

# POROVNÁNÍ ROSTLINNÝCH NÁPOJŮ A KRAVSKÉHO MLÉKA Z VÝŽIVOVÉHO A SENZORICKÉHO HLEDISKA

Šárka Horáčková<sup>1</sup>, Dana Gabrovská<sup>2</sup>, Jiří Kopáček<sup>3</sup>, Jana Dostálová<sup>1</sup>

<sup>1</sup> VŠCHT Praha, <sup>2</sup> Potravinářská komora České republiky®,

<sup>3</sup> Českomoravský svaz mlékárenský

## Nutritional and sensory comparison of plant drinks and cow milk

### Abstrakt

V posledních letech se na trhu objevuje stále více rostlinných nápojů, které jsou doporučovány jako náhrada kravského mléka. Jedná se zejména o nápoje připravené ze sóji, rýže, mandlí, ova, kokosu, pohanky, lískových ořechů a dalších rostlinných zdrojů. V práci jsou shrnuty základní informace týkající se těchto nápojů z hlediska nutričního a technologického. Dále byl analyzován obsah sušiny, tuku, nasycených mastných kyselin, sacharidů, cukrů, bílkovin, NaCl a vápníku u sedmi tekutých a pěti sušených rostlinných nápojů zakoupených na trhu v České a Slovenské republice a provedena jejich senzorní analýza. Výsledky byly diskutovány z pohledu nutričního v porovnání s kravským mlékem.

**Klíčová slova:** nápoje, sója, mandle, rýže, mák, oves, kokos, kukuřice, pohanka, mléko

### Abstract

In recent years, there has been an increasing demand of vegetable drinks on the market, which are recommended as a substitute for cow's milk. These beverages are made usually from soy, rice, almonds, oats, coconut, buckwheat, hazelnuts and other plant sources. The thesis summarizes basic information about plant beverages from a nutritional and technological point of view. In addition, the content of dry matter, fat, saturated fatty acids, carbohydrates, sugars, proteins, NaCl and calcium in seven liquid and five dried plant drinks purchased in the Czech and Slovak Republics was analysed and sensory analysis was carried out. The results were discussed from a nutritional point of view compared to cow's milk.

**Keywords:** beverages, soy, almond, rice, poppy, oats, coconut, corn, buckwheat, milk

### Úvod

Spotřeba alternativních rostlinných nápojů (sójový, rýžový, ovesný, mandlový, kokosový apod.) se zvyšuje každoročně přibližně o 11 % od roku 1999. Jejich

oblíbenost roste hlavně ve vyspělých státech a spotřeba se rychle navyšuje i v méně rozvinutých zemích. Rostlinné nápoje jsou extrakty z rostlinných materiálů. Existuje celá škála těchto produktů, ale největší výzkumná aktivita je doposud věnována nápojům sójovým. Studie se zabývají nejen zdravotními efekty, ale také fyzikálně-chemickými charakteristikami, vlivem zpracování a aplikací nových technologií jako je využití elektrického pulsního pole nebo ultra-vysoká tlaková homogenizace (Bernat a kol., 2015; Cruz a kol., 2007). Výzkumů, které by se týkaly nesójových nápojů, je doposud málo a většina se týká pouze nutriční kvality takových produktů. V tomto smyslu se doporučují hlavně mandlové nápoje a nápoje z lískových ořechů jako případná alternativa mléka pro laktoso-intolerantní osoby či při prokázané alergii na mléčnou bílkovinu, ale i zde je nutná opatrnost a konzultace s lékařem (Fuchs a kol., 2016); případně jako doplnění stravy z důvodu jejich vyššího obsahu vápníku, fosforu a draslíku (Bernat a kol., 2014). Živiny v mnoha nemléčných nápojích, jako je mandlový, sójový nebo rýžový nápoj, nejsou stejné jako v mléce kravském jak z hlediska kvality i kvantity. Do řady z nich se z důvodu nízkého obsahu sušiny přidávají zahušťovadla.

Potencionální výhody uváděné v porovnání s konzumací kravského mléka jsou hlavně zvýšený obsah vlákniny, nepřítomnost nebo nízká koncentrace nasycených mastných kyselin, vyšší obsah vitamínu E a antioxidantů (Jenkins a kol., 2002). Zdravotní benefity, které jsou často zmiňovány např. v souvislosti s mandlovými nápoji a dalšími nemléčnými substituenty, jsou modulace imunitního systému a chorob z autistického spektra či Tourettova syndromu. Většinou pro tyto závěry ale chybí dostatečné vědecké důkazy. Obhájci alternativních nápojů argumentují také nižším negativním vlivem na životní prostředí při produkci rostlinných surovin, jak je např. patrné v nižším uvolňování metanu jako hlavního skleníkového plynu do ovzduší (Röös a Patel, 2016).

Z hlediska funkčnosti existuje několik rostlinných alternativ ke kravskému mléku, které lze považovat za částečně ekvivalentní, tj. jako nápoj konzumovaný za studena nebo za tepla s obilovinami, ovesnou kaší, čajem nebo kávou nebo pro zpracování do různých výrobků připomínajících jogurt, zmrzlinu atd.

