

Univerzita Karlova v Praze
Přírodovědecká fakulta
Katedra učitelství a didaktiky chemie

Chemické a biologické aspekty chutí a jejich zařazení do výuky chemie

Bc. Štěpánka Křivská



Diplomová práce

Vedoucí diplomové práce: Doc.RNDr. Helena Klímová, CSc.

Praha 2009

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracovala samostatně a uvedla všechny použité literární a internetové zdroje.

Souhlasím se zapůjčením diplomové práce ke studijním účelům.

V Praze dne *28. 5. 2009*

Krivská
.....
Podpis

Poděkování

Děkuji své školitelce Doc. RNDr. Heleně Klímové, CSc za ochotu, cenné rady a odborné vedení diplomové práce. Svému příteli, rodině a přátelům děkuji za psychickou podporu při zpracování práce a v neposlední řadě děkuji všem, kteří jakýmkoliv způsobem přispěli k dokončení této práce.

Klíčová slova: látky chuťové, látky vonné, látky aromatické, receptory chuti, chuťové pohárky, učební úlohy

Seznam použitých zkratek

ATP.....	adenosintrifosfát
cAMP.....	cyklický adenosinmonofosfát
GDP.....	guanosindifosfát
Glu	kyselina glutamová
GTP.....	guanosintrifosfát
IMP.....	inosin monofosfát
IP ₃	inositoltrisfosfát
MSG	monosodium glutamát
Pi	fosfát
RVP.....	Rámcový vzdělávací program
AH	skupina schopná tvořit vodíkovou vazbu

OBSAH

1	ÚVOD A CÍL PRÁCE	8
1.1	OBECNÝ ÚVOD K PROBLEMATICE DIPLOMOVÉ PRÁCE	8
1.2	CÍL DIPLOMOVÉ PRÁCE	10
2	FYZIOLOGIE CHUTI	11
2.1	VNÍMÁNÍ CHUTI.....	11
2.1.1	<i>Význam chuťového vnímání</i>	11
2.2	ANATOMIE A FUNKCE CHUŤOVÝCH RECEPTORŮ	12
2.2.1	<i>Receptory smyslového vnímání</i>	12
2.2.2	<i>Chuťové receptory</i>	13
2.2.2.1	Chuťové pohárky.....	13
2.2.3	<i>Funkce chuťových receptorů</i>	15
2.2.3.1	Molekuly chuťových receptorů a mechanismus vzniku receptorového potenciálu	15
2.2.3.2	Nervové dráhy.....	18
2.3	FAKTORY OVLIVŇUJÍCÍ CHUŤOVÉ VNÍMÁNÍ.....	19
2.3.1	<i>Vnější podnět</i>	19
2.3.1.1	Typ a chemická struktura chuťové látky	19
2.3.1.2	Koncentrace chuťové látky	20
2.3.1.3	Vzájemné ovlivnění chuťových látek	21
2.3.1.4	Přítomnost modifikátoru	21
2.3.1.5	Adaptace receptorů.....	22
2.3.1.6	Doba působení podnětu	22
2.3.2	<i>Prostředí</i>	23
2.3.3	<i>Vnímající osoba</i>	24
2.3.3.1	Fysiologické vlivy	24
2.3.3.2	Psychické vlivy	24
2.3.3.3	Sociální vlivy	24
2.4	PORUCHY CHUTI.....	24
2.5	VNÍMÁNÍ CHUTI U ŽIVOČICHŮ	25
2.5.1	<i>Rozeklaný jazyk, Jacobsonův orgán</i>	25
2.5.2	<i>Končetiny</i>	26
2.5.3	<i>Chuťové pohárky volně rozesté po těle</i>	27
2.5.4	<i>Tykadla</i>	27
3	CHEMISMUS CHUTÍ	28
3.1	CHUŤOVÉ AROMATICKÉ LÁTKY.....	28
3.1.1	<i>Původ chuťových látek</i>	28
3.2	SLADKÁ CHUŤ	29
3.2.1	<i>Klasifikace sladkých látek</i>	29
3.2.2	<i>Chemická podstata vnímání sladké chuti</i>	29
3.3	SLANÁ CHUŤ	31
3.3.1	<i>Klasifikace slaných látek</i>	31
3.3.2	<i>Chemická podstata vnímání slané chuti</i>	31
3.4	HOŘKÁ CHUŤ	31
3.4.1	<i>Klasifikace hořkých látek</i>	32
3.4.2	<i>Chemická podstata vnímání hořké chuti</i>	32
3.5	KYSELÁ CHUŤ	32
3.5.1	<i>Klasifikace kyselých látek</i>	32
3.6	UMAMI	33
3.6.1	<i>Klasifikace látek chuti umami</i>	33
3.6.2	<i>Chemická podstata vnímání chuti umami</i>	33
4	SOUBOR ÚLOH K TÉMATU CHUŤ	34
4.1	ZAŘAZENÍ TÉMATU CHUTI DO VÝUKY CHEMIE	34
4.1.1	<i>Význam motivačních úloh ve výuce</i>	34
4.2	SOUBOR ÚLOH KE SLADKÉ CHUTI	35
4.2.1	<i>Sacharidy</i>	35
4.2.2	<i>Deriváty sacharidů</i>	38
4.2.3	<i>Náhradní sladidla</i>	41

4.2.4	<i>Přírodní necukerná sladidla</i>	50
4.2.5	<i>Faktory ovlivňující vnímání sladké chuti</i>	54
4.3	SOUBOR ÚLOH KE SLANÉ CHUTI	58
4.4	SOUBOR ÚLOH K HOŘKÉ CHUTI.....	64
4.5	SOUBOR ÚLOH KE KYSELÉ CHUTI	69
4.6	SOUBOR ÚLOH K CHUTI UMAMI	72
5	DISKUSE A ZÁVĚR	76
6	SUMMARY	77
7	PŘEHLED POUŽITÉ LITERATURY A INTERNETOVÝCH ZDROJŮ	78
8	PŘÍLOHY	83
8.1	AUTORSKÉ ŘEŠENÍ ÚLOH KE SLADKÉ CHUTI.....	83
8.1.1	<i>Sacharidy</i>	83
8.1.2	<i>Deriváty sacharidů</i>	85
8.1.3	<i>Náhradní sladidla</i>	86
8.1.4	<i>Přírodní necukerná sladidla</i>	91
8.1.5	<i>Faktory ovlivňující vnímání sladké chuti</i>	93
8.2	AUTORSKÉ ŘEŠENÍ ÚLOH KE SLANÉ CHUTI	95
8.3	AUTORSKÉ ŘEŠENÍ ÚLOH K HOŘKÉ CHUTI	98
8.4	AUTORSKÉ ŘEŠENÍ ÚLOH KE KYSELÉ CHUTI	100
8.5	AUTORSKÉ ŘEŠENÍ ÚLOH K CHUTI UMAMI	102

1 ÚVOD A CÍL PRÁCE

1.1 Obecný úvod k problematice diplomové práce

V dnešní době jsme přesyceni nejrůznějšími radami a recepty zdravého stravování. Strava, jako základní zdroj energie je nezbytná pro zachování života. Člověk je proto stále podvědomě apelován, aby energii doplňoval, tzn. aby si opatřoval potravu. Její výběr však zcela závisí na úsudku každého z nás. Všechna média nás bohatě informují o tom, které potraviny jsou nejvhodnější jako ochrana před nadváhou, obezitou, vysokým krevním tlakem, vysokou hladinou cholesterolu a dalšími nežádoucími projevy našich stravovacích návyků. Zvítězí však vláknina a vitaminy nad naší chutí?

Smysly účastníci se vnímání jídla, jeho barvy, vůně a především chuti mají hlavní funkci ve výběru potravin. Často slyšíme větu „Co je nezdravé, to je dobré!“. Je vidět, že chuť často předčí naše předsevzetí, přesvědčení a rozhodnutí jíst zdravě. Čím to však je, že smažené hranolky, Big Macy, větrníky a slané brambůrky s Coca-Colou lákají svou chutí miliony lidí a nezastaví je varování lékařů ani vlastní rozum? A co teprve neodolatelná chuť čokolády? Jaké látky způsobují jejich typickou chuť? Odpověď na tyto otázky lze najít ve složení takových potravin. Když se podíváme na etikety těchto výrobků, zjistíme zde velký nepoměr mezi obsaženými živinami. Správná výživa by měla obsahovat náležité zdroje energie – bílkoviny, tuky a sacharidy. Dále také minerální látky a vitaminy. U výše zmíněných potravin však jednoznačně převládají tuky či sacharidy. Dále zde můžeme najít nepřeberné množství tzv. „ěček“. Co je to však za látky schovávající se pod těmito podivnými kódy? Mohou být zdraví škodlivé? Proč nejsou uvedeny jejich skutečné celé názvy? A mohou snad tyto látky za ty jedinečné chuťové vlastnosti tolik oblíbených jídel? Nebo nám prostě jen chutná sladké a slané?

My sami jsme velmi rychle přišli na to, které látky nám pomohou docílit kýžené chuti. Sladíme si kávu, čaj, kapeme citrónovou šťávu na rybí maso, pomocí soli, cukru a octa dokážeme namíchat chutný sladkokyselý nálev na salát a díky různým druhům koření oživíme chuť potravin, které ji nemají výraznou ve své přírodní podobě. Mnoho lidí má ve zvyku osolit a případně i opepřit si jídlo ještě než ho vůbec ochutnají, přesto že si kuchař jistě dal záležet na jeho vyvážené chuti.

Vnímání chuti je kromě výběru potravin velmi důležité ke zjištění, zda je potrava vůbec vhodná ke konzumaci. Proto nás a především živočichy příroda obdařila chutí, abychom odlišili bezpečnou potravu od nebezpečné, vydatnou od „prázdné“. Postarala se o to, aby nám chutnalo to, co nám svědčí, a naopak nechutnalo to, co by nám mohlo uškodit. Dříve to byl pro člověka jediný, ne však zcela spolehlivý způsob, jak se vyhnout jedovatým druhům rostlin a živočichů. Dnes nás ale tento způsob, díky množství používaných aditiv, neochrání před potravinami, které se vyrábí moderními technologiemi a které jsou často svou výživovou hodnotou a složením nevyhovující pro zdraví člověka.

Chemickým složením potravin, sledováním vzájemných vztahů mezi chemickým složením a vlastnostmi potravin, výživové, sensorické a někdy i hygienické hodnoty potravin v průběhu jejich zpracování a skladování se zabývá potravinářská chemie. Znalost chemického složení přírodních aromatických látek (látky působící na chuťové nebo čichové receptory člověka a vyvolávající dojem chuti nebo vůně) je důležitá při vytváření kompozic schopných chuťově upravovat potraviny, které v průběhu zpracování nebo skladování ztratily svou typickou chuť a vůni. Pak je také možné připravit z potravin, které mají pouze výživovou hodnotu, potraviny i sensoricky žádoucí, což má svůj význam zejména při vyhledávání náhradních zdrojů potravin.

Přesto byla schopnost vnímat a rozlišovat chutě daleko méně zkoumána než schopnosti ostatních smyslů. Důkazem toho je i skutečnost, že teprve před nedávnem byla vědecky potvrzena existence páté chuti, tzv. umami. Výzkum chuti z chemického hlediska totiž čelí mnoha obtížím. Prvním problémem je neexistující fyzikální nebo chemická metoda, která by specificky odhalila látky, které nás zajímají. Pro chuť zde není žádný přístroj podobný spektrofotometru, který kvantifikuje absorbované světlo vlastností látek, které vnímáme jako barvy. Úspěch analytické metody pro zjišťování chuťových látek tedy může záviset na schopnosti analytika vytvořit odpovídající pracovní desku chutí nebo vycvičit svůj nos pro daný experiment [6].

Další komplikací je fakt, že chuť potravin jen málokdy závisí na jediné látce. Je výsledkem spojení mnoha látek ve směs charakteristické chuti. Bylo také zjištěno, že často i jediná látka, která sama o sobě nemá výraznou chuť a je přítomna v dané potravíně jen v nepatrném množství má velký vliv na výslednou chuť potraviny [6]. Vývoj v oboru chuťových látek se opírá o výsledky výzkumu zaměřeného jednak na důkladné studie přírodních aromatických materiálů, jednak na syntézu látek v nich nalezených. Současně se systematicky syntetizují sloučeniny v přírodě dosud nezjištěné. Při těchto syntézách se vychází z teoretických předpokladů o vztahu chemické struktury látek k jejich organoleptickým vlastnostem (chuti a vůni) [42].

Na rozvoji potravinářského průmyslu se podílejí četné vědecké obory, jako je chemie, fyzika, biologie aj. Chemie potravin a tím také chemie chutí je však úzce spjata nejen s odbornou chemií, ale lze ji využít také ve výuce chemie a biologie. Přímou navazuje na gymnaziální učivo organické chemie, biochemie, ale také najde své zastoupení v chemii anorganické a neméně souvisí s biologií člověka. Studenti při jakékoliv výuce oceňují příklady z praxe a velmi často se ptají, k čemu jim učivo bude dobré v životě.

S potravinami člověk přichází do styku denně a dokáže si tak snadno vybavit jejich vzhled – velikost, tvar či barvu. Proto jsou potraviny ve škole často předmětem přirovnání (v matematice se začíná s počítáním hromádek ovoce, ve výtvarné výchově slouží jako předloha, při zeměpise se přiřazují plodiny či národní pokrmy k jednotlivým zemím světa atd.). Kromě vzhledu potravin se nám ihned vybaví jejich chuť či vůně. Látky obsažené v potravinách se dají dobře využít v chemii jako příklady výskytu chemických látek a potvrdit tak jejich význam v běžném životě. Lze tím také studenty vést a motivovat k samostatnému zájmu sledovat složení potravin, vyhledat daný typ sloučeniny na etiketách výrobků, zařadit sloučeninu do skupiny chemických látek s pomocí vlastních poznámek nebo odborné literatury, zjistit jaké procento látek v potravinách je chemického původu, odvodit obecný závěr pro jednotlivé skupiny potravin dle jejich složení, nebát se kriticky nahlížet na televizní reklamy propagující „nejlepší“ výrobky, které nám zaručí zdraví atd.

V chemii se také často setkáváme s triviálním názvoslovím sloučenin, jejichž některé názvy jsou spojeny s určitými potravinami, např. triviální názvy karboxylových kyselin (octová, máselná, olejová, mléčná, vinná, citrónová,...) nebo sacharidů (řepný či třtinový cukr, hroznový cukr, ovocný cukr,...). Takové názvy napovídají, že se s danými sloučeninami určitě setkáme v přírodě či v kuchyni.

Biologie se setkává s chuťovými látkami zase z jiného pohledu, a to z fyziologie chuti. Jak jsou tyto látky analyzovány v našem těle, co se děje po přijetí potraviny, kam a jak jsou přenášeny chuťové vjemy a jaké je jejich další zpracování. To zahrnuje učivo biologie člověka, resp. trávicí, smyslová a nervová soustava. Také v rostlinné říši narazíme na spoustu látek souvisejících s touto tematikou, ať už se jedná o látky obsažené v jedovatých, užitkových nebo léčivých rostlinách. U živočichů existuje množství zajímavostí spojených se smyslovým vnímáním a to zahrnuje i speciální chuťové orgány na různých částech jejich těl.

Využití chuti a chuťových látek ve výuce chemie a biologie je velmi široké. Výklad učiva je ve spojení s praktickým životem vhodným doplňkem každé vyučovací hodiny.

Většina studentů má problémy s přílišnou izolovaností vědomostí jednotlivých předmětů, což je důsledkem jednostranného výkladu vyučujícího. Toto téma je vhodné a samo se nabízí k propojení chemie s biologií a naopak, což je jedním z cílů této práce.

1.2 Cíl diplomové práce

Smyslem vzdělání bylo po dlouhou dobu v historii zakořeněno předávat studentům co největší množství poznatků, fakt a dat. Vytvořením a uvedením Rámcového vzdělávacího programu (RVP, [60]) do škol v roce 2007 se učitelům otevírají široké možnosti vlastní kreativity. Nové pojetí vzdělání podle RVP se zaměřuje především na vybavení studentů komplexním a vyváženým souborem vědomostí a dovedností, které studenti dokáží využít v běžném praktickém životě a jsou sami motivováni k jejich dalšímu rozvíjení.

Chuť je bezesporu spojena s životem každého z nás a stává se tak vhodným motivem pro rozvíjení zájmu studentů o učivo a jejich vlastní aktivitu v rozšiřování svých vědomostí. Proto jsem se rozhodla zpracovat téma chuti v diplomové práci, která by měla přispět zejména k rozšíření učiva chemie a biologie na gymnáziu. Díky zastoupení mnoha poznatků, informací a zajímavostí z tohoto tématu jak v chemii tak v biologii, je dalším cílem práce propojit tyto dva předměty více, než je na většině školách obvyklé. Zvolené téma je možné použít podle RVP ve vzdělávací oblasti Člověk a příroda, konkrétně ve vzdělávacích oborech Chemie a Biologie; dále v oblasti Člověk a zdraví, obor Výchova ke zdraví.

V první části diplomové práce popisují metodou literární rešerše chutě z biologického hlediska. Zaměřuji se především na anatomii a funkci chuťových receptorů a na faktory ovlivňující chuťové vnímání. Ve druhé části zpracovávám chemismus chutí, tedy typy chuťových látek a chemickou podstatu jejich vnímání. Tato část obsahuje soubor úloh ke každé chuti (sladká, slaná, hořká, kyselá a umami).

Cíle diplomové práce:

- Připravit odborný text pro učitele chemie na téma Chuťové látky.
- Vytvořit soubor úloh týkající se vnímání chutí, související se situacemi každodenního života.
- Rozšířit gymnaziální učivo chemie a biologie o zajímavosti z chemie potravin.
- Zvoleným tématem propojit předměty chemie a biologie.

2 FYZIOLOGIE CHUTI

2.1 Vnímání chuti

Vnímání je poznávací proces, který zprostředkovává organismu kontakt s okolím, umožňuje mu základní orientaci a registraci změn v okolním prostředí. Vnímání slouží potřebám zorientování se v aktuální situaci a získání informací ovlivňující naše chování, např. venku prší – vezmu si deštník, zvoní zvonek – jdu otevřít dveře apod.

Vnímáním chuti získáváme informace o vnějším světě a proto chuť řadíme stejně jako zrak, sluch, hmat a čich mezi exteroceptory. Chuť spolu s čichem jsou dále řazeny mezi chemoreceptory, neboť jsou určeny k detekci chemických látek, které se rozpouštějí v tekutinách, resp. ve slinách a v hlenu nosní sliznice. Chemické částice jsou zachyceny v ústech a přeměněny na nervové impulsy, které jsou přenášeny do mozku, kde jsou později vyhodnoceny [31]. V lidském těle existuje řada jiných chemoreceptorů určených k detekci mnohých chemických látek (např. glukózy, různých minerálů, oxidu uhličitého, kyslíku atd.). V udržování homeostázy hrají zcela nenahraditelnou roli. Ke „klasickým“ smyslům je ale neřadíme.

Chuťové vnímání je rozloženo do čtyř základních pocitů, jak je uvedeno ve všech školních učebnicích biologie – sladko, slano, kyselo a hořko. Kromě těchto čtyř základních chutí dokážeme rozlišit chutě další – trpkou a svíravou, kovovou, palčivou nebo chuť umami [6]. Z těchto chutí jsou tři varovné (hořká, trpká, kyselá) a tři lákavé (sladká, slaná, umami).

Interpretace vnímání chuti v pojmech molekulárních interakcí chuťových látek s molekulami vytvářející chuťové receptory je zřejmě analogická obecnému schématu párových interakcí typu enzym – substrát, hormon – receptor nebo antigen – protilátka [41].

Kdy začínáme vnímat chuť? Chuť se začíná vytvářet už ve čtrnáctém týdnu vývoje embrya. V plodové vodě je zastoupena řada chutí vyvolána látkami jako je kyselina citrónová, močovina, aminokyseliny, proteiny a soli. Jak ukázaly pokusy, intenzita polykání embrya se zvyšuje se sladkou chutí, s hořkou se snižuje. Chuť se u lidského zárodku vyvíjí zejména v šestém měsíci těhotenství a po narození už má dítě vyvinuté určité chuťové preference [53].

2.1.1 Význam chuťového vnímání

Člověk získává maximum informací pomocí zraku a sluchu, čich ani chuť nepatří k jeho nejlépe vyvinutým smyslům. Vnímání chuti je dokonce nejméně dokonalým smyslem a ze všech smyslů nám chuť přináší velmi málo informací o okolním světě. Nicméně čichové i chuťové informace mají velký význam. Úzkým napojením na limbický systém vstupují do regulace emočního prožívání a sociálního chování [28]. Výsadní roli má chuť od nepaměti především při výběru a hodnocení jídel a nápojů. V dávné minulosti ovšem hlavní význam sensorického posouzení potravin bylo v získání informace, zda je potravina výživná, zda není zkažená nebo zda neobsahuje toxické látky.

Chuť spolehlivě označuje sladké, což v podstatě znamená zralé ovoce, bohaté cukrem a škrobem, který dodává energii [45]. U člověka se vyvinulo příznivé hodnocení sladkých a tučných (ve vnitrozemí i slaných) potravin, které mu dodávaly energii a potřebné minerální látky. Na druhé straně ale také nepříznivé hodnocení kyselých a hořkých potravin, u nichž bylo nebezpečí, že obsahují jedovaté sloučeniny [31]. Velmi rychle a v nízkých koncentracích nás chuť varuje před hořkou chutí, kterou mají např. některé jedovaté plody a houby [45].

V dnešní době se již při výběru potravin nemusíme spoléhat pouze na naše smysly, neboť v průmyslově vyspělých zemích se na trh dostávají jen výrobky zdravotně nezávadné. Zbývá však výběr chutného výrobku pro daného spotřebitele a ten se řídí pouze vlastním

smyslovým vjemem. Z tohoto důvodu věnují výrobci potravin mimořádnou pozornost sensorické jakosti potravin a pokrmů. Ta zahrnuje především vzhled, tvar a barvu výrobku, vnímáno zrakem; chuť a vůni, vnímáno chemickými smysly a texturu, vnímanou smysly hmatovými. Mezi výrobci tak dochází ke konkurenčnímu boji, neboť nabídka pokrmů a potravinářských výrobků mnohonásobně převyšuje poptávku [31].

Vnímání chuti se tedy může stát rozhodujícím faktorem při hodnocení sensorické jakosti potravinářských výrobků. Již od pradávna se sensorickým hodnocením zabývali tzv. koštěři, což byly osoby s velkou citlivostí smyslového vnímání, zvláště chuťového. Dnes se setkáme spíše s názvem hodnotitelé, posuzovatelé či degustátoři, kteří se většinou specializují na hodnocení např. vína, sýrů, čaje, ovoce aj. Degustace potravin je samozřejmě velmi subjektivní záležitostí. Hodnotitel však musí znát hodnoticí systém a vědět, jaké skupiny určitého výrobku bude hodnotit, být seznámen s časovým rozvrhem hodnocení a k tomu mít rezervován dostatek času. Chce-li někdo hodnotit určité výrobky, musí si osvojit techniku smyslového hodnocení, kterou pak používá vždy stejně, aby špatným postupem neovlivňoval výsledky hodnocení [18].

2.2 Anatomie a funkce chuťových receptorů

2.2.1 Receptory smyslového vnímání

Termín receptor se ve fyziologii používá nejenom pro sensorické receptory, ale také v jiném smyslu pro proteiny, na něž se s velkou afinitou a specifitou vážou neurotransmitery, hormony a další látky a tvoří tak první krok ve spouštění specifických fyziologických odpovědí [12].

Smyslové receptory mohou být pouze jednoduchá nervová zakončení, která generují receptorový potenciál, ale u člověka a vyšších obratlovců jsou receptory spojeny s jinými než nervovými buňkami, které je obklopují a tvoří tak anatomicky složité specializované orgány [31] [12]. Existence různých typů receptorů je dána tím, že receptory jsou specializovány na odpověď určité formy energie. Druhy energie, které jsou přeměňovány receptory, zahrnují například mechanickou (dotyk–tlak), tepelnou (stupeň tepla), elektromagnetickou (světlo) a chemickou energii (pach, chuť, obsah O₂ v krvi) [12].

Smyslový orgán se u člověka skládá ze tří hlavních částí. První částí je receptor (čidlo), který přijímá popudy z vnějšího či vnitřního prostředí. Popud vyvolává podráždění receptoru a vzniká vzruch, což je zpravidla tok iontů. Tento vzruch vycházející z receptoru se nazývá vnitřní podnět. Většinou se vzruch v receptoru ještě zesiluje.

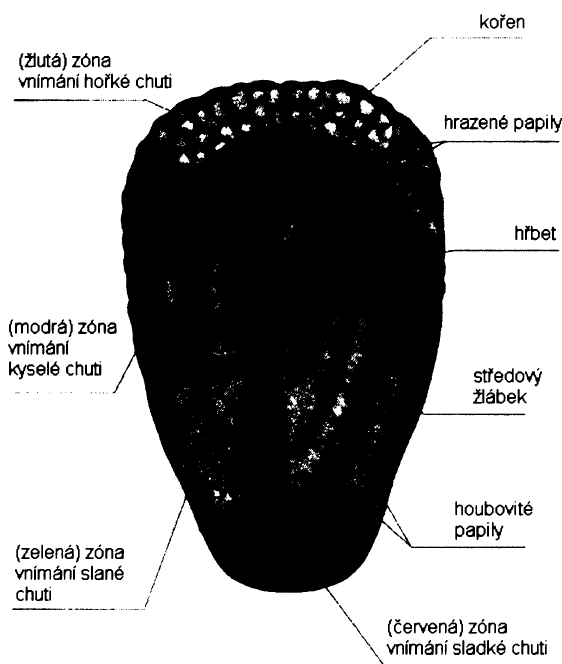
Další částí smyslového orgánu je dostředivý (aferentní) nerv, který vede tento vzruch (vnitřní podnět) od receptoru do centrální nervové soustavy. Aferentní nervové vlákno může vycházet z jediné buňky receptoru, ale častěji se spojují jemná vlákna z několika receptorových buněk do jednoho nervového vlákna, které přenáší informaci o stejné kvalitě. V centrální nervové soustavě se vlákno rozvětvuje a končí na několika interneuronech. Informace přicházející do mozku jsou upravovány např. tak, že intenzivnější vzruchy jsou podporovány a slabší potlačovány. Cílem je, aby se pozornost člověka soustředila na významné informace a nerozptylovala se nepodstatnými vlivy.

V centrální nervové soustavě přichází vzruch nejprve do primárních sensorických oblastí a informace se dále zpracovává v asociačních oblastech mozkové kůry. Tyto oblasti leží sice mimo primární oblasti, ale jsou s nimi spojeny asociačními nervovými vlákny. Asociační oblasti mají význam pro vyšší nervovou činnost. Může dojít např. ke zvýšení pozornosti, zapamatování informace, vyvolání pocitového projevu, spojení informací z různých smyslů aj. [31].

2.2.2 Chut'ové receptory

Chuť je detekována v ústní dutině. Sliznice dutiny ústní je bohatě vybavena receptory smyslového vnímání, jež jsou v ní nestejně rozloženy, a to usnadňuje diferencování pocitů. Specifickými receptory chuťového vnímání jsou chuťové pohárky, rozložené ve sliznici jazyka a tváře. Vnímání chutí však není omezeno jen na jazyk, chuťové buňky najdeme v menší míře i na měkkém patře, na jazylce a v horní třetině jícnu [45]. U novorozenců jsou receptory rozšířeny do větší části ústní dutiny na rozdíl od dospělých, u kterých je jich většina na jazyku [31]. Jazyk patří k nejvšestrannějším orgánům lidského těla, který zaměstnáváme prakticky nepřetržitě. Zapojujeme jej do mluvení, významně nám pomáhá při kousání, žvýkání, sání a polykání. Jazyk je tvořen především svaly, díky kterým je velmi pohyblivý. K nejvýraznějším dovednostem jazyka však patří vnímání chutí.

Základní chuťe jsou převážně diferencovaně vnímány určitými oblastmi chuťových receptorů, jak je vidět na obr.1; sladko na hrotu jazyka, hořko na kořeni jazyka, slano a kyselo na hranách jazyka [13]. Ve střední části jazyka je méně receptorů chuti, proto odtud pochází i málo chuťových vjemů.



Obr. 1 Jazyk se zónami vnímání chutí [Upraveno dle 86].

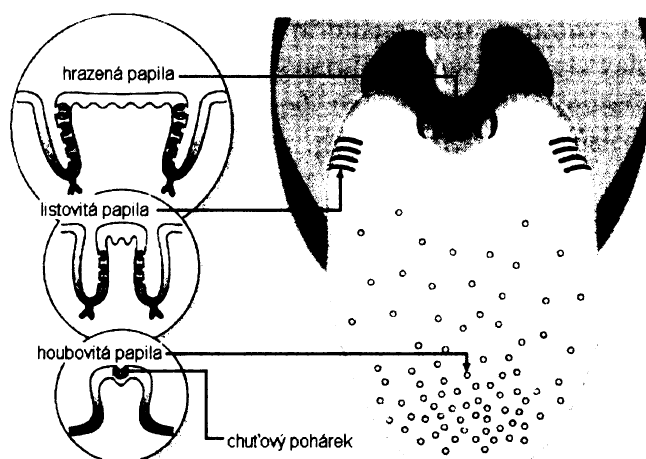
2.2.2.1 Chuťové pohárky

Základní strukturou orgánu chuti jsou tzv. chuťové pohárky, ve kterých se vyskytují vlastní chuťové receptory. Dospělý člověk má přibližně 10 000 chuťových pohárků, ale jejich počet se může pohybovat individuálně v rozmezí od 5000 do 12 000, s věkem jich však ubývá [45]. Chuťový pohárek je podle Pokorného [31] asi 25-40 μm široký a 30-70 μm dlouhý. Chuťové pohárky jsou tedy tělíska vejčitého tvaru, umístěny na stěnách a ve spodních částech prohlubní tzv. papil, které se nalézají v hojném množství na povrchu jazyka.

Papily pokrývající a zvětšující povrch jazyka jej zdrsňují (lepší stírání chuťové aktivních látek) a dávají mu hrbolatý vzhled [11]. Podle tvaru je můžeme rozdělit do čtyřech základních typů.

Nejpočetnější a nejjemnější jsou papily nitkovité. Jsou rozeseté po celém povrchu jazyka a končí špičkou nebo jsou kónické [4]. Základ tvoří vazivové tělo pokryté epitelovými buňkami, které odumírají (keratinisují), a jako ztvrdlé šupinky pokrývají hřbet jazyka. Hromaděním těchto šupinek vznikají bělošedé povlaky jazyka [11]. Tyto papily nemusí nutně obsahovat chuťové pohárky.

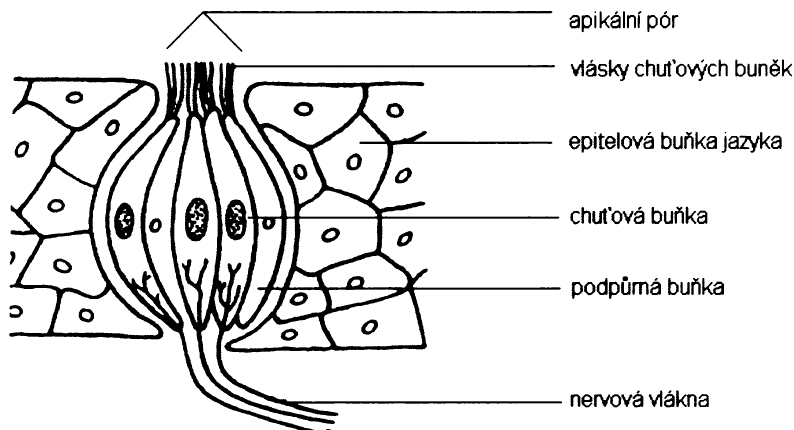
Po stranách zadní části jazyka se ve dvou oddělných polích nacházejí listovité papily v přibližném počtu 15-20. Na hrotu a po stranách jazyka je mezi nitkovitými papilami rozeseto asi 150-400 houbovitých papil [31]. Na hrotu jazyka jsou houbovité papily nápadné svou růžovou barvou. Zabarvení je podmíněno tím, že epitel na jejich povrchu nerohovatí a pod ním prosvítají krevní kapiláry [11]. Oba zmíněné typy papil odpovídají tvarem svým názvům a nesou na svém povrchu chuťové buňky jak je vidět na obrázku 2.



Obr. 2 Tvar chuťových papil a jejich umístění na jazyku [Upraveno dle 114].

Posledním typem jsou papily hrozené nebo také rýhované. Jsou z uvedených typů papil největší, takže jsou viditelné pouhým okem a tvoří řadu ve tvaru obráceného písmene „V“ u kořene jazyka [31]. Jejich počet se pohybuje kolem 8-12 a název vyplývá z rýh, které mají ve své horní části. Chuťové pohárky jsou umístěny většinou v dolních částech těchto rýh, mezi nimi jsou i žláznaté buňky produkující hlen. Při podrobnějším pohledu připomínají tyto papily okrouhlý hradní val s hlubokým příkopem a příkrým náspem.

Každý chuťový pohárek se skládá ze skupiny smyslových a podpůrných buněk. Uspořádání těchto dvou typů buněk v chuťovém pohárku připomíná vzhledem oloupaný pomeranč jak je patrné z obrázku 3.



Obr. 3 Chuťový pohárek – průřez [Upraveno dle 85].

Toto uspořádání obklopují epitelové a bazální buňky. V jednom pohárku je obsaženo 25 až 40 citlivých chuťových buněk. Počet podpůrných buněk je větší a mohou nahradit funkci chuťových buněk, neboť jejich životnost je přibližně 7-10 dní. Odumřelé chuťové buňky jsou nahrazeny podpůrnými během deseti hodin, přičemž tato frekvence klesá se stárnutím organismu. Tento jev vysvětluje, proč se vnímání chuti s přibývajícím věkem snižuje a může také objasnit, proč nemají děti rády pikantní kořeněné pokrmy a raději dávají přednost jemným a nedráždivým jídlům [4].

Každá smyslová buňka má jemné vlasové výběžky zvané mikroklky, vyčnívající na povrch jazyka malými póry papily, tzv. apikálními póry. Chuťové vlasové výběžky mají funkci chemoreceptoru. Dochází zde tedy k reakci chuťově aktivní látky s proteinovými molekulami receptoru [31]. Buňka obsahuje v rozšířené spodní části jádro a touto částí se smyslové buňky napojují na složitou síť nervových vláken, která podráždění přebírají [45]. Každý chuťový pohárek je inervován přibližně pěti neurony [36]. Dojde-li k přetěti sensorického nervu, chuťové pohárky degenerují a případně zcela zahynou ty pohárky, které jím byly inervovány. Pokud však nerv opět regeneruje, mají sousední buňky schopnost se znovu organizovat do nových pohárků, pravděpodobně v důsledku chemické indukce z regenerujících nervových vláken [12].

2.2.3 Funkce chuťových receptorů

Jak chuťové pohárky reagují na chemikálie v potravě a vysílají nervové signály do mozku, není plně objasněno, jisté ale je, že chceme-li vnímat jejich chuť, musí být tyto látky v kapalné formě. Suchá strava dává velmi malý okamžitý vjem chuti a její chuť je zvýrazněna až po rozpuštění ve slinách. Chemické látky pocházející z potravin se rozpustí ve slinách na molekuly a ionty, které vniknou přes papilární póry do chuťových pohárků a působí na receptory chuťových vlásků [4]. Vnímání chuti tedy trvá poměrně dlouho a tento proces je delší zejména u chutí, jejichž receptory jsou umístěny v zadní části ústní dutiny. Doznívání chutí je také dlouhé, protože se chuťově aktivní látky musejí slinami vyplavit z chuťových buněk a pak z chuťových pohárků do ústní dutiny [31].

V současnosti předpokládáme, že chemikálie v potravě mění elektrický potenciál na povrchu smyslových buněk, které pak způsobí vytvoření nervových impulsů v nervových vláknech [13]. Tedy molekuly chuťové látky rozpuštěné ve slinách pronikají do chuťového pohárku, kde reagují se specifickými místy na membráně vlásků chuťových buněk. Tato vazba vede ke vzniku receptorového (akčního) potenciálu [28].

