



Slaná

FAKTA

o soli

aneb je sůl nad zlato?

Publikace **Platformy pro reformulace**



Slaná fakta o soli

aneb je sůl nad zlato?

Autoři: Ing. Dana Gabrovská, Ph.D.
Mgr. Markéta Chýlková

Recenze: MVDr. Halina Matějová

Praha 2017

1. vydání

Publikace byla zkompletována v rámci Priority D. Bezpečnost potravin České technologické platformy pro potraviny ve spolupráci s Potravinářskou komorou České republiky a za finanční podpory Ministerstva zemědělství ČR (dotační titul 10.E.a/2017).

ISBN 978-80-88019-18-3



PŘEDMLUVA

Úvod	6
Biochemie a terminologie soli	6
Terminologie	7

PRODUKCE SOLI

Historie soli	9
Sůl kamenná	10
Získávání soli	11
Světová produkce soli	12
Historie využívání soli	14
Výroba kuchyňské soli	14
Mořská sůl	14
Historie mořské soli	16
Výroba mořské soli	16
Himalájská krystalická sůl	17
Další zdroje slané chuti	17

SŮL A LIDSKÝ ORGANISMUS

Využití soli v lidském organismu	18
Využití sodíku v lidském organismu	18
Využití chloru v lidském organismu	21
Poruchy metabolismu sodíku	21
Deficit sodíku	21
Nadbytek sodíku	22
Poruchy metabolismu chloru	22
Hypochloremie a deficit chloru	22
Hyperchloremie a nadbytek chloru	22
Sůl a hypertenze	23
Sůl a ledviny	25
Sůl a zhoubný nádor žaludku	25
Sůl a astma	26
Sůl a obezita	26
Sůl a osteoporóza	28

DOPORUČENÍ PRO KONZUMACI A JEJÍ TRENDY

29

POTRAVINY SE ZDRAVOTNÍ ORIENTACÍ	31
Jedlá sůl s přídavkem jódu	31
Jedlá sůl s fluorem	32

PRŮMYSLOVÉ VYUŽITÍ SOLI

Možnosti využití soli	34
Funkce soli v potravinách	35
Informace o obsahu soli v potravinách	35
Výživové údaje	35
Složení potravin	36
Zdravotní a výživová tvrzení	37
Rozdílné přístupy	38

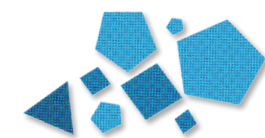
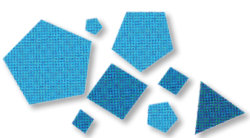
STRATEGIE POTRAVINÁŘSKÉHO PRŮMYSLU VE SNIŽOVÁNÍ OBSAHU SOLI V POTRAVINÁCH

Zdroje soli ze stravy	42
Chléb a obilné výrobky	46
Chlorid sodný a jeho úloha v pečivu	48
Snížení obsahu soli u pekařských výrobků	48
Maso a masné výrobky	49
Sýry	50
Snížení obsahu soli u mléka a mléčných výrobků	51
Fermentovaná zelenina	52
Ostatní potraviny	52

ZÁVĚRY

54





PŘEDMLUVA

*„Dvě věci jsou nejdůležitější: slunce a sůl.“
(Plinius starší, římský přírodovědec)*

Je bílá, téměř bez zápachu, chutná slaneč. Její vlastnosti nejsou zvláště pozoruhodné, přesto se věda této zdánlivě nezajímavé látce odjakživa věnovala velmi intenzivně. Řeč je o soli.

Sůl je nejstarším a nejpoužívanějším kořenícím prostředkem na světě. Věta „bez soli by nebylo života“ není v žádném případě přehnaná - složení extracelulární tekutiny je jako v prapůvodních mořích, kde vznikl život. Pradávní předkové člověka opustili moře i s jeho zdrojem sodíku, ve kterém bylo snadné udržet jeho rovnováhu. Na souši museli nedostatek soli vyřešit vyvinutím velmi silných mechanismů, které sodík zadržují. Tyto mechanismy zajišťují vyrovnanou bilanci sodíku i při velmi nízkém přísunu soli do organismu.

Pro vitalitu a funkčnost našeho těla je sůl, respektive sodík nezbytný. Mezi minerálními látkami v lidském těle zaujímá vedoucí úlohu.

Mořská sůl, himálajská sůl, lanýžová, ibišková... Obyčejná kuchyňská sůl už není jednoduše „in“. Není sůl jako sůl, ale je vůbec některá z nich „nad zlato“?

Použité zkratky:

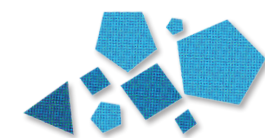
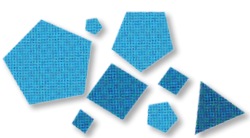
EU	Evropská unie
EK	Evropská komise
WHO	Světová zdravotnická organizace
USA	Spojené státy americké
ČR	Česká republika

Použité právní předpisy:

nařízení (EU) č. 1169/2011 nařízení (EU) č. 1169/2011 o poskytování informací o potravinách spotřebitelům, o změně nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1924/2006 a (ES) č. 1925/2006 a o zrušení směrnice Komise 87/250/EHS, směrnice Rady 90/496/EHS, směrnice Komise 1999/10/ES, směrnice Evropského parlamentu a Rady 2000/13/ES, směrnic Komise 2002/67/ES a 2008/5/ES a nařízení Komise (ES) č. 608/2004

nařízení (ES) č. 1924/2006 nařízení (ES) č. 1924/2006 o výživových a zdravotních tvrzeních při označování potravin

vyhláška č. 398/2016 Sb. vyhláška č. 398/2016 Sb., o požadavcích na koření, jedlou sůl, dehydratované výrobky, ochucovačla, studené omáčky, dresinky a hořčici



Fakta o soli

Úvod

Sodík je jeden ze základních prvků lidského organismu, je nepostradatelný během všech stádií vývoje a života. Jeho zdrojem je chlorid sodný (sůl kamenná), který je potřebný pro životní funkce většiny organismů. Vzhledem k tomu, že si její tělo nemůže vytvořit samo, je nutné její tělu prostřednictvím potravin *dodávat*.

Sůl kamenná je významnou surovinou pro *potravinářský a chemický průmysl*. V potravinářství se kromě běžné úpravy potravin používá například při konzervaci masa. V chemickém průmyslu je *halit* důležitý pro výrobu sodíku, jedlé sody, chloru, kyseliny chlorovodíkové a mnoho dalších látek. Jedná se o *strategickou a dostupnou* surovinu.

Biochemie a terminologie soli

Chlorid sodný (NaCl) je běžně označován jako *kuchyňská sůl*. Hovoří-li laik o soli, myslí tím zpravidla právě kuchyňskou sůl čili chemickou sloučeninu vyskytující se v přírodě v podobě nerostu *halitu* neboli *soli kamenné*. Je to velmi důležitá sloučenina potřebná pro životní funkce většiny organismů. Dnes se například v ČR odhaduje příjem soli okolo 14 až 15 gramů soli na osobu a den ¹.

Sůl je ve výživě zdrojem *sodíku*. Sodík je nejvíce zastoupeným alkalickým *kovem* v lidském těle. Je hlavním kationtem *extracelulárních (mimobuněčných) tekutin*. Podílí se na regulaci objemu plazmy, na udržování acidobazické rovnováhy a má významnou úlohu při udržování membránového potenciálu a jeho změn. Celkové množství sodíku v těle u dospělého jedince je asi 77 až 100 gramů, tj. 1 až 1,4 gramy na kilogram. Koncentrace je velice přísně řízena. Při zvýšeném vstřebávání sodíku z potravy, ledviny zvýší zpětnou resorpci vody a zároveň zvýší exkreci sodíku. V opačném případě – při vysokém příjmu vody ledviny zvýší zpětnou resorpci sodíku a omezí resorpci vody. Vylučován je nejvíce ledvinami a močí, menší část potem a stolicí.

Jako čistý kov je sodík vysoce reaktivním *redukčním činidlem*. Zvláště bouřlivě reaguje s vodou a při kontaktu s kůží a sliznicemi může způsobit popáleniny (reaktivita) a poleptání vzniklými hydroxidy (silné zásady).

Chloridy se podílejí spolu se sodíkem na osmotickém tlaku a velký význam mají pro udržení acidobazické rovnováhy.

Chloridové ionty přijímá člověk z potravy právě ve formě soli.

V těle je asi 80 gramů chloru, přičemž 88 % je zastoupeno v mimobuněčných tekutinách, zatímco zbylých 12 % v intracelulárním prostředí. *Negativní náboj* chloru neutralizuje pozitivně nabitý sodík a tím dochází k udržování elektrolytické rovnováhy.

Chlorid sodný je vhodným nosičem nedostatkového *jódu*, proto bývá k soli přidáván – dochází k obohacení potravin *o jodid* nebo *jodičnan draselný* - v množství 20 až 34 miligramů jódu na kilogram. V potravinářské výrobě v ČR však není použití soli obohacené jodem povinné.

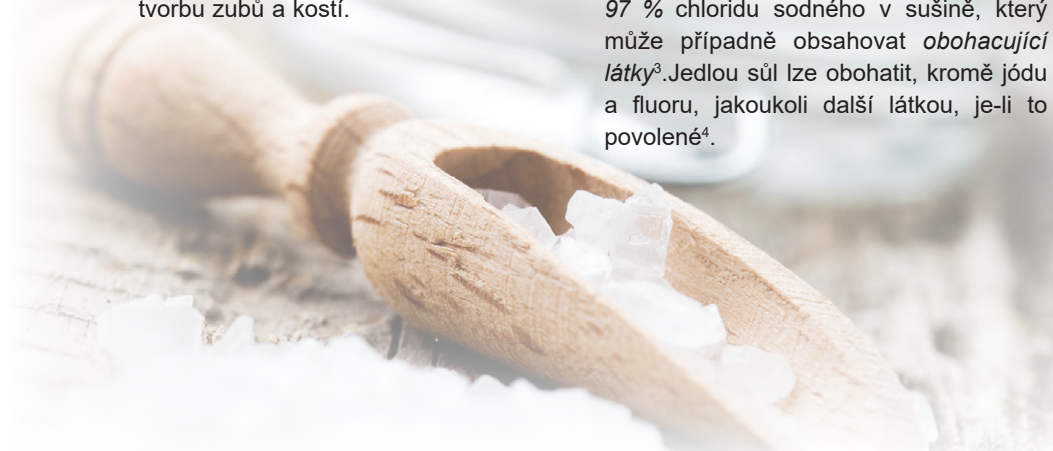
Sůl může být také obohacována *fluorem*, který je pokládán za prvek nezbytný pro tvorbu zubů a kostí.

Terminologie

Pro klasifikaci lze využít různé způsoby dělení soli. Lze ji dělit například podle způsobu její úpravy:

- *nerafinovaná sůl* je sůl, která nebyla žádným způsobem upravena, a proto obsahuje velké množství minerálních látek a stopových prvků, které jsou důležité pro lidské tělo;
- *rafinovaná sůl* byla technologicky upravena a obsahuje pouze dva prvky: sodík a chlor.

Česká legislativa používá pro označení soli pojem *jedlá sůl*². Jedlou solí se rozumí krystalický produkt obsahující nejméně 97 % chloridu sodného v sušině, který může případně obsahovat *obohacující látky*³. Jedlou sůl lze obohatit, kromě jódu a fluoru, jakoukoli další látkou, je-li to povolené⁴.

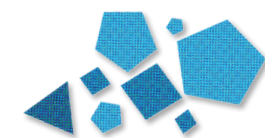
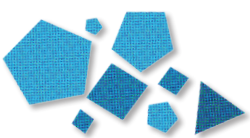


¹ Janda J., Prof. MUDr., CSc. Nadbytek soli škodí dětem i dospělým. 2014.

² Vyhláška č. 398/2016 Sb.

³ § 2 písm. g) vyhlášky č. 398/2016 Sb.

⁴ Nařízení (ES) č. 1925/2006 o přidávání vitaminů a minerálních látek a některých dalších látek do potravin.



Členění jedlé soli na druhy a skupiny

DRUH	SKUPINA
jedlá sůl	s jódem s jódem a fluorem s jódem a ... (název látky, kterou byla obohacena) s ... (název látky, kterou byla sůl obohacena)

Zdroj: Příloha č. 5 k vyhlášce č. 398/2016 Sb.

- *jedlá sůl s jódem* je směs chloridu sodného s jodičnanem draselným nebo jodidem draselným;
- *jedlá sůl s jódem a fluorem* je směs chloridu sodného s jódem (viz výše) a fluoridem sodným nebo fluoridem draselným;
- *jedlá kamenná sůl* je jedlá sůl získaná dobýváním z podzemních přírodních ložisek s malým podílem anorganických solí, které se s ní vyskytují přirozeně v ložisku soli, popřípadě s podílem účelově přidávaných látek;
- *jedlá mořská sůl* je jedlá sůl získaná odpařováním mořské vody s podílem stopových prvků a sloučenin, které se s ní vyskytují přirozeně v přírodě, popřípadě s podílem účelově přidávaných látek;
- *jedlá vakuová sůl* je jedlá sůl získaná vakuovým odpařováním nasyceného roztoku jedlé soli (solanky) z přírodních ložisek s malým podílem anorganických solí, které se přirozeně vyskytují v ložisku soli, popřípadě s podílem účelově přidávaných látek.



Smyslové a chemické požadavky na jakost jedlé soli

Výrobek	Chuť	Vůně	Obsah NaCl v sušině % nejméně	Minerální příměsi v sušině % nejvýše	Obsah obohacujících látek na kg soli
jedlá sůl	slaná	neutrální, bez cizích pachů	98,0	2,0	-
jedlá sůl s jódem	slaná	neutrální, bez cizích pachů	98,0	2,0	27 ± 7 mg jódu
jedlá sůl s jódem a fluorem	slaná	neutrální, bez cizích pachů	98,0	2,0	27 ± 7 mg jódu nejvýše 250 mg fluoru
jedlá sůl s jódem a ... (název látky, kterou byla obohacena)	slaná	neutrální, bez cizích pachů	97,0	-	27 ± 7 mg jódu obohacení podle údajů výrobce
jedlá sůl s ... (název látky, kterou byla obohacena)	slaná	neutrální, bez cizích pachů	97,0	-	obohacení podle údajů výrobce

Zdroj: Příloha č. 6 k vyhlášce č. 398/2016 Sb.

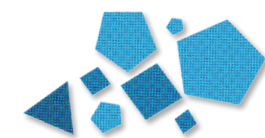
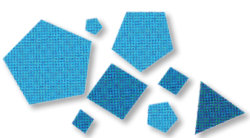
Produkce soli

Historie soli

Sůl má zvláštní místo v lidské historii. První dochované písemné zmínky o soli jako přípravku pro přípravu pokrmů se nacházejí v Homérově eposu Ilias a Odyssea z doby 6 tisíc let před naším letopočtem. Kromě používání v kuchyni, byla používána jako platidlo, měla cenu zlata, což se stalo i příčinou válek, důvodem k postavení Velké čínské zdi na důkaz rozdělení oblastí, kde byly solné

daně. Solid byla zlatá mince zavedená Konstantinem I. Velikým v Byzantské říši. Byla vyplácena jako daň za loď soli. Rovněž Caesarovi legionáři dostávali část svého *žoldu* v podobě váčku se solí. Za domestikaci sobů také lze vděčit soli, v blízkosti lidských příbytků byly zbytky lidské moči obsahující sůl, která vyplnila deficit sodíku u těchto býložravců.

Lidstvo používá sůl od nepaměti. Nejstarší těžba soli je doložena z Číny z třetího



tisíciletí před naším letopočtem. První psaná zpráva o soli se nachází v *Knize Jobově* a vztahuje se k období okolo roku 2250 před naším letopočtem. Již v době kamenné hrála sůl důležitou roli při *výměnném obchodu*. „Solné stezky“ protkávaly starověký svět od Mrtvého moře po Indii.

Čilý obchodní ruch na evropských *solných stezkách* panoval až do počátku novověku, přičemž jedna z nich vedla ze Solné komory přes Prachatice na sever do Pobaltí. Dodnes existují solné karavany, které dopravují sůl ze solných dolů v Bilmě (Niger) a v Taoudenni (Mali) do měst a vesnic na jižním okraji Sahary a Sahelu.

Od nejstarších dob používaly některé národy sůl při *náboženských obřadech*. Japonští zápasníci sumo zahánějí zlé demony před každým kolem hrstí soli vhozenou do ringu⁵.

Sůl kamenná

Přesné *chemické složení* soli kamenné určil teprve v roce 1810 anglický chemik a fyzik Humphry Davy. Halit (Glocker, 1847, z řeckého halos = moře, sůl) je chemicky chlorid sodný (NaCl). Česky je halit *sůl kamenná*.

Sůl kamenná je nejčastější minerál solných ložisek s obsahem téměř 40 % sodíku a 60 % chloru, přičemž může obsahovat příměs chloridů vápenatého a hořečnatého. Nejčastěji se vyskytuje jako *zrnitá* nebo *vláknitá*, v jejich dutinách jsou však krychle s dokonalou štěpností podle krychlových ploch a se silným skelným leskem.

Sůl kamenná je obvykle *čirá a bezbarvá* (v čisté formě) nebo zbarvená *šedě* jílem, *červeně* krevelem, *hnědě* živičnými látkami, *modře* kovovým sodíkem (změnami v krystalové mřížce). Je *rozpustná* ve vodě. Sůl je možno rozeznat od jiných



minerálů podle čisté slané chuti. Plamen barví žlutě (sodíkem), tvrdost je 2. Krystaluje v krychlové soustavě.

