

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI

FAKULTA PEDAGOGICKÁ

KATEDRA CHEMIE

SACHARIDY V PROJEKTOVÉ VÝUCE

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Viola Hrušková

Specializace v pedagogice: Chemie se zaměřením na vzdělávání

Vedoucí práce: Mgr. Alena Šrámová

Plzeň, 2023

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury a zdrojů informací.

V Plzni,2023

.....
vlastnoruční podpis

PODĚKOVÁNÍ

Tímto bych ráda poděkovala vedoucí této kvalifikační práce Mgr. Aleně Šrámové za odbornou pomoc, cenné připomínky a odborné vedení v průběhu práce.

OBSAH

SEZNAM ZKRATEK	2
ÚVOD	3
1 TEORETICKÁ ČÁST	4
1.1 PROJEKTOVÁ VÝUKA	4
1.1.1 Vymezení pojmů	5
1.1.2 Historie projektové výuky	7
1.1.3 Fáze projektové výuky	9
1.1.4 Typologie projektů	10
1.1.5 Výhody a nevýhody projektové výuky	10
1.2 SACHARIDY V RÁMCI PROJEKTOVÉ VÝUKY	11
1.3 KURIKULÁRNÍ DOKUMENTY	12
1.3.1 Rámcový vzdělávací program pro gymnázia	12
1.3.2 Školní vzdělávací program	12
1.4 SACHARIDY	13
1.4.1 Obecná charakteristika	13
1.4.2 Monosacharidy	14
1.4.3 Oligosacharidy	19
1.4.4 Polysacharidy	20
1.4.5 Důkazní reakce sacharidů	22
2 PRAKTICKÁ ČÁST	24
2.1 NAVRŽENÍ PROJEKTU	24
2.1.1 Cíle projektu	24
2.1.2 Metodika práce	25
2.1.3 Charakteristika projektu	26
2.1.4 Motivace	27
2.1.5 Časová organizace projektu	28
2.2 FÁZE REALIZACE	30
2.3 PRAKTICKÁ FÁZE PROJEKTU	31
2.3.1 Laboratorní práce	31
2.3.2 Experimenty navržené k provedení	32
2.4 FÁZE PREZENTACE VÝSTUPU	48
2.5 FÁZE HODNOCENÍ	48
ZÁVĚR	49
RESUMÉ	50
SEZNAM LITERATURY	51
SEZNAM OBRÁZKŮ	54
SEZNAM PŘÍLOH	55

SEZNAM ZKRATEK

RVP – Rámcový vzdělávací program

RVP G – Rámcový vzdělávací program pro gymnázia

ŠVP – Školní vzdělávací program

ZŠ – Základní škola

tzn. – to znamená

např. – například

atd. – a tak dále

LP – Laboratorní práce

apod. – a podobně

aj. – a jiné

Úvod

Projektová výuka je inovativní formou výuky; její princip spočívá v aktivním zapojení žáků do procesu učení a v potlačení role učitele. Žáci jsou vedeni k samostatnému řešení úloh a problémů, zároveň zaznamenávají dosažené výstupy a prezentují je následně ostatním spolužákům. Hlavním cílem projektové výuky je rozvoj klíčových kompetencí, dovedností a znalostí spjatých s každodenním životem žáků.

Projektová metoda si zaslouží zvýšené pozornosti v oblasti přírodovědných předmětů, o které v průběhu posledních let ztrácí mladá generace zájem. Pravděpodobným důvodem je podle výzkumů přespřílišná náročnost, i když část žáků považuje tyto předměty stále za užitečné.¹ Smyslem mé práce je proto snaha zatraktivnit výuku vymezené oblasti chemie.

Bakalářská práce podává přehled o problematice projektové metody. Čtenář se postupně seznámí s významy základních pojmů spjatých s tímto typem výuky. Po terminologickém vymezení je předložena historie, jednotlivé fáze postupu projektové výuky, její typy a poté výhody a nevýhody jejího využití. Druhá část je věnována napojení projektové výuky na kurikulární dokumenty a jejímu ukotvení v rámci výuky na gymnáziu. V závěru teoretické části bakalářské práce je diskutována základní problematika týkající se sacharidů jakožto chemických látek.

Praktická část práce představuje návrh výukového projektu pro žáky vyšších ročníků středních škol. Meritum projektu spočívá v zařazení laboratorních prací jakožto prostředku naplnění cílů projektové metody výuky. V průběhu laboratorních prací jsou žáci vedeni k samostatnosti, kreativitě, rozvoji a propojení praktických dovedností zároveň s teoretickými znalostmi. Projekt je koncipován tak, aby úzce navazoval na každodenní život žáků, a posílil tak jejich motivaci.

Dále byly v praktické části bakalářské práce ověřeny navržené pokusy, které jsou snadno dohledatelné na internetu a jejichž provedení by mohli žáci v rámci projektové výuky využít. U těchto experimentů byla provedena zkouška jejich proveditelnosti, zjišťována časová náročnost, odpovídající teoretická a praktická náročnost včetně materiálních možností školy.

1 TEORETICKÁ ČÁST

Teoretická část bakalářské práce je věnována objasnění principu a základního postupu práce při využití projektové výuky na středních školách s konkrétním zaměřením na tematický celek sacharidy, spadající do výuky biochemie, jak je definováno v RVP pro gymnázia. Teoretická část je rozdělena na dvě podkapitoly. První podkapitola se zabývá teorií a historií projektové výuky, v této části je provedena rešerše odborné literatury a prací zabývajících se tímto tématem. Ve druhé podkapitole je stručně charakterizovaná teorie přírodních látek sacharidů a možnosti jejich laboratorního stanovení.

1.1 PROJEKTOVÁ VÝUKA

„Projektová metoda umožňuje takovou organizaci učiva, při které žák prochází činnostmi, uspořádanými tak účelně, aby daly vyniknout nějaké jednotící myšlence anebo aby umožnily provedení plánu, hospodářsky nebo kulturně významného a pro žáky životního.“

(V. Příhoda)²

„Projektová metoda oživuje každou vědomost, kterou vyvolá. Při této metodě neshrnuje učitel nejprve vědomosti a nehledá teprve potom, jak jich užití: počíná užitím a shledává vědomosti.“ (J. Adams)²

„Projekt jest určitě a jasně navržený úkol, který můžeme předložit žáku tak, aby se mu zdál životně důležitým tím, že se blíží skutečné činnosti lidí v životě.“ (W. H. Kilpatrick)²

Z citací jednotlivých autorů vyplývá, že projektová metoda výuky klade důraz na aktivní zapojení a činnost žáků při řešení komplexních teoretických nebo praktických úskalí. Ve 20. století se výrazně začala využívat v běžné výuce a stala se tím neodmyslitelnou součástí současných námětů k inovaci vyučujících metod.³ Hlavní cíle jsou odstranit nedostatky současného vyučování jako je izolovanost, oddálení od životní praxe, snižování motivace a zájmů dětí na aktivním zapojení. Dnes je především viděno jako možnost k prohloubení a rozšíření kvality učení a vyučování.⁴

Obecný princip metody je založen na vypracování projektu, čímž je pod vedením učitele myšlen úkol předložený žákům, jenž je blízký jejich každodennímu životu. Postup je takový,

že žáci nejdříve společně formulují cíl projektu, navrhnou způsob řešení a teprve poté jej řeší, přičemž se aktivně učí, čímž rozvíjí své klíčové kompetence.⁵

Přínosy projektové výuky se zabývají různí autoři, kteří se soustředí na zhodnocení různých předností. Skupinovou a individuální aktivní činnost sleduje ve své práci např. J. F. Hosc. Výsledek projektu studoval V. Příhoda. J. Adams poukazuje zejména na zkušenosti a jejich využití v projektové výuce. Podstatu propojení každodenního života s projektem vyzdvihuje ve své práci W. H. Kilpatrick.²

1.1.1 VYMEZENÍ POJMŮ

1.1.1.1 Projekt

J. Kratochvílová v knize *Teorie a praxe projektové výuky* říká: *„Projekt je komplexní úkol (problém), spjatý s životní realitou, s nímž se žák identifikuje a přebírá za něj odpovědnost, aby svou teoretickou i praktickou činností dosáhl výsledného žádoucího produktu (výstupu) projektu, pro jehož obhajobu a hodnocení má argumenty, které vycházejí z nově získané činnosti.“*⁶

Existuje řada dalších definic, ve kterých se setkáváme s mnohými společnými znaky. V. Příhoda popisuje projekt jako shluk problémů, kterých lze využít při projektové metodě výuky, v jeho definici jej popisuje jako “podnik žáků” s dvěma hlavními kritérii, a to praktickým cílem a uspokojivým výsledkem. Podobný názor má i R. Žanta, který říká, že je projekt vnímán jako komplexní úkol zaměřený na konkrétní myšlenku, do které spadá více problémů.⁶

Většina autorů zdůrazňuje to, aby projekt znamenal úkol blízký žákům a aby vycházel z jejich potřeb. Avšak v současnosti se praktické pojetí projektu tomuto popisu poněkud vzdaluje. Mnohdy se v praxi můžeme setkat s tím, že se pod pojmem „projekt“ skrývá spíše činnost pro učitele, nikoliv pro žáka.⁶

Dnes jsou projekty orientovány na tzv. „jádro projektu“, které se může objevit v podobě úkolu, problému komplexního charakteru nebo nově ve formě tématu. V tomto směru popisují pojem projekt například J. Maňák a V. Švec jako *„komplexní praktická úloha (problém, téma), spojená se životní realitou, kterou je nutno řešit teoretickou i praktickou činností, která vede k vytvoření adekvátního projektu“*.⁶

J. Henry ve své práci popisuje projekt jako dosud nedefinovaný a stanovuje šest základních rozlišovacích rysů, které by mohly pomoci při jeho definici. J. Henry projekt chápe jako samostatnou práci žáka, který vybírá téma, sám shromažďuje zdroje a při práci je zcela samostatný. Má delší dobu trvání a učitel setrvává v pozici poradce. Pro mou práci bude klíčový znak projektu vyplývající z definice J. Henryho samostatnost žáků při práci a sběru zdrojů.⁶

1.1.1.2 Projektová metoda

V projektové metodě je uplatňována řada různých metod a druhů práce. Využíváme diskuzi, interview a různé druhy hodnotících způsobů. Proto lze konstatovat, že projektová metoda je metodou komplexní. Jako základ se využívá poutavý úkol či problém propojený s tematikou, čímž docílíme toho, že žáci mají touhu a potřebu tento problém vyřešit. Postup, jakým bude žák problém řešit, jaká část problému jej zaujme, je závislé pouze na něm. To má příznivý vliv na samostatnost a osvojení různých postupů při práci.⁷

Z jiného pohledu můžeme popsat projektovou metodu jako systematický sled činností žáka a učitele, kde je funkce pedagoga pouze pomocná a jako hlavní je vnímána činnost žáka. K dosažení cíle jsou používány různé metody a formy práce.⁶

Charakteristické znaky projektové metody jako sledu činností uvádí J. Kratochvílová v díle *Teorie a praxe projektové výuky*:⁶

1. *„Organizovaná učební činnost směřující k určitému cíli – realizaci projektu a jeho výstupu.*
2. *Činnost, která nemůže být dopředu zcela jasně krok za krokem naplánována.*
3. *Činnost vyžadující aktivitu žáka a jeho samostatnost.*
4. *Činnost tvořivá a reagující na změny v průběhu projektu.*
5. *Činnost převážně vnitřně řízená – autoregulovaná.*
6. *Činnost teoretická i praktická rozvíjející celou osobnost žáka a vedoucí k odpovědnosti za výsledek.*
7. *Praktická činnost, zkušenost a využití teorie motivuje žáka k učení a přispívá k rozvoji jeho sebepojetí.“*

1.1.1.3 Projektová výuka

Pojmy projektová výuka a projektové vyučování můžeme chápat jako synonyma, ale v obecné didaktice jsou tyto termíny rozdělovány. Výuka je oproti vyučování významově obsáhlejší, například J. Kratochvílová o projektové výuce říká: „*zahrnuje jako proces vyučování, tak především cíle výuky, obsah výuky, podmínky, determinanty a prostředky výuky, typy výuky, výsledky výuky*“.⁶

V této práci bude využíván výraz projektová výuka a bude chápán, tak, jak jej definovala J. Kratochvílová.

Projektová výuka je charakterizována jako výuka založena na projektové metodě. Hlavní rozdíl mezi klasickou výukou (výukou založenou především na frontální výuce) a projektovou výukou je to, že v tradiční výuce téma volí sám učitel. Zároveň dodává materiály a poskytuje informační zdroje. Projektová výuka se odlišuje tím, že konkrétní téma volí žáci a materiály i informační zdroje si dohledávají sami.⁶

Tento způsob výuky je založen především na tom, že celý proces a realizace projektu závisí jen na žácích a ti odpovídají za výsledný produkt či konkrétní výstup projektu a své nabyté zkušenosti dále poskytují druhým.⁶ Jednotlivé fáze řešení projektu jsou předloženy v kapitole Fáze projektové výuky (1.1.3).

1.1.2 HISTORIE PROJEKTOVÉ VÝUKY

První náznaky sjednocování učiva můžeme registrovat již v dávných dobách, například v díle Komenského *Scholla ludus* (Škola hrou), kde Komenský vyzdvihuje osobnost žáka. V prvních letech 19. století se objevuje genetická metoda ve spontánních projektech podle Pestalozziho, který usiloval o rozvoj všech oblastí dítěte. Další pedagogové prosazující metody dnešní projektové výuky byli Ušinskij a Decroly.²

Na přelomu 19. a 20. století se začaly v USA vyskytovat první blízké znaky dnešní projektové výuce, což souviselo s tzv. hnutím progresivní výchovy. Členové hnutí vyzdvihovali negativa „tradiční školy“ a prosazovali zaměření se na zájmy a přednosti žáků, aktivní činnost a separaci individuálních předpokladů a motivů, taktéž odmítali tvrdou disciplínu a dril.

