoželjni slano-trpki okus sirutke. Taj problem posebno je izražen kod kisele sirutke u kojoj je zbog povišenog udjela mliječne kiseline prisutna veća količina otopljenih mineralnih tvari (osobito Ca-fosfata i Ca-laktata) što u proizvodnji sirutkinih napitaka uzrokuje grudičavost i prekomjernu kiselost konačnog proizvoda te nastanak veće količine taloga pri toplinskoj obradi (Tratnik, 2003.).

Unatoč svim tim poteškoćama, prerada izvorne tekuće sirutke pokazala se najekonomičnijim tehnološkim rješenjem. Stoga se odavno radi na razvoju napitaka uz dodatak voćnih koncentrata, kako bi se dobio proizvod prihvatljivih senzorskih svojstava, pritom ponajprije misleći na okus (Koffi i sur., 2005.).

### ***Bezalkoholni napitci od sirutke***

U posljednja dva desetljeća registrirani su brojni patenti koji sadrže recepture raznih sirutkinih napitaka uz dodatak određene količine voćnih koncentrata, pri čemu su udjeli suhe tvari voćne komponente veoma različiti (5 - 20%). Tako su najčešće predlagani dodatci citrusa i tropskog voća, poput manga, banane ili papaje, jer je dokazano kako upravo te arome najbolje uspijevaju prikriti nepoželjan miris sirutke po kuhanom mlijeku te kiselo-slani okus (Đurić i sur., 2004.).

Osim toga, testirani su dodatci i raznih drugi vrsta voća, poput jabuke, kruške, breskve, marelice i višnje, a veoma korisnim i uspješnim pokazao se i dodatak koncentrata jagodastog i bobičastog voća koje je zbog bogatstva željezom i antioksidansima osobito važno u proizvodnji nutritivno obogaćenih sirutkinih napitaka. To najbolje dokazuje primjer skupine brazilskih znanstvenika koji su razvili funkcionalan sirutkin napitak uz dodatak koncentrata jagode i željezo-bisglicinata te dokazali kako se njegovom redovnom konzumacijom dulje vremensko razdoblje umnogome smanjuje pojava anemije kod djece i adolescenata (Miglioranza i sur., 2003.).

Osim voća, neki znanstvenici su razvili i recepture za sirutkine napitke sa dodatcima čokolade, kakao praha, vanilije, žitarica (najčešće riža, zob i ječam), meda i drugih pogodnih aromatizirajućih sastojaka. Dodatak žitarica, odnosno njihovih mekinja, čini se osobito važnim postupkom, jer se time dobiva napitak obogaćen dijetalnim vlaknima, esencijalnim masnim kiselinama (kod dodatka zobi) te hipoalergenskim proteinima, što ga čini

pogodnim i za konzumaciju kod alergičnih osoba i djece. Ukoliko je svrha proizvesti hipoalergenski napitak, mogu se dodati i drugi biljni izvori proteina, poput izolata sojinih ili krumpirovih proteina, s tim da se uglavnom preferira dodatak zobnog brašna obzirom da ono još dodatno poboljšava i okus samog napitka. (Girsh, 2001.). Kako su mekinje također izvrstan izvor dijetalnih vlakana, treba voditi računa o izboru vrste dodanih mekinja, budući da mnoga vlakna nisu topljiva ili imaju slabu topljivost u vodi. Tako se među najboljim pokazao dodatak stabiliziranih rižinih mekinja jer one sadrže veoma povoljan omjer topljivih i netopljivih vlakana te gotovo i ne nastaje talog pri čuvanju napitka, a s druge strane ne posjeduju proteine koje pripadaju skupini alergena. Doda li se takvom napitku med, umjesto običnog šećera ili nekog umjetnog sladila, dodatno ga se obogaćuje mnoštvom različitih sastojaka poput vitamina, mineralnih tvari te tvarima antioksidacijskog djelovanja (fitokemikalijama), koji nisu prirodno prisutni u sirutki (Hammond, 1992.).