Cílem předložené práce bylo porovnat složení a nutriční hodnoty rostlinných nápojů dostupných na našem trhu a kravského mléka.

### Materiál a metody

Rostlinné nápoje, polotučné a plnotučné mléko byly zakoupeny v tržní síti České a Slovenské republiky. Jednalo se celkem o sedm tekutých (č. 1 - 7) a pět sušených (č. 8 - 12) rostlinných nápojů. Sušené nápoje byly před senzorní analýzou připraveny po rozmíchání s vodou dle návodu výrobce. Název výrobků, jejich výrobce, složení, případná nutriční značení či doporučení výrobce jsou uvedeny v Tab. 1.

Tab. 1 Specifikace - výrobce a složení - analyzovaných rostlinných nápojů

Název	Výrobce/dovozce	Složení	Pozn.
Mandlový nápoj Ecomil	COUNTRY LIFE, s.r.o., země původu: Španělsko	voda, mandle (7 %), agávový sirup, kukuřičný maltodextrin	produkt je vyroben v zařízení, které zpracovává také ořechy; bez laktózy, bezlepkový
Rýžový nápoj Provamel	Alpro C.V.A., Belgie	voda, evropská rýže (14,7 %), slunečnicový olej, mořská sůl	přirozeně bez laktózy a lepku; vhodné od 5 let věku dítěte + bez přídavku cukru - obsahuje přirozeně se vyskytující cukr
Makový nápoj	Elephants SK s.r.o., Slovenská republika	pramenitá voda, 10 % mák setý ( <i>Papaver somniferum</i> ), citrusová vláknina, steviolglykosidy	nealkoholický nápoj s mákem; obsahuje sladidlo; bez cukru; zdroj vápníku; pasterizovaný; 1 porce je 500 ml, kde je 355 mg Ca = 44 % referenční hodnoty příjmu; jedno balení obsahuje 2 porce
Kokosový nápoj s rýží Alpro	Alpro C.V.A., Belgie	pitná voda, kokosové mléko (5,3 %) (kokosový krém, pitná voda), rýže (3,3 %), fosforečnan vápenatý, stabilizátory (karagenan, guma guar, xanthan), mořská sůl, vitaminy (D2, B12), aroma	může obsahovat stopy mandlí a lískových ořechů; bez lepku; s nízkou energetickou hodnotou, bez přídavku cukru, obsahuje přirozeně se vyskytující cukry; kokosový nápoj s rýží, zdroj vápníku a vitamínů
Sójový nápoj Alpro	Alpro C.V.A., Belgie	voda, loupané sójové boby (5,9 %), cukr, fosforečnan vápenatý, regulátor kyselosti (dihydrogenfosforečnan draselný), mořská sůl, aroma, stabilizátor (guma gellan), vitaminy (B2, B12, D2)	bez lepku, sójový nápoj, zdroj vápníku a vitamínů, zdroj bílkovin, s nízkým obsahem nasycených tuků
Ovesný nápoj Alpro	Alpro C.V.A., Belgie	pitná voda, oves setý (10 %), vláknina (inulin), slunečnicový olej, fosforečnan vápenatý, maltodextrin, mořská sůl, stabilizátor (guma gellan), vitaminy (B2, B12, D2)	s vysokým obsahem vlákniny; bez přídavku cukru, obsahuje přirozeně se vyskytující cukry, s nízkým obsahem tuků
Ovesný nápoj Provamel	Alpro C.V.A., Belgie	pitná voda, oves setý (12 %), slunečnicový olej, dietní vláknina (inulin), mořská sůl	bez laktózy, bez přídavku cukru - obsahuje přirozeně se vyskytující cukry, zdroj vlákniny
Rýžový nápoj sušený Topnatur	TOPNATUR s.r.o., Slušovice	rýžová mouka (23 %), sušený glukózový sirup, kokosový tuk, dextróza, inulin, emulgátor E 472e (estery mastných kyselin, rostlinný původ), stabilizátor (fosforečnan draselný), aroma	určená pro zvláštní výživu; bez laktózy, vegan friendly; gluten-free; bez lepku; GMO free; lactose-free; bezlaktózový - obsah laktózy < 10 mg/100 ml hotového nápoje; neobsahuje ztužený tuk+ vysoký obsah vlákniny; bez kaseinátu a laktózy
Kukuřičný nápoj sušený Topnatur	TOPNATUR s.r.o., Slušovice	dextróza, kukuřičný sirup (28 %), plně ztužený kokosový tuk, instantní kukuřičná mouka (10 %), maltodextrin, emulgátor (estery mastných kyselin) - rostlinný původ, stabilizátor: fosforečnan draselný, sůl	určená pro zvláštní výživu; bez laktózy, vegan friendly; gluten-free; bez lepku; GMO free; lactose-free; bezlaktózový - obsah laktózy < 10 mg/100 ml hotového nápoje; obsah lepku < 2 mg/100 g prášku, neobsahuje ztužený tuk; bílkovina rostlinného původu; bez kaseinátu a laktózy; může obsahovat stopy sóji
Kokosový nápoj sušený Topnatur	TOPNATUR s.r.o., Slušovice	dextróza, kokosový tuk (29 %), sušený glukózový sirup, emulgátor E 472e (rostlinný původ), stabilizátor: fosforečnan draselný, sůl	potravinu určená pro zvláštní výživu; bez laktózy, vegan friendly; gluten-free; bez lepku; GMO free; bezlaktózový - obsah laktózy < 10 mg/100 ml hotového nápoje; může obsahovat stopy sóji; neobsahuje ztužený tuk; bílkovina rostlinného původu; bez kaseinátu a laktózy; může obsahovat stopy sóji
Sójový nápoj natural - Zajíc	Mogador, s.r.o., Otrokovice	sušený glukózový sirup, sójová složka 29,4 %, (částečně ztužený sójový olej), regulátor kyselosti (fosforečnan draselný, emulgátor E471, kaseinát sodný, protispěková látka: oxid křemičitý; barvivo: karoteny	alternativa kravského mléka, bezlaktózová, bez lepku; obzvláště vhodný pro alergiky na laktózu kravského mléka, pro osoby s bezlepkovou dietou a zájemce o racionální stravování
Pohankový nápoj natural - Zajíc	Mogador, s.r.o., Otrokovice	sušený kukuřičný sirup, částečně ztužený sójový olej, pohanková mouka 7 %, sladidlo maltitol, regulátor kyselosti (fosforečnan draselný, emulgátor E471, kaseinát sodný, protispěková látka: oxid křemičitý; jedlá sůl; stabilizátor: karagenan; aroma; barvivo: karoteny	potravinu pro zvláštní výživu; alternativa kravského mléka, bezlaktózová, bez lepku; může obsahovat stopy sójové bílkoviny