Stavěli se za názor, že obsah výuky má být blízký přirozeným činnostem žáků a že by mezi hlavní metody ve školství mělo být zařazeno projektové a problémové vyučování.²

Jedni z největších průkopníků základních idejí projektové výuky v USA jsou filozof, pedagog a psycholog J. Dewey a jeho spolupracovník, doktor, W. H. Kilpatrick. Ačkoliv J. Dewey nepoužíval pojem „projektová metoda“, využíval její základní rysy a ty aplikoval ve své laboratorní škole. Snažil se, aby učivo bylo blízké situacím ze života žáků a aby bylo seskupováno podle konkrétních úkolů. W. H. Kilpatrick navázal na J. Deweyho myšlenky a soustředil se na rozvoj osobnosti žáka, jeho plnou odpovědnost za výsledky a vůli projekt realizovat.²

Za zmínku stojí testování účinnosti projektové metody v letech 1917 až 1921, na které se zaměřil E. Collings. Využil k tomu žáky z tzv. experimentální školy, kde se místo tradičních předmětů využíval systém čtyř druhů zaměstnání: vycházky, ruční práce, zábavy a povídky. Každý den shromažďoval výsledky a porovnával je s hodnotami odpovídajících žáků ze dvou kontrolních škol. Výsledkem bylo zjištění, že ačkoliv žáci z experimentální školy neměli oddělené předměty, byly jejich výsledky lepší než u žáků z kontrolních škol.²

V Českých zemích se projektová metoda začala objevovat na počátku 20. století, kdy došlo k ovlivnění americkou pragmatickou pedagogikou. I proti ostré kritice začala česká reformní pedagogika postupně přijímat prvky projektové výuky. Nikdy však nedošlo k úplnému nahrazení tradičního systematického vyučování a učebních předmětů, vytvářel se pouze určitý kompromis mezi těmito dvěma přístupy. Na otestování nových přístupů ve vzdělávání vznikaly pokusné reformní školy. V nich se od roku 1929 využívaly kombinace všech metod vyučování, takže i metody projektové. Žáci zde byli odlišováni na základě individuálních vloh, zájmů i potřeb. Hlavními znaky pokusných škol bylo podporování aktivity, samostatnosti a iniciativy dětí.⁷ Mezi významné pedagogy 20. století prosazující novodobé názory v Českých zemích a na Moravě patřil J. Uher, St. Vrána a K. Velemínský.² Rovněž J. Úlehla byl svým dílem Osnova zákona o národním školství v pozdějším hnutí reformních škol významný.⁶ Velmi důležitou osobou pro rozvoj české didaktiky byl i V. Příhoda, který se zajímal o individuální přístup k žákům a myšlenku nové organizace školní praxe ve formě pracovní školy.⁷

1.1.3 FÁZE PROJEKTOVÉ VÝUKY

1.1.3.1 Plánování projektu

Jako první je potřeba si zcela jasně definovat záměr, tedy úkol či problém, který bude řešen. Tato fáze je potřebná pro ujasnění smyslu a účelu projektu v rovině žáka. Úkolem učitele je obecně projekt analyzovat a na základě vlivu projektu na rozvoj osobnosti žáka definovat cíle, čímž vyvolává motivaci a potřebu řešit problém. Následující fáze plánování jsou volba výstupu projektu, časové uspořádání projektu, volba prostředí projektu a účastníků projektu, popis postupu realizace projektu, zajištění vhodných pomůcek a materiálů potřebných k realizaci a v neposlední řadě volba metody hodnocení.⁶

1.1.3.2 Realizace projektu

V této části je využíván plán vytvořený v první fázi plánování. Žáci postupují podle vypracované osnovy a využívají vlastní tvořivosti. Žáci shromažďují a třídí materiál, dále ho klasifikují a zpracovávají. Učitel je zde pouze v roli poradce a kontrolora. Jeho hlavními úkoly je ovlivnění práce žáků, aby jejich konání vedlo ke zvolenému cíli, udržení motivace a zodpovědnosti žáků za výsledek projektu.⁶

1.1.3.3 Prezentace výstupu projektu

Způsobů představení výsledků je mnoho, může mít podobu výstavy, videa, knihy, přednášky, besedy či článku v časopise. Úkolem je představit výsledky projektu, kterých žáci při práci sami dosáhli. Žádoucí je zapojit do prezentace i rodiče, kteří tak uvidí výsledky svého dítěte a jeho činnost ve škole.⁶

1.1.3.4 Hodnocení projektu

Obvykle se hodnotí celý postup žáků od plánování, zkoumání až po prezentaci výsledků, nikoliv hmotný výstup či úspěšnost. Pedagog slovně, bez použití známek hodnotí aktivitu jednotlivého žáka i celé skupiny, které byl součástí.³ Hodnocení se mohou účastnit i sami žáci. Vyjadřují se ke svým vlastním výsledkům, ale také k výsledkům jiných skupin.⁸

1.1.4 TYPOLOGIE PROJEKTŮ

Existuje mnoho druhů projektů, které můžeme odlišovat na základě různých znaků. Rozdělení projektů je u mnohých autorů podobné.²

Například podle J. Coufalové lze projekty dělit podle následujících kritérií:²

- Účel projektu – Hlavní cíl.
- Vztah k učivu a vyučovacím předmětům – Využití znalostí jednoho vyučovacího předmětu či propojení více předmětů.
- Organizace – Dle okruhu využívaného učiva lze zvolit organizaci výuky. Projekt je možné realizovat v rámci hodin daného předmětu, průnikem dalších vyučovacích hodin příbuzných předmětů či mimo výuku předmětů.
- Délka trvání – Krátkodobé, střednědobé či dlouhodobé projekty.
- Místo konání – Školní či domácí.
- Navrhovatel – Projekty mohou být spontánní, zaměřené na potřeby žáků nebo umělé, iniciované učitelem. Možné je propojení obou možností.
- Počet zapojených žáků – Práce celé třídy, menších skupin nebo práce jednotlivců. Možná spolupráce mezi třídami stejného ročníku a v menších školách i celé školy.
- Velikost – Projekty malé či velké.

1.1.5 VÝHODY A NEVÝHODY PROJEKTOVÉ VÝUKY

1.1.5.1 Výhody

Na základě výzkumů z posledních 10 let aktivního využívání projektové metody ve školství můžeme konstatovat, že se jedná o efektivní metodu, při které žáci rozvíjí své klíčové kompetence, jež jsou stanoveny v RVP.⁹ Správným využitím této metody se docílí získání nových zkušeností při řešení komplexně-praktických problémů, které žák zná ze života. V průběhu práce žák spolupracuje jak s učitelem, tak ostatními žáky a tím podporuje vzájemnou komunikaci. Také se rozvíjí jeho kreativita, iniciativa, motivace a zodpovědnost

za výsledek práce. Zároveň si žák integruje učivo různých blízkých předmětů a tím dochází k rozvoji mezipředmětových vztahů a hlubšího pochopení probírané problematiky.⁶

1.1.5.2 Nevýhody

„Jednostranné preferování tzv. netradičních vyučovacích metod není řešením problémů současné školy. Projektová metoda je jedním z léků na nemoci našeho školství, ale sama pacienta nevyléčí.“ (J. Coufalová, 2006)²

Ačkoliv výhody významně převažují nad nevýhodami, je důležité mít na paměti i úskalí, která projektová výuka skrývá. Je mylné se domnívat, že při využití projektové výuky všechny nedostatky současného vyučování odstraníme. Stále se jedná pouze o metodu doplňkovou ke klasickým výukovým metodám, jako je např. frontální výuka.²

Jako nedostatek může být vnímána časová náročnost samotné práce i hodnocení, nedostatečná příprava učitele či špatně odhadnuty zájmy a cíle jednotlivých žáků.⁶ Potřebná je pečlivá organizace a vedení pedagogem, což bývá mnohdy velmi náročné. Je nutné udržet logiku obsahu a vyrovnanost rozsahu učiva, aby nedošlo k rozpoutání chaosu a výuka tím byla neefektivní.²

1.2 SACHARIDY V RÁMCI PROJEKTOVÉ VÝUKY

Mou hlavní inspirací při zpracování této bakalářské práce byl jednoznačně doc. Martin Rusek. V internetové sféře lze objevit mnoho sborníků, ve kterých společně s dalšími autory shrnuje rozsáhlé množství projektů od tvůrců, kteří své návrhy před dalšími studenty a učiteli prezentují na každoročních Mezinárodních studentských konferencích.¹⁰

Ve sborníku Projektové vyučování a další aktivizační strategie ve výuce přírodovědných oborů XVII.: Praktické náměty je od kolektivu autorů popsán příklad využití projektového vyučování s názvem, „Sacharidy, aneb hrnečku vař“. Tento projekt je zaměřený na sacharidy spíše z biologického hlediska a popisuje výukovou aktivitu určenou pro poslední ročník základních škol. Hlavním záměrem tohoto projektu bylo, aby si žáci 9. ročníku ZŠ osvojili znalost obsahu sacharidů v potravinách a vlivu tepelného zpracování potravin na jejich vlastnosti.¹⁰

Renata Šedivá, autorka projektu nesoucí název „Výukový projekt sacharidy“ se věnuje sacharidům především z důvodu oživení vyučovacích hodin chemie, čehož se snaží docílit například zařazením laboratorních prací.¹¹

1.3 KURIKULÁRNÍ DOKUMENTY

1.3.1 RÁMCOVÝ VZDĚLÁVACÍ PROGRAM PRO GYMNÁZIA

Rámcový vzdělávací program pro gymnázia (RVP G) spadá do systému kurikulárních dokumentů. Slouží k tvorbě školního vzdělávacího programu (ŠVP) na čtyřletých gymnáziích a vyšších stupních víceletých gymnáziích.¹² Umožňuje diferencovat kurikulum, které tím získá široký všeobecně vzdělávací charakter a možnost zařazení i vybraných, odborně orientovaných obsahů. Vymezuje státní úroveň a obsah vzdělávání potřebné k dosažení očekávaných výstupů a naplnění klíčových kompetencí.¹³

Výuka chemie dle RVP G účinné od 1. září 2022 zahrnuje:¹²

- Chemie obecná
- Anorganická chemie
- Organická chemie
- Biochemie

Výuka biochemie v rámci vyššího sekundárního stupně vzdělávání zpravidla probíhá v posledním ročníku a zahrnuje studium lipidů, sacharidů, proteinů, nukleových kyselin, enzymů, vitaminů a hormonů. Žáci by po jejím absolvování měli být schopni objasnit strukturu a funkci sloučenin nezbytných pro důležité chemické procesy probíhající v organismech a charakterizovat základní metabolické procesy a jejich význam.¹²

1.3.2 ŠKOLNÍ VZDĚLÁVACÍ PROGRAM

Každá škola si vytváří svůj vlastní ŠVP, podle kterého uskutečňuje vzdělávání, přičemž se řídí požadavky příslušného RVP.¹² Například dle ŠVP Gymnázia Strakonice jsou sacharidy zařazeny do výuky chemie ve čtvrtém závěrečném ročníku studia.¹⁴

Žáci se v průběhu výuky dozvídají o sacharidech základní informace o jejich:¹⁴

- charakteristice, rozdělení, vlastnostech a reakcích,
- vzorcích Fischerových, Tollensových a Haworthových,
- zástupcích – glukosa, fruktosa, ribosa, sacharosa, škrob, celuloza, glykogen a chitin.

Na konci ročníku by žáci měli znát rozdělení sacharidů podle počtu základních stavebních jednotek, orientovat se ve vzorcích sacharidů a umět je zapsat, umět popsat reakce monosacharidů, vyjmenovat významné zástupce sacharidů a objasnit jejich význam pro organismus či průmysl.¹⁴

Výuka chemie zahrnuje i laboratorní práce, které se na Gymnáziu ve Strakonících uskutečňují v průběhu 1. a 2. ročníku (kvinta – sexta). Tato cvičení jsou potřebná k rozvoji seberegulace, praktických dovedností a k získání zkušeností při práci ve skupině. Z řady experimentů se sacharidy si zde žáci mohou vyzkoušet například Fehlingovu zkoušku.¹⁴

1.4 SACHARIDY

1.4.1 OBECNÁ CHARAKTERISTIKA

Sacharidy jsou podstatnou a rozsáhlou skupinou přírodních látek.¹⁵ Jsou obsaženy v každé rostlinné i živočišné buňce, kde slouží jako zdroj volné energie, získané při biosyntéze. Vyskytují se také v rostlinných organismech, kde plní funkci stavební složky (např. celuloza v buněčných stěnách).¹⁶ Jako zásobní látky se vyskytují v semenech, kořenech a hlízách (např. škrob).¹⁷ V organismech živočišných funguje jako látka zásobní (např. glykogen), tvoří podstatnou složku nukleotidů a slouží jako prekurzory dalších látek, jako jsou lipidy a aminokyseliny.¹⁶

Dle jejich chemické struktury se jedná o polyhydroxykarbonylové sloučeniny, tedy aldehydy a ketony vícesytných alkoholů (polyhydroxyaldehydy a polyhydroxyketony).¹⁷ Lze je popsat obecným vzorcem $C_x(H_2O)_n$, jsou to látky obsahující uhlík a vodu v rovnocenném poměru. Podle tohoto obecného vzorce byl K. Schmidtem v roce 1844 zaveden název karbohydráty neboli uhlovodany, který je dnes již zastaralý a nepoužívaný.¹⁵ Sacharidy mohou být

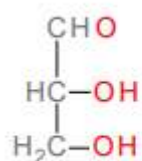
jednoduché, obecně nazývané monosacharidy, nebo složené, nazývané oligosacharidy a polysacharidy, vznikající spojováním jednoduchých cukrů glykosidovou vazbou.¹⁶

1.4.2 MONOSACHARIDY

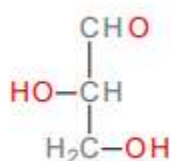
Monosacharidy jsou jednoduché cukry obvykle s nerozvětveným řetězcem.¹⁵ Jsou tvořeny alifatickým uhlíkovým řetězcem s jednou karbonylovou skupinou a hydroxylovými skupinami na ostatních atomech uhlíku. Pokud se karbonylová skupina váže k primárnímu neboli krajnímu atomu uhlíku, jedná se o aldosa, je-li na sekundárním uhlíku, nazýváme monosacharid ketosa.¹⁶ Podle počtu uhlíkových atomů je můžeme dělit na triosy, tetrosy, pentosy, hexosa a heptosy, z čehož největší význam mají pentosy a hexosy.¹⁷

Jednotlivé monosacharidy se obvykle příliš neliší svými vlastnostmi, jsou bezbarvé, krystalické, bez zápachu a některé mohou mít výrazně sladkou chuť. Velmi dobře se rozpouštějí ve vodě. Rozpustnost v organických rozpouštědlech závisí na počtu uhlíků v jejich řetězci; čím vyšší je, tím hůře se rozpouštějí. K důkazní reakci jejich vodných roztoků se používá například Fehlingovo činidlo či amoniakální roztok oxidu stříbrného. Zahříváním se rozkládají, tzv. karamelizují. Při zahřívání v přítomnosti koncentrované alkálie izomerují. Tání monosacharidů většinou neprobíhá v jednom daném bodě, ale v rozsáhlém rozmezí teplot, jsou to tedy látky amorfní.¹⁸

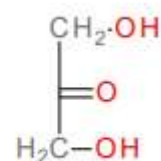
Nejjednoduššími monosacharidy jsou glycerinaldehyd a dihydroxyaceton, které můžeme vidět na obrázku 1.¹⁹



