

Odborná práce chemického kroužku

**Člověk a příroda versus Příroda a člověk
Od sacharidů k hoření
(podtéma: Člověk a zdraví)**

Vypracovali:

Zuzana Faltýnková, David Havlíček, Jiří
Huf, Michal Kišac, Filip Kocurek, Vojtěch
Trávníček

Pod vedením:

Hany Dudíkové

za podpory: grantu STM Morava MŠMT NPV II 2E06029

Obsah:

Úvodní slovo vedoucího projektu.....	3
Teoretická část.....	4
Experimentální část.....	7
Závěrečné shrnutí.....	22
Použitá literatura.....	23

Úvodní slovo vedoucího projektu

Říkat této práci odborná asi není ten nejlepší nápad. Historie našeho chemického kroužku je totiž stejně pohnutá jako dějiny naší vlasti. Na začátku školního roku se nadšeně zapsalo velké množství jedinců, kteří měli o činnosti chemického kroužku značně pomýlené představy. Když pak byli s náplní a cíli kroužku seznámeni, řadě z nich spadla brada. Když byli následně vyzváni k samostatnému vyhledávání námětů a nápadů pro téma Člověk a zdraví, začali se viditelně ošívát a jejich docházka do kroužku postupně ustala. Vytrvalci se pak s vydatnou pomocí vedoucího projektu dobrovolně rozhodli zkoumat vlastnosti sacharidů jako významné součásti naší potravy. Pravdou je, že při nezbytném seznámení s teorií důkazových reakcí sacharidů nálada pomalu uvadala a nezlepšovala se ani v průběhu neustálého temperování zkumavek s různými roztoky různých sacharidů o různých koncentracích v přítomnosti různých indikátorů. Po několika týdnech začalo být vedoucímu projektu jasné, že pokud nechce přijít o tým, musí vymyslet něco akčnějšího. K dovršení celé tragédie byli členové chemického kroužku seznámeni se zadáním domácího kola chemické olympiády kategorie C. Kdo někdy v životě učil na střední škole chemii a viděl letošní zadání, bude jistě souhlasit, že mělo do pozitivní motivace studentů prvních ročníků hodně daleko. S pocitem předem prohrané bitvy, ale současně s pocitem povinnosti, přiměl vedoucí projektu členy kroužku ke zpracování domácí části a k následnému řešení školního kola olympiády. Tím přišel o část zbývajících členů kroužku. Definitivní uskupení se tedy vykristalizovalo do podoby pěti hochů a jedné dívky. Ti statečně vydrželi až do února, kdy jsme začali náplň kroužku přehodnocovat z hlediska atraktivity výsledků. Finální úrdek zněl jednomyslně: „Když člověk a zdraví, tak to musí hořet, páchnout nebo bouchat.“ I vrhli se členové kroužku na internetové rešerše za již poněkud nervózního povzbuzování docela nešťastného vedoucího projektu. Tomu připadl nelehký úkol postupně ohleduplně odmítnout výrobu peroxoacetonu, jododusíku, extáze či pervitinu a ostatní nápady zkorigovat do relativně bezpečné podoby. Kupodivu práce šla studentům pěkně od ruky a některé výsledky jsou docela zajímavé, navíc všichni vyvázli bez viditelné újmy na zdraví jak fyzickém, tak duševním (což se nedá až tak zcela říci o samotném vedoucím projektu). Tento závěrečný report není zdaleka kompaktním celkem a zdaleka si neklade za cíl být považován za výzkum či odborné pojednání. Je to pouze shrnutí výsledků práce zpočátku nesourodé skupiny studentů prvního ročníku, pro které tento projekt znamenal první vážný kontakt s chemií.

Vedoucí projektu Hana Dudíková

Teoretická část

Původním tématem této práce mělo být zkoumání účinnosti různých indikátorů pro identifikaci přítomnosti sacharidů ve vzorku. Vycházeli jsme z předpokladu, že základní sacharidy (glukóza, fruktóza a sacharóza) nabývají působením indikátorů různé zabarvení, které může být teoreticky zjištěné až do určité koncentrace.