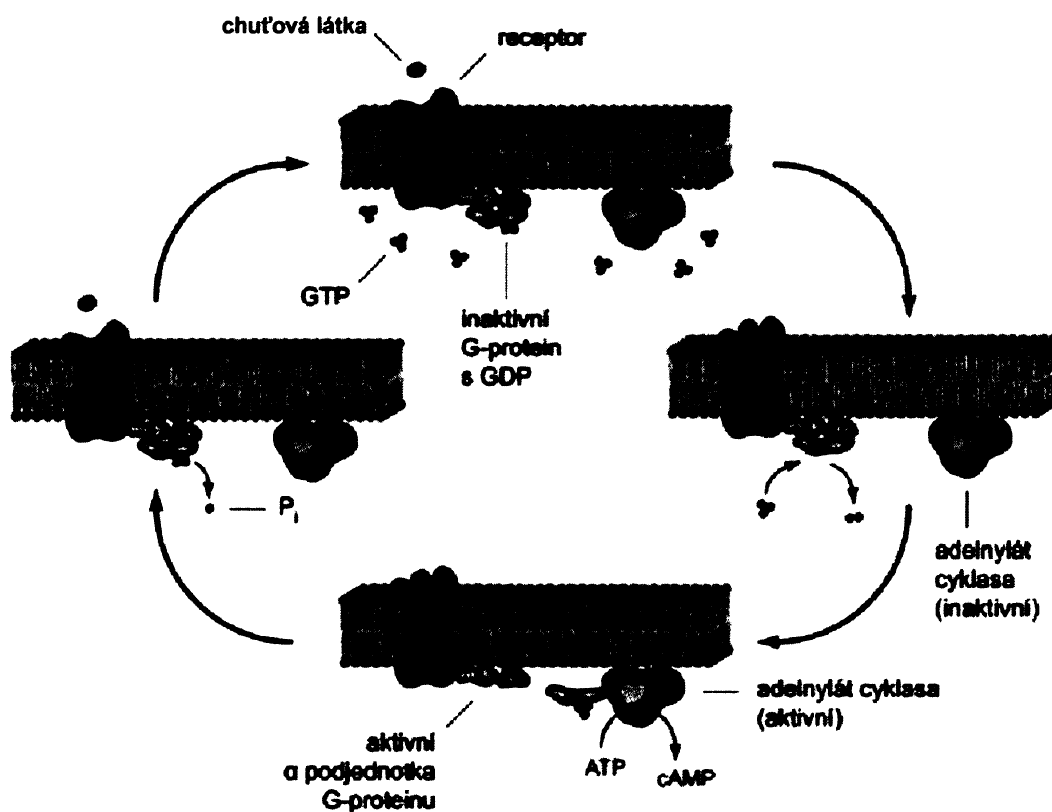
2.2.3.1 Molekuly chuťových receptorů a mechanismus vzniku receptorového potenciálu

Způsob, kterým molekuly v roztoku vyvolávají v sensorických neuronech akční potenciál, je u každé chuti jiný (viz. schéma 1, str. 17). Obecně jde o navázání příslušného chuťového ligandu na receptor, po kterém následuje otevření sodných kanálů a dochází k depolarizaci buňky. Vzniká nejprve silný krátkodobý signál a poté slabší signál trvající tak dlouho, dokud se vazba ligand-receptor neuvolní [58]. Poté dojde k vylučování neurotransmiteru následovaném podrážděním chuťových nervových vláken.

Výzkum chuťových receptorů probíhá velice intenzivně a byla již naklonována celá řada pravděpodobných receptorových molekul [12]. Je popsáno 13 typů chuťových receptorů: 2 pro sodík, 2 pro draslík, 1 pro chlor, 1 pro adenosin, 1 pro inosin, 2 pro sacharidy, 2 pro hořkou chuť, 1 pro glutamát a 1 pro vodíkový ion. Vedle nich se na vnímání chuti podílí i receptory pro dotyk a pro bolest (palčivost) [58].

Receptorem pro sladkou chuť jsou proteiny nazývané G-proteiny. Jsou to bílkoviny s GTPasovou aktivitou podílející se na mnoha buněčných procesech a jsou důležitou složkou kaskád přenášejících signály do buněk [49]. Spojují buněčné povrchové receptory s katalytickými jednotkami, které katalyzují intracelulární tvorbu „druhých poslů“ (nízkomolekulární látky, které se tvoří jako odpověď na signál a ovlivňují aktivitu proteinů) nebo spojují receptory přímo s iontovými kanály [12].

Nejlépe prostudované jsou G-proteiny, tvořené třemi podjednotkami α , β a γ (tzv. heterotrimerní G-proteiny), přičemž na podjednotku α se váže GDP (Obr.4).



Obr. 4 GTPasová aktivita G-proteinu [Upraveno dle 81].

Naváže-li se ligand (chuťová látka) – tzv. „první posel“ na receptor spojený s G-proteinem, vyvolá v G-proteinu konformační změny, GDP na α podjednotce se vymění za GTP a tím je G-protein aktivován. Podjednotka α se oddělí od spojených podjednotek β a γ a naváže se na další enzym signální kaskády (např. adenylátcyklasu), čímž ho aktivuje k syntéze „druhého posla“. Výsledný nárůst cAMP způsobuje fosforylaci K^+ kanálů na membránách chuťových buněk a v důsledku snížené K^+ vodivosti nastává depolarizace buňky [12]. Depolarizace je podstatou stavu podráždění v nervovém systému a pokud vznikne dostatečně velká depolarizace (tzv. prahová depolarizace), vznikají akční potenciály [25]. Podjednotka α potom přejde zpět do neaktivní formy tím, že z navázané molekuly GTP hydrolyticky odštěpí P_i (tzv. GTPasová aktivita) a tím se opět spojí s podjednotkami β a γ [49].

Heterotrimerické G-proteiny propojují signály z více než 1000 receptorů a mezi jejich efektoři v buňce patří iontové kanály i enzymy. Ligandy pro receptory spojené G-proteiny mohou být kromě chuťových látek především hormony dále pak vonné látky nebo také světlo [12].

Receptorem pro kyselou chuť může být protein nazývaný savčí degenerin-1. Kyseliny mohou rovněž depolarizovat příslušné receptorové buňky v důsledku aktivace H^+ - řízených kanálů pro kationy. Na^+ depolarizují receptorové buňky pro slanou chuť prostřednictvím Na^+ kanálu. Hořce chutnající látky snižují obsah cAMP v cílových buňkách pravděpodobně prostřednictvím heterotrimerního proteinu G. Nedávno byl naklonován nový protein G pojmenovaný α -gusducin, který se vyskytuje v chuťových buňkách citlivých na hořkou chuť. Tento protein aktivuje fosfodiesterázu a následně způsobuje snížení koncentrace intracelulárního cAMP. Je zajímavé, že α -gusducin byl rovněž nalezen v chuťových buňkách citlivých na látky sladké. V těchto buňkách však stimulace vyvolává naopak zvýšení koncentrace cAMP, a tak přesná úloha α -gusducinu stále ještě není objasněna [12].

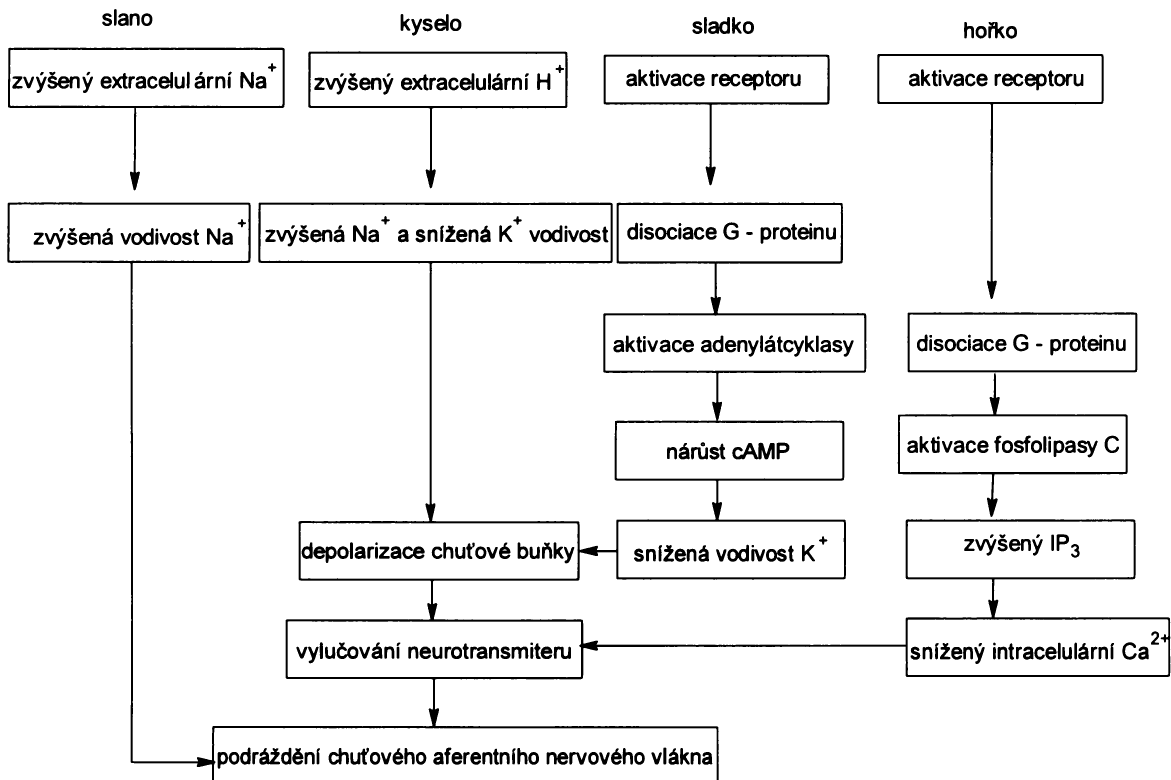
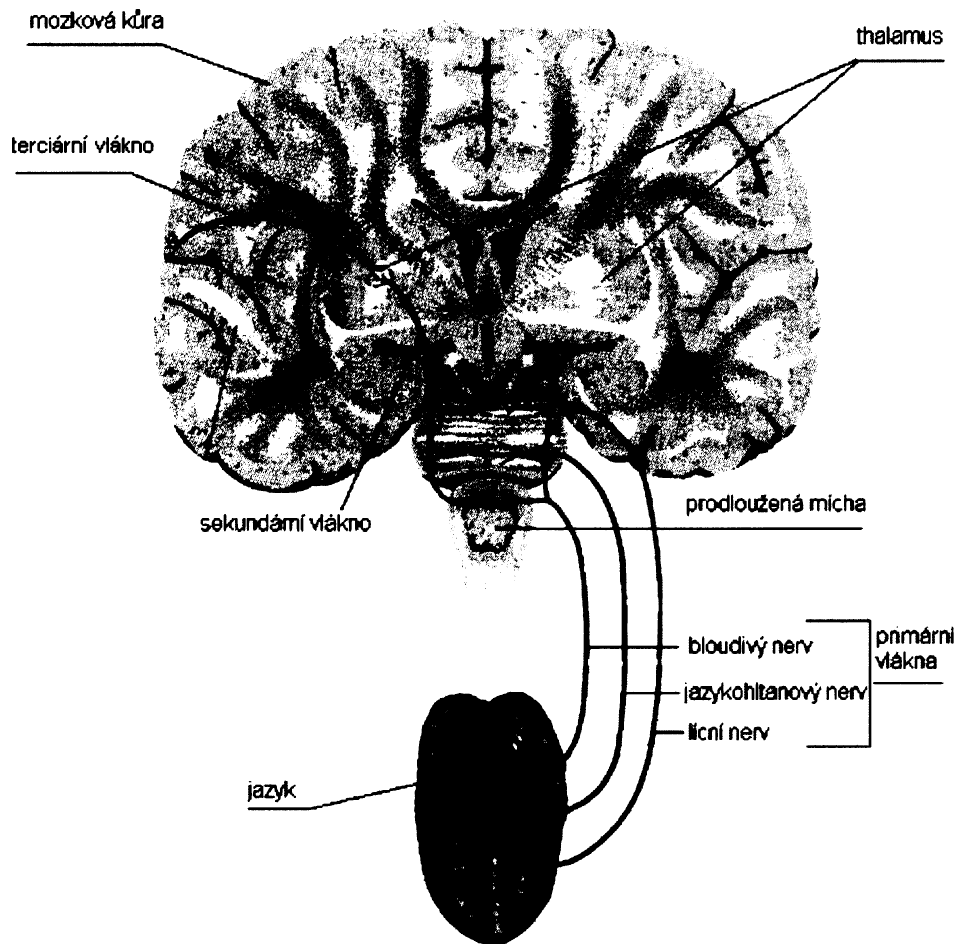


Schéma 1: Buněčný mechanismus podráždění chuťových nervových vláken

[Upraveno dle 30].

2.2.3.2 Nervové dráhy

Impulsy o chuťových kvalitách potravy jsou předávány do mozku prostřednictvím tří hlavových nervů (lící, jazykohltanový a bloudivý nerv), jak ukazuje obrázek 5.



Obr. 5 Přenos chuťových vjemů [Upraveno dle 105].

Informace o chuti z předních 2/3 jazyka se do mozku dostávají prostřednictvím lícího nervu (nervus facialis, VII.), ze zadní 1/3 jazyka cestou nervu jazykohltanového (nervus glosopharyngeus, IX.) a z mimojazykových chuťových pohárků vlákna nervu bloudivého (nervus vagus, X.) [13] [28]. Informace o teplotě a mechanických podnětech v ústní dutině, které ovlivňují chuťovou interpretaci vede do mozku nerv trojklaný (trigeminus, V.), nemá však spojení s chuťovými pohárky [36].

Primární, myelinizovaná, ale poměrně pomalu vedoucí chuťová vlákna ze tří uvedených nervů se na každé straně míchy spojují do jediného druhotného vlákna a vstupují do prodoužené míchy, kam vedou nervový vzruch vytvořený různými chuťovými buňkami [12]. Nervy přenášející chuťové impulsy z jazyka vedou tedy nejdříve do specializovaných buněk mozkového kmene. Oblast mozkového kmene funguje jako první zastávka také pro jiné vjemy přicházející z úst. Po počátečním zpracování v centru v mozkovém kmeni jsou chuťové impulsy přenášeny dalšími nervovými vlákny napříč na druhou stranu mozkového kmene a dále vzestupně do thalamu, limbického systému a hypothalamu (kde se mimo jiné nacházejí regulační centra reflexů souvisejících s příjmem potravy – slinění, produkce trávicích šťáv atd.) [28]. Sekundární vlákno z prodoužené míchy se v thalamu mění na terciární.

Zde je opět místo další analýzy chuťových impulsů a přepojení na další neuron chuťové dráhy, kde je provedena další analýza chuťových impulsů, dříve než je předána do chuťového korového centra, které se podílí na aktuálním vědomém vnímání chuti. Chuť ovšem nemá samostatnou korovou projekční oblast, ale její reprezentace leží v té části postcentrálního závitu mozkové kůry (gyrus postcentralis), která slouží rovněž jako projekční oblast kožního čítí obličejce [12]. Pozn. (Brodmannovo dělení mozkové kůry, mozková kůra se dělí na laloky (*lobus*), které se skládají ze závitů (*gyrus*) a ty jsou od sebe odděleny zářezy (*sulcus*)).

Mozková kůra získává i jiné vjemy z jazyka, například strukturu a teplotu. Tyto vjemy jsou pravděpodobně smíchány se základními chuťovými vjemy z jazyka, a tak se vytvoří jemné čítí, které běžně vnímáme při jídle [4].

Analýza, která probíhá v chuťovém korovém centru dolní části temenního laloku mozkové kůry, je dále ovlivněna čichovými informacemi, které jsou analyzovány v blízkosti spánkového laloku. Chuťové vjemy jsou většinou vytrženy působením čichových vjemů. Při srovnání s ostatními vjemy (obzvláště čichovými) není naše chuťové vnímání tak citlivé. Odhaduje se, že člověk potřebuje 25 000krát více látky v ústech, aby pocítil její chuť, než je třeba pro vnímání čichem. Avšak, nehledě na toto, kombinace 4 typů chuťových pohárků reagujících na základní chutě umožňuje široký rozsah rozpoznávaných vjemů. Některé ze silnějších chutí, jako je ostrá příchut' kořeněného jídla, jsou zprostředkovány drážděním nervových zakončení v jazyce citlivých na bolest.

2.3 Faktory ovlivňující chuťové vnímání

Vnímání chuti je ovlivněno řadou faktorů. Chuťové látky působící na chuťové receptory, jejich typ a struktura, koncentrace a doba působení se řadí na první místo v ovlivňování vnímání chuti. Neméně důležité je prostředí při chuťovém vnímání a psychický, fyzický a sociální vliv u vnímající osoby.

2.3.1 Vnější podnět

Vnější podnět je samozřejmě základní podmínkou smyslového vnímání, ale přítomnost vnějšího podnětu (stimulu) ještě neznamená, že je skutečně vnímán. Smyslové orgány se vyvinuly jako specializovaná zařízení, která reagují optimálně pouze na určité podněty. Jejich specifita spočívá v morfologických popř. fyzikálně chemických vlastnostech příslušných receptorů [40]. Podnět musí mít vhodnou chemickou strukturu, musí být dostatečně silný a trvat dostatečně dlouhou dobu, aby byl vůbec postřehnutelný.

2.3.1.1 Typ a chemická struktura chuťové látky

Typ chuťově aktivní látky z chemického hlediska je bezpochyby nejdůležitějším aspektem ovlivňující chuť. Typy látek působící na chuťové receptory jsou uvedeny v části chemismus chutí.

Chuťově aktivní látky však mají některé společné vlastnosti. Jde obvykle o polární, ve vodě rozpustné a netěkavé sloučeniny [6] [41]. Nerozpustné látky chuťové receptory neovlivňují, takže se jeví bez chuti [21].

Také rozdílná chemická struktura chuťových látek má vliv na vnímání chuti. S rozvojem stereoselektivních analytických metod v posledních desetiletích se začala věnovat pozornost stereochemii složek potravin. Významnější postavení v potravinářské chemii tak

mají enantiomery. Enantiomery se vyznačují rozdíly nejen v prostorovém uspořádání, ale v důsledku toho také v chuti, vůni, výživové hodnotě, a tím ovlivňují celkovou kvalitu potravin. V potravinách a nápojích bylo identifikováno množství látek, jejichž značná část je známá svou chiralitou. Řada chirálních složek je přirozeného původu, zatímco jiné vznikají během výrobního procesu (fermentace, sušení, pražení atd.). Patří sem především aminokyseliny, karboxylové kyseliny a jejich deriváty, ketony, aldehydy, sacharidy, ethery, laktony a další.

Chuťové vnímání je způsobeno interakcí molekuly s receptorem, který je také tvořen chirálními látkami (např. proteiny). Receptor má tedy možnost enantioselektivního rozpoznávání daného rozdílnou interakcí s enantiomery. Chirální chuťové složky v přírodních produktech nejsou vždy přítomné ve formě jednoho enantiomeru, ale vyskytují se ve specifickém enantiomerním poměru. Tento poměr se může lišit podle druhu a stupně zrání, ale např. i podle zeměpisného původu. Určování enantiomerního zastoupení v potravinách a nápojích má velkou vypovídající hodnotu a je důležitou součástí potravinářské analýzy při hodnocení kvality potravin [37].

Konkrétní příklady strukturních odlišností látek, a jejich vliv na vnímání chuti, jsou popsány v kapitole 3, Chemismus chuti. Relativně nejlépe jsou vztahy mezi chemickou strukturou látek a jejich chutí známy u látek sladkých [41].

2.3.1.2 Koncentrace chuťové látky

Koncentrace sensoricky aktivní látky výrazně ovlivňuje vnímání po stránce kvantitativní, ale také kvalitativní. Vnímáme především intenzitu vjemu, která je určena převážně silou působícího podnětu, kdy se rozeznává např. minimální (prahová) intenzita nebo rozdílový práh [40]. Prahová hodnota (resp. koncentrace) je nejnižší detegovaná koncentrace látky v roztoku vyvolávající daný vjem. Rozdílový práh, jinak také práh podnětový, je taková koncentrace, při níž lze zjistit rozdíl v chuti ve srovnání s prostředím, které tuto látku neobsahuje. Rozlišuje se ještě práh rozpoznání, který odpovídá koncentraci, při které lze identifikovat kvalitu chuti dané látky (bývá zpravidla vyšší než podnětový práh) [41]. Intenzita vjemu koreluje s amplitudou receptorového potenciálu, popř. s počtem reagujících receptorů a s frekvencí akčních potenciálů v příslušných aferentních nervových vláknech [40] [12]. Tato skutečnost vysvětluje, proč je stejná chuť vnímána u každého člověka jinak.

Schopnost člověka rozeznat rozdíly v intenzitě chuti je poměrně malá. Je zapotřebí asi 30% změny koncentrace látky, abychom poznali rozdíl v intenzitě [12]. Pocit sladka zaregistrujeme požitím 0,1% roztoku cukru ve vodě. Pocit slana lze vybatvit 0,05% roztokem kuchyňské soli, kyselá 0,0025% roztokem kyseliny citrónové a hořka 0,001% roztokem chininu [34]. Prahové koncentrace, na něž chuťové pohárky reagují, jsou u různých látek rozdílné (Tab.1).

Tab. 1 Prahové koncentrace [Upraveno dle 41].

Látka	Chuť	Prahová koncentrace [mol/l]
Kyselina chlorovodíková	kyselá	100
Chlorid sodný	slaná	2000
Strychnin HCl	hořká	1,6
Glukóza	sladká	80 000
Sacharóza	sladká	10 000
Sacharin	sladká	23

Při nízkých koncentracích přítomnost látky není vnímána. Zvyšující se koncentrace dané látky je zaznamenána a má vliv na vnímání příjemné či nepříjemné chuti. Např. při zvyšující se koncentraci sladké látky příjemnost stoupá k maximum. Koncentrace vyšší než maximum se vnímají negativně, což je patrné u velmi sladkých produktů. Konkrétně u sladké chuti se maximální příjemnosti dosáhne při koncentraci kolem 8-10% sacharosy. Proto ovocné a kolové nápoje mívají tuto sladkost. U kyselých produktů se maxima dosáhne při nižších koncentracích a při vyšších kyselostech bývají opět hodnoceny negativně. Ještě nižší je maximální hodnota příjemnosti u slané a trpké chuti [31].

2.3.1.3 *Vzájemné ovlivnění chuťových látek*

Látky o různé chuti se vzájemně velmi ovlivňují. V praxi se člověk zřídka setká s potravinami, které by obsahovaly jen jedinou sensoricky aktivní látku. Pokud je jich přítomno více, ovlivňuje často jedna druhou. Např. v přítomnosti sladkých látek bývá kyselost nebo hořkost podstatně přijatelnější [31]. Toho např. využívá leckterá matka k podávání hořkých léků svému dítěti s kostkou cukru a velmi často jsou už v samotných léčivých hořké léčivé látky obaleny cukrem. Takové přísady do léčiv se nazývají korigencia.

V případě dvojice sensoricky aktivních látek mohou podle Pokorného [31] nastat tři případy:

- a) chovají se vzájemně neutrálně – každá působí s takovou intenzitou, jakou by měla odděleně od druhé. Tento případ nastává hlavně u látek, z nichž každá reaguje s jiným chuťovým receptorem;
- b) synergismus – intenzita vnímání chuťových látek ve směsi je větší než u každé látky samostatně. Příkladem může být směs sacharosy a chloridu sodného v nízkých koncentracích;
- c) antagonismus – účinek na intenzitu vnímání chutí je ve směsi menší než u jednotlivých složek. Tento jev je velmi běžný, zejména u látek strukturně podobných, které mohou soutěžit o stejná aktivní místa na receptorech. Antagonismus se také projevuje mezi tukem a hořkými nebo sladkými látkami. Vysvětluje se tak, že tuk vytvoří na stěnách ústní dutiny tenkou vrstvu, která brání chuťově aktivním látkám v přístupu k chuťovým receptorům.

Vzájemné ovlivnění chuťových látek je velmi důležité pro degustátory, kteří mezi nimi hledají vyváženost. Vyvážeností se rozumí fungování všech chemických složek, které jsou ve vzorku obsaženy. Nenahraditelnou roli zde hrají samozřejmě vonné látky, které přispívají k dokonalejšímu vnímání chutí. Mozek analyzuje vůně nosem a chuť ústy, pak z nich udělá syntézu. Např. víno obsahuje cukry, kyseliny, taniny a různé soli. V ústech se tyto prvky překrývají, ale hlavně doplňují, vzájemně posilují, nebo se naopak stavějí proti sobě a neutralizují. Harmonie vína spočívá především v rovnováze mezi sladkou chutí na jedné straně a kyselostí a hořkostí na straně druhé. Cukr se vyvažuje nejen s kyselinami, ale i s hořkými látkami. Rovněž ovlivňuje taniny, zpomaluje o několik vteřin vnímání svíravosti a hořkosti při vložení do úst [5].

2.3.1.4 *Přítomnost modifikátoru*

Chuťové vjemy je možno dodatečně modifikovat látkou, která mění vnímání některých vlastností ať již jednotlivě, nebo spolu s ovlivněním jiných vjemů, tzv. modifikátorem. Modifikátorem je podle definice Moravcové a kol. [24] látka nebo směs látek,

kteřá sama za daného způsobu použití není výrazně vnímána chutí, čichem, či dotykem, ale podstatně mění, zesiluje či zeslabuje (maskuje) chuťový, vonný či dotykový pocit látky či směsi látek, ke které je přidána. Dotykové vjemy jsou zde zmíněny v souvislosti s vnímáním např. plné chuti určité potraviny, jakoby ústa naplňující a tudíž lépe uspokojující potřebu potravy.

Jako příklad modifikátoru lze uvést látky s chutí umami (např. glutamát sodný), které jsou známy jako látky zlepšující chuť jídel a potlačující čichové vjemy [24]. Přesným příkladem modifikátoru je podle mého názoru glykoprotein nazvaný miraculin, který je sám o sobě bez chuti, ale výrazně ovlivňuje vnímání kyselé chuti, kterou „mění“ na sladkou. Sladké, hořké ani slané chuti neovlivňuje [24]. Mechanismus vlivu této látky na chuťové buňky není dosud znám, předpokládá se však, že se váže na receptory rozpoznávající kyselou látku, kde dochází jeho působením ke strukturním změnám chuťových buněk. Důsledkem toho jsou kyselou látku vnímány jako sladké, což trvá přibližně 1-2 hod. po požití miraculinu. Poté se chuťové vnímání vrací k normálu [69]. Obrázek 6 zobrazuje komerční produkt obsahující miraculin, který je k dostání v ČR.



Obr. 6 Miraculin – tablety [97].

Podobně jako miraculin působí na chuťové buňky protein zvaný kurkulin, který je však sám o sobě sladký. Modifikuje kyselou chuť na sladkou jako miraculin, avšak poté již přestává být sladkým.

Mezi další modifikátory patří např. polypeptid gurmarin a kyselina gymnemová (inhibují vjem sladké chuti po několik hodin) nebo sladce chutnající protein thaumatin, který dokáže maskovat chuť hořkou [24].

2.3.1.5 Adaptace receptorů

Adaptace receptorů znamená jejich přizpůsobení na konstantní úroveň podnětu a nastavení této úrovně jako nulové. Při dlouhodobějším dráždění podnětem o stejné intenzitě přestává receptor signál vnímat, neboť dojde k poklesu frekvence akčních potenciálů v senzoryckém nervu [12]. I chuťové podněty snadno vyvolávají adaptaci receptorů. Platí to zvláště pro slanou chuť, v menší míře pro hořkou a sladkou chuť. Za několik desítek sekund po skončení působení vnějšího podnětu se citlivost receptorů opět upraví na původní hodnotu [31].

2.3.1.6 Doba působení podnětu

Chuťový smysl je ve srovnání s ostatními smysly nejpomalejší. Nejrychleji probíhají reakce zrakových a sluchových smyslů (řádově milisekundy), vnímání čichem a hmatem je o něco pomalejší.

Konzumace potravy je sled pochodů, které zaberou určitý čas. Vnímání potravy začíná již při pohledu a přivonění k pokrmu, kdy se nám vybaví známá chuť, ale našimi chuťovými

receptory nebyly chuťové látky ještě zaznamenány. Při vložení sousta do úst nebo např. ukousnutím sousta, aktivní místa receptorů stále ještě nejsou v kontaktu s chuťovými látkami. K tomu dochází až při žvýkání sousta a jeho mísení se slinami a také při ohřátí či ochlazení na teplotu ústní dutiny. Roli zde hraje také textura daného sousta - chuť kapaliny je vnímána rychleji oproti tvrdému produktu, který je nutné rozžvýkat.

Pohyby v ústní dutině se z přijaté potravy uvolňují chuťové a těkavé látky, které se teprve nyní dostávají k citlivým vláskům receptorů chuťových pohárků a receptorům čichových buněk, kde dochází k jejich reakci. Při žvýkání se různé složky aromatu uvolňují různou rychlostí podle své molekulové hmotnosti a polariry. Po spolknutí sousta se přestávají uvolňovat další sensoricky aktivní látky a následuje odstraňování navázaných chuťových látek z receptorů vyplavením slinami a jejich polykáním, eventuálně z nosní dutiny vydechováním [31].

Sledováním změn sensorických znaků v závislosti na čase se zabývá sensorická metoda nazývaná „doznívání chuti“. Jde o stanovení časové závislosti jednotlivých složek chuti metodou kapilární izotachoforézy v závislosti na době vložení do úst a hlavně po spolknutí. Doba potřebná ke sledování doznívání chuti je různá a záleží na podnětu, jeho kvalitě a kvantitě. Výstupem této metody je grafické znázornění, kdy je možné z tzv. křivky doznívání zjistit čtyři základní parametry, a to maximální dosah intenzity chuti, k tomu potřebný čas, čas doznívání a plochu pod křivkou [17].

Časový průběh vnímání chuti ale záleží především na typu chuťových látek. Např. u hořké chuti se intenzita vjemu zvyšuje ještě po spolknutí sousta, teprve po nějakém čase intenzita postupně klesá, až vjem zcela ustane. Objevení se chuti po požití sousta se také liší v závislosti na přítomné chuťové látce. Sladká chuť se obecně objevuje rychleji než hořká či trpká. Příkladem může být ochutnávání vína, kdy se při konzumu doušku sladká a kyselá chuť objeví rychle a rychle doznívají. Naproti tomu se trpká a nahořklá chuť vyvíjejí pomaleji a projeví se spíše až při polykání nebo spolknutí doušku, což má souvislost především s umístěním chuťových receptorů v ústní dutině [5].

2.3.2 *Prostředí*

Při jakémkoliv smyslovém vnímání hraje určitou roli prostředí, ve kterém se nacházíme a ve kterém se nachází i vnímaný podnět. Při hodnocení potravin hraje například velkou roli připravenost samotného hodnotitele. Musí být pohodlně oblečen a obut a nesmí používat aromatické kosmetické přípravky [18].

Na vnímání chuti má velký vliv např. teplota. S rostoucí teplotou citlivost zvolna roste k maximu a pak mírně klesá. Kolem teploty maxima mají chuťové látky možnost rozvinout se v plné šíři a zlepšuje se tím plnost chuti. Optimální vnímavost pro sladkou chuť je v teplotním intervalu od 35-50°C. Při teplotách kolem 0°C je citlivost ke sladké chuti nízká (např. při konzumaci zmrzliny). Jiným příkladem je optimální teplota piva, což je 6-10°C [31]. Při vyšších teplotách začínají vyznívat některé pachuti. Také chuť vína se mění v závislosti na teplotě. Příliš chladné víno je uzavřené a skrývá vůni a chuť, příliš teplé víno naopak uvolňuje nadměrné množství alkoholu a jiných těkavých látek a působí pálivě. Je známo, že různé druhy vín, od sektů, přes stolní bílá a polosuchá růžová až po těžká červená vína, mají doporučenou teplotu, která se pohybuje od 6 do 18°C [18].

Intensita vnímání chuti závisí také na prostředí v ústní dutině. Je tím myšleno doznívání předchozího působení jiného podnětu. Jestliže např. po velmi silném podnětu přichází středně silný podnět, bude nám připadat slabý. Jestliže však tentýž středně silný podnět bude následovat po podnětu slabém, budeme ho vnímat jako velmi silný [31]. Můžeme si tento jev představit na příkladě ochucování právě uvařené polévky, kterou jsme

ještě vůbec neosolili. Po přidání určitého menšího množství soli (např. 1 čajová lžička do čtyřlitrového hrnce plného polévky), budeme po ochutnání polévky s její chutí spokojeni. Když však polévku po chvíli ochutnáme znovu, třeba již z talíře, bude se nám zdát málo slaná.

2.3.3 Vnímající osoba

2.3.3.1 Fysiologické vlivy

První etapou smyslového vnímání je interakce vnějšího podnětu s receptorem a vznik vnitřního podnětu. Tento proces má převážně fysiologický charakter a nezbytným předpokladem je funkční receptor. Proces vnímání chuti je tedy značně ovlivněn zdravotním stavem člověka (Viz. Poruchy chuti, kap. 2.4).

K fysiologickým změnám smyslových receptorů dochází také s rostoucím věkem, a to k určité ztrátě jejich citlivosti. Náš věk je rozhodující, což bylo již zmíněno v souvislosti s počtem chuťových pohárků a jejich ubývání s přibývajícím roky. Úbytek citlivosti chuťových vjemů a zároveň také výraznější úbytek citlivosti čichových vjemů je možné pozorovat u jinak zdravých osob ve věku kolem šedesáti let, přičemž tento fakt se může projevit sníženým zájmem o příjem potravy [31].

Není pochyb, že děti vnímají jednotlivé chutě odlišně od dospělých. Mají např. vysoký práh pro sladko a naopak nízký práh pro hořko a kyselo, proto tyto chutě nemají rády.

2.3.3.2 Psychické vlivy

Vnímání chuti souvisí s aktuálním psychickým stavem člověka (únava, nevyspalost,...) a také s jeho asociacemi. Např. člověk, který má normálně vyvinutou chuť a čich rozezná, že výrobek má hnilobnou chuť, ale nepřijde na to, že taková strava je nevyhovující, pokud nemá vybudované asociační vazby [31].

Zvířata i lidé si běžně vytvářejí silnou averzi vůči neznámé potravě, po jejímž požití následují zažívací potíže. Význam takovéto averze pro přežití je zřejmý, neboť přispívá k vyhýbání se jedům [12].

2.3.3.3 Sociální vlivy

Sociální vlivy jsou i při vnímání chuti ovlivňující, protože člověk je tvor velmi sociální. V běžném životě se pohybuje v určité společnosti, kde má určité postavení ve společenské hierarchii skupiny. Zejména vliv rodiny a jejího způsobu zpracování potravin, přípravy jídel a stravování se odráží ve vnímání chuti. Domácí pokrmy jsou pro člověka chuťově příjemné a je na jejich chuť zvyklý. Strávníci školních jídelen a firemních stravovacích zařízení si často stěžují na nechut tamějších jídel a různými způsoby se je snaží dochutit podle svého [31].

2.4 Poruchy chuti

Omezení či přímo ztráta vnímání chuti může mít několik příčin. Prvotní příčina může být lokalizována buď přímo v ústech nebo v jiné, relativně vzdálené části těla – např. v středoušní dutině či krční páteři. Z místních příčin se může jednat o celou řadu rozličných

zánětů jazyka. Nepříjemné jsou i alergické reakce na různé léky či ústní vody a nebo infekce, které však bývají většinou součástí rozsáhlejšího procesu [31].

Chuť se mění při některých chorobách např. jaterní onemocnění, nádory zažívacího systému, poruchy endokrinního systému atd. Přejídně je chuť snížena např. při rýmě, neboť jak bylo uvedeno, chuť je velmi úzce spojena s čichem. Z tohoto důvodu můžeme mít v případě rýmy pocit, že je jídlo jako bez chuti. Je to tím, že cesta k čichovému receptoru je zablokována hlenem. Při vyrazení čichových receptorů ucpáním nosu nedovedeme rozeznat ani některé velmi výrazně chutnající pokrmy, jako cibuli, ovoce aj. [34]. Stejný stav nastává i v případě, že je funkce čichu omezena z jiného důvodu, např. v důsledku chemického poleptání sliznice nebo úrazu. Pokud dojde k poruše vnímání chuti z důvodu poškození čichového orgánu, neexistuje prakticky žádná možnost nápravy a poškození je trvalé [31].

I receptory chuťových smyslů mohou podléhat chorobám. Jednou z nich je tzv. augesie, která se projevuje neschopností rozlišit jednotlivé chuti. Jde tedy o nefunkčnost chuťových receptorů, což může být způsobeno zničením nervových zakončení na jazyku např. silným poleptáním jazyka. Další příčinou může být porušení průběhu nervů vzniklé např. úrazem nebo jde o poruchu výkonu mozku např. v hypnóze. Augesie může být úplná nebo se může týkat jen některých základních chutí [31].

Hypogeusie je snižená citlivost chuťových receptorů. Je daleko častější než augesie a bývá většinou částečná, např. se poměrně často vyskytuje snižená citlivost ke sladké nebo slané chuti. Hypogeusii může vyvolat mnoho různých chorob [12].

Třetí poruchou chuti je parageusie a znamená zkreslené vnímání chutí, např. nízké koncentrace sacharosy jsou vnímány jako mírně hořké místo sladké. Na druhé straně jsou ale roztoky o nízké koncentraci chloridu sodného hodnoceny běžně jako sladké, to však není chorobný úkaz, ale přirozená vlastnost, vyskytující se téměř u všech lidí [31].