D-glyceraldehyd



D-glyceraldehyd



dihydroxyaceton

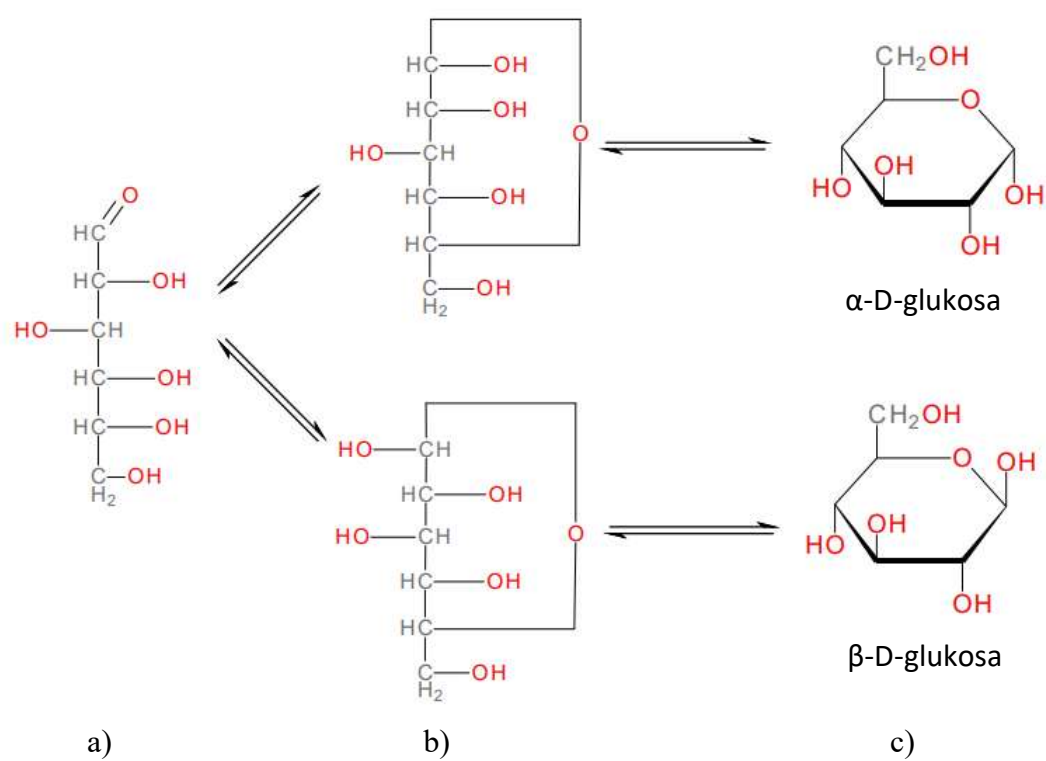
Obrázek 1: Vzorce D-glyceraldehydu a L-glyceraldehydu a dihydroxyacetonu¹⁷

Molekula glycerinaldehydu spolu se všemi monosacharidy (vyjma dihydroxyacetonu), a tím i oligosacharidy i polysacharidy obsahuje chirální uhlík, označujeme je tedy jako chirální sloučeniny.²⁰ Podle umístění poloacetalového hydroxylu na chirálním uhlíku odlišujeme D- a L-řadu. Izomery mající hydroxylovou skupinu ve Fisherově vzorci vpravo se označují

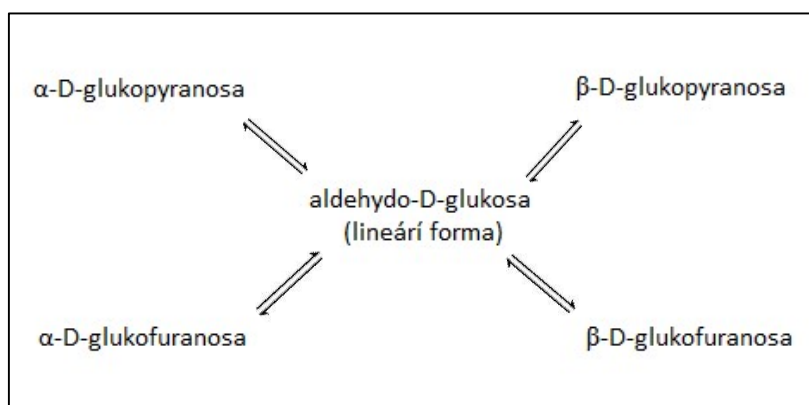
jako D-izomery. L-izomery mají hydroxylovou skupinu ve vzorci vlevo.¹⁵ D-glyceraldehyd slouží jako výchozí stereoisomer pro všechny složitější sloučeniny mající stejnou konfiguraci. Totéž platí pro L-glyceraldehyd a jeho odvozené sloučeniny spadající do L-řady.¹⁷

Díky přítomnosti chirálního uhlíku v řetězci se monosacharidy mohou vyskytovat ve dvou enantiomerech, dříve též optických antipodech či isomerech.²⁰ Antipody stáčí rovinu polarizovaného světla doprava nebo doleva. Směs optických antipodů v rovnocenném poměru (1:1) se označuje jako racemát neboli racemická směs. Pokud monosacharid stáčí rovinu polarizovaného světla vpravo, přiřazuje se k němu znaménko (+), jestliže vlevo, přiřazuje se znaménko (-).¹⁹

Od tetros výše se monosacharidy vyskytují v cyklické formě. Vznikají reakcí hydroxylové skupiny s aldehydovou (poloacetal) či ketonovou (poloketal) skupinou. Tyto heterocykly můžeme považovat za pětičlenné deriváty furanu (furanosy) nebo šestičlenné deriváty pyranu (pyranosy).¹⁹ Cyklizací monosacharidů na poloacetalovou formu vzniká nové centrum chiralitě tvořící dva nové izomery neboli anomery. Rozlišujeme α -a β -anomery, které se odlišují orientací substituentů na anomerním uhlíku.¹⁶ Pokud poloacetalový hydroxyl směřuje nad rovinu kruhu, nazýváme příslušný anomer α . V opačném případě jej nazýváme β anomer.¹⁹ Vzájemné prostorové uspořádání substituentů na cyklické molekule monosacharidu lze znázornit pomocí Tollensových nebo lépe Haworthových vzorců (viz obr. č. 2).¹⁵

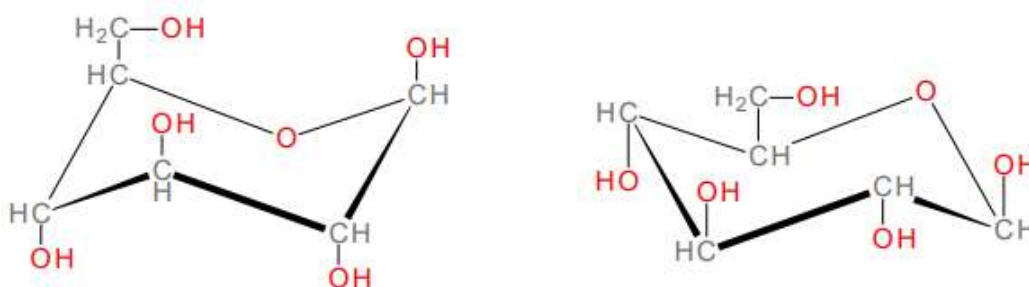
Obrázek 2: Strukturální vzorec glukosy podle Fishera (a), Tollense (b) a Hawortha (c)¹⁵

Ve vodném roztoku monosacharidu se nevyskytuje pouze jeden anomer. Jednotlivé anomery jsou v dynamické rovnováze. Rovnovážný stav v roztoku se ustanovuje vzájemnou přeměnou přes otevření kruhu, kdy dochází ke změně specifické optické otáčivosti (rotaci) a označuje se jako mutarotace (viz obr. č. 3).¹⁹



Obrázek 3: Rovnováha mezi různými formami glukos¹⁶

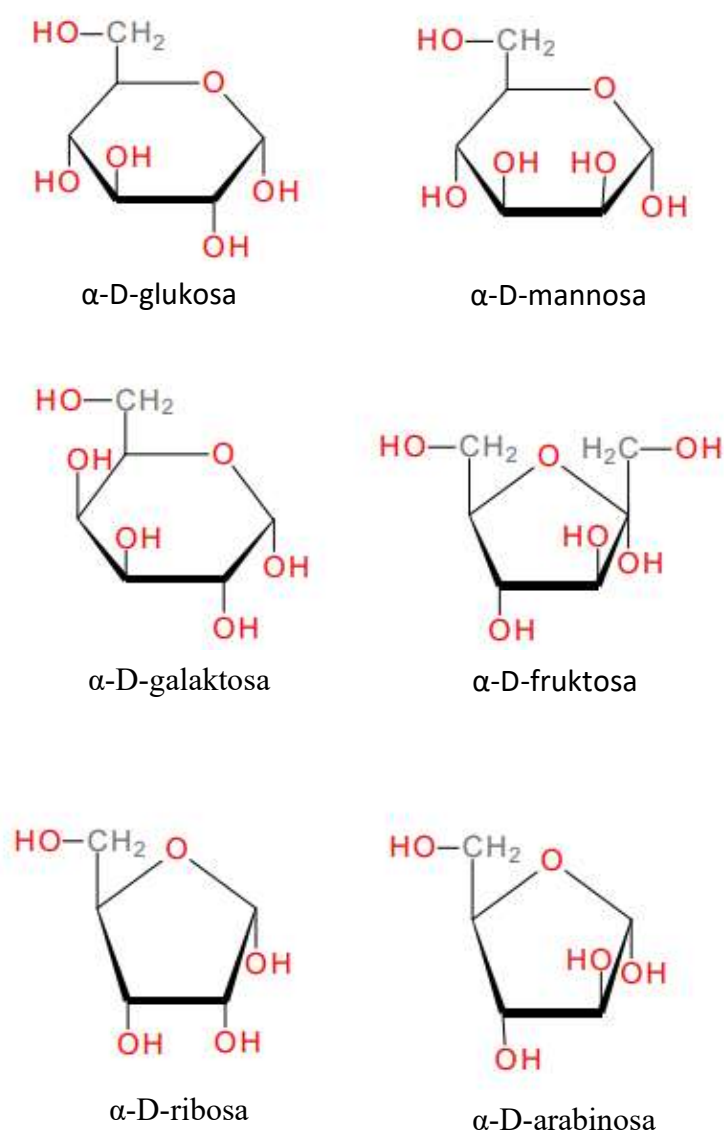
Tvar molekuly monosacharidů lze dobře popsat pomocí konformačních vzorců. U furanos je forma připodobněna k cyklopentanu a vyznačuje se téměř stálým rovinným charakterem. U pyranos je energeticky výhodnější židličková konformace, kterou můžeme vidět na obrázku 4. Ve vaničkové konformaci se monosacharidy téměř nevyskytují. Substituenty jsou zde uspořádány v ekvatoriální rovině, kolmo na axiální rovinu.¹⁶



Obrázek 4: Židličkové konformace pyranos¹⁶

Nejvíce rozšířené monosacharidy v přírodě jsou hexosy, jejichž vzorce jsou znázorněny na obrázku 5 na následující straně.¹⁶ Mezi nejvýznamnější patří ketohexosa D-fruktosa, nazývaná též ovocný cukr, která se nejvíce vyskytuje v ovoci a medu. Podstatnou

aldohexosou je D-galaktosa, nacházející se v mléčném cukru (součást disacharidu laktosa).¹⁹ Mezi nejvýznamnější a nejrozšířenější monosacharidy patří D-glukosa, která plní důležitou roli při fotosyntéze a je prekurzorem ostatních sacharidů a jiných látek.¹⁶ V organismu se vyskytuje například D-ribosa, základní složka nukleotidů,²⁰ či zmíněná D-glukosa, vyskytující se v krevní plazmě. Další monosacharidy jsou D-mannosa, D-xyloza, D-arabiosa a L-arabiosa. Deriváty monosacharidů jsou cukerné polyalkoholy, cukerné fosfáty, cukerné kyseliny (aldonové, aldarové a aldurové), deoxymonosacharidy, aminomonosacharidy a tak dále.¹⁶



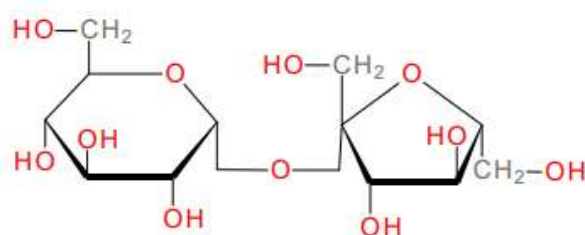
Obrázek 5: Haworthovy vzorce vybraných monosacharidů¹⁵

1.4.3 OLIGOSACHARIDY

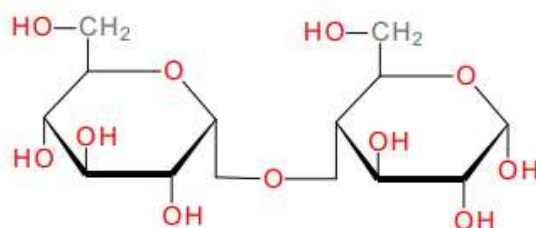
Podstatnou vlastností cyklických monosacharidů je reakce poloacetalového hydroxylu s jinou molekulou za odštěpení vody a vzniku glykosidů. Vzniklá vazba se označuje jako α - nebo β -glykosidová. Pokud je druhá molekula v této reakci další sacharid, dojde ke vzniku oligomeru a postupným řazením dalších monosacharidových jednotek ke vzniku polymeru sacharidů.¹⁶ Název oligosacharidy je odvozen od počtu monosacharidových jednotek, který je vždy od 2 do 10, používají se tedy předpony di- tri- až deka-.¹⁵

Mezi nejvýznamnější oligosacharidy patří disacharidy, které mohou být vytvořeny spojením dvěma stejnými či různými monosacharidy. Pokud při vazbě reaguje poloacetalový hydroxyl pouze jednoho monosacharidu s alkoholickým hydroxylem druhého monosacharidu, vzniká tzv. redukující disacharid a zachovává si vlastnosti karbonylové skupiny. Při využití poloacetalových hydroxidů obou monosacharidů vzniká disacharid neredukující, např. sacharosa.¹⁷

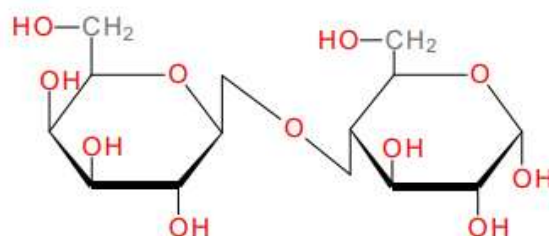
K významným zástupcům disacharidů patří maltosa, též sladový cukr, vznikající štěpením glykogenu a škrobu. Maltosa je tvořena dvěma molekulami glukosy.²⁰ Laktosa neboli mléčný cukr, která plní důležitou funkci v mléce savců, je tvořena molekulou galaktosy a glukosy.¹⁹ Oba zmíněné disacharidy mají volný poloacetalový hydroxyl, spadají tedy do skupiny redukujících sacharidů. Důležitý neredukující disacharid je sacharosa neboli řepný cukr, obsahující molekulou glukosy a fruktosy. Sacharosa je podstatnou živinou a používá se v průmyslu jako sladidlo. Vzorce významných disacharidů jsou znázorněny na obrázku 6.²⁰



sacharosa



maltosa



laktosa

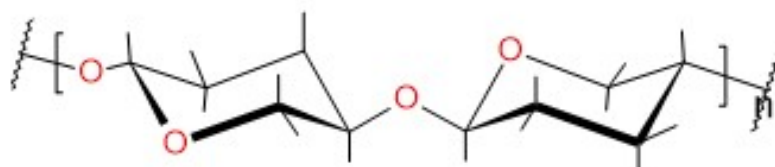
Obrázek 6: Vzorce vybraných disacharidů¹⁵

1.4.4 POLYSACHARIDY

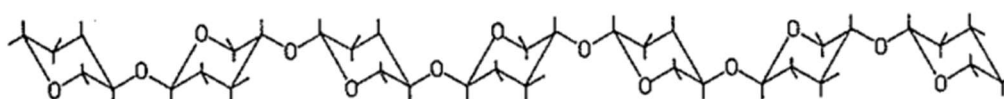
Polysacharidy jsou početná skupina sacharidů, tvořených stovkami a více monosacharidových jednotek spojených glykosidovými vazbami. Mohou tvořit řetězce lineární či rozvětvené a mohou obsahovat stejné monosacharidy (homoglykany) nebo různé typy monosacharidů (heteroglykany). Častými komponenty polysacharidů jsou hexosy D-glukosa (složka škrobu, glykogenu a celulosy), D-fruktosa (inulin), D-galaktosa, D-mannosa.²⁰