Sůl se v přírodě vyskytuje buď jako *roztok*, nebo v *tuhém skupenství*. Například mořská voda může obsahovat až 3,7 % soli kamenné a jiných solí. V tuhém skupenství se vyskytuje téměř ve všech geologických útvarech. Tvoří pak zpravidla mohutná ložiska (vrstvy nebo čočky), často silně zvrásněná v mohutné solné „dómy“. Tato ložiska vznikla také v zálivech oddělených pruhem pevniny od moře, a to odpařením mořské vody v horkém a suchém podnebí. Sůl také takzvaně „vykvétá“ na pobřeží solných jezer (Mrtvé moře, Velké Solné jezero v Utahu nebo na stepní půdě).

Příznačný je *tvar* solných ložisek. Ložiska tvoří takzvané *dómy* nebo *pně*, které prorážejí okolními vrstvami někdy i nad zemský povrch. Tento zvláštní tvar solných ložisek se vysvětluje extrémní

plasticitou solí, která umožnila vytlačení původně vodorovně uložených solných vrstev působením různých vlivů, nejčastěji horotvorných, do nadloží, přičemž se tyto vrstvy deformovaly většinou bez zlomů do útvarů vysokých několik set až přes tisíc metrů.

Získávání soli

V *pevném stavu* je sůl získávána převážně *hornickým způsobem*. Vzácněji se těží kamenná sůl povrchově v lomech. V dolech se obvykle používá komorového porubu. K odhalení ložiska se vyhloubí šachta, z ní se razí chodby a sůl se pak postupně těží z takzvaných komor. Vytěžená sůl má *krystaly různé velikosti* - od prachových částic až po velká zrna. Sůl se poté dále upravuje mletím, proséváním a čištěním. Tento způsob těžby je finančně nejnákladnější. Posledním činným solným dolem tohoto druhu v Polsku je Klodawa⁶. Sůl lze získávat *louhováním*, kdy se do

⁵ <http://www.lomyatezba.cz/2013/2013-2/item/349-sul-kamenna-halit>

⁶ <http://www.sol-klodawa.com.pl/>

podzemního ložiska vrtem přivede voda. Sůl se v ní rozpustí a vzniklý roztok – *solanka* – se čerpá na povrch. Solanka obsahuje přibližně 310 gramů soli na jeden litr roztoku. Po odpaření vody dojde ke krystalizaci a následnému zpracování. Dutiny vzniklé těžbou se mohou používat například jako úložiště uhlovodíků (např. zemního plynu).

V teplých oblastech lze získávat sůl *odpařováním* mořské vody. Mořská voda, která obsahuje v jednom litru přibližně 35 gramů halitu, se nechává odpařit v *mělkých nádržích*. Získaná surovina obsahuje 80 % halitu a následně je nutné ji chemicky vyčistit od nežádoucích příměsí.

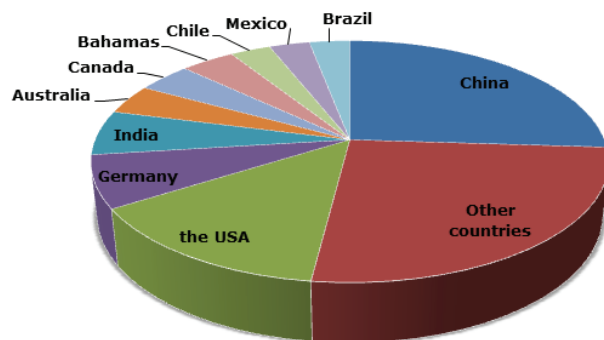
Světová produkce soli

V letech 2008 až 2011 byla celosvětová produkce soli na vzestupu, nicméně v roce 2012 došlo k poklesu o 2,1 % (odhad cca na 280 mil. tun). Čína je dlouhodobě hodnocena jako přední výrobce soli na celém světě a její podíl na celkovém objemu výroby soli představuje téměř 26 % (73 milionů tun). Následuje USA, Německo, Indie a Austrálie.

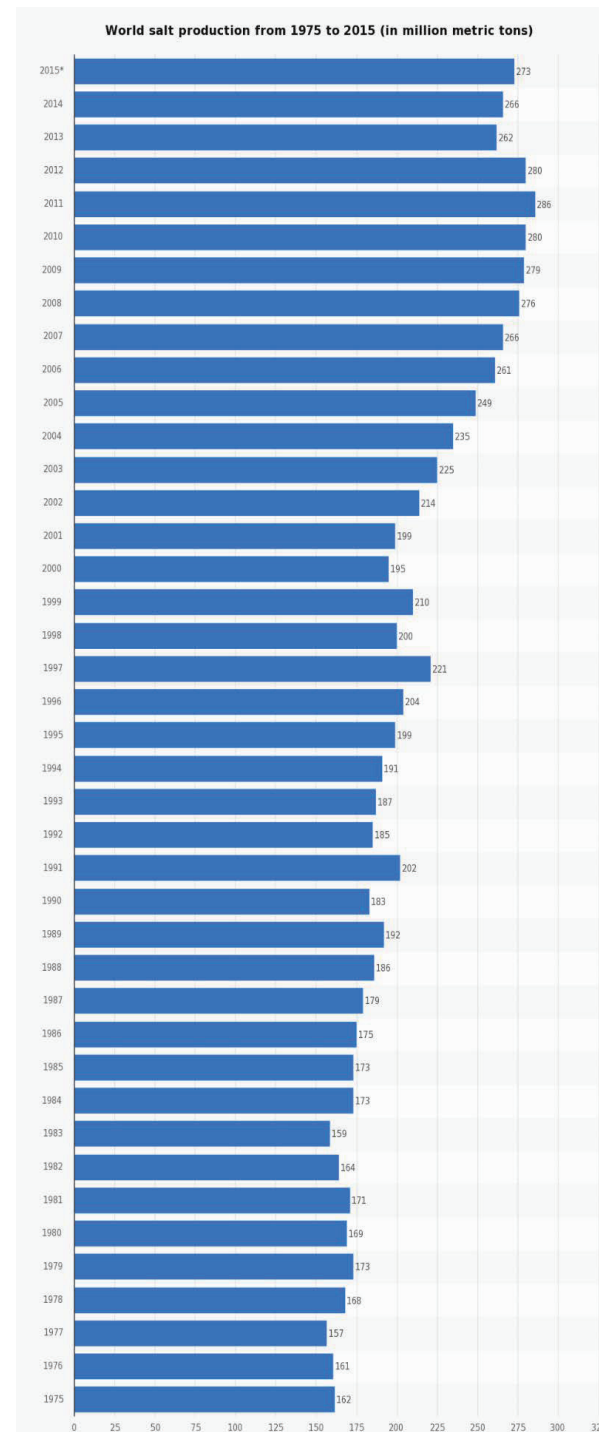
Odhadovalo se, že celosvětová poptávka po soli poroste o téměř 3 % ročně během let 2013 až 2016 a že světová produkce soli překoná 310 milionů tun v roce 2016.

Sůl: struktura světové těžby soli po zemích, 2012

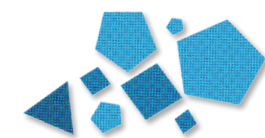
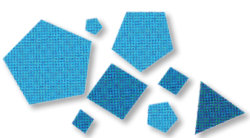
Světová produkce soli roste. Od roku 1975 stoupla ze 162 milionů tun až 273 miliony tun v roce 2015⁷.



Zdroj: Merchant Research & Consulting Ltd.



⁷ World salt production from 1975 to 2015 (in million metric tons).
Dostupné na: <https://www.statista.com/statistics/237162/worldwide-salt-production/>.



Historie využívání soli

Sůl jako *pochutina* je známá od pradávna a téměř všechny národy ji mají v úctě jako symbol dobrých mravů, věrnosti a pohostinnosti a v neposlední řadě jako symbol nepostradatelnosti: „Vy jste sůl země“, píše se v Bibli. Starořecký filozof, historik a geograf Strabón zaznamenává zprávy o solných ložiskách. Řecký lékař, lékárník a botanik Pedanius Dioscorides píše o získávání soli z mořské vody. Prvními solnými středisky na území Německa byly Lüneburg, Reichenhall a Hallein.

České země byly vždy závislé na *dovozu soli*, která se v minulosti dopravovala po solných stezkách - do severních Čech sůl saská, na jih alpská. V 16. století prošlo Prachaticemi označovanými za solný sklad Čech až 220 tun soli týdně. Ve středověku se používala sůl jako konzervační prostředek, takže obchodníci s touto komoditou byli velmi zámožní. Trh prostřednictvím vysokých daní ovládali panovníci, na obchodu se solí zbohatly Benátky, Janov a Řím⁸.

Výroba kuchyňské soli

Výroba kuchyňské (vakuové) soli začíná v *solivaru* ze solanky, která se potrubím přivádí z několika vrtů. Vytěžená solanka se nejprve přivádí do obrovských nádrží, kde se solný roztok chemicky číří. Vyloučené sraženiny se usazují na dně

nádrží, tyto kaly se vypouští a čistý slaný roztok se přivádí na *vakuovou odparku*.

Odparka je vysoké, svísele postavené kónické zařízení z oceli, do nějž se přivádí solanka. Ta je ve střední části vyhřívána soustavou trubek, do nichž je vhnána pára. Solanka se v této části zahřeje až k varu. Sůl krystaluje v drobných krystaličkách, které se shromažďují v kónickém dně. Odtud jsou krystaly spolu s matečným louhem odtahovány do odstředivek, kde se krystaly oddělí od louhu, takže obsahují jen 2 až 3 % vlhkosti. Poté se sůl suší v bubnovém vysoušeči, jímž proudí vzduch o teplotě 200 °C. Výsledkem je sůl o obsahu více než 99 % chloridu sodného.

Mořská sůl

Největší světové „ložisko“ soli je *oceán*. Slanou chuť mu dodává 18 milionů kilometrů krychlových rozpuštěné soli kamenné. Průměrná salinita mořské vody je 35 ‰ (35 gramů soli na litr). Z hlavních prvků, které formují nejvíce zastoupené soli *chlorid sodný a síran hořečnatý*, jsou nejvíce zastoupeny *chlor, sodík, síra a hořčík*. Obecně platí, že subtropická moře v oblasti obratníků jsou slanější než polární, a to z důvodu vyššího výparu, menšího přítoku sladké vody z řek a podobně. Nejvyšší slanost vykazuje Rudé moře 42 ‰, které má relativně málo říčních přítoků, omezený kontakt s oceánem a vysoký výpar. Pro srovnání - slanost Mrtvého moře, které je bezodtokové jezero, je asi 330 ‰.

Podíl soli v některých mořích a jezerech

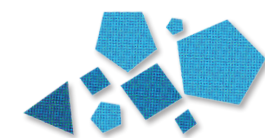
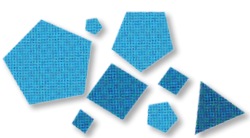
Extrémy	nasycený roztok NaCl - 358,6 ‰ při 20 °C
	Mrtvé moře (ve skutečnosti bezodtoké jezero) – 300 – 350 ‰
	Aralské jezero - 10 ‰ v r. 1960, 29 ‰ v r. 1990, 78 ‰ v r. 2003
Oceán	Rudé moře - 42 ‰
	Středozevní moře - 38 ‰
	Průměrná salinita mořské vody - 35 ‰ (80 % je NaCl)
	Černé moře - 19 ‰
	Azovské moře - 11 ‰
	Baltické moře - 4 ‰
Jezera	brakická voda – 0,5 – 30 ‰
	Jezero Van - 22 ‰, vysoký obsah sody (8,7 g v 1 kg vody), pH 9.7
	Kaspické moře (bezodtoké jezero) - 13 ‰
	Jezero Balchaš – 0,5 - 7 ‰
	Jezero Issyk-kul - 5,8 ‰
Jezero Titicaca - 1 ‰	
Podzemní vody	minerální voda - 1,5 ‰
	sladká voda <0,5 ‰

Zdroj: Slanost moří a jezer.

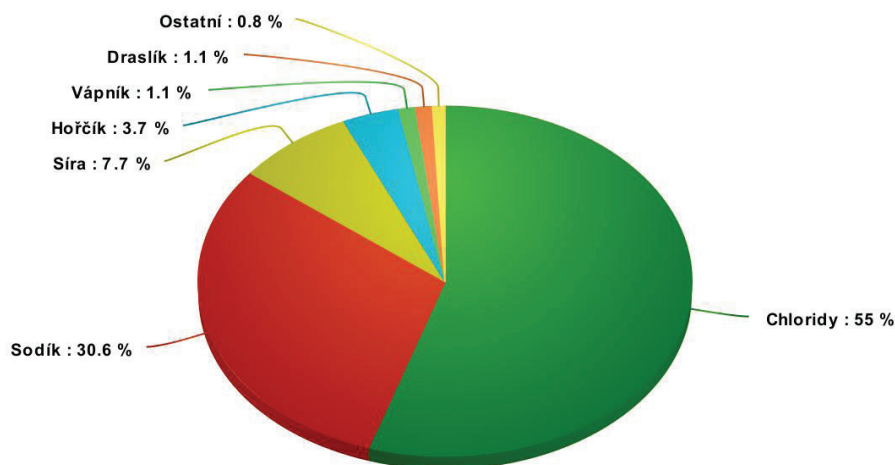
Dostupné na: [http://eridanus.cz/id32402/ve\(2da/pr\(2i\(1rodni\(1_ve\(2dy/geologie/Salinita.htm](http://eridanus.cz/id32402/ve(2da/pr(2i(1rodni(1_ve(2dy/geologie/Salinita.htm)



⁸ GABRIEL, František. Obchod se solí v Čechách v době od 17. do počátku 19. století. Praha: Academia, 1967. 76 s.



Hlavní prvky zastoupené v mořské soli



Zdroj: Thurman, Trujillo, 2005.

Historie mořské soli

V několika zemích (převážně v Číně a v Indii) byla v minulosti mořská sůl jediným zdrojem soli. Prodej mořské soli tak představoval velký zdroj příjmů. Kolem roku 110 před naším letopočtem prohlásil tehdejší vládce Číny Wu-ti *monopol* v obchodu s mořskou solí. Nelegální obchod byl pod trestem smrti.

V roce 1930 navrhla Britská správa Indie *daň ze soli*. To vedlo ke slavnému Solnému pochodu, který byl namířen proti britskému monopolu na výrobu soli.

V současné době je mořská sůl *považována* některými kuchaři za „zdravější“ alternativu ke kuchyňské soli. Má *výraznější*

chuť než běžná kuchyňská sůl. Často navíc bývá smíchána s různými bylinkami a dalšími příchutěmi.

Výroba mořské soli

Výroba soli začíná napuštěním systému kanálů nebo nádrží mořskou vodou. Poté se nechá působit sluneční záření a přirozené proudění vzduchu. Po odpaření vznikne hustý solný roztok. Mechanické nečistoty a látky, které se nerozpustí, se usadí na dně. Roztok je poté rozváděn do mělkých krystalizačních nádrží. V této fázi sůl začne *krystalizovat*. Vzniklá sůl je hrubozrnná, ale dá se i namlít. Tímto procesem si sůl zachová všechny přírodní prvky⁹.

Himalájská krystalická sůl

Himalájská sůl vznikla před 200 milióny let jako důsledek klimatických změn. V místech, kde vyschlo moře, po odpaření zůstaly mocné vrstvy minerální soli. Tyto vrstvy jsou dnes díky pochodům hornin pod povrchem země v hloubce 600 až 800 metrů pod mořem. *Barva* himalájské soli může být klasická bílá, ale také růžová, transparentní, načervenalá až červená.

Himalájská sůl je považována za nejčistší sůl na Zemi. Je manuálně těžena v Pákistánu na úpatí pohoří Himálaj. Himalájská sůl se používá v běžné kuchyni, ale také pro terapeutické koupele. Z růžové soli se dnes velmi často vyrábějí lampy a svícný.

Další zdroje slané chuti

V současné době se hledají způsoby, jak snížit obsah sodíku v potravinách a zmírnit tak rizika konzumace soli spojená s jeho vysokým příjmem. V řadě potravin lze *snížit* obsah sodíku zvýšením podílu *chloridu draselného*. Ten však může na některé

konzumenty působit negativně, protože od určité koncentrace - chuťově nepřijatelně - zanechává *hořkou* či *kovovou* pachut' (tu lze do jisté míry snížit přidáním látek, které hořkou chuť potlačují). Objevují se ale i slané potraviny se sníženým obsahem *chloru*¹⁰.

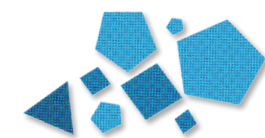
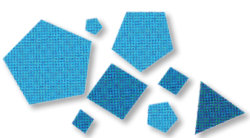
Přirozený obsah soli v potravinách a její prahové koncentrace jsou specifické. Sodík i chlor se přirozeně nachází ve všech potravinách. V nich jsou ale též některé soli organických kyselin, které podmiňují kvalitu chuti a její další atributy (hořká, kovová). Čistý chlorid sodný má jinou chuť než mořská sůl, přičemž u všech bude vždy tato chuť oscilovat kolem chuti vysloveně slané, někdy s nádechem sladké, jindy hořké nebo kovové¹¹. Například typická slaná chuť některých mořských řas je způsobena vyváženou směsí solí sodíku, draslíku, vápníku, hořčíku, železa a stopových prvků¹². Na druhou stranu je ale nutné si uvědomit, že ne všechny zdroje soli chutnají slané, proto je nezbytné číst etikety potravin s jejich složením. Řada zastánců zdravé výživy doporučuje nesolit vůbec a používat pouze koření a bylinky.

