



# REFORMULACE POTRAVIN

Hodnocení možností reformulací hlavních  
potravinářských komodit



# REFORMULACE POTRAVIN

Hodnocení možností reformulací hlavních  
potravinářských komodit



© Potravinařská komora České republiky  
Česká technologická platforma pro potraviny

## Editor

doc. Ing. Aleš Rajchl, Ph.D.

## Recenzent

doc. Ing. Lenka Kouřimská, Ph.D.

Praha 2019

1. vydání

Publikace byla zkompletována v rámci Priority D pracovní skupiny pro bezpečnost potravin České technologické platformy pro potraviny ve spolupráci s Potravinařskou komorou ČR, Vysokou školou chemicko-technologickou v Praze a Veterinární a farmaceutickou univerzitou Brno a za finanční podpory Ministerstva zemědělství ČR (dotační titul 10.E.a/2019).

ISBN 978-80-88019-36-7

# Jíst & žít správně

Užívejte potraviny dnes a zítra

**SOUHRN**

str. 5

**SUMMARY**

str. 5

**PŘEDMLUVA**

str. 6

**POTRAVINÁŘSKÝ  
PRŮMYSL  
A REFORMULACE**

str. 8

**LEGISLATIVNÍ  
ASPEKTY  
REFORMULACÍ**

str. 11

**REFORMULACE  
POTRAVIN  
A PEKAŘSKÉ  
VÝROBKÝ**

str. 17

**REFORMULACE  
POTRAVIN A  
MASNÉ VÝROBKÝ**

str. 37

**INOVACE  
RECEPTUR V  
CUKROVINKÁŘSKÉM  
PRŮMYSLU**

str. 67

**REFORMULACE  
MLÉČNÝCH  
VÝROBKŮ**

str. 73

**REFORMULACE  
POTRAVIN –  
TUKOVÉ  
VÝROBKÝ**

84

**REFORMULACE  
NEALKOHO-  
LICKÝCH NÁPOJŮ**

str. 92

**REFORMULACE  
VÝROBKŮ  
Z OVOCE  
A ZELENINY**

str. 107

## **Abecední seznam autorů**

**doc. Ing. Helena Čížková, Ph.D.**, VŠCHT Praha, Ústav konzervace potravin  
**prof. Ing. Jana Čopíková, CSc.**, VŠCHT Praha, Ústav sacharidů a cereálií  
**doc. Ing. Ladislav Čurda, CSc.**, VŠCHT Praha, Ústav mléka, tuků a kosmetiky  
**prof. Ing. Vladimír Filip, CSc.**, VŠCHT Praha, Ústav mléka, tuků a kosmetiky  
**Ing. Adéla Grégrová, Ph.D.**, VŠCHT Praha, Ústav konzervace potravin  
**RNDr. Magdalena Hrabcová, Ph.D.**, Platforma pro reformulace  
**Ing. Magdaléna Hrubá, VŠCHT Praha**, Ústav konzervace potravin  
**Mgr. Markéta Chýlková**, Potravinářská komora České republiky  
**doc. MVDr. Josef Kameník, CSc.**, MBA, VFU Brno, Ústav gastronomie  
**doc. Ing. Aleš Rajchl, Ph.D.**, VŠCHT Praha, Ústav konzervace potravin  
**Ing. Ladislava Rýdlová, VŠCHT Praha**, Ústav konzervace potravin  
**Ing. Pavel Skřivan, CSc.**, VŠCHT Praha, Ústav sacharidů a cereálií  
**Ing. Marcela Sluková, Ph.D.**, VŠCHT Praha, Ústav sacharidů a cereálií  
**doc. Ing. Rudolf Ševčík, Ph.D.**, VŠCHT Praha, Ústav konzervace potravin  
**doc. Ing. Jiří Štětina, CSc.**, VŠCHT Praha, Ústav mléka, tuků a kosmetiky

## Souhrn

Předkládaná publikace shrnuje současný stav poznání k problematice reformulace potravin, přičemž bere v potaz aktuální informace z oblasti výživy. V knize jsou zahrnuty všechny významné potravinářské komodity, tj. pekařské výrobky, masné výrobky, mléčné výrobky, cukrovinky, tukové výrobky, nealkoholické nápoje, výrobky z ovoce a zeleniny. Samotný text poskytuje přehled možných reformulací jednotlivých potravinářských komodit včetně technologických a senzorních limitů, neopomíná však ani legislativní omezení jednotlivých reformulačních zákroků. Kniha si klade za cíl seznámit odbornou veřejnost s problematikou reformulace potravin a pomoci výrobcům potravin při realizaci vybraných reformulačních zákroků. Na sepsání této knihy se podíleli odborníci z Vysoké školy chemicko-technologické v Praze, Veterinární a farmaceutické univerzity v Brně a Potravinářské komory ČR.

## Summary

The presented publication summarises the current state of knowledge on food reformulation, whilst taking into account current nutritional aspects. The book covers all major food commodities i. e. bakery products, meat products, dairy products, confectionery, edible fats and oils, non-alcoholic drinks, fruit and vegetable products. The text itself provides an overview of possible reformulations of selected food commodities, including technological and sensory limits as well as legislative constraints. The aim of the book is to familiarise the specialist in the field with this topic and to help manufacturers implement selected food reformulation interventions. This book was written by experts from the University of Chemistry and Technology, Prague, the University of Veterinary and Pharmaceutical Sciences Brno and Federation of the Food and Drink Industries of the Czech Republic.

## Předmluva

Hlavním cílem potravinářského průmyslu bylo a je zabezpečit dostatek bezpečných a kvalitních potravin pro široké spektrum konzumentů. Na zvýšený zájem o zdravý životní styl reaguje průmysl celou řadou opatření, mezi kterými zaujímá čestné místo změna receptur, tzv. reformulace. Reformulací se myslí změny pozitivní, tj. takové, které přináší spotřebiteli určité výhody, a to zejména s ohledem na jeho výživu, přičemž je brán v úvahu současný stav poznání v oblasti výživy. Pozitiva, které tento trend přináší, ovšem mohou představovat i určitá rizika, a to zejména s ohledem na stabilitu a bezpečnost výrobků. Po mnoho desetiletí neměnné receptury doznávají zásadních změn, a ne vždy je potravinářský průmysl dokonale připraven tyto změny realizovat. Předkládaná monografie vydaná Potravinářskou komorou ČR si klade za cíl zhodnotit možnosti reformulací hlavních potravinářských komodit a usnadnit tak nelehkou práci při vývoji reformulovaných výrobků v praxi.

Za kolektiv autorů

**Aleš Rajchl**

*Kniha je členěna do jednotlivých kapitol dle potravinářských komodit a je doplněna odkazy na původní literární zdroje. Na sepsání této knihy se podíleli odborníci z Vysoké školy chemicko-technologické v Praze, Veterinární a farmaceutické univerzity v Brně a Potravinářské komory ČR.*



## Potravinářský průmysl a reformulace

Hrabcová M.

V dnešní době má spotřebitel přístup k široké nabídce potravin, ale hektický moderní životní styl s sebou přináší zvýšené nároky. Mnoho lidí se potýká s nadváhou související s nevyváženou stravou a nedostatkem pohybu. Přitom si ale většina chce užívat dobré jídlo a „jíst a žít s chutí“. K tomu je nutná pestrá nabídka potravin na trhu a to může být pro výrobce potravin mnohdy tvrdý oříšek.

Výrobci potravin v České republice si jsou vědomi toho, že mají možnost napomáhat zlepšení zdraví spotřebitelů, a to zejména tím, že jim nabídnou širokou škálu výrobků, jak těch „standardních“, tak těch, ve kterých došlo ke snížení některých živin, snížení energetické hodnoty či vylepšení nutričního složení. V souladu s naplňováním vládního programu Národní strategie ochrany a podpory zdraví a prevence nemocí - Zdraví 2020 založili výrobci potravin v rámci Potravinářské komory ČR (dále jen „PK ČR“) a České technologické platformy pro potraviny na podzim roku 2016 Platformu pro reformulace (dále jen „PPR“ nebo také „Platforma“). Šlo o první systematický počín v oblasti reformulací jako celku, i když samotné aktivity na úrovni firem probíhají již řadu let, PPR si dala za svůj cíl vytvořit odborné fórum pro diskusi nad jednotlivými reformulačními cíli a technologiemi, v rámci, kterého mohou členové PPR:

- nastavit a komunikovat konkrétní závazky v oblasti reformulací a podpory zdravé výživy do r. 2020;
- monitorovat a hlásit dosažené výsledky a sdílet zkušenosti s dalšími výrobci;
- ve spolupráci s akademickou obcí a příslušnými ministerstvy vzdělávat veřejnost.

Roční činnost Platformy vyústila v podpis Deklarace ke zdravému životnímu stylu prezidentem PK ČR a hlavním hygienikem ČR. V tomto dokumentu se členové PK ČR zavazují vyvíjet aktivity v jednotlivých bodech Deseti pilířů výživové politiky potravinářského průmyslu, tyto aktivity průběžně doplňovat, aktualizovat a vyhodnocovat a výsledky sdílet s resortem Ministerstva zdravotnictví, médií a odbornou i laickou veřejností.

### **Deset pilířů výživové politiky zahrnuje dobrovolné závazky v oblasti:**

1. podpory zdravého životního stylu,
2. vývoje a výroby inovovaných a reformulovaných výrobků (zlepšení složení makroživin),
3. rozšiřování nabídky o výrobky se zlepšeným obsahem (zlepšení složení mikroživin a dalších složek),
4. nabídky různorodé škály výrobků a balení,



5. informování spotřebitele nad rámec legislativních požadavků,
6. propagace výrobků zodpovědným způsobem,
7. vzdělávání spotřebitele a veřejnosti,
8. publikování dosažených výsledků, vzdělávání a sdílení zkušeností mezi sebou,
9. podpory zdravého životního stylu a fyzické aktivity,
10. spolupráce s relevantními institucemi, akademickou obcí, odborníky, médii a dalšími zúčastněnými stranami.

Příspěvek ke zlepšení výživových trendů a zdraví obyvatelstva ČR chápe potravinářský průmysl jako dlouhodobý. Proto je Deklarace ke zdravému životnímu stylu a Deset pilířů výživové politiky živým dokumentem: kromě vyhodnocení již proběhlých aktivit, je dokument pravidelně aktualizován, průběžně se nastavují nové cíle na další rok či delší časové období. Dosažené výsledky jsou pravidelně zveřejňovány v rámci každoroční výroční konference PPR, která díky účasti zástupců státní správy, vědy a výzkumu, lékařů a odborníků na výživu umožňuje nejen zhodnotit, co se výrobcům podařilo „vylepšit“ ve složení potravin na českém trhu, ale také diskutovat o významu reformulací pro zdraví a budoucím směřování reformulací a potřebných technologií.

I když PPR již zaregistrovala mnoho úspěchů a na českém trhu se objevila celá řada výrobků se sníženým obsahem cukru, soli, transmastných kyselin či výrobky s vylepšenou struktu-

rou obohatené např. o vlákninu, vitaminy nebo minerální látky, výrobci se v rámci svých aktivit stále potýkají s celou řadou problémů.

Úpravy receptur je nutné provádět postupně tak, aby spotřebitel danou změnu akceptoval. Razantní snížení se výrazně projeví v senzoric- kých vlastnostech produktu a spotřebitel pak takový výrobek odmítá. Bohužel platná evropská legislativa při označování potravin umožňuje informovat o snížení určitých živin až při dosažení limitu snížení, zpravidla 30 %. Taková úprava receptury je však v praxi nerealistická vzhledem k výše uvedenému přijetí spotřebitelem. Proto výrobci spíše přistupují k postupnému snižování živin. O snížení, které je nižší než 30 %, ale nemohou informovat ani na obalu výrobku, ani v dalších materiálech (weby, infolinky, propagační letáky atd.). Jako určité řešení se nabízí možnost získat ocenění v rámci soutěže „Cena Potravinářské komory ČR o nejlepší inovativní potravinářský výrobek“ v kategorii „Reformulace roku“. Oceněný výrobek může používat logo Reformulace roku, které umožní upozornit spotřebitele na to, že u výrobku došlo k vylepšení receptury neboli reformulaci.

Další problematickou oblastí je nedosta- tečná informovanost spotřebitele. Ten často reformulace chápe jako snahu výrobců ušetřit a vnímá úpravy receptury jako „šizení“. Reformulovaný výrobek je pak v konkurenční nevy- hodně oproti „běžným“ výrobkům, což samo- zřejmě výrobce od reformulací odrazuje.

A v neposlední řadě je nutné brát v úvahu, že plánovaná úprava receptury musí být proveditelná technologicky a musí zachovávat požadované sensorické vlastnosti. Cukr, sůl a tuk mají nejen výživovou funkci, ale plní často roli konzervantů, nositelů chuti nebo objemu. Při jejich snížení je často nutné volit náhradu, která může být vnímána kontroverzně (např. větší množství přídatných látek, tzv. éček, nahrazení

cukru sladidly atd.). Ve snaze lépe osvětlit tuto problematiku a vysvětlit určitá technologická omezení vznikla právě tato studie.

Potravinářský průmysl si uvědomuje svoji významnou roli při zlepšování výživového složení potravin a využívá nejnovějších vědeckých a technologických poznatků, aby mohl stále lépe reagovat na potřeby a přání spotřebitelů



## Legislativní aspekty reformulací

Chýlková M.

a uvádět na trh výrobky s vylepšeným složením. Soustředí se přitom zdaleka nejen na vylepšení sensorických vlastností, ale zejména se zabývá vylepšením struktury z hlediska zdravotního a výživového. Ve svém dobrém úsilí je však velmi často svazován platnými právními předpisy, které stanoví rámec pro to, jak lze o benefitech takových „vylepšených“ potravin komunikovat.

V nových recepturách dochází velmi často ke snížení obsahu cukru, tuku a soli nebo k vylepšení struktury a složení některých makroživin, např. odstraňování transmastných kyselin (dále jen „TFA“) nebo snižování nasycených mastných kyselin či navýšení obsahu bílkovin. Změny probíhají buď formou reformulace – tedy vylepšením struktury stávajícího výrobku, nebo formou inovace tedy uvedením na trh zcela nového výrobku s vylepšeným složením.

Zároveň potravinářský průmysl nabízí širou škálu výrobků a balení, které každému spotřebiteli díky povinně uváděným výživovým údajům na potravinách umožní sestavit si pestrý a vyvážený jídelníček. Tato nabídka zahrnuje vedle standardních výrobků i výrobky se sníženým obsahem energie, různé varianty porcí či výrobky balené jako jedna porce. Platné právní předpisy, zejm. nařízení (EU) č. 1169/2011

o poskytování informací o potravinách spotřebitelům (dále jen „nařízení (EU) č. 1169/2011“), však stanoví předem definovaný okruh údajů, které musí být poskytnuty povinně (tzv. sedmička: energetická hodnota, tuky, nasycené mastné kyseliny, sacharidy, cukry, bílkoviny a sůl), a dále údajů, které lze poskytnout dobrovolně (např. informace o množství vlákniny), přičemž dobrovolně poskytované informace zdaleka nepokrývají vše, co by si třeba spotřebitel chtěl na obalu potravin přečíst (typicky je to údaj o obsahu TFA nebo cholesterolu, které patří mezi nepovolené výživové údaje).

Zásadním problémem však pro mnohé výrobce je to, jak komunikovat snížení obsahu určité živiny. Vypadá to neuvěřitelně? Z pohledu požadavků platných právních předpisů to až tak neuvěřitelné není, protože kladou poměrně přísné podmínky pro to, kdy je možné komunikovat snížení či zvýšení určité živiny či jiné látky.

V roce 2006 byla v rámci EU přijata pravidla pro uvádění dobrovolných tvrzení na potravinách a nápojích vztahujících se k jejich výživovým a zdravotním benefitům, a to nařízení (EU) č. 1924/2006 o výživových a zdravotních tvrzeních při označování potravin (dále jen „nařízení (EU) č. 1924/2006“). Nařízení se vztahuje na vý-

živová a zdravotní tvrzení, která jsou uváděna v obchodních sděleních, ať už při označování a obchodní úpravě potravin nebo v reklamách týkajících se potravin, které mají být takto dodány konečnému spotřebiteli a vztahuje se také na potraviny určené k dodání do restaurací, nemocnic, škol, jídelen a obdobných zařízení veřejného stravování.

„Tvrzením“ se ve smyslu tohoto nařízení rozumí jakékoli sdělení nebo znázornění, které není podle právních předpisů EU nebo vnitrostátních právních předpisů povinné, včetně obrázkového, grafického nebo symbolického znázornění v jakékoli podobě, které uvádí, naznačuje nebo ze kterého vyplývá, že potravina má určité vlastnosti. Přitom „výživovým tvrzením“ se rozumí každé tvrzení, které uvádí, naznačuje nebo ze kterého vyplývá, že potravina má určité prospěšné výživové vlastnosti v důsledku:

- a) energetické (kalorické) hodnoty, kterou
  - poskytuje,
  - poskytuje ve snížené či zvýšené míře nebo
  - neposkytuje, nebo
- b) živin či jiných látek, které
  - obsahuje,
  - obsahuje ve snížené či zvýšené míře nebo
  - neobsahuje.

Naproti tomu „zdravotním tvrzením“ se rozumí každé tvrzení, které uvádí, naznačuje nebo ze kterého vyplývá, že existuje souvislost mezi kategorií potravin, potravinou nebo některou z jejích složek a zdravím.

Z pohledu dopadu reformulací na komunikaci týkající se konkrétního výrobku jsou výrobci potravin primárně svázáni pravidly pro uvádění výživových tvrzení (od podmínek pro použití výživového tvrzení se pak ve většině případů odvíjí i možnost uvést schválené zdravotní tvrzení). Ta se týkají nejenom obsahu jednotlivých vitamínů nebo minerálních látek, ale i celkové energetické hodnoty, obsahu cukru, soli, tuků a jiných látek či živin (příloha zmiňovaného nařízení) a jsou v nich stanoveny přesné podmínky, za jakých lze daná tvrzení použít:

- s nízkou energetickou hodnotou lze použít tehdy, neobsahuje-li produkt více než 40 kcal (170 kJ) na 100 g v případě potravin pevné konzistence nebo více než 20 kcal (80 kJ) na 100 ml v případě tekutin;
- se sníženou energetickou hodnotou lze použít pouze tehdy, je-li energetická hodnota snížena alespoň o 30 % (příčemž současně je nutné uvést vlastnost nebo vlastnosti, díky nimž má potravina sníženou celkovou energetickou hodnotou;
- bez energetické hodnoty lze použít pouze tehdy, neobsahuje-li produkt více než 4 kcal (17 kJ) na 100 ml. V případě stolních sladidel se použije limit 0,4 kcal (1,7 kJ) na porci, se

- sladivými vlastnostmi odpovídajícími 6 g sacharosu (přibližně 1 kávová lžička sacharosu);
- s nízkým obsahem tuku lze použít pouze tehdy, neobsahuje-li produkt více než 3 g tuku na 100 g v případě potravin pevné konzistence nebo 1,5 g tuku na 100 ml v případě tekutin (1,8 g tuku na 100 ml v případě polotučného mléka);
  - bez tuku lze použít pouze tehdy, neobsahuje-li produkt více než 0,5 g tuku na 100 g nebo 100 ml. Tvzení vyjádřená jako „X % bez tuku“ jsou však zakázána;
  - s nízkým obsahem nasycených tuků lze použít pouze tehdy, pokud celkový obsah nasycených mastných kyselin a transmastných kyselin v produktu nepřesahuje 1,5 g na 100 g v případě potravin pevné konzistence nebo 0,75 g na 100 ml v případě tekutin, přičemž v žádném z těchto případů nesmí celkový obsah nasycených mastných kyselin a transmastných kyselin představovat více než 10 % energetické hodnoty;
  - bez nasycených tuků lze použít pouze tehdy, pokud celkový obsah nasycených tuků a transmastných kyselin nepřesahuje 0,1 g nasycených tuků na 100 g nebo 100 ml;
  - s nízkým obsahem cukrů lze použít tehdy, neobsahuje-li produkt více než 5 g cukrů na 100 g v případě potravin pevné konzistence nebo 2,5 g cukrů na 100 ml v případě tekutin;
  - bez cukrů lze použít tehdy, neobsahuje-li produkt více než 0,5 g cukrů na 100 g nebo 100 ml;
  - bez přídavku cukrů lze použít tehdy, pokud nebyly do produktu přidány žádné mono-sacharidy ani disacharidy ani žádná jiná potravinová používaná pro své sladivé vlastnosti. Pokud se v potravině vyskytnou cukry přirozeně, mělo by být na etiketě rovněž uvedeno: „obsahuje přirozeně se vyskytující cukry“;
  - s nízkým obsahem sodíku / soli, které smí být použito pouze tehdy, neobsahuje-li produkt více než 0,12 g sodíku nebo rovnocenné množství soli na 100 g nebo 100 ml V případě vod jiných než přírodních minerálních vod spadajících do působnosti směrnice 80/777/EHS by tato hodnota neměla být vyšší než 2 mg sodíku na 100 ml;
  - s velmi nízkým obsahem sodíku / soli, které smí být použito pouze tehdy, neobsahuje-li produkt více než 0,04 g sodíku nebo rovnocenné množství soli na 100 g nebo 100 ml Toto tvrzení nelze použít v případě přírodních minerálních vod a jiných vod;
  - bez sodíku / bez soli lze použít pouze tehdy, neobsahuje-li produkt více než 0,005 g sodíku nebo rovnocenné množství soli na 100 g;
  - bez přídavku sodíku / soli lze použít 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 g sodíku nebo rovnocenné množství soli na 100 g nebo 100 ml;
  - zdroj vlákniny lze použít pouze tehdy, obsahuje-li produkt alespoň 3 g vlákniny na 100 g nebo alespoň 1,5 g na 100 kcal;

- s vysokým obsahem vlákniny lze použít pouze tehdy, obsahuje-li produkt alespoň 6 g vlákniny na 100 g nebo alespoň 3 g na 100 kcal;
- zdroj bílkovin lze použít pouze tehdy, pokud bílkoviny představují alespoň 12 % energetické hodnoty potraviny;
- s vysokým obsahem bílkovin lze použít pouze tehdy, pokud bílkoviny představují alespoň 20 % energetické hodnoty potraviny;
- zdroj vitamínu nebo minerální látky, které lze použít v případě, obsahuje-li produkt alespoň významné množství vitamínů nebo minerálních látek, jak je uvedeno v příloze nařízení (EU) č. 1169/2011 nebo množství uvedené v odchylkách stanovených v čl. 6 nařízení (EU) č. 1925/2006;
- s vysokým obsahem vitamínu nebo minerální látky lze použít tehdy, obsahuje-li produkt alespoň dvojnásobek hodnoty „zdroje“;
- obsahuje živinu nebo jinou látku, pro které nejsou stanoveny zvláštní podmínky, lze použít tehdy, splňuje-li produkt všechna příslušná ustanovení nařízení, zejm. čl. 5. Pro vitamíny a minerální látky se použijí podmínky, jaké se vztahují na tvrzení „zdroj“;
- se zvýšeným obsahem živiny lze použít v případě, splňuje-li produkt podmínky platné pro tvrzení „zdroj“ a zvýšení obsahu představuje ve srovnání s podobným produktem alespoň 30 %;
- se sníženým obsahem živiny lze použít tehdy, pokud snížení obsahu představuje alespoň 30 % ve srovnání s podobným produktem, s výjimkou mikroživin, pro něž je přijatelný 10 % rozdíl referenčních hodnot stanovených v nařízení (EU) č. 1169/2011 a sodíku nebo rovnocenné hodnoty soli, pro něž je přijatelný 25 % rozdíl. Tvrzení „se sníženým obsahem nasycených tuků“ a jakékoli tvrzení, které má pro spotřebitele pravděpodobně stejný význam, lze použít pouze v těchto případech:
  - a) pokud je celkový obsah nasycených mastných kyselin a transmastných kyselin v produktu označeném tímto tvrzením alespoň o 30 % nižší než celkový obsah nasycených mastných kyselin a transmastných kyselin v podobném produktu a
  - b) pokud je obsah transmastných kyselin v produktu označeném tímto tvrzením stejný jako u podobného produktu nebo nižší.
- light / lite (lehký) lze použít tehdy, splňuje-li výrobek podmínky pro tvrzení „se sníženým obsahem“. Toto tvrzení musí být také doplněno informací o vlastnosti nebo vlastnostech, díky nimž se jedná o produkt „light“ nebo „lite“;
- přirozeně / přirozený lze použít tehdy, pokud potravina přirozeně splňuje podmínky stanovené v příloze pro použití výživového tvrzení;
- zdroj omega-3 mastných kyselin lze použít pouze tehdy, obsahuje-li produkt alespoň 0,3 g kyseliny alfa-linolenové na 100 g a na 100 kcal nebo alespoň 40 mg celkového obsahu kyseliny eikosapentaenové a kyseliny dokosaheptaenové na 100 g a na 100 kcal;

- s vysokým obsahem omega-3 mastných kyselin lze použít pouze tehdy, obsahuje-li produkt alespoň 0,6 g kyseliny alfa-linolenové na 100 g a na 100 kcal nebo alespoň 80 mg celkového obsahu kyseliny eikosa-pentaenové a kyseliny dokosahexaenové na 100 g a na 100 kcal;
  - s vysokým obsahem mononenasycených tuků lze použít pouze tehdy, je-li alespoň 45 % mastných kyselin přítomných v produktu odvozených od mononenasycených tuků a představují-li mononenasycené tuky více než 20 % energetické hodnoty produktu;
  - s vysokým obsahem polynenasycených tuků lze použít pouze tehdy, je-li alespoň 45 % mastných kyselin přítomných v produktu odvozených od polynenasycených tuků a představují-li polynenasycené tuky více než 20 % energetické hodnoty produktu;
  - s vysokým obsahem nenasycených tuků lze použít pouze tehdy, je-li alespoň 70 % mastných kyselin přítomných v produktu odvozených od nenasycených tuků a představují-li nenasycené tuky více než 20 % energetické hodnoty produktu.
- se sníženým obsahem živiny lze použít tehdy, pokud snížení obsahu představuje alespoň 30 % ve srovnání s podobným produktem, s výjimkou mikroživin, pro něž je přijatelný 10 % rozdíl referenčních hodnot stanovených v nařízení (EU) č. 1169/2011 a sodíku nebo rovnocenné hodnoty soli, pro něž je přijatelný 25 % rozdíl;
  - se sníženým obsahem nasycených tuků a jakékoli tvrzení, které má pro spotřebitele pravděpodobně stejný význam, lze použít pouze v těchto případech:
    - pokud je celkový obsah nasycených mastných kyselin a transmastných kyselin v produktu označeném tímto tvrzením alespoň o 30 % nižší než celkový obsah nasycených mastných kyselin a transmastných kyselin v podobném produktu a
    - pokud je obsah transmastných kyselin v produktu označeném tímto tvrzením stejný jako u podobného produktu nebo nižší;

Nejdůležitějším krokem, jak u reformulovaného výrobku komunikovat dosažený úspěch, je říci spotřebiteli, že mu výrobce např. snížil obsah soli či cukru. Zde však výrobce začíná narážet na nepřekonatelnou překážku uvedenou v nařízení pro tvrzení týkající se sníženého množství určité živiny:

Tak vysoké snížení na „první pokus“ je velmi často nereálné, snižování probíhá postupně a po velmi malých krocích. Proto je de facto nemožné informovat spotřebitele o jakémkoli

snížení, které je menší, než množství stanovené pro danou živinu nebo látku v podmínkách platných právních předpisů.





## Reformulace potravin a pekařské výroby

Sluková M., Skřivan P.

### Chléb a běžné pečivo jako významný zdroj soli v lidské výživě

#### Chléb jako základní součást lidské výživy

Chléb v různých podobách provází lidstvo od neolitické zemědělské revoluce a stal se na dlouhá tisíciletí synonymem pro základní složku lidské výživy. Od jednoduchých, prakticky nekypřených placek po kvašené chleby nevedla příliš dlouhá cesta, nicméně po několik tisíc let se postupně vypracovávaly technologie maximálního řízení kvasného procesu, zajištění stability chleba a standardizace jeho tvaru, objemu, struktury a textury střídy a celé spektrum organoleptických vlastností. Preference v požadavcích na senzorké vlastnosti chleba se utvářely v závislosti na geografických a kulturních podmínkách. Souběžně se tříbily požadavky na obiloviny, dnes označované jako chlebové. V globálním měřítku je zcela převládající a klíčovou chlebovou obilovinou pšenice, ve střední, severní a východní Evropě ji doplňuje v menší míře žito, někde také, spíše okrajově, oves nebo ječmen. Chléb se nejčastěji vyrábí podle velmi jednoduchých receptur, s minimálním přídatkem cukru nebo tuku, často zcela bez nich. Kypření je založeno na kvasných procesech, v celosvětovém měřítku jednoznačně na etanolovém kvašení vedeném z pekařské-

ho droždí, v evropských zemích včetně ČR se u žitných a žitnopšeničných (pšeničnožitných) chlebů uplatňují komplexní procesy vedení žitných kvasů zahrnující mléčné i etanolové kvašení vedle sebe (Skřivan, Sluková, 2016).



**Obrázek 1:** Obilky žita setého a kvasový pšeničnožitný chléb

Odborný výživový pohled na chléb je přes některé, často neoprávněné, výhrady vůči pšenici, které v posledních letech zaznívají, převážně příznivý s tou výhradou, že pšeničný stejně jako pšeničnožitný chléb (u nás nejrozšířenější a označovaný jako konzumní) mají díky vysokému obsahu škrobu také relativně vysoký glykemický index (GI = 65–70). To se ovšem týká stejně tak brambor, rýže atd. Příznivěji jsou hodnoceny chleby s vyšším podílem žitné mouky kypřené žitným kvasem, které

obsahují ve větší míře arabinoxylany (nutričně významnou složku vlákniny). Mírná redukce GI je možná přidávkem tmavších žitných mouk (zatím co u nás se používá žitná chlebová mouka o obsahu popela kolem 1 %, v Německu jsou i při výrobě běžných chlebů používány mouky o obsahu popela 1,3–1,5 %). I toto je jistou výzvou pro reformulace, která by navíc jak pro mlýny, tak pro pekárny představovala ekonomický přínos (Skřivan, Sluková, 2015a; Sluková, Skřivan, 2016).



**Obrázek 2:** Speciální úderový mlýn pro výrobu jemných celozrnných mouk se sníženým glykemickým indexem

## Obsah soli v chlebu a běžném pečivu

Hlavní výhrada vůči chlebu je však obsah soli, který se pohybuje v rozmezí 1–1,5 %. Obsah soli v těchto výrobcích doporučený WHO by měl dosahovat  $\leq 1,2$  %, přičemž u našich konzumních chlebů se často dosahuje hodnot o 0,1–0,3 % vyšších (Brát et al., 2015). Chléb je považován za jeden ze základních zdrojů příjmu soli (ve formě  $\text{Na}^+$  iontů) v lidské výživě. Je tomu tak přesto, že obsah soli je v chlebu ve srovnání s jinými typy potravin relativně nízký. Problém je ale v tom, že na rozdíl od těchto potravin představuje chléb v jídelníčku jednu z nejrozšířenějších složek s prakticky každodenní konzumací. Snížení obsahu soli v chlebu i o několik desetin procenta má proto velký význam. Cereální výrobky tvoří 33 % denního příjmu soli (dále jen „DPS“), masné výrobky tvoří 26 % DPS a mléčné výrobky s 8 % DPS. Nicméně existují přinejmenším dva problémy, které takovou tendenci komplikují. Jedním z nich je senzoričká jakost, mírně slaná chuť je chlebu vlastní, druhým je pak technologie. Sůl se významně podílí na vnitřní struktuře těsta, zejména na viskoelastických vlastnostech bílkovinného komplexu, a tím na reologických vlastnostech a zpracovatelnosti těst. Snižování obsahu soli na únosné minimum je proto často poměrně nesnadný úkol (Salovaara 2009; Kaur et al., 2011; Šedivý et al., 2015; Ambrosewicz-Walacik et al., 2016).

Prakticky totéž, co se týká GI, obsahu cukru a tuku i obsahu soli u chleba platí i pro kategorii běžného pečiva. Podíl cukru a tuku v receptuře běžného pečiva je velmi nízký, ze stejného důvodu jako u chleba (četnost konzumace) jsou výhrady vůči obsahu soli. Sůl se u některých v našich oblastech typických výrobků (rohlíky, housky) používá také k povrchovému strojení pečiva.

### **Zdravotní aspekty obsahu soli v chlebu a běžném pečivu**

Sodný kation spolu s draselným je hlavním fyzikálním regulátorem krevního tlaku. Zajišťuje přenos nervových vzruchů a je nezbytnou složkou pro správnou funkci svalů. Slouží jako aktivátor řady enzymů a jako zprostředkovatel při transportu živin do střev, ledvin a dalších orgánů a tkání. Minimální denní dávka soli pro dospělého člověka je cca 1,5 g, čemuž odpovídají přibližně 4 g soli (násobící koeficient je 2,5) (Kohlmeier, 2003). Doporučená denní dávka soli pro dospělého člověka je 5–6 g. Skutečný denní příjem se však častěji pohybuje v rozmezí mezi 9–12 g a v některých zemích, především v oblasti Balkánu, je konzumace soli až 16 g/den. Byla jasně prokázána souvislost mezi vysokým příjmem soli a zvýšeným krevním tlakem (Quilez, Salas-Salvado, 2012; Leatherhead Food Research, 2010). Dlouhodobě zvýšený krevní tlak může vést k nejruznějším chorobám, jakými jsou kardiovaskulární onemocnění, ischemická choroba srdeční, infarkt, mrtvice nebo srdeční selhání (He, MacGregor 2003).

Úřad pro potraviny a léky v USA (FDA), proto povolil uvádět na obalech a etiketách výrobků tvrzení, že strava s nízkým obsahem sodíku snižuje riziko vysokého krevního tlaku (*Kvasničková, 2008*).

Podle výzkumu, realizovaném v roce 2010, by snížení denního příjmu soli z 10 g na 5 g celosvětově vedlo k 17% redukci kardiovaskulárních onemocnění (WHO, 2010). S vysokým krevním tlakem jsou spojena zvýšená rizika onemocnění ledvin, hypertrofie levé komory srdeční a albuminurie. Téměř 80 % zkonzumované soli přitom pochází ze zpracovaných potravin, 10 % z potravin s přirozeným výskytem soli a 10 % ze soli používané při vaření a dochucování hotových jídel (*Quilez, Salas-Salvado, 2012*).

### **Technologické aspekty použití soli při výrobě chleba a pečiva**

Sůl patří mezi základní složky receptury těsta pro výrobu běžného pečiva (mouka, sůl, cukr, tuk a droždí). Pro cereální výrobky má jednak význam sensorický (slaná chuť, plná chuť), ale nelze opomíjet ani podstatný význam technologický. Jak již bylo uvedeno, pro výrobu chleba a běžného pečiva je, jak z globálního, tak i našeho lokálního hlediska zdaleka nejvíce využívanou obilovinou pšenice, nejčastěji pšenice obecná (*Triticum aestivum L.*). Pšeničná mouka je využívána především pro jedinečné vlastnosti svých bílkovin. Pšeničné prolaminy a gluteliny

(nazývané v tomto případě gliadin a glutenin), na rozdíl od většiny ostatních bílkovin s vodou bobtnají pouze omezeně a za současného vložení energie ve formě mechanické práce při hnětení za přístupu vzdušného kyslíku vytváří pevný gel, který nazýváme lepek. Ten pak tvoří nosnou „kostru“ těsta, je příčinou tažnosti a pružnosti těsta a dává produktu jeho finální tvar. Takto vytvořený lepek činí pšeničné těsto jedinečným svou texturou i sensorickými vlastnostmi (Skřivan, Sluková, 2015b). Množství soli přidávané do těsta se zpravidla pohybuje v rozmezí 1–2 hm. % vztažených na hmotnost mouky. Sůl je aplikována buď v sypké formě, která je velmi dobře rozpustná a snadno se dávákuje, nebo v tekuté formě jako koncentrovaného až nasyceného roztoku (tzv. solanky), jehož koncentrace se při běžných provozních teplotách pohybuje v rozmezí 26 až 29 % (Šedivý et al., 2015).



**Obrázek 3:** Standardní mlýnské válcové stolice pro výrobu běžných mouk

Pro dosažení výše zmíněných technologických efektů (vliv na strukturu lepků) však stačí přídavek kolem jednoho procenta soli (vztaženo na hmotnost mouky). Sůl v udávaném vyšším množství je dávkována především pro svůj vliv na chuť výrobku. Nejedná se přitom pouze o dosažení slané chuti, ale v kombinaci s definovaným množstvím cukru spíše tzv. „plné“ chuti výrobku (Příhoda et al., 2003). Průzkumy dokázaly, že výrobky obsahující nízký obsah soli se zdály konzumentům drobivější, starší a tužší.

Další významný vliv soli lze pozorovat při fermentaci těsta. Sůl v užívaném množství (1 až 2 %) omezuje aktivitu kvasinek, čímž dochází ke snížení produkce  $\text{CO}_2$  a následně i zpomalení procesu zrání kvasu a těsta. Z tohoto důvodu je nevhodné aplikovat sůl do kvasných stupňů, kde je požadována zvýšená fyziologická aktivita mikroorganismů. Tento efekt lze využít v případě, že je zapotřebí zpomalit fermentaci těsta při vyšší teplotě a předejít tak příliš intenzivnímu etanolovému kvašení. Zatímco přídavek soli 2 % snižuje aktivitu kvasinek až o 20 %, nižší přídavek soli kolem 0,5 % může naopak aktivitu kvasinek stimulovat a kvasné procesy tím urychlit (Salovaara, 2009).

### **Možnosti snížení obsahu soli v pekařských výrobcích**

Slanou chuť vykazují i jiné látky než chlorid sodný, obvykle je tato chuť, ale doprovázena dalšími, často nežádoucími, příchutěmi, jakou

je například pachut' hořká nebo kovová. Čistě slanou chuť vykazuje skutečně pouze chlorid sodný (Velíšek, Hajšlová, 2009). Nutno podotknout, že i když slanou chuť vytvářejí ionty  $\text{Na}^+$  a  $\text{Cl}^-$ , nemusí jejich přítomnost v potravině automaticky zajišťovat její slanost. Pro dosažení slané chuti musejí být oba ionty v potřebném stechiometrickém poměru 1:1 (Šedivý et al., 2015). Jednou z možností náhrady soli v cereálních výrobcích, případně omezení jejího negativního zdravotního působení, je přidavek chloridu draselného (KCl) do receptury. Důvodem je efekt draselných iontů, které v těle slouží jako regulátor krevního tlaku, a jsou v tomto smyslu protívahou k iontům sodným. Zároveň se ukazuje, že většina světové populace vykazuje podprůměrný denní příjem draslíku a přidavek KCl do těsta by tak zamezil jeho deficitu v těle (Van Mierlo et al., 2010).

Problém je ale v tom, že draselná sůl vnáší do výrobku nahořklou pachut'. Při náhradě jedlé soli za KCl se nežádoucí změna chuti projevila již při 25% nahrazení. Jedním z řešení může být využití kombinace KCl nebo glutamátu sodného k zamaskování hořké chuti (Toldra, Barat, 2009). Pomocí sensorických hodnocení bylo stanoveno ideální množství KCl, které by mělo dosahovat nejvýše 20 % původního přídávku NaCl, aby byla zajištěna odpovídající sensorická jakost výrobku (Salovaara, 2009; Kaur et al., 2011). Dalším z pokusů bylo nahrazení problematických sodných iontů ionty vápenatými. V současné době převládá u většiny světové

populace spíše deficit vápníku, zejména u dětí školního věku, proto se zdálo být nahrazení soli a zároveň fortifikace vápníkem vhodným řešením. Konzumace 50 g pečiva s nahrazením 50 % NaCl za  $\text{CaCl}_2$ , by teoreticky měla zajistit 13,5–17,3 % doporučené denní dávky (dále jen „DDD“) vápníku u dětí dospělých (Basett et al., 2014). Studie, provedená v roce 2013, prokázala, že 50% náhrada soli za směs  $\text{CaCl}_2$  a  $\text{CaCO}_3$  (v použitém poměru 1:1) měla za následek částečné snížení tažnosti i pružnosti těsta, a zkrácení doby stability těsta. Při pokusech se vycházelo z původního množství soli 1,8 % na hmotnost mouky. Přídavek  $\text{CaCl}_2$  zapříčinil větší tvrdost svrchní kůrky a menší tvrdost spodní kůrky chleba. Zvyšování podílu vápenatých solí vedlo k zesvětlení kůrky i střídy chleba. Nicméně chléb s 50% náhražkou byl chuťově shledán srovnatelným s kontrolním vzorkem bez přídávku  $\text{CaCl}_2$ .

Novinkou mezi přípravky umožňujícími snížit obsah NaCl při zachování slané chuti pekařského výrobku je produkt britské společnosti Tate & Lyle. Jedná se o přípravek s názvem Soda-Lo™ v podobě mikrokrystallické soli určený pro výrobu nejen cereálních výrobků. Základem přípravku je mořská sůl ve velmi jemně granulované formě, která se mísí s maltodextrinem a určitým podílem vody. Výsledná hmota je poté sušena ve sprejové sušárně speciálním patentovaným postupem. Jak je zřejmé z **Obrazku 4**, během sušení vznikají duté krystalické mikrosféry, které zajišťují přípravku charakte-

ristický povrch a specifickou mikrostrukturu. Díky významně většímu měrnému povrchu je u předkládaného přípravku zajištěna rychlejší odezva chuťových pohárků a lze tímto způsobem docílit stejně silné slané chuti při současně nižším obsahu chloridu sodného ve srovnání s běžně používanou granulovanou solí.

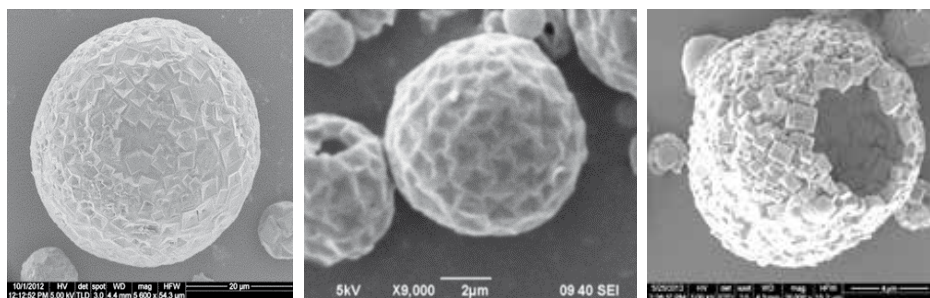
## Jemné pečivo a problematika cukru a tuku

Pravidla pro kategorizaci pekařských výrobků nejsou v EU harmonizována a v jednotlivých členských zemích EU jsou poměrně velmi rozdílná. Z tohoto důvodu je namísto připomenout kategorizaci podle české legislativy. Pekařskými výrobky se rozumí podle vyhlášky č. 333/1997 Sb., kterou se provádí § 18 písm. a), b), g) a h) zákona č. 110/1997 Sb., o potravinách a tabákových výrobcích a o změně a doplnění některých souvisejících zákonů, pro mlýnské obilné výrobky, těstoviny, pekařské výrobky a cukrářské výrobky a těsta, ve znění pozdějších předpisů, výrobky získané tepelnou úpravou těst nebo hmot, jejichž sušina je v převažujícím podílu tvořena mlýnskými obilnými výrobky s výjimkou šlehaných hmot a sněhového pečiva. Tepelnou úpravou se rozumí převážně pečení, u menší části výrobků smažení, extrudování nebo pufování. Šlehané hmoty jsou tvořeny převážně šlehaným bílkem nebo vejci, mlýnské výrobky tudíž tvoří jejich převážnou část. Základní společné suroviny pro pekařské výrobky jsou převážně pšeničná mouka hladká

světlá, nebo polosvětlá pro jemné nebo běžné pečivo. Další základní suroviny pro pekařské výrobky jsou voda, sůl a pro většinu biologicky kypřených výrobků pekařské droždí. Pro většinu výrobků běžného a jemného pečiva je společně používanou surovinou tuk. V současné technologii jde převážně o rostlinné oleje.