Međutim, osnovni problem koji se javlja kod većine ovih receptura (pogotovo kod onih s dodatkom voća poput jabuke, kruške i banane) učestala je pojava taloženja uslijed visokog udjela suhe tvari nastalog interakcijom proteina sirutke i sastojaka u suhoj tvari dodatka. Talog se tako povećava uslijed duljeg skladištenja proizvoda, te zbog toga u konačnici loše prolazi na tržištu. S druge strane, konačni proizvod nema dovoljno dobra ostala senzorska svojstva (boja, okus, miris) ukoliko je udjel suhe tvari voćne ili neke druge komponente prenizak (Koffi i sur., 2005.; Đurić i sur., 2003.). Stoga se veoma velikim izazovom pokazalo pronalaženje optimalne mješavine voćnog koncentrata ili drugih dodataka i sirutke koja će imati za potrošača prihvatljiva senzorska svojstva.

U tu svrhu provedena su brojna istraživanja iz kojih je proizišla cijela paleta mogućih rješenja kako bi se u konačnici dobio napitak sa što manje nedostataka. Tako se za postizanje ugodnog okusa i mirisa predlaže dodatak metalnih glukonata (Remer, 1982.), limunske kiseline te raznih zaslađivača poput fruktoze, saharoze i hidrolizata latkoze.

U novije su se vrijeme pojavili i napitci s dodatkom CO<sub>2</sub>, u kombinaciji s voćnim dodacima, gdje se prikrivanje okusa i mirisa po kuhanom mlijeku nastoji postići uvođenjem te osvježavajuće note (Sherwood i sur., 2007.).

Kao jedna od boljih opcija za dobivanje proizvoda poželjnih senzorskih karakteristika pokazala se proizvodnja **fermentiranih napitaka na bazi sirutke**. Pri tom se za fermentaciju sirutke koriste uglavnom starter kulture bakterija mliječne kiseline i probiotički sojevi, dok se u slučaju alkoholnih fermentacija najčešće primjenjuju vrste kvasaca *Kluyveromyces*. Tako je

omogućena proizvodnja fermentiranih napitaka od tekuće sirutke poželjnih nutritivnih i senzorskih svojstava, a bez primjene kompliciranih i skupih tehnologija poput ultrafiltracije i uparavanja koje se primjenjuju u slučaju korištenja koncentrata i izolata proteina sirutke ili pak sirutke u prahu kao polazne sirovine.

Postoje čak i indikacije da se fermentacijom sirutke pomoću jogurtne kulture (*Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus* i *Streptococcus thermophilus*) može dobiti bolja jogurtna aroma negoli fermentacijom obranog mlijeka. Tako je otvorena mogućnost proizvodnje sirutkinih napitaka senzorskih karakteristika sličnim onima kod fermentiranih mlijeka, a primjenjujući pri tom uobičajene i dobro poznate postupke koji se odavno koriste u preradi mlijeka (Gallardo-Escamill i sur., 2005.).

U ovoj kategoriji proizvoda velika pozornost je posvećena razvoju probiotičkih sirutkinih napitaka, budući da su već od ranije poznati korisni učinci probiotika na zdravlje čovjeka, poput snižavanja razine kolesterola u krvi, ublažavanja netolerancije na laktozu, smanjivanja krvnog tlaka, smanjivanja rizika oboljenja od raka crijeva te stimulacije imunološkog sustava (Shah, 2007.). Jedan od važnijih čimbenika jest vrsta odabranog probiotičkog soja, jer upravo on uvjetuje jedinstvenu aromu i konzistenciju konačnog proizvoda. U posljednjih nekoliko godina mnoga istraživanja provedena su sa sojevima *Lactobacillus reuteri* i *Bifidobacterium bifidum*, a Mendoza i suradnici (2007.) uspjeli su pomoću ta dva soja, dodatkom šećera i pektina, proizvesti prihvatljiv probiotički napitak od sirutke.

Drgalić i suradnici (2005.) ispitivali su preživljavanje i rast sojeva *Lactobacillus acidophilus* La-5, *Bifidobacterium bifidum* Bb-12 i *Lactobacillus casei* Lc-1 u rekonstituiranoj sirutki tijekom 28 dana. Svi ispitivani sojevi pokazali su dobro preživljavanje tijekom čuvanja fermentiranog napitka, s tim da je napitak fermentiran sojem Bb-12 dobio nešto lošije senzorske ocjene od preostala dva.

