

Univerzita Karlova v Praze

Přírodovědecká fakulta

Katedra učitelství a didaktiky chemie

Studijní program: Chemie
Studijní obor: Učitelství chemie a biologie pro SŠ



Bc. Hana Strnadová

POTRAVINY Z POHLEDU VZDĚLÁVÁNÍ V CHEMII

Food in Chemistry for Chemical Education

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Vedoucí diplomové práce: RNDr. Renata Šulcová, Ph.D.

Praha 2011

Klíčová slova:

analýza učebnic; český vzdělávací systém; chemie potravin; chemický pokus; laboratorní cvičení; potraviny; rámcový vzdělávací program; slovinský vzdělávací systém; učební text

Keywords:

evaluation of textbooks; Czech educational system; food chemistry; chemical experiment; laboratory exercises; food; Framework Educational Programme; Slovenian educational system; educational text

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem závěrečnou práci zpracovala samostatně a že jsem uvedla všechny použité informační zdroje a literaturu. Tato práce ani její podstatná část nebyla předložena k získání jiného nebo stejného akademického titulu.

Souhlasím se zapůjčením práce ke studijním účelům.

V Praze dne 23. 5. 2011

.....

Bc. Hana Strnadová

Poděkování:

Na tomto místě bych velmi ráda poděkovala své vedoucí diplomové práce RNDr. Renatě Šulcové, Ph.D. za její cenné připomínky a podněty poskytnuté během zpracování této práce, za trpělivost, ochotu i čas, který mi věnovala. Dále děkuji všem svým blízkým, kteří mi byli oporou po celou dobu mého studia.

ABSTRAKT

Univerzita Karlova v Praze – *Přírodovědecká fakulta*

Katedra učitelství a didaktiky chemie

Albertov 3, 128 40 Praha 2, Česká republika

Potraviny z pohledu vzdělávání v chemii

Bc. Hana Strnadová

hanka.str@centrum.cz

Tato diplomová práce se týká uplatnění potravinářské tematiky ve výuce chemie pro gymnaziální úroveň vzdělávání. Nejprve je provedena stručná rešerše na základě několika publikací zaměřených na chemii potravin. Dále je porovnáno pojetí chemie v kurikulárních dokumentech českého a slovinského vzdělávacího systému a jsou zhodnoceny možnosti zařazení problematiky potravin do výuky chemie v obou zemích v souladu s těmito dokumenty. Orientační analýza několika současných českých a slovinských středoškolských učebnic chemie shrnuje zastoupení tématu. Součástí práce jsou metodicky zpracované materiály na podporu jeho experimentální výuky na gymnáziu.

ABSTRACT

Charles University in Prague – *Faculty of Science*
Department of Teaching and Didactics of Chemistry
Albertov 3, 128 40 Praha 2, Czech Republic

Food in Chemistry for Chemical Education

Bc. Hana Strnadová

hanka.str@centrum.cz

This final thesis is about using food themes in teaching chemistry at secondary level education. At first there is a brief background research made on the base of several issues focused on food chemistry. Then the conception of chemistry curricula in the Czech educational system is compared with the conception in the Slovenian educational system and the possibilities of registering the questions of food into the chemistry tuition in both countries are evaluated. Approximate analysis of several contemporary Czech and Slovenian chemistry student's textbooks for secondary schools summarises representation of this subject matter. The parts of this final work are methodically processed materials to support the experimental teaching at grammar schools.

OBSAH

SEZNAM V TEXTU POUŽITÝCH ZKRATEK	7
1. ÚVOD	8
1.1. Zaměření a struktura práce	8
1.2. Cíle práce	9
2. TEORETICKÁ ČÁST	10
2.1. Chemie potravin	10
2.2. Zařazení problematiky potravin do gymnaziálního vzdělávání u nás a porovnání se slovinským vzdělávacím systémem	15
2.2.1. Systém kurikulárních dokumentů České republiky	15
2.2.2. Koncepce chemie v RVP G.....	15
2.2.3. Slovinský vzdělávací systém.....	17
2.2.4. Koncepce chemie v kurikulárních dokumentech slovinského vzdělávacího systému.....	18
2.3. Zpracování potravinářské tematiky ve vybraných českých i slovinských středoškolských učebnicích.....	22
2.3.1. Analýza českých učebnic a dalších materiálů	23
2.3.2. Analýza slovinských učebnic	26
3. PRAKTICKÁ ČÁST	28
3.1. Analýza vybraných závěrečných prací na KUDCH PřF UK a publikací z hlediska obsažených experimentů vztahujících se k potravinářské problematice	28
3.2. Návrhy konkrétních učebních materiálů pro vybraná témata	32
3.2.1. Metodické listy	33
3.2.2. Zvolená témata.....	34
4. ZÁVĚR	79
5. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY, INTERNETOVÝCH A DALŠÍCH ZDROJŮ	81
5.1. Seznam použité a prostudované literatury	81
5.2. Seznam použitých internetových zdrojů	83
6. SEZNAM PŘÍLOH	87

SEZNAM V TEXTU POUŽITÝCH ZKRATEK

apod.	a podobně
atd.	a tak dále
BP	bakalářská práce
DP	diplomová práce
FAD	oxidovaný flavinadeninukleotid
FADH ₂	redukovaný flavinadeninukleotid
GMO	geneticky modifikovaný organismus
KUDCH	Katedra učitelství a didaktiky chemie
např.	například
obr.	obrázek
pozn.	poznámka
PřF	Přírodovědecká fakulta
RVP	rámcový vzdělávací program
RVP G	Rámcový vzdělávací program pro gymnaziální vzdělávání
SDH	dehydrogenáza kyseliny jantarové (= sukcinátdehydrogenáza)
SŠ	střední škola
ŠVP	školní vzdělávací program
tab.	tabulka
tzn.	to znamená
tzv.	tak zvaný
VH	vyučovací hodina
VO	vzdělávací oblast
UK	Univerzita Karlova

1. ÚVOD

1.1. Zaměření a struktura práce

Tato diplomová práce nese název „Potraviny z pohledu vzdělávání v chemii“ a je zaměřena na gymnaziální úroveň vzdělávání.

Požadavky moderní společnosti, stejně jako i stav rozvoje přírodovědných a technických oborů, vynucují zásadní změnu koncepce školní výuky chemie na všech stupních. Tyto požadavky se promítají do tvorby kurikulárních dokumentů, jejichž významným rysem je zdůrazňování provázanosti vzdělávacího obsahu s uplatněním získaných vědomostí a dovedností v praktickém životě. [23] V tomto ohledu je zařazování témat z oboru potravinářské chemie v souladu s nároky moderního vzdělávání. Žáci si mohou uvědomit, že všechny potraviny mají svůj základ v chemii, chemické reakce probíhají i při práci v kuchyni nebo při vaření, a že se tedy s chemikáliemi nestřetávají jen v hodinách chemie. Toto je důležité také proto, že v poslední době výrazně narůstá množství a intenzita informací odsuzujících cokoliv chemického - základní mýtus zkrátka tvrdí, že *chemie škodí*, přestože na chemii je postaven celý náš život.

Problematikou potravin jsem se zabývala již ve své bakalářské práci [35], která byla zaměřena na přídatné látky v potravinách. V rámci své diplomové práce bych ráda nahlédla na potraviny komplexnějším způsobem.

V teoretické části práce je nejprve na základě rešerše několika publikací vztahujících se k chemii potravin stručně vymezen obsah potravinářské chemie, jsou zmíněny základní informace o chemickém složení potravin, reakcích probíhajících v potravinových materiálech a jsou shrnuta některá aktuální témata z potravinářské oblasti často diskutovaná v současné společnosti. Další kapitola je věnována možnostem uplatnění problematiky potravin ve výuce na českých gymnáziích v souladu s požadavky Rámcových vzdělávacích programů pro gymnaziální vzdělávání (RVP G), důraz je kladen především na propojení této tematiky se vzdělávacím oborem *Chemie*. Možnosti zařazení potravinářské tematiky v chemickém vzdělávání u nás jsou následně porovnány s možnostmi, které nabízí slovinský vzdělávací systém, jehož pojetí vzdělávání je v mnoha ohledech podobné našemu. Dále je provedena orientační analýza několika českých a slovinských středoškolských učebnic chemie a některých dalších učebních materiálů z hlediska zastoupení potravinářské tematiky.

Praktická část této práce potom obsahuje návrhy konkrétních učebních materiálů na podporu experimentální výuky tohoto tématu na gymnáziích, a to ve zpracování pro učitele i žáky, které byly sestaveny s ohledem na analýzu některých publikací a absolventských prací obsahujících experimenty, při nichž je využíváno potravin. Tato analýza je také součástí praktické části.

1.2. Cíle práce

Cíle diplomové práce jsou následující:

- Provést rešerši publikací zpracovávajících potravinářskou problematiku z chemického hlediska.
- Porovnat pojetí chemie v kurikulárních dokumentech českého a slovinského vzdělávacího systému. Zhodnotit možnosti uplatnění potravinářské problematiky ve výuce chemie na gymnáziích v souladu s těmito dokumenty.
- Provést analýzu vybraných českých i slovinských středoškolských učebnic chemie z hlediska zastoupení potravinářské tematiky.
- Navrhnout a experimentálně ověřit chemické pokusy spojené se zkoumáním potravin vhodných pro laboratorní cvičení a na jejich základě vytvořit výukové materiály ve zpracování pro žáky gymnázií i pro učitele ve formě metodických verzí.

2. TEORETICKÁ ČÁST

2.1. *Chemie potravin*

Potraviny nejsou nic jiného než chemikálie: chemikálie, které nám poskytují materiál pro naše těla a energii potřebnou pro jejich funkci. [32] Všechno jsou to látky popsané chemickou strukturou a fyzikálními a chemickými vlastnostmi. I samotná příprava jídla je jen chemický proces. [22, 27] Chemie je tedy jednoznačně jedním z nejdůležitějších vědních oborů pro jejich charakterizaci a vědecké zkoumání.

Pro přesnější vymezení role chemie v potravinářství a podrobnější náhled na potraviny i na některé aktuální otázky s nimi související bylo prostudováno pět publikací. První z nich je „*Chemie potravin*“ [25], skriptum, které nahlíží na danou problematiku uceleně a systematicky od historického pozadí stravování přes složení potravin, technologii jejich zpracování, až po vysvětlení významných změn probíhajících v potravinách. Další kniha, „*Potravinářská biochemie*“ [36], zpracovává toto téma čistě z hlediska složek potravin a jejich metabolismu. Publikace „*Proč se klepou řízky*“ [22] je psána populárně-naučnou formou, obsahuje velké množství jednoduše a zábavně podaných faktů o nejrůznějších potravinách a uvádí na pravou míru množství potravinářských mýtů. Ve čtvrtém případě jde o sborník odborných příspěvků nazvaný „*Svět potravin a kouzlo biotechnologií*“ [17], primárně určeného pro středoškolské profesory. Obsahuje informace z oblasti moderních potravinářských, biologických i biotechnologických věd a seznamuje především s tématy, z nichž mnohá jsou současnou společností přijímána víceméně rozporuplně. Poslední zkoumanou publikací je zahraniční kniha „*The Extraordinary Chemistry of Ordinary Things*“ [32], která představuje různá chemická témata daná do souvislosti s běžným životem, a potravinám se věnuje několika svými kapitolami.

Na základě prostudování této literatury byly vytipovány některé základní pojmy vztahující se k potravinářské chemii, jejichž zastoupení ve zmíněných publikacích bylo zhodnoceno a výsledky zaznamenány do tab. 1. Pokud se zvolený pojem v určitém materiálu vyskytoval a byl objasněn, byl mu v tabulce v příslušné kolonce přidělen černý puntík. Pokud zmíněn nebyl nebo chybělo jeho vysvětlení (příp. nebyl dán do souvislosti přímo s potravinami), získal v tabulce prázdné kolečko.

Tabulka 1: Zastoupení vybraných pojmů z potravinářské chemie ve zkoumaných publikacích.

Okruh	Pojem	Publikace č.:				
		1.	2.	3.	4.	5.
	Voda	●	○	●	●	○
Základní živiny	Mono-/ oligo-/ polysacharidy	●	●	●	●	●
	Lipidy a příbuzné látky	●	●	●	●	●
	Aminokyseliny/ peptidy / proteiny	●	●	●	●	●
Esenciální výživové faktory	Vitaminy	●	●	●	●	●
	Minerální látky	●	○	●	●	●
	Enzymy	●	●	●	●	●
Senzoricky aktivní látky	Barviva	●	●	●	●	○
	Aromatické látky	●	●	●	●	○
	Chuťové látky	●	●	●	●	○
Cizorodé látky	Přídavné látky/ aditiva	●	○	●	●	●
	Kontaminanty/ toxiny	●	○	○	●	●
Potraviny jako zdroj energie	Výživová a energetická hodnota potravin	●	○	●	●	●
	Obezita	●	○	○	○	●
Zdravotní hledisko	„Zdravé“/ „nezdravé“ potraviny	○	○	●	●	●
	Nemoci/ otravy z potravin	○	○	●	●	●
	Potravinová alergie/ nesnášenlivost potravin	○	○	●	●	○
	Funkční potraviny a probiotika	●	○	●	●	○
	Potravní doplňky	●	○	○	●	●
Bezpečnost potravin	Legislativa	●	○	○	●	●
	Analýza potravin	○	○	○	●	○
	Systémy balení potravin	○	○	○	●	○
	GMO	○	○	○	●	○
Syrové materiály	Maso, mléko, vejce, ovoce, zelenina...	●	○	●	●	○
Metabolismus složek potravin	Metabolismus základních živin	●	●	●	●	●
	Metabolismus cizorodých látek	●	●	●	●	●
Vybrané významné reakce probíhající v potravinových materiálech	Žluknutí	●	●	●	○	●
	Maillardova reakce	●	●	●	○	○
	Enzymatické hnědnutí	●	●	●	○	○
	Kvašení (fermentace)	●	●	●	●	●

Vysvětlivky k tabulce:

1. Odstrčil, J.; Odstrčilová, M.: *Chemie potravin* [25]
2. Šicho, V: *Potravinářská biochemie* [36]
3. Mikeš, V: *Proč se klepou řízky* [22]
4. Kolektiv autorů: *Svět potravin a kouzlo biotechnologií* [17]
5. Snyder, C. H.: *The Extraordinary Chemistry of Ordinary Things* [32]

● - pojem je v publikaci obsažen ve vztahu k potravinám

○ - pojem není v publikaci obsažen, objasněn nebo se nevztahuje k potravinám



Obr. 1: Hodnocené publikace [zleva 25, 36, 22, 17, 32]

Závěry plynoucí z výsledků analýzy:

Obecně můžeme shrnout, že potravinářská chemie studuje složení a vlastnosti potravin a chemické změny, které podstupují během technologického zpracování a skladování. Zabývá se také kontrolou jakosti celého zpracovatelského řetězu a zvyšováním kvality potravin nejrůznějšími metodami.

Většina potravinových chemiků nahlíží na potraviny v první řadě z hlediska jejich složení. Potraviny jsou většinou tvořeny velkým počtem chemických sloučenin rozmanitých vlastností. Jejich hlavní součástí (pokud jde o množství) je skoro vždy *voda*.

Další složky můžeme z funkčního hlediska rozdělit na: [vybráno podle 45]

- **Základní živiny** - představované *sacharidy*, *lipidy* a *proteiny*; slouží jako zdroj energie, proteiny především jako zdroj aminokyselin
- **Esenciální (nepostradatelné) výživové faktory** – látky povahy biokatalyzátorů, mezi které řadíme *vitaminy*, *minerální látky* a *stopové prvky*
- **Látky důležité sensoricky a jejich prekurzory**, jako jsou *hořké* a *sladké látky*, *okyselující látky*, *barviva*, *aroma*, *pachové látky* aj.
- **Látky balastní**, které tvoří některé *polysacharidy* a příbuzné látky
- **Cizorodé látky**
 - *Látky kontaminující (kontaminanty)*, které se dostávají do potravin nahodile
 - *Sekundární cizorodé látky* – produkty kontaminujících mikroorganismů nebo produkty některých nežádoucích reakcí složek potravin
 - *Látky přídatné (potravinová aditiva)* – přidávaná do potravin záměrně ke zlepšení vlastností potravin, zejména jejich trvanlivost, vzhledu, vůně apod.

Protože jsou potraviny i potravinové výrobky tvořeny chemickými látkami, pochopitelně mezi nimi dochází i k mnoha chemickým a fyzikálním dějům – příznivým i nepříznivým (z hlediska spotřebitele). Jejich znalost je nezbytným předpokladem pro jejich ovlivňování, a tím i pro možnost optimalizace výrobních postupů, a to jak z hlediska efektivnosti výroby, tak i s ohledem na kvalitu výrobků. V potravinách jsou přítomny i nepřírodní syntetické látky, proto při skladování nebo zpracovávání potravinových materiálů v potravinách mohou probíhat nejen biochemické (tj. enzymově katalyzované) reakce, ale i klasické chemické reakce. [36, 45]

Hlavními chemickými reakcemi probíhající v potravinách jsou:

- **neenzymatické hnědnutí** (tzv. *Maillardova reakce*) - reakce proteinů a sacharidů za vyšších teplot;
- **oxidace** - zejména lipidů, vedoucí ke žluknutí;
- **enzymatické reakce** - např. enzymatické hnědnutí (reakce v ovoci, bramborech atd., kde je po mechanickém poškození oxidační reakce katalyzována příslušnými enzymy).

Významnou reakcí za přítomnosti enzymů je také *kvašení* (fermentace), kterého se bohatě využívá v potravinářství zejména k výrobě nápojů (např. piva, vína), sýrů, kysaných mléčných produktů, chleba, octa, vitaminů apod.

Potravinářská chemie se zaměřuje i na aspekty, které souvisejí s využitím potravin lidským organismem a celou racionální problematikou, tzn. na vědeckém poznání založenou *výživou*. Pod pojem výživa můžeme shrnout zajišťování veškerých materiálních a funkčních nároků organismu k udržování růstu, zdraví a výkonnosti. Z hlediska obsahu metabolicky využitelné energie potom charakterizujeme potraviny energetickou hodnotou vyjadřovanou obvykle v $\text{kJ} \cdot \text{g}^{-1}$. [45]

Z výsledků analýzy je patrné, že největší měrou vychází problematika chemie potravin z *biochemie*, tedy oboru stojícího na hranici mezi chemickými a biologickými vědami. Právě biochemie se totiž zabývá chemickým složením živých objektů, chemickými a fyzikálně chemickými pochody probíhajícími v živých objektech a vztahem těchto dějů k fyziologickým projevům. Biochemie také umožnila v potravinářském průmyslu zvládnout řadu průmyslových fermentací; v konzervářském průmyslu zase dovolily výsledky enzymologie zkvalitnit výrobky po stránce chuťové, vzhledové i biologické hodnoty. V řadě zásadních otázek fyziologie výživy jde také o problémy biochemické. [36]

Mezi aktuálně diskutované záležitosti z oblasti potravinářství patří především *moderní postupy studia kontroly kvality a zdravotní bezpečnosti* potravin. Problematika potravin je totiž přímo svázána se zdravotními otázkami. Potraviny mohou být prostředkem onemocnění, otrav i potravinových alergií/ intolancí. Kontrolována musí být přítomnost kontaminantů (rezidua pesticidů, veterinární farmaka, mykotoxiny, alergeny atd.). Veřejností jsou také problematicky chápány *přídavné látky*, které jsou ale také neustále podrobovány důkladnému testování jejich zdravotní nezávadnosti. Poslední dvě desetiletí v potravinářské oblasti jsou charakterizována i velkým nástupem inovací, hlavně ve sféře produktů. Největší podíl připadá na *funkční potraviny* a potraviny nového typu a zejména na *doplňky stravy*.

Potravinářství neustále bojuje s nejrůznějšími mýty a omyly ve výživě – kromě již zmíněných *přídavných látek* má „špatnou pověst“ ve společnosti *cholesterol* i některé *potravní doplňky*. Na významu nabývají i tzv. *geneticky modifikované organismy* (GMO), zejména co se plodin týče. A neméně diskutovanými jsou záležitosti *autenticity potravin*.
[vybráno z 17]

Kromě samotné chemie problematika potravin bohatě čerpá i z dalších disciplín, především z biologie (mikrobiologie, botaniky, zoologie, genetiky, ekologie...), fyziky, matematiky, statistiky, farmacie, zemědělství a dokonce i z poznávacích věd, jako je psychologie (analýza zákazníka) a dalších sociálních věd, např. ekonomie.

2.2. Zařazení problematiky potravin do gymnaziálního vzdělávání u nás a porovnání se slovinským vzdělávacím systémem

2.2.1. Systém kurikulárních dokumentů České republiky

V České republice v posledních letech proběhla reforma vzdělávacího systému, jejíž stěžejní myšlenkou byla diferenciací učebních dokumentů do dvou úrovní – státní a školní. Státní úroveň představují tzv. *rámcové vzdělávací programy* (RVP) určující závazné rámce vzdělávání pro jeho jednotlivé etapy vzdělávání: předškolní, základní i střední. Na školní úrovni potom stojí *školní vzdělávací program* (dále ŠVP), který si vytváří každá škola sama podle zásad stanovených v příslušném RVP. ŠVP tak dává volný prostor školám, aby zde promítly své možnosti, cíle a zaměření. [35, 61]

Obecná část RVP vymezuje *pojetí a cíle vzdělávání a klíčové kompetence*, neboli souhrn vědomostí, dovedností, schopností, postojů a hodnot, kterých by měl žák za dobu studia na gymnáziu dosáhnout. Vzdělávací obsah, který je tvořen *očekávanými výstupy a učivem*, potom určují *vzdělávací oblasti* (v nichž jsou začleněny odpovídající *vzdělávací obory*) a *průřezová témata*. Průřezová témata jsou ve vzdělávání novým prvkem a jejich obsah reflektuje aktuální problémy současného světa. Zdůrazňují především multikulturní, demokratický, globální a proevropský aspekt výchovy a vzdělávání. [35,61]

2.2.2. Koncepce chemie v RVP G

Vzdělávací obor *Chemie* je v RVP G součástí vzdělávací oblasti (dále VO) *Člověk a příroda*, která integruje další, typicky přírodovědné obory, jako je *Fyzika, Biologie, Geografie a Geologie*.

V souladu s principy stanovenými RVP by vzdělávání v předmětu chemie mělo zejména: [23]

- využívat experimentální činnost jako základní východisko poznání
- vést k rozvíjení schopností pozorovat procesy a jevy, a dávat je do souvislostí se systematickou chemie
- směřovat k osvojení odborné terminologie a jejího uplatňování v předmětu
- podporovat logické uvažování, vytváření otevřeného názoru a kritického myšlení

- směřovat k podpoře hledání a poznávání chemické podstaty prostředí a jejích souvislostí v rámci přírodních věd
- vést k vytváření a ověřování hypotéz
- orientovat se na využití chemie v běžném životě
- zaměřit se na uplatňování zdravého životního stylu jedince i společnosti
- používat různorodé způsoby a prostředky výuky, aby tak lépe odpovídala různorodým potřebám a schopnostem žáků

Proč zařazovat více informací z potravinářství do výuky?

Chemie je v současnosti jedním z demonizovaných oborů lidské činnosti. V našich představách je často spojována se znečišťováním životního prostředí, neodpovědným využíváním neobnovitelných přírodních zdrojů a víceméně záhadným, potenciálně nebezpečným, obvykle nesrozumitelným a samoučelným experimentováním. Tento obraz je dále rozvíjen, dramatizován a přiživován médii. Navíc poměrně značná teoretická náročnost učiva chemie a určité podcenění významu empirických a praktických poznatků způsobila pokles zájmu žáků o studium chemie. Tento předmět je žáky obecně hodnocen jako obtížný, nesrozumitelný, příliš teoretický a celkově neoblíbený. [23]

Zařazením tematiky potravin do výuky přitom může umožnit žákům porozumět, že chemie není škodlivá ze své podstaty, protože:

- vše, co jíme, jsou chemické látky a směsi vytvořené jiným živočichem, rostlinou, člověkem nebo nerostného původu;
- základem všeho, co pijeme, je vždy voda s chemickým vzorcem H_2O s nějakou rozpuštěnou látkou. [27]

Tato tematika silně poukazuje na důležitost chemie v životě každého člověka a její praktické využití a silně se dotýká otázek lidského zdraví. Proto se domnívám, že může zvýšit přirozený zájem žáků o tento obecně nepříliš populární předmět.

Propojení problematiky potravin se vzdělávacím obsahem vymezeným RVP G

Potravinářská tematika spadá v první řadě do vzdělávacího oboru *Chemie*. Souvislost potravin s učivem tohoto oboru lze nalézt napříč celým jeho vzdělávacím obsahem. Dotýká se prakticky všech jeho tematických celků – obecné, anorganické, organické chemie i biochemie. Významná role biochemie v potravinářství již byla

v kapitole 2.1 diskutována, role ostatních oblastí chemie jsou však dnes neméně důležité, vzhledem k tomu, že potraviny jsou tvořeny chemickými látkami, mezi nimiž probíhají chemické reakce a děje. Významnou měrou se uplatňuje i analytická chemie, zejména z důvodů zachování bezpečnosti potravin, kdy jsou podrobovány nejrůznějším analýzám pro kontrolu jejich kvality.

Jak dále vyplynulo z rešerše publikací zaměřených na chemii potravin, problematika potravin je charakterizována mezioborovými přesahy a vazbami - kromě samotné chemie bohatě čerpá z dalších disciplín, jako je biologie, fyzika, matematika, ale i psychologie nebo ekonomie. Právě uplatnění mezipředmětových vztahů je důležitým bodem celé vzdělávací reformy. Zkoumání přírody nezbytně vyžaduje komplexní a interdisciplinární přístup, a tím i úzkou spolupráci jednotlivých přírodovědných oborů a odstraňování jakýchkoli zbytečných bariér mezi nimi. [23]

Prostřednictvím problematiky potravin lze realizovat i vzdělávací obsah několika tematických okruhů průřezového tématu *Mediální výchova*. Trendem současné společnosti je výrazná medializace výživy, která není vždy prospěšná, kolem potravin se objevuje celá řada dezinformací a mýtů a mnoho inovací z této oblasti se proto stává značně kontroverzními. Tyto mýty působí i na žáky, a je proto důležité u žáků rozvíjet schopnosti zpracovávat a analyzovat chemické informace, které jim média předkládají. Zařazení tématu do *Environmentální výchovy*, které vede jedince k pochopení komplexnosti a složitosti vztahů člověka a životního prostředí je také nepochybné.

2.2.3. Slovinský vzdělávací systém

Princip dvoustupňového kurikula, tzn. rámcové (národní) kurikulum a kurikulum na úrovni školy, se uplatňuje v mnoha evropských zemích. Také koncepce RVP, tedy vzdělávání založené na klíčových kompetencích, definování vědomostí, dovedností a postojů, vzdělávacích oblastí apod., se uplatňuje ve většině států Evropy. Mezi ty, jejichž koncepce vzdělávání je České republice patrně nejbližší, patří například Rakousko, Slovinsko, Maďarsko, Nizozemí, Belgie nebo severské státy. [72] V této kapitole bude věnována pozornost právě slovinskému vzdělávání.

Vzdělávací systém Slovinska je obecně tvořen předškolním, základním, středním, vyšším odborným i vysokoškolským vzděláváním, stejně tak jako u nás. Specifickými součástmi systému je vzdělávání dospělých, hudební a taneční vzdělávání, speciální

vzdělávání a existence modifikovaných vzdělávacích programů v etnicky a jazykově smíšených oblastech.

Střední vzdělávání je rozlišeno na odborné a technické a na vzdělávání všeobecné. Mezi všeobecné je řazeno gymnaziální vzdělání, které nabízí studentům ve věku 15-18 let čtyři roky středního všeobecného vzdělávání zaměřené na *modernizaci a rozšíření znalostí* získaných během povinné školní docházky. Gymnázia jsou dvou typů - všeobecná a profesionálně orientovaná (technická, ekonomická gymnázia). Studenti ukončují studium externí zkouškou z pěti předmětů – maturitou (matura). [63]

Osnovy předmětů jsou navrženy tak, aby studenti mohli postupně dosáhnout odpovídající úrovně *kompetencí, znalostí a dovedností*. Měli by se naučit základy vědeckého uvažování v nejrůznějších oblastech, a zároveň rozvíjet zájem o prohloubení a zdokonalení jejich teoretických znalostí.

Kurikulum obecného gymnázia podporuje tvořivost a zajišťuje poskytování znalostí a dovedností, které jsou společným základem pro všechny typy vysokoškolského studia. Nová kurikula navíc dovolují studentům, aby si zvolili určité předměty podle svého zájmu. Předměty gymnázia zahrnují povinné, povinně volitelné i volitelné předměty, jejichž výuka je zaměřená na preference studentů a/ nebo přípravu na maturitní zkoušky. K hlavním kurikulárním dokumentům patří sylabus s programem týdenní výuky předmětů, osnovy předmětů a katalogy pro jednotlivé předměty.

Učitelé si mohou vybrat učebnice a další učební pomůcky ze seznamů schválených Radou expertů pro všeobecné vzdělání. Školy mají autonomii v tom, jak se profilovat. V souladu s učebními kapacitami a studentskými potřebami a zájmy se rozhodují, na jaké specifické předměty budou klást důraz. Škola si může vybrat širší řadu cizích jazyků, přírodních předmětů, sportů, sociálních věd nebo evropských studií. [63]

2.2.4. Koncepce chemie v kurikulárních dokumentech slovinského vzdělávacího systému

Vzdělávací dokumenty (tzv. *Učni načrt*) představují chemii jako základní experimentální vědu studující látky, jejich strukturu, vlastnosti a změny. Chemie je na gymnáziu předmětem všeobecného vzdělávání, zaměřeného na získávání a rozvoj základních chemických znalostí a dovedností, které žákům umožňují aktivní a zodpovědný život a fungování v moderní společnosti. Výuka chemie rozvíjí přírodovědnou gramotnost žáků v nejširším slova smyslu. Je založena na zážitkovém, experimentálním, problémovém

a výzkumném přístupu, který přispívá k chápání vědy a pozitivnímu postoji k chemii a živé přírodě. Je interdisciplinárně propojena s ostatními přírodovědnými obory. [62]

Jsou definovány následující obecné cíle a kompetence: [vybráno podle 62]

- pochopení vztahů mezi vlastnostmi, strukturou a použitím látek
- pochopení přírodních procesů a metod studia chemické povahy
- odpovědný přístup k využívání materiálů, odpovědné a rozumné chování vůči svému zdraví i životnímu prostředí (chemická bezpečnost)
- rozvoj experimentální práce a dovedností
- komplexní a kritické myšlení a tvořivost
- prostorová představivost a základní chemická vizuální gramotnost
- přírodovědná gramotnost

Chemie konkrétně realizuje rozvoj vědy a matematické dovednosti pro vývoj komplexního a kritického myšlení. Zatímco u nás je chemie velmi často propojována především s biologií, slovinský program zdůrazňuje zejména souvislost s matematikou v kontextu vyhledávání a vyhodnocování dat z různých zdrojů, a také počítačovou gramotnost.

