

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

**Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů**

**Katedra mikrobiologie, výživy a dietetiky**



**Fakulta agrobiologie,  
potravinových a přírodních zdrojů**

**Výživa jako faktor ovlivňující tvorbu zubního kazu**

**Diplomová práce**

**Autor práce: Bc. Anna Kolouchová**

**Obor studia: Výživa a potraviny**

**Vedoucí práce: Ing. Monika Sabolová, Ph.D.**

© 2024 ČZU v Praze

## Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci „Výživa jako faktor ovlivňující tvorbu zubního kazu“ jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne 17. 4. 2024

---

## **Poděkování**

Ráda bych touto cestou poděkovala Ing. Monice Sabolové, Ph.D. za její odborné vedení, cenné rady a trpělivost během celého procesu tvorby práce. Velmi si vážím si její vize, znalostí a podpory. Dále bych chtěla poděkovat své rodině a přátelům za jejich povzbuzení a morální oporu v průběhu celého studia. Jejich laskavá slova byla mým nekonečným zdrojem motivace. Vřele děkuji také respondentům, kteří se podíleli na sběru dat. Bez jejich ochoty by tato práce nemohla vzniknout.

# Výživa jako faktor ovlivňující tvorbu zubního kazu

## Souhrn

Diplomová práce byla zaměřena na analýzu vztahu výživy a zubního kazu a zhodnocení, do jaké míry je populace o této problematice informována. Cílem práce bylo zjistit povědomí veřejnosti o vlivu stravy na vznik zubního kazu.

Výzkum probíhal formou dotazníkového šetření, které probíhalo celkem 10 dní v období od 18. 2. do 27. 2. 2024 a zúčastnilo se ho 754 respondentů. Získaná data byla dále statisticky vyhodnocena pomocí  $\chi^2$  (chí-kvadrát) testu nezávislosti na hladině významnosti  $\alpha = 0,05$ .

Bylo zjištěno, že 88 % respondentů se domnívá, že výživa má vliv na vznik zubního kazu. Z výsledků dále vyplývá, že respondenti měli dobrou představu o tom, které minerální látky ovlivňují zubní zdraví. Dále měli spíše znalosti o potravinách, které mohou vznik zubního kazu podporovat nežli o těch, které mohou jeho tvorbě pomáhat předejít. Nebyla zjištěna významná závislost mezi informovaností veřejnosti o vztahu mezi výživou a zubním kazem a jejich pohlavím ( $p = 0,31$ ), věkem ( $p = 0,11$ ) ani nejvyšším dosaženým vzděláním ( $p = 0,55$ ). Z výsledků práce dále vyplývá, že pouze 53 % respondentů mělo povědomí o tom, že náhradní sladidla mohou přispět k redukci tvorby zubního kazu. Zároveň nebyla prokázána významná závislost mezi povědomím populace o protektivním účinku náhradních sladidel na vznik zubního kazu a jejich pohlavím ( $p = 0,60$ ), věkem ( $p = 0,08$ ) ani úrovni nejvyššího dosaženého vzdělání (0,90). Nicméně povědomí populace o protektivním účinku pravidelné konzumace potravin bohatých na vápník a fosfor na vznik zubního kazu významně záviselo na pohlaví ( $p = 0,02$ ), významně však nezáviselo na věku ( $p = 0,12$ ) a nejvyšším dosaženém vzdělání ( $p = 0,62$ ). Znalosti o tom, že pravidelná konzumace potravin bohatých na vápník a fosfor snižuje riziko vzniku zubního kazu, mělo 60 % respondentů.

I když výsledky práce naznačují, že velká část populace povědomí o vlivu výživy na vznik zubního kazu má, je důležité provádět edukaci a prohlubovat znalosti široké veřejnosti v této oblasti, jelikož to může pozitivně ovlivnit celkové zubní zdraví populace.

**Klíčová slova:** výživa, sacharidy, zubní kaz, prevence, stomatologie, dentální hygiena, zdraví

# Nutrition as a factor affecting the development of dental caries

## Summary

The master's thesis examined the connection between diet and dental caries and assessed how well-informed the general public is on this subject. The aim of the thesis was to determine the general population's awareness about how food can affect the development of dental caries.

A questionnaire survey was used for the research and it was conducted over a period of ten days from 18/2 to 27/2/24 collecting the responses of 754 participants. At a significance threshold of  $\alpha = 0.05$ , the collected data was subjected to additional statistical analysis using the  $\chi^2$  (chi-square) test of independence.

The statistical analysis discovered that 88% of participants believe that diet affects the development of dental caries. The results also show that the participants had an idea of which mineral substances affect dental health. Furthermore, they had more knowledge about foods that can promote the development of dental caries than about those that can help to prevent its formation. There was no significant correlation between the public's knowledge of the connection between diet and dental caries and their gender ( $p = 0.31$ ), age ( $p = 0.11$ ) or highest achieved degree of education ( $p = 0.55$ ). The study's findings also indicate that only 53% of the participants were aware that using other sweeteners can reduce dental caries. Additionally, no statistically significant correlation was found between the population's awareness of the protective role of alternative sweeteners against dental caries and their gender ( $p = 0.60$ ), age ( $p = 0.08$ ) and greatest degree of education ( $p = 0.90$ ). However, the population's knowledge of the preventive impact of eating foods high in calcium and phosphorus on dental caries was found to be significantly influenced by gender ( $p = 0.02$ ), but not by age ( $p = 0.12$ ) or the greatest degree of education ( $p = 0.62$ ). 60% of participants were aware that eating foods high in phosphorus and calcium on a regular basis lowers the risk of dental caries.

Although the results of the master's thesis show that a large part of the population is aware of the influence of nutrition on the development of dental caries, it is important to educate and deepen the knowledge of the general public in this area as it can positively affect the dental health of the population.

**Keywords:** nutrition, carbohydrates, dental caries, prevention, stomatology, dental hygiene, health

# Obsah

<b>1 Úvod .....</b>	<b>8</b>
<b>2 Vědecká hypotéza a cíle práce .....</b>	<b>9</b>
<b>2.1 Hypotézy .....</b>	<b>9</b>
<b>2.2 Cíle práce .....</b>	<b>9</b>
<b>3 Literární rešerše .....</b>	<b>10</b>
<b>3.1 Stomatologie .....</b>	<b>10</b>
3.1.1 Anatomie zubů .....	10
3.1.2 Druhy zubů a jejich morfologie .....	14
3.1.3 Rozdíly mezi dočasným a stálým chrupem .....	15
3.1.4 Zubní péče .....	15
<b>3.2 Zubní kaz .....</b>	<b>17</b>
3.2.1 Epidemiologie zubního kazu .....	17
3.2.2 Vznik zubního kazu .....	18
<b>3.3 Výživa a zubní kaz .....</b>	<b>20</b>
3.3.1 Sacharidy .....	21
3.3.2 Náhradní sladidla .....	25
3.3.3 Mléko a mléčné výrobky .....	29
3.3.4 Minerální látky .....	30
3.3.5 Vitamin D .....	34
3.3.6 Káva .....	35
3.3.7 Čaj .....	36
3.3.8 Kakao .....	36
3.3.9 Žvýkačky bez cukru .....	37
3.3.10 Kyseliny v potravinách a nápojích .....	38
3.3.11 Výživová doporučení .....	39
<b>4 Metodika .....</b>	<b>41</b>
<b>5 Výsledky .....</b>	<b>42</b>
5.1.1 Demografické údaje .....	42
5.1.2 Otázky zaměřené na výživu a zubní kaz .....	43
<b>5.2 Testování hypotéz na základě demografických údajů .....</b>	<b>49</b>

5.2.1	Pohlaví .....	49
5.2.2	Věk.....	51
5.2.3	Nejvyšší dosažené vzdělání .....	52
<b>5.3</b>	<b>Leták s výživovými doporučeními .....</b>	<b>53</b>
<b>6</b>	<b>Diskuze .....</b>	<b>54</b>
<b>7</b>	<b>Závěr .....</b>	<b>58</b>
<b>8</b>	<b>Literatura.....</b>	<b>59</b>
<b>9</b>	<b>Samostatné přílohy .....</b>	<b>I</b>

# 1 Úvod

Výživa hraje velmi důležitou roli v udržení celkového zdraví a kvality života populace. Správné stravovací návyky a vyvážený jídelníček tvoří základní pilíře pro zachování optimálního fungování těla a přispívají k prevenci mnoha onemocnění. Mezi tato onemocnění patří i zubní kaz, představující jeden z nejčastějších problémů v oblasti ústního zdraví, který postihuje lidskou populaci po celém světě.

Navzdory pokroku ve stomatologické péči a preventivních opatřeních, jako jsou pravidelné preventivní prohlídky u zubního lékaře či návštěvy dentální hygieny, zůstává incidence zubního kazu stále vysoká. Světová zdravotnická organizace (WHO) k roku 2022 odhaduje, že kazem stálých zubů trpí 2 miliardy lidí a 514 milionů dětí je postiženo kazem zubů dočasných. Je důležité si uvědomit, že zubní kaz není pouze kosmetickým problémem, ale může mít i vážné následky, které mohou ovlivnit kvalitu života nejen jednotlivců, ale i celé společnosti, neboť s sebou nese řadu ekonomických dopadů, jako jsou např. náklady na jeho léčbu a prevenci a snížená pracovní výkonnost v důsledku bolesti a nepohodlí.

Vznik zubního kazu je multifaktoriální proces, kdy dochází k postupné destrukci zubních tkání následkem působení mikroorganismů dutiny ústní a tvorby kyselin. V důsledku toho dochází v zubních tkáních ke vzniku dutin, projevujících se bolestí, citlivostí a v nejhorším případě i ztrátou zubů. Prevence zubního kazu je z tohoto důvodu velmi důležitá.

Na procesu vzniku zubního kazu se podílejí nejen genetické a environmentální faktory a úroveň ústní hygieny, ale i stravovací návyky a skladba jídelníčku. V současné době se stravování věnuje čím dál více pozornosti, jelikož hraje ve vzniku a prevenci tohoto onemocnění klíčovou roli. Struktura jídelníčku, frekvence konzumace potravin a jejich kvalita mají zásadní vliv na celkový stav dutiny ústní a zdraví zubů. Spojení mezi výživou a zubním kazem představuje důležitou oblast výzkumu, která má potenciál vylepšit preventivní a léčebné přístupy k tomuto onemocnění.

Vzhledem k tomu, že zubní kaz stále zůstává významným veřejným zdravotním tématem, je důležité nejen rozumět jeho příčinám a mechanismům, ale hledat také efektivní způsoby, jak mu předcházet a jakým způsobem jej léčit. Z tohoto důvodu bylo cílem práce poskytnout ucelený pohled na vztah mezi stravovacími návyky a zubním zdravím, a to prostřednictvím analýzy současných vědeckých poznatků, studií a doporučení v této oblasti. Součástí práce byla také identifikace potravin a živin, které mohou buď podporovat, nebo naopak bránit vzniku zubního kazu, a strategií zaměřených na prevenci tohoto onemocnění.

Problematika výživy je složitým tématem, které zahrnuje mnoho faktorů, nicméně je důležité porozumět, jakou souvislost má s tvorbou zubního kazu. Vzhledem k rostoucímu zájmu veřejnosti o vlivu stravování na zdraví a kvalitu života, je téma této práce velmi aktuální.



## **2 Vědecká hypotéza a cíle práce**

### **2.1 Hypotézy**

1. Většina populace má povědomí o tom, že způsob stravování má vliv na vznik zubního kazu.
2. Alespoň třetina populace ví, že náhradní sladidla, sloužící jako alternativa klasického cukru, mohou přispět ke snížení tvorby zubního kazu.
3. Alespoň třetina populace ví, že pravidelná konzumace potravin bohatých na vápník a fosfor, jako jsou např. mléčné výrobky, snižuje riziko vzniku zubního kazu.

### **2.2 Cíle práce**

Cílem literárního přehledu bylo shrnout informace o vlivu výživy na vznik zubního kazu. V praktické části bylo prostřednictvím dotazníkového šetření zjišťováno povědomí české populace o vlivu výživy na vznik zubního kazu.

## 3 Literární rešerše

### 3.1 Stomatologie

Stomatologie je lékařský obor, který se zabývá prevencí, diagnostikou a terapií chorob dutiny ústní a tkání, které s dutinou ústní místně a funkční souvisejí (Šimůnek 1997). Zubní lékařství současné době představuje samostatný medicínský obor, který je dále členěn do několika podoborů (Kilian 1999).

**Preventivní stomatologie** zahrnuje prevenci a profylaxi chorob dutiny ústní za účelem udržení zdravého chrupu (Kilian 1999).

**Záchovná** neboli konzervační **stomatologie** se zabývá diagnostikou a terapií onemocnění zubů a přilehlých tkání. Mezi tato onemocnění patří zejména zubní kaz a jeho následky – onemocnění zubní dřeně a závěsného aparátu zubu (Kilian 1999).

Náhradou ztracených a rekonstrukcí poškozených tvrdých a měkkých tkání dutiny ústní se zabývá **protetická stomatologie**. Jejím cílem je obnovit chrup z funkční a estetické strany.

**Stomatochirurgie** se dělí na dvě části – dentoalveolární neboli ústní chirurgie a maxilofaciální – chirurgii ústní, čelistní a obličejovou. Cílem ústní chirurgie je chirurgická léčba onemocnění zubů, tkání alveolárního výběžku měkkých tkání dutiny ústní nejčastěji v lokálním znečistlivění. Maxilofaciální chirurgie se zabývá léčbou zánětů, úrazů a tumorů celé orofaciální oblasti. Na rozdíl od dentoalveolární chirurgie se většinou provádí v celkové anestezii (Kilian 1999).

Náplní **ortodontie** je prevence, diagnostika a terapie anomálií postavení zubů, alveolů a čelistí, nefyziologického prořezávání zubů a také jejich tvaru (Kilian 1999).

**Parodontologie** je obor specializovaný na choroby závěsného aparátu zubu – parodontu a onemocnění ústní sliznice (Kilian 1999).

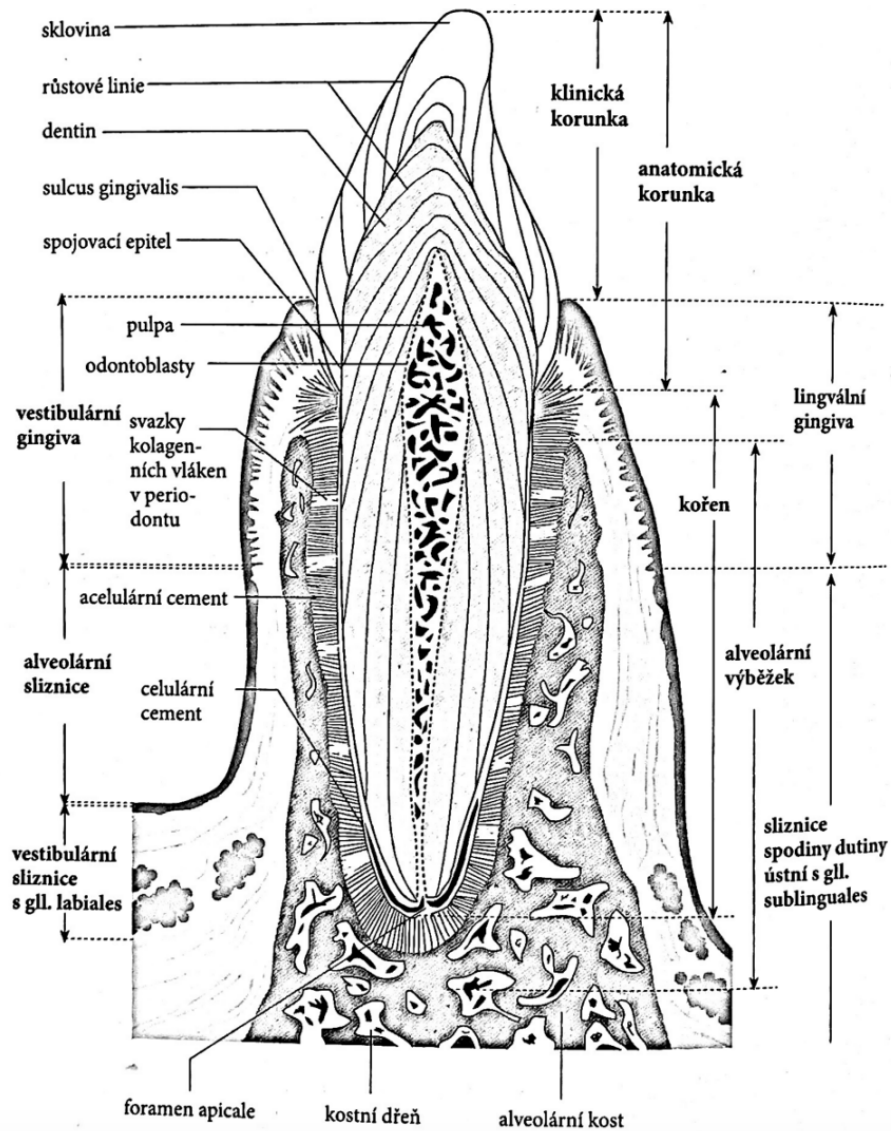
**Dětská stomatologie** neboli pedostomatologie se věnuje orálnímu zdraví v dětském věku (Kilian 1999).

**Stomatologická rentgenologie** se zabývá diagnostikou onemocnění v orofaciální oblasti pomocí rentgenového záření a dalších zobrazovacích metod (Kilian 1999).

#### 3.1.1 Anatomie zubů

Zuby jsou vývojově velmi staré útvary sloužící k uchopování, dělení a rozměňování potravy. Podílí se také na tvorbě řeči a velký význam mají i z estetického hlediska (Stejskalová 2008).

Morfologicky zub rozčleňujeme na zubní korunku, krček a kořen viz obr. 1. Zubní korunka představuje část zubu, která ční do dutiny ústní, kořen zubu naopak upevňuje zub ke kosti v zubním lůžku. Krček zubu označuje zúžení mezi korunkou a kořenem (Stejskalová 2008).



**Obrázek 1** Anatomie zubu (Weber 2012)

Histologicky se zub skládá ze tří rozlišných tvrdých zubních tkání – skloviny, zuboviny a zubního cementu. Dřeňovou dutinu, nacházející se uvnitř zubu, vyplňuje zubní dřev (Stejskalová 2008).

### 3.1.1.1 Sklovina

Sklovina (*enamelum, email, substantia adamantina*) je nejtvrdší tkáň lidského těla, která za fyziologického stavu kryje povrch korunky zubu. Nejsilnější vrstva skloviny se nachází na řezacích hranách a také na hrbolcích třenových zubů a stoliček, kde dosahuje tloušťky až 2,5 mm. Naopak nejtenčí vrstvu nalezneme v oblasti krčku zubu (Klepáček & Mazánek 2001). Zde je její vrstva téměř stejně slabá a ostrá jako čepel nože (Stejskalová 2008).

Největší část skloviny (přibližně 93–98 %) tvoří anorganická složka sestávající z hustě uspořádaných krystalů hydroxyapatitu, které se spojují do sklovinných hranolů, tzv. prizmat. Voda, ať už vázaná v krystalech nebo volná, činí 1,5–4 % hmotnosti skloviny. Zbytek představuje organická matrix složená z různých bílkovin. Mezi tyto bílkoviny patří především

amelogeniny, bohaté na aminokyselinu tyrozin, a enameliny, hojně obsahující kyselinu asparagovou, glutamovou a serin (Minčík 2014).

Fyzikálně-chemické vlastnosti skloviny ve smyslu semipermeability (polopropustnosti) umožňují příjem iontů z vnějšího prostředí. Díky tomu může po aplikaci fluoridových přípravků proběhnout její remineralizace (Minčík 2014).

V oblasti krčku zubu se nachází cemento-sklovinná hranice, kde se k sobě obě tyto tkáně přikládají. Cement na sklovinu navazuje přímo pouze ve 30 % případů. V 60 % cement sklovinu překrývá a ve zbylých 10 % registrujeme segment obnaženého dentinu, jelikož mezi oběma tkáněmi vznikla štěrbina (Stejskalová 2008).

### 3.1.1.2 Zubovina

Hlavní zubní substancí je zubovina (*dentin, dentinum, substantia eburnea*), pojivová elastická tkáň žluté barvy tvrdší než kost (Stejskalová 2008). Ačkoliv se dentin mnoha vlastnostmi kostní tkáni podobá, na rozdíl od ní není zásobován cévami. Další odlišností je uložení buněk. Základní stavební jednotky dentinu, odontoblasty, se nacházejí na periférii zubní dřene a samotným dentinem probíhají pouze jejich výběžky – Tomesova vlákna, kdežto osteocyty jsou lokalizovány intraoseálně (uvnitř kosti). Dentin se vyskytuje v oblasti korunky i kořene zubu, kde obklopuje zubní dřeň. Korunkovou část kryje sklovina, zatím co kořenový dentin pokrývá zubní cement (Minčík 2014).

Zubovina se od skloviny kromě toho, že je měkkí, odlišuje i chemickým složením. Anorganická hmota, formovaná opět z hydroxyapatitu, tedy vápníku a fosforu, představuje pouze 70 % obsahu. Organická složka, zahrnující kolagenní vlákna a mukopolysacharidy, tvoří 20 %. Zbylých 10 % hmotnosti je tvořeno vodou (Minčík 2014).

Od zubní dřene směrem k dentino-sklovinné hranici rozlišujeme několik druhů dentinu. Na počátku dentinogeneze odontoblasty produkují vrstvu téměř nemineralizované matrix, nazývané se predentin. Tvoří ji především kolagenní vlákna a interfibrilární nekalcifikovaná substance z glykoproteinů a proteoglykanů. Primární dentin představuje hlavní část dentinu a je vytvářen po celou dobu vývoje zubu. Po ukončení vývoje kořene následuje tvorba dentinu sekundárního, která je výrazně pomalejší a trvá celý život. Sekundární dentin se ukládá nestejně a postupně redukuje dřeňovou dutinu. Terciální dentin je díky své funkci označován také jako iregulární, reaktivní, obranný či reparativní. Jeho tvorba je iniciována dráždivými stimuly zubní dřene, jako je např. zubní kaz (Stejskalová 2008).

Výběžky odontoblastů jsou uvnitř dentinových tubulů obklopeny tubulární tekutinou. Následkem změny osmotického tlaku či teploty může docházet k jejímu pohybu a Tomesova vlákna jako reakce na tento pochod způsobí nervový vzruch podrážděním subodontoblastické nervové pleteně. Tento jev je nazýván hydrodynamická teorie bolesti (Mazánek 2015). Bolestivá reakce dentinu může být způsobena různými podněty. Často se jedná o stimuly způsobené při ošetření v zubní ordinaci, jako je preparace zubu, oplach vodní tryskou, vyšetření pomocí sondy, sušení vzduchem či práce se zubními vrtáky (Stejskalová 2008).

### 3.1.1.3 Cement

Zubní cement (*cementum, substantia ossea*) společně s dásní, alveolární kostí a periodontálními ligamenty tvoří komplex tkání zvaný závěsný aparát zubu neboli parodont.

Jedná se o pojivovou tkáň podobnou kompaktní kosti, která není inervovaná a neobsahuje žádné cévy. Pokrývá především povrch kořene zubu a má zásadní význam při jeho ochraně před resorpčními procesy. Zasahuje až ke krčku, kde přechází ve sklovinu (Stejskalová 2008). V tomto místě je jeho vrstva velmi tenká, na rozdíl od hrotové části kořene, ve které může dosahovat tloušťky 1-2 mm (Mazánek 2015). Jeho vývoj je spjat s počátkem tvorby kořene a na jeho diferenciaci mají vliv epiteliální buňky Hertwigovy pochvy a mezenchym (Stejskalová 2008).

Obsah anorganických látek v cementu činí přibližně 50 %, dalších 50 % představují látky organické a voda. Minerální složku tvoří hydroxyapatit a malá část fosforečnanu vápenatého. Kolagen typu I a III a glykoproteiny formují složku organickou (Minčík 2014).

Rozeznáváme 2 základní typy cementu. Primární acelulární (bezbuněčný, fibrilární), a sekundární celulární (buněčný) (Minčík 2014). Nejdříve vzniká acelulární cement, tvořený tenkou vrstvou mineralizované hmoty, který se nachází v korunkové části kořene. Jeho funkce spočívá v zakotvení vazivových vláken parodontu. Celulární cement pokrývá především apikální část kořene, tvoří se však také jako reparační element v místech postižených traumatem či nadměrným zatížením zubu. Je tvořen cementoblasty, aktivními buňkami produkujícími organickou matrix (Klepáček & Mazánek 2001). Společně s cementoblasty se zde nachází také cementocyty, které hrají důležitou roli v zachování a obnově tkání. Je více mineralizovaný než nebuněčný cement a obsahuje méně kolagenních vláken (Minčík 2014).

#### 3.1.1.4 Zubní dřev

Růžová tkáň ektomezenchymového původu, vyplňující dřevnou dutinu zubu, nazýváme zubní dřev (*pulpa dentis*). Makroskopicky se jeví jako řídké bohatě vaskularizované vazivo rosolovitého typu. Anatomicky rozlišujeme korunkovou a kořenovou pulpu, dle toho, v jaké části zubu se nachází. Směrem ke kousací plošce vybíhá v tzv. rohy zubní dřev, naopak v místě kořenového hrotu interaguje se závěsným aparátem zubu (Stejskalová 2008). Společně s dentinem tvoří pulpo-dentinový komplex, morfologickou a funkční jednotku, která je součástí endodontu zubu (Minčík 2014).

Zubní dřev zastává čtyři hlavní funkce: formativní, vyživovací, nervovou a obrannou. Formativní funkce je založena na tvorbě primárního a sekundárního dentinu odontoblasty. Vyživovací funkce zajišťuje zásobování zubu živinami, což je velmi důležité pro udržení jeho životnosti. Nervová funkce spočívá v reakci na bolest a citlivost prostřednictvím nervových (aférentních) vláken. Vláknata eferentní řídí krevní oběh. Obranná funkce spočívá v tvorbě tzv. terciálního neboli obranného dentinu. K tomuto ději dochází při mechanickém, tepelném, chemickém či bakteriálním dráždění (Stejskalová 2008).

Základní strukturu zubní dřev tvoří buňky a mezibuněčná hmota. Elementárními buňkami jsou fibroblasty, které kromě produkce kolagenu zajišťují také obranu v případě vystavení pulpy infekčním a fyzikálně-chemickým dějům (Minčík 2014). Jak již bylo zmíněno, dalšími buňkami, které jsou součástí zubní dřev, jsou odontoblasty, jejichž těla jsou umístěna na periférii a seskupena do jedné řady. Mají velký význam ve formativní a obranné funkci pulpy a dentinu. Dentinovým tubulem, umístěným v zubovině, vede jejich výběžek – Tomesovo vlákno. Řada dalších výběžků pojí jednotlivé odontoblasty k sobě. Nelze opomenout imunitní buňky, jako jsou lymfocyty, makrofágy či mastocyty, které se podílejí na obranných procesech.

Při zánětlivých reakcích pulpy se uplatňují také žírné buňky, jejichž granula obsahují histamin a heparin. Počet buněk s přibývajícím věkem klesá, množství vazivových vláken je naopak větší. Mezibuněčná substance sestává z amorfni matrix, obsahující glykoproteiny, glykosaminoglykany a vodu, a z kolagenních vláken I. a III. typu (Stejskalová 2008).