U nekim novijim istraživanjima sirutka je fermentirana dodatkom kultura *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus rhamnosus* i *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis*. Pritom su se najuspješnijim pokazale fermentacije uz dodatak jogurtne kulture (*Streptococcus thermophilus* i *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*) te uz dodatak mješovite kulture *Streptococcus thermophilus* - *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* (Almeida i sur., 2008.).



Slične rezultate su dobili i Pescuma i suradnici (2008.) koji također ističu kombiniranu kulturu bakterija *Streptococcus thermophilus* i *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* kao kulturu visokog potencijala za fermentaciju sirutke.

Veoma često se koristi i probiotički soj *Lactobacillus rhamnosus* koji, međutim, nema sposobnost fermentacije laktoze zbog nedostatka enzima  $\beta$ -galaktozidaze te je stoga laktozu potrebno hidolizirati. Jedan od najpoznatijih fermentiranih sirtukinih napitaka dobiven fermentacijom pomoću te kulture je finski «Gefilus» koji se proizvodi iz demineralizirane sirutke ili koncentrata proteina sirutke uz prethodnu hidrolizu laktoze. Taj fermentirani napitak najčešće se aromatizira dodatkom voćnog soka ili voćne arome te zaslađuje dodatkom fruktoze (Tratnik, 1998.).

Kako sirutka ima upola manje suhe tvari (6 - 7%) od mlijeka, tako njezini fermentirani napitci imaju slabiju punoću okusa od fermentiranih mlijeka, što zahtjeva upotrebu ili probiotičkih kultura koje proizvode polisaharide ili dodatak hidrokoloida. Hidrokoloide dodani u relativno malim količinama povećavaju viskoznost proizvoda i sprječavaju pojavu taloženja, a izbor pogodne vrste i udjela ove vrste dodatka ključan je čimbenik za proizvodnju fermentiranih napitaka. Naime, veoma je bitno da dodani hidrokoloide ne prekrivaju željenu aromu proizvoda te da su djelotvorni i pri pH vrijednostima između 4,0 i 4,6 karakterističnim za ovu skupinu proizvoda. Pogodnim za upotrebu u proizvodnji fermentirane sirutke pokazali su se karboksimetil celuloza, pektin, alginati i ksantan guma, čiji dodatak značajno poboljšava punoću okusa konačnog proizvoda (Gallardo-Escamilla i sur., 2007.).

Skupini bezalkoholnih napitaka od sirutke pripadaju još i **dijetetski napitci**, napitci sa hidroliziranom laktozom, napitci slični mlijeku i napitci u prahu.

Zahvaljujući svom sastavu, i s njime povezanim svojstvima, sirutka je veoma pogodna sirovina za proizvodnju dijetetskih napitaka na jednostavan način koji uključuje dodatak nekog sladila (najčešće saharina i ciklamata), dodatak voćne baze jabuke ili nekog tropskog voća te dodatak stabilizatora. Ovi napitci imaju veoma nisku energijsku vrijednost koja se kreće oko 104 - 113 kJ/100mL, te su stoga pogodni za široku skupinu potrošača.

Međutim, potencijalni problem koji se ovdje javlja jest uporaba sladila za koja postoje indikacije o toksičnosti, pa se pribjegava pokušajima razvoja proizvodnje dijetetskih napitaka bez dodatka zaslađivača.

Hidrolizom laktoze nastaju monosaharidi glukoza i galaktoza koji se odlikuju većom slatkoćom od disaharida, boljom topljivošću i većom moći apsorpcije. Na taj se način povećava slatkoća sirutke i dobiva «prirodni zaslađivač», što omogućava široku primjenu u proizvodnji napitaka manje energijske vrijednosti, uključujući i prethodno spomenute dijetetske napitke. Osim toga, hidrolizirana sirutka adekvatna je za konzumaciju potrošačima koji djelomično ili potpuno ne probavljaju laktozu, ili u proizvodnji fermentiranih napitaka uz korištenje sojeva koji nemaju enzim  $\beta$ -galaktozidazu, kao npr. *Lactobacillus rhamnosus* u proizvodnji napitka Gefillusa koji je već ranije spomenut u tekstu.