Pro sacharidy jsme se rozhodli kvůli jejich velkému významu ve stravě člověka.

Pod pojmem sacharidy (v populární, ale i odborné literatuře se setkáváme s řadou synonym - glycidy, uhlovodany, uhlohydráty, "cukry") zahrnujeme skupinu organických sloučenin, které obsahují zpravidla uhlík a částice vody v poměru 1 : 1, lišící se však strukturou a velikostí molekuly i některými dalšími chemickými charakteristikami a metabolickými účinky. Využitelné sacharidy zastoupené v potravě jsou téměř výhradně tvořeny sloučeninami hexoz, tj. monosacharidů obsahující 6 atomů uhlíku (6 C).

Tyto je možno podle velikosti molekuly rozdělit následovně:

1. Monosacharidy (1 x 6C) - glukóza, galaktóza, fruktóza.
2. Disacharidy (2 x 6C) - sacharóza, laktóza, maltóza.
3. Oligosacharidy (3-5 x 6C) - rafinóza, stachóza aj.
4. Polysacharidy (více než 200-600 x C) - škrob, glykogen.

Jednotlivé typy sacharidů jsou v potravě zastoupeny velmi nerovnoměrně. Z kvantitativního hlediska jsou nejvýznamnější škrob a sacharóza, v menší míře laktóza. Monosacharidy, glukóza a fruktóza jsou obsaženy hlavně v ovoci, medu a v některých druzích zeleniny, například v karotce. Med obsahuje přibližně 35% glukózy a stejné množství fruktózy: celkové množství glukózy, fruktózy a sacharózy v jednotlivých druzích čerstvého ovoce je 10 - 12%.

Nemalou část z celkových sacharidů v naší potravě tvoří disacharidy, zejména sacharóza. Průměrná spotřeba tohoto disacharidu je 100-120 g na osobu a den, avšak v konzumaci sacharózy existují velké individuální rozdíly. Laktóza je přijímána v množství 10-30 g denně, v kojeneckém období však tvoří hlavní sacharidovou komponentu potravy. Lidské mateřské mléko obsahuje až 7% laktózy, což je téměř dvakrát více než mléko kravské. Oligosacharidy jsou ve významnějších množstvích přítomny v luštěninách. Jejich obsah tvoří v luštěninách u nás běžně konzumovaných 4-5%.

Tradičním zdrojem sacharidů v potravě je škrob. Většinou však není chemicky homogenní a je tvořen dvěma polysacharidovými složkami, které se liší způsobem uspořádání glukózových jednotek v molekule, amylozou a amylopektinem. Amylóza je tvořena lineárním řetězcem, zatímco amylopektin složený rovněž výhradně z glukózových jednotek má řetězec větvený.

Hlavním zdrojem škrobu jsou v našich podmínkách obilniny a brambory, v podstatně menší míře luštěniny.

Význam sacharidů ve výživě vyplývá ze skutečnosti, že kryjí polovinu a často dokonce valnou většinu energetické potřeby člověka, zpravidla 50 - 80%. Podíl sacharidů ve výživě je zvláště vysoký u obyvatelstva rozvojových zemí. V potravě naší populace tvoří sacharidy přibližně 50% z celkové kalorické spotřeby. Výrazné rozdíly však existují rovněž v zastoupení jednotlivých sacharidů v potravě. V průmyslově vyspělých zemích, ale i v některých rozvojových zemích Latinské Ameriky produkujících sacharózu z cukrové třtiny je podíl tohoto sacharidu výrazně vyšší než v jiných rozvojových zemích. Ve většině zemí Afriky, ale i v některých zemích Latinské Ameriky zůstává i nadále škrob hlavním zdrojem sacharidů.

Podobně tomu bylo v minulosti u obyvatelstva Evropy a Severní Ameriky. I u minoritních frakcí naší populace (u vegetariánů) tvoří sacharidy, zejména polysacharidy, podstatnou část z celkového kalorického příjmu.

I když jsou jednotlivé využitelné sacharidy do značné míry vzájemně zastupitelné, je jejich metabolismus do určité míry odlišný.