Celulosa patří do stavebních polysacharidů a je základní stavební jednotka buněčné stěny vyšších rostlin. Je tvořena dlouhým nerozvětveným řetězcem, složeným spojením D-glukosových podjednotek $\beta(1\rightarrow4)$ -glykosidovou vazbou. Řetězec a vzorec celulosy jsou uvedeny na obrázcích 7 a 8. Celulosa je nejrozšířenější biopolymer na zemi.²⁰ V rostlinných organismech má podpůrnou funkci v pletivech. Jako potravu ji využívají býložravci, pro ostatní obratlovce je většinou nestavitelná.¹⁶ Hlavní zdroj celulosy pro průmysl je dřevo,

kde se vyskytuje ve směsi s dalšími látkami (lignin a hemicelulosa). Nejprve se odstraní doprovodné složky a tím vzniká buničina. Buničina je podstatná surovina pro výrobu papíru a textilu.²⁰



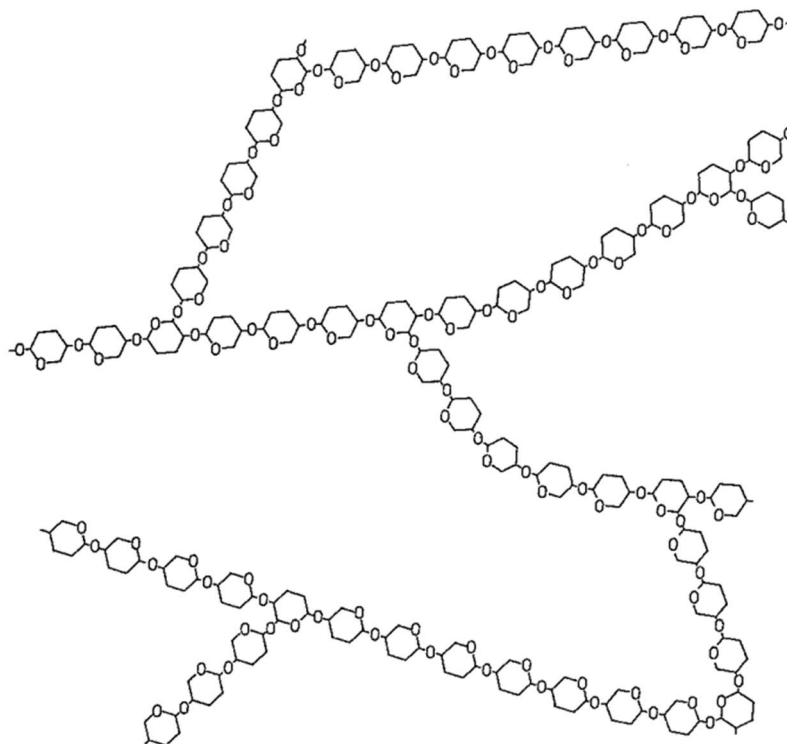
Obrázek 7: Sumární vzorec celulosy²¹



Obrázek 8: Struktura celulosy¹⁶

Chitin se strukturálně podobá celulóse a je to polysacharid tvořený molekulami N-acetyl-D-glukosaminu, propojenými $\beta(1\rightarrow4)$ -glykosidovou vazbou. Je hlavní složkou kutikuly členovců, buněčných stěn hub i některých řas.¹⁹

Škrob je zásobní polymer rostlin. Je tvořen dvěma typy polysacharidů, amylosou a amylopektinem, tvořených molekulami D-glukosy. Lineární řetězce amylosy jsou propojeny $\alpha(1\rightarrow4)$ -glykosidovými vazbami a stáčí se do šroubovice. Amylosa má schopnost tvořit modře zbarvený komplex s jodem.¹⁹ Je rozpustná ve vodě.²⁰ V řetězci amylopektinu jsou mezi molekulami glukosy vazby $\alpha(1\rightarrow4)$ doplněny $\beta(1\rightarrow4)$ -glykosidovými vazbami, které zajišťují rozvětvený charakter (viz obr. č. 9).¹⁹ Amylopektin ve vodě rozpustný není.²⁰

Obrázek 9: Struktura amylopektinu¹⁶

Glykogen je živočišný zásobní polysacharid. V těle je obsažen především v játrech a ve svalech.¹⁷ Řetězec glykogenu je tvořen molekulami glukosy a podobá se struktuře amylopektinu, jen je více větvený. Při hladovění organismu dochází k jeho rozkladu na glukosu, naopak při nadbytku buněčné energie dochází k jeho syntéze (glykogenese), která je řízena humorálně.²⁰

Další méně významné polysacharidy jsou inulin, dextran, pektiny, alginát, agar a karageny.²⁰

1.4.5 DŮKAZNÍ REAKCE SACHARIDŮ

Pro kvalitativní důkazy sacharidů jsou podstatné vlastnosti karbonylových a hydroxylových skupin jejich řetězce. Řada reakcí také závisí na tvorbě aldehydu furfuralu a jeho derivátů.¹⁸ Provedením vhodných reakcí můžeme zjistit, zda se jedná o aldosu nebo ketosu, nebo pentosu či hexosu.¹⁵

K identifikaci sacharidů s volným poloacetalovým hydroxylem způsobujícím redukční vlastnosti lze využít oxidačně-redukčních reakcí za vzniku charakteristických produktů.

V tomto případě můžeme uplatnit například Fehlingovo či Tollensovo činidlo. V případě neredukujících di- až polysacharidů je potřeba nejprve polysacharid hydrolyzovat.¹⁸

Druhým typem reakcí je již zmíněná dehydratace minerální kyselinou za vzniku furfuralu z pentos a jeho derivátu z hexos. Díky snadné kondenzaci furfuralu s fenoly nebo aromatickými aminy za vzniku charakteristického zbarvení lze tyto reakce využít ke kolorimetrickému stanovení.¹⁵

Mezi základní identifikační reakce patří následující zkoušky:

1.4.5.1 Zkouška Fehlingova

Princip reakce spočívá v redukcí Fehlingova činidla obsahující komplex Cu^{2+} mono- či oligosacharidem s volným poloacetalovým hydroxylem v alkalickém prostředí. Po zahřátí směsi dojde k vyredukování oxidu měďného za vzniku typického žlutého až načervenalého zbarvení.¹⁷

1.4.5.2 Zkouška Tollensova

Pomocí Tollensova činidla lze dokázat redukcí vlastnosti sacharidů. Činidlo obsahuje dusičnan diamminstříbrný, který se vlivem redukcí sacharidů vyredukuje.²² Reakce je doprovázena ztmavnutím roztoku vyloučeným stříbrem nebo se objeví tzv. stříbrné zrcátko. Konečnou směs musíme ihned likvidovat, protože po delším stání může samovolně explodovat.¹⁵

1.4.5.3 Důkaz přítomnosti škrobu

Tento pokus je založen na barvitelnosti složky škrobu α -amylosy Lugolovým roztokem. V průběhu reakce dojde k navázání jodu do struktury α -amylosy a můžeme pozorovat modré až černé zbarvení.²³

2 PRAKTICKÁ ČÁST

V této části bakalářské práce navrhuji vzdělávací projekt, který si klade za cíl zefektivnit a oživit výuku chemie na středních školách a gymnáziích. Projekt je specializován na výuku sacharidů. V první části jsou popsány cíle projektu, jeho charakteristika, využitá metodika a organizace celého projektu. Součástí je i návrh na motivační prvky. V dalších podkapitolách jsou popsány jednotlivé fáze projektu a návrhy laboratorních prací, které jsou ověřovány.

Vytvořený projekt v této bakalářské práci není realizovaný, jedná se tedy pouze o teoretický podklad, na jehož realizaci bude založena budoucí diplomová práce autorky.

2.1 NAVRŽENÍ PROJEKTU

2.1.1 CÍLE PROJEKTU

Cílem projektu je aktivně zajistit rozšíření a upevnění dosavadních vědomostí týkající se sacharidů u žáků středních škol a gymnázií. Projekt slouží k bližšímu seznámení žáků s prostředím laboratorních činností a ke zlepšení jejich praktických dovedností při práci s laboratorním vybavením a chemikáliemi. Při realizaci projektu by mělo dojít k rozvoji znalostí a dovedností týkajících se základní teorie sacharidů, jejich důkazů, práce ve skupině, schopnosti prezentace před třídou a samostatnosti a kreativity při práci. Projekt si klade za cíl propojit dosavadní znalosti žáků s běžným životem a tím zvýšit atraktivitu přírodovědných předmětů mezi žáky, což může podpořit také interdisciplinární charakter využitých metod propojením chemie s biologií a zdravým životním stylem.

K cílům tohoto projektu také patří maximálně rozvíjet klíčové kompetence ukotvené v RVP. Pro naplnění kompetence k učení budou žáci vedeni k samostatné práci s informacemi a vyhledávání v různých informačních zdrojích. Komunikativní kompetence bude rozvíjena účastí žáků na diskusích, hodnocení a práce ve skupině. Při práci ve skupině je důležité, aby žáci jasně a srozumitelně formulovali myšlenky. Personální a sociální kompetence budou posíleny nutností spolupráce s ostatními žáky a přijímáním a reagováním na vlastní kritiku. Kompetence k řešení problémů se podpoří vybíráním vhodných postupů a metod práce, vytvářením hypotéz a schopností objasnit podstatu problému. V neposlední řadě bude

respektováním ostatních účastníků, jejich názorů a postojů ovlivněna kompetence občanská.¹²

Tento projekt je zaměřen na přírodní vědy, a proto jsou klíčové kompetence rozvíjeny v této oblasti:¹²

- Kompetence k učení: Získávat informace z oblasti chemie a orientovat se ve zdrojích chemického rázu. Pozorovat chemické děje a reakce. Provádět experimenty a využívat při tom získaných informací,
- Kompetence k řešení problémů: Správně a efektivně řešit problémy v oblasti chemie,
- Kompetence komunikativní: Dokázat využívat mezinárodně užívané symboly a názvy chemických sloučenin,
- Kompetence sociální a personální: Spolupracovat při experimentování,
- Kompetence občanská: Chovat se zodpovědně při práci s chemickými látkami.

2.1.2 METODIKA PRÁCE

Téma mého projektu, tedy sacharidy, je nejčastěji probíráno v hodinách chemie v předposledním ročníku středních škol a gymnázií. Proto je projekt vhodné uskutečnit s žáky vyšších ročníků (3. a maturitní ročníky), kteří jsou již seznámeni s probíranou látkou. Do projektu se mohou zapojit také libovolní žáci, kteří projeví zájem, nejlépe však maturanti, členové seminářů či jiných kroužků zaměřujících se na výuku přírodovědných předmětů. Realizace projektu může být uskutečněna buď v rámci hodin semináře, o hodinách chemie nebo po vyučování, aniž by se jakkoliv narušil průběh ostatních vyučovaných předmětů a celkový chod školy.

Na začátku projektu se žáci rozdělí dle svého uvážení do skupin o velikosti 3 až 5 žáků. V těchto skupinách budou v následujících 4 až 5 týdnech spolupracovat na zadaném tématu. Místo uspořádání by nejlépe splňovala specializovaná učebna a laboratoř. V průběhu projektu se žáci seznámí jak s teoretickou stránkou problematiky, tak s experimentálními činnostmi, které budou pro naplnění cílů projektu klíčové.

Do první fáze projektu bude zařazena motivace spolu s teorií. Praktická část bude spočívat v samostatném nastudování a zvolení vhodných pokusů/experimentů, které bude každá skupina demonstrovat před ostatními. Žáci vymyslí v rozmezí svého tématu alespoň jeden způsob, jak zábavně a zajímavě ostatním žákům přiblížit sacharidy v laboratorním prostředí. Důraz bude kladen na sacharidy, se kterými se žáci setkávají v běžném životě. Tím docílíme propojení teoretické stránky projektu s každodenním životem. Příkladem experimentu může být důkaz sacharidů v ovoci Fehlingovým činidlem. Žáci mohou také praktickou část zařadit k závěrečné prezentaci. Návrhy vhodných experimentů jsou obsaženy v kapitole 2.6. Každá skupina by měla společně s experimentem připravit doprovodný list pro ostatní žáky, kteří budou demonstraci přihlížet.

Na konci projektu dojde k závěrečné prezentaci, v níž dostane každá skupina prostor představit svůj výchozí produkt práce, což může být prezentace či poster doprovazený mluveným výkladem před ostatními skupinami. Po skončení prezentace každé skupiny proběhne diskuse a její hodnocení, které bude vedeno formou rozhovoru mezi jednotlivými skupinami a pedagogem. Každá skupina bude mít možnost své výsledky veřejně prezentovat ve formě posteru či článku na webových stránkách školy.

Kritéria hodnocení budou stanovena ještě před začátkem projektu a bude záležet na zpracování výstupu, přednesu skupiny, přínosu do vyučovacího procesu, práci skupiny i jednotlivců.

2.1.3 CHARAKTERISTIKA PROJEKTU

Tento projekt má stejně jako jiné vyučovací projekty základní znaky, podle kterých ho můžeme následovně definovat:

- Účel projektu – upevnění znalostí a praktických dovedností v oblasti chemie,
- Vztah k učivu a vyučovacím předmětům – využití znalostí jednoho vyučovacího předmětu i propojení více předmětů,
- Organizace – realizace v rámci hodin daného předmětu,
- Délka trvání – střednědobý projekt,

- Místo konání – školní i domácí,
- Navrhovatel – iniciace učitelem,
- Počet zapojených žáků – spolupráce v menších skupinách,
- Velikost – projekt menší.

2.1.4 MOTIVACE

Základním pilířem pro úspěšně vedenou projektovou výuku je jednoznačně zařazení motivačního prvku. Motivaci jsem zařadila ihned do první hodiny, aby byli žáci zaujati tématem ihned od počátku a byli vtaženi do projektu. Jako první motivační prvek jsem vybrala demonstrační pokus s názvem „*Blue effect*“, jehož princip je založen na redukčních vlastnostech sacharidů, které způsobí barevné změny. Tento pokus bude proveden buď pedagogem, nebo žáky, kteří budou mít zájem. Před zahájením práce učitel žákům objasní základní princip a didaktickou podstatu experimentu, aby žáci měli možnost za pomoci svých vědomostí odhadnout a předpovědět jeho průběh. Také popis aparatury a chemikálií bude žákům představen ještě před zahájením. Tento experiment jsem zvolila kvůli jednoduchému provedení s možností zapojit žáka či žáky, kteří mohou pomoci se smísením chemikálií a promícháním baňky. Pokus bude také součástí výběru, ze kterého žáci budou vykonávat soubor laboratorních pokusů v následující fázi projektu.

Druhý motivační prvek jsem taktéž zařadila do první hodiny a zvolila tentokrát formu zábavné hry. Tuto hru jsem vymyslela, aby se aktivně zapojili všichni žáci zároveň. Žáci se ještě před začátkem hry rozdělí do skupin, ve kterých budou pokračovat v projektu. Pravidla jsou jednoduchá. Pedagog bude mít připravený soubor vytištěných obrázků známých potravin a nápojů (či reálné potraviny a nápoje), například jablko, maso, vajíčko, Pepsi cola, sušenka apod., a jeden po druhém je bude ukazovat celé třídě. Princip hry spočívá v tom, že žáci budou rozhodovat, zda dané potraviny a nápoje sacharidy obsahují nebo neobsahují. V případě, že potravina sacharid obsahuje, následuje krátká diskuse s žáky o tom, jaké přibližné množství a jaký druh cukru pravděpodobně obsahuje, a zda je to pro naše tělo zdravé či nikoliv. Skupiny budou mít za úkol se v případě potraviny s obsahem sacharidů přihlásit a sdělit vyučujícímu svůj názor, přičemž mohou ostatní skupiny případně

doplnit své připomínky. Skupina, která byla v průběhu hry nejvíce aktivní, bude mít výhodu prvního výběru tématu.