Cíle a obsah předmětu [na základě 62]

Učební plán chemie zahrnuje obecné a specifické dovednosti. Všeobecné jsou definovány jako potřebné pro všeobecné vzdělávání na gymnáziu a jsou určeny pro všechny studenty. Specifické dovednosti jsou definovány jako nepovinné nebo hluboké znalosti, se kterými učitel nakládá podle schopností a zájmů žáků nebo vzdělávacího programu gymnázia.

Cíle a obsah učebních osnov chemie jsou sepsány pro 3 úrovně, zahrnují:

- základní program
- výběrový program
- maturitní program

Základní program definuje jednotlivé tematické okruhy, jako je např. Úvod do bezpečné práce, Vazba částic, Vzorce sloučenin, Alkalické kovy a halogeny, Roztoky, Vlastnosti vybraných prvků a sloučenin v biologických systémech a pokročilých technologiích, Struktura molekul organických sloučenin a jejich názvosloví, Struktura a

vlastnosti dusíkatých organických sloučenin, Struktura a vlastnosti polymerů atd. Každý okruh obsahuje *cíle* a *obsah učiva* a následuje tabulkově uspořádaný výčet *mezipředmětových vztahů*.

Volitelný program potom umožňuje prohloubení základní chemické úrovně a získání konkrétních znalostí a dovedností v oblasti chemie. Ve výjimečných případech mohou učitelé chemie navrhnout vlastní volitelný program (s ohledem na zájmy žáků, interdisciplinární spolupráci, spolupráci s externími institucemi apod.).

Maturitní program je určen pro žáky, kteří se rozhodnou maturovat z chemie.

Z cílů a obsahu učiva základního programu nejsou vazby na potraviny příliš patrné, nicméně ve vztahu k potravinám se významně vztahuje volitelný program. Ten totiž zahrnuje tyto celky:

- Vybrané příklady ze spektroskopie k určování struktury organických molekul
- Léčiva
- Barvy a barviva
- **Chemie a potraviny**

Cíle a obsah tohoto celku jsou následující:

Žáci:

- rozlišují mezi potravinami a živinami
- pochopí význam trvanlivosti určité potraviny a vysvětlí pojem kvalita potravin
- identifikují faktory, které ovlivňují kvalitu potravin a tím i její trvanlivost
- popíší chemické složení tuků, sacharidů a bílkovin
- popíší rozdíly ve struktuře nasycených a nenasycených mastných kyselin
- na základě struktury tuků a olejů zhodnotí vliv oxidace na jejich stabilitu
- vysvětlí princip hydrogenace nenasycených tuků
- interpretují výhody a nevýhody hydrogenace tuků a olejů
- seznámí se s faktory, které ovlivňují žluknutí tuků
- popíší proces hydrolytického a oxidačního žluknutí lipidů
- popíší způsoby, které mohou snížit rychlost oxidace tuků a prodloužit tak jejich trvanlivost
- dozví se o různých kulturách, tradičních metodách prodloužení trvanlivosti potravin
- rozliší mezi antioxidantem a redukčním činidlem
- seznámí se s přírodními antioxidanty a uvedou jejich hlavní zdroje
- porovnájí strukturální vlastnosti syntetických antioxidantů v potravinách (BHA, BTH, TBHQ)
- diskutují o výhodách a nevýhodách přírodních a syntetických antioxidantů

- jmenují antioxidanty specifické pro potraviny různých národů (zelený čaj, tmavá čokoláda, červené víno)
- rozlišují mezi pojmy barva a barvivo
- vysvětlí význam přítomnosti rostlinných barviv v přírodě
- pochopí strukturální charakteristiky nejvýznamnějších přírodních barviv: anthokyanů, karotenů, chlorofylu a hemu
- pochopí faktory, které ovlivňují stabilitu těchto barviv (účinek oxidace, teploty, změny pH, přítomnosti kovových iontů)
- diskutují o bezpečném používání umělých barviv v potravinách
- porovnají neenzymatické (Maillardova reakce) a katalytické hnědnutí, které způsobuje změnu barvy některých druhů potravin (s důrazem na sacharidy)
- pochopí definici geneticky modifikovaných potravin
- diskutují o výhodách a nevýhodách geneticky modifikovaných potravin
- popíše funkci a význam emulgátoru
- popíše vlastnosti disperzního systému (kineticky stabilní směs)
- rozlišují mezi emulzí a pěnou

Obsah:

- charakteristika potravinářských výrobků a rozdíl mezi nimi
- chemické změny, ke kterým dochází při přípravě jídla a jeho skladování
- potraviny a potravinové doplňky
- význam bezpečné spotřeby potravin

Je zřejmé, že Slovinsko si uvědomuje roli chemie v potravinářství, možná je zařazení tohoto celku do výuky i odrazem obecně zodpovědnějšího přístupu Slovinců ke zdravému životnímu stylu.

2.3. Zpracování potravinářské tematiky ve vybraných českých i slovinských středoškolských učebnicích

Smyslem této kapitoly je nahlédnout do vybraných středoškolských učebnic a některých dalších materiálů a zhodnotit, zda se v nich vyskytují informace z potravinářství, případně v jakém rozsahu a k jakým konkrétním chemickým látkám, jevům, procesům atd. se vážou. Přestože jde o téma velmi interdisciplinární, tato práce zkoumá především možnosti uplatnění potravin ve výuce chemie, a proto byly zhodnoceny jen učebnice chemické.

Je potřeba podotknout, že je poněkud komplikované hodnotit české učebnice ve vztahu k tématu, které lze větší měrou uplatňovat ve výuce až díky zavedením RVP na vyšší gymnázia (podle RVP G vyučují gymnázia v České republice od 1. září 2009). Zatímco učebnice pro základní vzdělávání už promítají požadavky RVP do svého obsahu; zmínit v této souvislosti lze např. učebnice chemie nakladatelství Fraus pro základní školy [37, 38], ve kterých se vazby na potraviny prolínají podstatnou částí jejich obsahu (samozřejmě základní vzdělávání bylo vždy více orientované na praktický život, na gymnázium se ale zase nabízí větší prostor uplatnění potravinářským tématům díky tomu, že učivo se prohlubuje). Autoři středoškolských učebnic však bohužel nezareagovali dostatečně včas na reformu školství tvorbou nových učebnic. Z výše uvedených důvodů je proto tato analýza pojata jen jako orientační a vybrány bylo jen několik zástupců středoškolských učebnic.

Ze slovinských učebnic bude do analýzy zařazena jedna řada učebnic (zastoupena dvěma publikacemi) vycházející ze současného slovinského vzdělávacího systému. Obecně nabídka slovinských učebnic pro základní i gymnaziální vzdělávání je mnohem užší. Slovinské osnovy jsou poněkud rigidnější a závaznější, a už na národní úrovni jsou cíle a obsah učiva poměrně podrobně definovány, takže učebnice jsou si svým obsahem velkou měrou podobné a není nutné, aby vycházelo velké množství obsahově víceméně podobných materiálů. Učitelům je ale ponechána, stejně jako u nás, možnost volby mezi učebnicemi.

2.3.1. Analýza českých učebnic a dalších materiálů

- **Chemie pro střední školy: Banýr, Beneš a kol. [2]**

První zmínka o potravinách v této učebnici je dána do souvislosti s kyselostí a zásaditostí roztoků (ocet, citronová šťáva jako příklady kyselin). Jsou uvedeny některé informace o pitné vodě. Z oblasti biotechnologií jsou popsány některé kvasné procesy – alkoholové kvašení při výrobě piva, stručně i mléčné kvašení. Jako konzervační látka je zmíněna sůl a některé karboxylové kyseliny (kyselina octová, benzoová). Další karboxylové kyseliny (kyselina citrónová, vinná) jsou zmíněny jako součást ovoce. Estery jsou vylíčeny jako vonné a chuťové přísady (esence) a jsou jmenováni někteří zástupci; aldehydy a ketony jsou zmíněny jako složky chuťových látek a vonných silic.

Jsou popsány základní biopolymery, včetně jejich trávení se současným ziskem energie. U lipidů je vysvětleno žluknutí tuků i s faktory, které ho ovlivňují. Z alkaloidů je ve vztahu k potravinám jmenován kofein. V rámci analytické chemie jsou překvapivě zařazeny některé informace z oblasti analýzy potravin, z rychlých orientačních rozborů je popsána dechová zkouška na alkohol. Ethanolu je v učebnici věnován relativně větší prostor – jsou vysvětleny jeho účinky na lidský organismus, popsána výroba, zdůrazněno nebezpečí návyku, porovnán je obsah alkoholu v různých nápojích.

Zařazeny jsou i některé experimenty – důkaz uhlíku a vodíku v cukru; chromatografie barviv s využitím špenátových listů; důkaz dusíku, síry a fosforu vázaných v organických látkách; biuretová reakce na důkaz bílkovin; hydrolýza tuků; rozlišení redukcujících a nereducujících sacharidů apod.

- **Chemie pro čtyřletá gymnázia 3: Mareček, Honza [20]**

Informace ve vztahu k potravinám v této učebnici jsou velmi stručné. U hydroxyderivátů je popsána příprava alkoholů, některé karboxylové kyseliny jsou představeny jako potravinářské konzervanty. Jsou samozřejmě zařazeny i sacharidy (popsáno kvašení, jmenováni zástupci, zařazen jejich metabolismus a v souvislosti s ním i uvedeno mléčné a alkoholové kvašení). Nechybí informace o lipidech a proteinech. Enzymy jsou představeny jako mnohé deriváty vitaminů. Ze sekundárních metabolitů je do kontextu s potravinářstvím dán kofein. Žlučové kyseliny pomáhají trávení potravy.

- **Chemie II (organická a biochemie) pro gymnázia.** Kolář, Kodíček, Pospíšil [15]

Publikace obsahuje velmi obsáhlé kapitoly o proteinech, sacharidech, lipidech. Zabývá se jejich složením, funkcí, důkazovými reakcemi. Zmiňuje i některé zdravotní záležitosti, např. diabetes. Podrobně je popsán i cholesterol, včetně ukázky obsahu cholesterolu v některých potravinách. Učebnice obsahuje zvlášť vymezenou kapitolu *Enzymologie*, která se zaměřuje na využití enzymů v praxi – uvádí technologické procesy ve vztahu k přípravě potravin (sýrů, kynutých těst...) a nápojů (alkoholické nápoje), izolaci produktů. Podrobně je popsána výroba piva, funkce enzymů při trávení, energetické potřeby organismů. Vitaminy jsou zmíněny stručně v rámci isoprenoidů. V následných kapitolách najdeme další podrobnější informace o výrobě alkoholu kvasnými procesy, využití destilace pro zvyšování koncentrace alkoholu v nápojích. Je zmíněno i mléčné kvašení, příklady jeho vzniku v konkrétních potravinách i ve svalech. Naznačena je výroba kyseliny citronové fermentací z melasy. Jako příklad použití aminokyselin v praxi je uvedeno sladidlo aspartam. Kapitola *Chemické výrobky kolem nás v otázkách a úkolech* obsahuje informace o potravinářských aditivech – vysvětluje tento pojem, funkci aditiv, konkrétní příklady včetně chemických vzorců; na závěr je sepsáno několik otázek a úkolů k tématu – většinou se týkají zápis vzorců sloučenin, dále porovnání sladivosti syntetických sladidel, příkladů barviv přidávaných do limonád, chemického složení některých esencí atd.

- **Biochemie pro studenty středních škol a všechny, které láká tajemství živé přírody:** Vodrážka [46]

Tento materiál obsahuje mnoho informací z oblasti potravinářství. Součástí jsou obsáhlé kapitoly o základních živinách, jejich struktuře i funkcích, významných zástupcích i jejich metabolismu. Je popsáno žluknutí, představen cholesterol, žlučové kyseliny a jejich role při trávení lipidů, některé vitaminy. Zmíněn je kofein, jeho výskyt i fyziologické účinky na organismus. Dále jsou definovány taniny a jejich souvislost s chutí plodů; některé heteroglykosidy, které vyvolávají specifickou chuť hořkých mandlí a jader peckovin; sekundární metabolity rostlin – alkaloidy kofein a chinin v některých nápojích, komerční význam sekundárních metabolitů je shrnut do přehledné tabulky s výčtem některých látek užívaných jako potravinových aditiv. Jsou sepsány i někteří zástupci barviv, aromatických látek, sladidel. Kapitola *Svět mikroorganismů* se zabývá nežádoucím rozkladem potravin a potravinářských surovin a uplatněním mikroorganismů v oblasti průmyslové mikrobiologie

(fermentační/ kvasný průmysl). Zdůrazňuje význam mikroorganismů pro výrobu piva, chleba, sýrů, octa atd. Do tabulky jsou shrnuty hlavní výrobky průmyslové mikrobiologie a oblasti jejich využití. Kapitola *Biochemie kolem nás* obsahuje podkapitolu *Jídlem a pitím živ je člověk*, kde je vysvětlen termín *výživa*, jsou objasněny základní pojmy z oblasti výživy – potrava/potraviny/poživatiny/pochutiny. Publikace se zabývá dále vlastnostmi potravin (senzorickými, organoleptickými), energetickou hodnotou potravin a poměrně podrobně je probráno složení potravin. Uvádí také potravinová aditiva (přidatné látky) s jejich typickými zástupci. Zmiňuje některé fyzikální a chemické děje probíhající v potravinách, změny, ke kterým dochází při skladování potravin. Je zařazena i podkapitola o vitamínech, jejich funkci, definovány jsou pojmy hypovitaminóza, hypervitaminóza a avitaminóza. Zemědělství zajišťuje suroviny pro výrobu potravin, proto je zmíněno i šlechtění rostlin manipulacemi s genetickým materiálem, uplatnění poznatků z biochemie v živočišné výrobě. Není opomenut ani význam biotechnologií (= průmyslových procesů, které využívají poznatky z živé přírody) v moderní společnosti – samozřejmě jsou zařazeny enzymové technologie, za hlavní oblast použití biotechnologií je podle učebnice dnes považována výroba potravin a nápojů.

Přehledové materiály

- **Chemie na dlani:** Dvořáčková [9]
- **Odmaturuj z chemie:** Benešová, Satrapová [3]
- **Přehled středoškolské chemie:** Vacík a kol. [42]

Tyto materiály jsou primárně určeny těm, kteří si potřebují zopakovat chemii k maturitní zkoušce nebo přijímacím zkouškám. Obsahují výčet faktů, jen základní přehled středoškolského učiva bez významnější orientace na praktický život. Vazby na potraviny se vyskytují minimálně, ze všech publikací jich nejméně obsahuje *Přehled středoškolské chemie*, nejvíce *Odmaturuj z biologie*. Objevují se ve všech publikacích u stejných témat jako v případě klasických učebnic, tzn. ve vztahu ke karboxylovým kyselinám, esterům, alkoholům, alkaloidům, případně u některých anorganických sloučenin je uvedena zmínka, že daná látka je využívána v potravinářství bez větší specifikace. Ve všech učebnicích jsou obsaženy kapitoly o sacharidech, lipidech, proteinech, vitamínech i enzymech (ty však nejsou dány do souvislosti s žádnými biotechnologickými procesy). Popsán je energetický metabolismus.

- **Chemie pro gymnázia v testových úlohách:** Kodíček [13]

Do analýzy byla zařazena i tato publikace, přestože není učebnicí, ale sbírkou testových otázek určených studentům gymnázií, protože obsahuje několik stránek s otázkami týkajícími se přímo potravin a nápojů, zařazeny jsou pod kapitolu nazvanou „Zvláště poučné úlohy“. Otázky souvisejí s výrobou chleba, vlastnostmi mouky, funkcí kypřícího prášku do pečiva, ovocem i zeleninou, luštěninami, mlékem, masem, výživovou hodnotou potravin; dále také výrobou a použitím pitné vody, výrobou kvasných nápojů – vína a piva, a konzervací potravin a jejich obaly – konzervační postupy a přídatné látky). V rámci biopolymerů vazba na potraviny chybí.

2.3.2. Analýza slovinských učebnic

- **Kemija za gimnazije 1:** Bukovec, Brenčič [6]
- **Kemija za gimnazije 2:** Bukovec, Dolenc, Šket [7]

Určité vazby k potravinám můžeme vysledovat u některých anorganických látek (chlorid sodný jako kuchyňská sůl; oxid siřičitý přidávaný do sušeného ovoce; dusičnany v mase a v pitné vodě a jejich osud v organismu; oxid uhličitý v minerální vodě). Příklady některých potravin jsou také uvedeny u směsí a některé principy ovlivňování rychlosti chemických reakcí jsou vysvětleny na roztoku soli nebo cukru. V úvodu energetických změn je zmíněna potrava jakožto zdroj energie. U esterů najdeme informaci, že dodávají vůni a chuť ovoci. Učebnice se lipidům, sacharidům i bílkovinám věnují podrobněji než naše české. U lipidů je vysvětleno ztužování olejů i proces žluknutí. Významněji je popsán cholesterol. V souvislosti se sacharidy jsou uvedena i sladidla (cyklamát, sacharin a aspartam) a porovnání jejich sladivosti vůči sacharose. Obsažena je i kapitola týkající se vitaminů; v rámci alkaloidů je zmíněn kofein. V učebnicích chybí informace o enzimech, nezabývají se ani metabolismem jednotlivých živin.

Diskuze výsledků analýzy

Tato analýza v podstatě podporuje fakt vyplývající z rešerše odborných publikací, a sice že chemie potravin je především záležitostí biochemie. V českých učebnicích se nejvíce vazeb na potraviny objevuje právě v biochemických kapitolách, probírajících jednotlivé biopolymery (sacharidy, proteiny a lipidy). Proto není překvapující, že nejvíce této analýze vyhovuje právě materiál *Biochemie pro studenty středních škol a všechny*,

kteřé láká tajemství živé přírody [46], který ovšem není primárně určen žákům gymnázií, ale samotným autorem je doporučen jako doplňující studijní materiál pro studenty středních škol obecně. Z učebnic určených žákům gymnázií nejpozitivněji hodnotím materiál *Chemie II (organická a biochemie) pro gymnázia* [15]. Obsahuje jednoznačně nejvíce informací vztahujících se k potravinám. Liší se od ostatních hodnocených materiálů i tím, že zahrnuje samostatnou kapitolu věnovanou enzymům a poměrně podrobně popisuje jejich roli v biotechnologických procesech, zatímco v ostatních materiálech (s výjimkou [46] samozřejmě), jsou enzymy dávány jen do souvislosti s kvašením jako takovým a metabolismem živin, biotechnologické procesy, jako jsou nejrůznější kvasné výroby, nejsou dostatečně zpracovány.

Autoři slovinských učebnic dodržují členění kapitol podle tematických celků vymezených vzdělávacími dokumenty, rozdělení učiva do obecné, anorganické, organické chemie a biochemie není uplatněno. Nicméně platí i zde, že nejvíce vazeb na potraviny se objevuje u biopolymerů. Lipidy a sacharidy jsou ale probírány v rámci kyslíkatých organických sloučenin a bílkoviny mezi dusíkatými organickými sloučeninami. Rozsahem ostatních informací vztahujících se k potravinám jsou slovinské učebnice velmi podobné našim a prakticky uvádějí i podobné zmínky k podobným látkám.

Zmiňovány nejsou v českých ani slovinských učebnicích chemie minerální látky, informace z bezpečnosti potravin a související legislativa chybí úplně. Procesy, jimž potraviny podléhají během zpracování nebo skladování, jsou popsány jen okrajově. Celkově se naplnil původní předpoklad, že současné české středoškolské učebnice tomuto tématu svým zpracováním příliš nevyhovují. Dostatečné informace obsahují jen publikace, které jsou rozšiřujícími materiály, všechny ostatní nabízejí jen stručné informace u konkrétních látek.

Slovinské učebnice reprezentují jen základní program. V této zemi však jsou některé informace z oblasti potravinářství do výuky zařazovány v rámci volitelného obsahu chemie, jak bylo již uvedeno. K tematickým celkům volitelného programu se vážou vlastní učební materiály, pracovní listy i metodické příručky pro učitele, které jsem však neměla k dispozici.

(Pozn. Nevětší rozdíl mezi učebnicemi se patrně vztahuje k jejich úpravě. Slovinské učebnice formou zpracování - barevností, přehledností a množstvím obrázků i doplňujících úkolů - „lákaají“ k učení více než české a přirovnala bych je vzhledově spíše k našim českým učebnicím určeným pro základní školy. České středoškolské učebnice obsahují na svých stránkách co nejvíce informací, na úkor jejich přehlednosti. Slovinské učebnice se raději věnují méně pojmům, ale zato jejich důkladnému vysvětlení.)

3. PRAKTICKÁ ČÁST

Jedním ze stanovených cílů této práce je tvorba vlastních podpůrných učebních materiálů. Informace z oblasti potravinářské chemie mohou být do výuky řazeny prostřednictvím nejrůznějších moderních metod a forem práce (ideálně se nabízejí projekty, exkurze do potravinářských výroben, brainstorming apod.). Jelikož je však velkým trendem současného vzdělávání klást důraz na praktickou a experimentální výuku, (chemie je praktický obor, a proto by se jej žáci měli učit během praktické činnosti, anebo alespoň její pomocí dokládat platnost osvojených teoretických poznatků), rozhodla jsem se v tomto trendu pokračovat a praktickou část své práce vystavět především na žákovských experimentech.

Potraviny jsou pro experimentování navíc velmi výhodné, protože jsou snadno dostupné, v porovnání s jinými chemikáliemi relativně levné a co se týče přímo výuky, pro žáky je jistě zajímavější pracovat s materiálem, se kterým se setkávají každý den (a který se přímo týká jejich života i zdraví), než s látkami v zásobních lahvích, které jim často „neřkají“ nic určitého.

Ve vztahu k potravinám už bylo navrženo a provedeno mnoho zajímavých chemických pokusů vhodných pro školní chemii. Potravinářská chemie je ale velmi širokou oblastí (jak vyplynulo z rešerše odborných publikací v kapitole 2.1) a mnohá témata stále zůstávají didakticky nedostatečně zpracovaná, a to zejména pro gymnaziální úroveň vzdělávání (což je nepopíratelným výsledkem analýzy učebnic a dalších učebních materiálů v kapitole 2.3.).

3.1. *Analýza vybraných závěrečných prací na KUDCH UK PŘF a publikací z hlediska obsažených experimentů vztahujících se k potravinářské problematice*

V několika posledních letech se v publikacích a mnoha závěrečných pracích, zaměřených na problematiku vzdělávání (v souvislosti s experimentální výukou), objevilo velké množství chemických pokusů daných do kontextu s každodenním životem. Ve velké míře je v nich využíváno právě potravin, což je pochopitelné, protože právě potraviny mohou být tou vyžadovanou vazbou mezi teoretickým poznáním a praxí.

Smyslem této kapitoly je získat přehled, v rámci kterých konkrétních pokusů lze s potravinami v experimentální chemii na školách pracovat.

V první řadě jsem se inspirovala knihou “*Chemické pokusy pro školu a zájmovou činnost*” [8], a to z důvodu, že nabízí soubor chemických pokusů napříč celou chemií (obecnou, anorganickou, organickou chemií i biochemií). Další publikace - „*Netradiční experimenty z organické a praktické chemie*“ [39], “*Chemické experimenty s materiály s vybranými produkty z obchodu*“ [10] a “*Přírodovědné projekty pro gymnázia a střední školy* [40] – již obsahují experimenty přímo zaměřené zejména na modifikaci klasických pokusů s přírodními látkami a jsou zasazené do kontextu každodenního života a velmi cennými zdroji zajímavých experimentů. Ze závěrečných prací jsem jako vhodné pro tuto analýzu vyhodnotila celkem tři bakalářské [11, 18, 35] a šest diplomových prací [24, 30, 34, 44, 49, 50].

Výčet experimentů z těchto materiálů, které lze zařadit do souvislosti s potravinami, případně s potravinovými doplňky a byly pro mne cennou inspirací při následné tvorbě vlastních výukových materiálů, je zaznamenán v tabulce 2, s uvedením citací zdrojů, v nichž jsou zpracovány. Pro lepší přehlednost jsou orientačně rozděleny do zvolených kategorií.

Tabulka 2: Seznam experimentů vztahujících se k tématu “potraviny”.

Kategorie – konkrétní experiment	
Sacharidy	Důkaz škrobu v různých potravinách [24, 34, 35, 39, 40, 10] Izolace škrobu [10] Termický rozklad škrobu [10] Změna viskozity roztoku škrobu v závislosti na teplotě [10] Škrob jako lepidlo [10] Ostatní důkazové reakce na sacharidy [10, 39] Důkaz redukujících/neredukujících sacharidů [8, 10, 34, 39, 40] Orientační analýzy obsahu a přítomnosti redukujícího sacharidu [10, 39] Kondenzační reakce monosacharidů [8] Důkaz laktosy v mléce [40] Extrakce inulinu z bílého jogurtu [10] „Smutný konec gumového medvídka“ (chování sacharidů k oxidačním činidlům) [10, 39] „Faraónovi hadi“ (chování sacharosy za vysoké teploty) [39] Termická degradace sacharidů – karamelizace [10] Duhová a modrá baňka (barevné přechody redoxních indikátorů) [34] Hořící kostka cukru [44] Štěpení sacharosy kyselou hydrolyzou [39] Termická degradace cukrů – karamelizace [10] Invertní cukr [10] Krystalizace sacharózy [10] Příprava gumových medvídků [10] Výroba tvrdých bonbónů – dropsů [10] Krystalizace medu [10]

Lipidy	<p>Identifikace tuku v různých potravinách [10, 24, 39, 40] Extrakce lipidů z vaječného žloutku [8] Extrakce lipidů ze semen [8] Rozpustnost tuků [10] Stupeň saturace tuků [39] Změny při žluknutí tuků [10] Vliv obsahu vody na dobu tání různých tukových výrobků [39] Zmýdelňování lipidů a vlastnosti mýdel [8] Odhad délky řetězce mastné kyseliny [8]</p>
Proteiny	<p>Reakce na důkaz bílkovin - přehled [8] Biuretový test [8, 18, 24, 39, 40, 50] Xanthoproteinový test [8, 18, 40, 50] Důkaz lepku v mouce [10, 39] Důkaz dusíku v bílkovinách [8] Denaturace bílkovin [10, 24, 40, 50] Štěpení disulfidických vazeb působením vysoké teploty [10] Posun rovnováhy při srážení bílkovin [10] Změny objemu při bobtnání (želatiny) [8] Výroba sójového sýru [10] Izolace globulinů z hrachu [8] Izolace kaseinu z mléka [8, 10, 24]</p>
Vitaminy	<p>Důkaz vitamínu A [10, 11, 24, 39] Reakce vitamínu A s chloridem antimonitým [30] Důkaz vitamínu B₂ [10, 11, 24] Tenkovrstevná chromatografie vitamínu B₁ [30] Krystalizace směsi s vitamínem B₁ [30] Důkaz vitamínu C v ovoci, v nápojích nebo ovocných džusech [10, 11, 24, 39] Kvantitativní určení množství vitamínu C v nápojích [39] Důkaz kyselosti vitamínu C [10] Redukce kyseliny askorbové [8] Reakce kyseliny askorbové v šumivých tabletách se železitými ionty a CuSO₄ · 5H₂O [10] Důkaz vitamínu E [10] Fluorescence vitaminů pod UV lampou – vitamin A, vitamin E [30]; vitamínu skupiny B [11, 30] Důkaz peptidové vazby ve vitamínech [30]</p>
Minerální látky	<p>Tabletky obsahující železo [10] Šťavelan vápenatý z kalciových tabletek a citrónové šťávy [10]</p>
Enzymy	<p>Enzymatické štěpení sacharosy [39] Štěpení škrobu slinnou amylasou [39] Štěpení škrobu rostlinnými amylasami [10, 39] Izolace amylosy a amylopektinu [8] Katalasa v potravinách [8, 39] Účinnost enzymu katalasy v závislosti na pH [39] Ureasa ze sojových bobů [8] Rostlinné proteasy [39] Inhibice enzymů [50] Denaturace enzymů [39] Laktosová intolerance [50] Mléčná fermentace [24] Stanovení kyselosti mléka [40] Alkoholové kvašení sacharidů [8] Enzymatické hnědnutí ovoce a zeleniny [10]</p>
Barviva	<p>Rostlinná barviva jako acidobazický indikátor [10, 30, 39] Roztoky různého pH s rostlinnými barvivy [30] Barvivo z plodů rostlin [30] Reakce přírodních fenolů [10, 39] Příprava anthokyanidinů štěpením jejich oligomerů [39] Příprava anthokyanidinů redukcí flavonů [39] Účinek mořidel na rostlinná barviva [39] Oxidace β-karotenu [30]</p>

	Chromatografie rostlinných barviv [39, 40] Chromatografie přírodních/syntetických potravinářských barviv [30, 35, 39, 40] Duha z rajčatové šťávy [39, 40] Rozpustnost sladké červené papriky [10] Chemie černého koření [10]
Alkaloidy	Sublimace kofeinu [8, 10, 30, 39, 40] Redukční vlastnosti kofeinu [10, 40] Tenkovrstevná chromatografie kofeinu [30]
Isoprenoidy	Liebermannův-Buchardův test na obsah sterolů [8, 24, 30, 39, 40] Sloupcová chromatografie cholesterolu ze žloutku [30] Krystalizace cholesterolu z vaječného žloutku [30]
Silice	Extrakce silice z pomerančové kůry [8, 40] Destilace esenciálního oleje [40]
Analýzy	Stanovení obsahu vody a sušiny v potravinách [8] Stanovení nespalitelných látek [8] Spalování organického materiálu [8] Analýza mléka [40] Důkaz přítomnosti vody v mléce [40] Důkaz dusíku a síry (Lassaigneova zkouška) [8] Důkaz sodíku a chloru v soli [10] Elementární analýza vaječného bílku [50] Elementární analýza ovesných vloček [24] Složení sacharidů [10] Složení konzumního octu [10] Důkaz složek kypřicího prášku do pečiva [10]
Ostatní	Izolace DNA z rostlinné buňky [49] Přítomnost železa v čaji [10] Rozpustnost biopolymerů [8] Koloidní charakter částic [10] Odbarvení Coly [40] Horký led [44] Experimenty s kypřícím práškem [10] Experimenty s vaječnou skořápkou [40] Emulgátory v hotových bramborových výrobcích [10] Jak se vejde vejce do láhve? [10] Určování pH nápojů pomocí acidobazických indikátorů [10, 40] Příprava kyseliny octové [10] "Sodové pontóny" [10] Krystalizace kuchyňské soli [10] Příprava piškotového těsta s kypřícím práškem do pečiva [10] Kysnutí omáček a polévek [44] Česnekový dech [10] Proč při krájení cibule slzí oči? [10]

Diskuze výsledků analýzy

Z výsledků uvedených v tabulce 2 vyplývá, že nejčastěji se v hodnocených materiálech objevují experimenty zaměřené na důkazy hlavních složek potravin, tedy důkazové reakce na sacharidy (převládá důkaz škrobu, redukujících/neredukujících sacharidů), lipidy, proteiny (xanthoproteinový, biuretový test) a dále na vitaminy (včetně využití UV lampy) nebo steroly (cholesterol). Často se vyskytují i analýzy základních prvků zastoupených v různých vzorcích potravin. Bohatě je zastoupena i chromatografie barviv (TLC/papírová) - syntetických potravinářských i rostlinných,

a pojetí některých přírodních barviv jakožto acidobazických indikátorů. Velmi oblíbeným tématem je také sublimace kofeinu z čajových lístků nebo kávy.