Tak zvané využitelné sacharidy, ať už jednoduché nebo složené, mají jednu společnou vlastnost - jsou v gastrointestinálním traktu rozštěpeny na fragmenty, které jsou po resorpci z tenkého střeva využívány ve tkáních jako zdroje energie nebo jako stavební jednotky.

Kromě těchto sacharidů jsou v potravě přítomny další vysokomolekulární substance, které jsou z velké části tvořeny sacharidovými jednotkami nebo jejich deriváty. Tyto látky nejsou však enzymy gastrointestinálního traktu štěpeny vůbec nebo jen částečně. To však neznamená, že jejich význam pro střevní funkce, respektive jejich význam metabolický je zanedbatelný. Tyto vysokomolekulární sloučeniny jsou většinou zahrnovány pod sumární názvy jako vláknina, hrubá vláknina nebo nevyužitelné sacharidy.

Prováděli jsme tedy různé důkazové reakce podle dále uvedených návodů. Při nich nás napadlo, jestli s cukry nejde dělat něco zajímavějšího. Hledali jsme, ptali se a přišli nejprve s klasikou. Faraonovi hadi jsou dost nevděčný pokus. Je zajímavé, že při naprosto stejném postupu ve stejné laboratoři a se stejnými chemikáliemi byl výsledek pokaždé jiný, většinou žalostný. Jedenkrát se však mimořádně zadařilo a had připomínal spíše hadici úctyhodných rozměrů. Naštěstí jsme měli možnost tento podařený kousek zdokumentovat. V originálním návodu byl ve směsi s cukrem jako katalyzátor používán cigaretový popel, z výchovných důvodů nám bylo důrazně doporučeno pracovat s oxidem chromitým.

To samozřejmě vyvolalo debatu o kouření. Bylo nám řečeno, že jednoduchým způsobem lze hned na místě zjistit, kdo je kuřák. Trochu jsme znejistěli, ale pak jsme statečně slintat do zkumavek. Někteří usvědčení právem poukazovali na rodiče kuřáky, stopy rhodanidů ve slinách, krevním séru a moči mají podle literatury polečas odbourání týden. Bylo zajímavé, že slabé zabarvení slin měli i ti, kteří před šesti dny pobývali v zakouřeném prostředí. Určitě to je důvod k zamyšlení.

Povzbuzeni zajímavými výsledky jsme se začali zajímat o další pěkné experimenty s cukry. Vyhledali jsme přípravu samozápalné směsi z chlorečnanu draselného, cukru a kyseliny sírové. Chlorečnan draselný však nebyl k dispozici, zkusili jsme tedy dusičnan draselný jako náhražkovou surovinu. Se zájmem jsme sledovali chování směsi, která ne a ne se zapálit, zato pěkně bublala a vypouštěla erupce hnědého dýmu. Průběh pokusu jsme si užívali do té doby, než nám bylo suše řečeno, že vyrábíme jedovaté plyny. Po vyvětrání a odmoření laboratoře jsme se začali zajímat o to, proč s chlorečnanem vznikne samozápalná směs a s dusičnanem ne.

Dostali jsme se tedy k problematice oxidace a k pojmu samozápalné směsi.

Jsou takové kombinace látek, které se po smíchání samovolně zapálí. Zapálení může nastat ihned nebo až po uplynutí určitého času. Tato doba se nazývá indukční čas, během které probíhá vzájemná reakce mezi složkami směsi. Smícháním uvedených kombinací látek začíná reakce, jejichž indukční čas závisí na koncentraci, teplotě a čistotě látek. To je dobré si uvědomit zvláště u směsí zápalných vlhkostí a stykem s vodou: Zde reakce začne probíhat ihned po smíchání složek, ale je natolik pomalá, že ji nelze pozorovat. Suchá směs se tak může po určité době samovolně vznítit. Proto neuchovávejte směsi citlivé na vlhkost a vodu déle než 5 dnů. Všechny samozápalné směsi lze použít pouze jako demonstrační pokusy (podobné směsi se sice dříve objevovaly ve vojenských aplikacích, např. jako součást napalmy, ale v civilním