⁹ Odpařování mořské vody [online]. FYZMATIK, 2013-2-17, [cit. 2015-07-27]. Dostupné zde: <http://fyzmatik.pise.cz/1449-odparovani-morske-vody.html>.

¹⁰ Chiba S., Saegusa T., Ishii M.: PCT Int. Appl. (2010), WO 2010150918. Application: WO 2010-JP6122720100624. Chem. Abstr. 154, 1626625 (2010).

¹¹ Heath H. B.: Source Book of Flavors, Van Nostrand Reinhold, New York 1981.

¹² Page L.: http://www.byregion.net/articles-healers/Sea_Greens.html (staženo 30. 12. 2010).



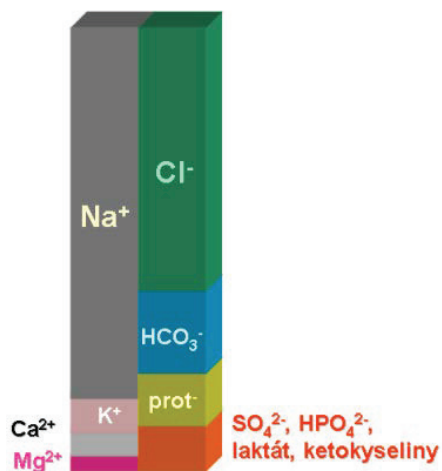
Sůl a lidský organismus

Využití soli v lidském organismu

Sodík je součástí většiny *organických látek* - je obsažena jak v rostlinách, tak v živočišných organismech. Sodík se nachází nejvíce v krevní plazmě, svazech, kostech a dalších tkáních. Ovlivňuje *difuzní pochody* v těle a tím podporuje trávení, látkovou výměnu a má vliv na proces tvorby buněk. Udržuje rovnováhu tekutin v těle a je nepostradatelná pro tvorbu kyseliny chlorovodíkové v žaludku.

Sůl je též součástí *krve*, je rozpuštěna v krevním séru. Sérum obsahuje asi 0,9 % chloridů.

Lidská plazma obsahuje asi 0,9 % solí, z toho asi 85 % je chlorid sodný



ridu sodného. V případě krevních transfuzí představuje *roztok chloridu sodného* (fyziologický roztok) často rychlou lékařskou pomoc. Fyziologický roztok chloridu sodného (0,9procentní) je používán nejen v lékařství při ztrátách krve, ale také v biologii při úpravě zoologických preparátů.

Sodík je nezbytný pro kvalitní *přenos nervových vzruchů, svalovou činnost*, reguluje *krevní tlak* a pomáhá udržovat *rovnováhu* tělesných tekutin uvnitř buněk a v mezibuněčných prostorách. Z těchto jeho nezastupitelných funkcí pak mohou vyplývat i problémy při jeho *nadbytku* v organismu. *Chlor* je součástí kyseliny chlorovodíkové obsažené v žaludeční šťávě, důležité pro *trávení* potravy. *Sekrece žaludečních šťáv* je také řízena chloridem sodným, povzbuzuje chuť k jídlu přímým nervovým podrážděním žaludeční stěny, podporuje odbourávání bílkovin a přispívá k jejich resorpci (vstřebání do tělní tekutiny).

Využití sodíku v lidském organismu

Resorpce sodíku v trávicím traktu je rychlá a její účinnost při obvyklém složení stravy dosahuje 90 %. Denní množství sodíku přijímaného potravou se pohybuje v rozmezí 1,9 až 6,9 gramů. Z těla je sodík vylučován převážně močí a potem. *Nadměrné pocení* může vést ke ztrátám sodíku až 8 gramů za den (tedy 20 gramů chloridu sodného).

Není-li v těchto případech sodík dodáván ve stravě ve zvýšeném množství, objevují se svalové křeče, bolesti hlavy a průjemy. Při špatné funkci ledvin může také dojít ke ztrátám sodíku. Rovněž přebytek sodíku v organismu vede k těžkým poruchám. Dlouhodobý *nadměrný příjem sodíku* může mít za následek hypertenzi a s ní související následné zdravotní komplikace.

V *potravinách* se sodík vyskytuje převážně ve formě *volných iontů*. Přirozený obsah sodíku je v potravinách velmi proměnlivý. Sodík se svým obsahem v mnoha potravinách rostlinného původu řadí spíše k *minoritním* prvkům.



Zdroj: Slanost moří a jezer. Dostupné na: [http://eridanus.cz/id32402/ve\(2da/pr\(2i\(1rodni\(1_ve\(2dy/geologie/Salinita.htm](http://eridanus.cz/id32402/ve(2da/pr(2i(1rodni(1_ve(2dy/geologie/Salinita.htm)

Obsah sodíku, chloru a draslíku v některých potravinách

Potravina/surovina	Sodík (mg/kg)	Chlor (mg/kg)	Draslík (mg/kg)
Maso vepřové	450 – 600	480 – 490	2 600 – 4 000
Maso hovězí	580 - 600	400 – 740	3 400
Maso kuřecí	460	610	4 100
Játra vepřová	770	1 000	3 500
Ryby	650 – 1 200	570 – 1 200	2 200 – 3 600
Mléko plnotučné*	480 – 500	900 – 980	1 550 – 1 600
Sýry	450 – 14 100	12 000- 32 000	1 070 – 1 100
Veřce slepičí	1 350	1 600 – 1 800	1 380
Vaječný bílek	1 920	1 700	1 480
Vaječný žloutek	500	1 400	1 230
Pšenice	80	570	3 500 – 5 000
Mouka pšeničná	20 – 30	360 – 480	1 100 – 1 300
Chléb celozrnný	4 000 – 6 000	9 100	2 300 – 2 500
Rýže loupaná	60	60 – 270	1 000
Hrách	20 – 380	390 – 600	2 900 – 9 900
Čočka	40 – 550	640	6 700 – 8 100
Zelí	130	220 – 450	2 300
Květák	70 – 100	340	2 100 – 4 100
Špenát	600 – 1 200	560 – 750	4 900 – 7 700
Rajčata	30 – 60	500 – 600	2 900
Mrkev	210	690	950
Hrášek	20	340 – 380	3 000
Cibule	100 – 260	190 – 270	1 300
Brambory	30 – 280	450 -790	4 400 – 5 700
Jablka	16 – 30	10 – 190	900 – 1 400
Banány	10	790	3 500
Jahody	15 – 30	180	1 500
Vlašské ořechy	30	230	6 900
Mléčná čokoláda	2 800	1 700	3 500

*Mléko mateřské: Sodík 160 mg/kg; Chlor 860 mg/kg; Draslík 530mg/kg.

Zdroj: Velíšek J., Hajšlová J.: Chemie potravin I, nakladatelství OSSIS, 2009, ISBN978-80-86659-15-2; 464-466.



Využití chloru v lidském organismu

Hlavní úlohou chloridových iontů je udržovat *osmotický tlak*. V žaludeční šťávě jsou chloridy anionty vodíkových iontů v kyselině chlorovodíkové, která se vylučuje žaludeční stěnou. Chlor je přijímán potravou převážně jako chlorid sodný. Chloridy se z potravy rychle vstřebávají a vylučují se močí. *Metabolismus* chloru de facto doprovází pochody sodíku z důvodu zachování elektrolytové rovnováhy.

V řadě potravin patří chlor svým obsahem mezi *majoritní prvky*. Obsah chloridů v potravinářských produktech je závislý zejména na tom, zda byla při výrobě přidána kuchyňská sůl. Koncentrace sodíku a chloru pak zřetelně koreluje¹³.

Poruchy metabolismu sodíku

Poruchy metabolismu sodíku jsou doprovázeny *poruchami metabolismu vody*. Pokud má organismus volný přístup k tekutinám, nedochází při zvýšeném příjmu sodíku k hypernatremii či hyperosmolalitě. V takovém případě nastupují *regulační mechanismy*, jejichž hlavním úkolem je udržení osmolality před udržení objemu. Konkrétně to znamená, že vzestup nebo pokles sodíku v extracelulárních tekutinách způsobuje zadržení nebo vyloučení vody regulačním zásahem ledvin. V případě *nedostatku tekutin* z vnějších zdrojů dochází k jejímu přesunu z intracelulár-

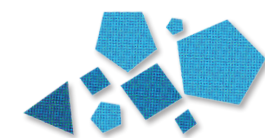
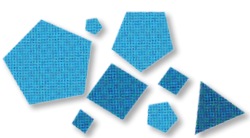
ních tekutin. Osmolalita je tak upravena na úkor změny objemu tělesných tekutin. Z toho vyplývá, že pouze *změna poměru vody a iontu* vede k jeho koncentračním změnám, snížení (hyponatremie - snížená hladina iontů sodíku v plazmě) či zvýšení (hypernatremie - zvýšená hladina iontů sodíků v plazmě).

Deficit sodíku

Snížené zásoby sodíku jsou nejčastěji spojeny s deficitem vody projevující se hypovolemií (sníženým množstvím krve). U běžné populace není obava z nedostatku sodíku odůvodněná. Problém nastává v případě *mimořádných ztrát* nadměrným pocením (horečky, při sportu, v horkých provozech), zvracením, průjmy, při poruchách příjmu potravy, dále při neschopnosti ledvin šetřit sodík při tubulární dysfunkci nebo při agresivní léčbě saluretiky (diuretika podporující vylučování chloridu sodného).

Mezi *příznaky* nedostatku sodíku se řadí únava, slabost, křeče dolních končetin, naprosté vyčerpání a delirium. Při rozvoji deficitu sodíku a hypovolemie dochází k poklesu tělesné hmotnosti, krevního tlaku, zvýšení tepové frekvence, snížení kožního turgoru, vysušení sliznic a oligurii (snížené množství moče pod 500 mililitrů za 24 hodin). Jedná se o klasické symptomy dehydratace.

¹³ Velíšek J., Hajšlová J.: Chemie potravin I, nakladatelství OSSIS, 2009, ISBN 978-80-86659-15-2; 464-466.



Nadbytek sodíku

Zvýšené zásoby sodíku nejčastěji zapříčiňuje jeho zvýšený přívod (stravou, infuzemi), případně snížené vylučování při některých chorobných stavech (poruchách ledvin, srdce a jater nebo sníženém množství krve různého původu a příčiny). Mezi důsledky dlouhodobého nadbytečného příjmu sodíku, respektive soli, patří hypertenze, osteoporóza, nádorové onemocnění žaludku, vznik ledvinových kamenů a další zdravotní komplikace^{14, 15}.

Poruchy metabolismu chloru

Změny koncentrace chloru v těle většinou doprovází změny zásob sodíku, často se jedná o stejné příčiny a podobné symptomy.

Hypochloremie a deficit chloru

Stejně jako v případě sodíku nemusí deficit chloru představovat hypochloremii (snížená hladina chloru v krvi). Závisí však na celkovém objemu tekutin. Pokud dochází k současným ztrátám sodíku i chloru, následuje redukce objemu extracelulární tekutiny, tedy prostředí zůstává izosmolální. Hypochloremie se nejčastěji rozvíjí na podkladě selhávání ledvin při obrovském vylučování moče (5 až 6 litrů za den) a při agresivní léčbě saluretiky (diuretika podporující vylučování chloridu sodného).

Nejčastější příčinou deficitu chloru představuje *negativní bilanci chloru*, kdy výdej je větší než příjem. Ztráty chloru vznikají zvracením, odsáváním žaludečního obsahu nebo pištělemi horní části trávicího traktu. Tělo se dostává do stavu tzv. hypochloremické alkalózy. Pro zachování iontové rovnováhy dochází ke zvýšenému vylučování draslíku a sodíku, čímž se rozvíjí hypokalemie a hypovolemie.

Léčba opět spočívá ve vyřešení původního jevu a v substituci ztráty chloru (roztok chloridu sodného, případně chloridu amonného či argininchloridu).

Hyperchloremie a nadbytek chloru

Zvýšená hladina chloru v krvi (hyperchloremie) se rozvíjí při *retenci* chloridů současně s hypernatremií a metabolickou acidózou.

Nadbytek chloru vzniká zvýšeným příjmem soli nebo sníženým vylučováním chloru (při jaterní cirhóze, srdeční dekompenzaci, renální insuficienci). Vzestup zásob chloru souvisí s retencí sodíku a draslíku, z čehož vyplývá i proměna objemu extracelulární tekutiny. Pokud je vzestup extracelulární tekutiny menší než vzestup hladiny chloru, projevuje se typická hyperchloremie.

Řešení těchto stavů spočívá ve vyrovnání chloridové bilance, tedy k omezení jeho příjmu a zvýšení exkrece, např. diuretika. Současně je nutná korekce vzniklé metabolické acidózy.

Řešení těchto stavů spočívá ve *vyrovnání* chloridové bilance, tedy k omezení jeho příjmu a zvýšení exkrece, např. diuretika. Současně je nutná korekce vzniklé metabolické acidózy¹⁶.

Sůl a hypertenze

Pojem hypertenze označuje *opakovaně* zvýšení krevního tlaku nad 140 na 90 milimetrů rtuti (rtuťového sloupce). Její výskyt se ve vyspělých zemích pohybuje mezi 20 až 50 % a spolu s cukrovkou, kouřením, obezitou a dyslipidemií představuje nejzávažnější rizikový faktor vzniku ischemické choroby srdeční a cévní mozkové příhody. Hypertenze je zodpovědná za vznik ischemické choroby srdeční až v 49 % případů a v 62 % za cévní mozkové příhody. V současnosti představují kardiovaskulární onemocnění příčinu až 50 % všech úmrtí. Vysoký krevní tlak představuje rovněž riziko pro selhání ledvin a poškození velmi jemných cév sítnice s následkem zhoršení zraku až slepoty.

Vysoký krevní tlak je možné dělit dle jeho příčin na *esenciální* (primární) a *sekundární*. Do první skupiny řadíme pacienty s vysokým tlakem bez známé příčiny, kde se pravděpodobně uplatňuje více rizikových faktorů najednou. Mezi rizikové faktory řadíme ty, jež nelze nijak ovlivnit (genetická výbava, věk, pohlaví), a ty,

kteří ovlivnit lze (tělesná hmotnost, fyzická aktivita, skladba stravy včetně množství přijaté soli, stres, kouření, konzumace alkoholu). V druhém případě jsou příčiny známé, například onemocnění ledvin, žláz s vnitřní sekrecí, působení léků. Dále byla definovaná skupina *prehypertenze*, kdy systolický tlak je mezi 120 a 139 milimetrů rtuti (rtuťového sloupce) a diastolický mezi 80 a 89 milimetrů rtuti (rtuťového sloupce). Lidé spadající do této skupiny by měli být sledováni a především by měli uzpůsobit svůj životní styl dle zásad pro prevenci kardiovaskulárních nemocí.

Mechanismus vzniku hypertenze při *nadbytku sodíku* spočívá ve snaze regulovat a ustálit osmolalitu tělesných tekutin. V ledvinách tak dochází k retenci vody a zvyšování objemu extracelulární tekutiny. Na pozadí zvýšeného krevního tlaku se dále objevují změny v systému renin - angiotenzin, případně nerovnováha v ostatních iontech (vápník, draslík, hořčík)¹⁷.

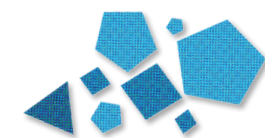
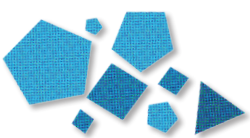
Mnoho observačních i klinických studií ukazuje *souvislost mezi příjmem soli a hypertenzí*. Ve skutečnosti je odpověď na množství přijaté soli individuální, což je dáno konkrétní genetickou strukturou jedince s tzv. „citlivosti na sůl“. Vysokou citlivost na kuchyňskou sůl lze prokázat například u Afroameričanů, hypertenze je u nich častější, objevuje se dříve než

¹⁴ Rulfová B.: Sůl není nad zlato, diplomová práce, Masarykova univerzita v Brně, Lékařská fakulta, 2012.

¹⁵ Caballero O, B., Allen, L., Prentice, A.: Encyclopedia of Human Nutrition. Amsterdam: Elsevier, 2005.590

¹⁶ Zadák, Z. Výživa v intenzivní péči. Praha: Grada, 2008. 542

¹⁷ Gropper, S. S., Smith, J. L., Groff, J. L. Advanced Nutrition and Human Metabolism. Belmont: Wadsworth, 2009.



u bílých obyvatel USA. Mimoto strava chudá na sůl, zejména u starších hyperteniků, významně snižuje krevní tlak.

Laboratorní studie prokázaly existenci *genetického defektu* způsobujícího sníženou schopnost exkrece sodíku ledvinami. Další studie ukázaly, že kromě genetického defektu se na vzniku hypertenze podílí i samotné snížení renální masy, např. po chirurgickém zákroku či selhání ledvin. Studie dále naznačují, že bez ohledu na výši krevního tlaku může nadměrný přívod soli způsobit hypertrofii (zvětšení, zbytnění) levé srdeční komory, což představuje další rizikový faktor kardiovaskulárních onemocnění.

Dlouhodobá konzumace nadměrného množství soli představuje predispozici ke vzniku hypertenze. Toto tvrzení podporují výsledky mnoha epidemiologických studií, kdy byly sledovány oblasti s nízkou konzumací soli, například v Keni, a naopak místa s jejím nadměrným přívodem (Japonsko). Z výsledků vyplývá, že hladiny krevního tlaku jasně korelují s výší přijaté soli. Dané poznatky potvrdila i mezinárodní studie INTERSALT zaměřená na vztah spotřeby soli a hladiny krevního tlaku¹⁸.