2.1.5 ČASOVÁ ORGANIZACE PROJEKTU

Projekty jsou obecně známé svou časovou náročností, což jsem při navrhování brala v potaz a vymyslela střednědobý projekt, který vyžaduje 2 vyučující hodiny týdně v průběhu 4, maximálně 5 týdnů.

V následujících podkapitolách stručně popisuji jednotlivé týdny, především jejich časové uspořádání.

2.1.5.1 1. týden

První vyučovací hodina bude zahájena přivítáním žáků. Ti budou seznámeni s pokyny a organizací projektu. Pedagog dá pokyn k rozřazení do skupin. Poté přijde čas na motivaci, která bude realizována demonstračním experimentem a zábavnou hrou. Skupiny si rozdělí předložená témata a začnou se shromažďováním materiálů (viz. tabulka 1).

1. Hodina	Seznámení s projektem, pravidly práce, hodnocením	10 minut
	Teorie	10 minut
	Demonstrační pokus	25 minut
2. Hodina	Rozdělení do skupin	5 minut
	Hra	20 minut
	Rozebrání témat	5 minut
	Počátek práce žáků	5+ minut

Tabulka 1: Návrh organizace 1. týdne

2.1.5.2 2. týden

Dvě vyučovací hodiny tohoto týdne slouží k výpomoci žáků se shromažďováním zdrojů a práci na projektu (viz. tabulka 2).

	Obsah hodiny
1. Hodina	Shromažďování materiálů a zdrojů k práci, konzultace s pedagogem, práce na projektu
2. Hodina	Příprava na laboratorní činnosti
	Shromažďování materiálů a zdrojů k práci, konzultace s pedagogem, práce na projektu

Tabulka 2: Časová organizace 2. týdne

2.1.5.3 Laboratorní týden

Třetí týden bude věnován laboratorním pracím, které proběhnou v laboratoři v průběhu dvou vyučujících hodin. Další organizace LP je popsána v následující kapitole s názvem praktická část projektu.

2.1.5.4 Prezentační týden

Každá skupina v tomto týdnu dostane prostor pro svůj závěrečný výstup, diskusi a hodnocení (viz. tabulka 3).

	Časová dotace pro jednu skupinu
Prezentace	5-10 min
Diskuse	5 min
Hodnocení	5 min

Tabulka 3: Návrh časového uspořádání závěrečného výstupu jedné skupiny

2.2 FÁZE REALIZACE

V první hodině pedagog nejprve sdělí žákům základní pravidla práce na projektu. Budou připravovat prezentaci na téma týkající se sacharidů a následně s ní vystoupí před ostatními skupinami. Téma prezentace slouží k tomu, aby se při zpracování prezentace a praktické části drželi okruhu teorie. Způsob, jakým žáci prezentaci zpracují, je libovolný, jediné kritérium je, aby ji stihli odprezentovat v časovém rozmezí 5 až 10 minut. Celková časová dotace na prezentaci, diskusi a hodnocení jedné skupiny bude polovina jedné vyučovací hodiny. Dalším úkolem pro žáky bude praktická část, v níž si sami ve zdrojích vyhledají a zvolí experiment a následně ho před ostatními předvedou, což se bude odehrávat při laboratorních činnostech či ve třídě.

Poté se bude pokračovat obecnou teorií sacharidů. Pedagog seznámí žáky se základní teorií týkající se sacharidů: co jsou sacharidy, v čem spočívá jejich důležitost v přírodě, organismech a v našem těle, jak jsou klasifikovány a jaké jsou jejich vlastnosti.

Následuje fáze motivace, která zahrnuje demonstrační provedení již zmíněného pokusu „*Blue effect*“. Ihned po provedení pokusu žáci dostanou pokyn k rozřazení do skupin o velikosti 3 až 5 žáků, v případě malého či velkého počtu zúčastněných dětí lze velikost skupin přizpůsobit. Žáci se mohou rozdělit dle svých přání a preferencí.

Po rozdělení skupin bude ještě motivace podpořena aktivní hrou, kterou se žáci naladí do soutěživé nálady. Na konci hry bude pedagogem vyhlášena vítězná skupina, která si bude moci jako první vybrat z nabídky témat jejich budoucí práce. Zbylá témata si ostatní skupiny mohou rozebrat, v případě více zájemců o stejné téma se rozhodne hrou „kámen, nůžky, papír“. Po vybrání mohou žáci začít s rozdělením úkolů se skupinkách, sběrem zdrojů informací a vlastnímu zpracování prezentace a praktické části.

Seznam oblastí k práci:

- Vlastnosti a reakce sacharidů
- Monosacharidy
- Disacharidy
- Polysacharidy

- Významní zástupci sacharidů
- Metabolismus sacharidů

Při setkání ve 2. týdnu budou mít žáci možnost vypracovávat svou prezentaci a shromažďovat materiály z knih, internetu a dalších zdrojů poskytnutých pedagogem. Po uplynutí těchto 2 vyučovacích hodin by měli mít jasnou představu o tom, jakou strukturu bude jejich závěrečná práce obsahovat a jaké experimenty budou chtít realizovat.

Ve druhé vyučovací hodině také proběhne krátká příprava na laboratorní práce, které proběhnou další týden. Pedagog s žáky prodiskutuje, jaké experimenty jsou vhodné na využití, seznámí je se základními typy experimentů z oblasti sacharidů, jejich důkazy a dalšími možnými náměty na praktickou část. Žáci budou mít možnost konzultovat své návrhy experimentů a nechat si poradit s případnými dotazy. Díky včasnému seznámení s laboratorními pracemi budou mít možnost přípravy před jejich zahájením, čímž docílíme toho, aby při průběhu LP byli všichni žáci v problematice zorientováni.

2.3 PRAKTICKÁ FÁZE PROJEKTU

2.3.1 LABORATORNÍ PRÁCE

Laboratorní pokusy proběhnou ve 3. týdnu projektu a budou do nich zařazeny experimenty, které si každá skupina vyhledá a nastuduje. Experimenty by měly odpovídat dovednostem a vědomostem žáků. Před laboratorními pracemi budou žáci seznámeni s BOZP a pravidly práce v laboratoři a s chemikáliemi dle platných nařízení.

Žáci budou demonstrovat experimenty, spadající do oblasti teorie sacharidů, kterou mají přidělenou. Před zahájením laboratorních prací bude každá skupina pedagoga informovat o zvolených experimentech, aby připravil potřebné pomůcky a chemikálie, které žákům budou k dispozici. Žáci mají také možnost s pedagogem výběr pokusů předem konzultovat.

Před realizací jednotlivých experimentů každá skupina rozdává ostatním žákům protokol či průvodní list, který k experimentu vytvořila. Žáci by měli být schopni popsat laboratorní pomůcky a chemikálie, které hodlají využít. Poté dostanou prostor předvést, jaký zajímavý pokus ve zdrojích objevili, a pokusí se ho před ostatními ověřit. Průběh všech experimentů

bude vždy veden pod dohledem pedagoga, který v případě potřeby může pomoci. Při realizaci by žáci měli popisovat jednotlivé kroky a doprovodné jevy (barevné změny apod.). Znalosti, které prokáží v průběhu realizace budou zahrnuty do hodnocení na konci projektu.

V následující kapitole je vytvořen souhrn experimentů, vhodných pro využití, zároveň s jejich ověřením. Jsou vybrány dle časové náročnosti, jež by neměla přesahovat přibližně 20 minut. Pokusy jsem zvolila také proto, aby žáci neměli problémy s jejich provedením z důvodu nedostatku znalostí. Jedná se o základní pokusy vhodné pro žáky vyšších ročníků středních škol.

2.3.2 EXPERIMENTY NAVRŽENÉ K PROVEDENÍ

1. Laboratorní práce – Fehlingovo činidlo

Úkol: Odhal redukující a neredukující sacharid.

Princip: Sacharidy jsou organické látky obsahující aldehydové či ketonové skupiny způsobující redukci Fehlingova činidla (komplexně vázané soli Cu^{2+}), čímž vzniká oranžová až načervenalá sraženina oxidu měďného.²⁴

Časová náročnost: 15-20 minut

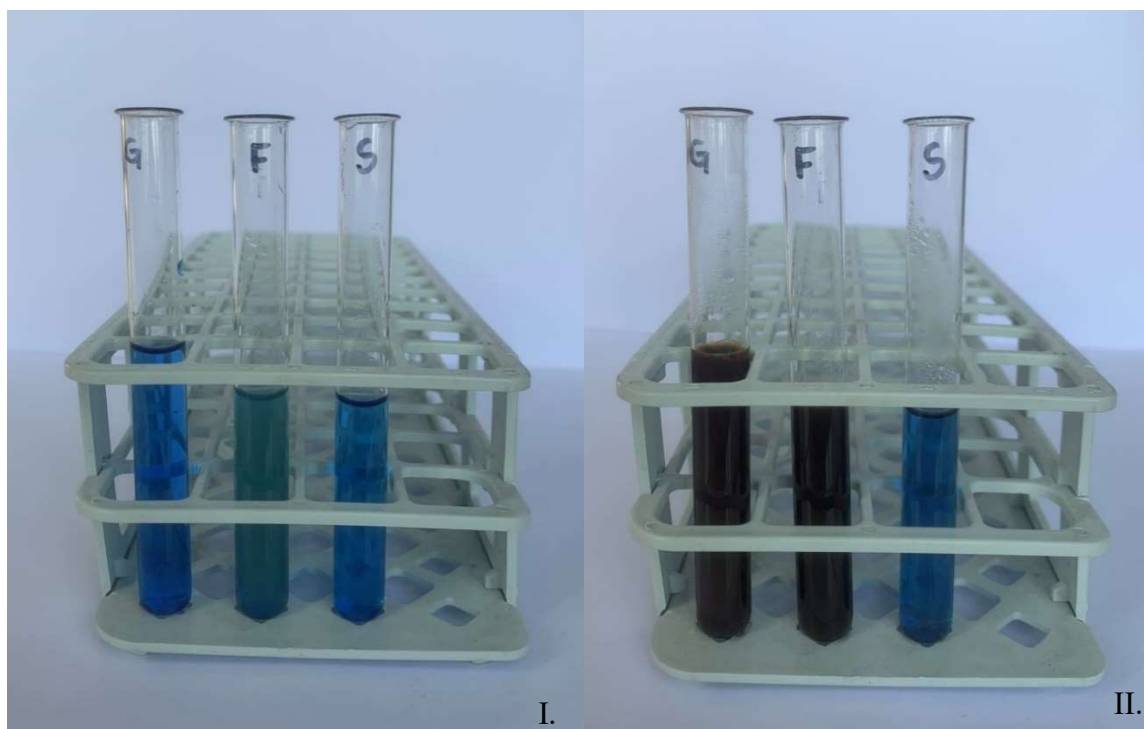
Pomůcky: Kahan, zkumavky, držák na zkumavky, stojan na zkumavka, sirky, stojan, kapátko, vodní lázeň (kádinka, azbestová síťka, kovový kruh)

Chemikálie: vzorek sacharidu (glukosa), destilovaná voda, Fehlingův roztok I, Fehlingův roztok II

Postup: Nejdříve si připravíte roztok Fehlingova činidla, který vytvoříte smícháním Fehlingova činidla I a Fehlingova činidla II ve stejném poměru dle potřeby, takže například 5 ml a 5 ml. Činidlo připravte těsně před jeho použitím. Připravte si roztok sacharidu, který máte k dispozici. Malé množství sacharidu rozpustíte ve zkumavce v 5 ml vody. K roztoku sacharidu ve zkumavce postupně přidejte přibližně 1-2 ml Fehlingova činidla. Zkumavku se směsí vložte do horké vodní lázně a zahřejte. Čekejte, dokud se neobjeví oranžové, červené či nahnědlé zbarvení. Nakonec si запиšte, které sacharidy reagovaly pozitivně.

Průběh reakce:

Na obrázku č. 10 je vidět roztok před reakcí (I.) a po reakci (II.).



Obrázek 10: Fehlingova reakce (G – glukosa, F – fruktosa, S – sacharosa)

Laboratorní list se nachází v příloze č. 1.

Varianty pokusu:

- Fehlingovo činidlo žáci mohou využít k důkazu veškerých monosacharidů z běžných potravin, například fruktosu z ovocné šťávy.
- Variantou je důkaz redukujících sacharidů z řad disacharidů. Dokáží přítomnost laktosu v mléce či maltosu v pivu.
- Možné je využít i neredukujících sacharidů, například glukosu z hroznového cukru, aby žáci pozorovali negativní reakci Fehlingova činidla.²⁴
- Lze také použít roztok modré skalice společně s 10% hydroxidem sodným a reakce také funguje.

2. Laboratorní práce – Důkaz škrobu

Úkol: Dokaž přítomnost škrobu.

Princip: Škrob je polysacharid, který se skládá ze dvou složek, amylosy a amylopektinu.²³ Při reakci škrobu s Lugolovým roztokem za normální teploty se molekuly jodu dostávají do šroubovice amylosy, čímž dojde ke vzniku charakteristické modré až modročerné barvy.²⁵ Pokud dojde ke zvýšení teploty, tehdy dojde k narovnání molekuly amylosy a roztok se opět odbarví.²³

Časová náročnost: 25 minut

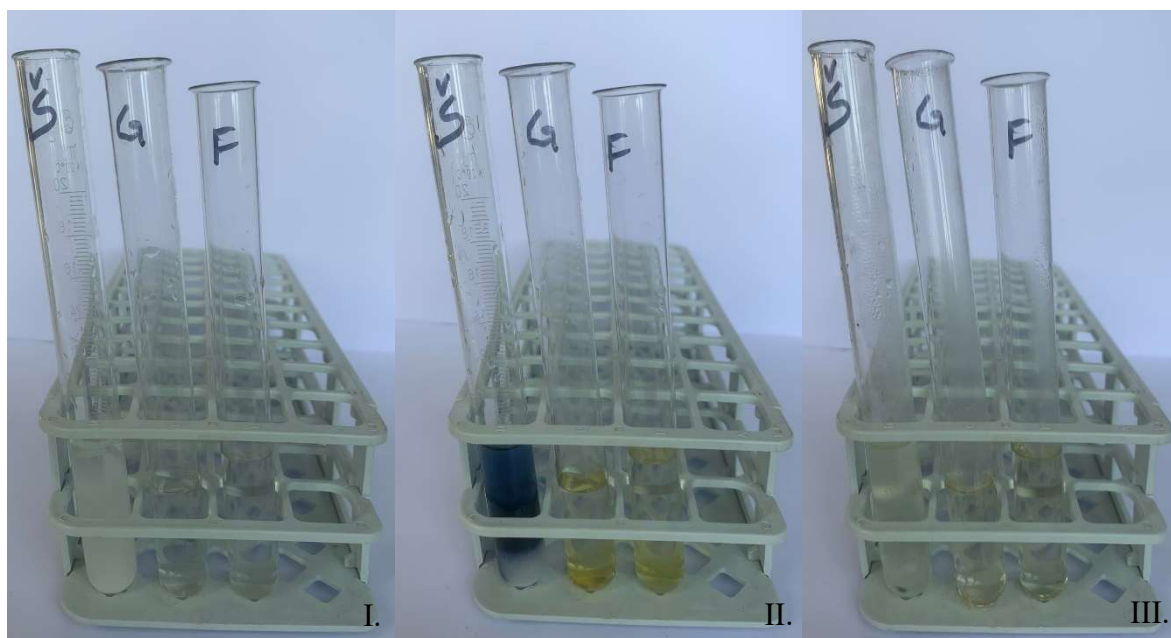
Pomůcky: Zkumavky, stojan na zkumavky, držák na zkumavky, sirky, kahan, stojan, aparatura na vodní lázeň (kádinka, kovový kruh, azbestová síťka), filtrační aparatura (filtrační papír, nálevka, kádinka, kovový kruh)

Chemikálie: Roztok škrobu, Lugolův roztok

Postup: Jako první si připravte roztok škrobu. Oškrábejte si bramboru a část nastrouhejte na struhadle. Sestavte si filtrační aparaturu, šťávu z brambor vymačkejte a přefiltrujte do kádinky. Přibližně 3 ml filtrátu převedte do zkumavky a přikápněte Lugolův roztok. Můžete pozorovat vznik modrého zbarvení. Poté zkumavku se škrobem i Lugolovým roztokem zahřejte ve vodní lázni či nad kahanem a sledujte opětovné odbarvení.