V tabulce 2 a 3 jsou shrnuty nutriční hodnoty (energetická hodnota, obsah bílkovin, tuků, nasycených mastných kyselin, sacharidů, cukrů, NaCl, případně vlákniny a některých vitamínů) uváděné jednotlivými výrobci.

Ve všech testovaných výrobcích bylo provedeno stanovení celkového obsahu sušiny, tuku, nasycených, monone nasycených, polynenasycených a trans-mastných kyselin, obsah sacharidů, obsah cukrů (stanoven obsah fruktózy, glukózy, maltózy, laktózy, sacharózy, galaktózy a xylozy metodou HPLC), obsah bílkovin, NaCl a vápníku a vypočítána energetická hodnota. Stanovení probíhalo v akreditovaných laboratořích společnosti EUROFINs CZ, s.r.o.

Senzorické hodnocení výrobků probíhalo v laboratořích senzorické analýzy Ústavu analýzy potravin a výživy na

VŠCHT Praha panelem 10 proškolených odborníků. Dle pětibodové stupnice (1 - nejlepší, 5 - nejhorší) byly hodnoceny jednotlivé parametry jako textura, chuť, vůně, celkové hodnocení. Výsledky pro účely článku jsou uvedeny jako průměrné hodnoty pro celkové hodnocení.

## Výsledky a diskuse

V tab. 4 jsou uvedeny výsledky analýz testovaných vzorků tekutých rostlinných nápojů, v tab. 5 pak výsledky vzorků sušených nápojů.

Při porovnání s údaji deklarovanými výrobcem lze konstatovat, že všechny tekuté nápoje (s výjimkou kokosového s rýží) obsahovaly mírně nižší množství celkového tuku.

Tab. 2 Složení tekutých rostlinných nápojů deklarované výrobcem

Nápoj	1 mandlový	2 rýžový	3 makový	4 kokosový s rýží	5 sójový	6 ovesný	7 ovesný	mléko polotučné Olma, a.s.	mléko plnotučné Madeta, a.s.
Energie (kJ; kcal/100 g)	192/46	227/54	173/42	85/20	163/39	185/44	199/47	190/45	266/43
Tuky (g/100 g)	2,10	1,10	3,67	0,90	1,80	1,50	1,30	1,50	3,50
nasycené mastné kyseliny (g/100 g)	0,20	0,20	0,47	0,90	0,30	0,10	0,50	0,90	2,30
Bílkoviny (g/100 g)	0,90	0,10	1,66	0,10	3,00	3,00	3,00	3,20	3,20
Sacharidy (g/100 g)	5,40	11,00	0,45	2,70	2,50	6,80	8,10	4,60	4,80
cukry (g/100 g)	3,80	6,50	< 0,3	1,90	2,50	3,30	3,90	4,60	4,80
NaCl (g/100 g)	0,250	0,090	0,017	0,130	0,110	0,100	0,090	0,100	0,100
Vláknina	N	0,0	N	N	N	1,4	0,8	N	N
Vápník (mg/100 g)	N	N	N	120,0	120,0	120,0	N	120,0	120,0
Vit. D (μg/100 g)	N	N	N	0,8	75,0	75,0	N	N	N
Vit. B12 (μg/100 g)	N	N	N	0,38	0,38	0,38	N	N	N
Vit. B2 (μg/100 g)	N	N	N	N	N	0,21	N	N	N