Chuť se mění i při současném požívání některých léků (antibiotika, antihistaminika). Léčení glukokortikoidy silně snižuje chuťovou ostrost tím, že zvyšuje práh vnímání [36]. Také nikotin mění vnímání chuti jídla a pocit požitku z jídla. Po vykouření cigarety či konzumaci alkoholu se citlivost receptorů snižuje na několik desítek minut až hodin. Je známo, že kuřáci mají v oblibě hodně kořeněná, slaná a ostrá jídla [31]. Snižování vnímání ostrosti chuti, především kyselého a hořkého, může mít za následek také zubní protéza kryjící patro [36].

2.5 Vnímání chuti u živočichů

Naše chuť je soustředěna do chuťových pohárků na jazyku, ale v živočišné říši se vyvinuly některé mnohem neobvyklejší a důmyslnější chuťové orgány.

2.5.1 *Rozečkaný jazyk, Jacobsonův orgán*

Rozečkaný hadí jazyk byl po dlouhý čas součástí mnoha představ a pověr v řadě kulturně i nábožensky rozmanitých oblastí světa. Navzdory tomu však jeho skutečná funkce zůstávala po dlouhá tisíciletí nepoznána. Aristoteles na základě zkušeností s vlastním jazykem odvodil, že hadům přináší dvojnásobná chuťová potěšení. Další vysvětlení nabídl až v 17. století Hodierna, který se domníval, že rozečkaný jazyk slouží k odstraňování špíny z nosu, která se tam dostává, protože plazi žijí na zemi nebo přímo v zemi. Třetí teorie mluvila o tom, že hadi s velkou mrštností chytají mouchy do škvíry mezi oběma výběžky jazyka. Ze všech představ, které si lidé o funkci rozečkaného hadího jazyka udělali, byl nejbližší pravdě Aristoteles. Dnes víme, že rozečkaný jazyk má svůj význam při chemorepci, i když nejde

ani tak o orgán chuti. Jazyk je u plazů jakousi prodlouženou rukou Jakobsonova neboli vomeronazálního orgánu [54].

Mnoho hadů a jiných plazů má spojené vnímání chutí a pachů. Vysouváním a zatahováním rozeklaného jazyka malým otvorem mezi rty tyto živočichové sbírají chuťové částičky ze vzduchu a z předmětů, například z povrchu kamene. V ústní dutině se na patře vidlice jazyka vsune do dvojice slepých kapes, jejichž vlhký povrch je citlivý na sebrané chemické látky. Chuťové látky se přesunou do otvorů, které jsou bohatě vybaveny nervovými zakončeními a které jsou obecně známy pod pojmem Jacobsonův orgán [35].

K čemu je ale na konci jazyka ona dlouhá vidlice, když lze příslušné molekuly do úst dopravit i jazykem jednoduchým? Otázka o to naléhavější, že rozeklaný jazyk vznikl pravděpodobně ve dvou, či dokonce ve čtyřech evolučních liniích nezávisle na sobě. Bude mít tedy pro své nositele zřejmě nějaký význam. Pro pohyb živočichů či rostlin k určitému stimulu se používá název *taxe* a *kineze*. G. S. Fraenkel a D. L. Gunn navrhli pro přímý pohyb živočichů k určitému stimulu smyslu označení *klinotaxe* a *tropotaxe*. *Klinotaxe* je založena na porovnání intenzity nebo kvality stimulu na dvou různých místech v různém čase, zatímco *tropotaxe* zahrnuje porovnání stimulu na dvou místech těla najednou. *Klinotaxe* je pro chemoreceptci běžná. *Tropotaxe* je teoreticky možná, ale vyžaduje dostatečně silný chemický gradient; takový, aby stimulační na různých částech těla měly odlišitelnou intenzitu. Pro hady a ještěry, kteří využívají *tropotaxi*, je důležitá schopnost vnímat v jednom okamžiku odlišnou chemickou kvalitu na dvou různých místech. A k tomu se právě výborně hodí jazyk s dvěma konci. Čím jsou oba konce delší, tím může být vzdálenost mezi prozkoumávanými body větší a tím je chemoreceptce vlastně citlivější. U některých druhů (např. z čeledi *Varanidae*, *Teidae* či některých hadů) může být vzdálenost mezi oběma konci jazyka dokonce větší, než je šířka hlavy [54].

Hadí využívají Jacobsonův orgán ke sledování stop zanechaných potenciální kořisti nebo jedinci opačného pohlaví. Ještěři využívají tento orgán k vyhledání hnízda v době péče o vajíčka [35]. Právě některé ekologické charakteristiky zajímavě podporují teorii spojující chemoreceptci a *tropotaxi* u plazů. Druhy, které mají dlouhý, hluboce rozeklaný jazyk, jsou v převážné většině „stopaři“, kteří svou kořist aktivně vyhledávají, v terénu jsou velmi pohybliví a překonávají často značné vzdálenosti. Naopak druhy, jejichž životní strategií je spíše skryté číhání na kořist, rozeklané jazyky nemají, nebo jsou obě špičky jazyka jen drobné a krátké [54].

2.5.2 *Končetiny*

U hmyzu se setkáváme s chuťovými buňkami nejen v oblasti ústního ústrojí, ale často také na končetinách. Například mouchy využívají k ochutnávání povrchů sosák a končetiny, přičemž chuťové buňky umístěné na končetinách jsou mnohem citlivější na cukry. Citlivost vnímání se také zvyšuje s délkou hladovění, a to až sedmdesátkrát u jedinců, kteří deset dní nepřijali žádnou potravu. U motýlů jsou v takovém případě receptory schopny rozpoznat sacharid rozpuštěný ve vodě již při koncentraci 0,003%.

Senzory chuti u hmyzu mají jinou podobu než u jiných živočichů či člověka. Jedná se o tzv. chuťové chloupky, přičemž každý se skládá z pěti nervových buněk. Čtyři vnímají chuť reakcí na cukry, vodu a různé soli. Je patrné, že hmyz je oproti člověku mnohem méně citlivý, pokud jde o širokou škálu různých chutí. V jedné sérii pokusů, v nichž bylo zkoušeno 34 vzorků různých sacharidů a podobných látek, konstatovali dobrovolníci, že třicet z nich chutná sladce. Včely medonosné, jimž byly předloženy stejné vzorky, reagovali pouze na devět z nich, a sice jen na látky které jsou jejich přirozenou potravou, jako je nektar nebo medovice.

Chuťové chloupky na končetinách jsou pro hmyz praktické, protože často se potenciální potravu dotknou nejprve nohou. Pokud tyto chuťové chloupky rozpoznají např. přítomnost sacharidu, hmyz to pobídne k přijetí potravu do úst natažením sosáku (u motýlů) nebo labelami (makadla u much). Chuťové chloupky na těchto a dalších částech úst určí, zda je látka požitelná či ne [35].

2.5.3 Chuťové pohárky volně rozesté po těle

Zatímco suchozemští obratlovci mají všechny chuťové pohárky v ústech, u ryb je můžeme najít téměř kdekoli na celém těle. Protože tělo ryb je vodou s chemickými signály obklopeno, jsou částice chuti i pachu v přímém kontaktu s receptory. Vnímají však ryby vodu kolem sebe čichem nebo chutí? Čich je definován jako rozeznání chemických látek ze vzdálených zdrojů, zatímco chuť obnáší přímý kontakt s chemoreceptory daného živočicha. Zkoumání nervového spojení rybích chuťových a čichových receptorů odhalilo, že pro ryby je důležitější chuť než čich, protože více nervových drah vede k chuťovým pohárkům. Z čichových váčků vede do mozku pouze jedna nervová dráha, zatímco chuťové pohárky jsou s mozkem spojeny větvemi tří různých hlavových nervů.

Dlouhé tenké ploutve mnoha druhů mají na koncích chuťové pohárky, a tak tyto ryby mohou ochutnat potencionální potravu už tím, že se jí dotknou. Například na hrudních ploutvích šitníků (*Trigla sp.*) se nachází několik prstovitých článků, které ryba využívá nejen k „chůzi“ po mořském dně, ale i k ochutnávání – dotykem – potenciální potravu. Ryba pozře potravu jen v případě, že je s těmito chuťovými signály spokojena.

U některých ryb je rozmístění chuťových pohárků ještě specifičtější, např. sumeček skvrnitý (*Ictalurus punctatus*) má nejvíce chuťových pohárků na vousech okolo ústního otvoru. Výzkum provedený elektrofyziologem dr. J. Capriem odhalil, že právě tyto chuťové pohárky jsou velice citlivé a jsou schopné rozpoznat určité bílkoviny obsažené ve vodě v nepatrných koncentracích 1-100 µg/l [35].

Na bocích žraloků se po celé délce těla mezi šupinami nacházejí drobné dutinky (smyslové dutiny nebo neuromasty) jak je vidět na obrázku 7. V nich jsou zvláštní papily, které vypadají stejně jako chuťové buňky na jazyku člověka nebo ostatních živočichů. Tyto orgány slouží k "ochutnávání" vody; žraloci jimi rozpoznávají např. různou koncentraci solí ve vodě, vyústění řek či kanálů u velkých měst atd. Na rozdíl od skutečné chuti, která se uplatňuje až v přímém kontaktu s kořistí, má tento smyslový orgán mnohem větší dosah. Žralok může celým tělem vnímat přítomnost lákavé chuti i na vzdálenost několika set metrů.



Obr. 7: Smyslové dutiny žraloka [107].

2.5.4 Tykadla

U některých dalších živočichů jako např. u raka říčního (*Astacus astacus*) jsou hmatovým a zároveň chuťovým orgánem tykadla. Také hmyz má na tykadlech umístěny chemoreceptory, takže kromě ústního ústrojí vnímá chuť i tykadly.

3 CHEMISMUS CHUTÍ

3.1 Chut'ové aromatické látky

Za aromatické látky se považují látky působící na čichové a chuťové receptory člověka vyvolávající vjem vůně nebo chuti. Jsou určeny k tomu, aby potravině udělovaly aróma, které by jinak neměla v charakteristické intenzitě nebo vůbec [41]. Aromatické látky chápané v nejšířším slova smyslu se podle Vonáška [42] dělí na dvě velké skupiny – látky vonné a chuťové.

Těkavé aromatické látky lze většinou označit za přímé metabolity rostlinného nebo živočišného organismu produkované vnitrobuněčným biogenetickým pochodem. Kvalita a kvantita těchto látek závisejí na genetické výbavě rostlinného či živočišného druhu a jsou ovlivnitelné některými zevními faktory, jako jsou sklizeň a skladování.

Chuťové látky jsou látky, které při příjmu potravy většinou stimulují charakteristickým způsobem současně jak smysl chuťový, tak i smysl čichový.

Látky upravující aróma potravin jsou nejrozsáhlejší skupinou aditivních látek. Kromě přírodních, přírodně identických a umělých aromatických látek se k aromatizaci potravin používají a rozlišují směsi látek nazývané aromatické přípravky, reakční (kondenzační) aromatické přípravky a kouřové aromatické přípravky [41].

Vedle aromatických látek, které potravinám chuť a vůni dodávají, můžeme ve většině výrobcích najít látky, které jejich chuť a vůni pouze zvýrazňují. Jsou to nám známá „ěčka“. Mezi tyto látky patří např. kyselina glutamová a její soli, kyselina inosinová a její soli a některá sladidla. Nejpoužívanějším zástupcem této skupiny látek je nechvalně známý glutaman sodný, který se hojně používá v sójových omáčkách a instantních polévkách.

Mezi zastánci a protivníky přídavných látek se vede dlouholetý spor o tom, zda látky zvýrazňující chuť a vůni slouží k falšování potravin a klamání spotřebitele nebo zda pouze umocňují sensorické vlastnosti použitých kvalitních surovin. Přívrženci těchto látek tvrdí, že jejich použití sice umocní chuť pokrmu, ale pokud jsou použité suroviny nízké kvality, pak zvýraznění jejich chuti tento fakt nezastře. Odpůrci argumentují tím, že díky přítomnosti látek zvýrazňující aroma pokrmů lze použít daleko méně výživných avšak dražších surovin. Jako příklad se často uvádí nižší obsah masa v instantních polévkách a dalších pokrmech obsahujících glutaman sodný [44].

Z předchozího textu je zřejmé, že chuť nevytváří obvykle pouze jedna látka. Téměř vždy jde o komplikované směsi s kvalitativní převahou sloučenin obsahujících heteroatom. Pro vývoj poznání chuťových látek bylo velkým stimulem zjištění, že chuťové vlastnosti grilovaných, vařených a pečených potravin jsou vázány na jednoduché pyrazinové deriváty. Přesto, že se vyskytují v potravinách a pochutinách v množství pod 0,001%, jsou jejich chuťově určující složkou [42].

3.1.1 Původ chuťových látek

Chuťové aromatické látky vznikají dvěma odlišnými způsoby. Vytvářejí se v živém přírodním materiálu, například v rostlinách během vegetace, kde jsou produktem tzv. sekundárního metabolismu [42]. Tyto látky se původně získávaly z přírodních materiálů jako extrakty a destiláty (například aromatické oleje) [44]. Mnoho aromatických látek však vzniká až v průběhu dalšího zpracování přírodního materiálu. Vedle původních těkavých aromatických látek mohou chuťové látky obsahovat především složky, které mají svůj původ v mimobuněčných pochodech. Tvoří se při enzymových a chemických přeměnách potravin

v průběhu přípravy pokrmů degradací vysokomolekulárních sloučenin, hlavně bílkovin, sacharidů a lipidů. K celkovému profilu chuťových látek přispívají částečně i některé další typy prekursorů, jako jsou polyfenoly, vitaminy, nukleotidy, pigmenty nebo také polyterpenické sloučeniny. Fermentační pochody, uzení, sušení, vaření, pečení, smažení a příprava pokrmů na roštu jsou hlavní procesy, při kterých tyto látky vznikají [42].

Pokud se aromatická látka izoluje z přírodních zdrojů, hovoříme o přírodní aromatické látce. Získává se zejména biotechnologickými (biochemickými a mikrobiologickými) postupy [41]. Některé aromatické látky jsou však v dnešní době z ekonomických důvodů vyráběny také synteticky. Aromatické látky přírodně identické se vyrábějí chemickými postupy, ale svou chemickou strukturou jsou totožné s látkami v přírodních materiálech. Chemickou syntézou se ovšem vyrábějí i aromatické látky, které se v přírodě přirozeně nevyskytují a nazývají se umělé aromatické látky [44].

3.2 Sladká chuť

Sladkou chuť většinou automaticky přiřazujeme k charakteristickým vlastnostem cukrů. Za cukry jsou považovány monosacharidy a oligosacharidy, látky vesměs bezbarvé, krystalické, dobře rozpustné ve vodě a sladké chuti [29].

3.2.1 Klasifikace sladkých látek

Sladké jsou monosacharidy např. glukosa a fruktosa; disacharidy např. sacharosa, laktosa a maltosa; oligosacharidy a cukerné alkoholy např. sorbitol, mannitol a xylitol [41].

Sladivost látky se porovnává se sacharosou, která má sladivost 1. Například glukosa má sladivost 0,8; je tedy z 80% tak sladká jako sacharosa. Naproti tomu fruktosa je až 1,8krát sladivější. Mléčný cukr laktosa nebo sladový cukr maltosa mají sladivost o 50% menší než sacharosa [23]. Mnohé cukry nejsou dokonce vůbec sladké, některé (např. β -D-mannosa, některé oligosacharidy) jsou dokonce hořké [41]. Cukerné alkoholy mají sladivost velmi podobnou přirozeným cukrům (od 0,4 do 1,3).

Kromě sacharidů a jejich derivátů se do našeho podvědomí dostali látky, které zajišťují sladkou chuť, ale jsou jiného chemického složení. Jsou nízkokalorické a vhodné pro použití v dietních pokrmech, jako např. sacharin, který patří mezi syntetická náhradní sladidla [6]. Tyto sloučeniny jsou často mnohem sladší než sacharosa přesto, že mají zcela odlišnou strukturu [41].

Mezi necukerné látky sladké chuti patří např. proteiny (např. thaumatin, mabinlin, kurkulín), deriváty aminokyselin (např. monatin), terpeny (např. perillartin, steviosid, glycyrrhizová kyselina), flavonoidy (např. selliguaein) či steroidy (např. osladin) [19].

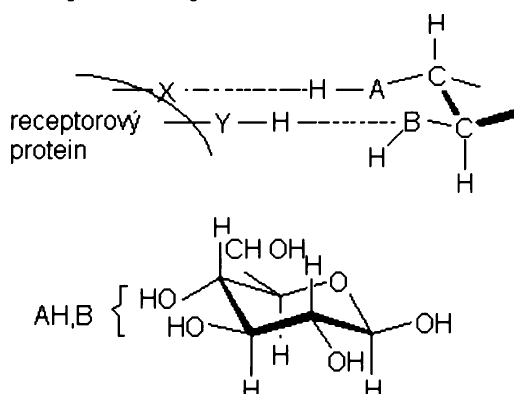
3.2.2 Chemická podstata vnímání sladké chuti

Sladkost je z chemického hlediska zajímavá především svojí „křehkostí“. Stačí malá změna ve složení či prostorovém uspořádání a sladké už není sladké

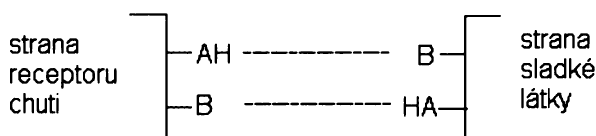
Proč některé látky nebo jejich prostorové modifikace vnímáme jako sladké a jiné ne? Přesnou odpověď zatím neznáme, byly však položeny základy vědeckého vysvětlení tohoto jevu, který nás provází každodenním životem.

Coultate [6] uvádí dva postupy, jak zjistit odpověď na danou otázku. Jedním je jednoduše zkoumat co největší množství sladkých látek a určit jejich obecné strukturální prvky.

Druhou cestou je připravit velký počet derivátů sladkých látek, ve kterých jsou potenciální důležité skupiny blokovány či modifikovány. Tento postup vedl v roce 1967 vědecký tým R. S. Shallenbergera k návrhu tzv. AH-B teorie, kde A a B představují elektronegativní atomy (obvykle kyslík) a AH značí skupinu schopnou tvořit vodíkovou vazbu.



Podle této teorie se pocit sladkosti vytvoří v důsledku dočasného spojení mezi molekulou sladidla a receptorem v chuťových pohárcích. Chemicky se jedná o vodíkovou vazbu mezi skupinou obsahující kyselý vodík a bazickou částí druhé molekuly. Zjednodušeně to znázorňuje schéma na obrázku 8.

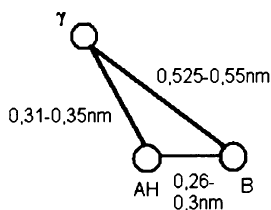


Obr. 8 AH-B teorie [Upraveno dle 6].

Teorie předpokládá komplementární části v molekule sladidla a v receptoru sladkosti. Vytvoření této dočasné vazby se projeví v generování impulsu, který se přes nervová vlákna dostane do mozku, aby se zde vyhodnotil jako pocit sladkosti [32].

Z uvedeného vyplývá určitá podmínka délky vzdálenosti mezi elektronegativním atomem B a vodíkovým atomem na atomu A, a to $3A$ (0,3 nm). Nejenom, že mají mezi sebou tuto maximální vzdálenost komplementární skupiny atomů receptoru chuťových buněk, ale také pokud by byla tato vzdálenost mezi AH a B menší, mohlo by dojít k intramolekulární vodíkové vazbě v samotné molekule látky namísto s receptorem [6].

V otázce sladkosti má rozhodující význam konformace látky. Původní AH-B teorie byla rozšířena v roce 1972 L.B. Kierem o přítomnost třetí nepolární (hydrofobní) části (γ) (Obr. 9). Navázání látky na chuťový receptor závisí na hydrofobní části γ receptorového proteinu a korespondující pozici chuťové skupiny cukru. Pomocí vytvoření jakéhosi trojúhelníku (tripartity) komplementárních částí se lépe zdůvodňuje vyvolání, resp. absence pocitu sladkosti způsobené stereoizomery jedné látky.



Obr. 9 Teorie tripartity [Upraveno dle 6, 32].

AH, B, γ teorie byla rozšířena na mnoho necukerných sladkých látek. Rozdíly ve sladkosti jsou připisovány vhodným geometrickým podmínkám a také síle vodíkových vazeb a hydrofobní interakce na γ straně.

Z roku 1980 je J.M. Tontiho a C. Nofreo teorie vysvětlující příčinu sladké chuti. Tito autoři rozšířili počet komplementárních částí pro styk receptoru se sladidlem na osm. V každém sladidle se nemusí nutně vyskytovat všech osm komponentů současně. Zvýšení počtu komponentů v dané molekule však zvyšuje její možnost vyvolat pocit sladké chuti [32].

3.3 Slaná chuť

Jako látka vyvolávající pocit slanosti se nám nejčastěji vybaví kuchyňská sůl neboli chlorid sodný či sůl kamenná. Hydratovaný kation sodíku v kombinaci s hydratovaným chloridovým anionem, které jsou uvolněny z krystalové mřížky NaCl, je považován za standard slané chuti.

3.3.1 Klasifikace slaných látek

Slanou chuť vykazují některé anorganické soli (halogenidy, sírany, fosforečnany, dusičnany a uhličitany alkalických kovů, kovů alkalických zemin a amonné soli). Slanou chuť více či méně kombinovanou s jinými chutěmi vykazují také některé soli karboxylových kyselin (mravenčí, octové, jantarové, adipové, fumarové, mléčné, vinné, citronové), aminokyselin (např. soli glutamové kyseliny a cholinu) a také některé oligopeptidy [41].

Slanou chuť mají také hydrochloridy některých dipeptidů, což dává určitou možnost náhrady chloridu sodného u lidí, kteří ze zdravotních důvodů musí jeho příjem výrazně omezit. Jedná se zejména o hydrochloridy dipeptidů L-ornithyltaurinu a L-lysyltaurinu, které vykazují slanou chuť podobné kvality a intenzity jako NaCl. Slabší slanou chuť mají hydrochloridy dipeptidů L-ornithyl- β -alaninu a L-ornithyl- γ -aminomáselné kyseliny.

Čistě slanou chuť má ovšem pouze chlorid sodný. Ostatní slané látky vykazují navíc různě intenzivní chuť hořkou, případně slanou chuť s některými dalšími atributy, např. kovovou pachutí. Kvalita a intenzita slané chuti se u různých látek liší a závisí na druhu sloučeniny, její koncentraci a přítomnosti dalších látek [41].

3.3.2 Chemická podstata vnímání slané chuti

Ze studií halogenidů alkalických kovů vyplynulo, že strukturním kritériem rozlišení slaných a hořkých halogenidů je velikost iontů. Pokud je součet průměrů iontů menší než 0,658 nm, což odpovídá součtu průměru iontů bromidu draselného, který chutná stejně slané jako hořce, pak u látky převažuje chuť slaná. Chlorid sodný se součtem 0,556 nm je jasným příkladem. Naproti tomu jodid draselný se součtem 0,850 nm chutná hořce stejně jako chlorid hořečnatý (0,850 nm) [6].

3.4 Hořká chuť

Některé teorie hodnotí hořký vjem jako vlastnost lidí, vyvinutou původně k rozeznání jedovatých látek, neboť některé toxické alkaloidy či glykosidy jsou látkami hořkými. Hořčiny (takové sloučeniny obsažené v rostlinách, které jsou hořké chuti a mají současně farmakologický účinek) jsou tvořeny heterogenní skupinou sloučenin vyskytujících se často

ve formě glykosidů. U některých dokonce není ani chemická struktura známa, proto se jejich koncentrace stanovuje pomocí čísla hořkosti. Jde o nejnižší koncentraci výluhu drogy, která ještě vyvolává hořkou chuť. Např. 1 g látky rozpuštěný ve 20 000 ml rozpouštědla poskytne hořký roztok s hořkostí vyčíslenou hodnotou 20 000. Extrakt kořenu hořce má tuto hodnotu 58 000000. Číslo hořkosti je základní lékopisnou charakteristikou pro hořčinné drogy [27].

3.4.1 Klasifikace hořkých látek

Hořké látky jsou charakteristickými přirozenými složkami určitých potravin, kde je jejich výskyt podmíněn geneticky. Dále vznikají činností vlastních enzymových systémů při zpracování a skladování potravin. Vznikají také v důsledku kontaminace některými mikroorganismy parazitujícími na potravinářských surovinách (mykotoxiny) a nebo jsou záměrně přidávány jako potravinářská aditiva (oktaacetylsacharosa, kofein a chinin).

Hořkou chuť má celá řada v potravinách běžně přítomných organických sloučenin jako jsou některé aminokyseliny (např. L-tryptofan, L-leucin), peptidy, aminy (např. propylamin), amidy (např. amid kyseliny propionové), ketony, dusíkaté heterocyklické sloučeniny (např. pyridin, pyrazin) včetně alkaloidů (např. chinin, kofein) aj. Jejich hořká chuť se v potravinách zpravidla projevuje až při vyšších koncentracích. Hořké jsou také některé anorganické soli, např. síran hořečnatý [41].

3.4.2 Chemická podstata vnímání hořké chuti

Vzhledem ke složitosti vnímání hořké chuti jsou úvahy o vztahu mezi strukturou a aktivitou zatím skromné a podle současných znalostí autorů patrně takové ještě nějakou dobu budou [27]. Hořkost však souvisí podle Velíška [41] s hydrofobicitou molekul hořkých sloučenin, velikostí nepolární části molekuly, její konfigurací a nutná je přítomnost alespoň jedné polární funkční skupiny. Tato data se získávají jako výsledky senzorycké analýzy za definovaných podmínek, často se vztahují na standard hořké chuti, kterým bývá nejčastěji chinin, případně kofein, který je asi 60 krát méně hořký než chinin. Sloučeniny s prahovými koncentracemi $< 0,1 \text{ mmol.dm}^{-3}$ se obecně považují za velmi hořké.

3.5 Kyselá chuť

Kyselost potravin souvisí s množstvím přítomných nedisociovaných a disociovaných kyselin.

3.5.1 Klasifikace kyselých látek

Jako nositelé kyselé chuti (také bakteriostatický činitel a faktor ovlivňující řadu chemických reakcí) mají v potravinách hlavní význam nedisociované formy organických kyselin, především citronové a jablečné. Často se však uplatňují další kyseliny, např. L-askorbová u většiny druhů ovoce, vinná u hroznů, isocitronová u ostružin, šťavelová u reveně, mléčná u některých mléčných výrobců, např. jogurtů, mléčně kysaných okurek, zelí a oliv, octová u konzervářských zeleninových výrobců nebo propionová u sýrů typu Emmental [41].

Jednotlivé kyseliny se v charakteru a často také v kvalitě kyselé chuti vzájemně liší. V jistých mezích se u kyselin také liší prahové hodnoty vnímání kyselé chuti.

Množství oxoniových iontů, resp. hodnota pH biologických systémů, je významným kritériem, neboť ovlivňuje oxidačně-redukční potenciál systému, probíhající enzymové i chemické reakce, růst mikroorganismů, má vliv na vůni, chuť a barvu potravin.

Potraviny se podle hodnoty pH rozlišují na velmi kyselé ($\text{pH} < 4,0$), málo kyselé ($\text{pH} 4,0-6,5$) a nekyselé ($\text{pH} > 6,5$)

Kyselá chuť bývá často modifikována přítomností sacharidů, tříslovin, ethanolu nebo různých kationů a jiných látek. Sacharidy chuťové účinky kyselin zeslabují, třísloviny a ethanol je naopak zesilují [41].

3.6 Umami

Chuť umami je poměrně novou chutí (byla objevena v roce 1908 profesorem tokijské univerzity Kikunae Ikedou) a je považována za pátou chuť vedle chuti sladké, slané, hořké a kyselé.

3.6.1 Klasifikace látek chuti umami

Látky, které navozují chuť umami, jsou formy kyseliny glutamové v prostředí v rozmezí hodnot $\text{pH} 4,3 - 9,5$ [41].

Chuť umami je podle Coultate [6] spojena se dvěma sloučeninami. Jsou to L - glutamát sodný monohydrát (natrium-hydrogen-glutamát, monosodium-glutamát, MSG) a inosin monofosfát (IMP). Obě tyto sloučeniny byli poprvé objeveny jako aktivní látky v oblíbených přísadách japonských pokrmů. MSG ani IMP nemají sami o sobě zvláštní silnou chuť. Aby měli na chuť nějaký vliv, musí být v koncentraci nejméně $300 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$. Směs stejného množství IMP a MSG má až dvacetkrát výraznější chuť, než by měl každý zvlášť [6].

3.6.2 Chemická podstata vnímání chuti umami

O mechanismu vnímání chuti umami, je známo jen velmi málo. Ví se však, že receptor, na který se v chuťových buňkách váže L-glutamát je taste-mGluR4 (G protein). Tento receptor byl popsán již v roce 2000. I když byly chuťové receptory na umami identifikovány teprve nedávno, z pohledu kulinární perspektivy však není chuť umami novinkou. Fermentované rybí omáčky a silné masové a zeleninové extrakty jsou ve světové kuchyni známy více než 2000 let [22].

4 SOUBOR ÚLOH K TÉMATU CHUŤ

4.1 Zařazení tématu chuti do výuky chemie

Z kapitoly 3 (Chemismus chuti) je zřejmé, že téma chuti zasahuje do celého rozsahu učiva chemie na středních školách a gymnáziích.

Podle Katalogu požadavků zkoušek společné části maturitní zkoušky [59] lze do tematického okruhu Obecná chemie (konkrét. chemická rovnováha) zařadit poznatky o kyselé chuti. Tematický okruh Anorganická chemie zastupují látky slané chuti. Jedná se především o halogeny, což odpovídá části Prvky 17. skupiny. Do této skupiny patří i hořké látky. Největší zastoupení chuťových látek je v tematickém okruhu Organická chemie, především látky hořké (konkrét., dusíkaté deriváty uhlovodíků, heterocyklické sloučeniny) a látky chuti umami (konkrét. kyslíkaté deriváty uhlovodíků). Stejně tak Biochemie je tematickým okruhem, který zahrnuje sladké látky (konkrét. sacharidy a přírodní látky) a látky hořké (konkrét. přírodní látky).

4.1.1 Význam motivačních úloh ve výuce

Hlavními fázemi každého výchovně vzdělávacího procesu je osvojování a upevňování získaných vědomostí. Velký význam pro efektivitu tohoto procesu má vhodná a přiměřená motivace žáků. Motivace je chápána jako souhrn činitelů, které podněcují, energizují a řídí průběh chování člověka a jeho prožívání ve vztazích k okolnímu světu a k sobě samému [20].

Nízká oblíbenost chemie jako vyučovacího předmětu vyjadřuje samotný vztah žáků k obsahu a rozsahu učiva a jeho užitečnost v praxi. Úspěch ve výuce tkví v dodání alespoň základní motivace. V tomto směru je nejúčinnější tzv. vnitřní motivace. Vnitřní motivace je proces, kdy se žáci zapojují do určité činnosti cílevědomě s touhou uspokojit svou zvědavost a potřebu pro získání nových poznatků a dovedností. Tato motivace však není u žáků dostatečně silná, aby na ni mohl učitel spoléhat. Proto je potřeba ve výuce používat i prostředků tzv. vnější motivace (např. pochvaly, povzbuzení, odměny ale i nátlaku a trestu, zdůraznění nutnosti učení atd.). Z pedagogické praxe je známo, že každé povzbuzení probouzí v žácích příjemné pocity a tím zvyšuje jejich zájem a účinnost učení. Z těchto důvodů by měl učitel zadávat žákům úkoly diferencovaně a ocenit i částečný úspěch [7].

Reforma výukového systému dává důraz na posílení schopnosti žáků samostatně pracovat s dostupnými informačními zdroji, dokázat zdroje nejen třídit, ale i kriticky hodnotit a využívat. Žáci by se měli naučit kvalitně zpracovávat získané informace a především hledat vztahy a souvislosti mezi nimi a jevy známými z vlastní zkušenosti (i získanými z jiných informačních zdrojů).

Ke zkvalitňování výuky všech přírodovědných předmětů přispívá využívání mezipředmětových vztahů, které umožňují pochopit souvislosti mezi chemickými, biologickými, zeměpisnými i dalšími obory.

Vytvořením systému samostatných přírodovědných předmětů na vyšším stupni základních škol a na středních školách, či gymnáziích se žáci učí myslet jednostranně. Svůj podíl na tom mají učitelé odborných přírodovědných předmětů, jejichž poznatky odpovídají dvouoborovému vzdělání.

Ještě stále jsou žákům předkládána holá fakta, závěry, poučky a pravidla, která je nepodněcují k samostatné myšlenkové činnosti, k systematizaci poznatků, jejich srovnání a zobecnění ani k aplikaci na příkladech z každodenního života. Jsou-li žákům občas

předkládány úkoly integrovaného charakteru, většina žáků má potíže s řešením úloh, které v zadání předpokládají kromě chemických znalostí také vědomosti z biologie, zeměpisu, matematiky, fyziky či dějepisu.

Z výzkumného šetření „Reflexe řešení a postupu problémové učební úlohy žáky na gymnáziích“ realizovaném ve třetích ročnících 11 gymnáziích v ČR vyplynulo, že žáci mají nízkou sebedůvěru při hledání vhodného řešení a postupu (úkoly jsou jakýmsi tabu mezi žáky vzhledem k obtížnosti chemie). Z šetření dále vyplynulo, že chlapci mají mnohem větší snahu postupovat při řešení úloh samostatněji a vlastním způsobem oproti dívkám, které volí spíše způsob naučený ve škole. Všichni žáci však považují úlohu za jednodušší v případě, že rozumí vztahům mezi pojmy, které potřebují znát pro vlastní postup [15].

Všechny tyto skutečnosti se staly podnětným impulsem pro vytvoření souboru motivačních úloh s mezipředmětovým charakterem k tématu chutě. Motivační úlohy, jsou většinou založeny na pozorném čtení úvodního textu a vyřešení zadaných úkolů z něj vycházejících. Úkoly jsou doplněny nápovědami, které mají zábavný a interdisciplinární charakter a slouží především jako nenásilná forma učení.

Na základě dlouholetých zkušeností učitelů a z vlastní pedagogické praxe je zřejmé, že úlohy sestavené formou křížovek, doplňovaček, číselek, rébusů, osmisměrek, obrázků, neúplných schémat, záměrně chybných textů apod., řeší žáci s chutí a lépe si požadované učivo zapamatují.

4.2 Soubor úloh ke sladké chuti

4.2.1 Sacharidy

- 1) **Nejznámější skupinou látek sladké chuti jsou sacharidy přesto, že některé z nich sladké vůbec nejsou. Vyřešte úkoly k této skupině látek.**

Úkoly:

- 1a) Z následujících sacharidů vyberte ty, které mají sladkou chuť:
glukosa, maltosa, škrob, ribosa, galaktosa, celulosa, glykogen, sacharosa, fruktosa, pektin, laktosa, chitin.

Nápověda: Rozluštěním následující šifry zjistíte obecné vlastnosti chuťově aktivních látek, tedy i sladkých.

JDEOB VYK LEOPOL ÁRN ÍVEV ODĚR OZPUS TNÉ ANETĚ KAVÉ SLO
UČEN INY.

- 1b) Na vytečkovaná místa doplňte názvy skupin sacharidů.

Sacharidy dělíme podle počtu monosacharidových jednotek na ty, které:

- obsahují pouze jednu monosacharidovou jednotku a v organismu už se nemohou dále hydrolyticky štěpit na jednodušší sloučeniny =
- obsahují 2 - 10 monosacharidových jednotek, v organismu se mohou hydrolýzou štěpit na jednodušší sloučeniny =
- obsahují více než 10 monosacharidových jednotek, v organismu se mohou hydrolýzou štěpit na jednodušší sloučeniny =

- 1c) Podle výběru látek sladké chuti v prvním úkole označte skupinu sacharidů, která neobsahuje látky sladké chuti. Uveďte jakou mají tyto sacharidy funkci?
- 1d) Napište vzorec libovolného monosacharidu v cyklické formě a uveďte jeho název.
- 1e) Doplňte do prázdných políček v textu následující pojmy: *sacharosa*, *fruktosa*, *sacharosa*, *glukosa*. Napište název sladidla X.

Historicky nejstarším sladidlem je X. O jeho složení a blahodárných účincích existuje rozsáhlá literatura. Hlavní součástí X jsou ze 70% sacharidy _____ a _____, které vznikají štěpením _____ (řepného cukru) enzymem _____, který se nachází v trávicím ústrojí včely. X obsahuje také stopy dalších sacharidů, bílkoviny, vodu (15%), vitaminy (A, B, méně pak D, C, H, K, E), minerální látky (P, Ca, K, Fe, Na, Cl, Mg) barviva a enzymy. V X je dále malé množství organických kyselin (octová, máselná, mravenčí, mléčná apod.) [26].