## Jemné pečivo

Jemným pečivem se rozumí pekařské výrobky získané tepelnou úpravou těst nebo hmot s recepturním přídatkem nejméně 8,2 % bezvodého tuku nebo 5 % cukru na celkovou hmotnost použitých mlýnských výrobků, popřípadě plněné různými náplněmi před pečením nebo po upečení. Jak ale vyrozumíme z podrobné kategorizace, obsahy obou těchto složek však bývají často významně (i řádově) vyšší, což platí zejména pro tuk, přičemž ten je často z převážné části tvořen estery nasycených mastných kyselin, ať se jedná o máslo nebo v pekárnách hojně používané ztužené tuky. Pšeničné pečivo ze světlých mouk je obecně energeticky vydatné díky vysokému obsahu škrobu. V kombinaci s vyšším obsahem cukru a nasycených tuků je jedním z příčin nadváhy a obezity, velmi často v tomto případě i u dětí. Proto je velmi žádoucí obsah těchto látek snižovat, respektive v rozumné a sensoricky přijatelné míře substituovat běžně používané pekařské tuky přídatkem olejů s vyšším obsahem polyenových mastných kyselin. (WHO, 2015; Dostálová et al., 2010; Šedivý et al., 2016).



**Obrázek 4:** Mikrostruktura přípravku soli Soda-Lo™

(Interní materiály, Tate & Lyle, <https://www.tateandlyle.com/ingredient/soda-lo-salt-microspheres>)

## Jemné pečivo z listových těst

Základní těsto se připravuje z mouky a vody a po odležení se pláty těsta proloží plátem tažného tuku. Jde o speciální margarín, který lze rozválet do tenké vrstvy, aniž by se vrstva po trhala. Těsto s tukem se několikrát opakovaně překládá a provaluje, až se získá dostatečný počet střídavých vrstev těsta a tuku. Pro výrobu tohoto listového těsta (dříve nazývaného cukrářské, na rozdíl od kynutého pekařského) se nepoužívá žádných kypřidel a nakypření zajišťuje vodní pára mezi tenkými vrstvami tukem proloženého těsta. Obvyklá recepturní dávka tuku je 70 % margarínu na mouku. Pro výrobu těsta také existují výkonné automatické linky, které zajišťují opakované překládání a rozvalování těsta až k dosažení více než 100 teoretických vrstev (Dostálová, Kadlec, 2014).

## Jemné pečivo z kynutého listového těsta (neboli plundrového těsta)

Postup přípravy těsta (dříve nazývaného pekařské) je obdobný jako u listového těsta s tím rozdílem, že těsto je kypřené droždím a obvyklá dávka tuku je do těsta 10 % a na prokládání tažným margarínem 30 % vždy recepturně na mouku.

## Jemné pečivo z kynutého těsta

Výrobky z kynutého těsta zahrnují dva typy: neplněné výrobky jen z těsta a výrobky plněné náplněmi. V minulosti se tyto výrobky rozlišovaly jako pekařské nebo cukrářské. Cukrářské výrobky byly vždy považovány za luxusnější a tudíž se za cukrářské (vánočky, mazance, koláče) považovaly výrobky s recepturní dávkou tuku (másla, margarínu) v těstě nejméně 20 % na mouku. Současná definice cukrářských výrobků zahrnuje pouze výrobky plně-

né a obsahem tuku v těstě se nezabývá. Pro zařazení podle obsahu tuku v těstě tedy platí jen rozdílná definice pro běžné a jemné pečivo. Nejobvyklejší výrobky jemného pečiva neplněného jsou vánočky, mazance, bábovky, štoly a několik typů drobného jemného pečiva sladkého i nesladkého (dříve nazývané slané loupáky), banketky (25 g) s recepturní dávkou 10 % margarínu na mouku, sladký rohlík a karlovarský rohlík s recepturní dávkou margarínu 18 % na mouku. Mazance ve svém tradičním tvaru bochníku zůstávají sezónním výrobkem na Velikonoce. Složením těsta jsou mazance obvykle stejné jako vánočky. Bábovky z kynutého těsta se poměrně málo vyrábějí neplněné a receptura těsta nebývá bohatá. Naopak štoly se tradičně vyrábějí z těsta s vyšší dávkou tuku (tzv. pekařská cca 18 %, cukrářská 22–25 % na mouku) a podle tradičního postupu se po upečení potírají přepuštěným máslem a ihned obalují v moučkovém cukru.

## Smažené výrobky z kynutého těsta

Výrobky buď plněné po usmažení, nebo neplněné. Z definice jemného pečiva vyplývá, že plněné výrobky jsou plněny před pečením (na rozdíl od cukrářských) s jedinou výjimkou výrobků plněných ovocnými zavařeninami a pomazánkami a náplněmi mikrobiálně stabilními. Tato výjimka tedy platí pro plněné smažené výrobky, tzn. především koblihy. Neplněné smažené výrobky představují především šišky a jiné spletané tvary. Tradiční koblihové těsto

se připravuje s recepturní dávkou cca 12 % oleje na mouku a do těsta se přidává tuzemák (rum). Jako náplň se do tradičních koblih dříve vyžadovala meruňková zavařenina. V současné době se jako náplň používají i různé tukové krémy a někdy se používá i cukerných nebo kakaových polev se ztuženým tukem.

Vedle těst kypřených fermentačně droždím se jemné pečivo vyrábí také z dalších hmot, u kterých se zaměříme hlavně na obsahy a druhy používaných tuků. Opět uvidíme, že obsah tuku často násobně překračuje limit určený vyhláškou. Bylo by ale zavádějící domnívat se, že řešení spočívá pouze v jednoduchém snížení obsahu tuku. Obsah tuku ve výrobcích, kterých se dotkneme v následujícím výčtu, zásadním způsobem formuje jejich charakteristické organoleptické vlastnosti.

## Další druhy jemného pečiva

Jedná se o jemné pečivo z litých hmot: hmota se připravuje s obsahem oleje cca 18 % na mouku a kypří se chemicky kypřicím práškem. Pečivo ze šlehaných hmot: tradičně se hmoty připravují nejdříve vyšleháním vajec a postupným přidáváním dalších surovin, v moderní technologii za použití rychlošlehačích přípravků (stabilizátory pěn) je možno suroviny šlehat současně, přičemž obsah tuku se pohybuje zpravidla v rozmezí 10–30 % na mouku. Dále výrobky z třených hmot: tyto výrobky mají vysoký obsah tuku, recepturně vztaheno na těs-



to např. 37 % margarínu a podle typu hmoty 6–37 % vaječných žloutků. Obvyklé výrobky jsou bábovky, biskupské chlebičky a sezónní sváteční výrobky (beránky, ryby).

Z hlediska obsahu tuku a četnosti konzumace jsou významné ještě výrobky z křehkého těsta, kde tradiční výrobky mají vyšší obsah tuku, recepturní dávky do těsta se uvádějí 32 % na mouku, nebo oblíbené slané nebo sýrové pečivo, slané tyčinky apod. Tyto výrobky mohou obsahovat vysoký podíl soli, ale také může jít jen o výrobky neslazené. Nelze však zaručit, že se v těstě nevyskytuje přidaný cukr. Sůl může být ve větším podílu přidána jen jako posyp. Rovněž sýr může být jako součást receptury těsta nebo jako posyp (strouhaný) nebo jako plátkový na povrchu. Obsah tuku se pohybuje opět v rozmezí 10–30 % na mouku.

Vedle výrobků řazených do kategorie jemného pečiva jsou velmi významným zdrojem tuků a cukru cukrářské výrobky, kde velkou roli hrají vedle těsta zejména náplně (především tukové, máslové a šlehačkové s obsahem tuku i přes 50 %) a některé výrobky řazené českou legislativou do kategorie trvanlivého pečiva (oplatky a sušenky, kde jsou také zdrojem cukru a tuku především náplně) (Dostálová, Kadlec, 2014). Z hlediska nutnosti reformulace však tyto výrobky nevnímáme jako cílové. Jedná se o výrobky určené k občasné konzumaci a je třeba nechat na vůli konzumentů, jakým způsobem k jejich konzumaci přistupují. Problém, který je

však více na straně rodinné a školní výchovy a vzdělávání je nadměrná konzumace těchto výrobků dětmi. Máme za to, že zásadní reformulace by v tomto případě nesehrála svou roli – výrobky by ztratily svůj charakter.

V případě jemného pečiva, uvedeného a popsaného výše, je situace poněkud jiná. Historicky se sice také jedná o výrobky připravované pro sváteční příležitosti, ale díky mohutné kupní síle a všeobecnému přebytku potravin, což je z globálního hlediska situace, v níž populace v našem civilizačním okruhu žije, staly se pro její velkou část tyto výrobky předmětem téměř každodenní konzumace. To se týká nejen dospělých, ale zejména dětí. Příliš častá konzumace výrobků typu jemného pečiva, která se, bohužel, i v ČR ustálila má jednoznačně svůj vliv na četnost onemocnění typu cukrovky 2. typu, dyslipidemie, obecně projevů metabolického syndromu, a to často i ve velmi nízkém věku (Sluková, Skřivan, 2016).

Proto právě zde jsou reformulace vedoucí ke snížení obsahu cukru a zejména tuku, či alespoň substituce nasycených tuků nutričně příznivějšími oleji s vyšším obsahem polyenových mastných kyselin, případně lipofilních vitaminů a antioxidantů.

## Tuky ve výrobě jemného pečiva

Tuky mají velký význam při tvorbě mikrostruktury těsta a střídý výrobků a zásadně

ovlivňují změny vedoucí ke stárnutí projevu-  
jící se tuhnutím střídy výrobků. V této roli se  
uplatňují hlavně polární lipidy a to již v nízkých  
podílech kolem 1–2 % na mouku. Vyšší dávky  
tuků se také podílejí na zpomalení stárnutí vý-  
robníků a ovlivňují sensorickou kvalitu výrobků.  
Z hlediska sensorické kvality má vyšší podíl  
tuku v těstě zlepšující efekt, z hlediska energe-  
tického obsahu výrobku to je nežádoucí, neboť  
tuk má ze základních složek potravin nejvyšší  
energetickou hodnotu.

K dosažení nejvyšší účinnosti tukových slo-  
žek na strukturu výrobků i na zpomalení stár-  
nutí je významné jejich dispergování v těstě.  
K tomu slouží emulgátory, které tak umožňují  
významné snížení obsahu přidávaných tuků při  
zachování podobných efektů na strukturu (*Skří-  
van, Sluková, 2015*).

Ze zdravotního, resp. výživového hlediska  
jsou problematické zejména nasycené mastné  
kyseliny a za velmi nežádoucí se pak považují  
zejména trans-nenasycené mastné kyseliny  
(TFA). Zvýšený přísun těchto tuků je jednoznač-  
ně nežádoucí a právě jemné pečivo se jejich  
vyšším obsahem často vyznačuje. Nenasycené  
mastné kyseliny se dělí na monoenoové (s jed-  
nou dvojnou vazbou) a polyenoové (s dvěma  
a více dvojnými vazbami). V přírodě se majo-  
ritně vyskytují cis-izomery dvojných vazeb, výjim-  
kou je mléčný tuk a maso přežvýkavců, kde se  
přirozeně vyskytují i trans izomery mastných  
kyselin. Trans izomery mastných kyselin mo-

hou vznikat i během oxidace lipidů a parciální  
katalytické hydrogenace, při které z kapalných  
olejů vznikají tuky vhodné konzistence. Tento  
postup se však již v dnešní době prakticky ne-  
používá a rozšíření TFA je tak minimální (v mar-  
garínech a tucích na smažení) (*Brát, 2016; Slu-  
ková a kol., 2016*).

S TFA se spotřebitelé mohou setkat i na-  
dále v levných výrobcích různých typů jemné-  
ho a trvanlivého pečiva, čokoládových polev  
(kakaové máslo je nahrazeno částečně ztuže-  
nými tuky), rostlinné náhrady smetany, šlehač-  
ky apod. Bylo zjištěno, že tyto mastné kyseliny  
snižují fluiditu membrán a zvyšují oxidativní  
stres, pozměňují metabolismus cholesterolu,  
a tak zvyšují riziko kardiovaskulárních onemoc-  
nění (snižují HDL a zvyšují LDL), zvyšují riziko  
diabetu 2. typu a rakoviny prostaty, plic či tlus-  
tého střeva.

Podle typu a druhu pečiva se používají prak-  
ticky všechny druhy tuků – dnes zejména rost-  
linné oleje, ztužené a emulgované tuky (mar-  
garíny), ale někdy i živočišné tuky – máslo či  
sádlo (u některých exotických typů pečiva i ho-  
vězí nebo skopový lůj). Přídavek tuku zlepšuje  
sensorické vlastnosti pečiva, činí je vláčnější  
a prodlužuje jeho trvanlivost. Zejména vyšší pří-  
davek tuků vyžaduje také dodání emulgátorů,  
které jsou běžnou součástí pekařských zlepšu-  
jících přípravků (*Šedivý et al., 2015*).

Přes zvýšené používání rostlinných olejů (zejména řepkového, který je z nutričního hlediska vhodný), je bezesporu jednou ze základních pekařských surovin při výrobě jemného pečiva stolní margarín. Právě v případě jemného pečiva vyráběného z listových a plundrových těst se ztužené tuky tohoto typu používají téměř výhradně. Stolní margarín je ale stále jednou ze základních surovin pro kynutá a křehká těsta. Obvyklý stolní margarín pro pekařské účely obsahuje 80 % tuku a 20 % vody, přičemž 80 % tuku je minimum. Některé tržní druhy margarínu obsahují i vyšší procento tuku. Margaríny se vyrábí emulgační tukové násady s vodou nebo mlékem či syrovátkou a výsledkem je emulze vody v oleji. Druh použité tukové násady a způsob výroby pak ovlivňují vlastnosti hotového margarínu. Nejčastěji se dnes k výrobě stolních margarínů, kterých je na trhu velké množství, používají rostlinné oleje. Dále obsahují často i emulgační složky, barviva (beta-karoten), aroma (máslové aroma), antioxidanty a konzervační látky. V poslední době se udává i obsah trans-mastných kyselin v margarínu, kde je pozitivem dosažení, co nejnižšího obsahu těchto látek. Další, v dnešní době značně sledovanou vlastností, je obsah palmového nebo palmo-jádrového oleje, případně certifikace RSPO (certifikát RSPO označuje palmový olej, který pochází z udržitelných zdrojů a splňuje určitá kritéria na ochranu životního prostředí). Obvyklá dávka margarínu do kynutého těsta je v rozmezí 10–20 % na množství použité mouky. Jeho funkce spočívá nejen v organoleptických

vlastnostech, jako je chuť a struktura těsta výrobků, ale také v prodloužení trvanlivosti (Šedivý *et al.*, 2016).

## Možnosti snížení obsahu tuku a TFA v pekařských výrobcích

Obsah TFA se v jednotlivých výrobcích a dokonce i v rámci různých značek daných výrobků mohou velmi lišit. Například obsah TFA u amerického typu chleba a běžného pečiva (které bývá bohatší na tuk, než je běžné u nás; řada druhů běžného pečiva americké provenience by u nás byla řazena již do kategorie pečiva jemného) byl zjištěn v rozmezí 0,2–23,6 % a v crackerech od 1,9 do 29,0 %. U chlebů konzumovaných ve vybraných částech Kanady byl zjištěn obsah TFA 0,4–26,3 % a v crackerech až 35,4 % z celkového obsahu mastných kyselin. Hlavními zdroji TFA jsou podle řady studií pekařské výrobky (33 % – 64 % příjmu těchto kyselin). Je to dáno již zmíněnou denní, někdy i několikánásobnou konzumací některých druhů výrobků, které v naší oblasti zahrnujeme do kategorie jemného pečiva (Elias, Innis, 2002). Avšak významnějším zdrojem TFA než jsou chleby a běžné pečivo jsou výrobky typu trvanlivého pečiva zejména s náplněmi a polevami (Santos *et al.*, 2015).

Při reformulaci receptur na výrobu oplatek došlo již v roce 1999 k nahrazování částečně hydrogenovaného tuku v náplni oplatek nehydrogenovanými tuky. Od roku 2008 byly vy-

užity nehydrogenované tuky nejen v náplni ale i kakaové polevě. Bylo prokázáno, že částečně hydrogenované tuky měly vysoký obsah TFA, zatímco směsi oleje a plně hydrogenovaného tuku a nehydrogenované tuky vykazovaly nízké obsahy TFA (Bačo, 2017).

Méně problematický je obsah nasycených tuků v pekařských výrobcích. Tam, kde je možné, je doporučeno nahradit nasycené tuky v pečivu tuky s mono- a polyenovými mastnými kyselinami, které mají příznivější vliv na profil krevních lipidů. Otázkou zůstává, co je při zpracování těsta technologicky možné a únosné.

Výživová doporučení snižovat příjem energie, nasycených tuků, zejména pak TFA a také cholesterolu vytvářejí, stejně jako v ostatních oblastech výroby potravin, tlak i na výrobce pekařských a cukrářských výrobků. Jak již bylo uvedeno, tuk je v pekařských a cukrářských výrobcích multifunkční ingredience, a proto není jeho náhrada jednoduchá. Při snížení obsahu tuku nebo při jeho úplném vynechání dochází k nepříznivým změnám, jak při mechanickém zpracování těsta, tak v kvalitě finálního výrobku. Náhrady tuku, tuková mimitika („fat mimetics“) jsou ingredience (sacharidy i bílkoviny), které vykazují v potravinách některé funkce tuku, nahrazují v receptuře tuky a snižují energetickou hodnotu potraviny. Pro výrobu pečiva jsou vhodné zejména různé druhy vlákniny, rostlinné gumy, inulin, maltodextriny, polydextrosa, modifikované škroby, bílkovinné mikro-

částice, modifikovaný bílkovinný koncentrát (např. ze sóji nebo syrovátky), směsi bílkovin a různé emulgátory (*American Dietetic Association, 2005*).

Některé náhrady tuků sice mají pozitivní vliv na strukturu pekařského výrobku, ale nepříznivě ovlivňují jeho senzorycké vlastnosti. Nezanedbatelné není ani ekonomické hledisko, protože tuky běžně používané v pekárenství jsou často významně levnější než jejich nutričně příznivější substituenty. Podstatou většiny tukových náhrad jsou různé škrobové deriváty na bázi modifikovaných škrobů. K redukci energie dochází i při použití emulgátorů, které účinnost tuku zvyšují, a tím umožňují používat nižší recepturní dávky tuku (*Příhoda et al., 2003*).

Reformulace v této oblasti jsou velkou výzvou. Jak je patrné, tuk obsažený ve výrobcích jemného pečiva hraje v celkovém denním příjmu tuku významnou, často dokonce dominantní roli, jeho složení je často nutričně velmi nepříznivé a substituce či úpravy složení nejsou zatím dostatečně pokročilé.

## Cukr v pekárenské technologii

Pod pojmem cukr se obvykle v recepturách pekařských výrobků rozumí běžná krystalická sacharosa, v našich podmínkách především řepný cukr. Z výživového hlediska se řepný cukr neliší od cukru třtinového, který je ve světě běžnější (*Příhoda et al., 2003*).

Význam přidavku cukru spočívá především ve zjemnění chuti výrobku. Do běžného pečiva se přidává pouze v nízkých dávkách nebo vůbec. Vyšší přídavky cukru jsou charakteristické naopak pro jemné pečivo a cukrářské výrobky (Šedivý *et al.*, 2015).

Jemné pečivo z kynutých těst obsahuje v receptuře 5–15 % cukru na recepturní dávku mouky, nekynuté druhy pečiva mají ve šlehaných a třených hmotách obvyklou dávku až 30 % cukru, někdy i více.

Sladké chuti lze dosáhnout i použitím jiných sladidel, ale jejich sladivý efekt není zcela totožný. Vyšší sladivost než sacharosa vykazuje pouze monosacharid fruktosa (**Tabulka 1**), takže ji lze použít v porovnání se sacharosou v menším recepturním množství (Šedivý *et al.*, 2016).

**Tabulka 1:** Relativní sladivosti vybraných cukrů (Čopíková a kol., 1997)

Typ cukru	Sladivost cukru
sacharosa	1,0
maltosa	0,3–0,6
laktosa	0,2
glukosa	0,7–0,8
fruktosa	1,4–1,6

Mírný přídavek cukru nemá podstatný vliv na reologické vlastnosti těst, jako např. ve srovnatelných dávkách přidaná jedlá sůl. Význam přídavku cukru spočívá ve dvou základních efektech, částečně ve významu technologickém, převážně pak ale v dopadu sensorickém. Při technologickém postupu výroby těst kynutých droždím slouží přídavek sacharosy jako zdroj zkvasitelných cukrů pro kvasinky. Sacharosa sama není zkvasitelná, ale působením invertasy může být hydrolyzována na fruktosu a glukosu, které jsou fermentovány. Bylo ověřeno, že kvasinky z běžného pekařského droždí metabolizují recepturně přidanou sacharosou dříve, než se pravděpodobně orientují na metabolizování maltosy změnou invertasového na maltosový enzymový aparát. Pro rychlejší rozběh fermentace při zrání těsta je tedy nízká dávka sacharosy do těsta významná. Obdobně mohou působit i přídavky jiných zkvasitelných cukrů. Vysoké dávky sacharosy naopak aktivitu kvasinek snižují vlivem zvýšeného osmotického tlaku. U těst s bohatou recepturou se tak zrání těst až několikanásobně prodlouží. Vliv cukru na sensorické vlastnosti výrobků nespočívá jen v docílení sladké chuti, ale cukr společně se solí vytváří komplexní dojem plné chuti (Přihoda *et al.*, 2003).

Fruktosa má sice z cukrů nejvyšší sladivost (**Tabulka 1**), její dávkování do receptury pečiva může být tedy redukováno, ale je třeba zvážit fyziologický význam. V porovnání s dřívějšími představami má fruktosa ve výživě spíše negativní zdravotní účinek. Fruktosa je z větší

části přednostně metabolizována v játrech bez účasti inzulínu a nemá významný vliv na hladinu glukosy v krvi. Vyvolává zhruba poloviční sekreci inzulínu v porovnání s glukosou, její glykemický index je 20. Protože však inzulín nemůže regulovat metabolismus fruktosy a jeho přeměnu na triosa-fosfáty, vstupuje fruktosa bez omezení do glykolytické dráhy a způsobuje zvýšený přísun energie. Triosa-fosfáty vytvořené z fruktosy mohou být přeměněny na pyruvát a oxidovány na  $\text{CO}_2$  a  $\text{H}_2\text{O}$  nebo se mohou přeměnit na mastné kyseliny a zahájit proces lipogeneze. Vzniklé lipidové metabolity mohou vést k srdečně-cévním potížím (např. infarktu myokardu), nebo způsobit poruchy v přenosu inzulínového signálu a snižovat využití glukosy. Mnohé studie potvrzují, že nadměrný příjem fruktosy vede k dyslipidemii a inzulínorezistenci. Na rozdíl od glukosy, fruktosa neovlivňuje sekreci inzulínu ze slinivky, proto může být využití fruktosy v játrech udržováno i za situace, kdy je obsah glukosy ve tkáních snížen (např. při hladovění). Fruktosa také nemá vliv na produkci leptinu z tukové tkáně, a proto nemá ani vliv na pocit nasycení, což může vést k následnému vyššímu příjmu potravy (*Di Bartolomeo, Van den Ende, 2015; O'Donnell, Kearsley, 2012*).

Z ekonomických důvodů se někdy také dodávají a zpracovávají různé typy sirupů (škrobové sirupy, glukosové sirupy, fruktosové a glukoso-fruktosové sirupy, kukuřičné sirupy s vysokým podílem fruktosy – HFCS) (*Příhoda et al., 2003; Sluková a kol., 2016*).

Při výrobě diabetických výrobků nebo výrobků se sníženým obsahem energie se často používá přídavku cukerných alkoholů (polyolů). Cukerné alkoholy jsou deriváty sacharidů vznikající redukcí karbonylové skupiny. Polyoly se řadí mezi sladidla, mají nižší energetickou hodnotu než glukosa a sacharosa, a používají se jako náhrady cukru v různých potravinách, nápojích apod. Některé se hůře vstřebávají a pak se metabolizují až bakteriemi v tlustém střevě, což při větším zkonsumovaném množství může způsobovat laxativní účinky. Nejsou kariogenní, což znamená, že nejsou využity bakteriemi v ústech. Jsou klasifikovány jako přídavné látky, a proto jsou označeny E-kódy (Sluková a kol., 2016). Jejich sladivost je nízká, proto bývají doplňovány dalšími sladidly. Stejně jako fruktosa, mohou však dobře plnit funkci chuťového plnidla. Vjem sladkosti způsobený těmito sloučeninami je někdy zřetelně odlišný od sacharosy, a proto jsou používána ve směsích, což má docílit co možná nejpřirozenějšího sladkého pocitu. Jako sladidla se neoznačují sacharidy běžně se vyskytující v potravinách, tedy glukosa, fruktosa, sacharosa, laktosa a včelí med.

Kombinované použití sladidel vyrobených synteticky a sladidel získaných z přírodních zdrojů je stále jedním z nejpoužívanějších přístupů ke snižování obsahu cukru v potravinách. Nicméně pro některé potraviny jako jsou pekařské výrobky je dosažení snížené energetické hodnoty prostřednictvím uvedené náhrady cukru minimální (*Buttriss, 2017*).

## Možnosti snížení obsahu cukru v pekařských výrobcích

Směrnice WHO (2015) uvádějí, že množství přijatého cukru by nemělo představovat více než 10 % denního energetického příjmu a je plánováno, že do roku 2020 EFSA vytvoří odborně podloženou mezní hodnotu pro denní dávku přidaných cukrů ze všech významných zdrojů. Nahrazení obsahu cukru vede ke snížení krátkodobého i dlouhodobého příjmu energie a tím ke snižování nárůstu výskytu nadváhy, obezity a příznaků metabolického syndromu.

Na základě výzkumů dětské obezity jsou nejdůležitějším zdrojem cukrů ve výživě slazené nápoje. Následují ochucené mléčné výrobky, sníadaňové cereálie, pekařské výrobky z kategorie jemného a trvanlivého pečiva, cukrářské výrobky, poté zmrzlina, čokolády a cukrovinky. Mezi těmito výrobky je řada takových, u kterých se z hlediska jejich významu a četnosti konzumace reformulace nabízejí (Monaco et al., 2018). Druhým hlediskem je technologická proveditelnost a přijatelná sensorická kvalita pečiva.

V pekařských výrobcích se jako náhrada sacharosy může využít přídavku a kombinace polyolů jako je sorbitol, maltitol, isomalt, xylitol, erythritol, polydextrosa apod. Avšak typ a podíl polyolů nebo dalších sladidel závisí na požadovaných vlastnostech a druhu finálního produktu (Martínez et al., 2015).

Některé cukerné alkoholy nebo jejich kombinace mohou zvyšovat viskozitu těsta, vaznost vody, mají vliv na křupavost a barvu kůrky, objem pečiva, mohou snižovat aktivitu vody a inhibovat retrogradaci škrobu při stárnutí pečiva (O'Donnell, Kearsley, 2012). V posledních desetiletích 20. století byla jako náhrada cukru používána sladidla, jako je např. sacharin, ace-sulfam k nebo aspartam (často jejich kombinace). Vzhledem k výhradám, které se vůči jejich nadměrnému užívání jak z nutričního, tak i ze sensorického hlediska stále častěji objevovaly, byla v poslední době věnována větší pozornost jiným sladidlům, jako jsou steviol glykosidy apod. (Struck et al., 2014).

Jako plnidlo je možné použít polydextrosu, jejíž energetická hodnota je 4,2 kJ/g. Ve střevě se vstřebá zhruba 40 % polydextrosy a zbytek je fermentován střevními bakteriemi nebo vyloučen v nezměněné podobě. Přídavek inulinu může sloužit i jako náhrada tuků v receptuře trvanlivého pečiva. Pečivo s přídavkem fruktooligosacharidů sladké chuti bylo křupavější v porovnání s pečivem se samotnou sacharosou (O'Donnell, Kearsley, 2012).

Ronda et al. (2004) připravovali třená a kynutá těsta a pečivo s přídavky maltitolu, manitolu, sorbitolu, xylitolu, isomaltosy, oligofruktosy a polydextrosy. Obecně byly takto připravené kynuté koláče (jemné pečivo) světlejší, měly nižší objem než koláč připravený jen se samotnou sacharosou. Po upečení však

byly koláče se sladidly měkčí a vláčnější, s výjimkou koláče s dávkou mannitolu. Schirmer et al. (2012) sledovali vliv přídavku polydextrosy na změnu fyzikálních vlastností třeňé bábovky. Ukázalo se, že je možné úpravou receptury a technologického postupu připravit bábovku s podobnou texturou a objemem i při 100% nahrazení sacharosy polydextrosou.

Nejen v zahraničí, ale i v ČR jsou oblíbeným pekařským výrobkem muffiny a reformulace jejich receptur jsou velmi populární v průmyslovém i domácím měřítku. Původní receptura na muffiny většinou obsahovala vysoké dávky cukru a tuku. Kombinace inulinu nebo polydextrosy se steviol glykosidem vedly k výrobě muffinů sensoricky srovnatelných s muffiny s původní dávkou sacharosy (Gao et al., 2016; Karp et al. 2016; Zahn et al., 2013). Úspěšně se testovala také částečná náhrada sacharosy steviol glykosidem a celková náhrada kakaového prášku kakaovou vlákninou (Karp et al., 2017). Jako náhrady cukru v muffinech se také testovaly různé dávky sorbitolu, maltitolu, isomaltu a erythritolu (Martínez-Cervera et al., 2014). Uvedené polyoly zvyšovaly teplotu mazování škrobu, především erythritol nepříznivě ovlivňoval reologické vlastnosti těsta. Naopak přídavek isomaltu vykazoval pozitivní vliv na texturu pečiva. Lze uvést, že u výrobků typu muffiny nebo u podobných typů pečiva (třeňé, šlehané, chemicky kypřené hmoty) mohou být jako částečná náhrada sacharosy použity uvedené polyoly (Kim et al., 2014; Hao et al., 2016).

Zahn et al. (2013) také nahrazovali v muffinech část sacharosy (hmotnostně použita cca 1/3 původní dávky) steviol glykosidy a různými typy vláknin (hrachová vláknina, ovesná vláknina, pšeničná vláknina, pšeničné otruby, jablečná vláknina, celulóza, maltodextrin, polydextrosa a inulin). Bylo pozorováno navýšení vlhkosti střídy pečiva, zejména při užití složek vlákniny jako plnidla. Muffiny s přídavkem steviol glykosidů vykazovaly nízký objem. Nejlépe byly hodnoceny muffiny s inulinem nebo polydextrosou, nejméně přijatelné byly muffiny s jablečnou vlákninou nebo ovesnými otrubami.

Manisha et al. (2012) sledovali, jak se změnily vlastnosti jemného pečiva, ve kterém byla sacharosa kompletně nahrazena sorbitolem a steviol glykosidy. Ukázalo se, že vyšší obsah sacharosy zvyšoval viskozitu těsta, zatímco samotný sorbitol viskozitu snižoval. Kombinace sorbitolu s xanthanem a polysorbátem 60 (emulgátor) naopak viskozitu těsta zvýšila a také zlepšila homogenitu a pórovitost těsta. Po přídavku vlákniny došlo k navýšení nutriční hodnoty pečiva a i sensoricky bylo pečivo velmi dobře hodnoceno v porovnání s pečivem se sacharosou.

Pareyt et al. (2010) zkoumali vlastnosti sušenek, u kterých bylo 30 % recepturního množství sacharosy nahrazeno izolovanými arabinoxyloligosacharidy (AXOS). Ukázalo se, že sušenky s přídavkem AXOS měly srovnatelný průměr i výšku jako sušenky se sacharosou, vzhledově



však vykazovaly tmavší barvu. Je třeba zdůraznit také pozitivní vliv AXOS jako prebiotické složky. Snížení obsahu cukru (sacharosy) v sušenkách typu „cookies“ bylo prováděno pomocí přídavku vybraných polyolů a sladidel s vysokou intenzitou sladivosti. Sušenky připravené se sukralosou (synteticky vyrobený derivát sacharosy obsahující v molekule 3 atomy chlóru), syrovátkovým proteinem a margarínem (které měly současně umožnit snížení podílu mouky ve výrobku), měly příznivou barvu a texturu, stejně jako další sensorické vlastnosti (*Marques et al., 2016*).

Prosté snižování obsahu cukru ve výrobcích typu trvanlivého pečiva však vede často k nežádoucím technologickým efektům, jejichž výsledkem bývá snížená křehkost těchto produktů (*Laguna et al., 2013a*). Úplná absence cukru způsobuje u těchto výrobků zcela nežádoucí zesílení struktury lepku. Z hlediska podmínek zpracování a technologického efektu byla úplná náhrada cukru dosažena pouze použitím maltitolu (*Laguna et al., 2013b*). Pokusy s využitím inulinu jako částečné náhrady cukru zatím vedly k závěrům, že náhrada zhruba do výše 25% původního obsahu cukru je reálná, aniž by byl pozorován negativní vliv na vlastnosti finálního produktu. Podobné výsledky byly dosaženy i pro přídavek směsi steviol glykosidu a maltodextrinu jako náhrady sacharosy v receptuře sladkého pečiva typického pro oblasti Středního východu (*Yazdi et al., 2017*).

## LITERATURA

- Ambrosewicz-Walacik, M., Tańska, M., Rotkiewicz, D., Piętak, A. (2016): Effect of various sodium chloride mass fractions on wheat and rye bread using different dough preparation techniques. *Food Technol Biotechnol.*, 54(2), 172-179. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5105619/>
- American Dietetic Association (2005): Position of the American Dietetic Association: Fat Replacers. *J Am Diet Assoc.*, 105, 266-275.
- Bačo, B. (2017): Mondeléz International: Snižování TFA v potravinách portfolio Opavia. Prezentace. Výroční konference Platformy pro reformulace 7. 9. 2017. Praha.
- Basett, M.N., Pérez-Palacios, T., Cipriano, I., Cardoso, P., Ferreira, I., Samman, N., Pinho, O. (2014): Development of bread with NaCl reduction and calcium fortification: Study of its quality characteristics. *J Food Qual.*, 37, 107-116.
- Brát, J., Skřivan, P., Dostálová, J. (2015): Chléb a pečivo jako součást pestré vyvážené stravy. *Pekař cukrář*, 5, 40-43
- Brát, J. (2016): Transmastné kyseliny v potravinách, mýty a fakta. *Potravinářská revue*, 2, 16-19.
- Buttriss, J.L. (2017): Challenges and opportunities in the use of low-energy sugar replacers. *Br Nutr Found, Nutr Bull*, 42, 108-112.
- Čopíková, J. a kolektiv (1997): *Chemie a analytika sacharidů*. Skripta. VŠCHT Praha.
- Di Bartolomeo, F., Van den Ende, W. (2015): Fructose and fructans: Opposite effects on health? *Plant Foods Hum Nutr*, 70, 227-237.

- Dostálová, J. (2010): Tuky. In: Kohout, P (ed.), a kol.: Potraviny–součást zdravého životního stylu. Interní Med. 2010, suppl. B: 17-25.
- Dostálová, J., Kadlec, P. a kolektiv (2014): Potravinářské zboží a výrobky. Pekařské a cukrářské výrobky, 233-261. KEY Publishing Ostrava.
- Elias, S.L., Innis, S.M. (2002): Bakery foods are the major dietary source of trans-fatty acids among pregnant women with diets providing 30 percent energy from fat. *J Am Diet Assoc.*, 102, 46-51.
- Food and Drug Administration (2003): Food labelling: Trans fatty acids in nutrition labeling, nutrient content claims, and health claims. Final rule. *Federal Register*, 68, 41433-41506.
- Gao, J., Brennan, M.A., Mason, S.L., Brennan, C.S. (2016): Effect of sugar replacement with stevia and inulin on the texture and predictive glycaemic response of muffins. *Int J Food Sci Technol*, 51, 1979-1987.
- Hao, Y., Wang, F., Huang, W., Tang, X., Zou, Q., Li, Z., Ogawa, A. (2016): Sucrose substitution by polyols in sponge cake and their effects on the foaming and thermal properties of egg protein. *Food Hydrocolloids*, 57, 153-159.
- He, F.J., MacGregor, G.A. (2003): Cost of poor blood pressure control in the UK: 62 000 unnecessary deaths per year. *J Hum Hypertens*, 17 (7), 455-457.
- Interní materiály, Tate & Lyle. <https://www.tateandlyle.com/ingredient/soda-lo-salt-microspheres>
- Karp S, Wyrwicz J, Kurek M, Wierzbicka A. (2017): Combined use of cocoa dietary fibre and steviol glycosides in low-calorie muffins production. *Int J Food Sci Technol*, 52, 944-953.
- Karp, S., Wyrwicz, J., Kurek, M., Wierzbicka, A. (2016): Physical properties of muffins sweetened with steviol glycosides as the sucrose replacement. *Food Sci Biotechnol*, 25, 1591-1596.
- Kaur, A., Bala, R., Singh, B., Rehal, J. (2011): Effect of replacement of sodium chloride with mineral salts on rheological characteristics of wheat flour. *Am J Food Technol*, 6 (8), 674-684.
- Kim, J.N., Park, S., Shin, W.S. (2014): Textural and sensory characteristics of rice chiffon cake formulated with sugar alcohols instead of sucrose. *J Food Qual.*, 37, 281-290.
- Kohlmeier, M. (2003): *Nutrient Metabolism*. pp. 13. Elsevier, London. UK.
- Kvasničková, A. (2015): Snižování soli v potravinách. Náhražky stolní soli, 2008. Informační centrum bezpečnosti potravin. <http://www.bezpecnostpotravin.cz/snizovani-soli-v-potravinach-nahrazky-stolni-soli.aspx> (accessed June 07, 2015).
- Laguna, L., Vallons, K.J.R., Jurgens, A., Sanz, T. (2013a): Understanding the effect of sugar and sugar replacement in short dough biscuits. *Food Bioprocess Technol*, 6, 3143-3154.
- Laguna, L., Primo-Martín, C., Salvador, A., Sanz, T. (2013b): Inulin and erythritol as sucrose replacers in short-dough cookies: sensory, fracture, and acoustic properties. *J Food Sci*, 78, S777-S784.
- Leatherhead Food Research (2010): "Salt reduction, a market and technical review of global initiatives, actions and challenges for the food industry," collaborative report, Leatherhead Food Research.
- Manisha G., Soumya C., Indrani D. (2012): Studies on interaction between stevioside, liquid sorbitol, hydrocolloids and emulsifier for replacement sugar in cakes. *Food Hydrocolloids*, 29, 363-373.

- Marques, G.A., Sao Jose, J.F.B., Silva, D.A., Silva, E.M.M. (2016): Whey protein as a substitute for wheat in the development of no added sugar cookies. *LWT– Food Sci Technol*, 67, 118-126.
- Martínez, M.M., Pico, J., Gomez, M. (2015): Effect of different polyols on wheat and maize starches paste and gel properties. *Food Hydrocolloids*, 44, 81-85.
- Martínez-Cervera, S., Salvador, A., Sanz, T. (2014): Comparison of different polyols as total sucrose replacers in muffins: thermal, rheological, texture and acceptability properties. *Food Hydrocolloids*, 35, 1-8.
- Monaco, R.D., Miele, N.A., Cabisidan, E.K., Cavel-la, S. (2018): Strategies to reduce sugars in food. *Current Opinion in Food Science*, 19, 92-97.
- O'Donnell, K., Kearsley, M. (2012): Sweeteners and Sugar Alternatives in *Food Technology*, pp. 3-19, 32-49, 454. John Wiley & Sons, Ltd., Chichester. UK.
- Pareyt, B., Goovaerts, M., Broekaert, W., Delcour, J. (2010): Arabinoxylan oligosaccharides (AXOS) as a potential sucrose replacer in sugar-snap cookies. *LWT– Food Science and Technology*, 44, 725-728.
- Příhoda, J., Humpolíková, P., Novotná, D. (2003): *Základy pekárenské technologie*, str. 88-90, 91-92, 117. Pekař a cukrář s.r.o. Praha.
- Quilez, J., Salas-Salvado, J. (2012): Salt in bread in Europe: potential benefits of reduction. *Nutr Rev*, 70 (11), 666-678.
- Ronda, F., Gómez, M., Blanco, C., Caballero, P. (2004): Effects of polyols and nondigestible oligo-saccharides on the quality of sugar-free sponge cakes. *Food Chem*, 90, 549-555.
- Salovaara H. (2009): Technologies of Salt reduction in bread: Issues, problems and solutions. *Salt in Bread: Technical, Taste and other Parameters for Healthy Eating Seminar 21*. Centre de Conferences Albert Borschette (ccab) 36, rue Froissart B-1040 Brusel, Belgie.
- Santos, L.A.T., Cruz, R., Casal, S. (2015): Trans fatty acids in commercial cookies and biscuits: An update of Portuguese market Food Control, 47, 141-146.
- Schirmer M., Jekle M., Arendt E., Becker T. (2012): Physiochemical interactions of polydextrose for sucrose replacement in pound cake. *Food Res Inter*, 48, 291-298.
- Skřivan, P., Sluková, M. (2015a): Pšenice v lidské výživě. *Potravinářská revue* 5, 13-15.
- Skřivan, P., Sluková, M. (2015b): Jsou zlepšující přípravky v pekárenském oboru nezbytné? *Potravinářská revue* 4, 15-17.
- Skřivan, P., Sluková, M. (2016): Chléb dříve a dnes. *Potravinářská revue* 2, 12-13.
- Sluková, M., Skřivan, P. (2016): Pšeničné pečivo v lidské výživě. *Potravinářská revue* 4, 26-30.
- Sluková a kol. (2016). *Výroba potravin a nutriční hodnota*. Vydavatel VŠCHT Praha.
- Struck, S., Jaros, D., Brennan, C. S., Rohm, H. (2014): Sugar replacement in sweetened bakery goods. *Int J Food Sci Technol*, 49, 1963- 1976.
- Šedivý, P., Hanus, M., Nováková, E., Skřivan, P. (2015): *Výroba běžného pečiva*, str. 48, 50, 53. Odborné nakladatelství a vydavatelství Pekař a cukrář s.r.o. Praha.
- Šedivý, P., Hanus, M., Nováková, E., Smrž, R., Skřivan, P. (2016): *Výroba jemného pečiva*, str. 38-42. Odborné nakladatelství a vydavatelství Pekař a cukrář s.r.o. Praha.
- Toldra, F., Barat, J.M. (2009): Recent patents for sodium reduction in foods. *Recent Pat Food Nutr Agric*, 1, 80-86.

Van Mierlo, L.A.J., Greyling, A., Zock, P.L. (2010): Suboptimal potassium intake and potential impact on population blood pressure. *Arch Intern Med.*, 170, 1501-1502.

Velíšek, J., Hajšlová, J. (2009): *Chemie potravin II*, str. 328. OSSIS Tábor.

WHO (2010): World Health Organization: Creating and enabling environment for population-based salt reduction strategies: report of the joint technical meeting held by WHO and the Food Standard Agency, USA.

WHO (2015): World Health Organization: Healthy Diet Fact sheet N°394. Geneva. [http://www.who.int/nutrition/publications/nutrientrequirements/healthy-diet\\_factsheet394.pdf](http://www.who.int/nutrition/publications/nutrientrequirements/healthy-diet_factsheet394.pdf)

WHO (2015): World Health Organization: Guideline: Sugars intake for adults and children. Geneva p 49.

Yazdi, A.,G., Hojjatoleslami, M., Keramat, J., Jahadi, M., Amani, E. (2017): The evaluation of saccharose replacing by adding stevioside– maltodextrin mixture on the physicochemical and sensory properties of Naanberenji (an Iranian confectionary). *Food Sci Nutr*, 5, 845-851.

Zahn, S., Forker, A., Krügel, L., Rohm, H. (2013): Combined use of rebaudioside a and fibres for partial sucrose replacement in muffins. *LWT– Food Sci Technol*, 50, 695-701.



## Reformulace potravin a masné výrobky

Kameník J.

Reformulace potravin je definována jako „změna obsahu živin v zpracovaných potravinách ve smyslu snížení obsahu některých látek, jako jsou sodík, nasycené mastné kyseliny, trans-mastné kyseliny nebo energie (kilojouly), nebo zvýšení podílu složek s pozitivním působením na lidský organismus, jako vláknina, ovoce, zelenina, celozrnné obiloviny a nenasycené mastné kyseliny“ (Neacsu et al., 2015).

Expert i laická veřejnost se dnes zcela jistě shodnou na tom, že existují určité „zdravé“ skupiny potravin, jako např. ovoce a zelenina, které lze jíst ve větších dávkách, a potom jiné potraviny, jejichž spotřeba by měla být omezená (např. potraviny s vyšším obsahem cukrů nebo tuku). K určení, zda je potravina prospěšná zdraví, navrhuji experti řadu kritérií, jako je energetická hustota, charakter tuku a obsah sodíku (Bucher et al., 2015). Značení výživových hodnot na etiketě pomáhá spotřebitelům v orientaci při výběru potravin a rovněž může podpořit reformulaci produktů a vývoj potravin s pozitivnějším vlivem na lidské zdraví („healthier products“).

### Proč potřebujeme reformulované potraviny?

Díky průmyslové revoluci došlo v 19. století k zavádění strojů při produkci, zpracování, přepravě a skladování potravin. Změnily se tím postupy, používané po celá předchozí staletí. Tento vývoj se dále zintenzivnil po druhé světové válce. V sedmdesátých letech 20. století vznikají gigantické potravinářské korporace, které způsobily doslova revoluci tzv. průmyslových potravin. Producenti potravin přišli na způsob, jak co nejlevněji a nejefektivněji pěstovat a vyrábět přesně to, co lidem tisíce let chutná: tuk, škrob, cukr a sůl. Výsledkem jejich vynalézavosti je nadbytek levného, kaloricky bohatého jídla (Lieberman, 2016).

Protože mnohé zpracované potraviny obsahují vysoké hladiny „nezdravých“ živin jako sodík, hydrogenované tuky, cukr a nasycené mastné kyseliny, dostala se ve vyspělých zemích spotřeba těchto látek u konzumentů za maximální limity doporučené WHO (Sleator, Hill, 2007). V USA 70 % lidské populace starší 1 roku vykazuje nadlimitní spotřebu cukru, v případě sodíku překračuje doporučené denní dávky dokonce 89 % lidí (van Langeveld et al., 2017). Spolu s omezenou fyzickou akti-

vitou a sedavým způsobem života se tak silně rozšířila nadváha a obezita (Sleator, Hill, 2007) a také s tím spojené metabolické choroby jako cukrovka 2. typu, kardiovaskulární onemocnění a nádorová onemocnění reprodukčních orgánů (Lieberman, 2016). V Evropě se proto v uplynulých letech vynořily kampaně podporující stravování směrem k dietě se „zdravým“ potenciálem (Marotta et al., 2014). Jednou z takovýchto aktivit je také reformulace potravin.

Reformulované potraviny se mohou setkat se zvýšeným zájmem spotřebitelů, neboť ve veřejnosti stoupá zájem o stravování s kladným vlivem na zdraví. Na druhé straně je známo, že míra nezdaru při umístování inovovaných potravin na trhu je vysoká. Je proto nezbytně nutné pochopit a brát v potaz požadavky spotřebitelů hned v časně etapě vývoje nových či reformulovaných produktů (Shan et al., 2017). Přijetí reformulovaných potravin konzumenty ovlivňují jednak faktory dané samotným produktem (tzv. product-related factors – např. sensorické vlastnosti, technologie zpracování), jednak tzv. spotřebitelské faktory (consumer-related factors, např. psychologické vlivy, demografické charakteristiky, zvyklosti při výběru potravin). Teoretické modely volby potravin naznačují, že v tomto výběru hrají klíčovou roli přesvědčení a názory zákazníků o potravinách. Individuální názory o potravinách se vytvářejí na základě jejich chuti, přirozenosti, pohodlnosti při zpracování a konzumaci (tzv. convenience) a vlivu na zdraví (Bucher et al., 2015).

## Reformulace potravin v oboru zpracování masa

V oblasti tzv. zpracovaných mas (processed meats), tzn. ve skupině masných polotovarů a masných výrobků se reformulace týkají následujících úprav:

1. snížení obsahu soli a/nebo obsahu tuku;
2. obohacení výrobků ingrediencemi s pozitivním vlivem na zdravotní stav (např. mastné kyseliny řady omega-3, probiotika, vitaminy, vláknina);
3. snížení obsahu, nebo úplná náhrada chemických přídatných látek, jako např. dusičtany (Shan et al., 2017).

Protože se v poslední době hodně diskutuje o nutnosti snížit příjem soli u obyvatel EU a v dalších vyspělých zemích, zaměříme se nejprve na problematiku soli v masných výrobcích.

## Sůl v potravinách

Sodík hraje v lidském těle důležitou roli a je nenahraditelným chemickým prvkem (Mitchell et al., 2013). Udrzuje např. potenciál buněčných membrán, podílí se na vstřebávání živin v tenkém střevě, reguluje objem extracelulární tekutiny a tím ovlivňuje také objem a tlak krve. Okolo devadesáti procent sodíku v těle pochází z jedlé soli v lidské stravě (Kloss et al., 2015). Celosvětově je ale průměrný denní příjem soli mnohem vyšší, než kolik činí doporučená denní dávka WHO;

(< 5 g/osobu). Nadměrný přísun soli ve stravě se podílí na vývoji kardiovaskulárních onemocnění, neboť s věkem zvyšuje krevní tlak (Zandstra et al., 2016). Doporučený příjem soli odpovídá konzumaci sodíku méně než 2 g denně, přitom jeho fyziologické potřeby jsou odhadovány na 200–500 mg/osobu a den (Silow et al., 2016).

K potravinám, které člověka nejvíce zatěžují sodíkem, patří pečivo, zpracované maso (masné výrobky a masné polotovary), sýry a některé mléčné výrobky. Odhaduje se, že se průmyslově zpracovávané potraviny podílejí ve vyspělých zemích na příjmu sodíku přibližně 75 % (Aaslyng et al., 2014, Mhurchu et al., 2011). V mnohých z těchto potravin se jedná o tzv. skrytou sůl („hidden salt“), kdy si spotřebitelé nejsou vědomi, že takovéto produkty mohou obsahovat i vyšší podíl sodíku (Downs et al., 2015). V těchto případech je na místě motivovat zpracovatelský průmysl k redukcí obsahu soli v potravinách stanovením cílených nebo standardních hladin soli v určitých kategoriích potravin, které by potom výrobci měli dodržovat.

### **Celkový příjem soli (a tím i sodíku) v lidské výživě pochází obecně ze tří zdrojů:**

1. komerčně vyráběné potraviny (např. chléb a pečivo, polévky, pokrmy v restauracích, masné výrobky);
2. přirozený obsah v potravinách;
3. přídavek soli konzumenty při vaření a/nebo při jídle na stole („discretionary salt“).

Podíl hlavních zdrojů soli v lidské stravě se liší podle regionů světa. Např. v Japonsku je hlavním donátorem soli sójová omáčka. V Číně je to přídavek soli během vaření, průmyslově vyráběné potraviny představují zdroj soli okolo 71 % v USA a až 95 % ve Spojeném Království. Velice málo je známo o přídavku soli konzumenty při vaření nebo při jídle u stolu. Odhaduje se, že takto přijímaná sůl může představovat až 30 % z celkového přísunu soli. Variabilita mezi národy či zeměmi je, ale velká ve Spojeném Království je to přibližně jen 5 %, v Číně však až 78 %. Jedna nedávná mezinárodní studie zjistila, že téměř čtvrtina respondentů přiznala, že často přidávají sůl do jídla, aniž by ho předtím ochutnali (Zandstra et al., 2016). Znalosti v těchto oblastech mohou pomoci porozumět zvyklostem konzumentů a lépe zacílit úsilí ke snížení hladiny soli v lidské výživě. Preferovaná hladina sodíku v potravinách závisí na množství konzumovaného sodíku. Během určité doby se dá toto množství sodíku snížit tím, že se dosáhne poklesu jeho hladiny ve stravě. Snížení příjmu sodíku na 1 600 mg denně mělo za následek zvýšení prahu vnímání slané chuti a pokles zájmu o potraviny bohaté na sodík (Mitchell et al., 2013).

Pokud má v lidské stravě nastat významné snížení příjmu soli, vyžaduje to zejména posun ve dvou klíčových oblastech, kterými jsou komerční potraviny a chování konzumentů (Zandstra et al., 2016). Pro realizaci cílených hladin soli v potravinách doporučují Downs et al. (2015) využít přístup sestávající z několika kroků:

1. identifikovat hlavní zdroje soli v lidské výživě
2. vybrat potraviny pro realizaci cílených hladin soli
3. stanovit cílené hladiny soli v těchto potravinách
4. určit strategie pro zapojení zúčastněných stran (tzv. stakeholders)
5. sestavit vhodné způsoby monitoringu.

Je logické, že vzhledem k vysoké ekonomické zátěži, kterou vyspělým zemím přináší nadměrný příjem sodíku jejími obyvateli, přijalo mnoho států strategie ke snížení konzumace tohoto prvku (*Woodward et al., 2012*). Spojené Království bylo první zemí, která zavedla rozsáhlé cílené hladiny soli a v letech 2003 a 2011 tam zaznamenali pokles ve spotřebě soli o 1,4 g/osobu denně (*Downs et al., 2015*).

## Sůl a masné výrobky

V centru pozornosti odborné, ale i laické veřejnosti stojí z hlediska příjmu dietární soli také masné výrobky. Reformulace této kategorie potravin směřuje proto zejména na snížení podílu soli. V literatuře existuje řada prací, v nichž autoři popisují výsledky náhrady jedlé soli, tj. NaCl, jinými solemi, nejčastěji s obsahem draslíku, hořčíku nebo vápníku (*Lorenzo et al., 2015; Horita et al., 2014; Paulsen et al., 2014*). Pro zpracovatele představuje úkol snížit hladinu soli v jejich produktech velkou výzvu, neboť kromě vlivu na chuť hraje sůl v potravinách (masné výrobky a masné polotovary

nevýjímaje) také funkční roli z hlediska textury a údržnosti (*Zandstra et al., 2016; Tobin et al., 2012*). Dílo pro masné výrobky vyžaduje určitou koncentraci NaCl v receptuře, neboť jedlá sůl podporuje rozpuštění myofibrilárních bílkovin, a tím určuje vaznost díla a stabilitu tukové složky (*Horita et al., 2011*).

V Irsku testovali Tobin et al. (2012) párky vyrobené z hovězího a vepřového masa s podílem soli 1,0; 1,5; 2,0; 2,5 a 3,0 %. Dílo bylo plněné do celulosových střívek. Nejvíce byly hodnotiteli přijaty vzorky s obsahem soli 2,5 %. Párky s podílem soli 1,5 % a méně byly posuzovatelé hodnoceny negativněji. Autoři na základě výsledků tvrdí, že v případě párků nelze z tržního hlediska úspěšně připravit výrobky se sníženým obsahem soli, aniž by byly použity náhrady za snížený přírůstek soli (*Tobin et al., 2012*).

Jako částečná, příp. úplná náhrada jedlé soli (tj. NaCl) se používá nejčastěji směs chloridů sodného, draselného, hořečnatého a vápenatého (*Triki et al., 2013*). Horita et al. (2011) testovali částečnou náhradu NaCl (50 nebo 75 %) směsí výše uvedených chloridů v salámu mortadela. Bylo připraveno celkem 7 dávek tohoto salámu (F1: 2 % NaCl jako kontrola, dále F2: 1 % NaCl, 0,5 % KCl a 0,5 % CaCl<sub>2</sub>; F3: 1 % NaCl, 0,5 % KCl a 0,5 % MgCl<sub>2</sub>; F4: 0,5 % NaCl, 1 % KCl a 0,5 % CaCl<sub>2</sub>; F5: 0,5 % NaCl, 1 % KCl a 0,5 % MgCl<sub>2</sub>; F6: 1% NaCl a 1 % KCl; F7: 1 % NaCl). Nejslabší stabilita emulze byla zjištěná u dávek F4 a F2, tj. u salámů



s obsahem  $\text{CaCl}_2$ . Vápenaté ionty totiž snižují rozpustnost myofibrilárních bílkovin. Vzorky mortadel s podílem chloridu vápenatého vykazovaly rovněž nejnižší hodnoty pH. Nejstabilnější dávky z hlediska vytvořených emulzí byly F1 a F6, tzn. s přidavkem pouze monovalentních kationtů (sodík a/nebo draslík). Dávky s podílem  $\text{MgCl}_2$  se ve stabilitě emulze nelišily od dávky F7, připravené pouze s 1 % NaCl. Vzhled výrobků, jejich aroma i textura vykázaly při smyslovém hodnocení jen statisticky nevýznamné rozdíly ( $p > 0,05$ ) v porovnání s kontrolní dávkou (2 % NaCl). V chuti však rozdíly zaznamenány byly, nejvíc hodnotitelé odmítali dávku F5 (0,5 % NaCl, 1 % KCl, 0,5 %  $\text{MgCl}_2$ ), následovaly dávky F3, F4 a F6. Tyto vzorky se lišily v chuti od kontroly F1 statisticky významně ( $p < 0,05$ ). Naproti tomu dávky F2 (1 % NaCl, 0,5 % KCl a 0,5 %  $\text{CaCl}_2$ ) a F7 (1 % NaCl) se v chuti od kontrolní dávky statisticky významně nelišily.

Je zajímavé, že ve studii Hority et al. (2011) nezjistili hodnotitelé výrazné rozdíly v chuti mortadely vyrobené s 1 % nebo 2 % soli. Znamená to, že vnímání chuti masných výrobků je ovlivněné i jinými faktory než pouze podílem chloridu sodného. Obdobně v práci autorů Kameník et al. (2017) nebyly prokázány statisticky významné korelační koeficienty mezi obsahem soli a sensorickými ukazateli. V rámci této studie bylo analyzováno celkem 133 tepelně opracovaných masných výrobků českého i německého původu. Mezi obsahem soli (určeném na základě stanovení hladiny sodíku) a vybranými

parametry sensorických charakteristik byly zjištěny parametry, uvedené v **Tabulce 2**.

**Tabulka 2:** Korelační koeficienty mezi obsahem soli a sensorickými vlastnostmi tepelně opracovaných masných výrobků (Kameník et al., 2017)

Senzorické parametry	Korelační koeficienty
Vzhled v nádroji	0.06
Barva	0.13
Výpracování	0.19*
Vůně	-0.06
Konzistence	-0.11
Textura	-0.18*
Slanost	-0.08
Chuť	-0.02
Celkový dojem	-0.07
* $p < 0,05$	

Triki et al. (2013) testovali částečnou náhradu jedlé soli v masném polotovaru merguez. Zatímco v tradičně pojaté receptuře bylo použito 1,4 % NaCl, v dávkách se sníženým obsahem sodíku bylo 0,7 % jedlé soli nahrazeno směsí KCl (0,35 %),  $\text{CaCl}_2$  (0,20 %) a  $\text{MgCl}_2$  (0,15 %). Díky změně receptury se podařilo snížit podíl sodíku v hotových produktech z 630,7–649,8 mg/100 g na 386,3–412,0 mg/100 g, tj. více jak 36 %. Ve šťavnatosti, tuhosti a celkové přijatelnosti vzorků merguez nebyly zjištěné statisticky významné rozdíly mezi dávkami obsahujícími 1,4 % jedlé soli a těmi se směsí

chloridů. Autoři vyvozují z výsledků sensorické analýzy, že částečná náhrada chloridu sodného směsí chloridů draselného, vápenatého a hořečnatého spolu s vyšším přídatkem koření je možná bez negativního vlivu na chuť finálních produktů. Nicméně výrobky s nižším podílem sodíku vykázaly vyšší ztráty tepelnou úpravou ( $p < 0,05$ ) v porovnání k dávkám s podílem 1,4 % NaCl (Triki et al., 2013). Rozšířeným masným polotovarem na Britských ostrovech jsou tzv. breakfast sausages, patřící rovněž do skupiny masných polotovarů. Tobin et al. (2013) provedli podrobné testování s podíly soli 0,80 až 2,40 %. Nejpříjemnější pro konzumenty byly produkty s 1,40 % jedlé soli.

Alves et al. (2017) testovali možnou náhradu 50 % NaCl chloridem draselným v jemně mělněných salámech typu „bologna“. Byly připraveny 4 dávky, kde došlo k náhradě jedlé soli KCl spolu s přídatkem lyzinu (lyz) a/nebo tekutého kouře (LS): dávka 1: 1,25 % NaCl a 1,25 % KCl; dávka 2: 1,25 % NaCl, 1,25 % KCl a 1,0 % lyz; dávka 3: 1,25 % NaCl, 1,25 % KCl, 1,0 % lyz a 0,1 % LS; dávka 4: 1,25 % NaCl, 1,25 % KCl a 0,1 % LS. Kontrolní dávka byla vyrobená s přídatkem 2,5 % NaCl. Dílo bylo plněné do plastových technologických obalů o průměru 40 mm a tepelně opracované do dosažení vnitřní teploty 72 °C. Pro testování ztrát tepelným opracováním bylo dílo plněné také do kolagenních obalů stejného průměru.

Náhrada 50 % NaCl chloridem draselným neprokázala statisticky významné rozdíly ( $P > 0,05$ ) ve ztrátách během tepelného opracování, ani ve stabilitě emulze, instrumentálních parametrech barvy (CIEL\*a\*b) nebo v tuhosti finálních salámů. Obsah sodíku se podařilo snížit z 1 375 mg/100 g v kontrolní dávce na 655–672 mg/100 g v testovaných dávkách s náhradou jedlé soli KCl. Autoři konstatovali, že technologické vlastnosti díla s 1,25 % KCl a 1,25 % NaCl byly stejné jako v případě použití 2,5 % NaCl.

Při sensorickém testování ale posoudili hodnotitelé chuť dávky s KCl a NaCl jako svravou, kovovou, hořkou, cizí. Po přídatku lyzinu byly chuť i aroma vyhodnocené jako charakteristické. Dávky s tekutým kouřem vykazovaly aroma po kouři až mírně nakyslé. Dávky s částečnou náhradou NaCl chloridem draselným a s přídatkem lyzinu a/nebo tekutého kouře se od kontrolní dávky (2,5 % NaCl) lišily po stránce chuti a aroma jen statisticky nevýznamně ( $p > 0,05$ ). Lyzin i tekutý kouř tak dokázaly maskovat defekty chuti způsobené přídatkem KCl (Alves et al., 2017). V roce 1996 publikovali Gou se svými spolupracovníky studii s náhradou části NaCl chloridem draselným v trvanlivých masných výrobcích (Gou et al., 1996). Hořkou chuť zaznamenali hodnotitelé ve fermentovaných salámech již od náhrady 30 % jedlé soli KCl, do 50 % substituce však byla intenzita této odchylky považována za bezvýznamnou. Autoři na základě dosažených výsledků konstatovali, že náhrada až 40 % NaCl chloridem draselným

je možná, aniž by u finálních výrobků došlo ke zhoršení parametrů kvality.

Na základě studií provedených různými autory v různých zemích a na různých masných výrobcích nebo polotovarech lze prohlásit, že obsah jedlé soli, resp. sodíku může být snížen, zpravidla až do podílu 30–40 % náhradou chloridem draselným, příp. směsí chloridů (KCl, CaCl<sub>2</sub>, MgCl<sub>2</sub>). Nicméně zvýšení příjmu draslíku může mít za určitých podmínek nepříznivý vliv na zdraví (Steffensen *et al.*, 2018). National Institute for Health and Care Excellence (Národní institut pro excelenci v oblasti zdraví a péče) ve Spojeném Království odrazuje od použití draslíku a dalších substitutů za účelem náhrady chloridu sodného (NICE, 2010). Má to dvojitý důvod pomoci spotřebitelům konzumovat potraviny s nižším obsahem solí a vyvarovat se přísadám, které mohou mít jiný potenciálně nepříznivý vliv na zdraví.

Expertní skupina pro vitaminy a minerální látky ve Spojeném Království (EVM) publikovala dvě zprávy obsahující diskuse na téma toxicity draslíku (Steffensen *et al.*, 2018). Případy akutní otravy lidí byly spojené s vysokým příjmem chloridu draselného z doplňků stravy nebo náhražek chloridu sodného. Popsané vlivy zahrnovaly srdeční selhání, cyanosu a srdeční zástavu. Nepříznivé účinky po subchronickém a chronickém požití draslíku se projevovaly gastrointestinální toxicitou doprovázenou bolestmi břicha, nevolností a zvracením, průjemem a tvorbou vředů v jícnu, žaludku, dvanáctníku a kyčelníku. Draslík v náhražkách chloridu sodného způsoboval rovněž pocity tísně v hrudi, dýchavičnost a srdeční selhání. EVM uvedla, že nebylo dostatek informací k určení bezpečné horní hranice pro příjem draslíku, nicméně doplněk 3,7 g draslíku denně k běžné stravě nemá žádné zjevné nepříznivé účinky. EFSA uvádí obdobně bezpečnou dávku 3,0 g draslíku/den



**Obrázek 5:** Náhrada chloridu sodného chloridem draselným může na jedné straně snížit příjem sodíku, na druhé straně může ohrozit určité citlivé skupiny obyvatelstva.

navíc k příjmu draslíku v běžně konzumované denní stravě (EFSA, 2005). Nicméně ve stejné studii jsou popsány nepříznivé změny v srdeční činnosti a periferním nervovém systému u zdravých jedinců po jednotlivých dávkách 5–7 g.

Jako skupiny osob citlivých na zvýšený příjem draslíku uvádějí Steffensen et al. (2018) pacienty se selháním ledvin, srdečním selháním, cukrovkou, děti mladší 1 roku, seniory nad 85 let a lidi užívající léky zasahující do rovnováhy draslíku v těle. U každé skupiny je rozdílná citlivost k přijímanému draslíku. Zvýšení obsahu draslíku v některých průmyslově vyráběných potravinách, které nejsou přirozeně bohatým zdrojem tohoto prvku, může komplikovat lékařská výživová doporučení pro osoby v těchto rizikových skupinách. Např. pacienti s vážným ledvinovým selháním jsou zvláště citliví na příjem draslíku potravou a je jim doporučována konzumace nepřevyšující 1,5 g draslíku denně (Steffensen et al., 2018). Lidé trpící ledvinovým selháním mají sníženou kapacitu k vylučování draslíku. Vyšší dávky draslíku v potravě jsou u této skupiny spojeny se zvýšenou hladinou draslíku v krvi, tzv. hyperkalemií. Za fyziologických (tj. u zdravých jedinců) podmínek se udržuje hladina tohoto prvku v krevní plazmě 3,5–5,5 mmol/l (135–195 mg/l; EFSA, 2016). Pacienti se srdečním selháním berou léky (např. inhibitory ACE, beta-blokátory, antagonisty aldosteronu ad.), které potenciálně zvyšují hladinu draslíku v krvi a mohou tak vést rovněž k hyperkalemii. V buňkách srdečního svalu má

draslík funkci udržovat srdeční rytmus. Rozkolísání hladiny tohoto prvku proto může vést k srdečním arytmiím (Steffensen et al., 2018).

Pozornost je také nutné věnovat variabilitě v obsahu jedlé soli (sodíku) u stejných výrobků napříč výrobci. Např. Kameník et al. (2017) zjistili v českých masných výrobcích obsah sodíku průměrně (podle výrobců) od 558,0 do 1308,0 mg Na/100 g. Použitím přepočítávacího koeficientu 2,5 podle nařízení (EU) č. 1169/2011 odpovídaly zjištěné hodnoty podílu jedlé soli v masných výrobcích 1,40–3,27 %. Ruusunen a Puolanne (2005) uvedli podíly chloridu sodného ve finských masných výrobcích mezi 1,6 a 2,2 %, v šunkách od 1,9 po 2,7 %. Capuano et al. (2013) detekovali v rámci analýzy nizozemských potravin průměrné hodnoty sodíku v masných výrobcích obdobného typu mezi 759 (párky) a 1050 (šunka z vepřové plece) mg/100 g, což korespondovalo s průměrným podílem soli 1,93–2,66 %. Ruusunen a Puolanne (2005) navrhují pro snížení zatížení obyvatelstva solí (sodíkem) z masných výrobků zaměřit se na produkty, které svojí hodnotou přesahují průměry zjišťované v jednotlivých druzích nebo kategoriích masných výrobků. Pokud by se nadprůměrné hodnoty podílu soli dostaly na průměrné (což z technologického nebo senzorkého hlediska nemůže činit žádné problémy), potom by se celkový průměr podílu soli v daném výrobku nebo kategorii masných výrobků dostal na nižší hodnotu.

## Obsah soli a údržnost masných výrobků

Jedlá sůl byla odpradávná používána jako složka, která zlepšovala chuť, ale také prodlužovala údržnost masa a jiných potravin (Burgess et al., 2016; Bidlas, Lambert, 2008). Principem konzervačního účinku je zvýšení osmotického tlaku (Gutierrez et al., 1995). V potravině se tím sníží vodní aktivita s následným bakteriostatickým efektem (Duranton et al., 2012). Vnitřní osmotický tlak v bakteriální buňce je vyšší, než je tomu v okolním médiu (Gutierrez et al., 1995). Výsledkem je tlak působící zevnitř bakteriální buňky proti buněčné stěně, který se označuje jako turgor. Bakteriální buňka musí být schopna udržet turgor bez ohledu na rozdíly v osmotickém tlaku zevního prostředí. Odpověď mikroorganismů na osmotický stres zahrnuje jednak fyziologické změny jednak variace v expresi genů (Gandhi, Chikindas, 2002). Označuje se pojmem osmoadaptace.

### **Princip konzervačního působení NaCl v prostředí potravin a reakce bakteriální buňky**

Univerzální odpovědí na dočasnou ztrátu turgoru po hyperosmotickém šoku je hromadění rozpuštěných látek v cytoplazmě. V důsledku toho se zvyšuje vnitřní osmotický tlak, který dokáže obnovit turgor. Upřednostňovány jsou neiontové látky, protože mnohé enzymy ztrácejí svoji aktivitu v přítomnosti vysoké koncentrace solí (Gutierrez et al., 1995). U bakterií schopných

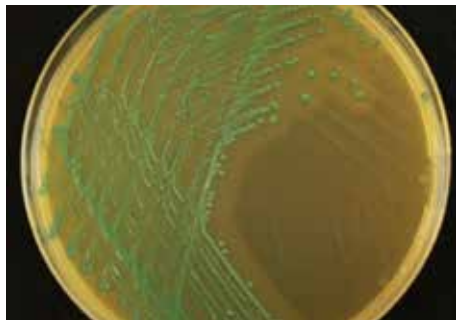
růstu v prostředí s vysokým osmotickým tlakem se vyvinula schopnost akumulovat vysoké cytoplazmatické hladiny určité třídy rozpuštěných látek, které nikterak vážně neinterferují s funkcí cytoplazmatických enzymů a které se označují jako kompatibilní látky. Kontrolované hromadění kompatibilních látek je proto hlavní faktor v adaptivní odpovědi bakteriálních buněk na osmotický stres.

Kompatibilní látky mohou být buď transportovány do buněk z vnějšího prostředí, nebo syntetizovány de novo v cytoplazmě. Existují rozdíly v tom, jak bakterie snášejí vysoký osmotický tlak zevního prostředí. Gram-negativní bakterie vykazují nižší odolnost a tím také vyšší citlivost k vyšším koncentracím soli v prostředí (Burgess et al., 2017). Salam a Samejima (2004) zjistili, že přidavek NaCl potlačil růst bakterií čeledě Enterobacteriaceae při testech s mletým hovězím masem po 21 dnech skladování při 2 °C (3,22 log KTJ/g) v porovnání s neošetřenou kontrolou (7,39 log KTJ/g). Naproti tomu v případě bakterií mléčného kvašení (BMK) nebyl zaznamenán téměř žádný rozdíl (kontrola 8,36 log KTJ/g, přidavek NaCl 7,83 log KTJ/g).

Přidavek soli snížil počet aerobních mezofilních bakterií ve vepřovém masu přibližně o 1 log KTJ/g při koncentraci 1,5 % a o 2 log KTJ/g při 3,0 % v porovnání s kontrolou v den 0 (Duranton et al., 2012). Vyšší koncentrace dokázala udržet tento rozdíl i 6. den pokusu. Tento bakteriostatický efekt se však neprojevil

12. den, kdy ve všech vzorcích dosáhl počet aerobních mezofilních bakterií přibližně stejné hladiny 9 log KTJ/g. V případě čeledě *Enterobacteriaceae* se při koncentraci NaCl projevila redukce 2,2 log KTJ/g v den 0., v 6. dnu činila při koncentraci NaCl 3 % tato diference 2,7 log KTJ/g. Opět ale 12. den byla ve všech vzorcích hladina těchto bakterií okolo 8 log KTJ/g. Po určité době i zpočátku citlivé gram-negativní bakterie dokáží vybudovat obranné mechanismy, kterými překonají osmotický stres.

Mezi gram-pozitivní bakterie schopné růst v osmoticky zatíženém prostředí patří *Listeria monocytogenes* a *Staphylococcus aureus*. *S. aureus* patří mezi halotolerantní bakterie schopné růstu při hodnotách  $a_w$  až do 0,86 (ekvivalentní 3,5M NaCl). Osmoprotektivními látkami pro tuto bakterii jsou cholin, taurin, prolin a betain. Stupeň akumulace závisí na stupni osmotického stresu. Nejúčinnější osmoprotektivní látkou pro *S. aureus* je betain. (Gutierrez et al., 1995).



**Obrázek 6:** *Listeria monocytogenes* disponuje schopností obrany na vysokou osmolaritu prostředí (na snímku kolonie na agaru ALOA, foto MVDr. Šárka Bursová, Ph.D.).

Jedním z mechanismů, který využívá *L. monocytogenes* pro toleranci vysoké hladiny soli v prostředí, je změna v expresi genů vedoucí k zvýšené nebo snížené syntéze rozličných bílkovin. Byly identifikovány proteiny „salt shock“ (Ssp) a proteiny „stress acclimation“ (Sap). Jestliže se v zevním prostředí nenacházejí protektivní látky (jako je betain, carnitin ad.), bakteriální buňky syntetizují Ctc protein jako odpověď na vysokou osmolaritu. Gen ctc odpovědný za jeho tvorbu je závislý na sigma faktoru  $\sigma^B$ . Tento faktor je důležitá součást při odpovědi buněk *L. monocytogenes* na stres způsobený nepříznivými zevními podmínkami. Rozsah, v jakém bakterie závisí při své reakci na stresové podmínky na sigma faktoru  $\sigma^B$ , se liší mezi jednotlivými serotypy (Gandghi, Chikindas, 2007).

## Údržnost/bezpečnost produktů při snížení podílu jedlé soli

Při reformulaci masných polotovarů a masných výrobků přicházejí v souvislosti se snižováním podílu sodíku (jedlé soli) v úvahu dvě alternativy – první je snížení hladiny soli na určitou úroveň danou technologickými a senzoryckými limity. Druhá varianta spočívá v částečné náhradě chloridu sodného jinými chloridy, největší význam má v tomto směru, jak již bylo rozebráno v předešlém textu, chlorid draselný.

Protože NaCl vykazuje konzervační efekt, a tím ovlivňuje růst bakterií, existuje teoretická úvaha, zda omezení hladiny sodíku nemůže mít

negativní dopad na bezpečnost reformulovaných potravin (Sleator, Hill, 2007), příp. na jejich údržnost.

Z hlediska náhrady jedlé soli chloridem draselným by tato změna neměla mít žádný dopad na přítomnou mikroflóru. Jak zjistili Bidlas a Lambert (2008) při testování kmenů *Aeromonas hydrophila*, *Enterobacter* (*Cronobacter*) *sakazakii*, *Shigella flexneri*, *Yersinia enterocolitica* a *Staphylococcus aureus*, chlorid draselný má ekvivalentní antimikrobiální efekt (při kalkulaci na molární bázi) jako NaCl. Stejně výsledky publikovali také Hystead et al. (2013) v případě testování schopnosti přežívání kmenů *L. monocytogenes* v sýru čedar. Z mikrobiálního hlediska tedy nemá náhrada jedlé soli KCl žádný efekt z pohledu údržnosti, což bylo prokázáno i studiem na masných výrobcích (Alves et al., 2017).

Z pohledu bezpečnosti potravin nelze jednoduše konstatovat, že při snížení podílu soli v masných polotovarech nebo masných výrobcích je automaticky v daném produktu vyšší riziko přežívání nebo růstu (množení) původců alimentárních onemocnění. A naopak čím více soli, tím menší riziko přítomnosti bakterií. Je pravda, že schopnost přežít a/nebo se množit v podmínkách osmotického stresu (který vzniká po přidavku jedlé soli) přispívá k perzistenci patogenů v potravinách (Burgess et al., 2016). Nicméně je nutné kalkulovat i s tím, že vystavení bakterií osmotickému stresu v rámci potravinového řetězce může vést ke křížové ochraně

před dalšími nastupujícími zátěžemi (např. tepelné ošetření) nebo během průchodu trávicím traktem. V případě bakterií *L. monocytogenes* to je schopnost růstu v nízkých teplotách, nebo zvýšení odolnosti k solím žlučových kyselin. Ve vědecké literatuře je popsán případ, kdy zahřívání buněk *L. monocytogenes* v prostředí s koncentrací 9 % NaCl vedlo k osminásobnému nárůstu termorezistence ve srovnání s médiem bez přidavku soli (Burgess et al., 2016).

V případě mnohých původců alimentárních onemocnění (salmonely, STEC, *L. monocytogenes*) jsou známé případy jejich přežívání v potravinách s nižší hodnotou vodní aktivity (< 0,95). Z toho je zřejmé, že snížení přidavku jedlé soli v masných výrobcích na technologické i senzorické limity okolo 1,7 % neovlivní otázku přežívání nebo množení zmíněných etiologických agens. Jinými slovy tyto bakterie budou stejně dobře přežívat a množit se i v koncentraci soli 2,0–2,5 %, neboť mají vyvinuty adaptační mechanismy k přežití osmotického stresu.

Pro bezpečnost masných výrobků nebo masných polotovarů jsou významnější jiné faktory, a to mikrobiologická jakost vstupní suroviny, zejména čerstvého masa, a také jiné razantnější překážky proti přítomným bakteriím (vysoká teplota a čas působení v případě tepelného ošetření, hodnota pH, přítomnost startovacích kultur a výsledná  $a_w$  u fermentovaných trvanlivých salámů atp.). Při zpracování potravin hraje sůl úlohu jen slabé překážky s ome-

zenou dobou působení. Její význam hraje roli v jistém blokování množení gramnegativních bakterií, které jsou schopné poměrně rychle vyvolat kažení masa, jako jsou např. bakterie rodu *Pseudomonas*.

Přídavek jedlé soli do díla masných výrobků ovlivní hodnotu vodní aktivity následujícím způsobem: Jestliže má čerstvé maso hodnotu  $a_w$  mezi 0,990 a 0,980, po přidavcích 2,5; 3,5 a 4,5 % dusitanové solící směsi do díla pro výrobu trvanlivých fermentovaných salámů se hodnoty  $a_w$  snížily na 0,969; 0,959 a 0,950 (Klettner et al., 1999). Přitom z **Tabulky 3** je zřejmé, že většina původců alimentárních nálezů se ještě množí při hodnotách 0,95. To odpovídá přibližně podílu 4,5 % soli. Snížení přídavku soli

na hladiny 2,0 % a méně tak má za následek vodní aktivitu stále mezi hodnotami 0,98-0,97.

Podle autorů Aaslyng et al. (2014) lze snížit podíl soli v tepelně opracovaných salámech z 2,2 na 1,7 % a u dušených šunek z 2,3 % na 1,8 %, aniž by tím byla negativně ovlivněna údržnost nebo bezpečnost finálních produktů.

## Reformulace masných výrobků a tuk

Tuk v potravinách je důležitým zdrojem energie, obsahuje esenciální mastné kyseliny a jsou v něm rozpuštěné důležité vitaminy (Ham a Bertram, 2017). Tuk v lidské stravě by se měl ideálně podílet na energetickém příjmu mezi 15 a 30 % (Jiménez-Colmenero, 2007). V jídelnič-

**Tabulka 3:** Parametry limitující růst vybraných původců alimentárních onemocnění (pramen: Gareis et al., 2010)

Gram-negativní bakterie	Teplota (°C)	Vodní aktivita $a_w$	Hodnota pH
<i>Salmonella enterica</i>	5,2–46	0,94	4,2–9,5
<i>Campylobacter jejuni</i>	30–47	0,98	4,9–9,0
<i>Escherichia coli</i> O157:H7	8–46	0,95	4,2–9,5
<i>Shigella sonnei</i>	6–47	0,95	4,8–9,0
<i>Yersinia enterocolitica</i>	-1,3–42	0,94	4,2–10,0
<i>Listeria monocytogenes</i>	0–43	0,89	4,5–9,0
<i>Staphylococcus aureus</i>	8–45	0,84	4,5–9,3
<i>Clostridium botulinum</i> , proteolytické typy A, B, F	10–48	0,94	4,6–9,0
<i>Clostridium botulinum</i> , neproteolytické typy B, E, F	3,3–45	0,97	5,0–9,0
<i>Bacillus cereus</i>	5–50	0,91	4,4–9,3



ku moderního člověka bývá ale tuku více a podíl lipidů na energetickém příjmu z potravy dosahuje okolo 36–40 % (*Jiménez-Colmenero et al., 2012*). Dominguez et al. (2017) popsali u skupiny osob konzumujících červené maso při četnosti méně jak 3 porce/týden podíl tuků na energetickém příjmu okolo 33 %, stoupli-li počet porcí na více jak 7/týden, tak se současně zvýšil podíl tuku na 38 %. Schmidt et al. (2015) uvedli ve skupině konzumentů masa podíl tuku na energetickém příjmu okolo 32,0 %, u vegetariánů to bylo 31,5 % a u veganů 30,4 %.

## Mastné kyseliny – významná součást potravinářských tuků

Většina tuku v potravinách včetně masa jsou po chemické stránce tzv. neutrální lipidy – triacylglyceroly, tzn. estery mastných kyselin a glycerolu (*Webb a O'Neill, 2008*). O charakteru tuku rozhoduje zastoupení jednotlivých mastných kyselin (dále jen „MK“), a to délka jejich řetězce a přítomnost či naopak absence dvojných vazeb v molekule. Hlavním znakem chemické struktury MK je přítomnost hydrofilní karboxylové skupiny na jednom konci a dlouhého hydrofobního uhlovodíkového řetězce, který končí methylovou skupinou (*de Oliveira et al., 2017*).

Obecně se rozlišují nasycené MK (dále jen „NMK“) a nenasycené MK. Nenasycené MK obsahují ve své molekule buď pouze jednu dvojnou vazbu, v literatuře se uvádějí také jako tzv. monoenoové MK (MMK), nebo dvě a více vazeb,

v tom případě jde o tzv. polyenoové MK (dále jen „PMK“). V této posledně uvedené skupině se dále rozlišují MK podle polohy první dvojně vazby v uhlovodíkovém řetězci. Jestliže je první dvojná vazba mezi 3. a 4. uhlíkem (počítáno od methylové koncové skupiny), jedná se o MK řady n-3 (omega-3), jestliže je první dvojná vazba mezi 6. a 7. uhlíkem, jde o MK řady n-6 (omega-6), příp. může dvojná vazba začínat mezi 9. a 10. uhlíkem, pak jsou to n-9 MK. Ve skupině PMK jsou zastoupené dvě esenciální MK, a to kyselina linolová (n-6) a kyselina alfa-linolenová (n-3).

Výživová doporučení pro příjem specifických MK uvádějí podíl na energetickém příjmu maximálně 10 % pro NMK, 6-10 % pro PMK a 10-15 % pro MMK. Doporučený poměr mezi PMK a NMK ve výživě má být mezi 0,4 a 1,0 a mezi n-6/n-3 MK by neměl přesáhnout 4,0 (*Jiménez-Colmenero, 2007*). Podle Stark et al. (2016) byl v pradávých dobách poměr n-6/n-3 MK v lidské stravě mezi 2-3 : 1, nyní je 10-20 : 1.

Současná výživa populace v průmyslově rozvinutých zemích je příliš bohatá po energetické stránce, na druhé straně obsahuje málo některých důležitých složek, mimo jiné i MK řady n-3. Snahou o zlepšení tohoto stavu je i úsilí o reformulaci průmyslově vyráběných potravin v zemích EU, ale i dalších vyspělých státech. Zájem je z pohledu reformulace také o kategorii zpracovaných mas, tj. masných výrobků a masných polotovarů.

Změny v podílu a charakteristice tuku v masných výrobcích by mohly zlepšit jejich výživovou hodnotu. Nepochota konzumentů měnit své výživové návyky naznačuje, že existuje značný potenciální trh pro často konzumované výrobky (např. masné výrobky/masné polotovary) a jejich reformulaci (Jiménez-Colmenero, 2007).

kteří lze použít k tomuto účelu, je celá řada, ať už rostlinného původu nebo z mořských produktů (Jiménez-Colmenero, 2007).

Jakákoliv změna v tukové složce se však v receptuře masných výrobků musí provádět velmi obezřetně. Tuk totiž ovlivňuje řadu kvalitativních

**Tabulka 4:** Profily mastných kyselin v běžných tucích a rostlinných olejích (pramen: Stortz et al., 2012)

Druh tuku/oleje	Nasyčené (%)	Monoenové (%)	Polyenové (%)
Kanolový	6	62	32
Sójový	15	23	61
Lněný	9	17	74
Mléčný tuk	62	31	2
Kakaové máslo	60	35	1
Hovězí lůj	37	59	2
Vepřové sádlo	39	49	11

## Reformulace masných výrobků/ masných polotovarů z hlediska obsahu tuku

Reformulace masných výrobků s ohledem na přítomný tuk směřují v současnosti dvěma směry. Ten jednodušší jde cestou prostého snížení podílu tuku ve finálním výrobku. Druhá možnost spočívá v náhradě (zpravidla částečně – v různém rozsahu) přirozeně používaného živočišného tuku (vepřového sádla nebo hovězího loje) jiným tukem, jehož vlastnosti více vyhovují zdravotním doporučením (Keenan et al., 2015). Zdrojů tuku,

vlastností masa a masných výrobků (Brewer, 2012). Přispívá k jejich textuře a chuti a rovněž zvyšuje pocit nasycení během jídla (Ham, Bertram, 2017). Více jak polovina těkavých látek identifikovaných v tepelně upraveném mase má



původ v lipidech, které tak slouží jako primární zdroj chuťově aktivních sloučenin (Brewer, 2012).

Z těchto důvodů snížení podílu tuku v receptuře obvykle doprovází nežádoucí efekty technologických a texturních vlastností (vyšší ztráty při tepelném opracování, zhoršení textury). Jedna ze strategií, která je používána ke snížení obsahu tuku v masných výrobcích, je založená na náhradě tuku ingrediencemi, jako jsou rostlinné nebo živočišné bílkoviny, hydrokoloidy nebo vláknina s cílem získat požadovanou texturu, získat určité funkční vlastnosti nebo ovlivnit složení finálního produktu (Ham, Bertram, 2017).

Náhražky tuku se obecně klasifikují podle jejich složení. Mohou být na bázi bílkovin, na bázi tuku nebo na bázi sacharidů (Brewer, 2012; Samapundo et al., 2015). Technologie zpracování výrobků se v zásadě nemění. Pokud cílí výrobci na snížení podílu tuku ve finálních produktech, pak jednoznačně nejrozšířenější náhražky tuku představují materiály na bázi polysacharidů.

Náhrada přirozeného tuku (tj. vepřového sádla nebo hovězího loje) ve zpracovaném mase („processed meats“) tukovou složkou může být aplikována v podobě tekutého oleje nebo pevného tuku (Jiménez-Colmenero, 2007). V porovnání k standardnímu tuku jatečně upravených těl mají nově použité materiály (rostlinného nebo rybího původu) rozdílné fyzikálně-chemické vlastnosti. Podmínky zpraco-

vání masa se proto musí přizpůsobit tak, aby reformulované výrobky měly požadovanou kvalitu a příliš se nelišily od standardních produktů na trhu.

Postupy použití rostlinných nebo rybích tuků do masných výrobků zahrnují přímou aplikaci tukových složek, inkorporaci v enkapsulované formě nebo v podobě stabilizovaných emulzí (tzv. před-emulgované oleje), či použití tzv. strukturovaných jedlých olejů. Další z možností je přímé použití rostlinných ingrediencí s vyšším podílem tuku.

## Přímá aplikace tekutých olejů

Oleje jsou tekuté za pokojových teplot, nebo dokonce v chladničkách, a proto jejich použití do některých masných výrobků může způsobovat technologické potíže. V zásadě se oleje musí použít ve formě stabilních olejových kapiček, které se navzájem nespojí během tepelné úpravy nebo v průběhu zpracování produktu (Jiménez-Colmenero, 2007). Zhoršilo by to kvalitu finálních výrobků a také snížilo výtěžnost. Díky vyššímu podílu nenasycených MK jsou oleje taky náchylnější k oxidaci.

Do celosvalových masných výrobků byl olej přidáván ve formě mikro-nástříku. Přímou aplikaci oleje do masa se aplikovaly při přípravě hovězích karbanátků. Pro jemně mělněné masné výrobky emulzního typu se doporučuje přidávek oleje ke konci mělničího procesu. Ke zvýšení viskozity se používá olej

při nižších teplotách. Např. olivový olej při  $-6\text{ }^{\circ}\text{C}$  k náhradě 5 % sádla v párcích s nízkým obsahem tuku (*Jiménez-Colmenero, 2007*).

## Aplikace tzv. před-emulgovaných olejů

Obecně se tato metoda používá u olejů, které se dají obtížně stabilizovat. Jedná se o emulzi typu olej-ve-vodě s emulgátorem, nejčastěji bílkovinou jiného původu než z masa (*Youssef, Barbut, 2011*). Připravuje se před vlastní přípravou masného výrobku a jako tuková složka se přidává při vlastním zpracování výrobku.

Oleje jsou stabilizovány/imobilizovány v bílkovinné struktuře (*Jiménez-Colmenero, 2007*). Snižuje se tím riziko separace olejové složky z díla masného výrobku během procesů zpracování, skladování a konzumace. Kromě stability se také snižuje citlivost lipidů k oxidaci. Postup přípravy před-emulgovaných olejů může být následující: 8 dílů horké vody ( $50\text{--}60\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) se smíchá s jedním dílem kaseinátu sodného nebo sójového izolátu po dobu 2 min. Směs se emulguje s 10 díly oleje další 3 min. a následně se vychladí.

Autoři Youssef a Barbut (2011) testovali 12 dávek připravených z mēlněného libového hovězího masa (19,6 % bílkoviny, 5,9 % tuk) s přídatkem hovězího loje (10 %, 17,5 % nebo 25 %), nebo řepkového nízkoerukového (kanolového) oleje (10 %, 17,5 % nebo 25 %), nebo před-emulgovaného kanolového oleje (10 %,

nebo 17,5 %), s použitím kaseinátu sodného, nebo sójového izolátu, nebo syrovátkového bílkovinného izolátu. Pro před-emulgovaný tuk byl použit poměr bílkovina: kanolový olej: voda 0,5 : 8 : 8.

Nejvyšší ztráty způsobené tepelnou úpravou ( $72\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) byly zjištěné u dávek s 10 % hovězího loje, nejnižší potom u dávek s přídatkem 17,5 % před-emulgovaných olejů připravených se sójovou nebo syrovátkovou bílkovinou. Obecně pomohla před-emulgace kanolového oleje bílkovinami sóje nebo syrovátky stabilizovat produkt a dosáhnout nižších ztrát tepelným opracováním. Dávky s před-emulgovaným olejem s využitím kaseinátu sodného vykázaly stejně vysoké ztráty, jako přímé použití kanolového oleje. Autoři vysvětlili nedostatečný efekt kaseinátu sodného v jeho neschopnosti tvořit gel při teplotě tepelného opracování ( $72\text{ }^{\circ}\text{C}$ ). Analýzou texturního profilu byl zjištěn pokles v tuhosti dávek se snižujícím se podílem tuku. Příčinou byla patrně zvyšující se hladina vody, neboť voda vykazuje nižší rezistenci ke kompresi (*Youssef, Barbut, 2011*). Náhrada hovězího loje v popisované studii kanolovým olejem nebo před-emulgovaným kanolovým olejem významně zvýšila tuhost. Šlo o výsledek vytvoření mnohem menších tukových kuliček kanolového oleje, jejichž průměrná plocha byla pouhé 1 % v porovnání k tukovým částicím hovězího loje ( $63\text{ vs. }6\ 101\ \mu\text{m}^2$ ) u jemně mēlněných dávek s podílem 25 % kanolového oleje, nebo 25 % hovězího loje. Větší plocha povrchu

pokrytá bílkovinami vede k vyšší vzájemné vaznosti, a tím vyšší tuhosti (vyšší rezistence ke kompresi, tj. ke stlačení).

Přídavek kanolového oleje nebo před-emulgovaného oleje v porovnání k dávkám s hovězím lojem způsobil vzestup hodnoty světlosti L\*. Důvodem byl opět vyšší povrch jemnějších tukových kapiček oleje, které odrážely více světla (Youssef, Barbut, 2011).

Autoři Delgado-Pando et al. (2011) testovali použití před-emulgovaného oleje jako náhrady vepřového sádla v párcích. Olej byl aplikován v podobě směsi (44,4 % olivový olej, 37,9 % lněný olej, 17,7 % rybí tuk), k emulgaci byl vybrán buď kaseinát sodný, nebo sójový izolát, nebo směs sójového izolátu, enzymu mikrobiální transglutaminázy a kaseinátu sodného. Jednotlivé dávky párků byly připraveny z 2,6 kg masa, 0,5 kg sádla a 0,8 kg vody (kontrola), v testovaných dávkách byla místo sádla použita emulze (0,8 kg) a voda (0,5 kg). Párky byly uchovány 41 dní při 2 °C. Vzorky k analýzám byly odebrány 1., 13., 27. a 41. den.

Ve vzorcích s podílem rostlinného oleje byly prokázány vyšší hodnoty TBARS (číslo kyseliny thiobarbiturové;  $P < 0,05$ ) v porovnání s kontrolou. I když autoři zaznamenali rovněž rozdíly s ohledem na výskyt bakterií i biogenních aminů, párky s reformulovaným tukem nepředstavovaly žádné mikrobiální riziko ve srovnání s kontrolní dávkou.

Forma stabilizované emulze byla použita také jako náhrada 25 % vepřového sádla ve španělských trvanlivých fermentovaných salámech (Valencia et al., 2006). K částečné náhradě sádla použili autoři před-emulgovaný lněný olej (8 dílů vody, 1 díl sójového izolátu, 10 dílů lněného oleje). Vzhledem k vyššímu podílu PMK ve lněném oleji byl do díla salámů aplikován také antioxidant (buthylhydroxytoluen a buthylhydroxyanisol, oba v dávce 100 mg/kg). Salámy byly po 10 dnech fermentace a zrání zabaleny (modifikovaná atmosféra, nebo vakuum) a vzorky k analýze byly odebrány po 2 a 5 měsících skladování. Díky přídavku antioxidantů nebyly zjištěny statisticky významné rozdíly v hodnotách TBARS mezi kontrolní dávkou (75 % libové vepřové a 25 % vepřové sádlo) a testovanými vzorky (náhrada 25 % sádla před-emulgovaným lněným olejem). Forma balení nehrála rovněž žádnou roli. Po 2 měsících byl poměr mezi n-6/n-3 MK v kontrolních dávkách  $> 13$ , zatímco v testovaných šaržích se pohyboval mezi 2,2-2,7 (Valencia et al., 2006). Důvodem byl vyšší podíl MK řady n-3 (ALA) ve lněném oleji.

Podle autorů Muguerza et al. (2001) lze nahradit až 25 % vepřového sádla ve fermentovaných salámech olivovým olejem, aniž by se projevil negativní technologické nebo senzorycké odchylky finálních produktů. V rámci studie byl připraven před-emulgovaný olivový olej (8 dílů horké vody, 1 díl sójového izolátu a 10 dílů olivového oleje) a použit jako částečná

náhrada hřbetního sádla (10; 15; 20; 25 nebo 30 %) v tradičním španělském salámu Chorizo de Pamplona. Podíl tuku ve finálních výrobcích činil 33,9 % (kontrola), v reformulovaných dávkách se pohyboval od 31,3 do 32,5 %, přičemž rozdíly nebyly statisticky významné. U dávky s náhradou sádla 30 % však bylo zaznamenáno během zrání odkapávání tuku z výrobků, což není žádoucí. U finálních výrobků nebyla pozorována žluklá chuť, ani obsah hexanalu se nelišil v reformulovaných dávkách od kontroly. Kontrolní dávka ale vykazovala nejvyšší hodnotu tuhosti i gumovitosti ( $P < 0,05$ ).

## Aplikace enkapsulovaného oleje

Mikroenkapsulace je účinná technika pro zvýšení oxidační stability a k prevenci tepelné degradace MK v olejích bohatých na MK řady n-3 (Heck et al., 2017). Mikroenkapsulací se označuje proces, ve kterém drobné kapičky základního materiálu jsou obaleny mikroenkapsulačním činidlem, jako je alginát nebo syrovátkový protein. Sprejové sušení se ukázalo jako účinná technika ochrany vitaminů, minerálních látek, chuťově aktivních aditivních látek. V případě rybího tuku mikroenkapsulace slouží také

k potlačení zbytkového rybího aromatu a chuti (Keenan et al., 2015).

Mikroenkapsulace olejů usnadňuje jejich aplikaci do potravin, kde je tím oddálena jejich oxidace, maskuje se nežádoucí aroma nebo chuť ve finálních produktech a zlepšuje se také dostupnost MK řady n-3 (Jiménez-Colmenero, 2007).

Autoři Keenan et al. (2015) připravili celkem 40 porcí hovězích burgerů s podílem tuku 40 %. Ve vybraných dávkách byl tuk částečně nahrazen (až do podílu tuku 15 %, tj. do 6 % podílu v celkovém složení burgerů) dvěma komerčními produkty rybího tuku, z nichž jeden byl enkapsulovaný a druhý neenkapsulovaný. Některým dávkám byl aplikován vitamin E v podílu až 0,015 %. Analýzy byly provedené ihned po přípravě burgerů, příp. během jejich skladování (4 °C, baleno v ochranné atmosféře) v délce až 15 dní.

Částečná náhrada tuku rybím olejem zvýšila podíl n-3 MK v burgerech, i když díky vysokému podílu přirozeného tuku dominovaly NMK a MMK. Zajímavé výsledky poskytla analýza hodnoty TBARS. Burgery s obsahem enkapsulovaného tuku měly nižší hodnoty TBARS.



sulovaného rybího tuku vykazaly vyšší stupeň oxidace než jejich protějšky s neenkapsulovaným rybím tukem nebo burgery s podílem přirozeného tuku. Přitom se očekává, že enkapsulace chrání rybí tuk před oxidací. V literatuře se však již objevily výsledky shodné s nálezy autorů této studie. Jako vysvětlení může přicházet do úvahy oxidace tuku již během emulzifikačního procesu před sušením, dále oxidaci mohlo vyvolat samotné sušení v důsledku vyšší teploty a citlivosti PMK k teplu a nakonec přichází do úvahy také velký povrch drobných kapiček mikroenkapsulovaného rybího oleje, který zvyšuje náchylnost tuku k oxidaci (Keenan et al., 2015).

Ztráty při tepelné úpravě (grilování po dosažení vnitřní teploty 72 °C, obrácení každé 3 min) byly nejvyšší u burgerů s neenkapsulovaným rybím tukem, nejnižší u výrobků s enkapsulovaným tukem. Vzorky s podílem pouze přirozeného tuku byly soudržnější než jejich protějšky s podílem rybího tuku. Burgery s nejvyšší mírou substituce přirozeného tuku rybím tukem byly také nejméně tuhé. Výsledky potvrdily, že složení a vlastnosti tuku silně ovlivňují texturu zejména u mělněných masných výrobků.

Senzorické hodnocení prokázalo vyšší přijatelnost kontrolních vzorků posuzovatelů v porovnání k burgerům s parciální náhradou tuku. Někteří hodnotitelé navíc komentovali rybí nebo nepřirozenou chuť a aroma u vzorků s podílem rybího tuku.

Rovněž autoři Heck et al. (2017) testovali možnosti částečné náhrady vepřového sádla v burgerech. Metodou mikroenkapsulace byl zpracován olej chia nebo lněný olej spolu se 2,0% roztokem alginátu sodného a 0,1M chloridem vápenatým. Mikročástice obsahovaly více než 86 % oleje. Připraveny byly vzorky burgerů (5 kg na 1 dávku) s podílem hovězího masa (78,4 %), vepřového sádla (20,0 %), soli (1,5 %) a česneku (0,1 %) – kontrola, zkušební dávky měly nahrazeno 50 % sádla mikročásticemi s obsahem oleje chia nebo lněného oleje. Kulturní zpracování burgerů proběhlo na elektrickém grilu předehřátém na teplotu 150 °C s dosažením vnitřní teploty 72 °C (Heck et al., 2017).

V porovnání s kontrolou (13,4 %) vykazaly zkušební vzorky nižší podíl tuku ( $P < 0,05$ ), a to s podílem mikročástic oleje chia 10,0 %, s mikroenkapsulovaným lněným olejem 11,3 %. V parametrech barvy a' a b' nebyly zjištěné statisticky významné rozdíly mezi kontrolou a oběma zkušebními dávkami ( $P > 0,05$ ), nicméně v dávkách s náhradou sádla olejem byla naměřena vyšší hodnota světlosti L' ( $P < 0,001$ ). Tyto vzorky vykazaly oproti kontrole rovněž vyšší hodnoty soudržnosti ( $P < 0,05$ ). Reformulací tuku došlo ke snížení podílu NMK a MMK, naopak ke zvýšení PMK ( $P < 0,001$ ). Na druhé straně reformulací tuku nastalo zvýšení oxidace lipidů (zvýšení hodnoty TBARS), zejména po tepelné úpravě burgerů ( $P < 0,05$ ). Dávky s podílem mikročástic lněného oleje byly po senzorické stránce přijatelné hodnotiteli (Heck et al., 2017).

## Aplikace oleogelů (organogelů)

Prostá náhrada živočišných tuků v masných výrobcích rostlinnými oleji se dnes používá jen velice málo. Důvodem je zejména vliv na texturu a senzorické vlastnosti finálních reformulovaných výrobků (Gravelle et al., 2012). Přednost se dává tzv. strukturovaným olejům (Barbut et al., 2016a). Strukturování jedlých olejů prostřednictvím přidavku želírujících činidel má velký potenciál pro použití v potravinářství. Takto vzniklé organogely (oleogely) již našly uplatnění ve farmaceutickém průmyslu, ale i v samotném potravinářství.

Oleogel (= organogel) je definován jako organická tekutina zachycená v termo-reverzibilní trojrozměrné gelové síti. Jako želírující látky se pro organogely používají buď polymery, nebo nízkomolekulární organické želírující látky (LMOG z „low molecular weight organogelators“). Pro potravinářství i farmacii mají největší potenciál polymery, a to díky své chemické čistotě a nižší ceně (Storz et al., 2012). Z této skupiny lze uvést např. ethylcelulosu (E 462). Její použití v přípravě oleogelů vyžaduje zahřev až na teplotu 140 °C, což je pro tuto látku hodnota tzv. teploty skelného přechodu. V případě olejů jde o konverzi tekutých tuků do materiálů formy gelu, aniž by se tím modifikovaly jejich chemické vlastnosti (Patel, Dewettinck, 2016).

Barbut et al. (2016) testovali organogel z kanolového oleje a ethylcelulosy v mělněných

masných výrobcích. Byly připraveny jednotlivé dávky z hovězího masa a loje, příp. tukové náhrady. Receptura byla sestavena tak, že dílo obsahovalo 11 % bílkovin a 26 % tuku. Libové hovězí mělo podíl tuku 7,8 %, zbývajících 18,2 % vnesl do díla hovězí lůj (obsah tuku 76,6 %), nebo tekutý kanolový olej, nebo organogel obsahující ethylcelulosu a kanolový olej jako rozpouštědlo. Autoři použili kanolový olej, neboť obsahuje nejnižší podíl NMK v porovnání k jiným rostlinným olejům.

Dílo bylo plněné do celulosových střívek o průměru 32 mm, jednotlivé porce v délce 16 cm (110 g) byly získány ručním přetočením. Tepelné opracování proběhlo dosažením vnitřní teploty 72 °C. Použité organogely byly připraveny s podílem ethylcelulosy (dále jen „EC“) 8, 10, 12 nebo 14 %. V rámci pokusu byly použity organogely rovněž s obsahem povrchově aktivní látky, a to sorbitanmonostearátu (dále jen „SMS“; E 491), a to 1,5 % nebo 3,0 % SMS.

Použití kanolového oleje jako náhrady hovězího loje v jemně mělněných masných výrobcích způsobilo zvýšení tuhosti. Důvodem byly malé kapénky rostlinného oleje dispergované v díle. Tyto malé částice určují, že se kolem nich vytváří větší povrchová oblast bílkovinné membrány (tzv. interfaciální bílkovinný film). Zvyšující se povrchová oblast bílkovinné membrány zvyšuje současně odolnost produktu ke stlačení, a tím zvyšuje jeho tuhost. Organogel použitý v testech měl schopnost zvrátit tento



stav a dávky s podílem organogelu (10 % EC) vykázaly shodnou tuhost jako kontrola s podílem hovězího loje. Strukturné tekuté rostlinné oleje v podobě organogelů tak mohou být použity k náhradě živočišných tuků v masných výrobcích, aniž by byla negativně ovlivněna textura finálních produktů.

Dávky s obsahem organogelů vykázaly nižší ztráty tepelným opracováním, resp. vyšší výťažnost. Na rozdíl od kontrolních dávek však vzorky s podílem organogelu, příp. kanolového oleje, měly vyšší hodnoty světlosti  $L^*$  a nižší hodnoty červené barvy  $a^*$ . Při senzoričtém hodnocení část posuzovatelů detekovala ve vzorcích chemickou příchut', patrně z přítomné EC. Někteří si stěžovali i na žluklou příchut', způsobenou vysokým podílem PMK. Při přípravě organogelu se dosahovalo teplot 140 °C, což vedlo ke zvýšenému oxidativnímu žluknutí. Tento problém byl později odstraněn použitím antioxidantu do oleje před jeho zahřátím.

Párky s přídavkem organogelu připraveného s 8 nebo 10 % EC a 1,5 % SMS vykázaly tuhost, která se statisticky významně nelišila od hodnot kontrolních vzorků vyrobených z hovězího masa a loje, ale byly významně nižší, než se zjistilo u párků s kanolovým olejem. Přídavek SMS ovlivnil texturu a plasticitu organogelu, struktura byla tužší. Ve vzorcích s organogelem s obsahem SMS dvě třetiny hodnotitelů opět detekovaly chemickou příchut'. Tato odchylka se později maskovala pří-

pravkem rozmarýnového oleoresinu (*Barbut et al., 2016a*).

Stejný kolektiv autorů hodnotil použití organogelu při přípravě hruběji mletých produktů z vepřového masa, a to masného polotovaru breakfast sausage (*Barbut et al., 2016b*). Breakfast sausage (BS) byly vyrobeny z vepřového masa z kýty (obsah bílkovin 19,9 %, obsah tuku 8,6 %), z vepřového boku (obsah bílkovin 10,9 %, obsah tuku 36,9 %) a hřbetního sádla (obsah tuku 86,9 %, obsah bílkovin 3,3 %). Jednotlivé dávky BS o váze 2,2 kg byly sestavené tak, aby obsahovaly 14,3 % bílkovin a 20,8 % tuku. V receptuře BS byl podíl 70 % libového masa, které vneslo do dávky 6,4 % tuku. Do 20,8 % podílu tuku v dávkách BS, tj. zbylých 14,4 %, poskytl vepřové sádlo, kanolový olej, nebo organogel na bázi kanolového oleje. Dílo bylo plněné do kolagenních střívek o průměru 23 mm, jednotlivé porce měly délku 10 cm a byly ihned zchlazeny na 5 °C (*Barbut et al., 2016b*).

Analýza texturního profilu vzorků BS ukázala, že použití kanolového oleje v tekuté formě nebo jako organogel mělo za následek pokles tuhosti připravených výrobků v porovnání k BS s vepřovým sádlem. Rozdíly byly statisticky významné. Tyto výsledky byly ale odlišné od nálezů v předešlém testu u jemně mletých výrobků z hovězího masa (*Barbut et al., 2016a*). Důvodem je s největší pravděpodobností velikost tukových částic (kuliček) v hrubě mletě-

ném díle BS ( $> 100 \mu\text{m}$ ), které byly mnohem větší než tukové částice v jemně mletých párcích (průměr  $10 \mu\text{m}$ ). Stejně výsledky v hodnocení tuhosti BS poskytlo i senzorické posouzení. Nicméně následná aplikace povrchově aktivní látky SMS (1,5 %) v kombinaci s 10 %, 12 % nebo 14 % EC způsobila u dávek BS zvýšení tuhosti na úroveň vzorků s vepřovým sádlem. Přídavek SMS totiž zvýšil tuhost organogelů (Barbut *et al.*, 2016b). Nicméně v senzorickém posouzení byly dávky s organogely opět hodnocené jako měkčí v porovnání s kontrolou.

Aplikace organogelů vedla ke snížení hodnoty světlosti  $L^*$  v porovnání k dávkám BS s vepřovým sádlem nebo tekutým kanolovým olejem. Rozdíly byly statisticky významné. Dávky s podílem rostlinného tuku byly méně šťavnaté než ty se sádlem. Protože v rámci testů byly do oleje před jeho přeměnou v organogel přidány antioxidanty butyl hydroxytoluen (BHT) a rozmarýnový oleoresin, nedetekovali hodnotitelé při senzorické analýze odchylky v chuti typu „žluklá“ nebo „chemická“.

Kouzounis *et al.* (2017) použili k přípravě oleogelů do párků jiná želírující činidla, konkrétně monoglyceridy a fytoosteroly. Základem oleogelu byl slunečnicový olej. Kromě preparátu na bázi monoglyceridů (obsah min. 95 %) byla aplikována směs rostlinných sterolů Vegapure 867G ( $\beta$ -sitosterol 60-80 %,  $\beta$ -sitostanol 0-15 %, kampestanol 0-5 %, kampesterol 0-15 %, brassikasterol 0-15 %, ostatní 0-3 %).

Oleogel byl připraven s přídavkem podílu želírujícího činidla 20 % v poměru monoglyceridy/rostlinné steroly 3:1. Důvodem této kombinace byla zkušenost, že pokud jsou fytoosteroly přítomné v malém množství k monoglyceridům, interagují s nimi za tvorby krystalické sítě schopné imobilizovat slunečnicový olej. Zahřátí směsi proběhlo na  $90^\circ\text{C}$  a trvalo 60 min, následovalo zchlazení na teplotu  $18\text{-}20^\circ\text{C}$ .

Byly připraveny dvě receptury párků, jedna s obsahem pouze vepřového sádla (200 g/kg), druhá s náhradou 50 % sádla organogelem. Dílo bylo plněné do kolagenních střívek, tepelné opracování proběhlo na teplotu v jádře  $72^\circ\text{C}$ . Párky s podílem sádla (bez přídavku rostlinného tuku) vykazaly vyšší tuhost, křehkost, gumovitost i žvýkatelnost v porovnání s dávkami s náhradou poloviny sádla oleogelem ( $P < 0,05$ ). Soudržnost a pružnost se mezi vzorky obou receptur nelišily ( $P > 0,05$ ). Instrumentální analýza povrchové barvy zaznamenala vyšší hodnotu světlosti  $L^*$  ( $P > 0,05$ ) vzorků s podílem oleogelu, naopak nižší hodnotu červené barvy  $a^*$  ( $P < 0,05$ ) u těchto dávek. Stejně rozdíly v obou hodnotách byly naměřeny na řezu vzorků ( $P < 0,05$ ). Znamenalo to, že párky s částečnou náhradou vepřového sádla oleogelem byly bledší než párky se standardní recepturou. Výsledky testu TBARS nezjistily statisticky významné rozdíly mezi oběma skupinami vzorků. Přestože párky s podílem rostlinného tuku měly vyšší obsah nenasycených MK, zvolená aplikační forma (tj. oleogel) nevyšla oxidaci lipidů

ani během skladování po dobu 40 dní při 4 °C (vakuové balení). Sensorická analýza nezjistila statisticky významné rozdíly ve vzhledu, pociťu v ústech při žvýkání sousta, chuti a celkové přijatelnosti vzorků ( $P > 0,05$ ). Nicméně párky standardní byly lépe hodnocené v parametru barvy a aroma, naopak párkům s podílem rostlinného oleje hodnotitelé přisoudili lepší šťavnatost (Kouzounis et al., 2017).

Určitou přechodnou formu aplikace představují tzv. hydrogely. V tomto případě je stabilní emulze oleje ve vodě transformována na hydrogel s vysokým podílem vody, a naopak nízkým obsahem tuku. Takto připravené analogy lze použít k přípravě nízkotučných produktů. Alejandre et al. (2017) vyrobili hydrogel s podílem 3 % kappa-karagenanu a 1 % oleje z mořských řas (*Cryptocodinium cohnii*), obsah vody u čerstvě připraveného hydrogelu dosahoval 95,86 %. Tento analog byl aplikován do hovězích burgerů, jejichž základní surovinou bylo hovězí libové maso (roštěnec) a vepřové sádlo (v Tabulka 5 s označením kontrola/S). Kontrolní dávky měly obsah tuku 9 %, v testovaných dávkách (v **Tabulce 5** s označením test/S) bylo sádlo nahrazené hydrogelem. Připravené burgery (9 cm průměr, 1,5 cm výška) byly analyzovány v syrovém stavu i po tepelné úpravě (horkovzdušná trouba 180 °C/8 min; s označením kontrola/T a test/T). Výsledky jsou shrnuty v **Tabulce 5**.

Jak je patrné z **Tabulky 5**, aplikace hydrogelu dokázala snížit podíl tuku v syrových i tepelně upravených burgerech pod 3 %, což dovoluje označení „nízkotučné“ („low-fat“). Oproti kontrolním, standardním dávkám došlo ke snížení podílu tuku o 70 %. V modifikovaných testovaných dávkách je třeba vyzdvihnout příznivý poměr MK n-6/n-3. Sensorickou analýzou byly testované dávky s aplikací hydrogelu vyhodnocené jako přijatelné (Alejandre et al., 2017).

Hydrogel s podílem lněného oleje 40 %, vody 58,5 % a 1,5 % karagenanu testovali jako částečnou náhradu hřbetního sádla v trvanlivých fermentovaných salámech Alejandre et al. (2016). Do oleje byl aplikován polysorbát 80 jako povrchově aktivní látka v koncentraci 0,12 g/100 g emulze. Po přípravě byl gel vychlazen na 4 °C a zpracován do díla následující den.

Byly připraveny 4 dávky (po 6 kg díla), a to kontrola s podílem 75 % libového vepřového masa a 25 % hřbetního vepřového sádla, dále potom 3 testovací dávky, v nichž bylo vepřové sádlo částečně (26,3 %; 32,8 %; 39,5 %) nahrazené připraveným hydrogelem z lněného oleje. Náhrada části sádla ovlivnila chemické složení finálních produktů po zrání. V obsahu vody se nelišily kontrola (29,3 % vody) od dávek s náhradou sádla 26,3 %, ale další dávky vykazovaly podíl vody vyšší (30,9 % a 32,0 %) a tento rozdíl v obsahu vody byl statisticky významný ( $P < 0,05$ ) mezi oběma prvními dávkami a dávkami s vyšší náhradou sádla i mezi poslední jme-

**Tabulka 5:** Složení a hodnoty TBARS v standardních a nízkotučných burgerech (pramen: *Alejandre et al., 2017*)

	Kontrola/S	Kontrola/T	Test/S	Test/T	SEM	Hodnota P
Voda (%)	68,6 <sup>b</sup>	63,6 <sup>a</sup>	77,1 <sup>d</sup>	71,7 <sup>c</sup>	1,0	0,001
Tuk (%)	9,0 <sup>b</sup>	8,8 <sup>b</sup>	2,6 <sup>a</sup>	2,7 <sup>a</sup>	0,7	0,001
Bílkoviny (%)	22,4 <sup>b</sup>	26,4 <sup>c</sup>	18,6 <sup>a</sup>	23,0 <sup>b</sup>	0,6	0,001
Energie (kJ/100 g)	712 <sup>d</sup>	647 <sup>c</sup>	343 <sup>a</sup>	404 <sup>b</sup>	51	0,001
Redukce tuku (%)	-	-	70	70	2	
Redukce energie (%)	-	-	43 <sup>a</sup>	37 <sup>a</sup>	3	
EPA	3,4 <sup>b</sup>	4,1 <sup>b</sup>	2,7 <sup>a</sup>	2,7 <sup>a</sup>	0,2	0,04
DHA	10,5 <sup>a</sup>	11,6 <sup>a</sup>	21,7 <sup>b</sup>	24,3 <sup>b</sup>	2,6	0,001
EPA+DHA	13,5 <sup>a</sup>	14,9 <sup>a</sup>	24,4 <sup>b</sup>	26,9 <sup>b</sup>	2,4	0,04
n-3 MK	68,9 <sup>b</sup>	72,6 <sup>b</sup>	37,5 <sup>a</sup>	34,6 <sup>a</sup>	7,7	0,003
n-6 MK	1 108 <sup>b</sup>	1 091 <sup>b</sup>	268 <sup>a</sup>	264 <sup>a</sup>	144	0,001
n-6/n-3	16,1 <sup>b</sup>	15,0 <sup>b</sup>	7,1 <sup>a</sup>	7,6 <sup>a</sup>	1,1	0,001
PMK	1 116 <sup>b</sup>	1 239 <sup>b</sup>	357 <sup>a</sup>	303 <sup>a</sup>	147	0,001
NMK	3 665 <sup>b</sup>	3 530 <sup>b</sup>	1 146 <sup>a</sup>	1 102 <sup>a</sup>	477	0,001
TBARS	0,87 <sup>b</sup>	0,83 <sup>b</sup>	0,52 <sup>a</sup>	0,59 <sup>a</sup>	0,03	0,001

**Pozn.:** SEM = standardní chyba průměru; rozdílné indexy u jednotlivých parametrů v rámci 1 řádku (a,b) indikují statisticky významné rozdíly ( $P < 0,05$ ); hodnoty MK v mg/100 g produktu; hodnoty TBARS v mg malondialdehydu/100 g tuku.

novanými dávkami navzájem (32,8 % a 39,5 %). Použití hydrogelu způsobilo snížení podílu tuku ve fermentovaných salámech. Kontrolní dávka obsahovala 30,8 g tuku ve 100 g produktu, v reformulovaných dávkách byl zaznamenán pokles podílu tuku o 6; 14 nebo 18 %. Tomu odpovídalo snížení energetické hodnoty o 4; 8 nebo 10 % (*Alejandre et al., 2016*).

Ve iněném oleji použitým pro přípravu hydrogelu bylo zjištěno 58,9 % ALA z celkových MK. Díky tomu se ve finálních trvanlivých salámech změnil podíl n-6/n-3 MK z 10,2 (kontrolní dávka) na 2,5; 1,9 nebo 1,6 v reformulovaných dávkách podle podílu nahrazeného vepřového sádla. Zvýšení obsahu PMK nevedlo k vyšší oxidaci lipidů. Hodnoty TBARS se na konci zrání mezi dávkami lišily jen statisticky nevýznamně ( $P > 0,05$ ). Nicméně v rámci studie byl

analyzován i obsah aldehydů. Rozdíly byly zaznamenány v obsahu hexanalů, ale nebyly statisticky významné ( $P > 0,05$ ). Koncentrace nonanalů byla ale vyšší u dávek s vyšším podílem náhrady vepřového sádla ( $P < 0,05$ ), přičemž dávka s náhradou 39,5 % podílu sádla vykazala nejvyšší obsah nonanalů a tato skutečnost byla patrně také příčinou výrazně silné cizí příchuti u této dávky. Sensorickým vyšetřením byla tato dávka vyhodnocena z hlediska aroma i chuti jako nepřijatelná. Naopak dávka s náhradou sádla ve výši 32,8 % byla sensoricky akceptovatelná (Alejandre et al., 2016).

## Tuk jako součást rostlinných přísad

Jako přísada do masných výrobků byla testována řada surovin rostlinného původu. V některých z nich hraje klíčovou roli tuková složka. Příkladem mohou být vlašské ořechy (Jiménez-Colmenero, 2007). Vlašské ořechy mají obsah tuku 62-68 %, jsou bohatým zdrojem kyseliny olejové (18 % z celkových MK), ale zejména PMK (kyselina linolová 58 %, ALA 12 %), dále vitamínů E, polyfenolů aditivních látek s pozitivním vlivem na lidský organismus.

Autoři Ayo et al. (2007) připravili tři dávky párků, jejichž složení ukazuje **Tabulka 6**. Dílo bylo naplněné do celofánových střívek o průměru 20 mm, tepelné opracování proběhlo do dosažení vnitřní teploty 70 °C.

Laboratorní analýzou bylo zjištěno, že dávka „LF“ s nízkým podílem tuku (6,90 %) obsahovala současně nejvyšší podíl vody (75,03 %). Nejvíce tuku vykazala dávka s ořechy (18,51 %) při současně nejnižší hladině vody (55,77 %). Podíl bílkovin kolísá od 13,40 % (NF) po 16,59 % (WF). Tato dávka měla i nejvyšší podíl minerálních látek (3,14 %).

Zatímco obsah NMK byl v dávkách NF a LF prakticky shodný (38,59 %, resp. 38,65 %), dávka WF vykazala statisticky významně nižší podíl (11,89 %). Stejně byl v této dávce výrazně nižší podíl MMK (18,15 %), ve zbylých dvou dávkách přesáhl podíl MMK z celkových MK 46 %. Naopak podíl PMK dosáhl v dávce WF téměř 70 % z celkových MK, v dávkách NF a LF činil 13,61 % a 15,32 %. Příznivý byl i poměr MK řady n-6 ku n-3 v dávce WF (4,89), zatímco v dávce NF dosáhl hodnoty 13,73 a v LF 15,63.

Reformulace masných výrobků nebo masných polotovarů zahrnuje nejenom snížení podílu sodíku (soli), ale také problematiku tukové složky. Záměrem může být snížení hladiny tuku ve finálním produktu, a tím i celkové energetické hodnoty, nebo částečná náhrada vepřového sádla nebo hovězího loje lipidy s vyšším podílem nenasycených mastných kyselin.

Zatímco před několika lety se reformulace tuku ve výrobku prováděla prostým přidáním rostlinného oleje, příp. rybiho tuku, později následovala aplikace v podobě před-emul-

**Tabulka 6:** Receptura párků (%) s použitím vlašských ořechů jako náhrady vepřového sádla (pramen: Ayo et al., 2007)

Vzorek	Vepřové	Sádlo	Ořechy	Voda	Kaseinát	Sůl	Fosfát	Dusitan
NF	58	20	0	19,3	0	2,5	0,18	0,015
LF	58	4	0	33,3	2	2,5	0,18	0,015
WF	58	0	25	14,3	0	2,5	0,18	0,015

NF=standard, LF=párky s nízkým podílem tuku, WF=párky s přidavkem 25 % vlašských ořechů

govaného nebo mikroenkapsulovaného tuku. V posledních letech se výzkumníci orientují na použití náhradního zdroje tuku ve formě tzv. oleogelů. Úprava aplikační formy tukové náhrady zpravidla omezuje oxidaci citlivých PMK ve finálních výrobcích. Výhodou jsou rovněž jen minimální odchylky v textuře reformulovaných produktů v porovnání se standardními výrobky. Pozornost je však třeba stále věnovat barvě a chuti upravených produktů. V mnoha případech totiž hodnotitelé detekují rozdíly, které snižují přitažlivost reformulovaných produktů pro spotřebitele.

## LITERATURA

Aaslyng, M. D., Vestergaard, C., Koch, A. G. (2014): The effect of salt reduction on sensory quality and microbial growth in hotdog sausages, bacon, ham and salami. *Meat Science*, 96, 47-55.

Alejandre, M., Poyato, C., Ansorena, D., Astiasarán, I. (2016): Linseed oil gelled emulsion: a successful replacer in dry fermented sausages. *Meat Science*, 121, 107-113.

Alejandre, M., Passarini, D., Astiasarán, I., Ansorena, D. (2017): The effect of low-fat beef patties formulated with a low-energy fat analogue enriched in long-chain polyunsaturated fatty acids on lipid oxidation and sensory attributes. *Meat Science*, 134, 7-13.

Alves, L. A. A., Lorenzo, J. M., Gonçalves, C. A. A., Dos Santos, B. A., Heck, R. T., Cichoski, A. J., Campagnol, P. C. B. (2017): Impact of lysine and liquid smoke as flavor enhancers on the quality of low-fat Bologna-type sausages with 50% replacement of NaCl by KCl. *Meat Science*, 123, 50-56.

Ayo, J., Carballo, J., Serrano, J., Olmedilla-Alonso, B., Ruiz-Capillas, C., Jiménez-Colmenero, F. (2007): Effect of total replacement of pork backfat with walnut on the nutritional profile of frankfurtes. *Meat Science*, 77, 173-181.



- Barbut, S., Wood, J., Marangoni, A. (2016a): Potential use of organogels to replace animal fat in comminuted meat products. *Meat Science*, 122, 155-162.
- Barbut, S., Wood, J., Marangoni, A. (2016b): Quality effects of using organogels in breakfast sausage. *Meat Science*, 122, 84-89.
- Bidlas, E., Lambert, R. J. W. (2008): Comparing the antimicrobial effectiveness of NaCl and KCl with a view to salt/sodium replacement. *International Journal of Food Microbiology*, 124, 98-102.
- Brewer, M. S. (2012): Reducing the fat content in ground beef without sacrificing quality: a review. *Meat Science*, 91, 385-395.
- Bucher, T., Müller, B., Siegrist, M. (2015): What is healthy food? Objective nutrient profile scores and subjective lay evaluations in comparison. *Appetite*, 95, 408-414.
- Burgess, C. M., Gianotti, A., Gruzdev, N., Holah, J., Knöchel, S., Lehner, A., Margas, E., Schmitz Esser, S., Sela (Saldinger), S., Tresse, O. (2016): The response of foodborne pathogens to osmotic and desiccation stresses in the food chain. *International Journal of Food Microbiology*, 221, 37-53.
- Capuano, E., van der Veer, G., Verheijen, P. J.J., Heenan, S. P., van de Laak, L. F.J., Koopmans, H. B.M., van Ruth, S. M. (2013): Comparison of a sodium-based and 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.
- Delgado-Pando, G., Cofrades, S. Ruiz-Capillas, C., Solas, M. T., Triki, M., Jiménez-Colmenero, F. (2011): Low-fat frankfurters formulated with a healthier lipid combination as functional ingredient: Microstructure, lipid oxidation, nitrite content, microbiological changes and biogenic amine formation. *Meat Science* 89, 65-71.
- De Oliveira, M. R., Nabavi, S. F., Nabavi, S. M., Jardim, F. R. (2017): Omega-3 polyunsaturated fatty acids and mitochondria, back to the future. *Trends in Food Science & Technology*, 67, 76-92.
- Dominguez, L. J., Bes-Rastrollo, M., Basterra-Gortari, F. J., Gea, A., Barbagallo, M., Martínez-González, M. A. (2017): Should we recommend reductions in saturated fat intake or in red/processed meat consumption? The SUN prospective cohort study. *Clinical Nutrition*, <http://dx.doi.org/10.1016/j.clnu.2017.06.013>
- Downs, S. M., Christoforou, A., Snowdon, W., Dunford, E., Hoejskov, P., Legetic, B., Campbell, N., Webster, J. (2015): Setting targets for salt levels in food: a five-step approach for low- and middle-income countries. *Food Policy*, 55, 101-108.
- Duranton, F., Guillou, S., Simonin, H., Chéret, R., de Lamballerie, M. (2012): Combined use of high pressure and salt or sodium nitrite to control the growth of endogenous microflora in raw pork meat. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 16, 373-380.
- EFSA (2005): Opinion of the Scientific Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies (NDA) on a request from the Commission related to the Tolerable Upper Intake Level of Potassium (Request EFSA-Q-2003-018). *EFSA Journal*, 193, 1-19.
- EFSA (2016): Dietary reference values for potassium. *EFSA Journal*, 14 (10): 4592.

- Gandhi, M., Chikindas, M. L. (2007): *Listeria*: a foodborne pathogen that knows how to survive. *International Journal of Food Microbiology* 113, 1–15.
- Gareis, M., Kabisch, J., Pichner, R., Hechelmann, H. (2010): Vorkommen von Lebensmittelinfektionserregern in Minisalamis (Occurrence of food borne pathogens in minisalamis). *Fleischwirtschaft*, 90 (4), 179–183.
- Gou, P., Guerrero, L., Gelabert, J., Arnau, J. (1996): Potassium Chloride, Potassium Lactate and Glycine as Sodium Chloride Substitutes in Fermented Sausages and in Dry-cured Pork Loin. *Meat Science*, 42, 37–48.
- Gravelle, A. J., Barbut, S., Marangoni, A. G. (2012): Ethylcellulose oleogels: Manufacturing considerations and effects of oil oxidation. *Food Research International*, 48, 578–583.
- Gutierrez, C., Abee, T., Booth, R. (1995): Physiology of the osmotic stress response in microorganisms. *International Journal of Food Microbiology*, 28, 233–244.
- Han, M., Bertram, H. C. (2017): Designing healthier comminuted meat products: Effect of dietary fibers on water distribution and texture of fat-reduced meat model system. *Meat Science*, 133, 159–165.
- Heck, R. T., Vendruscolo, R. G., Etchepare, M. A., Cichoski, A. J., Menezes, C. R., Barin, J. S., Lorenzo, J. M., Wagner, R., Campagnol, P. C. B. (2017): Is it possible to produce a low-fat burger with a healthy n-6/n-3 PUFA ratio without affecting the technological and sensory properties? *Meat Science*, 130, 16–25.
- Horita, C.N., Morgano, M.A., Celeghini, R.M.S., Pollonio, M.A.R. (2011): Physico-chemical and sensory properties of reduced-fat mortadella prepared with blends of calcium, magnesium and potassium chloride as partial substitutes for sodium chloride. *Meat Science*, 89, 426–433.
- Horita, C.N., Messias, V.C., Morgano, M.A., Hayakawa, F.M., Pollonio, M.A.R. (2014): Textural, microstructural and sensory properties of reduced sodium frankfurter sausages containing mechanically deboned poultry meat and blends of chloride salts. *Food Research International*, 66, 29–35.
- Hystead, E., Diez-Gonzales, F., Schoenfluss, T. C. (2013): The effect of sodium reduction with and without potassium chloride on the survival of *Listeria monocytogenes* in cheddar cheese. *Journal of Dairy Science*, 96, 6172–6185.
- Jiménez-Colmenero, F. (2007): Healthier lipid formulation approaches in meat-based functional foods. Technological options for replacement of meat fats by non-meat fats. *Trends in Food Science & Technology*, 18, 567–578.
- Kameník, J., Saláková, A., Vyskočilová, V., Pechová, A., Haruštiaková, D. (2017): Salt, sodium chloride or sodium? Content and relationship with chemical, instrumental and sensory attributes in cooked meat products. *Meat Science*, 131, 196–202.
- Keenan, D. F., Resconi, V. C., Smyth, T. J., Boinestean, C., Lefranc, C., Kerry, J. P., Hamill, R. M. (2015): The effect of partial-fat substitutions with encapsulated and unencapsulated fish oils on the technological and eating quality of beef burgers over storage. *Meat Science*, 107, 75–85.
- Klettner, P. G., Rödel, W., Hofmann, K. (1999): Bedeutung der minimalen Wasserbindung bei schnittfester Rohwurst. *Fleischwirtschaft*, 79 (9), 112–117.
- Kloss, L., Meyer, J. D., Graeve, L., Vetter, W. (2015): Sodium intake and its reduction by food reformulation approaches in meat-based functional foods. *Trends in Food Science & Technology*, 18, 567–578.



mulation in the European Union—a review. *NFS Journal*, 1, 9-19.

van Langeveld, A. W. B., Gibbons, S., Koelliker, Y., Civille, G. V., de Vries, J. H. M., de Graaf, C., Mars, M. (2017): The relationship between taste and nutrient content in commercially available foods from the United States. *Food Quality and Preference*, 57, 1-7.

Lorenzo, J. M., Bermúdez, R., Domínguez, R., Gutitto, A., Franco, D., Purriños, L. (2015): Physicochemical and microbial changes during the manufacturing process of dry-cured *Iacón* salted with potassium, calcium and magnesium chloride as a partial replacement for sodium chloride. *Food Control*, 50, 763-769.

Marotta, G., Simeone, M., Nazzaro, C. (2014): Product reformulation in the food system to improve food safety. Evaluation of policy interventions. *Appetite*, 74, 107-115.

Mhurchu, C. N., Capelin, C., Dunford, E. K., Webster, J. L., Neal, B. C., Jebb, S. A. (2011): Sodium content of processed foods in the United Kingdom: analysis of 44,000 foods purchased by 21,000 households. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 93, 594-600.

Mitchell, M., Brunton, N. P., Wilkinson, M. G. (2013): The influence of salt taste threshold on acceptability and purchase intent of reformulated reduced sodium vegetable soups. *Food quality and Preference*, 28, 356-360.

Muguerza, E., Gimeno, O., Ansorena, D., Bloukas, J. G., Astiasarán, I. (2001): Effect of replacing pork backfat with pre-emulsified olive oil on lipid fraction and sensory quality of Chorizo de Pamplona—a traditional Spanish fermented sausage. *Meat Science* 59, 251-258.

Neacsu, M., Vaughan, N., Raikos, V., Multari, S.,

Duncan, G. J., Duthie, G. G., Russell, W. R. (2015): Phytochemical profile of commercially available food plant powders: their potential role in healthier food reformulations. *Food Chemistry*, 179, 159-169.

NICE (2010): Cardiovascular disease prevention. National Institute for health and Care Excellence, Spojené Království. Dostupné na: <https://www.nice.org.uk/guidance/ph25/chapter/1-Recommendations>

Patel, A. R., Dewettinck, K. (2016): Edible oil structuring: an overview and recent updates. *Food & Function*, 7, 20-29.

Paulsen, M., Nys, A., Kvarberg, R., Hersleth, M. (2014): Effects of NaCl substitution on the sensory properties of sausages: Temporal aspects. *Meat Science*, 98, 164-170.

Ruusunen, M., Puolanne, E. (2005): Reducing sodium intake from meat products. *Meat Science*, 70, 531-541.

Sallam, K. I., Samejima, K. (2004): Microbiological and chemical quality of ground beef treated with sodium lactate and sodium chloride during refrigerated storage. *LWT— Food Science and Technology*, 37, 865-871.

Samapundo, S., Xhaferi, R., Szczepaniak, S., Goemare, O., Steen, L., Paelinck, H., Devlieghere, F. (2015): The effect of water soluble fat replacers and fat reduction on the growth of *Lactobacillus sakei* and *Listeria monocytogenes* in broth and pork liver paté. *LWT— Food Science and Technology*, 61, 316-321.

Schmidt, J. A., Rinaldi, S., Ferrari, P., Carayol, M., Achaintre, D., Scalbert, A., Cross, A. J., Gunter, M. J., Fensom, G. K., Appleby, P. N., Key, T. J., Travis, R. C. (2015): Metabolic profiles of male meat eaters, fish eaters, vegetarians, and vegans from the EPIC-Oxford

cohort. *American Journal of Clinical Nutrition*, 102, 1518-26.

Shan, L. C., De Brún, A., Henchion, M., Li, C., Murrin, C., Wall, P. G., Monahan, F. J. (2017): Consumer evaluations of processed meat products reformulated to be healthier—a conjoint analysis study. *Meat Science*, 131, 82-89.

Silow, C., Axel, C., Zannini, E., Arendt, E. K. (2016): Current status of salt reduction in bread and bakery products—a review. *Journal of Cereal Science*, 72, 135-145.

Sleator, R. D., Hill, C. (2007): Food reformulations for improved health: a potential risk for microbial safety? *Medical Hypotheses*, 69, 1323-1324.

Stark, A. H., Reifen, R., Crawford, M. A. (2016): Past and Present Insights on Alpha-linolenic Acid and the Omega-3 Fatty Acid Family. *Critical reviews in Food Science and nutrition*, 56, 2261-2267.

Steffensen, I.-L., Frølich, W., Dahl, K. H., Iversen, P. O., Lyche, J. L., Laugsand Lillegard, I. T., Alexander, J. (2018): Benefit and risk assessment of increasing potassium intake by replacement of sodium chloride with potassium chloride in industrial food products in Norway. *Food and Chemical Toxicology*, 111, 329-340.

Stortz, T. A., Zetzl, A. K., Barbut, S., Cattaruzza, A., Marangoni, A. G. (2012): Edible oleogels in food products to help maximize health benefits and improve nutritional profiles. *Lipid Technology*, 24 (7), 151-154.

Tobin, B. D., O'Sullivan, M. G., Hamill, R. M., Kerry, J. P. (2012): Effect of varying salt and fat levels on the sensory and physiochemical quality of frankfurters. *Meat Science*, 92, 659-666.

Tobin, B. D., O'Sullivan, M. G., Hamill, R. M., Ker-

ry, J. P. (2013): The impact of salt and fat level variation on the physiochemical properties and sensory quality of pork breakfast sausages. *Meat Science*, 94, 438-446.

Triki, M., Herrero, A. M., Jiménez-Colmenero, F., Ruiz-Capillas, C. (2013): Storage stability of low-fat sodium reduced fresh merguez sausage prepared with olive oil in konjac gel matrix. *Meat Science*, 94, 438-446.

Valencia, I., Ansorena, D., Astiasarán, I. (2006): Stability of linseed oil and antioxidants containing dry fermented sausages: a study of the lipid fraction during different storage conditions. *Meat Science* 73, 269-277.

Webb, E. C., O'Neill, H. A. (2008): The animal fat paradox and meat quality. *Meat Science*, 80, 28-36.

Woodward, E., Eyles, H., Mhurchu, C. N. (2012): Key opportunities for sodium reduction in New Zealand processed foods. *Australian and New Zealand Journal of Public Health*, 36, 84-89.

Youssef, M. K., Barbut, S. (2011): Fat reduction in comminuted meat products—effects of beef fat, regular and pre-emulsified canola oil. *Meat Science*, 87, 356-360.

Zandstra, E., Lion, R., Newson, R. S. (2016): Salt reduction: Moving from consumer awareness to action. *Food Quality and Preference*, 48, 376-381.



## Inovace receptur v cukrovinkářském průmyslu

Čopíková J.

Cukrovinky, kakaový prášek a směsi kakaa s cukrem, čokoláda a čokoládové výrobky jsou potraviny, které musí splňovat požadavky zákona č. 110/1997 Sb., o potravinách a tabákových výrobcích a o změně a doplnění některých souvisejících zákonů, ve znění pozdějších předpisů. Čokoláda je první potravinářský produkt, který byl definován první směrnici o potravinách v Evropském hospodářském společenství v roce 1973, přičemž československá státní norma byla v té době plně v souladu s touto směrnicí. Poslední legislativní změny týkající se cukrovinek a čokolády jsou zpracovány ve vyhlášce č. 76/2003 Sb., kterou se stanoví požadavky pro přírodní sladidla, med, cukrovinky, kakaový prášek a směsi kakaa s cukrem, čokoládu a čokoládové bonbony, ve znění vyhlášky č. 43/2005 Sb. V tabulkách k této vyhlášce je popsáno členění výrobků na skupiny a podskupiny a jejich fyzikální a chemické vlastnosti. Vzhledem k tomu, že zvláště čokoláda, a v menší míře cukrovinky jsou legislativně jednoznačně definovány, je pak nutné zvážit, zda změny v recepturách ještě odpovídají legislativním požadavkům na složení čokolád a cukrovinek (**Tabulka 7**) (Čopíková, 1999).

Změny v sortimentu a receptur čokoládových výrobků a cukrovinek mají jednak komerč-

ní důvod, což je snaha producentů přicházet s novými výrobky a dále je to snaha, jak v populárních potravinách zvýšit příjem důležitých složek, jako jsou vitaminy, vláknina nebo mléčné bílkoviny. V neposlední míře se projevuje směr rozšíření sortimentu čokoládových výrobků a cukrovinek tak, aby byly tyto výrobky přijatelné pro konzumenty s určitou dietou. Dále se objevuje snaha vrátit se k místním recepturám a potom se může projevit zájem konzumentů o cukrovinky s orientálními nebo nezvyklými přísadami. Takže je možné shrnout, že pokud se zkoumají nebo vyrábějí čokoládové výrobky a cukrovinky s novým složením, pak tyto potraviny nabízejí následující benefity:

1. Čokoládové výrobky a cukrovinky mají zvýšený obsah vitaminů, antioxidantů a minerálních látek. Tento požadavek mohou nejlépe splňovat cukrovinky např. typu kandytů, karamel a želé.
2. Čokoládové výrobky a cukrovinky mají sníženou energetickou hodnotu, to znamená, obsahují méně cukrů a tuků. Tento požadavek může splňovat nejspíše želé.
3. Čokoládové výrobky a cukrovinky určené pro určitou dietu. Zde se jedná o náhradu sacharosy alkoholickými cukry (polyoly) nebo přídatnými látkami jako jsou přírodní

sladké látky typu steviosid. Do této skupiny také patří výrobky bez laktosy nebo lepku.

4. Také je třeba zmínit výrobky, které se vykazují zvýšenou energetickou hodnotou, což jsou výrobky určené pro osoby požadující zvýšený příjem energie, a to může být zrovna čokoláda s tradiční recepturou.
5. Také se objevují nové receptury potravin, rovněž tak v případě čokolády a cukrovinek, které jsou odezvou na oblibu exotických chutí a vůní nebo místních tradičních zvyklostí (Jeffery, 2004).



**Tabulka 7:** Složení čokolád [%] - Příloha č. 9 k vyhlášce č. 76/2003 Sb.

**Tabulka 1** - Fyzikální a chemické požadavky na jakost

Druh	Obsah kakaového másla	Obsah tukuprosté kakaové sušiny	Obsah celkové kakaové sušiny	Obsah mléčného tuku	Obsah celkového tuku *)	Obsah mléčné sušiny	Obsah mouky nebo škrobu
Čokoláda (hořká čokoláda)	18	14	35	-	-	-	-
mléčná čokoláda	-	2,5	25	3,5	25	14	-
Family mléčná čokoláda	-	2,5	20	5	25	20	-
Bílá čokoláda	20	-	-	3,5	-	14	-
Chocolate a la taza	18	14	35	-	-	-	nejvýše 8
Chocolate familiar a la taza	18	12	30	-	-	-	nejvýše 18



Při návrhu nové receptury je potřeba zvážit technologické podmínky výroby čokolády nebo cukrovinek. Je možné shrnout, že technologie čokolády probíhá při teplotách až do 80 °C, takže teoreticky je možné přidávat nutričně výhodné látky, ale tento produkt, tj. čokoláda, vzhledem k legislativě moc možností, jak měnit složení nemá. Mnohem více možností nastává při tvorbě receptury tyčinek s určitým podílem čokolády. Při výrobě cukrovinek typu kandytů nebo karamel, jak fudge, tak toffee je třeba brát v úvahu průběh teplot, které se pohybují přes 100 °C až do 160 °C, což vylučuje přidávek látek, které se při vyšší teplotě rozkládají. V případě želé je situace mnohem příznivější, protože technologické teploty jsou ve srovnání s kandyty nižší.

## Čokoláda

Čokolády, které jsou běžně na trhu, mají energetickou hodnotu od 2100 kJ/100 g do 2650 kJ/100 g. Vyšší energetickou hodnotu (2300–2650 kJ/100 g) mají čokolády se sníženým obsahem sacharosu a tím pádem s vyšším obsahem tuku, to jsou čokolády s označením extra hořká, 70 % kaka a apod. Protože tyto čokolády mají vyšší obsah celkové kakaové sušiny, tak také obsahují více methylxantinů, které mají povzbuzující účinky na lidský organismus, a polyfenolů s antioxidačními účinky.

V podstatě je problémem snížit obsah tuku v čokoládě, protože kakaové máslo je možné

do 5% hmotnosti čokolády nahradit ekvivalentem se stejným složením jako je kakaové máslo, ale není možné tuk nahradit například polydextrousou. Náhrada tuku tudíž není možná z legislativních důvodů, avšak ani z technologických. Pokud však čokoláda se sníženým obsahem tuku v receptuře byla podrobena elektrickému poli ve směru toku, pak kulovité částice dostávají protáhlý tvar a čokoláda má vhodné reologické vlastnosti (Tao, 2016).

Mléčná čokoláda může obsahovat 14 až 25 % mléčných součástí. Záleží na tom, zda se k výrobě používá sušené mléko s 25–26 % mléčných bílkovin nebo odtučněné mléko s 35 až 36 % bílkovin. V receptuře mléčné čokolády může být použita sušená syrovátka, přibližně do 2 %, což vede ke zvýšenému obsahu mléčných bílkovin.

Čokolády, které jsou vhodné pro určité diety, obsahují polyoly, jako jsou glucitol, laktitol nebo maltitol. Polyoly mají obecně nižší sladivost a potom receptury mohou obsahovat sladidlo acesulfam.

Čokoláda obsahuje kolem 1 % emulgátoru, buď samotný lecitín nebo kombinaci lecitínu s emulgátorem typu polyglycerolpolyricinoleát. Díky emulgátorům je možné snížit obsah tuku v čokoládě a omezuje se také tukový výkvět na povrchu výrobku. Poslední dobou vzniká požadavek na čokoládu bez polyglycerolpolyricinoleátu, případně rovněž bez emulgátorů vůbec.

Lecitin se používal výhradně sójový, což je rovněž pro některé spotřebitele nepřijatelné, takže se také používá lecitín vaječný.

V každém případě samotná čokoláda je bohatý zdroj energie s vyrovnanou chutí a tím je vhodnou potravinou pro osoby požadující zvýšený příjem energie, jako jsou například sportovci, těžce pracující a vojáci v bojovém nasazení.

V případě náplňových čokolád a dalších čokoládových cukrovinek je možné uplatnit ve výrobku sušené ovoce nebo ořechy obsahující omega mastné kyseliny.

Jako poslední změny v recepturách čokolády a čokoládových náplňových cukrovinek je možné zmínit aplikaci exotického koření, léčivých bylinek, extraktů chmele, sušeného konoří, sušených hub typu *Pleurotus sp.* a dokonce sušených cvrčků. Potom je však třeba zvážit, zda se ještě jedná o čokoládu.

## Čokoládové a cereální tyčinky

Tyčinky jsou vlastně dvojího druhu, různé náplně máčené čokoládou nebo cereální tyčinky, které také mohou být máčené čokoládou. Tento typ cukrovinek nabízí nepřeberné možnosti, jak sestavovat a inovovat receptury. Výživově vyvážené tyčinky mají mít energetický poměr 40:30:30 složený ze sacharidů, tuku a bílkovin. V tyčinkách se mohou uplatňovat

polyoly, tuky se žádoucím složením mastných kyselin a jako bílkoviny se v receptuře tyčinek vyskytují mléčné proteiny, sója, našlehaný vaječný bílek a želatina. Součástí tyčinek je také obilná vláknina, sušené ovoce, ořechy a různá semena, například sezamová. Tyčinky mohou být obohacovány vitaminy a tak být také zdrojem vitamínu A, vitamínu D, zinku a vápníku. Čokoládové nebo cereální tyčinky slouží k rychlému nasycení během dne a tudíž mohou na základě svého složení být vhodným zdrojem bílkovin, vitaminů a dalších nutričně důležitých látek.

## Kandyty a karamely

Kandyty jsou hmota vyrobená z cukru a glukosového sirupu a s nízkým obsahem vody, ideálně kolem 1 %, většinou okyselená, obarvená a s různou příchutí. V současné době se k barvení těchto cukrovinek používají téměř výhradně přírodní barviva. Již delší dobu se receptury kandytů obohacují vitamínem C do 1 % a objevují se doporučení obohacovat současnou recepturu zinkem, který se může přidávat ve formě glukonátu zinečnatého, soli rozpustné ve vodě. Obohacení zinkem by se mělo řídit doporučením maximální denní dávky pro děti a dospělé.

Hmotnostní poměr cukru a glukosového nebo maltosového sirupu v receptuře závisí na výrobcí a technologickém zařízení, přibližně 40 kg glukosového sirupu a 60 kg sacharosy, Obě cukerné složky jak sirupy, tak cukr, mo-

hou být nahrazovány alkoholickými cukry, polyoly. Nejčastěji se používají glucitol, maltitol a isomalt, které mohou tvořit celkovou hmotu cukrovinky. Ochucování, barvení a fortifikace cukrovinek vyrobených z polyolů je stejné jako u klasických kandytů, avšak cukrovinky z polyolů jsou určeny především diabetikům, mají nižší energetickou hodnotu a způsobují menší kazivost zubů. Zejména kandyty s náplní spolu s komprimáty a žvýkačkami mohou sloužit jako zdravotní cukrovinky, pokud součástí receptury jsou extrakty z celé řady léčivých bylin a tato řada se v současné době stále rozšiřuje, například o extrakt z levandule nebo echinacey. Náplň v kandytech pak může být vhodnou kombinací solí zinku a extraktů proti kašli (<https://ods.od.nih.gov/>, staženo 18. 2. 2019).

## Karamely

Karamely typu fudge a toffee mají recepturu složenou z cukru, glukosového sirupu, kondenzovaného mléka, tuku a emulgátoru. Obohacování cukrovinek vápníkem, což je často deficitní prvek v lidském organismu, je velmi problematické, ale právě karamely typu fudge se daří obohacovat vápníkem ve formě glukonátu vápenatého.

## Želé

Cukrovinky typu želé obsahují sacharosu, glukosový nebo maltosový sirup a želírující látku. Obsah vody v želé se pohybuje kolem 20 %. Vzhledem k tomu, že technologické teploty jsou u želé nižší než u kandytů, mohou být tyto cukrovinky obohacovány nejenom vitamínem C, vitamínem A, který je tepelně nestálý a ale také vitamínem D, který se rychle rozkládá v oxidačním prostředí. Receptury želé mohou jako želírující prostředek obsahovat různé typy škrobu, pektin, gellan, agar nebo želatinu: v závislosti na složení, pektin nebo gellan, potřebují ke tvorbě gelu vápník. Ovocné želé může navíc být připraveno s určitým podílem ovocných šťáv nebo může obsahovat sušené ovoce nebo ovocnou dř (Richmond, 2015).

Závěrem této kapitoly je však třeba shrnout, že čokoláda a cukrovinky stojí pro všechny obyvatele naší planety na vrcholu potravinové pyramidy (Lachance, 2005), takže pouze u náročných energetických výdajů je vhodným zdrojem energie čokoláda. Cukrovinky s vysokým obsahem bylinných extraktů se mohou příznivě uplatnit při nachlazení.



## Literatura

Čopíková J. (1999), Technologie čokolády a cukrovinek. Skriptum VŠCHT Praha, ISBN 80-7080-365-7.

Jeffery S.M. (2004), „Functional Confectionery Technology“ The Manufacturing Confectioner 84 (8), 47-57.

Lachance P.A., Fisher M.C. (2005), „Reinvention of the Food Guide Pyramid to Promote Health“, Advances in Food and Nutrition Research, 49, 1-39

Richmond W. (2015), Pure Fruit, Pectin and Agar Jellies“ The Manufacturing Confectioner 95 (3), 43-52.

Tao R. a kol. (2016), „Electrorheology leads to healthier and tastier chocolate“ PNAS 113(5), 7399-7402





## Reformulace mléčných výrobků

Čurda L., Štětina J.

Mléko svým složením představuje téměř ideální potravinu. Obsahuje všechny základní živiny, minerální látky, vitaminy – ovšem v zastoupení, které je optimální pro mládě daného živočicha (**Tabulka 8**).

**Tabulka 8:** Průměrné složení kravského, koziho a ovčího mléka – hlavní složky a vybrané minerální látky a vitaminy na 100 g mléka (upraveno podle Muehlhoff et al., 2013)

Složka	Kravské mléko	Kozí mléko	Ovčí mléko
Energie (kJ)	262	270	420
Voda (g)	87,8	87,7	82,1
Bílkoviny (g)	3,3	3,4	5,6
Tuk (g)	3,3–4,0	3,9	6,4
Laktosa (g)	4,7	4,4	5,1
Popeloviny (g)	0,7	0,8	0,9
Vápník (mg)	112	118	190
Fosfor (mg)	91	100	144
Draslík (mg)	145	202	148
Sodík (mg)	42	44	39
Zinek (mg)	0,4	0,3	0,6
Železo (mg)	0,1	0,3	0,1
Retinol (μg)	35	45	64
Karoten (μg)	16	stopy	stopy
Vitamin a (μg RE)	37	48	64
Vitamin E (mg)	0,08	0,05	0,07
Vitamin D (μg)	0,2	0,1	0,2
Riboflavin (mg)	0,2	0,1	0,3
Vitamin B12(μg)	0,51	0,07	0,66
Vitamin C (mg)	1,0	1,1	4,6

Mléko je výchozí surovinou pro celou řadu produktů, možnosti jejich reformulace spočívají především v úpravě zastoupení základních živin tuku, sacharidů a bílkovin, snížení obsahu soli a fortifikace vybranými minerálními látkami nebo vitaminy. Tímto způsobem mléčné výrobky přizpůsobit potřebám různým skupinám osob se specifickými požadavky, např. pro seniory, osoby s laktosovou intolerancí.

### Fortifikace mléka a mléčných nápojů

Reformulace konzumního mléka je do určité míry omezena, protože podle nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) č. 1308/2013, kterým se stanoví společná organizace trhů se zemědělskými produkty a zrušují nařízení Rady (EHS) č. 922/72, (EHS) č. 234/79, (ES) č. 1037/2001 a (ES) č. 1234/2007, nelze až na výslovné uvedené výjimky z mléka nic odebírat ani přidávat.

Tyto výjimky zahrnují:

- úpravu obsahu mléčného tuku (plnotučné mléko nejméně 3,5 %, polotučné nejméně 1,5 % a nejvýše 1,8 %, odstředěné nejvýše 0,5 %). Konzumní mléko může mít i jiný obsah tuku, musí být jasně uveden na obalu;
- obohacení mléka přísadkami mléčných bílkovin, minerálních solí nebo vitaminů v souladu s nařízením (EU) č. 1925/2006 o přidávání vitaminů a minerálních látek a některých dalších látek do potravin (dále jen „nařízení (EU) č. 1925/2006“). Přidávají-li se bílkoviny, musí být jejich obsah v obohaceném mléku nejméně 3,8 % (m/m);
- snížení obsahu laktosy přeměnou na glukosu a galaktosu.

Pestrá strava by měla za normálních okolností zajistit dostatečný příjem všech živin. Změny ve způsobu života však nabízejí možnost reformulace i u základních potravin, jako je konzumní mléko. Tato reformulace může spočívat ve fortifikaci, kterou je míněn proces záměrného zvyšování obsahu esenciálních mikroživin, jako jsou vitaminy, minerální látky a stopové prvky v potravinách. Takto upravené potraviny zlepšují jejich výživovou hodnotu a příznivě ovlivňují zdravotní stav konzumenta. U konzumního mléka lze považovat za žádoucí fortifikaci vitaminem D. Přirozený obsah v mléce je nízký a značně variabilní v závislosti na způsobu chovu dojníc. Celkový příjem z potravy je u nás nízký a rovněž syntéza vitaminu D3 (cholecalciferolu) je v důsledku dlouhodobého pobytu

v uzavřených prostorech, znečištění atmosféry a používání krémů s vysokým ochranným faktorem rovněž nedostatečná. Denní referenční hodnota je 5 µg (nařízení (EU) č. 1169/2011). Podle panelu EFSA (2016) je adekvátní příjem pro dospělé a děti od 1 roku 15 µg/den. Fortifikace mléka vitaminem D je běžná v některých státech – v Kanadě je povinná pro mléko a margariny, v USA je fortifikace dobrovolná, ale většina mléka je obohacena. Fortifikované mléko se objevilo také na našem trhu a v jedné porci 200 ml obsahuje 30 % denní dávky vitaminu D. Je žádoucí větší rozšíření fortifikace vitaminem D, zejména v zimním období kvůli nedostatku UVB záření. Fortifikace v případě zahuštěných nebo sušených mléčných výrobků musí nejvýše přípustné množství přidávané látky odpovídat maximu, které je stanoveno pro produkt určený ke spotřebě (nařízení (EU) č. 1925/2006). Pokud je fortifikace prováděna správně, hypervitaminosa z potravin by konzumentům neměla hrozit – horní limit je stanoven na 100 µg/den. Pro fortifikaci se používá obvykle cholecalciferol ve formě koncentráту v oleji nebo v kombinaci s emulgátorem, kdy je dispergovatelný ve vodě. Vitamin je obvykle přidáván po standardizaci tuku před tepelným ošetřením vsádkově nebo kontinuálně dávkovacím čerpadlem. Zařazení homogenizace je vhodné až po přidávku vitaminu. Vitamin D je stabilní při zářevu i při skladování (Yeh *et al.*, 2017). Při fortifikaci je nutné dbát na správné dávkování (vhodné dávkovací zařízení, zajištění homogenní koncentrace v celém objemu, vyloučení lidské chyby).

U mléka lze uvažovat i o dalších možnostech fortifikace – vitamínem A, dále minerálními látkami (Ca, Mg, Fe, I). K reformulaci lze s výhodou užít i izolované složky mléka, které jsou následně přidány v koncentrované formě. Nosičem minerálních látek tak mohou být např. fosfopeptidy získané z kaseinu. Obohacení mléčných výrobků železem je rovněž žádoucí, vzhledem k poměrně vysokému výskytu anemie. Podle údajů WHO (*De Benoist et al., 2008*) je globální prevalence anémie 24,8 %, nejvíce jsou sice postiženy rozvojové země, ale i v Evropě jsou anémií v souvislosti s nedostatkem železa některé skupiny obyvatel značně ohroženy (předškolní děti, těhotné ženy, ženy v reprodukčním věku obecně). Ohroženi jsou také vegetariáni s ohledem na minimální vstřebatelnost železa z rostlinných zdrojů. Horší asimilace železa rovněž souvisí s vyšší konzumací mléka a mléčných výrobků v důsledku interakce železa s fosfátovými skupinami kaseinu. Asimilaci železa zvyšuje současně obohacení vitamínem C, výhodná je z hlediska dostupnosti železa také kombinace s prebiotiky a probiotiky. Fortifikace železem je však poměrně komplikovaná. Některé sloučeniny mohou urychlovat oxidaci lipidů, způsobovat nežádoucí zbarvení nebo mají nevhovující senzorycké vlastnosti. Vysokou využitelnost vykazuje železo vázané v laktoferinu, pro fortifikaci běžných výrobků jde však o nákladný způsob. Dobrou dostupnost vykazuje také mléčan a fumarát železnatý, který je však špatně rozpustný. U kojenecké výživy, kde je zvýšený obsah nenasycených

masných kyselin náchylných na oxidaci, je vhodné enkapsulaci nebo stabilní komplexní sloučeniny železa. Pro enkapsulaci železnatých sloučenin lze využít micely na bázi fosfolipidů nebo složené emulze.

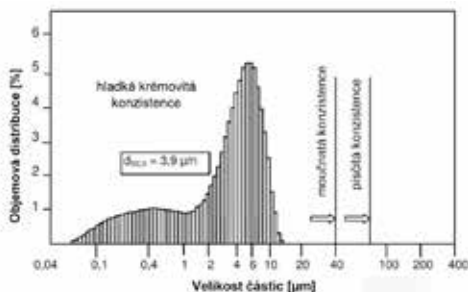
Mléčné nápoje a další mléčné výrobky rovněž nabízejí široké možnosti reformulace založené na přidavku vlákniny, probiotik a prebiotik nebo rostlinných sterolů. Vyšší nutriční hodnoty by bylo možné dosáhnout také úpravou složení tuku ve výrobku tak, aby obsahoval vyšší podíl nenasycených a esenciálních masných kyselin, je však nutné takový výrobek správně označit.

## Možnosti náhrady mléčného tuku

Žádoucí snížení energetické hodnoty mléčného výrobku při zachování jeho senzoryckých vlastností je možné s využitím náhrady mléčného tuku. Existuje celá řada náhražek tuku, které lze uplatnit v mléčných výrobcích. K perspektivním směrům lze řadit použití mikroparticulovaných bílkovin syrovátky nebo složené emulze.

Zájem o mikroparticulované bílkoviny syrovátky byl oživen po vypršení patentu (*Singer et al., 1988*). Mikroparticulace je založena na tepelné denaturaci bílkovinného koncentráту syrovátky, která je kombinovaná s vysokým smykovým namáháním tak, aby vnikly částice o velikosti podobné tukovým kuličkám. Smy-

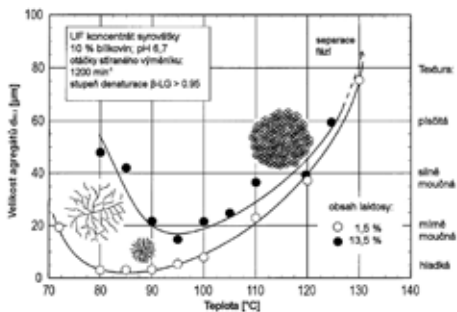
kové namáhání brání ve vytvoření kompaktního gelu. Velikost částic by měla být větší než 0,1  $\mu\text{m}$ , aby přispívaly k textuře produktu, maximální velikost by se měla pohybovat mezi 3 a 10  $\mu\text{m}$ , větší částice vyvolávají pocit moučnatosti nebo písčivosti (**Obrázek 7**).



**Obrázek 7:** Distribuce velikosti částic mikro-partikulovaných bílkovin syrovátky (Firemní literatura Alpma, upraveno)

Mikropartikulované bílkoviny syrovátky jsou na trhu dostupné i v sušené formě. V současné době je nabízené technologii pro výrobu mikropartikulovaných bílkovin ze syrovátky řadou firem. Prvním technologickým krokem je ultrafiltrace syrovátky, která může být vedena do různého stupně zakoncentrování bílkovin, a s tím související poměr laktosy a bílkovin. Obsah bílkovin a laktosy výrazně ovlivňuje průběh mikropartikulace a podle těchto koncentrací je nutné volit podmínky dalšího zpracování. Přitom je nutné dosáhnou denaturační teploty a současně smykovým namáháním zabránit tvorbě velkých částic, případně gelu. Koncentrace bílkovin vyjádřená jako procento bílkovin

v sušíně koncentrátu se může pohybovat v širokém rozmezí od 28 do 90 %. Vlastní mikro-partikulace probíhá nejčastěji po přehřevu ve výměníku tepla se stíraným povrchem, další možností je použít běžného tepelného výměníku v kombinaci s homogenizátorem nebo kombinace míchadla typu rotor-stator (APV Cavitor) a pro chlazení výměník se stíraným povrchem. Proces mikropartikulace závisí na několika parametrech. Kromě výše uvedené koncentrace bílkovin je to zejména teplota a obsah laktosy (**Obrázek 8**). Při vyšším obsahu laktosy je nutné použít vyšší denaturační teplotu. S teplotou se také mění charakter částic, při vyšších teplotách jsou částice kompaktnější, málo deformovatelné a hůře vážou vodu.



**Obrázek 8:** Vliv teploty a koncentrace laktosy na tvorbu agregátů syrovátkových bílkovin. (Spiegel, 1999)

Snížení kalorické hodnoty může být u tučných výrobků desítky procent. K vhodným aplikacím patří např. mléčné nápoje, fermentované výrobky, čerstvé, zrající i tavené sýry, tvarohy,

dezerty, mražené smetanové krémy, dresinky nebo majonézy. Přehled aplikace mikroparticulovaných bílkovin v sýrech uvádí např. Massotti (2017). Při aplikaci do sýrů je další výhodou zvýšení výtěžnosti.

Zajímavou možností snížení obsahu tuku je využití složených emulzí, kdy část tuku emulze o/v může být nahrazena vnitřní emulzí v/o. Takto lze snížit obsah tuku plnotučných mléčných výrobků (smetany, mražených krémů, sýrů) až o 40 % při zachování původních sensorických vlastností daných přítomností tukových kuliček (*Jiménez-Colmenero, 2013*). Emulze typu v/o/v může zároveň sloužit pro mikroenkapsulaci látek rozpustných ve vodě a citlivých např. ke kyselému prostředí žaludku nebo k maskování jejich nepříznivých sensorických a technologických vlastností (*Giroux, Robitaille et al., 2016*). Nevýhodou složených emulzí je nízká termodynamická stabilita. Pro jejich přípravu je potřebná kombinace hydrofilního a hydrofobního emulgátoru. Jako hydrofilní emulgátor lze s výhodou využít emulgačních vlastností mléčných bílkovin a z hydrofobních emulgátorů poskytuje nejlepší stabilitu emulze polyglycerolpolyricinoleát (PGPR, E476) (*Jiménez-Colmenero, 2013*). Jeho použití je ovšem legislativně limitováno (nařízení (EU) č. 1333/2008 o potravinářských přídatných látkách, dále jen „nařízení (EU) č. 1333/2008“).

Z hlediska složení mohou být náhražky tuku také na bázi různých hydrokoloidů. Rolon et al.

(2017) ověřovali možnost náhrady tuku ve zmrzlínách s obsahem tuku 6 až 14 % maltodextrinem (dávka 0–8 %). Ze sensorického hodnocení vyplývá, že hodnotitelé nebyli schopni rozlišit 2% rozdíl v obsahu tuku mezi 6 a 12 %, 4% rozdíl nebyl významný mezi vzorky s 8 a 12 % tuku, byl však zaznamenán mezi vzorky s 6 a 10 % tuku.

## Hydrolyza laktosy a snížení přídavku sacharosy v mléčných výrobcích

Obsah sacharidů v mléčných výrobcích je daný obsahem mléčného cukru laktosy, u některých výrobků (např. ochucené mléčné nápoje, fermentované výrobky, mražené smetanové krémy) je jejich obsah navýšen přídavkem sacharosy, případně dalšími sacharidy z ochucující složky. Obsah sacharosy je v těchto výrobcích často poměrně vysoký, zejména u výrobků určených dětem, a je zde prostor pro postupné snižování. U slazeného zahuštěného mléka obsah sacharosy snížit nelze, protože zajišťuje mikrobiální stabilitu výrobku.

V posledních letech lze pozorovat rostoucí zájem o výrobky, ve kterých byla laktosa enzymově hydrolyzována na monosacharidy glukosu a galaktosu. V zahraničí se tento trend uplatňuje již delší dobu, u nás jejich rozšíření bránila vyšší cena a nevhodně nastavená legislativa. V roce 2018 byla přijata novela vyhlášky č. 54/2004 Sb., o potravinách určených pro zvláštní výživu a o způsobu jejich použití, ve

znění pozdějších předpisů. V současné době tak lze vyrábět potraviny s nízkým obsahem laktosy s obsahem laktosy nejvýše 1 g ve 100 g nebo ml a potraviny bezlaktosové (nejvýše 10 mg ve 100 g nebo ml). Byl zrušen původní požadavek u bezlaktosových potravin na nepřítomnost volné galaktosy, který neumožňoval výrobu mléčných výrobků. Ačkoli jsou tyto výrobky primárně určeny pro osoby s laktosovou intolerancí, jsou často vyhledávány i zdravými jedinci, podobně jako např. bezlepkové potraviny. Vzhledem k tomu, že produkty hydrolyzy laktosy vykazují sladší chuť, může hydrolyza laktosy u ochucených výrobků sloužit i částečnému snížení přídavku sacharosy bez vlivu na sensorické vlastnosti. Výsledná chuť záleží na koncentraci výchozí laktosy a na dalších složkách. Hydrolyzou se zvýší sladká chuť výrobku, glukosa a galaktosa totiž vykazují 65 až 80 % sladivosti sacharosy, zatímco laktosa pouze 16 až 20 %. U plnotučného mléka lze při 90% hydrolyze odhadnout zvýšení sladivosti ekvivalentní 0,9 % sacharosy (*Jelen, Tossavainen, 2003; Wilde, 1998*). Kromě zvýšené sladivosti a přímé vstřebatelnosti mají produkty hydrolyzy laktosy také technologicky výhodné vlastnosti: jsou ve vodě rozpustnější, lépe fermentovatelné, nekystalizují, vykazují však také výraznější reaktivitu v reakcích neenzymového hnědnutí. Pro hydrolyzu laktosy je důležitá volba enzymu, protože je k dispozici více komerčních preparátů s různými vlastnostmi. Pro hydrolyzu laktosy v mléce a dalších výrobcích s pH blízkým neutrálnímu lze použít  $\beta$ galaktosidasu izolova-

nou z kvasinky *Kluyveromyces lactis*, pro hydrolyzu laktosy v kyselé syrovátkce nebo ve fermentovaných výrobcích po fermentaci enzymem z *Aspergillus oryzae* s optimem aktivity v kyselé oblasti (pH 4,0–4,6). Pro fermentované výrobky lze s výhodou využít nově dostupné preparáty založené na enzymech izolovaných z bifidobakterií, které jsou aktivní v širším rozmezí pH 4,5–7,0.

Při výrobě konzumního bezlaktosového mléka nebo mléka se sníženým obsahem laktosy lze enzym přidat před finálním tepelným ošetřením a následně enzym tepelně inaktivovat. Vzhledem k optimální teplotě enzymu je nutný záhřev mléka ještě před jeho přídavkem. To zvyšuje tepelnou zátěž výrobku, náklady na energii a při druhém tepelném ošetření dochází k Maillardově reakci uvolněných monosacharidů s bílkoviny. U kvalitního mléka lze hydrolyzu laktosy provádět např. po termizaci nebo mikrofiltraci. Při hydrolyze je vhodné použít nižší teplotu, aby se omezil rozvoj nežádoucí mikrobioty. Nevýhodou je delší doba reakce, což snižuje kapacitu výroby, a nutná vyšší dávka enzymu. Lze uvažovat i využití imobilizovaného enzymu, to však naráží na problematickou sanitaci zařízení s imobilizovaným enzymem. Pro UHT mléko se zdá optimálním řešením dávkování malého množství sterilního enzymu do proudu tepelně ošetřeného mléka, kdy hydrolyza laktosy proběhne v průběhu několika dní při skladování za pokojové teploty. V tomto případě jsou kladeny vyšší nároky na čistotu

enzymu, jinak může docházet k nežádoucím změnám chuti během skladování.

Zatímco u ochucených mléčných nápojů nebo fermentovaných výrobků výše zmíněná sladká chuť nemusí být na závadu, naopak snižší množství přidávaného cukru, u konzumního mléka je chuť nepřírozně sladká. Tento problém řeší patentovaná technologie firmy Valio, která spočívá v chromatografické separaci laktosy z mléka, následně je část laktosy enzymaticky hydrolyzována a vrácena zpět do mléka tak, aby zůstala zachována sladká chuť mléka. Toto mléko obsahuje 1,4 % glukosy a 1,4 % galaktosy, ve srovnání s neošetřeným mlékem je obsah energie 83 % (*Jelen, Tossavainen, 2003*). V poslední době je rovněž zmiňována nová technologie založená na membránových procesech separace laktosy.

Enzym  $\beta$ -galaktosidasa se dá za vhodných podmínek využít i pro syntézu galaktooligosacharidů, které mohou sloužit pro reformulaci výrobků tím, že nahradí používaná prebiotika – obvykle na bázi fruktooligosacharidů. Výhodou je použití složek mléčného původu.