N = neobsahuje nebo neuvedeno

Tab. 3 Složení sušených rostlinných nápojů deklarované výrobcem

Nápoj (sušený)	8 rýžový ve 100 g na porci		9 kukuřičný ve 100 g na porci		10 kokosový ve 100 g na porci		11 sójový ve 100 g na porci*		12 pohankový ve 100 g na porci*	
Energie (kJ; kcal)	1934/462	493/108	2087/499	522/125	2123/507	541/129	2128/509	532/127	2037/486	509/122
Tuky (g)	21,0	5,3	25,0	6,3	27,0	6,8	27,0	6,8	23,0	5,8
nasycené mastné kyseliny (g)	20,0	5,0	24,0	6,0	26,0	6,5	4,9	1,2	4,2	1,1
Bílkoviny (g)	1,70	0,40	0,60	0,15	<0,5	<0,5	3,40	0,90	2,60	0,65
Sacharidy (g)	62,0	16,0	67,0	16,8	66,0	17,0	63,0	16,0	67,0	17,0
cukry (g)	25,0	2,3	32,0	8,0	39,0	9,8	9,8	2,5	8,3	2,3
NaCl (g)	0,03	<0,01	0,50	0,13	0,03	<0,01	0,50	0,13	0,40	0,10

\*porce = 25 g směsi + 250 ml vody

Naopak u všech těchto testovaných nápojů byl zjištěn nižší obsah nenasycených mastných kyselin kromě nápoje mandlového (č. 1) a nápoje ovesného (č. 6), kde byly zjištěny hodnoty 0,59 g/100 g a 0,15 g/100 g oproti hodnotám 0,20 g/100 g resp. 0,10 g/100 g uváděným na obale výrobků. Obsah bílkovin se lišil oproti deklarovaným hodnotám pouze mírně, u většiny výrobků tyto hodnoty překračoval, pouze u ovesných nápojů (č. 6 a 7), kde výrobce uvádí 3 g bílkovin ve 100 g, byl zjištěn velmi výrazný rozdíl. Naměřené koncentrace byly v těchto nápojích pouze 0,24 a 0,40 g/100 g, což může být považováno za klamání spotřebitele. Zjištěné hodnoty obsahu sacharidů a cukrů buď zcela odpovídaly, nebo byly jen pouze mírně vyšší oproti údajům výrobců.

Jak už bylo uvedeno výše, nejčastěji se v literatuře z nutričního i zdravotního hlediska dlouhodobě diskutuje přínos sóji a výrobků z ní, neboť je bohatá na bílkoviny, sacharidy, tuky a isoflavony, které mají pozitivní význam u žen po menopauze. Isoflavony mohou však při vyšší konzumaci působit negativně u dalších skupin populace. Složení sójového nápoje (často zcela nesprávně označován jako sójové mléko) a jeho nutriční hodnota jsou relativně velmi rozmanité a závisí na varietě odrůdy, extrakčním procesu, poměru vody nebo solného roztoku k bobům a teplotě extrakce. Výroba je založena na smíchání sušených sójových bobů s vodou, pomletí a následné filtraci. Mezi rostlinnými potravinami je sója určitým způsobem

výjimečná, protože bílkoviny sóji mají v porovnání s ostatními rostlinnými bílkovinami vyšší biologickou hodnotu (v důsledku nízkého obsahu sirných aminokyselin nejsou ale plnohodnotné), která se blíží hodnotě bílkovin živočišného původu (Jooyandeh, 2011). Je nutné ale připomenout, že sója je rovněž významný alergen a její chuť je často pro evropského konzumenta cizí a málo přijatelná.

Mandle byly po staletí používány v lidské stravě, neboť mají důležité nutriční a farmakologické vlastnosti. Jsou zdrojem vitamínu E a provitaminu A, manganu, hořčíku, mědi, fosforu, vlákniny, riboflavinu, mononenasycených mastných kyselin a bílkovin. V práci Fasoli a kol. (2011) bylo v mandlovém nápoji identifikováno celkem 132 unikátních druhů bílkovin ("mandlový proteom"), ovšem autoři zdůrazňují, že je nutné pro výrobu takovýchto nápojů používat minimálně 100 g mandlí na 1 l. Bylo potvrzeno, že mandle (a další ořechy) redukují hladinu sérového cholesterolu, mohou redukovat riziko srdečních onemocnění a příznivě ovlivňovat postprandiální glykemii, jak je ukázáno ve studii Josse a kol. (2007), ale množství takto konzumovaných potřebných látek převyšuje koncentraci, která se může vyskytovat v samotných extrahovaných nápojích. Doma připravené mandlové nápoje obsahují pouze 1/8 bílkovin nacházených v kravském mléce, pouze velmi málo vápníku a vitamínu D, a proto je nelze považovat za substituenty mléka. Na druhé straně nutno