Kod proizvodnje **napitaka sličnih mlijeku** tekuća se sirutka ili sirutka u prahu miješa s obranim ili punomasnim mlijekom, mlaćenicom, odabranim biljnim uljima, hidrokoloidima i emulgirajućim sredstvima. Mlijeko se pritom dodaje u svrhu poboljšanja stabilnosti i gustoće napitka. Jedan od najpoznatijih napitaka iz ove skupine je «Way-Mil» koji je po izgledu sličan kravljem mlijeku, ima specifičan okus i može se miješati s dodacima poput čokolade i voća. Way-Mil sadrži oko 2 - 4% masti, 1 - 1,5% proteina, 4 - 5% laktoze, oko 0,7% mineralnih tvari te vitamine topljive u vodi (Popović-Vranješ i Vujičić, 1997.).

Veoma široku skupinu čine **napitci u prahu** koji se moraju odlikovati dobrim instant svojstvima, a mogu se obogaćivati vitaminima i mineralnim tvarima. Osim toga, moraju imati dugi rok trajanja i dobru topljivost. Njihova prednost je u tome što se mnogo lakše mogu transportirati i skladištiti od tekućih sirutkinih napitaka, a to je veoma bitno za prehranu stanovništva koje se nalazi u otežanim uvjetima života i oskudijeva izvorima proteina. U proizvodnji ovakvih napitaka sirutka se obično miješa sa sojom, voćem u prahu, koncentriranim voćnim sokovima, a nerijetko se dodaju i koncentri proteina sirutke.

Veoma je važno da sirutka prije sušenja bude standardizirana, a postupak miješanja sirutke u prahu s ostalim dodacima je različit, ovisno o vrsti samog dodatka. Ukoliko je dodatak koncentrirani voćni sok u tekućem stanju tada je sirutku u prahu potrebno prethodno rekonstituirati s vodom. Ako se, pak, dodaju kristalizirani voćni sokovi ili aromatizirane voćne baze u prahu, sirutka u prahu se miješa u suhom stanju (Popović-Vranješ i Vujičić, 1997.)

Neki od najpoznatijih bezalkoholnih napitaka na bazi sirutke u Europi, kao i njihov sastav, prikazani su u tablici 3.

Tablica 3: Pregled nekih sirutkinih napitaka na europskom tržištu (Popović-Vranješ i sur., 1997.)

Table 3: Overview of some whey based beverages in the European market (Popović Vranješ et al., 1997)

Naziv proizvoda Name of the product	Zemlja podrijetla Country of origin	Osobine/sastav Characteristics/composition
Frusighurt	NJEMAČKA GERMANY	Sirutka uz dodatak baze jabuke/citrusa Whey with addition of apple/citrus extract
Big M		Aromatizirana sirutka obogaćena vitaminom E Aromatized whey enriched with vitamin E
Mango Molke-Mix		Sirutka uz dodatak mango-voćne baze i kulture bifidobakterija Whey with addition of mango extract and bifidobacteria
Frucht-Molke (Immensee)		Sirutka uz dodatak baze crnog ribizla ili 25% mješavine voća iz 10 vrsta voća (naranča, ananas, marelica, jabuka, banana, egzotično voće, mango, šljiva i citrusi) Whey with addition of black currant extract or of 25% fruit mixture consisting of 10 fruit extracts (orange, pineapple, apricot, apple, banana, exotic fruits, mango, plum and citrus)
Kur-Molke		Sirutka uz dodatak baze jabuka ili naranča/marakuja Whey with addition of apple or orange/maracuja extracts
Molken Frucht Nektar		Sirutka+25% naranča/marakuja koncentrat Whey+25% orange/maracuja concentrate
Multivitamin-Molke		Sirutka+dodatak voćnih baza od 10 vrsta voća +10 vitamina Whey + addition of 10 fruits extracts +10 vitamins