Apikálním otvorem na hrotu kořene zubu vstupuje do zubní dřene cévní a nervový svazek. Cévy se větví směrem k periférii a vytvářejí subodontoblastickou pletěň. Podél nich vedou nervy a tvoří členěnou síť – Raschkowovův subodontoblastický plexus (Stejskalová 2008).

### 3.1.2 Druhy zubů a jejich morfologie

U člověka během života rozlišujeme dva typy chrupu – první, dočasný neboli mléčný (*dentes decidui*), a druhý, chrup stálý (*dentes permanentes*). Kompletní dočasnou dentici tvoří 20 mléčných zubů, na rozdíl od zubů stálých, kterých je zpravidla 28-32 (Mazánek 2015). V ústech jsou sestaveny do dvou oblouků – horního (*arcus dentalis superior*) a dolního (*arcus dentalis inferior*) (Klepáček & Mazánek 2001). Oba zubní oblouky jsou rozděleny do dvou částí – frontální (přední) a laterální (zadní) úsek chrupu (Mazánek et al. 2014). Chrup je dále rozčleněn do čtyř kvadrantů začíná vpravo nahoře a ve směru hodinových ručiček končí vlevo dole (Mazánek 2015).

Dle funkce, tvaru a umístění zubů v čelisti rozeznáváme čtyři základní druhy zubů: řezáky, špičáky, třenové zuby a stoličky (Mazánek et al. 2014).

#### 3.1.2.1 Dočasný chrup

Dočasný chrup je přechodnou strukturou – jeho přestavba probíhá kontinuálně až do výměny za chrup stálý. Součástí frontálního úseku každé čelisti jsou čtyři řezáky (*dentes incisivi*) a dva špičáky (*dentes canini*). Laterální úsek chrupu je tvořen dvěma stoličkami (*dentes molares*) viz obr. 2 (Mazánek et al. 2014).

#### 3.1.2.2 Stálý chrup

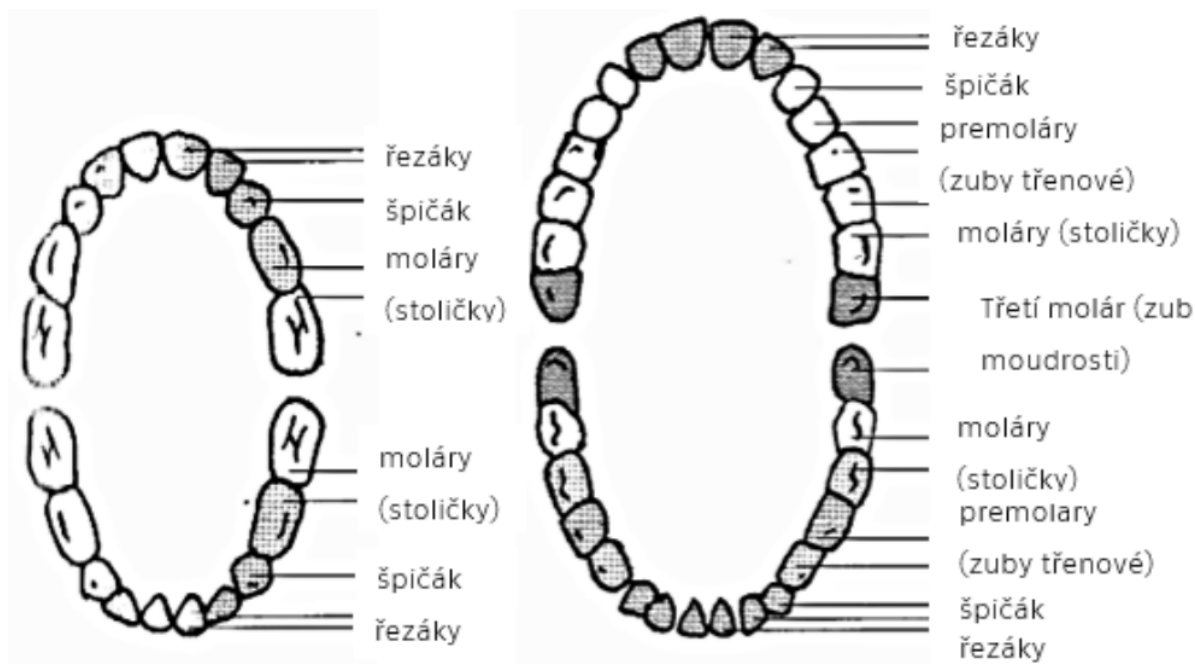
Mezi frontální zuby řadíme čtyři řezáky a dva špičáky v každé z čelistí. Laterální úsek chrupu tvoří třenové zuby (*dentes praemolares*) a stoličky viz obr. 2 (Mazánek et al. 2014).

V každém kvadrantu chrupu jsou dva řezáky, které označujeme jako první (střední) a druhý (postranní). Slouží především k ukusování potravy (Mazánek et al. 2014).

Dalším zubem, který je součástí každého z kvadrantů, je špičák. Má rovněž jeden kořen a jeho korunka je na incizní hraně zakončena hrotem. Jeho primární funkcí je trhání potravy (Mazánek et al. 2014).

Na každé straně chrupu jsou taktéž dva třenové zuby – první a druhý premolár. Svě uplatnění nacházejí při trhání a předrozměňování potravy. Díky nim je také umožněno její plynulé přesunutí z frontálního úseku do laterálního (Mazánek 2015).

Posledním druhem zubů jsou stoličky, nejmohutnější zuby chrupu. Na každé straně čelisti nacházíme tři. Existují však případy, kdy se třetí moláry neboli zuby moudrosti vůbec nevyvinou. Slouží především k rozměňování potravy (Mazánek et al. 2014).



**Obrázek 2** Lidský chrup – vlevo mléčný chrup a vpravo stálý chrup (Zouharová 2012)

### 3.1.3 Rozdíly mezi dočasným a stálým chrupem

Mléčné zuby se od stálých zubů liší nejen počtem, ale i v několika dalších směrech (Mazánek 2015). Jsou značně drobnější, korunka je menší a kořeny gracilnější. Charakteristická je pro ně mléčně bílá až namodralá barva, od které je odvozen jejich název. Tento jev je podmíněn nižším obsahem minerálních látek. Sklovina stálých zubů se liší v závislosti na translucenci (průsvitnosti) skloviny od slonovinově bílé přes žlutavou až po šedobílou. Zuby s tenkou, transparentní sklovinou jsou zpravidla nažloutlé díky prosvítání žlutého dentinu. Krčková oblast zubu bývá obvykle tmavšího odstínu (Stejskalová 2008). Dřeňová dutina je u dočasných zubů prostornější, tudíž vrstva tvrdých zubních tkání není tak silná jako u zubů stálých. Největší tvarový rozdíl pozorujeme u dočasných molárů, které jsou meziodistálně rozměrnější než jejich nástupci – stálé premoláry. Důvodem je jejich správné zařazení do zubního oblouku (Komínek 1980).

Odlišné je i fyziologické vzájemné postavení čelistí, kdy zubní oblouky mléčného chrupu jsou zakončeny v jedné rovině, zatímco ve stálém chrupu horní zubní oblouk překrývá oblouk dolní. V případě dočasného i stálého chrupu však pozorujeme překus zubů horní čelisti (Mazánek 2015).

### 3.1.4 Zubní péče

Péče o orální zdraví je nedílnou součástí péče o celkové zdraví člověka. Cílem preventivních opatření je podporovat zdravý vývoj orofaciální soustavy, chrupu jako celku i jednotlivých zubů obou denticí. Těžiště prevence směřuje na dentální hygienu (Mazánek 2015).

#### 3.1.4.1 Prevence a profylaxe

Ačkoliv jsou výrazy „prevence“ a „profylaxe“ často zaměňovány, jejich význam není zcela totožný. Pojem **prevence** vyjadřuje soubor metod a opatření, jejichž úkolem je zamezit vzniku onemocnění či poškození na zdraví a předejít komplikacím a trvalým následkům spojených s nimi. Preventivní potupy se u daného jedince aplikují tehdy, když patologické stavy bezprostředně nehrozí (např. podávání fluoridových tablet dětem v období před prořezáním zubů jakožto prevence zubního kazu). Výraz **profylaxe** znamená taková opatření, která se uskutečňují až v době, kdy je jedinec určitým onemocněním či poškozením na zdraví ohrožen (profylaxí zubního kazu může být např. používání fluoridové pasty při čištění již prořezaných zubů) (Kilian 1999).

#### 3.1.4.2 Ústní hygiena

Ústní hygiena (oral, mouth nebo dental hygiene) je definována jako osobní údržba čistoty a hygieny zubů a ústních struktur, včetně protetických náhrad a ortodontických přístrojů, čištěním zubů, stimulací tkání, masáží dásní hydroterapií i jinými procedurami doporučenými lékařem, či dentální hygienistkou, pro zachování zubního a ústního zdraví (Kilian 1999).

Náležitá hygiena úst tvoří stavební kámen všech tří stupňů prevence ústního zdraví a závisí na každém jedinci. Klíčová je především domácí péče o chrup a okolní struktury. Své uplatnění v udržení zdraví dutiny ústní nachází i správná výživa. V případech, kdy jednotlivec není schopen udržet své hygienické návyky na patřičné úrovni, přichází na řadu profesionální dentální hygiena (Kilian 1999).

##### 3.1.4.2.1 Domácí ústní hygiena

Domácí neboli individuální ústní hygiena je prováděna samotným jedincem jakožto součást každodenní osobní hygienické péče. Ukazatelem úrovně ústní hygieny je především redukce množství zubního povlaku na tvrdých a měkkých površích úst, a to pomocí vhodných pomůcek a prostředků. Ty jsou rozdělovány na mechanické a chemické. Hlavní roli v domácí péči o chrup hrají mechanické prostředky, jelikož mikrobiální plak je povlak měkkého charakteru, ulpívající k povrchům v dutině ústní, a je tedy třeba jej odstraňovat mechanicky (Kilian 1999).

Nejběžnějším prostředkem domácí péče o chrup je manuální zubní kartáček (Kilian 1999). Jeho pracovní část (hlavice) by měla být malá a zároveň hustě osazená rovně zastřiženými měkkými vlákny, aby lehce přilnula k povrchu zubu (Mazánek et al. 2014). Elektrické kartáčky jsou dobrým pomocníkem zejména méně zručných jedinců. Samotné čištění nenahradí, mohou jej však usnadnit. Jelikož s klasickým kartáčkem není možné vyčistit mezizubní prostor, ve kterém bývá často značné množství plaku a zbytků potravy, je nezbytné do každodenní péče o chrup zařadit i mezizubní pomůcky. Mezi ty nejznámější patří mezizubní kartáčky a zubní nit (floss), dalšími doplňky mezizubní hygieny mohou být umělohmotná párátka, mezizubní stimulator či ústní sprcha (Mazánek 2015).

Chemické prostředky domácí ústní hygieny musí splňovat určitá kritéria. Jejich aplikace by měla usnadňovat eliminaci plaku a předejít jeho tvorbě a zároveň posilovat tvrdé zubní tkáně. V nejdělejších případech by také měly mít minimum nežádoucích účinků, a to kvůli



možnosti dlouhodobé aplikace. Těmto požadavkům nejlépe vyhovují přípravky s obsahem fluoridu. Pokud je jejich koncentrace dostatečně vysoká, mají navíc bakteriostatický až baktericidní účinek (Kilian 1999). Nejčastěji se přidávají jako přísada do zubních past, gelů a ústních vod. Pravidelné používání fluoridů také zmenšuje riziko zubního kazu o 20-30 % (Mazánek 2015).

#### 3.1.4.2.2 Profesionální dentální hygiena

Do rutinní péče o chrup je kromě prohlídek u zubního lékaře vhodné zařadit i pravidelné návštěvy pracoviště dentální hygieny. Profesionální dentální hygiena nespočívá pouze v udržení zdraví dutiny ústní, ale hraje také klíčovou roli v prevenci zubního kazu, onemocnění dásní a dalších komplikací (Mazánek 2015).

Hygienickou péči o chrup zajišťuje zpravidla dentální hygienistka, jejímž cílem je vytvoření optimálních podmínek pro provádění domácí ústní hygieny. Metodika tkví v řádné motivaci pacienta a instruktáži vhodné techniky čištění zubů, vždy je však zapotřebí brát zřetel na individuální stav dutiny ústní, zručnost a osobnost každého jednotlivce. Nápomocná může být detekce plaku, díky které dochází k vizualizaci míst s nedostatečnou ústní hygienou (Mazánek 2015).

Důležitou součástí péče je také profesionální čištění zubů, zahrnující odstranění zubního plaku, kamene a neestetických pigmentací. K tomu jsou využívány speciální pískovače, ultrazvuk a ruční nástroje, jako jsou např. scalery a kyrety. Dočištění a vyleštění zubů se provádí pomocí rotačních kartáčků a kalíšků v kombinaci s čistící tzv. depurační pastou. Na závěr ošetření je vhodné na povrch zubů aplikovat přípravky s obsahem fluoridu, což je označováno jako tzv. lokální fluoridace (Mazánek 2015).

## 3.2 Zubní kaz

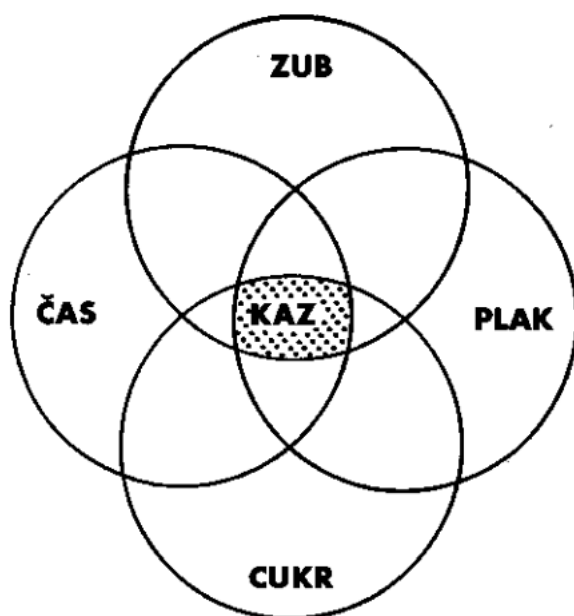
Zubní kaz je patologický destruktivní proces způsobený interakcí mikroorganismů a dalších faktorů, který postihuje tvrdé zubní tkáně. Vzniká pod povrchem skloviny zpočátku jako drobná reverzibilní léze, může však vyústit v rozsáhlou kavitu (dutinu), a to jako následek rozpadu struktur zubu. Kaz, který není ošetřený, může vyústit až k odumření zubní dřevě či dalším komplikacím, a to nejen v oblasti úst a obličeje (Kilian 1999).

### 3.2.1 Epidemiologie zubního kazu

V dnešní době je zubní kaz považován za nejrozšířenější onemocnění lidské populace. Jeho výskyt byl zaznamenán již době kamenné a od 18. století začal rapidně narůstat (Kilian 2003). Tento fakt přímo souvisí s konzumací více zpracované potravy obsahující vyšší obsah sacharidů. V druhé polovině 20. století došlo v několika zemích ke snížení prevalence zubního kazu, a to díky zavedení fluoridace. V současnosti vzrostla četnost kořenového kazu korelující se stoupajícím výskytem odhalených zubních krčků zejména u osob v pokročilém věku (Minčík 2014).

### 3.2.2 Vznik zubního kazu

Existuje několik teorií vysvětlující vznik zubního kazu, dnes je však za nejvíce přijímanou považována Millerova chemicko-parazitární teorie. Ta pramení z předpokladu, že mikroorganismy dutiny ústní fermentují přebytečné sacharidy v potravě za vzniku organických kyselin. Pokud tyto kyseliny působí dostatečně dlouho na tvrdé zubní tkáň, dochází k jejich odvápnění. Po primární demineralizaci následuje rozklad organické substance proteolytickými bakteriemi (Svoboda 1984; Rajendran & Sivapathasundharam 2009). Millerova teorie tak uvádí jako příčinu vyvolávající tvorbu zubního kazu interakci mezi čtyřmi základními faktory, kterými jsou **zubní tkáň**, **substrát** (zubní plak), **sacharidy** a **čas** viz obr. 3 (Kilian 1999). Mezi další činitele podílející se na procesu vzniku zubního kazu patří např. genetická dispozice, kvalita zubních tkání, postavení zubů, množství a složení sliny, její pH a pufrační kapacita, hormonální vlivy, imunitní systém, sociální faktory aj. (Andrysiak-Karminská et al. 2022).



**Obrázek 3** Hlavní faktory vyvolávající tvorbu zubního kazu (Kilian 1999)

#### 3.2.2.1 Zubní mikrobiální povlak

Zubní mikrobiální povlak neboli zubní plak je dle Kiliana (1999) definován jako vysoce organizovaná ekologická jednotka sestávající z velkého množství bakterií usazených v makromolekulární matrix bakteriálního a slinného původu. Tento biofilm se vytváří zejména na povrchu zubů, ale i na měkkých tkáních dutiny ústní, zubních náhradách, ortodontických aparátech atd. Lze jej odstranit pouze mechanicky, jelikož k těmto povrchům relativně pevně lne. Zubní plak, který není včas či dostatečně odstraněn, mineralizuje a vzniká zubní kámen (Kilian 1999).

Tvorbu zubního plaku lze rozdělit do tří etap:

### 1. Tvorba pelikuly

Pelikula vzniká na povrchu zubu chvíli po jeho očištění, nejvíce je tvořena první 1-2 hodiny (Kilian 1999). Mikroskopicky se jedná o bezbuněčnou tenkou vrstvu, sestávající především z kyselých bílkovin obsažených ve slině, enzymů a imunoglobulinů, schopných vázat vápenaté a fosfátové ionty hydroxyapatitu (Minčík 2014). Její funkce spočívá v ochraně skloviny např. před působením slabých kyselin, ovlivňuje také adhezi mikroorganismů k povrchu zubu a funguje jako určité depo pro některé ionty (Kilian 1999).

### 2. Mikrobiální kolonizace

Po několika hodinách se na vytvořenou pelikulu začínají vázat bakterie. Vazba je zprostředkována skrz buněčnou kapsuli zvanou glykokalyx, díky které mikroorganismy k pelikule pevně přilnou. Hlavními zástupci těchto mikroorganismů jsou grampozitivní koky, především *Streptococcus sanguis* (Minčík 2014).

### 3. Sekundární kolonizace a zrání plaku

Plak postupně nabývá svého objemu díky dělení stávajících a přichycování dalších mikroorganismů, zejména streptokoků, aktinomycet a veillonel. Po 1-2 týdnech od vzniku převažují ve struktuře plaku tyčinky a filamenta. Čím starší plak je, tím více v něm převládají anaerobní podmínky (Minčík 2014). Postupem času dochází k vyžrávání neboli mineralizaci plaku v zubní kámen, a to ukládáním solí fosforu a vápníku ze sliny. Mineralizace pokračuje až do doby, kdy soli představují 70-80 % obsahu plaku (Kilian 1999).

Tvorbu plaku, jeho mineralizaci a metabolismus ovlivňuje několik faktorů. Mezi ty hlavní patří především:

- adheze bakterií k zubní plošce,
- skladba a frekvence přijímání potravy,
- hodnota pH,
- koncentrace kyslíku,
- populační tlak,
- další mechanismy – přirozené obranné mechanismy organismu, podávání antibiotik, úroveň ústní hygieny, imunitní systém aj. (Kilian 1999).

#### 3.2.2.2 Mikroorganismy

Byl prokázán vztah mezi vznikem zubního kazu a tvorbou intracelulárních polysacharidů, které jsou schopni vytvářet někteří zástupci z rodu streptokoků, laktobacilů a aktinomycet. Mezi nejvýznamnější zástupce těchto rodů patří *Streptococcus mutans*, *mitis* a *sanguis*, *Actinomyces viscosus* a *naeslundii* a *Lactobacillus casei*. Bakterie produkující intracelulární sacharidy jsou schopny produkce kyselin, a to i v případě nedostatku či absence sacharidů exogenních, čímž dochází k podpoře demineralizace zubu. Patogenita těchto mikroorganismů je dána právě mírou a intenzitou produkce kyselin, společně s jejich metabolickou aktivitou v kyselém pH. Zásadní roli hraje také uspořádání plaku (Kilian 1999).

### 3.2.2.3 Slina

Slina je definována jako bezbarvá, lehce zakalená, slabě zpěněná tekutina s různou vazkostí (Klepáček & Mazánek 2001). Její hlavní funkcí je zvlhčovat sliznici úst a sousta slinnými amylázami, mucinem a glykoproteiny (Minčík 2014).

Tři velké párové slinné žlázy spolu se žlázkami malými denně produkují 1-1,5 l slin. Sekrece slin však během dne kolísá dle cirkadiánního rytmu. Až 90 % slin je produkováno velkými slinnými žlázkami (*glandulla parotis, submandibularis* a *sublingualis*), tvorba zbylých 10 % připadá malým žlázám (např. *gll. labiales, buccales, molares, palatinae, linguales* atd.) (Minčík 2014).

Složení sliny zaujímá z 95 % voda, zbytek představuje různý poměr organických a anorganických látek, jako jsou soli (dusičnany, ionty vápníku, draslíku, sodíku a hořčíku), stopové prvky (chlor, brom, fluor, železo), plyny aj. (Kilian 1999). Součástí sliny je také lysozym, laktoferin, imunoglobulin A a peroxidázy. Všechny tyto složky zajišťují antibakteriální účinek. Výměna vápenatých a fosfátových iontů se podílí také na důležitých procesech remineralizace skloviny a mineralizace zubního plaku (Minčík 2014). pH sliny se za normálních okolností pohybuje v rozmezí 6,65-7,15 (Kilian 1999).

## 3.3 Výživa a zubní kaz

Způsob stravování a zubní kaz spolu neoddělitelně souvisí. Strava s vysokým obsahem rafinovaného cukru a sycených slazených nápojů může způsobit zubní kaz a erozi, což vede také ke snížení příjmu potravy díky diskomfortu při jídle. Pokud konzumujeme převážně potraviny bohaté na jednoduché cukry, výsledkem toho může být nedostatek mnoha živin v těle, které jsou nezbytné pro integritu celého těla včetně zubů a okolních tkání, kostí a zhoršené je také hojení ran. Správné složení stravy je tedy základním předpokladem pro zdraví nejen ústní dutiny (Javed et al. 2023).

Skladba jídelníčku neovlivňuje zubní tkáň pouze po prořezání zubů do dutiny ústní. Má dopad také na pochody spojené s jejich vývojem, zejména na mineralizaci zubních tkání. Nevyvážený jídelníček chudý na látky podstatné pro správný celkový vývin jedince koreluje také s nedostatečným vývojem tvrdých zubních tkání, a to jak po chemické, tak i strukturální stránce. Výsledkem může být právě nedostatečná mineralizace skloviny, podílející se např. na její tvrdosti, propustnosti a rozpustnosti. Tyto vlastnosti jsou zejména ve vztahu k zubnímu kazu markantní (Kilian 1999).

Pro správný vývoj tvrdých zubních tkání je nezbytné přijímat adekvátní množství vápníku, fosforu, vitamínu D a fluoru. Dostatečný přísun bílkovin, sacharidů a tuků je samozřejmostí. Nejkritičtější období pro dočasnou dentici je z tohoto hlediska časový úsek od 12. týdne prenatalního vývoje do dvou let věku, pro chrup stálý od 24. týdnu prenatalního vývoje do 15 let. Správné složení stravy však není nutné zajistit pouze dítěti, ale i těhotné a kojící ženě (Kilian 1999).

Po prořezání zubů do dutiny ústní má na vznik zubního kazu vliv především konzumace zejména jednoduchých sacharidů, jejich množství a frekvence příjmu (Kilian 1999).

### 3.3.1 Sacharidy

Sacharidy řadíme společně s bílkovinami a tuky mezi hlavní živiny. Představují základní zdroj energie pro lidské tělo, zejména pro mozkovou tkáň a červené krvinky. Z tohoto důvodu by měly být součástí běžného jídelníčku. Ideálně by měly tvořit 55-60 % celkového denního příjmu energie, z toho většinu by měly pokrýt sacharidy složené (komplexní), jejichž zdrojem jsou zejména obiloviny, luštěniny aj. Konzumace jednoduchých sacharidů, respektive přidaných cukrů, by neměla přesáhnout 10 % celkového denního příjmu. Toto množství je však ve společnosti téměř dvojnásobně překračováno, což nese řadu negativních dopadů na celkové zdraví. Velká část populace totiž nemá povědomí o obsahu jednoduchých cukrů v různých potravinách (Dostálová 2017). V případě nadbytečné konzumace sacharidů je jejich přebytek v organismu ukládán ve formě tukové tkáně (Kvasničková 2000). Dle počtu cukerných jednotek dělíme sacharidy na monosacharidy, oligosacharidy a polysacharidy (Cummings & Stephen 2007).

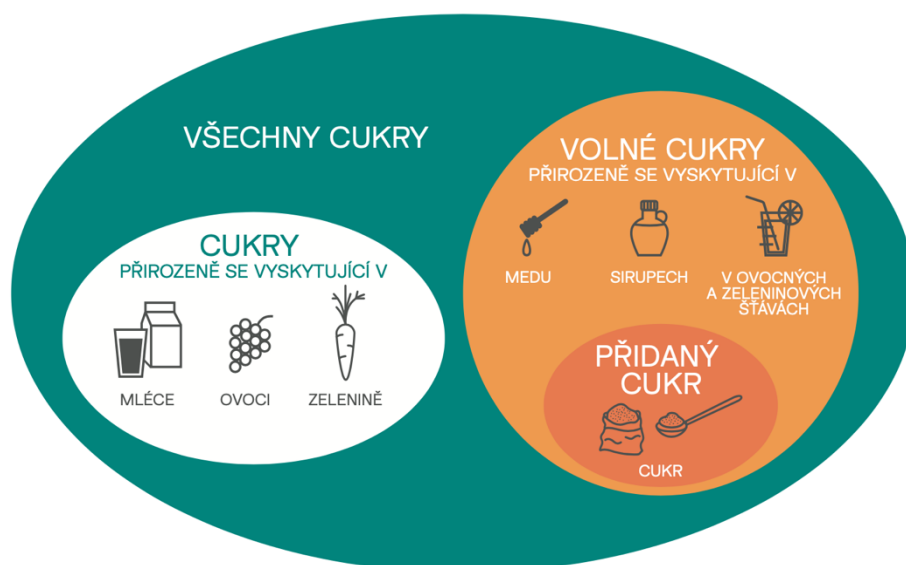
Monosacharidy jsou jednoduché cukry, sestávající z jednotlivých molekul sacharidů, jako je glukóza, fruktóza a galaktóza (Moynihan 1998). Přirozeně se vyskytují v ovoci, zelenině, medu, ale také v potravinářských výrobcích, jako je např. glukózo-fruktózový sirup (Cummings & Stephen 2007).

Nejvíce vyskytovanými oligosacharidy jsou disacharidy. Pojmem disacharidy jsou označovány takové sacharidy, které vznikly dehydratační reakcí dvou molekul monosacharidů. Mezi disacharidy řadíme např. laktózu, maltózu a sacharózu. Laktóza neboli mléčný cukr obsahuje monomery glukózy a galaktózy. Maltóza (sladový cukr) je disacharid vzniklý reakcí mezi dvěma molekulami glukózy. Nejznámější disacharid – sacharóza, známá také pod názvem stolní cukr, se skládá z monomerů glukózy a fruktózy (Rye et al. 2016).