Průběh reakce:

Na obrázku č. 11 je vidět roztok před reakcí (I.), po přidání Lugolova roztoku (II.) a po reakci (III.).



Obrázek 11: Důkaz škrobu (Š – škrob, G – glukosa, F – fruktosa)

Laboratorní list se nachází v příloze č. 2.

Varianty pokusu:

- Škrob je polysacharid obsažený v mnohých běžně dostupných potravinách. Žáci mají možnost se pokusit dokázat jeho přítomnost v jogurtech, salámech, pečivu nebo rýži a dalších.
- Postup zůstane stejný jako s roztokem škrobu, potraviny na Petriho misce nakapeme Lugolův roztok a po chvíli dojde ke změně zbarvení na tmavě modré.
- Lugolův roztok mohou použít k odlišení potravin, ve kterých se vyskytuje a ve kterých nikoliv, například ve šťávě z jablka.²³
- Místo lugolova roztoku je možné využít desinfekci – Betadine, či jodovou tinkturu.

3. Laboratorní práce – Molischova reakce

Úkol: Dokaž přítomnost sacharidu.

Princip: Molischova reakce slouží k odhalení veškerých sacharidů.²² Vlivem působení koncentrované kyseliny sírové dochází k hydrolýze složitějších sacharidů na monosacharidy, které dehydratují na furfural. Furfural kondenzuje s molekulami α -naftolu a vzniká charakteristické fialové zbarvení.²⁶

Časová náročnost: 15 minut

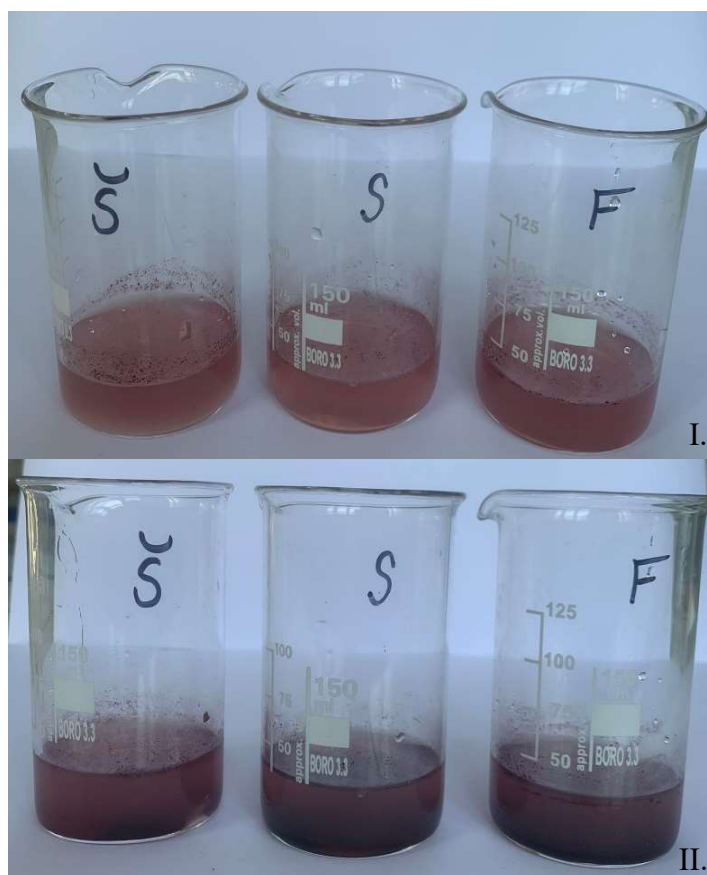
Pomůcky: Zkumavky, stojan na zkumavky, kapátko

Chemikálie: Molischovo činidlo, vzorky sacharidu, konc. kyselina sírová, destilovaná voda

Postup: Nejdříve si ve zkumavce vytvořte roztok sacharidu, který máte k dispozici. Ke vzorku sacharidu přidejte pár kapek Molischova činidla a promíchejte. Poté pomalu a opatrně přilijte (podvrstvěte) konc. kyselinou sírovou. Jako důkaz přítomnosti sacharidu se objeví mezi vrstvami roztoku a kyseliny fialový proužek.

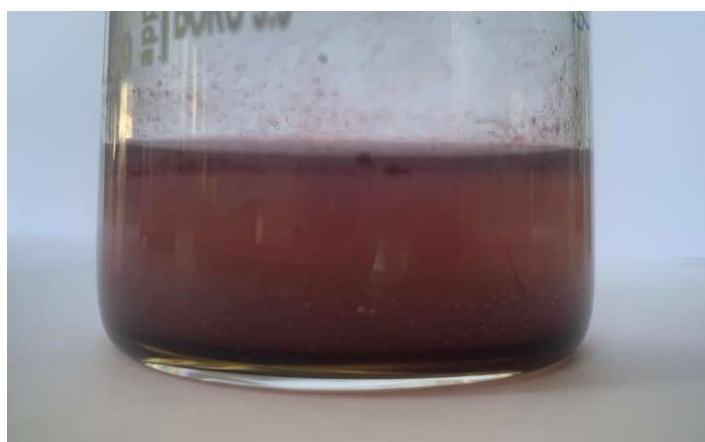
Průběh reakce:

Na obrázku č. 12 je vidět roztok před reakcí (I.) a po reakci (II.).



Obrázek 12: Molischova reakce (Š – škrob, S – sacharosa, F – fruktosa)

Detail fialového proužku (viz obr. č 13):



Obrázek 13: Detail Molischovy reakce

Laboratorní list se nachází v příloze č. 3.

Varianty pokusu:

- Molischovo činidlo je univerzální pro všechny typy sacharidů, lze ho tedy využít k důkazu monosacharidů, oligosacharidů i polysacharidů.
- Žáci mohou zvolit roztok jakéhokoliv sacharidu z běžného života.²²

4. Laboratorní práce – Selivanova reakce

Úkol: Odliš aldosu od ketosy

Princip: Ketosy se při zahřívání dehydratují mnohem rychleji než aldosity.²⁷ Vlivem působení kyseliny chlorovodíkové vzniká ze sacharidu furfural, který následně kondenzuje s resorcinolem a vzniká charakteristické červené zbarvení.²²

Časová náročnost: 15 minut

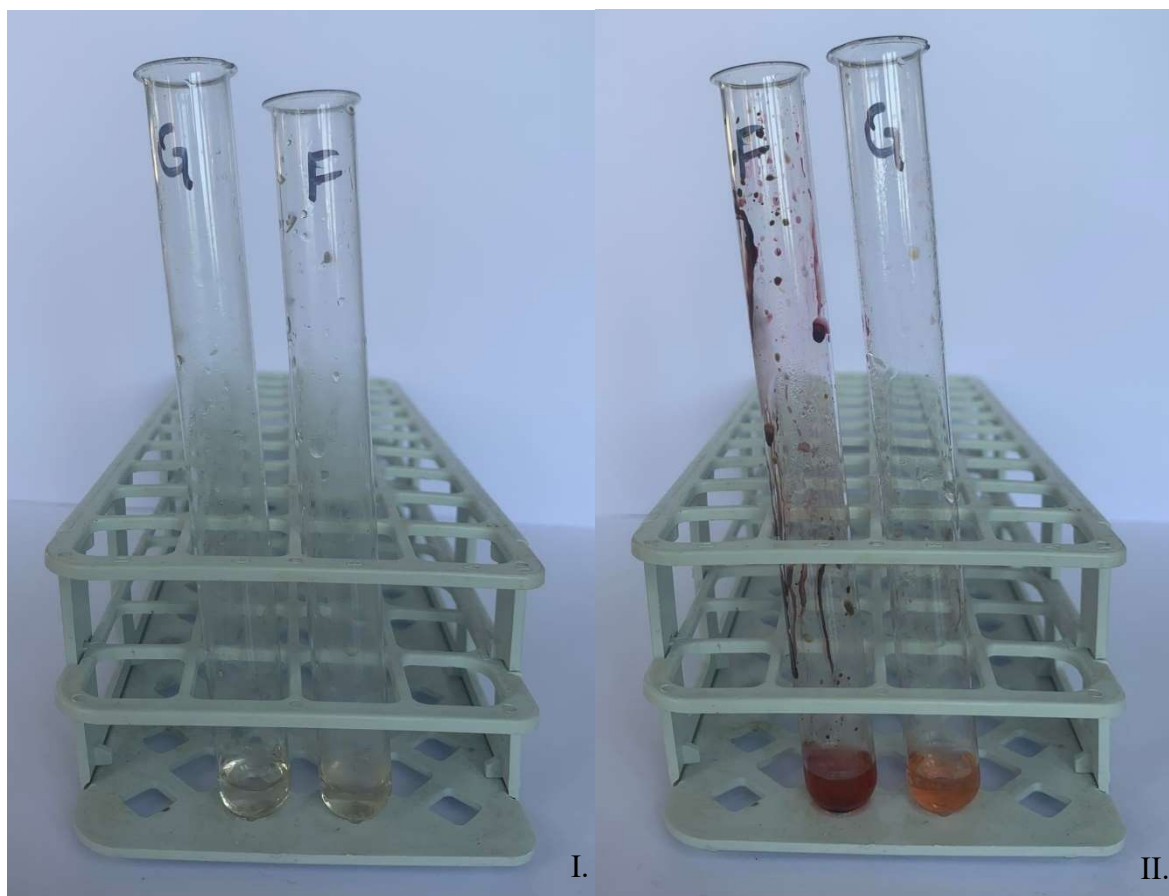
Pomůcky: Zkumavky, stojan na zkumavky, stojan, kahan, sirky, aparatura na vodní lázeň (kádinka, kovový kruh, azbestová síťka)

Chemikálie: Vzorky sacharidů (fruktosa, glukosa), Selivanovo činidlo (kyselina chlorovodíková, krystalický resorcinol)

Postup: Ve dvou zkumavkách si vytvoříme roztoky sacharidů (1 ml). K roztokům sacharidů přidáme 5 až 10 krystalů resorcinu se stejným množstvím kapek kyseliny chlorovodíkové. Směsi dáme zahřívát na vodní lázeň a pozorujeme, jak rychle vzniká červené zbarvení.

Průběh reakce:

Na obrázku č. 14 je vidět roztok před reakcí (I.) a po reakci (II.).



Obrázek 14: Selivanova reakce (G – glukosa, F – fruktosa)

Laboratorní list se nachází v příloze č. 4.

5. Laboratorní práce – Příprava invertního cukru

Úkol: Připrav ekvimolární směs glukosy a fruktosy.

Princip: Sacharosa je disacharid, který se v kyselém prostředí hydrolyzuje na invertní cukr a vytvoří se ekvimolární směs glukosy a fruktosy.¹⁹

Časová náročnost: 15 minut

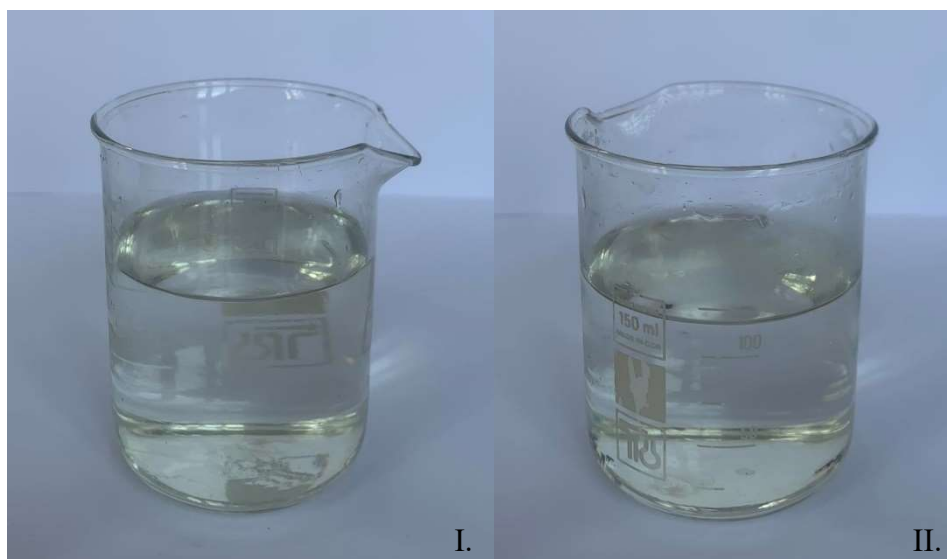
Pomůcky: Stojan, kahan, sirky, kádinka, kapátko, skleněná tyčinka, aparatura na vodní lázeň (kádinka, kovový kruh, azbestová síťka)

Chemikálie: Vzorek sacharidu (sacharosa), roztok kyseliny mléčné, destilovaná voda

Postup: Rozpusťte si přibližně 6 lžic sacharosy ve 100 ml vody. K roztoku sacharosy přikapejte 9 kapek kyseliny mléčné. Tuto směs zahřívejte na azbestové síťce nad kahanem a neustále míchejte. Po chvíli můžeme pozorovat světle hnědou viskózní hmotu. Čichem můžete zaznamenat vůni po medu.

Průběh reakce:

Na obrázku č. 15 je vidět roztok před reakcí (I.) a po reakci (II.).



Obrázek 15: Příprava invertního cukru

Úskalí: Ačkoliv existuje rozsáhlé množství zdrojů (např. práce Úvod do biochemie a molekulární biologie (nejen) pro gymnázia), které popisují tento pokus, tak postup není průkazný. Pokus byl proveden s třtinovým i řepným cukrem (podle různých variant pokusu) podle výše uvedených zdrojů.

Laboratorní list se nachází v příloze č. 5.

Varianty pokusu:

- Invertní cukr lze připravit nejen pomocí kyseliny mléčné. Kyselé prostředí lze vytvořit i dostupnější formou, a to kyselinou citrónovou.¹⁹
- Pokus žáci mohou vyzkoušet s třtinovým i řepným cukrem.