Naziv proizvoda Name of the product	Zemlja podrijetla Country of origin	Osobine/sastav Characteristics/composition
Rivella	ŠVICARSKA SWITZERLAND	Voda, sirutka, ugljična kiselina, šećer, prirodne arome, sredstvo za zakiseljavanje (L(-) mliječna kiselina)* Water, whey, carbon acid, sugar, natural aromas, acidifying agent (L-lactic acid)
Surelli		35% bistre deproteinizirane, CO <sub>2</sub> gazirane sirutke 35% of clear, deproteinised, carbonated whey
Fit		Napitak sličan Rivelli, ali karbonizirana sirutka + 15% voćne kaše ili mango baze Beverage like Rivella, but with carbonated whey+15% fruit paste or mango extract
Nature s Wonder	ŠVEDSKA SWEDEN	50% egzotično voće, ananas ili narančin koncentrat, obogaćen mliječno-proteinskim koncentratom, hidrolizirana laktoza 50% of exotic fruits, pineapple or orange concentrate, enriched with milk-protein concentrate
Latella	AUSTRIJA AUSTRIA	Sirutka + mango + marakuja i voćna kaša/baza citrusa Whey+mango+maracuja and fruit paste/citrus extract
Morea	FRANCUSKA FRANCE	Sirutkin koncentrat + 40% baze pomiješane iz manga, kivija i egzotičnog voća Whey concentrate+ 40% extract from mango, kiwi and exotic fruits
Djoez	NORVEŠKA NORWAY	80% sirutka + 12,8% voćni koncentrat + aroma 80% whey + 12,8% fruit concentrate + aroma
Taksi		85,3% sirutka + 6,3% voćni koncentrat + boja 85,3% whey + 6,3% fruit concentrate + coloring agent

Naziv proizvoda Name of the product	Zemlja podrijetla Country of origin	Osobine/sastav Characteristics/composition
Hedelmatarha	FINSKA FINLAND	Sirutka kojoj je laktoza hidrolizirana + voće (mango ili mješavina tropskog voća) Whey with hydrolyzed lactose + fruits (mango or mixture of exotic fruits)
Fanna-fitt	MAĐARSKA HUNGARY	80% UF-permeata slatke sirutke, fermentiran i nakon 2. ultrafiltracije pomiješan sa voćnom bazom (mango, ananas, jagoda) 80% UF permeate of sweet whey fermented and mixed with fruit extracts (mango, pineapple, strawberries) after 2. ultrafiltration
Lambada**	SLOVENIJA SLOVENIA	Pasterizirana sirutka uz dodatak 3% voćnog sirupa te šećera i limunske kiseline po potrebi. Dostupan u 8 različitih voćnih okusa (egzotik, kivi, marelica, ananas, limun, naranča, mango i marakuja) Pasteurized whey with addition of 3% of fruit syrup, sugar and citric acid if necessary. Available in 8 different fruit flavours (exotic, kiwi, apricot, pineapple, lemon, orange, mango and maracuja)

\* <http://www.dooyoo.de/nichtalkoholische-getraenke/rivella-rot/1065545>

\*\*Jarc i sur., 1994.

### **Alkoholni napitci od sirutke**

Sirutka je veoma dobra sirovina za proizvodnju alkoholnih napitaka, obzirom da joj najveći dio suhe tvari čini laktoza (oko 70%). Alkoholni napitci od sirutke dijele se na napitke malog sadržaja alkohola (do 1,5%), sirutkino pivo i sirutkino vino. Postupak proizvodnje sirutkinih napitaka malog udjela alkohola obuhvaća deproteinizaciju sirutke, koncentriranje, fermentaciju laktoze (sojevima *Kluyveromyces fragilis* i *Saccharomyces lactis*) ili dodatak saharoze (*Saccharomyces cerevisiae*) do željenog udjela alkohola (0,5 - 1%),

te aromatiziranje, zaslađivanje i flaširanje. Pri tom jedan dio laktoze prelazi u mliječnu kiselinu koja krajnjem napitku daje osvježavajući kiselkasti okus, a ostatak fermentira do alkohola. Neki od poznatijih napitaka iz ove grupe su «Milone» dobiven fermentacijom pomoću kefirne kulture i sirutkin pjenušac «Serwovit» proizveden u Poljskoj.