Řada klinických a laboratorních studií poukázala na to, že vznik hypertenze je závislý rovněž na poměru *sodíku a draslíku*. Poměrně vysoká konzumace draslíku ve vztahu k sodíku oslabuje účinek sodíku na

zvýšení krevního tlaku. Řada studií o vlivu draslíku na regulaci krevního tlaku došla k závěru, že suplementace draslíkem významně snižuje krevní tlak. Zvýšení jeho přívodu stravou je pro snížení výskytu hypertenze v běžné populaci přínosné¹⁰.

Jeho přívod je v současné době nízký, což je dáno nízkou konzumací ovoce a zeleniny jako hlavního zdroje draslíku. Svůj smysl zde má i zvýšení přívodu *hořčiku a vápníku*, avšak dosavadní závěry z rozsáhlých studií nedostačují pro vyslovení jednoznačných tvrzení o jejich příznivém účinku z hlediska hypertenze¹⁹.

K dosažení optimálního krevního tlaku se jeví vhodná nejen úprava příjmu soli, ale i *všech ostatních ovlivnitelných rizikových faktorů*. Především kombinace úbytku hmotnosti spolu se sníženým příjmem soli napomáhá oddálení nástupu hypertenze. Takový přístup představuje DASH (*Dietary Approaches to Stop Hypertension*, Dietní doporučení k zastavení hypertenze)²⁰, za kterým stojí Ministerstvo zdravotnictví USA. Tato dieta klade důraz na velikost porce a pestrou stravu, aby pokryla potřebu všech živin. Především napomáhá ke snížení přívodu sodíku ve stravě a navýšení potravin bohatých na draslík, vápník a hořčík. Převáděno na potraviny to znamená bohatou konzumaci zeleniny, ovoce a nízkotučných mléčných výrobků, v menším množství celozrnné výrobky, ryby,

drůbež, luštěniny a malé množství ořechů a semen několikrát týdně. U standardní DASH je obsah sodíku ve stravě 2,3 miligramy na den a 1,5 miligramu u typu DASH s nižším sodíkem. Omezená je konzumace červeného masa, solených, tučných a sladkých pokrmů a slazených nápojů. Při DASH s nižším sodíkem po třicetidenní dietě bylo průměrné snížení krevního tlaku 8,9 / 4,5 milimetry rtuti (rtuťového sloupce - systolický / diastolický), u hyperteniků došlo k průměrné snížení o 11,5 / 5,7 milimetry rtuti (rtuťového sloupce)²¹.

Sůl a ledviny

Nadměrný přívod soli způsobuje *zvýšení* průtoku krve ledvinami a rychlosti glomerulární filtrace. Experimentální studie ukazují zvýšení glomerulárního tlaku. Výsledkem je, že *vysoká konzumace soli* způsobuje u pacientů s renálním postižením rychlejší zhoršení stavu nejen samotným vlivem na krevní tlak, ale i přímým působením na hemodynamiku (fyzikálních vlastností krve a cév na tlak krve a její proudění cévami) ledvin.

Z redukce přijaté soli mohou těžit i lidé s ledvinovými kameny, u nichž se projevuje idiopatická hyperkalciurie (zvýšená hladina vápníku v moči). Snížení soli

ve stravě vede k nižší exkreci sodíku a tím i ke snížení vylučovaného vápníku. Důsledkem toho je snížené riziko vzniku ledvinových kamenů²².

Sůl a zhoubný nádor žaludku

Existuje silná *geografická korelace* mezi nádorovým onemocněním žaludku a mozkovou mrtvicí, obojí spojováno s množstvím přijaté soli⁷. Klasickým příkladem je *Japonsko* a epidemiologické studie sledující způsob stravování Japonců a jejich zdravotní stav ve svém rodišti a Japonců, kteří se přestěhovali do jiných zemí. V Japonsku lidé trpí více hypertenzí, častým typem rakoviny je *karcinom žaludku*. Naopak u Japonců žijících například v USA se hladina krevního tlaku poněkud snížila a hlavně se změnil poměr ve výskytu jednotlivých typů nádorových onemocnění (před karcinom žaludku se dostal kolorektální karcinom). Nádorové onemocnění jako takové představuje multifaktoriální onemocnění, avšak korelace mezi způsobem stravování je jasná.

Mezi rizikové faktory nádoru žaludku patří infekce bakterií *Helicobacter pylori*, nadměrný přívod soli, alkoholu, možná i kávy a černého čaje, nedostatečný přívod kyseliny askorbové (vitaminu C) a karote-

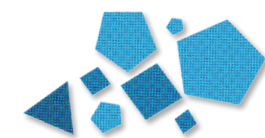
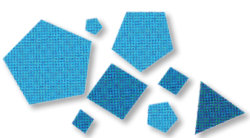
¹⁸ Ošancová K. Sodík a sůl v naší výživě. Výživa a potraviny, 1997, Vol. 52, No. 2, 21 – 22.

¹⁹ Kasper H. Výživa v medicíně a dietetika. 11. vydání, Praha: Grada, 2015, 572 s.

²⁰ Dietary Approaches to Stop Hypertension - Sodium Study (DASH-Sodium)". National Heart, Lung, and Blood Institute;

²¹ Appel, Lawrence J; Moore, Thomas J; Obarzanek, Eva; Vollmer, William; Svetkey, Laura; Sacks, Frank; Bray, George; Vogt, Thomas; et al. (1997-04-17). "A Clinical Trial of the Effects of Dietary Patterns on Blood Pressure". The New England Journal of Medicine. Massachusetts Medical Society. 336 (16): 1117–1124. doi:10.1056/NEJM199704173361601. ISSN 0028-4793. PMID 9099655.

²² Gregor, G. A. Salt - More Adverse Effects. American Journal of Hypertension, 1997, Vol. 10, No. 5, 37 – 41.



noidů⁷. Experimenty na zvířatech ukazují, že samotná sůl může způsobit poškození žaludeční sliznice a vyvolat tak gastritidu, až vznik rakoviny. U lidí jsou výsledky studií komplikovanější, jelikož nadměrná konzumace soli často souvisí s vysokou spotřebou technologicky upravených a konzervovaných potravin, které obsahují nitrosaminy, jež představují potvrzený rizikový faktor vzniku rakoviny. Sůl sama o sobě není karcinogen, může však zvýšit citlivost organismu k jiným karcinogenům²³.

Strava bohatá na ovoce a zeleninu a snížení obsahu kuchyňské soli v konzervovaných potravinách se jeví jako vhodná primární prevence nádoru žaludku. Dále lze hovořit o redukci stresu, zanechání kouření a o včasné diagnostice a léčbě infekce bakterií *Helicobacter pylori*⁷.

Sůl a astma

Byl prokázán pozitivní vztah mezi výskytem astmatu a spotřebou soli v jednotlivých regionech. Mechanismus účinku soli spočívá ve vlivu na krevní tlak a dále ve *zvýšení reaktivity* hladkého svalstva dýchacích cest. Provedená studie u astmatiků ukázala, že redukce soli ve stravě

zlepšila zdravotní stav. Odtud pochází domněnka, že strava s omezením soli může mít pozitivní vliv na pacienty s astmatem a může pomoci redukovat množství užívaných léků^{7,24}.

Některé studie potvrdily zlepšení astmatu po snížení přívodu sodíku, ale přehledová studie z roku 2011 tento vztah nepotvrdila²⁵.

Sůl a obezita

Studie zabývající se vztahem mezi příjmem soli a výskytem metabolického syndromu zaznamenala, že vysoká hodnota vyloučeného sodíku v moči za 24 hodin (jasný ukazatel množství přijatého sodíku stravou) *koreluje s obezitou* a vysokým krevním tlakem, nesouvisí však s věkem, dyslipidemií a glykemií nalačno²⁶.

Zvýšená konzumace slaných potravin již z fyziologického hlediska vyvolává *zvýšený pocit žízně*. Mnoho lidí hasí žízeň slazenými nápoji, z čehož vyplývá nepřímý vztah mezi solí a obezitou. Přívod vysokého množství slaných potravin s sebou doprovází i zvýšenou konzumaci slazených nápojů a tím pádem dochází k nárůstu tělesné hmotnosti²⁷.

V roce 2008 byla v Anglii publikována studie, která prokazuje vztah mezi spotřebou soli a vznikem obezity. U dětí ve věku 8 až 14 let byl proveden sedmítýdenní záznam stravy. Po jeho zhodnocení vyplynulo, že rozdíl v 1 gramu soli denně vede ke změně v přívodu 100 mililitrů tekutin a 27 mililitrů sladkého nápoje. Redukce soli pod 3 gramy za den pak vedla ke snížení konzumace slazených tekutin o 2,3 nápoje čili ke snížení energetického příjmu o 244 kilokalorií za týden²⁸.

Podle některých názorů by přejídání a epidemie obezity mohla souviset s tzv. *závislostí na slaných potravinách*. Tato teorie uvádí, že slané potraviny hrají v mozku úlohu antagonisty opiátu, vedoucí k hédonismu, odměně a vnímání konzumace slaných potravin jako chutné, lahodné a vynikající. Oproti tomu abstinence substrátů na opiátových receptorech vede k situaci vyhodnocené jako preference, potřeba, bažení a hlad po slaných potravinách. Slané potraviny a nedostatek substrátů na opiátových receptorech tak *stimulují apetit*, zvyšují přívod energie, čímž dochází k přejí-

dání a k následné nadváze až obezitě a s nimi souvisejícími onemocněními.

Z této *nepotvrzené hypotézy* vyplývá, že obezita může být pouhým symptomem závislosti na slaných potravinách²⁹.

V souvislosti s nadváhou, obezitou a hypertenzí byla provedena *studie* zabývající se možností snížení krevního tlaku cestou redukce tělesné hmotnosti. Účastníci studie byli rozděleni dle fenotypu na dvě skupiny: senzitivní a rezistentní na sůl, respektive na sodík. Účastníci byli podrobni *ročnímu programu* snižování tělesné hmotnosti (úprava stravování, aerobní pohybová aktivita a léčba metforminem). U obou skupin byl srovnatelný pokles tělesné hmotnosti (8 až 10 %), triacylglycerolů (25 %) a hladiny inzulínu nalačno (40 %). U skupiny senzitivní na sůl došlo k poklesu krevního tlaku, citlivosti na sůl i poklesu albuminurie (63 %), zatímco u druhé skupiny k těmto jevům nedošlo. Snížení krevního tlaku bylo určeno spíše fenotypem než pouhou změnou životního stylu a léčbou metforminem³⁰.

²³ Nelms, M., Sucher, K., Long, S. Nutrition Therapy and Pathophysiology. Belmont: Thomson, 2007, 914.

²⁴ MacGregor, G. A. Salt - More Adverse Effects. American Journal of Hypertension, 1997, Vol. 10, No. 5, s. 37 – 41.

²⁵ Pogson Z, McKeever T. Dietary sodium manipulation and asthma. Cochrane Database Syst Rev. 2011 Mar 16;(3):CD000436. doi: 10.1002/14651858.CD000436.pub3.

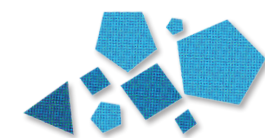
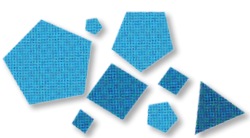
²⁶ Hoffmann, I. S., Cubeddu, L. X. Salt and the metabolic syndrome. Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases, 2009, Vol. 19, s. 123 – 128.

²⁷ He, F. J., MacGregor, G. A. A comprehensive review on salt and health and current experience of worldwide salt reduction programmes. Journal of Human Hypertension, 2009, Vol. 23, No. 6, s. 363 – 384.

²⁸ Urbanová, Z. Vliv soli na obezitu a zvýšení krevního tlaku u dětí. Výživa a potraviny, 2012, Vol. 67, No.1, 8 – 9.

²⁹ Cocores, J. A., Gold, M. S. The Salted Food Addiction Hypothesis may explain overeating and the obesity epidemic. Medical Hypotheses, 2009, Vol. 73, 892 – 899.

³⁰ Hoffmann, I. S., Alfieri, A. B., Cubeddu, L. X. Salt-Resistant and Salt-Sensitive Phenotypes Determine the Sensitivity of Blood Pressure to Weight Loss in Overweight/Obese Patients. The Journal of Clinical Hypertension, 2008, Vol. 10, No. 5, 355 – 361.



Sůl a osteoporóza

Mnoho studií prokázalo, že *strava bohatá na sodík zvyšuje vylučování vápníku močí*. Krátké experimentální studie dále ukázaly, že redukce soli ve stravě vede k uvolňování vázaného vápníku z kostí, postupně vede k řídnutí kostí. Ukazuje se, že množství přijaté soli je důležitější determinantou pro vylučování vápníku močí než samotný přívod vápníku. Zvýšený přívod sodíku vede k jeho zvýšené exkreci a současněmu vylučování i dalších minerálních látek. V případě vápníku v rámci kompenzace jeho zvýšené exkrece dochází k vzestupu absorpce ve střevě, ale zároveň se postupně odbourává kostní hmota.

To vše se odehrává ve snaze o udržení stálé hladiny vápníku v krvi.

Výše zmíněný proces byl popsán ve studii u *postmenopauzálních žen*. Při zvýšeném příjmu soli došlo k očekávanému zvýšení kalcieurie (hladiny vápníku v moči), ale také ke zvýšení hormonů indukujících

odbourávání kostní hmoty. Oproti tomu ve studii, kde se přívod soli zredukoval z 10 gramů na 5 gramů, byl prokázán pokles obsahu vápníku v moči i snížení hladin hormonů podporujících odbourávání kostí. Z uvedených studií vyplývá, že *dlouhodobě zvýšená konzumace soli* může vést k *odbourávání kostní hmoty* a ke vzniku osteoporózy, převážně u predisponovaných osob. Odborníci také připomínají, že vztah mezi konzumací soli a osteoporózou by měl oslovit i *mladé a zdravé lidi*, kterým se díky nadbytku soli může snížit celkové množství budované kostní hmoty. Tento problém nemusí být rozpoznán hned, ale představuje rizikový faktor do budoucna³¹.

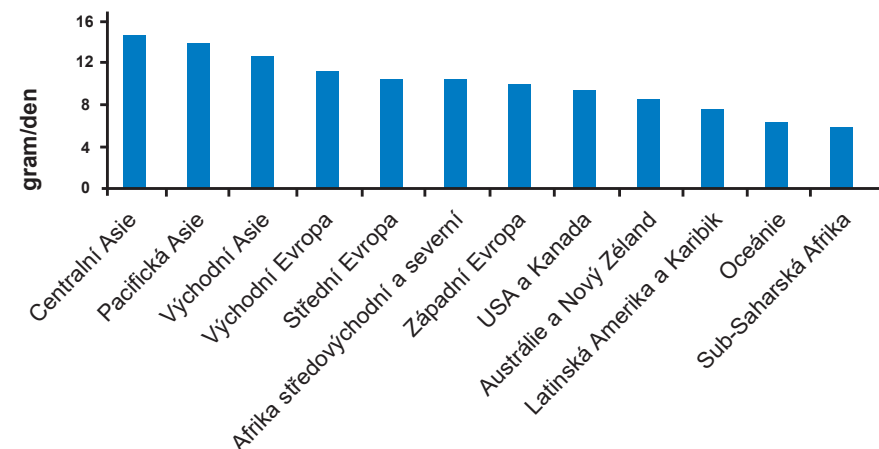
Snížení příjmu sodíku pod 2400 miligramů (6 gramů soli) snižuje riziko osteoporózy. Každých 500 miligramů sodíku navíc vyplavuje 10 miligramů vápníku z kostí, protože sodík soutěží s vápníkem při reabsorpci v ledvinových tubulech. Již dříve zmíněný *draslík* může rovněž přispět k významnému snížení vylučování vápníku močí a tímto být preventivním opatřením z hlediska vzniku osteoporózy³¹.

Doporučení pro konzumaci soli a její trendy

Po převážnou část evoluce lidstvu stačilo méně než 0,25 gramů soli denně. První zmínka o *škodlivosti* nadměrné konzumace soli pochází z Číny ze spisu „Vnitřní lékařství v klasickém díle Žlutého císaře“ od Huang Ti NeiChingSuWena z roku 2300 před naším letopočtem. *Negativní účinky sodíku* v těle byly v Evropě popsány až na začátku minulého století. Zatímco v průběhu evolučního vývoje byl člověk vystaven ve stravě pouze minimálnímu množství soli, v dnešní době dochází k její nadměrné konzumaci.

Jak již bylo uvedeno, dlouhodobý *nadměrný příjem* soli může mít za následek celou řadu zdravotních komplikací. Pro dospělého člověka je minimální potřebná denní dávka 500 miligramů. Pro děti do jednoho roku 120 až 200 miligramů, pro děti od 1 do 9 let 225 až 400 miligramů. Skutečné dávky sodíku přijímané potravou jsou daleko vyšší. Přitom 75 % sodíku přijímaného potravou pochází z chloridu sodného (případně glutamátu sodného). S výjimkou těžce pracujících osob by dávka sodíku neměla být vyšší než 2,4 gramy (6 gramů chloridu sodného) denně³².

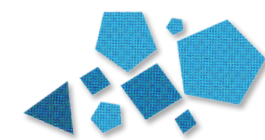
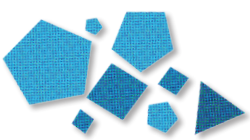
Světová spotřeba soli v gramech na den



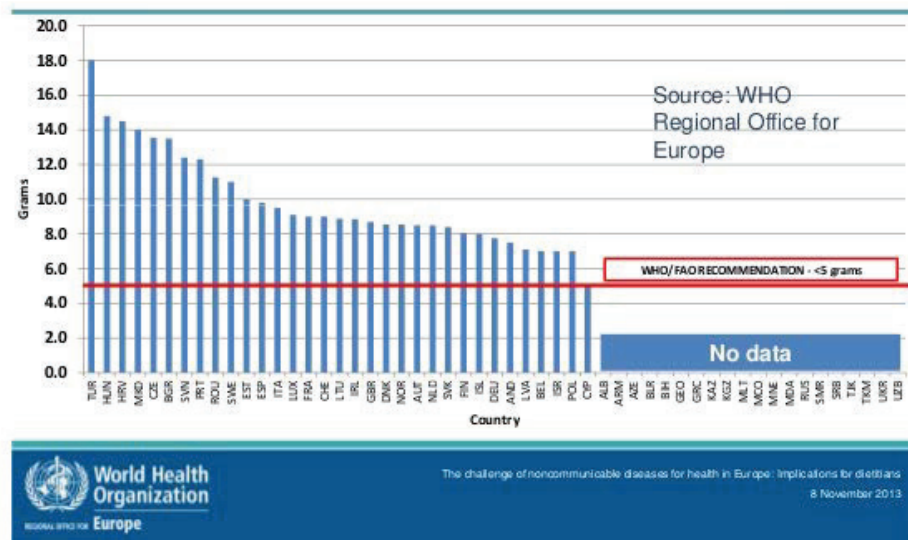
Zdroj: L.Kloss et al. / NFS Journal 1 (2015) 9-19.

³¹ H. Lambert & L. Frassetto & J. B. Moore & D. Torgerson & R. Gannon & P. Burckhardt & S. Lanham: The effect of supplementation with alkaline potassium salts on bone metabolism: a meta-analysis - New Osteoporos Int (2015) 26:1311–1318;

³² Část B přílohy XIII nařízení (EU) č. 1169/2011.



Denní spotřeba soli U dospělých v evropském regionu zemí WHO (podle individuálních studií jednotlivých zemí)



Zdroj: The challenge of noncommunicable diseases for health in Europe: Implications for dietitians. 2013.

Spotřeba soli v ČR meziročně klesá. Například v roce 2012 klesla o 0,3 kilogramu, v roce 2013 klesla o 0,1 kilogramu, nicméně i tak v roce 2013 dosahovala 5,8 kilogramu, a to zejména z toho důvodu, že hlavním zdrojem soli jsou zpracované potraviny. Nicméně, *vysoký příjem soli,*

14 až 15 gramů na osobu a den, prokázáný v ČR nepochybně zvyšuje významné riziko hypertenze a tím i jejích komplikací, např. mozkové mrtvice a infarktu. Nejvyšší riziko je u jedinců, kteří již mají krevní tlak významně zvýšený!

Spotřeba soli v ČR

POTRAVINY A NEALKOHOLICKÉ NÁPOJE	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Index 15/14
Sůl v kg	6,0	6,1	6,2	6,2	6,2	5,9	5,8	5,9	5,7	96,3

Zdroj: Český statistický úřad (2016).

Potraviny se zdravotní orientací

Jedlá sůl s přidavkem jódu

Počátkem minulého století byla objevena spojitost mezi *nedostatkem jódu* v lidském těle a *činností štítné žlázy*, jejíž hormony jsou nepostradatelné pro správný vývoj organismu. Rizikovou skupinou populace jsou především děti (ohrožen je již plod v těle matky), přičemž u dospělých vede špatná činnost štítné žlázy k poruchám metabolismu, obezitě, zvýšené únavě, problémům s otěhotněním a zvýšené potratovosti, u obou pohlaví k neplodnosti.

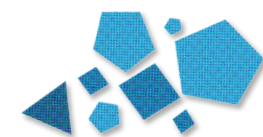
Slovenské republiky) začala suplementace jodlé soli jódem. Došlo k úpravě patologicky snížené *jodurie* a u dětí a dospívajících k výraznému ústupu frekvence strumy. Těmito úspěchy byla negativně ovlivněna další aktivita v řešení jódového deficitu. V 80. letech minulého století se objevily varovné údaje o zhoršení stavu štítné žlázy u nás. Komplexní interdisciplinární přístup vedl ke zlepšení stavu tak, že v roce 2004 dosáhla ČR kompenzace jódového deficitu podle kritérií WHO³³.

Pro jód bylo schváleno hned několik zdravotních tvrzení³⁴

- *jód přispívá k normálním rozpoznávacím funkcím*, které smí být použito pouze u potravin, které jsou přinejmenším zdrojem jodu podle vymezení v tvrzení ZDROJ [NÁZEV VITAMINU/VITAMINŮ] NEBO [NÁZEV MINERÁLNÍ LÁTKY/MINERÁLNÍCH LÁTEK] na seznamu v příloze nařízení (ES) č. 1924/2006;
- *jód přispívá k normálnímu energetickému metabolismu*, které smí být použito pouze u potravin, které jsou přinejmenším zdrojem jodu podle vymezení v tvrzení ZDROJ [NÁZEV VITAMINU/VITAMINŮ] NEBO [NÁZEV MINERÁLNÍ LÁTKY/MINERÁLNÍCH

Hlavní příčinou onemocnění štítné žlázy je nedostatek jódu v přijímané potravě. Jódový deficit zůstává i ve 21. století významným problémem. Podle odhadů WHO žije v současné době v podmínkách nedostatečného přívodu jódu 2 až 2,2 miliardy lidí. ČR byla v minulosti oblastí s různým stavem jódového deficitu, v některých regionech se vyskytovaly i jeho nejzávažnější formy včetně endemického kretenismu. Československá republika patřila mezi země s časným řešením jódového deficitu. Na základě rozsáhlého epidemiologického průzkumu (bylo vyšetřeno asi 600 000 obyvatel České republiky a asi 300 000 obyvatel

³³ Plecová Martina, Fyziologie a patofyziologie štítné žlázy, Masarykova univerzita, Přírodovědecká fakulta, Brno 2007.
³⁴ Nařízení (EU) č. 432/2012, kterým se zřizuje seznam schválených zdravotních tvrzení při označování potravin jiných než tvrzení o snížení rizika onemocnění a o vývoji a zdraví dětí.



LÁTEK] na seznamu v příloze nařízení (ES) č. 1924/2006;

- jód *přispívá k normální činnosti nervové soustavy*, které smí být použito pouze u potravin, které jsou přinejmenším zdrojem jodu podle vymezení v tvrzení ZDROJ [NÁZEV VITAMINU/VITAMINŮ] NEBO [NÁZEV MINERÁLNÍ LÁTKY/MINERÁLNÍCH LÁTEK] na seznamu v příloze nařízení (ES) č. 1924/2006;
- jód *přispívá k udržení normálního stavu pokožky*, které smí být použito pouze u potravin, které jsou přinejmenším zdrojem jodu podle vymezení v tvrzení ZDROJ [NÁZEV VITAMINU/VITAMINŮ] NEBO [NÁZEV MINERÁLNÍ LÁTKY/MINERÁLNÍCH LÁTEK] na seznamu v příloze nařízení (ES) č. 1924/2006;
- jód *přispívá k normální tvorbě hormonů štítné žlázy a k normální činnosti štítné žlázy*, které smí být použito pouze u potravin, které jsou přinejmenším zdrojem jodu podle vymezení v tvrzení ZDROJ [NÁZEV VITAMINU/VITAMINŮ] NEBO [NÁZEV MINERÁLNÍ LÁTKY/MINERÁLNÍCH LÁTEK] na seznamu v příloze nařízení (ES) č. 1924/2006.

Jedlá sůl s fluorem

Jedlá sůl obohacená o *fluor* byla poprvé navržena v roce 1950 ve Švýcarsku doktorem Wespim, a to na základě úspěšné jodizace soli užívané již od roku 1920. Jako první zavedlo fluoridaci soli město Curych v roce 1955, poté ostatní kantony³⁵.

V ČR bylo v roce 1994 schváleno užívání fluoridované soli pro použití v domácnosti. Měla by se však užívat jen v oblastech, kde je koncentrace fluoru v pitné vodě nižší než 0,6 miligramů na litr³⁶. *Fluorid* (fluorid sodný nebo fluorid draselný) se při výrobě takto upravené soli přidává ve formě roztoku, což usnadňuje jeho konstantní a homogenní distribuci. Při používání soli s obsahem fluoru 250 miligramů na kilogram se uvádí, že například ve Švýcarsku a Maďarsku *poklesl výskyt zubního kazu až o 60 %*. V kombinaci s fluoridovanými zubními pastami u švýcarských dětí bylo pozorováno snížení kazivosti až o 93 %, což je považováno za srovnatelné s obohacenou pitnou vodou³⁶.

- zdravotní tvrzení o tom, že *fluorid přispívá k zachování mineralizace*

zubů, lze použít u potravin, které jsou přinejmenším zdrojem fluoridu podle vymezení v tvrzení ZDROJ [NÁZEV VITAMINU/VITAMINŮ] NEBO [NÁZEV MINERÁLNÍ LÁTKY/MINERÁLNÍCH LÁTEK] na seznamu v příloze nařízení (ES) č. 1924/2006;

- zdravotní tvrzení o tom, že *jód přispívá k normální tvorbě hormonů štítné žlázy a k normální činnosti štítné žlázy*, lze použít u potravin, které

jsou přinejmenším zdrojem jódu podle vymezení v tvrzení ZDROJ [NÁZEV VITAMINU/VITAMINŮ] NEBO [NÁZEV MINERÁLNÍ LÁTKY/MINERÁLNÍCH LÁTEK] na seznamu v příloze nařízení (ES) č. 1924/2006³⁴.

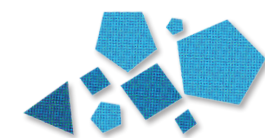
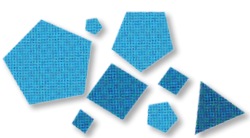
Přitom jak pro sodík, tak pro jód i chlór platí možnost využití *odpovídajícího výživového tvrzení*³⁷.



³⁵ ING. PERLÍN CSC., Ctibor. Organizace: Nadace NutriVIT [online]. 4. května 2007 [cit. 2011-04-20]. Minerální látky a stopové prvky. Dostupné na: "<http://www.ordinace.cz/clanek/mineralni-latky-a-stopove-prvky>" www.ordinace.cz/clanek/mineralni-latky-a-stopove-prvky.

³⁶ GRGURIČOVÁ, Linda. Ucelená rehabilitace v Dětském centru ARPIDA. Brno, 2006. Diplomová práce. MASARYKOVA UNIVERZITA Pedagogická fakulta Katedra speciální pedagogiky. Dostupné na: is.muni.cz/th/53937/pedf_m/DP_bez_prilohy.doc.

³⁷ Příloha nařízení (ES) č. 1924/2006



Průmyslové využití soli

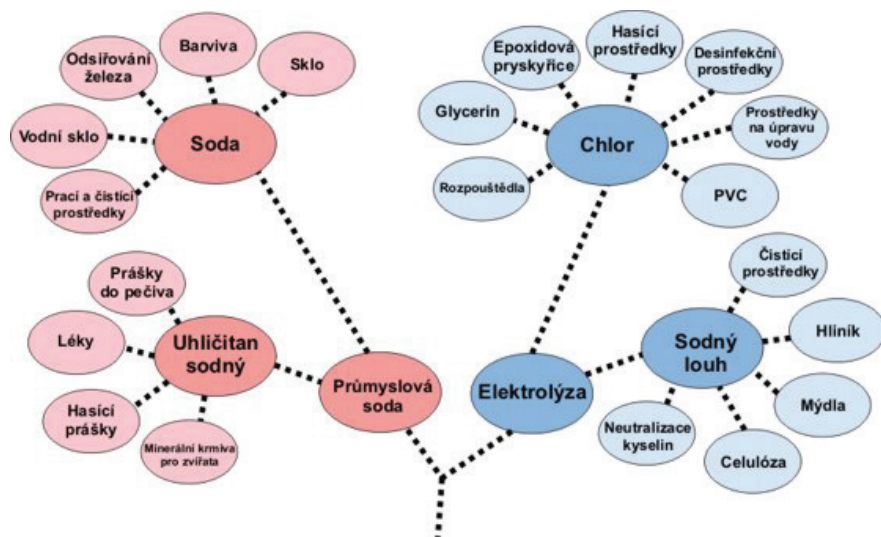
Možnosti využití soli

Funkce soli je *nezastupitelná*. Pomineme-li její tradiční využití, tedy potravinářství, nachází využití nejen v technických oborech, ale také například v lékařství, v němž se využívají její pozitivní účinky na kůži a dýchací systém (solné jeskyně, pobyty u moře apod.).

Nejstarší zmínky o využití soli v lékařství pochází ze *starověkého Egypta*. Imhotep popsal schopnost soli vysoušet infikovanou ránu a tím i schopnost vyléčit zánět. Egypťští lékaři používali sůl jako součást mastí, zábalů, směsí s projímavými účinky, k zastavení krvácení či urychlení porodu. Podobně sůl využívali i lékaři ze *Starého Řecka*. Ve *středověku* našla sůl uplatnění navíc také v přírodním léčitelství, kde svůj význam hraje dodnes především v souvislosti s *lázeňskou péčí*.

Sůl má však využití i v *průmyslově technických oborech*. Již před tisíci lety byla soda (uhličitan sodný) používána k praní, barvení a bělení oděvů a při výrobě skla. Asi před 200 lety narostla spotřeba sody tak silně, že již nemohla být pokryta z přírodních zdrojů. V roce 1775 vypsala Francouzská akademie věd cenu pro toho, kdo vynalezne postup výroby sody (nedostatkového uhličitanu sodného) – základní látky nutné pro výrobu skla, textilu a čisticích prostředků - z kuchyňské soli (levného chloridu sodného). Když pak v roce 1791 získal francouzský chemik Nicolas Leblanc patentová práva na postup výroby sody ze soli, kyseliny sírové, vápence (křídly) a dřevěného uhlí, otevřel dveře její masové produkci. Soda tak byla dosažitelná pro každého, zvýšila se hygiena a díky tomu se i délka života v minulém století skoro zdvojnásobila.

Zdroj: www.solsan.cz



Z továrny na sodu pochází také uhličitan sodný, který je základem pro výrobu prášku na pečení, léků, hasícího prášku a mnoho dalších věcí. V současné době se v chemickém průmyslu využívá více než 70 % soli.

Zásadní význam má chlorid sodný v zimní údržbě komunikací. Prakticky ve všech zemích EU je naprosto převažujícím pospovým materiálem.

Funkce soli v potravinách

První dochovanou písemnou zmínku o kuchyňském využití soli jako přísady při přípravě pokrmů lze nalézt v Homérově *Illiadě*.

Historicky však sehrála sůl v potravinářství nejvýznamnější roli jako konzervační prostředek. Naši předkové měli velké problémy s uchováváním potravin. Pomocí nasolení bylo možné docílit prodloužení trvanlivosti potravin a zamezit tak jejich kažení. Kromě toho má sůl také významné organoleptické vlastnosti.

- *konzervace* – potlačuje množení mikroorganismů způsobujících kažení potravin (např. *Clostridium botulinum*, *Listeria monocytogenes*);
- *stabilita těsta* – zpevňuje lepek a tím dochází k lepší stabilitě těsta při jeho mechanickém zpracování;
- *vaznost* – sůl zlepšuje vaznost vody

a podílí se na udržování žádoucího vzhledu uzenin;

- *fermentační procesy* – potlačuje růst nežádoucích mikroorganismů (např. kynutí těsta, mléčné kvašení zelí, zrání sýrů apod.).

Informace o obsahu soli v potravinách

V rámci EU upravuje způsoby označování obsahu soli na etiketách potravin nařízení (EU) č.1169/2011.

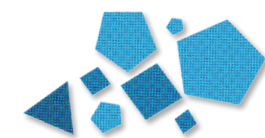
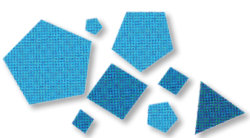
Výživové údaje

Průzkumy prováděné v souvislosti s uváděním výživových údajů na potravinách v době příprav nařízení (EU) č. 1169/2011 ukázaly, že spotřebitel lépe akceptuje informaci o obsahu soli oproti informaci o obsahu sodíku. Někteří spotřebitelé dokonce vnímali označení sodíku jako alternativu pro označení soli³⁸. Z *výživových údajů* se proto spotřebitel v EU dozví, kolik soli obsahuje 100 gramů dané potraviny. Uvedená hodnota vyjadřuje obsah *ekvivalentu soli* vypočtený podle vzorce: sůl rovná se sodík krát 2,5³⁹. Naproti tomu například v USA se na obalech uvádí obsah sodíku.

Obsah soli v potravině se nestanoví jen jako množství sodíku pocházejícího z chloridu sodného, ale jako množství sodíku vyskytujícího se v potravině ze všech složek (organických a anorganických).

³⁸ L.Kloss, J.D. Meyer, L. Graeve, W. Vetter: Sodium intake and its reduction by food reformulation in the European Union, NFS Journal 1 (2015) 9–19.

³⁹ Bod 11. přílohy I nařízení (EU) č. 1169/2011.



Složení potraviny

Ze *složení* potraviny se spotřebitel dozví, jaké soli daná potravina obsahuje.

Příklad - výživové údaje a složení na toustovém chlebu:

Výživové údaje	na 100 g	*% RHP v 25 g
Energetická hodnota	1092 kJ / 258 kcal	3 %
Tuky	2,6 g	1 %
z toho nasycené mastné kyseliny	0,3 g	<1 %
Sacharidy	48,8 g	5 %
z toho cukry	0,9 g	<1 %
Vláknina	2,4 g	-
Bílkoviny	8,6 g	4 %
Sůl	1,3 g	6 %

*RHP - Referenční hodnota příjmu u průměrné dospělé osoby (8400 kJ / 2000 kcal)

Ve vhodných případech se v těsné blízkosti výživových údajů může nacházet formulace uvádějící, že sůl je v potravine obsažena výlučně v důsledku přirozeně se vyskytujícího sodíku.

Složení: **pšeničná** mouka, voda, droždí, řepkový olej, jedlá sůl s jódem (jedlá sůl, jodičnan draselný), **ječná** sladová mouka, zlepšovací přípravek (stabilizátor: uhličitan vápenatý, **pšeničná** mouka, emulgátory: E472e; pražený **ječný** slad, dextróza), konzervant: propionan vápenatý.

Pokud byla jedlá sůl obohacena, uvádí se na obalu také údaj o *formě látky*, kterou byla jedlá sůl obohacena. Přitom u jedlé soli s jódem a fluorem se uvádí upozornění, že ji lze konzumovat *nejvýše 4 gramy denně* a nelze ji užívat současně s fluoridovými tabletami. Dále se na obalu uvádí také informace o *způsobu získání* soli, tedy zda se jedná o sůl kamennou, vakuovou či mořskou⁴⁰.



Zdravotní a výživová tvrzení

V roce 2006 byla v rámci EU přijata pravidla pro uvádění dobrovolných tvrzení na potravinách vztahujících se k *výživovým a zdravotním* benefitům potravin. V současné době lze používat několik schválených výživových tvrzení vztahujících se k obsahu sodíku / soli v potravině³⁷:

- *s nízkým obsahem sodíku / soli*, které smí být použito pouze tehdy, neobsahuje-li produkt více než 0,12 gramy sodíku nebo rovnocenné množství soli na 100 gramů nebo 100 mililitrů. V případě vod jiných než přírodních minerálních vod spadajících do působnosti směrnice 80/777/EHS by tato hodnota neměla být vyšší než 2 miligramy sodíku na 100 mililitrů;
- *s velmi nízkým obsahem sodíku / soli*, které smí být použito pouze tehdy, neobsahuje-li produkt více než 0,04 gramy sodíku nebo rovnocenné množství soli na 100 gramů nebo 100 mililitrů. Toto tvrzení nelze použít v případě přírodních minerálních vod a jiných vod;
- *bez sodíku / bez soli*, které smí být použito pouze tehdy, neobsahuje-li

produkt více než 0,005 gramy sodíku nebo rovnocenné množství soli na 100 gramů;

- *bez přídavku sodíku / soli*, které smí být použito pouze tehdy, pokud nebyl do produktu přidán žádný sodík/sůl ani žádná jiná složka, do které byl přidán sodík/sůl, a výrobek neobsahuje více než 0,12 gramů sodíku nebo rovnocenné množství soli na 100 gramů nebo 100 mililitrů;
- *se sníženým obsahem sodíku / soli*, které smí být použito v případě, že snížení obsahu sodíku nebo rovnocenné hodnoty soli představuje snížení alespoň o 25 % ve srovnání s podobnými produkty na trhu.

Vzhledem k tomu, že snížení konzumace soli pozitivně ovlivňuje krevní tlak, bylo schváleno zdravotní tvrzení:

- *snížená konzumace sodíku přispívá k udržení normálního krevního tlaku*, které smí být použito pouze u potravin, které mají přinejmenším nízký obsah sodíku/soli alespoň podle vymezení v tvrzení *s nízkým obsahem sodíku / soli* nebo snížený obsah sodíku/soli



⁴⁰ Ustanovení § 4 odst. 2 vyhlášky č. 398/2016 Sb.

podle vymezení v tvrzení se *sníženým obsahem* [název živiny] v příloze nařízení (ES) č. 1924/2006³⁴.

K chloridu bylo schváleno pouze jedno zdravotní tvrzení, to však *nelze použít* na chlorid, jehož zdrojem je chlorid sodný:

- *chlorid přispívá k normálnímu trávení* tím, že vytváří v žaludku kyselinu chlorovodíkovou, které smí být použito pouze u potravin (s výjimkou viz výše), které jsou přinejmenším zdrojem chloridu podle vymezení v tvrzení ZDROJ [NÁZEV VITAMINU/VITAMINŮ] NEBO [NÁZEV MINERÁLNÍ LÁTKY/MINERÁLNÍCH LÁTEK] na seznamu v příloze nařízení (ES) č. 1924/2006³⁴.

Rozdílné přístupy

Na základě povinnosti uvádět na balení potraviných výživové údaje, a tedy i obsah soli, může evropský spotřebitel jasně a transparentně volit mezi potravinami s různým obsahem soli. Některé členské státy však přijaly další opatření, jak pomoci spotřebitelům s volbou méně slaných potravin.

V EU umožňuje nařízení (EU) č. 1169/2011 v rámci dobrovolného uvádění výživových údajů také určitým způsobem upozornit na obsah rizikových živin, a to v rámci *dobrovolného opakování* na přední straně obalu.

Spotřebitel má tak možnost na *první pohled vyhodnotit*, zda potravina z jeho pohledu ještě obsahuje přijatelné množství soli.

Finsko

Ve *Finsku* musí být například na potravinách upozornění, pokud mají *vyšší obsah soli*. Zároveň byla vytvořena pravidla pro určování obsahu soli u různých kategorií potravin. Obojí má spotřebiteli pomoci vybrat zdravější výrobky. Od zavedení této politiky na počátku devadesátých let se *snížil obsah soli* pozorovaných potravin ve Finsku asi o 20 až 25 %. Kromě toho finský průzkum ukázal *pokles spotřeby soli* ve výživě za posledních 30 let o 40 %⁴¹.

Ke snížení spotřeby soli přispělo nejenom označování potravin, ale i snižování obsahu soli v potravinách (především v pekařských výrobcích) a informační kampaň.



Označování obsahu soli ve Finsku.

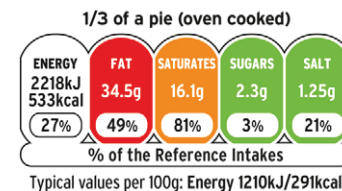
Kategorie potravin	Nízký obsah soli	Vysoký obsah soli
Chléb	0,7 %	1,3 %
Salámy	1,2 %	1,8 %
Sýry	0,7 %	1,4 %
Máslo / margaríny	1,0 %	2,0 %
Žitný křehký chléb	1,2 %	1,7 %
Snídaňové cereálie	1,0 %	1,7 %
Zpracované maso	1,2 %	-
Zpracované ryby	1,0 %	-
Polévky / omáčky	0,5 %	-

Zdroj: P. Pietinen, L.M.Valsta, T. Hirvonen, H. Sinkko, Labelling the salt content in foods: a useful tool in reducing sodium intake in Finland, Public Health Nutr. 11 (4) (2008)335–340.

Velká Británie

Ve *Velké Británii* byl zaveden systém takzvaných semaforů (*traffic-light system*). Tento systém je založen na *barevné indikaci obsahu* rizikových živin, mezi nimiž je i sůl, v potravině. Podle barvy (červená = stop – konzumovat s opatrností, oranžová = možnost vzniku zdravotního rizika, zelená = bez rizika, je-li potravina konzumována ve standardních porcích).

Příklad:

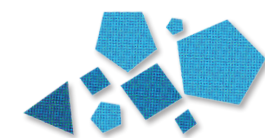
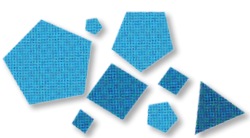


Zdroj: Sainsbury's.

Nizozemí

V *Nizozemí* je odhadován denní příjem soli u dospělých na 9 gramů soli. Nizozemští zdravotníci doporučují maximální denní příjem 6 gramů soli. Pro získání přehledu o skutečném obsahu soli v potravinách na trhu v Nizozemí bylo provedeno stanovení obsahu soli u 1016 zpracovaných potravin. Jednalo se o 10 skupin (jemné pečivo, bramborové lupínky, skořápkové plody (ořechy), omáčky, masné výrobky, konzervy, sňacky, hotová jídla, sýry, chléb a polévky), v každé skupině bylo 10 skupin potravin. Počet vzorků u každé komodity byl různý. Pro stanovení obsahu soli byly použity dvě metody, a to metoda přes stanovení obsahu sodíku a metoda přes stanovení obsahu chloru.

⁴¹ P. Pietinen, M. Paturí, H. Reinivuo, H. Tapanainen, L.M.Valsta, FINDIET 2007 Survey: energy and nutrient intakes, Public Health Nutr. 13 (6A) (2010) 920–924.



Přehled průměrného obsahu soli (chloridu sodného) u vybraných 10 skupin potravin stanoveným přes obsah sodíku a chloru

Skupina	Obsah NaCl (g/100 g) přes sodík	Obsah NaCl (g/100 g) přes chlor
Jemné pečivo	0,80 +/- 0,46	0,56 +/- 0,48
Bramborové lupínky/ ořechy	1,62 +/- 0,78	1,76 +/- 0,86
Omáčky	1,82 +/- 1,57	1,90 +/- 1,48
Masné výrobky	2,61 +/- 0,53	2,09 +/- 0,54
Konzervy	0,73 +/- 0,16	0,78 +/- 0,30
Snacky	1,51 +/- 0,43	1,37 +/- 0,37
Hotové pokrmy	1,11 +/- 0,34	1,03 +/- 0,22
Sýry	2,08 +/- 0,46	1,88 +/- 0,45
Chléb	1,19 +/- 0,10	1,27 +/- 0,16
Polévky	0,90 +/- 0,11	0,83 +/- 0,12
Polévky / omáčky	0,5 %	-

Největším zdrojem chloridu sodného byly masné výrobky, sýry a omáčky. Méně významným zdrojem jemné pečivo, polévky a konzervy. Studie ukázala i rozdíl v obsahu soli, pokud je použit přepočít přes sodík nebo chlor, což je pravděpodobně způsobeno skutečností, že v potravinách jsou jiné zdroje sodíku a chloru, než pouze chlorid sodný. Nicméně nařízení (EU) č. 1169/2011 vyžaduje přepočít přes sodík.

Velké rozdíly v obsahu chloridu sodného byly nalezeny v rámci jednotlivých skupin potravin. U hotových pokrmů byl stanoven minimální obsah sodíku 90 miligramů na 100 gramů a maximální 1060 miligramů na 100 gramů, u omáček byl minimální obsah sodíku 69 miligramů na 100 gramů a maximální 4 260 miligramů na 100

gramů. Velmi podrobný náhled do sortimentu nizozemských potravin a obsahu soli v nich ukázal, že spotřebitel si v rámci jedné skupiny potravin či komodity potravin může vybrat potraviny s velmi rozdílným obsahem chloridu sodného⁴².

V Nizozemí testovali 3 modelové scénáře snížení příjmu chloridu sodného:

- konzumace zpracovaných potravin se sníženým obsahem soli (snížení obsahu soli v dané potravine průměrně o 50 %);
- konzumace zpracovaných potravin s nejnižším obsahem chloridu sodného v rámci dané skupiny potravin (náhrada jedné potraviny druhou);
- dodržení doporučeného denního příjmu chloridu sodného.

Modelový scénář	Snížení příjmu soli *	Průměrný pokles systolického krevního tlaku
Snížení obsah soli v dané potravine	- 2,3 g/den	- 1,5 mm Hg
Náhrada potraviny s vyšším obsahem NaCl potravinou s nejnižším obsahem NaCl	- 3,0 g/den	- 1,9 mm Hg
Dodržení doporučeného denního příjmu NaCl	- 2,5 g/den	- 1,6 mm Hg

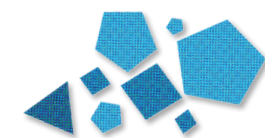
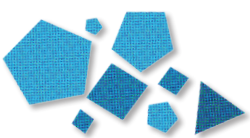
*Průměrný denní příjem soli je v Nizozemí 8,4 gramy.

Z uvedených scénářů došlo k nejvyššímu poklesu denního příjmu soli v případě, kdy byla nahrazena zpracovaná potravina potravinou s nejnižším dostupným obsahem soli v dané skupine potravin. Ale i dva další scénáře dávají jasnou možnost snížení denního příjmu soli⁴³.



⁴² Capuano E., van der Veer, Verheijen P.J.J., Heenan, S.P., van de Laak L.F.J., Koopmans H.B.M., van Ruth S.M.: Comparison of a sodium-based and a chloride-based approach for the determination of sodium chloride content of processed foods in the Netherlands, Journal of Food Composition and Analysis 31, 129 – 136.

⁴³ Hendriksen M.A.H., Hoogenveen R.T., Hoekstra J., Geleijnse J.M., Boshuizen H.C., van Raaij J.M.A. Potentialeffect of salt reduction in processed foods on health, American Journal of Clinical Nutrition 2014, 99, 446 – 453.



Strategie potravinářského průmyslu ve snižování obsahu soli v potravinách

Spotřeba soli u dospělých ve většině evropských zemí se pohybuje podle údajů EK od 7 do 13 gramů na den. Německo, Kypr, Bulharsko a Lotyšsko patří k zemím s nejnižším příjmem soli (6,3 až 7,3 gramů na den), zatímco ČR, Slovinsko, Maďarsko a Portugalsko vykazují nejvyšší denní příjem soli (12,3 až 13,6 gramů na den). Jiná studie ukazuje trochu jiné hodnoty - nejnižší příjem v Dánsku, Nizozemí a Belgii (8,3 až 8,8 gramů na den) a nejvyšší příjem v Maďarsku, Slovinsku, Slovensku, Portugalsku a Itálii²⁹. Porovnáním obou studií lze dospět k závěru, že východní a jižní státy vykazují vyšší příjem soli. Je ale potřeba zmínit, že výsledky byly získány různými metodami – dvacetičtyřhodinový recall, dvacetičtyřhodinový záznam denní stravy a dvacetičtyřhodinový sběr moči. Přestože některé metody mají svá úskalí (např. přesnost dat o obsahu soli v polotovarech nebo hotových pokrmech), lze dojít k závěru, že obyvatelé EU překračují doporučený denní příjem soli, který je podle WHO 5 gramů na den.

Někteří členové Potravinářské komory ČR se v roce 2009 zavázali snížit obsah sodíku ve značkových dehydratovaných kulinářských výrobcích nejméně na úroveň poloviny doporučeného denního množství, tj. 1,2 gramu sodíku či méně,

na jednu porci⁴⁴. Toto množství vychází z příjmu doporučeného WHO.

Zdroje soli ze stravy

Sůl z průmyslově vyráběných potravin tvoří ve vyspělých zemích 75 % příjmu soli, pouze 5 až 10 % tvoří potraviny s přirozeným obsahem soli a 10 až 15 % tvoří sůl přidaná během vaření a přisolování při vlastní konzumaci pokrmů (na stole). V Číně nebo Japonsku jsou hlavním zdrojem příjmu soli dochucování (až 76 %) příjmu, nejvyšší podíl má sójová omáčka.

V evropských zemích jsou hlavními zdroji soli základní potraviny jako chléb, cereálie (obiloviny) a pekařské výrobky. Na dalších místech jsou maso a masné výrobky, sýry a mléčné výrobky. Střední a východní Evropa má jako hlavní zdroj soli obiloviny a výrobky z obilovin, maso a masné výrobky. ČR, Polsko a Rumunsko mají nejvyšší příspěvek soli při vaření. Největším zdrojem soli u obyvatelstva Norska a Španělska jsou masné výrobky. Třetím významným zdrojem soli jsou sýry a mléčné výrobky, které hrají podstatnou roli jako zdroj soli v severských státech. V severských státech je pečivo méně významným zdrojem soli na rozdíl od másla a pomazánek. S výjimkou některých regionů

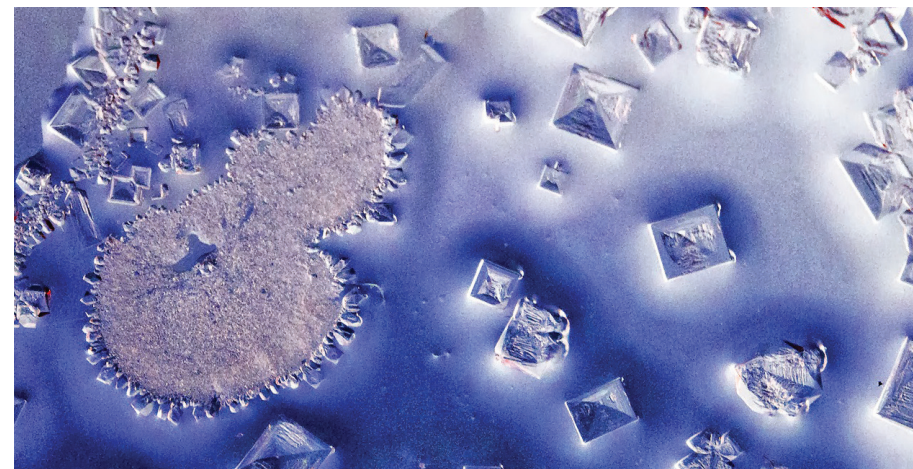
zůstávají hlavními zdroji soli v Evropě chléb, pečivo, maso, masné výrobky, sýry a mléčné výrobky.

Sůl je levným prostředkem k výrobě chutných potravin s přijatelnou dobou použitelnosti nebo trvanlivosti a hraje klíčovou roli v některých aspektech výroby potravin. U některých potravin lze snížit obsah soli o 10 % bez nutnosti provést opatření v receptuře či technologii. Přesto se odhaduje, že snížení sodíku o 20 až 30 % zvyšuje cenu potravin o 5 až 30 % závislosti na druhu potraviny. Tento závěr však nelze paušalizovat. Na druhou stranu, by si spotřebitel na jemnější méně slanou chuť měl zvykat, a proto má smysl postupně snižovat obsah soli ve výrobcích a jenom částečně dodávat náhrady.

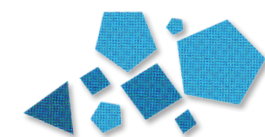
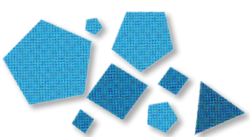
V současné době existují různé strategie snižování příjmu soli, včetně malého, postupného snížení přidaného množství soli, zvýšené využívání koření, přísadův draselných a hořečnatých solí, fosforečnanů a látek zvyrazňujících chuť. Vzhledem k tomu, že sodík snižuje akti-

vitu vody a tím inhibuje růst patogenních a sporotvorných mikroorganismů, jako je *Listeria monocytogenes* a *Clostridium botulinum*, musí být snížení obsahu soli kompenzováno přísadkou jiné látky s antimikrobiálním účinkem pro zajištění bezpečnosti potraviny pro spotřebitele.

Chlorid sodný může být nahrazen až do 30 až 40 % chloridem draselným nebo solemi organických kyselin, jako jsou mléčnany, propionáty, benzoáty a sorbáty, aniž by došlo k výraznému ovlivnění kvality potraviny. Náhrada chloridu sodného v maso a masných výrobcích chloridem draselným, hořečnatým, vápenatým nebo mořskou solí neovlivní růst *Listeria monocytogenes* v průběhu skladování. Existuje řada látek s antimikrobiální aktivitou, které jsou v potravinách pro tento účel testovány (thymol, eugenol, aldehyd kyseliny skořicové, sloučeniny z cibule, česneku, hořčice). Tyto přírodní rostlinné složky nejsou však tak účinné. Snížení obsahu soli nemusí mít negativní vliv na skladovatelnost výrobku z pohledu mikrobiální stability.



⁴⁴ <http://www.foodnet.cz/polozka/?jmeno=Tiskov%C3%A1+zpr%C3%A1va+PK+%C4%8CR+-+P%C4%9Btil%C3%A9+%C3%BAsil%C3%AD+se+vyplatilo&id=37398>.



Přehled průměrného obsahu soli (chloridu sodného) u vybraných 10 skupin potravin stanoveným přes obsah sodíku a chloru

chléb	snížení obsah sodíku o 5 % týdně až na snížení o 25 %
	nahrazení chloridu sodného chloridem draselným (do 25 %)
	použití směsi s chloridem hořečnatým
	nehomogenní distribuce soli zvyšuje vnímání slanosti
	enkapsulace soli umožňuje snížení obsahu soli o 50 %
	použití organických kyselin (mléčná, octová)
masné výrobky	použití sójové omáčky
	nahrazení chloridu sodného jinými solemi a jejich směsmi (chlorid draselný a hořečnatý, mléčnan draselný, octan sodný)
	náhrada soli přirozeně fermentovanou sójovou omáčkou
	použití fosforečnanů ke zlepšení kapacity vaznosti vody bílkovin
sýry	použití soli ve formě vloček u sušených výrobků
	snížení soli zvýšením obsahu vody a snížením obsahu tuku
	použití chloridu draselného
	použití draselných solí kyseliny fosforečné a citrónové v tavených sýrech
	použití směsi NaCl:KCl 1:1
polévky	použití aromat (sýrové aroma)
	snížení obsahu soli až o 50 % bez ovlivnění přijatelnosti pro spotřebitele
	snížení sodíku o 17-30 % použitím přirozeně fermentované sójové omáčky
	snížení soli o 15 % nahrazené výraznou aromatickou složkou
hotová jídla	použití multi- emulze "voda v oleji ve vodě"
	snížení obsahu soli o 30 - 40 % bez ovlivnění přijatelnosti pro spotřebitele
	použití chloridu draselného a zvýrazňovačů chutí (kvasničný extrakt)
snacky	použití přírodních zvýrazňovačů chuti jako česnek, rozmarýn, oregano a šalvěj
	použití soli s jinou krystalickou strukturou menší krystaly zvyšují počáteční vnímání slanosti
	použití koření
	použití škrobu místo soli u extrudovaných snacků

Zdroj: L.Kloss, J.D. Meyer, L. Graeve, W. Vetter: Sodium intake and its reduction by food reformulation in the European Union, NFS Journal 1 (2015) 9–19.

Z tabulky vyplývají nejčastější v současné době používané náhražky:

- *chlorid draselný* – má velmi podobné antimikrobiální účinky a technologické vlastnosti, nicméně není možné nahradit chlorid sodný chloridem draselným kvůli kovové a hořké pachuti, které vnáší do výrobku. Podle jedné ze studií náhradou běžné soli směsí 48 % chloridu sodného, 49 % chloridu draselného a 2 % přídatných látek došlo k poklesu hodnoty sodíku/kreatininu v moči u sledovaných jedinců a k 40% poklesu mortality na kardiovaskulární nemoci.
- *síran hořečnatý* – poskytuje slanou chuť, ale bohužel i hořkou přetrvávající chuť, pachut'. Blokátory hořké chuti nebo sladidla (sacharóza nebo thaumatin) mohou být použity k maskování různých pachutí. *Zvýrazňovače slané chuti* jsou další možností pro zvýšení vnímání slané chuti v potravinách, sem patří organické kyseliny jako např. kyselina mléčná a její soli a některé aminokyseliny a jejich soli (arginin, aspartát, glutamát, lysin). Většinou bývají používány v kombinaci s chloridem draselným. *Kvasničné produkty* také pomáhají zvyšovat vnímání soli v kombinaci s různými solemi.
- *chlorid vápenatý, chlorid hořečnatý* - tyto soli se většinou používají ve směsi s chloridem draselným a mohou nahradit 40 až 50 % chloridu sodného u některých masných výrobků

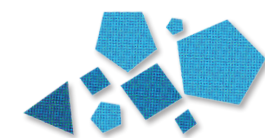
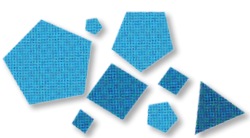
bez negativního vlivu na sensorické vlastnosti a zdravotní nezávadnost. V sýrech byly testovány tyto soli v množství 1,5 % samostatně nebo ve směsi 1:1 s chloridem sodným také bez negativního vlivu.

- *fosforečnany a citronany draselné* – náhrada fosforečnanů a citronanů sodných byla testována především u tavených sýrů, kde působí jako tavicí soli. Náhrada může způsobit ztrátu pevnosti sýrů (v případě použití citronanu draselného). Fosforečnan draselný může ovlivnit chuť sýrů díky kovové chuti této soli.

O Japonsku je známo, že jejich obyvatelé jsou tzv. „salt friendly“, tedy přátelsky nakloněni soli. Proto kromě známých možností redukce soli jdou japonští vědci ještě dál. Vynalezli například elektrickou vidličku, která dokáže ovlivnit chuť pokrmu. Na kovové části vidličky je jedna elektroda, na rukojeti druhá. Když se vloží vidlička se soustem do úst, obvod se uzavře a stimuluje chuťové pohárky, především ty pro vnímání slané chuti. Elektrické napětí je velmi nízké a bezpečné a na rukojeti je regulační tlačítko. Zatím se jedná pouze o prototyp, ale uvažuje se o tom, že by vidlička mohla umožnit vychutnat si pokrm i lidem, kteří musí dodržovat dietu s velmi nízkým obsahem soli⁴⁵.

V rámci 7. rámcového programu EU byl řešen projekt *TeRiFiQ*, jehož cílem bylo

⁴⁵ <https://www.redduckpost.com/japan-invents-a-salt-flavored-fork/>
<http://www.odditycentral.com/foods/japanese-researchers-creates-electric-fork-that-alters-the-taste-of-food.html>



snížení obsahu soli, cukrů a tuků ve vybraných pěti potravinách (tepelně opracovaný salám, španělský salám Chorizo, muffin, trvanlivý salám a sýr). U těchto potravin bylo sníženo množství vybraných živin v závislosti na druhu:

- tepelně opracovaný salám - snížení soli o 23 % a tuku o 20 %;
- Chorizo - snížení soli o 40 % a nasycených mastných kyselin o 60 %;
- muffin – snížení cukru o 25 % a tuku o 25 %;
- trvanlivý salám – snížení soli o 35 % a nasycených mastných kyselin o 70 %;
- sýr – snížení soli o 20 %

U potravin bylo provedeno *senzorické hodnocení* skupinou dobrovolníků a hodnotila se jak výrobcem používaná receptura, tak reformulovaná receptura. Hodnotitelé obdrželi potraviny nereformulované a měli dva týdny na jejich konzumaci v jakémkoliv pořadí a jako součást libovolného denního jídla. Následně obdrželi reformulované potraviny a opět měli dva týdny na jejich konzumaci. U obou souborů potravin provedli senzorické hodnocení – posoudili celkovou přijatelnost a vyjádřili se k ochotě danou potravinu kupovat. Hodnotitelé samozřejmě nevěděli, že konzumují běžné a reformulované potraviny. U *tepelně opracovaného salámu* respondenti preferovali nereformulovaný výrobek, *trvanlivý salám* vykázal lepší výsle-

dek u reformulovaného výrobku a *Chorizo* vykázalo významný rozdíl ve prospěch reformulovaného výrobku. U *muffinu* nebyly nalezeny statisticky významné rozdíly mezi oběma variantami a u *sýra* vyšel lépe reformulovaný výrobek, ale rozdíl nebyl statisticky významný. V laboratoři ještě byly stejným způsobem tyto potraviny hodnoceny a k nim byly přidány ještě jejich privátní značka a obchodní značka. Podstatným výsledkem je zjištění, že *reformulace je možná*, že není zásadním způsobem spotřebiteli odmítána a že záleží i na konkrétní potravine (masný výrobek, mléčný výrobek, pečivo). Některé potraviny jsou lépe reformulovatelné bez negativního ovlivnění senzorických vlastností⁴⁶.

Chléb a obilné výrobky

Chléb patří mezi základní potraviny. V rámci evropských zemí se liší jeho denní spotřeba od 100 gramů za den ve Velké Británii až na 400 gramů za den v Turecku. V severských zemích je konzumován spíše kvasový chléb s podílem žita, zatímco jižní regiony preferují pšeničný chléb. Také obsah soli se liší v závislosti na zemi. Ve Francii obsahuje chléb 1,8 % soli, zatímco například ve Velké Británii jen 1,0 %. Z těchto údajů vyplývá i určitá variabilita v podílu chleba na příjmu soli v rámci evropských zemí. Sůl má důležitou funkci při stabilizaci struktury

chleba a současně inhibuje růst kvasinek a tím zajišťuje také správné kynutí a zrání těsta. Sůl zlepšuje chuť chleba a ovlivňuje výrazně vodní aktivitu u pekařských výrobků. Pokud dojde k *výraznému snížení obsahu soli*, stane se těsto méně pružné a více lepkavé.

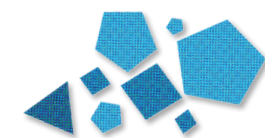
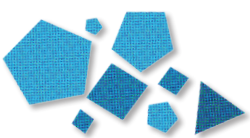
Snížení obsahu chloridu sodného může mít za následek *fermentaci* s nadměrnou tvorbou plynů. Výsledkem může být chléb s výrazně *kyselou* chutí. Vysoká aktivita kvasinek je také nežádoucí z důvodu sníženého obsahu *redukujících cukrů* vstupujících do Maillardovy reakce a tím dochází k negativnímu ovlivnění barvy kůrky a chuti chleba a pečiva.

Snížení obsahu soli má rozdílné výsledky. Pokud byl například snížen obsah soli postupně o 5 % každý týden po dobu 6 týdnů, nedošlo podle hodnotitelů ke zhoršení senzorických vlastností (celko-

vé snížení soli bylo 25 %). Pokud však došlo ke snížení soli o 50 % najednou, byl chléb hodnocen jako kyselý, štiplavý s chutí po kvasnicích. Pokud byl chlorid sodný nahrazen chloridem draselným v množství 10 %, byl chléb hodnocen jako s kovovou příchutí. Lepší výsledek byl dosažen u chleba, kde byla použita směs chloridu hořečnatého, chloridu draselného a síranu hořečnatého. Další možností, jak snížit obsah soli při zachování stejného senzorického vnímání slanosti je použití nehomogenní distribuce soli. Zajímavou možností je i využití *syrovátky bohaté na minerální látky* pro pekařské výrobky. Studie provedené v posledních letech ukazují, že reformulace pekařských výrobků je možná. Ve Velké Británii byl snížen obsah soli u chleba o 20 % mezi lety 2001 a 2011 (obsah soli klesl z hodnoty 1,23 na 0,98 gramů na 100 gramů)²⁹.



⁴⁶ Romagny S., Ginon E., Salles Ch.: Impact of fat, salt and sugar in commercial foods on consumer acceptance and willingness to pay in real casting conditions: a home experiment, Food Quality and Preference 56 (2017), 164 – 172.



Obsah soli v chlebu a pekařských výrobcích

Stát	Rok reference	Druh pečiva	Obsah soli (g/100g)
Austrálie	2011	Chléb	1,1
Kanada	2011	Chléb	1,65 - 1,73
Kanada	2011	Bagel	1,12 - 1,28
Nový Zéland	2011	Chléb	1,1
USA	2007	Pan chléb	1,04
Francie	2012	Chléb venkovský styl	1,70
Francie	2012	Francouzské bagety	1,73
Francie	2012	Croissant	1,12 – 1,48
Francie	2012	Jemné pečivo (sladké)	0,97
Německo	2014	Chléb, běžné pečivo	1,0 – 2,9
Irsko	2013	Světlý chléb	1,10
Irsko	2013	Tmavý chléb	1,09
Španělsko	2009	Chléb	1,63
Velká Británie	2011	Chléb (všechny druhy)	0,98 +/- 0,13
Velká Británie	2011	Ovocné koláčky	0,72 +/- 0,86
Velká Británie	2011	Koláče	0,39 +/- 0,52
Velká Británie	2011	Ovocné koláče	0,32 +/- 0,52

Zdroj: Christoph Silow, Claudia Axel, Emanuele Zannini, Elke K. Arendt: Current status of salt reduction in bread and bakery products – A review, Journal of Cereal Science 72 (2016) 135 – 145.

Chlorid sodný a jeho úloha v pečivu

Chlorid sodný pozitivně ovlivňuje *kvalitu těsta* – jeho reologii, lepivost a ovlivňuje celkově fermentaci, zrání těsta. Chlorid sodný ovlivňuje vývoj struktury lepku (snížení množství zeslabuje strukturu lepku a tím těsta), snižuje lepivost těsta, inhibuje růst kvasinek (ovlivnění osmotického tlaku a elektrochemického potenciálu sodných a chloridových iontů na membrány kvasinek) při zrání těsta a tím způsobuje snížení tvorby plynů (eliminace překynutí

těsta). Má pozitivní vliv na údržnost a mikrobiologickou nezávadnost pečiva (díky vlivu na vodní aktivitu), ovlivňuje texturu, výšku a objem pečiva. Sůl ovlivňuje chuť a vůni pečiva, může zvýšit vnímání sladké chuti a maskovat hořkou pachutí⁴⁷.

Snížení obsahu soli u pekařských výrobků

Snížení obsahu soli o 10 až 15 % nezvýší cenu výrobku a není potřeba přidávat další složku nebo přídatné látky.

Maso a masné výrobky

Sodík se *přirozeně* vyskytuje v mase v koncentracích 60 až 80 miligramů na 100 gramů, což odpovídá obsahu chloridu sodného 0,15 až 0,20 gramů na 100 gramů. Ve vyráběných masných výrobcích je obsah chloridu sodného daleko vyšší. *Nejvyšší* hladiny jsou zjišťovány u trvanlivých masných výrobků a do soli nakládaných mas.

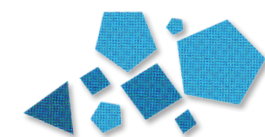
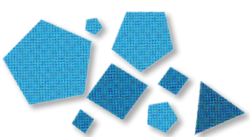
Sůl zvyšuje *hydrataci* bílkovin a schopnost bílkovin vázat vodu a zlepšuje texturu a viskozitu masných výrobků. *Slanost* (vnímání slané chuti) je vyšší u výrobků s vysokým obsahem tuku a nižší u výrobků s vyšším obsahem bílkovin, což závisí i na obsahu masa v masném výrobku. Proto je jednodušší snížit obsah soli (chloridu sodného) u výrobků s vyšším obsahem tuku. Sůl *snižuje aktivitu* vody v mase a masných výrobcích a tím působí jako *konzervant*. Snížením obsahu soli (chloridu sodného) dochází ke zkrácení doby použitelnosti/trvanlivosti a ke zvýšení rizika pomnožení nežádoucích mikroorganismů a navíc k prodloužení doby výroby u trvanlivých masných výrobků, což se odráží na ceně.

Chlorid sodný bývá nejčastěji nahrazován chloridem draselným, chloridem hořečnatým, mléčnanem sodným a octanem sodným. Sodík je také důležitý pro *texturu* masného výrobku, protože se váže na myofibrilární bílkoviny a zlepšuje jejich rozpustnost, tím zlepšuje měkkost a šťavnatost masa. *Snížením* obsahu soli (chloridu sodného) se snižuje vaznost vody a tím dochází k vyšším ztrátám během vaření. Chlorid sodný samozřejmě přispívá k charakteristické *chuti* masa, zvyrazňuje a dotváří celkový vjem a chuť masa masných výrobků.