Dlouhé řetězce monosacharidů spojené glykosidickými vazbami jsou označovány jako polysacharidy. Jejich řetězec může a nemusí být rozvětvený a může obsahovat různé typy monosacharidů. Nejběžnějšími zástupci polysacharidů jsou škrob, glykogen, celulóza a chitin. Škrob je polysacharid tvořený jednotkami glukózy a slouží jako zásobní látka v rostlinách (Rye et al. 2016).

#### 3.3.1.1 Sacharidy a zubní kaz

Cukry se v potravinách nacházejí primárně ve dvou formách. Cukry přírodní, které se v potravinách vyskytují přirozeně (ovoce, zelenina, obiloviny, med, mléčné výrobky) a cukry přidané, které jsou do potravin dodávány při jejich zpracování za účelem změny chuti či textury (kukuřičný a javorový sirup, melasa) viz obr. 4 (Touger-Decker & van Loveren 2003). Dle údajů Českého statistického úřadu z roku 2021 připadá na každého obyvatele České republiky roční spotřeba cukru ve výši 36,3 kg. Tato spotřeba se v posledních letech příliš neměnila (Ministerstvo zemědělství České republiky 2023).



**Obrázek 4** Rozdělení cukrů (Kunzová 2024)

Data ze studií naznačují, že cukry přirozeně přítomné v potravinách významně nepřispívají ke vzniku zubního kazu. Důvodem je přítomnost ochranných faktorů, jako je vláknina, voda, polyfenolické sloučeniny či vápník. Ovoce, zelenina a obiloviny také významně stimulují sekreci slin, jež napomáhá snižovat kariogenní potenciál cukrů (Touger-Decker & van Loveren 2003).

Jak již bylo zmíněno v dřívějších kapitolách, pro vznik zubního kazu je nezbytný příjem zejména fermentovatelných mono- a disacharidů, zahrnující sacharózu, glukózu, fruktózu a laktózu (Hujoel et al. 2017). Štěpením těchto sacharidů bakteriemi zubního plaku, především *Streptococcus mutans* (*S. mutans*), vznikají kyseliny, jako je kyselina mléčná a octová. Následný pokles pH v ústech (kritická je hodnota 5,5) podporuje demineralizaci zubní skloviny neboli uvolňování iontů a minerálů ze zubních tkání (Moynihan 1998). Po ukončení příjmu potravy se pH prostředí v ústech automaticky opět neutralizuje pomocí sliny, ze které jsou uvolněné minerální látky do zubních tkání opět navraceny, a tak dochází k remineralizaci. Demineralizace a remineralizace se neustále opakují. Porucha rovnováhy těchto dvou procesů ve prospěch demineralizace časem vyústí v zubní kaz (Hujoel et al. 2017). Kazivý proces však není závislý pouze na příjmu sacharidů, ale i na dalších faktorech, jako je jejich přijaté množství, frekvence příjmu a složení (Kilian 1999).

Bylo zjištěno, že *S. mutans* je zapojen do příjmu oligosacharidů, které mohou dále být degradovány na monosacharidy a následně na kyseliny. Ačkoliv je většina oligosacharidů odolná vůči trávení v horní části gastrointestinálního traktu, neznamená to, že nejsou metabolizovány bakteriemi zubního plaku (Moynihan 1998).

Na základě studií bylo prokázáno, že sacharóza se zdá být nejvíce kariogenním sacharidem, ačkoliv v porovnání s glukózou, fruktózou a maltózou se nejedná o markantně vyšší hodnoty. Nejméně kariogenními byly označeny sacharidy laktóza a galaktóza (Moynihan 1998; Paes Leme et al. 2006). Sacharóza vykazuje velmi dobrou rozpustnost, tím pádem snadno přechází do zubního plaku, kde je štěpena bakteriemi na glukózu a fruktózu (Hellwig et al. 2003). Dále je hojně využívána jako základní substance pro tvorbu nerozpustných extracelulárních

polysacharidů, představující optimální prostředí pro rozvoj a rozmnožování dalších mikroorganismů (Kilian 1999).

Způsob stravování také hraje významnou roli ve vývoji tzv. kazu časného dětství (early childhood caries, ECC), zejména pokud strava obsahuje velké množství fermentovatelných sacharidů. Dítě je pak vystaveno vyššímu riziku zubního kazu (Paglia et al. 2016; Anil & Anand 2017). Kaz časného dětství je definován jako přítomnost jednoho či více zkažených či chybějících zubů nebo zubů ošetřených výplní v mléčném chrupu u dětí ve věku 71 měsíců či mladších. ECC má z klinického hlediska několik jedinečných vlastností, jako je jeho rychlý rozvoj, který postihuje řadu zubů záhy po prořezání do dutiny ústní (Anil & Anand 2017). Iida et al. (2017) prokázali, že kojení a jeho protrahování byly nezávisle spojeny se zvýšeným rizikem ECC u dětí ve věku 2 až 5 let. Systematický přehled dále odhalil, že kojení déle než rok a kojení v noci může být taktéž spojeno se zvýšenou prevalencí zubního kazu. Pokud jsou kojenci často podávány sladké svačinky a slazené nápoje (především v noci), je vystaven časné kolonizaci *S. mutans* v dutině ústní. Rizikovým pro vznik ECC je také sdílení jídla s rodiči, jejich stav chrupu, úroveň ústní hygieny a stravovací návyky (Paglia et al. 2016; Anil & Anand 2017). Studie také prokázaly, že kravské mléko, obsažené standardně i v náhradní kojenecké výživě (Karásková 2017), má minimální kariogenitu díky obsahu minerálních látek a nízké hladině laktózy (Bowen & Lawrence 2005; Anil & Anand 2017).

Polysacharidy vyskytující se zejména v obilovinách, luštěninách atd. jsou obecně poměrně špatně rozpustné. Obtížné je i jejich štěpení slinnými amylázami, a proto příliš nepodléhají fermentaci mikroorganismy v zubním plaku (Kilian 1999). Jak již bylo uvedeno výše, díky vysokému obsahu vlákniny působí protektivně proti vzniku zubního kazu, avšak tento účinek může být narušen upravením škrobových potravin zamražením, vařením nebo extruzí. Za těchto podmínek dokážou mikroorganismy tyto polysacharidy rozštěpit za vzniku kyselin, ač se nejedná o takové množství, jaké jsou schopny vytvořit při konzumaci sacharózy. Požití tepelně upravených potravin škrobového charakteru, které jsou navíc doslazovány, představuje stejně velké riziko tvorby kyselých produktů jako při konzumaci samotné sacharózy (Kilian 1999; Ribeiro et al. 2005).

Stejně jako množství zkonsumovaných sacharidů, tak i frekvence jejich příjmu je významným přispěvatelem ke kariogenitě stravy (Moynihan 2016). S rozvojem zubního kazu nesouvisí frekvence konzumace potravy jako taková, ale doba, po kterou jsou sacharidy dostupné pro ústní mikrobiotu. Ta je důležitá z hlediska střídání demineralizace a remineralizace zubní skloviny. Vyšší frekvence konzumace sacharidů jde ve prospěch demineralizace, přičemž sliny nemají dostatečný časový prostor pro znovunastolení rovnováhy pH (remineralizace), ke kterému dochází asi po 30 minutách po ukončení příjmu potravy. Bylo však prokázáno, že v případě, kdy je plak již několik dní starý a není dostatečně odstraněn, může nízké pH přetrvávat i několik hodin (Touger-Decker & van Loveren 2003).

### 3.3.1.2 Ovoce, ovocné šťávy a zubní kaz

Současné výživové směrnice doporučují konzumaci alespoň pěti porcí (alespoň 400 g) čerstvého ovoce a (syrové i vařené) zeleniny denně (zeleniny 2x více než ovoce), jelikož obsahují mnoho důležitých živin, jako jsou vláknina, vitaminy, minerální látky a antioxidanty (Společnost pro výživu 2021). Spotřeba ovoce činila v roce 2021 90,6 kg na obyvatele,

v případě zeleniny se jedná o 96, 8 kg na obyvatele (Český statistický úřad 2022). Ovoce je v populaci obvykle považováno za zdraví velmi prospěšné (Kilian 1999), avšak jeho konzumace může být spojena i s řadou negativ. Kromě doporučení konzumace ovoce jakožto součást prevence několika chronických onemocnění včetně kardiovaskulárních a nádorových onemocnění (Aune et al. 2017), je ovoce pokládáno za rizikové z hlediska incidence zubního kazu (Staufenbiel et al. 2015). Některé druhy ovoce obsahují vysoký podíl jednoduchých cukrů, zejména fruktózu a glukózu a dále také sacharózu. Např. banán obsahuje až 18 % cukru, v porovnání s citronem, ve kterém se nachází cca 2,2 % cukru (Dostálová 2017). Studie na potkanech prokázaly, že banány mají vyšší podíl na tvorbě zubního kazu než samotná sacharóza a čokoláda. Jako kariogenní byla označena také jablka a hroznové víno. Ve studiích zaměřených na pH plaku, jejichž účelem bylo seřadit potraviny dle acidogenity, byl banán zařazen do stejné skupiny jako krémové dorty a sladké sycené nápoje (Edgar 1981). Míra acidogenity však závisí také na textuře ovoce a množství cukru v něm obsaženém. Nutno však podotknout, že studie zaměřené na pH plaku přímo nehodnotí kariogenitu a neberou v potaz obsah ochranných faktorů obsažených v ovoci. Na základě výsledků za experimentu, kdy bylo ovoce hlavní složkou potravy, lze konstatovat, že ovoce může zubní kaz indukovat (Moynihan 1998). Při jeho konzumaci jako součásti pestré stravy však neexistují žádné důkazy, které by potvrdily jeho kariogenní povahu (Javed et al. 2023).

Vysoký obsah volných cukrů se nachází také v ovocných šťávách (džusech), ač nedoslazovaných, jelikož proces odšťavňování odděluje fruktózu, glukózu a sacharózu od ovocné dužiny. Množství těchto cukrů v ovocném džusu se může rovnat množství cukrů ve standardním nealkoholickém slazeném nápoji (Moynihan 2002). Z tohoto důvodu jsou ovocné šťávy považovány za potencionálně kariogenní (Liska et al. 2019).

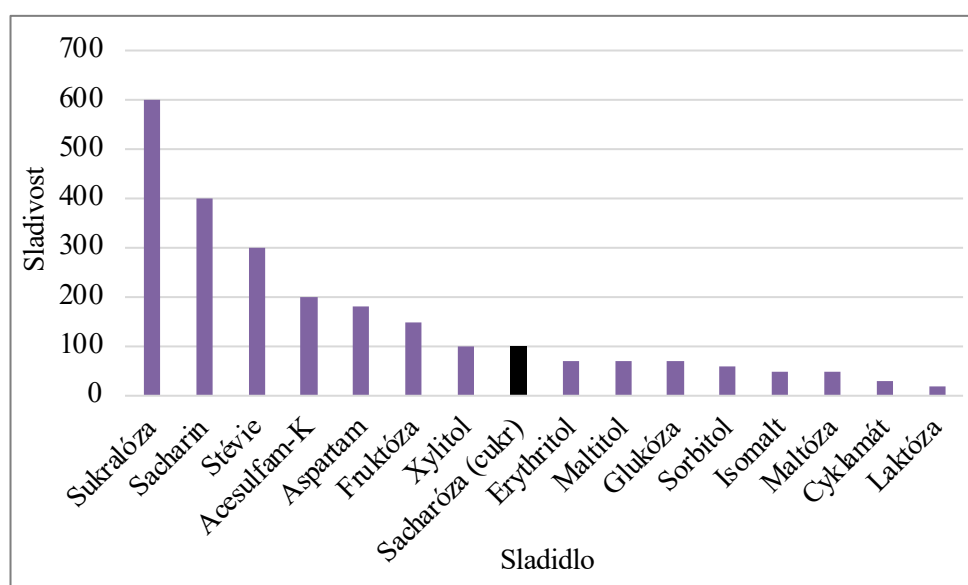
Za více rizikové z hlediska tvorby zubního kazu je považováno sušené ovoce, jelikož při procesu sušení dochází ke vzniku tzv. nemlčných exogenních sacharidů, narušení buněčné struktury a uvolnění volných cukrů (Moynihan & Petersen 2004), které snižují pH zubního plaku (Kuklová 2020). Některé druhy sušeného ovoce jsou navíc někdy také proslazovány sacharózou, což opět zvyšuje jeho kariogenní potenciál (Sadler 2017). Má také vyšší tendenci ulpívat na zubech, čímž se prodlouží doba nutná k jeho očištění slinou (Moynihan & Petersen 2004). Aby sušené ovoce přispívalo ke vzniku zubního kazu, musí být cukry v něm přítomné solubilizovány (rozpuštěny) a difundovány do zubního plaku. Rychlost solubilizace závisí na umístění cukrů v matrix potravy (uvnitř nebo vně buněčné struktury), struktuře ovoce a síle a frekvenci žvýkání. Mezi další faktory mající vliv na vznik zubního kazu patří tloušťka plaku, doba, po kterou sušené ovoce zůstává v ústech a pufrční kapacita slin (Sadler et al. 2019; Sardar et al. 2023) Sušené ovoce však může mít na zuby také ochranný účinek, a to díky delší době nutné na jeho rozžvýkání, čímž dochází ke zvýšené produkci slin. Jak již bylo zmíněno, sliny mají z hlediska vzniku zubního kazu protektivní účinek. Sušené ovoce obsahuje také polyfenoly, které působí antimikrobiálně (Sadler 2016; Sardar et al. 2023). V některých druzích sušeného ovoce se vyskytuje vysoký obsah sorbitolu, který nemůže být metabolizován ústními mikroorganismy, tudíž nemá kariogenní účinek (Sadler et al. 2019; Sardar et al. 2023). Ve studii *in vitro* (provedené za laboratorních podmínek) týkající se acidogenity plaku byly srovnávány sušené rozinky a datle s 52 dalšími pochutinami, jako jsou bonbony, pečivo a nápoje, a nebyl nalezen žádný významný rozdíl týkající se vlivu na zubní zdraví. Sušené ovoce lze využít jako svačiny mezi jídly namísto méně vhodných sladkých potravin obsahujících přidané cukry. Před



takovými doporučeními je však nutné prostudovat také další účinky různých sušených plodů na zuby, jako je zubní demineralizace a eroze (Sardar et al. 2023).

### 3.3.2 Náhradní sladidla

Náhradní sladidla jsou potravinářské přídavné látky používané k napodobení sladké chuti cukru. Často jsou mnohonásobně sladší než sacharóza, za to však obsahují pouze nepatrný zlomek její kalorické hodnoty. Sladivost náhradních sladidel může překonat glukózu až 8000krát, což je nutné zohlednit při jejich použití viz graf 1 (Sachdev 2018). Náhradní sladidla dělíme na dvě skupiny dle jejich nutriční hodnoty, a to sladidla s energetickou hodnotou (někdy označována jako nutriční) a sladidla bez energetické hodnoty (někdy označována jako nenutriční) viz tab. 1 (Kilian 1999). Dle jejich původu je lze rozdělit na sladidla přírodní a syntetická (Sachdev 2018).



**Graf 1** Relativní sladivost náhradních sladidel (Basso & Serban 2019)

**Tabulka 1** Klasifikace náhradních sladidel (Sachdev 2018)

a) Sladidla s energetickou hodnotou	b) Sladidla bez energetické hodnoty
<b>I. Monosacharidové polyoly</b>	a. Sacharin
a. Sorbitol	b. Acesulfam-K
b. Xylitol	c. Aspartam
c. Manitol	d. Thaumatin
d. Erythritol	e. Cyklamát
<b>II. Disacharidové polyoly</b>	f. Dulcin
a. Isomalt	g. Aldoximy
b. Maltitol	h. Neotam
c. Isomaltulóza	i. Stévie
d. Trehalóza	j. Sukralóza
<b>III. Polysacharidové polyoly</b>	

Pokud hovoříme vlivu na celkové zdraví, náhradní sladidla jsou významné zejména pro svůj nekariogenní charakter. Mikroflóra dutiny ústní metabolizuje náhradní sladidla výrazně pomaleji než cukr, některá dokonce nedokáže metabolizovat vůbec (Kilian 1999). Jsou proto odborníky doporučována za účelem snížení rizika vzniku zubního kazu. Předpokládá se, že jejich použití místo sacharózy ve sladkostech částečně přispělo k poklesu prevalence zubního kazu v průmyslových zemích. Na základě studií bylo zjištěno, že mnoho léků vykazuje jako vedlejší účinek sucho v ústech (xerostomie). Dlouhodobé užívání takovýchto léků může taktéž přispívat ke zvýšenému riziku zubního kazu. V tomto případě je vhodné využít žvýkačky obsahující nekariogenní sladidla jako podporu slinění. Náhradní sladidla nalézají své uplatnění také při snaze o udržení sníženého příjmu energie a tělesné hmotnosti a v prevenci metabolických chorob, konkrétně diabetu II. typu a kardiovaskulárních onemocnění (Gupta 2018).

Standardní požadavky na nekariogenní sladidla zahrnují:

- snížený/žádný kariogenní účinek,
- nepřítomnost pachutí,
- akceptovatelnost pro lidský organismus,
- aplikovatelnost v různých odvětvích medicíny,
- aplikovatelnost v potravinářství (Kilian 1999).

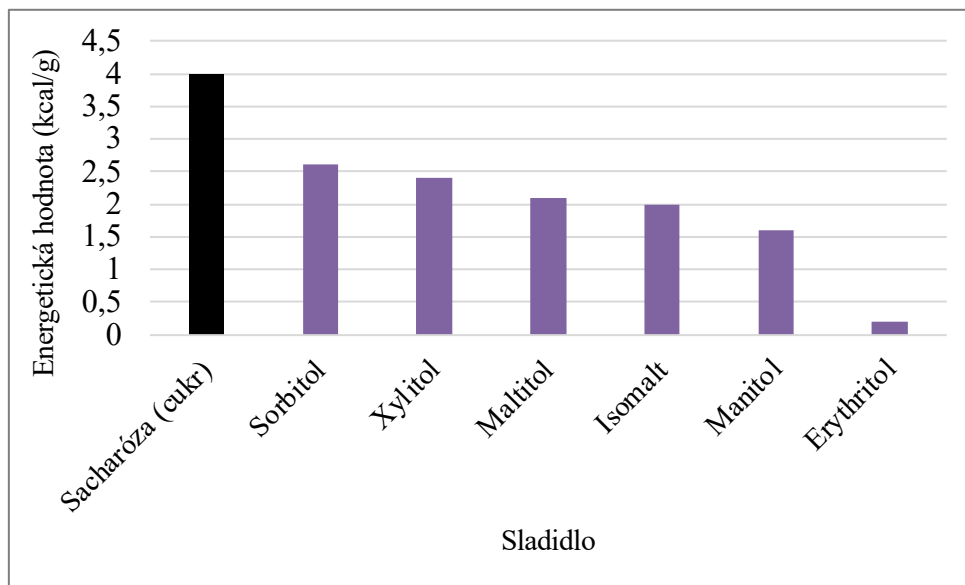
### 3.3.2.1 Náhradní sladidla s energetickou hodnotou

Mezi nutriční sladidla řadíme všechny cukerné alkoholy, jejich směsi a sorbózu (Kilian 1999). Tato sladidla jsou nazývána také jako sacharidová či kalorická (Sachdev 2018). Potraviny obsahující nutriční sladidla často obsahují v názvu termín „bez cukru“ nebo „bez přidaného cukru“ (Bhattacharya 2023). Jejich sladivost je velmi vysoká a kvalitní a díky své přijatelné textuře jsou považována za nejoblíbenější sladidla (Sachdev 2018). Nutriční sladidla se v tenkém střevě vstřebávají pouze částečně, což může způsobit osmotický průjem. Proto se některá sladidla nedoporučují dětem do 3 let, u kterých mohou při vysokém denním příjmu způsobit žaludeční potíže (Gupta et al. 2013).

#### 3.3.2.1.1 Cukerné alkoholy

Cukerné alkoholy, nazývané také jako polyoly, jsou sacharidy, ve kterých je karbonylová skupina hydrogenována za vzniku hydroxylové skupiny. Přirozeně se vyskytují v mnoha druzích ovoce, zeleniny a obilovin, mohou však být i vyrobeny. Spadají do kategorie nutričních sladidel, jelikož obsahují kalorie, avšak v porovnání se sacharózou je jejich energetická hodnota mnohem nižší viz graf 2 (Sachdev 2018; Bukhamseen & Novotný 2015; Jacob et al. 2016). Obsahují také neredukující sacharidy, tudíž nekaramelizují ani se neúčastní Maillardovy reakce. Těchto vlastností je využíváno v potravinářském průmyslu, kde jsou přidávány do potravin za účelem ochrany barvy při zahřívání. Při rozpuštění v ústech vyvolávají chladivý pocit, který je pro ně typický a díky kterému jsou ideálními sladidly pro mentolové a mátové bonbóny a žvýkačky bez cukru. Díky tomu, že mají nízký glykemický index, jsou vhodnými sladidly pro diabetiky, jelikož zvyšují hladinu cukru v krvi mnohem pomaleji

a v menším množství než potraviny obsahující sacharózu. Jejich dalším benefitem je jejich nekariogenní povaha (Rajendran & Sivapathasundharam 2009; Sachdev 2018).



**Graf 2** Energetická hodnota cukerných alkoholů (Nadimi et al. 2011)

**Sorbitol** se přirozeně vyskytuje v třešních, jablkách, švestkách a mořských řasách (Sachdev 2018; Bukhamseen & Novotný 2015). Ze sladidel s nutriční hodnotou je nejvíce používaný, je středně sladký, relativně levný a má kratší trvanlivost díky svým hygroskopickým vlastnostem. Řadíme ho spíše mezi nízkokariogenní sladidla než nekariogenní, jelikož některé kmeny streptokoků a laktobacilů jej dokáží zužitkovat k tvorbě kyselin (Kilian 1999; Sachdev 2018).

**Xylitol** je cukerný alkohol se sladivostí podobnou sacharóze, běžně se vyskytující v různých druzích ovoce a zeleniny (Gupta 2018). Lze jej rovněž vyrobit, a to hydrogenací xylózy, která se získává hydrolýzou celulózy (Kilian 1999). Běžně je přidáván do žvýkaček, pastilek, sirupů atd. Významným odstrašujícím prostředkem pro plošné používání xylitolu představuje jeho vysoká cena, která je v současné době zhruba desetinásobná v porovnání se sacharózou. Xylitol vykazuje inhibiční účinek proti *Streptococcus mutans*, snižuje tvorbu plaku, adheenci dalších bakterií a produkci kyselin (Gupta 2018). V lidském organismu je odbouráván v játrech (Kilian 1999).

**Manitol** je polyol vyráběný hydrogenací fruktózy. Poprvé byl získán z cukerné šťávy izolované z kůry jasanu zimnáře (*Fraxinus ornus*) nalezeného v jižní Evropě a Asii (Burt 2006; Bukhamseen & Novotný 2015; Sachdev 2018). Jeho vlastnosti jsou velmi podobné sorbitolu (Sachdev 2018).

**Erythritol** se v přírodě vyskytuje v ovoci, houbách, lišejnících, fermentovaných potravinách a tělních tekutinách savců. Jeho sladivost se rovná 70-80 % sladivosti sacharózy. Vstřebává se převážně v tenkém střevě. Nepůsobí projímavě, jelikož je špatně metabolizovatelný a jeho většina je rychle absorbována v tenkém střevě a vyloučena močí (Sachdev 2018).

**Isomalt** (palatinit) lze získat dehydrogenací sacharidu isomaltulózy (palatinózy). Jeho sladivost se rovná asi 45-50 % sladivosti sacharózy. Palatinit po požití putuje do tlustého střeva,

kde dochází k jeho fermentaci enterobakteriemi na organické kyseliny a následnému vstřebání (Bukhamseen & Novotný 2015; Sachdev 2018).

**Maltitol** je přírodní alkohol glukózy a sorbitolu, získávaný hydrogenací maltózy. Chuťově velmi připomíná sacharózu a jeho sladivost je cca 75-80 % sladivosti sacharózy (Matsukubo 2006; Gupta 2018). Dle studií *in vivo* bylo prokázáno, že maltitol nesnižuje pH zubního plaku a jeho obsah ve žvýkačkách významně snižuje koncentraci kariogenních mikroorganismů, jako je *S. mutans*, *S. sobrinus*, *Lactobacillus* a *A. viscosus* (Marsh 2004; Gupta 2018).

**Palatinóza** neboli isomaltulóza je disacharid složený z glukózy a fruktózy. Jeho chuť, stejně jako maltitol, velmi připomíná sacharózu, avšak sladivost palatinózy je nižší – pouze 42 % sladivosti sacharózy. Jelikož nemá projímavé účinky, považujeme ho za vynikající sladidlo pro kojence, děti a diabetické pacienty (Matsukubo 2006; Gupta 2018; Sachdev 2018).

### 3.3.2.2 Náhradní sladidla bez energetické hodnoty

Nízkokalorická sladila, označována také jako nenutriční sladidla nebo umělá sladidla, představují přídatné látky do potravin, léčivých přípravků, zubních past, ústních vod a nápojů za účelem zajištění sladké chuti bez přídavku kalorií. Obecně jsou mnohonásobně sladší než sacharóza, a proto je lze používat v malém množství (Sachdev 2018). Mikroorganismy zubního plaku nejsou schopny je metabolizovat za vzniku kyselin, tudíž nemohou způsobit zubní kaz (Gupta et al. 2013).

**Sacharin** byl poprvé vyroben v roce 1878. Jedná se o nejstarší umělé sladidlo. Je 300-400krát sladší než sacharóza a může vykazovat mírně nahořklou či kovovou pachut' (Bukhamseen & Novotný 2014). Z tohoto důvodu je často kombinován s dalšími sladidly (Kilian 1999).

**Acesulfam K**, umělé sladidlo asi 130krát sladší než sacharóza, je draselná sůl oxthiazinondioxidů velmi stabilní při vysokých teplotách, nízkém pH a různých skladovacích podmínkách (Sachdev 2018). Studie neprokázaly žádné důkazy o jeho karcinogenitě, mutagenitě, teratogenitě či cytotoxicitě (Gupta 2018). V roce 1988 byl schválen FDA (Food and Drug Administration) pro použití v potravinářských výrobcích, jako např. žvýkačkách, instantních kávách a čajích, pudincích atd. Dalších 20 zemí schválilo jeho přidávání do nealkoholických nápojů, bonbonů, zubních past, ústních vod a farmaceutických přípravků (Gupta 2018).

**Aspartam** je umělé sladidlo peptidové povahy, které bylo náhodně objeveno v roce 1965. Vykazuje velmi výraznou chuť asi 180krát sladší než sacharóza. Jedná se o bílý krystalický prášek bez zápachu. Mezi jeho nevýhody patří jeho nestabilita v extrémním rozsahu pH (Sachdev 2018). Je hojně využíván v dietních nealkoholických nápojích, jogurtech a cukrovinkách (Roberts 2002; Gupta 2018). Výrobci, jež aspartam používají, jsou povinni jej označovat a uvádět, že produkt obsahuje fenylalanin (Magnuson et al. 2007; Gupta 2018). Navzdory některým laickým předpokladům neexistuje žádný důkaz prokazující jeho karcinogenitu (Weihrauch & Diehl 2004, Gupta 2018).