Naopak zatím poměrně neotřelými tématy se zdají být experimenty s enzymy, ty jsou téměř všechny zpracovány jen v jediné koncepci.

Ze zkoumaných publikací je bezesporu největším zdrojem experimentů zaměřených na potraviny kniha „*Chemické experimenty s materiály s vybranými produkty z obchodu*” [10]. Vymyká se ostatním hodnoceným zdrojům zejména v šíři spektra zařazených pokusů a témat – kromě tradičních složek potravin se zabývá např. chemií soli, medu, cibule, octa, kypřicího prášku do pečiva a mnoha dalšími. Pokusy typu “výroba gumových medvídků/ dropsů” by jistě jako velmi zajímavé vyhodnotili samotní žáci. Jsou obsaženy i experimenty zaměřené na některé procesy probíhající v potravinách, jako je žluknutí tuků nebo hnědnutí ovoce apod.

Takto obsáhlý seznam je pro mě v podstatě pozitivním zjištěním, i když témata pro experimentální práci v oboru potravinářské chemie tímto výčtem jistě nejsou ani v nejmenším vyčerpána.

3.2. Návrhy konkrétních učebních materiálů pro vybraná témata

S ohledem na analýzu učebnic, závěrečných prací a dalších publikací, byly v rámci praktické části této práce navrženy učební materiály celkem pěti zvolených tematických celků, s potravinami jako jejich společným jmenovatelem, a to ve formě:

- metodických listů určených učitelům,
- návrhů laboratorních protokolů pro žáky s nejrůznějšími typy doplňujících otázek a úkolů
- a jejich autorským řešením.

Metodické listy a autorská řešení protokolů pro laboratorní cvičení jsou součástí této kapitoly, protokoly ve zpracování pro žáky jsou potom zařazeny do příloh DP.

3.2.1. Metodické listy

Každý metodický list obsahuje metodické pokyny a vlastní učební text.

Učební texty si kladou za cíl především obeznámit učitele s teoretickým pozadím daných témat. Jejich smyslem však není podat jen čistě odborný “suchý výklad“, ale také zmínit informace, kterými by mohl učitel u svých žáků vzbudit zájem o daný námět. Do těchto textů jsou začleněny vybrané experimenty, které lze v souvislosti s tématy ve výuce použít. Jejich počet v rámci jednoho námětu byl volen tak, aby z něho mohlo být sestaveno jednohodinové nebo dvouhodinové laboratorní cvičení. Všechny experimenty jsou doplněny vysvětleními a názornými fotografiemi, které byly pořízeny při jejich praktickém ověřování v laboratoři KUDCH Přírodovědecké fakulty Univerzity Karlovy. V návodech na jejich provedení jsou popsány postupy, se kterými bylo dosaženo nejprůkaznějších výsledků. Obsažené experimenty doporučuji pro vlastní laboratorní práci žáků, protože jsou relativně jednoduché a ve většině případů i bezpečné (samozřejmě u všech úloh je nutné dohlédnout na to, aby žáci žádné z potravin během, ani po provedení cvičení v laboratoři neochutnávali!). V pokusech je při demonstracích některých jevů a vlastností látek například často namísto hydroxidů využito prostého roztoku jedlé sody, kyselinu sírovou nebo chlorovodíkovou lze nahradit kyselinou citronovou či pouhým octem; a to aniž by byla snížena průkaznost experimentu. Nicméně v případech, ve kterých je pro realizaci určitého pokusu nezbytné nebo vhodnější využít potenciálně nebezpečných látek, jako jsou např. koncentrované silné minerální kyseliny, učitel pochopitelně musí žáky předem seznámit s bezpečnostními riziky, pečlivě dohlédnout na jejich práci s nimi, případně sám potřebné množství přikápnout (nebo pokus provést jen demonstračně). Učební texty v předložené podobě jsou sice určeny primárně učitelům, ale domnívám se, že stejně dobře mohou po vhodné úpravě posloužit žákům, například jako motivační texty. Učitel také může na jejich základě žákům připravit prezentaci nebo vyvolat na dané téma před zahájením experimentování diskuzi.

Vlastním učebním textům vždy předcházejí *metodické pokyny* obsahující klíčové pojmy, možnosti zařazení témat do učiva jednotlivých vzdělávacích oblastí vymezených RVP G, výčet zařazených experimentů, jejich předpokládanou časovou náročnost, instrukce k bezpečnosti práce při jejich realizaci, případně další metodické poznámky.

3.2.2. Zvolená témata

Všechna zpracovaná témata kladou důraz na mezipředmětové vztahy a zpětnou vazbu na reálný život. Potraviny zde figurují jako prostředek integrace učiva, žáci tak mohou získat vědomosti nejen z oboru chemie (na chemii je však kladen největší důraz), ale významně se dotýkají i biologie, zdravé výživy a často i fyziky. Vzhledem k tomu, že budou žáci pracovat experimentálně a musí dodržovat bezpečnostní opatření, všechna úzce souvisí i s učivem vzdělávacího oboru *Člověk a svět práce* vzdělávací oblasti (dále VO) *Člověk a společnost*.

Cílem bylo zařadit spíše neotřelé náměty, případně doplnit známá témata o některé nové informace vycházející ze současných výzkumů.

Seznam jednotlivých témat:

1. Indiánská voda neboli tonik
2. Inulin, potrava pro naše nájemníky
3. Kari – z kuchyně do laboratoře
4. Sůl, esence života
5. Dehydrogenáza kyseliny jantarové, dělník v srdci energetického metabolismu

(Pozn. k citacím: v metodických listech je v rámci metodických pokynů uveden výčet použitých zdrojů a v následných učebních textech je přímo citováno. Při tvorbě protokolů pro žáky i při jejich autorském vypracování jsem vycházela ze stejných zdrojů, proto už nejsou v těchto materiálech znovu citovány. Stejně tak všechny přejaté obrázky, pokud jsou obsaženy v metodických listech i protokolech, v protokolech už odkaz na zdroj, z něhož byly přejaty, neobsahují; příp. se jedná o autorské obrázky.)

Téma č. 1: **INDIÁNSKÁ VODA neboli TONIK**

METODICKÉ POKYNY

Klíčové pojmy:

- alkaloid, chinin, fluorescence, malárie, UV záření

Seznam experimentů:

1. Fluorescence chininu pod UV lampou
2. Ověření vlivu slunečního záření na rozklad chininu
3. „Smazávání“ fluorescence halogenidy

Instrukce k bezpečnosti práce:

- zamezte žákům dívat se přímo do UV lampy, mohla by poškodit jejich zrak

Časová náročnost:

- všechny experimenty jsou rychlé, každý trvá řádově několik minut; navržené laboratorní cvičení jako celek lze uskutečnit v rámci jedné VH

Zařazení tématu do výuky podle RVP G:

- VO *Člověk a příroda* – vzdělávací obory *Chemie*, *Biologie* a *Fyzika*
- VO *Člověk a zdraví* - vzdělávací obor *Výchova ke zdraví*

Zařazení tématu do učiva vzdělávacího oboru *Chemie*:

- Tematický celek: Organická chemie
 - Učivo: *Heterocyklické sloučeniny*
- Tematický celek: Anorganická chemie
 - Učivo: *p-prvky a jejich sloučeniny*

Téma je možné pojmut i jinak, než je nabídnuto. V chemii se učitel může zaměřit na fluorescenci samotnou a ověřovat ji u toniku společně s dalšími materiály (světélkuje např. roztok fluoresceinu nebo luminolu, extrakty některých rostlinných barviv - chlorofylu, kurkuminu apod., vitaminů - vitamin A, E, vitaminy skupiny B..., některé minerály - typicky fluorit – odtud název *fluorescence*, ale třeba i bankovky, které obsahují ochranné fluorescenční proužky, průkazky, jízdenky MHD). Téma lze spojit i s experimentováním s dalším známým alkaloidem – kofeinem (viz experimenty s kofeinem zařazené v tabulce 2).

Pokud rozšíříme informace jen z určité oblasti tohoto podkladu, může být zařazen i do výuky fyziky nebo biologie. V tomto návrhu využijeme tonik k důkazu chininu, zatímco ve fyzice může učitel pomocí toniku demonstrovat důkaz UV složek ve slunečním záření. Učitel biologie může zase zdůraznit význam chininu jakožto kdysi velmi významného léku proti malárii, nebo se o něm více zmínit při výkladu o prvocích (*Plasmodium* jako původce této choroby) nebo komárech (rod *Anopheles* jejím přenašečem), nebo se dotknout fluorescence v souvislosti s chemiluminiscencí některých živočichů - světélkování svatojánských mušek nebo mnohých mořských živočichů (fluorescence i chemiluminiscence jsou druhy luminiscence).

Použitá literatura a internetové zdroje:

Náměty k experimentům 1 a 3 jsou převzaty z [56, 70]. Experiment 2 byl inspirován autorsky. Pro tvorbu doprovodného textu a laboratorního protokolu pro žáky bylo čerpáno z následujících zdrojů: [4, 5, 14, 29, 31, 39, 45, 48, 56, 57, 59, 64, 67, 68, 70, 73].

UČEBNÍ TEXT

Tonik (z anglického *tonic* = posilující, osvěžující, tonizující) je perlivý nealkoholický obsahující **chinin**, látku, která mu dodává jeho nezaměnitelnou nahořklou chuť. Chinin však není zodpovědný jen za hořkost nápoje, ale stojí také za další jeho zajímavou vlastností – díky němu totiž tonik pod ultrafialovým světlem fluoreskuje (světélkuje). [64, 68]



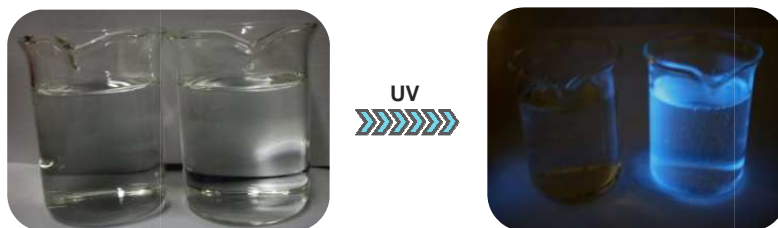
Obr. 2: Tonik

Experiment 1: Fluorescence chininu pod UV lampou ⌚ 5 min

Materiál: tonik (např. Schweppes tonic nebo Original River tonic), minerální voda

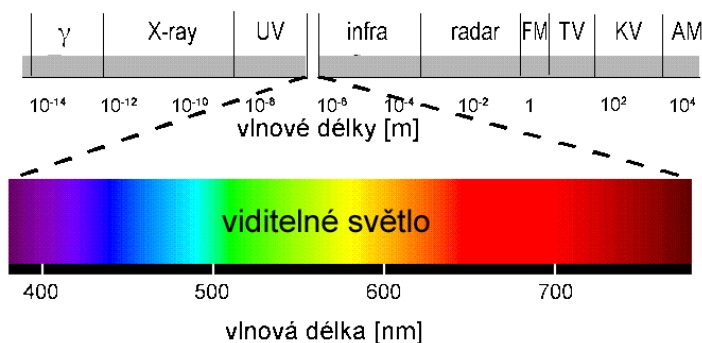
Pomůcky: 2 kádinky, UV lampa

Do jedné kádinky nalijeme minerální vodu a do druhé stejné množství toniku. Poté obě kádinky vložíme v zatemnělé místnosti pod UV lampu. Rozdíl mezi oběma nápoji je jasně patrný. Tonik (přesněji řečeno chinin obsažený v toniku) na rozdíl od minerální vody pod UV lampou modře fluoreskuje.



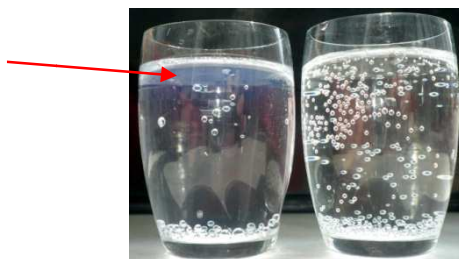
Obr. 3: Tonik a minerální voda v běžném (vlevo) a v ultrafialovém světle (vpravo)

Fluorescence toniku pod UV lampou je umožněna díky schopnosti chininu pohlcovat UV záření z lampy a jeho energii využít k excitaci svých molekul do stavu o vyšší energii. Excitovaný stav je však vždy nestabilní a molekula se dříve nebo později musí vrátit do základního stavu. Molekuly chininu se při návratu zpět na původní energetickou hladinu zbavují přebytečné energie jejím vyzářením ve formě viditelného – v tomto případě modrého – světla. Pak mluvíme o tzv. fluorescenci. Viditelné světlo má tedy nižší energii, a tudíž delší vlnovou délku než světlo pohlcené (fluorescenční světlo má elektromagnetické spektrum asi od 415 do 535 nm, s maximální intenzitou v modré oblasti při 460 - 470 nm; intenzita UV lampy má maximum asi 366 nm). [14, 39, 70]



Obr. 4. Elektromagnetické spektrum

Ve skutečnosti je chinin na UV záření tak citlivý, že světélkuje i na přímém slunečním světle. Přesvědčit se o tom můžeme, pokud ponecháme sklenici s tonikem stát u otevřeného okna tak, aby na ni dopadalo rozptýlené denní světlo (které obsahuje UV složky). Na hladině toniku budeme pozorovat bledě modrou fluorescenci (pro lepší viditelnost lze zesílit kontrast vložení černé látky nebo papíru za sklenice). Chinin fluoreskuje i při zředění 1 : 100 000! [70]

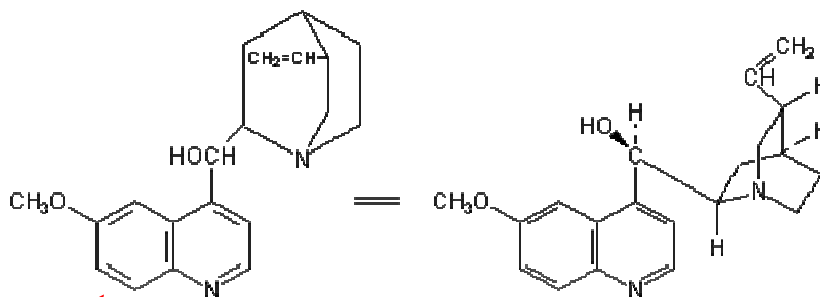


Obr. 5: Pohled na sklenici s tonikem (vlevo) a minerální vodou (vpravo) na přímém slunečním světle

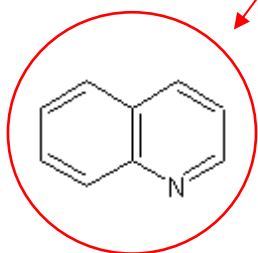
Chemie chininu [31]

Obecně platí, že fluorescence je typická zejména pro látky s aromatickými kruhy - chinin je alkaloid odvozený od chinolinu a je tvořen dvěma propojenými kruhovými organickými systémy, jedním aromatickým a druhým alifatickým.

Jedná se o bezbarvou krystalickou látku intenzivně hořké chuti, nepatrně rozpustnou ve vodě a snadno rozpustnou v organických rozpouštědlech. Podobně jako všechny alkaloidy chinin obsahuje ve svém heterocyklu vázaný dusík, díky kterému má zásadité vlastnosti a vytváří kyselé a neutrální soli.



Obr. 6: Chinin



Obr. 7: Chinolin

Cesta ke kořenům toniku

Tonik se zrodil v 19. století v horké a vlhké jižní Asii, indickém srdci tehdejšího britského koloniálního panství. Okolnosti jeho vzniku byly poměrně neobvyklé. Chinin byl totiž původně přidáván do nápojů jako antimalarikum (lék proti malárii) v tropických oblastech jižní Asie a Afriky, a to rozdrčením kůry chinovníku a rozpuštěním vzniklého prášku ve víně (je dobře rozpustný v ethanolu). Původní tonik byl tedy podáván jako lék, obsahoval pouze oxidem uhličitým syčenou vodu a velké množství chininu, a byl tedy velmi hořký. V britské Indii proto vznikl i vůbec nejpopulárnější míchaný drink – *gin s tonikem*. Právě ginem si vynalézaví Angličané svou medicínu vylepšovali. [64]

Dnešní toniky obsahují z lékařského hlediska pouze zanedbatelné množství chininu, který je přítomen už jen pro samotné dochucení. Chuť se také během doby postupně vylepšovala doslazováním nápoje. [64]



Obr. 8: Gin s tonikem

Co je malárie? [29, 48]

Malárie je parazitární onemocnění způsobené mikroskopickými jednobuněčnými mikroorganismy, zvanými zimnička (*Plasmodium*). Zdrojem nákazy je člověk, který (jako mezipřenositel) má v krvi zárodky parazita. Mezi nemocným a zdravým člověkem ji přenášejí samičky komára rodu *Anopheles*.

Symptomy malárie představují třesavka, zimnice, horečka, pocení, bolesti hlavy, svalové potíže, celková nevolnost, často přicházejí průjmy. Při nejtěžší formě se rozvíjejí příznaky selhání jater a ledvin, mozkový otok až kóma. Objevují se obvykle za 1 – 2 týdny po komáříím štípnutí. Pokud se malárie neléčí, může rychle ohrozit život. V zemích tzv. třetího světa je dnes tato nemoc vrahem číslo jedna. [21sto, par.]

Antimalarická vakcína zatím neexistuje, proto je nejdůležitější nepodceňovat prevenci, před odjezdem do nebezpečné oblasti zahájit užívání antimalarik, nosit vhodný oděv, používání repelentů, moskytiér. Nasazení léků je až nouzovým řešením po podezření na nákazu. Samotný chinin je už dnes však z větší části nahrazen jinými syntetickými léky.

Odkud pochází název pro chinin?



Chinin je vedle asi třiceti příbuzných alkaloidů a různých jiných sloučenin obsažen v kůře chinovníku lékařského (*Cinchona officinalis*), pocházejícího ze svahů peruánských And, a dalších příbuzných druhů. Kůra těchto stromů obsahuje obvykle 4-5 %, výjimečně ale až 14-16 % chininu. [4, 59]

Latinské jméno *Cinchona* dal stromu *C. Linné* na počest královny Peru *Chinchon*, která se údajně roku 1638 uzdravila právě léčivým účinkem kůry chinovníku. [5]

Obr. 9: Chinovník sp.

Chinin byl z kůry chinovníku poprvé izolován v roce 1820 - *P. J. Pelletierem* a *J. B. Caventou*. Strukturu chininu objasnili *H. Skraup*, *W. King* a *P. Rabe* v roce 1908 – na což vzpomíná francouzská poštovní známka z roku 1970 na obr. 10. Syntéza se podařila teprve roku 1944 *XY Woodwardovi*. [56]



Obr. 10: Poštovní známka

Sloučenina mnoha tváří aneb všeho s mírou!

Chinin se stejně jako jiné alkaloidy (vzpomeňme například na *kofein*) vyznačuje silnými fyziologickými účinky na lidský organismus. Působí jako slabé analgetikum (tlumí centrum bolesti v centrálním nervstvu), mírné antipyretikum (snižuje horečku), zpomaluje srdeční akci, snižuje tlak krve. Slouží také k profylaxi a je účinný i proti patogenům zápalu plic. [45, 57]

Zajímavé je, že i malé dávky chininu podporují excitaci svalstva (to je ale také důvod, proč by se konzumaci toniku měly vyhnout těhotné ženy, u kterých mohou vyvolat i potrat!). Chinin tak může na krátkou dobu zlepšit fyzický výkon, čehož prý bohatě využívali indiáni Jižní Ameriky (zde je původ termínu "tonikum"). Hořké látky jsou také obecně považovány za prospěšné pro trávení. [45, 56]

Chinin je však ve své podstatě silný protoplasmatický jed a jeho léčivý účinek je otázkou dávky. Při požití nad 5 g většinou spolehlivě vzniká akutní otrava. K příznakům předávkování patří bolesti hlavy, nevolnost, hučení v uších a poruchy vidění, někdy dochází ke křečím, dokonce může nastat i hluchota, srdeční a oběhové poruchy. Tyto symptomy se mohou objevit i při jeho dlouhodobém pravidelném užívání. U citlivých jedinců ale mohou vyvolat i nízké dávky nepříjemné zdravotní obtíže, např. kožní vyrážky. Smrtelná dávka chininu pro člověka se pohybuje mezi 8-10 gramy. [57, 59]

Obsah chininu v současném toniku

Přídavek chininu do potravin je regulován Vyhláškou 447/2004 Sb. o požadavcích na látky určené k aromatizaci potravin. [73] Jeho podíl v nealkoholických nápojích je limitován hodnotou maximálně 75 mg/dm³ (prahová hodnota vjemu jeho hořké chuti je 10 mg/dm³); v hořkých alkoholických nápojích je povoleno vyšší množství (nejvýše 300 mg/dm³ chininu). Přípustný denní příjem chininu pro dospělé osoby je 40 mg/kg. Veškeré nápoje i příslušné přípravky musí být označeny termínem „obsahuje chinin“. [59]



Obr. 11: Tonik a informace uvedené na etiketě

Varování z etikety

V toniku, který je vystaven přímému slunečnímu záření, dochází velmi rychle k rozkladu chininu za vzniku 9-deoxychininu a jiných produktů. Po šestihodinovém ozáření dojde k jeho úplné degradaci (umělé osvětlení stabilitu chininu neovlivňuje). S rozkladem chininu se ztrácí i hořká chuť (tonik potom chutná jako přeslazená limonáda) a následně ke vzniku zakalení. Proto je na etiketě nápoje vždy uvedeno upozornění „Chraňte před přímým slunečním světlem“. [59, 67]

Experiment 2: Ověření vlivu slunečního záření na rozklad chininu ⌚ 5 min

Materiál: tonik ponechaný několik hodin na přímém slunečním světle

Pomůcky: kádinka, UV lampa

Pod UV lampou vložíme tonik, který stál několik hodin na přímém slunečním světle. Intenzita fluorescence je v porovnání s intenzitou u toniku skladovaného podle doporučení výrobce výrazně slabší.



Obr. 12: Porovnání intenzity fluorescence toniku skladovaného za odlišných podmínek

Vlevo tonik po několikahodinovém ozáření přímým slunečním světlem, vpravo tonik skladovaný podle pokynů výrobce, mimo přímé sluneční ozáření (osvětlen UV lampou shora).

Fluorescence chininu může být potlačena i jinými způsoby. Jak bylo zmíněno výše, excitovaný stav molekuly po absorpci UV záření může přejít zpět do základního stavu zářivým přechodem. Molekuly ale mají možnost „zbavit se“ nadbytečné energie i nezářivě – například tak, že energii předají jiné molekule při kolizi s ní, například molekule rozpouštědla nebo některé součásti roztoku. Tyto jevy se nazývají „zhášení fluorescence“. [14] „Zhášedly“ jsou často halogenidové ionty:

Experiment 3: „Zhášení fluorescence“ chloridem sodným ⌚ 5 min

Chemikálie a materiál: tonik, chlorid sodný

Pomůcky: kádinka, UV lampa, skleněná tyčinka

Ve 100ml kádince si připravíme 15 – 20% vodný roztok NaCl a pomalu ho za pomalého míchání přilíváme pod UV lampou do kádinky s tonikem. Pozorujeme postupné slábnutí fluorescence, až nakonec její úplné pohasnutí v celém objemu kapaliny.



Obr. 13: Tonik pod UV lampou před přidáním roztoku NaCl (vlevo) a po jeho přidání (vpravo)

Téma: INDIÁNSKÁ VODA aneb TONIK

Tonik (z anglického *tonic* = posilující, osvěžující, tonizující) je perlivý nealkoholický nápoj obsahující **chinin**, látku, která mu dodává jeho nezaměnitelnou nahořklou chuť. Chinin však stojí ještě za další zajímavou vlastností všech toniků, kterou objevíte v této úloze.

**Zadání:**

1. Pozorujte chování toniku pod UV lampou.
2. Ověřte vliv slunečního záření na rozklad chininu.
3. Zjistěte působení chloridu sodného na fluorescenci toniku.

Chemikálie a materiál: tonik skladovaný podle doporučení výrobce a tonik ponechaný několik hodin na přímém slunečním světle, minerální voda, chlorid sodný

Pomůcky: 3 kádinky, UV lampa, skleněná tyčinka

Pracovní postup:

1. Do jedné kádinky nalijte minerální vodu a do druhé stejné množství toniku. Poté obě kádinky umístěte v zatemnělé místnosti pod UV lampu. Zaznamenejte změny.
2. Vložte pod UV lampu tonik, který stál několik hodin na přímém slunečním světle, a pozorujte intenzitu fluorescence. Porovnejte s tonikem správně skladovaným.
3. Připravte si 15 – 20% roztok chloridu sodného a pomalu ho shora nalijte pod UV lampou do kádinky s tonikem. Zamíchejte. Popište své pozorování.

Pozorování:

1. *Kádinka s tonikem na rozdíl od minerální vody pod UV lampou modře fluoreskuje.*
2. *Intenzita fluorescence v toniku ponechaném na slunečním světle je v porovnání s intenzitou fluorescence toniku správně skladovaným velmi slabá.*
3. *Fluorescence roztoku mizí.*

S využitím výsledků experimentů, vašich znalostí, případně literatury/internetu vyřešte následující úkoly a zodpovězte otázky:

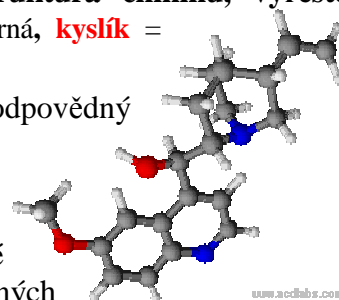
1. Stručně vysvětlete pojem *fluorescence*.

Fluorescence je schopnost látek pohlcovat UV záření a jeho energii využít k excitaci svých molekul do stavu o vyšší energii. Při návratu zpět na původní energetickou hladinu vyzařují přebytečnou energii ve formě viditelného světla, které má nižší energii, a tedy delší vlnovou délku než světlo pohlcené.

2. Posuďte správnost následujících tvrzení:

- a) Skladování toniku na přímém slunečním světle nemá vliv na stabilitu chininu. ~~PRAVDA~~ – NEPRAVDA
- b) Přidání kuchyňské soli do toniku způsobuje rozklad chininu, což má za následek zvýšení intenzity fluorescence při ozáření UV paprsky. ~~PRAVDA~~ - NEPRAVDA

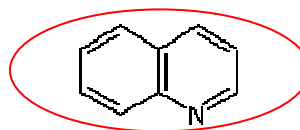
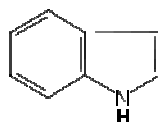
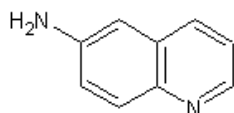
3. S využitím obrázku, na kterém je znázorněna struktura chininu, vyřešte následující úkoly (náповěda: vodík = šedá, uhlík = černá, kyslík = červená, dusík = modrá):



a) Napište souhrnný vzorec chininu. Který atom je zodpovědný za jeho bazický charakter?

$C_{20}H_{24}N_2O_2$; dusík

b) Struktura chininu je odvozená od heterocyklické sloučeniny chinolinu. Zakroužkujte z nabízených možností jeho správný vzorec.



4. Do které skupiny přírodních látek chinin patří? *alkaloidy*

Vyberte z následující nabídky látky, které řadíme do stejné kategorie:

a. morfin

c. atropin

e. kafr

b. cholesterol

d. kofein

f. strychnin

Která z těchto látek je přítomna v kávě a čaji? *kofein*

5. Zamyslete se nad škodlivostí chininových nápojů. Které skupiny lidí by se měly jejich konzumace vyvarovat (zjistíte i z etikety toniku) a jaká rizika jim při jejich pití hrozí?

- *těhotné ženy – hrozí potrat*

- *děti a alergici – mohou se objevit známky přecitlivělosti (např. kožní vyrážka)*

6. Smrtnou dávku pro člověka může představovat už 8 g chininu. Vypočítejte, kolik litrů toniku by musel člověk vypít, aby to pro něho představovalo smrtelné nebezpečí, pokud je v 1 dm³ tohoto nápoje obsaženo 40 mg chininu?



$$\begin{array}{l} \uparrow 1 \text{ dm}^3 \dots\dots\dots 4 \cdot 10^{-2} \text{ g} \uparrow \\ \uparrow V [\text{dm}^3] \dots\dots\dots 8 \text{ g} \uparrow \end{array}$$

$$V = \frac{8}{4 \cdot 10^{-2}} = 200 \text{ dm}^3 = \underline{\underline{200 \text{ l}}}$$

Člověk by musel vypít 200 l toniku.

7. Přečtěte si následující text. Na vynechané místo doplňte jméno stromu, v němž je chinin obsažen, a odpovězte na doplňující otázku.

Chinin byl do toniku původně přidávaný pro své léčivé účinky, a to rozdrčením kůry *chinovníku* (*Cinchona sp.*). Tonik se tedy původně podával jako lék proti jedné nebezpečné nemoci, rozšířené zejména v tropických oblastech Jižní Asie a Afriky. Název stromu je odvozený od *Chinchon* - jména královny Peru, která se roku 1638 uzdravila právě léčivým působením této kůry. Na její počest označil *C. Linné* jménem *Cinchona* druh stromů obsahujících protihorečné látky.



Kterou nemocí peruánská královna pravděpodobně onemocněla?

Malárii

Téma č. 2: **INULIN, POTRAVA PRO NAŠE NÁJEMNÍKY**

METODICKÉ POKYNY

Klíčové pojmy:

- extrakce, filtrace, fruktosa, glukosa, inulin, koloidní roztok, polysacharidy, prebiotikum, Tyndallův jev

Seznam experimentů:

1. Extrakce inulinu z bílého jogurtu
2. Důkaz inulinu Molischovou zkouškou
3. Důkaz fruktosy v inulinu Selivanovou reakcí
4. Koloidní charakter roztoku inulinu

Instrukce k bezpečnosti práce:

- experiment 1: nutné dodržovat bezpečnostní pokyny pro práci s otevřeným ohněm (kahan) a hořlavinou (etanol)
- experiment 2: použití žíraviny (koncentrovaná H_2SO_4)
- experiment 3: práce s dráždivou látkou (zředěná HCl)
- činidla (Carezovo činidlo I a II, Molischovo činidlo) žákům předem připravíme

Časová náročnost:

- experiment 1 je časově náročnější, extrakce inulinu potrvá kolem 40 min, plus je dobré jej nechat vykrytalizovat alespoň přes noc
- provedení zbývajících pokusů zabere dohromady jednu VH
 - Extrakci inulinu je tedy možné provést v rámci jedné VH a další pokusy ponechat do VH následující, nebo celé cvičení realizovat v rámci jedné dvouhodinové VH s tím, že inulin pro experimenty 2, 3 a 4 připravíme dopředu, čímž ovšem žáci přijdou o práci s vlastně získaným produktem.

Zařazení tématu do výuky podle RVP G:

- VO *Člověk a příroda* – vzdělávací obory *Chemie, Biologie a Fyzika*
- VO *Člověk a zdraví* - vzdělávací obor *Výchova ke zdraví*

Zařazení tématu do učiva vzdělávacího oboru *Chemie*:

- Tematický celek: Obecná chemie
 - Učivo: *Soustavy látek a jejich složení*
- Tematický celek: Biochemie
 - Učivo: *Sacharidy*

Inulin pravděpodobně není pro žáky tak známým polysacharidem, jako je škrob, glykogen nebo celulóza. Jeho popularita ve společnosti však v posledních letech stoupá díky mnohým lékařským výzkumům, které potvrzují jeho pozitivní vliv na lidský organismus, a proto neuškodí seznámit s ním žáky blíže.

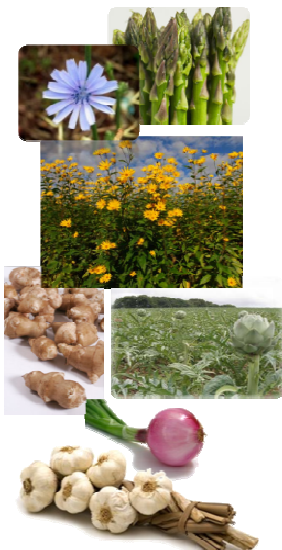
V experimentu 1 si žáci vyzkouší jednu z metod izolace – extrakci z jogurtu obohaceného inulinem (např. jogurt *Yo*) a zároveň procvičí filtraci a krystalizaci. Další úkoly jsou zaměřeny na důkazové reakce sacharidů. Poslední pokus demonstruje rozptyl světla v koloidním roztoku (přesah do učiva *Fyziky*), na který se inulin v horké vodě rozpouští - je spojen se zkoumáním koloidního charakteru roztoků dalších potravin. Tento

experiment můžeme modifikovat tak, že zapojíme kromě potravin (mimo zde zkoumaných můžeme dále využít i jogurt, „gumové“ bonbóny, máslo, marmeládu...) i další běžné (nepotravinové) materiály, jako je pěna na holení, prací prášek, zubní pasta, inkoust nebo bahňatá voda.

Použitá literatura a internetové zdroje:

Experimenty 1, 2 a 3 byly přejaty z [10]. Experiment 4 byl modifikován podle [10]. Pro učební text byly využity následující zdroje: [10, 12, 36, 46, 52, 53, 55, 60, 69].

UČEBNÍ TEXT



Inulin je jedinečný přírodní polysacharid, který byl objeven v roce 1804 v kořenech *omanu pravého* - latinsky *Inula helenium* - odkud získal i svůj název. [55]



Obr. 14: Oman pravý

Je zásobní látkou mnoha druhů hlíznatých a oddenkových rostlin, z nichž některé patří od nepaměti do lidské výživy, jako např. cibule, chřest, artyčoky, pórek, česnek, topinambury nebo čekanka. Právě čekanka obsahuje až 49 % tohoto sacharidu a spolu s topinambury je průmyslově hlavním zdrojem inulinu, který je poté využíván v potravinářství. V potravinách například funguje jako balastní látka - v pečivu, v ovesných vločkách nebo v jogurtu. Z jogurtu ho lze jednoduše extrahovat. [10, 53]

Obr. 15: Zdroje inulinu

Experiment 1: Extrakce inulinu z bílého jogurtu

⌚ 45 min

Chemikálie a materiál: bílý jogurt (125/150 cm³), ethanol, Carrezovo činidlo I (21,9 g bezvodého octanu zinečnatého rozpustíme v destilované vodě, přidáme 3 g ledové kyseliny octové a doplníme na objem 100 cm³ destilovanou vodou), Carrezovo činidlo II (10,6 g ferokyanidu draselného rozpustíme v destilované vodě a doplníme na objem 100 cm³ destilovanou vodou)

Pomůcky: kádinka 400 cm³, Erlenmayerova baňka, nádoba na vodní lázeň, teploměr, svorka, stojan, držák, filtrační papír, krystalizační miska, skleněná tyčinka

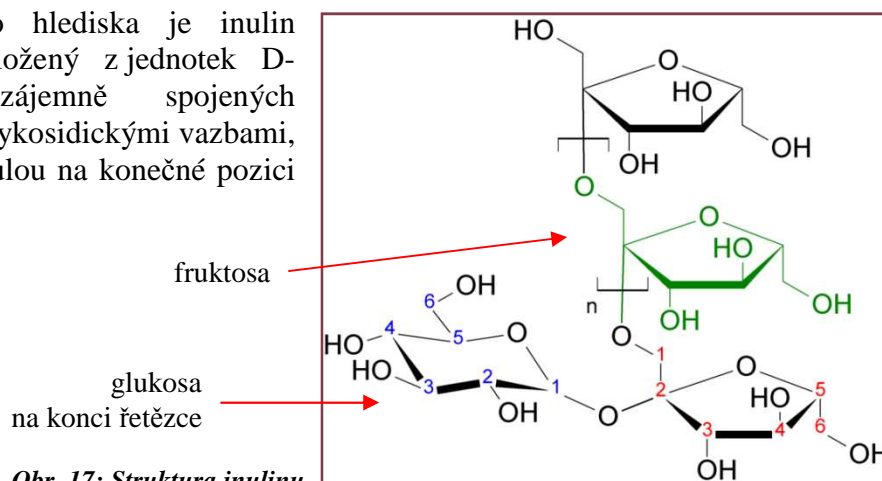
Do baňky dáme celý obsah jogurtu a vložíme ji do nádoby na vodní lázeň. Zahříváme, přičemž 8-10 minut musíme jeho teplotu udržovat na 80 °C. Při zahřívání se v jogurtu tvoří hrudky a odděluje se voda - mléčné proteiny vytváří z jogurtu gely, tzv. trojrozměrné sítě, ve kterých je vázaná voda. Zahříváním jogurtu se rosol rozpadne, bílkovina koaguluje a odděluje se syrovátka. Po uplynutém čase směs přefiltrujeme do Erlenmayerovy baňky – ve filtrátu zůstane právě syrovátka, která obsahuje inulin, laktózu - a přidáme po 2 cm³ z roztoků Carrezova činidla I a II, promícháme a opět přefiltrujeme. Takto získaný filtrát nalijme do krystalizační misky a smícháme s asi dvojnásobným objemem etanolu. Necháme krystalizovat přes noc. Vznikne bílá látka.



Obr. 16: Průběh extrakce a její výsledek
(extrakce - 1. filtrace – Carrezovo činidlo I a II - 2. filtrát - krystalizace - získaný inulin)

Chemie inulinu

Z chemického hlediska je inulin lineární polymer složený z jednotek D-fruktofuranosy, vzájemně spojených v poloze β (2 \rightarrow 1) glykosidickými vazbami, s glukosovou molekulou na konečné pozici [45]:



Obr. 17: Struktura inulinu

Experiment 2: Důkaz inulinu Molischovou zkouškou ⌚ 5 min

Chemikálie: inulin, Molischovo činidlo (10 % roztok α -naftolu nebo 6 % roztok tymolu v 96 % etanolu), koncentrovaná kyselina sírová

Pomůcky: zkumavky, stojan na zkumavky

Malé množství inulinu (na hrot špachtličky) smícháme se 4 kapkami Molischova činidla, protřepeme a opatrně podvrstvíme koncentrovanou kyselinou sírovou. Na rozhraní kapalin pozorujeme intenzivně fialový proužek – sacharidy poskytují s koncentrovanou kyselinou sírovou a α -naftolem fialové zbarvení, způsobené vznikem trifenylnetanového barviva.



Obr. 18: Pozitivní výsledek Molischovy zkoušky

Zředěnými kyselinami nebo enzymem *inulinasou* (která u člověka chybí) se inulin snadno štěpí na D-fruktosu. [36]

Experiment 3: Důkaz fruktosy v inulinu Selivanovou reakcí ⌚ 5 min

Chemikálie: inulin, Selivanovo činidlo (0,05 % roztok resorcinu v koncentrované kyselině chlorovodíkové, zředěný destilovanou vodou v poměru 1:1; není stálé, nutno připravit čerstvě!)

Pomůcky: zkumavky, stojan na zkumavky, vodní koupel

Ve zkumavce smícháme 5 cm³ Selivanova činidla s malým množstvím inulinu. Roztok povaříme ve vodní lázni asi 1 minutu. Barva roztoku se změní ze světle žluté ve višňově červenou. Toto zbarvení poskytuje 5-hydroxymetylfurfural s resorcinem v přítomnosti kyseliny chlorovodíkové. Reakce je specifickým důkazem na ketózy a potvrzuje, že základní jednotkou inulinu je fruktóza.



Obr. 19: Roztok inulinu po Selivanově zkoušce (vlevo) a před zkouškou (vpravo)

Inulin jako prebiotikum

Inulin získává v posledních letech na své popularitě z hlediska zdravé výživy. Patří mezi nestravitelné sacharidy – tzv. *vlákninu*, kterou lidský organismus nezpracuje v přední části trávicího traktu, protože mu chybí enzymy potřebné pro jeho rozštěpení. Inulin je tedy ze stravy dopravený až do tlustého střeva, kde se nachází velké množství symbiotických bakterií, jejichž enzymy ho naopak rozštěpit umí. Těm inulin slouží jako potrava (např. pro *Bifidobacterium bifidum*, který je oblíbenou součástí „živých“ jogurtů), čímž podporuje jejich růst – je tedy považovaný za tzv. *prebiotikum* (= nestravitelné potravní doplňky, které pozitivně ovlivňují hostitele selektivní stimulací růstu a/nebo aktivity jednoho nebo omezeného počtu bakterií v tlustém střevě tak, že zlepšují zdraví člověka [10, 12]

Z tohoto faktu vyplývá: [10, 12, 53, 60]

- + Příznivé bakterie a jejich metabolické aktivity mohou ovlivnit pozitivním způsobem zdravotní stav člověka například tím, že potlačují rozmnožování některých patogenních bakterií produkcí antimikrobiálních sloučenin (kyselina octová, mléčná, benzoová...), a tak se inulin stává součástí přirozené ochrany tlustého střeva před zánětlivými a nádorovými chorobami a slouží jako prevence proti střevním infekcím.
- + Část inulinu, která se nerozštěpí, se rychle vylučuje a váže na sebe balastní (nepotřebné anebo škodlivé) látky, jako jsou těžké kovy, cholesterol, jedovaté chemické sloučeniny, které přicházejí do organismu s potravou nebo vznikají metabolismem některých škodlivých mikrobusů.
- + Protože se inulin neštěpí v tenkém střevě, není resorbován a využíván. Jeho kalorická hodnota je velmi nízká až nulová, takže nezvyšuje hladinu krevního

cukru. Zároveň je však sladký, dá se proto použít jako náhrada cukru v potravinách pro diabetiky.

- + Fermentací inulinu bakteriemi vzniká vysoká koncentrace karboxylových kyselin s krátkým řetězcem, která vede k okyselení obsahu tlustého střeva, a tím ke zvýšení koncentrace iontů minerálních látek, což vytváří příznivé podmínky pro zvýšení difuze iontů těchto látek do buněk sliznice tlustého střeva. Usnadňuje takto např. vstřebávání vápníku, a také proto je přidáván do některých jogurtů.



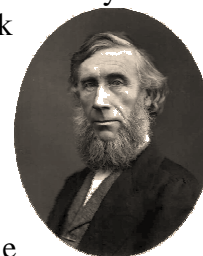
Obr. 20: Inulin „rozpuštná vláknina“. Vítaný doplněk stravy

Ale každé „pro“ má i své „proti“:

- Štěpením inulinu v tlustém střevě vzniká i oxid uhličitý nebo methan. Proto mohou potraviny s vysokým obsahem inulinu způsobovat nadýmání a určitě by neměly být konzumovány ve vysokých dávkách. Stejně tak samotný inulin, prodáváný jako potravní doplněk.

Inulin a Tyndallův jev

Inulin se podobně jako některé další polysacharidy ve vodě rozpouští na *koloidní roztok* (roztok, ve kterém se jedna látka vyskytuje v částech rozptýlených v druhé látce). Tyto částice jsou výrazně větší než u klasických roztoků, a pokud takový roztok prosvítíme paprskem světla, částice ho nepohltí, ale rozptýlí. Tak se procházející paprsek stává viditelným v podobě kužele s vrcholem v místě, kde světlo vchází do prostředí, a rozšiřuje se ve směru postupujícího paprsku - tento úkaz se označuje jako tzv. *Tyndallův jev*, podle britského fyzika *Johna Tyndalla*, žijícího v 19. století, který se jím podrobně zabýval. Jsou-li koloidní částice dostatečně velké, mohou být ve světelném kuželu pozorovány jako jasné zářící body; u menších částic je vidět jen difuzní světelný pruh [10, 52, 69].



Obr. 21: J. Tyndall

Experiment 4: Koloidní charakter roztoku inulinu

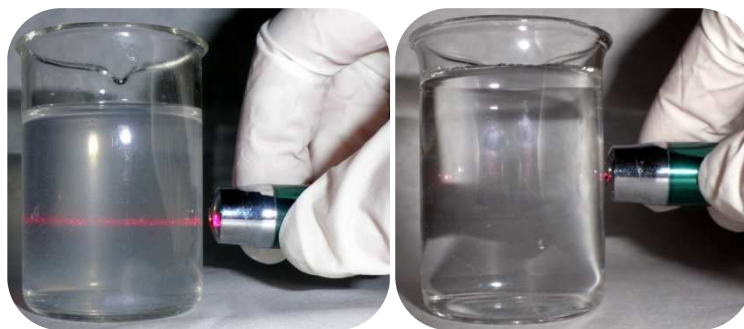
⌚ 15 min

Chemikálie a materiál: inulin, destilovaná voda, sacharosa, kuchyňská sůl, mléko, vaječný bílek

Pomůcky: kádinky, skleněná tyčinka, laserové ukazovátko

Vezmeme si šest kádinek. Do první nalijeme destilovanou vodu, do druhé horkou (!) vodu a v ní rozpustíme malé množství inulinu. Ve třetí kádince připravíme 10% roztok sacharosy v další 10% roztok chloridu sodného, v páté směs vaječného bílku s vodou (v poměru zhruba 1:1) a v poslední mléko (stačí 1:10). Jednotlivé kádinky při zatemnění prosvítíme laserovým ukazovátkem. V destilované vodě a v roztocích chloridu sodného a sacharosy není červený paprsek laseru vidět, zatímco v kádince s inulinem, naředěným mlékem i vaječným bílkem je jasně patrný.

Destilovaná voda neobsahuje žádné koloidní částice. Velikost molekul sacharosy i kuchyňské soli v roztoku je nepatrná v porovnání s vlnovou délkou viditelného záření ($10^{-6} - 10^{-7}$ m). Proto se v jejich vodných roztocích viditelné světlo ani neodráží, ani neláme. Naopak velikost částic vaječného bílku i mléka je porovnatelná s vlnovou délkou světla, a proto se záření v jejich roztocích částečně odrazí a částečně i láme. Stejně tak je to v případě inulinu - pro svou velkou relativní molekulovou hmotnost tvoří koloidní roztok.



Obr. 22: Prosvícení roztoku inulinu (= koloidní roztok) a destilované vody



Obr. 23: Výsledky s dalšími materiály: sacharosa – kuchyňská sůl – vaječný bílek – mléko (zleva)

Pozn.: Tyndallův jev je všem dobře známý i z běžného života. Jde o stejný úkaz, jaký můžeme pozorovat při průchodu slunečního záření dírou v mracích (viz obr. 23), při tvorbě červánků při západu slunce (na drobných částech vodní páry či prachu v atmosféře dochází k rozptylu slunečních paprsků), při rozsvícení předních světel auta v mlze nebo vniká-li svazek světelných paprsků do ztemnělé místnosti, kde je zvířený prach ve vzduchu. [52]



Obr. 24: Tyndallův jev v přírodě

Téma: INULIN, POTRAVA PRO NAŠE NÁJEMNÍKY



Inulin je méně známým zástupcem své skupiny. Přitom souvisí s mnoha jevy z vašeho každodenního života. Co má společného například s jogurtem, s červánky na obloze nebo střevními bakteriemi ve vašem těle?

Úloha č. 1: Extrakce inulinu z bílého jogurtu

Zadání: Získejte inulin extrakcí z bílého jogurtu.

Chemikálie a materiál: bílý jogurt, ethanol, Carrezovo činidlo I, Carrezovo činidlo II

Pomůcky: baňka, Erlenmayerova baňka, kádinky na vodní koupel, teploměr, svorka, stojan, držák, filtrační papír, nůžky, krystalizační miska, skleněná tyčinka

Pracovní postup:

Do baňky dejte celý obsah jogurtu a vložte ji do nádoby na vodní koupel. Zahřívejte nad kahanem, přičemž 8-10 minut udržujte jeho teplotu na 80 °C. Poté směs přefiltrujte do Erlenmayerovy baňky a přidejte po 2 cm³ z roztoků Carrezova činidla I a II, promíchejte a opět přefiltrujte. Takto získaný filtrát nalijte do krystalizační misky a smíchejte s asi dvojnásobným objemem etanolu. Nechte krystalizovat alespoň přes noc.

Pozorování:

Při zahřívání se v jogurtu tvoří hrudky a odděluje se voda. Po první filtraci jsme získali nažloutlý filtrát, po druhé mléčně bílý. Krystalizací vznikla bílá látka.

Úloha č. 2: Důkaz inulinu Molischovou zkouškou

Zadání: Dokažte extrahovaný inulin Molischovou zkouškou. (Molichova zkouška je obecnou důkazovou reakcí na sacharidy. Pozitivním výsledkem je tvorba fialového prstence.)

Chemikálie: inulin, Molischovo činidlo, koncentrovaná kyselina sírová

Pomůcky: zkumavky, stojan na zkumavky

Pracovní postup:

Malé množství inulinu (na hrot špachtličky) smíchejte se 4 kapkami Molischova činidla, protřepejte a opatrně podvrstvěte koncentrovanou kyselinou sírovou. Pozorujte barevné změny.

Pozorování:

Na rozhraní kapalin jsme pozorovali tmavě fialový proužek.

Úloha č. 3: Důkaz fruktosy v inulinu Selivanovou reakcí

Zadání: Selivanovou reakcí ověřte přítomnost fruktosy v inulinu. (Selivanova reakce je specifickou důkazovou reakcí na ketosy. Pozitivním výsledkem je tvorba višňově červeného zbarvení vzorku.)

Chemikálie: inulin, Selivanovo činidlo

Pomůcky: zkumavky, stojan na zkumavky, vodní koupel

Pracovní postup:

Ve zkumavce o objemu 20 cm³ smíchejte 5 cm³ Selivanova činidla s malým množstvím inulinu. Roztok povařte ve vodní lázni asi 1 minutu. Sledujte změnu zbarvení roztoku.

Pozorování:

Barva roztoku se změnila ze světle žluté ve višňově červenou.

Úloha č. 4: Koloidní charakter roztoku inulinu

Zadání: Ověřte koloidní charakter roztoku inulinu a dalších materiálů.

Chemikálie a materiál: inulin, destilovaná voda, sacharosa, chlorid sodný, mléko, vaječný bílek

Pomůcky: kádinky, skleněná tyčinka, laserové ukazovátko

Pracovní postup:

Připravte si do kádinek následujícími materiály:

1. destilovanou vodu
2. malé množství (na hrot špachtličky) inulinu rozpuštěného v horké vodě
3. 10 % roztok sacharosy
4. 10% roztok chloridu sodného
5. směs vaječného bílku s destilovanou vodou (v poměru zhruba 1:1)
6. mléko (nařeďte destilovanou vodou v poměru 1:10).

Kádinky postavte vedle sebe a při zatemnění prosvitěte laserovým ukazovátkem. Koloidními roztoky bude červený paprsek laseru procházet. Výsledky zaznamenejte do tabulky (znaménko „+“ připište k látkám, která vytváří koloidní roztoky, znaménko „-“, k látkám, které vytváří pravé roztoky).

Výsledky:

Materiál	Destilovaná voda	Roztok inulinu	Roztok sacharosy	Roztok NaCl	Vaječný bílek	Mléko
Výsledek	-	+	-	-	+	+

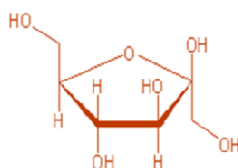
S využitím výsledků experimentů, vašich znalostí, případně literatury/internetu vyřešte následující úkoly a zodpovězte otázky:

1. **Přeškrtněte** v textu vždy **špatnou** možnost ze dvou nabízených variant (vyznačeny kurzívou), aby byl text odborně správný.

Inulin je *polypeptid/polysacharid*, jehož základní jednotkou je *ketosa/aldosa* fruktosa. Inulin je bílá látka, *dobře rozpustná/špatně rozpustná* ve studené vodě. Vytváří *pravý/koloidní* roztok.

2. Které metody oddělování složek směsi jste v rámci cvičení vyzkoušeli?
- *extrakce, filtrace, krystalizace*

3. Nakreslete vzorec monosacharidu, který je základní jednotkou inulinu.

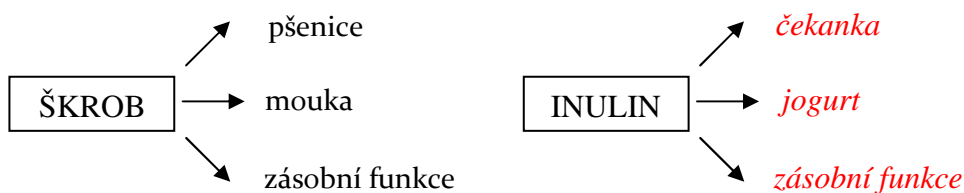


4. Rozhodněte, která látka **nevytváří koloidní roztok**:

a) škrob b) albumin **(c)** fruktosa

5. Jak se odborně jmenuje jev, který jste pozorovali v koloidních roztocích při průchodu paprsku světla? (Pozn. tento jev je známý i z běžného života - pozorujeme ho při průchodu slunečního záření dírou v mracích, při tvorbě červánků při západu slunce, při rozsvícení předních světel auta v mlze). *Tyndallův jev*

6. Inulin je sacharid, který nahrazuje u rostlin škrob. Vytvořte podle vzoru škrobu pojmovou mapu pro inulin.



7. Lidský organismus nedokáže zpracovat inulin v přední části trávicího traktu, protože mu chybí enzymy potřebné pro jeho rozštěpení - patří mezi nestravitelnou vlákninu. Je ze stravy dopraven až do tlustého střeva, kde se nachází velké množství symbiotických bakterií, jejichž enzymy ho rozštěpit umí. Inulin jim slouží jako potrava, čímž podporuje jejich růst – je považovaný za tzv. *prebiotikum*. Mezi tyto bakterie patří některé kmeny známé z televizních reklam.

- a) Vypište 2 zástupce symbiotických (*probiotických*) bakterií z etiket tzv. „živých“ jogurtů nebo kysaných mléčných výrobků.

*Mezi nejčastější organismy jogurtových kultur patří druhy **Lactobacillus bulgaricus, Streptococcus thermophilus a Bifidobacterium bifidum**.*

- b) Je inulin vhodný pro diabetiky? Vysvětlete.

Ano, není štěpen na glukosu, nepotřebuje inzulin k trávení v těle (jeho příjem dokonce u takto nemocných lidí pozitivně upravuje hladinu glukosy a snižuje se krevní tlak.)

Téma č. 3: **KARI – Z KUCHYNĚ DO LABORATOŘE**

METODICKÉ POKYNY

Klíčové pojmy:

- acidobazický indikátor, boritany, kurkuma, kurkumin, kurkumový papírek, kyselina boritá, neutralizace, pH, tautomerie

Seznam experimentů:

1. Rozpustnost kurkuminu
2. Fluorescence kari koření pod UV lampou
3. Kari jako acidobazický indikátor
4. Tajné písmo
5. Důkaz kyseliny borité pomocí „kari papírku“

Instrukce k bezpečnosti práce:

- experiment 1, 2, 3 a 4: práce s hořlavinou (ethanol)
- experiment 2: UV lampa – při přímém pohledu by mohla poškodit zrak
- experiment 5: práce s žíravinou (NaOH) a dráždivou látkou (zředěná HCl)
- s kari kořením manipulujeme opatrně, silně barví

Časová náročnost:

- laboratorní práce doporučena pro dvouhodinovou práci

Zařazení tématu do výuky podle RVP G:

- VO *Člověk a příroda* - vzdělávací obory *Chemie, Biologie*
- VO *Člověk a zdraví* - vzdělávací obor *Výchova ke zdraví*

Zařazení tématu do učiva vzdělávacího oboru *Chemie*:

- Tematický celek: *Obecná chemie*
 - Učivo: *Chemická vazba a vlastnosti látek*
Rychlost chemických reakcí a chemická rovnováha
- Tematický celek: *Anorganická chemie*
 - Učivo: *p-prvky a jejich sloučeniny*
- Tematický celek: *Organická chemie*
 - Učivo: *Léčiva, pesticidy, barviva a detergenty*

Tento celek dokonale demonstruje, jak úzce souvisí potravinářská tematika s učivem chemie. S využitím balíčku kari koření, několika dalších „obyčejných“ ingrediencí z kuchyně a pár laboratorních pomůcek lze uskutečnit celou řadu zajímavých experimentů, které se dotýkají mnoha praktických oblastí života.

Většinu z nich je možné provést i v domácím prostředí, kde ethanol nahradíme např. Alpou, jinak silné minerální kyseliny a zásady jsou i v těchto návodech vystřídaný materiály z domácnosti (ocet, kyselina citrónová, jedlá soda) s jednoznačně průkaznými výsledky (s výjimkou experimentu 5, ve kterém je dodržen tradiční postup pro specifický důkaz kyseliny borité/ boritanů, který vyžaduje práci s HCl a NaOH, zde jen za zastoupení komerčního kurkumového papírku filtračním papírkem namočeným v alkoholickém roztoku kari).

(Pozn.: v experimentech je velmi pravděpodobně možné nahradit kari koření čajem z kurkumy, vliv této varianty na průkaznost experimentů ale nebyl v rámci této DP ověřen).

Použitá literatura a internetové zdroje:

Experiment 1 a 2 byl vytvořen na základě informací uvedených v [56], náměty k experimentům 3 a 5 jsou přejaty z [56], experiment 4 byl inspirován [54]. V učebním textu bylo citováno podle [21, 22, 28, 39, 41, 43, 45, 51, 56, 71].

UČEBNÍ TEXT

„Tradiční orientální směs založená na **kurkumě, koriandru a římském kmínu**, která se vyznačuje nasládlou kořeněnou chutí a výrazně žlutou barvou. Nasládlou chuť **hřebíčku a muškátového květu** doplňuje osvěžující **zázvor** a **štiplavé chilli**, typickou barvu dodává **kurkuma**.

Používá se k ochucení dušených pokrmů z drůbeže, vepřového, telecího či jehněčího masa, do smetanových omáček a polévek. Výraznou barvu a pikantní chuť dodá také rýži nebo luštěninám.“

... informuje výrobek své spotřebitele.

Složení:

kurkuma mletá, koriandr mletý, římský kmín mletý, pískavice řecké seno mleté, kmín mletý, pepř černý mletý, zázvor mletý, hřebíček mletý, chilli mleté, muškátový květ mletý, jedlá sůl, kardamom mletý, směs koření, látka protihrudkující (E 341).



Obr. 25: Kari. Sypký kořenící přípravek

Základ kari

Hlavní složkou kari je koření zvané **kurkuma**, získávající se z oddenků stejnojmenné rostliny (lat. *Curcuma longa*, syn. *C. domestica*; někdy známá také jako *turmerik*). Rostlina je příbuzná se *zázvorem* a pěstuje se zejména ve východní Indii a Číně a v tropických oblastech Jižní Ameriky. Oddenky se uvaří, oloupou, usuší na slunci a nakonec se semelou na prášek. [21, 22]



Obr. 26: *Curcuma longa* – rostlina



Obr. 27: *Curcuma longa* – oddenek

Kurkuma je známá jako koření ještě pod jinými lidovými pojmenováními - jako "*indický šafrán*" (lze ji použít při přípravě jídla všude tam, kde se používá i šafrán, který je ale mnohem dražší – už úsloví „je toho jako šafránu" ukazuje, jak vzácný je a jak málo a opatrně se jím kořenilo) nebo jako "*žlutý zázvor*" – kurkuma má aroma podobné právě zázvoru a velmi specifickou kořeněnou mírně nahořklou chuť. Jen zřídka se používá samotné, spíše je součástí kořenících směsí a dochucovadel, jako je právě kari nebo worcestrová omáčka. [21, 71]

Dříve se však kurkuma používala více jako léčivo a barvivo než jako koření. [22]

Starý lék na trávení

Kurkuma napomáhá trávení těžších a tučnějších jídel stimulací funkce žlučníku a jater. Zvyšování produkce trávicích šťáv je u tohoto exotického koření tak významné, že se cíleně používá jako součást terapie při trávicích potížích, najdeme ho dokonce jako ingredienci známého a účinného léku na podporu tvorby žluči, *Cholagolu*. Příznivý vliv má také na žaludek a používá se i proti nadýmání. [71]



Obr. 28: Kořen kurkumy bývá obsažen v léčivých čajích

Kurkumin

Pro kari i pro sušenou mletou kurkumu je charakteristická zářivě žlutá barva. Kromě vonné silice je totiž její významnou součástí ještě jasně žluté barvivo *kurkumin*. [21] Ve vodě je nerozpustné, ale rozpouští se v tucích a alkoholu. [22]

Experiment 1: Rozpustnost kurkuminu

⌚ 10 min

Chemikálie a materiál: kari koření, ethanol, rostlinný olej, destilovaná voda

Pomůcky: 3 zkumavky, lžička

Do třech zkumavek dáme po malé lžičce kari koření. Do první zkumavky přilijeme asi 3 cm³ rostlinného oleje, do druhé 3 cm³ etanolu a do třetí zkumavky stejný objem destilované vody. Zkumavky protřepeme. Kurkumin se snadno rozpouští v alkoholu, hůře v oleji a nerozpouští se ve vodě.



Obr. 29: Kari v oleji, ethanolu a vodě

(Pozn.: díky velmi špatné rozpustnosti kurkuminu ve vodě používáme při dalším experimentování alkoholický roztok kari.)

Už při rozpouštění kurkuminu v předchozím pokusu jsme mohli na běžném světle pozorovat jeho difuzní žlutou záři.

Experiment 2: Fluorescence kari koření pod UV lampou

⌚ 5 min

Chemikálie a materiál: kari koření, ethanol

Pomůcky: zkumavka, lžička, UV lampa

Rozpustíme lžičku kari v 10 cm³ ethanolu, protřepeme a vložíme pod UV lampu. Zkumavka vykazuje pod UV lampou (zejména v neutrálních a kyselých oblastech) žlutou fluorescenci.



Obr. 30: Fluorescence roztoku kari na běžném světle (vlevo) a pod UV lampou (vpravo; $\lambda = 366 \text{ nm}$)

Roztok kari fluoreskuje právě díky obsaženému kurkuminu, který je schopen pohlcovat UV záření z lampy a jeho energii využít k excitaci svých molekul do stavu o vyšší energii. Excitace elektronů je o to snazší, že má kurkumin kromě aromatických kruhů v rámci své molekuly ještě další dvojně vazby. Při návratu zpět na původní energetickou hladinu potom vyzařuje přebytečnou energii ve formě viditelného světla. [39, 41]

Věcně v pozadí

Jak bylo zmíněno, kurkumin je „skrytou“ příčinou užitečných vlastností kurkumy i kari koření. Samostatně se potom objevuje ve složení mnoha potravin – ovšem opět velmi často schovaný - pod kódem *E 100* nebo jako *CI přírodní žlut' 3*. Přidává se do mléčných a pekařských výrobků, sýrů, jogurtů, zmrzlin, cukrovinek, žvýkaček, dezertů, margarínů, zálivek, instantních polévek, sypkých směsí, hořčice i ochucených nealkoholických nápojů. Má funkci nejen barviva ale i antioxidantu. [51]

Kromě potravinářství nachází uplatnění i v koželužství, jako textilní barvivo, a dokonce i jako indikátor pH a boru (ve formě *kurkuminových/kurkumových papírků*). [22, 45]

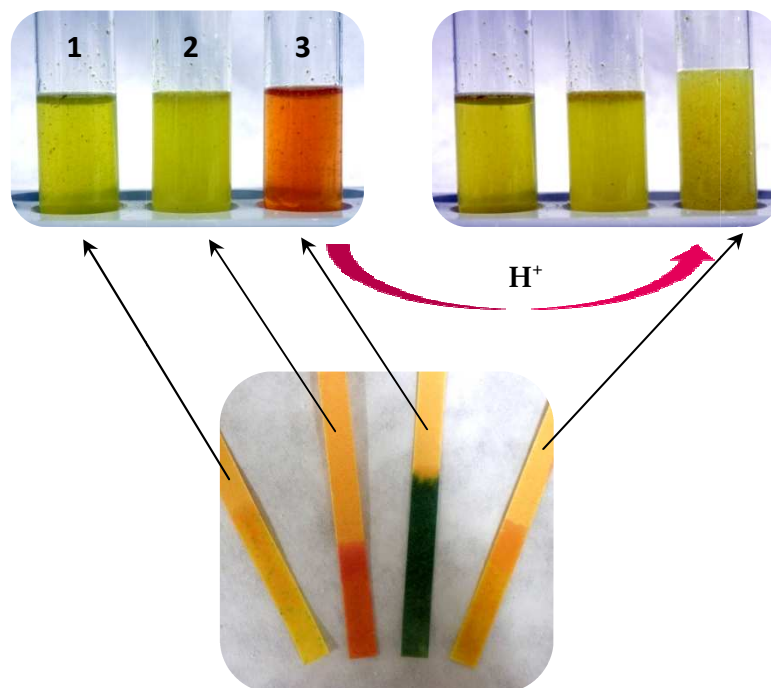
Experiment 3: Kari jako acidobazický indikátor

⌚ 15 min

Chemikálie a materiál: kari koření, ethanol, ocet (nebo kyselina citrónová), jedlá soda, destilovaná voda

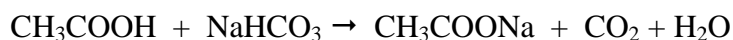
Pomůcky: zkumavky, stojánek na zkumavky, lžička, skleněná tyčinka, nůžky, filtrační papír

Špetku kari koření rozpustíme v 3 cm^3 ethanolu. Směs protřepáváme, dokud není tekutina žlutá. Přidáme 10 cm^3 vody a roztok rozlijeme do tří zkumavek. Jednu ponecháme jako srovnávací, do druhé přilijeme trochu octa a do třetí přisypeme malé množství jedlé sody. Zkumavky promícháme skleněnou tyčinkou. Kurkumin je acidobazickým ukazatelem pro odhalování alkalické oblasti. V kyselém a neutrálním prostředí je jasně žlutý (1. a 2. zkumavka), v alkalickém mění barvu v červenohnědou až oranžovou (3. zkumavka). Pokud alkalický roztok kari okyselíme, opět získá žlutou barvu (pozorujeme přitom šumění a unikání bublinek plynu – reakcí sody s kyselinou vzniká oxid uhličitý!).



Obr. 31: Kari jako acidobazický ukazatel: barevné výsledky reakcí roztoku kari s kyselinou a zásadou

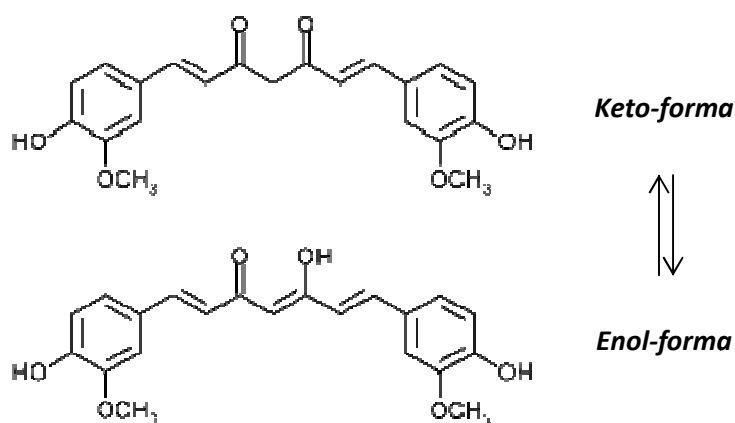
Ve zkumavce 3 reaguje jedlá soda s kyselinou octovou podle rovnice:



Roztok se neutralizuje a kurkumin přechází ve žlutou formu.

Bližší pohled na kurkumin [43, 56]

Obr. 32 znázorňuje strukturu kurkuminu. Chemicky se řadí mezi fenolické látky. Pozoruhodný je nejen symetrickou strukturou molekuly, ale i tím, že existuje ve dvou tautomerních formách – v keto- a enol-formě. Keto-forma je přednostní v pevné fázi a enol-forma v roztoku. Proto patří k hydroxyketonovým barvivům.



Obr. 32: Struktura kurkuminu – keto a enol forma (žlutá forma)

Na obr. 32 je znázorněna struktura kurkuminu v neutrálním/kyselém prostředí. V alkalických se tvoří nejen (di)fenolát, ale také se odděluje od keto-enol systému proton. Volný elektronový pár zvyšuje absorpci viditelného světla, takže

v alkalické oblasti sledujeme změnu barvy v červeno-hnědou (k barevné změně dochází nad pH 8,6).

Využit těchto faktů můžeme i zábavnější formou v pokusech typu “tajných písem”:

Experiment 4: Tajné písmo

⌚ 15 min

Chemikálie a materiál: kari koření, ocet, jedlá soda, destilovaná voda

Pomůcky: kádinka, Petriho miska, filtrační papír, nůžky, špejle

Připravíme si vodný roztok jedlé sody (špetku sody rozpustíme v asi 10 cm³ destilované vody) a alkoholický roztok kari (k špetce kari ve zkumavce přilijeme 10 cm³ ethanolu, protřepeme a necháme usadit, poté kapalinu vlijeme na Petriho misku). Roztokem sody pomocí špejle napíšeme slovo nebo nakreslíme obrázek na filtrační papír. Necháme zaschnout, a poté papírek namočíme v Petriho misce s kari. Nápis se objeví (barva se bude pohybovat mezi červenou a hnědou, podle toho, jak moc je roztok jedlé sody zásaditý).



Obr. 33: Vyvolání „tajného písma“

Z předchozího experimentu víme, že reakci lze zvrátit přidáním kyseliny, a proto když namočíme papír s vyvolaným nápisem nebo obrázkem např. do octa, písmo/obrázek zneutralizujeme a ten opět zmizí (resp. přejde zpět do žluté barvy):



Obr. 34: „Vyvolávání duchů a jejich zahánění“

Kurkumin jako ukazatel kyseliny borité

Kurkumin je nejen acidobazický indikátor, ale slouží i ke specifickému důkazu kyseliny borité a boritanů. Komerčně vyráběný *kurkumový papírek* je napuštěný alkoholickým extraktem z kurkumy. Filtrační papír namočený do alkoholického roztoku kari funguje stejně přesvědčivě.

Experiment 5: Důkaz kyseliny borité pomocí „kari papírku“ ⌚ 15 min

Chemikálie a materiál: kari koření, etanol, 10% HCl, 10% NaOH, destilovaná voda, kyselina boritá

Pomůcky: zkumavka, kádinka, lžička, filtrační papír, nůžky

Do zkumavky nasypeme asi 2cm vrstvu kari a přilijeme 10 cm³ ethanolu. Směs opět důkladně protřepeme, dokud není tekutina žlutá. Necháme pevnou látku usadit a tekutinu přelijeme do další zkumavky. V roztoku namočíme 2 proužky filtračního papíru (asi 2 x 10 cm) a necháme uschnout. Můžeme zopakovat, barvy budou jasnější. Malé množství kyseliny borité (nebo její soli, boritanu) rozpustíme v kádince s 10 cm³ HCl. Namočíme do ní jeden proužek - žlutá barva se změní na růžově-červenou. Necháme zaschnout, a poté na červeno-růžový pruh nakapeme trochu hydroxidu sodného. Pozorujeme prohlubování barvy k modro-zelené. Kontrolním proužkem bude druhý papírek namočený v kari, který pokapeme pouze hydroxidem.



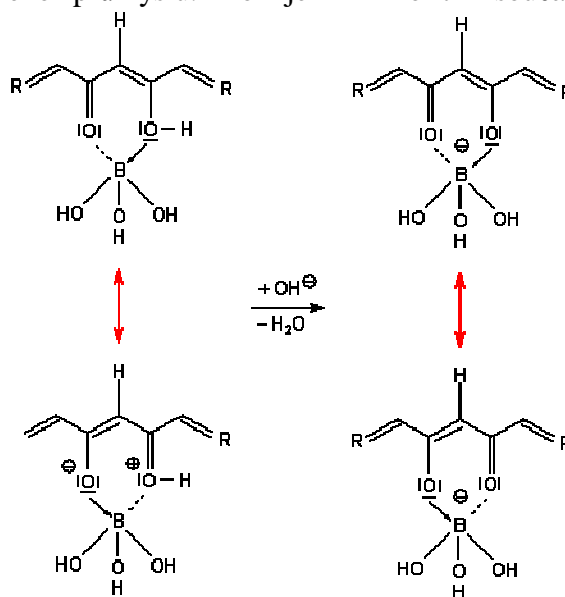
Obr. 35: „Kari papírek“ pokapaný NaOH (vlevo) a H₃BO₃/HCl pokapaný NaOH (vpravo)

Proč detekovat kyselinu boritou? [28, 56]

Bor je obsažen ve vulkanických exhalacích a vodách sopečných jezer, běžným zdrojem v podzemních vodách je hydrolyza různých borokřemičitanů. Antropogenním zdrojem sloučenin boru jsou splaškové odpadní vody a některé průmyslové odpadní vody, např. ze sklářského, fotografického a potravinářského průmyslu. Bor je i minoritní součástí některých hnojiv.

Ve splaškových odpadních vodách pochází z derivátů kyseliny borité v pracích prostředcích, kde slouží jako bělidla, ale stále častěji jsou nahrazovány peruhličitany sodnými. Příliš vysoký obsah kyseliny borité ve vodách je problematický, protože brání při čištění odpadních vod. Kurkumový papírek tedy může sloužit jako rychlý test „kvality“ vody (rychlý test pro stanovení kyseliny borité).

Barevné změny jsou způsobeny tvorbou komplexu. Bor v kyselině borité (centrální atom) se váže ke ketohydroxyskupinám kurkuminu (ligand). Atom boru má volný elektronový pár, takže může působit jako Lewisova kyselina. Mezomerní stav centrálního šesti-členného kruhového systému má větší dopad na intenzitu barvy. [56]



Obr. 36: Komplex kyseliny borité s kurkumínem
s jeho mezomerními hraničními formami
(vlevo červený, vpravo modrozelený)

Téma: KARI – Z KUCHYNĚ DO LABORATOŘE

Kari je dobře známá směs koření z některých jasně žlutých a pikantních jídel. Typicky se používá k ochucení dušených pokrmů z drůbeže, vepřového, telecího nebo jehněčího masa, přidává se do smetanových omáček a polévek. Cari je jistě neodmyslitelnou součástí sbírky koření každé hospodyňky; *k čemu ale může sloužit chemikovi???*



Za výrazně žlutý vzhled tohoto koření je zodpovědné barvivo **kurkumin**, kterého se často pro jeho silnou barvicí schopnost využívá nejen v potravinářském průmyslu k dobarvování některých potravin, ale i v dalších průmyslových odvětvích, např. k barvení látek nebo dřeva. To ale není všechno, co kurkumin umí. Odhalte v následujícím cvičení při práci s kari kořením další neobyčejné vlastnosti kurkuminu!

Úloha č. 1: Rozpustnost kurkuminu a jeho chování pod UV lampou

Zadání: Ověřte rozpustnost kurkuminu obsaženého v kari koření v zadaných látkách, a jeho chování pod UV lampou.

Chemikálie a materiál: kari koření, ethanol, rostlinný olej, destilovaná voda

Pomůcky: 3 zkumavky, lžička, UV lampy

Pracovní postup:

- Do třech zkumavek nasype po malé lžičce kari koření. Do první přilijte asi 3 cm³ destilované vody, do druhé 3 cm³ etanolu a do třetí zkumavky stejný objem rostlinného oleje, protřepejte. Do tabulky zaznamenejte, jestli je barvivo v dané látce rozpustné („+“) nebo ne („-“).
- Zkumavku s kari a ethanolem (č. 2) vložte pod UV lampu. Popište své pozorování.

Výsledky a pozorování:

a)	Destilovaná voda	Ethanol	Olej
	-	+	+

- Ozáření ethanolového extraktu kari vykazuje žlutou fluorescenci.*

Úloha č. 2: Cari jako acidobazický indikátor

Zadání: Ověřte chování kari v roztocích různého pH.

Pomůcky: zkumavky, stojánek na zkumavky, lžička, skleněná tyčinka

Chemikálie: kari koření, ethanol, ocet, jedlá soda, destilovaná voda

Pracovní postup:

- Lžičku kari koření rozpustíte v 10 cm³ ethanolu. Směs protřepávejte, dokud není tekutina žlutá. Přidejte 10 cm³ vody. Nechte usadit. Tekutinu přelijte do nové zkumavky. Z ní nalijte do třech zkumavek asi po 3 cm³ roztoku a zbytek si schovejte pro další pokusy. První zkumavku ponechte jako srovnávací, do druhé nalijte malé množství octa a do třetí nasype trochu jedlé sody. Zkumavky promíchejte skleněnou tyčinkou. Sledujte barevné změny.

- b) Do zkumavky s kari a jedlou sodou přilijte trochu octa. Jaké další změny (kromě barevných) ve zkumavce pozorujete? Popište.

Pozorování :

- a) *Po přilítí octa do druhé zkumavky jsme nepozorovali žádnou změnu barvy. Po přidání jedlé sody k roztoku kari se barva ze žluté změnila v oranžovou.*
- b) *Po přilítí octa do třetí zkumavky (roztok kari a jedlé sody) se barva změnila opět v žlutou. Zároveň jsme pozorovali šumění a unikání bublinek plynu.*

Úloha č. 3: Tajné písmo

Zadání: Vyvolejte pomocí roztoku kari „tajné písmo“.

Chemikálie a materiál: alkoholický roztok kari, ocet, jedlá soda, destilovaná voda

Pomůcky: kádinka, 2 Petriho misky, lžička, filtrační papír, nůžky, špejle

Pracovní postup:

Připravte si vodný roztok jedlé sody (špetku sody rozpustíte v asi 10 cm³ destilované vody). Vezměte dvě větší Petriho misky, na jednu vlijte alkoholický roztok kari, na druhou ocet. Roztokem sody napište pomocí špejle slovo nebo nakreslete obrázek na filtrační papír. Nechte zaschnout a poté papírek namočte v Petriho misce s kari. Nechte opět zaschnout. Nakonec papír namočte do octa. Popište svá pozorování.

Pozorování:

Po namočení filtračního papíru do roztoku kari papírek zežloutl, ale nápis/obrázek se objevil v červené/hnědé barvě. Po jeho namočení do octa opět zmizel a papír zůstal celý žlutý.

Úloha č. 4: Důkaz kyseliny borité pomocí „kari papírku“

Zadání: Dokažte pomocí kari schopnost kurkuminu fungovat jako indikátor kyseliny borité. (Pozitivním testem je modrozelené zbarvení v posledním kroku popsaného postupu.)

Chemikálie: alkoholický roztok kari, 10% HCl, 10% NaOH, destilovaná voda

Pomůcky: zkumavka, kádinka, lžička, filtrační papír, nůžky

Pracovní postup:

Z filtračního papíru vystříhnete dva proužky (asi 2 x 10 cm), namočte je v roztoku s kari a nechte uschnout. Můžete i zopakovat, barvy budou jasnější. Poté na jeden proužek přikápněte hydroxid sodný. Malé množství kyseliny borité rozpustíte v kádince s 10 cm³ roztoku HCl. Namočte do ní druhý proužek a opět nechte zaschnout. Potom na plochu, kterou byl namočený v kyselinách, kápněte hydroxid sodný. Zaznamenejte všechny pozorované změny.

Pozorování:

Přikápnutím hydroxidu na papírek namočený v kari dané místo zhnědlo. Po namočení druhého „kari“ papírku do směsi s kyselinou boritou a chlorovodíkovou, jeho barva přešla ze žluté v růžovou. Po přikápnutí hydroxidu na růžovou oblast došlo ke změně v modro-zelenou barvu.

S využitím výsledků experimentů, vašich znalostí, případně literatury/internetu vyřešte následující úkoly a zodpovězte otázky:

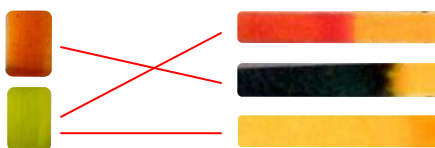
1. Proč jsme v provedených experimentech pracovali s ethanolovým roztokem kari namísto vodného roztoku?

Protože je kurkumin ve vodě nerozpustný.

2. Jak se odborně označuje jev, který jste pozorovali při ozáření roztoku kari pod UV lampou? Jmenujte alespoň jeden jakýkoli další materiál, který bude pod ozářením UV paprsky vykazovat stejné chování.

Fluorescence; tonik, roztok fluoresceinu...

3. Kurkumin je acidobazickým indikátorem. Přiřaďte dvě možná zbarvení kurkuminu (červenoohnědé a žluté) k jednotlivým pH papírkům podle prostředí, ve kterém se vyskytují.



4. Vysvětlete princip vymizení „tajného písma“ v úloze 3. (pomoci vám může krok b) z úlohy 2). Pokuste se děj zapsat chemickou rovnicí.

Princip je založen na neutralizaci alkalického roztoku obsahujícího hydrogenuhličitan sodný, v němž má kurkumin červeno-hnědou barvu, kyselinou (octem), čímž se barva mění ve žlutou. Reakcí sody s octem vzniká oxid uhličitý, jehož vznik pozorujeme jako šumění.



5. Vypište z obalu kari všechna koření, která daná směs obsahuje. Podtrhněte koření obsahující kurkumin.

Kurkuma, koriandr, římský kmín, hřebíček, muškátový květ, zázvor, chilli.



Ze které rostliny a z jaké její části se získává? Do jaké čeledi ji řadíme? ?

Kurkuma dlouhá (Curcuma longa/domestika); z oddenků; čeleď Zázvorovité

Jmenujte některé z jeho léčivých účinků.

Stimuluje funkce žlučníku a jater, má příznivý vliv na žaludek, používá se proti nadýmání.

6. Jak se jmenuje komerčně vyráběný papírek, kterým se provádí specifický důkaz na kyselinu boritou (boritany) v analytické chemii, a který jsme nahradili v úloze č. 4 „kari papírkem“? Jakou látkou je napuštěný?

Kurkumový papírek, napuštěný alkoholickým extraktem z kurkumy.

7. Kurkumin se často používá v potravinářství jako přídatná látka, pod jakým jiným označením kromě svého vlastního jména ho můžeme ve výrobcích najít?

Většinou pod kódem E 100 nebo jako CI přírodní žlut' 3.

Téma č. 4: SŮL, ESENCE ŽIVOTA

METODICKÉ POKYNY

Klíčové pojmy:

- hormony štítné žlázy (tyroxin, trijodthyronin), chlor, chlorid solný, kuchyňská sůl, uhličitany, jodičnan, přídatné látky, jod, sodík

Seznam experimentů:

1. Důkaz sodíku v kuchyňské soli
2. Důkaz chloru v kuchyňské soli
3. Důkaz jodičnanu v kuchyňské soli
4. Důkaz uhličitánů v kuchyňské soli

Složení: jedlá sůl vakuová (min. 98,5 %),
protispěčkové látky: uhličitán vápenatý
(min. 0,9 %), uhličitán hořečnatý (min. 0,2 %);
jodičnan draselný 33–58 mg/kg.
Obsah jodu: 20–34 mg/kg.

Obr. 37: Složení Alpské soli

Instrukce k bezpečnosti práce:

- experiment 1: práce s otevřeným ohněm (kahan) a dráždivou látkou (zředěná HCl)
- experiment 2: práce s žíravinou (AgNO₃); experiment 3: použití žíraviny (H₂SO₄)

Časová náročnost:

- cvičení doporučeno pro 1 VH

Zařazení tématu do výuky podle RVP G:

- VO *Člověk a příroda* – vzdělávací obory *Chemie, Biologie*
- VO *Člověk a zdraví* - vzdělávací obor *Výchova ke zdraví*

Zařazení tématu do učiva vzdělávacího oboru *Chemie* podle RVP G:

- Tematický celek: Anorganická chemie
 - Učivo: *p-prvky a jejich sloučeniny*
s-prvky a jejich sloučeniny
- Tematický celek: Biochemie
 - Učivo: *Enzymy, vitaminy a hormony*

V tomto zpracování je téma zúženo pouze na důkazové reakce na látky obsažené v běžné *kuchyňské soli*, s ohledem na jejich význam v produktu i na jejich působení na lidský organismus.

Složení kuchyňské soli různých výrobců není jednotné, liší se přidanými protituhdujícími látkami i formou přítomného jodu (jodovaná sůl!). Pro tvorbu tohoto materiálu byla využita sůl s typickým složením uvedeným na obr. X. Pokud budeme pracovat s výrobkem s jiným obsahem látek, je samozřejmě nutné tomu přizpůsobit i experimenty.

V použité soli byl jod obsažený jako jodičnan, ale přidává se i ve formě jodidu – ten lze ale dokázat na základě stejné reakce, která je popsána v rámci experimentu 3 (případně použijeme AgNO₃, kterým se vysráží žlutý AgI). Protituhdující látkou jsou v soli často namísto zde dokazovaných uhličitánů hexakyanidoželeznatany – ty zase detekujeme např. srážením s Fe³⁺ sloučeninami za vzniku berlínské modři.

Cvičení lze rozšířit i o důkazy dalších iontů (Mg²⁺, Ca²⁺ v uhličitanech nebo K⁺ v jodičnanu...). (Pozn.: V některých solích jsou přítomny i další látky, např. *fluoridy, oxid křemičitý atd.*)

Použitá literatura a internetové zdroje:

Experiment 1 a 2 volně citován podle [8, 10], experiment 3 inspirován [56]. Experiment 4 je založen na klasické reakci uhličitánů s kyselinami. Doprovodný text byl sestaven s využitím [16, 26, 33, 39, 45, 47, 51, 56, 66].

UČEBNÍ TEXT

Sůl byla první minerální látkou, o které se vědělo, že tvoří součást lidské stravy, zřejmě proto, že ji snadno rozpoznáváme chuťovými pohárky. Hrála zásadní roli v téměř každé civilizaci od počátku věků. Sloužila ke konzervování a zlepšování chuti jídla, jako forma měny, jako duchovní ikona. [16, 66] „Co” je ale vlastně dnešní *kuchyňská sůl*?

Chemie soli

Kuchyňská sůl je v podstatě chemická sloučenina *chlorid sodný*, NaCl . Tvoří ji alkalický prvek sodík (velmi reaktivní lesklý měkký kov) a kyselinotvorná část chlor (žlutozelený štiplavě páchnoucí jedovatý plyn). Obě nebezpečné vlastnosti těchto prvků mizí, jakmile se sloučí na chlorid sodný. [33].

39,34 %
sodík (Na)

60,66 %
chlor (Cl)

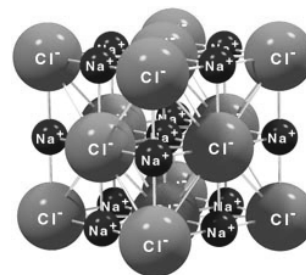


Obr. 38: Váhový poměr Na a Cl v soli

V roztoku se tato látka skládá z pozitivně nabitého sodného kationtu a z negativně nabitého chloridového aniontu. V pevné formě jsou atomy těchto prvků vzájemně uspořádány v kubické krystalové mřížce. Když se podíváme na stolní sůl pod lupou, sami můžeme vidět malé krychle: [66]



Obr. 39: Krystaly NaCl



Obr. 40: Krystalová struktura NaCl

Experiment 1: Důkaz sodíku v kuchyňské soli

🕒 10 min

Chemikálie a materiál: kuchyňská sůl, 20% roztok HCl, destilovaná voda

Pomůcky: kovový drátek (Pt nebo Cu), kahan, zápalky

Platinový drátek ponoříme do roztoku HCl a vyžiháme. Opakujeme, až je drátek čistý a nebarví plamen. Znovu ho ponoříme do roztoku HCl a pak do pevné soli tak, aby na něm ulpěly její krystalky. Drátek zasuneme na okraj nesvítivé části plamenu - barví se intenzivně žlutě.



Obr. 41: Barvení plamene



Obr. 42: Důkaz sodíku

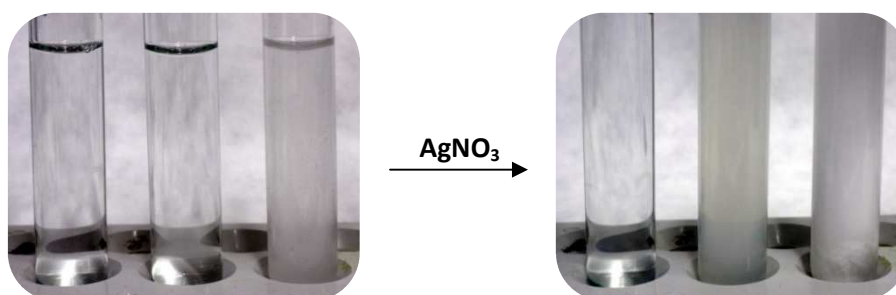
Experiment 2: Důkaz chloru v kuchyňské soli

⌚ 5 min

Chemikálie a materiál: kuchyňská sůl, 1% roztok dusičnanu stříbrného, destilovaná voda, voda z vodovodu

Pomůcky: zkumavky, stojan na zkumavky, špachtle

Do 3 zkumavek nalijeme: destilovanou vodu, vodu z vodovodu a roztok NaCl. Do každé přimícháme malé množství dusičnanu stříbrného. Chloridové ionty tvoří se stříbrnými ionty (z AgNO_3) bílou, ve vodě nerozpustnou sloučeninu chloridu stříbrného. Voda z vodovodu je chlorovaná, proto je výsledek také pozitivní. Destilovaná voda zůstane čirá.



Obr. 43: Důkaz chloru (destilovaná voda – chlorovaná voda – roztok soli; zleva)

Ve zkumavkách 1 a 3 proběhla tato reakce: $\text{Ag}^+ + \text{Cl}^- \rightarrow \text{AgCl}$

Obyčejná a přesto nezbytná

Sůl je nepostradatelná ve výživě a fyziologických procesech všech živočichů, včetně člověka. Naše tělo si ji samo vyrobit nedokáže, musíme ji organismu dodávat jediné potravou. Je nezbytnou součástí našich tělesných tkání a tekutin (když si olíznete rty po tělesné námaze, paži po pocení, ochutnáme slzy nebo krev z rány, to všechno chutná slané). Regulace soli v těle je dynamický a životně důležitý proces. Hlavním orgánem, který se na něm podílí, jsou ledviny. Je vylučovaná v moči, potu a stolici. [16]

Tabulka 3: Role soli v organismu. [zpracováno podle 16]

Minerální prvek	Význam pro zdraví	Příznaky nedostatku*	Příznaky nadbytku
Na^+	Spolu s K^+ je klíčovým prvkem v regulaci rovnováhy tělesných tekutin (řídí např. hladiny elektrolytů v krevní plazmě).	Nedostatek je vzácný, ale může vést k nízkému krevnímu tlaku, dehydrataci a svalovým křečím.	Zadržování tekutin, vysoký krevní tlak, který může vyústit v infarkt. Selhání srdce a ledvin.
	Účastní se regulace nervové a svalové činnosti.		
Cl^-	Účinkuje spolu s K^+ a Na^+ při regulaci tělesné rovnováhy tekutin a elektrolytů. Nejvyšší koncentrace Cl^- v těle je v mozkomíšní tekutině a v trávicích žaludečních šťávách.	K nedostatku chloridů dochází vzácně, při běžné stravě se nevyskytuje.	V podstatě žádné – nadbytečné chloridy se vyloučí močí.