Název sladidla X:

- 2) **Cukr sladký – ale nebezpečný**
Přečtěte si pozorně následující text a vyřešte úkoly.

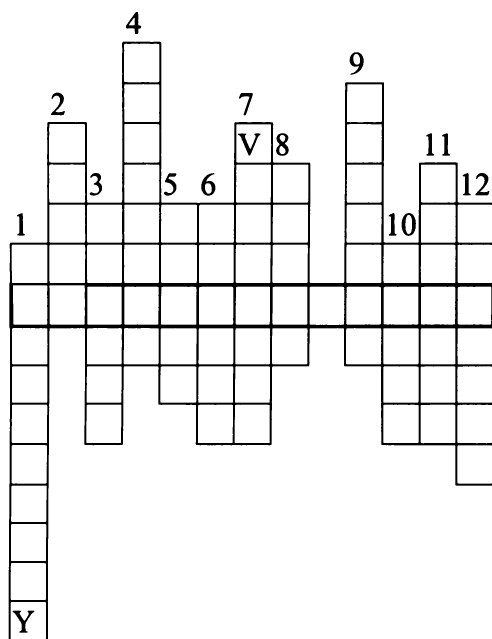
Cukr (sacharosu) používáme každý den. Je pro nás samozřejmostí osladit si ranní šálek čaje, přidávat cukr do pokrmů a pro odreagování si ho dopřát ve formě sladkostí. Cukr může nejen osladit život, ale také jej znepríjemnit zdravotními problémy. Dietologové i lékaři proto nazývají cukr bílou smrtí.

Denně, ať už vědomě nebo nevědomě, zkonsumuje člověk cca 25 lžiček cukru, což ročně odpovídá 45 kg. Přitom náš organismus ke správnému fungování potřebuje jen 7 g denně [61].

Cukr, sacharosa (β -D-fruktofuranosyl- α -D-glukopyranosid) má dlouhou historii. Její hlavní rozvoj však nastal díky pěstování cukrové třtiny (*Saccharum officinarum*) v Americe, z níž se do Evropy dovážel hlavně surový cukr, který zde byl dále rafinován. Během blokády přístavů za napoleonských válek se v Evropě rozšířilo pěstování cukrové řepy (*Beta vulgaris*).

Úkoly:

- 2a) Napište vzorec sacharosy.
- 2b) Vyznačte ve vzorci glykosidickou vazbu.
- 2c) Rozhodněte, zda patří sacharosa mezi redukující či neredukující sacharidy a vysvětlete.
- 2d) Kyselá hydrolýza sacharosy se nazývá inverze a vzniklá směs se používá v potravinářství jako..... (viz. tajanika křížovky).



Legenda:

1. Skupina sacharidů, do kterých patří sacharosa.
2. Polysacharid, který je základní složkou kutikuly členovců.
3. Čistá celulóza (angl. cotton).
4. Zásobní polysacharid živočichů.
5. Zásobní polysacharid rostlin.
6. Rostlina, ze které se vyrábí sacharosa (cukrová).
7. Nestravitelná součást potravy člověka.
8. Prvek s protonovým číslem 6.
9. Reakce, kterou vznikají cukerné alkoholy (alditoly).
10. Heterocyklická látka, od které je odvozen název pro sacharidy s pětičlenným cyklem.
11. Hroznový cukr.
12. Látka vznikající při zahřívání sacharosy.

- 2e) Na jaké monosacharidové složky se sacharosa hydrolyzuje?
- 2f) V jakém století a díky čemu došlo v Evropě k rozvoji výroby cukru z cukrové řepy?
- 2g) Z jakého důvodu nesmějí diabetici sladit cukrem?
- 2h) Z nabídky vyberte negativní důsledky na naše zdraví, které může způsobovat nadměrný přísun sacharosy.

nabírání na váze

bolesti hlavy

ateroskleróza

cukrovka

ztráta přirozené imunity

únava

zubní kaz

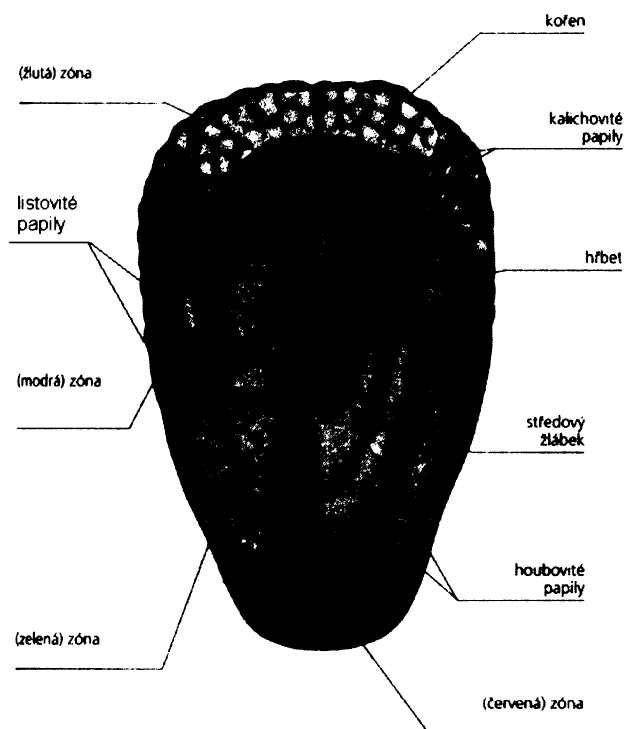
kvasinková onemocnění

nadýmání

překyselení žaludku

- 2i) Prohlédněte si následující obrázek a určete, ve které barevné zóně je vnímána sladká chuť. Jaký typ papil se při tom uplatňuje?

Nápověda: Kalichovité papily jsou umístěny pouze v zadní části jazyka, listovité papily pouze po stranách jazyka a houbovité papily se nacházejí po celém povrchu jazyka. Sladkou chuť vnímáme při jídle v souvislosti se zónami chutí nejdříve, potom slanou a kyselou. Hořká chuť se projeví teprve, když se sousto dostane dál na jazyk.



3) Doplňte do textu slova v příslušném tvaru:

maltosový sirup, sladový cukr, med, škrob, klíčící semena, kvasinky, enzymová hydrolýza

Maltosa vzniká enzymovou hydrolýzou, je přítomna především v, např. v klíčícím ječmeni, sladu, odtud název..... . Vzniká také v chlebovém těstě působením *Saccharomyces cerevisiae*. Produkt získaný škrobu obsahuje téměř 50% maltosy a nazývá se V poměrně velkém množství je maltosa přítomna i v (průměrně 7,3%) [9].

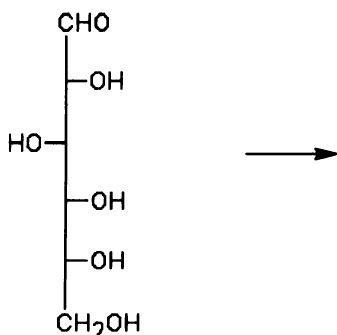
4.2.2 *Deriváty sacharidů*

1) Vyřešte úkoly, jejichž řešení vyplývá z následujícího textu.

Pochybnosti o bezpečnosti nízkokalorických syntetických náhradních sladidel pro lidské zdraví a jejich ne vždy vyhovující chuť vede ke stále častějšímu používání sice kalorických, ale chuťově sacharose velmi podobných náhradních sladidel - **alditolů** [44]. Alditoly vyvolávají díky negativnímu rozpouštěcímu teplu v ústech chladivý pocit v ústech [39]. Ze zdravotního hlediska je důležité, že některé z nich nezvyšují hladinu glukózy v krvi (např. D-glucitol a D-mannitol), mají laxativní (projímavé) účinky a nejsou kariogenní (nezpůsobují kazivost zubů) [9].

Úkoly:

- 1a) Určete typ reakce, při které vzniká z monosacharidu alditol. Doplňte produkt reakce a pojmenujte výchozí látku.



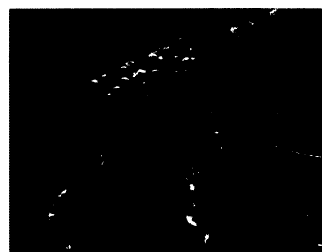
- 1b) Doplňte do následující tabulky názvy sacharidů, od kterých jsou odvozeny uvedené alditoly:

Alditol	Sacharid
Glucitol	
Mannitol	
Laktitol	
Maltitol	
Xylitol	

- 1c) Jaké jsou výhody a nevýhody používání alditolů?
- 1d) Do jakých potravin a výrobků se přidávají alditoly pro své efekty v ústech? Přesvědčte se přečtením složení výrobků.
- 1e) Mohou být alditoly používány jako sladidlo pro diabetiky? Vysvětlete. Pokud ano uveďte příklady, které z nich.
- 2) **Přečtěte si pozorně text o D-glucitolu a vyřešte úkoly.**

Cukerné alkoholy jsou pro svou sladkou chuť používány rostlinami k vábení živočichů i člověka. D-glucitol, jinak také zvaný D-sorbitol neboli sorbit se v plodech rostlin vyskytuje celkem často, zejména pak v jeřabinách – plodech jeřábu (*Sorbus* sp.). Snadněji se však získává synteticky (reakce)(sacharid) (doplňte z předchozího úkolu). Používá se také jako výchozí surovina při výrobě kyseliny askorbové.

Zajímavost: Plody jeřábu obsahují kyselinu parasorbinovou, která zabraňuje klíčení semen. V přírodě vyklíčí semena poté, co prošla zažívacím traktem ptáků (nejčastěji drozdovití) [67].



[87]

Úkoly:

- 2a) Napište vzorec sorbitu.
- 2b) Uved'te příklad jeho výskytu v přírodě.
- 2c) Jak se lidově nazývá plod jeřábu? Určete typ plodu (bobule, peckovice, malvice, šešule, nažka, ...).
- 2d) Jak můžeme jinak pojmenovat kyselinu askorbovou?
- 2e) Popište jak a proč využívá jeřáb sladkosti sorbitu.



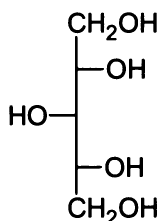
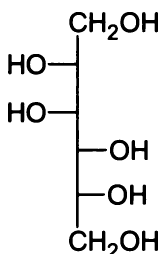
[79]

- 3) **Přečtete si pozorně text a vyřešte úkoly.**

D-mannitol je o málo sladší než sacharosa a přirozeně se vyskytuje v různých rostlinách, např. v řepě, celeru, olivách a mořských řasách. Je obsažen také v některých houbách a zejména v maně, zaschlé šťávě získané nařezáním kůry jasanu manového (*Fraxinus ornus*). Ten se pěstuje zejména na Sicílii. Laktitol má na rozdíl od mannitolu pouze malou schopnost sladit. Sacharosa je 3krát sladší. Proto se laktitol téměř nepoužívá jako sladidlo přesto, že má příjemnou chuť bez pachuti. Maltitol a xylitol jsou stejně sladké jako sacharosa, na rozdíl od ní jsou však nekariogenní (tj. nezpůsobují zubní kaz) a vhodné pro diabetiky. Nejpozději objeveným alditolem je isomalt, který je sice o polovinu sladší než sacharosa, ale ve spojení s ostatními cukernými alkoholy se jeho sladivost zvyšuje. Z tohoto důvodu stačí přidat desetkrát menší množství směsi alditolů k dosažení stejné sladivosti jako při použití cukru [44].

Úkoly:

- 3a) Napište názvy všech alditolů vyskytujících se v textu a přiřaďte tyto dva vzorce ke dvěma z nich.



- 3b) Který z uvedených alditolů je podle vás nejvhodnějším sladidlem? Zdůvodněte svoji odpověď.

4.2.3 Náhradní sladidla

1) Následující rébusy skrývají názvy deseti náhradních sladidel. Název sladidla napište do rámečků pod rébusem (obrázky [108], [91], [104], [95], [115], [94], [110], [90], [116], [96], [80], [75]).

Legenda:

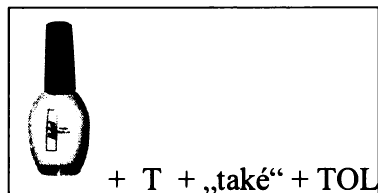
+ připojení písmen

- odstranění písmen

Výrazy v uvozovkách nahradte jinými.



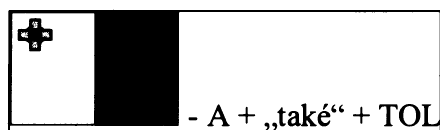
A + M



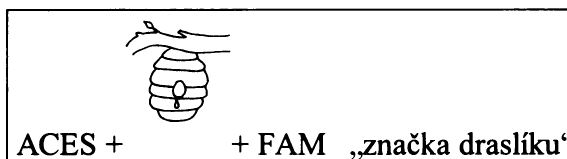
+ T + „také“ + TOL



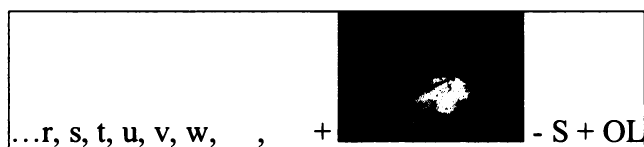
S + „povzdechnutí“ + A + (anglicky) - G



- A + „také“ + TOL



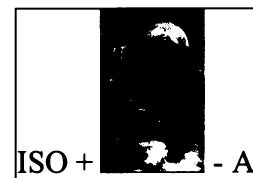
ACES + FAM „značka draslíku“



...r, s, t, u, v, w, + - S + OL

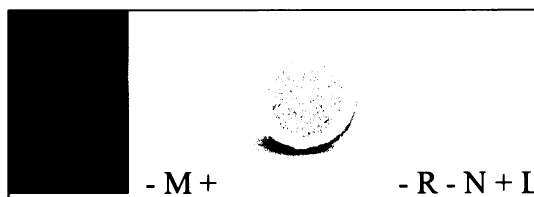


- K + - V



ISO + - A

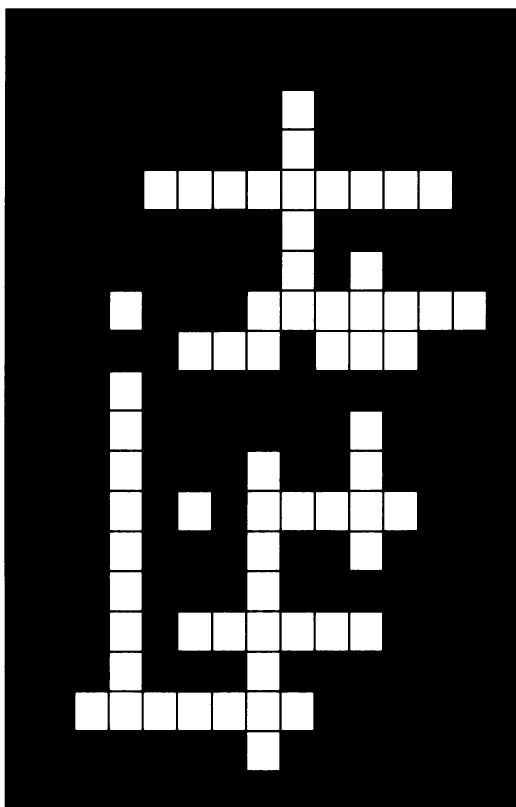
MA + 2x N + „také“ + TOL



- M + - R - N + L

2) Kris-kros

Sedmi až jedenáctipísmenné názvy náhradních sladidel z předchozí úlohy doplňte do plánu kris-kros s ohledem na to, jak se vzájemně kříží. Počet písmen vám pomůže při řešení. Písmena v barevných políčkách napište do tajenky, která skrývá název skupiny syntetických sladidel uváděných pod kódem E 952, jejichž zdravotní nezávadnost je předmětem sporů.



Tajenka

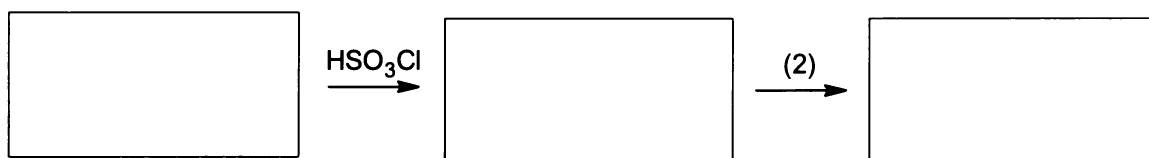


Na vytečkované místo v textu doplňte název umělých sladidel z tajenky a vyřešte úkoly.

..... jsou umělá sladidla, ve volné přírodě tedy nejsou přítomna. Většinou se jedná o sodnou či vápenatou sůl kyseliny cyklamové. Jsou asi 50x sladší než cukr. V minulých letech byla tato sladidla používána pro diabetickou výživu. Další výzkumy ovšem ukazují na vlastnost těchto látek, a sice jejich schopnost zvyšovat sílu dalších karcinogenů. Z tohoto důvodu je použití těchto sladidel v potravinách velmi diskutabilní. V ČR je používání těchto sladidel podle zákona o použití přídatných látek v potravinách omezené [48] [65].

Úkoly:

- 2a) Jak připravíte sodnou sůl kyseliny cyklamové ve dvou stupních? Doplňte do reakčního schématu racionální vzorce všech látek.



Nápověda:

1. Výchozí látkou je cyklohexylamin (cyklohexanamin).

2. Vzorec kyseliny cyklamové je $\text{C}_6\text{H}_{11}\text{NHSO}_2\text{OH}$.

2b) Jaké činidlo použijete ve druhém kroku k získání produktu?

2c) Jak se nazývá typ reakce, probíhající ve druhém kroku?

Nápověda: Vzniká sůl kyseliny.

2d) Pojmenujte kyselinu cyklamovou podle její funkční skupiny.

Nápověda: Použijte souřadnice: S1, N4, I2, N2, Y3, Y2, N1, I4, N4, N2, N3, S4, N2, A1, K1, A2, Y3, E4, K1

	K	Y	S	E	L	I	N	A
1	A	B	C	Č	D	Ď	E	F
2	G	H	CH	I	J	K	L	M
3	N	O	P	Q	R	Ř	S	Š
4	T	Ť	U	V	W	X	Y	Z

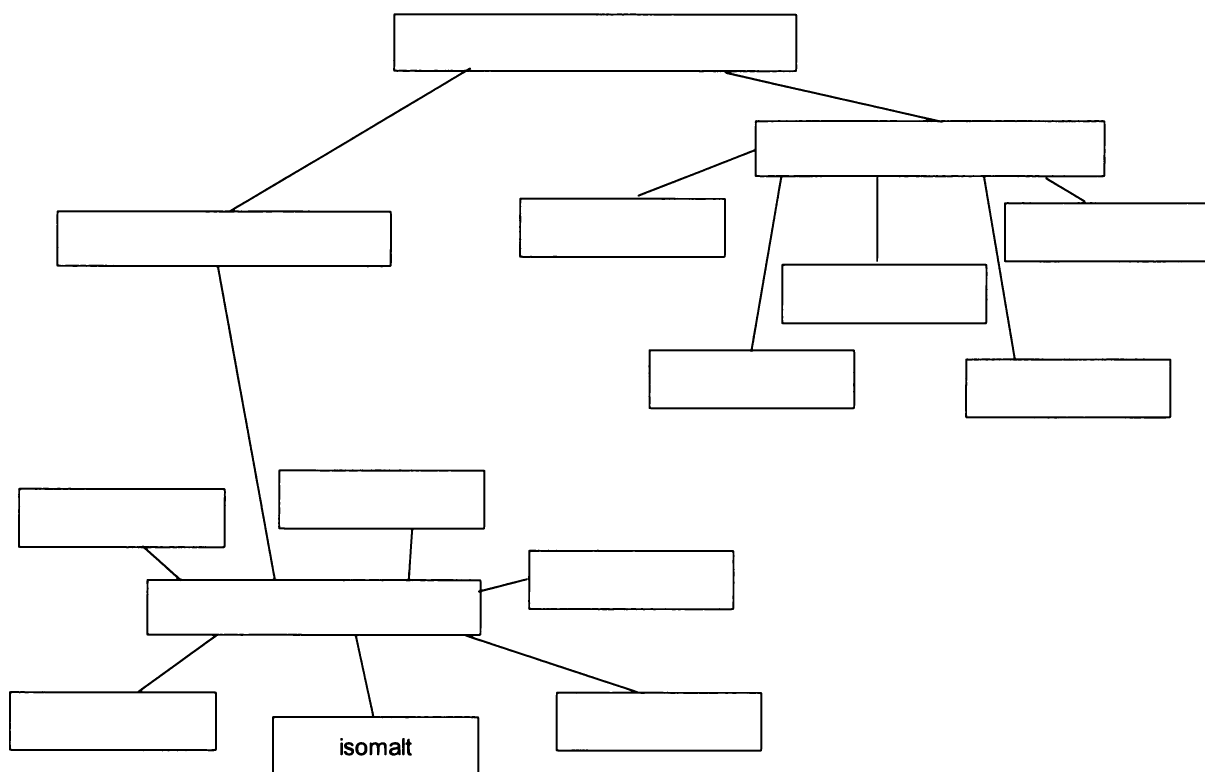
2e) Doplňte pod šipky reakcí (v úkolu 2a) látky, které z reakcí vystupují.

2f) Pojmenujte výsledný produkt reakcí dvěma slovy.

3) Doplňte do schématu podle naznačených souvislostí tučně vytištěná slova, názvy náhradních sladidel z první úlohy a název skupiny sladidel v tajence kris-kros.

Do skupiny **náhradních sladidel** patří **cukerné alkoholy** jako zástupci **přírodních** náhradních sladidel a dále mnoho různých látek syntetických (= **syntetická** náhradní sladidla).

Nápověda: Při přiřazování náhradních sladidel ke skupině cukerných alkoholů vycházejte z jejich názvu – zakončení. Pouze jeden z těchto alkoholů nemá toto zakončení.



4) **Přečtěte si pozorně text, označte správná tvrzení a nesprávná opravte.**

Syntetická sladidla jsou problematickým typem sladidel a předmětem urputného boje ekologických aktivistů. Jejich používání je pro často nedokázanou škodlivost omezeno a kontrolováno. Jsou typická vysokou sladivostí vzhledem k sacharose, jejich problémem bývá někdy pachův a nestabilita za tepla, takže se většinou nehodí na vaření a pečení. Pro člověka jsou syntetická sladidla cizorodé látky (xenobiotika) [23]. Tzn., že je organismy přijímají z vnějšího prostředí, ale nepotřebují je k plnění svých funkcí. Jiným příkladem cizorodých látek jsou např. látky znečišťující životní prostředí, které organismus přijímá v potravě nebo dýcháním, léčiva, povzbudivé a omamné látky či dokonce jedy [43].

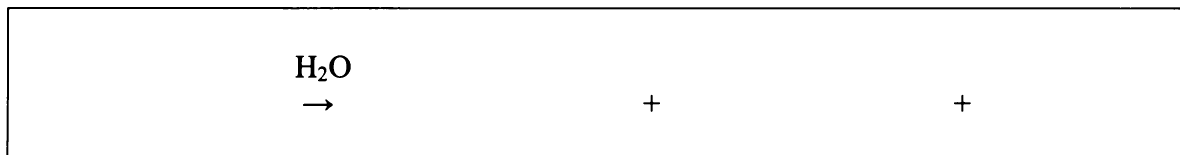
- A) Syntetická sladidla jsou řazena mezi cizorodé látky, stejně jako např. léčiva, omamné látky a jedy.
- B) Na vaření a pečení se používají především umělá sladidla pro svoji tepelnou stabilitu.
- C) Látky, které organismy přijímají z vnějšího prostředí a nezbytně je potřebuje jako zdroj energie a stavební materiál se nazývají xenobiotika.
- D) Umělá sladidla jsou stejně sladká jako obyčejný cukr, ale oproti němu mají nepříjemnou pachův.

5) **Přečtěte si pozorně text o aspartamu a vyřešte úkoly.**

Nejznámějším umělým sladidlem je **aspartam**. Vzniká spojením kyseliny asparagové (C-koncem) a methylesteru fenylalaninu (N-koncem). Sladivost aspartamu je 200, tedy velmi vysoká. Používá se ve výrobcích, které nesou označení „light“. Neškodí zubům a je vhodný pro diabetiky. Při teplotě nad 120°C ztrácí sladivost [23].

Úkoly:

- 5a) Napište konstituční vzorec aspartamu.
- 5b) Mezi jakou skupinu látek řadíme podle vazby mezi aminokyselinami aspartam? Jak se vazba nazývá? Vyznačte ji barevně ve vzorci.
- 5c) Aspartam je v našem těle hydrolyzován na výchozí složky, ztrácí tím svou sladkou chuť a vzniká také látka, která pro nás může být ve větším množství toxická. Doplňte schéma hydrolýzy aspartamu – vzorce do rámečku a názvy na vytečkované linky.



aspartam + +

- 5d) Která látka je hlavním argumentem odpůrců používání aspartamu jako sladidla a proč?

Nápověda: S odpovědi vám pomůže šifra zvaná „šnek“. Její umístění do obrazce připomíná spirálovitě točenou ulitu tohoto hlemýždě od středu k okraji.



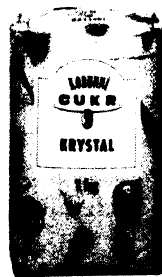
[82]

A	V	E	N	Č	Í					
R	I	J	E	D	O	V	A	T	É	L
M	M	T	Í	.	V	L	I	D	S	Á
A	L	U	I	C	I	C	O	Ž	K	T
N	E	N	N	O	Š	K	O	M	É	K
I	V	P	T	P	E	T	Z	Ů	M	Y
L	A	E	Í	L	M	H	U	Ž	T	F
E	N	L	S	O	N	A	J	E	Ě	O
S	E	S	Í	N	Č	O	E	V	L	R
Y	J	O	K	Ž	A	T	S	É	E	M
K	U	Ň	Ě	M	E	Ř	P	E	S	A
J	Ě	N	Z	A	D	Y	H	E	D	L

Napište rovnici přeměny této látky v našem těle (dochází k její oxidaci a k následné oxidaci produktu). Do schématu doplňte vzorce.



- 5e) Z toxikologického hlediska byl aspartam zhodnocen komisí JECFA/FAO/WHO jako sladidlo zdravotně nezávadné a tato komise také stanovila akceptovatelnou denní dávku na 40 mg aspartamu na 1 kg tělesné hmotnosti denně [57].



X



[76]

[72]

Kolik mg aspartamu může člověk o

hmotnosti 80 kg denně bez rizika zkonsumovat? Kolika g sacharosy by toto množství odpovídalo, pokud víte, že 1 mg aspartamu odpovídá 200 mg sacharosy?

- 5f) Výrobky obsahující aspartam jsou nevhodné pro lidi trpící dědičnou chorobou zvanou fenylketonurie. S pomocí odborné literatury vysvětlete proč?
- 5g) Prohlédněte si pečlivě obal výrobku obsahující aspartam (Např. žvýkačka nebo nápoj bez cukru). Jak upozorňují výrobci na obsah aspartamu v potravinách? (Pozn. Toto upozornění je ze zákona povinné).
- 6) **Přečtete si pozorně text a vyřešte úkoly.**

Pan Horáček, který velmi rád peče, je šetřivý člověk. Po přečtení článku o aspartamu (viz. předchozí úloha) se rozhodl toto sladidlo používat místo obyčejného cukru. Spočítal si, že pokud je aspartam 200krát sladivější než cukr, spotřebuje ho daleko menší množství a tím ušetří.

Úkoly:

- 6a) Zjistěte cenu cukru a aspartamu (v jednom obchodě) a potvrďte či vyvráťte Horáčkovu teorii o ušetření peněz při používání aspartamu místo cukru.
- 6b) Jakou informaci pan Horáček přehlédl v předchozím textu. Má vůbec smysl, aby přemýšlel o používání aspartamu do svých výtečných koláčů, buchet a závinů? Vysvětlete svoji odpověď.
- 6c) Při rozkladu aspartamu vzniká v našem těle škodlivá látka CH_3OH . Z 3200 mg aspartamu se teoreticky může uvolnit asi 168 mg methanolu. Pokud pan Horáček vypije denně 3 šálky kávy oslazené aspartamem a k tomu si bude pochutnávat na svých aspartamem „pocukrovaných“ koláčích, lze předpokládat spotřebu kolem 300 mg aspartamu denně.

Vypočtete kolik mg methanolu může z tohoto množství v těle pana Horáčka **teoreticky** vzniknout.

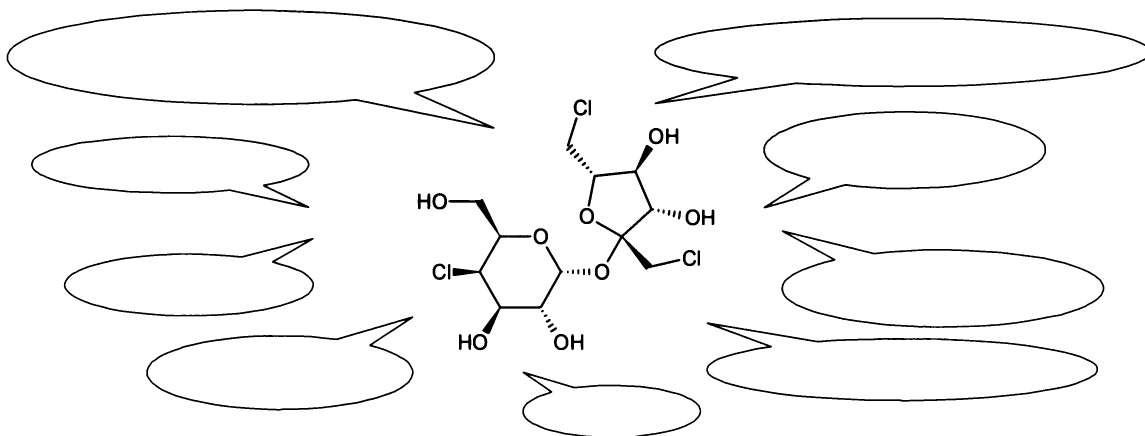
- 6d) Akutní (smrtelná) toxická dávka methanolu přijatého ústy je 24 000 mg (to odpovídá asi 30 ml čistého methanolu), slepotu však mohou vyvolat již dávky 7 – 15 ml [38]. Mohl by pan Horáček při své denní spotřebě aspartamu oslepnout?

7) **Přečtěte si pozorně text a vyřešte úkoly.**

Mezi syntetická sladidla patří také sukralosa. Chemicky se jedná o halogenderivát sacharosu. Vyrábí se z řepného cukru, přičemž dochází k náhradě třech –OH skupin třemi atomy chloru. Sukralosa chutná jako sacharosa, je však 600krát sladší a nemá žádnou kalorickou hodnotu. Nepodporuje ani vznik zubního kazu (není kariogenní). Je stabilní při vysokých teplotách, a proto je vhodná nejen ke slazení nápojů, ale i k pečení a zavařování bez jakýchkoliv omezení [57]. Také dobrá rozpustnost ve vodě, stabilita v kyselém prostředí a během skladování slibují tomuto novému sladidlu velkou budoucnost [44].

Úkoly:

7a) Doplněte do bublin okolo vzorce sukralosy výhody jejího použití jako sladidla.



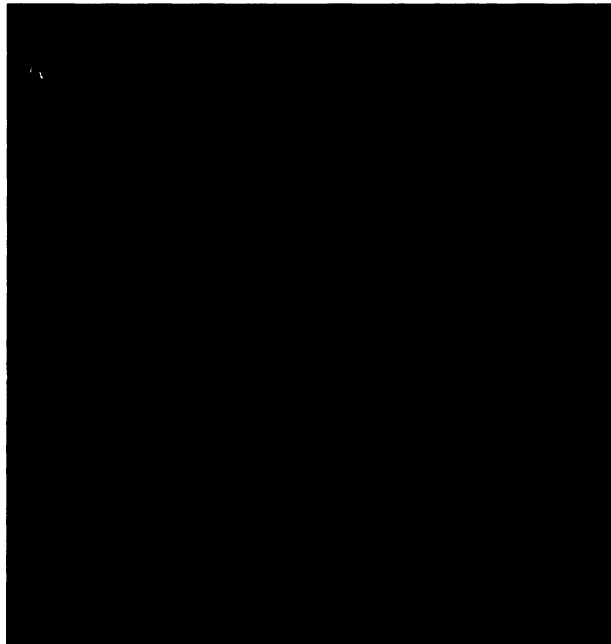
7b) Látky, které nepodporují vznik zubního kazu se nazývají:

- i) nekarcinogenní
- ii) nekariogenní
- iii) nekarotenoidní

7c) Přesto, že byla neškodnost sukralosy prokázána řadou lékařských studií, přítomnost je hlavním argumentem ekologů. Prohlédněte si pozorně vzorec sukralosy a doplňte argument odpůrců jejího používání jako sladidla.

7d) Jaké znáte halogenderiváty uhlovodíků, které byly pro svoji toxicitu zakázány?

- 8) Prohlédněte si etiketu náhradního sladidla značky DIANER, které obsahuje nejstarší známé syntetické sladidlo. Doplňte níže uvedenou tabulku a vyřešte úkoly.



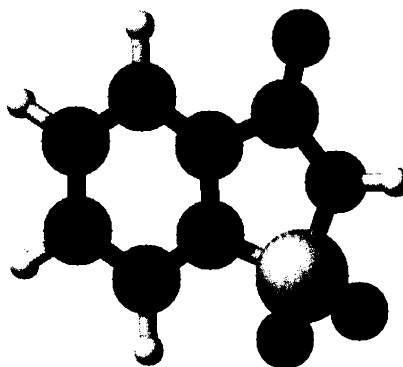
Název sladidla	
E – kód	
Sladivost	
Pro koho je sladidlo určeno	
Energetická hodnota	
Obsah sladidla v 1 tabletě	
Obsah sladidla v 1 balení	
Maximální denní dávka	
Skladování	
Výrobce	

Úkoly:

- 8a) Zde je uveden zjednodušený strukturní 3D vzorec tohoto sladidla. Přepište vzorec s použitím značek prvků podle legendy:

Legenda:

Šedá = uhlík
 Bílá = vodík
 Červená = kyslík
 Modrá = dusík
 Žlutá = síra



Nápověda: Sladidlo se vyrábí z toluenu. Atomy kyslíku jsou vázány dvojnou vazbou.

8b) Dokončete věty v textu rozluštěním osmisměrky a morseovy abecedy.

Nevýhodou sacharinu je, že vykazuje
 (viz. *tajenka osmisměrky*). To lze maskovat laktosou nebo lze použít sacharin
 v kombinaci s aspartamem a jinými sladidly. V těchto kombinacích má sacharin
 ... -.- - . .-. -. .. -.-. -.- -.- (rozluštěte slovo pomocí morseovy
 abecedy, pomůcka je uvedena pod osmisměrkou) vliv na sladkost [41], což znamená že
 ji zvyšuje. Během vaření, pečení a v kyselých podmínkách je stabilní. V ČR se smí
 sacharin používat v omezeném množství v různých výrobcích se sníženým obsahem
 využitelné energie [44].

Osmisměrka: Vyškrtejte ve všech směrech pojmenování **jednotek** (základní a odvozené jednotky soustavy SI) uvedených **veličin**. Zbude vám 25 písmen. Přečtete-li je po řádcích, dozvíte se tajenku.

●	●	●	●	H						
E	S	L	K	E	L	V	I	N	S	M
●	L	A	B	R	O	M	H	O	E	A
O	U	U	K	T	M	O	V	T	K	R
O	V	O	O	Z	U	A	R	W	U	G
H	T	O	Ř	J	K	O	É	E	N	O
●	U	L	A	C	S	A	P	N	D	L
●	P	C	O	U	L	O	M	B	A	I
●	A	CH	U	V	T	T	A	W	Ť	K

Veličiny:

délka, hmotnost, čas,
 elektrický proud,
 termodynamická teplota,
 látkové množství, kmitočet,
 síla, teplo, výkon, elektrický
 náboj, elektrické napětí,
 elektrický odpor, tlak

Morseova abeceda: Pro určení znaku písmen abecedy se jako mnemotechnická pomůcka používají pomocná slova. Jejich počáteční písmeno a délka slabik pomáhá zapamatovat si kód písmene. Např. pro písmeno A je znak plynoucí z délky slabik slova **akát** .-

písmeno	Pomocné slovo				
A	akát	I	ibis	R	rarášek
B	blýskavice	J	jasmín bílý	S	sobota
C	cílovníci	K	krákorá	T	tón
D	dálava	L	lupíneček	U	uličník
E	erb	M	mává	V	vyvolený
F	Filipíny	N	národ	W	wagón klád
G	Grónská zem	O	ó náš pán	X	Xénokratés
H	hrachovina	P	papírníci	Y	ý se krátí
CH	chléb nám dává	Q	kvílí orkán	Z	známá žena

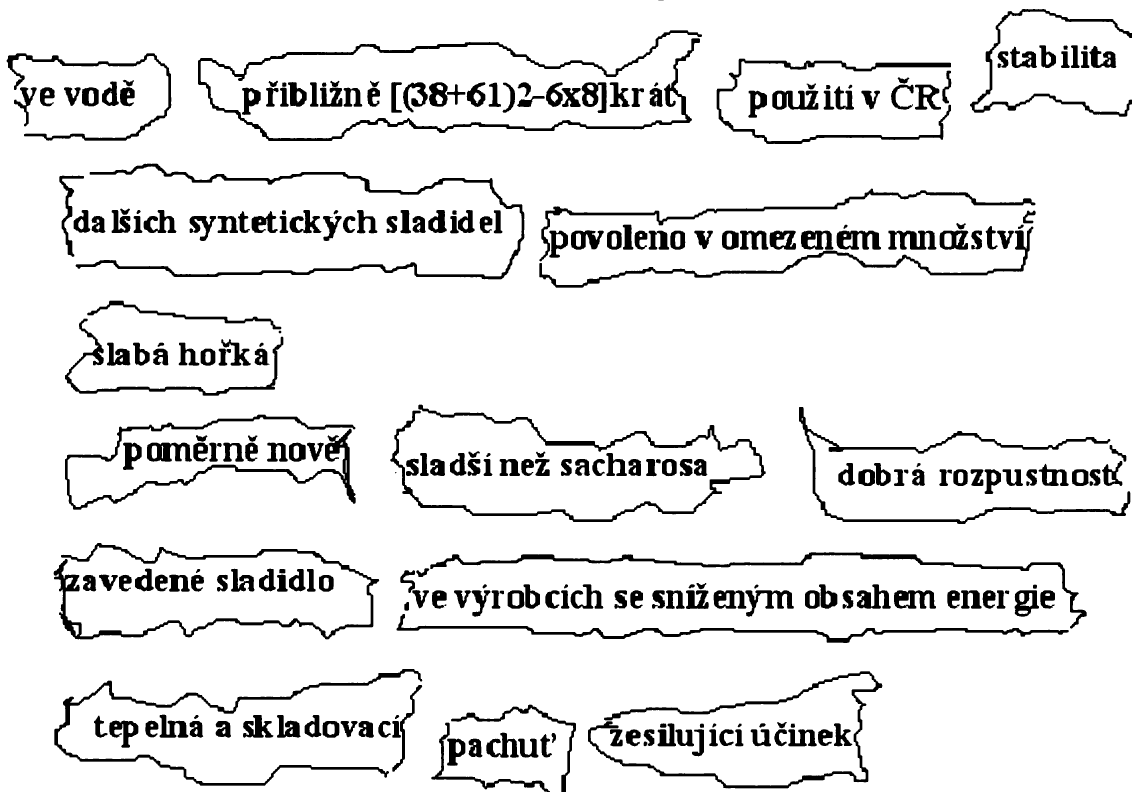
9) Přečtete si následující informaci a vyřešte úkoly.

Honzův sešit se podařilo zachránit před úplným zničením ostrými zuby psa Rona, ale údaje o Acesulfamu K, které si Honza pečlivě vypsál se rázem staly nesouvislými hesly.

Úkoly:

9a) Pomůžete Honzovi seskládat jeho poznámky a znovu sepsat?

Nápověda: Celkem bylo v sešitě 7 údajů o aspartamu.



.....
.....
.....
.....

9b) Na jednom útržku je zapsán jednoduchý početní příklad. Vypočtete ho. Co vyjadřuje?

9c) Honza měl v sešitě nalepené obrázky výskytu acesulfamu K. Tři našel, ale na zbylých si asi pochutnává Ron. Napište podle obrázků, do jakých typů potravinářských výrobků se acesulfam K přidává a pokuste se doma najít další příklady výrobků.

Nápověda: Hledejte nejen v kuchyni, ale také např. v koupelně.



[112]



[88]



[100]

4.2.4 Přírodní necukerná sladidla

1) Doplňte do tabulky Přírodní necukerná sladidla podle indicií názvy osmi necukerných sladkých látek, jejich sladivost a zda se používají v potravinářství.

Každé sladidlo zařaďte do skupiny chemických látek, uveďte název rostliny, ve které je obsaženo a její část, z níž se získává. Zapište oblast, kde jsou tyto rostliny pěstovány a případně zajímavost o daném sladidle, pokud je v textu uvedena.

Nápověda: Názvy sladidel jsou v textu uvedeny tučně.

Indicie [19]:

1) Z červených semenných míšků západoafrické rostliny *Thaumatococcus daniellii* se získává **thaumatin**, který se skládá z 207 aminokyselin. Směs Thaumatinů (I a II) je 3000-15000krát sladivější než sacharosa a s ostatními sladidly se její sladivost násobí. V ČR je schválen.

2) Do stejné skupiny látek jako thaumatin patří **mabinlin** tvořen dvěma podjednotkami o 33 a 72 aminokyselinách. Byl identifikován v semenech jihočínské kapary *Capparis masaikai*, která patří v místě výskytu mezi tradiční sladidla.

3) Z plodů malajské rostliny *Curculigo latifolia*, která patří mezi liliovité se získává **kurkulin** složen ze dvou identických polypeptidů o 114 aminokyselinách. Je 500krát sladivější než sacharosa a zajímavostí je, že mění kyselou chuť na sladkou.

4) Bylina z čeledi hluchavkovitých pocházející z Číny a Indie, *Perilla frutescens*, obsahuje ve svých listech 350krát sladší (než sacharosa) monoterpen **perillartin**. Jeho použití v potravinářství však limituje hořká chuť.

5) Intenzivně sladkou látku (1000krát sladší než sacharosa) **hernandulcin** obsahují listy a bílé květy mexické rostliny Lipie sladké (*Lippia dulcis*). Tento seskviterpen je však termolabilní, málo rozpustný v polárních rozpouštědlech a má hořkou chuť.

6) Komerčně nejvýznamnější rostlinou poskytující sladidla s terpenovou strukturou je trvalka s vroubkovanými listy *Stevia rebaudiana*, která pochází z Brazílie a Paraguaye. Extrakty z drcených lístků obsahují **steviosid** (má 4 terpenové jednotky), který je 200-300krát sladivější než sacharosa a nemá vedlejší chuťové dozvuky.

7) Přetrvávající lékořicovou příchutí má triterpenoid **kyselina glycyrrhizová**, která je 100-200krát sladivější než sacharosa. Je obsažena v kořenech bobovité rostliny lékořice lysé (*Glycyrrhiza glabra*), která se pěstuje především v Řecku a Turecku.

8) Z oddenku střeoevropské kapradiny osladiče obecného (*Polypodium vulgare*) byl izolován steroidní glykosid **osladin** sladké chuti, 3000krát sladší než sacharosa.

Tabulka: Přírodní necukerná sladidla

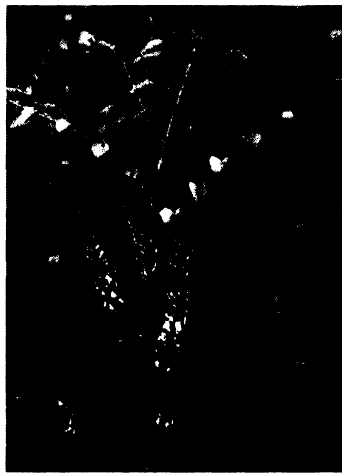
Název sladké látky	Zařazení chemicky	Rostlina	Část rostliny	Oblast pěstování	Sladivost	Použití/zajímavost

2) Přírodní necukerná sladidla z předcházející úlohy přiřaďte k rostlinám, ze kterých se získávají (Opět vycházejte z indicií). (Obrázky [103], [92], [101], [109], [93], [113], [77], [78], [74]).

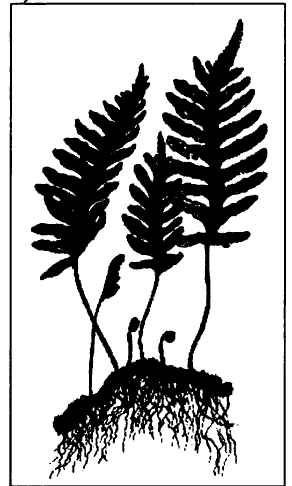
A)



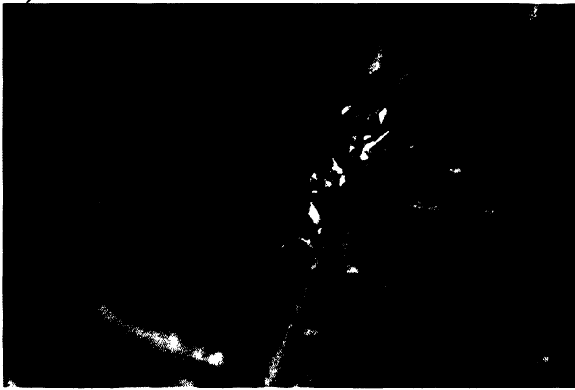
B)



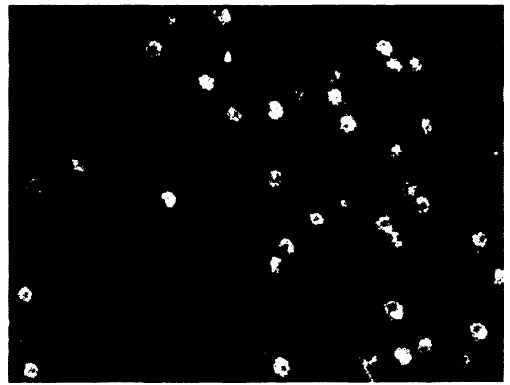
C)



D)



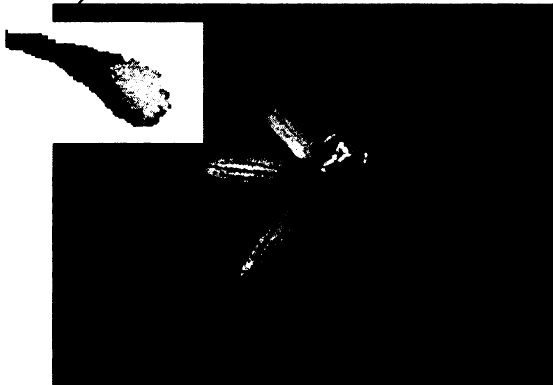
E)



F)



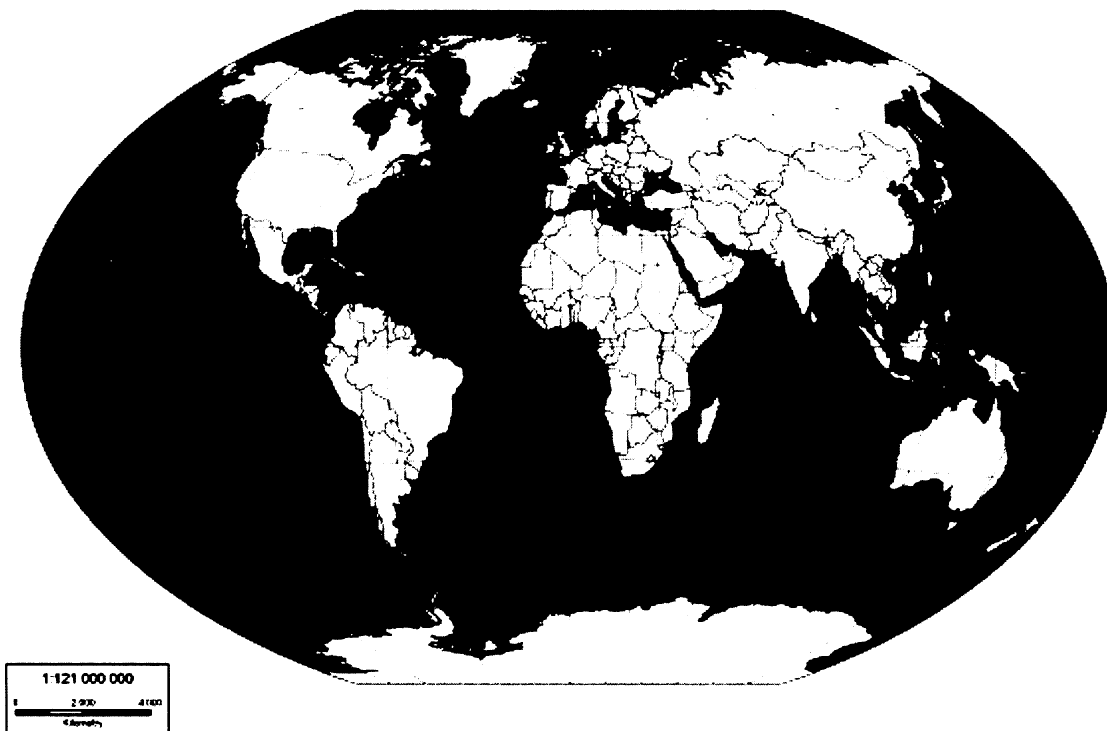
G)



H)



- 3) V různých „koutech“ světa bychom mohli sladit různými sladidly. Zakreslete výskyt sladidel z úlohy 1 do slepé mapy světa [106].



- 4) Přečtěte si následující informace o vybraných sladidlech a vyřešte zadané úkoly.

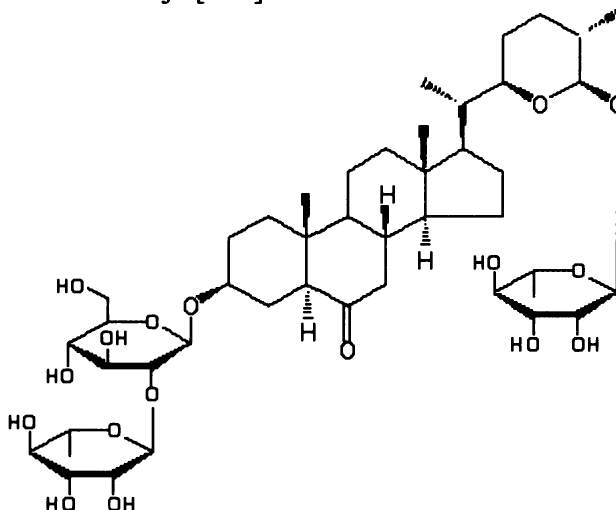
Perillartin, hernandulcin, steviosid a glycyrhizová kyselina patří mezi terpenoidní látky. Terpeny patří mezi sekundární metabolity (produkty metabolismu organismu, které nemají výraznou funkci v metabolismu producenta, ale mohou mu poskytovat určité výhody [43], především rostlin, tvořící se odbouráváním některých látek. Dělíme je podle počtu určitých jednotek na mono-, seskvi-, di-, tri-, tetra- a polyterpeny.

Úkoly:

- 4a) Podle počtu jakých jednotek se terpeny dělí?
- 4b) Napište vzorec uhlovodíku odpovídající této jednotce.
Nápověda: systematický název je 2-methylbuta-1,3-dien
- 4c) Mezi jaké uhlovodíky tento uhlovodík patří? Vyberte správné odpovědi.
- i) alkeny
 - ii) s homologickým vzorcem C_nH_{2n-2}
 - iii) alkadieny
 - iv) nenasycené
 - v) nasycené
 - vi) s homologickým vzorcem C_nH_{2n}

- 5) **Přečtěte si, mezi jaké látky je zařazen osladin, prohlédněte si pozorně jeho vzorec a vyřešte úkoly.**

Osladin, patří mezi steroidní glykosidy, což znamená, že obsahuje glykosidicky vázaný cukerný zbytek. Jeho vzorec je [102]:



Úkoly:

- 5a) Vyznačte barevně ve vzorci osladinu glykosidickou (-é) vazbu (-y) a základní skelet steroidů (cyklopentanoperhydrofenanthren).
- 5b) Jaký je triviální název tohoto skeletu?
- 5c) Obsahuje molekula osladinu β -D-glukosu? Pokud ano, označte ji šipkou.

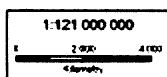
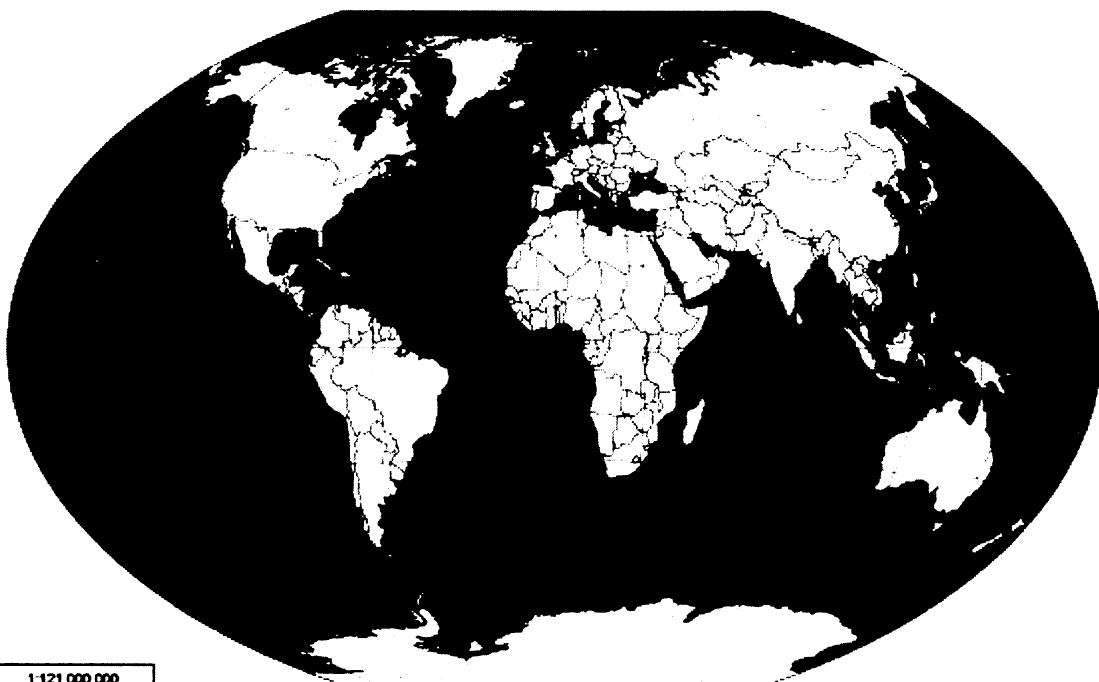
4.2.5 Faktory ovlivňující vnímání sladké chuti

- 1) **Přečtěte si pozorně text a vyřešte úkoly.**

Brambory pocházejí z horských oblastí jihoamerických And, kde je pěstovali už před 2 000 lety Inkové. Do Evropy je přivezli v 16. století kolonizátoři, ale pěstovali se nejprve jako exotická kvetoucí rostlina a až v 18. století se ujaly jako hospodářská plodina. V současné době se pěstují jako zemědělská plodina prakticky po celém světě s výjimkou tropů, arktických a subarktických oblastí. Na světě se sklízí okolo 270 milionů tun brambor ročně. Obsahují 20% škrobu, 2% bílkovin; zbytek tvoří voda, nerostné látky (K, Ca, P, Zn, Mg, Fe, Cu, Co, F) a vitaminy (C, B1, B2, kyselina pantotenová) [68].

Úkoly:

- 1a) Zeleně vyznačte na mapě světa oblast, ze které pocházejí brambory. Červeně oblasti, kde se nevyskytují a oblasti, kde se brambory pěstují vyšrafujte.



1b) Ochutnali jste syrový brambor? Jakou má chuť? Vyzkoušejte konzumaci syrového bramboru (jedno malé sousto) a napište, co jste zjistili.
Chuť brambor:

1c) Proč *je/není* škrob sladký? Vyberte správnou odpověď a zdůvodněte. Při řešení můžete využít následující šifry:

ITUH CZEBÍV EJESEŽ KAT ÍJUŇVIL VOEN YROT PECER ÉVOŤ UHCĚ DOVE
VYK TÁLÉNT SUP ZOREN

1d) Jakou funkci plní škrob v rostlinách?

1e) Použití brambor v evropském zemědělství počátkem 19. století ochránila Evropu od cyklických hladomorů a kurdějí (onemocnění projevující se krvácením z dásní). Zdůvodněte:

.....
.....

2) **Přečtěte si následující text a vyřešte uvedené úkoly.**

Paní Urbánková poslala Toníka do obchodu pro brambory. Protože bylo chladno, nechtělo se Toníkovi jít až do samoobsluhy, a tak zaběhl přes ulici na tržnici. Když Urbánkovi ochutnali oběd, pocítili neobvykle sladkou chuť brambor.

O několik dní později přišel Toník ze školy a povídá: „Dnes jsem se v chemii dověděl jak je to s těmi sladkými brambory!“ *Pokračování textu viz. tajenka lištovky.* „Pan učitel chemie ještě povídal, že došlo k zastavení „dýchání brambor“.“

Úkoly:

2a) Jak došlo k zesládnutí brambor? Vyberte správnou alternativu.

- Brambory zesládly varem.
- Vlivem nízkých venkovních teplot došlo ke změně složení brambor, a tím ke změně jejich chuti na sladkou.
- Paní Urbánková si při ochucování brambor spletla sůl s cukrem.
- Jiná odpověď:

Lištovka: Jednotlivé sloupce – lišty – mezi sebou přemísťujte tak dlouho, až po řádcích přečtete tajenku.

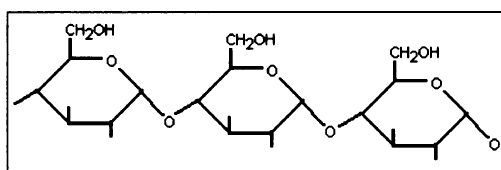
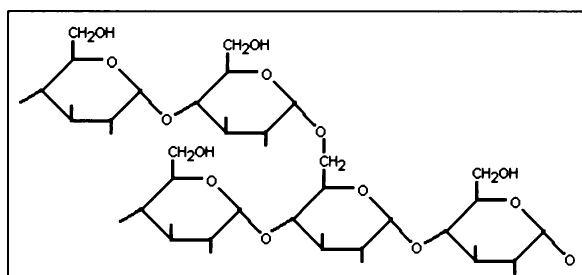
Pomůcka:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
I	S	-	K	N	T	L	E	E	L
L	O	S	E	T	A	P	A	L	K
A	Á	B	D	N	M	O	Í	V	R
V	P	6	B	O	Z	O	D	R	°C
L	A	V	N	J	Í	I	Í	K	H
E	P	O	Z	Ů	N	Á	S	CH	B
S	N	M	Í	Z	L	M	Y	E	Ů
M	É	-	A	D	O	D	I	K	A
D	A	R	N	CH	Y	O	A	S	I

			L			E													M	
																		°C		
N																				
								P											S	
	D																			
											CH									

Tajenka lištovky:

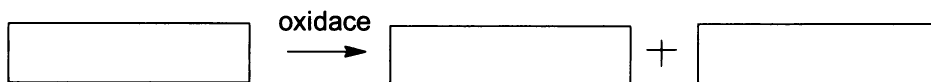
2b) Určete, který ze vzorců je amylosa a který amylopektin. Jaká sloučenina Y sladké chuti je konečným produktem hydrolýzy amylosy a amylopektinu?



↓ hydrolýza

Y

2c) Toníkův chemikář mluvil o tzv. „**dýchání brambor**“, které se zastavilo vlivem vnějších podmínek. Pokud se bramborové hlízy nechají „prodýchat“ při teplotě vyšší než 6°C, spotřebují ke svému dýchání vytvořené mono- a disacharidy [1]. Doplňte schéma úplné oxidace látky Y.



2d) Jaké doporučení k nakupování a uskladnění brambor plyne z příběhu? Vyberte vždy jedno ze slov uvedené v závorce. Hodnotu teploty ve stupních celsia doplňte.

Během skladování brambor je nutné _____ (snížit/zvýšit) metabolické ztráty na minimum a zachovat pouze minimální životní funkce. Tyto životní projevy je nutné zastavit dostatečným _____ (ochlazením/ohřátím) na správnou teplotu. Skladování brambor při nízké teplotě (pod _____ °C) má však nevýhodu, která spočívá v _____ (oxidaci/redukci) cukrů a následném _____ (sládnutí/hořknutí) hlíz. Proto je nutné brambory skladovat při _____ (nižší/vyšší) teplotě, maximálně však do 10°C [66].

2e) Setkali jste se s ovocem nebo jinou zeleninou, které sládnou vlivem nízkých teplot? S jakými? Lze toho nějak využít? Jak? Uveďte konkrétní příklady.

Nápověda:

1) Obsah sacharidů v letním ovoci (třešně, višně, meruňky, letní jablka, hrušky, broskve) se pohybuje kolem 4 - 8 %, v tom podzimním (přemrzlé švestky, jablka, hrušky, hrozny) pak 6 - 12 %, takže.....(*doplňte slovo podle šifry*) se již nemusí přidávat sacharosa [55].

Šifra: Číslice v závorkách za nesmyslnými slovy udávají pořadí písmen, které tvoří správná slova, patřící do textu.

topdtralo (4, 9) jekuvematryspoluna (3, 5, 8, 12, 16)

2) (*doplňte slovo s pomocí sudoku a barevných slov*) jsou nejlépe požitelné po prvních mrazících, kdy ztrácejí svou trpkou chuť.

Vyřešte číselné sudoku. (Vyplňte do jednotlivých polí číslice od 1 do 9 tak, aby každá z nich byla v každé řádce, v každém sloupci zároveň v každém rámečku o 3x3 polích jen jednou). Každá číslice v barevném poli udává pořadí písmene v barevně odpovídajícím slově. Těchto pět písmen tvoří hledané slovo.

TUHA SÁDROVEC VÁPENEC RUMĚLKA CHALKOPYRIT

Sudoku:

8		4		7	3	5		
2	3		6		9		4	8
		5		1				3
	4	1	7			6	5	
	6		4			8	9	7
7		9	5	6	2			
1		8		4	5		3	
9		3				4	2	5
		6	3	2	7			1

- 3) **Jaké látky působí na naše chuťové pohárky? Na vnímání chuti má vliv rozdílná chemická struktura chuťových látek. Po přečtení následujícího textu vyřešte úkoly.**

V potravinách a nápojích bylo identifikováno množství látek, jejichž značná část je známá svou chiralitou. Chuťové vnímání je způsobeno interakcí molekuly s receptorem, který je také tvořen chirálními látkami (např. proteiny). Receptor má tedy možnost enantioselektivního rozpoznávání daného rozdílnou interakcí s enantiomery.

Enantiomery se vyznačují rozdíly nejen v prostorovém uspořádání, ale v důsledku toho také v chuti, vůni, výživové hodnotě, a tím ovlivňují celkovou kvalitu potravin [37]. Např. L-fenylalanin chutná sladce, D-fenylalanin hořce [46].

Řada chirálních složek je přirozeného původu, zatímco jiné vznikají během výrobního procesu (fermentace, sušení, pražení atd.). Patří sem především aminokyseliny, karboxylové kyseliny a jejich deriváty, ketony, aldehydy, sacharidy, ethery, laktony a další [37].

Úkoly:

- 3a) Jak poznáte chirální látku? Uveďte kritéria, která musí látka splňovat, aby byla chirální.
- 3b) Napište libovolný vzorec (Fischerova projekce) chirální látky a označte v něm chirální uhlík(-y).
- 3c) K této látce vytvořte enantiomer.
- 3d) Vysvětlete, jaký význam mají enantiomery v chuťovém vnímání?

4.3 Soubor úloh ke slané chuti

- 1) **Sůl nad zlato? Přečtením úryvku z pohádky „Sůl nad zlato“ si připomeňte, jakou roli hraje sůl v našem životě a vyřešte úkoly.**

„Král Pravoslav měl tři dcery a jedné z nich chtěl předat své království. Královnou se měla stát ta, která jej nejvíce miluje. Jedna ho milovala jako zlato, druhá jako drahokamy a třetí, Maruška, jako sůl. Král se rozhněval a Marušku vyhnal. Král podzemí proklel Pravoslavovu zem a postihl ji trestem: všechna sůl se proměnila ve zlato, vypukla zlatá bída. Maruška zatím procházela strastiplnou cestou, aby znovu našla svého milovaného prince, syna krále podzemí...“ [56].

Úkoly:

- 1a) Napište chemický název a vzorec přírodní formy (minerálu) soli.

Nápověda: Název minerálu je odvozen z počátečních písmen řeckých slov halos – slaný a lithos – kámen.

- 1b) Přečtěte si následující informace o soli a opravte chyby, které se v textu vyskytují.

Chlorid sodný KCl je nazelenalá plynná látka, špatně rozpustná ve vodě. Je zdrojem sodných aniontů, které se podílejí na přenosu nervových vzruchů a jejich nedostatek v krvi má za následek křeče svalstva, bezvědomí popř. i smrt. Chloridové kationty jsou pak nezbytnou součástí žaludečních šťáv.

Nápověda: V textu je 5 chyb.

- 1c) Z jaké sloučeniny pocházejí ionty Cl^- v žaludku?
- 1d) Vysvětlete pojem biogenní prvky a rozhodněte, zda mezi ně patří prvky, které tvoří kamennou sůl. Uveďte příklady biogenních prvků.

2) **Přečtěte si text a vyřešte úkoly.**

Koncentrace sodíkových iontů v lidském těle je velice přísně kontrolovaná hodnota. Základním parametrem je osmotický tlak extracelulární tekutiny. Jakmile se zvýší vstřebávání kationtů sodíku z potravy, ledviny zvýší zpětnou resorpci vody a zároveň zvýší exkreci Na^+ . V opačném případě - při příjmu většího množství hypoosmotické tekutiny (vody) ledviny zvýší zpětnou resorpci Na^+ a omezí resorpci vody [25].

Úkoly:

- 2a) Nakreslete jednoduché schéma jevu zvaného osmosa a popište ho. Jako symboliku zvolte: \circ voda, \square hydratované ionty. Použijte pojmy hypertonický a hypotonický roztok.
- 2b) Který orgán v našem těle a jak reguluje průběh výměny soli a vody?
- 3) **Přečtěte si text a vyřešte úkoly.**

Zdrojem sodíku v potravě je především kuchyňská sůl NaCl a to přímo ve formě balené soli, i jako sůl už obsažená v potravinách. Zde jsou nejvýznamnějším zdrojem uzeniny, případně solené ryby. Důležitým zdrojem sodíku je také glutamát sodný, který se používá jako chuťová látka v řadě potravin. Denní potřeba sodíku je dána jeho rovnováhou v těle. Ve vyspělých průmyslových zemích je spotřeba NaCl u většiny populace nadměrná a doporučuje se ji snížit. Zahraniční údaje uvádějí spotřebu u američanů až 18 g soli denně. Je to zřejmě důsledek konzumace hotových jídel s vysokým obsahem soli (hamburgery, párky) [63].

Úkoly:

- 3a) Nic se nemá přehánět. Tipněte si, jaké je doporučené denní množství soli na osobu?

- | | |
|-------------|--------|
| i) 1-5g | Karel |
| ii) 5-10g | Petr |
| iii) 10-15g | Jirka |
| iv) 15-20g | Martin |

Nápověda: Čtyři chlapci se po vyučování dohodli, že se sejdou před kinem 10 minut před začátkem představení. Všichni vyšli z místa svého bydliště v 16:50 hodin.

Martinovi cesta trvala 1800 sekund, Petrovi 30 minut, Karlovi 2700 sekund a Jirkovi půl hodiny. Správnou odpovědí je množství soli, u kterého je uvedeno jméno chlapce, který přišel do kina pozdě.

- 3b) Jak se projevuje zvýšený přísun soli do organismu a jaké to může mít dlouhodobé následky?
- 3c) Vžijte se do role lékaře a zkuste pacientovi s následky nadměrného přísunu soli doporučit, jak svůj zdravotní stav zlepšit? Čím byste při vaření nahradili sůl?

Nápověda:

1) Kation sodíku může být nahrazen kationem prvku, který má zkrácenou elektronovou konfiguraci $[Ar] 4s^1$

2) Kdyby vám doma došla sůl, co byste místo ní použili?

- 3d) Důležitou roli hraje sůl v konzervaci potravin. Vysvětlete. Jak na to lidé přišli?

Nápověda: Na pobřeží oceánu ležely uhynulé ryby, jejichž tělo bylo pokryto solí. Solná krusta udržovala ryby "čerstvé" a chránila je před bakteriemi.

- 3e) Jaké další využití má sůl v běžném životě?
- 3f) Proč jsou slzy slané?
- 3g) Proč mají sportovci vždy při ruce minerální nápoj? Jaké ionty obsahuje?
- 4) **Lidské tělo přijímá sůl v potravě a nápojích. Obsah soli je v potravinách různý. Doplňte do tabulky chybějící údaje a zařaďte potraviny z nabídky do čtyř skupin podle obsahu soli. Pomůže vám k tomu následující text.**

Podle obsahu kationů sodíku, které zhruba korespondují s obsahem NaCl, lze rozlišit potraviny s velmi nízkým obsahem Na^+ , obsahující obvykle tisíce gramů, nejvýše však 0,4 g Na^+ v 1 kg potraviny. Mezi takové potraviny patří ovoce, čerstvá zelenina, většina tuků, cukr, cukrovinky, některé mléčné výrobky aj. Potraviny s nízkým obsahem Na^+ (0,4 – 1,2 g.kg⁻¹) jsou např. čerstvé maso, ryby, drůbež, mléko a mléčné výrobky (kromě tvrdých a tavených sýrů), některé jedlé tuky aj. V některých druzích chleba a pečiva či v nakládané zelenině najdeme 1,2 – 4,0 g.kg⁻¹ Na^+ , což je pokládáno za vysoký obsah. Mezi potraviny s velmi vysokým obsahem Na^+ (více než 4,0 g.kg⁻¹) pak patří velmi oblíbené uzené masné výrobky, tvrdé a tavené sýry, sušené polévky, zelenina ve slanečném nálevu, slané pochutiny apod. [41].

Potraviny: chléb, losos, arašídy, jogurt, čokoláda, krůtí maso, rohlíky, sýr eidam, nakládané okurky, mrkev, mléko, hroznové víno, slaneček, housky, chipsy, vecka, hovězí maso, salám

Název skupiny I.	Obsah soli	Název skupiny II.	Obsah soli	Název skupiny III.	Obsah soli	Název skupiny IV.	Obsah soli

5) Jaké rozeznáváme druhy soli? Vyřešte úkoly.

Úkoly:

5a) Ke třem druhům soli (1.-3.) přiřaďte správnou definici (A-C) [47].

1. Solivarská sůl

2. Mořská sůl

3. Kamenná sůl

A) Těží se hornickými technologiemi z hornin. K dalšímu zpracování se musí rozmělnovat a čistit. Tato sůl se zpravidla nevyužívá jako jedlá.

B) Získává se odparem ze solanky (voda s maximálně možným obsahem soli, tj. 26,5 procenta). Po vysušení je to jedlá sůl nejvyšší čistoty.

C) Slaná voda se přivádí do přirozených nebo uměle vytvořených nádrží, kde se v důsledku intenzivního slunečního záření odpařuje. Mořská voda je neustále vystavena vlivům okolního prostředí. Proto se musí tato sůl důkladně čistit.

5b) Která ze solí se používá jako jedlá?

5c) Vypočítejte kolik molekul iontů $\text{Na}^+ \text{Cl}^-$ je v 1kg chemicky čistého chloridu sodného?

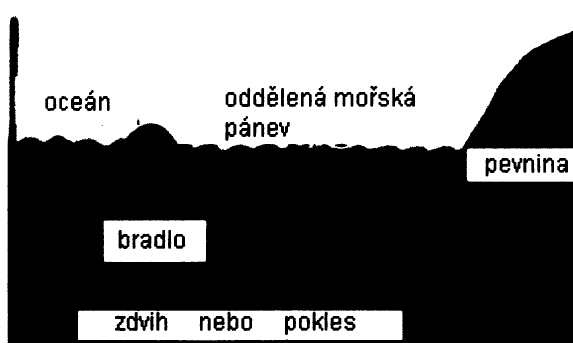
Nápověda: Seřadte slova v rámečku správně za sebou a dostanete zákon, který odvodil italský fyzik Amadeo Avogadro.

jednom $6,022 \cdot 10^{23}$ látky v molu je Počet chemické částic

5d) Jak se získává krystalická sůl?

Před miliony lety pokrýval zemi praoceán. Stejně tak jako dnešní moře obsahoval i praoceán značné množství soli. Švédský geolog Carl Ochseinius vykládá vznik solných ložisek takto [47]:

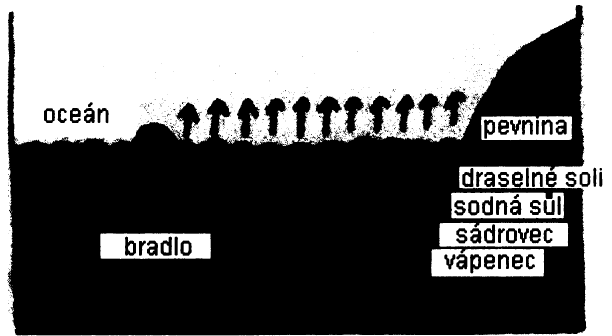
I. Poblíž pobřeží se země zvedla a vytvořila bradlo, nebo mořské dno pokleslo. Následkem toho se od moře oddělila pánev. Do této pánve už nemohlo vtékat tolik vody.