**Sirutkino pivo** može se proizvoditi sa ili bez dodatka slada, kao hranjivo pivo obogaćeno mineralnim tvarima ili kao napitak koji sadrži škrobne hidrolizate i vitamine. Problem koji se javlja jest prisustvo masti koja može utjecati na gubitak pivske pjene, neugodan okus i miris uzrokovan lošijom topljivosti sirutkinih proteina, kao i nemogućnost fermentacije laktoze pomoću pivskog kvasca.

**Sirutkino vino** sadrži relativno malu količinu alkohola (10 - 11%), uglavnom je aromatizirano voćnim aromama i namijenjeno je mlađim potrošačima. Osnovni tehnološki postupak proizvodnje sirutkinog vina obuhvaća bistrenje, deproteinizaciju, hidrolizu laktoze sa  $\beta$ -galaktozidazom, dekantiranje i hlađenje, dodatak kvasca i fermentaciju, dekantiranje, odležavanje, filtriranje i flaširanje (Popović-Vranješ i Vujičić, 1997.).

U konačnici, mogućnosti i pokušaji pripreme sirutkinih napitaka su brojni, no za idealnom recepturom još se uvijek traga. Uloženo je mnogo napora i truda, ali se znanstvenici i dalje susreću s mnogim poteškoćama. Ipak, sirutka je veoma vrijedan izvor hranjivih tvari da bi se olako odustalo od pronalaska optimalnog tehnološkog postupka proizvodnje.

### ***Komu su namijenjeni napitci od sirutke?***

Sirutkini napitci su namijenjeni širokim skupinama potrošača - od onih najmanjih pa do najstarijih.

Sirutka se smatrala ljekovitom još u Staroj Grčkoj. Tako je Hipokrat preporučivao sirutku protiv tuberkuloze, žutice, kožnih bolesti i sličnih oboljenja. U 18. stoljeću su se pojavile čak i posebne ustanove za liječenje sirutkom čime je započeto i s detaljnijim proučavanjem hranjivih i terapijskih svojstava sirutke. Tako su u to doba bile uobičajene tzv. «sirutkine kure» u zemljama poput Švicarske, Njemačke i Austrije. Sirutka se također uspješno primjenjivala i u tretiranju dijareje, dizenterije, žuči, kožnih bolesti, kamenca u mokraćnom mjehuru i kod nekih trovanja (Popović-Vranješ i Vujičić, 1997.).

Zbog bogatstva visokovrijednim proteinima, ovi napitci idealan su izvor energije i hranjivih tvari za sportaše. Naime, proteini sirutke bogati su aminokiselinama razgranatih lanaca (BCAA) kao što su izoleucin, leucin i valin, a koje se za razliku od drugih esencijalnih aminokiselina izravno metaboliziraju i prenose u mišićno tkivo, u kojem se od svih aminokiselina upravo one prve koriste za izgradnju tkiva tijekom vježbanja i kondicijskih treninga (Sherwood i sur., 2007.).

Proteinima sirutke pripadaju, između ostalog, laktoferin - glikoprotein koji veže željezo, zatim glikomakropeptid - peptid koji zaostaje nakon enzimske koagulacije kazeina i koji prirodno ne sadrži fenilalanin, te  $\alpha$ -laktalbumin koji ima sposobnost vezanja kalcija. Tako se sirutkini napitci, zahvaljujući laktoferinu, mogu koristiti kao funkcionalna hrana u svrhu povećanja apsorpcije željeza iz hrane, ali i uskratiti željezo koje je potrebno za rast i razmnožavanje patogena u crijevima te na taj način jačati imunološki sustav. To je iznimno važno u prehrani male djece. Zatim, ovi napitci također mogu poboljšati apsorpciju kalcija, što je veoma važno kod starije populacije koja sve češće obolijeva od osteoporoze. Ukoliko bi se koristio napitak s dodatkom izolata glikomakropeptida, bio bi izvrstan izvor energije i mikronutrijenata za fenilketonuričare (Miller, 2005).

Obogaćeni dodatcima poput rižinih i zobenih mekinja te izolata sojinih i krumpirovih proteina, ovi napitci idealni su za osobe alergične na proteine mlijeka ili oboljele od celijakije.