6. Laboratorní práce – „*Duhová baňka*“

Úkol: Dokaž redukční vlastnosti glukosy.

Princip: Indigokarmín je redoxní činidlo, které se v přítomnosti kyslíku oxiduje a dochází k barevné změně od žluté až po zelenou. K jeho redukci dochází vlivem přítomnosti redukčního činidla, glukosy v roztoku NaOH, čímž se roztok odbarví.²⁸

Časová náročnost: 25–30 minut

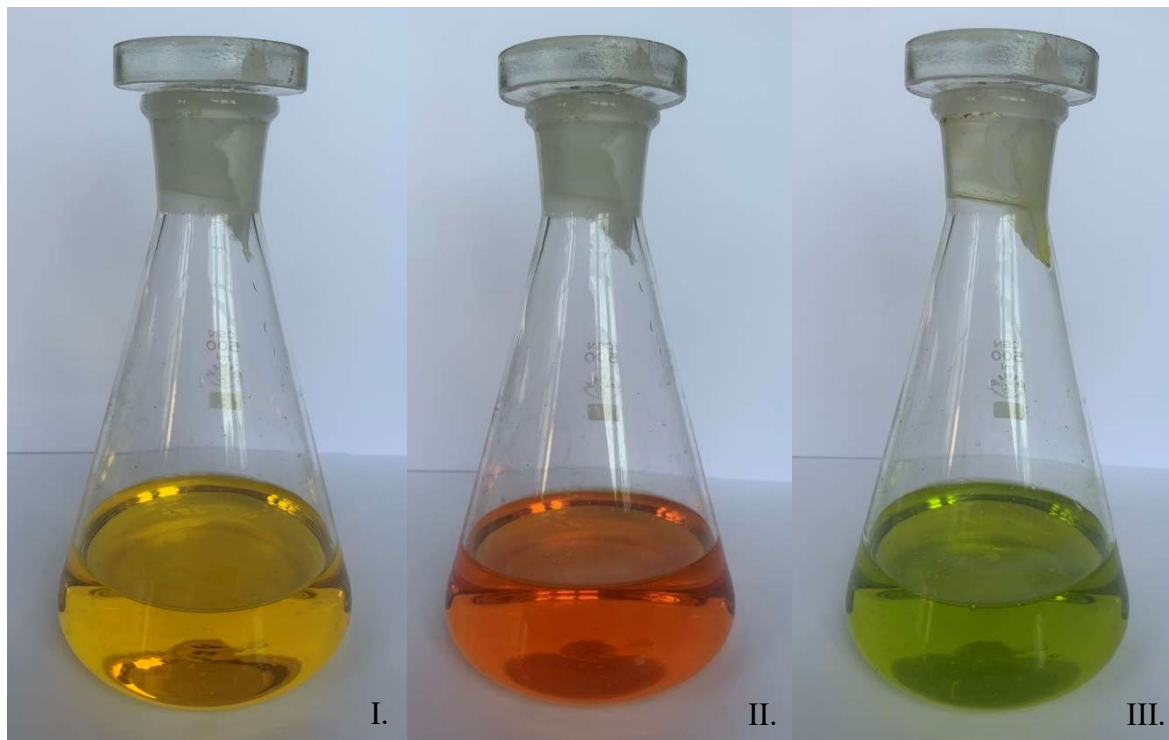
Pomůcky: Erlenmeyerova baňka (250 ml), lžička, zátka, odměrný válec, váhy, skleněná miska

Chemikálie: Glukosa, pevný hydroxid sodný, indigokarmín, destilovaná voda

Postup: Odměřte si přibližně 5 g pevného NaOH a vsypte do Erlenmeyerovy baňky. K NaOH přilijte 250 ml destilované vody, ochladte a nechte rozpustit. Odměřte si 5 g glukosy a rozpustěte ji v roztoku. Poté přikapejte několik kapek roztoku indigokarmínu v destilované vodě, zazátkujte a chvíli vyčkejte. Po chvíli se objeví žluté zbarvení. Poté baňku pomalu a krouživě promíchejte a barva se přemění na rudou. Poté s baňkou zamíchejte prudce a barva se změní na zelenou. Pokud baňku necháme opět stát, barvy se vystřídají v opačném směru a pokus lze zopakovat od začátku.

Průběh reakce:

Na obrázku č. 16 je vidět roztok po přidání indigokarmínu (I.), pomalém zamíchání (II.) a prudkém zatřesení (III.).



Obrázek 16: „Duhová baňka“

Úskalí pokusu: Při zvýšené teplotě v místnosti reakce probíhá okamžitě.

Laboratorní list se nachází v příloze č. 6.

7. Laboratorní práce: Důkaz laktosy v mléce

Úkol: Dokaž přítomnost laktosy v mléce.

Princip: Mléčný cukr neboli laktosa je disacharid obsažený v malém procentu v mléce. Laktosa díky svým redukčním vlastnostem může oxidovat na volném poloacetalovém hydroxyly a Fehlingovo činidlo se redukuje na oranžovou sraženinu.²⁹

Časová náročnost: 25–30 minut

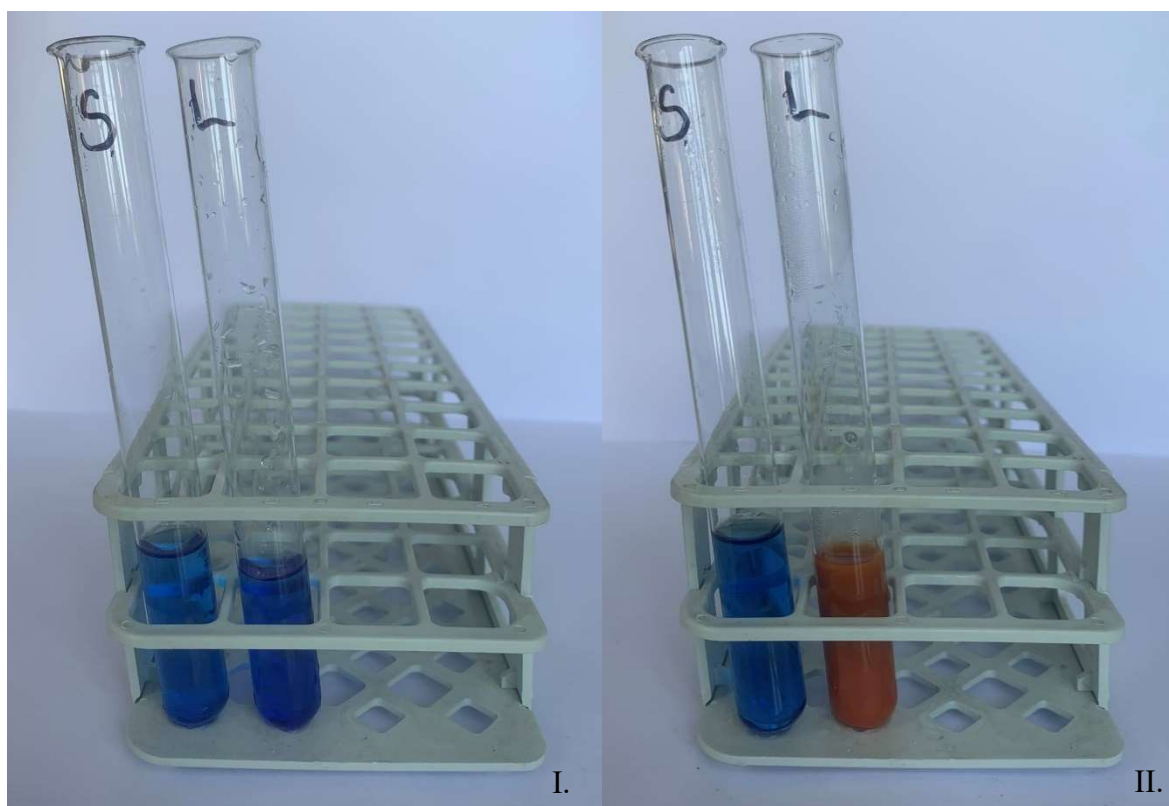
Pomůcky: Kahan, sirky, kádinka, skleněná tyčinka, stojan, filtrační aparatura (filtr. papír, nálevka, kovový kruh), aparatura na vodní lázeň (kádinka, kovový kruh, azbestová síťka), zkumavky, kapátko

Chemikálie: Mléko, ocet (8% vodný roztok kyseliny octové, nebo 10% kyselina chlorovodíková), Fehlingovo činidlo

Postup: Odměřte si 50 ml mléka a zahřejte k varu v kádince. Poté ho nechce vychladnout a z povrchu seberte škraloup. Přidejte 15 ml octa (nebo 5 ml zř. HCl). Roztok zamíchejte tyčinkou a přefiltrujte, filtrát by měl být čirý a na filtračním papíře by měla zůstat bílá sraženina (jedná se o vysráženou mléčnou bílkovinu kasein). Převeďte cca 5 ml filtrátu do zkumavky a přidejte stejné množství Fehlingova činidla. Zkumavku s roztokem zahřejte ve vodní lázni a po chvíli pozorujte oranžové zbavení.

Průběh reakce:

Na obrázku č. 17 je vidět roztok před reakcí (I.) a po reakci (II.)



Obrázek 17: Důkaz laktosy (S – sacharosa, L – laktosa)

Laboratorní list se nachází v příloze č. 7.

Poznámka: Postup pokusu lze zjednodušit vynecháním varu a filtrace roztoku. Prvním krokem by tedy bylo přilítí Fehlingova činidla a druhým zahřátí na vodní lázni.

8. Laboratorní práce - „Blue effect“

Úkol: Dokaž redukční vlastnosti glukosy.

Princip: Methylenová modř je tradiční redoxní indikátor. Při styku s kyslíkem dochází k oxidaci a vzniku modrého zbarvení. V roztoku s glukosou v zásaditém prostředí dochází vlivem jejích redukčních vlastností k odbarvení indikátoru.³⁰

Časová náročnost: 20–25 minut

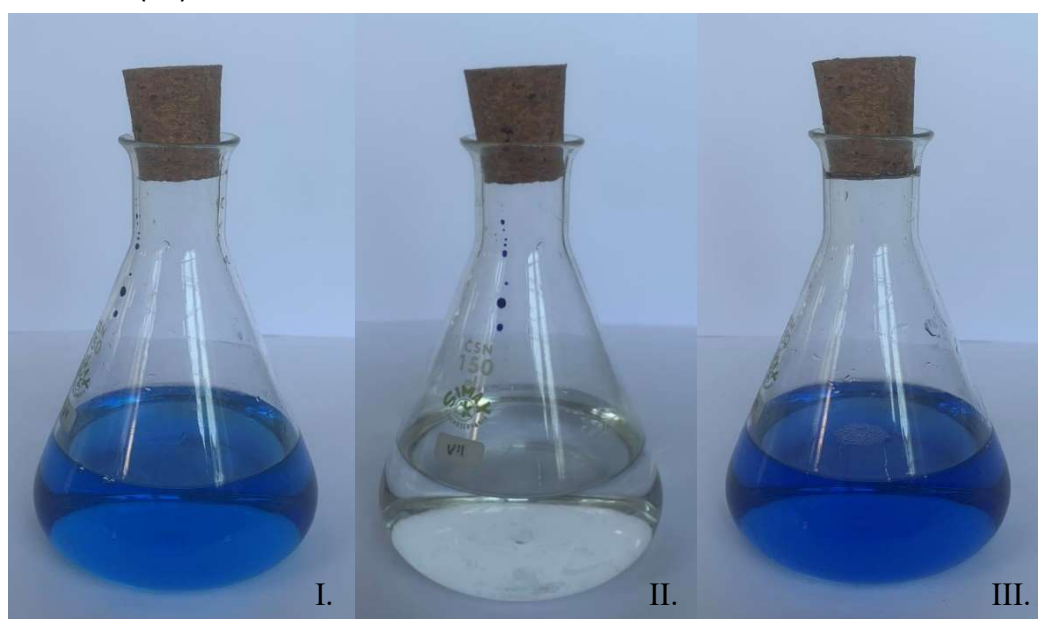
Pomůcky: Erlenmeyerova baňka (500 ml), zátka, lžička, hodinové sklíčko, váha

Chemikálie: Glukosa, methylenová modř, pevný hydroxid sodný, destilovaná voda

Postup: 5 g hydroxidu sodného si rozpustíte v 500 ml destilované vody v baňce. Odvažte si 5 g glukosy. Do roztoku přidejte naváženou glukosu a poté přikápněte pár kapek methylenové modři. Baňku zazátkujte, promíchejte a nechte stát. Po chvíli můžete pozorovat, jak se roztok odbarví. S roztokem intenzivně zatřepejte a pozorujte, jak se roztok opět zbarví do modra.

Průběh reakce:

Na obrázku č. 18 je vidět roztok po přikápnutí methylenové modři (I.), stání (II.) a promíchání (III.)



Obrázek 18: „Blue effect“

Laboratorní list se nachází v příloze č. 8.

2.4 FÁZE PREZENTACE VÝSTUPU

Každá skupina bude mít prostor přibližně 5 až 10 minut na odprezentování své práce před ostatními skupinami. Žáci budou mít v této fázi možnost předvést ostatním jejich zpracované téma. Forma, kterou bude každá skupina svou prezentaci realizovat, je libovolná, nejvhodnější je však kombinace ústního výkladu spojeného s vizuálním doplněním ve formě elektronické (powerpointové) prezentace, posteru nebo vytištěných poznámek a vlastními praktickými prvky na oživení. Skupiny budou mít k dispozici dataprojektor a klasickou tabuli.

2.5 FÁZE HODNOCENÍ

Pomocí hodnocení ověříme, zda jsme projektem docílili naplnění předem stanovených cílů, v tomto případě tedy prohloubení znalostí a dovedností v oblasti sacharidů. V první fázi hodnocení pedagog provede diskusi se všemi žáky, čímž získá zpětnou vazbu nad otázkou, zda si žáci z uplynulé prezentace něco odnesli. Poté následuje slovní hodnocení skupiny a vyjádření názorů ostatních skupin.

Před samotné hodnocení jsem zařadila krátkou diskusi nad tématem aktuální skupiny. Do debaty se zapojí všichni členové projektu, ať už sami za sebe, či za svou skupinu. Diskuse bude vedena učitelem, který vyzdvihne podstatnou či zajímavou informaci, kterou rozvede a společně se žáky ji bude dále rozvíjet.

Následuje slovního hodnocení, kterého se budou opět účastnit jak ostatní skupiny, tak i pedagog. Každá skupina bude mít za úkol v průběhu prezentace dělat poznámky, jež po odprezentování sdělí ostatním, například jaké informace jim přišly zajímavé, či co by v přednesu vytkli či doplnili. Podstatou hodnocení bude i přínos do vyučovacího procesu, originalita zpracování a využití formy výuky, které skupina zvolila. Další kritéria hodnocení budou spočívat ve schopnosti skupiny přednášet látku, působení skupiny na ostatní. Posuzovat se bude i dojem z uplynulých laboratorních činností, prokázání praktických dovedností a orientace v problematice.

ZÁVĚR

Cílem bakalářské práce bylo vypracovat literární rešerši a vytvořit projekt s centrální myšlenkou studia sacharidů. Teoreticky jsem se v procesu tvorby práce opírala zejména o publikace: Teorie a praxe projektové výuky od J. Kratochvílové, Biochemie: chemický pohled na biologický svět od M. Kodíčka aj.