## Snižování obsahu soli v mléčných výrobcích

Problematika snižování obsahu soli je v ČR velmi aktuální, protože příjem soli je přibližně trojnásobný ve srovnání s doporučením WHO (méně než 5 g NaCl/den). Vysoký příjem soli je

spojený s hypertenzí, onemocněním věnčitých cév a mozkovou mrtvicí. Snižování obsahu soli se týká hlavně přírodních a tavených sýrů. S výjimkou tvarohů je solení (podle typu sýra ponoření v solance, nanesením krystalické soli na povrch sýra nebo zamíchání do těsta) jedním ze základních a nezbytných kroků tradiční technologie přírodních sýrů. Jak je patrné z Tabulky 9, obsah soli je v sýrech velmi variabilní podle typu sýra. Zatímco v čerstvých sýrech a tvarozích je obvykle nízký, někdy i zanedbatelný, měkké sýry zrající obsahují více než 2,5 % NaCl a některé až téměř 5 %. Nejvyšší obsah pak je v bílých sýrech (Balkánský, Akawi, Jadel) v důsledku jejich konzervace a uchovávání v solném nálevu, které je pro ně charakteristické.

Výrazné snižování obsahu soli v přírodních sýrech je omezené tím, že kromě senzorycké funkce sůl ovlivňuje aktivitu nativních i mikrobiálních enzymů, syřidla a kultur, podílí se významně na vytváření textury. Snižováním vodní aktivity podstatnou měrou působí na růst a činnost zákysových i nezákysových kultur, významně tak ovlivňuje zrání sýrů a má rovněž konzervační účinek. Z uvedeného je zřejmé, že strategie postupného snižování obsahu soli v sýrech má značná omezení. Náhrada NaCl chloridem draselným je používána nejčastěji, draselné ionty však vykazují hořkou, chemickou nebo kovovou chuť, 50% náhrada je však přijatelná. Pachuť KCl lze částečně maskovat glutamanem sodným, aminokyselinami nebo chloridem amonným (*Silva et al., 2013*).

V tavených sýrech není obsah sodíku dán jen obsahem NaCl v původních přírodních sýrech, ale též přidavkem tavicích solí, kterými jsou sodné soli fosforečnanů nebo citronanu. Deklarovaný obsah NaCl je takto zvýšen obvykle o 1,5–2 %. Podobně jako v přírodních sýrech i zde je možné snížení obsahu sodíku jeho částečnou náhradou draselnými solemi. Hoffman et al. (2012) ověřovali vhodnost řady kombinací množství a poměrů draselných a sodných solí fosfátů a citrátů při výrobě blokovaný tavených sýrů. Receptura s nejnižším obsahem sodíku, která měla vyhovující senzorycké vlastnosti jak z hlediska chuti tak textury, představovala snížení obsahu Na o 0,16 % (tzn. cca o 30 % původní hodnoty) a zvýšení obsahu draslíku o 0,25 % (tzn. cca o 50 % původní hodnoty). Shatz et al. (2014) dosáhli dokonce na snížení obsahu sodíku až o 60 % ve srovnání s recepturou bez využití draselných solí. Omezením při náhradě sodných solí je nerozpustnost draselných polyfosforečnanů. Přitom využití polyfosfátů ve směsi tavicích solí je pro jejich správnou funkčnost a dosažení požadované textury nezbytné.

Druhou možností snížení obsahu sodíku je snížení dávky tavicích solí, které je žádoucí také z hlediska obsahu fosfátů. To ovšem může vést ke zhoršení textury a stability výrobku. Jsou zkoumány možnosti, jak dosáhnou významnějšího snížení obsahu tavicích solí přidavkem dalších aditiv, které budou mít podobné některé funkční vlastnosti, emulgační schopnost,

vazbu vápníku, vazbu vody a tvorbu struktury s bílkovinnou maticí. Jedná se například o některé emulgátory (Buňka et al., 2007; Lee et al., 1996,) a anionické hydrokoloidy jako pektin (Liu et al. 2008; Macků et al., 2008) nebo škroby (Ye et al., 2009; Trivedy et al., 2008). Dosud bylo ovšem možné dosáhnout jen částečného snížení dávky tavicích solí, protože senzorycké vlastnosti takových produktů se od tavených sýrů liší a navíc při vyšší dávce škrobů, kterou lze chápat jako náhradu mléčné bílkoviny, jsou řazeny mezi imitace anebo analogy sýrů.

Nutno však podotknout, že reformulace sýrů z hlediska obsahu soli zřejmě nemůže problematiku vysokého příjmu sodíku zásadně ovlivnit, protože při současné průměrné spotřebě 13 kg sýra na osobu a rok při průměrném obsahu 2 % NaCl je podíl sýrů na celkovém příjmu soli jen cca 5 %. Jedná se ovšem o průměrné hodnoty, podle individuální preference různých druhů sýrů může být u jednotlivých osob situace odlišná.





**Tabulka 9:** Obsah sodíku a NaCl v různých druzích sýra (*Drbohlav, Vodičková, 2001*)

Výrobek	Sušina (%hm.)	Tučnost (%hm.)	Na (mg/100g)	NaCl (%hm.)
Tvaroh měkký odtučněný	25,0	2,0	29	0,1
Tvaroh tvrdý	32,0	0,9	30	0,1
Čerstvý nezrající sýr	42,7	26,5	325	0,8
Gervais	30,9	15,0	34	0,1
Lučina	45,5	33,5	171	0,4
Balkánský sýr	41,5	20,5	1 764	4,5
Akawi	47,0	19,7	2 638	6,7
Jadel	57,9	22,5	2 296	5,8
Hermelín	49,4	22,2	1 112	2,8
Niva	55,1	28,9	1 833	4,7
Romadur	47,7	19,9	1 063	2,7
Olomoucké tvarůžky	38,1	0,9	1 918	4,9
Tylžský sýr	50,5	12,8	414	1,1
Zlato	53,8	27,5	840	2,1
Čedar 45 % tvs	58,8	26,3	488	1,2
Eidam 30 % tvs	51,6	16,0	849	2,2
Eidam 50 % tvs	59,2	30,2	690	1,8
Kaškaval	56,9	26,0	1 015	2,6
Madeland	58,3	26,5	632	1,6
Primátor	62,3	26,6	229	0,6
Tavený nízkotučný sýr roztíratelný	31,2-38,5	6,4-11,5	924-1 347	2,3 - 3,4
Tavený vysokotučný sýr roztíratelný	45,0-52,4	27,5-39,0	850-1 060	2,2 - 2,7
Tavený sýr krájitelný	49,4	23,5	1 116	2,8

## LITERATURA

- Calvo, M. S., Whiting, S. J., Barton, C. N. 2004): Vitamin D fortification in the United States and Canada: current status and data needs. *Am. J. Clin. Nutr.*, 80(suppl), 1710S– 6S.
- Cayot, P., Guzun-Cojocar, T, Cayot, N. (2013): Iron Fortification of Milk and Dairy Products, s. 75 - 89. V knize Preedy, V.R. a kol. (eds.): *Handbook of Food Fortification and Health, Vol. 1: From Concepts to Public Health Applications*. Humana Press, London.
- De Benoist, B, McLean, E, Egli, I, Cogswell, M. (2008): Worldwide prevalence of anemia 1993–2005: WHO global database on anaemia. World Health Organization. Geneva, Switzerland: WHO Press. [http://whqlibdoc.who.int/publications/2008/9789241596657\\_eng.pdf](http://whqlibdoc.who.int/publications/2008/9789241596657_eng.pdf)
- Drbohlav, J., Vodičková M.: *Tabulky látkového složení mléka a mléčných výrobků*, UZPI Praha 2001.
- EFSA NDA Panel (EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies), 2016. Scientific opinion on dietary reference values for vitamin D. *EFSA Journal* 2016;14(10):4547, 145 pp. doi:10.2903/j.efs.2016.4547
- Firemní literatura (2018): Alpma, APV, GEA, Tetra-Pak, Valio
- Giroux, H. J., G. Robitaille, G., Britten, M. (2016). Controlled release of casein-derived peptides in the gastrointestinal environment by encapsulation in water-in-oil-in-water double emulsions. *LWT–Food Science and Technology* 69: 225-232.
- Hoffmann, W., Gärtner, J., Lück, K., Johannsen, N., Maurer, A. (2012): Effect of emulsifying salts containing potassium on the quality of block-type processed cheese. *International Dairy Journal* 25(1): 66-72.
- Jelen, P., Tossavainen, O. (2003): Low lactose and lactose-free milk and dairy products—prospects, technologies and applications. *Australian J. Dairy Technol.* 58, 161-165.
- Jiménez-Colmenero, F. (2013). Potential applications of multiple emulsions in the development of healthy and functional foods. *Food Research International* 52(1): 64-74.
- Lee, S. K., Klostermeyer, H., Schrader, K., Buchheim, W. (1996): Rheological properties and microstructure of model processed cheese containing low molecular weight emulsifiers. *Nahrung* 40(4): 189-194.
- Liu, H., Xu, X. M., Guo, S. D. (2008): Comparison of full-fat and low-fat cheese analogues with or without pectin gel through microstructure, texture, rheology, thermal and sensory analysis. *International Journal of Food Science & Technology* 43(9): 1581-1592.
- Massoti, F., Cattaneo, S., Stuknytė, M., De Noni, I. (2017): Technological tools to include whey proteins in cheese: Current status and perspectives. *Trends in Food Science & Technology*, 64, 102–114.
- Muehlhoff, E., Bennett, A., McMahon D. (2013): *Milk and dairy products in human nutrition*, s. 45 - 47. FAO Rome
- Nařízení Evropského parlamentu a Rady (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, směrnice Komise 2002/67/ES a 2008/5/ES a naří-

zení Komise (ES) č. 608/2004, s. 61

Nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) č. 1308/2013, kterým se stanoví společná organizace trhů se zemědělskými produkty a zrušují nařízení Rady (EHS) č. 922/72, (EHS) č. 234/79, (ES) č. 1037/2001 a (ES) č. 1234/2007, s. 816 (146)

Nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) č. 1333/2008 o potravinářských přídatných látkách

Rolon, M. L., Bakke, A. J., Coupland, J. N., Hayes J. E., Roberts, R.F. (2017): Effect of fat content on the physical properties and consumer acceptability of vanilla ice cream. *J. Dairy Sci.* 100, 5217–5227.

da Silva, T. L. T., de Souza, V. R., Pinheiro, A. C. M., Nunes C. A., Freire T. V. M. (2014): Equivalence salting and temporal dominance of sensations analysis for different sodium chloride substitutes in cream cheese. *International Journal of Dairy Technology* 67(1): 31-38.

Schatz, K., Hoffmann, W., Schrader, K., Maurer, A. (2014). Effect of emulsifying salts containing potassium on the melting properties of block-type dairy cheese analogue. *International Journal of Dairy Technology* 67(2): 202-210.

Singer, N. S., Yamamoto, S., Latella, J. (1988): Protein product base. U.S. patent 4734287

Spiegel, T. (1999), Whey protein aggregation under shear conditions– effects of lactose and heating temperature on aggregate size and structure. *Int. J. Food Sci. & Technol.* 34: 523-531.

Trivedi, D., Bennett, R. J., Hemar, Y., Reid, D. C. W., Lee, S. K., Illingworth, D. (2008): Effect of different starches on rheological and microstructural properties of (I) model processed cheese. *International Journal of Food Science & Technology* 43(12): 2191-2196.

Ye, A., Hewitt, S., Taylor, S. (2009): Characteristics of rennet–casein-based model processed cheese containing maize starch: Rheological properties, meltabilities and microstructures. *Food Hydrocolloids* 23(4): 1220-1227.

Vyhláška č. 39/2018, kterou se mění vyhláška č. 54/2004 Sb., o potravinách určených pro zvláštní výživu a o způsobu jejich použití, ve znění pozdějších předpisů ze dne 2. března 2018.

Vyhláška č. 54/204 o potravinách určených pro zvláštní výživu a o způsobu jejich použití ze dne 30. ledna 2004.

Wilde, J. (1998): Enzymatische Laktosespaltung in Sauermilchprodukten. Thesis, Technische Universität München.

Yeh E. B., David M. Barbano, and MaryAnne Drake (2017): Vitamin Fortification of Fluid Milk. *J. Food Sci.* 82, 856–864.

## Reformulace potravin – tukové výrobky

Filip V.

Ze současných poznatků o vlivu trans-mastných kyselin (TFA) na lidské zdraví, kde je sledován hlavně vliv mastných kyselin na hladiny lipoproteinů krevního séra, vyplývá nutnost jejich substituce. Protože hlavním zdrojem TFA ve výživě jsou částečně / parciálně ztužené tuky, znamená to nutnost náhrady procesu parciálního ztužování rostlinných olejů jinými technologiemi, případně jinými dostupnými rostlinnými tuky, hlavně palmovým olejem. Pokud má být zachován charakter tradičních roztíratelných tuků, směsných tuků a pokrmových tuků, spěje reformulace k náhradě TFA nasycenými mastnými kyselinami, tedy složkou s nižším rizikem pro lidské zdraví.

Reformulace tukových potravin a výrobků ve smyslu změn obsahu živin a snížení obsahu některých látek je v segmentu oleje a tuky zaměřena především na rostlinné oleje a tuky a výrobky z nich. Hlavní složkou, které se změny týkaly a týkají, jsou nenasycené mastné kyseliny s konfigurací dvojných vazeb v poloze trans-, snížení obsahu nasycených mastných kyselin a optimalizace obsahu esenciálních mastných kyselin. Z pohledu priority zastoupení mastných kyselin v triacylglycerolech, je problematika snižování energetické hodnoty potravin obsahujících tuk, sekundární.

V úvahu pro reformulace přicházejí jednak:

- rafinované rostlinné oleje (kapalné) a výrobky na jejich bázi včetně olejů určených pro fritování a smažení;
- roztíratelné a pokrmové tuky, které lze fyzikálně charakterizovat jako „tuky vhodné konzistence“;
- tuky určené pro další aplikace jako jsou tuky polevové a náplňové, tuky pro výrobu zmrzlin a další; tato skupina se částečně může překrývat s předchozí. Z fyzikálního hlediska – z pohledu konzistence / textury, jsou na ně kladené požadavky jako na „tuky vhodné konzistence“ specifitější, náročnější nežli u předchozí skupiny.

Rozhodujícím zdrojem pro formulaci tukových výrobků jsou rostlinné oleje a tuky (světová produkce v roce 2017: > 195 Mt), zatímco světová produkce živočišných tuků jako je sádlo, lůj, rybí oleje stagnuje, s výjimkou mléčného tuku (cca 26 Mt v roce 2017; zdroj: <https://www.indexmundi.com/agriculture/>). Základním problémem, který vyvstal již v 19. století, a naplno se projevil v průběhu minulého století, byla disproporce mezi potřebou „tuků vhodné kon-

zistence“ pro tukové výrobky. Hledaly se proto cesty, jak modifikovat dostupné suroviny rostlinné oleje, aby se získaly tuky požadovaných fyzikálních vlastností. V minulém století byl tento problém globálně řešen procesem parciální katalytické hydrogenace rostlinných olejů, jehož hlavním produktem byly trans-izomery nenasycených mastných kyselin, konkrétně parciálně ztužené tuky jako sójový, slunečnicový, řepkový nebo bavlníkový. Obsahovaly běžně > 50 - 60 % trans-izomerů nenasycených mastných kyselin.

## Konzumace tuků a její dopad na lidské zdraví

Vědecké poznatky k tomuto tématu shrnují nejlépe přijatá výživová doporučení (<http://www.vyzivaspol.cz/vyzivova-doporuceni-pro-obyvatelestvo-ceske-republiky/>). Ta, i když se inovují (v tehdejší Československu byla první vydána v roce 1986 „Společností pro racionální výživu“) jsou v pohledu na konzumaci tuků poměrně konzistentní: v závislosti na charakteru vykonávané práce u dospělé populace by podíl tuku neměl překročit 30–35 % denního energetického příjmu, tj. pro lehce pracující cca 70 g tuku na den. Při tom příjem nasycených mastných kyselin by měl být nižší nežli 10 % (cca 20 g), polyenových MK 7–10 % při dodržení poměru pro kyseliny řady (n-6) a (n-3) maximálně 5:1. Příjem trans-mastných kyselin by měl být co nejnižší a neměl by překročit 1 % (cca 2,5 g) z celkového denního energetického

příjmu. V doporučeních zůstává rovněž hranice pro příjem cholesterolu na max. 300 mg na den, včetně dětské populace. Co se podstatným způsobem změnilo, je právě nazírání na příjem tzv. trans-mastných kyselin (TFA).

Za základní, a tudíž nejčastěji používaný model vlivu mastných kyselin na lidské zdraví, je jejich vliv na obsah lipoproteinů přenášejících cholesterol (*Brower et al 2010; Brower et al 2013*): lipoproteiny o nízké hustotě (LDL) transportují cholesterol z jater do periferií, lipoproteiny o vysoké hustotě (HDL) naopak transportují přebytečný cholesterol z periferií do jater. Vysoká hladina LDL působí aterosogenně, nízká hodnota HDL je negativně spojována s rozvojem ischemické choroby srdeční.

## Současné poznatky a názory o vlivu mastných kyselin na hladiny lipoproteinů krevního séra

Bez základních znalostí současných poznatků z oblasti výživy nelze seriózně přistoupit k reformulaci tukových potravin.

Krátké a středně dlouhé mastné kyseliny (máselná až kaprinová, obsažené v mléčném tuku, kokosovém a palmojádřovém oleji) při nízkých hodnotách příjmu působí na celkový a LDL cholesterol a na hladinu triacylglycerolů podobně jako cukry (*Cater et al, 1997*), vůči kterým se obvykle provádějí srovnávací studie.

Skupina dlouhých nasycených mastných kyselin (C12-C18; laurová, myristová, palmíto-  
vá a stearová): kyseliny laurová a myristová  
jsou původem z kokosového, palmojadrového  
a mléčného tuku, palmitová a stearová jsou ob-  
saženy ve většině živočišných tuků, palmitová  
pak majoritně v palmovém oleji. Tyto kyseliny  
obecně zvyšují hladiny celkového a LDL cho-  
lesterolu a mírně HDL cholesterolu, zatímco  
hladinu triacylglycerolů snižují (*Mensink et al,*  
*2003*). Na vliv kyseliny stearové nejsou zatím  
zcela jednotné názory. Někdy se uvádí, že pů-  
sobí na hladiny lipoproteinů jako kyselina olejo-  
vá (*Mensink et al, 2003*), ale bývá také posuzo-  
vána stejným způsobem jako kyseliny laurová,  
myristová a palmitová.

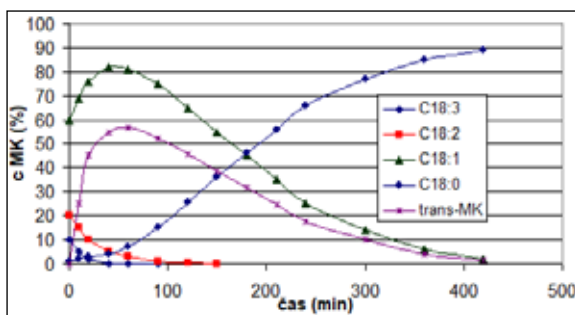
Vliv nejvýznamnější monoenoové kyseliny ole-  
jové se obvykle ve vztahu k hladinám choleste-  
rolu popisuje jako neutrální, resp. monoenoové  
kyseliny mají v izoenergetické dietě stejný efekt  
jako sacharidy (*Grundy 1986; Mensink et al,*  
*2003*). Starší studie pro (n-6) polyenoové mastné  
kyseliny je považují za hypocholesteromické ve  
srovnání s vlivem cukrů v dietě, některé součas-  
né studie je považují za ekvivalentní působení  
kyseliny olejové (*Mensink, Katan 1992*), ale po-  
slední meta-analýzy uvádějí, při náhradě nasyce-  
ných mastných kyselin v dietě, významnější vliv  
na pokles LDL cholesterolu v krevním séru (n-6)  
kyseliny nežli má, za srovnatelných podmínek,  
kyselina olejová (*Mensink et al, 2003*). Vliv kyseliny  
linolenové na profil hladin lipoproteinů se uvá-  
dí jako podobný pro působení kyseliny linolové.

Vliv trans-kyselin–trans-izomerů monoeno-  
vých mastných kyselin, pokud v dietě nahradí  
cis-monoenoové mastné kyseliny (kyselinu ole-  
jovou): dochází ke zvýšení hladiny LDL choles-  
terolu a současně ke snížení hladiny HDL cho-  
lesterolu v krevním séru (*Brouwe et al, 2013*).  
Podobný vliv byl prokázán, když nahrazují v di-  
etě směs nasycených mastných kyselin (*Katan  
et al, 1993*). Jedná se tedy o nejméně příznivý  
vliv jedné skupiny mastných kyselin na hladinu  
krevních lipidů, což se stalo hlavním důvodem  
k jejich náhradě v tukových formulacích. Zá-  
sadním momentem pro používání tuků obsa-  
hující TFA bylo rozhodnutí Amerického úřadu  
pro kontrolu potravin a léčiv FDA o odebrání  
statusu GRAS (generally recognise as safe) pro  
částečně ztužené tuky (FDA, 2015).

## Zdroje trans-mastných kyselin ve výživě

Nejvýznamnějším zdrojem TFA ve výživě  
člověka ve 20. století se staly tzv. ztužené tuky,  
přesněji řečeno parciálně / částečně ztužené  
rostlinné oleje. Celosvětově se ztužovaly ole-  
je sójový, slunečnicový, řepkový, bavlníkový,  
případně palmový. Cílem tohoto procesu ne-  
bylo získat nasycené mastné kyseliny, hlavně  
kyselinu stearovou, to bylo naopak z pohledu  
textury nežádoucí, ale jako hlavní produkt směs  
izomerů trans-oktadecenových mastných ky-  
selin vázaných v triacylglycerolech. Došlo tedy  
k vysycení násobných vazeb kyselin linoleno-  
vé a linolové a současně k cis/trans izomeraci

dvojných vazeb. Tyto tuky běžně obsahovaly 50–60 % trans-izomerů, hlavně oktadecenových mastných kyselin, z toho pouze jednotky procent dienových kyselin. Takovýto produkt vykazoval optimální fyzikální vlastnosti pro potravinářské aplikace. V současné době, pokud se proces hydrogenace používá, jedná se o úplné vysycení dvojných vazeb, tzv. úplnou / totální hydrogenaci. Za těchto podmínek je hlavním produktem kyselina stearová, obsah trans-izomerů je < 1 % (**Obrázek 9**).



**Obrázek 9:** Změna koncentrace C18 mastných kyselin řepkového oleje v průběhu parciální / částečné hydrogenace (ukončení reakce v čase cca 50 min) a dosažení totální konverze pro získání plně ztuženého tuku. C18:3–oktadekatrienové MK, pův. kys. linolenová, C18:2–oktadekadienové MK, pův. kys. linolová, C18:1–oktadecenové MK, pův. kys. olejová, C18:0–kys. stearová, trans-MK–suma trans-izomerů MK (*upraveno podle Bockisch, 1998 a Svoboda et al., 1997*)

Zvláštní případ, kde se uplatnila technologie parciální katalytické hydrogenace, představovaly oleje pro smažení a fritování, které se vyráběly např. v USA. Hlavním požadavkem bylo dosažení podstatného zvýšení oxidační stability sójového oleje, který se podrobil parciálnímu vysycení dvojných vazeb trienových MK (původně kyseliny linolenové) a částečně dienových MK (původně kyseliny linolové) s cílem získat produkt obsahující monoenoové a dienové MK. Samozřejmě souběžnou cis/trans izomerací vznikaly i trans-kyseliny (**Obrázek 9**), které byly obsaženy v produktu i po frakční krystalizaci, která byla nutná, aby se separovaly výšetající podíly triacylglycerolů a výsledný produkt byl tekutý.

Druhým základním zdrojem TFA je mléčný tuk přežvýkavců, kde trans-izomery vznikají částečnou enzymovou hydrogenací a izomerací na úrovni do 3 % (střední hodnota pro ČR; Brát et al 2014) s tím, že mléčný tuk obsahuje 65 % nasycených mastných kyselin. Pokud se při konzumaci mléčného tuku nepřekročí limit 10 % celkového denního příjmu energie pro nasycené mastné kyseliny, přispívají trans-izomery původem z mléčného tuku v řádu desetin procent, nehrozí tedy riziko překročení 1 % celkového denního energetického příjmu.

Třetím, ještě menším zdrojem příjmu trans-izomerů, jsou rafinované rostlinné oleje, které

obsahují do 1 % trans-izomerů mastných kyselin. TFA v tomto případě vznikají termicky indukovanou izomerací dvojných vazeb, nejreaktivnější jsou polyenové kyseliny (Kémeny et al, 2001). Jedná se o dobrovolný limit výrobců rafinovaných olejů, který lze považovat za důkaz dodržování správné výrobní praxe rafinace olejů. Každopádně se jedná o zdroj s 3krát nižším obsahem trans-kyselin ve srovnání s mléčným tukem. Další zdroje TFA jsou již prakticky nevýznamné nebo se jedná o jejich sekundární původ v potravním řetězci, jako jsou např. nálezy v mateřském mléce.

Lze tedy shrnout, že hlavním potenciálně významným zdrojem TFA ve výživě zůstávají parciálně ztužené rostlinné oleje jako surovina pro výrobu dalších potravin a pro přípravu pokrmů.

## Reformulace parciálně ztužených olejů a tuků

Je zřejmé, že technologii parciální katalytické hydrogenace pro modifikaci vlastností olejů a tuků nelze dále používat, protože jejím nezvratným důsledkem je, vedle vysycování dvojných vazeb mastných kyselin, jejich souběžná cis/trans izomerace. Je třeba hledat alternativní cesty této, ve 20. století klíčové modifikace složení a fyzikálních vlastností směsí směsných triacylglycerolů.

Do vývoje podstatným způsobem zasáhla zvýšená světová produkce palmového a pal-

mojádrového oleje (67 Mt, resp. 7,8 Mt v roce 2017), zatímco v roce 1980 to bylo pouze < 5 Mt a 0,5 Mt (<https://www.indexmundi.com/agriculture/>). Palmový olej má značný potenciál, který se ještě zvyšuje jeho frakcionací na 2 základní frakce – palmolein se základním použitím jako kapalný olej a palmstearin jako zdroj nasycených mastných kyselin (Kellens et al, 2007). Mezi negativa patří zvýšená polarita palmového oleje a jeho frakcí, protože díky lipolyze běžný surový palmový olej obsahuje < 5 % volných mastných kyselin, což po rafinaci znamená obsah diacylglycerolů kolem 10 % a mezi největší problémy patří zvýšený obsah esterů 3-MCPD (estery 3-chlorpropandiolu, méně 2-chlorpropandiolu) a esterů glycidolu v rafinovaném a běleném palmovém oleji (RBD Palm Oil). Tato problematika není při současné úrovni technologie, vzhledem k situaci, kdy se uvažuje o zavedení limitů pro tyto procesní kontaminanty, zvládnuta.

## Oleje určené pro smažení/fritování

Klíčovým problémem pro tyto aplikace je požadovaná vysoká oxidační stabilita. Pro průmyslové aplikace se reformulace obvykle řeší přímým použitím palmového oleje nebo jeho kapalné frakce palmoleinu, kde se ale naráží na vyšší hladiny procesních kontaminantů esterů 3-MCPD a glycidolu. Estery 3-MCPD se navíc hromadí v palmoleinu, což situaci dále komplikuje (Kyselka et al, 2018).



Další možností je používání rafinovaného olivového oleje, slunečnicového oleje s vysokým obsahem kyseliny olejové, formulace směsí - např. bezerukového řepkového oleje s palmoleinem nebo zvýšení oxidační stability řepkového (Evropa) nebo sójového oleje (USA) syntetickými antioxidanty, obvykle TBHQ (tert-butylhydroxychinon) a dalšími aditivy.

## Tuky vhodné konzistence a jejich reformulace

Obvykle se pojmy olej a tuk vysvětlují z pohledu fyzikálních vlastností: olej je při teplotách nad 0 °C kapalný, zatímco tuk se jeví jako tuhá látka. Ve skutečnosti pod pojmem „tuk vhodné konzistence“, máme-li na mysli v Evropě tradiční potraviny jako je máslo, sádlo a lůj, se jedná vždy o směs směsných triacylglycerolů, které obsahují nasycené a nenasycené MK v různých poměrech. Takové tuky nevykazují ostrý bod tání, ale v závislosti na teplotě teplotě dochází k postupnému odtávání tuhé fáze, což charakterizuje nejlépe závislost obsahu tuhých podílů na teplotě, SFC křivka (podle solid fat content).

Pro porozumění problému reformulace je třeba zavést pojmy strukturní tuk a tuková ná sada. Strukturní tuk je složka tukové ná sady, která vytváří krystalický podíl, pevnou fázi. Tuková ná sada se sestavuje ze strukturního tuku (může jich být i více) a z kapalného podílu, který tvoří rostlinné oleje, a to takovým způsobem, aby závislost obsahu pevných podílů

na teplotě (SFC křivka v rozmezí 5–40 °C) odpovídala stanoveným požadavkům pro danou aplikaci, resp. daný typ výrobku a za zvolených podmínek teploty docházelo ke krystalizaci v požadované krystalické modifikaci TAG. Pro ná sady margarínů a směsných tuků je to obvykle modifikace  $\beta'$ . Takovýto systém je možné charakterizovat jako oleogel.

Pokud se tedy má hovořit o reformulaci tuků ve smyslu ná hradu trans-izomerů mastných kyselin nasycenými mastnými kyselinami, jedná se o ná hradu strukturního tuku na bázi parciálně ztužených tuků v tukové ná sadě takovým strukturním tukem, který je neobsahuje. V praxi se jedná o ná hradu za nasycené mastné kyseliny.

Současné možnosti ná hrad trans-mastných kyselin ve strukturních tukových ná sadách jsou:

- vhodné směsi triacylglycerolů získané transesterifikací
- vhodné směsi triacylglycerolů získané frakční krystalizací
- přímé použití vhodných rostlinných tuků obsahujících nasycené mastné kyseliny

Přímé použití vhodných rostlinných tuků se obvykle omezuje na přímé použití palmového oleje (správněji palmového tuku) do tukových ná sad. Tato možnost je limitována požadavky na parametry SFC křivky, výhodou je preference krystalizace v modifikaci  $\beta'$ . Možnosti přímé

aplikace palmového, případně palmojadrového oleje do tukových násad se rozšiřují používáním produktů frakční krystalizace palmového oleje (Aini and Miskandar, 2007).

Hlavní možnost substituce trans-izomerů oktadecenových mastných kyselin nasycenými mastnými kyselinami v současné době představuje transesterifikace směsi triacylglycerolů. Jejich podstatou je získání vhodnější distribuce acylů v molekulách směsi směsných triacylglycerolů z hlediska požadavků na parametry strukturálních tuků a následně tukových násad z pohledu fyzikálních parametrů jako je závislost obsahu pevných podílů na teplotě (SFC křivka), preference krystalizace v obvykle požadované modifikaci  $\beta'$  a texturní parametry (Piska et al, 2006; Zárubová et al, 2010). V současné době se již prosadil proces enzymově katalyzované randomizace s použitím specifických sn-1,3 lipáz. Jako zdrojů nasycených mastných kyselin se používají stearinové frakce palmového oleje jako zdroj palmitové kyseliny, palmojadrový olej jako zdroj nasycených kyselin C8–C18 s dominancí kyselin laurové a myristové, případně úplně ztužené rostlinné oleje (totálně ztužený palmový olej obsahuje pouze kyseliny palmitovou a stearovou; totálně ztužený olej jako řepkový, slunečnicový nebo sójový obsahují majoritně kyselinu stearovou – **Obrázek 9**).

Takto připravené strukturální tuky a finální tukové násady neobsahující TFA (jejich obsah je  $< 1$  %). Fyzikální vlastnosti výrobku jsou funkční

obsahu nasycených mastných kyselin. Tukové násady reformulovaných margarínů obsahují obvykle přibližně 20–30 % nasycených mastných kyselin, zatímco původní obsahovaly 20–35 % trans-izomerů mastných kyselin.

Pokud se mají zachovat stávající typy tukových výrobků, jako jsou roztíratelné tuky, směsné roztíratelné tuky, pokrmové tuky a tukové potraviny, kde se tyto tukové výrobky aplikují, muselo dojít k reformulaci tukových násad ve smyslu substituce TFA nasycenými mastnými kyselinami. Lze to chápat, ve smyslu současných poznatků o výživě, které se promítají do výživových doporučení, jako substituci zdravotně jednoho rizikového faktoru druhým, méně rizikovým.

Na tento základní proces se navazuje snižováním obsahu tuku ve výrobcích, případně jeho náhradami na bázi sacharidů nebo proteinů.



## LITERATURA

- Aini I.N., Miskandar M.S.: Utilization of palm oil and palm products in shortenings and margarines. *Eur. J. Lipid Sci. Technol.* 109, 422-432 (2007)
- Bockisch M.: *Fats and Oils Handbook*, 553, AOCS Press, Champaigne Ill. (1998).
- Brát J., Doležal M., Dostálová J.: Mastné kyseliny, tuky a jejich dostupnost na trhu v České republice. *Medical Tribune* 10, 2-4 (2014).
- Brouwer I. A., Wanders A.J., Katan M.B.: Effect of Animal and Industrial Trans Fatty Acids on HDL and LDL Cholesterol Levels in Humans—A Quantitative Review. *PLoS ONE* 5(3): e9434. doi:10.1371/journal.pone.0009434, (2010).
- Brouwer I. A., Wanders A.J., Katan M.B.: Trans fatty acids and cardiovascular health: research completed? *Eur. J. Clin. Nutr.* 67, 541-547, (2013).
- Cater N.B., Heller H.J., Denke M.A.: Comparison of the effects of medium-chain triacylglycerols, palm oil, and high oleic acid sunflower oil on plasma triacylglycerol fatty acids and lipid and lipoprotein. *Am. J. Clin. Nutr.* 65, 41-5 (1997).
- Grundty S.M.: Comparison of Monounsaturated Fatty Acids and Carbohydrates for Lowering Plasma Cholesterol. *N. Engl. J. Med.* 314, 745-748 (1986).
- Katan M.B., Zock P.L., Mensink R.P.: Trans fatty acids and their effect on lipoproteins in humans. *Annu. Rew. Nutr.* 15, 473-493 (1995).
- Kellens M., Gibon V., Hendrix M., De Greyt W.: Palm oil fractionation. *Eur. J. Lipid Sci. Technol.* 109, 336-349 (2007).
- Kemény Z., Recseg K., Hénon G., Kövári K., Zwoboda F.: Deodorization of Vegetable Oils: Prediction of trans Polyunsaturated Fatty Acid Content. *J. Am. Oil. Chem. Soc.* 78, 973-979 (2001).
- Kyselka J., Matějková K., Šmidrkal J., Berčíková M., Pešek E., Bělková B., Ilko V., Doležal M., Filip V.: Elimination of 3-MCPD fatty acid esters and glycidyl esters during palm oil hydrogenation and wet fractionation. *Eur. Food Res. Technol.*, doi.org/10.1007/s00217-018-3101-9 (2018).
- Mensink R.P., Katan M.B.: Effect of Dietary Fatty Acids on Serum Lipids and Lipoproteins A Meta-analysis of 27 Trials. *Arteriosclerosis and Thrombosis* 12, 911-919 (1992).
- Mensink R.P., Zock P.L., Kester A.D.M., Katan M.B.: Effects of dietary fatty acids and carbohydrates on the ratio of serum total to HDL cholesterol and on serum lipids and apolipoproteins: a meta-analysis of 60 controlled trials. *Am. J. Clin. Nutr.* 77,1146-55 (2003).
- Piska I., Zárubová M., Loužecký T., Karami H., Filip V.: Properties and crystallization of fat blends. *J. of Food Eng.*, 77, 433-438 (2006).
- Svoboda Z., Filip V., Nováková J.: Hydrogenace řepkového oleje na nízké jodové číslo, Sb. 35.sem. z techn. a anal. tuků, str.67-74, OSTDKCH Čs.spol. chem., Železná Ruda 1997.
- Zárubová M., Filip V., Kšandová L., J., Šmidrkal J., Piska I.: Physical properties of model fat blends. *J. Food Eng.* 99, 459-464 (2010).
- FDA. Final Determination Regarding Partially Hydrogenated Oils (Removing Trans Fat). *Federal Register* 2015; 80 (116): 34650-34670.  
<https://www.indexmundi.com/agriculture/> (data z 20. 6. 2018)
- <http://www.vyzivaspol.cz/vyzivova-doporučení-pro-obyvatele-ceske-republiky/> (data z 20. 6. 2018)

## Reformulace nealkoholických nápojů

Čížková H., Grégrová A.

### Druhy nápojů

Nabídka nealkoholických nápojů je velmi rozmanitá. K nejčastěji konzumovaným nápojům patří limonády, ochucené minerální vody a ovocné šťávy a nektary. Zároveň však roste obliba nesyacených nebo minimálně zpracovaných nápojů, nápojů s obsahem netradičních složek (často prezentovaných jako s určitým zdravotním benefitem) a dále nápojů s nízkým obsahem cukrů nebo vyráběných s minimem nebo zcela bez přídavných látek. Členění a charakteristika nealkoholických nápojů jsou definovány vyhláškou č. 248/2018 Sb., o požadavcích na nápoje, kvasný ocet a droždí.

Největší a nejvíce heterogenní skupinu nápojů tvoří nealkoholické nápoje ochucené, ty se ještě dále dělí na následující podskupiny:

- ovocný nebo zeleninový nápoj,
- limonáda,
- čerstvé šťávy
- minerální voda ochucená,
- pramenitá voda ochucená,
- pitná voda ochucená.

Jednotlivé kategorie se od sebe liší především ochucující složkou, případně druhem použité vody. Z důvodu obsahu cukrů a přítomnosti celé řady přídavných látek jsou jedním z kandidátů na případné reformulace receptur.

Největší segment (téměř 40 %) v rámci nealkoholických nápojů tvoří limonády. Vyráběny jsou z pitné vody a nápojových koncentrátů. Nejvyšší prodejnosti dosahují kolové limonády a limonády s příchutí pomeranče a dalších citrusových plodů. Nejrychleji však roste spotřeba ledových čajů a energetických nápojů, které do této skupiny také patří (Český statistický úřad Spotřeba potravin, 2017; Očekávání firem v indikativních oborech – nealkoholické nápoje, 2014).

Ochucené vody se rozdělují na ochucenou minerální, pramenitou a pitnou vodu a jsou obvykle čiré, bezbarvé, slazené, ochucené příslušným aromatem, případně s přídavkem ovocné šťávy. Etiketa ochucené minerální a pramenité vody musí zároveň obsahovat informaci o lokalitě, názvu zdroje a o sycení, pokud byla voda dosycena oxidem uhličitým (Čížková, 2016).

Významnou surovinou pro výrobu výše uvedených nápojů jsou ovocné a zeleninové

polotovary a tekuté (případně sypké) nápojové koncentráty. Jejich složení je velmi variabilní a vedle ochucujících a aromatizujících složek často obsahují i cukry (sirupy) a běžné přídatné látky.

Ovocné šťávy a nektary představují s ohledem na svůj přírodní původ, způsob zpracování a složení mikroživin zdravotně příznivou alternativu ostatním nápojům. Zároveň jsou však významnými zdroji cukrů, kterých obsahují 9 % až 16 %.

Mezi nealkoholické nápoje také patří sodová voda; z důvodu zaměření předkládané studie však nejsou požadavky na sodovou vodu relevantní.

## Složky nápojů

Základní složkou všech nealkoholických nápojů je voda, její obsah se obvykle pohybuje od 88 % (ovocné šťávy) až do 99 % (u nápojů s velmi nízkou energetickou hodnotou – označovaných často light, zero, bez přídavku cukrů). Mezi další obvyklé složky patří cukry, rostlinné (ovocné, zeleninové, bylinné, čajové apod.) extrakty a koncentráty, aromatické a přídatné látky (sladidla, regulátory kyselosti a barviva, některé nápoje také obsahují stabilizátory a konzervační látky) (Čížková, 2016).

Druh a množství přídatných látek, které se mohou v nápojích vyskytovat, podmínky používání a označování jejich přítomnosti na obalech stanovují příslušné legislativní předpisy. Prospěšnost používaných přídatných látek pro běžného spotřebitele je ovšem kompenzována jistým rizikem pro citlivé nebo nemocné osoby; z tohoto důvodu představují níže uvedené přídatné látky kandidáty na omezení používání a na reformulační procesy. Sladidlo aspartam (E951) nesmí konzumovat osoby s metabolickou poruchou fenylketonurií. Krátkodobé akutní účinky oxidu siřičitého (E220 - E228) se mohou u citlivých jedinců projevat dermatitidami a alergiemi. Také u několika dalších, v nápojích obvyklých přídatných látek (E210 - E213 benzoany, E120 košenila, E102 tartrazin, azobarviva), jsou známy možné nepříznivé reakce zahrnující hlavně kožní a dýchací problémy.

Zvýšená spotřeba barvených nealkoholických nápojů obsahujících směsi nebo jednu z šesti vybraných barev (E102 tartrazin, E104 chinolinová žluť, E110 žluť SY, E124ponceau 4R, E122 azorubin, E129 červeň allura AC) může podle závěrů některých studií vést u malých dětí k rozvoji hyperaktivity. Proto je také v rámci předběžné opatření ustanovená od roku 2013 povinnost výrobců uvádět na etiketě výrobku v tomto případě upozornění o možnosti nepříznivého ovlivnění činnosti a pozornosti dětí (nařízení (EU) č. 1333/2008).

## Cukry

V podmínkách střední Evropy je tradičním sladidlem cukr (sacharosa) pocházející z cukrové řepy. Sacharosa se používá ve formě krystalického cukru nebo tekutého cukru (obvykle 67 °Brix). Cukrová třtina jako zdroj sacharosy nebo invertní sirup (získaný kyselou hydrolyzou sacharosy na glukosu a fruktosu v poměru 1:1) jsou v tuzemských nápojích využívány jen výjimečně.

Kromě sacharosy, která představuje tzv. zlatý standard, co se týká sladivosti i charakteru sladké chuti, se jako sladidlo v posledních letech používá glukoso-fruktosový sirup (HFCS-42, obvykle 73 °Brix). Vyrábí se hydrolyzou a následnou enzymatickou konverzí ze škrobu (nejčastěji kukuřičného) a je známý také pod názvem isoglukosa nebo vysoco-fruktosový kukuřičný sirup (HFCS, high fructose corn syrup). Výhodou tohoto sirupu oproti cukru je nižší cena, jednodušší manipulace; v případě fruktoso-glukosového sirupu (tj. HFCS-90 nebo HFCS-55) je také snižená pravděpodobnost zpětné krystalizace a vyšší sladivost (tj. možnost použít v receptuře méně HFCS a tomu odpovídající nižší energetická hodnota).

Glukosové sirupy se také vyrábí z kukuřičného škrobu. Jsou často používány v energetických nápojích a nápojích pro sportovce, kde je požadován vysoký obsah celkových cukrů

a rychle dostupná energie z nich při nižší sladivosti (relativní sladivost oproti sacharose je 0,6–0,7). Čistá fruktosa (ovocný cukr) nebo fruktosový sirup se v Evropě vyrábí z čekankového kořene (cikorky), má sladivost vyšší než sacharosa (1,1–1,7) a používá se spíše výjimečně v nápojích se sníženým obsahem energie. Od roku 2001 až 2005 jsou do vybraných nápojů povoleny také trehalosa, isomaltulosa a D-tagatosa, naopak polyoly (např. sorbitol nebo xylitol) nejsou v EU do nápojů povoleny (Čížková, 2016; Ashurst et al., 2017; Belitz et al., 2009).

Za účelem zvýšení sladké chuti se do nápojů přidávají také další na cukr bohaté potraviny, jako jsou ovocné šťávy, pyré a koncentráty, deionizované ovocné koncentráty, případně med (Burgos et al., 2016).

Výsledky průzkumu trhu s nealkoholickými nápoji provedeného v Německu v roce 2016 jsou shrnuty v **Tabulce 10** (Huizinga, Hubert, 2017). Celkem 463 produktů spadajících do skupiny nealkoholické nápoje ochucené (členění viz výše) dostupných ve třech největších obchodních řetězcích bylo rozděleno podle obsahu cukru na základě definic v evropské (nařízení (EU) č. 1924/2006) a britské (UK Soft Drinks Industry Levy Regulations 2018, The Soft Drinks Industry Levy Regulations, 2018) legislativě.

**Tabulka 10:** Počet výrobků nealkoholických nápojů dostupných na německém trhu v roce 2016 rozdělených podle obsahu cukrů na 100 ml (celkem 463 výrobků) (Huizinga, Hubert, 2017)

Obsah cukrů (na 100 ml) a možné označení	Semaforové označení podle Soft Drinks Industry Levy Regulations 2018	Počet výrobků
< 0,5 g (bez přídavku cukrů)	zelené	6 (bez sladidel), 49 (se sladidly)
0,6–5 g	žluté	134
5,1–8 g	oranžové	103
> 8 g	červené	171

Cukry obvykle představují po vodě nejvíce zastoupenou složku nápojů. Jsou zodpovědné za sladkost nápoje, přispívají textuře a tzv. pocitu v ústech (mouthfeel) tím, že zvyšují intenzitu celkově vnímané chuti nápoje. Cukry zároveň podporují stabilitu barvy, trvanlivost

nápoje a tvoří jednu z bariér proti růstu kazičích mikroorganismů (**Obrázek 10**). Všechny tyto funkce a jejich možná omezení je třeba brát v úvahu při případné reformulaci receptury (Burgos et al., 2016).

**Obrázek 10:** Funkční vlastnosti cukrů v nealkoholických nápojích (zpracováno podle Burgos et al., 2016)



## Reformulace snížením nebo náhradou cukrů

Nealkoholické nápoje jsou primárně důležité pro dodržování pitného režimu, tj. pro dostatečnou hydrataci organismu. Řada nealkoholických nápojů je však nezanedbatelným zdrojem energie, a to především té pocházející z jednoduchých sacharidů (cukrů). V případě slazených nápojů se obsah sacharosy nebo odpovídající množství glukosy a fruktosy pohybuje mezi 6 % až 11 %. Nepřislazované ovocné šťávy obsahují od 6 % (jahodová, malinová) až do 16 % (hroznová, švestková, banánová), zeleninové (mrkvová, rajčatová) od 3 % do 6 % (AIJN Code of Practice). Z těchto skutečností vyplývají hlavní výhrady odborníků na výživu proti (nadměrné) konzumaci některých nealkoholických nápojů; bylo potvrzeno, že vysoký obsah cukrů v nápojích má za určitých podmínek spojitost s obezitou, diabetes 2. typu a rizikem infarktu myokardu (Huizinga, Hubert, 2017; Ashurst, 2016). Například podle studie Malik et al. (2010) spotřebitelé, kteří konzumují pravidelně 1 až 2 cukry slazené nápoje denně, mají o 26 % větší pravděpodobnost vzniku diabetes 2. typu než ti, kteří pijí tyto nápoje jen výjimečně (Malik et al., 2010).

Jedním z možných nástrojů snížení spotřeby cukrů ze slazených nápojů je zvýšení daňového zatížení. Státy, které k tomuto kroku přistoupily (v Evropě např. Spojené království, Belgie, Finsko, Francie, Maďarsko), očekávají pokles spo-

třeby těchto nápojů, reakci výrobců vedoucí k reformulaci nápojů na nižší obsah cukrů a zároveň plánují využití finančních výnosů na podporu zdravotních a osvětových programů. Ke zdanění slazených nápojů vyzvala i WHO, podle které až nárůst ceny o 20 % a více bude mít prokazatelný vliv na spotřebu a tedy i na zdraví (Huizinga, Hubert, 2017). Z prediktivního modelu vlivu daňového zatížení nápojů (The Soft Drinks Industry Levy Regulations, 2018) s obsahem cukrů větším než 5 % na zdraví britské populace vyplývá, že lze očekávat snížení výskytu obezity o 0,5 % až 0,9 %, méně incidentů diabetes 2. typu (o 18 až 31 osob/100 000 obyvatel/rok) a u 2 až 4 osob/1 000 obyvatel/rok méně vad chrupu (kazů, ztráty, nutných oprav) (Briggs et al., 2017).

Protože většina energie v nápojích pochází z cukrů, je snížení obsahu cukrů jediným potenciálním řešením. V úvahu přicházejí dva způsoby reformulací:

- úplné odstranění cukrů z receptury a možnost využít výživová tvrzení „bez cukrů“, neobsahuje-li produkt více než 0,5 g cukrů na 100 ml, nebo „bez přídavku cukrů“ (nařízení (EU) č. 1924/2006),
- částečné odstranění cukrů z receptury za vzniku tzv. výrobků „s nízkým obsahem cukrů“, neobsahuje-li produkt více než 2,5 g cukrů na 100 ml (nařízení (EU) č. 1924/2006).



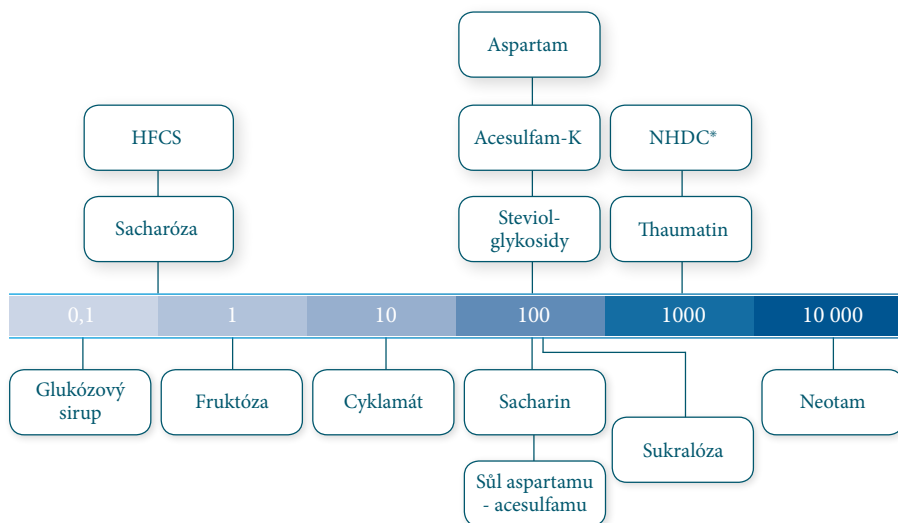
Žádný z uvedených postupů není přijatelný pro 100% ovocné a zeleninové šťávy, které se podle evropské legislativy až na definované výjimky upravovat nesmí (směrnice 2001/112/ES o ovocných šťávách a některých podobných produktech určených k lidské spotřebě).

## Náhradní nízkoeenergetická sladidla

Náhradu sladké chuti cukrů mohou zajistit nízkoeenergetická sladidla. V nápojích se nejčastěji používají acesulfam K (E950), sacharin (E954) a aspartam (E951), obvykle v různých kombinacích, povolené jsou však i cyklamáty (E952), NHDC (E959 neohesperidin DC),

neotam (E961) a sukralosa (E955). Novinkou posledních let jsou přírodní sladidla steviol-glykosidy (E960), získané extrakcí listů stévie sladké (*Stevia rebaudiana* Bertoni) a dále upravované definovaným fyzikálně-chemickým procesem (Stávková, 2011), a thaumatin (E957), směs bílkovin izolovaných z rostliny katemfe (*Thaumatococcus daniellii* Bennett), povolený pouze jako zvýrazňovač chuti (nařízení (EU) č. 1333/2008). Nízkoeenergetická sladidla jsou obvykle několik set krát sladší než sacharosa a nezvyšují (nebo jen minimálně v případě přírodních sladidel a aspartamu) energetickou hodnotu nápoje (**Obrázek 11 a Tabulka 11**).

**Obrázek 11:** Přibližná relativní sladivost vybraných sladidel; \*v nízkých koncentracích, jinak cca 350 (zpracováno podle Nordic Sugar Member of Nordzucker Group, 2006)



**Tabulka 11:** Vlastnosti nízkenergetických sladidel a pravidla pro používání v nápojích (zpracováno podle Ashurst, 2016, nařízení 1333/2008, EFSA, 2010, EFSA, 2007)

Sladidlo	E-kód	Rozpustnost(g/l)	Kalorická hodnota (kcal/g)	ADI (mg/kg)	Povoleno v EU	Povoleno v USA	Max. množství (ppm) <sup>a</sup>	Relativní sladivost <sup>b</sup>
Acesulfam K	950	270	0	9	Ano	Ano	350	200
Aspartam	951	10	4	40	Ano	Ano	600	200
Cyklamát	952	200	0	7	Ano	Ne	250	35
Sacharin	954	3 700	0	2,5	Ano	Ano	80	400
Steviol-glykosidy	960	1,2	0	4	Ano	Ne	80	70–300
Sukralosa	955	280	0	15	Ano	Ano	300	450
Alitam	956	131	1,4	0,1	Ne	Ne	N/A	2 000
Neotam	961	13	0	2	Ano	Ano	20	8 000
Neohesperidin-DC	959	0,5	0	5	Ano	Ne	30	300–600
Sůl aspartamu-a-acesulfamu	962	23	2,6	c	Ano	Ano	350	350

a - v nealkoholických nápojích v EU; b - 5% ekvivalent; sacharosa = 1; c - zahrnující ADI pro jednotlivé konstituenty (tj. aspartam a acesulfam K).

Zároveň je však třeba počítat s tím, že nízkenergetická sladidla mají vliv na smyslové vlastnosti nápoje z důvodu odlišné chuti od sacharosy, a mohou být i zdrojem pachuti. Zatímco sukralosa, cyklamát a aspartam mají sacharose poměrně blízký chuťový profil, samotný sacharin vykazuje hořké až kovové pachutě, obdobně i acesulfam K, ale v menší míře (Ashurst, 2016). Relativní sladivost sladidel je v nápoji nelineárně závislá na koncentraci a pH; např. relativní sladivost sacharinu klesá z přibližně 500 (při odpovídající koncentraci sacharosy 1 %) na 120 (při odpovídající koncentraci sacharosy 10 %); u sukralosy není pokles tak významný, avšak zvláště v nižších koncentra-

cích je sladivost silně závislá na pH (900 při pH 2,75 vs. 500 při pH 3,1) (Belitz *et al.*, 2009; *Nordic Sugar Member of Nordzucker Group, 2006*).

Protože chuť je komplexní vjem, je třeba při reformulacích zohlednit i interakce sladidel s kyselou chutí a změnu časově-intenzivního profilu v ústech po požití. Zatímco maxima sladké chuti je po konzumaci sacharosy a sacharinu dosaženo během 10 sekund a rychle ubývá, u NHDC a thaumatinu dosahuje maxima až po 20 sekundách, ale přetrvává intenzivně i po 1 minutě (*Nordic Sugar Member of Nordzucker Group, 2006*).

Tato sladidla také nemohou zastat další funkce cukrů v nápojích, tj. pocit v ústech (mouthfeel; významný příspěvek při koncentraci 7–10 %) a intenzifikaci ostatních chutí a vůní (např. ovocných). V případě nápojových koncentrátů a sirupů plní cukry i funkci inhibitorů růstu mikroorganismů snížením aktivity vody a zvýšením osmotického tlaku. Nahrazení cukrů také ovlivňuje chemickou stabilitu nápoje, např. hrozí ztráta chuti a barvy v kyselém prostředí nebo po tepelném ošetření (Burgos et al., 2016).

Faktory, které je třeba podle studie „Reformulation guide for small to medium sized companies“ (Burgos et al., 2016) brát v případě výběru náhrady cukrů a zvoleného dávkování při reformulacích v úvahu, jsou následující:

- legislativní požadavky a zdravotní výhrady: jedná se o limity pro přídavné látky (nařízení (EU) č. 1333/2008), viz databáze Evropské komise: [https://webgate.ec.europa.eu/foods\\_system/main/](https://webgate.ec.europa.eu/foods_system/main/) a požadavky na značení potravin (nařízení EU č. 1924/2006 a nařízení (EU) č. 1169/2011); současné vědecké důkazy naznačují, že pravidelná, nestřídmá konzumace nápojů se sladidly je spojena se zvýšením stejných zdravotních rizik, jaké se váží k nadměrné konzumaci cukrů, včetně diabetes 2. typu, kardiovaskulárních chorob, hypertenze a mrtvice; z tohoto pohledu se pro zlepšení veřejného zdraví jeví jako žádoucí snížení příjmu jak cukrů, tak náhradních sladidel (Swithers, 2016),
- senzorycká přijatelnost pro spotřebitele: do velké míry je ovlivněna původní nebo tradiční recepturou, typem výrobku, očekáváním a zvyklostmi; přestože je možno přijatelnost do určité míry predikovat, je obvykle potřeba každou konkrétní inovaci receptury otestovat pomocí senzoryckých i spotřebitelských preferenčních testů; **Tabulka 12** ukazuje výsledky testu přijatelnosti různých kombinací sladidel u 2 typů nesycených ochucených nápojů (malinového a jahodového); nové receptury byly připravené tak, aby teoretická sladivost byla stejná; varianty s přírodními sladidly odpovídaly vždy redukci energie o 40 % oproti slazení pouze cukrem (Nordic Sugar Member of Nordzucker Group, 2006),
- finanční náklady: přestože až na výjimky platí, že cena náhradních sladidel s ohledem na jejich vysokou sladivost a tedy i potřebné nízké dávkování je oproti cukru příznivá (Ashurst et al., 2017), je na druhou stranu nutno počítat s možnými dalšími nepřímými náklady plynoucími z ostatních zde vyjmenovaných faktorů,
- možnosti technologie výroby a stabilita a trvanlivost náhrad: zatímco většina sladidel je v podmínkách nápoje chemicky stabilní po dobu 12 měsíců, aspartam se v kyselém prostředí postupně rozkládá, přičemž tento rozklad je urychlován nevhodnou (vyšší) teplotou skladování; řešením je: 1) vyšší dávkování v receptuře tak, aby byla minimál-

**Tabulka 12:** Výsledky preferenčních testů různých kombinací cukrů a náhradních sladidel (pořadí 1 – nejlepší, 8 – nejhorší) (*Nordic Sugar Member of Nordzucker Group, 2006*)

Složky	Malinový nápoj – pořadí v přijatelnosti	Jahodový nápoj – pořadí v přijatelnosti
Sacharosa (kontrola)	4	3
Invertní cukr, sacharosa, aspartam	2	1
Invertní cukr, sacharosa, aspartam, sacharin	3	4
Invertní cukr, sacharosa, aspartam, sacharin, NHDC	1	5
Invertní cukr, sacharosa, aspartam, sacharin, thaumatin	7	6
Glukosový sirup, aspartam, sacharin, NHDC	5	7
Aspartam, acesulfam K	6	2
Aspartam, sacharin	8	8

ní požadovaná sladkost dodržena i na konci trvanlivosti, 2) použití regulátorů kyselosti (např. citran sodný), 3) smíchání s dalšími 1 až 2 sladidly a využití synergického efektu (běžná je např. receptura 60 % aspartamu + 40 % acesulfamu K) (*Ashurst et al., 2017*).

## Částečné náhrady cukrů

Senzorické a technologické nevýhody úplné náhrady cukrů nízkoenenergetickými sladidly mohou být do určité míry kompenzovány částečnou náhradou cukrů, tj. například použitím směsí (např. sacharosa + fruktosa + HFCS nebo glukosa nebo sacharosa + sladidlo) v množství a poměru, při kterém vykazují stejnou sladivost, ale nižší energetickou hodnotu (*Burgos et al., 2016*); viz **Tabulka 2** jako příklad.

I zde je třeba mít na paměti možný vliv na stabilitu finálního výrobku. Zvláště nápoje s citlivými příchutěmi, jako jsou citrusové, jsou náchylné na oxidaci v případě využití cukrů i náhradních sladidel nižší kvality (čistoty); nežádoucí změny mohou zapříčinit především obsažené kontaminanty ve formě minoritních a stopových minerálních prvků. Jako prevence je doporučeno zařadit krok deionizace. Během vlastní výroby je třeba zohlednit odlišné fyzikálně chemické vlastnosti náhrad, které se mohou projevit horší rozpustností nebo mikrobiální nestabilitou surovin (*Ashurst, 2016*). Stejně aspekty je třeba vzít v potaz i při spotřebiteli žádaných přechodech z glukoso-fruktosového sirupu na sacharosu v rámci inovací nápojových receptur. Zanedbat nelze ani hydrolýzu (inverzi) sacharosy na glukosu a fruktosu v kyselém

prostředí. Reakční rychlost je závislá jak na teplotě, tak na pH. K 50% inverzi dojde při pasterizační teplotě 90 °C během 6 minut (při pH 3) až 6 hodin (pH 4,5), při 40 °C během 1 dne (pH 2) až 100 dnů (pH 4,5). Dlouhodobé skladovací experimenty s limonádou (pH 2,4) a ovocnou šťávou (pH 3,1) vedly k 90% a 40% konverzi během 100 dnů (*Nordic Sugar Member of Nordzucker Group, 2006*).

## Reformulace pro zubní zdraví

Vysoká frekvence konzumace sladkých a zároveň kyselých nealkoholických nápojů je společně s nedostatečnou zubní hygienou významným činitelem podporujícím změny mikrobiálního a biochemického složení plaku a demineralizaci zubů (snižování množství fluoru, vápníku a fosforu). Což následně vede ke vzniku zubní eroze a zubních kazů (*Caballero, 2016; Lukáčová, 2007; Grenby, 1996*).

Jako ochranné faktory byly testovány různé modifikace složení nápojů. První možností je snížení obsahu nebo náhrada hlavních složek, tj. (zkvasitelných) cukrů a kyselin. Možnosti reformulace snížením cukrů jsou popsány výše. V případě kyselin (regulátorů kyselosti), které patří k nejvýznamnějším činitelům při vzniku zubní eroze, je třeba opět brát v úvahu jejich senziorické a technologické vlastnosti. Erozivní potenciál není určen jen nízkým pH (tj. rozdělením podle disociační konstanty), ale především množstvím ve výrobku. Z tohoto pohledu má

jablečná šťáva (pH 3,3, obsah jablečné kyseliny 4,5 g/l) vyšší erozivní potenciál než kolový nápoj (pH 2,5, obsah kyseliny fosforečné 0,6 g/l) nebo sycená pomerančová limonáda (pH 2,9, obsah citronové kyseliny 2 g/l) (*Lukáčová, 2007*).

Jako neúčinné, respektive pro spotřebitele senzioricky nepřijatelné, se jeví přídavky pufrů za účelem omezení kyselosti nápojů, obdobně jako návrh neutralizace negativního účinku nápojů pomocí vypláchnutí ústní dutiny roztokem jedlé sody (hydrogenuhličitanu sodného).

Naopak slibný se zdá být výzkum zaměřený na přídavek fosforečnanu vápenatého a více rozpustných fosforečnanů nebo vápenatých solí. Fosforečnany chrání zuby před zubním kádem zvyšováním dostupnosti fosforu v zubním plaku, čímž zpomalují demineralizaci a podporují remineralizaci; např. přídavek 2–2,5% roztoku fosforečnanu vápenatého do kyselé ovocné šťávy v modelovém pokusu významně zpomalil erozi zubů.

Suplementace fluoridy se všeobecně používá s cílem zvýšit rezistenci tvrdých zubních tkání jako součást systému prevence vzniku zubního kazu; např. přídavek 2 ppm fluoridu sodného snížil výrazně erozivní potenciál ovocného nápoje při experimentech na laboratorních zvířatech (*Grenby, 1996*).

## Reformulace zvýšením přidané hodnoty

Mezi nápoje s přidanou výživovou nebo zdravotní hodnotou je možno zařadit nápoje s vysokým podílem ovoce nebo zeleniny. Jsou zdrojem ochranných látek obsažených ve výchozích surovinách, zejména vitamínu C, kyseliny listové, draslíku, hořčičku a dalších látek s antioxidačními a protizánětlivými vlastnostmi, jako jsou polyfenoly, karotenoidní pigmenty a další.

Další skupinou jsou tzv. funkční nápoje. Jedná se o nápoje, které kromě vody obsahují nutričně významné látky s dalšími fyziologickými účinky a mají tak kladný vliv na zdraví nebo fyzickou výkonnost nebo duševní stav. Jsou cíleně obohacovány funkčními přísadami, jako je vláknina, oligosacharidy, alkoholické cukry, aminokyseliny, vitaminy, minerální látky, přírodní extrakty z bylin, čaje, ovoce aj. Příkladem jsou přídatky tzv. „superfruits“ (např. granátové jablko, acerola, goja) nebo rostlinné výtažky (zázvor, ginkgo). Je však třeba mít na paměti, že termín funkční nápoj (potravina) není v rámci evropské legislativy definován a jakákoliv deklarace pozitivních preventivních účinků by

měla splňovat legislativní pravidla pro uvádění výživových a zdravotních tvrzení.

Mezi funkční nápoje patří nápoje pro sportovce s vyváženým obsahem minerálních látek, určené k náhradě živin a tekutin během sportovní nebo fyzické aktivity (tzv. iontové nápoje). Dalšími funkčními nápoji jsou energetické nápoje, které zvyšují vytrvalost, aktivitu a schopnost koncentrace konzumenta. Jsou řazeny pod limonády; v rámci této podskupiny se odlišují právě přítomností funkčních látek, jako jsou kofein, taurin, vitaminy skupiny B, vitamín C a extrakty z rostlin (guarana, ženšen, yerba maté apod.) (Čížková, 2016; Ashurst, 2016; Caballero, 2016; Kregiel, 2015).

I pro tyto výrobky však platí doporučení reformulace snížením nebo náhradou cukrů. Výsledky průzkumů trhu s energetickými nápoji provedenými ve Spojeném království v roce 2015 (75 výrobků) a 2017 (49 výrobků) jsou shrnuty v **Tabulce 13** a poukazují na skutečnost, že řada výrobců složení nápojů v mezidobí reformulovala; průměrně byl zjištěn pokles obsahu cukrů o 10 % a energetické hodnoty o 6 %, obsah kofeinu zůstal na stejné úrovni (Hashem et al., 2017).

**Tabulka 13:** Obsah cukrů, kofeinu a energetická hodnota v energetických nápojích (průměr a rozmezí, porovnání změn mezi rokem 2015 a 2017) (Hashem et al., 2017)

	2015 (75 výrobků)	2017 (49 výrobků)
Cukry g/100 ml	10,6 (1,9–15,9)	9,7 (2,1–16,0)
Energetická hodnota kcal/100 ml	47 (10–70)	44 (10–70)
Kofein (mg/100 ml)	29,4 (0–32)	31,6 (30–32)

## Technologická omezení reformulací

Inovace v procesu výroby i receptur ovlivňuje, kromě jiného, i trvanlivost nápojů. Příčinou je nejčastěji snížená mikrobiální stabilita nápoje nebo zavlečení nových, odolných druhů mikroor-

ganismů z nedostatečně specifikovaných nebo exotických surovin. Mezi nejznámější indikátory kažení patří smyslové vady jako nevyhovující vzhled (např. zákal, sediment, plovoucí částičky, produkce plynu) či netypická vůně a chuť (**Tabulka 14 a Obrázek 12**) (Šístková et al., 2015).

**Tabulka 14:** Nejběžnější vady nealkoholických nápojů způsobené mikroorganismy (Juvonen et al., 2011)

Mikroorganismus	Pachutí / přípach	Vizuální vady	Přítomné metabolity
Kvasinky	ocet, ananas, máslo, petrolej	nafouklé balení, sediment, zákal, povlak na povrchu	CO <sub>2</sub> , etanol, kyselina octová, diacetyl, acetaldehyd, estery, 3-hydroxybutan-2-on, 1,3-pentadien, exocelulární polysacharidy
Bakterie mléčného kvašení	po sýru, zeleném jablku, kyselá	ztráta CO <sub>2</sub> , vláknité struktury, zákal	kyselina mléčná, CO <sub>2</sub> , etanol, kyselina octová, diacetyl, kyselina mravenčí, exocelulární polysacharidy
Bakterie octového kvašení	kyselá, octová	nafouklé balení, vláknité struktury, zákal	CO <sub>2</sub> , kyselina glukonová, kyselina octová, etyl acetát, acetoin
Bakterie rodu <i>Alicyclobacillus</i>	desinfekční a kouřový přípach	nejsou	2,6-dibromfenol, guajakol
Plísně	plesnivý, zatuchlý	nafouklé balení, odbarvení produktu, tvorba mycelií	degradační produkty pektinu, kyselina mravenčí, zvýšení pH, tvorba plynů, kyselina glukonová

**Obrázek 12:** Mikrobiologické vady způsobené inovací výrobku bez dostatečného zohlednění faktorů ovlivňujících stabilitu nápojů (foto: Iveta Horsáková)



Ochucená, syčená minerální voda, voda s přísadkami konzervačních látek: mycelium plísně rodu *Penicillium* ve vznosu

Zelený čaj, pasterovaný: sediment způsobený bakterií rodu *Gluconacetobacter*

Zelený čaj, pasterovaný: shluky na povrchu způsobené bakterií rodu *Asaia*

Limonáda s přísadkami konzervačních látek: mycelium plísně rodu *Penicillium* ve vznosu a zápach po petroleji způsobený mikrobiálním rozkladem sorbanu

Ochucené nealkoholické nápoje jsou obecně považovány za odolné vůči mikrobiálnímu kažení. Tato odolnost je dána nízkým pH (2,5–4,5), anaerobními podmínkami u sycených nápojů, antimikrobiálně působícími silicemi (u citrusových limonád) a relativně nízkým obsahem látek využitelných jako živiny pro mikroorganismy (Šístková *et al.*, 2015). Uvedené podmínky společně s konkrétními konzervačními zákroky představují nezbytné překážky zajišťující stabilitu výrobku.

Výše uváděné možnosti reformulací však mohou mít vliv na některé zásadní faktory ovlivňující přežívání a růst mikroorganismů (Azereido *et al.*, 2016; Juvonen *et al.*, 2011):

- pH a kyselost: platí, že riziko kažení, včetně růstu patogenů, se zvyšuje se zvyšujícím se pH; tolerance vůči kyselému prostředí v nápojích klesá v pořadí: plísňe a kvasinky, alifocyclobacily, laktobacily, bakterie octového kvašení a leukonostok; riziko představuje úprava receptury změnou regulátorů kyselosti nebo přidávkem málo-kyselých exotických šťáv (např. z melounu, papáji, acai, kantalupe) na pH 3,5 až 4,
- sycení oxidem uhličitým a dostupnost kyslíku: většina mikroorganismů způsobujících kažení (výjimku představují např. kvasinky rodu *Saccharomyces* a Dekker) vyžaduje aerobní prostředí, proto jsou sycené nápoje méně náchylné na kažení; riziko představuje jak částečná nebo úplná eliminace sycení

nápoje, tak použití obalu s vyšší propustností pro kyslík,

- živiny: všeobecně platí, že všechny složky, které mohou poskytnout živiny pro mikroorganismy, zvyšují citlivost produktu; nápoje obohacené ovocnými a zeleninovými šťávami patří mezi ty s komplexním a nejvyšším obsahem živin; přítomnost cukrů je potřebná pro růst kvasinek, snížení obsahu z 10 % na 5 % se ještě inhibičně neprojevuje, úplná náhrada nízkooenergetickými sladidly ano,
- funkční složky: je potřeba posuzovat individuálně; některé působí antimikrobiálně (rostlinné extrakty, silice), jiné jsou naopak pro nežádoucí mikroorganismy zdrojem živin (vitaminy skupiny B, mléčnan vápenatý, obilné extrakty, beta-glukany, taurin) nebo mohou být primárním původcem neočekávané mikrobiální kontaminace.

Z výše uvedeného vyplývá, že každá reformulace, dotýkající se jakékoliv složky nebo faktoru ovlivňujícího mikrobiální stabilitu, by měla zahrnovat adekvátní náhradu a/nebo ověření trvanlivosti nového nápoje.



## LITERATURA

- AIJN Code of Practice, <http://www.aijn.org/publications/code-of-practice/the-aijn-code-of-practice/>.
- Ashurst, P. R., Hargitt, R., Palmer, F. (2017): *Soft Drink and Fruit Juice Problems Solved*. Woodhead Publishing, UK.
- Ashurst, P. R. (2016): *Chemistry and Technology of Soft Drinks and Fruit Juices*. Wiley Online Library.
- Azeredo, D. R. P., Alvarenga, V. O., Sant'Ana, A. S., Sabaa Sru, A. U. O. (2016): An overview of microorganisms and factors contributing for the microbial stability of carbonated soft drinks. *Food Res. Int.*, 82, 136-144.
- Belitz, H.-D., Grosch, W., Schieberle, P. (2009): *Food Chemistry*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- Briggs, A. D. M., Mytton, O. T., Kehlbacher, A., Tiffin, R., Elhussein, A., Rayner, M., Jebb, S. A., Blakely, T., Scarborough, P. (2017): Health impact assessment of the UK soft drinks industry levy: a comparative risk assessment modelling study. *Lancet Publ. Heal.*, 2 (1), e15-e22.
- Burgos, K., Subramaniam, P., Arthur, J. (2016): *Reformulation guide for small to medium sized companies, Spotlight on sugars*. Leatherhead Food Research, [http://www.fdf.org.uk/corporate\\_pubs/Reformulation-Guide-Sugars-Aug2016.pdf](http://www.fdf.org.uk/corporate_pubs/Reformulation-Guide-Sugars-Aug2016.pdf).
- Caballero, B., Finglas, P., Toldra, F. (2003): *Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition: Soft drinks/dietary importance*. Academic Press, USA.
- Čížková, H. (2016): Nealkoholické nápoje, edice Jak poznáme kvalitu? Sdružení českých spotřebitelů, z. ú. a Potravinářská komora ČR v rámci priorit České technologické platformy pro potraviny, 16 (1), <http://www.konzument.cz/users/publications/4-publikace/223-jak-pozname-kvalitu-nealkoholicke-napoje.pdf>.
- Český statistický úřad Spotřeba potravin – 2017 <https://www.czso.cz/csu/czso/spotreba-potravin-2017> (2017)
- EFSA Panel on Food Additives and Nutrient Sources (2010): Scientific Opinion on safety of steviol glycosides for the proposed uses as a food additive. *EFSA Journal*;8(4):1537.
- EFSA Scientific Opinion of the Panel on Food Additives, Flavourings, Processing Aids and Materials in Contact with Food (2007): Neotame as a sweetener and flavour enhancer *EFSA Journal*, 581, 1-43.
- Grenby, T. H. (1996): Lessening dental erosive potential by product modification. *Eur. J. Oral Sci.*, 104 (2), 221-228.
- Hashem, K. M., He, F. J., MacGregor, G. A. (2017): Cross-sectional surveys of the amount of sugar, energy and caffeine in sugar-sweetened drinks marketed and consumed as energy drinks in the UK between 2015 and 2017: monitoring reformulation progress. *BMJ Open*, 2017 (7), 1-8.
- Huizinga, O., Hubert, M. (2017): The content of caloric and non-caloric sweeteners in soft drinks in Germany. *Obes. Med.*, 6, 11-14.
- Juvonen, R., Virkajärvi, V., Priha, O., Laitila, A. (2011): Microbiological Spoilage and Safety Risks in Non-Beer Beverages. VTT Tiedotteita–Research Notes 2599, Julkaisija– Utgivare, <https://www.vtt.fi/inf/pdf/tiedotteet/2011/T2599.pdf>.
- Kolektiv autorů a Svaz výrobců nealkoholických nápojů (2002): *Pravidla správné výrobní a hygienické praxe pro výrobce nealkoholických nápojů*. Potravinářská komora ČR, <http://www.bezpecnostpotravin.cz/prirucky-spravne-hygienicke-praxe.aspx>.

Kregiel, D. (2015): Health safety of soft drinks: contents, containers, and microorganisms. *BioMed Res. Int.*, 2015, 15 pages.

Lukáčová, I. (2007): Nutriční aspekty zubního zdraví. LF Masarykovy univerzity v Brně, [https://is.muni.cz/th/lqpz3/Irena\\_Lukacova.pdf](https://is.muni.cz/th/lqpz3/Irena_Lukacova.pdf).

Malik, V. S., Popkin, B. M., Bray, G. A., Després, J. P., Willett, W. C., Hu, F. B. (2010): Sugar-sweetened beverages and risk of metabolic syndrome and type 2 diabetes: a meta-analysis. *Diabetes Care*, 33 (11), 2477-2483.

Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1333/2008 o potravinářských přídatných látkách.

Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1924/2006 o výživových a zdravotních tvrzeních při označování potravin.

Nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) č. 1169/2011 o poskytování informací o potravinách spotřebitelům.

Nařízení komise (EU) č. 1129/2011 ze dne 11. listopadu 2011, kterým se mění příloha II nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1333/2008 vytvořením seznamu potravinářských přídatných látek Unie.

Nordic Sugar Member of Nordzucker Group (2006): The functional properties of sugar – on a technical level, [http://www.nordicsugar.com/fileadmin/Nordic\\_Sugar/Brochures\\_factsheet\\_policies\\_news/Download\\_center/Functional\\_properties\\_of\\_sugar\\_on\\_a\\_technical\\_level/Functional\\_prop\\_on\\_tech\\_level\\_uk.pdf](http://www.nordicsugar.com/fileadmin/Nordic_Sugar/Brochures_factsheet_policies_news/Download_center/Functional_properties_of_sugar_on_a_technical_level/Functional_prop_on_tech_level_uk.pdf).

Směrnice Rady 2001/112/ES ze dne 20. prosince 2001 o ovocných šťávách a některých podobných produktech určených k lidské spotřebě.

Stávková J. (2011): Je to sladké a cukr to není – STEVIE. *Výživa a potraviny*, 66 (5), 133-135.

Swithers, S. E. (2016): Not-so-healthy sugar substitutes? *Curr. Opin. Behav. Sci.* 9, 106-110.

Šístková, I., Horsáková, I., Čížková, H. (2015): Smyslové vady nealkoholických nápojů. *Výživa a potraviny*, 2015 (2), 36-39.

The Soft Drinks Industry Levy Regulations 2018, <http://www.legislation.gov.uk/ukSI/2018/41/contents/made>.

Vyhláška č. 335/1997 Sb. pro nealkoholické nápoje a koncentráty k přípravě nealkoholických nápojů, ovocná vína, ostatní vína a medovinu, pivo, konzumní líh, lihoviny a ostatní alkoholické nápoje, kvasný ocet a droždí.

Výzkum ČSOB: Očekávání firem v indikativních oborech – nealkoholické nápoje, <https://www.csob.cz/portal/documents/10710/124732/iof-2q-2014-nealko.pdf> (2014)



## Reformulace výrobků z ovoce a zeleniny

Rýdlová L., Hrubá M., Ševčík R., Rajchl A.

Ovoce, zelenina a příslušné výrobky jsou často spotřebitelem vnímány jako „zdravé“ a konzumovatelné prakticky v libovolném množství. U ovoce a zejména u výrobků z ovoce je ovšem nutné přistupovat ke spotřebě uvážlivě. Výrobky z ovoce (kompoty, ovocné pomazánky, kandované ovoce aj.) obsahují často vysoký obsah cukru a některé výrobky ze zeleniny jsou nezanedbatelným zdrojem soli. Snaha o reformulaci je pak smysluplná právě u výše zmíněných výrobků.

### Charakteristika ovoce a zeleniny a rozdělení výrobků z nich

Z pohledu spotřebitele nebo potravinářského průmyslu je ovoce obecně charakterizováno jako jedlý plod rostliny nebo stromu, který zahrnuje semeno a jeho obal, přičemž může být typicky popsán jako sladký a šťavnatý (*Kandasamy, Shanmugapriya, 2015*). Technologové ale i spotřebitelé tradičně ovocem rozumí jedlé plody, plodenství a semena různých vytrvalých kulturních či planě rostoucích dřevin a bylin. Ovoce je charakteristické sladkou chutí a často je konzumováno jen v neupraveném stavu. Zeleninu lze definovat jako různé části jedlých rostlin, kromě ovoce. Uvedené členění však

nepokrývá úplně celé spektrum druhů ovoce a zeleniny a lze nalézt i ty druhy, které nelze jednoznačně zařadit ani do jedné z výše uvedených skupin (*Sluková et al., 2016*).

Výrobky z ovoce a zeleniny představují velmi širokou škálu produktů, kterou lze klasifikovat několika způsoby, a to na základě konzistence konečného výrobku (kusovité, rozmělněné, tekuté), či podle způsobu konzervace na výrobky chlazené, sušené, sterilované, zmrazované, proslazované, chemicky konzervované atd. V **Tabulce 15** je uvedeno členění zpracovaného ovoce dle vyhlášky č. 157/2003 Sb., kterou se stanoví požadavky pro čerstvé ovoce a čerstvou zeleninu, zpracované ovoce a zpracovanou zeleninu, suché skořápkové plody, houby, brambory a výrobky z nich, jakož i další způsoby jejich označování, ve znění pozdějších předpisů. Podobně jako ovoce, i zelenina je zpracovávána na široký sortiment výrobků lišících se jak konzistencí, tak způsobem konzervace, přičemž vyhláškou je zpracovaná zelenina rozčleněna na skupiny viz **Tabulka 15**.

**Tabulka 15:** Členění zpracovaného ovoce na skupiny

Skupina	Potravina
Džemy výběrové	Všeobecně
Džemy výběrové (extra)	Z červeného rybízu, jeřabin, rakytníku, černého rybízu, kdoulí a šípku
Džemy speciální (extra)	Ze zázvoru
Džemy výběrové méně sladké (extra)	Z kešu – jablka
Džemy	Z plodu mučenky (maracuja)
	Všeobecně
	Z červeného rybízu, jeřabin, rakytníku, černého rybízu, kdoulí a šípku
	Ze zázvoru
	Z kešu – jablka
	Z plodu mučenky (maracuja)
Rosoly	Všeobecně
Rosoly výběrové (extra)	Z černého rybízu, šípků, kdoulí, malin
	Ze zázvoru
	Z kešu – jablka
	Z plodu mučenky (maracuja)
Marmelády	Všeobecně
Povidla	Slazená ze švestek
	Slazená ze švestek a jablek
	Slazená z hrušek a jablek
Klevely	Všeobecně
	Z meruněk
	Z jahod
Kaštanový krém	
Ovocný protlak	
Proslazené ovoce nebo kandované ovoce	
Ovoce v lihu (ovocná bowle)	V plechovém obalu
	Ve skleněném obalu
Upravené chlazené čerstvé ovoce	
Kompot	

**Tabulka 16:** Členění výrobků ze zeleniny na skupiny

Druh	Skupina
Zpracovaná zelenina	Sterilovaná zelenina
	Mléčně kvašená (kysaná) zelenina
	Protlak
	Sušená zelenina
	Proslazená zelenina
	Zelenina v soli
	Zelenina v octu
	Zelenina chemicky konzervovaná
	Upravená chlazená čerstvá zelenina
	Zelenina v oleji

## Ovoce, zelenina a zdraví

Nástup a progresse některých onemocnění jsou jasně ovlivněny životním stylem. Výživa je jedním z nejdůležitějších faktorů ovlivňujících lidské zdraví a stále častěji je v odborné literatuře zmiňováno, že strava bohatá na ovoce a zeleninu může mít pozitivní vliv na zdraví. Již starověká medicína předepisovala kombinace ovoce, zeleniny, ořechů, bylin, koření a jejich výtažků k léčbě určitých onemocnění. Ačkoliv některé mechanismy těchto pozitivních účinků ovoce a zeleniny na zdraví nebyly zcela objasněny, roli by mohly mít v ovoci a zelenině obsažené sekundární metabolity, běžně označované jako fyto-sloučeniny (Miller et al., 2017). Pozitivní zdravotní účinky konzumace zeleniny a ovoce jsou připisovány zejména následujícím složkám: vitaminy, minerální látky, vláknina, flavonoidy, glukosinoláty, karotenoidy, fytoncidy atd. (Hord et al., 2009, Sluková et al., 2016).

Ovoce i zelenina však obsahují i látky ovlivňující zdraví konzumenta negativně, jako jsou šťavelany, dusičnany, alkaloidy, strumigeny, kyanogenní glykosidy a další (Sluková et al., 2016). Stále více studií ukazuje, že nízká konzumace ovoce a zeleniny je spojena s vývojem některých nemocí, jako je například rakovina, mrtvice, diabetes a hypertenze (Roark, Niederhauser, 2012). Jako nízká konzumace ovoce a zeleniny byla podle WHO definována konzumace méně než pěti porcí ovoce a/ nebo zeleniny denně, kdy ekvivalent jedné porce je přibližně

80 g. Panel WHO zabývající se stravou, výživou a prevencí chronických onemocnění tak doporučuje pro snížení rizika nedostatku mikroživin, kardiovaskulárních onemocnění, rakoviny, poruchy kognitivních funkcí (paměť, koncentrace, pozornost, řeč, rychlost zpracování informací apod.) příjem minimálně 400–600 g ovoce a/ nebo zeleniny v 5–8 porcích denně (WHO and FAO 2003, Hall et al., 2009). Epidemiologické studie ukazují, že konzumace ovoce, ořechů a zeleniny má vliv na výskyt kognitivních dysfunkcí souvisejících se stárnutím populace (Miller et al., 2017). Až třetinu ovoce a zeleniny tvoří slupky, jádřince apod., které jsou bohatým zdrojem vlákniny a zejména vedlejší produkty získané při zpracování ovoce a zeleniny, například džusů a nápojů, získávají pozornost jako nové a ekonomické zdroje, a to nejenom vlákniny (Rodríguez et al., 2006, O'Shea et al., 2012).

Ovoce a zelenina jsou charakteristické vysokým obsahem vody a v porovnání s ostatními potravinářskými surovinami obecně nižším obsahem základních živin a tedy i nízkým energetickým obsahem. Pro zeleninu je typická nízká energetická hodnota, u ovoce je třeba s jeho energetickou hodnotou danou vyšším obsahem cukrů již počítat (*Sluková et al., 2016*). Z výše uvedeného existují určité výjimky, kdy lze např. zmínit na lipidy bohaté avokádo či suché skořápkové plody. Čerstvé ovoce obsahuje mezi 75 a 95 % vody, což vysvětluje i jeho osvěžující charakter (*Kandasamy, Shanmugapriya, 2015*). Zelenina má historicky své místo ve stravě z důvodu obsahu vitamínů, zejména vitamínu A a C, minerálních látek a fyto-sloučenin. Navíc je doporučována jako zdroj vlákniny (*Slavin, 2013*). Mezi významné dusíkaté látky ovoce a zeleniny patří bílkoviny (35–85 % veškerého dusíku), zbytek tvoří volné aminokyseliny, peptidy a další sloučeniny. Dalšími důležitými bílkovinami ovoce a zeleniny jsou enzymy, které působí při zpracování jak pozitivně, tak i negativně. Sacharidy včetně vlákniny tvoří více jak 90 % sušiny ovoce. Ve zralém ovoci jsou především cukry (příklady obsahu cukrů u jednotlivých druhů ovoce viz **Tabulka 18**), zelenina obsahuje jednoduchých cukrů málo. Obsah cukrů může být v závislosti na mnoha podmínkách i u jednoho ovocného druhu značně proměnlivý (**Tabulka 17**). Hlavními monosacharidy ovoce jsou fruktosa a glukosa, jejichž poměry jsou pro daný ovocný druh charakteristické. Dalšími monosacharidy jsou například galaktosa, arabinosa a xylosa vyskytující se

jen v některých druzích ovoce. Vybrané druhy ovoce jako například švestky, hrušky a třešně obsahují dále například sorbitol, který má laxativní účinky. Z oligosacharidů je v ovoci nejvíce zastoupená sacharosa, ostatní disacharidy jako maltosa, melibiosa a rafinosa se vyskytují v zanedbatelných množstvích. Z polysacharidů je v ovoci přítomen také škrob, který je během zrání ovoce odbouráván. Příklady obsahu cukrů v jednotlivých druzích ovoce jsou uvedeny v **Tabulce 18**. Ovoce a zelenina jsou důležitým zdrojem vlákniny, v ovoci se nachází zejména pektin, dále celulóza a hemicelulózy. Obsah lipidů je v ovoci a zelenině obvykle velmi nízký až zanedbatelný. Jejich obsahem se vymyká například avokádo (12–16 %). Obecně má ovoce nízké pH v rozmezí od 2,5 do 4,4. Nejčastějšími kyselinami v ovoci jsou kyselina citronová, jablečná a vinná. Většina druhů ovoce je velmi dobrý zdroj vitamínů skupiny A, C, E, K a B, jako thiamin (B1), riboflavin (B2), niacin (B3), kyselina panthothenová (B5), pyridoxin (B6) a foláty (B9). Ovoce obsahuje také flavonoidy jako  $\beta$ -karoten, lykopen, kryptoxanthin, zeaxanthin a polyfenolické sloučeniny. Ovoce je také dobře využitelným zdrojem minerálních látek, jako je sodík, draslík, fosfor, železo, měď, vápník, hořčík a zinek (*Kandasamy, Shanmugapriya, 2015; Sebastian et al., 2002*). Obsah jednotlivých minerálních látek ve vybraných druzích ovoce a zeleniny závisí na složení a vlastnostech půdy, intenzitě a způsobu hnojení, klimatických podmínkách a zralosti suroviny (*Sluková et al., 2016*).

**Tabulka 17:** Glykemický index vybraných ovocných druhů, pro srovnání je uveden i GI glukosy, sacharosa a bílého chleba (*Omolola et al., 2017, Kasper 2015*)

Druh potravin	Glykemický index (sušené)
Glukosa	100
Sacharosa	59
Bílý chléb	69
Čočka	29
Jablko	40–44 (29)
Meruňka	34–57 (30–32)
Banán	46–70
Mango	41–60
Pomeranč	31–51
Broskev	28–56 (35)
Hruška	33–44 (43)
Ananas	43–66
Švestka	39 (29)

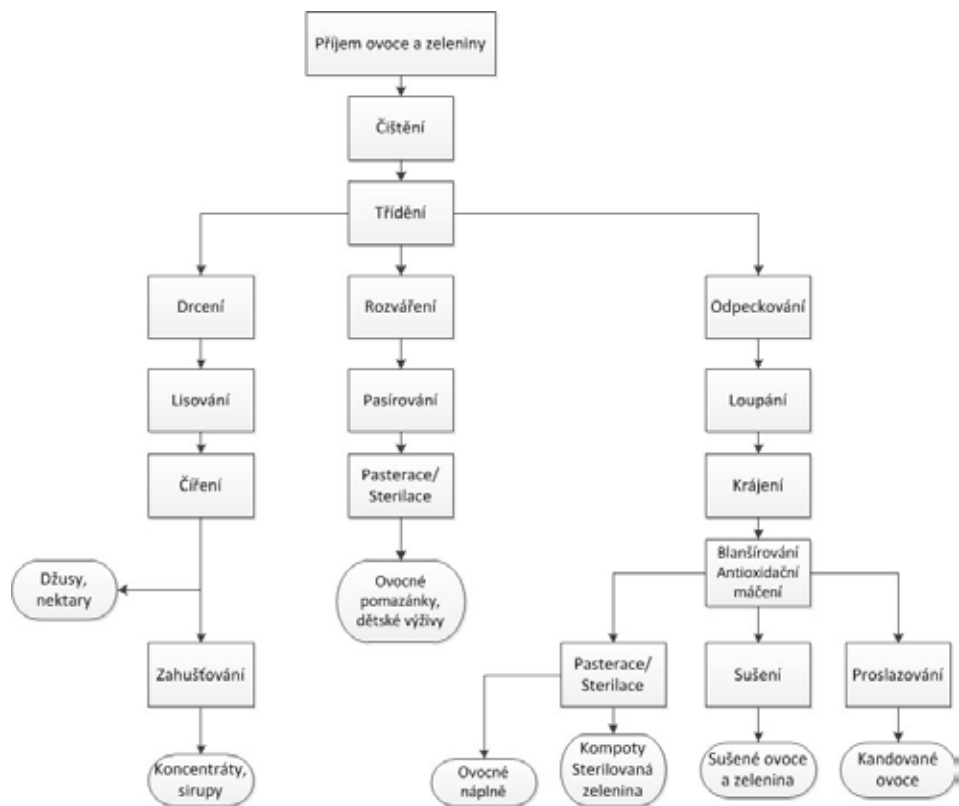


**Tabulka 18:** Průměrný obsah sacharidů v různých druzích ovoce (*Bownlee and Hammes 1992, Souci 2000*)

G cukru na 100 g konzumovatelného podílu			
Druh	Glukosa	Fruktosa	Sacharosa
Jablka	1,4–2,4	4,8–6,4	0,5–2,8
Hrušky	1,5–1,7	5,6–7,7	1,1–2,5
Pomeranče	1,8–2,4	2,4–3,0	3,2–4,3
Mandarinky	1,1–1,7	1,3	5,1–7,1
Grapefruity	2,1–2,8	0,8–2,4	1,7–4,6
Broskve	0,7–1,5	0,9–1,8	4,5–6,8
Meruňky	1,0–2,9	0,4–1,6	3,6–6,0
Švestky	2,2–3,4	1,2–2,0	3,4–5,2
Třešně	5,3–7,8	4,2–7,1	0,2–1,3
Jahody	1,9–2,3	2,1–2,4	0,1–1,5
Maliny	1,1–2,6	1,8–2,9	0,1–1,5
Borůvky	2,3–5,0	3,1–5,2	0,2–0,3
Hroznové víno	4,0–9,0	3,9–9,3	0,2–1,6



## Vybrané procesy při zpracování potravin



**Obrázek 13:** Přehled jednotlivých výrob a finálních produktů z ovoce a zeleniny



Vzhledem k omezené trvanlivosti většiny ovoce a zeleniny byla tato komodita tradičně dostupná jen po značně omezenou dobu. Velké množství ovoce a zeleniny dnes konzumovaného je zpracované (Slavin, Lloyd, 2012). Základní přehled technologie ovoce a zeleniny je uveden na **Obrázku 13**. Při zpracování ovoce a zeleniny je uplatňována celá řada konzervačních zákroků a spektrum finálních výrobků je velmi pestré. Výhody či nevýhody vybraných technologických a konzervačních zákroků jsou popsány v příslušné literatuře například (Sluková et al., 2016; Barrett, Somogyi et al., 2004; Hui, 2004; Jongen, 2002). Pozornost je třeba věnovat sensorickým vlastnostem reformulovaných produktů, neboť spotřebitel u výrobků očekává jejich charakteristické vlastnosti a např. sladká chuť je často pro daný výrobek typická (ovocné pomazánky, kandované ovoce aj.).

## Možnosti reformulací

Ke konci roku 2011 dosáhla světová populace sedmi miliard a předpokládá se, že tento počet se do roku 2025 zvýší o další miliardu, a tak i v 21. století kolem jedné miliardy lidí hladoví a další miliarda osob trpí nedostatkem mikroživin. Na druhou stranu má více než miliarda lidí nadváhu nebo je obézní, čímž se u nich zvyšuje riziko nemocí s tím spojených. I při dostatečném energetickém příjmu nebo jeho přebytku mohou být spotřebované potraviny chudým zdrojem základních živin. Příležitosti ke zlepšení nutričního profilu a udržitelnosti stravy jsou v celém potravinovém řetězci, přes výrobu na

farmách, maloobchod až po domácnosti. Jsou to například diverzifikace plodin, obohacování potravin, zefektivnění transportu, minimalizace odpadu a v neposlední řadě i reformulace potravin (Buttriss, 2013). Potravinářský průmysl má dvě hlavní alternativy k reformulaci produktů: postupné snižování obsahu živin bez zavedení dalších změn v receptuře produktu, nebo částečné/celkové nahrazení jinými živinami, jako hydrokoloidy, náhražkami tuku a sladidly (Aresa et al., 2018). Druhý přístup kompenzuje část sensorických změn způsobených snížením obsahu některé živiny a může proto vést k většímu a rychlejšímu snížení jejího obsahu. Na druhou stranu bylo v některých studiích zjištěno, že výrobky bez přidané soli či cukrů jsou ze sensorického hlediska hodnoceny negativně (DuBois, Prakash, 2012; Phelps et al., 2006).

## Sacharidy

Za přidané cukry jsou považovány cukry, které se přidávají do potravin při jejich zpracování, přípravě nebo „na stole“. Přispívají k energetické hodnotě stravy, ale mají jen malý výživový benefit a jejich vysoký příjem je spojen se zvýšeným energetickým obsahem stravy, zubním kazem a dalšími nežádoucími zdravotními důsledky, jako je nadměrné zvýšení tělesné hmotnosti a snížení hustoty kostí. Aktuální doporučení WHO uvádí, že příjem přidaných cukrů by měl být nižší než 10 % celkového příjmu energie (Yeung et al., 2017; WHO, 2015).

Rostoucí obavy o zdraví spojené s vyšším výskytem obezity, metabolickým syndromem a diabetem vyústily ve zvýšený zájem o potraviny se sníženým obsahem cukru (Souza et al., 2013). Snížení příjmu jednoduchých cukrů se doporučuje při léčbě a prevenci obezity, prevenci zubního kazu a z mnoha dalších důvodů (Bakr, 1997).

V různých druzích ovoce je přirozeně velmi rozdílný obsah sacharidů, zejména pak glukosy, sacharosy a fruktosy, která je metabolizována nezávisle na inzulinu (Kasper, 2015). Se zvýšeným zájmem spotřebitele o snížení příjmu cukru se stávají populárnější potravinářské výrobky vyrobené s použitím sladidel (Dostálová et al., 2014; Souza et al., 2013). Sladidla, kromě toho, že musí být bezpečná a povolená platnou legislativou, musí být také kompatibilní s danými potravinami. Velký důraz je u sladidel kladen na co největší podobnost s charakteristickou chutí sacharosy, neboť nahrazení sacharosy sladidly může způsobit změny ve vnímání hořké a sladké chuti (Pinheiro et al., 2005). Některé z využívaných alternativ cukru mají omezení, jako jsou legislativní požadavky, gastrointestinální důsledky spojené s vysokým příjmem polyolů a v neposlední řadě i určitý odpor konzumentů k potravinám obsahujícím spoustu přísad („touha po čistých etiketách“, minimální seznamy složení) (Buttriss 2013). Nahrazení cukru v reformulovaných potravinách by mohlo představovat realizovatelnou strategii pro snížení příjmu cukru v populaci bez nutnos-

ti dramatické změny obvyklé stravy. Nicméně snížení obsahu cukru v potravinách je náročné z důvodu změn chuti, textury, funkčnosti, skladovatelnosti apod. (Cruz et al., 2010; van Raaij et al., 2009). Hygroskopická povaha cukru hraje zásadní roli při snižování aktivity vody v potravinách a pomáhá udržovat a prodlužovat trvanlivost potravin. Cukr zabraňuje mikrobiálnímu kažení například džemů po otevření. Dále také pomáhá uchovávat barvu zmrazeného ovoce. Dosud tak nebylo vyvinuto žádné sladidlo, které by plně duplikovalo všechny funkční vlastnosti sacharosy. Je tedy nutné vždy porozumět funkci sacharosy v konkrétním potravinářském výrobku před jejím samotným nahrazením (Goldfein, Slavin, 2015).

**Tabulka 19:** Funkce sacharidů a potenciální cesty snížení jejich obsahu (Buttriss 2013)

Funkce	Alternativní přístupy
Sladká chuť	Sladidla, polyoly
Textura	Hydrokoloidy, polyoly a jiné cukry
Objem/množství	"Plnidla", polyoly, vláknina
Barva	Aditiva
Vůně	Aditiva
Stabilita/ konzervační účinek	Aditiva
Fermentační substrát	-

## Sladidla

Sladidlo je potravinářská přídatná látka (má tedy i E kód), sladké chuti, která se získává z přírodních zdrojů, nebo je vyrobená čistě synteticky. Legislativně sladidla patří mezi přídatné látky, jejichž použití je upraveno nařízením (ES) č. 1333/2008. Legislativa určuje potraviny, do kterých se mohou sladidla přidávat a některé další podmínky použití. Termín přírodní sladidla je pak obvykle používán pro sladké sacharidy, tj. cukry. Sladidla nahrazují chuť cukru a dříve se pro tyto látky používal termín náhradní nebo také syntetická sladidla. Sladidla se dále člení na objemová, kam patří energeticky nezanedbatelné cukerné alkoholy a intenzivní sladidla, která mají energetickou hodnotu prakticky zanedbatelnou. Každé sladidlo má při použití určité výhody a nevýhody a je často vhodné pro synergický účinek na sladkou chuť používají kombinace sladidel, kdy dochází k zvýšení intenzity vůně a chuti nebo se maskuje pachutí, vyskytující se při použití jediného sladidla. Intenzivní sladidla mají větší sladivost a jsou typicky používána v mnohem menším množství než cukr, čímž přispívají ke změně viskozity a hustoty. Z tohoto důvodu se při jejich aplikaci používají další přídatné látky například hydrokoloidní gummy, která fungují jako plnidla nebo viskozitu zvyšující složky (*Sinchaipanit et al., 2013*). Některými spotřebiteli jsou sladidla přijímána značně kontroverzně a při snahách o reformulace je třeba s tímto počítat (*Varzakas et al., 2012; Tandel 2011*).

Každé sladidlo má uvedenou hodnotu takzvané relativní sladivosti, která je vyjadřována v poměru k sacharose, která má hodnotu sladivosti 1. Publikováno bylo velké množství studií o sladidlech, hlavně těch syntetických, se závěry od „bezpečné za všech podmínek“ až po „nebezpečné při jakékoliv dávce“. Vědci jsou ve svých názorech týkajících se otázky syntetických sladidel do určité míry nejednotní. Dnes používaná sladidla jsou povolenými aditivami a dle současného stavu poznání zcela bezpečnými (*Tandel, 2011*).

**Tabulka 20:** Přírodní náhražky cukru (*Tandel 2011*)

Přírodní náhražky cukru	Sladivost (kolikrát sladší než sacharosa – hmotnostní porovnání)	Sladivost (kolikrát sladší než sacharosa – energetické porovnání)
Brazzein	800	–
Curculin	550	–
Erythritol	0,7	14
Glycyrrhizin	50	–
Glycerol	0,6	0,55
Hydrogenovaný hydrolyzát škrobu	0,4–0,9	0,5–1,2
Inulin	–	–
Isomalt	0,45–0,65	0,9–1,3
Lactitol	0,4	0,8
Lo Han Guo	300	–
Mabinlin	100	–
Maltitol	0,9	1,7
Maltooligosacharid	–	–
Mannitol	0,5	1,2
Miraculin	Nemá sladkou chuť, ale modifikuje chuťové receptory tak, že kyselé věci chutnají dočasně sladce.	
Monatin	–	
Monellin	3000	–
Pentadin	500	–
Sorbitol	0,6	0,9
Stévie	250	–
Tagatosa	0,92	0,24
Thaumatococin	200	–
Xylitol	1	1,7

**Tabulka 21:** Syntetické náhražky cukru  
(Kroger et al., 2006, Tandel 2011)

Syntetické náhražky cukru	Sladivost (kolikrát sladší než sacharosa-hmotnostní porovnání)
Acesulfam k	200
Alitam	2000
Aspartam	160–200
Sůl aspartamu a acesulfamu	350
Cyklamát	30
Dulcin	250
Glucin	300
Neohesperidin dihydrochalkon	1500
Neotam	8000
Sacharin	300
Sukralosa	600



## Možnosti reformulace výrobků z ovoce a zeleniny

Možnosti reformulace džusů jsou omezené zejména s ohledem na platnou legislativu a technologická omezení. Prostor pro reformulace je zejména v případě nektarů či ovocných nápojů, kde je obsah ovocné složky nižší. Problematice nápojů se věnuje kapitola Reformulace nealkoholických nápojů. Ve studii Sinchaipanita et al., (2013) byla vyráběna mrkvová šťáva s různými kombinacemi sladidel (acesulfamu K, aspartamu a sukralosu). Všechny vzorky s náhradními sladidly měly nižší refraktometrickou sušinu (6,2–6,4 °Brix) ve srovnání se standardem slazeným sacharosou (10,4 °Brix). Vzorky

se sladidly měly také nižší pH (3,03–3,05) v porovnání se standardem (3,38) a vyšší titrační kyselost (3,0–3,2 g/kg) v porovnání se standardem (2,7 g/ kg). Senzorické vlastnosti výrobků se sladidly byly dobré (Sinchaipanit et al., 2013).

Ve studii Rubio–Arraeze et al., (2017) byla vyráběna citronová marmeláda se sníženým obsahem cukru. Suroviny běžně používané pro výrobu této marmelády jsou citronová pulpa, sacharosa a želírující činidlo. V této studii byla jako náhradní sladidla použita isomaltulosa a tagatosa (39,9 % tagatosa, 39,9 % isomalt, 0,02 % sukralosa a 20 % vláknina). Byla vyrobena kontrolní marmeláda bez náhrady sacharosy, marmeláda A s obsahem 60 % isomaltu-

losy a 40 % tagatasy, marmeláda B s obsahem těchto dvou sladidel v poměru 50:50 a vzorek C s 30 % isomaltulose a 70 % tagatasy. Bylo zjištěno, že reformulace citronové marmelády těmito sladidly je možná. I přesto, že marmelády s náhradními sladidly nedosahovaly takové refraktometrické sušiny jako marmelády se sacharosem, byly po celou dobu trvanlivosti (60 dní) mikrobiálně stabilní. Kombinace použitých náhradních sladidel zásadně nezměnila viskoelasticitu, která byla nižší než u kontrolního vzorku. Marmeláda s vyšším podílem isomaltulose měla zpočátku vysokou světlost ve srovnání s ostatními vzorky a v průběhu skladování docházelo k jejímu hnědnutí (Rubio-Arreaez et al., 2017).

Ve studii Rubio-Arreaez et al., (2015) byla vyráběna pomerančová marmeláda, za použití 60 % pomerančové pulpy, 40 % sacharosy nebo sladidel (39,9 % tagatasy, 39,9 % isomaltu, 0,02 % sukralose a 20 % oligofruktosy) a 1 % agaru. Byla vyrobena kontrolní marmeláda se 100 % sacharosy, marmeláda A s 50 % oligofruktosy a 50 % tagatasy, marmeláda B s 30 % oligofruktosy a 70 % tagatasy a marmeláda C se 70 % oligofruktosy a 30 % tagatasy. Marmeláda se stejným podílem sladidel byla konzistentnější a vykazovala zvýšení elasticity v čase. Všechny vzorky vykazovaly po dobu trvanlivosti mikrobiální stabilitu. Celkové přijetí a záměr koupit marmelády se sladidly byl u hodnotitelů vyšší než u marmelády obsahující pouze sacharosu (Rubio-Arreaez et al., 2015).

Studie Mendonca et al., (2001) byla zaměřena na přípravu broskvových kompotů s částečnou náhradou sacharosy za nízkenergetická sladidla. Jako sladidlo byla použita sukralosa a pro srovnání byl použit také acesulfam K a jeho kombinace se sukralosou. Pro přípravu kompotů byl použit 3,1 % (w/v) roztok sukralose, 100 % acesulfam K v pevném skupenství, sacharosa a glukosa. Broskve byly po přípravných operacích váženy do 800 ml sklenic, aby obsah broskví byl vždy stejný, a ty byly plněny nálevem o teplotě 100 °C. Jako kontrolní vzorek byl připraven roztok sacharosy a glukosy (w/w) ve vodě o počáteční koncentraci 30 °Brix. Další tři roztoky byly připraveny substitucí 30 % cukru ekvivalentně nízkenergetickými sladidly. Nejdříve byl připraven roztok sacharosy a glukosy o koncentraci 19 °Brix a sladkost byla doplněna sukralosou (0,0189 %), acesulfamem K (0,0385 %) a jejich směsí v poměru 1:1 (0,0094 % sukralose a 0,0192 % acesulfamu K). Snížení energetické hodnoty u vzorků s náhradou sladidly bylo cca 28 %. Byly zjištěny významné rozdíly mezi těmito čtyřmi recepturami, zejména v chuti a kyselosti. Individuální použití sukralose poskytlo broskvový kompot se senzoryckou charakteristikou podobnou konvenčnímu broskvovému kompotu. Kompoty byly stabilní během doby trvanlivosti (90 dní), a vykazovaly částečnou inverzi sacharosy. Z hlediska senzoryckých vlastností byly mezi recepturami významné změny zejména chutě a barvy. Kontrolní vzorek v porovnání se vzorky s náhradou sladidly vykázal významné změny

v chuťových vlastnostech oproti vzorkům s náhradními sladidly (*Mendonca et al., 2001*).

Ve studii Akesowana (2010) byla zkoumána stabilita konzervovaného manga se sníženým obsahem cukru s acesulfamem K a aspartamem. Plátky manga (1 kg) byly vloženy do sklenic (1 l), ty byly poté naplněny 35% roztokem cukru a ponechány po 24 h. Poté byl sirup vylit a doplněn novým 40%. Poté bylo takto konzervované mango zabaleno do polypropylenového sáčku a skladováno při 4–5 °C. Poměr mango: cukr byl 1000:680 g. Vzorky se sníženým obsahem cukru byly připraveny nahrazením 30 % cukru ekvivalentem nízkokalorického sladidla za získání původní sladkosti, konkrétně acesulfamu K a aspartamu a jejich směsi 1:1. Bylo zjištěno, že kombinace těchto dvou sladidel poskytuje synergistický účinek pro maximalizaci sladké chuti. Kontrolní vzorek a vzorky se sníženým obsahem cukru vykazovaly nepatrné rozdíly ve fyzikálně–chemických a sensorických vlastnostech během 6 týdnů skladování při 4–5 °C. Vzorky s kombinací acesulfamu K a aspartamu 1:1 byly nejpreferovanější se sníženým obsahem cukru o 30 %, což poskytlo snížení celkové energetické hodnoty asi o 24 % v porovnání s kontrolním vzorkem. Mikrobiální bezpečnost těchto vzorků byla při uvedených podmínkách skladování asi 4 týdny (*Akesowan, 2010*).

## Sůl

Sůl je běžně používaný název pro chlorid sodný, skládající se ze 40 hmotnostních % sodíku a 60 hmotnostních % chlóru a tvoří asi 90 % příjmu sodíku ve stravě (*Kloss et al., 2015*). Na základě molární hmotnosti je tedy obsah sodíku násobený 2,5 × ekvivalentní obsah chloridu sodného či jinými slovy, obsah sodíku ve stravě je přibližně 40 % celkového příjmu soli (*Cohen, Alderman, 2007*). Užitečnost soli pro uchování potravin byla známá již ve starověkém Egyptě, na Středním Východě a ve starověkém Římě. Sůl je používána v mnoha potravinách pro zlepšení sensorických vlastností a stabilizaci různých druhů produktů, jako jsou například ryby, vejce, chléb, maso a zelenina (*Bautista–Gallego et al., 2013*). Sodík je biogenní prvek, který je nezbytný pro udržení potenciálu buněčné membrány a absorpci živin v tenkém střevě. Dále jeho přítomnost udržuje objem extracelulární tekutiny, čímž je udržován objem krve a krevní tlak. Nadměrná konzumace sodíku je pak spojována s negativními účinky na zdraví, z nichž nejvíce alarmující je zvýšený krevní tlak (*Kloss et al., 2015*). Předpokládá se, že přibližně 26 % dospělých lidí na světě trpí hypertenzí (*Allison, Fouladkhah, 2018*). Odhaduje se, že 62 % případů mrtvice a 49 % ischemické choroby srdeční je způsobeno vysokým krevním tlakem. Nadměrná spotřeba sodíku je také spojena s řadou dalších negativních účinků na zdraví, včetně rakoviny žaludku, snížené hustoty kostních minerálních látek a případně s obezitou (*Liem et al., 2011*). Velké množství

soli (9–12 g/den) konzumované populacemi ve většině zemí světa, je dnes považováno za vážný zdravotní problém a v reakci na naléhavost snížení příjmu sodíku iniciovala Světová zdravotnická organizace (WHO) globální hnutí. V roce 2013 souhlasily všechny členské státy s cílem snížit příjem soli o 30 % za účelem dosažení příjmu soli menšího než 5 g/ den do roku 2025 (WHO; Zganiacz *et al.*, 2017).

V průmyslových zemích je přibližně 75–80 % soli ve stravě přijato konzumací zpracované potravy, 5–10 % přijaté soli se vyskytuje v potravinách tvořících stravu přirozeně a 10–15 % je sůl přidána během vaření nebo „na stole“ (Kloss *et al.*, 2015). Sodík je hlavním přispěvatelem ke zvýšení chutnosti jídla zvýšením slanosti a celkové chuti tím, že zvyšuje intenzitu chuti aromatických sloučenin křížovými interakcemi za potlačení hořké chuti (Dötsch *et al.*, 2009). Lidské receptory jsou schopny se časem adaptovat pro slanou chuť na nízké koncentrace soli a malé, postupné snižování obsahu sodíku ve zpracovaných potravinách nemůže být detekováno smyslově a představuje tak cestu k redukci sodíku v potravním řetězci. Nicméně efektivní změna příjmu sodíku v populaci tímto způsobem by vyžadovala spolupráci všech konkurentů na trhu jako například současné snížení obsahu soli v určitém typu výrobku (Pioneer *et al.*, 2004).

Protože sodík snižuje aktivitu vody inhibující růst patogenních a sporulujících mikroorga-

nismů, jako je *Listeria monocytogenes* a *Clostridium botulinum*, musí být významné snížení obsahu soli kompenzováno přidáním dalších antimikrobiálních látek pro zajištění bezpečnosti a údržnosti potravin (Kloss *et al.*, 2015).

Chlorid sodný může být z části nahrazen chloridem draselným nebo organickými solemi, jako jsou laktáty, propionáty, sorbáty a benzoáty bez zásadnější změny vlastností produktu (Kloss *et al.*, 2015). Mezi chloridové soli jako substituenty chloridu sodného patří chlorid draselný, chlorid vápenatý, chlorid hořečnatý a chlorid zinečnatý (Bautista–Gallego *et al.*, 2013).

#### **Sůl konzervuje potraviny následujícími způsoby:**

1. odebírání vody z potravy a její dehydratace
2. změnou osmolarity se mění vnitřní procesy buněk, což způsobuje mikrobiální smrt
3. přítomnost soli v produktech s vysokým podílem NaCl snižuje rozpustnost kyslíku ve vodě, což omezuje růst aerobních mikroorganismů (Bautista–Gallego *et al.*, 2013)

Zatímco nezpracované potraviny typicky obsahují nízký obsah sodíku, zpracované potravinářské produkty jsou hlavními přispěvateli k příjmu sodíku ve stravě, přibližně až 75 % sodíku ve stravě dospělých Američanů. Nižší náklady na formulaci, pozitivní účinky na orga-



noleptické vlastnosti potravin, účinek na kvalitu potravin během skladování a mikrobiologická bezpečnost činí chlorid sodný významným kandidátem a nepostradatelnou součástí formulace různých produktů (Lopez Lopez et al., 2004).

## Redukce soli v zeleninových produktech

Hlavní zdroj sodíku představují zejména výrobky ze zeleniny, vliv konzumace těchto výrobků na příjem sodíku u konzumentů je ale většinou malý, protože tyto produkty jsou obvykle konzumovány pouze v omezeném množství. Obsah soli ve výrobcích ze zeleniny je uveden v **Tabulce 22**. Tradičně fermentovaná zelenina je zpracovávána za použití solných roztoků. Výsledkem je, že sodík je jednou z makrosložek finálního produktu. Při redukci obsahu sodíku v těchto produktech by první krok sestával z užití minimálního množství soli kompatibilním se správnou konzervací a obvyklými senzoryckými vlastnostmi (Lopez Lopez et al., 2004). V konkrétním případě zpracování oliv španělského typu jsou plody ošetřeny roztokem NaOH, přebytek hydroxidu je odstraněn opakovaným promytím. Poté jsou olivy dány do roztoku chloridu sodného. Slibné perspektivy by mohlo mít v tomto případě použití jiných chloridových solí, jako je KCl, CaCl<sub>2</sub> nebo ZnCl<sub>2</sub> (Garrido Fernandez et al., 1997). Před uvedením nového produktu na trh je nutné posuzovat odborným vyškoleným panelem akceptovatelnost daného výrobku spotřebiteli. Například částečná náhrada soli použitím CaCl<sub>2</sub> a KCl u zele-

ných stolních oliv vedla k produktu se sníženým obsahem soli a akceptovatelným senzoryckým vlastnostem (Di Silva, 2000).

**Tabulka 22:** Průměrný obsah soli v různých druzích fermentované zeleniny na trhu (Bautista-Gallego et al., 2013)

Produkt	Obsah soli (mg/100 g)
Olivy	1156
Kyselé zelí	661
Nakládané kyselé okurky	1208
Vařená mrkev se solí	302
Červená paprika, chilli konzervované	1173
Kimchi	641
Kapary	2769

## LITERATURA

- Akesowan, A. (2010). „Storage Stability of Reduced-Sugar Preserved Mangoes Prepared with Acesulfame-k and/or Aspartame.“ *Research Journal of Agriculture and Biological Sciences* 6(2): 150–156.
- Allison, A. and A. Fouladkhah (2018). „Adoptable Interventions, Human Health, and Food Safety Considerations for Reducing Sodium Content of Processed Food Products.“ *Foods* 7(2): 16.
- Aresa, G., et al. (2018). „Product reformulation in the content of nutritional warning labels: Exploration of consumer preferences towards food concepts in three food categories.“ *Food Research International* 107: 669–674.
- Bakr, A. A. (1997). „Application potential for some sugar substitutes in some low energy and diabetic foods.“ *Nahrung* 41(3): 170–175.
- Barrett, D. M., et al. (2004). *Processing fruits: science and technology*, CRC press
- Bautista-Gallego, J., et al. (2013). „Salt Reduction in Vegetable Fermentation: Reality or Desire?“ *Journal of Food Science* 78(8): 1095–1100.
- Bownlee, M. and H.-P. Hammes (1992). „Advanced glycosylated endproducts“ in der Pathogenese diabetischer Spät komplikationen.“ *Diabetes u. Stoffw.* 1(331–335).
- Buttriss, J. L. (2013). „Food reformulation: the challenges to the food industry.“ *Proceedings of the Nutrition Society* 72: 61–69.
- Cohen, W. and M. H. Alderman (2007). „Sodium, blood pressure, and cardiovascular disease.“ *Curr. Opin. Cardiol.* 22: 306–310.
- Cruz, A. G., et al. (2010). „Sensory analysis: Relevance for prebiotic, probiotic, and synbiotic product development.“ *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* 9(4).
- Di Silva, A. (2000). „Preliminary results of a new processing in order to obtain green table olives with low sodium content.“ *Ind Aliment* 39: 844–847.
- Dostálová, J., et al. (2014). *Technologie potravin PO-TRAVINÁŘSKÉ ZBOŽÍZNALSTVÍ*, KEY Publishing s.r.o.
- Dötsch, M., et al. (2009). „Strategies to reduce sodium consumption: a food industry perspective.“ *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 49: 841–851.
- DuBois, G. E. and I. Prakash (2012). „Non-caloric sweeteners, sweetness modulators, and sweetener enhancers.“ *Annual Review of Food Science and Technology*: 353–380.
- Garrido Fernandez, A., et al. (1997). *Table olives. Production and processing*. London, UK, Chapman & Hall.
- Goldfein, K. R. and J. L. Slavin (2015). „Why Sugar Is Added to Food: Food Science 101.“ *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* 14: 644–656.
- Hall, J. N., et al. (2009). „Global Variability in Fruit and Vegetable Consumption.“ *American Journal of Preventive Medicine* 36(5): 402–409.
- Hord, N. G., et al. (2009). „Food sources of nitrates and nitrites: the physiologic content for potential health benefits.“ *The American Journal of Clinical Nutrition* 90(1): 1–10.
- Hui, Y. H. (2004). *Handbook of vegetable preservation and processing*. New York, Marcel Dekker.
- Jongen, W. (2002). *Fruit and vegetable processing: improving quality*. Boca Raton, CRC.
- Kadlec, P., et al. (2013). *Technologie potravin Pro-*

cesy a zařízení v potravinářství a biotechnologiích, KEY Publishing s.r.o.

Kandasamy, P. and C. Shanmugapriya (2015). „Medicinal and Nutritional Characteristics of Fruits in Human Health.“ *Journal of Medicinal Plants Studies* 4(4): 124–131.

Kasper, H. (2015). *Výživa v medicíně a dietetika*, GRADA Publishing.

Kloss, L., et al. (2015). „Sodium intake and its reduction by food reformulation in the European Union – a review.“ *NFS Journal* 1: 9–19.

Kroger, M., et al. (2006). „Low calorie sweeteners and other sugar substitutes: a review of the safety issues.“ *Compr Rev Food Sci Food Saf.* 5: 35–47.

Liem, D. G., et al. (2011). „Reducing Sodium in Foods: The Effect on Flavor.“ *Nutrients* 3: 694–711.

Lopez Lopez, A., et al. (2004). „Physicochemical and microbiological profile of packed table olives.“ *J Food Prot* 67(8): 2320–2325.

Mendonca, C. R., et al. (2001). „Partial Substitution of Sugars by the Low-Calorie Sweetener Sucralose in Peach Compote.“ *Journal of Food Science* 66(8): 1195–1200.

Miller, M. G., et al. (2017). „Role of fruits, nuts, and vegetables in maintaining cognitive health.“ *Experimental Gerontology* 94: 24–28.

O’Shea, N., et al. (2012). „Dietary fibre and phytochemical characteristics of fruit and vegetable by-products and their recent applications as novel ingredients in food products.“ *Innovative Food Science and Emerging Technologies* 16: 1–10.

Omolola, A. O., et al. (2017). „Quality properties of fruits as affected by drying operation.“ *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 57(1): 95–108.

Phelps, T., et al. (2006). „Sensory issues in salt

reduction.“ *Food Quality and Preference*: 629–634.

Pinheiro, M. V. S., et al. (2005). „The effect of different sweeteners in low-calorie yogurts – a review.“ *International Journal of Dairy Technology* 58(4): 193–199.

Pioneer, E., et al. (2004). „Flavour perception of a model cheese: relationships with oral and physico-chemical parameters.“ *Food Qual. Prefer.* 15: 843–852.

Roark, R. A. and V. P. Niederhauser (2012). „Fruit and vegetable intake: issues with definition and measurement.“ *Public Health Nutrition*: 16(1): 2–7.

Rodríguez, R., et al. (2006). „Dietary fibre from vegetable products as source of functional ingredients.“ *Trends in Food Science & Technology* 17: 3–15.

Rubio-Arrea, S., et al. (2017). „Development of Lemon Marmalade Formulated with New Sweeteners (Isomaltulose and Tagatose): Effect on Antioxidant, Rheological and Optical Properties.“ *Journal of Food Process Engineering* 40: 8.

Rubio-Arrea, S., et al. (2015). „Influence of Healthy Sweeteners (Tagatose and Oligofructose) on the Physicochemical Characteristics of Orange Marmalade.“ *Journal of Texture Studies* 46(4): 272–280.

Sebastian, A., et al. (2002). „Estimation of the net acid load of the diet of ancestral preagricultural Homo sapiens and their hominid ancestors.“ *Am J Clin Nutr* 76: 1308–1316.

Sinchaipanit, P., et al. (2013). „Effect of sweeteners and hydrocolloids on quality attributes of reduced-calorie carrot juice.“ *J Sci Food Agric* 93: 3304–3311.

Slavin, J. L. (2013). „Carbohydrates, Dietary Fiber, and Resistant Starch in White Vegetables: Links to Health Outcomes.“ *American Society for Nutrition. Adv. Nutr* 4: 351–355.

Slavin, J. L. and B. Lloyd (2012). „Health Benefits of Fruits and Vegetables.“ *American Society for Nutrition. Adv. Nutr.* 3: 506–516.

Sluková, M., et al. (2016). *Výroba potravin a nutriční hodnota*. Praha, Vysoká škola chemicko–technologická v Praze.

Souci, F. „Kraut (2000).“ *Food Composition and Nutrition Tables*. 6th Edition. Deutsche Forschungsanstalt für Lebensmittelchemie (Ed) Medpharm, Stuttgart.

Souza, V. R. d., et al. (2013). „Analysis of various sweeteners in low–sugar mixed fruit jam: equivalent sweetness, time–intensity analysis and acceptance test.“ *International Journal of Food Science and Technology* 48: 1541–1548.

Tandel, K. R. (2011). „Sugar substitutes: Health controversy over perceived benefits.“ *Journal of Pharmacology & Pharmacotherapeutics* 2(4): 236–243.

van Raaij, J., et al. (2009). „Potential for improvement of population diet through reformulation of commonly eaten foods.“ *Public Health Nutrition* 12(3): 325–330.

Varzakas, S., et al. (2012). *Sweeteners. Nutritional aspects, applications, and production technology*. Boca Raton, CRC Press.

WHO. „The World Health Organization (WHO). Global Strategy on Diet, Physical Activity and Health: Population Sodium Reduction Strategies.“ Retrieved 20. 6. 2018.

WHO (2015). *Sugars intake for adults and children*. Geneva, Switzerland, World Health Organization.

WHO and FAO (2003). *Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases Report of a joint WHO/FAO expert consultation (WHO Technical Report Series 916)*.

Yeung, C. H. C., et al. (2017). „Modelling of the impact of universal added sugar reduction through food reformulation.“ *Scientific reports* 7: 8.

Zganiacz, F., et al. (2017). „Changes in the Sodium Content of Australian Processed Foods between 1980 and 2013 Using Analytical Data.“ *Nutrients* 9: 11.

Zlabur, J. S., et al. (2018). „The influence of natural sweetener (Stevia rebaudiana Bertoni) on bioactive compounds content in chokeberry juice.“ *J Food Process Preserv.* 42: 8.

## Závěr

S ohledem na současný trend nárůstu obezity a s tím spojených civilizačních chorob lze očekávat, že zájem o změny receptury potravin bude narůstat. Je nutné si uvědomit, že špatné stravovací návyky vedoucí k nadváze a obezitě představují komplexní problém spočívající ve ztíženém sociálním uplatnění, zhoršení zdravotního stavu, zvýšení pravděpodobnosti vzniku dalších chorob a celkově ke snížení kvality života. Dalším významným výživovým problémem, zejména s ohledem na kardiovaskulární choroby, je nadměrná konzumace soli.

Výrobci potravin reagují na uvedené výživové problémy změnami receptur svých výrobků, nicméně každá změna receptury je náročným procesem zahrnujícím nejenom výrobu samotného reformulovaného výrobky, ale i přehodnocení trvanlivosti produktu či marketingové studie prováděné za účelem zjistit, zda bude výrobek akceptován spotřebitelem. Při změnách receptur potravinářských výrobků musí být často optimalizovány technologické postupy tak, aby byl výrobek vyrobitelný, což leckdy může vyústit i k nutným investicím do výrobního zařízení.

Spotřebitelé jsou často sice otevření novým trendům v potravinářství (např. konzumace hmyzu aj.), ale naopak u tradičních potravin očekávají, že jejich složení a výrobní postupy nebudou měněny a vnímají např. velmi negativně použití některých přídatných látek. Ukazuje se tedy, že úspěšnost reformulace bude závislá i na vhodně zvoleném marketingu, tak aby spotřebitel přijal reformulovaný výrobek pozitivně a nikoliv aby jej vnímal jako určitý způsob falšování. Nelze opomenout ani vybraná legislativní omezení, která snaze o reformulaci některých výrobků brání. Klíčovou úlohu hraje při reformulacích sensorická charakteristika nových výrobků, kdy reformulované výrobky musí být také dostatečně sensoricky atraktivní pro spotřebitele.

Samotný potravinářský průmysl problémy výživy obyvatel jistě vyřešit nemůže, může ale snahou reformulovat výrobky zlepšit možnost volby zákazníka. Finální a klíčové rozhodnutí, jaké výrobky bude spotřebitel kupovat a konzumovat, tak pochopitelně leží vždy pouze na něm. Osvěta v oblasti výživy je tedy nedělitelnou a klíčovou součástí snahy o zlepšení zdravotního stavu obyvatelstva.





VYSOKÁ ŠKOLA CHEMICKO-TECHNOLOGICKÁ V PRAZE  
Fakulta potravinářské a biochemické technologie  
Ústav konzervace potravin



Potravinářská komora České republiky  
Česká technologická platforma pro potraviny

Počernická 96/272, 108 03 Praha 10 – Malešice  
Tel.: +420 296 411 187  
e-mail: foodnet@foodnet.cz

[www.ctpp.cz](http://www.ctpp.cz)  
[www.foodnet.cz](http://www.foodnet.cz)  
[www.reformulace.cz](http://www.reformulace.cz)  
[www.vscht.cz](http://www.vscht.cz)  
[www.vfu.cz](http://www.vfu.cz)

**ISBN 978-80-88019-36-7**



Pokud vás tato problematika zaujala, podívejte se na stránky [www.reformulace.cz](http://www.reformulace.cz), na nichž jsou publikovány informace týkající se reformulací a inovací v potravinářském průmyslu.

Je na nich také publikována tato studie.

**Cílem Platformy pro reformulace** je vytvoření odborného fóra pro diskusi nad jednotlivými reformulačními cíli a technologiemi, v rámci které mohou členové Platformy:

- nastavit a komunikovat konkrétní závazky v oblasti reformulací a podpory zdravé výživy do r. 2020;
- monitorovat a reportovat dosažené výsledky a sdílet zkušenosti s dalšími výrobci;
- ve spolupráci s akademickou obcí a příslušnými ministerstvy vzdělávat veřejnost.



Potravinářská komora České republiky  
Česká technologická platforma pro potraviny