Tab. 4 Výsledky analýz tekutých rostlinných nápojů

Nápoj	1 mandlový	2 rýžový	3 makový	4 kokosový s rýží	5 sójový	6 ovesný	7 ovesný
Energie (kcal/100g)	48,8	52,2	38,1	18,8	38,7	41,4	46,9
Tuky (g/100 g)	2,06	0,93	3,06	0,93	1,45	1,15	1,33
nasyčené mastné kyseliny (g/100 g)	0,59	0,1	0,33	0,81	0,22	0,15	0,18
mononenasyčené MK	1,08	0,26	0,52	0,05	0,25	0,39	0,43
polynenasyčené MK	0,29	0,53	2,06	0,01	0,91	0,55	0,66
Bílkoviny (g/100 g)	0,80	<0,10	1,39	0,13	2,83	0,24	0,40
Sacharidy (g/100 g)	6,76	10,96	1,26	2,47	3,57	7,51	8,34
cukry (g/100 g)	3,96	6,11	<0,50	1,63	2,80	3,02	3,56
NaCl (g/100 g)	0,18	0,12	0,01	0,16	0,07	0,12	0,12
Vápník (mg/100 g)	57,7	10,1	707	125	126	120	9,5
Sušina	9,88	12,04	6,04	4,07	8,59	9,31	10,26
Senzorické hodnocení	4,2	4,2	4,8	3,5	3,5	3,8	3,9

podotknout, že komerčně vyráběné mandlové nápoje jsou často těmito látkami obohaceny. Mandlové nápoje mohou obsahovat také až 5 % extraktu z hořkých mandlí (*Prunus amygdalus amara*), vyšší koncentrace by mohly být toxické nebo dokonce letální z důvodu uvolňování kyanidu, pokud je namletý prášek smíchán s vodou. Existují také vědecké studie, které dávají do souvislosti nadměrnou konzumaci mandlových nápojů a výskytu hematurie a hyperoxalurie u dětí. Tento fakt zřejmě souvisí s vysokým obsahem oxalátu (68 mg/100 g) v nápoji a nepřítomností oxal-dekarboxylasy a dalších enzymů u lidí, které mohou kyselinu oxalovou degradovat (Ellis a Lieb, 2015).

Oves byl historicky považován za cennou plodinu pro své nutriční vlastnosti. Navzdory obrovskému zvýšení popularity a konzumace ovsa, jeho produkce v posledních letech stále klesá, především v Evropě kvůli převaze jiných obilovin (pšenice a ječmen). Oves nelze označit za zcela bezpečnou surovinu vhodnou pro celiaky, neboť imunoreaktivita spojená s toxickými prolaminami závisí na genotypu ovsa. Nicméně 95 % celiaků oves podle řady klinických studií toleruje, proto je v některých zemích povolen pro bezpečnou dietu. V každém případě se musí jednat o nekontaminovaný oves, u kterého je dán legislativní limit obsahu lepku do 20 mg/kg (Prováděcí nařízení Komise (EU) č. 828/2014)).

Tab. 5 Výsledky analýz sušených rostlinných nápojů

Nápoj (sušený)	8 rýžový	9 kukuřičný	10 kokosový	11 sójový	12 pohankový
Energie (kcal/100g)	483,6	502,9	499,4	513,5	491,8
Tuky (g/100 g)	21,56	26,04	26,43	27,17	22,77
nasyčené mastné kyseliny (g/100 g)	21,5	22,7	22,9	7,62	5,73
mononenasyčené MK	1,25	1,35	1,46	18,3	15,2
polynenasyčené MK	0,3	0,37	0,36	<0,01	0,73
trans-mastné kyseliny	<0,12	<0,13	<0,13	10,8	8,4
Bílkoviny (g/100 g)	1,89	0,94	0,12	3,87	2,68
Sacharidy (g/100 g)	70,50	66,19	65,27	63,38	69,04
cukry (g/100 g)	24,28	30,91	42,89	10,06	8,11
NaCl (g/100 g)	0,03	0,48	0,02	0,57	0,45
Vápník (mg/100 g)	26,6	14,7	10,1	59,3	113
Sušina	95,66	95,74	95,80	97,74	97,64
Senzorické hodnocení*	3,6	3,5	3,5	3,5	3,2

\* po přípravě nápoje dle návodu výrobce

Oves obsahuje množství sacharidů, většinou ve formě škrobu a dietní rozpustné vlákniny, tuků, hodnotných bílkovin a několika vitaminů skupiny B. Rostoucí pozornost je také věnována obsahu různých dalších bioaktivních sloučenin, které mohou pozitivně ovlivnit zdraví člověka, jako například  $\beta$ -glukany, avenantramidy, nebo steroly. EFSA potvrdila zdravotní tvrzení pro ovesné potraviny týkající se schopnosti  $\beta$ -glukanů udržovat normální hladinu cholesterolu a přispívat k omezení nárůstu hladiny glukosy (Nařízení Komise (EU) č. 432/2012). Na základě metaanalýzy dospěl k tomuto závěru již v roce 1992 Ripsin a kol. (1992) - asi 3 g denně rozpustné vlákniny z ovesných výrobků snižovaly hladinu celkového cholesterolu o 0,13 - 0,16 mmol/l u hypercholesterolaemických lidí. Ovesný  $\beta$ -glukan je hlavní složkou rozpustné vlákniny, skládá se z lineárního rozvětveného řetězce molekul D-glukosy spojených smíšenými  $\beta$ -(1-3) a  $\beta$ -(1-4) vazbami, s přibližným rozdělením 30:70%. Prospěšné účinky souvisí s jeho fyzikálně-chemickými a reologickými vlastnostmi jako molekulární hmotností, konformací, rozpustností ve vodě a viskozitou (Villaluenga a Penas, 2017).