Chlorid draselný se nejběžněji používá pro náhradu chloridu sodného. Chlorid draselný může být použit až do poměru 50:50 s chloridem sodným, aniž by došlo k negativnímu ovlivnění senzoric- kých vlastností masného výrobků. Další možností částečné náhrady jsou *askorbát vápenatý* nebo *chlorid hořečnatý*, kdy dojde i ke zlepšení výživové hodnoty výrobku. Pokud je použit *fosforečnan sodný*, dojde ke zlepšení extrakce bílkovin, zlepšení vaznosti vody a tím také ke snížení obsahu sodíku. Dalšími používanými látkami jsou *glutamát* sodný a hořečnatý, *kvasničné extrakty* nebo



⁴⁷ Silow, Ch., Axel C., Zannini, Arendt.E. K., Current status of salt reduction in bread nad bakery products – A review, Journal of Cereal Science, 72 (2016), 135 – 145.



naringin, které zvyšují vnímání slané chuti a příjemnost chuti.

Důležitá je také *struktura* chloridu sodného. Vločky chloridu sodného se rozpouští lépe než granulovaný chlorid sodný. Proto je i vhodné používat chlorid sodný v různých morfoloických formách v závislosti na výrobku²⁹.

Pokud dojde ke snížení obsahu soli u masných výrobků, dojde ke zvýšení ceny, neboť sůl je levnější než vstupní surovina - maso.

Sýry



V sýrech vytváří chlorid sodný *chuť* tím, že ovlivňuje *aktivitu startovacích kultur*, přítomných *mikroorganismů* a *enzymů*. Podporuje *synezi* (stahování sýřeniny) a tím určuje *vlhkost* a *texturu* sýra.

Při výrobě sýra dochází k proteolýze, která je významně ovlivněna přítomným chloridem sodným a jeho obsahem. Obsah

chloridu sodného ovlivňuje celou hmotu sýra a jeho chuť. Navíc obsah chloridu sodný také ovlivňuje fermentaci sacharidů (laktózy) a tím ovlivňuje i *kyselost* sýra. *Vaznost* vody přítomného chloridu sodného také zajišťuje *bezpečnost* a dobu *použitelnosti*.

Nízkotučné sýry mají vyšší obsah vody, tím je nižší poměr soli a kapaliny v porovnání s běžnými sýry. To způsobuje *horší mikrobiologickou stabilitu* nízkotučných sýrů. *Vnímání slané chuti* je také ovlivněno obsahem tuku v sýru. Vyšší poměr vody a tuku u měkkých sýrů zvyšuje uvolněné chloridu sodného a vnímání soli ve srovnání s tvrdými sýry, kde je hodnota poměru vody a tuku nízká. *Snížení* obsahu chloridu sodného v nízkotučných sýrech má také vliv na *aroma* a *intenzitu chuti*.

Slanost sýra je důležitou charakteristikou sýra pro spotřebitele. Snížení obsahu soli u sýra z hodnoty 1,8 % na 1,4 % nebylo vnímáno negativně. Výhradní použití chloridu draselného, chloridu hořečnatého a chloridu vápenatého, případně směsí 1:1 vedlo k tomu, že takové sýry *nebyly* sensoricky přijatelné. Pouze směs chloridu sodného s chloridem draselným v poměru 1:1 získala přijatelné hodnocení.

U tavených sýrů umožňují tavicí soli (což jsou sodné soli kyseliny fosforečné a kyseliny citronové) emulgaci kaseinových proteinů *hydrolyzou vazeb vápníku* na kasein. Částečnou náhradou těchto

sodných solí solemi draselnými, jako je např. hydrogenfosforečnan draselný a citronan draselný, je možné získat tavený sýr s obsahem sodíku nižším až o 50 %. Pro tavené sýry je to již velmi významné snížení, protože na celkovém relativně vysokém obsahu sodíku v tavených sýrech se podílí kromě soli obsažené v přírodních sýrech, případně ochucujících složkách typu šunka a apod., i sodík přirozeně se vyskytující v dalších mléčných surovinách, jako je sušené mléko, sušená syrovátka, tekuté mléko či smetana a především sodík obsažený v tavicích solích. Tuto náhradu lze ale provést jen velmi citlivě vždy s ohledem na konkrétní použitou recepturu, protože může mít negativní dopad na sensorické, především chuťové vlastnosti sýra. Všechny zkoušené reformulace u sýrů ukazují, že sýry patří z tohoto pohledu k více problematické komoditě, než jsou například pekařské nebo masné výrobky²⁹.

Snížení obsahu soli u mléka a mléčných výrobků

Problematiku obsahu soli u mléka a mléčných výrobků lze rozdělit do dvou skupin. *Běžné mléčné výrobky* typu konzumní mléko, smetana, kysané výrobky, tvarohy, zahuštěná a sušená mléka, mražené krémy se nesolí vůbec. Některé výrobky na bázi tvarohu nebo čerstvých sýrů (různé dezerty například se zeleninovým ochucením, s kořením apod.) se přisolují za účelem dosažení *požadované chuti*.

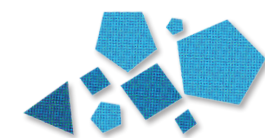
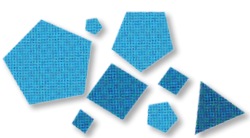
V těch je možné snížit obsah soli bez nutnosti měnit technologii nebo přidávat přídatnou látku. Ani cena výrobku se nezmění.

Druhou, důležitější skupinou jsou *všechny druhy přírodních sýrů*, tedy sýry měkké, plísňové, polotvrdé i tvrdé, pařené, sýry bílé, v nálevu a podobně. V těchto případech není jejich solení vyvoláno jen sensorickou potřebou, ale přímo *technologickou nutností*, jejímž účelem je:

- zpevnění povrchu sýra a zlepšení konzistence sýrového těsta;
- regulace odtoku syrovátky ze sýrového těsta a tím obsahu vody, tj. dosažení požadované sušiny;
- regulace průběhu kysání, to znamená zastavení činnosti bakterií mléčného kysání i zastavení případného vývoje nežádoucích mikroorganismů v sýrech během zrání;
- regulace průběhu zrání a ztrát na hmotě sýra během zrání.

Pro dosažení všech těchto požadavků se musí provádět solení (nejčastěji pomocí solné lázně) postupem stanoveným pro každý druh sýra jinak. Dosažený obsah soli musí být optimální pro každý druh tak, aby jeho výsledné vlastnosti byly v souladu s požadavky na tyto sýry.

Nelze proto libovolně snižovat u sýrů obsah soli jen proto, že bychom měli spotřebitele zvykat na méně slanou chuť, zcela laicky lze říci, že bez potřebné soli



sýry *nelze ani dobře vyrobit*, na rozdíl od jiných potravin, do kterých je sůl v receptuře odvážena a přidána a její nepřítomnost ovlivňuje jen chuť potraviny.

Fermentovaná zelenina

Podíl *fermentované zeleniny* na celkový přívod soli je ve srovnání s chlebem, pečivem, masnými a mléčnými výrobky *minimální*. Přesto je snaha snížit obsah soli i v těchto výrobcích.

Předchozí práce ukázaly, že ve většině fermentovaných zeleninových výrobcích lze obsah soli snížit. Pozornost byla věnována především zeleným a černým olivám, v menší míře dalším zeleninovým výrobkům. Studie *potvrdily*, že chlorid sodný je možné částečně nahradit dalšími solemi. Závisí to však na druhu výrobku, složení, použitých přísadách a podmínkách zpracování.

Výsledky ukazují, že některé náhrady soli *snižují mikrobiální růst* stejně jako chlorid sodný (např. chlorid vápenatý), některé soli však méně (chlorid draselný a chlorid hořečnatý). Náhrady soli také ovlivňují *texturu* (křehkost a tvrdost) výrobku a sensorické vlastnosti. *Chlorid draselný* mírně snižuje produkci kyseliny mléčné, *chlorid hořečnatý* zvyšuje celkovou kyselost výrobku.

Při reformulaci (úpravě) výrobků je proto potřeba pečlivě sledovat všechny parametry tak, aby nedošlo ke zhoršení kvality. Toho lze docílit *vhodným poměrem* chloridu sodného a jiných uvedených látek. Z výsledků práce vyplývá, že snížením obsahu soli a použitím náhrad soli nemusí dojít k významné změně mikrobiologických, fyzikálně-chemických a sensorických vlastností konečného výrobku⁴⁸.

Ostatní potraviny

U některých *hotových pokrmů* se může snížit obsah chloridu sodného (např. chilli con carne, lasagne, kuřecí kari, zeleninové polévky), aniž by došlo k výraznému ovlivnění chuti. U hotových pokrmů lze úspěšně využít koření a bylinky.

Polévky a omáčky obsahují *zahušťovadla*, která snižují vnímání jak slané chuti, tak i chuti celkové. Tento jev, kdy se zvyšující se hustotou potraviny klesá vnímání slané chuti, se objevuje ve všech kategoriích potravin. Často je jako zvýrazňovač slané chuti u polévek a dresinků, které mají snížený obsah chloridu sodného, používána *sójová omáčka*. Zajímavé je použití tzv. multi-emulzí v masných výrobcích nebo tekutých potravinách, kdy je možné při použití těchto multi-emulzí použít méně chloridu sodného bez negativního dopadu na vnímání slané chuti²⁹.

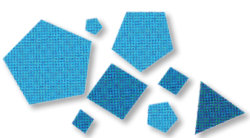
Pro úplnost je však třeba poznamenat, že ačkoli právní úprava označování potravin může z pohledu množství citlivě vnímaných živin, jakou je i sůl, spotřebitelům pomoci při výběru zdravějších potravin, u některých potravin právní předpisy možnosti reformulací ve skutečnosti omezují.

Jedná se zejména o *potraviny s chráněným označením původu* (CHOP). Výrobky jako je parmazán, parmská šunka, sýr feta či camembert de Normandie musí být kompletně vyráběny v souladu s tradičními metodami, a proto jsou možnosti změny obsahu soli v těchto výrobcích značně omezeny⁴⁹.



⁴⁸ Bautista-Gallego, J. et al. Salt Reduction in Vegetable Fermentation: Reality or Desire? Journal of Food Science, 2013, roč. 78, č. 8, s. 1095-1100.

⁴⁹ R. Wilson, E. Komitopoulou, M. Incles, Evaluation of technological approaches to salt reduction. Leatherhead Food Research (Web. July 3 2014). Dostupné zde: https://www.fdf.org.uk/resources/salt_reduction_2012.pdf.



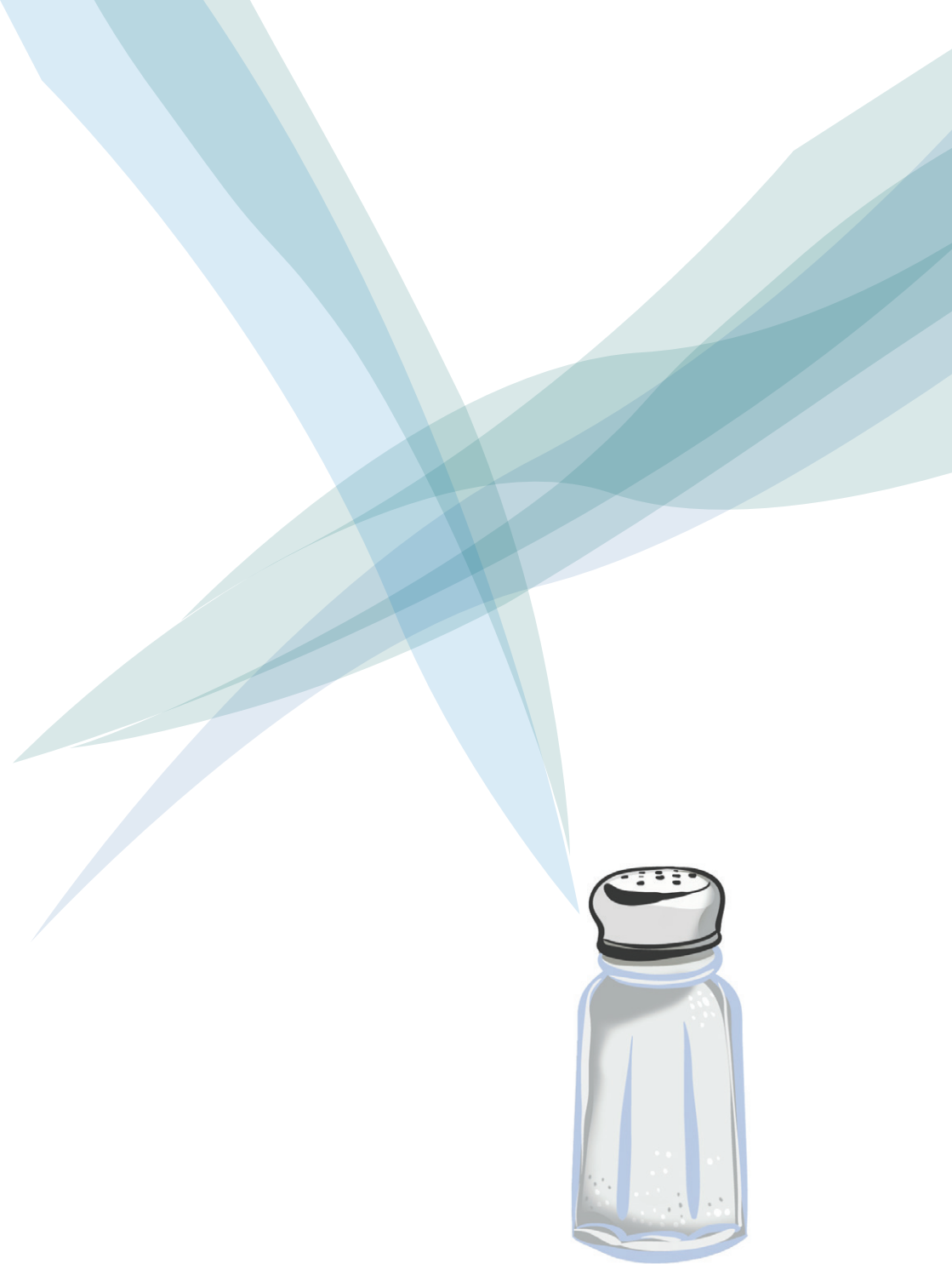
Závěry

1. *Chlorid sodný* (NaCl) je běžně označován jako *kuchyňská sůl*. Hovoří-li laik o soli, myslí tím zpravidla právě kuchyňskou sůl čili chemickou sloučeninu vyskytující se v přírodě v podobě nerostu *halitu* neboli *soli kamenné*.
2. *Sodík* je životně důležitou *minerální látkou*, která je potřebná pro životní funkce většiny organismů. Sodík je nezbytný pro udržení *rovnováhy* procesů látkové výměny.
3. *Chloridy* se podílejí spolu se sodíkem na *osmotickém tlaku* a přispívají k normálnímu trávení vytvářením kyseliny chlorovodíkové v žaludku.
4. Optimální příjem kuchyňské soli je s nejvyšší pravděpodobností vysoce závislý na každém jednotlivém spotřebiteli, protože vždy je nezbytné dát do souvislosti komplexně sestavenou stravu, nikoli jednotlivé složky - a činit je tak zodpovědné za vznik určitých onemocnění. Sůl může mít často přídavný (sčítací) účinek.
5. S výjimkou těžce pracujících osob by příjem *sodíku* u dospělého zdravého člověka neměl být vyšší než 2,4 gramy (6 gramů chloridu sodného) denně²⁰.
6. Vysoký příjem soli významně *zvyšuje* riziko *hypertenze* a tím i jejích komplikací, např. mozkové mrtvice a infarktu. Nejvyšší riziko je u jedinců, kteří již mají krevní tlak významně zvýšený a s genetickou predispozicí.
7. Zvýšená konzumace slaných potravin již z fyziologického hlediska vyvolává *zvýšený pocit žízně*. Mnoho lidí hasí žízeň slazenými nápoji, z čehož vyplývá nepřímý vztah mezi solí a obezitou. Přívod vysokého množství slaných potravin s sebou doprovází i zvýšenou konzumaci slazených nápojů a tím pádem dochází k nárůstu tělesné hmotnosti¹⁵.
8. Strava *bohatá na ovoce a zeleninu a se sníženým obsahem kuchyňské soli* v konzervovaných potravinách se jeví jako vhodná primární prevence karcinomu žaludku.
9. Sůl je mnohdy obohacována o *jód a fluor*.
10. *Snížení soli* v potravinách lze u řady potravin dosáhnout vhodnými *reformulačními postupy*. Ty jsou však ve většině případů doprovázeny *náhradou* soli jinými, mnohdy přídatnými, látkami tak, aby nebyla snížena bezpečnost potraviny pro konečného spotřebitele. U tradičních potravin, například s chráněným označením původu, jsou však možnosti značně limitované.
11. Snížení soli je třeba současně doplnit *informačními kampaněmi*, edukací spotřebitelů, včetně *označování potravin*.



Poznámky

A series of horizontal dotted lines for taking notes.





Slaná **FAKTA** o soli aneb je sůl nad zlato?

Publikace Platformy pro reformulace
Česká technologická platforma pro potraviny

Praha 2017
1. vydání

Potravinářská komora České republiky
Počernická 96/272, 108 03 Praha 10-Malešice
tel./fax: +420 296 411 187



www.reformulace.cz
www.ctpp.cz
www.foodnet.cz

ISBN 978-80-88019-18-3