Jak pokračuje geologova teorie? Popište vlastními slovy následující dva obrázky.

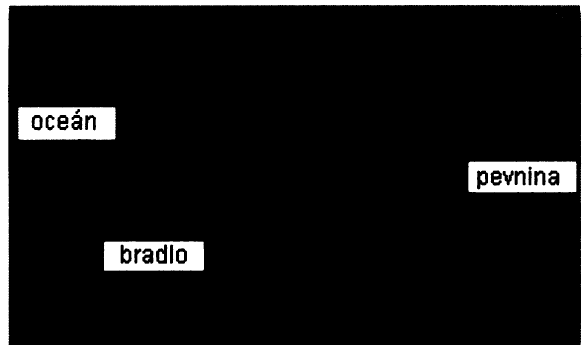
II.

.....



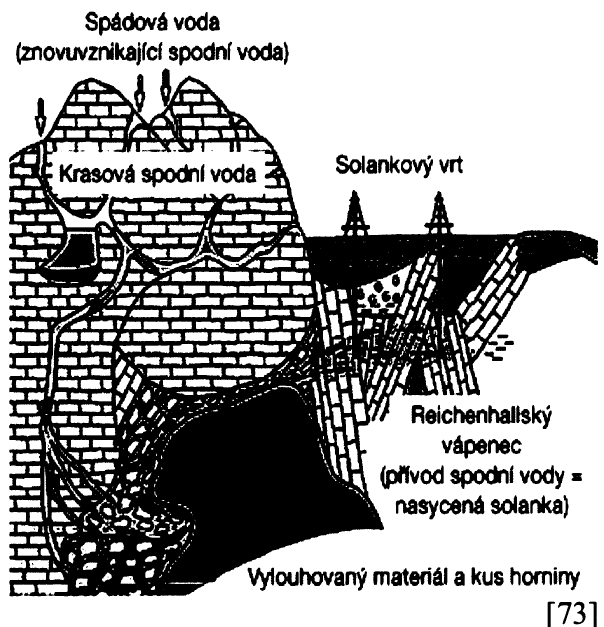
III.

.....



6) Přečtěte si pozorně následující text a vyřešte úkoly.

V Bad Reichenhallu byla sůl během alpského vrásnění ukryta pod mohutnými vrstvami hornin. Po tisíciletí zde prosakovala srážková voda k podzemním solným ložiskům a uvolňovala sůl z horniny. Tento solný roztok s nejvyšším možným obsahem soli, 26,5%, se nashromáždil v podobě přírodní alpské pramenné solanky bez umělého lidského zásahu v dutině pánevní oblasti Bad Reichenhallu. Každoročně se zde čerpá zhruba 300.000 kubíků přírodní alpské pramenné solanky a zpracovává na značkové soli ve špičkové kvalitě a čistotě. Významná naleziště soli v Evropě jsou například v Německu (Bádensko - Württembersko, Dolní Sasko), v Rakousku (Solná komora), Polsku (Wieliczka) nebo na Ukrajině. Mimo evropský kontinent jsou efektivní solné doly v Novém Mexiku (USA) a v Kolumbii [62].



[73]

6a) Jaký druh soli se získává popsáním způsobem?

- 6b) Vysvětlete pojem solanka.
 6c) V jakém státě leží Bad Reichenhall?

Nápověda: Bad Reichenhall je nedaleko od Salzburgu, avšak je na území sousedního státu.

- 6d) Napište názvy měst (českých i zahraničních), ve kterých se vyskytuje pojem sůl.
 6e) Proč se soli, kterou běžně koupíme, říká „alpská“?

- 6f) Prohlédněte si obrázek Alpské soli [71], která se u nás prodává. Jaké látky se k soli přidávají a proč? Určete názvy chemických látek X, Y, Z a doplňte do textu chybějící slova A, B.



Alpská sůl s X, Y a Z obsahuje kromě jodičnanu pro dobrou funkci _____ (A) žlázy, fluoridu pro prevenci _____ (B) i Z - vitamin života. Nedostatkový vitamin (B9) nezbytný při prevenci nemoci oběhového systému, srdce, krevetvorby a buněčného růstu. Tato sůl chutná jako normální sůl, má však žluté zabarvení, neboť Z je žlutá.

- 6g) V jaké formě je v Alpské soli přítomen jód?
 7) Pozorně si přečtete text pojednávající o chemické podstatě vnímání slané chuti a doplňte tabulku.

Podle jedné z teorií, kterou uvádí Coultate [6] vyplynulo, že strukturním kritériem rozlišení slaných a hořkých halogenidů je velikost iontů. Pokud je součet průměrů iontů menší než 0,658 nm, což odpovídá součtu průměru iontů bromidu draselného, který chutná stejně slanež jako hořce, pak u látky převažuje chuť slaná. Pokud je součet větší, pak je látka hořká.

Název látky	Vzorec	Součet průměrů iontů [nm]	Předpokládaná chuť
Chlorid sodný			
Chlorid draselný			
Jodid draselný			

Poloměry iontů [33]: (pozn. 1A = 0,1nm)

- Na⁺ : 0,98 A
 K⁺ : 1,33 A
 Cl⁻ : 1,81 A
 I⁻ : 2,19 A
 Br⁻ : 1,96 A

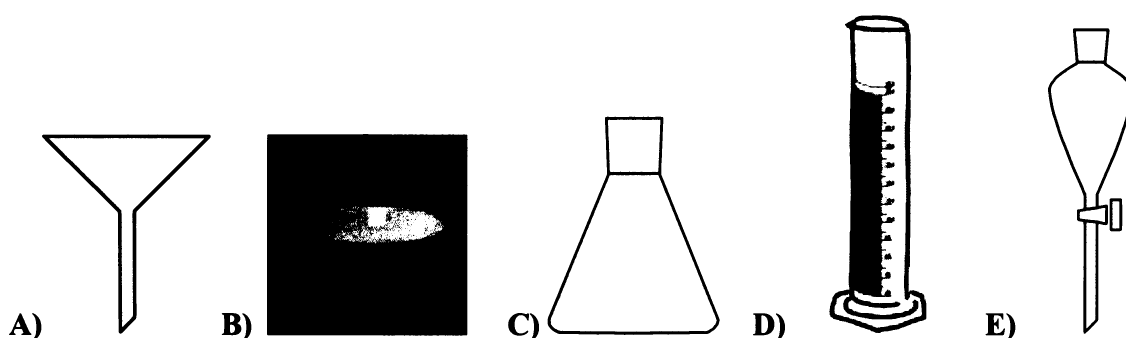
- 8) Mořská sůl. Přečtete si pozorně text a vyřešte úkoly.

Před miliony let se na pomezí dnešního Izraele a Jordánska nacházela příkopová propadlina, která se v nejhlubším místě naplnila vodou. Tak vzniklo Mrtvé moře, jehož hladina leží 400 metrů pod úrovní světového oceánu. V Mrtvém moři se nemůže nikdo

utopit, protože koncentrace soli ve vodě dosahuje téměř 30 %. Nedá se tu však ani pořádně plavat, proto zde můžete spatřit turisty, kteří si ve vodě v leže na znak čtou i noviny [52].

Úkoly:

- 8a)** Spočítejte, kolik kilogramů kuchyňské soli byste museli rozpustit ve 200 litrech vody ve vaně, abyste vytvořili stejně slanou vodu jaká je v Mrtvém moři. Předpokládejte, že hustota vody je přibližně $1 \text{ kg}\cdot\text{dm}^{-3}$.
- 8b)** Popište jak byste z mořské vody získali chlorid sodný. Jakou laboratorní pomůcku budete potřebovat? Vyberte z nabídky. (Obrázky [99], [98])



- 8c)** Vypočítejte, kolik gramů NaCl získáte odpařením 2 kg mořské vody.

4.4 Soubor úloh k hořké chuti

- 1)** Přečtěte si následující text z knihy „Kouzelná věda a Harry Potter“ a vyřešte úkoly.

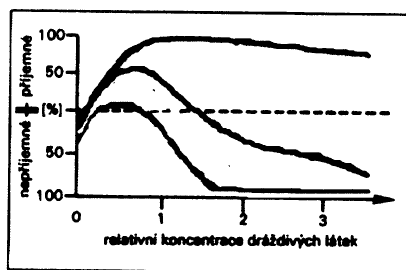
Jakmile si vložíte některou z Bertíkových fazolek do úst, podstupujete jistý gastronomický hazard. Jak varuje reklamní cedule na mistrovství světa ve famfrpálu – Bertíkovy fazolky, riziko s každým soustem. Každá fazolka chutná jinak – může mít chuť citronové zmrzliny, kterou Brumbál tak zbožňuje, může chutnat po kari, pepři, dršťkách, trávě či ovesné kaši. Co se na molekulární úrovni odehrává, když Harry žvýká hořkou fazolku, například s chutí růžičkové kapusty? Vědci zjistili, že 25 receptorových proteinů v chuťových pohárcích zaznamenají hořkou chuť. Prakticky všechny přírodní toxiny a jedy jsou hořké. Nevnímáme však 25 různých druhů hořké chuti, ale pouze jednu hořkou chuť díky ústřednímu proteinu gustducinu. Ten slouží jako přepínač, který posílá signál o hořké chuti do mozku. Důležité je, abychom rozeznali všechno, co je hořké, ne jaké složky nebezpečná látka obsahuje [14].

Úkoly:

- 1a)** Vysvětlete, proč existuje tolik receptorů k rozpoznání nepříjemné hořké chuti?

- 1b) O tom, zda je chuťový vjem látky příjemný nebo nepříjemný, rozhoduje její koncentrace. Prohlédněte si pozorně následující graf „Hodnocení chuťových podnětů“ a určete, která z barevných křivek patří hořké chuti.

Nápověda: Jen ve velmi malém rozmezí hodnot koncentrací hořkých látek je hořká chuť vnímána jako příjemná.



Hodnocení chuťových podnětů

[Upraveno dle 36]

- 1c) Všem houbařům dobře známý druh hříbovité houby hořké chuti je Hřib žlučník, lidově zvaný „hořčák“. „Hořčák“ patří mezi houby nejedlé. Avšak ne všechny nejedlé a jedovaté houby mají hořkou chuť (např. Muchomůrka červená není hořká) [50]. Napište další příklady nejedlých či jedovatých hub.



[83]

- 1d) Napište příklady jedovatých rostlin.
- 1e) Jaké příznaky jsou typické pro otravu houbami či jedovatými částmi rostlin?
- 1f) Jak byste při takové otravě postupovali?
- 2) **Přečtěte si následující informaci a vyřešte úkoly.**

Hořkou chuť má celá řada organických sloučenin jako jsou některé aminokyseliny, aminy, amidy, dusíkaté heterocyklické sloučeniny včetně alkaloidů aj. Hořké jsou také některé anorganické soli [41].

Úkoly:

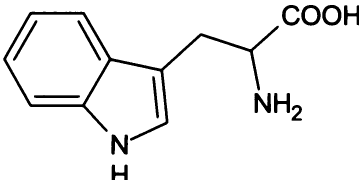
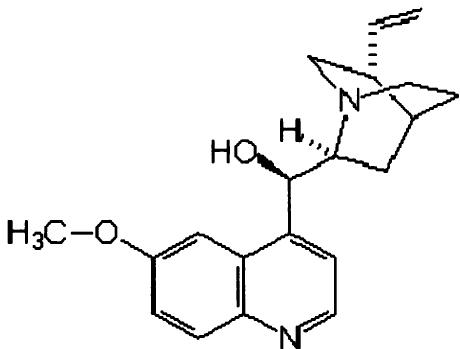
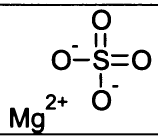
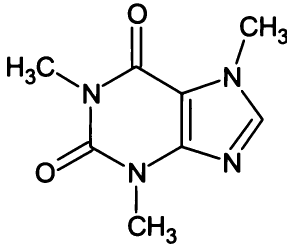
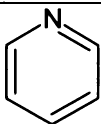
- 2a) Přiřaďte ke vzorcům v tabulce názvy hořkých látek uvedených v rámečku a doplňte odpovídající typ sloučeniny.

chinin, propionamid, síran hořečnatý, pyridin, kofein, butylamin, L-tryptofan

Pozn.: Uvedené látky byly identifikovány jako hořké, ale neznamená to, že jsou všechny z nich používány v potravinářství. Dusíkaté heterocyklické sloučeniny, dusíkaté deriváty

uhlovodíků a anorganické soli jsou ve většině případů toxické! Pouze chinin a kofein jsou povolené potravinářské přísady navozující hořkou chuť (spolu s oktaacetylsacharosou).

Nápověda: Chinin má z uvedených sloučenin nejsložitější strukturu [84].

Vzorec	Název	Typ sloučeniny
$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \overset{\text{O}}{\parallel} \text{C} - \text{NH}_2$		
		
$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{NH}_2$		
		
		
		
		

2b) Pro některé potraviny je určitý stupeň hořké chuti žádoucí a považuje se za typickou chuť. Napište příklad takových potravin.

2c) Při nechutenství se podávají přípravky s obsahem hořkých látek. Z jakého důvodu? Stejný účinek má např. pití piva.

Nápověda:

Vjem hořké chuti v ústech vyvolá

.....
 (dokončení získáte vyřešením „Námořní bitvy“)

Námořní bitva:

Levý obrazec představuje moře, ve kterém je zakotveno osm lodí. Jejich tvary a počet jsou uvedeny pod obrazcem. Lodě mohou být ve svislém i vodorovném směru a nesmějí se vzájemně dotýkat (a to ani svými rohy). Číslice po stranách označují počet obsazených políček. Když se vám podaří správně rozmístit lodě, zjistíte, která písmena tvoří tajenku. Písmena tajenky přečtete po řádcích od konce obrazce. Políčka, kde loď nemůže být si označte křížkem (jeden už je umístěn).

	0	6	0	5	0	3	1	2
2								
0								
5								
2								
3								
3		X						
1								
1								

!	Ž	U	O	L	D	Í	J
K	Ť	U	CH	Í	Š	T	Ě
V	K	I	V	M	O	L	S
Í	Ř	T	Z	A	V	Á	Ť
Š	R	CH	T	Í	N	C	I
V	Á	R	O	T	K	I	P
C	J	E	R	K	E	S	U
O	Á	N	E	Š	Ý	V	Z

Tvary a počet lodí:

1x ■■■■■ 2x ■■■■ 2x ■■■ 3x ■

2d) Sloučeniny hořké chuti obsažené v rostlinách, které mají tento účinek (tajenka úkolu 2c)) se nazývají _____ (název ukryt v rébusu). Velké množství těchto látek se spotřebuje v potravinářském průmyslu na výrobu likérů, aperitivů a jiných hořkých nápojů. Reprodukce strany z Likérnického receptáře F. Šaffla je důkazem použití rostlin, které tyto látky obsahují [27].

Legenda rébusu:

+ připojení písmen
- odstranění písmen

Mg – ík + **Zn** – zek + y

Karlovarský hořký likér.

Dědičství Johanna Becker s r. 1868.

250	grn	stříbrník	
175	"	kořen hořce	
190	"	peľnýk	
140	"	mateřídouška	
140	"	dymidán	
210	"	devětál (podbál)	
105	"	litrocel	
105	"	mařinka vonná	
350	"	květ lipový	
350	"	květ petrklíče (Primulae)	
158	"	kořen osladiče	
140	"	kořen kozlíkový	
70	"	květ heřmánku čes.	
35	"	hřebíček	
175	"	kůra citronová	
44	"	muskátový květ	
80	"	květ divizny	} vař y 28 litr vody se 4½ kg cukru
140	"	sv. jánský chléb	
210	"	sladké dřevo	

maceruj ve 42 litr čistého líhu 80°

14—21 dní, alej, kořen vylij a spoj s odvarou vody a cukru ad II.

3) Přečtěte si následující text a vyřešte úkoly.

Přírodních hořkých látek, které jsou obsaženy v rostlinách je velké množství. Typická hořká chuť některých citrusových plodů a šťáv je způsobena přítomností flavanon-7-glykosidů, např. hořkou látkou grapefruitů je naringin. Chmel otáčivý (*Humulus lupulus*) obsahuje hořké kyseliny, skládající se převážně z a, kterých je nejvíce v samičích květech. Pelyněk pravý (*Artemisia absinthium*) je znám svojí hořkostí, která je způsobena seskviterpenovým laktonem Důležitou hořkou látkou používanou pro výrobu hořkých nápojů (např. tonik) je chinolinový alkaloid, který se zpracovává z kůry chinovníků (*Cinchona succirubra*). Dobře známý je značně hořký z kávy (*Coffea arabica*) [27], [41].

Úkoly:

3a) Doplněte do textu chybějící názvy hořkých látek ve správném tvaru:
kofoin, absinthin, humulon, chinin, lupulon

3b) Vyberte hořkou látku, ze které se vyrábí známý alkoholický nápoj. Jaký je jeho název?

3c) Má pro samotné rostliny nějaký význam obsah hořkých látek?

3d) V polovině 17. století onemocněla malárií významná představitelka evropských dobyvatelů, manželka místokrále Peru, lady Cinchonová. Když všechny Evropany známé léky selhali, požádali o pomoc domorodce, kteří jí doporučili lék získaný z kůry stromu a lady Cinchonová se vyléčila. Podle první Evropanky, vyléčené tímto lékem, nazval velký přírodovědec K. Linné strom, z které se lék získává [3].
Jakou látku obsahoval lék domorodců?

4) Přečtěte si následující text a vyřešte úkoly.

Chuťový receptor, kterým zjišťujeme hořkou chuť kyanogenních glykosidů se označuje TAS2R16. Gen pro tento receptor se vyskytuje ve dvou variantách, jež se vzájemně liší v citlivosti. Obyvatelé subsaharské Afriky mají v drtivé většině (85 %) necitlivou variantu genu. Tito lidé konzumují rostliny s obsahem kyanogenních glykosidů bez nepříjemných vjemů. Naopak, zbytek světa je z 90 % vybaven citlivou variantou [27].

Úkoly:

4a) Pokuste se vysvětlit tento zajímavý fakt. Proč obyvatelé subsaharské Afriky nemají citlivý gen pro receptor kyanogenních glykosidů?

Nápověda:

Kyanogenní glykosidy jsou účinnou látkou před malárií.

4b) Jaká varianta genu pro chuťový receptor TAS2R16 byla u člověka původně?

Nápověda:

Člověk druhu Homo Sapiens žil původně v Africe.

4c) Proč vznikla citlivá varianta genu pro chuťový receptor TAS2R16?

4.5 Soubor úloh ke kyselé chuti

1) **Přečtěte si pozorně následující text a vyřešte úkoly:**

Jako nositelé kyselé chuti mají v potravinách hlavní význam nedisociované formy organických kyselin, především (K) a (Y). Často se však uplatňují i další kyseliny, např.(S) u většiny druhů ovoce, (E) u hroznů, (L) u ostružin, (I) u reвенě, (N) u některých mléčných výrobků, např. jogurtů, mléčně kysaných okurek, zelí a oliv, (A) u konzervářských zeleninových výrobků, (?) u sýrů typu Emmental [41].

Úkoly:

1a) Jaké kyseliny se skrývají pod písmeny a znakem: K, Y, S, E, L, I, N, A, ?
Doplňte jejich triviální názvy s pomocí indicií do prázdných míst v textu.

Indicie:

Kyselina A se používá ke konzervaci potravin. Její 4 % až 8 % vodný roztok se nazývá ocet.

Kyselina K je obsažena v citrusových plodech.

Kyselina ? má vzorec C_2H_5COOH .

Kyselina E je obsažena v alkoholickém nápoji – ve víně.

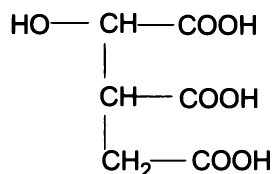
Kyselina I je obsažena v rostlině lidově nazývané „šťovík“.

Kyselina Y se vyskytuje v nezralém ovoci a její systematický název je 2-hydroxybutandiová.

L-kyselina N vzniká při svalové činnosti jako produkt metabolismu sacharidů.

Kyselina S je známá pod názvem Vitamin C.

Kyselina L má vzorec:

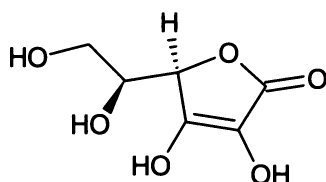


1b) Napište vzorce kyselin, kromě kyseliny L a kyseliny S.

Nápověda: Kyselina A, I a ? patří mezi nasycené karboxylové kyseliny, kyseliny K, E, Y, N jsou hydroxykyseliny.

A: I: ?

K: E: Y: N:



- 1c) Vzorec Vitaminu C je (stereogenní) uhlík (-y). Označte ve vzorci chirální
- 1d) Jednotlivé kyseliny se v charakteru a často také v kvalitě kyselé chuti vzájemně liší. V jistých mezích se u kyselin také liší prahové hodnoty vnímání kyselé chuti, jak je uvedeno v tabulce [41]. Určete molární koncentraci kyseliny octové odpovídající podnětovému prahu.

Kyselina	Podnětový práh v mg.dm ⁻³
octová	110
mléčná	200
jablečná	110
vinná	80
citronová	150

Nápověda:

*Prahová hodnota (resp. koncentrace) je nejnižší detegovaná koncentrace látky v roztoku vyvolávající daný vjem. Rozdílový práh, jinak také **práh podnětový**, je taková koncentrace, při níž lze zjistit rozdíl v chuti ve srovnání s prostředím, které tuto látku neobsahuje [41].*

- 2) **Přečtěte si text, pojednávající o degustaci a vyzkoušejte svoje chuťové buňky.**

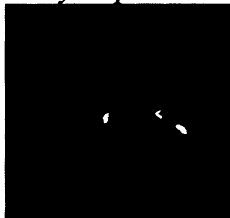
Vnímání chuti se může stát rozhodujícím faktorem při hodnocení sensorické jakosti potravinářských výrobků. Již od pradávna se sensorickým hodnocením zabývali tzv. koštěři, což byly osoby s velkou citlivostí smyslového vnímání, zvláště chuťového. Dnes se setkáme spíše s názvem hodnotitelé, posuzovatelé či degustátoři, kteří se většinou specializují na hodnocení např. vína, sýrů, čaje, ovoce aj. Degustace potravin je samozřejmě velmi subjektivní záležitostí. Hodnotitel však musí znát hodnotící systém a vědět, jaké skupiny určitého výrobku bude hodnotit, být seznámen s časovým rozvrhem hodnocení a k tomu mít rezervován dostatek času. Chce-li někdo hodnotit určité výrobky, musí si osvojit techniku smyslového hodnocení, kterou pak používá vždy stejně, aby špatným postupem neovlivňoval výsledky hodnocení [18].

Porovnejte smyslově kyselost octa (8%) a roztoku odpovídajícího podmětovému prahu kyseliny octové.

- 3) **Přečtěte si text o ovlivnění vnímání kyselé chuti a vyřešte úkoly.**

Kyselá chuť bývá často v potravinách modifikována přítomností sacharidů, tříslovin, ethanolu nebo různých kationtů a jiných látek. Sacharidy chuťové účinky kyselin zeslabují, třísloviny a ethanol je naopak zesilují. Chuťové pohárky mohou být velmi ovlivněny zajímavou látkou, o které píše magazín Týden:

“Stačí ponechat na jazyku jednu tajemnou kuličku velikosti hroznového vína a barvy brusinky – a s chuťovými pohárky na jazyku se začnou díť divy. Glykoprotein nazvaný příznačně _____ (viz. tajenka kruhové doplňovačky) se váže na receptory rozpoznávající kyselou chuť. Po dobu zhruba jedné hodiny mění hořčici v marmeládu, stvol rebarbory v cukrátko a čistou citrónovou šťávu v chutnou limonádu. Tato tajemná látka se získává z afrického keře *Synsephalum dulcificum* a jeví se bez chuti.” [51].

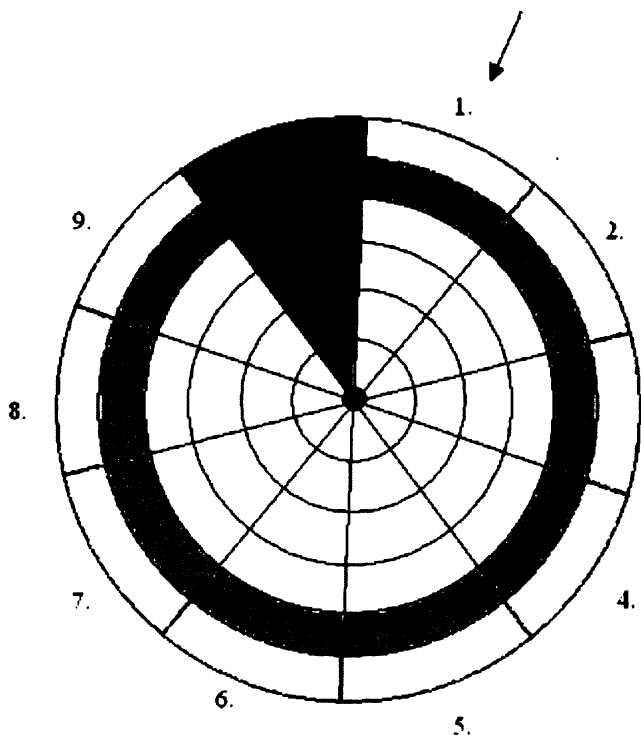


[111]

Úkoly:

- 3a) Rozluštěte kruhovou doplňovačku a zjistěte tak název tajemného modifikátoru kyselé chuti. Termíny se vpisují ve směru šipky, písmena tajenky jsou v šedých polích.

Kruhová doplňovačka:



Legenda:

1. Zárodek.
2. Pomůcky k filtraci.
3. Alotropická modifikace uhlíku.
4. Název prvku s protonovým číslem 25.
5. Nástroj k broušení nožů.
6. Sociální stav člověka vyznačující se hmotným nedostatkem.
7. Parazit (rozoč) přenášející lymfskou boreliózu.
8. Zelenina štiplavého zápachu.
9. Nejvyšší hora ČR.

- 3b) Jaká chuť je vnímána po působení tohoto glykoproteinu na naše chuťové pohárky?
- 3c) Glykoproteiny patří mezi složené bílkoviny. Jakou složku obsahují (vyplývá z názvu)?
- 3d) Údaje o miraculinu z úryvku přepište tak, abyste vytvořili zápis do výkladového slovníku k heslu „miraculin“.

4.6 Soubor úloh k chuti umami

- 1) Následující text pojednává o objevu páté chuti umami. Přečtěte si jej a vyřešte úkoly.

Roku 1908 došlo ve sféře chutí k dějinnému objevu. Učinil jej profesor tokijské univerzity Kikunae Ikeda. V oné době ještě nebyl oblíbeným jídlem japonský fastfood sushi, ale domácí polévky. Tak jako se v našich zeměpisných šířkách vždy připravovaly ze zeleninových nebo masových vývarů, v Japonsku plnilo a plní tuto úlohu takzvané daši, vývar ze sušené mořské řasy kombu. Jaká je ale chuť daši? Základní komponentou je aminokyselina (viz úkol 1d)), která dodává pokrmům cosi navíc, doplňuje je chutí, která se dá charakterizovat plností a harmonizační schopností. Ikeda ji nazval lahodností, což se japonsky řekne umami. Řada vědců se posléze shodla na tom, že umami je novou, pátou chutí rozeznatelnou lidskými chuťovými buňkami [64], [6].

Úkoly:

- 1a) Co znamená v překladu slovo „umami“?
- i) sušený
 - ii) laciný
 - iii) lahodný
 - iv) harmonizující
 - v) plný
 - vi) jemný
- 1b) Na fotografii je objevitel chuti umami. Jak se jmenoval a jaké byl národnosti?



[89]

- 1c) Co je to „daši“ a jakou má v potravinářství úlohu?
- 1d) Pojmenujte látku, která způsobuje chuť umami. Při řešení vám pomohou následující indicie.
- Indicie:
- A) Obsahuje jednu amino-skupinu a dvě skupiny karboxylové.
 - B) Vyrábí se průmyslově ve velkém množství hydrolýzou bílkovin. (Typ látky je také obsažen v úvodním textu.)
 - C) Třípísmenný kód látky je „Glu“.
- 1e) Napište vzorec látky, která způsobuje chuť umami víte-li, že vzorec látky můžeme odvodit náhradou dvou atomů vodíku na C₁ propanu skupinou –COOH a NH₂ a

jednoho atomu vodíku na C₃ propanu skupinou –COOH. Najděte a označte ve vzorci chirální (stereogenní) centrum.

- 1f) Látka existuje ve dvou stereoizomerech, L- a D-. Izomery mají stejné fyzikální vlastnosti s výjimkou V živých organismech se vyskytuje pouze L-forma této látky.

Dokončete neúplnou větu rozluštěním šifry *Protonové číslovky*.

Protonová číslovka:

Doplněním chemických značek prvků charakterizovaných jejich protonovým číslem rozluštíte šifru.

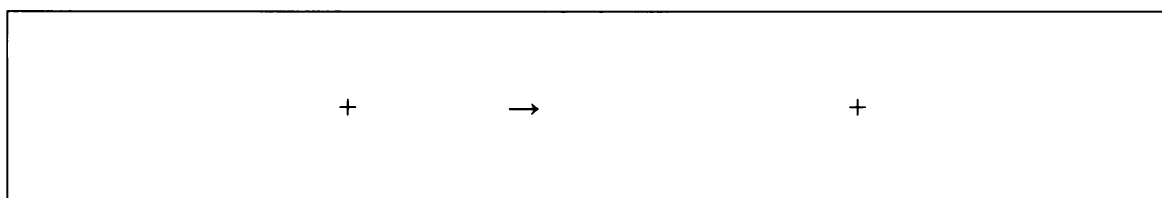
8 15 22 6 19 19 22 23 53 39
 _ _ _ _ _ É A _ _ _ _ T _

- 1g) Umami je nazývána pátou chutí, kterou dokážeme rozeznat chuťovými pohárky. Které čtyři základní chutě rozeznáváme? Rozdělte je podle vnímání na příjemné a nepříjemné. Do které skupiny zařadíte chuť umami?
- 2) **Jakmile byl objeven základní komponent chuti umami, začal být komerčně vyráběn glutamát sodný, známý jako ochucovadlo. Na základě přečtení následujícího textu vypracujte úkoly.**

V 70. letech minulého století zachvátila svět horečka asijské kuchyně, v té době patřil glutamát sodný v podobě bílých krystalků k základním ochucovadlům. Ze zázračné suroviny glutamátu sodného byl ale potom veřejný nepřítel. Hovořilo se o "syndromu čínských polévek", o alergiích, bolestech hlavy a nevolnostech, pocení a tlakem na prsou, které prý tato látka způsobuje. Jako průmyslové ochucovadlo byl stažen z většiny potravinářských výrobků. V 90. letech se však ukázalo, že glutamát sodný je ve velkých množstvích přirozeně přítomen např. v parmazánu, rajčatech či v houbách [44].

Úkoly:

- 2a) Jak se nazývá reakce, při které vzniká z kyseliny glutamové natrium-hydrogen-glutamát? Ve formě aniontu je karboxylová skupina obsahující atom C označený číslem 5. Vepište do rámečku vzorce výchozích látek a produktů této reakce.



- 2b) Doplňte chybějící údaje o glutamátu sodném.

E-kód	Sumární vzorec	Barva	Skupenství	Molární hmotnost g/mol	Teplota tání
E 621					165°C

- 2c) Glutamát sodný se běžně vyskytuje téměř ve všech potravinách zvláště pak v mléčných výrobcích a mase. Vysvětlete, jaký význam má pro člověka glutamát obsažený v těchto potravinách.

Nápověda: Řešení je zašifrováno ve větě, kde jsou písmena posunuta (v abecedě s háčky) o 1 písmeno.

Kf qsjdiov t'pchp, af ivu qpt'řbwjo wojnbnf kblp qsjkfnopv.

- 2d) Někteří odborníci na výživu nedoporučují potraviny a jídla s obsahem glutamátu dětem do tří let, těhotným a kojícím ženám. Z jakého důvodu?

Nápověda: Vysvětlení souvisí se spojením „syndrom čínských polévek“.

- 2e) Mezi výrobci potravin je glutamát sodný velmi oblíben. Z nabídky vyberte šokující tvrzení, které (-á) toto vysvětluje (-í).

- A) Výrobci glutamát sodný často používají k tomu, aby mohli ve svých potravinách snížit množství nákladných přírodních surovin (například kuřecího masa v polévce).
- B) Výrobci používají glutamát sodný zejména pro jeho prokazatelnou výživovou hodnotu (nahrazuje např. bílkoviny).
- C) Glutamát sodný je výrobci velmi oblíben z důvodu „zakrytí“ nevýrazné chuti použitých surovin, např. v levných uzeninách.

- 3) **Přečtěte si text o zvyšování chutě umami různými procesy a vyřešte úkoly.**

Vědci zjistili, že pěstovaná pečárka dvouvýtrusá se vyznačuje výraznou chutí umami. Hodnoty ekvivalentní koncentrace umami vzrůstaly z 230 na 284 g/100 g sušiny od velmi mladých po plně vyvinuté plodnice [16]. Zralá rajčata mají desetkrát vyšší obsah glutamátu než rajčata nezralá. Sušené houby shiitake obsahují 1060 mg kyseliny glutamové ve 100 g, čerstvé houby pouze 71 mg/100g. Během fermentace nasolených bílkovinných produktů, např. ančoviček, dochází k odbourávání bílkovin na širokou paletu volných aminokyselin a nukleotidů. Fermentace se používá při výrobě sojové omáčky, asijské rybí omáčky, omáčky Worcester. Vyzrálé hovězí maso obsahuje o mnoho více kyseliny glutamové než čerstvé maso [22].

Úkoly:

- 3a) Napište procesy, kterými je zesilována chuť umami.

- 3b) Mezi jaké organismy patří pečárka dvouvýtrusá?

- i) bakterie
- ii) rostliny
- iii) houby
- iv) živočichy

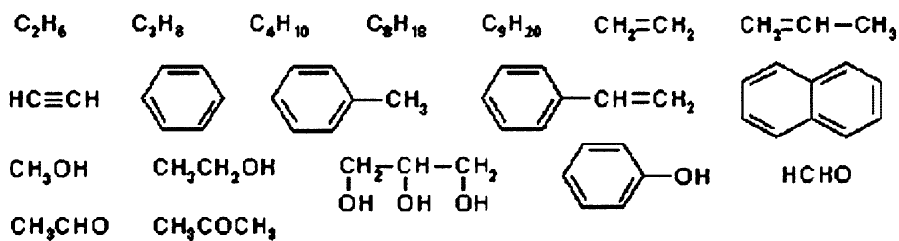
- 3c) Napište příklady potravinových doplňků, které jsou typické chutí umami.

- 3d) Vysvětlete pojem fermentace a uveďte příklady.

Nápověda: Vyškrtáním názvů uvedených sloučenin pod osmisměrkou získáte dvě hesla, která vám pomohou definovat fermentaci.

Osmisměrka:

D	N	L	O	N	A	H	T	E	M	A
K	Y	E	A	B	U	T	A	N	C	C
V	E	H	L	A	Š	E	O	E	N	E
B	T	Í	E	Y	M	K	T	R	G	T
E	H	I	K	D	T	A	N	Y	L	O
N	A	F	T	A	L	E	N	T	Y	N
Z	N	R	N	D	U	A	C	S	C	L
E	O	O	E	L	N	O	M	A	E	O
N	L	H	O	O	R	G	A	R	R	N
N	Y	T	N	A	P	O	R	P	O	E
D	I	E	T	H	Y	L	E	N	L	F
S	M	Y	N	E	L	Y	P	O	R	P



- 3e) Zamyslete se nad tím, zda k chuťovému zážitku přispívá pouze chuť. Jak se na něm mohou podílet ostatní smysly?

5 DISKUSE A ZÁVĚR

V diplomové práci jsem zpracovala téma chutí z chemického i biologického hlediska. Biologický náhled má posloužit především jako odborný text pro učitele chemie. Stejně tak chemismus chutí (mechanismy vnímání a klasifikace chuťových látek). Stěžejní částí práce je soubor motivačních úloh pro žáky gymnázií a SŠ, které jsou rozděleny do celků podle chutí – sladká, slaná, hořká, kyselá a umami.

Úlohy obsahují vybrané učivo ze všech tematických okruhů, které je požadováno k maturitní zkoušce z chemie (podle Katalogu požadavků zkoušek společné části maturitní zkoušky). Zařazeno je také učivo nadstavbové, které lze využít ve výuce nadaných žáků, chemických talentů a žáků zvědavých ve škole či v zájmových kroužcích.

Úlohy jsou ve většině případech založeny na pozorném čtení úvodního textu a vyřešení úkolů z něj vycházejících. Díky různým formám zadání úkolů a množstvím událostí z běžného života, nejsou úlohy jednotvárné a rozvíjejí tvořivost žáků. V zadání úkolů jsou použity obrázky, schémata, tabulky, neúplné či záměrně chybné texty, indicie, mapy, početní příklady, aj. Úkoly jsou doplněny nápovědami, které mají zábavný a interdisciplinární charakter a slouží především jako nenásilná forma učení. Zařazeny jsou nápovědy typu křížovek, doplňovaček, abecedovek, lištovek, osmisměrek, rébusů, sudoku, kris kros, početních příkladů, různých druhů šifer, indicií, aj.

Řešení úloh je uvedeno v příloze. Některé odpovědi nejsou jednoznačně dané (např. příklady rostlin, nákres obrázku aj.), jiné odpovědi jsou rozsáhlejší a nejsou v přesném znění požadovány po žácích.

Závěrem je nutno dodat, že při činnosti na této práci jsem si vyzkoušela, jak je náročné vytvořit motivační úlohy, a to nejen z pohledu časového, ale také obsahového. Bylo pro mne (a podle mého názoru i pro mnoho začínajících učitelů je) velkým úskalím přiblížit žákům situace z běžného života zábavnou formou a zároveň chemicky správně. Často zajímavý jednoduše vypadající jev je po prozkoumání chemické podstaty neodpovídající znalostem žáků středních škol a také učitelů (např. děje probíhající v bramborových hlízách). Je třeba zvážit, zda je potom (pro žáky nutné) zjednodušení ještě přípustné z hlediska chemické správnosti.

Úlohy v této práci nebyly z časových důvodů ověřovány, o což bych se chtěla pokusit ve své pedagogické praxi.

6 SUMMARY

In this thesis the theme of taste from chemical and biological point of view is elaborated. Biological approach and chemistry of taste should fulfil the role as an expert text for chemistry teachers.

Fundamental part of this theses is a set of motivational exercises for high school students including the study material from all thematic ranges which are required for the Leaving Exams from chemistry. Post-gradual study material is included as well which can be used in teaching of very talented students, students excelling in chemistry or keen students at school or out of/after school clubs. Thanks to different forms of assignment of the exercises and the number of experiences from every day life, the exercises are not monotonous, they help to expand the creativity of students and are an activating point in chemistry teaching sessions.

7 PŘEHLED POUŽITÉ LITERATURY A INTERNETOVÝCH ZDROJŮ

Literatura:

1. ANDRLÍK, K. a kol., *Základy chemické výroby*. Vydal Josef Hokr, Praha 1944.
2. BENEŠOVÁ, M., SATRAPOVÁ, H., *Odmaturuj z chemie*. DIDAKTIS, Brno 2002. ISBN 80-86285-56-1.
3. BETINA, V., VELIKÝ, I., BALAN, J., *Život očami chémie*. Osveta, Bratislava 1964.
4. CAROLA, R., HARLEY, J.P., NOBACK, Ch.R., *Human Anatomy & Physiology*. New York: Mc Graw-Hill 1992. ISBN 0-07-010964-8.
5. CASAMAYOR, P., *Umění degustace*. Fragment, Havlíčkův Brod 2004. ISBN 80-7200-871-4.
6. COULTATE, T. P., *Food: the chemistry of its components, Fourth edition*. The Royal Society of Chemistry, South Bank University, London, UK 2002. ISBN 0-85404-615-1.
7. ČÁP, J., *Psychologie pro učitele*. SPN, Praha 1980.
8. ČERNÝ, M., TRNKA, T., *Sacharidy I.*, Praha 1995. ISBN 80-901304-4-5.
9. ČOPIKOVÁ, J. a kol., *Cukerná nesacharosová sladidla a příbuzné látky*. Chemické listy, 100, 2007, č. 9, s. 778-783.
10. DUCHOŇ, J. a kol., *Lékařská chemie a biochemie*. Avicenum, Praha 1985.
11. DYLEVSKÝ, I., *Zaživací ústrojí*. In PETROVICKÝ, P. a kol., *Systematická, topografická a klinická anatomie, IV*. Karolinum, Praha 1995. ISBN 80-7184-112-9.
12. GANONG, W.F., *Přehled lékařské fyziologie*. Galén, Praha 2005. ISBN 80-7262-311-7.
13. GRAAFF, K.M., Fox, S.I., *Concepts of Human Anatomy & Physiology, Fifth edition*. McGraw-Hill, USA 1999.
14. HIGHFIELD, R., *Kouzelná věda a Harry Potter*. Dokořán, Praha 2003. ISBN 80-86569-59-4.
15. CHUPÁČ, A., SOLÁROVÁ, M., *Reflexe řešení a postupu problémové učební úlohy žáky gymnázií*. In *Současné problémy v chemickém vzdělávání. Mezinárodní seminář doktorského studia - sborník příspěvků*. MSD, spol. s.r.o. Ostrava 2007. ISBN 978-80-739-2005.
16. KALAČ, P., *Houby, víme, co jíme?* Nakladatelství dona, České Budějovice 2008. ISBN 978-80-7322-112-6.
17. KAROVIČOVÁ, J., a kol., *Stanovenie náhradných sladidel doznievanie sladkej chuti nealkoholických nápojov*. Chemické listy, 101, 2007, č.2, s. 171-175.
18. KRAUS, V., KOPEČEK, J., *Setkání s vínem*. RADIX, Praha 2002. ISBN 80-86031-36-5.
19. LAPČÍK, O. a kol., *Necukerné přírodní látky sladké chuti*. Chemické listy, 101, 2007, č. 1, s. 44-54.
20. LOKŠOVÁ, I., LOKŠA, J., *Pozornost, motivace, relaxace a tvořivost dětí ve škole*. Portál, Praha 1999. ISBN 80-7178-205-X.
21. MALIJEVSKÁ, I., MALIJEVSKÝ, A., NOVÁK, J., *Záhady, klíče, zajímavosti očima fyzikální chemie*. VŠCHT, Praha 2004. ISBN 80-7080-535-8.
22. MARCUS, J.B., *Culinary Applications of Umami*. Food Technol., 59, 2005, č. 5. s. 24-26, 28-30.
23. MIKEŠ, V., *Proč se klepou řízky? Chemie v kuchyni*. Dokořán s.r.o., Praha 2008. ISBN 978-80-7363-143-7.
24. MORAVCOVÁ, J., a kol., *Látky ovlivňující vnímání organoleptických vlastností*. Chemické listy, 101, 2007, č. 12, s. 1002-1010.
25. NOVOTNÝ, I., HRUŠKA, M., *Biologie člověka pro gymnázia*. Fortuna, Praha 1995. ISBN 80-7168-234-9.

26. ODSTRČIL, J., ODSTRČILOVÁ, M., *Chemie potravin*. Národní centrum ošetrovatelství a nelékařských zdravotnických oborů, Brno 2006. ISBN 80-7013-435-6.
27. OPLETAL, L., a kol., *Přírodní látky hořké chuti*. Chemické listy, 101, č.11, 2007, s. 895-906.
28. OREL, M., FALOVÁ, V., *Smyslové funkce*. Vydavatelství Univerzity Palackého v Olomouci, Olomouc 2007. ISBN 978-80-244-1743-1.
29. PACÁK, J., *Jak porozumět organické chemii*. Karolinum, Praha 2007. ISBN 978-80-246-1354-3.
30. POCOCK, G., RICHARDS, CH. D., *Human Physiology: The Basis of Medicine*. Oxford University Press, New York 1999. ISBN 0-19-262539.
31. POKORNÝ, J., VALENTOVÁ, H., PANOVSÁ, Z., *Sensorická analýza potravin*. VŠCHT, Praha 1999. ISBN 80-7080-329-0.
32. PROKŠA, M., *Chémia a my*. SPN, Bratislava 1997. ISBN 80-08-02455-0.
33. REMY, H., *Anorganická chemie 1.díl*. SNTL, Praha 1961.
34. SELIGER, V., VINAŘICKÝ, R., TREFNÝ, Z., *Fyziologie člověka pro fakulty tělesné výchovy a sportu*. SPN, Praha 1983.
35. SHUKER, K., P., N., *Skryté síly živočichů*. JUNIOR, Říčany u Prahy 2005. ISBN 80-7267-203-7.
36. SILBERNAGL, S., DESPOPOULOS, A., *Atlas fyziologie člověka*. Avicenum, Praha 1984.
37. SRKALOVÁ, S., KALÍKOVÁ, K., TESAŘOVÁ, E., *Výskyt a význam enantiomerů v potravinách*. Chemické listy, 102, 2008, č. 7, s. 480 – 486.
38. TICHÝ, M., *Toxikologie pro chemiky*. Karolinum, Praha 2003. ISBN 80-246-0566-X.
39. TRNKA, T., a kol., *Organická chemie pro posluchače nechemických oborů*. Karolinum, Praha 2003. ISBN 80-246-0561-9.
40. TROJAN, S. a kol., *Nárys fyziologie člověka*. Sešit I.A. Univerzita Karlova, Praha 1992. ISBN 80-7066-684-6.
41. VELÍŠEK, J., *Chemie potravin*. OSSIS, Tábor 1999. ISBN 80-902391-2-9.
42. VONÁŠEK, F., TREPKOVÁ, E., NOVOTNÝ, L., *Látky vonné a chuťové*. SNTL/ALFA, Praha 1987.
43. VODRÁŽKA, Z., *Biochemie*. Academia, Praha 1992-1993. ISBN 80-200-0438-6.
44. VRBOVÁ, T., *Víme, co jíme? aneb Průvodce „Ěčky“ v potravinách*. EcoHouse, Praha 2001. ISBN 80-238-7504-3.
45. WHITFIELD, P., *Lidské tělo*. Práh. Praha 1997. ISBN 80-85809-58-3.
46. ZAHRADNÍČKOVÁ, H., HARTWICH, P., HOLOUBEK, I., *Historie a význam chirálních analýz aminokyselin v biologických matricích a v životním prostředí*. Chemické listy, 99, 2005, č. 10, s. 703-710.

Internetové zdroje:

47. AUTOR NEUVEDEN, *Alpská sůl*. [online 29.3.2009] dostupné z URL: http://www.alpskasul.cz/zlato/vse_o_soli.html
48. AUTOR NEUVEDEN, *Cyklamát*. [online 7.2.2009] dostupné z URL: <http://www.emulgatory.cz/seznam-ecek?prisada=E952>
49. AUTOR NEUVEDEN, *G-proteiny*. [online 8.2.2008] dostupné z URL: http://gvm.vm.cz/vyuka/bio_pojmy/hesla/g-proteiny.html
50. AUTOR NEUVEDEN, *Hřib žlučník*. [online 30.4.2009] dostupné z URL: <http://www.naturfoto.cz/hrib-zlucnik-fotografie-8478.html>

51. AUTOR NEUVEDEN, *Miracle fruit – kouzelné ovoce*. [online 16.1.2009] dostupné z URL: <<http://www.sladke.cz/>>
52. AUTOR NEUVEDEN, *Mrtvé moře*. [online 27.3.2009] dostupné z URL: <<http://www.spschbr.cz/article.asp?nArticleID=239&nLanguageID=1>>
53. AUTOR NEUVEDEN, *Potěšení, které způsobuje chuť*. [online 23.1.2009] dostupné z URL: <<http://www.stoplus.cz/archiv/chut.html>>
54. AUTOR NEUVEDEN, *Proč vyplazují plazi jazyk*. [online 18.12.2008] dostupné z URL: <http://vesmir.msu.cas.cz/Pavel/hadi_jazyk.html>
55. AUTOR NEUVEDEN, *Příprava kvasu u vás doma*. [online 15.4.2009] dostupné z URL: <<http://www.zipa.cz/priprava-kvasu.php>>
56. AUTOR NEUVEDEN, *Sůl nad zlato*. [online 14.3.2009] dostupné z URL: <<http://filmpub.centrum.cz/filmy/5185327-sul-nad-zlato.aspx>>
57. DANKOVA, D., *DiaChrom*. [online 8.3.2009] dostupné z URL: <<http://www.diachrom.cz/clanky-aspartam.php>>
58. FRANĚK, M., *Fyziologie smyslů*. [online 17.3.2009] dostupné z URL: <http://www.google.cz/search?hl=cs&lr=&q=related:old.lf3.cuni.cz/chemie/cesky/materialy_A/biochemie_smyslu_jt.doc>
59. KOLEKTIV AUTORŮ. *Katalog požadavků zkoušek společné části maturitní zkoušky platný od školního roku 2009/2010, Chemie*. Centrum pro zjišťování výsledků vzdělávání, Praha 2008. [online 19.3.2009] dostupné z URL: <<http://www.novamaturita.cz/sqlcache/Chemie.pdf>>
60. KOLEKTIV AUTORŮ. *Rámcový vzdělávací program pro gymnázia*. Praha:VÚP 2007, ISBN 978-80-87000-11-3. [online 10.12.2008] dostupné z URL: <http://www.rvp.cz/soubor/RVP_G.pdf>
61. KOTAS, J., *Cukr – sladký, ale nebezpečný*. [online 3.4.2009] dostupné z URL: <http://www.bigmenu.cz/clanky/Cukr_sladky_ale_nebezpecny.html>
62. KOUKAL, M., *Je sůl opravdu nad zlato?* [online 30.3.2009] dostupné z URL: <http://magazin.ceskenoviny.cz/zdravi/index_view.php?id=169278>
63. PETR, T., *Složky výživy – minerální a stopové prvky*. [online 10.4.2009] dostupné z URL: <https://www.zdravcentra.cz/cps/rde/xchg/zc/xsl/3141_1372.html>
64. RÁKOSNÍKOVÁ, J., *Omamné umami*. [online 11.4.2009] dostupné z URL: <<http://hn.ihned.cz/c1-36672950-omamne-umami>>
65. SBÍRKA ZÁKONŮ, č.3/2008Sb., *Seznam sladidel povolených při výrobě potravin a skupin potravin a podmínky jejich použití*. Ministerstvo vnitra, Praha 2008. ISSN 1211-1244. [online 15.3.2009] dostupné z URL: <<http://aplikace.mvcr.cz/archiv2008/sbirka/2008/sb003-08.pdf>>
66. ŠTĚPÁNEK, P., *Skladování brambor*. [online 1.3.2009] dostupné z URL: <<http://www.agromanual.cz/cz/clanky/sklizen-skladovani/skladovani-brambor.html>>
67. WIKIBOOKS, *Přírodní látky – Sacharidy*. [online 13.4.2009] dostupné z URL: <http://cs.wikibooks.org/wiki/P%C5%99%C3%ADrodn%C3%AD_l%C3%A1tky/Chemie_p%C5%99%C3%ADrodn%C3%ADch_l%C3%A1tek/P%C5%99ehled_p%C5%99%C3%ADrodn%C3%ADch_l%C3%A1tek/Sacharidy>
68. WIKIPEDIA. *Lilek brambor*. [online 25.3.2009] dostupné z URL: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Lilek_brambor>
69. WIKIPEDIA. *Miraculin*. [online 19.3.2009] dostupné z URL: <<http://en.wikipedia.org/wiki/Miraculin>>
70. ŽÁK, B., *Sbíráte houby?* [online 30.4.2009] dostupné z URL: <http://www.ub.cz/bz/archiv/01_16/bz0116.htm>

Obrázky:

71. ALPSKÁ SŮL. [online 22.4.2009] dostupné z URL:
<http://www.solsan.cz/inshop/catalogue/products/pictures/BadRei_Alpska_s_kyselinou_listovou%20kopie.jpg>
72. ASPARTAM. [online 29.3.2009] dostupné z URL:
<http://www.fansladidla.cz/img/produkty/86_ASPARTAM_ACESULFblistr.jpg>
73. BAD REICHENHALL. [online 11.4.2009] dostupné z URL:
<<http://www.alpskasul.cz/zlato/obrazky/1.gif>>
74. CAPPARIS MASAİKAI. [online 29.3.2009] dostupné z URL:
<http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/7/7b/Capparis_fruit.JPG/800px-Capparis_fruit.JPG>
75. CITRON. [online 23.3.2009] dostupné z URL:
<<http://tazz.4me.cz/web-data/Components/Images/air/citron.jpg>>
76. CUKR. [online 29.3.2009] dostupné z URL:
<<http://static.akcniceny.cz/foto/vyrobky/543750/543629.jpg>>
77. CURCULIGO LATIFOLIA. [online 29.3.2009] dostupné z URL:
<<http://amadeo.blog.com/repository/41444/692523.jpg>>
78. CURCULIGO LATIFOLIA. [online 29.3.2009] dostupné z URL:
<<http://www.geocities.com/curculigo@ymail.com/curculigo03.jpg>>
79. DROZD KVÍČALA. [online 4.4.2009] dostupné z URL:
<<http://www.birdlife.cz/wpimages/foto/kvicala.jpg>>
80. GLUM. [online 23.3.2009] dostupné z URL:
<<http://ardapedia.panprstenov.com/images/thumb/1/16/Glum.JPG/250px-Glum.JPG>>
81. GTPASOVÁ AKTIVITA G-PROTEINU. [online 8.2.2009] dostupné z URL:
<http://gvm.vm.cz/vyuka/bio_pojmy/hesla/g-proteiny.html>
82. HLEMÝŽĎ. [online 29.3.2009] dostupné z URL:
<<http://www.detskeomalovanky.cz/wp-content/snek3.gif>>
83. HŘÍB ŽLUČNÍK. [online 12.5.2009] dostupné z URL:
<<http://www.naturfoto.cz/fotografie/maly/hrib-zlucnik-270.jpg>>
84. CHININ. [online 9.5.2009] dostupné z URL:
<http://media3.picsearch.com/is?WxidJEfNQI9LNPLjdr1F_pqOB6c97EEGqNtOzHwJNUU>
85. CHUŤOVÝ POHÁREK – PRŮŘEZ. [online 28.1.2009] dostupné z URL:
<<http://www.gymspgs.cz:5050/bio/Images/Textbook/Medium/0110000/00271.jpg>>
86. JAZYK SE ZÓNAMI VNÍMÁNÍ CHUTI. [online 24.1.2009] dostupné z URL:
<<http://www.gymspgs.cz:5050/bio/Images/Textbook/Big/0110000/00164.png>>
87. JEŘÁB OBECNÝ. [online 4.4.2009] dostupné z URL:
<http://www.dreviny-okrasne.cz/foto/listnace/Isorb_auc.jpg>
88. JOGURT YOPLAIT. [online 2.4.2009] dostupné z URL:
<<http://www.tshirtalert.com/wp-content/yoplait.jpg>>
89. KIKUNAE IKEDA. [online 29.4.2009] dostupné z URL:
<<http://media5.picsearch.com/is?o3aV1iTRlr-MfZhc2G6lh5lf8mGPvYUCZkFsauHRInI>>
90. KRÁL. [online 23.3.2009] dostupné z URL:
<<http://info-koktejl.cz/gallery/1200440970.jpg>>
91. LAK NA NEHTY. [online 23.3.2009] dostupné z URL:
<<http://www.artroa.cz/images/ADRIAN/lak-edel.jpg>>
92. LÉKOŘICE LYSÁ. [online 29.3.2009] dostupné z URL:
<http://img.alibaba.com/photo/11045586/Glycyrrhiza_Glabra.jpg>

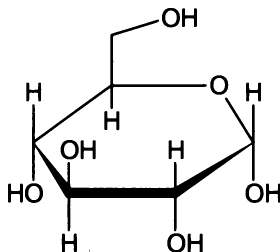
93. LIPIE SLADKÁ. [online] dostupné z URL:
<http://www.garten.cz/images_data/4450-lippia-dulcis-aztecky-cukr-lipie-sladka-2.jpg>
94. LIST. [online 23.3.2009] dostupné z URL:
<http://www.braunstein.cz/pics/2001/2001_10_102_BS_list_javoru.jpg>
95. MALTA VLAJKA. [online 23.3.2009] dostupné z URL:
<http://www.levnepruvodce.cz/images/vlajka_malta.gif>
96. MÍCHAČKA. [online 23.3.2009] dostupné z URL:
<http://sdhkarolin.wz.cz/fotov/brigada_michacka_ok.jpg>
97. MIRACULIN-TABLETY. [online 17.3.2009] dostupné z URL:
<<http://www.cooldarky.cz/inshop/catalogue/products/pictures/p2167h.jpg>>
98. ODMĚRNÝ VÁLEC. [online 23.4.2009] dostupné z URL:
<<http://www.vodnikufrik.cz/data/valec.gif>>
99. ODPAŘOVACÍ MISKA. [online 23.4.2009] dostupné z URL:
<http://www.jpb-group.cz/prodej/foto/0061a_small.jpg>
100. ORBIT. [online 2.4.2009] dostupné z URL:
<<http://www.fv-cafe.cz/img/zbozi/128.jpg>>
101. OSLADIČ OBECNÝ. [online 29.3.2009] dostupné z URL:
<<http://media5.picsearch.com/is?auc1w0YeCyff4IAiECIFAlYhCLw3PvVpFKfujAduFgI>>
102. OSLADIN. [online 30.3.2009] dostupné z URL:
<<http://ecdybase.org/images/ecdy/233.gif>>
103. PERILLA FRUTESCENS. [online] dostupné z URL:
<<http://www.mdidea.com/products/herbextract/rosa/mentha4.jpg>>
104. PRSTEN. [online 23.3.2009] dostupné z URL:
<<http://pohlednice.tiscali.cz/foto/veci/jewel05.jpg>>
105. PŘENOS CHUŤOVÝCH VJEMŮ. [online 28.1.2009] dostupné z URL:
<<http://www.gymspgs.cz:5050/bio/Images/Textbook/Big/0110000/00182.png>>
106. SLEPÁ MAPA SVĚTA. [online 30.3.2009] dostupné z URL:
<http://www.globinfo.cz/downloads/Svet_Winkel_Tripel_nocolor_A4_300dpi.png>
107. SMYSLOVÉ DUTINY ŽRALOKA. [online 18.12.2008] dostupné z URL:
<<http://www.iabc.cz/images/abctisk/45/3/9114.jpg>>
108. SPARTA PRAHA. [online 23.3.2009] dostupné z URL:
<http://www.tomac1.net/prace/wallpapers/sparta/sparta_fotbal1.jpg>
109. STEVIA REBAUDIANA. [online 29.3.2009] dostupné z URL:
<<http://www.gireaud.net/images/stevia.jpg>>
110. SUK. [online 23.3.2009] dostupné z URL:
<<http://www.chovatelka.cz/images/dum-a-bydleni/obrazek/1105.jpg>>
111. SYNSEPHALUM DULCIFICUM. [online 2.5.2009] dostupné z URL:
<<http://blogtown.portlandmercury.com/files/2008/05/miracle%2Bfruit.jpg>>
112. TANG. [online 2.4.2009] dostupné z URL:
<http://shop.zdravavoda.cz/imageCache/th_tang-pomeranc-30g.jpg>
113. THAUMATOCOCCUS DANIELLII. [online 29.3.2009] dostupné z URL:
<<http://news.softpedia.com/images/news2/The-Sweetest-Fuits-3.jpg>>
114. TVAR chuťových PAPIL A JEJICH UMÍSTĚNÍ NA JAZYKU. [online 28.1.2009] dostupné z URL:
<<http://www.tasteresearch.com/imageframe/imageframe-Images/16.jpg>>
115. VČELÍ ÚL. [ONLINE 23.3.2009] dostupné z URL:
<<http://www.detskeomalovanky.cz/wp-content/ul.gif>>
116. VOSA. [online 23.3.2009] dostupné z URL:
<<http://www.deratex.cz/obrazy/vosa.jpg>>

8 PŘÍLOHY

8.1 Autorské řešení úloh ke sladké chuti

8.1.1 Sacharidy

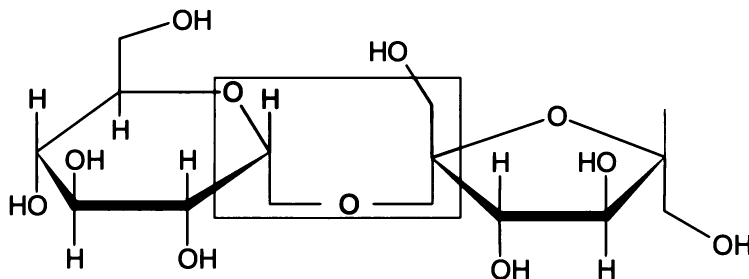
- 1)
1a) Glukosa, maltosa, galaktosa, sacharosa, fruktosa, laktosa
Nápověda: Jde obvykle o polární ve vodě rozpustné a netěkavé sloučeniny.
- 1b) Monosacharidy, oligosacharidy, polysacharidy
- 1c) Polysacharidy. Jejich funkce je především stavební (celulóza, chitin) a zásobní (glykogen, škrob, pektin, inulin).
- 1d) Např. α -D-glukopyranosa



- 1e) Historicky nejstarším sladidlem je med. O jeho složení a blahodárných účincích existuje rozsáhlá literatura. Hlavní součástí medu jsou ze 70% sacharidy **glukosa** a **fruktosa**, které vznikají štěpením **sacharosy** (řepného cukru) enzymem **sacharasou**, který se nachází v trávicím ústrojí včely. Med obsahuje také stopy dalších sacharidů, bílkoviny, vodu (15%), vitaminy (A, B, méně pak D, C, H, K, E), minerální látky (P, Ca, K, Fe, Na, Cl, Mg) barviva a enzymy. V medu je dále malé množství organických kyselin (octová, máselná, mravenčí, mléčná apod.).

Název sladidla X: med

- 2)
2a), 2b)

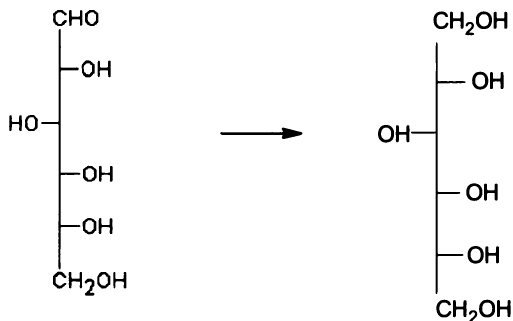


- 2c) Sacharosa patří mezi neredukující disacharidy, neboť poloacetalový hydroxyl jedné molekuly monosacharidu (α -D-glukosy) se pojí s poloacetalovým hydroxylem druhé molekuly (β -D-fruktosy).

8.1.2 Deriváty sacharidů

1)

1a) Redukce



glukosa

1b)

Alditol	Sacharid
Glucitol	Glukosa
Mannitol	Mannosa
Laktitol	Laktosa
Maltitol	Maltosa
Xylitol	Xylosa

1c) Výhody: nezvyšují hladinu glukosy v krvi, nezpůsobují zubní kaz, chuťově podobné sacharose

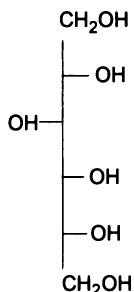
Nevýhody: jsou kalorická, mají projímavé účinky

1d) Díky chladivému efektu v ústech se přidávají do žvýkaček (např. Wrigley), zmrzlin, dezertů a sladkostí bez přidaného cukru.

1e) Ano, neboť nezvyšují hladinu glukosy v krvi. např. D-glucitol, D-mannitol.

2) Snadněji se však získává synteticky **redukcí glukosy**. Používá se také jako výchozí surovina při výrobě kyseliny askorbové.

2a)



2b) Je obsažen v rostlinách. Např. plody jeřábu.

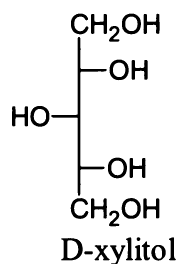
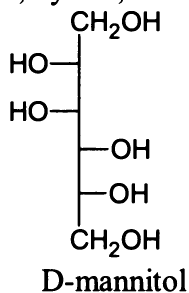
2c) Jeřabiny. Malvice.

2d) Vitamin C

2e) Plody jeřábu lákají svojí chutí ptactvo. Po projití jejich zažívacím traktem mohou semena vyklíčit. Bez tohoto procesu by ke klíčení nedošlo, neboť plody obsahují kyselinu parasorbínovou, která zabraňuje klíčení semen.

3)

3a) D-mannitol, laktitol, xylitol, isomalt



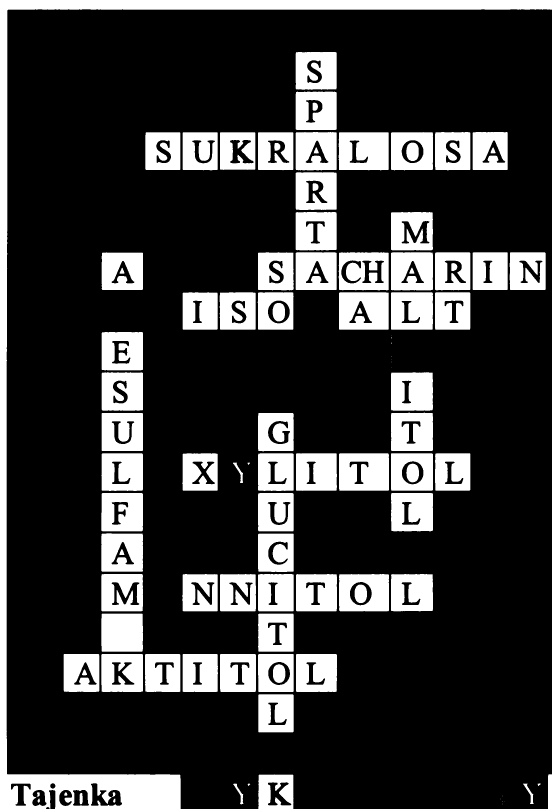
3b) Maltitol a xylitol, protože nezpůsobují zubní kaz.

Isomalt, protože je sladší než sacharosa a ve spojení s ostatními cukernými alkoholy se jeho sladivost zvyšuje.

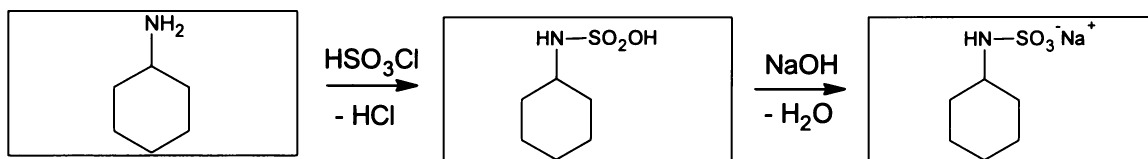
8.1.3 Náhradní sladidla

1) aspartam, laktitol, sacharin, maltitol, acesulfam K, xylitol, sukralosa, isomalt, mannitol, glucitol

2) Kris-kros



2a), 2e)



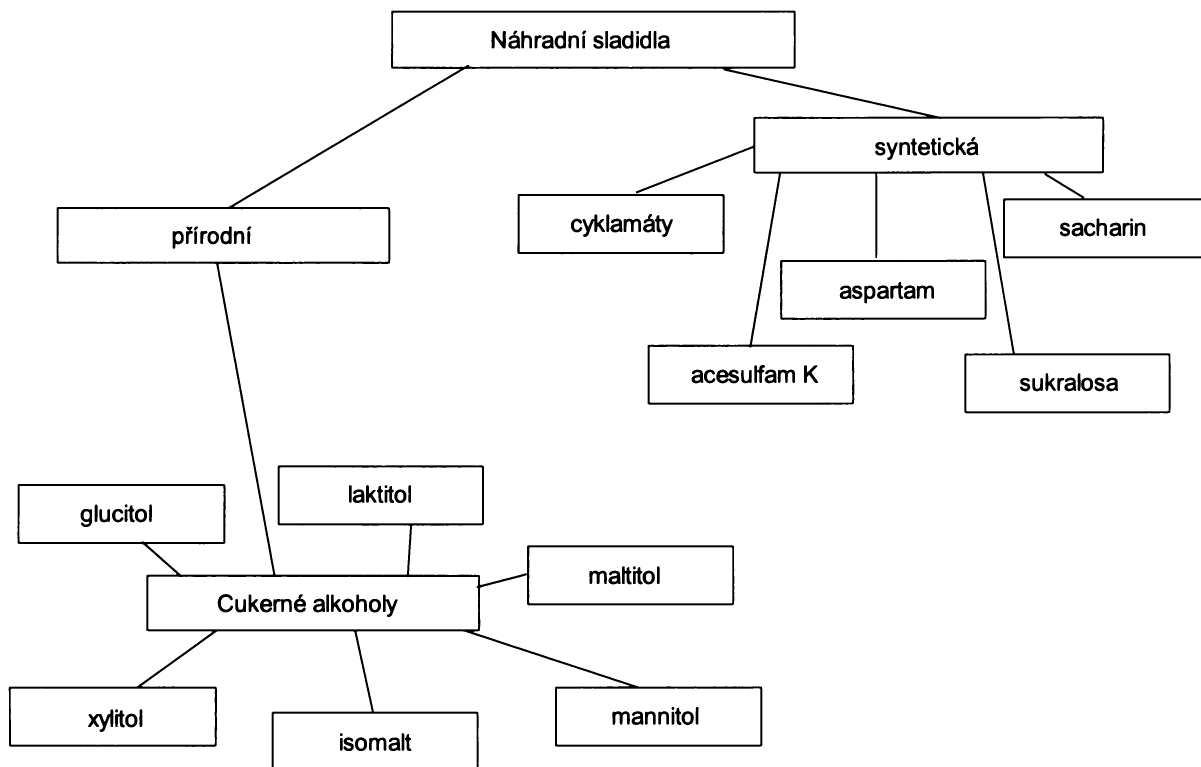
2b) hydroxid sodný, NaOH

2c) neutralizace

2d) kyselina cyklohexylsulfamová

2f) cyklamát sodný

3)



4) Správné tvrzení: A)

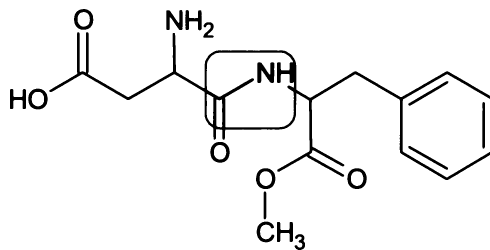
Opravená nesprávná tvrzení:

B) Na vaření a pečení se umělá sladidla **nepoužívají** pro svoji tepelnou nestabilitu.

C) Látky, které organismy přijímají z vnějšího prostředí, **ale nepotřebují je k plnění svých funkcí** se nazývají xenobiotika.

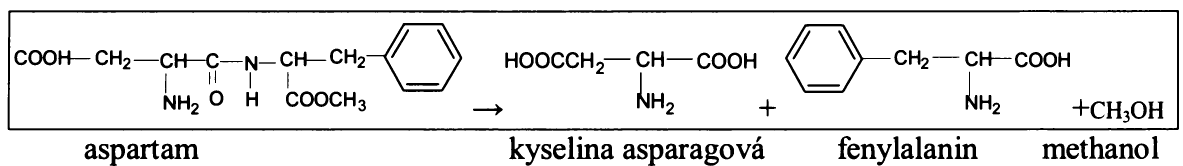
D) Umělá sladidla jsou **sladší** než obyčejný cukr, ale oproti němu mají nepříjemnou pachut'.

5)
5a)



5b) Peptidy, peptidová (peptidická) vazba

5c)



5d) Methanol. Methanol poškozuje oční sítnici, což může vést až k oslepnutí. V lidském těle se přeměňuje na velmi jedovaté látky, formaldehyd a z něj kyselina mravenčí.

A	V	E	N	Č	I														
R	I	J	E	D	O	V	A	T	É	L									
M	M	F	Í	.	V	L	I	D	S	A									
A	L	U	I	C	I	C	O	Ž	K	T									
N	E	N	N	Š	K	O	M	E	K										
I	V	P	T	P	E	T	Z	Ú	M	Y									
L	A	E	I	L	M	H	U	Z	T	F									
E	N	L	S	O	N	A	J	E	E	O									
S	E	S	I	N	Č	O	E	V	L	R									
Y	J	O	K	Ž	A	T	S	E	E	M									
K	U	Ň	Ě	M	E	Ř	P	E	S	A									
J	Ě	N	Z	A	D	Y	H	E	D	L									



5e) ↑ 40 mg aspartamu.....1 kg hmotnosti člověka ↑
 $\frac{x \text{ mg aspartamu} \dots\dots\dots 80 \text{ kg hmotnosti člověka}}{x/40 = 80/1} \quad \underline{x = 3200\text{g}}$

↑ 1 mg aspartamu.....200 mg sacharosy ↑
 $\frac{3200 \text{ mg aspartamu} \dots\dots\dots x \text{ mg sacharosy}}{x/200 = 3200/1} \quad \underline{x = 640000 \text{ mg} = 640 \text{ g}}$

Člověk o hmotnosti 80 kg může denně bez rizika zkonsumovat 3200 g aspartamu, což odpovídá 640 g sacharosy.

5f) Fenylketonurie je vrozená metabolická porucha, jejíž podstatou je narušení metabolismu aminokyseliny fenylalaninu. Vzhledem k tomu, že nedochází k celkovému rozštěpení fenylalaninu, vznikají zplodiny (fenylpyruvát a fenylacetát), které se hromadí v organismu, a způsobují těžké postižení mozku [43]. Aspartam se štěpí na fenylalanin, proto je pro touto chorobou postižené lidi jeho konzumace nevhodná.

5g) Obsahuje zdroj fenylalaninu.

6)

6a) Obchodní řetězec Hypernova:

1 kg = 1000 g cukru 19,90 Kč

1 balení aspartamu = 7,8 g.....37,90 Kč

Aspartam je 200krát sladivější než sacharosa:

100 g cukru.....0,5 g aspartamu

Při použití 10x 100 g cukru zaplatí 19,90 Kč ↑ 7,8 g aspartamu37,90 Kč
 Při použití 10x 0,5 g aspartamu zaplatí x Kč ↑ 5 g aspartamux Kč
 $x/37,90 = 5/7,8$
 $x = 24 \text{ Kč}$

Teorie pana Horáčka o ušetření peněz při používání aspartamu místo cukru se nepotvrdila. Ukázalo se ale, že pro cukr bude muset pan Horáček do obchodu častěji.

6b) Aspartam se nehodí na vaření a pečení, neboť je při vyšších teplotách nestabilní.

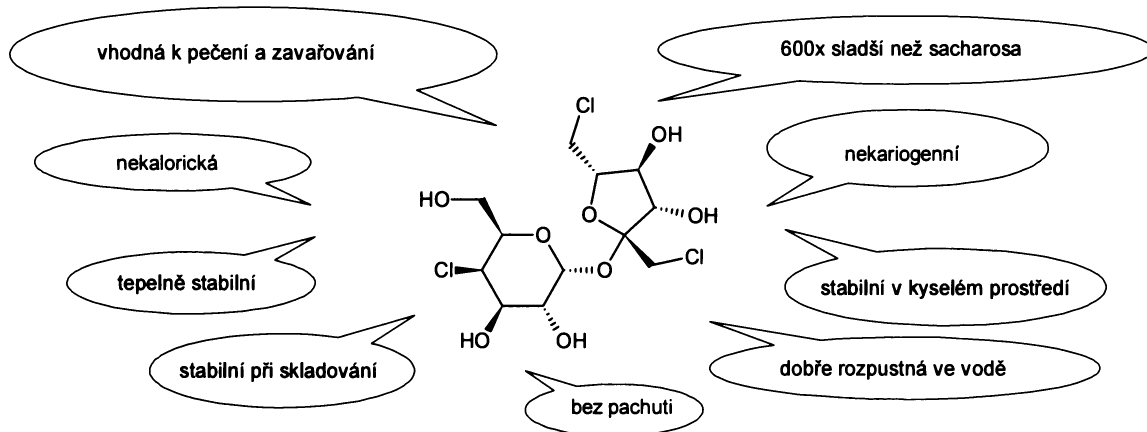
6c) ↑ 3200 mg aspartamu168 mg CH₃OH ↑
300 mg aspartamux mg CH₃OH
 $x/168 = 300/3200$
 $x = 15,75 \text{ mg}$

Z 300 mg aspartamu může v těle pana Horáčka teoreticky vzniknout 15,75 mg ethanolu.

6d) CH₃OH: ↑ 2400 mg30 ml ↑
15,75 mgx ml
 $x/30 = 15,75/24000$
 $x = 0,02 \text{ ml}$

Pan Horáček by při své denní spotřebě aspartamu (300 mg) neoslepl.

7)
7a)



7b) nekariogenní

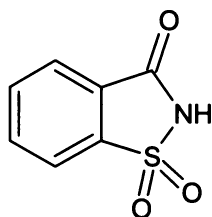
7c) chloru

7d) Např. CHCl_3 (chloroform, používal se jako anestetikum)
DDT (dichlordifenyiltrichlorethan, dříve používaný insekticid)
HCH (1,2,3,4,5,6-hexachlorcyklohexan, dříve používaný insekticid)

8)

Název sladidla	sacharin
E – kód	E954
Sladivost	500
Pro koho je sladidlo určeno	Diabetici, při dietě
Energetická hodnota	0 kJ
Obsah sladidla v 1 tabletě	12 mg
Obsah sladidla v 1 balení	5760 mg
Maximální denní dávka	14 tablet (168 mg)
Skladování	V suchu
Výrobce	NeraAgro, ČR

8a)



8b) Nevýhodou sacharinu je, že vykazuje **slabou kovovou a hořkou pachut'**. To lze maskovat laktosou nebo lze použít sacharin v kombinaci s aspartamem a jinými sladidly. V těchto kombinacích má sacharin **synergický** vliv na sladkost [41], což znamená že ji zvyšuje. Během vaření, pečení a v kyselých podmínkách je stabilní. V ČR se smí sacharin používat v omezeném množství v různých výrobcích se sníženým obsahem využitelné energie [44].

●	●	●	●	H															
E	S	L	K	E	L	V	I	N	S	M									
●	L	A	B	R	O	M	H	O	E	A									
O	U	U	K	T	M	O	V	Z	K	R									
O	V	O	O	Z	U	A	K	W	U	G									
H	T	O	Ř	J	K	O	E	E	N	O									
●	U	L	A	C	S	A	P	N	D	L									
●	P	E	O	U	L	O	M	B	A	I									
●	A	CH	U	V	T	T	A	W	Ť	K									

Slova k vyškrtání:

metr, kilogram, sekunda,
ampér, kelvin, mol, hertz,
newton, joule, watt,
coulomb, volt, ohm, pascal

- 9)
9a) přibližně $[(38+61)2-6 \times 8]$ krát sladší než sacharosa, dobrá rozpustnost ve vodě, tepelná a skladovací stabilita, zesilující účinek dalších syntetických sladidel, slabá hořká pachut', poměrně nově zavedené sladidlo, použití v ČR povoleno v omezeném množství ve výrobcích se sníženým obsahem energie
- 9b) 150. Acesulfam K je 150x sladší než sacharosa.
- 9c) Např. Žvýkačky (Wrigley), nealkoholické nápoje (nápoj v prášku Tang), mléčné výrobky (nízkotučné jogurty Yoplait, Vitalinea Danone), nízkokalorické sladkosti a cukrovinky (Bon Pari bez cukru), oplatky bez cukru, sypké náhražky mléka do kávy, ústní vody... [44].

8.1.4 Přírodní necukerná sladidla

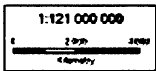
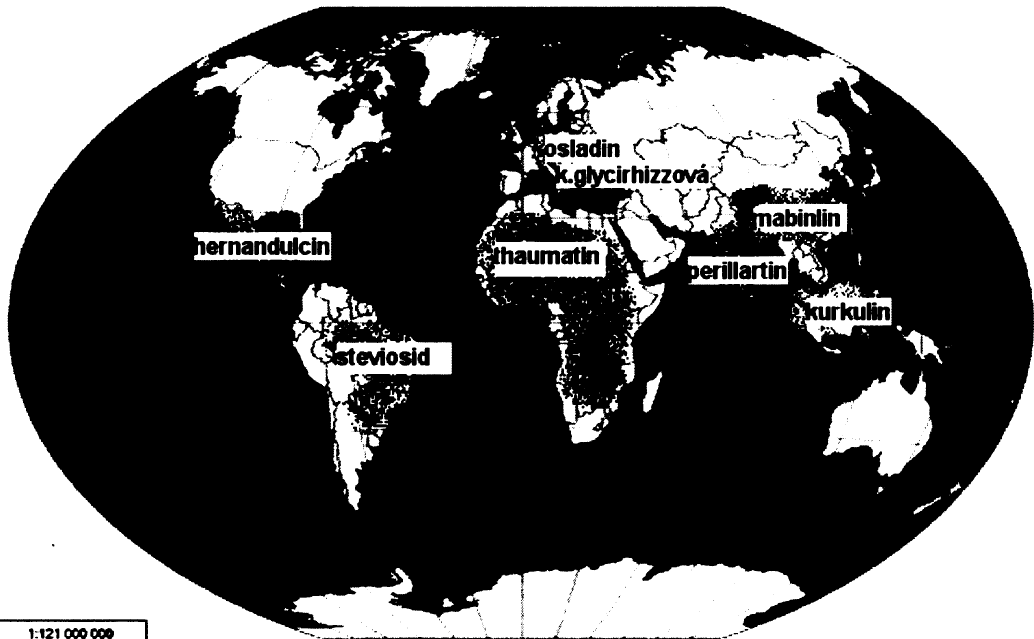
1)

Název sladké látky	Zařazení chemicky	Rostlina	Část rostliny	Místo pěstování	Sladivost	Použití/zajímavost
Thaumatococin	Proteiny	Thaumatococcus daniellii	Plody-mišky	Afrika	3000-15000	V ČR ano
Mabinlin	Proteiny	Capparis masaikai	semena	Jižní Čína	-	-
Kurkulín	Proteiny	Curculigo latifolia	plody	Malajsie	500	mění kyselo na sladko
Perillartin	Monoterpeny	Perilla frutescens	listy	Čína, Indie	350	hořká pachut'
Hernandulcin	Seskviterpeny	Lipie sladká	Listy a květy	Mexiko	1000	termolabilní, málo rozpustný, hořká pachut'
Steviosid	Diterpeny	Stevia rebaudiana	Listy	Brazílie, Paraguay	200-300	komerční použití
Glycyrrhizová kyselina	Triterpeny	Lékořice lysá	Kořen	Řecko, Turecko	55	lékořicová příchut'
Osladin	Steroidy	Osladič obecný	Oddenek	Střední Evropa	3000	3000 sladší než sacharosa

2)

- | | | |
|----------------|---------------------------|----------------|
| A) perillartin | B) kyselina glycyrrhizová | C) osladin |
| D) steviosid | E) hernandulcin | F) thaumatocin |
| G) kurkulín | H) mabinlin | |

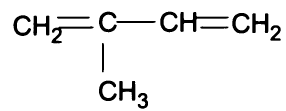
3)



4)

4a) izoprenových

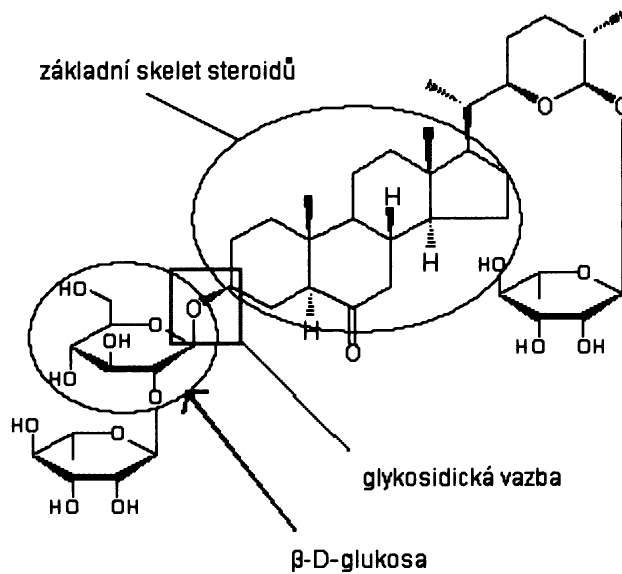
4b)



4c) alkadieny, s homologickým vzorcem $\text{C}_n\text{H}_{2n-2}$, nenasycené

5)

5a) , 5c)



5b) steran

8.1.5 Faktory ovlivňující vnímání sladké chuti

- 1)
1a)



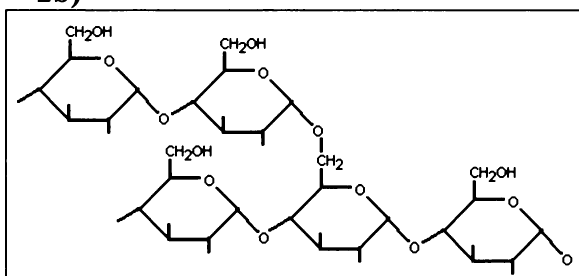
- 1b) Chuť brambor: neutrální, bez chuti
- 1c) Proč *není* škrob sladký? Nerozpustné látky ve vodě chuťové receptory neovlivňují, takže se jeví bez chuti.
- 1d) Zásobní funkce
- 1e) Kurděje je onemocnění způsobené dlouhodobým nedostatkem vitamínu C ve stravě. Brambory obsahují mnoho vitaminů, také vitamin C.
- 2)
2a) Vlivem nízkých venkovních teplot došlo ke změně složení brambor, a tím ke změně jejich chuti na sladkou.

Tajenka lištovky:

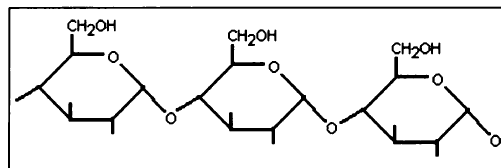
Klesne-li teplota skladování brambor pod 6°C, vznikají v hlízách působením enzymů sladké di- a monosacharidy.

K	L	E	S	N	E	-	L	I	T
E	P	L	O	T	A	S	K	L	A
D	O	V	Á	N	Í	B	R	A	M
B	O	R	P	O	D	6	°C	V	Z
N	I	K	A	J	Í	V	H	L	Í
Z	Á	CH	P	Ů	S	O	B	E	N
Í	M	E	N	Z	Y	M	Ů	S	L
A	D	K	É	D	I	-	A	M	O
N	O	S	A	CH	A	R	I	D	Y

2b)



amylopektin



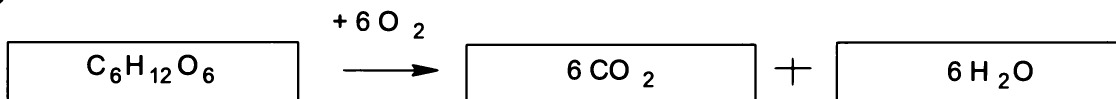
hydrolyzá

amylosa



GLUKOSA

2c)



2d) Během skladování brambor je nutné **snížit** metabolické ztráty na minimum a zachovat pouze minimální životní funkce. Tyto životní projevy je nutné zastavit dostatečným **ochlazením** na správnou teplotu. Skladování brambor při nízké teplotě (pod 6°C) má však nevýhodu, která spočívá v **redukci** cukrů a následném **sládnutí** hlíz. Proto je nutné brambory skladovat při **vyšší** teplotě, maximálně však do 10°C.

2e) Po přemrznutí obsahuje ovoce více sacharosy a je chutnější, např. trnky, černé jeřabiny, ostružiny, vinné hrozny, šípek (do marmelád) ...

Nápověda:

- 1) do kvasu
- 2) trnky

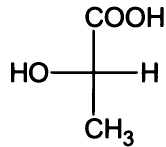
TUHA SÁDROVEC VÁPENEC RUMĚLKA CHALKOPYRIT

8	■	4	2	7	3	5	■	9
2	3	7	6	■	9	1	4	8
6	9	5	8	1	4	2	7	3
3	4	1	7	9	8	6	5	2
5	6	2	4	3	1	8	9	7
7	8	9	5	6	2	3	1	■
1	2	8	9	4	5	7	3	6
9	7	3	1	8	6	4	2	5
4	5	6	3	2	7	9	8	1

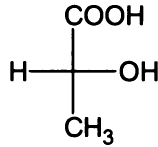
3)

3a) Chirální molekula stáčí rovinu polarizovaného světla (tzn. je opticky aktivní), nemá rovinu symetrie, střed symetrie ani rotačně-reflexní osu symetrie. Obsahuje chirální (stereogenní) centrum v podobě asymetrického uhlíkového atomu se čtyřmi různými substituenty [39].

3b) Např. kyselina mléčná



3c)



3d) Chuťové vnímání je způsobeno interakcí molekuly s receptorem, který je tvořen chirálními látkami. Receptor má tedy možnost enantioselektivního rozpoznávání daného rozdílnou interakcí s enantiomery.

8.2 Autorské řešení úloh ke slané chuti

1)

1a) Chlorid sodný, NaCl, kamenná sůl (halit)

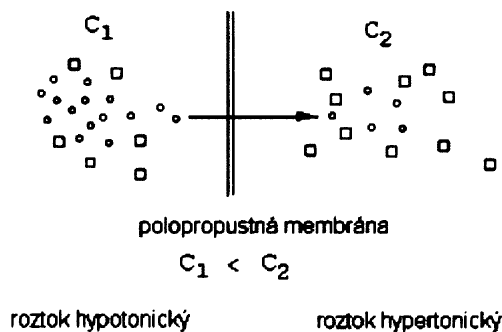
1b) Chlorid sodný [NaCl] je bezbarvá krystalická látka, dobře rozpustná ve vodě. Je zdrojem sodných kationtů, které se podílejí na přenosu nervových vzruchů a jejich nedostatek v krvi má za následek křeče svalstva, bezvědomí popř. i smrt. Chloridové anionty jsou pak nezbytnou součástí žaludečních šťáv.

1c) Kyselina chlorovodíková, HCl

1d) Biogenní prvky jsou všechny prvky, které se vyskytují v tělech organismů a jsou pro jejich život nezbytné. Sodík i chlor mezi ně patří. Další biogenní prvky např. C, H, O, N, P, Ca, S, K, Mg, ... [2].

2)

2a) c_1 (mol/l), c_2 (mol/l)



2b) Ledviny. Jakmile se zvýší vstřebávání sodíku z potravy, ledviny zvýší zpětnou resorpci vody a zároveň zvýší exkreci sodíku. Při příjmu většího množství vody ledviny zvýší zpětnou resorpci sodíku a omezí resorpci vody.

3)

3a) 1-5g

Karlovi trvala cesta o 15 minut déle než ostatním chlapcům. Vzhledem k tomu, že měli sraz 10 minut před začátkem představení, přišel do kina pozdě o pět minut.

- 3b) Bezprostředně po zvýšeném přísunu soli máme pocit žízně. Nadměrný příjem NaCl způsobuje zadržování tekutin v těle, otoky, zatěžuje ledviny, srdce, krevní oběh a podmiňuje vznik vysokého tlaku (hypertenze).
- 3c) Při některých onemocněních (hypertenze, otoky) je nutné dodržovat dietu s omezeným přísunem kuchyňské soli nebo dietu zcela neslanou. Při těchto dietách se chutnost pokrmů ovlivňuje úpravou receptury, především přidávkem koření nebo používáním náhražek soli, ve kterých je kation Na^+ nahrazen jinými kationy, především iontem K^+ .
- 3d) NaCl je schopen snižovat aktivitu vody, kterou vyžadují k růstu nežádoucí mikroorganismy.
- 3e) Používá se také k výrobě mýdel, při zpracování kůží, k odstraňování sněhu z vozovek a k přípravě chladicích směsí.
- 3f) Slzy obsahují jako ostatní tělní tekutiny soli v rozpuštěné formě. Je to vodný roztok NaCl o koncentraci 0,15 mol/l (0,9%), tzv. isotonický roztok s vnitřním prostředím organismu [10].
- 3g) Při sportu ztrácí organismus pocením nejen vodu, ale i minerály. Výkonnost se tím snižuje. Iontové nápoje obsahují látky zvyšující tělesný výkon, nebo nápoje, jejichž účelem je náhrada minerálů, k jejichž úbytku došlo v důsledku zvýšeného tělesného (sportovního) výkonu. Obsahují ionty hořčíku, vápníku, sodíku, draslíku, ...

4)

Název skupiny I.	Obsah soli	Název skupiny II.	Obsah soli	Název skupiny III.	Obsah soli	Název skupiny IV.	Obsah soli
Potraviny s velmi nízkým obsahem sodíku	0,001–0,4 g.kg ⁻¹	Potraviny s nízkým obsahem sodíku	0,4–1,2 g.kg ⁻¹	Potraviny s vysokým obsahem sodíku	1,2–4,0 g.kg ⁻¹	Potraviny s velmi vysokým obsahem sodíku	Více než 4,0 g.kg ⁻¹
mrkev		mléko		housky		sýr eidam	
hroznové víno		jogurt		chléb		chipsy	
čokoláda		krůtí maso		nakládané okurky		salám	
		losos		rohlíky		slaneček	
		hovězí maso		veka		arašídy	

5)

5a) 1 B), 2 C), 3 A)

5b) Solivarská a mořská sůl.

5c) $m(\text{NaCl}) = 1 \text{ kg} = 1000 \text{ g}$
 $N_A = 6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$
 $N = ?$ $M(\text{NaCl}) = 58 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$
 $n = N/N_A$

$$n = m/M \quad n = 1000/58$$

$$\quad \quad \quad n = 17,24 \text{ mol}$$

$$N = n \cdot N_A$$

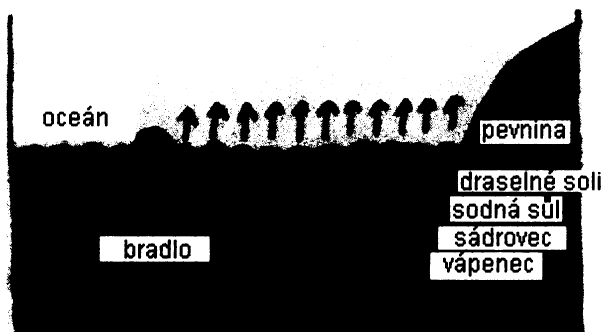
$$N = 17,24 \cdot 6,022 \cdot 10^{23}$$

$$N = 1 \cdot 10^{25}$$

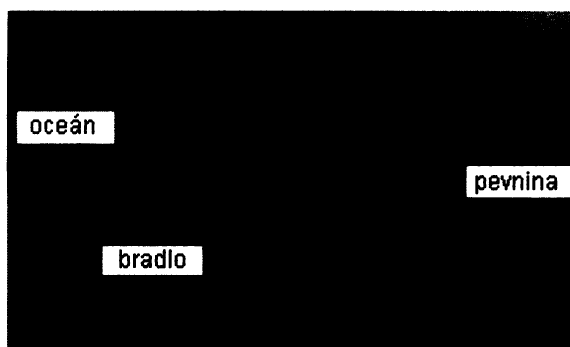
V 1 kg kuchyňské soli je $1 \cdot 10^{25}$ molekul NaCl.

5d)

II. Voda v pánvi se odpařuje. Prvky rozpuštěné ve vodě postupně sedimentují. Jako první soli se na dně usazují uhličitany (vápenec), následně síranové horniny (sádrovec a anhydrit), posléze se vylučují kamenná sůl a snadno rozpustné draselné soli.



III. Vysušenou plochu pokrývá navátý prach. Solná ložiska jsou skryta pod zemským povrchem.



6)

6a) Solivarská sůl

6b) Solanka je 26,5% roztok soli ve vodě.

6c) Německo

6d) Např. Slaný, Salzburg, Salt Lake City

6e) Solná ložiska vznikala během Alpského vrásnění.

6f)

X: jod

A: štítné

Y: fluorid

B: zubního kazu

Z: kyselina listová

6g) Ve formě jodičnanů (převážně KI).

7)

Název látky	Vzorec	Součet průměrů iontů [nm]	Předpokládaná chuť
Chlorid sodný	NaCl	0,558	slaný
Chlorid draselný	KCl	0,628	slaný
Jodid draselný	KI	0,704	hořký

- 8)
8a) Hustota vody je přibližně rovna $1 \text{ kg} \cdot \text{dm}^{-3}$, z čehož plyne, že 200 dm^3 vody odpovídá hmotnosti 200 kg.

30 % roztok $\rightarrow w = 0,3$

$$\underline{m_{\text{vody}} = 200 \text{ kg}}$$

$$m_{\text{NaCl}} = ? \text{ kg}$$

Výpočet:

$$w = m_{\text{NaCl}} : m_{\text{roztoku}} = m_{\text{NaCl}} : (m_{\text{NaCl}} + m_{\text{vody}})$$

$$m_{\text{NaCl}} = (w \cdot m_{\text{vody}}) : (1 - w) = (0,3 \cdot 200) : (1 - 0,3) = \underline{85,7 \text{ kg}}$$

K vytvoření vody jako z Mrtvého moře ve vaně s 200 litry vody je třeba 85,7 kg kuchyňské soli.

- 8b) Chlorid sodný je rozpuštěný ve vodě. Získá se odpařením vody, tj. krystalizací na odpařovací misce.

- 8c) 100%.....2 000 g mořské vody

$$\underline{2,7\% \dots \dots \dots x \text{ g NaCl}}$$

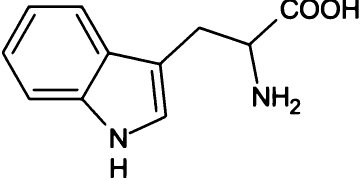
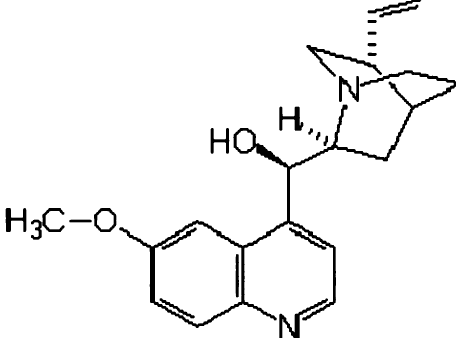
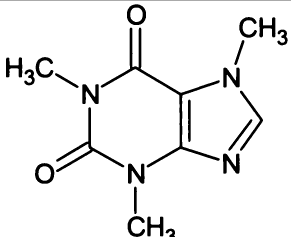
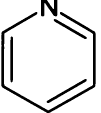
$$x = (2\,000 \cdot 2,7) : 100 = \underline{54 \text{ g NaCl}}$$

Odpařením 2 kg mořské vody je možné získat 54 g chloridu sodného.

8.3 Autorské řešení úloh k hořké chuti

- 1)
1a) V zájmu vlastního přežití
- 1b) zelená
- 1c) Např. hřib satan, muchomůrka červená, muchomůrka zelená, lysohlávka česká, závojenka jarní atd.
- 1d) Např. vraní oko čtyřlísté, rulík zlomocný, tis obecný, hlaváček jarní, náprstník vlnatý, atd.
- 1e) Bolesti břicha, žaludeční nevolnost, nucení na zvracení, svalové záškuby i křeče, studený pot na čele, nadměrné pocení po celém těle, pocit horka následovaný pocitem hladu a třesavkou, zrudnutí v obličeji, mohutný slinotok, bolesti hlavy, bolesti u srdce, někdy i krvácení z nosu [70].
- 1f) Přivolat lékaře nebo sanitku. Než přijde lékař, nebráníme dávení, protože dávením se tělo samo snaží jed vyloučit. Při zvracení tělo ztrácí vodu, kterou je třeba nahradit, nejlépe mírně solenou vodou po malých doušcích, minerálkou, colou, apod. Postiženým zajistíme klid v leže a podáváme látky, které jsou schopny část jedu vstřebat ve střevě a tím zmenšit účinek jedu. Je to např. med, živočišné uhlí a mléko. Do sanitky neopomeneme přiložit zbytky otráveného jídla, nebo zbytky hub, ze kterých bylo jídlo připraveno – v nemocnici se tím urychlí identifikace jedu [70].

2)
2a)

Vzorec	Název	Typ sloučeniny
$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \overset{\text{O}}{\parallel} \text{C} - \text{NH}_2$	propionamid	amid
	L-tryptofan	aminokyslecin
$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{NH}_2$	butylamin	amin
	chinin	alkaloid
$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{O}^- - \text{S} = \text{O} \\ \\ \text{O}^- \\ \text{Mg}^{2+} \end{array}$	síran hořečnatý	anorganická sůl
	kofein	alkaloid
	pyridin	N-heterocyklická sloučenina

2b) Např. pivo, káva, tonik, grapefruit, ...

2c) Vjem hořké chuti v ústech vyvolá zvýšenou sekreci trávicích šťáv a tím i větší chuť k jídlu.

2d) Hořčiny.

3)

3a) Přírodních hořkých látek je velké množství. Typická hořká chuť některých citrusových plodů a šťáv je způsobena přítomností flavanon-7-glykosidů, např. hořkou látkou grapefruitů je naringin. Chmel otáčivý (*Humulus lupulus*) obsahuje hořké kyseliny, skládající se převážně z **humulon**u a **lupulon**u, kterých je nejvíce v samičích květech. Pelyněk pravý (*Artemisia absinthium*) je znám svojí hořkostí, která je způsobena

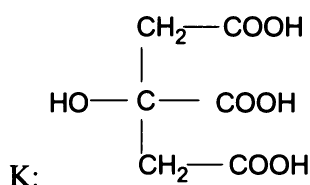
seskviterpenovým laktonem **absinthinem**. Důležitou hořkou látkou používanou pro výrobu hořkých nápojů (např. tonik) je chinolinový alkaloid **chinin**, který se zpracovává z kůry chinovníků. Dobře známý je značně hořký **kofein** z kávy (*Coffea arabica*).

- 3b) absinthin, Absinth
- 3c) Pravděpodobně je hořké látky chrání před některými škůdci.
- 3d) chinin
- 4)
- 4a) Necitlivá varianta genu je výhodná v oblastech zamořených malárií. Její nositelé konzumují rostliny s obsahem hořkých kyanogenních glykosidů a ty je chrání před malárií. Kyanogenní glykosidy zapříčiňují lehké otravy, ale to je daň, kterou platí za ochranu před parazitickými prvky a nebezpečnou chorobou.
- 4b) Necitlivá varianta genu.
- 4c) V době, kdy se člověk druhu *Homo sapiens* vydal mimo Afriku, vyvinula se citlivá varianta. V chladnějších oblastech už malárie nepředstavovala takovou hrozbu a lidem se začalo vyplácet, když se rostlinám obsahujícím kyanogenní glykosidy vyhnuli [27].

8.4 Autorské řešení úloh ke kyselé chuti

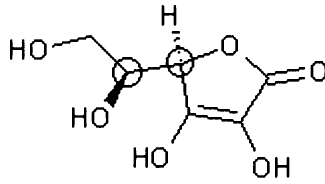
- 1)
- 1a) K: kyselina citronová
 Y: kyselina jablečná
 S: kyselina askorbová
 E: kyselina vinná
 L: kyselina isocitronová
 I: kyselina šťavelová
 N: kyselina mléčná
 A: kyselina octová
 ?: kyselina propionová

- 1b) A: $\text{CH}_3 - \text{COOH}$
 I: $\text{HOOC} - \text{COOH}$
 ?: $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{COOH}$



- E: $\text{HOOC} - \text{CHOH} - \text{CHOH} - \text{COOH}$
 Y: $\text{HOOC} - \text{CHOH} - \text{CH}_2 - \text{COOH}$
 N: $\text{CH}_3 - \text{CHOH} - \text{COOH}$

1c)



1d) podnětový práh = hmotnostní koncentrace c_m

$$c_m(\text{CH}_3\text{COOH}) = 110 \text{ mg.dm}^{-3} = 0,11 \text{ g.dm}^{-3}$$

$$M(\text{CH}_3\text{COOH}) = 60 \text{ g.mol}^{-1}$$

$$c(\text{CH}_3\text{COOH}) = ?$$

$$c(\text{CH}_3\text{COOH}) = n(\text{CH}_3\text{COOH}) / V = m(\text{CH}_3\text{COOH}) / M(\text{CH}_3\text{COOH}) * V$$

$$c_m(\text{CH}_3\text{COOH}) = m(\text{CH}_3\text{COOH}) / V$$

$$c(\text{CH}_3\text{COOH}) * M(\text{CH}_3\text{COOH}) * V = c_m(\text{CH}_3\text{COOH}) * V$$

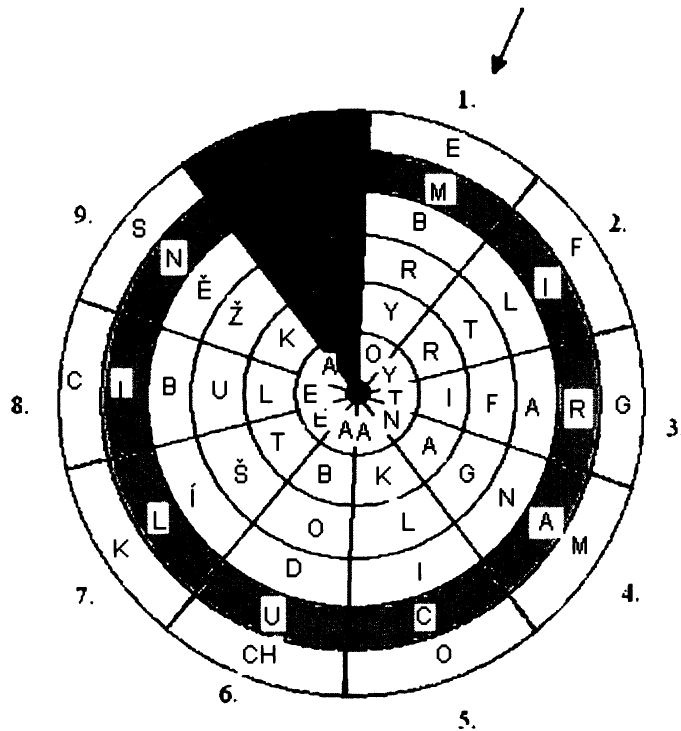
$$c(\text{CH}_3\text{COOH}) = c_m(\text{CH}_3\text{COOH}) / M(\text{CH}_3\text{COOH})$$

$$c(\text{CH}_3\text{COOH}) = \underline{1,83 \cdot 10^{-3} \text{ mol.dm}^{-3}}$$

2)

3)

3a) Miraculin



3b) Sladká chuť

3c) Sacharid

3d) Miraculin je glykoprotein, který se získává z plodů afrického keře *Synsepalum dulcificum*. Sám o sobě je bez chuti, ale po rozpuštění na jazyku se váže na receptory rozpoznávající kyselou chuť. Po dobu přibližně jedné hodiny se kyselá chuť jeví jako sladká.

8.5 Autorské řešení úloh k chuti umami

1)

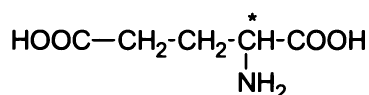
1a) Lahodný

1b) Kikunae Ikeda. Japonec.

1c) Vývar ze sušené mořské řasy kombu. Použití jako polévkový vývar.

1d) Kyselina glutamová

1e)



1f) Optické aktivity

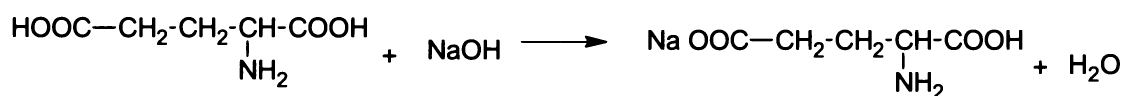
8 15 22 6 19 19 22 23 53 39
O P Ti C K É A K Ti V I T Y

1g) Příjemné chutě: sladká, umami

Nepříjemné chutě: hořká, kyselá, slaná

2)

2a) neutralizace



2b)

E-kód	Sumární vzorec	Barva	Skupenství	Molární hmotnost g/mol	Teplota tání
E 621	C ₅ H ₈ NO ₄ Na	bílá	pevné	169,112	165°C

2c) Je příčinou toho, že chuť potravin vnímáme jako příjemnou.

2d) Glutamát sodný může způsobovat alergie, bolesti hlavy, nevolnosti, pocení, tlak na prsou.

2e) A), C)

- 3)
- 3a) Zrání plodů rostlin (např. rajčata), zrání plodnic hub, sušení, fermentace, vyzrálé maso.
- 3b) Houby
- 3c) Různé druhy omáček – sojová, rybí asijská, Worchester
- 3d) Fermentace (kvašení) je přeměna látky za účasti enzymů na látky energeticky chudší.
V lidském organismu: mléčné kvašení (např. odbourávání glukosy na laktát)
Pomocí mikroorganismů: alkoholové kvašení (přeměna glukosy na alkohol působením kvasinek)

Slova k vyškrtání v osmisměrce:

ethan, propan, butan, oktan, nonan, ethylen, propylen, acetylen, benzen, toluen, styren, naftalen, methanol, ethanol, glycerol, fenol, formaldehyd, acetaldehyd, aceton

	E	N	L	O	N	A	H	T	E	M	A
K	Y	E	A	B	U	T	A	N	O	C	
V	E	H	L	A	Š	E	O	E	N	E	
B	T	I	E	K	M	K	T	R	G	T	
E	H	I	K	D	F	A	N	Y	L	O	
N	A	F	T	A	L	E	N	T	Y	N	
Z	N	R	N	D	J	A	O	S	C	L	
E	O	O	E	L	N	O	M	A	E	O	
N	L	H	O	O	R	G	A	R	R	N	
N	Y	Y	N	A	P	O	R	P	O	E	
D	I	E	T	H	Y	L	E	N	L	F	
S	M	Y	N	E	L	Y	P	O	R	P	

Řešení osmisměrky: Kvašení, mikroorganismy

- 3e) Ke vnímání chuti přispívá zejména čich.