Isto tako, mnoga klinička istraživanja dokazala su kako sirutkini napitci (osobito fermentirani) djeluju antihipertenzivno, tj. snižavaju krvni tlak. Koriste se i kao zamjena za obroke ponajprije namijenjene osobama s prekomjernom tjelesnom masom, starijim osobama, sportašima te kao alternativa *fast food*-u. Tako istraživanja tržišta ukazuju da fermentirane i/ili voćne sirutkine napitke najčešće konzumiraju žene koje vode računa o pravilnoj i uravnoteženoj prehrani, djeca te ostali potrošači kojima ovi proizvodi služe kao zajutrak ili zdravi međuobrok (Huth i sur., 2006.).

To su samo neke od mogućih namjena sirutkinih napitaka, a ovisno o načinu proizvodnje i korištenim dodatcima oni se mogu koristiti u mnogo širem opsegu.

Vrijednost sirutke kao terapijskog napitka ističe još 460 god. prije nove ere otac medicine Hipokrat, jer u svakom slučaju djeluje okrepljujuće na organizam (Popović-Vranješ i Vujičić, 1997.; Tratnik, 2003.), a čini se

da dolaze vremena i kad je suvremeni čovjek spoznao njezinu važnost u svakodnevnoj prehrani.

## **WHEY BASED BEVERAGES - NEW GENERATION OF DAIRY PRODUCTS**

### **Summary**

*Whey is a by product in the process of cheese production. Composition and characteristics of whey are depending on the production technology, the end product and the quality of used milk. Liquid whey consists of approximately 93% water and contains almost 50% of total solids present in the milk of which lactose is main constituent. Lactose is the main constituent of whey while proteins represent less than 1% of total solids. Minerals and vitamins are present in fewer amounts also. Production of whey based beverages started in 1970's and until today a wide range of different whey based beverages has been developed. They can be produced from native sweet or acid whey, from deproteinised whey, from native whey which was diluted with water, from whey powder or by whey fermentation. Non alcoholic whey beverages include wide range of products obtained by mixing native sweet, diluted or acid whey with different additives like tropical fruits (but also other fruits like apples, pears, strawberries or cranberries), crops and their products (mainly bran), isolates of vegetable proteins, CO<sub>2</sub>, chocolate, cocoa, vanilla extracts and other aromatizing agents. Special attention is being paid to production of fermented whey beverages with probiotic bacteria where the most important step is the choice of suitable culture of bacteria in order to produce functional beverage with high nutritional value and acceptable sensory characteristics. Non alcoholic whey beverages also include dietetic beverages, drinks with hydrolyzed lactose, milk like drinks and powder drinks. Whey is a very good raw material for production of alcoholic beverages due to the fact that the main constituent of the solid content is lactose (about 70%). Alcoholic whey beverages include drinks with small amount of alcohol (up to 1,5%), whey beer and whey wine. Whey beverages are suitable for wide range of consumers – from children to the elderly ones. They have very high nutritional value and good therapeutic characteristics.*

*Key words: whey composition, alcoholic and non-alcoholic drinks, functional additives*



### Literatura

- ALMEIDA, K.E., TAMIME, A.Y., OLIVEIRA, M.N. (2008): Acidification rates of probiotic bacteria in *Minas frescal* cheese whey, *LWT* 41, 311-316.
- BEUCLER, J., DRAKE, M., FOEGEDING, E.A. (2005): Design of a beverage from Whey permeate, *Journal of Food Science*, 70, 277-285.
- DRGALIĆ, I., TRATNIK, LJ., BOŽANIĆ, R. (2005): Growth and survival of probiotic bacteria in reconstituted whey, *Lait*, 85, 171-179.
- ĐURIĆ, M., CARIĆ, M., MILANOVIĆ, S., TEKIĆ, M., PANIĆ, M. (2004): Development of whey based beverages, *European Food Research and Technology*, 219, 321-328.
- GALLARDO-ESCAMILL, F.J., KELLY, A.L., DELAHUNTY, C.M. (2005): Influence of starter culture on flavor and Headspace Volatile Profiles of Fermented Whey and Whey Produced from Fermented Milk, *Journal of Dairy Science*, 88, 3745-3753.
- GALLARDO-ESCAMILLA, F.J., KELLY, A.L., DELAHUNTY, C.M. (2007): Mouthfeel and flavour of fermented whey with added hydrocolloids, *International Journal of Dairy Science*, 17, 308-315.
- GIRSH, L.S. (2001): Us Patent US 2001/0022986 A1
- HAMMOND (1992): US Patent 5,153,019
- HERNANDEZ-MENDOZA, A., ROBLES, V.J., ANGULO, J.O., DE LA CRUZ, J., GARCIA, H.S. (2007): Preparation of Whey-Based Probiotic Product with *Lactobacillus reuteri* and *Bifidobacterium bifidum*, *Food Technology and Biotechnology*, 45(1), 27-31.
- HUTH, P.J., DIRIENZO, D.B., MILLER, G.D. (2006): Major Scientific Advances with Dairy Foods in Nutrition and Health, *Journal of Dairy Science*, 89, 1207-1221.
- <http://www.dooyoo.de/nichtalkoholische-getraenke/rivella-rot/1065545>, pristupljeno 28.05.2008.
- JARC, S., PFEIFER, K., HADŽIOSMANOVIĆ, M. (1994): Chemical, bacteriological and sensory quality indices of whey-fruit drinks, *Mljekarstvo*, 44, 27-31
- JELLEN, P. (2003): *Whey Processing*. u *Encyclopedia of Dairy Sciences*, URED: ROGINSKI, H., FUQUAY, J.F., FOX, P.F., Academic Press- An Imprint of Elsevier, Vol.4, 2740.
- KOFFI, E., SHEWFELT, R., WICKER, L. (2005): Storage stability and sensory analysis of UHT processed whey-banana beverages, *Journal of Food Quality*, 28, 386-401.
- MIGLIORANZA, L.S.H., MATSUO, T., CABALLERO-CORDOBA, G.M., DICHI, J.B., CYRINO, E.S., OLIVEIRA, I.B.N., MARTINS, M.S., POLEZER, N.M., DICHI, I. (2003): Effect of long-term fortification of whey drink with ferrous bisglycinate on anemia Prevalence in Children and Adolescents From Deprived Areas in Londrina, Parana, Brazil, *Nutrition*, 19, 419-421.
- MILLER, G. (2005): Healthy growth ahead for Wellness drinks. *Food Technology*, 59, 21-26.

PESCUMA, M., HEBERT, E.M., MOZZI, F., FONT DE VALDEZ, G. (2008): Whey fermentation by thermophilic acid bacteria: Evolution of carbohydrates and protein content, *Food Microbiology*, 25, 442-451.

POPOVIĆ-VRANJEŠ, A., VUJIČIĆ, I. (1997): *Tehnologija surutke*, Poljoprivredni fakultet Novi Sad, Novi Sad.

REMER, R.K., (1982): US Patent 4, 325, 977.

REŽEK JAMBRAK, A., MASON, T.J., LELAS, V., HERCEG, Z., LJUBIĆ-HERCEG, I. (2008): Effect of ultrasound on solubility and foaming properties of whey protein suspensions, *Journal of Food Engineering*, 86, 281-287.

SHAH, N. (2007): Functional cultures and health benefits. *International Dairy Journal*, 17, 1262.1277.

SHERWOOD, S., JENKINS, D. (2007): US Patent US 2007/0178214 A1.

TRATNIK, LJ. (1998): *Mlijeko - tehnologija, biokemija i mikrobiologija*, Hrvatska mljekarska Udruga, Zagreb.

TRATNIK, LJ. (2003): Uloga sirutke u proizvodnji funkcionalne mliječne hrane, *Mljekarstvo*, 53 (4), 325-352.

**Adrese autora - Author's addresses:**

Irena Jeličić, dipl. ing.

Prof. dr. sc. Rajka Božanić

Prof. dr. sc. Ljubica Tratnik

Laboratorij za tehnologiju mlijeka i mliječnih proizvoda  
Prehrambeno-biotehnološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu  
e-mail: irjelicic@pbf.hr

**Prispjelo - Received:** 02.06.2008.

**Prihvaćeno - Accepted:** 18.07.2008.