**Steviol-glykosidy** byly shledány bezpečnými přírodními sladidly s nulovým obsahem kalorií (Evropská komise 2011). Rostlina stévie (*Stevia rebaudiana* Bertoni) pochází z Jižní Ameriky, kde byla poprvé konzumována před více než 200 lety domorodci, kteří ji používali

k doslazování nápojů nebo ji žvýkali pro její sladkou chuť (Ashwell 2015). Jsou 300krát sladší než sacharóza, tepelně stabilní a bez kovové pachuti. Dle studií se ukázaly jako bezpečné pro diabetické pacienty a osoby trpící fenylketonurií. Nevykazují ani mutagenních vlastnosti (Bukhamseen & Novotný 2014; Sachdev 2018).

Sladivost **sukralózy** 600krát přesahuje sladivost sacharózy. Jedná se o nenutriční, tepelně stabilní sladidlo, široce používané v sycených i nesycených nealkoholických nápojích, sladidlech, pečivu, žvýkačkách a mražených dezertech. V lidském těle není metabolizována (Sachdev 2018).

### 3.3.3 Mléko a mléčné výrobky

Mléko tvoří důležitou součást lidské stravy pro všechny věkové kategorie, jelikož obsahuje hodnotné živiny (Li et al. 2023). Mateřské mléko je doslova jediným zdrojem potravy pro kojence, poskytující veškeré potřebné látky nezbytné pro vývoj dítěte (Kilian 1999). Bylo prokázáno, že mléko má širokou škálu fyziologických účinků, a to zejména protizánětlivý, antioxidační, antihypertenzní, antihyperglykemický a antikarcinogenní (Zhang et al. 2021). Dle doporučení American Heart Association/American College of Cardiology (AHA/ACC) by dospělí měli přijímat ideálně tři porce mléka či mléčných výrobků denně (Van Horn et al. 2016; Zhang et al. 2021). V roce 2021 dosáhla spotřeba mléka a mléčných výrobků 262,9 kg, což představuje historicky nejvyšší hodnotu. Nicméně samotná spotřeba konzumního mléka dlouhodobě klesá – poslední údaje z roku 2021 ukazují spotřebu 58,4 kg mléka na obyvatele. Zaznamenána byla však rekordní konzumace sýrů (14,4 kg na obyvatele) a ostatních mléčných výrobků (37,2 kg na obyvatele) (Ministerstvo zemědělství České republiky 2023).

Kravné mléko obsahuje asi 4-5 % mléčného cukru – laktózy, který je metabolizován mikroorganismy zubního plaku s následnou tvorbou kyselých produktů a poklesem pH v ústech (Levine 2001). Na základě výsledků studií však mléko jako takové díky svému množství protektivních nutrientů, jako jsou syrovátkové bílkoviny, bioaktivní peptidy, tuky, mastné kyseliny, vápník a fosfát, nebylo shledáno jako kariogenní. Mléčné bílkoviny, zejména fosfoprotein kasein, jsou adsorbovány na povrchu skloviny a mohou tak bránit její demineralizaci (Zhang et al. 2021) vytvořením bariéry kumulující vápník a fosfát (Reynolds 1997). Protektivní účinek mléčných enzymů spočívá v inhibici růstu acidogenních bakterií v plaku (Van Horn et al. 2016; Zhang et al. 2021).

V určitých případech však mléko kariogenní potenciál mít může. Jedná se zejména o doslazované mléko a mléčné produkty, jelikož, jak již bylo zmíněno, cukr je hlavním faktorem uplatňujícím se při vzniku zubního kazu (Kilian 1999). Studie na potkanech prokázala zvýšení kariogenity přidáním pouze 2 % sacharózy do mléka (Bowen 1993; Levine 2001). Ochucená mléka, mléčné koktejly (milkshakes) a slazené jogurty obvykle obsahují 5 % a více přidaných cukrů. Přestože nízké pH těchto výrobků může interferovat s glykolýzou sacharidů v plaku, existuje stále nedostatek důkazů o jejich kariogenitě. Z dostupných studií vyplývá, že doslazované mléčné produkty mají v porovnání se slazenými nealkoholickými nápoji zanedbatelný nebo nízký kariogenní potenciál (Levine 2001).

Sýry jsou díky svému obsahu minerálních látek považovány za nekariogenní a do určité míry i protektivní vzhledem k zubnímu kazu. Konzumace sýrů zvyšuje salivaci (slinění), díky

čemuž dochází ke snížení acidogenity zubního mikrobiálního povlaku. Vápník a fosfát obsažený v sýrech snadno přechází do struktury plaku, což napomáhá rychlejší neutralizaci kyselého pH v ústech. Z tohoto důvodu je vhodné sýry konzumovat po sladkých potravinách (Edgar et al. 1982, Li et al. 2023).

### 3.3.4 Minerální látky

#### 3.3.4.1 Vápník

Vápník patří mezi základní minerální látky důležité pro životaschopnost lidských buněk a má v těle i další specifické funkce (role při svalové kontrakci, strážení krve, sekreci neurotransmiterů a trávení). Většina vápníku se nachází v kostní tkáni a zubech ve formě hydroxyapatitu, anorganických krystalů tvořených vápníkem a fosforem. Vápník je pro růst kostí nezbytný, jelikož zajišťuje jejich pevnost. Strava chudá na vápník může vést k nízké hustotě kostí, což může nepříznivě ovlivnit jejich odolnost vůči zátěži (Theobald 2005; Rathee et al. 2012). Hlavním zdrojem vápníku je především mléko a mléčné výrobky viz tab. 2 (Belitz et al. 2009). Dle Evropského úřadu pro bezpečnost potravin (EFSA) činí doporučená denní dávka pro dospělého člověka cca 1000 mg. U dětí starších 11 let se doporučená denní dávka vápníku lehce zvyšuje na 1150 mg, což je spojeno s obdobím růstu a formováním kostní tkáně (EFSA 2015).

Mineralizace mléčných zubů začíná kolem 4. měsíce intrauterinního vývoje, u zubů stálých hovoříme o časovém úseku od narození po 6-13 let života. Tvrdé zubní tkáně jsou během vývoje zásobovány cévami, díky kterým jsou jim dodávány živiny potřebné pro mineralizaci, a to včetně vápníku. Jeho příjem během těhotenství a v dětství má markantní vliv na výslednou strukturu zubů, jelikož právě v těchto obdobích dochází k jejich výstavbě (Rathee et al. 2012).

Po erupci zubů vápník napomáhá udržovat vyvážené minerální složení tvrdých zubních tkání, které je důležité hlavně z hlediska de- a remineralizačních procesů. Na těchto procesech se podílí řada dietetických faktorů a pH ústního prostředí. Jak již bylo zmíněno, demineralizace nastává při poklesu pH pod kritickou hodnotu 5,5. Tato hodnota je nepřímo úměrná jak koncentraci vápníku, tak i fosfátu v plaku a slinách. Konzumace potravin bohatých na vápník přispívá v prevenci zubního kazu, jelikož zvyšuje jeho koncentraci v zubním plaku. Čím je koncentrace vápníku v plaku vyšší, tím nižší je demineralizace a tím i riziko vzniku zubního kazu (Rathee et al. 2012).

**Tabulka 2** Množství vápníku ve vybraných potravinách (Nutriservis © 2024)

Potravina	Množství vápníku (mg) na 100 g	1 porce	Množství vápníku (mg)
<b>Sýr, Eidam 30 % t. v s.</b>	952	30 g	286
<b>Sýr typu čedar</b>	698	30 g	209
<b>Ricotta</b>	207	120 g	248
<b>Jogurt 3,5 % tuku</b>	178	150 g	267
<b>Kapusta</b>	152	90 g	137
<b>Vanilková zmrzlina</b>	128	90 g	115
<b>Špenát (vařený)</b>	126	90 g	113
<b>Mléko 1,5 % tuku</b>	118	250 g	295
<b>Cottage</b>	95	150 g	143
<b>Brokolice (vařená)</b>	87	90 g	78
<b>Fazole (vařené)</b>	84	150 g	126
<b>Ústřice</b>	82	200 g	164

#### 3.3.4.2 Fosfor

Fosfor patří mezi biogenní prvky (Belitz et al. 2009). Stejně jako vápník se v lidském těle vyskytuje nejvíce v kostech a zubech v podobě hydroxyapatitu, ve svalové tkáni, orgánech a extracelulární tekutině (Kvasničková 1998; Gaasbeek 2005). Mezi potraviny bohaté na fosfor řadíme maso, ryby, vejce, mléčné výrobky, ořechy a semena (Velíšek & Hajšlová 2009). Doporučená denní dávka fosforu je uvedena v tab. 3.

V lidském organismu se fosfor podílí nejen na výstavbě a mineralizaci kostí a zubů, což pomáhá chránit před zubním kazem (Gaasbeek 2005), ale hraje důležitou roli také v energetickém metabolismu (Belitz et al. 2009), kde je vázán ve sloučeninách adenosin trifosfátu (ATP). Uplatňuje se také v imunitních reakcích a krevní srážlivosti. V buněčných membránách tvoří součást fosfolipidů a nukleových kyselin (Gaasbeek 2005).

Studie ukázaly, že fosfor je nezbytný pro normální fyziologické funkce a interaguje s využitím vápníku a dalších vitaminů a minerálních látek, jako je vitamin D, jód, hořčík a zinek (Takeda et al. 2012). Sloučeniny fosfátu a vápníku se dále podílejí na remineralizaci skloviny (Ionescu et al. 2022). Ve formě hydroxyapatitu také mohou napomáhat při snižování hypersenzitivity (citlivosti) zuboviny (Chen et al. 2021). Optimální poměr vápníku a fosforu ve stravě by měl být 1:1, a to kvůli správnému vstřebávání a využití vápníku (Uribarri & Calvo 2014).

**Tabulka 3** Doporučené denní dávky fosforu (EFSA 2015)

Věk	Množství fosforu (mg)
4-12 měsíců	300
1-4 roky	500
4-7 let	600
7-10 let	800
10-19 let	1250
19 a více let	700
Těhotné ženy <19 let	1250
Těhotné ženy >19 let	800

### 3.3.4.3 Fluor

Fluor je minerální látka přirozeně se vyskytující ve vzduchu, půdě, vodě a potravinách (Kilian 1999). Téměř 99 % fluoru v těle je soustředěno v kostech a zubech. Ihned po vstřebání dochází k jeho distribuci krví. Fluor představuje pro lidské tělo esenciální prvek, jelikož jeho sloučeniny s jinými prvky – fluoridy mají schopnost chránit zuby před zubním kazem a zvrátit jeho počáteční fáze (Abduweli Uyghurturk et al. 2020; Shelestun & Eliseeva 2022).

Fluoridy jsou hojně přidávány do řady hygienických produktů, a to zejména do zubních past a ústních vod. Po aplikaci těchto přípravků jsou fluoridy absorbovány sklovinou a zvyšuje se také jejich koncentrace ve slině (Shelestun & Eliseeva 2022).

Dříve bylo předpokládáno, že účinek fluoridů je především preeruptivní (systémový), tzn. do zubů byl zabudován v době jejich vývoje, což mělo za následek menší pravděpodobnost rozpuštění hydroxyapatitu. Na základě výzkumů se nyní za primární způsob působení fluoridů předpokládá posteruptivní (lokální) účinek, jelikož omezují demineralizaci a podporují remineralizaci zubní skloviny (Clarkson & McLoughlin 2000), ideálně v kombinaci s dobrou ústní hygienou (Toumba et al. 2019; Nassar & Brizuela 2024). Další účinky fluoridů zahrnují inhibici glykolýzy a snížení produkce extracelulárních sacharidů. Ve vyšších koncentracích mají baktericidní účinek a mohou také zasahovat do metabolismu *Streptococcus mutans*. Častá expozice fluoridů v nízkých koncentracích v dutině ústní je pokládána za nejdůležitější faktor v prevenci zubního kazu (Clarkson & McLoughlin 2000). Doporučená denní dávka pro dospělého člověka se pohybuje v rozmezí 3-4 mg, v závislosti na pohlaví, věku a tělesné váze viz tab. 4 (EFSA 2015).



**Tabulka 4** Doporučené denní dávky Fluoridů (F<sup>-</sup>) (EFSA 2015)

Věk	Množství F <sup>-</sup> (mg)
<b>4-12 měsíců</b>	0,5
<b>1-4 roky</b>	0,7
<b>4-10 let</b>	1,1
<b>10-13 let</b>	2,0
<b>13-19 let</b>	2,0
<b>13-19 let</b>	3,2 (muži) 2,9 (ženy)
<b>19 a více let</b> (včetně těhotných a kojících žen)	3,8 (muži) 3,1 (ženy)

Jedním z nejjednodušších a nejefektivnějších preventivních opatření v rámci aplikace fluoridů je fluoridace pitné vody (Johnston & Strobe 2020; Shelestun & Eliseeva 2022). Tímto způsobem lze výskyt zubního kazu snížit až o 40-50 %. Nejčastěji se fluoridace provádí za přídavku fluoridu sodného, fluoridu draselného, fluorokřemičitanu sodného či fluorokřemičitanu draselného (Kilian 1999). V zemích s nedostatkem dodávky vody lze fluor přidat do mléka či soli. Fluor lze suplementovat i jako součást některých doplňků stravy ve formě fluoridu sodného. Doporučují se především dětem do 16 let s vysokým rizikem vzniku zubního kazu (Shelestun & Eliseeva 2022).

Ačkoliv od zavedení fluoridace pitné vody došlo ke snížení prevalence zubního kazu, se systémovou konzumací fluoridů souvisí také riziko vzniku zubní fluorózy (Toumba et al. 2019; Nassar & Brizuela 2024). Dentální fluoróza (DF) se projevuje především změnou barvy zubů v podobě matně bělavých až žlutohnědých skvrn a vzniku defektů skloviny (Zhang et al. 2023). K zubní fluoróze může dojít při dlouhodobé konzumaci pitné vody s obsahem >1,5 mg/l (1,5 ppm) (DenBesten & Li 2011), obzvláště v prvních šesti letech věku (Toumba et al. 2019; Nassar & Brizuela 2024). Toto riziko však může nastat i v důsledku neúmyslného polykání zubní pasty obsahující fluoridy. Z tohoto důvodu je třeba brát zřetel na výběr zubní pasty pro malé děti, které obsahují menší koncentraci fluoridů (Walsh et al. 2019; Nassar & Brizuela 2024). Veškeré fluoridové preparáty jsou indikovány dle věku a také rizika zubního kazu (Nassar & Brizuela 2024).

V prevenci zubního kazu jsou fluoridové zubní pasty využívány již desítky let. Nejčastěji obsahují fluorid sodný (dos Santos et al. 2013; Nassar & Brizuela 2024). Čištění zubů dvakrát denně s použitím fluoridové zubní pasty snižuje riziko zubního kazu až o 14 % (Chesters et al. 1992, Nassar & Brizuela 2024). V rámci domácí péče o dutinu ústní se ukázalo, že zubní pasty s minimální koncentrací fluoridů 1000 ppm (1 mg) nebo vyšší jsou v prevenci zubního kazu velmi účinné. Dřívější obavy ze vzniku dentální fluorózy vedly k propagaci nefluoridových či nízkofluoridových zubních past, speciálně pro děti (Hu et al. 2020). Nejnovější doporučení týkající se koncentrace fluoridů v zubní pastě dle věku jsou uvedena v tab. 5 (Toumba et al. 2019).

**Tabulka 5** Doporučené koncentrace fluoridů (F<sup>-</sup>) v zubních pastách (Toumba et al. 2019)

Věk	Obsah F <sup>-</sup> (ppm)	Frekvence čištění	Množství zubní pasty (g)	Množství zubní pasty (na zubním kartáčku)
<b>1. prořezaný zub – 2 roky</b>	1000	2krát denně	0,125	Zrnko rýže
<b>2-6 let</b>	1000*	2krát denně	0,25	Hrášek
<b>6 a více let</b>	1450	2krát denně	0,5-1	Až celá délka hlavice

\* u dětí ve věku 2-6 let s vyšším rizikem zubního kazu může být koncentrace fluoridů v zubní pastě zvýšena

### 3.3.5 Vitamin D

Vitamin D řadíme do skupiny vitaminů rozpustných v tučných steroidové povahy. Představuje nezbytný prvek ve stravě, jedinečný svou schopností vytvářet se v kůži při vystavení slunečnímu záření (Nair & Maseeh 2012). Z tohoto důvodu bývá nazýván také jako „sluneční vitamin“ (Pratyusha et al. 2021).

Existují dvě formy vitaminu D – vitamin D<sub>2</sub> (ergokalciferol) a D<sub>3</sub> (cholecalciferol). Vitamin D<sub>2</sub> vzniká vlivem UV záření z ergosterolu, vyskytujícího se převážně u rostlin a hub. Vyšší organismy včetně lidí dokážou přirozeně syntetizovat vitamin D<sub>3</sub> při vystavení slunečnímu záření. Výchozím prekurzorem této reakce je 7-dehydrocholesterol. Na rozdíl od vitaminu D<sub>3</sub> si lidé vitamin D<sub>2</sub> vytvořit neumí a většina ryb bohatých na tuky, jako je losos, makrela a sled' obsahují především D<sub>3</sub> (Lips et al. 2006; Nair & Maseeh 2012). Dalším způsobem, jak doplnit vitamin D je jeho suplementace. Tradiční multivitaminy obsahují cca 400 IU vitaminu D, ale mnoho multivitaminů dnes obsahuje až 1000 IU (25 µg). Dobrým zdrojem vitaminu D je také olej z tresčích jater (Cannell et al. 2008; Nair & Maseeh 2012). Současná doporučená dávka vitaminu D pro dospělého člověka ve většině evropských zemích činí 5 µg/den (200 IU) (EFSA 2016). Zvýšený příjem doplňků vitaminu D a rostoucí počet předepisování terapeutických dávek (včetně velmi vysokých dávek) bez lékařského sledování může vést k riziku hypervitaminózy D se symptomy hyperkalcémie známé také jako toxicita vitaminu D (Marcinowska-Suchowierska et al. 2018). Horní bezpečné hranice pro příjem vitaminu D dle věku viz tab. 6 (EFSA 2016).

Vitamin D hraje zásadní roli při vývoji zubů a také jejich ochraně před zubním kazem, jelikož se podílí na regulaci metabolismu vápníku a fosfátů (Pratyusha et al. 2021). Při nedostatku vitaminu D se vstřebává pouze cca 10-15 % vápníku a asi 60 % fosforu z potravy. Naopak jeho dostatek zvyšuje vstřebávání vápníku o asi 30-40 % a v případě fosforu až o 80 % (Lips et al. 2006; Nair & Maseeh 2012).

**Tabulka 6** Horní bezpečná hranice pro příjem vitamínu D (EFSA 2016)

Věk	Množství vitamínu D (µg/den)
<b>0-1 rok</b>	25
<b>1-10 let</b>	50
<b>11-17 let</b>	100
<b>18 a více let</b> (včetně těhotných a kojících žen)	100

### 3.3.6 Káva

Káva je ve světě velmi oblíbeným nápojem díky příjemné chuti a vůni, stejně tak jako pro stimulační účinek na duševní a fyzickou aktivitu (Daglia et al. 2005; Nagpal et al. 2014). Její spotřeba v České republice za rok 2022 činila 2,6 kg na obyvatele (Český statistický úřad 2023). Obsahuje velké množství chemických látek, které se v ní vyskytují přirozeně nebo vznikají při procesu pražení. Kromě povzbuzujícího účinku jsou některé z těchto látek silnými antioxidanty, jejichž množství se může rovnat množství obsaženému až ve třech pomerančích. Hlavním antioxidantem v kávě je methylpyridinium, který se však v surové kávě nevytváří, ale vzniká až při jejím pražení. Antioxidační účinek polyfenolů se nesníží ani přidáním mléka do kávy či procesem dekofeinizace (Namboodiripad & Kori 2009; Nagpal et al. 2014).

Pražená káva vykazuje antibakteriální aktivitu proti grampozitivním (G+) i gramnegativním (G-) bakteriím včetně *Streptococcus mutans*, který je považován za hlavního původce zubního kazu u lidí. Nepražená káva nemá tak silnou antibakteriální aktivitu, jelikož právě pražení vede ke tvorbě sloučenin jako jsou melanoidy, které nejen že přispívají k aromatu kávy, ale také dramaticky zvyšují její celkovou antioxidační aktivitu. Pražení však také redukuje trigonellin na niacin, což vede ke snížení antiadhezivního účinku kávy na *S. mutans* (Nagpal et al. 2014). Daglia et al. (2002) studovali účinek surové a pražené kávy na adhezi *S. mutans* k hydroxyapatitovým částicím. Zjistili, že všechny kávové roztoky mají antiadhezivní vlastnosti, které jsou způsobeny jak přirozeně se vyskytujícími molekulami, tak molekulami indukovanými pražením (Daglia et al. 2007; Nagpal et al. 2014). De Oliveira et al. (2007) hodnotili vliv kávových roztoků na adhezivní *S. mutans* k zubní sklovině a dentinu. Výsledky studie ukázaly, že je adheze významně snížena, což bylo v souladu s výsledky předchozích studií. Důvodem je fakt, že bioaktivní molekuly kávy se mohou adsorbovat na povrch hostitele, čímž brání interakci mezi povrchem zubu a bakteriemi, tj. brání přilnutí *S. mutans* k povrchu zubu (de Oliveira et al. 2007; Nagpal et al. 2014).

Důležitou otázkou pro výzkum je také role kofeinu. Předpokládá se, že kofein posiluje imunitní odolnost vůči bakteriím a stimuluje aktivitu lysozymu, který je baktericidní (Ferrazzano et al. 2009; Nagpal et al. 2014). Ve studii provedené na potkaních bylo však zjištěno, že potkani vystavení kofeinu vykazovali významně vyšší incidenci zubního kazu ve srovnání s kontrolní skupinou nevystavenou kofeinu (Nakamoto et al. 1993; Durhan et al. 2021). Kofein může způsobit zmenšení sklovinných krystalů, což vede k rozpouštění minerálů a možnému vzniku zubního kazu (Falster et al. 1992; Durhan et al. 2021).

### 3.3.7 Čaj

Původ čaje pochází z Číny, kde byl po tisíciletí používán jako léčivý nápoj. Postupně si získal své příznivce po celém světě. Nyní je pěstován v celé Asii, Africe a Latinské Americe (Nagpal et al. 2014). V České republice činila spotřeba čaje za rok 2022 0,2 kg na obyvatele (Český statistický úřad 2023). Rozlišujeme tři hlavní typy čaje: nefermentovaný (zelený čaj), polofermentovaný (čaj oolong) a fermentovaný (černý čaj) (Subramaniam et al. 2012; Balappanavar et al. 2013, Nagpal et al. 2014).

Pokud jde o prevenci zubního kazu, pití zeleného čaje napomáhá bojovat proti orálním bakteriím a snižuje kyselost slin a zubního plaku. Na základě několika studií bylo prokázáno, že čaj může mít také antibakteriální účinky, neboť vykazuje inhibiční účinek na *S. mutans* (Naderi et al. 2011; Nagpal et al. 2014).

Antikariogenní účinky jsou připisovány především obsahu fluoridů v čaji, protektivně však působí i další látky, jako jsou polyfenolické sloučeniny a třísloviny (Touyz & Amsel 2001; Nagpal et al. 2014). Některé studie poukazují na fakt, že zelený a černý čaj působí proti zubnímu kazu i bez obsahu fluoridů. Nejlepší účinek však vykazují fluoridy v kombinaci s tříslovinami (Nagpal et al. 2014).

Tanin a fluoridy ovlivňují růst, adhezi a intracelulární ukládání polysacharidů *S. mutans* (Nagpal et al. 2014). Polyfenolové složky v čaji snižují produkci kyselin a schopnost streptokoků syntetizovat ve vodě nerozpustný glukán ze sacharózy (de Oliveira et al. 2007; Nagpal et al. 2014). Čaj tak nejen zabraňuje adhezi streptokoků k povrchu zubů, ale také jejich koagulaci (Daglia et al. 2007; Nagpal et al. 2014).

Černý i zelený čaj obsahují katechiny a flavonoidy, avšak na základě studií bylo prokázáno, že černý čaj zvyšuje tvorbu biofilmu více než čaj zelený (Naderi et al. 2011; Nagpal et al. 2014). Pokud je černý čaj konzumován bez přídavku cukru, může potenciálně snížit riziko zubního kazu (Linke & Legeros 2003; Nagpal et al. 2014).

Studie provedené na čaji oolong ukázaly, že snižuje rychlost produkce kyselin syntetizovaných *S. mutans* a také zpomaluje růst těchto bakterií (Matsumoto et al. 1999). Subramaniam et al. (2012) ve své studii porovnávali tři druhy čaje (zelený, černý a oolong) a dospěli k závěru, že nejvyšší inhibiční účinek na růst *S. mutans* vykazuje čaj oolong. Podobné studie provedené v průběhu let vedou k přesvědčení, že tento čaj je v prevenci zubního kazu účinnější než čaj zelený a černý (Subramaniam et al. 2012). Randomizovaná studie provedená Balappanavarem et al. (2013) porovnávala účinek ústních vod s obsahem 0,5 % čaje, 2 % neemu (Zederach indický, *Azadirachta Indica*) a 0,2 % chlorhexidinu na ústní hygienu a dospěla k závěru, že ústní voda s obsahem čaje je účinnější než ústní voda obsahující neem nebo chlorhexidin (Balappanavar et al. 2013, Nagpal et al. 2014).

### 3.3.8 Kakao

Konzumace čokolády jako cukrovinky je obecně spojována se vznikem zubního kazu pro svůj vysoký obsah cukru (Durhan et al. 2021). Řada studií však prokázala, že samotné kakao v čokoládě může mít na zubní kaz určitý inhibiční účinek (Durhan et al. 2021).

V kakaové sušině se vyskytuje theobromin, ve vodě nerozpustný alkaloid, který posiluje zubní sklovinu, díky čemuž jsou zuby více odolné vůči zubnímu kazu (George et al. 2009; Lakshmi et al. 2019). Jelikož je theobromin přírodní látka, předpokládá se, že by mohl být

potenciální alternativou fluoridu jako aktivní složka zubních past (Wulandari et al. 2018; Durhan et al. 2021). V Sadeghpourově studii (2007) na zvířatech bylo zjištěno, že při aplikaci theobrominu na povrch skloviny dochází ke zvětšení krystalů hydroxyapatitu, což zvyšuje její odolnost vůči kyselinám a případné demineralizaci (Syafira et al. 2012; Sulistianingsih et al. 2017). Dále váže vápník a fosfát, čímž napomáhá remineralizaci. Přidáním do zubních past lze tedy zvýšit ochranu skloviny před zubním kazem (Kargul et al. 2012; Durhan et al. 2021).