Rýžový nápoj se vyrábí z pomleté rýže a vody. Jako ostatní alternativní nápoje obsahuje často různá aditiva ke zlepšení konzistence a stability. Tento nápoj způsobuje v porovnání s ostatními nejméně alergií, a tak je dobrou volbou pro osoby s laktosovou intolerancí nebo alergiemi na mléko, sóju či ořechy. Rýžový nápoj obsahuje vyšší množství energie v porovnání s ostatními nápoji, na jednu sklenici (cca 240 ml) je to 120 kcal, dále 22 g sacharidů, 2 g tuků a méně než 1 g bílkovin. Může být obohacen např. vápníkem a vitamínem D, ale stejně jako sójový nebo mandlový nápoj není jejich přírodním zdro-

jem. Rýže rovněž vykazuje vysoké koncentrace anorganického arsenu. Proto se obecně nedoporučuje výlučná rýžová dieta zvláště pro děti a těhotné ženy. Fermentované rýžové nápoje jsou velmi oblíbené v asijských zemích (Ghosh a kol., 2015).

Rostlinné nápoje mají ve srovnání s mlékem také potvrzené riziko vyššího obsahu těžkých kovů jako je např. kadmium či arsen. Dle studie Státního zdravotního ústavu může příjem kadmia při konzumaci asi 200 ml nefiltrovaného makového nápoje překročit až 3x tolerovaný denní příjem kadmia u dětí s hmotností do 20 kg (Řeháková a kol., 2017).

Při porovnání nutričních hodnot rostlinných nápojů a kravského mléka, je nutné hlavně zdůraznit, že rostlinné nápoje jsou pouze vodné extrakty (výluhy) surovin rostlinného původu. Obsah suroviny a tím i živin v takovýchto nápojích je většinou velmi malý. Obsah sušiny se v analyzovaných tekutých vzorcích pohyboval v rozmezí od 4 do 10 % hm., pouze u nápoje rýžového (č. 2) se její obsah (12 % hm.) blížil obsahu sušiny plnotučného mléka.

Obsah bílkovin byl ve srovnání s mlékem (3,5 % hm. i více) výrazně nižší. Pohyboval se od méně než 0,1 do 2,85 % hm. Biologická hodnota rostlinných bílkovin je v důsledku nedostatku některých esenciálních aminokyselin (hlavně lysinu, sirných či větvených aminokyselin) výrazně nižší než biologická hodnota bílkovin mléka, která je nejvyšší ze všech bílkovin u bílkovin syrovátky. Například cca 240 ml mléka (1 sklenice) nabízí o 6-8 g bílkovin, které napomáhají stavbě svalů a udržují déle pocit sytosti, více než mandlové nebo kokosové nápoje. Složení tuku rostlinných nápojů je vhodnější než u tuku mléčného (1 g mléčného tuku obsahuje přibližně 0,6 g nasycených mastných kyselin), i když u mandlového nápoje (č. 1) bylo zjištěno poměrně vysoké zastoupení nasycených mastných kyselin (Tab. 4). Překvapivým zjištěním byl vysoký obsah trans-mastných kyselin u sušených nápojů č. 11 a 12 (Sójový nápoj natural - Zajíc a Pohankový nápoj natural - Zajíc) 10,8 resp. 8,4 g ve 100 g sušeného produktu. Do těchto výrobků se přidávají částečně ztužené sójové oleje (viz Tab. 1), které jsou příčinou obsahu trans-mastných kyselin. Tyto kyseliny působí nepříznivě na vznik kardiovaskulárních onemocnění, diabetu II. stupně a dalších onemocnění. V několika zemích je jejich obsah v potravinách již legislativně regulován a uvažuje se o plošné regulaci v celé EU. Obsah sacharidů a cukrů nebyl v nápojích příliš vysoký.

Obsah vápníku byl u většiny výrobků výrazně nižší než v mléce, které ve 100 g obsahuje přibližně 100 - 120 mg vápníku. Zvláště sušené nápoje, po jejich zředění s vodou, nezajišťují téměř žádný příjem tohoto důležitého prvku. Nápoje č. 4 - 6 byly fortifikovány fosforečnanem vápenatým. Vápník v kravském mléce je mnohem lépe využitelný (z více než 30 %) než vápník z potravin rostlinného původu (pouze z několika procent). Podle řady studií je mléko nejlepším zdrojem vápníku pro stavbu kostí u dětí - lepším než nemléčné nápoje fortifikované vápníkem. Sójové nápoje obsahují minimální množství přírodního vápníku. Nedávné studie rovněž prokázaly, že rostlinné

alternativní nápoje neobsahují pro děti dostatečné množství vitamínu D. Děti, které pily pouze sójové, mandlové nebo rýžové nápoje, byly více než dvakrát deficientní ve vitamínu D, klíčovém nutrientu obsaženém v mléce, ve srovnání s těmi, které pily pouze mléko (Lee a kol., 2014).

Při sensorickém hodnocení bylo dle pětibodové stupnice nejlépe hodnoceno mléko plnotučné (1,5) a polotučné (2,5). Naopak jako nejhorší byl označen nápoj makový č. 3 (výsledek 4,8, hodnocen jako téměř nepoživatelný), u kterého navíc docházelo k usazování pevných částic produktu, nápoj mandlový č. 1a rýžový č. 2 (4,2) (viz Tab. 4). Navíc většina nápojů byla hodnotiteli označena jako příliš "vodová".

## Závěr

Závěrem lze konstatovat, že rostlinné nápoje mohou sloužit jako doplnění či určité zpestření jídelníčku, ale z hlediska nutričního nemohou nahradit ve výživě mléko. Jen málo z druhů rostlinných nápojů dokáže v určité míře nahradit živiny přirozeně obsažené v mléce. Úplná náhrada kravského mléka těmito nápoji je nevhodná zejména u dětí, těhotných a kojících žen a starších osob, protože nedodávají organismu některé živiny v dostatečném množství a kvalitě. Mléko je přirozený živočišný produkt a je přímo použitelné pro spotřebu bez dalších aditiv. Naproti tomu alternativní rostlinné nápoje představují vždy určitým způsobem zpracovávané výrobky často právě s celou řadou aditiv.

## Literatura

- BERNAT N., CHÁFER M., CHIRALT A., GONZÁLEZ-MARTÍNEZ C. (2014): Vegetable milks and their fermented derivative products. *International Journal of Food Studies*, 3, s. 93-124.
- BERNAT N., CHÁFER M., RODRÍGUEZ-GARCÍA J., CHIRALT A., GONZÁLEZ-MARTÍNEZ C. (2015): Effect of high pressure homogenisation and heat treatment on physical properties and stability of almond and hazelnut milks. *LWT - Food Science and Technology*, 62, s. 488-496.
- CRUZ N., TRUJILLO A.J., GUAMIS B., FERRAGUT V. (2007): Ultra high pressure homogenization of soymilk: Microbiological, physicochemical and microstructural characteristics. *Food Research International*, 40, s. 725-732.
- ELLIS D., LIEB J. (2015): Hyperoxaluria and Genitourinary Disorders in Children Ingesting Almond Milk Products. *Journal of Pediatrics*, 167, s. 1155-1158.
- FASOLI E., D'AMATO A., KRAVCHUK A., CITTERIO A., RIGHETTI P. G. (2011): In-depth proteomic analysis of non-alcoholic beverages with peptide ligand libraries. I: Almond milk and orgeat syrup. *Journal of Proteomics*, 74, s. 1080-1090.
- FUCHS M. (2016): Potravinová alergie a intolerance. Mladá fronta a.s., 2016, ISBN 978-80-204-3757-0, s. 259.
- GHOSH K., RAY M., ADAK A., HALDER S. K., DAS A., JANA A., PARUA S., VAGVOLGYI C., MOHAPATRA P., PATI B., MONDAL K. (2015): Role of probiotic *Lactobacillus fermentum* KKL1 in the preparation of a rice based fermented beverage. *Bioresource Technology*, 188, s. 161-168.
- JENKINS DJ, KENDALL CW, MARCHIE A, PARKER TL, CONNELLY PW, QIAN W, et al. (2002): Dose response of almonds on coronary heart disease risk factors: blood lipids, oxidized low-density lipoproteins, lipoprotein(a), homocysteine, and pulmonary nitric oxide: a randomized, controlled, crossover trial. *Circulation*, 106, s. 1327-32.
- JOOYANDEH H. (2011): Soy products as healthy and functional foods. *Middle-East Journal of Scientific Research*, 7, s. 71-80.
- JOSSE A. R., KENDALL C. W. C., AUGUSTIN L. S. A., ELLIS P. R., JENKINS D. J. A. (2007): Almonds and postprandial glycemia - a dose-response study. *Metabolism Clinical and Experimental*, 56, s. 400-404.

- LEE G. J., BIRKEN C. S., PARKIN P. C., LEBOVIC G., CHEN Y., L ABBÉ M. R., MAGUIRE J. L. (2014): Consumption of non-cow s milk beverages and serum vitamin D levels in early childhood. *CMAJ* 2014. DOI: 10.1503/cmaj.140555.
- RIPSIN C.M., KEENAN J.M., JACOBS D.R., ELMER P.J., WELCH R.R., VAN HORN L., LIU K., TURNBULL W.H., THYE F.W., KESTIN M., et al. (1992): Oat products and lipid lowering. A meta-analysis. *JAMA*, 267, s. 3317-25.
- RÖÖS E., PATEL M. (2016): Producing oat drink or cow's milk on a Swedish farm - Environmental impacts considering the service of grazing, the opportunity cost of land and the demand for beef and protein. *Agricultural Systems*, 142, s. 23-32.
- ŘEHÁKOVÁ J., HOLUBOVÁ Z., ŘEHŮRKOVÁ I., MATULOVÁ D., RUPRICH J. (2017): Makové mléko jako alternativní zdroj vápníku? Sborník ze Semináře Mikroelementy 2017, 14. - 15. 6. 2017, Valtice.
- VILLALUENGA C. M., PENAS E. (2017): Health benefits of oat: current evidence and molecular mechanisms. *Current Opinion in Food Science*, 14, s. 26-31.
- NAŘÍZENÍ KOMISE (EU) č. 432/2012 ze dne 16. května 2012.
- PROVÁDĚCÍ NAŘÍZENÍ KOMISE (EU) č. 828/2014 ze dne 30. července 2014.

**Korespondující autor:** Ing. Šárka Horáčková, CSc.,  
Ústav mléka, tuků a kosmetiky, Technická 5, VŠCHT,  
166 28 Praha 6; e:mail: sarka.horackova@vscht.cz

*Přijato do tisku: 11. 9. 2017*

*Lektorováno: 21. 9. 2017*

## ODSOLOVÁNÍ ULTRAFILTRAČNÍCH PERMEÁTŮ SYROVÁTKY POMOCÍ ELEKTRODIALÝZY

**Jiří Ečer, Hana Fárová**

*MemBrain s.r.o., Stráž pod Ralskem*

### Desalination of ultrafiltration permeates of whey by electro dialysis

#### Abstrakt

Cílem práce bylo ověření možnosti odsolení ultrafiltračních permeátů syrovátek pomocí elektrodialýzy a porovnání průběhu těchto procesů. Ultrafiltrační permeáty byly získány ze syrovátek vzniklých při různých technologiích zpracování mléka, a to ze sladké syrovátky z výroby sýrů, ze syrovátky z klasické výroby tvarohu a ze syrovátky z výroby termotvarohu. Experimenty s ultrafiltračními permeáty byly prováděny na laboratorní elektrodialyzační jednotce P EDR-Z/10-0,8 (výrobce MemBrain s.r.o.). Byly zjišťovány výkonové parametry elektrodialýzy a spotřeby elektrické energie a vody. Odsolení ultrafiltračních permeátů syrovátky pomocí elektrodialýzy je možné, přičemž se ukázalo, že nejvýhodnější je zpracování ultrafiltračního permeátu ze sladké syrovátky z výroby sýrů.

**Klíčová slova:** elektrodialýza, odsolování, ultrafiltrační permeát, syrovátka

#### Abstract

The aim was to verify the possibility of desalinating of ultrafiltration permeates of different types of whey by electro dialysis and to compare the course of the processes. Ultrafiltration permeates were obtained from the whey produced by various milk processing technologies, namely from sweet whey from cheese production, from whey from the traditional production of curd and from whey from the production of thermoquark. Experiments with ultrafiltration permeates were performed on a laboratory electro dialysis unit P EDR-Z/10-0.8 (manufactured by MemBrain s.r.o.). The parameters of electro dialysis performance and power and water consumption were evaluated. Desalination of ultrafiltration permeates of whey by electro dialysis is possible, processing of ultrafiltration permeate from sweet whey being the most advantageous of them.

**Key words:** electro dialysis, desalination, ultrafiltration permeate, whey

#### Úvod

Syrovátka je vedlejším produktem při výrobě sýrů, tvarohů a kaseinu. Syrovátka je důležitou surovinou pro další zpracování v potravinářském nebo farmaceutickém průmyslu (Boer, 2014), protože obsahuje značné množství bílkovin, laktózy, vitamínů a minerálních látek. Bílkoviny ze syrovátky lze získat například pomocí ultrafiltrace (Hobman, 1992; Mikulášek a kol., 2013), což je membránový proces, při kterém vznikají dva produkty. Retentát obsahuje především bílkoviny (tzv. WPC - Whey Protein Concentrate) a permeát obsahující laktosu a další nízkomolekulární látky.

Ultrafiltrační permeát představuje odpadní proud a vysoký obsah solí znesnadňuje jeho další využití. Soli negativně ovlivňují proces při získání laktosy krystalizací (Ibach, 2007), při fermentaci zahuštěného ultrafiltračního permeátu na bioetanol nebo jiné fermentační produkty působí inhibičně na mikroorganismy (Guimaraes, 2010). Ultrafiltrační permeát lze dále využít při standardizaci suroviny pro výrobu sýrů a výrobě různých nápojů (Beucler, 2005), kde snížení obsahu solí představuje výhodu.

Soli lze částečně odstranit pomocí nanofiltrace (Atra, 2005; Cuartas-Urbe, 2009; Suárez, 2009). Výhodou nanofiltrace je, že dojde zároveň k zahuštění suroviny. Lze však dosáhnout pouze částečného odstranění solí, a to zejména jednomocných.

Další možnost, jak odstranit soli, představuje elektrodialýza, která umožňuje dosahovat i vysokých stupňů odsolení. Elektrodialýza je elektromembránový proces (Mulder, 1996; Novák, 2014), který je šetrný k surovině, protože probíhá bez změny skupenství, při nízké teplotě a bez přídavku dalších chemikálií. Při elektrodialýze nedochází ke změně senzoričských vlastností produktů.