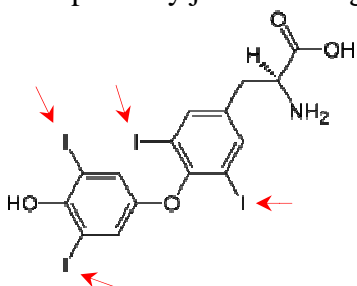
* K nedostatku sodíku i chloridů dochází jen vzácně, protože sůl obsahují téměř všechny potraviny. Významné množství se ale z těla ztrácí pocením, a proto nebezpečí nedostatku hrozí zejména v oblastech s horkým podnebím a lidem, kteří pravidelně provádějí namáhavý pohyb.

Další látky v kuchyňské soli

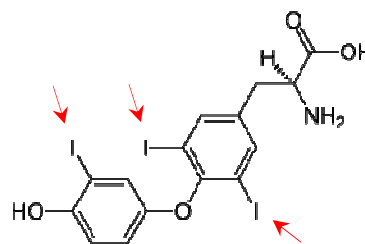
Kuchyňská sůl bývá ze zdravotních důvodů *jodovaná* – přidávkem malého množství jodu ve formě *jodidu* nebo *jodičnanu draselného*. Je tím zabezpečeno, že v populaci nevzniká deficit jodu, který by mohl být příčinou vleklých zdravotních poruch nebo nemocí. Potřebná denní dávka jodu je 140 µg. [16, 56]

Proč potřebujeme jod? [26, 47, 56]

Jod je životně důležitý stopový prvek pro tvorbu hormonů *štítné žlázy*, které řídí rychlost a účinnost přeměny jídla na energii a regulují tělesný a duševní vývoj jedince.



Obr. 44: Chemická struktura thyroxinu



Obr. 45: Chemická struktura trijodthyroninu

Hormony štítné žlázy jsou nezbytné pro mnoho klíčových funkcí v těle. *Thyroxin* (T4) váže v těle jód a ovlivňuje látkovou výměnu v tělních buňkách. Reguluje oxidaci živin a stupeň jejich využití, ovlivňuje i činnost nervstva a pohlavních žláz. Řídí také jiný hormon uložený v adenohypofýze *TSH* (thyreotropin).

Trijodthyronin (T3) vzniká převážně deiodací tyroxinu. Ovlivňuje oxidace v lidském těle, termoregulaci a urychluje odbourávání tuků a cukrů v organismu.

Když je jodu málo

Mírný nedostatek jodu vede k zvětšení štítné žlázy (tvorbě volete), někdy k hrubé kůži, apatii. Dochází k němu nejčastěji u žen v reprodukčním věku – ty se v případě těžkého nedostatku jodu vystavují riziku, že porodí děti s nefunkčními hormony štítné žlázy. Pokud se postižené dítě ihned neléčí thyroxinem, trpí formou retardace známou jako *kretenismus*. [16, 47]

Zdroje jodu

Protože jod je přítomen především v mořské vodě, jsou mořské ryby, plody moře a mořské řasy jeho nejlepšími zdroji. Jód se nachází také v ovoci, zelenině a obilninách, ale množství závisí na jeho koncentraci v půdě, na které plodiny rostly. Jako zdroj může posloužit i maso a mléko volně se pasoucích zvířat. [16]



Obr. 46: Mořské ryby - výborný zdroj jodu.

Když je jodu příliš

Nebezpečí může jodizovaná sůl představovat pro lidi, kteří trpí zvýšenou činností štítné žlázy. Při nadbytku tyroxinu se může např. projevit *Basedowova choroba*; spojená s hubnutím, nadměrným příjmem potravy, zvýšenou dráždivostí, vypoulenýma očima, zvětšením štítné žlázy atd. [16]

Přestože je jodičnan v soli obsažen ve stopovém množství, chemie nám ho umožňuje detekovat. Důkaz je založen na tom, že v kyselém roztoku reaguje jodičnan s jodidem na jod.

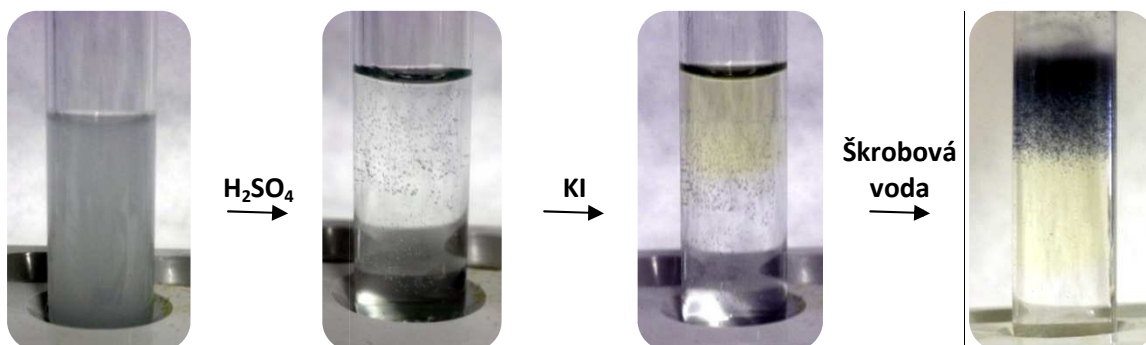
Experiment 3: Důkaz jodičnanu v jodizované stolní soli

⌚ 5 min

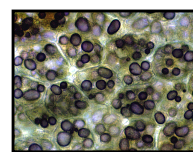
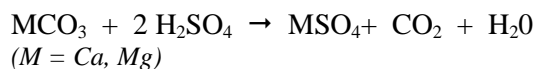
Chemikálie a materiál: kuchyňská sůl obsahující jodičnan, 10% roztok kyseliny sírové, 5% jodid draselný

Pomůcky: kádinka, zkumavka

Ve 100 cm³ destilované vody rozpustíme 20 g jodizované soli. Do zkumavky nalijeme asi 5 cm³ solného roztoku. Pokud je zakalený, přidáme několik kapek zředěné H₂SO₄, až se roztok se vyjasní. Poté přilijeme 10 cm³ roztoku jodidu draselného. Roztok hnědne díky uvolněnému jódu. Vznik jódu dokážeme přikápnutím několika kapek čerstvě převařeného roztoku škrobu - barva se změní v modrofialovou.



Obr. 47: Důkaz jodičnanu



Obr. 48: Zrnka škrobu zbarvená roztokem jodu



Jodoškrobová reakce: reakce jodu s amylosou škrobu – molekuly jodu pronikají dovnitř centrálních dutin spirálových makromolekul amylosy a vznikají modře zbarvené klathráty. [39]

Další přídatné látky v soli

Při rozpouštění kuchyňské soli v předchozích experimentech jsme pozorovali bílý zákal. Ten způsobují špatně rozpustné přísady *uhličitan vápenatý* a *hořečnatý*. Přídavek kyseliny uhličité rozkládá (viz experiment 2).

Uhličitan jsou do soli přidávány jako tzv. *protispékavé látky* – patří mezi přídatné látky, proto se mohou ve složení soli skrývat i za kódy *E 170* (CaCO₃) a *E 504* (MgCO₃).

Zvyšují tekutost soli tím, že podporují vznik krystalků soli, které nepodléhají tak snadno hrudkování. Vzhledem k tomu, že vápenaté a hořečnaté ionty jsou důležité pro lidský metabolismus, obohacení soli o tyto látky má navíc pozitivní význam pro naše zdraví. [51] Vápník i hořečík jsou důležitou součástí našich kostí a zubů, účastní se přenosu nervových vzruchů, jsou důležité pro správnou činnost svalů, vápník je nezbytný i pro srážení krve. [16]

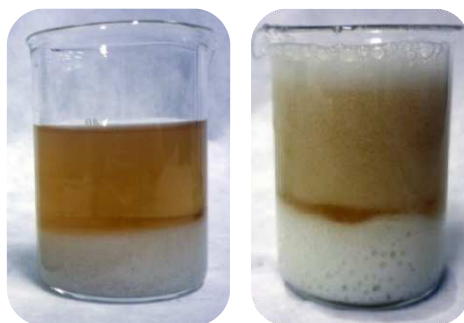
Experiment 4: Důkaz uhličitánů v kuchyňské soli

⌚ 5 min

Chemikálie a materiál: technický chlorid sodný, kuchyňská sůl, ocet

Pomůcky: pipeta, lžička

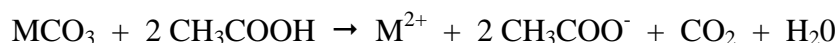
Připravíme si dvě malé kádinky. Do jedné z nich nasypeme asi centimetrovou vrstvu kuchyňské soli a do druhé stejné množství technického chloridu sodného. Do obou kádinek přilijeme ocet (asi do třetiny kádinky). V kádince s kuchyňskou solí, která obsahuje uhličitany, pozorujeme okamžitě silné šumění – ze soli se uvolňují bublinky a stoupají k hladině - vzniká oxid uhličitý. Uhličitany totiž v přítomnosti kyselin (ocet je 8% kyselina octová) reagují za vzniku oxidu uhličitého.



Obr. 49: Technický chlorid sodný (vlevo) a kuchyňská sůl obsahující uhličitany (vpravo)

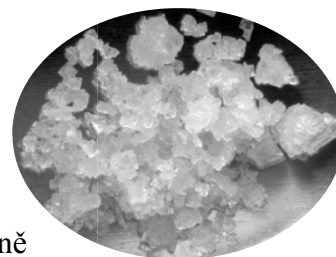
Reakce probíhá podle rovnice:

(M = Ca, Mg)



Téma: SŮL, ESENCE ŽIVOTA

Sůl je součástí našeho každodenního života. Je nepostradatelná v mnoha fyziologických procesech probíhajících v našem těle, které si ji ale neumí samo vyrobit, proto ji musíme organismu dodávat jedinečně potravou. Jejím nedostatkem naprostá většina populace rozhodně netrpí, protože sůl je obsažena ve většině potravin, a kromě toho si pokrmů přisolujeme prostřednictvím *kuchyňské soli*. Které látky jsou ve skutečnosti součástí tohoto výrobku? Staňte se odborníky na analýzu potravin a dokažte, že výrobce svým spotřebitelům nabízí produkt obsahující všechny přísady, které uvedl v jeho složení.



Zadání: Ověřte přítomnost všech látek uvedených ve složení *kuchyňské soli*.

Chemikálie a materiál: *kuchyňská sůl*, technický chlorid sodný, 20% roztok HCl, 1% roztok dusičnanu stříbrného, 10% roztok kyseliny sírové, 5% jodid draselný, destilovaná a vodovodní voda, ocet

Složení: jedlá sůl vakuová (min. 98,5 %),
protispěčkové látky: uhličitan vápenatý
(min. 0,9 %), uhličitan hořečnatý (min. 0,2 %);
jodičnan draselný 33–58 mg/kg.
Obsah jodu: 20–34 mg/kg.

Pomůcky: kádinky, kovový drátek, kahan, zápalky, zkumavky, stojan na zkumavky, hodinové sklíčko, lžička, špachtle

Pracovní postup:

1. Do roztoku HCl ponořte platinový drátek a vyžehněte ho v plameni. Opakujte, až je drátek čistý a plamen nebarví. Znovu ho ponořte do roztoku HCl a pak do pevné soli tak, aby na něm ulpěly její krystalky. Drátek zasuňte na okraj nesvítivé části plamene a pozorujte jeho barvu.
2. Připravte si tři zkumavky, do první nalijte destilovanou vodu, do druhé vodu z vodovodu a do třetí připravte 10% roztok *kuchyňské soli*. Do každé zkumavky potom přilijte malé množství dusičnanu stříbrného. Pozorované změny zaznamenejte do tabulky.
3. Připravte si dvě malé kádinky. Do jedné nasypete asi centimetrovou vrstvu *kuchyňské soli* a do druhé stejné množství technického chloridu sodného. Do obou kádinek potom přilívejte ocet.
4. Ve 100 cm³ destilované vody rozpustěte 20 g *kuchyňské soli* a nalijte do zkumavky asi 5 cm³ vzniklého roztoku. Pokud je zakalený, přidejte několik kapek zředěné H₂SO₄, až se roztok vyjasní. Poté přilijte 10 cm³ roztoku jodidu draselného. Přikápněte několik kapek škrobové vody. Do tabulky zaznamenejte změny pozorované při přidávku každé látky.

**Pozorování:**

1. *Nesvítivý plamen se zbarvil intenzivně žlutě.*

Testem jsme dokázali přítomnost *sodíku* v *kuchyňské soli*.

Zdůvodnění: *Sodík má schopnost barvit plamen právě do žluta.*

2.

	Destilovaná voda	Vodovodní voda	Roztok soli
Výsledek testu	<i>Beze změny</i>	<i>Bílý zákal</i>	<i>Bílá sraženina</i>

Testem jsme dokázali přítomnost *chloru* v kuchyňské soli.

Zdůvodnění: *Chloridové ionty tvoří se stříbrnými ionty (z AgNO_3) bílou sraženinu AgCl . Voda z vodovodu je chlorovaná, proto je výsledek také pozitivní. Destilovaná voda neobsahuje žádné chloridové anionty, proto zůstane čirá*

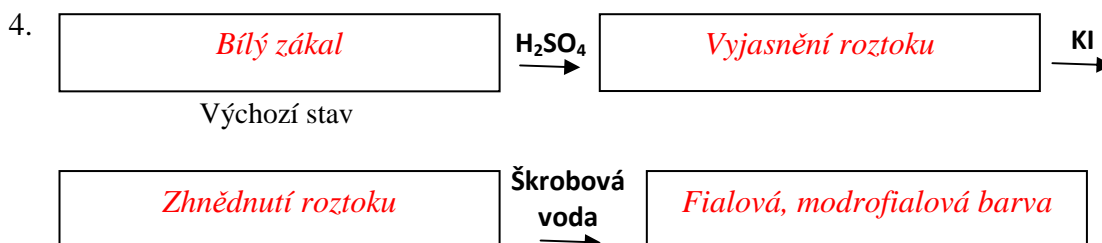
Těmito dvěma experimenty jsme dokázali přítomnost sloučeniny: *chloridu sodného*

3. *V kádince s kuchyňskou solí, pozorujeme okamžitě silné šumění – ze soli se uvolňují bublinky a stoupají k hladině. V kádince s technickým chloridem sodným nepozorujeme žádnou reakci.*

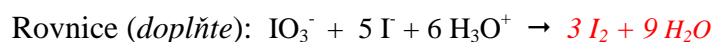


Testem jsme dokázali přítomnost *uhličitanů* v kuchyňské soli.

Zdůvodnění: *Uhličitaný v přítomnosti kyselin (ocet je 8% kyselina octová) reagují za vzniku oxidu uhličitého, který pozorujeme jako bublinky plynu.*



Testem jsme dokázali přítomnost *jodu* v kuchyňské soli.



Zdůvodnění: *Roztok hnědne díky uvolněnému jódu. Vznik jódu dokážeme přikápnutím škrobové vody - barva se změní v modrofialovou. Probíhá jodoškrobová reakce: reakce jodu s amylosou škrobu – molekuly jodu pronikají dovnitř centrálních dutin spirálových makromolekul amylosy a vznikají modře zbarvené klathráty.*

Celkový závěr:

Dokázali jsme přítomnost všech sloučenin uvedených na výrobku.

Vyřešte následující úkoly a zodpovězte otázky:

1. Sůl je naprosto nepostradatelnou složkou naší výživy, ale většina lidí jí více soli, než potřebuje. Například v České republice sní průměrný dospělý člověk 16,7 g soli (asi tři vrchovaté lžičky) denně. Světová zdravotnická organizace (WHO) naproti tomu doporučuje maximálně 6 g denně. [16] Sepište do tabulky význam soli pro naše zdraví (pod kolonku „+“) a naopak zdravotní rizika, která jsou spojena s její nadměrnou konzumací („-“).

+	-
<i>udržuje rovnováhu tekutin v těle a rozumnou výšku krevního tlaku</i>	<i>vzestup krevního tlaku (hypertenze) a zvýšené riziko cévních příhod, srdečního onemocnění a selhání ledvin</i>
<i>nezbytná pro správnou činnost nervů svalů</i>	
<i>důležitá pro vstřebávání určitých živin v tenkém střevě a v ledvinách</i>	<i>vysoký příjem podporuje větší vylučování vápníku, a může tak aktivovat osteoporózu</i>

2. Proč je sůl jodovaná?

Ze zdravotních důvodů - jod je životně důležitý stopový prvek pro tvorbu hormonů štítné žlázy, které řídí rychlost a účinnost přeměny jídla na energii a regulují tělesný a duševní vývoj jedince.

3. Uhlíčitany se do kuchyňské soli přidávají jako *přidatné látky* („éčka“).

a) **Jakou funkci v ní plní?**

Fungují jako protispěkové látky - zvyšují tekutost soli tím, že brání tvorbě hrudek

b) **Zapište uhlíčitany obsažené ve zkoumané soli pomocí chemických vzorců a E-kódů.**

Uhlíčan vápenatý: CaCO_3 ; E 170

Uhlíčan hořečnatý: MgCO_3 ; E 504

4. **Prozkoumejte v obchodě s potravinami, jaké jiné látky může kuchyňská sůl obsahovat, kromě těch, které jste experimentálně dokázali v tomto cvičení, a jaký mají v soli význam?**

Křemičitany, hexakyanidoželeznatany – protispěkové látky

Fluoridy – zdravotní (obohacení o fluor)

Jodid draselný – zdravotní (obohacení o jod)

Téma č. 5: **DEHYDROGENÁZA KYSELINY JANTAROVÉ - DĚLNÍK V SRDCI ENERGETICKÉHO METABOLISMU**

METODICKÉ POKYNY

Klíčové pojmy:

- citrátový cyklus, denaturace, enzym, FAD, FADH₂, inhibitor, katalýza, kofaktor, kompetitivní inhibice, dehydrogenáza kyseliny jantarové (= sukcinátdehydrogenáza = SDH), kyselina fumarová (= fumarát), kyselina jantarová (= sukcinát), kyselina malonová, methylenová modř, oxidace, redukce, substrát

Experiment:

- Aktivita dehydrogenázy kyseliny jantarové v živočišných tkáních

Instrukce k bezpečnosti práce:

- je třeba dbát bezpečnostních opatření při práci s otevřeným ohněm (kahanem)
- kyselina malonová je zdraví nebezpečná látka

Časová náročnost:

- cvičení doporučuji provádět v rámci dvou VH
- pro výraznější zkrácení času může učitel maso připravit dopředu (homogenizovat)

Zařazení tématu do výuky podle RVP G:

- VO *Člověk a příroda* - vzdělávací obory *Chemie, Biologie*

Zařazení tématu do učiva vzdělávacího oboru *Chemie*:

- Tematický celek: Obecná chemie
 - Učivo: *Rychlost chemických reakcí a chemická rovnováha*
- Tematický celek: Organická chemie
 - Učivo: *Léčiva, pesticidy, barviva a detergenty*
- Tematický celek: Biochemie
 - Učivo: *Enzymy, vitaminy a hormony*

Toto téma je zaměřeno na konkrétní enzym zahrnutý v citrátovém cyklu všech aerobních organismů. Na příkladu jedné reakce, kterou katalyzuje, jsou demonstrovány některé charakteristické vlastnosti enzymů, obecný princip enzymatických reakcí i vliv vnějších podmínek prostředí a některých látek na jejich průběh. Současně jsou do reakce zapojeny oxidačně-redukční procesy.

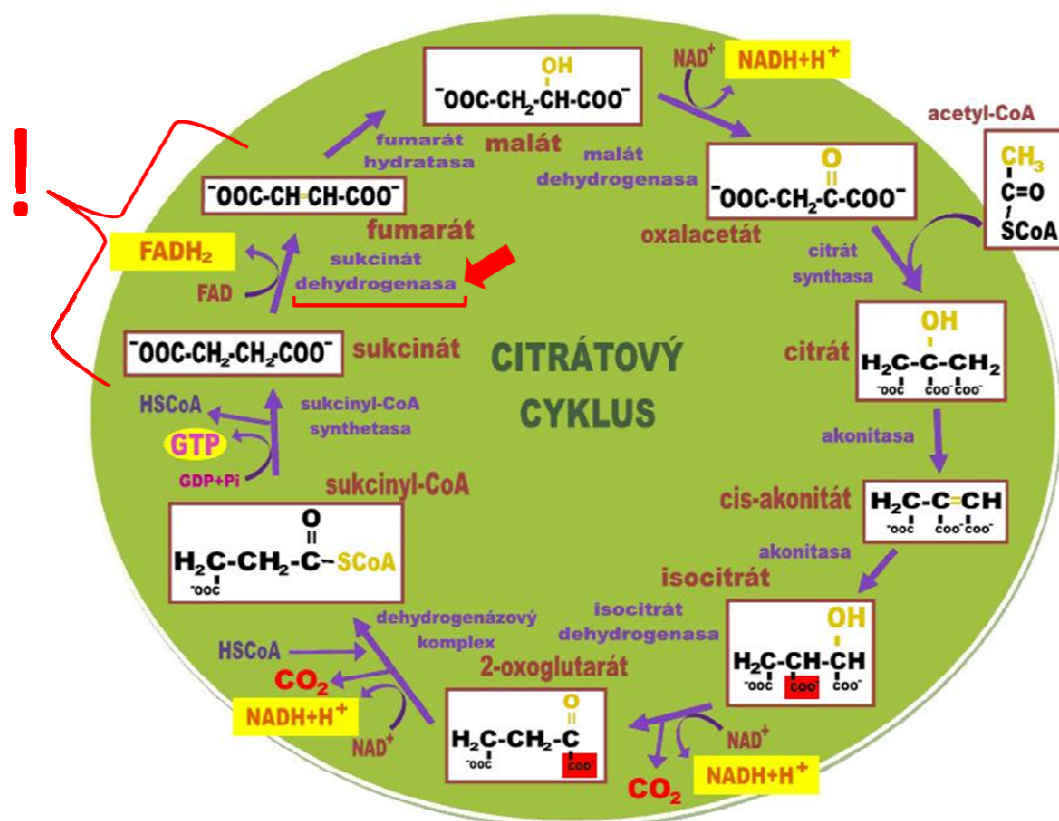
Téma je velmi komplexní a propojuje učivo několika zásadních tematických celků, a proto ho doporučuji realizovat s žáky posledních ročníků gymnázia.

Použitá literatura a internetové zdroje:

Námět k experimentu byl inspirován především publikací [19], která však obsahovala jen stručný a nekonkrétní nástin jeho provedení. Podrobnější návod jsem našla v zahraničním zdroji [65], se kterým jsem však nedosáhla příliš průkazných výsledků. Po několika neúspěšných pokusech byly použité látky, jejich koncentrace i pracovní postup nakonec upraveny do podoby, která vedla k jednoznačným výsledkům. Učební text byl sestaven na základě [1, 19, 36, 45, 65].

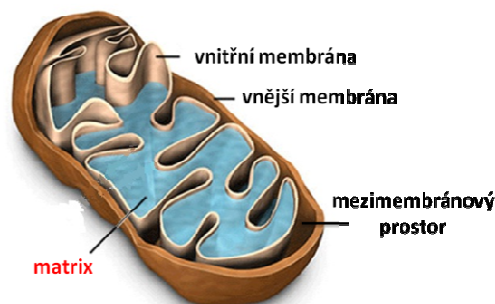
UČEBNÍ TEXT

Ve svalech živočichů je obsažen specifický enzym *dehydrogenáza jantarové kyseliny* (*sukcinátdehydrogenáza*, dále SDH). [19] V organismu hraje významnou úlohu při oxidaci živin v tzv. **citrátovém cyklu**. Citrátový cyklus - známý také jako *Krebsův cyklus* (podle vědce sira *Hanse Krebse*, který za jeho objev obdržel v roce 1953 Nobelovu cenu), *cyklus kyseliny citrónové*, *trikarboxylový cyklus* nebo *cyklus trikarboxylových kyselin* - je jedním z nejdůležitějších metabolických pochodů látkové přeměny. Probíhá ve všech aerobních živých objektech, tedy v buňkách živočišných organismů, vyšších rostlin i u aerobních mikroorganismů. Zahrnuje sled osmi dílčích reakcí, během nichž se odbourává *acetylkoenzym A* (kyselina octová ve své aktivní formě) na *oxid uhličitý* a *redukované koenzymy* ($\text{NADPH} + \text{H}^+$, FADH_2). Prostřednictvím tohoto cyklu mohou být odbourávány všechny základní živiny. [36, 45]



Obr. 50: Schéma citrátového cyklu (červené symboly zdůrazňují reakci, již se účastní SDH)

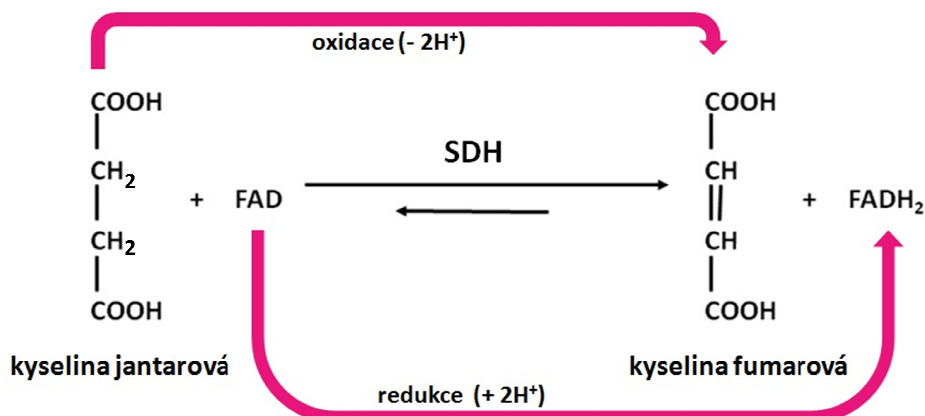
Celý cyklus probíhá v buňce v *matrix* mitochondrií, které obsahují všechny enzymy a koenzymy potřebné pro jeho průběh. Během cyklu se získává energie ve formě ATP, kterou buňka využívá pro anabolické pochody, jako je resyntéza glykogenu z kyseliny mléčné, biosyntéza bílkovin a mnoha jiných látek, a také pro fyziologickou činnost, například udržování tělesné teploty. [36, 45]



Obr. 51: Mitochondrie

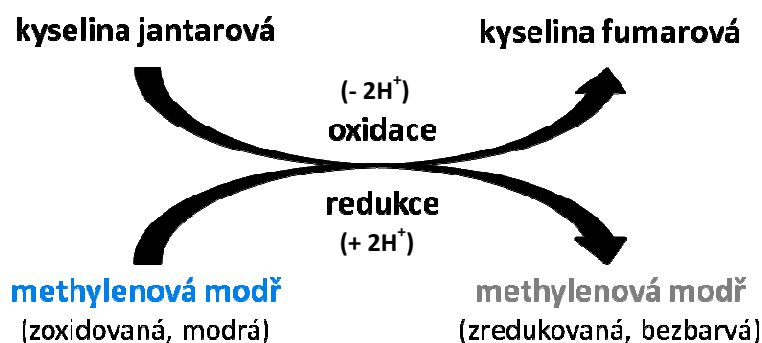
Aktivita SDH v citrátovém cyklu

SDH katalyzuje jeden z osmi kroků citrátového cyklu, a sice oxidaci *kyseliny jantarové* (= *sukcinát*), jak je znázorněno na obr. 52. Kyselina jantarová během této reakce ztrácí dva vodíkové atomy a je přeměněna v kyselinu fumarovou (= *fumarát*). S SDH přitom spolupracuje molekula *flavinadenindinukleotid (FAD)* - je kofaktorem SDH, přijímá dva vodíkové atomy a redukuje se v $FADH_2$. Vodíky a jejich elektrony $FADH_2$ nakonec předává kyslíku za tvorby vody v tzv. *elektrotransportním řetězci* umístěném na vnitřní mitochondriální membráně. [45, 65]

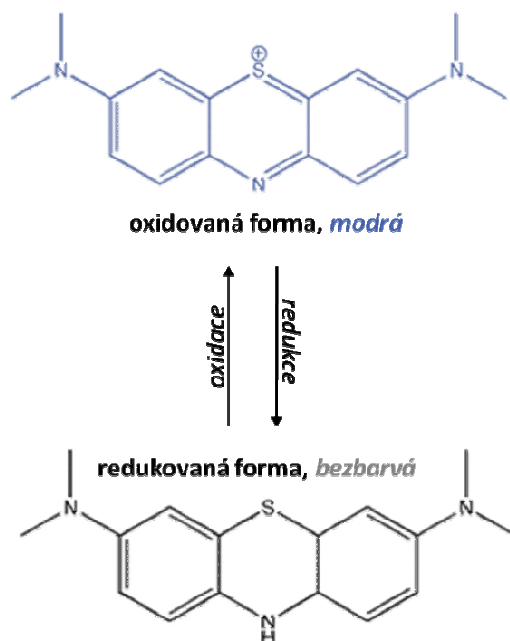


Obr. 52: Přeměna kyseliny jantarové v kyselinu fumarovou v citrátovém cyklu katalyzovaná SDH

Reakci přeměny kyseliny jantarové za účasti SDH je možné demonstrovat i mimo živý organismus. Enzymy totiž zůstávají aktivní také *in vitro* (tj. mimo živé objekty) - na rozdíl od jiných aktivních bílkovin neenzymové povahy, které jsou závislé na biologických strukturách (např. hormony). *In vitro* můžeme místo FAD použít jako akceptor vodíku barvivo (které se v přírodě nevyskytuje) *methylenovou modř*. Tato látka je v zoxidované formě modrá, ale když přijme vodík a redukuje se, stává se bezbarvou. [65]



Obr. 53: Přeměna kyseliny jantarové katalyzovaná SDH nahrazením FAD methylenovou modří, probíhající *in vitro*: kyselina jantarová je donorem, takže ztrácí elektron a oxiduje kyselinu fumarovou a naopak methylenová modř získává elektron, čímž přechází v bezbarvou redukovanou formu



Obr. 54: Oxidovaná a redukována forma methylenové modře

Jak bylo ukázáno výše, přeměna kyseliny jantarové je oxidačně-redukční reakcí. Použitím methylenové modře jako oxidačně-redukčního indikátoru tedy můžeme sledovat barevné změny, které nás informují o tom, že reakční směs podstupuje redoxní aktivitu.

Jako zdroj enzymu SDH v experimentu poslouží maso, protože sval je výborným zdrojem mitochondrií.

Experiment: Aktivita dehydrogenázy kyseliny jantarové v živočišných tkáních

🕒 celkem do 70 min

Chemikálie a materiál: 15 g kuřecího masa, destilovaná voda, chlorid sodný, 10% roztok kyseliny jantarové, 10% roztok kyseliny malonové, methylenová modř

Pomůcky: třecí miska s tloučkem, gáza, lžička, 4 zkumavky, kahan, trojnožka (nebo stojan a kruh), síťka, kádinka, skleněné tyčinky, teploměr

Syrové kuřecí maso nadrobno rozřežeme, přeneseme do třecí misky a roztíráme s trojnásobným objemem vody, do které je přidán chlorid sodný (přibližně třetina čajové lžičky). Maso důkladně roztíráme tloučkem asi 3 minuty. Vzniklou kaši promyjeme několikrát vodou přes 2 vrstvy tlustou gázu, aby se odstranily rozpustné endogenní látky (potřebujeme vymýt zejména substrát pro SDH - kyselinu jantarovou).

Poté si připravíme čtyři zkumavky a do každé z nich umístíme trochu homogenizovaného masa (přibližně do výšky 2 cm). Zkumavku 4 ponoříme na 5 minut do vroucí vodní lázně, a pak ji necháme vychladnout na laboratorní teplotu.

Další chemikálie přidáváme do zkumavek podle údajů v následující tabulce:

Zkumavka č. →	1	2	3	4
Kyselina malonová	-	-	4 kapky	-
Kyselina jantarová	-	4 kapky	4 kapky	4 kapky
Destilovaná voda	10 kapek	6 kapek	2 kapky	6 kapek

Zkumavka 1, 2 a 3 – čerstvé maso; **zkumavka 4** – vařené maso

Po přidání všech látek z tabulky přikápneme do každé zkumavky 2 kapky methylenové modře. Poté každou zkumavku zamícháme čistou (!) skleněnou tyčinkou a necháme maso usadit na dno.

Zkumavky vložíme do kádinky s vodou zahřátou na 40 °C, čímž budeme simulovat přibližnou teplotu organismu a zároveň urychlíme průběh reakce. Zkumavky takto necháme inkubovat 30 – 45 minut, přičemž budeme po celou dobu pomocí teploměru kontrolovat teplotu a udržovat ji na stejné hodnotě (hlavně příliš tuto teplotu nepřekračujeme!). Po půl hodině zkumavky vyjmeme z kádinky a pozorujeme barevné změny.

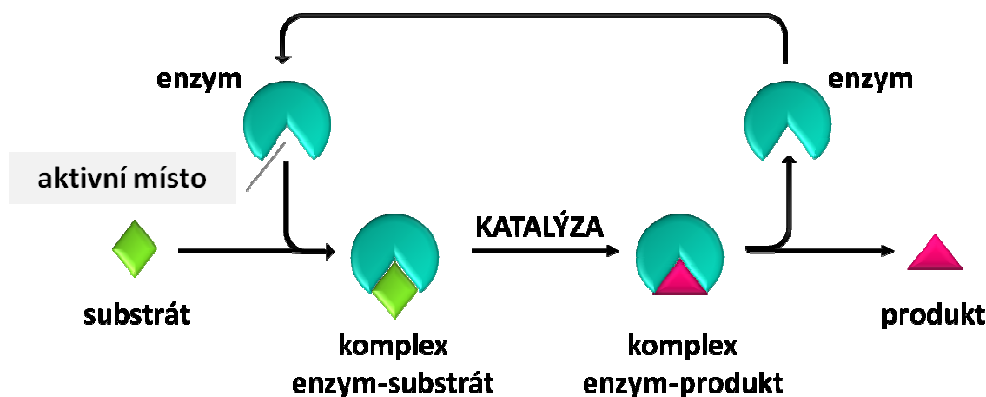


Obr. 55: Průběh experimentu a jeho výsledky (zkumavky 1, 2, 3 a 4; zleva)

Prostřednictvím tohoto pokusu mohou být pozorovány tři důležité vlastnosti enzymu:

1. enzym musí vytvořit vazbu se *substrátem*, aby mohlo dojít k reakci
2. enzym je *substrátově specifický*
3. enzym podléhá nad určitou hodnotu teploty prostředí *denaturaci* a ztrácí svou funkci

Ad 1. Mechanismus enzymatických reakcí se řídí obecnými principy katalýzy, takže reakční cesta vede přes nestabilní meziproducty. Každý enzym má své *aktivní místo*, ke kterému se váže jedna nebo dvě molekuly substrátu, a vzniká komplex *enzym-substrát*. Reakce pak probíhá v aktivním místě za vzniku komplexu *enzym-product*. Produkt je uvolněn a enzym může vázat další molekuly substrátu. Enzym z reakce tedy vychází nezměněn a nespotřebován (velmi výstižný je čínský výraz pro katalyzátor, „*cú-mej*“, který znamená zároveň „*sňatkový dohazovač*“, a dokonale tím vystihuje podstatu jeho katalytického působení). [1]



Obr. 56: Jak pracují enzymy

Substrátem enzymu v provedeném pokusu byla kyselina jantarová. **Zkumavka 1** byla tedy jen kontrolní. Zůstala bez barevných změn, protože k masu nebyl přidán žádný substrát, na který by se enzym navázal, pouze voda. V nepřítomnosti jantarové kyseliny reakce neprobíhá (pokud je ovšem kaše dobře promytá vodou a je z ní tak odstraněna jantarová kyselina, která v ní byla původně obsažena!!!).



Obr. 57: Zkumavka 1 po ukončení experimentu



Ve **zkumavce 2** došlo k odbarvení původně modré barvy. Do zkumavky byl přidán substrát, ten se svázal s SDH a poměrně rychle se zoxidoval na kyselinu fumarovou. Atom vodíku se přitom přenesl na molekulu methylenové modři a ta se změnila v redukovanou, tedy bezbarvou formu.

Obr. 58: Zkumavka 2 po ukončení experimentu

Ad 2. Pro demonstraci substrátové specifity (která znamená, že určitý enzym katalyzuje pouze určitou reakci určitého substrátu) byla v experimentu použita **kyselina malonová**, známá jako tzv. *kompetitivní inhibitor*. [36]

Kompetitivní inhibice je založena na principu soutěživého brzdění enzymově katalyzované reakce strukturálně podobnými látkami jako je substrát. Kyselina malonová má vzorec $\text{COOH-CH}_2\text{-COOH}$. Její struktura je tedy velmi podobná struktuře kyseliny jantarové: $\text{COOH-CH}_2\text{-CH}_2\text{-COOH}$, jen je o jeden uhlík kratší. Tím, že se silně podobá normálnímu substrátu SDH, může "vlákat" enzym do vazby. Žádná reakce však neproběhne. SDH je vysoce specifický enzym a v kyselině není žádný vodík, který by mohl dehydrogenovat. Takový "falešný" substrát tedy navázáním do aktivního místa brání skutečnému substrátu podstoupit požadovanou reakci v běžně pozorované rychlosti. [36, 65]

Proto když jsme přidali do **zkumavky 3** kyselinu jantarovou i kyselinu malonovou, substrát musel soutěžit s inhibitorem o aktivní místo na enzymu, vodíky nebyly předány methylenové modři tak snadno a modrá barva se odbarvila ve sledovaném čase jen částečně.



Obr. 59: Zkumavka 3 po ukončení experimentu

Ad 3. Rychlost enzymových reakcí vzrůstá s rostoucí teplotou, ovšem jen do určité limitní hodnoty, nad kterou bílkovinná část enzymu podléhá denaturaci – dochází k nevratným změnám její terciální struktury, a enzym tak ztrácí svoji katalytickou aktivitu.

Převařením masa ve **zkumavce 4** tedy SDH podlehla denaturaci, proto nedošlo k žádné reakci a barva zůstala modrá, přestože byl přítomen substrát.



Obr. 60: Zkumavka 4 po ukončení experimentu

Téma: DEHYDROGENÁZA KYSELINY JANTAROVÉ - DĚLNÍK V SRDCI ENERGETICKÉHO METABOLISMU

Ve svalech živočichů je obsažen specifický enzym *dehydrogenáza jantarové kyseliny* (sukcinátdehydrogenáza, SDH). Je součástí citrátového cyklu a katalyzuje přeměnu jantarové kyseliny na kyselinu fumarovou s přenosem odebraného vodíku na FAD. Tento významný krok energetického metabolismu, který probíhá i v těle každého z nás, můžeme demonstrovat také mimo živý organismus v laboratoři. Použijeme k tomu kus kuřecího masa a jako příjemce vodíku methylenovou modř. Toto barvivo se v přírodě nevyskytuje, ale poslouží nám jako indikátor ukazující, že reakční směs podstupuje oxidačně-redukční změnu - zoxidované je totiž modré, ale když přijme vodík (čímž se redukuje), stává se bezbarvým.

Zadání: Sledujte aktivitu dehydrogenázy kyseliny jantarové v živočišných tkáních za různých podmínek.

Chemikálie a materiál: 15 g kuřecího masa, destilovaná voda, chlorid sodný, 10% roztok kyseliny jantarové, 10% roztok kyseliny malonové, methylenová modř

Pomůcky: třecí miska s tloučkem, gáza, kahan, trojnožka (nebo stojan a kruh), lžička, 4 zkumavky, skleněné tyčinky, síťka, zápalky, kádinky, teploměr

Pracovní postup:

1. Rozřežte nadrobno syrové kuřecí maso, přeneste do třecí misky a přilijte přibližně trojnásobný objem vody, do které je přidána asi třetina čajové lžičky chloridu sodného. Maso důkladně roztírejte tloučkem alespoň 3 minuty. Vzniklou kaši důkladně (!) promyjte několikrát vodou přes 2 vrstvy tlustou gázu, abyste odstranili rozpustné endogenní látky, především obsaženou kyselinu jantarovou.
2. Připravte si čtyři zkumavky a označte je čísly 1 – 4. Do každé z nich umístěte trochu homogenizovaného masa (přibližně do výšky 2 cm). Zkumavku 4 ponořte na 5 minut do vroucí vodní lázně, a pak ji nechte vychladnout na laboratorní teplotu.
3. Další látky přidávejte do zkumavek podle údajů v následující tabulce:

Zkumavka č. →	1	2	3	4
Kyselina malonová	-	-	4 kapky	-
Kyselina jantarová	-	4 kapky	4 kapky	4 kapky
Destilovaná voda	10 kapek	6 kapek	2 kapky	6 kapek

4. Po přidání všech látek z tabulky přikápněte do každé zkumavky 2 kapky methylenové modře. Potom každou zkumavku zamíchejte vždy čistou (!!!) skleněnou tyčinkou a nechte maso usadit na dno.
5. Zkumavky vložte do kádinky s vodou zahřátou na 40 °C. Nechte je 30 – 45 minut inkubovat, přičemž po celou dobu průběhu pokusu průběžně kontrolujte teplotu a udržujte ji na stejné hodnotě (hlavně tuto teplotu nenechte příliš překročit!). Zhruba po půl hodině zkumavky vyjměte z kádinky a zaznamenejte barevné změny do tabulky (pokud nepozorujete výrazné změny po uplynutí tohoto času, nechte reakci probíhat delší dobu).

Výsledky:

→ Zkumavka č.	1	2	3	4
Počáteční barva	<i>Modrá</i>	<i>Modrá</i>	<i>Modrá</i>	<i>Modrá</i>
Konečná barva	<i>Modrá</i>	<i>Odbarvení</i>	<i>Světle modrá</i>	<i>Modrá</i>

S využitím pozorovaných změn zbarvení a vašich znalostí vyřešte následující úkoly a zodpovězte otázky:

- Obrázek znázorňuje *kompetitivní inhibici*. Ve které zkumavce k tomuto ději došlo a jak jej lze zvrátit? Doplňte, která látka byla enzymem (E), která inhibítorem (I) a která substrátem (S) v provedeném experimentu.

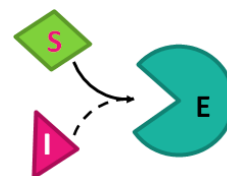
Zkumavka č. 3

Reakci lze zvrátit *zvýšením koncentrace substrátu (kyseliny jantarové)*.

E: *dehydrogenáza kyseliny jantarové (SDH)*

S: *kyselina jantarová*

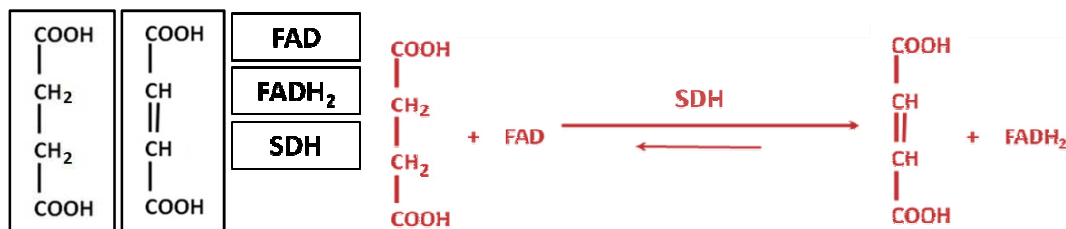
I: *kyselina malonová*



- Je kyselina jantarová pro tuto reakci nezbytná? Vysvětlete.

Ano, je substrátem SDH, za přítomnosti enzymu se poměrně rychle oxiduje na kyselinu fumarovou. V nepřítomnosti jantarové kyseliny reakce neprobíhá.

- Zapište rovnici reakci katalyzovanou SDH s využitím sloučenin v rámečkách:

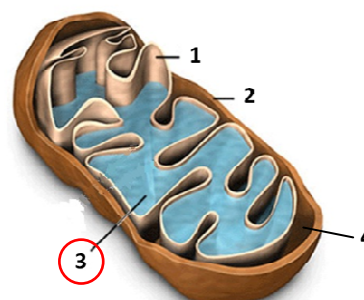


- Dochází k redukcí a odbarvování barviva v přítomnosti převařené kaše z masa? Vysvětlete.

Ne, SDH ztrácí, stejně jako všechny ostatní enzymy, po převaření svou funkci v důsledku denaturace jeho bílkovinné části.

- Na obrázku je organela, ve které probíhá v buňce citrátový cyklus (včetně reakce přeměny kyseliny jantarové, kterou jste zkoumali v tomto cvičení). Organelu pojmenujte a zakroužkujte číslo, které ukazuje přesné umístění cyklu.

Mitochondrie



4. ZÁVĚR

Ve své diplomové práci jsem zkoumala problematiku potravin ve vztahu k chemickému gymnaziálnímu vzdělávání. V teoretické části práce byla provedena rešerše několika publikací, která mi umožnila získat komplexnější náhled na chemii potravin, byly vytipovány některé základní pojmy, které se k problematice potravin vztahují a některá témata z této oblasti aktuálně diskutovaná veřejností. Na tomto základě jsem dále hledala provázanost tematiky potravin především s učivem vzdělávacího oboru *Chemie*. Lze ji však také díky její interdisciplinaritě propojit i se vzdělávacím obsahem dalších vzdělávacích oborů vymezených RVP G (především *Biologie*, *Výchovy ke zdraví*, *Fyziky*). Problematika potravin může významně přispět i k realizaci několika průřezových témat, zejména *Mediální a Environmentální výchovy*. Byla také diskutována oprávněnost jejího zařazení do výuky chemie v souladu s požadavky RVP G i možný přínos z hlediska změny postoje žáků k chemii při uchopení tématu jako prostředku motivace ve výuce tohoto předmětu.

Vazby na potraviny v kurikulárních dokumentech České republiky byly následně porovnány s dokumenty slovinského vzdělávacího systému, jehož kurikulární politika i pojetí chemie je v zásadních bodech podobné našemu. Slovinské gymnaziální vzdělávání dává potravinářské problematice větší prostor v rámci speciálního volitelného tematického celku, jehož obsah i cíle jsou velmi podrobně v učebním programu definovány.

Bylo také zhodnoceno zastoupení problematiky potravin ve vybraných českých i slovinských středoškolských učebnicích chemie a několika dalších českých učebních materiálech. Výsledky analýzy byly vyhodnoceny pro obě srovnávané země velmi podobně jak v množství zmiňovaných informací, tak k chemickým tématům, ke kterým se vážou. Přestože jsou však v našich středoškolských učebnicích vazby na potraviny patrné, je potřeba říci, že tyto učebnice přesto příliš nevyhovují požadavkům RVP G zejména díky přílišnému teoretickému a faktickému pojetí, namísto vazeb na reálný život.

V rámci praktické části byly vytvořeny konkrétní učební materiály na podporu experimentální výuky tohoto tématu ve zpracování pro učitele i žáky gymnázií. Bylo zvoleno pět tematických celků vztahujících se k potravinám, na nichž je prezentováno, jakými způsoby je možné potraviny propojit s učivem chemie v rámci laboratorních cvičení. Materiály si kladly za cíl především prohloubit motivaci žáků k učení a zájem o předmět, vytvořit vazbu mezi teoretickým poznáním a praktickým každodenním životem a vzbudit vědomí reálnosti teoreticky osvojovaných chemických poznatků. Pro žáky byly navrženy laboratorní

protokoly s doplňujícími úkoly a otázkami, z nichž některé ověřují, zda žáci pochopili princip pozorovaného děje či účel pokusu, jiné zasazují daná témata do širšího kontextu chemie i jiných vzdělávacích oborů, zdraví, a některých oblastí reálného života. Pro učitele byla zpracována autorská řešení těchto protokolů a dále byly navrženy pro všechna témata metodické listy, které shrnují teoretické informace k jednotlivým tématům psané formou učebních textů, vysvětlují zařazené experimenty a jsou obohaceny metodickými pokyny. Pro volbu tematických celků i začleněných experimentů byla stěžejní analýza již zpracovaných pokusů v rámci některých publikací, projektů a bakalářských a diplomových prací, obhájených na KUDCH PřF UK v posledních několika letech. Všechny použité experimenty byly autorsky ověřeny a byla pořízena jejich fotodokumentace.

5. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY, INTERNETOVÝCH A DALŠÍCH ZDROJŮ

5.1. Seznam prostudované a použité literatury

1. ALBERTS, B. A KOL.: *Základy buněčné biologie*. Ústí nad Labem: Espero Publishing, 1998.
2. BANÝR, J.; BENEŠ, P. A KOL.: *Chemie pro střední školy*. Praha: SPN, 1995.
3. BENEŠOVÁ, M.; SATRAPOVÁ, H.: *Odmaturuj z chemie*. Brno: Didaktis, 2002.
4. BENDA, V.; BABŮREK, I.; ŽĎÁRSKÝ, J.: *Biologie II (Nauka o potravinářských surovinách)*. Praha: VŠCHT, Fakulta potravinářské a biochemické technologie, 2000.
5. BUCHAR, E.; DOUBRAVA, J.; LIPTHAY, T.: *Organická chemie pro pedagogické fakulty*. Praha: SPN, 1989.
6. BUKOVEC, N.; BRENČIČ J.: *Kemija za gimnazije 1*. Ljubljana: DZS, 2005.
7. BUKOVEC, N.; DOLENC, D.; ŠKET, B.: *Kemija za gimnazije 2*. Ljubljana: DZS, 2002.
8. ČTRNÁCTOVÁ, H.; HALBYCH, J.; HUDEČEK, J. a kol.: *Chemické pokusy pro školu a zájmovou činnost*. Praha: Prospektrum, 2000.
9. DVOŘÁČKOVÁ, S.: *Chemie na dlani*. Olomouc: Rubico, 2002.
10. GANAJOVÁ, M.: *Chemické experimenty s vybranými produkty z obchodu*. Košice: UPJŠ, 2005.
11. HROBAŘOVÁ, E.: *Vitaminy v učivu chemie na ZŠ A SŠ*. Bakalářská práce. Praha: UK v Praze, PřF, 2008.
12. KADLEC, P. A KOL.: *Technologie potravin II*. Praha: VSCHT, 2008.
13. KODÍČEK, M. A KOL.: *Chemie pro gymnázia v testových úlohách*. Praha: SPN, 1998.
14. KODÍČEK, M.; KARPENKO, V.: *Biofyzikální chemie*. Praha: Academia, 2000.
15. KOLÁŘ, K.; KODÍČEK, M.; POSPÍŠIL, J.: *Chemie II (organická a biochemie) pro gymnázia*. Olomouc: SPN, 1997.
16. KOLEKTIV AUTORŮ: *Jídlo jako jed, jídlo jako lék*. Praha: Reader's Digest Výběr, 1998.
17. KOLEKTIV AUTORŮ: *Svět potravin a kouzlo biotechnologií*. Ostrava: KEY Publishing, 2010.
18. KUDRNOVÁ, T.: *Bílkoviny v učivu chemie na základních a středních školách*. Bakalářská práce. Praha: UK v Praze, PřF, 2008.
19. LIBKIN, O. M.: *Pokusy bez výbuchů*. Praha: SNTL, 1983.
20. MAREČEK, A.; HONZA, J.: *Chemie pro čtyřletá gymnázia 3*. Olomouc: DaTaPrint, 1998.
21. MAŠEK, L.: *Potraviny a nápoje v kostce*. Úvaly: Ratio.

22. MIKEŠ, V.: *Proč se klepou řízky*. (Chemie v kuchyni). Praha: Dokořán, 2008.
23. MOKREJŠOVÁ, O.: *Moderní výuka chemie*. Praha: TRITON, 2009.
24. NOVOTNÁ, M.: *Náměty a experimenty pro ZŠ A SŠ k tématu Zdravá výživa*. Diplomová práce. Praha: UK v Praze, PŘF, 2010.
25. ODSTRČIL, J.; ODSTRČILOVÁ, M.: *Chemie potravin*. Brno: Národní centrum ošetrovatelství a NZO, 2006.
26. PACHMANN, E.; ČIPERA, J.; HELLBERG, J. A KOL.: *Speciální didaktika chemie*. Praha: SPN, 1986.
27. PÁNEK, J.: Mýty, legendy a omyly ve výživě. In *Svět potravin a kouzlo biotechnologií – 24. Letní škola VŠCHT Praha*. Ostrava: KEY Publishing, 2010. s. 29.
28. PITTER, P.: *Hydrochemie*. Praha: VŠCHT, 1999.
29. POHAN, J.: Světem se šíří nové infekce. *21. století*, 2008, roč. 7, č. 7, s. 64.
30. POLÍVKOVÁ, M.: *Chemické experimenty pro SŠ – chromatografie s přírodními látkami*. Diplomová práce. Praha: UK v Praze, PŘF, 2010.
31. ŘEHOŘ A KOL.: *Organická chemie*. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1973.
32. SNYDER, C. H.: *The Extraordinary Chemistry of Ordinary Things*, 1999.
33. STOCKLEYOVÁ, C.; OXLADE, CH.; WERTHEIMOVÁ, J.: *Velká encyklopedie vědy*. Havlíčkův Brod: Fragment, 2003.
34. STREJČKOVÁ, M.: *Sacharidy – učební materiály pro střední školy*. Diplomová práce. Praha: UK v Praze, PŘF, 2010.
35. STRNADOVÁ, H.: *Potrava, přídatné látky a lidské zdraví v učivu chemie*. Bakalářská práce. Praha: UK v Praze, PŘF, 2008.
36. ŠÍCHO, V.: *Potravinářská biochemie*. Praha: SNTL, 1969.
37. ŠKODA, I.; DOULÍK, P.: *Chemie 8: učebnice pro základní školy a víceletá gymnázia*. Plzeň: Fraus, 2006.
38. ŠKODA, I., DOULÍK, P.: *Chemie 9: učebnice pro základní školy a víceletá gymnázia*. Plzeň: Fraus, 2007.
39. ŠULCOVÁ, R.; BÖHMOVÁ H.: *Netradiční experimenty z organické a praktické chemie*. Praha: UK v Praze, PŘF, 2007.
40. ŠULCOVÁ R., PISKOVÁ D.: *Přírodovědné projekty pro gymnázia a střední školy*. Praha: UK v Praze, PŘF, 2008.
41. ŠULPIN, G. B.: *Okouzující chemie*. Praha: SNTL, 1989.
42. VACÍK, J. A KOL.: *Přehled středoškolské chemie*. Praha: SPN, 1999.
43. VELÍŠEK, J.: *Chemie potravin 3*. Tábor: OSSIS, 2002.
44. VOBORSKÁ, D.: *Obecná chemie na středních školách v experimentálních úlohách*. Diplomová práce. Praha: UK v Praze, PŘF, 2010.
45. VODRÁŽKA, Z.: *Biochemie*. Praha: Academia, 2002.

46. VODRÁŽKA, Z.: *Biochemie: pro studenty středních škol a všechny, které láká tajemství živé přírody*. Praha: Scientia, 1998.
47. VOET, D.; VOETOVÁ, J.G. *Biochemie*. Praha: Victoria Publishing, 1990.
48. VOLF, P; HORÁK, P.: *Paraziti a jejich biologie*. Praha: Triton, 2007.
49. VOLMUTOVÁ, I.: *Nové materiály na podporu výuky Biochemie na SŠ, Nukleové kyseliny*. Praha: UK v Praze, PřF, 2010.
50. VOZKA, J.: *Chemické experimenty ve středoškolské výuce*. Diplomová práce. Praha: UK v Praze, PřF, 2010.
51. VRBOVÁ, T.: *Víme, co jíme? aneb Průvodce „Éčky“ v potravinách*. Praha: EcoHouse, 2001.
52. WHITTEN, K. W. A KOL.: *General Chemistry*. Belmont: Thomson Brooks/Cole, 2004.

5.2. Seznam použitých internetových zdrojů

53. Celostnimedicina.cz [online]. [cit. 20.7.2010]. Dostupné z WWW: <<http://www.celostnimedicina.cz/komecni-sdeleni-inulin.htm>>
54. Febichol [online]. [cit. 4.4.2011]. Dostupné z WWW: <<http://www.febichol.cz/vite-ze/>>
55. Fytosal s. r. o. [online]. [cit. 21.2.2011]. Dostupné z WWW: <<http://www.fytosal.cz/slozeni.html>>
56. Chemieunterricht.de [online]. [cit. 4.3.2011]. Dostupné z WWW: <<http://www.chemieunterricht.de/dc2/tip/>>
57. *Chinin* [online]. [cit. 6.3.2011]. Dostupné z WWW: <<http://cs.wikipedia.org/wiki/Chinin>>
58. Je sůl opravdu nad zlato? [online]. Časopis 21.století. [cit. 21.3.2011]. Dostupné z WWW: <<http://21stoleti.cz/blog/2005/11/18/tema-mesice-je-sul-opravdu-nad-zlato/>>
59. KVASNIČKOVÁ, A.: *Chinin*. [online]. [cit. 24.3.2011]. Dostupné z WWW: <<http://www.bezpecnostpotravin.cz/Index.aspx?ch=552&typ=1&val=78892&ids=0>>
60. KVASNIČKOVÁ, A.: *Jogurt s inulinem podporuje vstřebávání vápníku* [online]. [cit. 18.7.2010]. Dostupné z WWW: <<http://www.bezpecnostpotravin.cz/Index.aspx?ch=552&typ=1&val=75046&ids=3614>>
61. Metodický portál RVP [online]. [cit. 2.4.2011]. Dostupné z WWW: <<http://www.rvp.cz>>
62. Ministrstvo za šolstvo in šport [online]. [cit. 25.1.2011]. Dostupné z WWW: <http://portal.mss.edus.si/msswww/programi2010/programi/gimnazija/ucni_nacti.htm>
63. Ministry of Education and Sport [online]. [cit. 14.1.2011]. Dostupné z WWW: <http://www.mss.gov.si/en/areas_of_work/upper_secondary_education_in_slovenia/genera1_upper_secondary_education_in_slovenia/#c16932>

64. Original River [online]. [cit. 12.3.2011]. Dostupné z WWW:
<<http://www.originalriver.cz/tonic.php>>
65. Saddleback College [online]. [cit. 7.3.2010]. Dostupné z WWW:
<<http://www.saddleback.edu/faculty/steh/bio20labfolder/enzymelab.pdf>>
66. Salt Institute [online]. [cit. 3.3.2011]. Dostupné z WWW:
<<http://www.saltinstitute.org/About-salt>>
67. STRATIL, P.: *Antinutriční a toxické látky* [online]. [cit. 30.3.2011]. Dostupné z WWW:
<http://share.centrax.cz/CPO-9-13_Antinutricni_a_toxicke_latky,_str_337-378.pdf>
68. *Tonik* [online]. [cit. 5.3.2011]. Dostupné z WWW: <<http://cs.wikipedia.org/wiki/Tonik>>
69. *Tyndallův jev* [online]. [cit. 21.2.2011]. Dostupné z WWW:
<http://vydavatelstvi.vscht.cz/knihy/uid_es-001/hesla/tyndalluv_jev.html>
70. Versuchschemie.de [online]. [cit. 2.3.2011]. Dostupné z WWW:
<<http://www.versuchschemie.de/ptopic,250448.html>>
71. VORLOVÁ, M.: *Kurkuma léčí – to není jen kari a Worcester* [online]. [cit. 30.4.2011].
Dostupné z WWW: <<http://www.bylinky.eu/kurkuma-leci-to-neni-jen-kari-a-worcester.html>>
72. VUP PRAHA: *RVP a ŠVP obecně* [online]. [cit. 2.3.2011]. Dostupné z WWW:
<<http://clanky.rvp.cz/clanek/o/q/1302/RVP-A-SVP-OBECNE./>>
73. Vyhláška č. 447/2004 Sb. o požadavcích na množství a druhy látek určených k aromatizaci potravin, podmínky jejich použití, požadavky na jejich zdravotní nezávadnost a podmínky použití chininu a kofeinu [online]. [cit. 29.3.2011]. Dostupné z WWW:
<<http://www.sagit.cz/pages/sbirkatxt.asp?cd=76&typ=r&zdroj=sb04447>>

Obrázky

Obr. 1, 3, 5, 7, 11, 12, 13, 16, 18, 19, 22, 23, 28, 29, 30, 31, 34, 35, 37, 42, 43, 47, 49, 52, 53, 55, 57, 58, 59, 60 jsou autorské.

Zdroje přejatých obrázků:

Obr. 2: Tonik. [online 4.3. 2011] dostupné z URL: <<http://cs.wikipedia.org/wiki/Tonik>>

Obr. 4: Elektromagnetické spektrum. [online 25. 3. 2011] dostupné z URL: upraveno <<http://kluvanek.blog.sme.sk/c/223617/Bojite-sa-mikrovlnky.html>>

Obr. 6: Chinin. [online 4.3.2011] dostupné z URL:
<http://www.chemieunterricht.de/dc2/tip/09_00.htm>

Obr. 8 Chinovník sp. [online 4. 4. 2011] dostupné z URL:
<http://www.chemieunterricht.de/dc2/tip/09_00.htm>

- Obr. 9:** Gin s tonikem. [4. 4. 2011] dostupné z URL:
<<http://www.macsliquors.com/macsaboutgin.htm>>
- Obr. 10:** Poštovní známka. [4. 4. 2011] dostupné z URL:
<http://www.chemieunterricht.de/dc2/tip/09_00.htm>
- Obr. 14:** Omán. [12. 3. 2011] dostupné z URL:
<<http://hortiplex.gardenweb.com/plants/jour/p/98/gw1020798/239373983296650.t.jpeg>>
- Obr. 15:** Zdroje inulinu. [12. 2. 2011] dostupné z URL:
<<http://www.tradenote.net/keyword/Fructooligosaccharide/> >
- Obr. 17:** Struktura inulinu. [12. 3. 2011] dostupné z URL:
<<http://cs.wikipedia.org/wiki/Inulin>>
- Obr. 20:** Inulin „rozpustná vláknina“. [online 12. 3. 2011] dostupné z URL:
<<http://www.online-lekarna.cz/index.php?cmd=product&catid=19&id=5614>>
- Obr. 21:** J. Tyndall. [online 12. 3. 2011] dostupné z URL:
<http://www.rootsweb.ancestry.com/~irlcar2/John_Tyndall.htm>
- Obr. 24:** Tyndallův jev v přírodě. [online 20. 3. 2011] dostupné z URL:
<http://meteo-web.ic.cz/galerie.php?galerie=opticke_jevy&id=slunecni_paprsky>
- Obr. 25:** Kari. [online 14. 4. 2011] dostupné z URL:
<<http://www.vitana.cz/produkty/koreni/koreni-vitana/korenici-smesi/kari/83/Kari.html>>
- Obr. 26:** Curcuma longa – rostlina. [online 14. 4. 2011] dostupné z URL:
<http://nl.wikipedia.org/wiki/Bestand:Curcuma_longa.jpg>
- Obr. 27:** Curcuma longa – oddenek. [online 14. 4. 2011] dostupné z URL:
<http://www.suite101.com/view_image_articles.cfm/2368774>
- Obr. 32:** Struktura kurkuminu. [online 14. 4. 2011] dostupné z URL: upraveno
<http://www.chemieunterricht.de/dc2/tip/05_10.htm>
- Obr. 36:** Komplex kyseliny borité s kurkuminem. [online 14. 4. 2011] dostupné z URL:
<http://www.chemieunterricht.de/dc2/tip/05_10.htm>
- Obr. 38:** Váhový poměr Na a Cl v soli. [online 21.4. 2011] dostupné z URL: upraveno
<<http://www.realsimple.com/home-organizing/new-uses-for-old-things/28-uses-for-every-day-items-0000000007991/page3.html>>
- Obr. 39:** Krystaly NaCl. [online 21.4. 2011] dostupné z URL:
<<http://21stoleti.cz/blog/2005/11/18/tema-mesice-je-sul-opravdu-nad-zlato/>>
- Obr. 40:** Krystalová struktura NaCl. [online 21.4. 2011] dostupné z URL: upraveno
<<http://physique.haplosciences.com/nacl.jpg>>
- Obr. 41:** Barvení plamene. Upraveno z [8].
- Obr. 44:** Chemická struktura thyroxinu. [21. 4. 2011] dostupné z URL: upraveno
<<http://cs.wikipedia.org/wiki/Thyroxin>>
- Obr. 45:** Chemická struktura trijodthyroninu. [21. 4. 2011] dostupné z URL: upraveno
<<http://cs.wikipedia.org/wiki/Trijodthyronin>>
- Obr. 46:** Mořské ryby. [online 21.4. 2011] dostupné z URL:
<http://www.chemieunterricht.de/dc2/tip/11_03.htm>

Obr. 48: Zrnka škrobu zbarvená roztokem jodu. [online 4.8. 2008] dostupné z URL: <http://www.uri.edu/cels/bio/plant_anatomy/03.html >

Obr. 50: Schéma citrátového cyklu. [online 2.2. 2011] dostupné z URL: <http://www.wikiskripta.eu/index.php?title=Citr%C3%A1tov%C3%BD_cyklus&oldid=111843>

Obr. 51: Mitochondrie. [online 17.2.2010] dostupné z URL: upraveno <http://www.metabolickety.py.com/strava_3.htm>

Obr. 54: Oxidovaná a redukovaná forma methylenové modře. [2.5.2011] dostupné z URL: upraveno <<http://scienceblogs.com/moleculeoftheday/images/methylene-blue.gif>>

Obr. 56: Jak pracují enzymy. Vytvořeno podle [1]

Použité počítačové programy

- ACD/ChemSketch
- Adobe Photoshop 7.0 CE
- Microsoft Office PowerPoint 2007
- Picasa 3.6

6. SEZNAM PŘÍLOH

Do příloh jsou zařazeny protokoly pro laboratorní cvičení vytvořené k jednotlivým tématům ve zpracování pro žáky.

Seznam příloh:

- Příloha č. 1 Protokol k laboratornímu cvičení k tématu „Indiánská voda neboli tonik“ (str. 88)
- Příloha č. 2 Protokol k laboratornímu cvičení k tématu „Inulin, potrava pro naše nájemníky“ (str. 90)
- Příloha č. 3 Protokol k laboratornímu cvičení k tématu „Kari – z kuchyně do laboratoře“ (str. 93)
- Příloha č. 4 Protokol k laboratornímu cvičení k tématu „Sůl, esence života“ (str. 96)
- Příloha č. 5 Protokol k laboratornímu cvičení k tématu „Dehydrogenáza kyseliny jantarové, dělník v srdci energetického metabolismu“ (str. 99)

Jméno:

Třída:

Datum:

Téma: INDIÁNSKÁ VODA aneb TONIK

Tonik (z anglického *tonic* = posilující, osvěžující, tonizující) je perlivý nealkoholický nápoj obsahující **chinin**, látku, která mu dodává jeho nezaměnitelnou nahořklou chuť. Chinin však stojí ještě za další zajímavou vlastností všech toniků, kterou objevíte v této úloze.



Zadání:

1. Pozorujte chování toniku pod UV lampou.
2. Ověřte vliv slunečního záření na rozklad chininu.
3. Zjistěte působení chloridu sodného na fluorescenci toniku.

Chemikálie a materiál: tonik skladovaný podle doporučení výrobce a tonik ponechaný několik hodin na přímém slunečním světle, minerální voda, chlorid sodný

Pomůcky: 3 kádinky, UV lampa, skleněná tyčinka

Pracovní postup:

1. Do jedné kádinky nalijte minerální vodu a do druhé stejné množství toniku. Poté obě kádinky umístěte v zatemnělé místnosti pod UV lampu. Zaznamenejte změny.
2. Vložte pod UV lampu tonik, který stál několik hodin na přímém slunečním světle, a pozorujte intenzitu fluorescence. Porovnejte s tonikem správně skladovaným.
3. Připravte si 15 – 20% roztok chloridu sodného a pomalu ho shora nalijte pod UV lampou do kádinky s tonikem. Zamíchejte. Popište své pozorování.

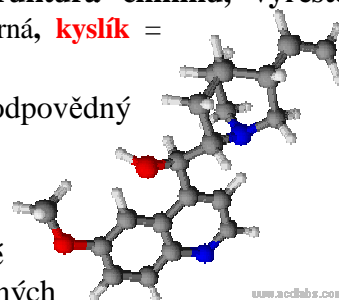
Pozorování:

- 1.
- 2.
- 3.

S využitím výsledků experimentu, vašich znalostí, případně literatury/internetu vyřešte následující úkoly a zodpovězte otázky:

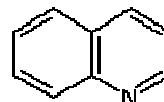
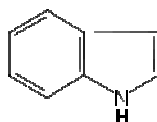
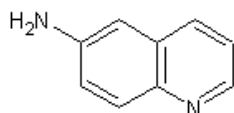
1. Stručně vysvětlíte pojem *fluorescence*.
2. **Posuďte správnost následujících tvrzení:**
 - a) Skladování toniku na přímém slunečním světle nemá vliv na stabilitu chininu. **PRAVDA – NEPRAVDA**
 - b) Přidání kuchyňské soli do toniku způsobuje rozklad chininu, což má za následek zvýšení intenzity fluorescence při ozáření UV paprsky.
PRAVDA - NEPRAVDA

3. S využitím obrázku, na kterém je znázorněna struktura chininu, vyřešte následující úkoly (návod: vodík = šedá, uhlík = černá, kyslík = červená, dusík = modrá):



a) Napište souhrnný vzorec chininu. Který atom je zodpovědný za jeho bazický charakter?

b) Struktura chininu je odvozená od heterocyklické sloučeniny *chinolinu*. Zakroužkujte z nabízených možností jeho správný vzorec.



4. Do které skupiny přírodních látek chinin patří?

Vyberte z následující nabídky látky, které řadíme do stejné kategorie:

g. morfin

i. atropin

k. kafr

h. cholesterol

j. kofein

l. strychnin

Která z těchto látek je přítomna v kávě a čaji?

5. Zamyslete se nad škodlivostí chininových nápojů. Které skupiny lidí by se měli jejich konzumace vyvarovat (zjistíte i z etikety toniku) a jaká rizika jim při jejich pití hrozí?

6. Smrtelnou dávkou pro člověka může představovat už 8 g chininu. Vypočítejte, kolik litrů toniku by musel člověk vypít, aby to pro něho představovalo smrtelné nebezpečí, pokud je v 1 dm³ tohoto nápoje obsaženo 40 mg chininu?



7. Přečtěte si následující text. Na vynechané místo doplňte jméno stromu, v němž je chinin obsažen, a odpovězte na doplňující otázku.

Chinin byl do toniku původně přidávaný pro své léčivé účinky, a to rozdrčením kůry (*Cinchona sp.*).

Tonik se tedy původně podával jako lék proti jedné nebezpečné nemoci, rozšířená zejména v tropických oblastech Jižní Asie a Afriky. Název stromu je odvozený od *Chinchon* - jména královny Peru, která se roku 1638 uzdravila právě léčivým působením této kůry. Na její počest označil *C. Linné* jménem *Cinchona* druh stromů obsahujících protihorečné látky.



Kterou nemocí peruánská královna pravděpodobně onemocněla?

.....

Jméno:

Třída:

Datum:

Téma: INULIN, POTRAVA PRO NAŠE NÁJEMNÍKY



Inulin je méně známým zástupcem své skupiny. Přitom souvisí s mnoha jevy z vašeho každodenního života. Co má společného například s jogurtem, s červánky na obloze nebo střevními bakteriemi ve vašem těle?

Úloha č. 1: Extrakce inulinu z bílého jogurtu

Zadání: Získejte inulin extrakcí z bílého jogurtu.

Chemikálie a materiál: bílý jogurt, ethanol, Carrezovo činidlo I, Carrezovo činidlo II

Pomůcky: baňka, Erlenmayerova baňka, kádinky na vodní koupel, teploměr, svorka, stojan, držák, filtrační papír, nůžky, krystalizační miska, skleněná tyčinka

Pracovní postup:

Do baňky dejte celý obsah jogurtu a vložte ji do nádoby na vodní koupel. Zahřívejte nad kahanem, přičemž 8-10 minut udržujte jeho teplotu na 80 °C. Poté směs přefiltrujte do Erlenmayerovy baňky a přidejte po 2 cm³ z roztoků Carrezova činidla I a II, promíchejte a opět přefiltrujte. Takto získaný filtrát nalijte do krystalizační misky a smíchejte s asi dvojnásobným objemem etanolu. Nechte krystalizovat alespoň přes noc.

Pozorování:

Úloha č. 2: Důkaz inulinu Molischovou zkouškou

Zadání: Dokažte extrahovaný inulin Molischovou zkouškou. (Molichova zkouška je obecnou důkazovou reakcí na sacharidy. Pozitivním výsledkem je tvorba fialového prstence.)

Chemikálie: inulin, Molischovo činidlo, koncentrovaná kyselina sírová

Pomůcky: zkumavky, stojan na zkumavky

Pracovní postup:

Malé množství inulinu (na hrot špachtličky) smíchejte se 4 kapkami Molischova činidla, protřepejte a opatrně podvrstvěte koncentrovanou kyselinou sírovou. Pozorujte barevné změny.

Pozorování:

Úloha č. 3: Důkaz fruktosy v inulinu Selivanovou reakcí

Zadání: Selivanovou reakcí ověřte přítomnost fruktosy v inulinu. (Selivanova reakce je specifickou důkazovou reakcí na ketosy. Pozitivním výsledkem je tvorba višňově červeného zbarvení vzorku.)

Chemikálie: inulin, Selivanovo činidlo

Pomůcky: zkumavky, stojan na zkumavky, vodní koupel

Pracovní postup:

Ve zkumavce o objemu 20 cm³ smíchejte 5 cm³ Selivanova činidla s malým množstvím inulinu. Roztok povařte ve vodní lázni asi 1 minutu. Sledujte změnu zbarvení roztoku.

Pozorování:

Úloha č. 4: Koloidní charakter roztoku inulinu

Zadání: Ověřte koloidní charakter roztoku inulinu a dalších materiálů.

Chemikálie a materiál: inulin, destilovaná voda, sacharosa, chlorid sodný, mléko, vaječný bílek

Pomůcky: kádinky, skleněná tyčinka, laserové ukazovátko

Pracovní postup:

Připravte si do kádinek následujícími materiály:

1. destilovanou vodu
2. malé množství (na hrot špachtličky) inulinu rozpuštěného v horké vodě
3. 10 % roztok sacharosy
4. 10% roztok chloridu sodného
5. směs vaječného bílku s destilovanou vodou (v poměru zhruba 1:1)
6. mléko (nařed'te destilovanou vodou v poměru 1:10).

Kádinky postavte vedle sebe a při zatemnění prosvi'te laserovým ukazovátkem. Koloidními roztoky bude červený paprsek laseru procházet. Výsledky zaznamenejte do tabulky (znaménko „+“ přiřipšte k látkám, která vytváří koloidní roztoky, znaménko „-“, k látkám, které vytváří pravé roztoky.

Výsledky:

Materiál	Destilovaná voda	Roztok inulinu	Roztok sacharosy	Roztok NaCl	Vaječný bílek	Mléko
Výsledek						

Jméno:

Třída:

Datum:

Téma: KARI – Z KUCHYNĚ DO LABORATOŘE

Kari je dobře známá směs koření z některých jasně žlutých a pikantních jídel. Typicky se používá k ochucení dušených pokrmů z drůbeže, vepřového, telecího nebo jehněčího masa, přidává se do smetanových omáček a polévek. Kari je jistě neodmyslitelnou součástí sbírky koření každé hospodyňky; *k čemu ale může sloužit chemikovi???*



Za výrazně žlutý vzhled tohoto koření je zodpovědné barvivo **kurkumin**, kterého se často pro jeho silnou barvicí schopnost využívá nejen v potravinářském průmyslu k dobarvování některých potravin, ale i v dalších průmyslových odvětvích, např. k barvení látek nebo dřeva. To ale není všechno, co kurkumin umí. Odhalte v následujícím cvičení při práci s kari kořením další neobyčejné vlastnosti kurkuminu!

Úloha č. 1: Rozpustnost kurkuminu a jeho chování pod UV lampou

Zadání: Ověřte rozpustnost kurkuminu obsaženého v kari koření v zadaných látkách, a jeho chování pod UV lampou.

Chemikálie a materiál: kari koření, ethanol, rostlinný olej, destilovaná voda

Pomůcky: 3 zkumavky, lžička, UV lampa

Pracovní postup:

- Do třech zkumavek nasype po malé lžičce kari koření. Do první přilijte asi 3 cm³ destilované vody, do druhé 3 cm³ etanolu a do třetí zkumavky stejný objem rostlinného oleje, protřepejte. Do tabulky zaznamenejte, jestli je barvivo v dané látce rozpustné („+“) nebo ne („-“).
- Zkumavku s kari a ethanolem (č. 2) vložte pod UV lampu. Popište své pozorování.

Výsledky a pozorování:

a)

Destilovaná voda	Ethanol	Olej

b)

Úloha č. 2: Kari jako acidobazický indikátor

Zadání: Ověřte chování kari v roztocích různého pH.

Pomůcky: zkumavky, stojánek na zkumavky, lžička, skleněná tyčinka

Chemikálie: kari koření, ethanol, ocet, jedlá soda, destilovaná voda

Pracovní postup:

- Lžičku kari koření rozpustíte v 10 cm³ ethanolu. Směs protřepávejte, dokud není tekutina žlutá. Přidejte 10 cm³ vody. Nechte usadit. Tekutinu přelijte do nové zkumavky. Z ní nalijte do třech zkumavek asi po 3cm³ roztoku a zbytek si schovejte pro další pokusy. První zkumavku ponechte jako srovnávací, do druhé nalijte malé množství octa a do třetí nasype trochu jedlé sody. Zkumavky promíchejte skleněnou tyčinkou. Sledujte barevné změny.

- b) Do zkumavky s kari a jedlou sodou přilijte trochu octa. Jaké další změny (kromě barevných) ve zkumavce pozorujete? Popište.

Pozorování :

a)

b)

Úloha č. 3: Tajné písmo

Zadání: Vyvolejte pomocí roztoku kari „tajné písmo“.

Chemikálie a materiál: alkoholický roztok kari, ocet, jedlá soda, destilovaná voda

Pomůcky: kádinka, 2 Petriho misky, lžička, filtrační papír, nůžky, špejle

Pracovní postup:

Připravte si vodný roztok jedlé sody (špetku sody rozpustíte v asi 10 cm³ destilované vody). Vezměte dvě větší Petriho misky, na jednu vlijte alkoholický roztok kari, na druhou ocet. Roztokem sody napište pomocí špejle slovo nebo nakreslete obrázek na filtrační papír. Nechte zaschnout a poté papírek namoňte v Petriho misce s kari. Nechte opět zaschnout. Nakonec papír namoňte do octa. Popište svá pozorování.

Pozorování:

Úloha č. 4: Důkaz kyseliny borité pomocí „kari papírku“

Zadání: Dokažte pomocí kari schopnost kurkuminu fungovat jako indikátor kyseliny borité. (Pozitivním testem je modrozelené zbarvení v posledním kroku popsaného postupu.)

Chemikálie: alkoholický roztok kari, 10% HCl, 10% NaOH, destilovaná voda

Pomůcky: zkumavka, kádinka, lžička, filtrační papír, nůžky

Pracovní postup:

Z filtračního papíru vystříhnete dva proužky (asi 2 x 10 cm), namoňte je v roztoku s kari a nechte uschnout. Můžete i zopakovat, barvy budou jasnější. Poté na jeden proužek přikápněte hydroxid sodný. Malé množství kyseliny borité rozpustíte v kádince s 10 cm³ roztoku HCl. Namoňte do ní druhý proužek a opět zaschnout. Potom na plochu, kterou byl namočen v kyselinách, kápněte hydroxid sodný. Zaznamenejte všechny pozorované změny.

Pozorování:

S využitím výsledků experimentů, vašich znalostí, případně literatury/internetu vyřešte následující úkoly a zodpovězte otázky:

1. Proč jsme v provedených experimentech pracovali s ethanolovým roztokem kari namísto vodného roztoku?
2. Jak se odborně označuje jev, který jste pozorovali při ozáření roztoku kari pod UV lampou? Jmenujte alespoň jeden jakýkoli další materiál, který bude pod ozáření UV paprsky vykazovat stejné chování.
3. Kurkumin je acidobazickým indikátorem. Přiřad'te dvě možná zbarvení kurkuminu (červenohnědé a žluté) k jednotlivým pH papírkům podle prostředí, ve kterém se vyskytují.



4. Vysvětlete princip vymizení „tajného písma“ v úloze 3. (pomoci vám může krok b) z úlohy 2). Pokuste se děj zapsat chemickou rovnicí.

5. Vypište z obalu kari všechna koření, která daná směs obsahuje. Podtrhněte koření obsahující kurkumin.



Ze které rostliny a z jaké její části se získává? Do jaké čeledi ji řadíme? ?

Jmenujte některé z jeho léčivých účinků.

6. Jak se jmenuje komerčně vyráběný papírek, kterým se provádí specifický důkaz na kyselinu boritou (boritany) v analytické chemii, a který jsme nahradili v úloze č. 4 „kari papírkem“? Jakou látkou je napuštěný?
7. Kurkumin se často používá v potravinářství jako přídatná látka, pod jakým jiným označením kromě svého vlastního jména ho můžeme ve výrobcích najít?

Jméno:

Třída:

Datum:

Téma: SŮL, ESENCE ŽIVOTA

Sůl je součástí našeho každodenního života. Je nepostradatelná v mnoha fyziologických procesech probíhajících v našem těle, které si ji ale neumí samo vyrobit, proto ji musíme organismu dodávat jediné potravou. Jejím nedostatkem naprostá většina populace rozhodně netrpí, protože sůl je obsažena ve většině potravin, a kromě toho si pokrmy přisolujeme prostřednictvím *kuchyňské soli*. Které látky jsou ve skutečnosti součástí tohoto výrobku? Staňte se odborníky na analýzu potravin a dokažte, že výrobce svým spotřebitelům nabízí produkt obsahující všechny přísady, které uvedl v jeho složení.



Zadání: Ověřte přítomnost všech látek uvedených ve složení kuchyňské soli.

Chemikálie a materiál: kuchyňská sůl, technický chlorid sodný, 20% roztok HCl, 1% roztok dusičnanu stříbrného, 10% roztok kyseliny sírové, 5% jodid draselný, destilovaná a vodovodní voda, ocet

Složení: jedlá sůl vakuová (min. 98,5 %), protispěkové látky: uhličitan vápenatý (min. 0,9 %), uhličitan hořečnatý (min. 0,2 %); jodičnan draselný 33–58 mg/kg.
Obsah jodu: 20–34 mg/kg.

Obr. X

Pomůcky: kádinky, kovový drátek, kahan, zápalky, zkumavky, stojan na zkumavky, hodinové sklíčko, lžička, špachtle

Pracovní postup:

1. Do roztoku HCl ponořte platinový drátek a vyžehněte ho v plameni. Opakujte, až je drátek čistý a plamen nebarví. Znovu ho ponořte do roztoku HCl a pak do pevné soli tak, aby na něm ulpěly její krystalky. Drátek zasuňte na okraj nesvítivé části plamene a pozorujte jeho barvu.
2. Připravte si tři zkumavky, do první nalijte destilovanou vodu, do druhé vodu z vodovodu a do třetí připravte 10% roztok kuchyňské soli. Do každé zkumavky potom přilijte malé množství dusičnanu stříbrného. Pozorované změny zaznamenejte do tabulky.
3. Připravte si dvě malé kádinky. Do jedné nasypete asi centimetrovou vrstvu kuchyňské soli a do druhé stejné množství technického chloridu sodného. Do obou kádinek potom přilívejte ocet.
4. Ve 100 cm³ destilované vody rozpustěte 20 g kuchyňské soli a nalijte do zkumavky asi 5 cm³ vzniklého roztoku. Pokud je zakalený, přidejte několik kapek zředěné H₂SO₄, až se roztok vyjasní. Poté přilijte 10 cm³ roztoku jodidu draselného. Přikápněte několik kapek škrobové vody. Do tabulky zaznamenejte změny pozorované při přidávku každé látky.



Pozorování:

1.

Testem jsme dokázali přítomnost v kuchyňské soli.

Zdůvodnění:

2.

	Destilovaná voda	Vodovodní voda	Roztok soli
Výsledek testu			

Testem jsme dokázali přítomnost v kuchyňské soli.

Zdůvodnění:

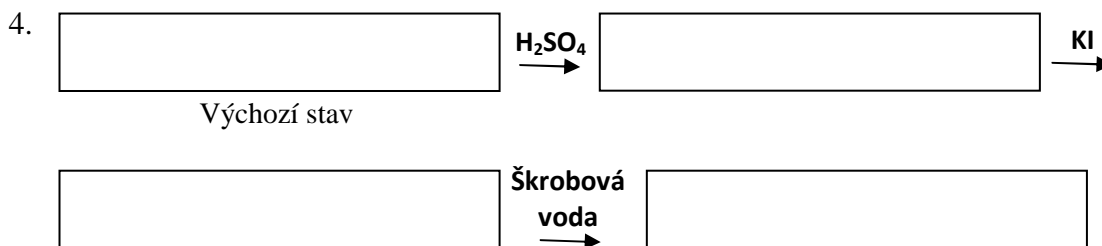
Experimentem 2 a 3 jsme dokázali přítomnost sloučeniny:

3.

Chemická rovnice reakce:

Testem jsme dokázali přítomnost v kuchyňské soli.

Zdůvodnění:



Testem jsme dokázali přítomnost v kuchyňské soli.

Rovnice (doplňte): $\text{IO}_3^- + 5 \text{I}^- + 6 \text{H}_3\text{O}^+ \rightarrow \dots + \dots$

Zdůvodnění:

Celkový závěr:

Vyřešte následující úkoly a zodpovězte otázky:

1. Sůl je naprosto nepostradatelnou složkou naší výživy, ale většina lidí jí více soli, než potřebuje. Například v České republice sní průměrný dospělý člověk 16,7 g soli (asi tři vrchovaté lžičky) denně. Světová zdravotnická organizace (WHO) naproti tomu doporučuje maximálně 6 g denně. [jed.J] Sepište do tabulky význam soli pro naše zdraví (pod kolonku „+“) a naopak zdravotní rizika, která jsou spojena s její nadměrnou konzumací („-“).

+	-

2. Proč je sůl jodovaná?

3. Uhlčitany se do kuchyňské soli přidávají jako *přidatné látky* („éčka“).

a) Jakou funkci v ní plní?

b) Zapište uhličtany obsažené ve zkoumané soli pomocí chemických vzorců a E-kódů.

4. Prozkoumejte v obchodě s potravinami, jaké jiné látky může kuchyňská sůl ještě obsahovat, kromě těch, které jste experimentálně dokázali v tomto cvičení. Jaký mají v soli význam?

Jméno:

Třída:

Datum:

Téma: DEHYDROGENÁZA KYSELINY JANTAROVÉ - DĚLNÍK V SRDCI ENERGETICKÉHO METABOLISMU

Ve svalech živočichů je obsažen specifický enzym *dehydrogenáza jantarové kyseliny* (sukcinátdehydrogenáza, SDH). Je součástí citrátového cyklu a katalyzuje přeměnu jantarové kyseliny na kyselinu fumarovou s přenosem odebraného vodíku na FAD. Tento významný krok energetického metabolismu, který probíhá i v těle každého z nás, můžeme demonstrovat také mimo živý organismus v laboratoři. Použijeme k tomu kus kuřecího masa a jako příjemce vodíku methylenovou modř. Toto barvivo se v přírodě nevyskytuje, ale poslouží nám jako indikátor ukazující, že reakční směs podstupuje oxidačně-redukční změnu - zoxidované je totiž modré, ale když přijme vodík (čímž se redukuje), stává se bezbarvým.

Zadání: Sledujte aktivitu dehydrogenázy kyseliny jantarové v živočišných tkáních za různých podmínek.

Chemikálie a materiál: 15 g kuřecího masa, destilovaná voda, chlorid sodný, 10% roztok kyseliny jantarové, 10% roztok kyseliny malonové, methylenová modř

Pomůcky: třecí miska s tloučkem, gáza, kahan, trojnožka (nebo stojan a kruh), lžička, 4 zkumavky, skleněné tyčinky, síťka, zápalky, kádinky, teploměr

Pracovní postup:

1. Rozřežte nadrobno syrové kuřecí maso, přeneste do třecí misky a přilijte přibližně trojnásobný objem vody, do které je přidána asi třetina čajové lžičky chloridu sodného. Maso důkladně roztírejte tloučkem alespoň 3 minuty. Vzniklou kaši důkladně (!) promyjte několikrát vodou přes 2 vrstvy tlustou gázu, abyste odstranili rozpustné endogenní látky, především obsaženou kyselinu jantarovou.
2. Připravte si čtyři zkumavky a označte je čísly 1 – 4. Do každé z nich umístěte trochu homogenizovaného masa (přibližně do výšky 2 cm). Zkumavku 4 ponořte na 5 minut do vroucí vodní lázně, a pak ji nechte vychladnout na laboratorní teplotu.
3. Další látky přidávejte do zkumavek podle údajů v následující tabulce:

Zkumavka č. →	1	2	3	4
Kyselina malonová	-	-	4 kapky	-
Kyselina jantarová	-	4 kapky	4 kapky	4 kapky
Destilovaná voda	10 kapek	6 kapek	2 kapky	6 kapek

4. Po přidání všech látek z tabulky přikápněte do každé zkumavky 2 kapky methylenové modře. Potom každou zkumavku zamíchejte vždy čistou (!!!) skleněnou tyčinkou a nechte maso usadit na dno.
5. Zkumavky vložte do kádinky s vodou zahřátou na 40 °C. Nechte je 30 – 45 minut inkubovat, přičemž po celou dobu průběhu pokusu průběžně kontrolujte teplotu a udržujte ji na stejné hodnotě (hlavně tuto teplotu nenechte příliš překročit!). Zhruba po půl hodině zkumavky vyjměte z kádinky a zaznamenejte barevné změny do tabulky (pokud nepozorujete výrazné změny po uplynutí tohoto času, nechte reakci probíhat delší dobu).

Výsledky:

→ Zkumavka č.	1	2	3	4
Počáteční barva				
Konečná barva				

S využitím pozorovaných změn zbarvení a vašich znalostí **vyřešte následující úkoly a zodpovězte otázky:**

1. Obrázek znázorňuje *kompetitivní inhibici*. Ve které zkumavce k tomuto ději došlo a jak jej lze zvrátit? Doplňte, která látka byla enzymem (E), která inhibítorem (I) a která substrátem (S) v provedeném experimentu.

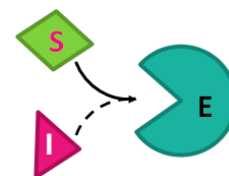
Zkumavka č.

Reakci lze zvrátit

E:

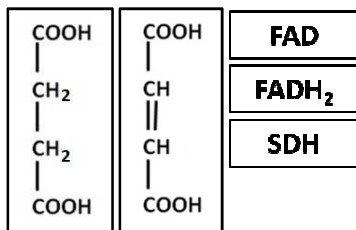
S:

I:



2. Je kyselina jantarová pro tuto reakci nezbytná? Vysvětlete.

3. Zapište rovnici reakci katalyzovanou SDH s využitím sloučenin v rámečkách:



4. Dochází k redukci a odbarvování barviva v přítomnosti převařené kaše z masa? Vysvětlete.

5. Na obrázku je organela, ve které probíhá v buňce citrátový cyklus (včetně reakce přeměny kyseliny jantarové, kterou jste zkoumali v tomto cvičení). Organelu pojmenujte a zakroužkujte číslo, které ukazuje přesné umístění cyklu.



.....