### 3.3.9 Žvýkačky bez cukru

Prevence zubního kazu zahrnuje regulaci množství mikroorganismů v dutině ústní odpovědných za demineralizaci skloviny (Phuphania 2023). Žvýkačky jsou speciální ochucené nerozpustné gumy určené ke žvýkání (Yeung et al. 2023). Obsahují gumovou bázi, ve které jsou rozpuštěny přídatné a účinné látky (Aslani & Rostami 2015; Yeung et al. 2023). Součástí gumové báze tvoří nutriční látky, jako elastomery, elastomerní rozpouštědla a plnidla. Přidané přísady zahrnují objemová činidla, ochucovadla, sladidla, barviva, změkčovadla, emulgátory, antioxidanty a protispékavé a další látky, které ovlivňují fyzikální a chemické vlastnosti žvýkaček (Yeung et al. 2023). Do žvýkaček mohou být přidány také některé aktivní složky pro použití k lékařským účelům, jako např. nikotin při odvykání kouření nebo aspirin pro úlevu od bolesti (Chaudhary & Shahiwala 2010; Yeung 2023).

Čištění zubů 2krát denně s použitím fluoridové zubní pasty je v dnešní době běžnou praxí, zubní kazy jsou však stále aktuálním problémem v důsledku mnoha faktorů, jako je frekvence stravování. Na základě toho je nutné kontrolovat riziko vzniku zubního kazu i během dne. Žvýkačky bez cukru jsou z tohoto hlediska vhodnou volbou, jelikož jejich fyzikální povaha napomáhá eliminaci zbytků potravy tím, že je na sebe naváže. Díky tomu brání v růstu orálních bakterií, pro které jsou zbytky potravy zdrojem energie (Phuphania 2023). Kromě toho žvýkačky snižují adhezi plaku na povrch zubů a zvyšují sekreci slin, čímž napomáhají udržovat optimální acidobazickou rovnováhu ( $\text{pH} > 5,5$ ) a podporovat remineralizaci (Muralikrishnan et al. 2018; Phuphania 2023).

Dalším benefitem žvýkaček bez cukru je obsah různých aktivních látek, které mají antibakteriální a remineralizační vlastnosti (Phuphania 2023). Řadíme mezi ně xylitol, kasein fosfopeptid a amorfní kalcium fosfát (CPP-ACP, Casein Phosphopeptide – Amorphous Calcium Phosphate), fluorid, karbamid nebo chlorhexidin (Dodds 2012; Yeung 2023).

Předchozí studie ukázaly, že žvýkačky s obsahem xylitolu mohou snížit hladinu *S. mutans* v dutině ústní, a to inhibicí jejich přichycení k povrchu zubu (Al-Joburi 1991; Nasseripour 2022; Yeung et al. 2023). Žvýkačky obsahující CPP-ACP zvyšují hladinu vápníku a fosfátu ve slinách, díky čemuž se zvýší i slinné pH (Hegde & Thakkar 2017; Phuphania 2023). Výsledky studií na dětech ve věku 8–10 let prokázaly, že po žvýkání žvýkačky s obsahem CPP-ACP došlo k okamžitému zvýšení pH slin a po 15 minutách se zvýšilo ještě více (Prathima et al. 2021; Phuphania 2023). I na základě studie zaměřené na vliv žvýkaček na vznik zubního kazu bylo zjištěno, že děti, které žvýkaly žvýkačky bez cukru, měly méně zubních kazů než děti v kontrolní skupině, které žvýkaly nežvýkačky (Szoke et al. 2011; Phuphania 2023).

Žvýkačky byly uznány jako prostředek pro prevenci zubního kazu několika profesními organizacemi, včetně EFSA od roku 2010, FDI World Dental Federation od roku 2015 a ADA (American Dental Association) od roku 2021 (Newton et al. 2020; Yeung 2023).

### 3.3.10 Kyseliny v potravinách a nápojích

Velké riziko pro zubní zdraví představují sycené nealkoholické nápoje, které jsou konzumovány po celém světě. Největším problémem těchto nápojů je jejich vysoký obsah cukru a organických kyselin. Většina sycených nápojů má velmi nízké pH, což může vést ke vzniku gastroezofageálního refluxu. Vysoký obsah cukru představuje problém pro vznik nejen zubního kazu, ale také obezity, hypertenze, ztučnění jater a rakoviny slinivky. Kyseliny v těchto nápojích jsou navíc natolik silné, že nadměrná a pravidelná konzumace dokáže způsobit měknutí zubních tkání neboli zubní erozi (Zahra et al. 2019).

Zubní eroze je defekt zubních tkání bez účasti mikroorganismů (Zahra et al. 2019). Příčinou jsou jak kyseliny obsažené v potravinách a nápojích, tak i žaludeční kyseliny, dostávající se do úst při již zmiňovaném žaludečním refluxu, bulimii nebo jako důsledek častého zvracení v těhotenství, a kyseliny rozptýlené v ovzduší. Působením těchto kyselin dochází k rozpouštění krystalů hydroxyapatitu, demineralizaci a následnému rozpuštění zubních tkání. Po požití kyselých potravin a nápojů není vhodné čistit zuby bezprostředně po jejich konzumaci, aby nedošlo právě ke vzniku či zhoršení stavu eroze (Stejskalová 2008).

V nealkoholických sycených nápojích se nachází velké množství organických kyselin, především kyselina fosforečná, v citrusovém ovoci a takto ochucených nápojích pak i kyselina citronová (Colombo et al. 2019; Zahra et al. 2019). Veškeré testované nealkoholické sycené nápoje měly hodnotu pH v rozmezí 1,8-3,5, což jsou z hlediska de- a remineralizačních procesů velmi nízké hodnoty (Nyan et al. 2017; Zahra et al. 2019). Nejvíce běžná a zároveň nevhodná je tendence popíjet tyto nápoje v průběhu celého dne, jelikož sliny nemají šanci pH v ústech vyrovnávat, tj. nedojde k remineralizaci (Zahra et al. 2017). Sklon vybraných potravin ke vzniku eroze je uveden v tab. 7. Zubní eroze bývá nejčastěji lokalizována na vestibulárních a palatinálních ploškách zubů. Jejím následkem může dojít i k dalším komplikacím, jako je citlivost, abraze (mechanické obroušení zubů) či dokonce fraktura (zalomení) korunky zubu (Stejskalová 2008).

**Tabulka 7** pH, acidita a erozivní potenciál vybraných nápojů (Shaw & Smith 1999)

Nápoj	pH	Acidita	Erozivní potenciál
<b>Kola a kolové nápoje</b>	2,5	0,7	Střední
<b>Sycený pomerančový nápoj</b>	2,9	2,0	Střední
<b>Grepeový džus</b>	3,2	9,3	Vysoký
<b>Jablečný džus</b>	3,3	4,5	Vysoký
<b>Bílé víno</b>	3,7	2,2	Střední
<b>Pomerančový džus</b>	3,8	4,5	Vysoký
<b>Tmavé pivo</b>	3,9	0,6	Nízký
<b>Světlé pivo</b>	4,4	0,5	Nízký
<b>Sycená voda</b>	5,3	0,2	Nízký

### 3.3.11 Výživová doporučení

Nejideálnější volbou výživy pro novorozence a kojence je samozřejmě mateřské mléko, obsahující veškeré živiny, které dítě potřebuje (Kilian 1999). Jako substitut kojení slouží tzv. náhradní či umělé mléko, do kterého by však neměly být přidávány žádné jiné složky potravy (Moynihan 2002). Přislazování mateřského mléka není vhodné, jelikož dítě si na sladkou chuť velmi rychle zvykne a nedochucené mléko pak zavrhuje. Cukr podávaný v raném věku navíc zbytečně přispívá k časnému vzniku zubního kazu (Kilian 1999). Podávání mléka z lahve by nemělo být zbytečně protrahováno nebo používáno k uklidnění dítěte, jelikož může vzniknout fenomén „zubního kazu z kojenecké lahve“, kdy je dítě vystaveno mléčnému cukru po nadbytečnou dobu, což opět může vést ke vzniku kazu. Z tohoto důvodu je také doporučováno dítě co nejdříve naučit pít z hrnku (Moynihan 2002). Od 4. měsíce lze mateřské mléko doplnit, případně nahradit, polotuhou stravou podávanou lžičkou (Kilian 1999) Rodiče je také nutné poučit o nezbytnosti čištění zubů s použitím fluoridové zubní pasty záhy po prořezání prvního zoubku (de Jong-Lenters et al. 2019).

Pro děti v batolecím věku je zpočátku typické odmítání jídla. Ačkoliv by rodiče měli v jeho nabízení vytrvat (Tinanoff 2005; Tungare & Paranjpe 2023), není vhodné dítě do jídla nutit či jej překrmovat, jelikož právě to může později vést k obezitě (Kilian 1999). I nápoje by měly být ideálně přiváděny ve formě vody či neslazených čajů (Tinanoff 2005; Tungare & Paranjpe 2023). Rizikové z hlediska vzniku zubního kazu bývá také podávání sladkostí „za odměnu“ či jejich zakazování v případě, že dítě neposluchá. Tento zvyk vede k nekontrolovanému přívodu jednoduchých cukrů a pokud je kombinován se špatnou úrovní ústní hygieny, záhy vzniká zubní kaz (Kilian 1999).

Děti v předškolním věku již bývají samostatnější a rády si stravu vybírají samy. Často preferují potraviny s vysokým obsahem cukru, zejména pokud byly takovýmito potravinám vystavovány již v raném dětství. Rodiče by již děti v tomto věku měli naučit pravidelnému stravování a nabízet jim nekariogenní potraviny, jako je mléko, sýry, zelenina, ovoce a celozrnné výrobky. Sladkosti je vhodné zařadit v malém množství společně s hlavními jídly (Tinanoff 2005; Tungare & Paranjpe 2023). Nápoje by měly být konzumovány z hrnku, ideální volbou zůstávají ty bez přidaného cukru. Důležitá je také náležitá ústní hygiena s použitím fluoridové zubní pasty (Kilian 1999).

Problémem pro školáky bývá jejich poměrná samostatnost ve stravování, kdy nepřitažlivé potraviny vyměňují či doplňují jinými, často velmi sladkými a kalorickými. Nedostatečný může být i pitný režim. Je důležité rodiče neustále informovat o zdravotních dopadech nevhodné stravy a nezbytnosti dohlížet na správnou ústní hygienu dětí a přívod fluoridů (Kilian 1999).

Teenageři v dospívajícím věku jen zřídka berou v potaz jakékoliv rady rodičů, což platí i v případě stravování. Pokrmy si často již připravují sami nebo navštěvují rychlá občerstvení (fast-foods), která ve většině případů nabízejí velmi zpracované potraviny s vysokým obsahem škrobu a přidaných cukrů, což opět přispívá ke vzniku zubního kazu, zejména pokud nedodržíjí řádnou ústní hygienu s přívodem fluoridů. Hygienická péče by však v tomto věku měla být běžným standardem. I přes to je nezbytné mládež o správném stravování a hygienických návycích informovat. Vhodným doplňkem jsou také žvýkačky bez cukru (Kilian 1999).

Z dietního hlediska je pro prevenci vzniku zubního kazu v dospělé populaci obecným doporučením snížení příjmu potravin a nápojů obsahující vysoké množství jednoduchých cukrů

a jejich konzumaci vázat během dne na hlavní jídla (Moynihan 2002). Tyto potraviny a nápoje není vhodné konzumovat také těsně před spaním, a to kvůli snížené salivaci, díky čemuž sliny nedokážou dostatečně vyrovnávat nízké pH v ústech (Wikner & Söder 1994; Takayanagi et al. 1995; Moynihan 2002). Populace by měla být povzbuzována k začlenění do jídelníčku potravin bohatých především na vápník a fosfor, jako jsou např. mléčné výrobky, podporující remineralizaci zubní skloviny. Studie prokázaly, že již 5 g tvrdého sýra působí na zubní tkáň protektivně (Gedalia et al. 1994; Moynihan 2002). Navýšen by měl být i příjem zeleniny, ovoce a komplexních sacharidů (Kilian 1999). Vhodné je také žvýkat po jídle žvýkačky bez cukru, které byly uznány jako podpora v prevenci zubního kazu, jelikož napomáhají neutralizaci acidogenních účinků sacharidů ve stravě (Gedalia et al. 1994; Moynihan 2002).

U starší populace byla pozorována vyšší konzumace potravin bohatých zejména na jednoduché sacharidy. V kombinaci s fyziologickým snížením produkce slin je tento fakt považován za velmi rizikový z hlediska vzniku zubního kazu. Z tohoto důvodu je třeba i v tomto věku opět dbát na řádnou ústní hygienu. Její správné provádění však může být komplikováno řadou onemocnění, zejména těch neurologických (Kilian 1999).

Nyní již víme, že sacharóza není jediným faktorem zodpovědným za vznik zubního kazu, ale i další jednoduché sacharidy, ať už ve formě sladkostí a cukrovinek či v ovoci, ovocných šťávách a nápojích, mají vysoký kariogenní potenciál. Výzkumy potvrdily, že více než množství zkonsumovaného cukru je důležitější frekvence jejich příjmu (Wei 1995).



## 4 Metodika

Praktická část této diplomové práce byla zaměřena na průzkum znalostí populace o vlivu stravování na vznik zubního kazu.

Sběr dat probíhal prostřednictvím dotazníkového šetření. Dotazník byl koncipován tak, aby pokryl různé aspekty stravování a současně umožnil zhodnocení významu této problematiky v očích široké veřejnosti. V rámci dotazníku byl u respondentů sledován věk, pohlaví a úroveň nejvyššího dosaženého vzdělání, což umožnilo provést podrobnější vyhodnocení a porovnání získaných informací.

Dotazník byl vytvořen pomocí on-line nástroje pro tvorbu dotazníků Survio (<https://www.survio.com/cs/>), byl anonymní a sestával z celkem 11 uzavřených otázek, kdy u sedmi z nich bylo možné vybrat jednu odpověď a u zbylých čtyř jednu či více odpovědí. První tři otázky se týkaly demografických údajů (pohlaví, věk, nejvyšší dosažené vzdělání), dalších 8 bylo zaměřeno na ověření znalostí české populace o vlivu výživy na vznik zubního kazu. Vzor dotazníku viz Příloha I.

Distribuce dotazníku proběhla on-line formou, především pomocí sociálních sítí (Facebook, Messenger, Instagram, WhatsApp aj.). Výzkumu se zúčastnilo celkem 754 respondentů, kdy většině z nich zabralo vyplnění dotazníku 2-5 minut. Sběr odpovědí trval 10 dní v období od 18. 2. do 27. 2. 2024.

K vyhodnocení získaných dat byl použit  $\chi^2$  (chí-kvadrát) test nezávislosti, provedený v programu Statistica 12 a byla zvolena hladina významnosti  $\alpha = 0,05$ .

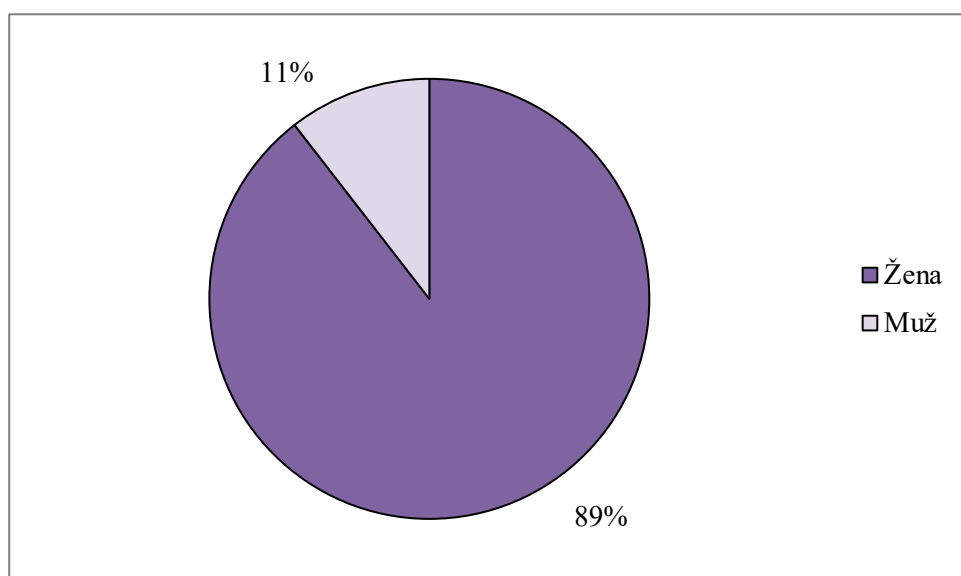
Data získaná z dotazníkového šetření poskytly také základ pro vytvoření letáku s výživovými doporučeními, který bude k dispozici pacientům v zubních ordinacích. Cílem letáku bylo nejen posílení osvěty o významu výživy a doporučeních pro prevenci zubního kazu, ale i podpora spolupráce mezi pacienty a zubními odborníky v rámci prevence a celkového zlepšení zubního zdraví.

## 5 Výsledky

Následující část obsahuje vyhodnocení výsledků dotazníkového šetření, ověření hypotéz a grafické zpracování letáku s výživovými doporučeními a jejich využití v prevenci zubního kazu.

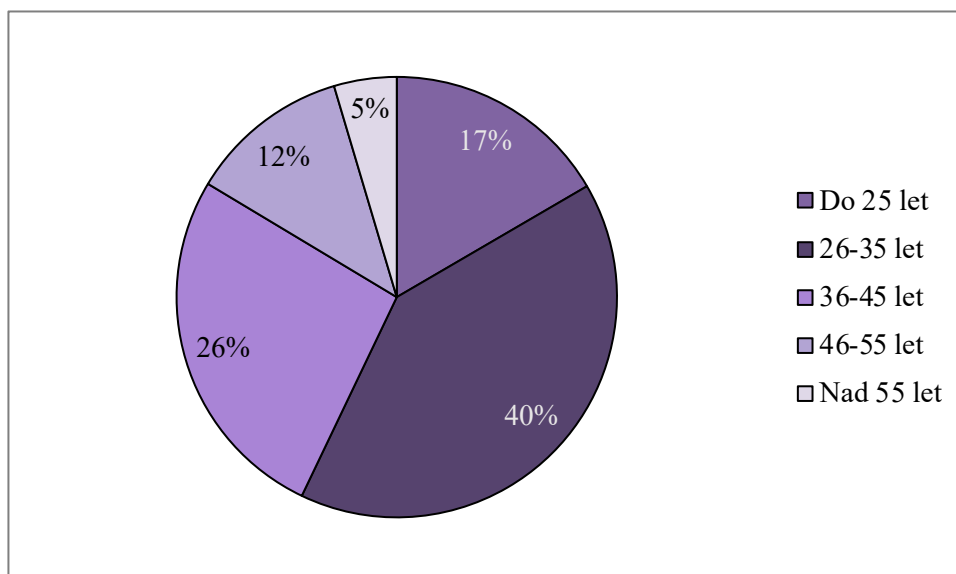
### 5.1.1 Demografické údaje

Z grafu č. 3 je patrné, že z celkového počtu 754 respondentů tvořily většinu ženy, a to v podílu 89 %. Zbýlých 11 % představovali muži.



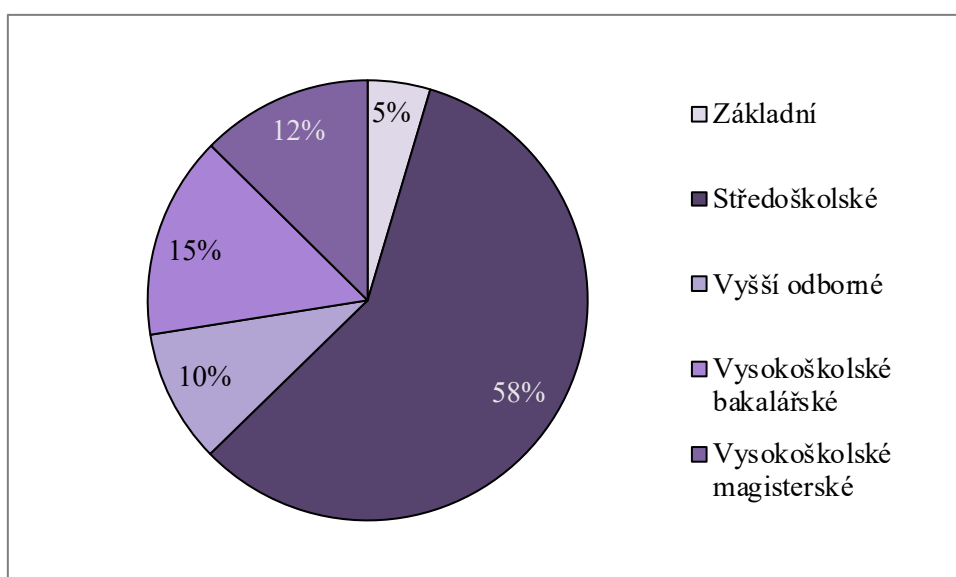
**Graf 3** Zastoupení respondentů podle pohlaví

Na grafu č. 4 je znázorněno rozdělení respondentů dle věku do pěti skupin. Nejvíce respondentů (40 %) spadalo do věkové kategorie 26-35 let. Druhá nejpočetnější kategorie (26 %) byla ve věku 36-45 let. 17 % respondentů uvedlo, že spadá do věkové skupiny do 25 let, 12 % respondentů do 46-55 let a 5 % respondentů bylo ve věku 55 let nebo starší.



**Graf 4** Zastoupení respondentů podle věku

V následujícím grafu č. 5 je znázorněno zastoupení respondentů dle nejvyššího dosaženého vzdělání. Středoškolské vzdělání mělo více než polovina respondentů (58 %). Bakalářský titul mělo 15 % dotazovaných a magisterský titul 12 % respondentů. Nejméně zastoupenými vzdělanostními skupinami byly respondenti s vyšším odborným vzděláním (10 %) a základním vzděláním (6 %).

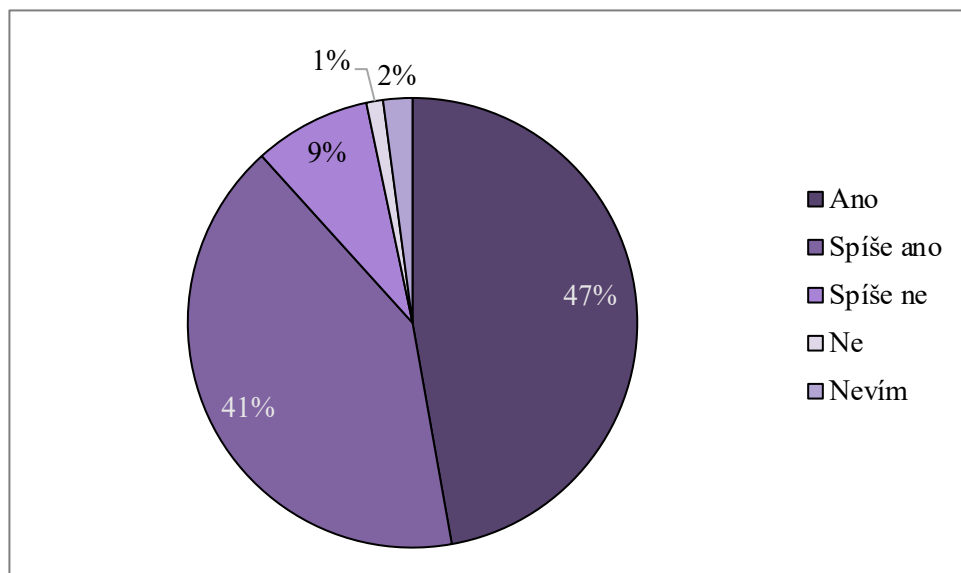


**Graf 5** Nejvyšší dosažené vzdělání

### 5.1.2 Otázky zaměřené na výživu a zubní kaz

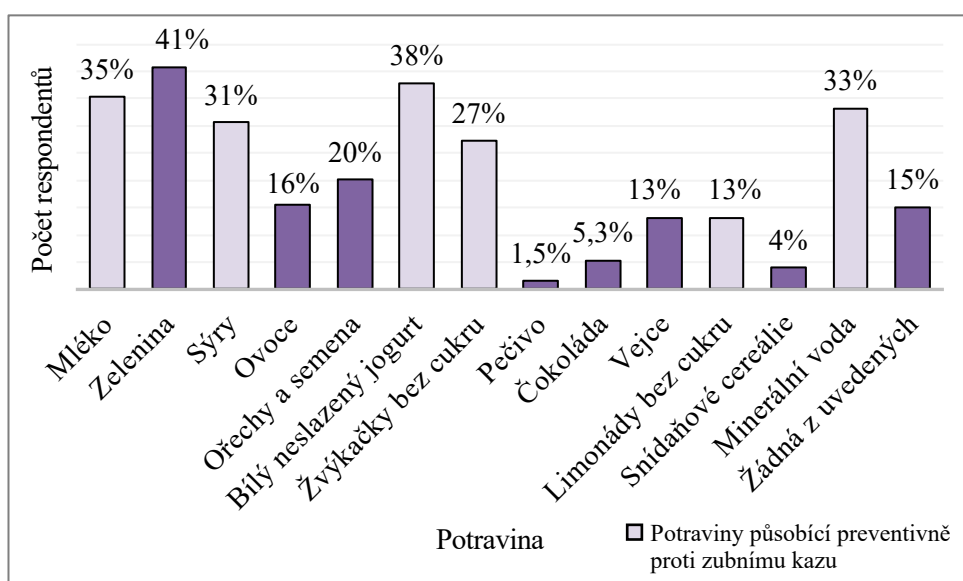
Téměř polovina respondentů (47 %) uvedla, že souhlasí s tvrzením, že skladba jídelníčku má vliv na vznik zubního kazu. 41 % respondentů s tímto tvrzením spíše souhlasilo 2 % dotazovaných uvedlo, že neví, zda má strava na vznik zubního kazu vliv a 1 % se domnívalo, že strava na vznik zubního kazu vliv nemá viz graf č. 6.

Otázka č. 4 byla podkladem pro vyhodnocení 1. hypotézy: „**Většina populace má povědomí o tom, že způsob stravování má vliv na vznik zubního kazu.**“ Tato hypotéza byla **potvrzena**, jelikož z grafu č. 6 vyplývá, že 88 % dotazovaných uvedlo, že je přesvědčeno nebo se domnívá, že skladba jídelníčku tvorbu zubního kazu ovlivňuje.



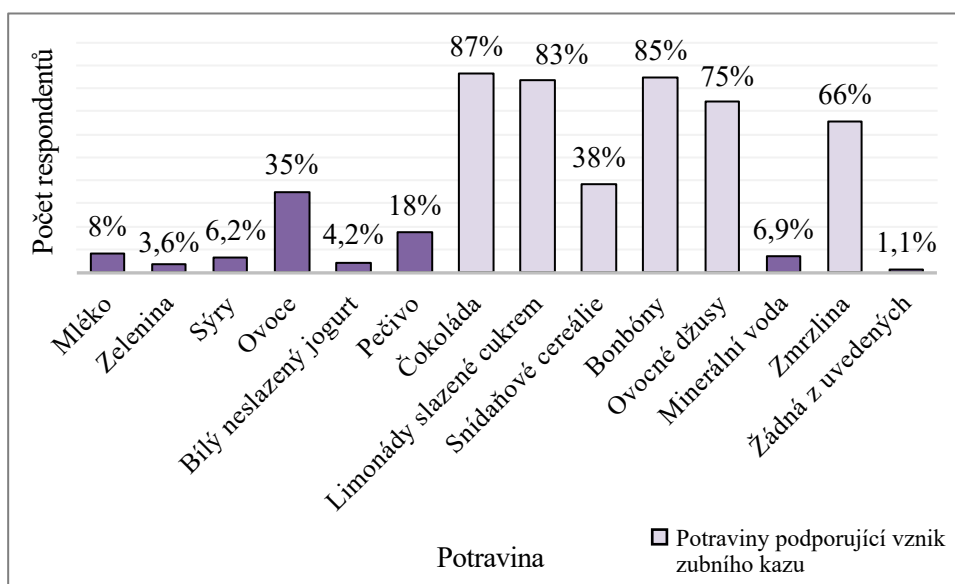
**Graf 6** Povědomí o vlivu skladby jídelníčku na vznik zubního kazu

Dále bylo zjišťováno, které potraviny mají dle jejich názoru pomoci bránit vzniku zubního kazu. Bylo možné označit více odpovědí. Výsledky znázorněny v grafu č. 7 ukazují, že nejvíce respondentů (41 %), označilo jako odpověď zeleninu. Druhou nejčastější odpovědí byl bílý neslazený jogurt (38 %) a následovalo mléko (35 %). Bylo zajímavým zjištěním, že pouze 27 % dotazovaných se domnívá, že v prevenci zubního kazu mohou pomoci žvýkačky bez cukru. Pouze nízký počet respondentů označil jako vhodné pro prevenci zubního kazu čokoládu (5,3 %), snídaňové cereálie (4 %) a pečivo (1,4 %).



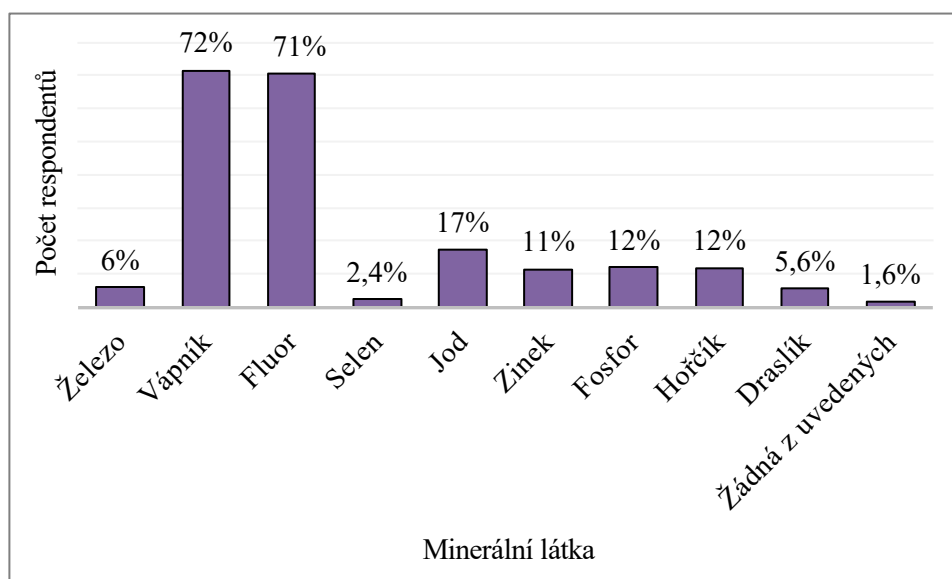
**Graf 7** Výběr potravin působících preventivně proti vzniku zubního kazu

V grafu č. 8 je znázorněna volba potravin, které mohou dle názoru respondentů vznik zubního kazu naopak podporovat. Nejvíce označovanou odpovědí byla čokoláda, kterou označilo 87 % respondentů. 85 % odpovědí získaly bonbóny a 83 % limonády slazené cukrem. Za rizikové byly označeny také ovocné džusy, takto odpovědělo 75 % respondentů, a zmrzlina (66 % respondentů). Pouze malý podíl respondentů označil jako rizikové z hlediska tvorby zubního kazu mléko (8 %), minerální vodu (6,9 %), sýry (6,2 %), bílý neslazený jogurt (4,2 %) a zeleninu (3,6 %).



**Graf 8** Výběr potravin podporujících vznik zubního kazu

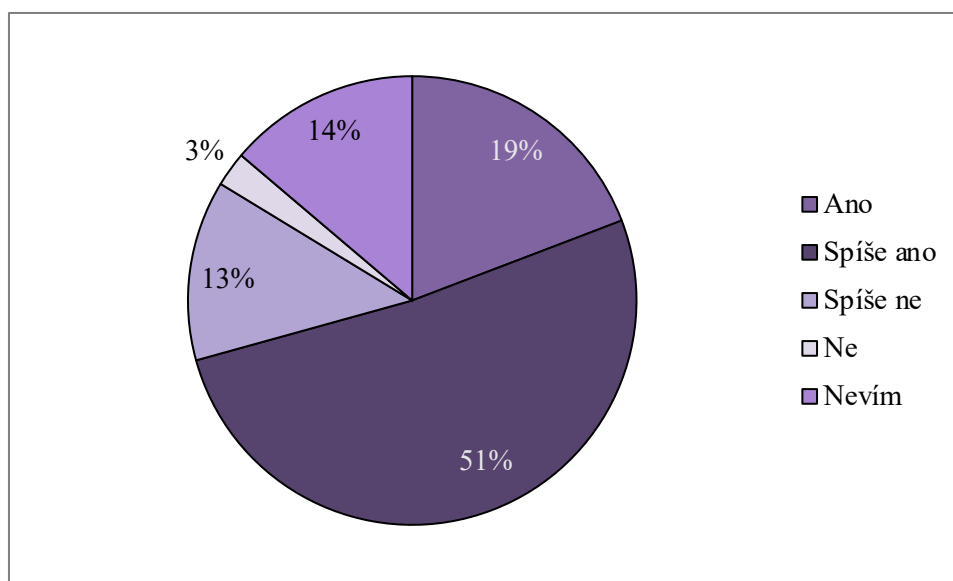
Následující otázka byla zaměřena na minerální látky, které mohou potenciálně bránit vzniku zubního kazu. Nejčastěji zvolenými odpověďmi byly vápník, který uvedlo 72 % respondentů a fluor, označený 71 % dotazovanými viz graf č. 9.



**Graf 9** Výběr minerálních látek působících protektivně proti zubnímu kazu

Z grafu č. 10 je zřejmé, že více než polovina respondentů spíše souhlasila s tím, že potraviny bohaté na vápník působí protektivně proti vzniku zubního kazu. 19 % respondentů bylo o této skutečnosti dokonce přesvědčeno. Pouze 3 % respondentů s tvrzením nesouhlasilo vůbec.

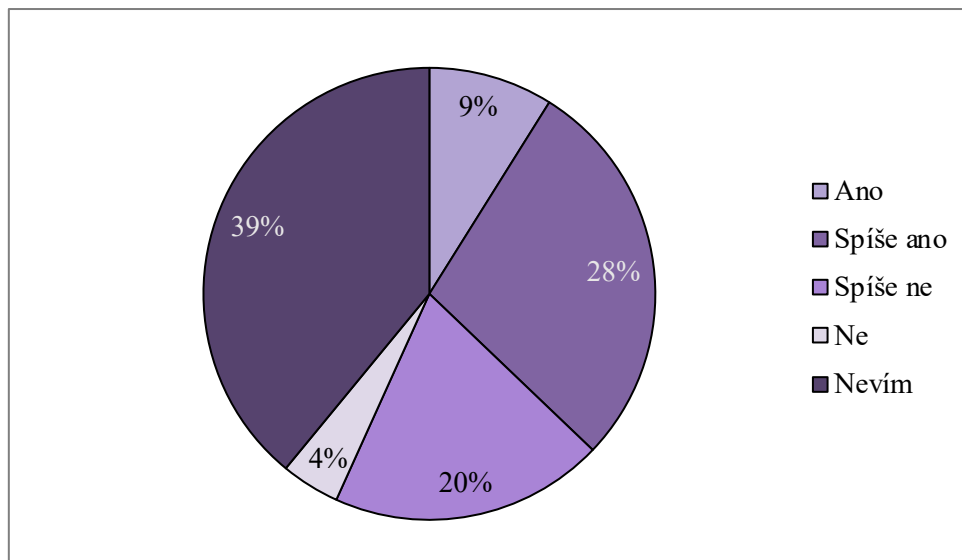
Na základě otázky č. 8 lze částečně ověřit hypotézu č. 3: „**Alespoň třetina populace ví, že pravidelná konzumace potravin bohatých na vápník a fosfor, jako jsou např. mléčné výrobky, snižuje riziko vzniku zubního kazu.**“ Z grafu č. 10 je patrné, že kdybychom brali v potaz odpovědi „Ano“ i „Spíše ano“, hypotéza by **byla potvrzena**, jelikož by takto odpovědělo více než 70 % respondentů. V případě, že bychom hypotézu vyhodnocovali výhradně na základě odpovědi „Ano“, hypotéza by **potvrzena nebyla**, jelikož takto odpovědělo pouze 19 % dotazovaných.



**Graf 10** Povědomí o protektivním vlivu potravin bohatých na vápník proti zubnímu kazu

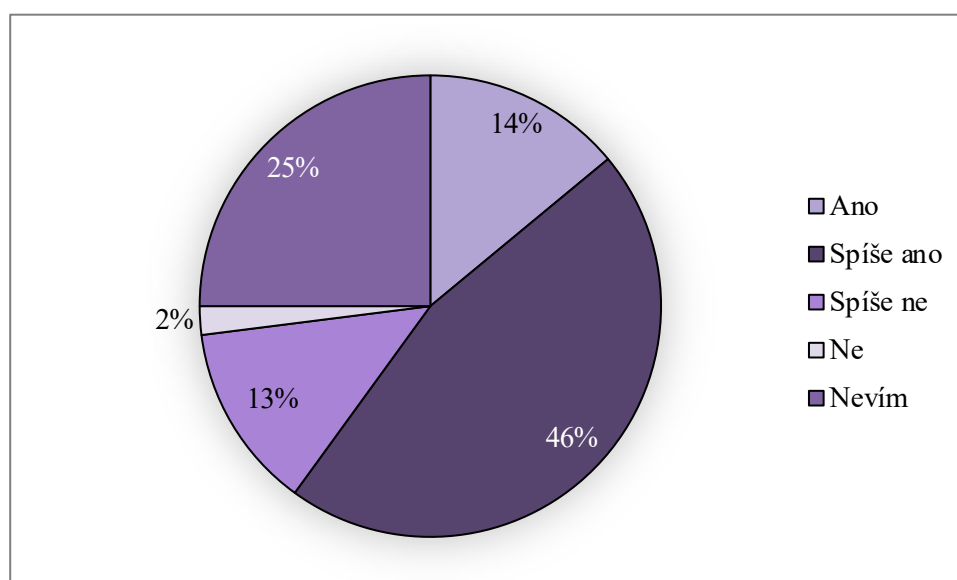
V grafu č. 11 je zobrazeno vyhodnocení reakce respondentů na tvrzení, že potraviny bohaté na fosfor působí protektivně proti vzniku zubního kazu. Více než 1/3 respondentů označila odpověď „Nevím“. 28 % dotazovaných s tímto tvrzením spíše souhlasilo. Pouze 4 % dotazovaných s ním nesouhlasilo vůbec.

Otázka č. 8 byla podkladem pro ověření 2. části hypotézy č. 3: „**Alespoň třetina populace ví, že pravidelná konzumace potravin bohatých na vápník a fosfor, jako jsou např. mléčné výrobky, snižuje riziko vzniku zubního kazu.**“ Pokud bychom sečetli odpovědi „Ano“ a „Spíše ano“, hypotéza by **byla potvrzena**, neboť jednu z těchto dvou odpovědí zvolilo 37 % respondentů. Pokud bychom brali v potaz výhradně odpověď „Ano“, hypotéza by **potvrzena nebyla**, jelikož tuto odpověď označilo pouze 19 % respondentů.



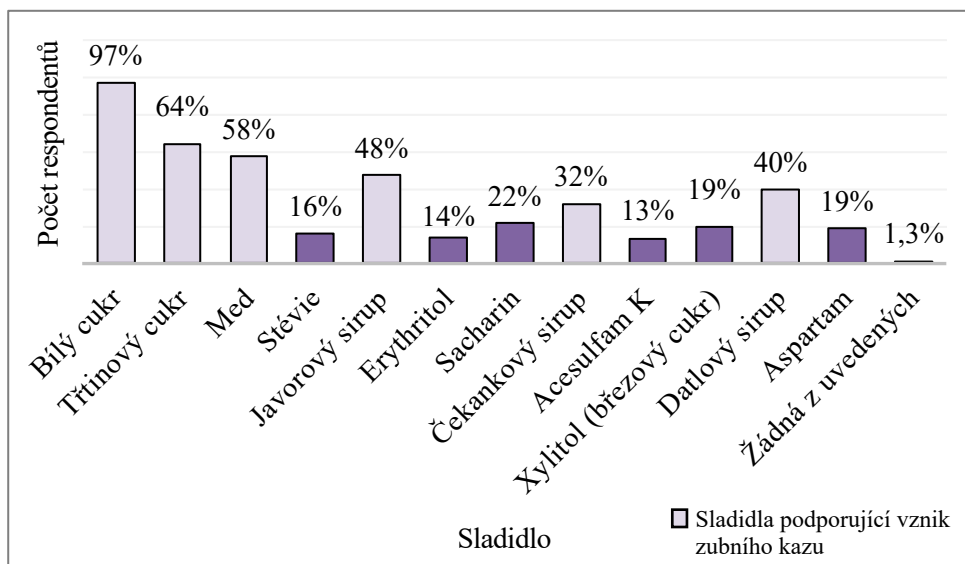
**Graf 11** Povědomí o protektivním vlivu potravin bohatých na fosfor proti zubnímu kazu

V grafu č. 12 je znázorněno komplexní vyhodnocení hypotézy č. 3: „**Alespoň třetina populace ví, že pravidelná konzumace potravin bohatých na vápník a fosfor, jako jsou např. mléčné výrobky, snižuje riziko vzniku zubního kazu.**“ Testování lze provést na základě odpovědí na otázky č. 8 a 9. Pro ověření hypotézy byla data z obou otázek vyfiltrována a sjednocena dle toho, zda respondent odpověděl na obě otázky stejně. Z grafu č. 12 je zřejmé, že v případě, že bychom sečetli zastoupení odpovědí „Ano“ a „Spíše ano“, hypotéza by **byla potvrzena**, jelikož jednu z těchto odpovědí zvolilo 60 % respondentů. Pokud bychom hypotézu ověřovali pouze na základě odpovědi „Ano“, hypotéza **by potvrzena nebyla**, neboť takto odpovědělo pouze 14 % dotazovaných.



**Graf 12** Povědomí o protektivním vlivu potravin bohatých na vápník a fosfor proti zubnímu kazu

Na grafu č. 13 je znázorněn postoj populace ke sladidlům a jejich potencionálnímu vlivu na vznik zubního kazu. Téměř všichni respondenti (97 %) uvedli, že na tvorbě zubního kazu se podílí bílý cukr. 64 % dotazovaných vybralo třtinový cukr a 58 % dotazovaných zvolilo med. Téměř ½ respondentů uvedla jako odpověď javorový sirup. Nejméně volenými odpověďmi byla stévie, přesněji steviol-glykosidy (16 %), erythritol (14 %) a acesulfam K (13 %).

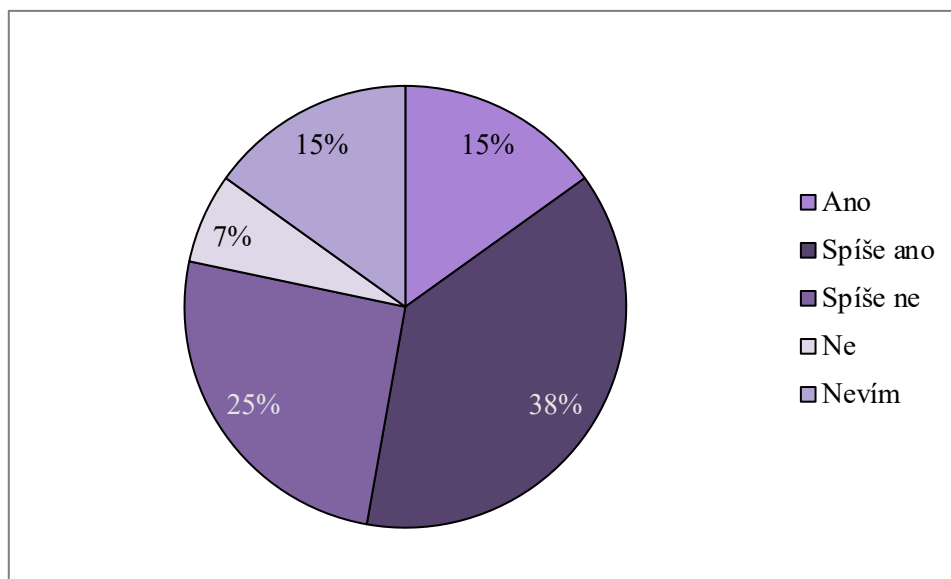


**Graf 13** Výběr sladidel podporujících tvorbu zubního kazu

Z výsledků zobrazených v grafu č. 14 je patrné, že více než 1/3 respondentů spíše souhlasila s tvrzením, že používáním náhradních sladidel lze snížit tvorbu zubního kazu. 25 % respondentů uvedlo, že s tímto tvrzením spíše nesouhlasí. Pouze 7 % respondentů s tímto tvrzením nesouhlasilo.

Na základě otázky č. 11 lze ověřit hypotézu č. 2: **Alespoň třetina populace ví, že náhradní sladidla, sloužící jako alternativa klasického cukru, mohou přispět ke snížení tvorby zubního kazu.** Z grafu č. 14 vyplývá, že pokud bychom brali v potaz odpověď „Ano“ i „Spíše ano“, **byla by tato hypotéza potvrzena**, jelikož jednu z těchto odpovědí zvolilo přes 50 % dotazovaných. V případě, že bychom hypotézu ověřovali pouze na základě odpovědi „Ano“, hypotéza by **potvrzena nebyla**, neboť takto odpovědělo necelých 26 % respondentů.





**Graf 14** Povědomí o využití náhradních sladidel pro snížení rizika zubního kazu

## 5.2 Testování hypotéz na základě demografických údajů

Stanovené hypotézy byly dále statisticky testovány, a to na základě demografických údajů respondentů, zahrnujících pohlaví, věk a nejvyšší dosažené vzdělání. Na úvod je nezbytné podotknout, že rozložení respondentů v jednotlivých kategoriích nebylo rovnoměrné, tzn. nebyl stejný počet dat pro všechny skupiny respondentů.

Použitý chí-kvadrát test byl zvolen na základě počtu proměnných (2 nebo 3). U všech testů nezávislosti byly nastaveny stejné podmínky:

- 1)  $H_0$ : Neexistuje statisticky významný rozdíl mezi závislostmi.  
 $H_1$ : Existuje statisticky významný rozdíl mezi závislostmi.
- 2) Hladina významnosti  $\alpha = 0,05$
- 3) Volba testu:
  - a) chí-kvadrát test pro asociační tabulku (2x2)
  - b) chí-kvadrát test pro kontingenční tabulku (3x2 a více)

### 5.2.1 Pohlaví

Respondenti byli rozděleni do dvou skupin na základě pohlaví – žena a muž. Data byla taktéž rozřazena do dvou skupin dle odpovědí, na skupinu č. 1 – „Ano“, do které byly zahrnuty odpovědi „Ano“ a „Spíše ano“ a skupinu č. 2 – „Ne“, do které byly zahrnuty odpovědi „Spíše ne“ a „Ne“.

**Hypotéza č. 1: „Většina populace má povědomí o tom, že způsob stravování má vliv na vznik zubního kazu.“**

Výsledky byly zpracovány na základě odpovědí na otázku č. 4 viz tab. 8. Ze statistického hodnocení vyplývá, že **neexistoval významný rozdíl** mezi povědomím o vlivu stravování na vznik zubního kazu a pohlavím ( $p = 0,31$ ).

**Tabulka 8** Vliv pohlaví na povědomí o tom, že způsob stravování má vliv na vznik zubního kazu

Pohlaví	Ano/Spíše ano	Spíše ne/Ne	Celkem
Žena	594	67	661
Muž	72	5	77

**Hypotéza č. 2: „Alespoň třetina populace ví, že náhradní sladidla, sloužící jako alternativa klasického cukru, mohou přispět ke snížení tvorby zubního kazu.“**

Výsledky byly zpracovány na základě odpovědí na otázku č. 11 viz tab. 9. Ze statistického hodnocení vyplývá, že **neexistoval významný rozdíl** mezi povědomím o tom, že náhradní sladidla, sloužící jako alternativa klasického cukru, mohou přispět ke snížení tvorby zubního kazu a pohlavím ( $p = 0,60$ ).

**Tabulka 9** Vliv pohlaví na povědomí o tom, že náhradní sladidla, sloužící jako alternativa klasického cukru, mohou přispět ke snížení tvorby zubního kazu

Pohlaví	Ano/Spíše ano	Spíše ne/Ne	Celkem
Žena	355	219	574
Muž	43	23	66

**Hypotéza č. 3: „Alespoň třetina populace ví, že pravidelná konzumace potravin bohatých na vápník a fosfor, jako jsou např. mléčné výrobky, snižuje riziko vzniku zubního kazu.“**

Výsledky byly zpracovány na základě odpovědí na otázku č. 8 a 9 viz tab. 10. Pro vyhodnocení byla data z obou otázek vyfiltrována a sjednocena dle toho, zda respondent odpověděl na obě otázky stejně, ať už kladně či záporně. Ze statistického hodnocení vyplývá, že **existoval významný rozdíl** mezi povědomím o vlivu pravidelné konzumace potravin bohatých na vápník a fosfor, jako jsou např. mléčné výrobky, na snížení rizika vzniku zubního kazu a pohlavím ( $p = 0,02$ ).

**Tabulka 10** Vliv pohlaví na povědomí o tom, že pravidelná konzumace potravin bohatých na vápník a fosfor, jako jsou např. mléčné výrobky, snižuje riziko vzniku zubního kazu

Pohlaví	Ano/Spíše ano	Spíše ne/Ne	Celkem
Žena	157	40	197
Muž	21	13	34

### 5.2.2 Věk

Respondenti byli rozděleni do tří věkových skupin – do 25 let, 26-45 let a nad 45 let. Data byla rozřazena do dvou skupin dle odpovědí, na sk. č. 1 – „Ano“, do které byly zahrnuty odpovědi „Ano“ a „Spíše ano“ a sk. č. 2. – „Ne“, do které byly zahrnuty odpovědi „Spíše ne“ a „Ne“.

**Hypotéza č. 1: „Většina populace má povědomí o tom, že způsob stravování má vliv na vznik zubního kazu.“**

Výsledky byly zpracovány na základě odpovědí na otázku č. 4 viz tab. 11. Ze statistického hodnocení vyplývá, že **neexistoval významný rozdíl** mezi povědomím o vlivu stravování na vznik zubního kazu a věkem ( $p = 0,11$ ).

**Tabulka 11** Vliv věku na povědomí o tom, že způsob stravování má vliv na vznik zubního kazu

Věk	Ano/Spíše ano	Spíše ne/Ne	Celkem
Do 25 let	116	6	122
26-45 let	444	51	495
Nad 45 let	106	15	121

**Hypotéza č. 2: „Alespoň třetina populace ví, že náhradní sladidla, sloužící jako alternativa klasického cukru, mohou přispět ke snížení tvorby zubního kazu.“**

Výsledky byly zpracovány na základě odpovědí na otázku č. 11 viz tab. 12. Ze statistického hodnocení vyplývá, že **neexistoval významný rozdíl** mezi povědomím o tom, že náhradní sladidla, sloužící jako alternativa klasického cukru, mohou přispět ke snížení tvorby zubního kazu a věkem ( $p = 0,08$ ).

**Tabulka 12** Vliv věku na povědomí o tom, že náhradní sladidla, sloužící jako alternativa klasického cukru, mohou přispět ke snížení tvorby zubního kazu

Věk	Ano/Spíše ano	Spíše ne/Ne	Celkem
Do 25 let	74	29	103
26-45 let	264	171	435
Nad 45 let	60	42	102

**Hypotéza č. 3: „Alespoň třetina populace ví, že pravidelná konzumace potravin bohatých na vápník a fosfor, jako jsou např. mléčné výrobky, snižuje riziko vzniku zubního kazu.“**

Výsledky byly zpracovány na základě odpovědí na otázku č. 8 a 9 viz tab. 13. Pro vyhodnocení byla data z obou otázek vyfiltrována a sjednocena dle toho, zda respondent odpověděl na obě otázky stejně, ať už kladně či záporně. Ze statistického hodnocení vyplývá, že **neexistoval významný rozdíl** mezi povědomím o vlivu pravidelné konzumace potravin

bohatých na vápník a fosfor, jako jsou např. mléčné výrobky, na snížení rizika vzniku zubního kazu a věkem ( $p = 0,12$ ).

**Tabulka 13** Vliv pohlaví na povědomí o tom, že pravidelná konzumace potravin bohatých na vápník a fosfor, jako jsou např. mléčné výrobky, snižuje riziko vzniku zubního kazu

Věk	Ano/Spíše ano	Spíše ne/Ne	Celkem
Do 25 let	32	5	37
26-45 let	115	37	152
Nad 45 let	31	4	35

### 5.2.3 Nejvyšší dosažené vzdělání

Respondenti byli rozděleni do dvou skupin dle nejvyššího dosaženého vzdělání – základní škola + střední škola (ZŠ + SŠ) a vyšší odborná škola + vysoká škola (VOŠ + VŠ). Data byla rozřazena do dvou skupin dle odpovědí, na sk. č. 1 – „Ano“, do které byly zahrnuty odpovědi „Ano“ a „Spíše ano“ a sk. č. 2. – „Ne“, do které byly zahrnuty odpovědi „Spíše ne“ a „Ne“.

**Hypotéza č. 1: „Většina populace má povědomí o tom, že způsob stravování má vliv na vznik zubního kazu.“**

Výsledky byly zpracovány na základě odpovědí na otázku č. 4 viz tab. 14. Ze statistického hodnocení vyplývá, že **neexistoval významný rozdíl** mezi povědomím o vlivu stravování na vznik zubního kazu a nejvyšším dosaženým vzděláním ( $p = 0,55$ ).

**Tabulka 14** Vliv vzdělání na povědomí o tom, že způsob stravování má vliv na vznik zubního kazu

Vzdělání	Ano/Spíše ano	Spíše ne/Ne	Celkem
ZŠ + SŠ	411	47	458
VOŠ + VŠ	255	25	280

**Hypotéza č. 2: „Alespoň třetina populace ví, že náhradní sladidla, sloužící jako alternativa klasického cukru, mohou přispět ke snížení tvorby zubního kazu.“**

Výsledky byly zpracovány na základě odpovědí na otázku č. 11 viz tab. 15. Ze statistického hodnocení vyplývá, že **neexistoval významný rozdíl** mezi povědomím o tom, že náhradní sladidla, sloužící jako alternativa klasického cukru, mohou přispět ke snížení tvorby zubního kazu a nejvyšším dosaženým vzděláním ( $p = 0,90$ ).

**Tabulka 15** Vliv pohlaví na povědomí o tom, že náhradní sladidla, sloužící jako alternativa klasického cukru, mohou přispět ke snížení tvorby zubního kazu

Vzdělání	Ano/Spíše ano	Spíše ne/Ne	Celkem
ZŠ + SŠ	243	149	392
VOŠ + VŠ	155	93	248

**Hypotéza č. 3: „Alespoň třetina populace ví, že pravidelná konzumace potravin bohatých na vápník a fosfor, jako jsou např. mléčné výrobky, snižuje riziko vzniku zubního kazu.“**

Výsledky byly zpracovány na základě odpovědí na otázku č. 8 a 9 viz tab. 16. Pro vyhodnocení byla data z obou otázek vyfiltrována a sjednocena dle toho, zda respondent odpověděl na obě otázky stejně, ať už kladně či záporně. Ze statistického hodnocení vyplývá, že **neexistoval významný rozdíl** mezi povědomím o vlivu pravidelné konzumace potravin bohatých na vápník a fosfor, jako jsou např. mléčné výrobky, na snížení rizika vzniku zubního kazu a nejvyšším dosaženým vzděláním ( $p = 0,62$ ).

**Tabulka 16** Vliv vzdělání na povědomí o tom, že pravidelná konzumace potravin bohatých na vápník a fosfor, jako jsou např. mléčné výrobky, snižuje riziko vzniku zubního kazu

Vzdělání	Ano/Spíše ano	Spíše ne/Ne	Celkem
ZŠ + SŠ	104	25	129
VOŠ + VŠ	74	21	95

### 5.3 Leták s výživovými doporučeními

Na základě získaných informací a analýzy zjištěných dat byly identifikovány zásadní informace a doporučení v oblasti vhodné výživy pro zachování ústního zdraví. Tato data byla graficky zpracována do formy informačního letáku, navrženého k využití v ordinacích zubních lékařů a dentálních hygienistek. Leták obsahuje stěžejní informace a výživová doporučení pro prevenci zubního kazu, vzor letáku viz příloha II.

## 6 Diskuze

Hlavním cílem práce bylo zjistit povědomí české populace o vlivu stravování na vznik zubního kazu. Tato problematika je velmi aktuální, jelikož moderní společnost stále více dbá na prevenci zubních problémů a hledá způsoby, jak jim předcházet. Právě výživa patří mezi jeden z faktorů podílejících se na procesu vzniku zubního kazu, takže je možné s ní pracovat i v rámci jeho prevence, což bylo důvodem pro zpracování této diplomové práce.

Bylo zjišťováno vnímání výživy ve vztahu k zubnímu kazu, tzn. zda si respondenti uvědomují souvislost mezi těmito dvěma jevy. Z výsledků vyplývá, že 88 % respondentů považuje výživu za faktor podílející se na vzniku zubního kazu, čímž byla potvrzena hypotéza, že většina populace má povědomí o tom, že způsob stravování má vliv na vznik zubního kazu.

Výsledky testování první hypotézy na základě demografických údajů ukázaly, že neexistovala významná závislost mezi povědomím o vlivu výživy na vznik zubního kazu a pohlavím a věkem. Bylo však prokázáno, že existuje významná, ač slabá závislost, mezi povědomím o vlivu výživy na vznik zubního kazu a nejvyšším dosaženým vzděláním dotazovaných. Tyto výsledky jsou v souladu se zjištěními studie provedené autory Sachdev et al. (2020), kteří testovali roli znalostí orální hygieny, výživy a socio-ekologických faktorů při tvorbě zubního kazu u žen s nízkými příjmy ve Spojených státech amerických. V jejich případě se znalosti vlivu výživy na vznik zubního kazu významně lišily dle ročního příjmu domácnosti, přičemž osoby v nižších příjmových kategoriích vykazovaly nižší znalosti ve srovnání s vyššími příjmovými skupinami. Příjmové kategorie domácností byly ve studii posuzovány dle tzv. federální hranice chudoby (FPL), kdy v roce 2018 byla ve Spojených státech amerických stanovena hodnota FPL \$25,100 pro čtyřčlennou rodinu. Ve studii byly osoby s příjmem <200 % FPL zařazeny do kategorie s nízkými příjmy.

Badrasawi et al. (2020) zjišťovali povědomí o výživě a orálním zdraví u pacientů zubních ordinací v Palestině. Ačkoliv z výsledků jejich studie vyplývá, že respondenti měli povědomí o vlivu stravy na orální zdraví, jejich průměrné skóre znalostí v oblasti výživy souvisejících s orálním zdravím bylo nedostatečné. S tvrzením, že konzumace cukrovinek a džusů obsahujících náhradní sladidla snižuje tvorbu zubního kazu, nesouhlasilo 76 % respondentů a 59 % dotazovaných si nemyslelo, riziko vzniku zubního kazu lze redukovat žvýkáním žvýkaček bez cukru. Rovněž studie provedená mezi studenty výživy a dietetiky v Indii poukázala na neuspokojivé znalosti výživy v souvislosti s orálním zdravím mezi těmito studenty. Na základě dotazníkového šetření bylo zjištěno, že 96 % z těchto studentů nevědělo, že sacharóza je nejvíce kariogenní sacharid, a 94 % dotazovaných nepovažovalo mléko a sýr za potraviny působící protektivně proti vzniku zubního kazu (Bapat et al. 2016). Szatko et al. (2004) ve své studii hodnotili nejen zubní zdraví polských tříletých dětí, ale zkoumali také znalosti jejich matek, týkající se ústního zdraví, návyků a úrovně vzdělání a ověřovali, zda tyto znalosti ovlivnily stadium zubního kazu u jejich dětí. Zjistili, že z celkového počtu 1114 matek že polské matky postrádaly znalosti o výživě, což nepříznivě ovlivnilo zdraví ústní dutiny jejich dětí.

Přestože bylo potvrzeno, že většina populace si vztah mezi výživou a zubním kazem uvědomuje, je zřejmé, že existuje určitá část populace, která může mít v této oblasti omezené či nedostatečné znalosti. Z tohoto důvodu je nezbytné i nadále na toto téma upozorňovat,

a to např. prostřednictvím prováděním osvět a vzdělávání v oblasti výživy a jejího vlivu na zdraví dutiny ústní, což může vést k celkovému zlepšení nejen ústního zdraví populace.

Dnes již víme o škodlivých účincích nadměrné konzumace především jednoduchých sacharidů na lidské zdraví, a to včetně ústního. Náhradní sladidla nabízejí jednu z možností, jak příjem těchto sacharidů snížit. Jejich benefitem není pouze to, že činí pokrmy méně kalorickými. Jejich implementací do jídelníčku je možné snížit také riziko vzniku zubního kazu (Gupta 2018). Z tohoto důvodu bylo žádoucí zjistit, do jaké míry je společnost informována o potencionálních přínosech náhradních sladidel a jejich využití v prevenci zubního kazu.

Z výsledků této práce dále vyplývá, že pouze 53 % respondentů se domnívá nebo ví o tom, že používáním náhradních sladidel lze snížit tvorbu zubního kazu, což svědčí o nedostatečném povědomí v této oblasti. S těmito zjištěními se shodují výsledky studie provedené v Indii autory Bapat et al. (2016), kteří zjistili, že s protektivním účinkem náhradních sladidel proti zubnímu kazu nesouhlasilo 97 % respondentů. Naopak autoři Gowdar et al. (2021) ve své studii provedené mezi populací Saudské Arábie zjistili, že téměř 62 % respondentů souhlasilo s tím, že náhradní sladidla snižují vznik zubního kazu. Výsledky studie autorů Smith et al. (2019), provedené v několika zubních klinikách v okolí oblasti Memphis (Tennessee), prokázaly, že 47 % rodičů dětí s vysokým rizikem zubního kazu by využilo v jeho prevenci přírodní náhradní sladidla. Výsledky této studie také ukázaly, že neexistovala významná závislost mezi povědomím o protektivním účinku náhradních sladidel na vznik zubního kazu a pohlavím, věkem ani nejvyšším dosaženým vzděláním.

Výsledky práce zároveň ukázaly, že neexistuje významná závislost mezi povědomím o protektivním účinku pravidelné konzumace potravin bohatých na vápník a fosfor na vznik zubního kazu a pohlavím, věkem ani nejvyšším dosaženým vzděláním. Na základě výsledků lze usoudit, že tato informace je populaci všeobecně známa, aniž by bylo nutné brát ohled na demografické rysy.

Více než 70 % účastníků této studie se domnívá, že potraviny bohaté na vápník a fosfor, jako jsou např. mléčné výrobky, mohou působit protektivně proti vzniku zubního kazu. Badrasawi et al. (2020) došli k podobným výsledkům, kdy s ochranným účinkem mléčných výrobků souhlasilo 84 % účastníků studie provedené mezi pacienty zubních ordinací v Palestině. Důvodem může být časté doporučování mléčných výrobků odborníky pro udržení zubního zdraví, a to právě díky jejich vysokému obsahu vápníku, nikoliv kvůli obsahu bioaktivních sloučenin a polypeptidů majících karioprotektivní účinek. Naproti tomu Bapat et al. (2016) ve své studii, jejíž cílem bylo zhodnotit znalosti o vlivu stravy na zdraví dutiny ústní u studentů výživy a dietetiky v Indii, zjistili, že téměř 94 % respondentů s protektivními účinky mléka a sýrů proti vzniku zubního kazu nesouhlasí. Sýr však stimuluje sekreci slin a zvyšuje koncentraci vápníku v plaku. Studie provedená Telgi et al. (2013) ukázala, že právě po konzumaci sýra došlo ke zvýšení pH v plaku po 30 minutách, což je dříve v porovnání s jinými mléčnými výrobky. Jiné studie navíc připisují antikariogenní vlastnosti mléka přítomnosti kaseinu, vápníku a fosfátu. Ty pomáhají při remineralizaci demineralizovaného povrchu skloviny (Bapat et al. 2016).

Velká část respondentů správně zařazuje potraviny, jako jsou mléčné výrobky a potraviny a nápoje bez přidaného cukru, jako bezpečné z hlediska snížení rizika vzniku zubního kazu. Mnoho dotazovaných se také domnívá, že protektivní účinek na zubní zdraví může mít také zelenina. Zelenina je v souvislosti se zdravím všeobecně považována za velmi prospěšnou,

a proto jí řada respondentů může přisuzovat blahodárné účinky také na zuby. K tomuto názoru může přispět i její nízký obsah sacharidů, které jsou, jak již bylo uvedeno, jedním z faktorů zodpovědných za vznik zubního kazu. Mnoho odborných zdrojů proto doporučuje snížit spotřebu přidaných cukrů a nahradit je čerstvým ovocem, zeleninou a škrobovými potravinami (Murray 2003).

Jak bylo očekáváno, pouze malé množství respondentů považuje jako protektivní v souvislosti se vznikem zubního kazu čokoládu (87 %), bonbóny (85 %), limonády slazené cukrem (83 %), zmrzlinu (66 %) a snídaňové cereálie (38 %). Ba naopak potraviny tohoto typu zařazují mezi ty, které mohou vznik zubního kazu podporovat, jelikož obsahují vysoké množství přidaných cukrů. K těmto výsledkům dospěl i Badrasawi et al. (2020) ve své studii na pacientech v Palestině, kdy přes 88 % respondentů souhlasilo s tím, že cukr je zodpovědný za tvorbu zubního kazu. Tyto výsledky svědčí o znalosti a informovanosti populace o výběru vhodných potravin pro udržení zubního zdraví.

Více než 70 % respondentů považovalo fluor za důležitou minerální látku pro prevenci zubního kazu. V případě studie provedené autory Bapat et al. (2016) se jednalo dokonce o více než 93 % respondentů. K odlišným výsledkům v podobné studii prováděné v Bengaluru došel Bhat et al. (2012), kdy se pouze 13 % účastníků studie domnívalo, že fluorid chrání před zubním kazem. Fluor je známý pro svůj obsah v zubních pastách a ústních vodách. Jeho účinek spočívá v inhibici procesu demineralizace a poklesu pH plaku pod kritickou hodnotu (Nassar & Brizuela 2024).

Z běžně používaných sladidel byl za nejvíce rizikový pro vznik zubního kazu označen bílý a třtinový cukr a med, dále také javorový a datlový sirup. Tato sladidla jsou obsahují vysoký obsah jednoduchých sacharidů, které mohou být snadno metabolizovány ústními bakteriemi na organické kyseliny, zodpovědné za poškození zubní skloviny a tvorbu kavitací (zubní kaz) (Hujoel et al. 2017). Předchozí studie provedené autory Moynihan (2016) a Sheiham & James (2015) prokázaly, že cukry hrají hlavní roli při vzniku zubního kazu.

Čekankový sirup vnímá jako kariogenní přes 32 % dotazovaných. Ve skutečnosti je však za jeho sladkou chuť zodpovědný inulin, typ rozpustné vlákniny a sacharidový polymer, který sám o sobě sladký není, ale může aktivovat sladké receptory na jazyku. Ačkoliv v porovnání s běžným cukrem obsahuje menší množství jednoduchých sacharidů, což ho činí méně rizikovým z hlediska tvorby zubního kazu, není zcela nekariogenní a vždy je třeba brát v úvahu zkonsumované množství (Konde 2022).

Náhradní sladidla, jako je sacharin, xylitol, aspartam, steviol-glykosidy, erythritol a acesulfam K, byla za riziková z hlediska vzniku zubního kazu označena poměrně menší částí respondentů než „klasická“ sladidla. Například steviol-glykosidy považuje za kariogenní 16 % respondentů, erythritol 14 % respondentů a acesulfam K 13 % respondentů. Studie cílené na xylitol provedené v Rusku, Maďarsku a Estonsku prokázaly, že xylitol je nekariogenní sladidlo. Dále bylo na základě studií xylitolu ve žvýkačkách prokázáno, že použití xylitolu pomáhá v prevenci zubního kazu. Z výsledků studie zaměřené na znalosti, postoj a zkušenosti týkající se náhradních sladidel a ústních onemocnění u diabetiků v Indii však vyplývá, že až 32 % populace věřilo, že umělá sladidla mohou způsobit zubní kaz stejně jako sacharóza. 47 % účastníků studie se dokonce domnívalo, že mohou způsobit také onemocnění dásní a parodontu (Indra & Maragathavalli 2021). Studie *in vitro* provedená v Indii na základě náhradních sladidel, jako je sacharin, aspartam a sukralóza, prokázala jejich antimikrobiální



účinek při působení proti bakteriím *Porphyromonas gingivalis* a *Agregatibacter actinomycetemcomitans*, zodpovědných za onemocnění parodontu (Prashant et al. 2012).

Výsledky práce přinesly důležité poznatky týkající se informovanosti veřejnosti v České republice o vztahu mezi výživou a zubním kazem. Zjištěná data naznačují, že i přes rozmanitost informací a názorů, existuje určitá míra povědomí o vlivu různých potravin na vznik zubního kazu. I přes to je nezbytné apelovat na osvětu a další vzdělávání populace v oblasti správné výživy a jejího významu pro zubní zdraví, a tím upozorňovat na tuto problematiku. Zjištěná data mohou tvořit základ nejen pro budoucí studie, ale i zavedení dalších preventivních opatření zaměřených na výživu v boji proti zubnímu kazu a zachování ústního zdraví. Zároveň je nezbytné brát v potaz individuální přístup každého jedince k výživě a ústnímu zdraví a nadále zkoumat faktory, které mohou mít vliv na jejich rozhodování. Ačkoliv byly k analýze dat z dotazníkového šetření použity statistické metody, zajišťující objektivní a kvantifikovatelné vyhodnocení dat, je třeba brát v potaz fakt, že někteří respondenti mohli poskytnout nepřesné nebo zkreslené odpovědi, což mohlo ovlivnit reprezentativnost výsledků.

## 7 Závěr

Cílem diplomové práce bylo shrnout informace o vztahu mezi výživou a zubním kazem a prověřit povědomí populace o této problematice. Práce byla zaměřena na různé složky potravy a stravovací návyky, jež mohou přispět k tvorbě nebo být naopak využity v prevenci zubního kazu.

Na základě provedené rešerše bylo zjištěno, že výživa má na zubní zdraví velký vliv. Pravidelná konzumace zejména potravin a nápojů bohatých na jednoduché cukry zvyšuje riziko vzniku zubního kazu. Důležitá je však také frekvence konzumace těchto potravin. Potraviny a nápoje obsahující vysoké množství kyselin jsou z hlediska zubního zdraví nebezpečné, jelikož mohou podporovat vznik zubní eroze. Zároveň však existuje velké množství potravin, které mají schopnost zubní tkáň před vznikem zubního kazu chránit, a dokonce je posilovat. Mezi tyto potraviny patří především mléčné výrobky, obsahující vápník a fosfor, potraviny a nápoje s nízkým obsahem jednoduchých cukrů nebo potraviny bohaté na antioxidanty, jako je čaj a káva a mnoho dalších. Dalším přínosným poznatkem byla možnost využití náhradních sladidel místo klasického cukru v prevenci zubního kazu, jelikož nemohou být metabolizována ústními bakteriemi na organické kyseliny, které jsou za zubní kaz zodpovědné.

Z výsledků praktické části této práce vyplývá, že 88 % respondentů má povědomí o vlivu výživy na vznik zubního kazu. Zároveň bylo zjištěno, že neexistuje významná závislost mezi pohlavím, věkem ani úrovní nejvyššího dosaženého vzdělání a povědomím populace o vztahu mezi výživou a zubním kazem. Výsledky práce také naznačují, že protektivní účinek náhradních sladidel na vznik zubního kazu si uvědomuje pouze 53 % respondentů. Neexistuje však významná závislost mezi pohlavím, věkem ani úrovní nejvyššího dosaženého vzdělání a informovaností veřejnosti o protektivním účinku náhradních sladidel na vznik zubního kazu. Významná závislost byla zjištěna pouze mezi povědomím populace o protektivním účinku pravidelné konzumace potravin bohatých na vápník a fosfor na vznik zubního kazu a pohlavím, v případě věku a nejvyššího dosaženého vzdělání tato závislost zjištěna nebyla. Výsledky práce ukazují, že o ochranném účinku vápníku a fosforu proti zubnímu kazu má povědomí 60 % respondentů.

Na závěr lze konstatovat, že výživa je faktorem ovlivňujícím tvorbu zubního kazu. Pestrá strava bohatá na důležité vitaminy a minerální látky a redukce potravin obsahující vysoké množství jednoduchých sacharidů a kyselin může přispět k udržení zubního zdraví a snížení rizika vzniku zubního kazu. Ačkoliv bylo zjištěno, že populace obecně měla povědomí, že výživa má vliv na vznik zubního kazu, konkrétnější znalosti u většiny respondentů chyběly, např. v případě potravin, které mohou podporovat vznik zubního kazu. Z tohoto důvodu by bylo vhodné provádět v oblasti vztahu výživy vzhledem k zubnímu zdraví cílenější osvětu.

## 8 Literatura

- Abduweli Uyghurturk D, Goin DE, Martinez-Mier EA, Woodruff TJ, DenBesten PK. 2020. Maternal and fetal exposures to fluoride during mid-gestation among pregnant women in northern California. *Environmental Health* (32248806) DOI: 10.1186/s12940-020-00581-2.
- Al-Joburi W, Clark C, Fisher R. 1991. A comparison of the effectiveness of two systems for the prevention of radiation caries. *Clinical Preventive Dentistry* **13**(5):15–19.
- Andrysiak-Karminińska K, Hoffmann-Przybylska A, Przybylski P, Witkowska Z, Walicka E, Borysewicz-Lewicka M, Gregorczyk-Maga I, Rahnama M, Gerreth K, Opydo-Szymaczek J. 2022. Factors Affecting Dental Caries Experience in 12-Year-Olds, Based on Data from Two Polish Provinces. *Nutrients* **14**(9) (1948) DOI: 10.3390/nu14091948.
- Anil S, Anand PS. 2017. Early Childhood Caries: Prevalence, Risk Factors, and Prevention. *Frontiers in Pediatrics* **5**:157.
- Ashwell M. 2015. Stevia, Nature's Zero-Calorie Sustainable Sweetener. *Nutrition Today* **50**(3):129-134.
- Aslani A, Rostami F. 2015. Medicated chewing gum, a novel drug delivery system. *Journal of Research in Medical Sciences* **20**(4):403–411.
- Aune D, Giovannucci E, Boffetta P, Fadnes LT, Keum N, Norat T, Greenwood DC, Riboli E, Vatten LJ, Tonstad S. 2017. Fruit and vegetable intake and the risk of cardiovascular disease, total cancer and all-cause mortality-a systematic review and dose-response meta-analysis of prospective studies. *International Journal of Epidemiology* **46**(3):1029-1056.
- Badrasawi MMH, Hijjeh NH, Amer RS, Allan RM, Altamimi M. 2020. Nutrition Awareness and Oral Health among Dental Patients in Palestine: A Cross-Sectional Study. *International Journal of Dentistry* **2020**(9):1-11.
- Balappanavar AY, Sardana V, Singh M. 2013. Comparison of the effectiveness of 0.5% tea, 2% neem and 0.2% chlorhexidine mouthwashes on oral health: A randomised control trial. *Indian Journal of Dental Research* **24**(1): 26-34.
- Bapat S, Asawa K, Bhat N, Tak P, Gupta VV, Chaturvedi P, Saryani H, Shinde K. 2016. Assessment of dental nutrition knowledge among nutrition/dietetics students. *Journal of Clinical and Diagnostic Research* **10**(11):37-40.
- Basso A, Serban S. 2019. Industrial applications of immobilized enzymes – A review. *Molecular Catalysis* **479** (110607) DOI: 10.1016/j.mcat.2019.110607.
- Belitz HD, Grosch W, Schieberle PE. 2009. *Food chemistry*. 4. vyd. Berlin: Springer.
- Bhattacharya S. 2023. *Snack Foods*. Elsevier.
- Bowen WH, Pearson SK. 1993. Effect of milk on cariogenesis. *Caries Research* **27**:461-466.
- Bowen WH, Lawrence RA. 2005. Comparison of the cariogenicity of cola, honey, cow milk, human milk, and sucrose. *Pediatrics*. **116**(4):921–926.

- Bukhamseen F, Novotný L. 2014. Artificial sweeteners and sugar substitutes – some properties and potential health benefits and risks. *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences* **5**(1):638-649.
- Burt BA. 2006. The use of sorbitol-and xylitol-sweetened chewing gum in caries control. *The Journal of the American Dental Association* **137**(2):190-196.
- Cannell JJ et al. 2008. Cod liver oil, vitamin A toxicity, frequent respiratory infections, and the vitamin D deficiency epidemic. *Annals of Otology, Rhinology & Laryngology* **117**(11):864-870.
- Chaudhary SA, Shahiwala AF. 2010. Medicated chewing gum – a potential drug delivery system. *Expert Opin Drug Delivery* **7**(7):871–885.
- Chen L, Al-Bayatee S, Khurshid Z, Shavandi A, Brunton P, Ratnayake J. 2021. Hydroxyapatite in Oral Care Products—A Review. *Materials* (e4865) DOI: 10.3390/ma14174865.
- Chesters RK, Huntington E, Burchell CK, Stephen KW. 1992. Effect of oral care habits on caries in adolescents. *Caries Research* **26**(4):299-304.
- Clarkson JJ, McLoughlin J. 2000. Role of fluoride in oral health promotion. Online. *International Dental Journal* **50**(3):119-128.
- Colombo M, Dagna A, Moroni G, Chiesa M, Poggio C, Pietro-cola G. 2019. Effect of different protective agents on enamel erosion: An in vitro investigation. *Journal of Clinical and Experimental Dentistry* **11**(2) 113-138.
- Cummings JH, Stephen AM. 2007. Carbohydrate terminology and classification. *European Journal of Clinical Nutrition* **61**:5-18.
- Český statistický úřad. 2022. Na jednoho obyvatele připadlo loni v průměru více mléčných výrobků, masa, ovoce a zeleniny. Available from <https://www.czso.cz/csu/czso/na-jednoho-obyvatele-pripadlo-loni-v-prumeru-vice-mlecnych-vyrobku-masa-ovoce-a-zeleniny> (accessed February 2024).
- Český statistický úřad. 2023. Spotřeba potravin – 2022. Available from <https://www.czso.cz/csu/czso/spotreba-potravin-2022> (accessed February 2024).
- Daglia M, Tarsi R, Papetti A, Grisoli P, Dacarro C, Pruzzo C, Gazzani G. 2002. Antiadhesive effect of green and roasted coffee on *Streptococcus mutans*' adhesive properties on saliva-coated hydroxyapatite beads. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* **50**(5):1225-1229.
- de Jong-Lenters M, L'Hoir M, Polak E, Duijster D. 2019. Promoting parenting strategies to improve tooth brushing in children: design of a non-randomised cluster-controlled trial. *BMC Oral Health* **19**(1) (210) DOI: 10.1186/s12903-019-0902-6.
- de Oliveira LD, da Silva Brandão EH, Landucci LF, Koga-Ito CY, Jorge AOC. 2007. Effects of *Coffea arabica* on *Streptococcus mutans* adherence to dental enamel and dentine. *Brazilian Journal of Oral Sciences* **6**(23):1438-1441.

- DenBesten P, Li W. 2011. Chronic fluoride toxicity: dental fluorosis. *Monographs in Oral Science* **22**:81-96.
- Dodds MW. 2012. The oral health benefits of chewing gum. *Journal of the Irish Dental Association* **58**(5):253–261.
- dos Santos AP, Nadanovsky P, de Oliveira BH. 2013. A systematic review and meta-analysis of the effects of fluoride toothpastes on the prevention of dental caries in the primary dentition of preschool children. *Community Dentistry and Oral Epidemiology* **41**(1):1-12.
- Dostálová J. 2017. Sacharidy v potravinách. *Nutrition News* **5**:19-21.
- Durhan MA, Ozsalih S, Gokkaya B, Kulan PY, Kargul B. 2021. Caries Preventive Effects of Theobromine Containing Toothpaste on Early Childhood Caries: Preliminary Results. Online. *Acta Stomatologica Croatica* **55**(1):18-27.
- Edgar WM. Plaque assessments related to food cariogenicity. 1981. *Foods, Nutrition and Dental Health* 137-150.
- Edgar WM, Bowen WH, Amsbaugh S, Monell-Torrens E, Brunelle J. 1982. Effects of different eating patterns on dental caries in the rat. *Caries Research* **16**(5)384–389.
- EFSA. 2015. Scientific Opinion on Dietary Reference Values for fluoride. 2013. *EFSA Journal* **11**(8) (3332) DOI: 10.2903/j.efsa.2013.3332.
- EFSA. 2015. Scientific Opinion on Dietary Reference Values for calcium, 2015. *EFSA Journal* **13**(5) (4101) DOI: 10.2903/j.efsa.2015.4101.
- EFSA. 2015. Scientific Opinion on Dietary Reference Values for phosphorus. *EFSA Journal* **13**(7) (4185) DOI: 10.2903/j.efsa.2015.4185.
- EFSA. 2016. Dietary reference values for vitamin D. *EFSA Journal* **14**(10) (4547) DOI: 10.2903/j.efsa.2016.4547.
- Evropská komise. 2011. Nařízení Komise (EU) č. 1131/2011 ze dne 11. listopadu 2011, kterým se mění příloha II nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1333/2008, pokud jde o steviol-glykosidy. Pages 205-211 in *Úřední věstník Evropské unie* L 295. Lucembursko.
- Falster AU, Hashimoto K, Nakamoto T, Simmons WB. 1992. Physical examination of caffeine's effects on the enamel surface of first molar in new-born rats. *Archives of Oral Biology* **37**(2):111-118.
- Ferrazzano GF, Amato I, Ingenito A, De Natale A, Pollio A. 2009. Anti-cariogenic effects of polyphenols from plant stimulant beverages (cocoa, coffee, tea). *Fitoterapia* **80**(5):255-262.
- Gaasbeek A, Meinders AE. 2005. Hypophosphatemia: An update on its etiology and treatment. *The American Journal of Medicine* **118**(10):1094–1101.
- Gedalia I, Ben-Mosheh S, Biton J, Kogan D. 1994. Dental caries protection with hard cheese consumption. *The American Journal of Dentistry* **7**:331-332.

- George D, Bhat SS, Antony B. 2009. Comparative evaluation of the antimicrobial efficacy of Aloe vera tooth gel and two popular commercial toothpastes: An in vitro study. *General Dentistry* **57**:238-241.
- Gowdar IM, Aljuaid BK, Almasaad AI, Bamuqadm MA, Alfaifi TA, Alhoti AA. 2021. Awareness and Knowledge about Sugar Substitutes among Population in Riyadh Region. *Journal of Pharmacy and Bioallied Sciences* **13**(1):263-267.
- Gupta M. 2018. Sugar Substitutes: Mechanism, Availability, Current Use and Safety Concerns – An Update. *Open Access Macedonian Journal of Medical Sciences* **6**(10):1888-1894.
- Gupta P, Gupta N, Pawar AP, Birajdar SS, Natt AS, Singh HP. 2013. Role of Sugar and Sugar Substitutes in Dental Caries: A Review. *ISRN Dentistry* **2013** (519421) DOI: 10.1155/2013/519421.
- Hegde RJ, Thakkar JB. 2017. Comparative evaluation of the effects of casein phosphopeptide-amorphous calcium phosphate (CPP-ACP) and xylitol-containing chewing gum on salivary flow rate, pH and buffering capacity in children: An in vivo study. *Journal of the Indian Society of Pedodontics and Preventive Dentistry* **35**:332-337.
- Hellwig E, Attin T, Klimek J. 2003. *Záchovná stomatologie a parodontologie*. Praha: Grada.
- Hu S, Lai WPB, Lim W, Yee R. 2020. Recommending 1000 ppm fluoride toothpaste for caries prevention in children. *Proceedings of Singapore Healthcare* **30**(3):250-253.
- Hujoel PP, Lingström P. 2017. Nutrition, dental caries and periodontal disease: a narrative review. *Journal of Clinical Periodontology* **44**(18):79-84.
- Iida H, Auinger P, Billings RJ, Weitzman M. 2007. Association between infant breastfeeding and early childhood caries in the United States. *Pediatrics* **120**(4):944–952.
- Indra G, Maragathavalli G. 2021. Knowledge, Attitude, and Practice about Sugar Substitutes and Oral Disorders, *Journal of Research in Medical and Dental Science* **9**(2): 321-329.
- Ionescu AC, Delgi Esposti L, Iafisco M, Brambilla E. 2022. Dental tissue remineralization by bioactive calcium phosphate nanoparticles formulations. *Scientific Reports* (5944) DOI: 10.1038/s41598-022-09787-5.
- Jacob M, Tripathi AM, Yadav G, Saha S. 2016. Nutritive and non-nutritive sweeteners: a review. *International Journal of Oral Health and Medical Research* **2**(5):149-153.
- Javed K, Nasir MZ, Jalees M, Manzoor MA. 2023. Role of diet and dietary habits in causing dental caries among adults reporting to a tertiary care hospital in Pakistan; a case-control study. *Heliyon* **9**(12) (23117) DOI: 10.1016/j.heliyon.2023.e23117.
- Johnston NR, Strobe SA. 2020. Principles of fluoride toxicity and the cellular response: a review. *Archives of Toxicology* **94**(4):1051-1069.
- Karásková E. 2017. Umělá mléčná kojenecká výživa – současná doporučení. *Pediatric pro praxi* **18**(1):26-30.

- Kargul B, Ozcan M, Peker S. 2012. Evaluation of human enamel surfaces treated with theobromine: a pilot study. *Oral Health and Preventive Dentistry* **10**(3):275-282.
- Kilian J. 1999. *Prevence ve stomatologii*. 2. rozšíř. vyd. Praha: Karolinum.
- Klepáček I, Mazánek J. 2001. *Klinická anatomie ve stomatologii*. Praha: Grada.
- Kvasničková A. 1998. *Minerální látky a stopové prvky; esenciální minerální prvky ve výživě*. Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací.
- Kvasničková A. 2000. *Sacharidy pro funkční potraviny: probiotika – probiotika – symbiotika*. Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací.
- Komínek J, Rozkovecova E, Semján M. 1980. *Dětská stomatologie*. 4. vyd. Praha: Avicenum.
- Konde S, Ravindran S, Agarwal M, Peethambar P. 2022. Prebiotics-A Primeval Measure to Combat Dental Caries: A Short-term Clinical Study. *International Journal of Clinical Pediatric Dentistry* **15**(2):234-238.
- Kunzová M. 2024. Stanovisko EFSA k hornímu tolerovatelnému přívodu cukrů. *Výživa a potraviny: časopis Společnosti pro výživu* **1**:(7).
- Lakshmi A, Vishnurekha C, Baghkomeh PN. 2019. Effect of theobromine in antimicrobial activity: An in vitro study. *Dental Research Journal* **16**:76-80.
- Levine RS. 2001. Milk, flavoured milk products and caries. *British Dental Journal* **191**(1):20.
- Li A, Ma Y, Cui N, Zhang X, Zheng, Q, Du P, Sun M. 2023. Research progress of milk and dairy products to prevent caries. *Journal of Functional Foods* **110**:1-12.
- Linke HAB, Legeros RZ. 2003. Black tea extract and dental caries formation in hamsters. *International Journal of Food Sciences and Nutrition* **54**:89-95.
- Lips P, Hosking D, Lippuner K, Norquist JM, Wehren L, Maalouf G, Ragi-Eis S, Chandler J. 2006. The prevalence of vitamin D inadequacy amongst women with osteoporosis: An international epidemiological investigation. *Journal of Internal Medicine* **260**:245-254.
- Liska D, Kelley M, Mah E. 2019. 100% Fruit Juice and Dental Health: A Systematic Review of the Literature. *Frontiers in Public Health* **7**(190) DOI: 10.3389/fpubh.2019.00190.
- Magnuson BA, Burdock GA, Doull J. 2007. Aspartame: a safety evaluation based on current use levels, regulations, and toxicological and epidemiological studies. *Critical Review in Toxicology* **37**:629-727.
- Marcinowska-Suchowierska E, Kupisz-Urbańska M, Łukaszewicz J, Płudowski P, Jones G. 2018. Vitamin D Toxicity – A Clinical Perspective. *Frontiers in Endocrinology* **9**:550 DOI: 10.3389/fendo.2018.00550.
- Marsh PD. 2004. Dental plaque as a microbial biofilm. *Caries Research* **38**:204-211.
- Matsukubo T, Takazoe I. 2006. Sucrose substitutes and their role in caries prevention. *International Dental Journal* **56**(3):119-130.

- Matsumoto M, Minami T, Sasaki H, Sobue S, Hamada S, Ooshima T. 1999. Inhibitory effects of oolong tea extract on caries-inducing properties of Mutans Streptococci. *Caries Research* **33**:441-445.
- Mazánek J. 2014. *Zubní lékařství: propedeutika*. Praha: Grada.
- Mazánek J. 2015. *Stomatologie pro dentální hygienistky a zubní instrumentářky*. Praha: Grada Publishing.
- Minčík J. 2014. *Kariologie*. Praha: StomaTeam.
- Ministerstvo zemědělství České republiky. 2023. Cukrovary podle odhadů vyrobí o 7 procent méně cukru, loni zdrazil o 107 pct. Available from <https://www.agropress.cz/cukrovary-podle-odhadu-vyrobi-o-7-procent-mene-cukru-loni-zdrazil-o-107-pct/> (accessed February 2024).
- Moynihan PJ. 1998. Update on the nomenclature of carbohydrates and their dental effects. *Journal of Dentistry* **26**(3):209-218.
- Moynihan PJ. 2002. Dietary advice in dental practice. *British Dental Journal* **193**(10):563-568.
- Moynihan P, Petersen PE. 2004. Diet, nutrition and the prevention of dental diseases. *Public Health Nutrition* **7**(1):201-226.
- Moynihan P. 2016. Sugars and Dental Caries: Evidence for Setting a Recommended Threshold for Intake. *Advances in Nutrition* **7**(1):149-156.
- Muralikrishnan K, Asokan S, Priya PR. 2018. Effect of different chewing gums on dental plaque pH, salivary pH, and buffering capacity in children: A randomized controlled trial. *SRM Journal of Research in Dental Sciences* **9**:158-163.
- Murray JJ. 2003. *The Prevention of Oral Dental Diseases*. 4th Edition. New York: Oxford University Press.
- Nadimi H, Wesamaa H, Janket SJ, Bollu P, Meurman JH. 2011. Are sugar-free confections really beneficial for dental health? *British Dental Journal* **211**(7) DOI:10.1038/sj.bdj.2011.823.
- Naderi NJ, Niakan M, Kharazi Fard MJ, Zardi S. 2011. Antibacterial activity of Iranian Green and Black Tea on Streptococcus Mutans: An in vitro study. *Journal of Dentistry (Tehran)* **8**:55-59.
- Nagpal I, Gupta N, Arora V, Gupta P, Nishant. 2014. Can Milk, Coffee and Tea Prevent Dental Caries? *International Journal of Dental Medical Research* **1**(4):129-134.
- Nair R, Maseeh A. 2012. Vitamin D: The "sunshine" vitamin. *Journal of Pharmacology and Pharmacotherapeutics* **3**:118-126.
- Nakamoto T, Cheuk SL, Yoshino S, Falster AU, Simmons WB. 1993. Cariogenic effect of caffeine intake during lactation on first molars of newborn rats. *Archives of Oral Biology* **38**(10):919-922.
- Namboodiripad APC, Kori S. 2009. Can coffee prevent caries? *Journal of Conservative Dentistry* **12**(1):17-21.



- Nassar Y, Brizuela M. 2024. The Role of Fluoride on Caries Prevention. StatPearls (36508516).
- Nasseripour M, Newton JT, Warburton F, Awojobi O, Di Giorgio S, Gallagher JE. 2022. A systematic review and meta-analysis of the role of sugar-free chewing gum on plaque quantity in the oral cavity. *Front Oral Health* **3** (845921) DOI: 10.3389/froh.2022.845921.
- Newton JT, Awojobi O, Nasseripour M, Warburton F, Di Giorgio S, Gallagher JE, Banerjee A. 2020. A systematic review and meta-analysis of the role of sugar-free chewing gum in dental caries. *JDR Clinical & Translational Research* **5**(3):214–23.
- Nutriservis. © 2024. Nutriservis. Forsapi s.r.o. Available from <https://nutriservis.cz/cs/> (accessed February 2024).
- Nyan M, Win A, Tun YA, Kyi YMS, Sone K, Phyo T, Oo Y. 2017. Acidity and effect on enamel dissolution of ten commonly consumed soft drinks/beverages in Myanmar. *Myanmar Dental Journal* **24**(1):27-31.
- Paes Leme AF, Koo H, Bellato CM, Bedi G, Cury JA. 2006. The role of sucrose in cariogenic dental biofilm formation – new insight. *Journal of Dental Research* **85**(10):878-887.
- Paglia L, Scaglioni S, Torchia V, De Cosmi V, Moretti M, Marzo G, Giuca MR. 2016. Familial and dietary risk factors in early childhood caries. *European Journal of Paediatric Dentistry* **17**(2):93–99.
- Phuphaniat M. 2023. The Role of Sugar-Free Chewing Gum in Dental Caries Prevention. IntechOpen. DOI: 10.5772/intechopen.109067.
- Prashant GM, Patil RB, Nagaraj T, Patel VB. 2012. The antimicrobial activity of the three commercially available intense sweeteners against common periodontal pathogens: an in vitro study. *The Journal of Contemporary Dental Practice* **13**(6):749-752.
- Prathima GS, Narmatha M, Selvabalaji A, Adimoulame S, Ezhumalai G. 2021. Effects of xylitol and CPP-ACP chewing gum on salivary properties of children with molar incisor hypomineralization. *International Journal of Clinical Pediatric Dentistry* **14**(3):412-415.
- Pratyusha N, Vinay C, Uloopi KS, RojaRamya KS, Ahalya P, Devi C. 2021. Association of serum Vitamin D and salivary calcium and phosphorus levels in 3-11-year-old schoolchildren with dental caries. *Journal of Indian Society Pedodontics and Preventive Dentistry* **39**:240-245.
- Rajendran A, Sivapathasundharam B. 2009. *Shafer's Textbook of Oral Pathology*. 6. vyd. Elsevier.
- Rathee M, Singla S, Tamrakar A. 2012. Calcium and Oral Health: A Review. *International Journal of Scientific Research* **2**(9):335-336.
- Reynolds EC. 1997. Remineralization of Enamel Subsurface Lesions by Casein Phosphopeptide-stabilized Calcium Phosphate Solutions. *Journal of Dental Research* **76**(9):1587-1595.
- Ribeiro CC, Tabchoury CP, Del Bel Cury AA, Tenuta LM, Rosalen PL, Cury JA. 2005. Effect of starch on the cariogenic potential of sucrose. *British Journal of Nutrition* **94**(1):44-50.

- Roberts MW, Wright JT. 2002. Food sugar substitutes: a brief review for dental clinicians. *The Journal of Clinical Pediatric Dentistry* **27**(1):1-5.
- Rye C, Wise R, Jurukovski V, DeSaix J, Choi J, Avissar Y. 2016. *Biology*. OpenStax.
- Sachdev PK, Freeland-Graves J, Babaei M. 2020. Development and validation of the Dental Nutrition Knowledge Competency Scale for low-income women. *Public Health Nutrition* **23**(4):691-700.
- Sachdev PK, Freeland-Graves J, Ranjit N, Babaei M. 2022. Role of Dental Nutrition Knowledge and Socioecological Factors in Dental Caries in Low-Income Women. *Health Education & Behavior* **49**(5):838-848.
- Sachdev R. 2018. Sugar substitutes and dental health. *International Journal of Basic & Clinical Pharmacology* **7**(9):1667-1673.
- Sadler MJ. 2016. Dried fruit and dental health. *International journal of food sciences and nutrition* **67**(8):944-959.
- Sadler MJ. 2017. Dried fruit and dental health – how strong is the evidence? *Nutrition Bulletin* **42**(4):338-345.
- Sadler MJ et al. 2019. Dried fruit and public health – what does the evidence tell us? *International journal of food sciences and nutrition* **70**(6):675-687.
- Sardar F, Ajami B, Hassani F, Boskabady M. 2023. The Effect of Exposure to Dried Fruits on the Surface Micro – Hardness of Dental Enamel. *Journal of Nutrition and Food Security* **8**(2):266-275.
- Shaw L, Smith AJ. 1999. Dental erosion – the problem and some practical solutions. *British Dental Journal* Feb **186**(3):115-118.
- Shelestun A, Eliseeva T. 2022. Fluorine (F) – Body & Health Importance + Top 25 Sources. *Journal of Healthy Nutrition and Dietetics* **1**(19):33-40.
- Smith MA, Wells MH, Scarbecz M, Vinall CV, Woods MA. 2019. Parents' Preferences and Perceptions of Their Children's Consumption of Sugar and Non-nutritive Sugar Substitutes. *Pediatric Dentistry* **41**(2):119-128.
- Společnost pro výživu. 2021. Zdravá třináctka – stručná doporučení pro obyvatelstvo. Available from <https://www.vyzivapol.cz/zdrava-trinactka-strucna-vyzivova-doporuceni-pro-obyvatelstvo/#dospeli> (accessed February 2024).
- Staufenbiel I, Adam K, Deac A, Geurtsen W, Günay H. 2015. Influence of fruit consumption and fluoride application on the prevalence of caries and erosion in vegetarians – a controlled clinical trial. *European Journal of Clinical Nutrition* **69**:1156–1160.
- Stejskalová J. 2008. *Konzervační zubní lékařství*. 2. vyd. Praha: Galén.
- Subramaniam P, Eswara U, Reddy KRM. 2012. Effect of different types of tea on *Streptococcus mutans*: An in vitro study. *Indian Journal of Dental Research* **23**(1):43-48.
- Sulistianingsih S, Irmaleny I, Hidayat OT. 2017. The remineralization potential of cocoa (*Theobroma cacao*) bean extract to increase the enamel micro hardness **29**(2):107-112.

- Svoboda O. 1984. Stomatologická propedeutika. Učebnice pro lékařské fakulty. Praha: Avicenum.
- Syafira G, Permatasari R, Wardani N. 2012. Theobromine Effects on Enamel Surface Microhardness: In Vitro. *Journal of Dentistry Indonesia* **19**(2):32-36.
- Szatko F, Wierzbicka M, Dybizbanska E, Struzycka I, Iwanicka-Frankowska E. 2004. Oral health of Polish three-year-olds and mothers' oral health-related knowledge. *Community Dental Health Journal* **21**(2):175-180.
- Szoke J, Banoczy J, Proskin HM. 2011. Effect of after-meal sucrose-free gum chewing on clinical caries. *Journal of Dental Research* **80**:1725-1729.
- Šimůnek A. 1997. Stomatologie pro posluchače všeobecného lékařství. Praha: Karolinum.
- Takayanagi A, Nomura T, Yamanaka S, Takaesu Y. 1995. A modified device for long term sampling of parotid saliva in various experimental conditions. *The Bulletin of Tokyo Dental College* **36**(2):69–73.
- Takeda E, Yamamoto H, Yamanaka-Okumura H, Taketani Y. 2012. Dietary phosphorus in bone health and quality of life. *Nutrition Reviews* **70**(6):311-321.
- Theobald HE. 2005. Dietary Calcium and Health. *Nutrition Bulletin* **30**:237-277.
- Tinanoff N. 2005. Association of diet with dental caries in preschool children. *Dental Clinics of North America* **49**(4):725-737.
- Touger-Decker R, van Loveren C. 2003. Sugars and dental caries. *The American Journal of Clinical Nutrition* **78**(4):881-892.
- Toumba KJ, Twetman S, Splieth C, Parnell C, van Loveren C, Lygidakis NA. 2019. Guidelines on the use of fluoride for caries prevention in children: an updated EAPD policy document. *European Archives of Paediatric Dentistry* **20**(6):507-516.
- Touyz LZG, Amsel R. 2001. Anticariogenic effects of black tea (*Camelia sinesis*) in caries prone-rats. *Quintessence International* **32**:647-650.
- Tungare S, Paranjpe AG. 2023. Diet and Nutrition to Prevent Dental Problems. *StatPearls* (30480981).
- Uribarri J, Calvo MS. 2014. Dietary phosphorus intake and health. *The American Journal of Clinical Nutrition* **99**(2):247-248.
- Van Horn L et al. 2016. Recommended dietary pattern to achieve adherence to the American Heart Association/American College of Cardiology (AHA/ACC) guidelines: a scientific statement from the American Heart Association. *Circulation* **134**:505–529.
- Velíšek J, Hajšlová J. 2009. *Chemie potravin*. 3. vyd. Tábor: OSSIS.
- Walsh T, Worthington HV, Glenny AM, Marinho VC, Jeroncic A. 2019. Fluoride toothpastes of different concentrations for preventing dental caries. *The Cochrane database of systematic reviews* **3**(3) (007868) DOI: 10.1002/14651858.CD007868.pub3.
- Weber T. 2012. *Memorix zubního lékařství*. 3. vyd. Praha: Grada.

- Wei SH. 1995. Diet and dental caries. *Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition* **1**:45-50.
- Weihrauch MR, Diehl V. 2004. Artificial sweeteners – do they bear a carcinogenic risk? *Annals of Oncology* **15**(10):1460-1465.
- Wikner S, Söder P-Ö. 1994. Factors associated with salivary buffering capacity in young adults in Stockholm, Sweden. *Scandinavian Journal of Dental Research* **102**(1):50–53.
- Wulandari NY, Irawan B, Herda E. 2018. Effects of theobromine toothpaste on prevention of enamel discoloration from coffee. *Journal of Physics: Conference series* **1073**(3) (032009) DOI: 10.1088/1742-6596/1073/3/032009.
- Yeung CY, Chu CH, Yu OY. 2023. A concise review of chewing gum as an anti-cariogenic agent. *Frontiers in Oral Health* **4** (1213523) DOI: 10.3389/froh.2023.1213523.
- Zahra, BE, Shoaib S, a Iqbal RK. 2019. An Overview of Effects of Carbonated Drinks. *National Journal of Health Sciences* **4**(2):80-84.
- Zhang K, Lu Z, Guo X. 2023. Advances in epidemiological status and pathogenesis of dental fluorosis. *Frontiers in Cell and Development Biology* **11** (1168215) DOI: 10.3389/fcell.2023.1168215.
- Zhang X, Chen X, Xu Y, Yang J, Du L, Li K, Zhou Y. 2021. Milk consumption and multiple health outcomes: umbrella review of systematic reviews and meta-analyses in humans. *Nutrition & Metabolism* **18**(1):7.
- Zouharová Z. 2012. *Zdravý úsměv: péče o zuby a dásně*. 3. vyd. Vážany nad Litavou: JoshuaCreative.

## 9 Samostatné přílohy

### Příloha I Dotazník

Výživa jako faktor ovlivňující tvorbu zubního kazu

#### Výživa jako faktor ovlivňující tvorbu zubního kazu

Dobrý den,

jmenuji se Anna Kolouchová a jsem studentkou 2. ročníku magisterského navazujícího studia oboru Výživa a potraviny na České zemědělské univerzitě v Praze.

V současné době zpracovávám diplomovou práci na téma "Výživa jako faktor ovlivňující tvorbu zubního kazu." Cílem této práce je identifikovat spojitosti mezi stravovacími návyky a výskytem zubního kazu, jakým způsobem strava rozvoj zubního kazu ovlivňuje a jak může být využita v prevenci tohoto častého onemocnění.

Chtěla bych Vás požádat, zda byste mi věnoval/a chvíli Vašeho času a vyplnil/a následující dotazník, který je zcela anonymní a jeho výsledky budou použity pouze pro účely mé diplomové práce. Jeho vyplnění zabere maximálně 5 minut.

Děkuji za Váš čas věnovaný zodpovězení otázek, Vaši ochotu a odeslání dotazníku nejpozději do 3.3.2024. S případnými dotazy mě můžete kdykoliv kontaktovat na e-mailu [anna.kolouchova@email.cz](mailto:anna.kolouchova@email.cz).

S přáním hezkého dne,

Anna Kolouchová

#### 1. Pohlaví

*Výberte jednu odpověď*

- Žena
- Muž

#### 2. Věk

*Výberte jednu odpověď*

- Do 25 let
- 26-35 let
- 36-45 let
- 46-55 let
- Nad 55 let

**3. Nejvyšší dosažené vzdělání**

*Vyberte jednu odpověď*

- Základní
- Středoškolské
- Vyšší odborné
- Vysokoškolské bakalářské
- Vysokoškolské magisterské

**4. Uveďte, zda souhlasíte s následujícím tvrzením: “Skladba jídelníčku má vliv na vznik zubního kazu.”**

*Vyberte jednu odpověď*

- Ano
- Spíše ano
- Spíše ne
- Ne
- Nevím

**5. Konzumace jakých potravin může podle vás pomoci bránit vzniku zubního kazu?**

*Vyberte jednu nebo více odpovědí*

- Mléko
- Zelenina
- Sýry
- Ovoce
- Ořechy a semena
- Bílý neslazený jogurt
- Žvýkačky bez cukru
- Pečivo
- Čokoláda
- Vejce
- Limonády bez cukru
- Snídaňové cereálie
- Minerální voda
- Žádná z uvedených možností

**6. Konzumace jakých potravin může podle vás podporovat vznik zubního kazu?**

*Vyberte jednu nebo více odpovědí*

- Mléko
- Zelenina
- Sýry
- Ovoce
- Bílý neslazený jogurt
- Pečivo
- Čokoláda
- Limonády slazené cukrem
- Snídaňové cereálie
- Bonbóny
- Ovocné džusy
- Minerální voda
- Zmrzlina
- Žádná z uvedených možností

**7. Která z uvedených minerálních látek může podle vás pomáhat bránit vzniku zubního kazu?**

*Vyberte jednu nebo více odpovědí*

- Železo
- Vápník
- Fluor
- Selen
- Jod
- Zinek
- Fosfor
- Hořčík
- Draslík
- Žádná z uvedených možností

**8. Uveďte, zda souhlasíte s následujícím tvrzením: “Konzumace potravin bohatých na vápník působí protektivně proti vzniku zubního kazu.”**

*Vyberte jednu odpověď*

- Ano
- Spíše ano
- Spíše ne
- Ne
- Nevím

**9. Uved'te, zda souhlasíte s následujícím tvrzením: "Konzumace potravin bohatých na fosfor působí protektivně proti vzniku zubního kazu."**

*Vyberte jednu odpověď*

- Ano
- Spíše ano
- Spíše ne
- Ne
- Nevím

**10. Používání jakých sladidel může podle vás vést ke vzniku zubního kazu?**

*Vyberte jednu nebo více odpovědí*

- Bílý cukr
- Třtinový cukr
- Med
- Stévie
- Javorový sirup
- Erythritol
- Sacharin
- Čekankový sirup
- Acesulfam K
- Xylitol (březový cukr)
- Datlový sirup
- Aspartam
- Žádná z uvedených možností

**11. Uved'te, zda souhlasíte s následujícím tvrzením: "Konzumací potravin obsahujících náhradní sladidla (např. erythritol, xylitol, stévie...) místo klasického cukru lze snížit riziko tvorby zubního kazu."**

*Vyberte jednu odpověď*

- Ano
- Spíše ano
- Spíše ne
- Ne
- Nevím



## VÝŽIVOVÁ DOPORUČENÍ PRO PREVENCI ZUBNÍHO KAZU



### OMEZTE KONZUMACI PŘEDEVŠÍM JEDNODUCHÝCH CUKRŮ

Cukry jsou potravou pro bakterie v ústech, které produkují kyseliny. Tyto kyseliny narušují zubní tkáň a důsledkem toho dochází ke vzniku zubního kazu. Omezte tedy příjem sladkých potravin a nápojů.

### KONZUMACI SLADKÉHO VAŽTE NA HLAVNÍ JÍDLA

Častý příjem potravy či slazených nápojů vede k neustálému kolísání pH v ústech, jelikož sliny nestíhají neutralizovat vzniklé kyseliny. Snažte se jíst a pít (kromě vody) během omezeného časového okna a vyhnout se neustálému požívání.



### ZAHRŇTE DO JÍDELNÍČKU POTRAVINY POSÍLUJÍCÍ ZUBNÍ TKÁŇ

Obohatte svou stravu o potraviny bohaté na vápník, fosfor a vitamin D, jako jsou mléčné výrobky, vejce, maso, ryby či houby. Tyto látky jsou pro udržení zubního zdraví nesmírně důležité.

### NEPROVÁDĚJTE ÚSTNÍ HYGIENU IHLED PO KONZUMACI JÍDLA/NÁPOJŮ

Po jídle dochází v ústech ke snížení pH, což může dočasně oslabit zubní sklovinu. Vs čištěním zubů alespoň 20-30 minut, čímž dáte slinám příležitost neutralizovat kyseliny a vrátit pH na neutrální hodnotu.