V praktické části je navržen edukační projekt pro žáky vyšších ročníků středních škol a gymnázií. Zaměřuje se na rozvoj klíčových kompetencí v oblasti chemie a prohloubení znalostí i praktických dovedností laboratorními pracemi. Pomocí projektu se snažím překlenout nedostatky klasických metod, jako je například frontální výuka.

V rámci projektu jsem navrhla osm experimentů týkajících se sacharidů. Uvedené pokusy jsem posléze laboratorně ověřovala. Posuzovala jsem možnosti škol ohledně laboratorního vybavení, předpokládala jsem alespoň základní laboratorní chemické nádobí, které lze v krajním případě nahradit kuchyňským nádobím. Z tohoto pohledu veškeré pokusy požadavky splňují, k realizaci stačí základní aparatury a pomůcky. Všechny experimenty jsou splnitelné i po stránce časové, kdy nevyžadují více než 30 minut. Probíhající reakce nejsou časově náročné a průběh reakcí je pro žáky průkazný, neboť dochází ke zřetelným změnám barev. V postupech existuje minimum úskalí, která by se mohla vyskytnout a pokus se nevydařil, jediným sporným pokusem je příprava invertního cukru, jehož nezřetelný výsledek se zdá být pro využití v projektové výuce nejméně použitelný. Navržené experimenty by měly odpovídat předpokládaným znalostem i dovednostem žáků. Závěrem lze konstatovat, že všechny experimenty vyjma přípravy invertního cukru jsou vhodné pro zařazení do projektové výuky.

Tato práce slouží také jako podklad pro mou budoucí diplomovou práci, ve které budu vytvořený návrh projektu realizovat se žáky střední školy či gymnázia. Po ověření se případně zúčastním jedné z mezinárodních studentských konferencí, kde svůj návrh na zkvalitnění výuky představím ostatním pedagogům a studentům.

RESUMÉ

Bakalářská práce představuje možnost zařazení projektové výuky do výuky chemie na středních školách gymnaziálního typu. Teoretická část vymezuje základní pojmy týkající se projektové výuky. Dále jsou v teoretické části diskutovány základní vlastnosti a dělení sacharidů. V praktické části je vytvořen návrh edukačního projektu, který se věnuje výuce sacharidů. Součástí projektu jsou laboratorní práce, které jsou následně ověřovány.

The bachelor thesis presents the possibility to include project-based learning in chemistry teaching in secondary schools of grammar school type. The theoretical part defines fundamental concepts related to project-based learning. Furthermore, the theoretical part discusses the basal properties and division of carbohydrates. In the practical part, an educational project proposal is developed to teach carbohydrates. The project includes laboratory work which is subsequently verified.

SEZNAM LITERATURY

1. CHUCHVALEC P.: Chemie v tom není sama. In: *Chemické listy* 104, 821-822, 2010. [online]. [cit. 2023-04-07]. Dostupné z: http://www.chemicke-listy.cz/docs/full/2010_09_821-822.pdf
2. COUFALOVÁ J.: *Projektové vyučování: pro první stupeň základní školy: náměty pro učitele*. Praha: Fortuna, 2006.
3. SKALKOVÁ J.: *Obecná didaktika: vyučovací proces, učivo a jeho výběr, metody, organizační formy vyučování*. Praha: Grada, 2007.
4. GANAJOVÁ M., SOTÁKOVÁ I.: Výuka chemie: jako naplňat požadavky pro výučbu chemie v 21. Století. In: *Chemické listy* 112, 43-51, 2018. [online]. [cit. 2023-04-07]. Dostupné z: <http://www.chemicke-listy.cz/ojs3/index.php/chemicke-listy/article/view/2966/2951>
5. PETLÁK E.: *Všeobecná didaktika*. Bratislava: Iris, 2016.
6. KRATOCHVÍLOVÁ J.: *Teorie a praxe projektové výuky*. Brno: Masarykova univerzita, 2006.
7. DVOŘÁKOVÁ M.: *Projektové vyučování v české škole: vývoj, inspirace, současné problémy*. Praha: Karolinum, 2009.
8. CHUPÁČ A.: Projekt ve výuce chemie jako způsob realizace osobnosti žáka na základní škole. In: *Pedagogická orientace* 14(2), 58-63, 2004. [online]. [cit. 2023-04-06]. Dostupné z: <https://journals.muni.cz/pedor/article/view/7969/7220>
9. MARKHAM T., LARMER J., RAVITZ J.: *Project based learning handbook: a guide to standards-focused project based learning for middle and high school teachers*. Novato: Buck Institute for Education, 2003.
10. BRABEC D, MAREŠOVÁ D., PALYOV P. A TURYNNOVÁ K.: Sacharidy, aneb hrnečku vař. In: RUSEK M., TÓTHOVÁ M. A VOJÍŘ K. (eds.): *Projektové vyučování a další aktivizační strategie ve výuce přírodovědných oborů XVII.: Praktické náměty*. Praha: UK PedF, 2019, s. 42. [online]. [cit. 2023-04-08]. Dostupné z: https://pages.pedf.cuni.cz/pbe/files/2020/06/PBE_pract_2019.pdf
11. ŠEDIVÁ R.: Výukový projekt sacharidy. In: RUSEK M. A KOHLEROVÁ V. (eds): *Projektové vyučování v chemii a souvisejících oborech*. Praha: UK PedF, 2012, s. 82.

- [online]. [cit. 2023-04-05]. Dostupné z:
https://pages.pedf.cuni.cz/pbe/files/2011/11/Proceedings_X.pdf
12. KOLEKTIV: *Rámcový vzdělávací program pro gymnázia*. Praha: VÚP, 2007. [online]. [cit. 2022-10-25]. Dostupné z: <https://www.edu.cz/rvp-ramcove-vzdelavaci-programy/ramcove-vzdelavaci-programy-pro-gymnazia-rvp-g/>
13. KOLEKTIV: *Bílá kniha*. Praha: Tauris, 2001. [online]. [cit. 2023-04-05]. Dostupné z: <https://www.msmt.cz/vzdelavani/skolstvi-v-cr/bila-kniha-narodni-program-rozvoje-vzdelani-v-cr>
14. ŠVP – Chemie. Gymnázium Strakonice. [online]. [cit. 2023-04-07]. Dostupné z: <https://www.gymstr.cz/data/dokumenty/1938-svp-chemie.pdf>
15. PEČ P. a kol.: *Laboratorní cvičení z biochemie*. Olomouc: Přírodovědecká fakulta Univerzity Palackého, 2000.
16. ŠÍPAL Z. a kol.: *Biochemie*. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1992.
17. DOUBRAVA J. a KOŠTÍŘ J.: V. *Základy biochemie: Stud. příručka pro posl. fakult připravujících učitele*. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1984.
18. BARTHOVÁ J., SOFROVÁ D., TICHÁ M.: *Základní praktikum z biochemie*. Praha: Univerzita Karlova, 1980.
19. JELÍNEK J.: *Úvod do biochemie a molekulární biologie (nejen) pro gymnázia*. Prostějov: Computer Media, 2021.
20. KODÍČEK M., VALENTOVÁ O., HYNEK R.: *Biochemie: chemický pohled na biologický svět*. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 2018.
21. MURRAY R. a kol.: *Harperova ilustrovaná biochemie*. Praha: Galén, 2012
22. FIALOVÁ L.: Praktická cvičení z lékařské biochemie [online]. [cit. 2023-06-15]. Dostupné z: <https://ulbld.lf1.cuni.cz/file/4740/sacharidy-teorie.pdf>
23. Důkaz škrobu. Univerzita Karlova PŘF [online]. [cit. 2023-05-28]. Dostupné z: <https://studiumchemie.cz/experiment/dukaz-skrobu/>
24. Důkaz redukujících sacharidů (Fehlingův test). Univerzita Karlova PŘF [online]. [cit. 2023-06-15]. Dostupné z: <https://studiumchemie.cz/experiment/dukaz-redukujících-sacharidů-fehlingův-test/>
25. Důkaz škrobu, Univerzita Pavla Jozefa Šafárika [online]. [cit. 2023-06-15]. Dostupné z: <https://kekule.science.upjs.sk/chemia/distanc/34.html>

26. Důkaz sacharidů (Molischova zkouška). Univerzita Karlova PŘF [online]. [cit. 2023-06-15]. Dostupné z: <https://studiumchemie.cz/experiment/dukaz-sacharidu-molischova-zkouska/>
27. Důkaz ketos (Selivanova reakce). Univerzita Karlova PŘF [online]. [cit. 2023-06-15]. Dostupné z: <https://studiumchemie.cz/experiment/dukaz-ketos-selivanova-reakce/>
28. Duhová baňka. Univerzita Karlova PŘF [online]. [cit. 2023-05-28]. Dostupné z: <https://studiumchemie.cz/experiment/duhova-banka/>
29. Důkaz kaseinu a laktosy v mléce. Univerzita Karlova PŘF [online]. [cit. 2023-05-28]. Dostupné z: <https://studiumchemie.cz/experiment/dukaz-kaseinu-a-laktosy-v-mlece/>
30. Modrá baňka (Blue Effect). Univerzita Karlova PŘF [online]. [cit. 2023-05-28]. Dostupné z: <https://studiumchemie.cz/experiment/modra-banka-blue-effect/>

SEZNAM OBRÁZKŮ A TABULEK

Obrázek 1: Vzorce D-glyceraldehydu a L-glyceraldehydu a dihydroxyacetonu ¹⁷	14
Obrázek 2: Strukturní vzorec glukosy podle Fishera (a), Tollense (b) a Hawortha (c) ¹⁵	16
Obrázek 3: Rovnováha mezi různými formami glukos ¹⁶	17
Obrázek 4: Židličkové konformace pyranos ¹⁶	17
Obrázek 5: Haworthovy vzorce vybraných monosacharidů ¹⁵	18
Obrázek 6: Vzorce vybraných disacharidů ¹⁵	20
Obrázek 7: Sumární vzorec celulosy ²¹	21
Obrázek 8: Struktura celulosy ¹⁶	21
Obrázek 9: Struktura amylopektinu ¹⁶	22
Obrázek 10: Fehlingova reakce (G – glukosa, F – fruktosa, S – sacharosa).....	33
Obrázek 11: Důkaz škrobu (Š – škrob, G – glukosa, F – fruktosa).....	35
Obrázek 12: Molischova reakce (Š – škrob, S – sacharosa, F – fruktosa).....	37
Obrázek 13: Detail Molischovy reakce.....	37
Obrázek 14: Selivanova reakce (G – glukosa, F – fruktosa).....	40
Obrázek 15: Příprava invertního cukru.....	41
Obrázek 16: „Duhová baňka“.....	44
Obrázek 17: Důkaz laktosy (S – sacharosa, L – laktosa).....	46
Obrázek 18: „Blue effect“.....	47
Tabulka 1: Návrh organizace 1. týdne.....	28
Tabulka 2: Časová organizace 2. týdne.....	29
Tabulka 3: Návrh časového uspořádání závěrečného výstupu jedné skupiny.....	29

SEZNAM PŘÍLOH

- Příloha č. 1: Laboratorní list – Fehlingovo činidlo
- Příloha č. 2: Laboratorní list – Důkaz škrobu
- Příloha č. 3: Laboratorní list – Molischova reakce
- Příloha č. 4: Laboratorní list – Selivanova reakce
- Příloha č. 5: Laboratorní list – Příprava invertního cukru
- Příloha č. 6: Laboratorní list – „*Duhová baňka*“
- Příloha č. 7: Laboratorní list – Důkaz laktosy v mléce
- Příloha č. 8: Laboratorní list – „*Blue effect*“

PŘÍLOHY

Příloha č. 1

Laboratorní list – Fehlingovo činidlo

Úkol: Odhal redukující a neredukující sacharid.

Princip: Sacharidy jsou organické látky obsahující aldehydové či ketonové skupiny způsobující redukci Fehlingova činidla (komplexně vázané soli Cu^{2+}), čímž vzniká oranžová až načervenalá sraženina oxidu měďného.

Pomůcky:

Chemikálie:

Postup:

Závěr:

Příloha č. 2

Laboratorní list – Důkaz škrobu

Úkol: Dokaž přítomnost škrobu.

Princip: Škrob je polysacharid, který se skládá ze dvou složek, amylosy a amylopektinu. Při reakci škrobu s Lugolovým roztokem za normální teploty se molekuly jodu dostávají do šroubovice amylosy, čímž dojde ke vzniku charakteristické modré až modročerné barvy. Pokud dojde ke zvýšení teploty, tehdy se molekula amylosy roztáhne a roztok se opět odbarví.

Pomůcky:

Chemikálie:

Postup:

Závěr:

Příloha č. 3

Laboratorní list – Molischova reakce

Úkol: Dokaž přítomnost sacharidu.

Princip: Molischova reakce slouží k odhalení veškerých sacharidů. Vlivem působení koncentrované kyseliny sírové dochází k hydrolýze složitějších sacharidů na monosacharidy, které dehydratují na furfural. Furfural kondenzuje s molekulami α -naftolu a vzniká charakteristické fialové zbarvení.

Pomůcky:

Chemikálie:

Postup:

Závěr:

Příloha č. 4

Laboratorní list – Selivanova reakce

Úkol: Odliš aldosu od ketosy

Princip: Ketosy se při zahřívání dehydratují mnohem rychleji než aldosity. Vlivem působení kyseliny chlorovodíkové vzniká ze sacharidu furfural, který následně kondenzuje s resorcinolem a vzniká charakteristické červené zbarvení.²⁷

Pomůcky:

Chemikálie:

Postup:

Závěr:

Příloha č. 5

Laboratorní list – Příprava invertního cukru

Úkol: Připrav ekvimolární směs glukosy a fruktosy.

Princip: Sacharosa je disacharid, který se v kyselém prostředí hydrolyzuje na invertní cukr a vytvoří se ekvimolární směs glukosy a fruktosy.

Pomůcky:

Chemikálie:

Postup:

Závěr:

Příloha č. 6

Laboratorní list – „*Duhová baňka*“

Úkol: Dokaž redukční vlastnosti glukosy.

Princip: Indigokarmín je redoxní činidlo, které se v přítomnosti kyslíku oxiduje a dochází k barevné změně od žluté až po zelenou. K jeho redukci dochází vlivem přítomnosti redukčního činidla, glukosy v roztoku NaOH, čímž se roztok odbarví.

Pomůcky:

Chemikálie:

Postup:

Závěr:

Příloha č. 7

Laboratorní list – Důkaz laktosy v mléce

Úkol: Dokaž přítomnost laktosy v mléce.

Princip: Mléčný cukr neboli laktosa je disacharid obsažený v malém procentu v mléce. Laktosa díky svým redukčním vlastnostem může oxidovat na volném poloacetalovém hydroxyly a Fehlingovo činidlo se redukuje na oranžovou sraženinu.

Pomůcky:

Chemikálie:

Postup:

Závěr:

Příloha č. 8

Laboratorní list – „*Blue effect*“

Úkol: Dokaž redukční vlastnosti glukosy.

Princip: Methylenová modř je tradiční redoxní indikátor. Při styku s kyslíkem dochází k oxidaci a vzniku modrého zbarvení. V roztoku s glukosou v zásaditém prostředí dochází vlivem jejích redukčních vlastností k odbarvení indikátoru.

Pomůcky:

Chemikálie:

Postup:

Závěr: