

**MENDELOVA UNIVERZITA V BRNĚ  
AGRONOMICKÁ FAKULTA**

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

**BRNO 2015**

**KRISTÝNA KUNICKÁ**

**Mendelova univerzita v Brně**  
**Agronomická fakulta**  
**Ústav technologie potravin**

---



**Výživa ve vztahu k zubnímu kazu**  
Bakalářská práce

*Vedoucí práce:*  
prof. MVDr. Ing. Tomáš Komprda, CSc.

*Vypracovala:*  
Kristýna Kunická

---

Brno 2015

## Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem práci:.....

.....  
vypracovala samostatně a veškeré použité prameny a informace uvádím v seznamu použité literatury. Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněna v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách ve znění pozdějších předpisů a v souladu s platnou *Směrnicí o zveřejňování vysokoškolských závěrečných prací*.

Jsem si vědom/a, že se na moji práci vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, a že Mendelova univerzita v Brně má právo na uzavření licenční smlouvy a užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona.

Dále se zavazuji, že před sepsáním licenční smlouvy o využití díla jinou osobou (subjektem) si vyžádám písemné stanovisko univerzity, že předmětná licenční smlouva není v rozporu s oprávněnými zájmy univerzity, a zavazuji se uhradit případný příspěvek na úhradu nákladů spojených se vznikem díla, a to až do jejich skutečné výše.

V Brně dne:.....

.....  
podpis

## **ABSTRAKT**

Zubní kaz je zdravotní problém lidí na celém světě. Je to přenosné bakteriální onemocnění způsobené kyselinami, které produkují bakterie. Kyseliny se tvoří, když zkvašitelné sacharidy v potravinách nebo nápojích reagují s bakteriemi přítomnými v zubním plaku na povrchu zubu. Kyseliny způsobují ztrátu vápníku a fosfátů ve sklovině, tento proces se nazývá demineralizace.

Zubní kaz je proces mnoha cyklů demineralizace a remineralizace. Demineralizace začíná uvnitř skloviny či dentinu a může pokračovat, dokud se nevytvoří zubní kaz.

V této bakalářské práci jsou zmíněny příčiny a faktory vzniku zubního kazu: vysoký počet kariogenních bakterií, množství a kvalita sliny, nedostatečná aplikace fluoridů, špatná ústní hygiena a nevhodná výživa.

### **Klíčová slova**

Zub, zubní kaz, výživa, sacharidy, fluoridy, *Streptococcus mutans*

## **ABSTRACT**

Dental caries is a health problem of people worldwide. It is a transmissible bacterial disease process caused by acids from bacterial metabolism. The acids are produced, when fermentable carbohydrates in foods or drinks react with bacteria present in the dental plaque on the tooth surface. The acids lead to a loss of calcium and phosphate from the enamel, this process is called demineralisation.

Dental caries is a process of many cycles of demineralisation and remineralisation. Demineralisation begins inside the enamel or dentine and can continue until forming dental caries.

In this work it is mentioned causes and factors of formation of dental caries such as high number of cariogenic bacteria, quantity and quality of saliva, insufficient application of fluorides, poor oral hygiene and inappropriate nutrition.

### **Keywords**

Tooth, dental caries, nutrition, carbohydrates, fluorides, *Streptococcus mutans*

## OBSAH

<b>1 ÚVOD</b> .....	<b>7</b>
<b>2 CÍL PRÁCE</b> .....	<b>7</b>
<b>3 LITERÁRNÍ PŘEHLED</b> .....	<b>8</b>
3.1 ZUB.....	8
3.1.1 STAVBA ZUBU .....	9
3.1.1.1 Sklovina .....	9
3.1.1.2 Zubovina .....	10
3.1.1.3 Cement .....	11
3.1.1.4 Zubní dřeň.....	11
3.1.1.5 Ozubice .....	11
3.2 ZUBNÍ KAZ .....	12
3.2.1 VZNIK ZUBNÍHO KAZU .....	12
3.2.1.1 Zubní plak .....	13
3.2.1.2 Mikroorganismy.....	14
3.2.1.3 Sliny .....	15
3.2.3 KLASIFIKACE ZUBNÍHO KAZU .....	16
3.3 VLIV VÝŽIVY NA ZUBNÍ KAZ.....	17
3.3.1 SACHARIDY .....	18
3.3.2 MED A VČELÍ PRODUKTY .....	19
3.3.2.1 Propolis .....	20
3.3.3 SLADIDLA .....	20
3.3.3.1 Sorbitol.....	21
3.3.3.2 Xylitol .....	21
3.3.3.3 Sacharin .....	22
3.3.3.4 Aspartam.....	22
3.3.3.5 Acesulfam-K.....	23
3.3.4 OVOCE A OVOCNÉ ŠŤÁVY .....	23
3.3.5 Kyseliny v potravinách .....	23
3.3.5.1 Eroze .....	24
3.3.5.2 Nápoje typu Coca-Cola.....	25
3.3.5.3 Energetické nápoje.....	26

3.3.6 MLÉKO A MLÉČNÉ VÝROBKY .....	27
3.3.7 MINERÁLNÍ LÁTKY .....	27
3.3.7.1 Vápník.....	27
3.3.7.2 Fosfor .....	28
3.3.7.3 Fluor.....	28
3.3.8 PROANTHOKYANIDINY.....	32
3.3.8.1 Káva .....	32
3.3.8.2 Čaj.....	32
3.3.8.3 Kakao .....	32
3.3.9 OSTATNÍ VÝŽIVOVÉ FAKTORY .....	33
3.3.9.1 Žvýkačky .....	33
3.3.9.2 Koření a rostlinné přípravky .....	33
3.3.9.3 Tetracykliny .....	34
3.3.9.4 Celiakie .....	34
3.4 ZUBNÍ KAZ U DĚTÍ .....	35
<b>4 ZÁVĚR .....</b>	<b>37</b>
<b>5 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....</b>	<b>39</b>

## **1 ÚVOD**

V současné době se klade stále větší důraz na fyzické a duševní zdraví člověka. Pozornost odborníků i laické veřejnosti je v posledních letech zaměřena na dokonalý chrup. Lidé chtějí mít krásné, zářivě bílé zuby. Nicméně ze zdravotního hlediska je důležitější než barva zubů jejich intaktnost, nepoškozenost zubním kazem.

Zubní kaz je spolu s nachlazením nejrozšířenější onemocnění v naší populaci. Lze ho označit jako na cukru závislou infekční chorobu.

Vznik a další rozvoj zubního kazu ovlivňuje celá řada faktorů. Jedním z nich je počet kariogenních mikroorganismů zubního plaku, dále to jsou vlastnosti sliny a především výživa. Největší vliv na vznik nových kazivých lézí má množství a složení přijímaných sacharidů a kyselin, které ohrožují tvrdé zubní tkáně i erozí.

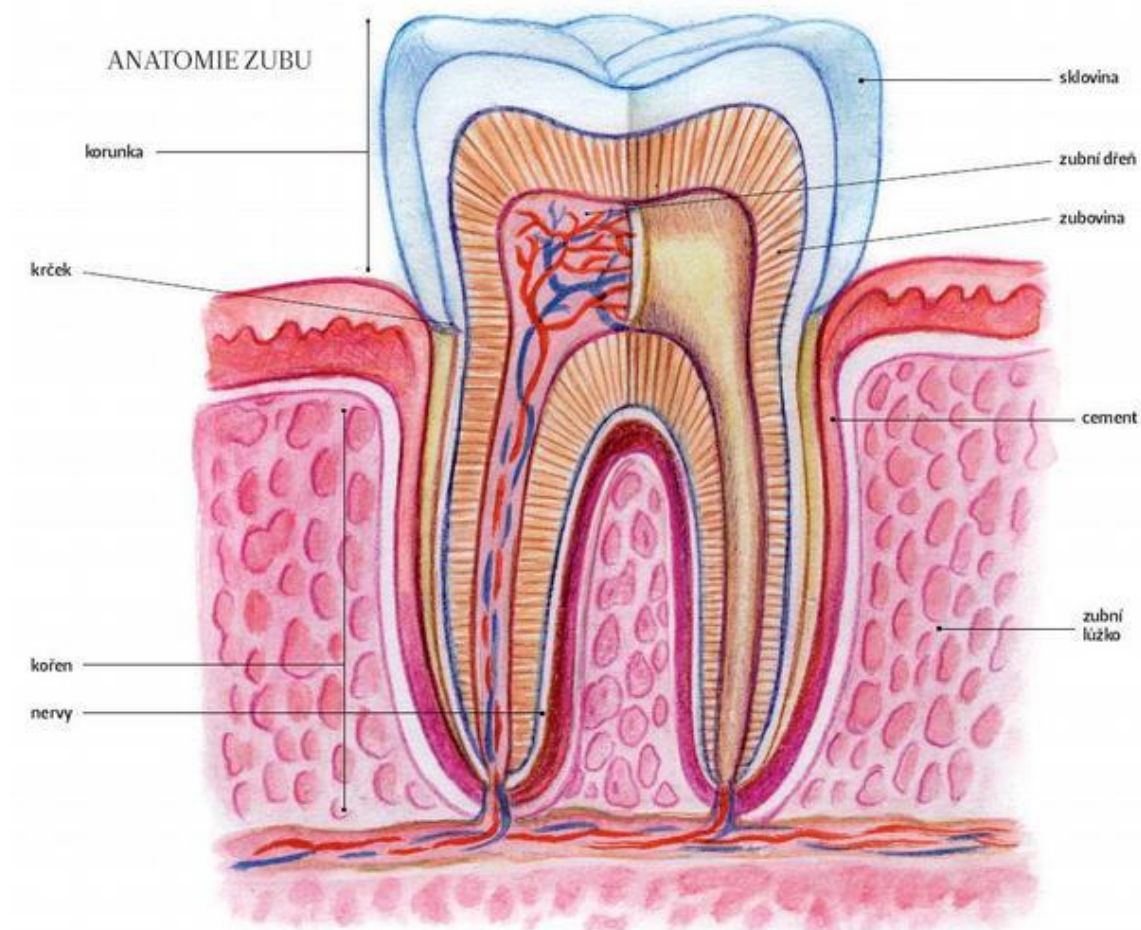
## **2 CÍL PRÁCE**

Cílem mé bakalářské práce je prostudovat dostupnou odbornou a vědeckou literaturu o zubním kazu a výživě, která má na vznik tohoto onemocnění největší vliv a získané poznatky zpracovat jako literární rešerši. Nejdříve se budu snažit popsat stavbu zubu, vznik zubního kazu a jeho klasifikaci. Dále se zaměřím na výživu a přehled potravin, které pozitivně či negativně ovlivňují vznik a další rozvoj zubního kazu.

## 3 LITERÁRNÍ PŘEHLED

### 3.1 Zub

Z anatomického hlediska se zuby nachází ve vlastní dutině ústní spolu s jazykem, patrem, patrovou mandlí a slinnými žlázami. Fylogeneticky jsou zuby starý útvar (deriváty ústní sliznice), jejichž vývoj je nezávislý na kostech. Zuby vyčnívají ve dvou obloukovitých řadách z alveolárních výběžků horní a dolní čelisti, které jsou pokryty dásní (gingivou). Funkce zubů spočívá v uchopení, dělení a rozmělnění potravy. (Čihák a Grim, 2002)



Obr. 1 Obecné schéma zubu

(www 1)



Zub (dens) má 3 základní části (Čihák a Grim, 2002; Elišková a Naňka, 2006):

- **Korunka zubu** (corona dentis) je vlastní funkčně tvarovaná část zubu. Za anatomickou korunku označujeme část zubu, která je krytá sklovinou. Klinická korunka je část zubu vyčnívající do dutiny ústní.
- **Krček zubu** (cervix dentis) se nachází mezi korunkou a kořenem, je pokryt volnou dásní. Mezi krčkem a volnou gingivou je fyziologický dásňový žlábek (sulcus gingivalis), jeho dno se označuje jako gingivodentální uzávěr. Uzávěr funguje jako imunologická bariéra, která brání pronikání látek a bakterií z dutiny ústní do pojivových tkání kolem kořene zubu. Porušení uzávěru vede k onemocnění všech tkání kolem krčku a kořene zubu.
- **Kořen zubu** (radix dentis) je uložen v zubním lůžku pomocí závěsného aparátu zubu, ozubice (periodontium).

Uvnitř každého zubu se nachází dřeňová dutina (cavitas dentis), ve které je zubní dřev (pulpa dentis) s cévami a nervy.

Zubní parodont (parodontium) je komplex tkání kolem krčku a kořene zubu, tvoří ho periodontium, část kořene s cementem a přilehlá alveolární část.

### 3.1.1 Stavba zubu

Zub je složen ze zubních tkání – skloviny, zuboviny a cementu. Dále se popisuje zubní dřev a ozubice.

#### 3.1.1.1 Sklovina

Sklovina (enamelum) je transparentní tkáň ektodermálního původu produkovaná ameloblasty, kryje dentin na povrchu korunky zubu. Vzhledem k vysokému obsahu minerálů se považuje za nejtvrďší mineralizovanou substanci v lidském těle. Její tloušťka a tvrdost kolísá, nejtlustší a nejtvrďší sklovina se nachází na řezacích hranách a hrbolcích zubů (u molárů až 2,5 mm).

Sklovina je z chemického hlediska složena přibližně z 98 % anorganických látek, 1,5 % vody a 0,5 % organických látek. Anorganickou část skloviny představují krystaly hydroxyapatitu, organickou složku tvoří amorfní glykoproteiny a lipidy. V zubní sklovině lze nalézt až 40 různých prvků, nejvíce jsou zastoupeny vápník, fosfor, hořčík a

sodík. Další prvky se do dutiny ústní dostávají při stomatologickém ošetření. (Hellwig et al., 2003)

Z jiného hlediska je sklovina složena z prismatické a interprismatické substance. Pod mikroskopem lze pozorovat zprohýbaná prismata (Hunterovy-Schregerovy pruhy). Jedná se o střídání světlých a tmavých proužků, které probíhají od dentinoskloviné hranice kolmo k povrchu zubu. Toto uspořádání ovlivňuje pevnost skloviny. Dále jsou viditelné Retziusovy proužky (koncentrické proužky podobající se letokruhům), které jsou způsobeny nerovnoměrnou mineralizací.

Důležitou vlastností skloviny je její semipermeabilita, která umožňuje remineralizaci skloviny. Remineralizací se zvyšuje odolnost proti zubnímu kazu. (Mazánek et al., 2014)

### **3.1.1.2 Zubovina**

Zubovina (dentin) je hlavní hmota zubu, tvoří podstatnou část korunky a kořene zubu. Je to tkáň mezenchymálního původu, tvořená odontoblasty, která není zásobena cévami.

Oproti sklovině dentin obsahuje 75 % anorganických látek a 25 % organických látek. Anorganická hmota je stejně jako u skloviny tvořena krystaly hydroxyapatitu, organickou složku tvoří převážně mukopolysacharidy a kolagenní vlákna. Dentin je tvrdší než kost, ale měkčí než sklovina. (Stejskalová, 2003)

Rozlišují se 3 typy dentinu (Minčík et al., 2014):

- **Primární dentin** tvoří převážnou část zubu, vzniká do ukončení vývoje vnějšího tvaru zubu.
- **Sekundární dentin** vzniká po ukončení vývoje kořene a jeho ukládání je nerovnoměrné. Průběžně po celý život lze pozorovat pomalou tvorbu sekundárního dentinu, která má za následek zmenšování dřeňové dutiny.
- **Terciální dentin** se označuje také jako obranný, reparativní či iregulární dentin. Tvoří se jako reakce na různé stimuly, např. při chronickém dráždění a chronickém kazu, po stomatologickém zákroku...

### **3.1.1.3 Cement**

Cement (cementum) pokrývá povrch krčku zubu (primární bezbuněčný cement) a kořene zubu (sekundární buněčný cement). Jeho tvorba probíhá až v průběhu erupce zubu. Označuje se za modifikovanou vláknitou kost, která je chudá na kostní buňky.

S povrchem dentinu je cement spojen pomocí kolagenních vláken, s kostí zubního alveolu ho spojují periodontální vlákna (Sharpeyova vlákna).

Na krčku zubu je vrstva cementu tenká v rozmezí 20–30  $\mu\text{m}$ , na kořenech je silná 1 mm a na hrotech kořenů až 2 mm. (Stejskalová, 2003)

### **3.1.1.4 Zubní dřeň**

Zubní dřeň (pulpa dentis) je bohatě vaskularizovaná a inervovaná řídká pojivová tkáň. Základ zubní dřeně představují glykoproteiny, glykosaminoglykany a voda. Tvorbou sekundárního či terciálního dentinu se dutina zubní dřeně zmenšuje (ubývají buňky i cévy). Při proniknutí zubního kazu od povrchu zubu do zubní dřeně, dochází k otevření dřeňové dutiny, zanesení infekce a vzniku zánětu. Nakonec zubní dřeň zaniká. (Mazánek et al., 2014)

Funkce zubní dřeně (Minčík et al., 2014):

- Formativní – tvoří primární a sekundární dentin
- Nutritivní – zásobuje dentin z krevního řečiště pomocí odontoblastů
- Senzorická – obsahuje nervová vlákna, pomocí nichž vnímáme bolest zubu
- Obranná a tepelná – chrání před škodlivinami

### **3.1.1.5 Ozubice**

Ozubice (periodontium) vyplňuje úzkou štěrbinu mezi kořenem zubu a stěnou alveolu. Základem dentoalveolárního spojení jsou Sharpeyova vlákna, která pronikají z kosti alveolu do cementu kořene a krčku. Vlákna převádí tlak na zub v rovnoměrný tah na celou stěnu alveolu. Mezi alveolem a zubem je kromě vaziva tekutina, která tlumí nárazy a tlaky na zub. (Stejskalová, 2003)

Periodontální vlákna (Mrázková a Doskočil, 1994):

- Gingivální – přidržují dásně ke krčku

- Transeptální – mezi krčky sousedních zubů, propojují zubní řadu
- Alveolární (vlákna alveolárního hřebene, horizontální a šikmá) – převádějí kousací tlak na zub a znemožňují vtlačování hrotu kořene do alveolu
- Apikální – brání výkyvům hrotu a vystupování zubu z alveolu

## 3.2 Zubní kaz

Zubní kaz je nejrozšířenější onemocnění na naší planetě, má infekční charakter a postihuje tvrdé zubní tkáně. Zubní kaz se projevuje různými symptomy podle stupně závažnosti. Onemocnění může procházet fázemi stagnace, remise a progresu. Ošetření a léčba zubního kazu jsou značně nákladné, dosahují přibližně 7 % nákladů na zdravotní péči. (Broukal, 2013)

Je třeba podotknout, že neléčený zubní kaz způsobuje daleko závažnější onemocnění. Srdeční onemocnění (např. myokarditida a endokarditida), potíže krevního oběhu a lymfatických cest, onemocnění jater, ledvin, trávicího ústrojí, ale i kloubů mohou být vyvolány záněty, které vznikly na základě postupujícího zubního kazu do zubní dřevě. Vzniklé toxiny se ze zubní dřevě rozšiřují cévním zásobením do celého organismu a způsobují další potíže. Na vzniku výše uvedených onemocnění se podílí především streptokoky, zejména *Streptococcus sanguis* a *Streptococcus mutans*. (Mieg, 2009)

### 3.2.1 Vznik zubního kazu

Zubní kaz vzniká působením potenciálně patogenních mikroorganismů a ekologických faktorů. Lze ho také popsat jako poruchu dynamické rovnováhy remineralizace a demineralizace.

Vznik zubního kazu můžeme vysvětlit pomocí chemicko-parazitární teorie, která byla poprvé publikována Millerem v roce 1898. Teorie říká, že kariogenní organismy zubního plaku v dutině ústní při přebytku kariogenního substrátu (především nízkomolekulárních sacharidů) produkují organické kyseliny. Pokud tyto kyseliny působí dlouhou dobu na tvrdé zubní tkáně, dojde k jejich demineralizaci. Nejdříve se odvápní a poškodí zubní sklovina. Sekundárně do odvápněných míst pronikají mikroorganismy, které narušují organickou složku zubních tkání.

Ke vzniku zubního kazu přispívají 4 **základní faktory**: zubní plak, sacharidy, odolnost zubních tkání a čas. Další roli sehrávají **sekundární faktory**: množství a složení slin, hodnota pH a pufrací kapacita sliny, imunitní systém, genetické a socioekonomické faktory, chybné postavení zubů, špatný přístup ošetřujícího stomatologa... (Hellwig et al., 2003; Broukal, 2013)

### **3.2.1.1 Zubní plak**

Zubní plak (biofilm) je vysoce organizovaná ekologická jednotka. Zuby umožňují díky svému povrchu kumulaci velkého množství mikroorganismů a jejich extracelulárních produktů.

Zubní povlak se nachází na nečistých místech zuby. Jako predilekční místa kazu a výskytu plaku se označují fisury, jamky, aproximální plošky zubů, cervikální třetina viditelných částí korunek zubů a obnažené plochy kořenů.

Zubní plak, který ulpívá na povrchu zuby, popřípadě na dalších sliznicích, nelze odstranit proudem vody. (Julák a Pavlík, 2010)

**Vznik biofilmu** probíhá v následujících krocích (Minčík et al., 2014):

- Nejdříve vzniká *pelikula*, která slouží jako ochranná vrstva skloviny. Pelikula je glykoproteinová vrstva (z glukánů, fruktanů a složek slin) o tloušťce 0,1–1  $\mu\text{m}$ , která se objevuje již 10 vteřin po očištění povrchu zuby. Je acelulární a do jisté míry brání uvolňování iontů ze struktury skloviny, dále je schopna odolat působení slabých kyselin. Pelikula zároveň zvlhčuje zub a chrání ho během konzumace potravy před abrazí. Povrch pelikuly není rovný a může tak být substrátem pro bakterie dutiny ústní.
- *Růst plaku* – během několika hodin se na pelikulu vážou streptokoky a aktinomyceety. Současně se vytváří matrix z extracelulárních polysacharidů a z mukopolysacharidů a proteinů slin.
- Plak roste dělením stávajících nebo akumulací dalších bakterií, až z něj vznikne *vzrálý plak*, který obsahuje ze 70 % bakterie. Nejsme schopni odstranit tento plak z dutiny ústní pouhým samočištěním.

**Faktory ovlivňující růst plaku** (Dostálová a Seydlová, 2010; Broukal, 2013):

- Adheze – k zubní plošce, k povrchu epitelu, k ostatním bakteriím, k jinému povrchu (zubní náhrady a výplně)
- Výživa – dostupnost živin. Strava (zejména mléko, sýry a ořechy) snižují adhezi zubního plaku a podporují tvorbu pelikuly.
- Populační tlak – soutěž o živiny, přímý bakteriální antagonismus
- pH, koncentrace kyslíku a oxido-redukční potenciál
- Další faktory – ústní hygiena, léčba antibiotiky, imunitní systém lidského organismu...

### 3.2.1.2 Mikroorganismy

Mezi mikroorganismy, které iniciují vznik zubního kazu, řadíme *Streptococcus mutans* a *Streptococcus sobrinus*, další progresi zubního kazu způsobují mikroorganismy laktobacily, *Aktinomyces viscosus*, jiné koky a kvasinky.

Mikroorganismy produkují extracelulární polysacharidy, tím stabilizují zubní plak, na který mohou nasedat další vrstvy mikroorganismů. Procesem, který se nazývá anaerobní glykolýza, bakterie produkují organické kyseliny (kyselina pyrohroznová, mléčná, octová, propionová...), tím dojde v dutině ústní ke snížení pH.

Zajímavostí je, že *Streptococcus mutans* je schopen metabolizovat sacharidy i ve značně kyselém prostředí, toleruje přítomnost kyselin v ústech a vysoké koncentrace sacharosu (až do 40 %). *Streptococcus mutans* nemusí být přítomen na všech zubech, dokonce na sliznicích se vyskytuje málo. Po ošetření zubního kazu se nesníží množství *Streptococcus mutans* v zubním plaku, u laktobacilů je tomu naopak, jejich počet se v zubním plaku snižuje.

K tvorbě zubního kazu přispívají v dutině ústní i laktobacily, které se za běžných podmínek rozmnožují pomalu. Při snížení pH v ústech laktobacily zvyšují svoji metabolickou aktivitu. Dále jejich počet roste se zvýšeným příjmem sacharidů v potravě.

- Heterofermentativní laktobacily: *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus fermentum*, *Lactobacillus salivarius*, *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus brevis*...
- Homofermentativní laktobacily: *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus gasseri*, *Lactobacillus rhamnosus*... (Julák a Pavlík, 2010; Broukal, 2013)

### 3.2.1.3 Sliny

Velké a malé slinné exokrinní žlázy za den vyprodukují 1–1,5 litru sekretu, jehož pH je 6,8. Z chemického hlediska jsou sliny složeny z anorganických látek (voda a ionty vápníku, fosforu, fluoru...) a organických látek. Z nich jsou nejvýznamnější glykoprotein mucin, který udává viskozitu slin a enzym  $\alpha$ -amylasa, která částečně štěpí polysacharidy (škrob a glykogen) na maltosu. V menší míře se ve slinách objevují bílkoviny (imunoglobuliny a antibakteriální lysosomy). Lipáza ve slinách nemá pro trávení tuků v dutině ústní příliš velký význam. (Matouš, 2010; Murray, 2002)

Základní funkcí slin je chemický rozklad potravy a obalení sousta. Tím dojde k jeho snadnému polknutí a posunu do další části trávicí trubice. Dále sliny odstraňují zbytky potravy a pomocí bikarbonátového pufru neutralizují kyselé prostředí v dutině ústní. Díky vápenatým a fosforečnanovým iontům jsou sliny schopny remineralizovat porušenou zubní sklovinu a tím brání vzniku zubního kazu. Sliny mají antibakteriální a protiplísňové účinky, jimiž částečně regulují přemnožené bakterie v dutině ústní. (Zouharová, 2008)

Tvorba slin, jejich množství i chemické složení je řízena podmíněnými i nepodmíněnými reflexy. Nepodmíněným reflexem myslíme sekreci slin při konzumaci kyselých potravin, kdy slinné žlázy dostanou pokyn zředit vzniklé kyselé prostředí. Jako podmíněný reflex se označuje například tvorba slin v době oběda či během preventivní prohlídky u zubního lékaře. Množství secernované sliny se mění s denním rytmem, maximální produkce slin je odpoledne, nejméně slin je vylučováno v noci. (Jarolímková a Broukal, 2002)

**Poruchy sekrece slin** (Mazánek, 2003; Broukal, 2013):

- Zvýšenou sekreci slin způsobují reflexy, prořezávání zubů, podávání jodidů, tělesná námaha...
- Snížená sekrece slin se vyskytuje například u xerostomie, u poškozené slinné žlázy vlivem rentgenového záření a po aplikaci atropinu. Dále je snížená produkce slin při dehydrataci organismu, u žen po klimakteriu, u pacientů s vysokým krevním tlakem a u onkologicky nemocných po ozařování. Mezi léčiva snižující přirozenou sekreci slin řadíme antidepresiva, antiarytmika, antihistaminika, antihypertensiva, cytostatika, spasmolytika a některá diuretika. Nedo-

statečné množství slin vede k lepivosti zubního plaku, tím vzrůstá nebezpečí vzniku zubního kazu a zánětu dásní. Zubní kaz se začne objevovat na místech, kde předtím nebyl, protože daná místa již nejsou samoočisťována slinami.

Při nedostatečné tvorbě slin se používají náhradní preparáty (umělé sliny), které mají za úkol imitovat slinu a její fyzikální vlastnosti. Rozlišujeme 3 typy **umělých slin** podle hlavní použité složky: glycerin a kyselina citronová, karboxymethylcelulóza a mucin. Mucinové preparáty se nejvíce podobají přirozeným slinám. Umělé sliny se obohacují o vápník, fosfáty i fluoridy, aby se podpořila remineralizace zubních tkání. (Kilián, 1999)

### 3.2.3 Klasifikace zubního kazu

Zubní kaz dělíme nejčastěji (Kilián, 1999; Minčík et al., 2014):

- *1. podle postižených tvrdých zubních tkání:*
  - kaz skloviny
  - kaz dentinu
  - kaz cementu
  - kombinované formy (ty jsou nejčastější)
- *2. podle topografického hlediska:*
  - kaz korunky (postihuje sklovinu a dentin)
  - kaz kořene (postihuje cement a dentin)
  - kaz korunky i kořene (poškozuje sklovinu, cement i dentin)
- *3. podle způsobu šíření:*
  - kaz podminující (šíří se v dentinu do stran ve formě kužele)
  - kaz penetrující (šíří se nejkratší cestou ke dřeni)
- *4. podle časového průběhu:*
  - kaz akutní (má rychlý průběh, nejkratší cestou se šíří ke dřeni, vyskytuje se většinou u dětí a dospívajících, projevuje se jako křídově bílá skvrna na povrchu zubu)



- kaz chronický (vyznačuje se pomalým průběhem, šíří se většinou do plochy, může se dočasně i trvale zastavit, lze ho detekovat většinou u starších lidí, popisuje se jako tmavá skvrna na povrchu zubu)
- kaz zastavený (projevuje se jako tmavě hnědá až černá tvrdá skvrna)
- 5. *podle rozsahu a vztahu ke dřeni:*
  - kaz povrchový (postihuje pouze sklovinu, popřípadě sahá maximálně k hranici skloviny s dentinem)
  - kaz střední (zasahuje již do dentinu)
  - kaz blízký dřeni (zubní kaz se přibližuje ke dřeni)
  - kaz penetrující do dřene (zubní kaz již pronikl do zubní dřene)
- 6. *podle vzniku:*
  - kaz primární (jedná se o prvotní poškození dosud nepostiženého zubu)
  - kaz sekundární (vzniká jako následek okrajové netěsnosti výplně, kam proniká tekutina s bakteriemi, které způsobují další kazivý defekt)
  - kaz recidivující (vytváří se pod výplní, kde byl ponechán kazivý dentin)
- 7. *podle umístění na zubu:*
  - kaz fisurální
  - kaz aproximální
  - kaz krčkový

### 3.3 Vliv výživy na zubní kaz

Na tvorbu zubního kazu má vliv preeruptivní a posteruptivní účinek stravy, přičemž účinky od sebe nelze úplně oddělit.

**Preeruptivní účinek stravy** se uplatňuje během vývoje zubu před jeho prořezáním, má vliv na správný vývoj tvrdých zubních tkání a na jejich mineralizaci. Nevyvážená strava způsobuje nedostatečnou mineralizaci zubních tkání, které jsou náchylnější k rychlejšímu šíření kariézního procesu. Poruchy mineralizace se projeví ve změně tvrdosti, propustnosti a rozpustnosti zubní skloviny. Aby se tomuto stavu předešlo, je potřeba se vyvarovat podvýživě (malnutrici). Ve stravě dbáme na optimální přísun vápníku, fosforu, fluoru, vitaminů a základních živin (sacharidů, tuků a bílkovin). Vyváženou a bohatou stravu musí mít především děti, těhotné ženy a kojící matky.

- Při nedostatku vitamínu C a D vznikají poruchy tvorby dentinu, ty mohou vést k hypoplastickým defektům na dočasných zubech a tím ke zvýšenému výskytu zubního kazu.

**Posteruptivní účinek stravy** se sleduje u již prořezaných zubů. Ve vztahu k zubnímu kazu představují tento účinek stravy především sacharidy – jejich množství a druh. (Kilián, 1999; Zouharová, 2008)

### 3.3.1 Sacharidy

Rozhodující pro vznik zubního kazu je častý přísun fermentovatelných sacharidů (sacharosy, ale i dalších oligosacharidů, glukosy, fruktosy, laktosy a škrobů). Ty mohou být metabolizovány mikroorganismy zubního plaku, které získávají energii štěpením nízkomolekulárních sacharidů. Přitom vznikají organické kyseliny (kyselina mléčná, propionová a valerová), které jsou schopny výrazně snížit pH v zubním plaku. Tím dochází k postupné demineralizaci povrchu skloviny a vzniku zubního kazu. Kritická hodnota pH je pro sklovinu 5,2 - 5,7. Pro dentin a cement 6,2 - 6,7. (Hellwig et al., 2003; Moynihan a Petersen, 2004)

Bakterie zubního plaku mohou přijímat a glykolyticky odbourávat všechny **monosacharidy a disacharidy**, které jsou proto potenciálně kariogenní. Nicméně zvláštní roli má v tomto ohledu sacharosa, která se vyznačuje oproti jiným sacharidům vysokým kariogenním potenciálem (především pro *Streptococcus mutans*). Sacharosa se velmi dobře rozpouští a snadno difunduje do zubního plaku. Při jejím štěpení vznikají fruktosa a glukosa, při štěpení  $\alpha$ -glykosidické vazby se uvolňuje energie. Z glukosy obsažené v sacharose se mohou syntetizovat ve vodě nerozpustné extracelulární polysacharidy, které podporují adhezi zubního plaku na povrchu zubu. Z fruktosy může vzniknout ve vodě nerozpustný intracelulární fruktosový polysacharid, který slouží jako zásobní sacharid v intervalech bez příjmu potravy pro *Streptococcus mutans*, *Streptococcus salivarius* a *Lactobacillus casei* (tím tento polysacharid opět napomáhá vzniku zubního kazu). (Hellwig et al., 2003; Broukal, 2013)

I monosacharidy mohou být, i když pomaleji a pouze s vynaložením energie mikroorganismů, použity k tvorbě extracelulárních polysacharidů a tím tak přispívat ke vzniku zubního kazu.

**Polysacharidy** (škroby) jsou rozkládány amylasami velmi pomalu a proto tvoří v zubním plaku málo kyselin. Žvýkáním vlákniny se v dutině ústní zvyšuje uvolňování slin (salivace). V přirozeném stavu škroby brání kariéznímu procesu. Toto tvrzení neplatí, pokud se potraviny obsahující škrob upraví vařením, mražením či extruzí. Mikroorganismy zubního plaku pak využívají tepelně upravené škroby ke tvorbě kyselin. (Kilián, 1999)

### 3.3.2 Med a včelí produkty

Dříve odborníci a zubní lékaři varovali před slazením medem. Převládala myšlenka, že med přispívá ke vzniku zubního kazu více než slazení samotnou sacharosou.

Pokud si má *Streptococcus mutans* „vybrat“, jaký sacharid bude rozkládat, vždy začne rozkládat dříve sacharosu (nemusí vynakládat energii) než v medu obsaženou glukosu a fruktosu.

Při malém příjmu sacharosy z jiných potravin a nadbytku mikroorganismů v dutině ústní, mohou tyto organismy při časté konzumaci medu štěpit glukosu a fruktosu medu. Udělají nám stejnou službu, jako kdybychom konzumovali sacharosu. (Zentrich, 2003; Nassar, 2012)

Tab. 1 Sacharidy medu

(Belitz, 2009)

<i>Sacharid</i>	<i>Průměrná hodnota (%)</i>	<i>Rozmezí hodnot (%)</i>
fruktosa	38,2	27,3–44,3
glukosa	31,3	22,0–40,8
sacharosa	2,4	1,7–3,0
maltosa	7,3	2,7–16
jiné sacharidy	3,1	0–13,2

Med svým antimikrobiálním účinkem potlačuje růst kolonií *Streptococcus mutans* v dutině ústní, tím se nesnižuje hodnota pH v ústech. Vyšší pH neumožňuje vznik a především další rozvoj zubního kazu. (Yadav et al., 2014)

### 3.3.2.1 Propolis

Propolis obsahuje řadu flavonoidů. Antibakteriální účinky propolisu a především jeho využití v léčbě zubních tkání, se zkoumají již od druhé poloviny minulého století. V současné době se o propolisu uvažuje jako o potenciální antikariogenní látce. (Parolia et al., 2010)

Za zmínku stojí využití propolisu ve stomatologické péči. 40% neředěná propolisová tinktura je schopna nahradit běžně používané anestetikum prokain. Propolis má silný lokální tlumivý účinek, dokonce mnohonásobně silnější účinek než běžně užívaná anestetika. Je možné ho vpravit i do zubu při zánětu zubní dřeně. Dále se propolis používá při léčbě parodontózy – malé vatové tampónky se namáčí v propolisové tinktuře. Provádí se jimi masáž míst, kde se vytvořily patologické choboty. Roztokem propolisu nebo speciálními mastmi lze léčit i vředy, mykózy a záněty sliznice dutiny ústní. (Zentrich, 2003; Parolia et al., 2010; Ahangari et al., 2012)

### 3.3.3 Sladidla

Mezi **přírozená sladidla** vyskytující se v potravinách řadíme škroby, disacharidy sacharosu, laktosu a maltosu, monosacharidy glukosu, fruktosu a galaktosu. Největší kariogenní potenciál mají sacharosa a glukosa.

**Náhradní sladidla** jsou tvořena polyalkoholy oligosacharidů a polysacharidů. Tato sladidla jsou produkty některých dřevin a květin nebo se vyrábějí uměle z přírodních sladidel. Z výživového hlediska se dělí na *sladidla s energetickou hodnotou* (sorbitol, xylitol, manitol, maltitol, isomalt, lycasin, sorbosa...) a na *sladidla bez energetické hodnoty* (aspartam, acesulfam-K, thaumatin, sacharin...).

Počet hydroxylových skupin v molekule alditolu určuje antikariogenní účinky sladidla v tomto pořadí: erythritol > xylitol > sorbitol.

V profylaxi zubního kazu jsou nejvíce využívané xylitolové preventivní přípravky. Doporučuje se užívání žvýkacích gum se sorbitolem nebo s xylitolem. Jejich žvýkáním se stimuluje produkce slin. Xylitol ve žvýkačkách má i určitý antimikrobiální účinek, inhibuje metabolickou činnost bakterií v dutině ústní a tím snižuje možnost vzniku zubního kazu. (Handzel, 2012)

Tab. 2 Rozdělení sladidel (sladivost)

(Weber, 2012)

<i>Přirozená sladidla</i>	<i>Náhradní sladidla</i>	
	<i>Sladidla s energetickou hodnotou</i>	<i>Sladidla bez energetické hodnoty</i>
sacharosa (1)	xylitol (1)	sacharin (300–500)
glukosa (0,7)	sorbitol (0,6)	aspartam (150–250)
fruktosa (1,2)	manitol (0,6)	acesulfam-K (130–200)
maltosa (0,4)	isomalt (0,5)	thaumatin (2 000–3 000)
laktosa (0,3)	laktitol (0,4)	sukralosa (600)
jsou kariogenní	jsou méně kariogenní nebo nejsou vůbec kariogenní	

### 3.3.3.1 Sorbitol

Sorbitol je nejpoužívanější nekariogenní sladidlo a velmi oblíbené sladidlo diabetiků. Připravuje se hydrogenací glukosy, v organismu se přeměňuje na fruktosu. Používá se při výrobě žvýkaček, čokolád, zmrzlin i nealkoholických nápojů. Konzumace většího množství sorbitolu (u dospělých nad 50 mg) může způsobit bolesti břicha, plynatost a průjem. (Kilián, 1999)

### 3.3.3.2 Xylitol

Cukerný alkohol xylitol se vyrábí hydrolýzou dřevních celulos a následnou úpravou uvolněné xylosy. Toto sladidlo nepodporuje růst *Streptococcus mutans* a laktobacilů ve slině a zubním plaku, dále zvyšuje hladinu amylasy a peroxidasy ve slině.

Po konzumaci žvýkačky s xylitolem je zubní plak méně přilnavý k zubním tkáním a méně kyselý. Zubní plak rostoucí za přítomnosti xylitolu obsahuje více vápníku než plak vyrostlý za přítomnosti sacharosy. Vápník se částečně vyskytuje v rozpuštěné formě, může být tedy využit při reparativních procesech. Xylitol může působit jako nosič vápníku a prodloužit tak dobu, po kterou probíhá remineralizace. Molekula sacharosy

tyto vlastnosti nevykazuje. Výše uvedené vlastnosti má i sorbitol, avšak ten podporuje růst *Streptococcus mutans* a zubního plaku.

Relativně malé dávky xylitolu (4–10 mg) účinně chrání před vznikem zubního kazu. Doporučená denní dávka xylitolu by neměla přesáhnout 30–40 mg, žvýkáním několika žvýkaček s xylitolem tuto hodnotu nepřesáhneme. (Mäkinen, 2010)

### **3.3.3.3 Sacharin**

Sacharin (cukerin) je jedním z nejstarších umělých sladidel. Objev sacharinu v roce 1879 byl významný zejména pro diabetiky. Sacharin je levný a teplotně stabilní, v organismu se nemetabolizuje. Mezi jeho nevýhody patří kovová nahořklá chuť.

O vedlejších účincích sacharinu na metabolismus člověka (především jeho karcinogenitě) se dodnes vedou diskuse. V některých zemích je používání sacharinu zakázáno (např. v Kanadě již od roku 1977). Světová zdravotnická organizace (WHO) prohlásila sacharin za látku člověku potenciálně nebezpečnou. ADI sacharinu je stanoveno na 0–5 mg/kg tělesné hmotnosti/den. (Bromová et al., 2010)

### **3.3.3.4 Aspartam**

Dipeptid aspartam se skládá z kyseliny asparagové a fenylalaninu, průmyslově se začal vyrábět v roce 1965. Od roku 1981 se aspartam používá jako sladidlo v nápojích, v roce 1996 vydal Úřad pro kontrolu potravin a léčiv (FDA) povolení používat aspartam ve všech druzích potravin. V současné době se toto nekariogenní sladidlo nejčastěji používá v nízkokalorických nápojích, krémech, sušenkách, zmrzlinách, žvýkačkách, lécích a vitamínech.

Nevýhodou aspartamu je jeho malá stabilita, nejstálější je v rozmezí pH 3–4,5, do teploty 20 °C. Nesnáší dlouhodobé zahřívání, proto se používá u pokrmů, které se nevaří a nepečou.

Při konzumaci aspartamu byly u některých lidí pozorovány vedlejší účinky: bolest hlavy, závratě, změny nálad, nevolnost, zvracení, křeče atd. ADI aspartamu je stanoveno na 40 mg/kg tělesné hmotnosti/den. (Strunecká a Patočka, 2011; Kilián, 1999)

### **3.3.3.5 Acesulfam-K**

Acesulfam-K (acesulfam draselný) je z chemického hlediska draselná sůl oxathiazinondioxidů, která má čistou sladkou chuť. Používá se jako nekariogenní sladidlo ve žvýkačkách, cukrovinkách a nápojích, přidává se do zubních past a ústních vod.

Sladidlo se nevstřebává sliznicí trávicí trubice, je tudíž zcela nekalorické. Acesulfam-K se nemetabolizuje a vylučuje se močí v nezměněné podobě. ADI acesulfamu-K je stanoveno na 0–15 mg/kg tělesné hmotnosti/den. (Bromová et al., 2010)

### **3.3.4 Ovoce a ovocné šťávy**

Konzumací ovoce s vyšším obsahem sacharidů (jablka, banány) dochází ke snížení pH v dutině ústní. Rovněž sušené ovoce (např. datle) prokazatelně snižuje pH. Ovoce a ovocné šťávy jsou pro tvrdé zubní tkáně nebezpečné i z pohledu kyselin. (Kilián, 1999)

Je zajímavé, že konzumací sušených rozinek, které obsahují značné množství sacharidů, neklesá pH v dutině ústní pod hodnotu 6. Tohoto účinku je dosaženo pomocí polyfenolů, které jsou přirozeně obsaženy v jádrech bobulí vinné révy. Rozinky nejsou z pohledu vzniku zubního kazu nebezpečné. (Broukal, 2012)

### **3.3.5 Kyseliny v potravinách**

Horší než konzumace sacharosy, popřípadě glukosy a fruktosy, je konzumace kyselin. Kyseliny přímo snižují pH v dutině ústní, působí na povrch zubních tkání a způsobují jejich demineralizaci. Po konzumaci kyselého ovoce či nápoje se rozpouští krystalky hydroxyapatitu, dochází k naleptávání zubní skloviny, která je také náchylnější k dalšímu opotřebení. Sliny působí jako přirozený pufr proti erozi zubní skloviny, protože regulují pH. Nicméně pokud jsou kyseliny přítomny v ústech velmi často, není ochranná reakce slin dostatečně rychlá.

Nedoporučuje se čistit si zuby krátce po konzumaci kyselých potravin, protože nenastala remineralizace zubní tkáně. Zároveň se čištěním snadno odstraní tenká vrstva porušené skloviny. (Stejskalová, 2003)

Nadměrný příjem kyselin v ovocných šťávách, limonádách typu Coca-Cola a jiných potravinách vede ke vzniku erozí. Konzumace citrusových plodů více než 2krát denně zvyšuje riziko vzniku erozí 30–40krát. (Hellwig et al., 2003)

Ovocné šťávy typu Fruko a Jupík obsahují hodně sacharidů, mají velmi nízké pH (pH 3–4) díky přítomnosti ovocných kyselin a kyseliny citronové, které se přidávají pro úpravu chuti a osvěžující účinek. Konzumace těchto nápojů (především u malých dětí) je krajně nevhodná, nápoje mají vysoký kariogenní potenciál. (Bayer et al., 2011)

### 3.3.5.1 Eroze

Kyseliny v potravinách napomáhají chemickému rozpouštění skloviny, popřípadě dentinu. Dochází k erozi zubních tkání a možnosti vzniku zubního kazu. Od konce 20. století se zvyšuje výskyt eroze zubní skloviny v důsledku stále častější konzumace kyselých potravin. Opotřebením zubní skloviny trpí téměř třetina lidí ve věku 18–35 let. (Bartlett, 2005)

Eroze se vytvoří demineralizací povrchu zubu, změkčí se sklovina a následně dochází k jejímu pomalému a postupnému stírání. Na vzniku eroze se nepodílí metabolická činnost mikroorganismů dutiny ústní, ale kyseliny v potravinách. Pokud kyseliny v dutině ústní působí krátce, je povrch zubu pomocí slin přirozeně remineralizován a nevzniká žádný trvalý defekt. Po delším působení především silných kyselin, se vyskytují nevratné změny tvrdých zubních tkání.

Příznaky eroze zubních tkání je zpočátku těžké odhalit. Nejčastěji se vyskytuje průsvitnost zubní skloviny, ztrácí se její přirozené vlastnosti, na žvýkacích ploškách zubů jsou přítomny důlky. Během preventivních prohlídek zubní lékař odhalí ztenčené hrany zubů, odlamování okrajů a případnou ztrátu zubní skloviny. (Hellwig et al., 2003; Moy-nihan a Petersen, 2004)



Obr. 2 Postup zubní eroze

(www 2)



Opotřebením zubních tkání lze předcházet změnou jídelníčku. Je dobré omezit konzumaci kyselých nápojů, popřípadě zabránit jejich nadměrnému zadržování v dutině ústní, dále nepít tyto nápoje často a v průběhu delšího časového úseku. Při čištění zubů používat zubní pasty s nízkou abrazivitou a hlavně nečistit zuby bezprostředně po konzumaci kyselých potravin. (Bartlett, 2005)

Rozlišuje se **idiopatická eroze**, která vzniká v důsledku zvýšeného obsahu kyseliny citronové ve slinách. Vysokým příjmem okyselených nápojů dochází k **dietní erozi**. U lidí, kteří pracují s kyselinami, které se mohou rozptýlit do atmosféry, se vyskytuje **profesionální** nebo **industriální eroze**. Poškozenou zubní sklovinu lze nalézt i u lidí s poruchou příjmu potravy (bulimie) vlivem častého zvracení. Žaludeční kyseliny, které zůstávají mezi papilami jazyka, demineralizují tvrdé zubní tkáně a přispívají ke vzniku zubního kazu. (Stejskalová, 2003)

Zajímavé jsou výsledky studie prováděné odborníky z Výzkumného ústavu stomatologického a Stomatologické kliniky 1. lékařské fakulty Univerzity Karlovy v Praze. Zjišťovali u zkoumaných zubních past, zda jsou schopny ochránit tvrdé zubní tkáně vůči eroznímu poškození.

- U zubních past s F<sup>-</sup> ionty: Elmex dětská zubní pasta (500 ppm F<sup>-</sup>), Odol Herbal gel (1050 ppm F<sup>-</sup>) a Signal Cavity Protection (1450 ppm F<sup>-</sup>) se zjistil nízký ochranný účinek proti eroznímu poškození.
- Po aplikaci zubních past a mineralizačních přípravků s kalciumfosfáty: Enamel Care Sensitive, SensiShield TOOTHPASTE, GC Tooth Mousse a Vývojový kalciumfosfátový „CaP gel“ (z VŠCHT Praha) se na povrchu skloviny vytvořila minerální vrstva, která zabránila kyselinám průniku k povrchu skloviny a tím její erozi. (Bradna et al., 2012)

### ***3.3.5.2 Nápoje typu Coca-Cola***

Prodej a spotřeba těchto nápojů se zvyšují každým rokem, jejich oblíbenost roste zejména u dětí a mladistvých. Pokud jsou zuby vystaveny dlouhodobému působení kyselin z kolových nápojů, je naleptána zubní sklovina, dochází k její demineralizaci a erozi.

Odborníci z americké Southern Illinois University School of Dental Medicine měřili u vybraných nápojů hodnotu pH a po 2 dnech i úbytek hmotnosti tvrdé zubní tkáně. Výsledky (viz Tab. 3) ukázaly, že pH většiny testovaných nápojů bylo pod hodnotou 3, přičemž kritická hodnota pro narušení skloviny je 5,2. I hmotnostní ztráty zubu nebyly zanedbatelné, nacházely se v rozmezí 2,3–6,2 %. (Jain et al., 2007)

*Tab. 3 pH vybraných nápojů*

*(Jain et al., 2007)*

<i>Nápoj</i>	<i>pH</i>	<i>Hmotnostní ztráta zubu za 48 hodin (%)</i>
Cola-Cola	2,525	5,925
Pepsi	2,530	5,619
Dr. Pepper	2,899	2,894
Coca-Cola Cherry	2,522	3,886
RC Cola	2,387	5,452
Mr. Pibb	2,902	2,352
Sprite	3,298	4,098
7 Up	3,202	6,170
Lemon Nestea	2,969	3,426

V další studii bylo zjištěno, že nejvíce zubní sklovinu poškozuje konzumace nápoje Red Bull, který obsahuje více sacharidů (sacharosu a glukosu) oproti dalším testovaným nápojům. Až za Red Bullem se umístil sportovní nápoj Gatorade, dále Coca-Cola a dietní Coca-Cola. (Owens a Kitchens, 2007)

### **3.3.5.3 Energetické nápoje**

Energetické nápoje jsou nealkoholické nápoje, které stimulují organismus a odstraňují únavu. Dodávají energii díky kombinovanému účinku kofeinu, taurinu, karnitinu, vitaminů a dalších rostlinných složek.

Ve většině energetických nápojů je hlavní složkou kofein (70–200 mg), který nacházíme i v kávě nebo čaji. Energetické nápoje škodí zubům především díky vysokému obsahu sladidel a kyselin. (Bromová et al., 2010)

### 3.3.6 Mléko a mléčné výrobky

**Mléko** se považuje za bezpečnou potravinu pro tvrdé zubní tkáň. Obsahuje vápník, fosfor, bílkoviny a tuky, které svými pozitivními účinky na zubní tkáň převyšují částečně negativní vliv mléčného cukru (laktosy). Nicméně laktosa v mléce je méně kariogenní než sacharosa v jiných potravinách. Je třeba podotknout, že mléčné výrobky, do nichž se přidává další cukr, zvyšují pravděpodobnost výskytu zubního kazu.

**Probiotické kultury** mléčných výrobků (laktobacily a bifidobakterie) snižují hladinu kariogenních streptokoků v zubním plaku a ve slinách.

Konzumací **sýrů** se zvyšuje množství vápníku v zubním plaku, dále se v dutině ústní zvyšuje pH, pufrační schopnost a produkce slin. (Kilián, 1999)

Jako doplněk stravy a součást kosmetických prostředků pro péči o zuby a dutinu ústní byla patentována kombinace **derivátů kaseinu** (kaseinfosopeptidy a glykomakropeptid) v kombinaci s amorfním **kalciumfosfátem** v koloidní podobě. Deriváty kaseinu zastavují v dutině ústní růst streptokoků, na povrchu zubní skloviny vytváří rezervoár vápníku a fosfátu. Zvažuje se využití glykomakropeptidu jako nosiče ve žvýkacích gumách, protože inhibuje přilnavost *Streptococcus mutans* na tvrdé zubní tkáň. (ElSayed et al., 2009; Llena et al., 2009)

Z dalších složek mléka se využívají **laktoferrin**, **lysosym** a **laktoperoxidasa**, které rovněž inhibují činnost streptokoků a jejich přilnavost na hydroxyapatit v zubní sklovině. (Felizardo et al., 2010)

### 3.3.7 Minerální látky

#### 3.3.7.1 Vápník

Celkový obsah vápníku v těle činí přibližně 1500 g, z 99 % se nachází v kostech a zubech jako fosforečnan vápenatý. K hlavním zdrojům vápníku v potravě patří mléko a mléčné výrobky.

Doporučené denní dávky vápníku jsou: 400–500 mg pro děti do 1 roku, 800–1200 mg u starších dětí a mladistvých, 800 mg u dospělých a 1200 mg pro těhotné a kojící ženy.

Dostatečný přísun vápníku je nezbytný zejména pro správnou mineralizaci kostí a zubů. Vstřebávání vápníku podporuje vitamin D, na jeho regulaci se podílejí hormony (parathormon a kalcitonin). Dlouhodobý nedostatek vápníku ve stravě se projevuje měknutím kostí (osteoporózou) a zvýšeným výskytem zubních kazů. (Velíšek a Hajšlová, 2009; Belitz et al., 2009)

### **3.3.7.2 Fosfor**

Lidské tělo obsahuje kolem 700 g fosforu, přičemž z 80–85 % je obsažen v zubech a kostech. Doporučené denní dávky fosforu jsou: 300–500 mg u dětí do 1 roku, 800 mg pro starší děti a 1200 mg u dospělých.

Bohatým zdrojem fosforu jsou ořechy a mléčné výrobky, především sýry. Schopnost resorbovat fosfor z potravin závisí na složení potravin, věku a zdravotním stavu jedince. Novorozenci resorbují z mateřského mléka 85–90 % fosforu, z kravského mléka 65–70 % fosforu. Starší děti a dospělí resorbují z běžně přijímaných potravin 50–70 % fosforu.

Fosfor se podílí stejně jako vápník na tvorbě kostí a zubů. Poměr Ca:P v potravě by měl být přibližně 1:1. Na vstřebávání fosforu má velký vliv právě vápník, který ovlivňuje jeho biologickou využitelnost. Zajímavé je, že vitamin D zvyšuje vstřebávání fosforu nezávisle na vstřebávání vápníku. (Velíšek a Hajšlová, 2009; Belitz et al., 2009)

### **3.3.7.3 Fluor**

V lidském organismu se nachází 0,8–2,5 g fluoru, který je ve formě hydroxyapatitu stavební složkou zubů a kostí. Účinnost resorpce fluoridů je vysoká, dosahuje 85–98 %.

Zdroje fluoru v potravinách: minerální vody a z nich připravované stolní minerální vody, ovocné džusy a dřeně, mořské ryby a korýši, cereálie, mléko, zelenina (květák, brokolice, pórek, pažitka, petržel, kerblík), odvary z listů čajovníku...

Doporučené denní dávky fluoru jsou: 0,1–0,5 mg pro děti od 6 měsíců do 1 roku, 0,2–1 mg pro děti staré 1–3 roky, 0,5–1,5 mg u dětí od 4 do 10 let a pro dospělé 1,5–4 mg. (Velíšek a Hajšlová, 2009)

Tab. 4 Průměrný obsah fluoridů v potravinách a nápojích  
(Weber, 2012)

<i>Potraviny</i>	<i>mg/kg</i>	<i>Nápoje</i>	<i>mg/l</i>
ovoce, zelenina	0,1–0,5	kondenzované mléko	0,4–0,5
oves, žito	2–2,5	mléko	0,2
maso	0,5–2	šťávy, limonády	0,1–0,2
ryby	0,7–5,8	pivo, víno	do 0,2
jedlá sůl	0,9–1,1	minerální vody	0,5–6,5
mořská sůl	0,9–7	čaj (1 g/100 ml vody)	0,5–2,7
fluoridovaná sůl	250	sáček čaje	0,8–1,4

S fluoridací pitné vody, která redukuje kazivost zubů o 50–60 %, se v Československu začalo v roce 1958. Od konce devadesátých let 20. století se fluoridace postupně zastavovala. V současné době není v ČR produkována fluoridovaná pitná voda v žádné vodárně, tím se obsah fluoru v pitné vodě pohybuje v rozmezí 0,2–0,3 mg/l. (Handzel a Červená, 2012)

#### **Mechanismus působení fluoridových iontů** (Minčík et al., 2014):

- Zvyšují produkci slin v ústech.
- Zabudovávají se do hydroxyapatitu a mění ho na hydroxyfluoroapatit, který je odolnější vůči působení kyselin (kritická hodnota pH pro demineralizaci fluorohydroxyapatitu je 4,5, u hydroxyapatitu je to hodnota 5,5).
- Zabraňují demineralizaci zubní skloviny a podporují její remineralizaci. Rezervoárem fluoridových iontů je precipitát  $\text{CaF}_2$ , který se vytváří po lokální aplikaci fluoridů. Při poklesu pH se precipitát rozpouští, uvolněné  $\text{F}^-$  ionty zvyšují koncentraci fluoridů ve slině a difundují do skloviny. Z hlediska prevence zubního kazu a komplexnější remineralizace skloviny je lepší malá, ale trvalá koncentrace fluoridů než jejich jednorázové vysoké dávky.
- Ovlivňují metabolismus mikroorganismů zubního plaku. Se stoupající koncentrací  $\text{F}^-$  iontů v plaku se inhibuje růst mikroorganismů, nakonec část z nich hyne.

Důležitou roli hraje i pH, čím je pH plaku nižší, tím je inhibiční činnost  $F^-$  iontů v plaku účinnější.

- Snižují přilnavost bakterií k povrchu zubu a tím zpomalují tvorbu zubního plaku

## **Aplikace fluoridů**

### *Celková aplikace fluoridů*

V současné době jsou fluoridy přidávány do běžně dostupných potravin (minerální vody, mléko, sůl...), jejich konzumací je zajištěn přísun fluoridů u celé populace.

Další možností celkové aplikace jsou fluoridové tablety, které jsou k dostání na lékařský předpis. Tablety obsahují 0,55 mg NaF (je snadno rozpustný a jeho výroba je poměrně snadná a levná), ze kterého se posléze uvolňuje 0,25 mg  $F^-$ . Podávání fluoridových přípravků má největší účinek na zubní tkáň během vývoje zubů a před jejich prořezáním. Jejich užívání se doporučuje těhotným ženám v druhé polovině těhotenství, dětem smí být aplikovány od šestého měsíce věku. (Jarolímková a Broukal, 2002; Hellwig et al., 2003; Zouharová, 2008)

### *Lokální aplikace fluoridů*

Lokální aplikace je nejrozšířenější způsob podávání fluoridů. Využívají se ústní vody, fluoridy ve slině, různé roztoky, gely a laky. Nejčastěji se lokální aplikace provádí pomocí fluoridových past, které se rozdělují podle množství fluoridů na:

- Dětské zubní pasty – koncentrace fluoridů v pastě pro 2–3 leté dítě do 400 ppm, pro předškolní děti 500–700 ppm. Děti do 3 let spolýkají během čištění zubů skoro celou dávku zubní pasty. Z tohoto důvodu je lepší používat pasty s nižším obsahem fluoridů, aby nedošlo k předávkování a následnému vzniku fluorózy či fluoridových opacit skloviny.
- Pasty pro dospělé – obsahují 1000–1500 ppm fluoridů.
- Terapeutické pasty a gely – jsou k dostání pouze v lékárnách. Koncentrace fluoridů dosahuje až 12 500 ppm, nemohou se proto aplikovat každý den. Tyto přípravky se používají na základě odborného doporučení při zvýšené kazivosti zubů. (Hellwig et al., 2003; Zouharová, 2008; Chrást'anský, 2011)

## Toxicita fluoridů a fluoróza

Za optimální denní příjem fluoridů se považuje dávka 1–4 mg. Při nadměrné konzumaci fluoru ve stravě nebo například při předávkování tabletami NaF může dojít k intoxikaci organismu fluorem. Akutní letální dávka se udává v rozmezí 32–64 mg fluoridů/kg tělesné hmotnosti a je závislá na mnoha faktorech (druh fluoridové sloučeniny, její rozpustnost a pH, rychlost resorpce v trávicím traktu, stav organismu...).

Příznaky *akutní intoxikace* fluorem: nevolnost, zvracení, bolesti břicha, pocení, křeče a poruchy srdeční činnosti. Během několika hodin může dojít ke smrti. *Chronické poškození* organismu fluorem představuje poruchy metabolismu zubů, kostí a jejich zvýšenou lomivost. (Hellwig et al., 2003)

Chronická intoxikace organismu vede k **fluoróze**, která je znatelná pouhým okem. V lehčích případech se onemocnění projevuje jako křídově bílé až žlutohnědé skvrny. Závažný stav fluorózy vede k erozi, horizontálním pruhům a rýhám na zubech. Poškozené zuby jsou náchylnější na vznik zubního kazu. (Mazánek a Urban 2003; Stejskalová 2003)

- Podle údajů WHO je fluorózou postiženo 30–50 % dětí ve více než 25 zemích, kde se fluoriduje pitná voda. (Strunecká a Patočka, 2011)

Řada studií dokumentuje snížení IQ u školních dětí v oblastech s vysokým výskytem fluoridů v pitné vodě. Bylo zjištěno, že k poklesu IQ dochází při dlouhodobé konzumaci pitné vody, která obsahuje 1,8 ppm fluoridů. Řada vědců zastává názor, že zvýšený příjem fluoridů není v časném vývoji novorozence nezbytný a upozorňují na to, že samo mateřské mléko má velmi nízkou koncentraci fluoridů (0,005–0,01 ppm). (Strunecká, 2012)

V USA bylo zjištěno, že množství fluoridů nad 4 mg/l v pitné vodě způsobuje fraktury kostí. Dále se vede diskuze, zda je fluoridace pitné vody jednoznačnou příčinou onemocnění, jako jsou autismus či Alzheimerova nemoc. Přes desítky klinických studií toto tvrzení není možné úplně potvrdit, protože fluoridy působí synergicky s dalšími toxickými faktory z prostředí. Nicméně v Indii jsou celé vesnice postižené zubní a kostní fluorózou a zároveň jejich obyvatelé trpí Alzheimerovou chorobou. (Rookard, 2000; Connett, 2010)

### 3.3.8 Proanthokyanidiny

Proanthokyanidiny řadí se mezi flavonoidy, jejichž nadřazenou skupinou jsou polyfenoly, inhibují metabolismus kariogenních mikroorganismů a tím významně snižují pravděpodobnost vzniku zubního kazu. Základní stavební jednotky proanthokyanidinů jsou katechiny, jejichž chuť je sladko-trpká. Tyto látky se vyskytují např. v červeném víně, zeleném čaji, kávě, kakau či čokoládě.

Nejrozsáhlejší skupinou proanthokyanidinů jsou prokyanidiny skupiny B. Prokyanidin B-1 se nachází v grepu, čiroku a brusinkách, prokyanidin B-2 v jablkách a třešních, prokyanidin B-3 v jahodách a chmelu, prokyanidin B-4 v malinách a ostružinách. (Kolečkář et al., 2012; Wu, 2009)

#### 3.3.8.1 Káva

Zelená káva a pražená káva jsou významné z nutričního hlediska nejen pro své antioxidační vlastnosti. Káva má antibakteriální účinek vůči gram-pozitivním i gram-negativním bakteriím. Látky obsažené v kávě, především trigonellin, kofein a kyselina chlorogenová sice nezabraňují růstu *Streptococcus mutans*, ale významně snižují jeho přilnavost k povrchu zubu. (Ferrazzano et al., 2009)

#### 3.3.8.2 Čaj

Katechiny čaje blokují glykosyltransferasu mikroorganismů dutiny ústní, tím se zhoršuje přilnavost *Streptococcus mutans* na povrchu zubu a snižuje se pravděpodobnost výskytu zubního kazu. U lidí, kteří pravidelně pijí čaj (ovšem bez cukru), se vyskytuje méně zkažených zubů než u jedinců, kteří si tento nápoj nedopřávají. (Xu et al., 2011; Lavanya a Sri priya, 2014)

#### 3.3.8.3 Kakao

Kakao obsahuje značné množství antioxidantů a především polyfenoly, které snižují množství zubního plaku v dutině ústní. Po jeho konzumaci *Streptococcus mutans* a *Streptococcus sanguinis* produkují menší množství kyselin, tím nedochází k naleptávání



a oslabení zubní skloviny. Zajímavostí je, že kakaové polyfenoly inhibují i růst samotného *Streptococcus sanguinis*, nicméně na růst *Streptococcus mutans* vliv nemají. (Ferrazzano et al., 2009)

### **3.3.9 Ostatní výživové faktory**

#### **3.3.9.1 Žvýkačky**

Lidé v ČR vyžívají za den stovky tisíc žvýkaček (mentolové, pepermintové, s příchutí ovoce, bez cukru...). Oblíbené jsou především u dětí a dospívajících, kteří žvýkají kdekoli a kdykoli. Žvýkačky dávají příjemný pocit svěžího dechu, dále uvolňují svalové a psychické napětí. Žvýkání zrychluje krevní oběh, prokrvuje tkáně, mozek má větší přísun kyslíku, ztrácí se únava a jsme schopni se lépe soustředit.

Žvýkačky zmenšují chuť na sladké mezi hlavními jídly a obsahují jen 5–10 kcal. Žvýkáním žvýkačky bez cukru se podpoří sekrece slin, naředí se obsah dutiny ústní, rozpouštějí se zbytky potravy. Po konzumaci kyselých potravin žvýkačka zvyšuje hodnotu pH nad kritickou hranici (nad 5,5), tím nedochází k demineralizaci tvrdých zubních tkání a možnosti vzniku zubního kazu.

Je třeba říci, že žvýkačka zuby nevyčistí a nezbaví je škodlivého zubního plaku. Žvýkání žvýkaček nenahrazuje mechanické čištění zubů a kvalitní ústní hygienu. (Zouharová, 2008)

#### **3.3.9.2 Koření a rostlinné přípravky**

Příznivé účinky rostlin (baktericidní působení a omezení tvorby biofilmu) se využívají v lidové medicíně po staletí. Některé byliny a koření (tymián, zázvor, skořice či lékořice) se již dříve přidávaly do potravin pro své ochranné účinky v prevenci zubního kazu. Profylaktického účinku se dosáhne pomocí antimikrobiálních látek (cinamaldehyd, polyfenoly, glycyrrhizin...).

Rostlinné přípravky jsou aplikovány ve formě extraktů či žvýkacích tyčinek. Jako příklad lze uvést: kůru a extrakty z kořenů *Salvadora persica*; žvýkací tyčinky z *Azadiracta indica*; části rostlin a extrakty z akácií, které se v Indii přidávají do zub-

ních past; extrakty z *Andrographis paniculata* a *Cassia alata*, omezující adhezi *Streptococcus mutans*.

Rostlinné extrakty jsou (často v kombinaci s chlorhexidinem) součástí ústních vod, které se používají v rámci prevence. (Julák a Pavlík, 2010; Broukal, 2012)

### **3.3.9.3 Tetracykliny**

Tetracykliny jsou indikovány při podpůrné terapii juvenilní parodontitidy a u bakteriální infekce způsobené gramnegativními původci, kdy při léčbě pacient nemůže užívat širokospektrální aminopeniciliny. (Weber, 2012)

Podávání tetracyklinových antibiotik během vývoje zubu přispívá k poruše tvorby zubních tkání u dočasného i stálého chrupu, který je poté náchylnější na vznik zubního kazu. Poškozená sklovina tetracyklinových zubů se vyznačuje žlutým až černým zabarvením, často bývá postižena skupina zubů, která se vyvíjela současně.

Tetracykliny prochází i do mateřského mléka a placentou do plodu. Nedoporučuje se jejich konzumace u dětí do 8 let, u těhotných a kojících žen. (Mazánek, 2003; Stejskalová, 2003)

### **3.3.9.4 Celiakie**

Celiakie je geneticky a imunologicky řízená porucha tenkého střeva způsobená intolerancí gliadinové frakce glutenu. Pacienti trpí podvýživou a sníženou absorpcí vápníku. V důsledku toho se objevují defekty tvrdých zubních tkání. Zubní sklovina je neúplně mineralizovaná a má změněnou bravu. Její povrch může být později sekundárně poškozen zátěží při žvýkání potravy.

Problematikou kazivosti zubů u celiatiků se zabývá řada výzkumů. U pacientů s celiakií byly oproti zdravým jedincům zjištěny nižší indexy kazivosti zubů a méně zkažených zubů, výsledky lze připisovat nižšímu příjmu sacharidů v potravě a přísnému dodržování diety. (Pastore a kol., 2008; Rashid a kol., 2011)

### 3.4 Zubní kaz u dětí

Zubní kaz v časném dětském věku (EEC – early childhood caries) se popisuje v dočasném chrupu u dětí do 6 let (71 měsíců). V Evropě je postiženo zubním kazem přibližně 5–10 % dětí, v ČR dle údajů Světové zdravotnické organizace přes 60 % dětí. Zubní kaz vzniká za příznivých podmínek během 6–12 měsíců. (Bayer et al., 2011)

V roce 1978 zjistil B. Köhler, že se bakterie *Streptococcus mutans* přenáší z matky na dítě a díky tomu se u dětí objevují zubní kazy. Zavádí se pojem infekční okno – je to rizikové období, kdy streptokoky nově kolonizují povrch zubů. První infekční okno nastává při prořezávání zubů v 6 měsících života a druhé během výměny dentice v 6 letech. (Broukal, 2013)

#### **Prevence vzniku zubního kazu u dětí:**

Je dobré pečovat o ústní hygienu dítěte ihned po prvním kojení, protože dítě se narodí se sterilní dutinou ústní. Ústa dítěte lehce vytřeme čistou plenkou nebo kapesníkem, který jsme předtím navlhčili v čisté vodě. Zaměříme se na prostor pod horním rtem, kde vlivem malých slinných žláz nedochází k úplnému fyziologickému očišťování.

Dítě krmené z láhve by nemělo s láhví usnout, aby na již prořezaných zubech neulpívaly sacharidy. Zásadně neolizujeme dudlíky ani lžičky, kterými dítě krmíme. Pokud se zubní kaz vyskytuje u matky, bakterie se přenáší přes výše uvedené nástroje do úst dítěte. Infekce zubního kazu se přenáší pouze slinami a ne fyzickým kontaktem (např. polibkem). Jednou ze zásad je nenamáčet dudlík do medu, cukru nebo sirupu.

Dále se nedoporučuje dětem podávat slazené nápoje, ovocné šťávy a džusy. Je dobré omezit frekvenci podávání sladkostí (čokolády, bonbónů, sušenek a jiných cukrovinek), především mezi hlavními jídly. Tyto potraviny jsou pro zuby nejméně škodlivé, pokud se konzumují současně s hlavním jídlem nebo těsně po něm. Větší děti mohou po jídle žvýkat žvýkačku bez cukru, aby se podpořila salivace a antikariogenní účinky slin. (Zouharová, 2008; Merglová a Ivančaková, 2009; Kaplová, 2014)

### **Národní a mezinárodní programy (Broukal, 2013):**

Tyto programy jsou rozšířené v celé řadě zemí světa a jejich úkolem je podporovat „bezpečnou“ výživu, která minimalizuje rizika vzniku zubního kazu. Programy se dále zaměřují na osvětu obyvatelstva – jak správně provádět ústní hygienu (je nutné čistit zuby 2krát denně pomocí fluoridové pasty a používat dentální nit).

- *Saturday candy* – Skandinávie (Konzumace sladkostí jen v neděli.)
- *Toothfriendly Sweets International* – Západní Evropa a Dálný Východ (Program je zaměřen na certifikované potraviny, které neobsahují nadměrné množství kyselin. Za k zubům přátelské potraviny označujeme ty, které místo přirozených sladidel obsahují náhradní sladidla – xylytol, sorbitol, maltitol, isomalt, erythritol... Takovými potravinami mohou být i sladkosti – čokolády, bonbóny, lízátko...)
- *Give Teeth the Rest* – Německo, Francie a Holandsko

V České republice jsou rozšířeny programy, které se snaží zvýšit informovanost rodičů a pedagogických pracovníků o orální hygieně. Programy jsou zaměřeny na systematický a opakovaný nácvik čištění chrupu, na výživu a na preventivní opatření, aby došlo ke snížení kazivosti chrupu u dětí.

- Dětský úsměv (Česká stomatologická komora a Výzkumný ústav stomatologický)
- Zdravé zuby (VZP a Wrigley)
- Zářivý úsměv, zářivá budoucnost (Colgate a Palmolive)

## 4 ZÁVĚR

Zubní kaz je pro lidské tělo více nebezpečný, než si většina populace myslí. Pokud se neléčí, může způsobovat závažná onemocnění – záněty ledvin, trávicího traktu a především srdce. Proto je potřeba vzniku zubního kazu a především jeho prevenci věnovat zvýšenou pozornost.

Zubní kaz je infekční onemocnění, které vzniká na základě synergického působení mnoha faktorů. Nejdůležitější pro vznik zubního kazu jsou sacharidy představující substrát pro mikroorganismy zubního plaku, dalšími faktory jsou povrch zubu a čas. Lze říci, že zubní kaz způsobí dříve častá konzumace sacharidů a kyselin v potravě, než konzumace občasná, ale za to ve velkém množství.

Již 20 minut po jídle klesne pH v dutině ústní pod kritickou hodnotu 5,5 a začíná se ve sklovině rozpouštět hydroxyapatit. Z narušené skloviny se uvolňují vápenaté ionty a vznikají dutiny, kde může progradovat zubní kaz.

Na povrchu tvrdých zubních tkání probíhá trvale proces rozpouštění (demineralizace) a reparace vzniklých defektů (remineralizace). Kaz ve sklovině a dentinu je výsledkem posunutí rovnovážného stavu, s převládající demineralizací, která trvá do té doby, než skončí produkce dostatečného množství kyselin. Pokud organické kyseliny nepůsobí na tvrdé zubní tkáně delší dobu, sklovina se díky fosfátům a vápenatým iontům remineralizuje. Při dostatečně rychlé remineralizaci může být kazivý proces zastaven a není nutné jeho další ošetření. Proces opravy pomáhají stimulovat antikariogenní fluoridové preparáty a deriváty kaseinu v kombinaci s kalciumfosfátem.

Riziko vzniku zubního kazu může minimalizovat každý z nás. Je potřeba dodržovat zásady správné ústní hygieny, tzn. dvakrát denně si dokonale vyčistit zuby pomocí fluoridové pasty a v postranním úseku, kde je čištění běžným kartáčkem v aproximálních úsecích obtížné, pravidelně používat zubní nit. Dále je nutné dbát na výživu a konzumaci nekariogenních potravin.

Je dobré se vyhýbat potravinám s vysokým obsahem sacharidů, vyhledáváme potraviny, kde se vyskytuje co nejméně sacharosy a glukosy. Po konzumaci kyselých potravin, si vypláchneme ústa vodou a žvýkáme žvýkačku bez cukru. Tyto žvýkačky obsahují místo přirozených sladidel, sladidla náhradní (např. xylitol či sorbitol), žvýkáním

se stimuluje tvorba slin, ředí se kariogenní obsah v dutině ústní a navrácí se pH k původním hodnotám.

Občas je možné si dopřát i nějakou sladkost, nicméně vhodnější je její konzumace po hlavním jídle než mezi jídly. Produkce slin je na vrcholu, tím jsou vytvořeny lepší podmínky pro odplavení zbytků potravy z povrchu zubu a je umožněna remineralizace počínající kazivé léze.

Přijímanou stravou můžeme pozitivně i negativně ovlivnit další faktory vzniku zubního kazu: počet kariogenních mikroorganismů v zubním plaku, pH v dutině ústní a produkci a složení slin. Zajímavostí je, že některé stopové prvky (selen, lithium, molybden, zinek a cín) snižují kazivost zubů.

Čištění zubů ihned po jídle je nebezpečné. Vlivem poklesu pH se změkčuje povrchová vrstva skloviny, která se při čištění zubu snadno stírá. Takto poškozené zuby jsou náchylné k další demineralizaci a rozvoji zubního kazu.

## 5 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- Ahangari Z., Naseri M., Jalili M. a Mansouri Y., 2012: *Effect of propolis on dentin regeneration and the potential role of dental pulp stem cell in Guinea pigs*. Cell Journal, 13 (4): 223–228. [vid. 2015\_03\_17]. Dostupné z: [http://www.researchgate.net/publication/236060715\\_Effect\\_of\\_Propolis\\_on\\_Dentin\\_Regeneration\\_and\\_the\\_Potential\\_Role\\_of\\_Dental\\_Pulp\\_Stem\\_Cell\\_in\\_Guinea\\_Pigs](http://www.researchgate.net/publication/236060715_Effect_of_Propolis_on_Dentin_Regeneration_and_the_Potential_Role_of_Dental_Pulp_Stem_Cell_in_Guinea_Pigs)
- Bartlett D. W., 2005: *The role of erosion in tooth wear: aetiology, prevention and management*. International Dental Journal, 55: 277–284. [vid. 2015-03-10]. Dostupné z: <http://erosaodental.com/pdfs/uk/IDJ-en-Bartlett.pdf>
- Bayer M., Bartoňová J., Dědek P., Fait T., Hak J., Homolka M. a Chládková J., 2011: *Pediatric*. Praha: Triton, 350 s. ISBN: 978-80-7387-388-2.
- Belitz H. D., Grosch W. a Schieberle P., 2009: *Food chemistry*. 4<sup>th</sup> ed. Berlin: Springer, 1070 s. ISBN: 978-3-540-69933-0.
- Bradna P., Vrbová R., Fialová V., Houšová D. a Handzel J., 2012: „In vitro“ hodnocení ochranného efektu zubních past a mineralizačních přípravků proti eroznímu poškození skloviny, (F 11) s. 1–11. In: Handzel J. et al.: *Průvodce moderní dětskou stomatologií: praktický zdroj informací pro každého zubního lékaře*. Praha: Raabe.
- Bromová M., Dalihodová A., Holinková P., Lichtenbergová I., Maxová M., Mubiana N., Nováková P., Podlenová K., Růžičková L., Vinklerová L., Vít Z. a Patočka J., 2010: *Zdravotní rizika energetických nápojů*. Prevence úrazů, otrav a násilí, 4 (2): 205–224. [vid. 2015\_03\_18]. Dostupné z: <http://casopis-zsfju.zsf.jcu.cz/prevence-urazu-otrav-a-nasili/administrace/clankyfile/20120509143740608411.pdf>
- Broukal Z., 2012: Funkční potraviny a funkční komponenty potravy v prevenci zubního kazu, (E 22) s. 1–13. In: Handzel J. et al.: *Průvodce moderní dětskou stomatologií: praktický zdroj informací pro každého zubního lékaře*. Praha: Raabe.

- Broukal Z., 2013: *Kariologie. Multimediální podpora výuky klinických a zdravotnických oborů: Portál 1. lékařské fakulty Karlovy Univerzity v Praze* [vid. 2015-03-07]. Dostupné z: <https://portal.lf1.cuni.cz/clanek-954-kariologie>
- Connett P., Beck J. a Micklem H. S., 2010: *THE CASE AGAINST FLUORIDE: how hazardous waste ended up in our drinking water and the bad science and powerful politics that keep it there*. Fluoride, 43 (3): 170–173. [vid. 2015-03-26]. Dostupné z: [http://www.fluoridresearch.org/433/files/FJ2010\\_v43\\_n3\\_p170-173.pdf](http://www.fluoridresearch.org/433/files/FJ2010_v43_n3_p170-173.pdf)
- Čihák R., Grim M., 2002: *Anatomie 2*. 2. vyd. Praha: Grada, 470 s. ISBN: 80-247-0143-X.
- Dostálová T., Seydlová M., 2010: *Dentistry and oral diseases: for medical students*. Praha: Grada, 208 s. ISBN: 978-80-247-3005-9.
- Elišková M., Naňka O., 2006: *Přehled anatomie*. Praha: Karolinum, 309 s. ISBN: 80-246-1216-X.
- ElSayad I., Sakr A. a Badr Y., 2009: *Combining casein phosphopeptide-amorphous calcium phosphate with fluoride: synergistic remineralization potential of artificially demineralized enamel or not?* Journal of Biomedical Optics, 14 (4): 1–6. [vid. 2015-03-07]. Dostupné z: [http://www.must.edu/Publications/dent\\_research2.pdf](http://www.must.edu/Publications/dent_research2.pdf)
- Felizardo K. R., Gonçalves R. B., Schwarcz W. D. a Poli-Frederico R. C., 2010: *An evaluation of the expression profiles of salivary proteins lactoferrin and lysozyme and their association with caries experience and activity*. Rev. odonto ciênc, 25 (4): 344–349. [vid. 2015-02-26]. Dostupné z: <http://www.scielo.br/pdf/roc/v25n4/a04v25n4.pdf>
- Ferrazzano G. F., Amato I., Ingenito A., De Natale A. a Pollio A., 2009: *Anti-cariogenic effects of polyphenols from plant stimulant beverages (cocoa, coffee, tea)*. Fitoterapia, 80: 255–262. [vid. 2015-03-20]. Dostupné z: [http://www.herbariumporticense.unina.it/doc/pdf/Estratti\\_vegetali/cocoa\\_coffee\\_tea.pdf](http://www.herbariumporticense.unina.it/doc/pdf/Estratti_vegetali/cocoa_coffee_tea.pdf)



- Handzel J., 2012: Souvislost mezi výživou dítěte a vznikem zubního kazu, (E 3) s. 1–10. In: Handzel J. et al.: *Průvodce moderní dětskou stomatologií: praktický zdroj informací pro každého zubního lékaře*. Praha: Raabe.
- Handzel J. a Červená I., 2012: Prevence zubního kazu, (D 1.2) s. 1–21. In: Handzel J. et al.: *Průvodce moderní dětskou stomatologií: praktický zdroj informací pro každého zubního lékaře*. Praha: Raabe.
- Hellwig E., Attin T. a Klimek J., 2003: *Záchovná stomatologie a parodontologie*. Praha: Grada, 331 s. ISBN: 80-247-0311-4.
- Chrástanský P., 2011: Chemická kontrola plaku, (F 8) s. 1–9. In: Handzel J. et al.: *Průvodce moderní dětskou stomatologií: praktický zdroj informací pro každého zubního lékaře*. Praha: Raabe.
- Jain P., Nihill P., Sobkowski J. a Agustin M. Z., 2007: *Commercial soft drinks: pH and in vitro dissolution of enamel*. *General dentistry*, 55 (2): 150–154. [vid. 2015-04-01].  
Dostupné z:  
[http://researchgate.net/publication/6472743\\_Commercial\\_soft\\_drinks\\_pH\\_and\\_in\\_vitro\\_dissolution\\_of\\_enamel](http://researchgate.net/publication/6472743_Commercial_soft_drinks_pH_and_in_vitro_dissolution_of_enamel)
- Jarolímková S., Broukal Z., 2002: *Aby zuby nebolely*. Praha: EB, 117 s. ISBN: 80-238-9609-1.
- Julák J., Pavlík E., 2010: *Lékařská mikrobiologie pro zubní lékařství*. Praha: Karolinum, 444 s. ISBN: 978-80-246-1792-3.
- Kaplová E., 2014: *Kaz raného dětství a jeho následky na stálém chrupu*. *Praktické zubní lékařství*, 62 (1): 3–8. ISSN: 1213-0613.
- Kilián J. (ed.), 1999: *Prevence ve stomatologii*. 2. vyd. Praha: Galén, 239 s. ISBN: 80-7262-022-3.

- Kolečkář V., Řeháková Z., Brojerová E., Kuča K., Jun D., Macáková K., Opletal L., Drašar P., Jahodář L., Chlebek J. a Cahlíková L., 2012: *Proanthocyanidiny a jejich antioxidační aktivita*. Chemické Listy, 106: 113–121. [vid. 2015-04-07]. Dostupné z: [http://www.chemicke-listy.cz/docs/full/2012\\_02\\_113-121.pdf](http://www.chemicke-listy.cz/docs/full/2012_02_113-121.pdf)
- Lavanya P. and Sri priya M., 2014: *Antibacterial activity of green tea (Camellia sinensis) extract against dental caries and other pathogens*. International Journal of Advanced Research in Biological Sciences, 1 (5): 58–70. [vid. 2015-02-23]. Dostupné z: <http://www.ijarbs.com/pdfcopy/august2014/ijarbs10.pdf>
- Llena C., Forner L. a Baca P., 2009: *Anticariogenicity of casein phosphopeptide-amorphous calcium phosphate: a review of the literature*. The Journal of Contemporary Dental Practice, 10 (3): 1–9. [vid. 2015-03-20]. Dostupné z: <http://geriatricdentistry.com/wp/wp-content/uploads/2011/08/ACP-Contemp-Dent-Prac-2009.pdf>
- Mäkinen, K. K., 2010: *Sugar alcohols, caries incidence, and remineralization of caries lesions: a literature review*. International Journal of Dentistry, Article ID 981072, 23 pages. [vid. 2015-02-27]. Dostupné z: <http://www.hindawi.com/journals/ijd/2010/981072/ref/>
- Mazánek J., Nedvěďová M., Staňková H., Ott D., Hubálková H., Vacek J., Navarová L., Korábek L. a Šmucler R., 2014: *Zubní lékařství*. Praha: Grada, 604 s. ISBN: 978-80-247-3534-4.
- Mazánek J., Urban F., 2003: *Stomatologické repetitorium*. Praha: Grada, 455 s. ISBN: 80-7169-824-5.
- Merglová V., Ivančaková R., 2009: *Zubní kaz a jeho prevence v časném dětském věku*. Praha: Havlíček Brain Team, 110 s. ISBN: 978-80-87109-16-8.
- Mieg R., 2009: *Zuby jako zdroj nemoci: rychlé léčení pomocí poznatků z výzkumu ložisek nemoci*. Praha: Pragma, 231 s. ISBN: 978-80-7349-189-5.

- Minčík J., Šatanková M., Alexejenko M., Novotný R., Stošek M. a Svoboda D., 2014: *Kariologie*. Praha: StomaTean, 254 s. ISBN: 978-80-904377-2-2.
- Moynihan P. a Petersen P. E., 2004: *Diet, nutrition and the prevention of dental diseases*. Public Health Nutrition, 7 (1A): 201–226. [vid. 2015-03-11]. Dostupné z: [http://www.who.int/nutrition/publications/public\\_health\\_nut7.pdf](http://www.who.int/nutrition/publications/public_health_nut7.pdf)
- Mrázková O., Doskočil M., 1994: *Klinická anatomie pro stomatologii*. Praha: Alberta, 117 s. ISBN: 80-85792-02-8.
- Murray R. K., Granner D. K., Mayes P. A., Rodwell V. W., 2002: *Harperova biochemie*. 4. vyd. Jinočany: H & H, 872 s. ISBN: 80-7319-013-3.
- Nassar H. M., Li M. a Gregory R. L., 2012: *Effect of honey on Streptococcus mutans growth and biofilm formation*. Applied and Environmental Microbiology, 78 (2): 536–540. [vid. 2015-04-07]. Dostupné z: <http://aem.asm.org/content/78/2/536.full.pdf>
- Owens B. M. a Kitchens M., 2007: *The erosive potential of soft drinks on enamel surface substrate: an in vitro scanning electron microscopy investigation*. The Journal of Contemporary Dental Practice, 8 (7): 11–20. [vid. 2015-03-08]. Dostupné z: [http://www.jaypeejournals.com/eJournals/ShowText.aspx?ID=1811&Type=FREE&TYPE=TOP&IN=\\_eJournals/images/JPLOGO.gif&IID=156&isPDF=YES](http://www.jaypeejournals.com/eJournals/ShowText.aspx?ID=1811&Type=FREE&TYPE=TOP&IN=_eJournals/images/JPLOGO.gif&IID=156&isPDF=YES)
- Parolia A., Thomas, M. S., Kundabala M. a Mohan M., 2010: *Propolis and its potential uses in oral health*. International Journal of Medicine and Medical Sciences, 2 (7): 210–215. [vid. 2015-03-17]. Dostupné z: [http://eprints.manipal.edu/1932/1/14.\\_Int\\_J\\_Med\\_and\\_Med\\_Sci,\\_2010\\_propolis\\_use.pdf](http://eprints.manipal.edu/1932/1/14._Int_J_Med_and_Med_Sci,_2010_propolis_use.pdf)
- Pastore L., Carroccio A., Compilato D., Panzarella V., Serpico R. a Lo Muzio L., 2008: *Oral manifestations of celiac disease*. Journal of Clinical Gastroenterology, 42 (3): 224–232. [vid. 2015-02-23]. Dostupné z: [http://www.researchgate.net/publication/5627338\\_Oral\\_manifestations\\_of\\_celiac\\_disease](http://www.researchgate.net/publication/5627338_Oral_manifestations_of_celiac_disease)

- Rashid M., Zarkadas M., Anca A. a Limeback H., 2011: *Oral manifestations of celiac disease: A clinical guide for dentists*. Journal Canadian Dental Association, 77: 1–6. [vid. 2015\_03\_18]. Dostupné z: [http://www.researchgate.net/publication/51064789\\_Oral\\_manifestations\\_of\\_celiac\\_disease\\_a\\_clinical\\_guide\\_for\\_dentists](http://www.researchgate.net/publication/51064789_Oral_manifestations_of_celiac_disease_a_clinical_guide_for_dentists)
- Rookard C. J., 2000: *Fluoride and autism: is there a connection?* Fluoride, 33 (2): 99–100. [vid. 2015\_03\_26]. Dostupné z: [http://www.fluorideresearch.org/332/files/FJ2000\\_v33\\_n2\\_p99-100.pdf](http://www.fluorideresearch.org/332/files/FJ2000_v33_n2_p99-100.pdf)
- Sionneau P., Gang L., 2007: *Terapie tradiční čínské medicíny*. Hradec Králové: Svítání, 227 s. ISBN: 978-80-86198-40-8.
- Sobotka, L. (ed.), 2011: *Basics in clinical nutrition*. 4<sup>th</sup> ed. Praha: Galén, 723 s. ISBN: 978-80-7262-821-6.
- Stejskalová J. (ed.), 2003: *Konzervační zubní lékařství*. Praha: Galén, 235 s. ISBN: 80-7262-225-0.
- Strunecká A. a Patočka J., 2011: *Doba jedová*. Praha: Triton, 2 sv. (295, 367 s.). ISBN: 978-80-7387-469-8.
- Strunecká A., 2012: Nové poznatky o toxicitě fluoridů, (D 1.6) s. 1–21. In: Handzel J. et al.: *Průvodce moderní dětskou stomatologií: praktický zdroj informací pro každého zubního lékaře*. Praha: Raabe.
- Velíšek J., Hajšlová J., 2009: *Chemie potravin I*. 3. vyd. Tábor: OSSIS, 602 s. ISBN: 978-80-86659-17-6.
- www 1: <http://zdravi.e15.cz/clanek/priloha-pacientske-listy/zuby-a-chrup-447950>
- www 2: <http://energy-drinks.cz/text-piti-energetickych-napoju-nejvetsim-zabijakem-zubu/>

- Weber T., 2012: *Memorix zubního lékařství*. 2. vyd. Praha: Grada, 584 s. ISBN: 978-80-247-3519-1.
- Wu C. D., 2009: *Grape Products and Oral Health*. The Journal of Nutrition, 139: 1818–1823. [vid. 2015-03-09]. Dostupné z:  
[http://calraisins.org/wp-content/uploads/2014/01/45-Wu\\_2009-Grape-products-and-oral-health.pdf](http://calraisins.org/wp-content/uploads/2014/01/45-Wu_2009-Grape-products-and-oral-health.pdf)
- Xu X., Zhou X. D. a Wu C. D., 2011: *The tea catechin epigallocatechin gallate suppresses cariogenic virulence factors of Streptococcus mutans*. Antimicrobial agents and chemotherapy, 55 (3): 1229–1236. [vid. 2015-03-20]. Dostupné z:  
<http://aac.asm.org/content/55/3/1229.full.pdf>
- Yadav N. R., Garla B. K., Reddy V. K., Tandon S. a Prasad S., 2014: *Antimicrobial effect of honey on Streptococcus mutans of dental plaque*. Journal of Oral Health & Community Dentistry, 8 (2): 72–75. [vid. 2015-03-15]. Dostupné z:  
[http://www.johcd.org/pdf/May\\_August\\_2014/02\\_Antimicrobial%20Effect%20of%20Honey%20on%20Streptococcus%20Mutans%20of%20Dental%20Plaque.pdf](http://www.johcd.org/pdf/May_August_2014/02_Antimicrobial%20Effect%20of%20Honey%20on%20Streptococcus%20Mutans%20of%20Dental%20Plaque.pdf)
- Zentrich, J. A., 2003: *Apiterapie: přírodní léčba včelími produkty*. Praha: Eminent, 173 s. ISBN: 80-7281-104-5.
- Zouharová Z., 2008: *Zdravý úsměv: péče o zuby a dásně*. Brno: ERA, 127 s. ISBN: 978-80-7366-124-3.