měřítka je jejich použití krajně nebezpečné). My jsme neváhali a našli si návody na hned několik takovýchto směsí. Abychom se tolik neodchýlili od tématu, zaměřili jsme svůj zájem na použití běžných organických látek, se kterými se člověk ve svém životě setkává. Při nedostupnosti chlorečnanu draselného nám jako oxidovadlo zbyl manganistan draselný. I tak jsme si pěkně zaexperimentovali, povedla se nám i fotodokumentace. Protože nám byla výslovně zakázána příprava výbušnin a dýmovnic, rozhodli jsme se práci završit výrobou nějaké pěkné a zajímavě hořlavé látky. Zapátrali jsme na internetu a volba padla na přípravu hořlavého gelu. Vybrali jsme variantu s octanem vápenatým, zaujala nás postupná přeměna kapaliny na gel způsobená změnou rozpustnosti octanu v průběhu usilovného míchání. Získali jsme lahvičku rosolovité hmoty, která kupodivu pěkně hořela. Pro lepší efekt jsme přidávali kapky roztoků solí alkalických kovů a kovů alkalických zemin, barvy plamene byly pěkně viditelné.

Uznáváme, že jsme se v průběhu práce přesunuli od sacharidů hodně daleko. Na zkoumání reakcí sacharidů s různými indikátory prostě nezbyl čas. Ale pokud je dáno téma projektu Člověk a zdraví s podtitulem Věda je zábava, museli všichni nakonec uznat, že zdravé je pro člověka hlavně to, co dělá s chutí. Náš tým ještě nebyl připravený na systematickou vědeckou práci, my jsme se chtěli hlavně bavit. To se nám nakonec povedlo a kromě toho půjdeme do dalšího ročníku s konkrétní představou o tom, co všechno práce na takovém projektu znamená. Navíc jsme se naučili celkem slušně otáčet v laboratoři, což se nám příště bude určitě hodit.

Experimentální část

Sacharidy

Úkol č.1: Obecná zkouška na sacharidy – Molischova reakce

Pomůcky: zkumavka, pipeta

Chemikálie: roztok obsahující sacharid, Molischovo činidlo (alkoholický roztok 1-naftolu), konc. kyselina sírová

Postup: K roztoku sacharidu ve zkumavce přidáme 3 kapky Molischova činidla a podvrstvíme několika ml konc. kyseliny sírové. Na rozhraní obou roztoků vzniká fialový proužek.

Úkol č.2: Odlišení aldóz od ketóz

Pomůcky: pipeta, zkumavky, vodní lázeň

Chemikálie: roztoky obsahující aldózu a ketózu, Selivanovo činidlo

Postup: K 1 ml Selivanova činidla přidáme kapku roztoku sacharidu a zahřejeme na vodní lázni přesně 30 vteřin. V přítomnosti ketóz vzniká třešňově červené zbarvení.

Úkol č.3: Redukční vlastnosti sacharidů

Princip:

Sacharidy s volným poloacetalovým hydroxylem - redukující cukry jsou schopné redukovat řadu sloučenin.

A) Reakce s Tollensovým činidlem

Pomůcky: zkumavka, pipeta, kahan

Chemikálie: roztok sacharidu, Tollensovo činidlo

Postup: K roztoku sacharidu přidáme Tollensovo činidlo a zahříváme. Jedná-li se o redukující cukr, vyloučí se na stěnách zkumavky stříbro.

B) Reakce s Fehlingovým činidlem

Pomůcky: zkumavka, pipeta, kahan

Chemikálie: Roztok sacharidu, Fehlingovo činidlo

Postup: K roztoku sacharidu přidáme Fehlingovo činidlo a zahříváme. Jedná-li se o redukující cukr, na stěnách zkumavky se vyloučí měď, popřípadě oxid měďný.

Úkol č.4: Hydrolýza sacharózy

Princip:

Sacharosa je disacharid skládající se z molekuly glukosy a fruktosy. Účinkem kyseliny nebo enzymu lze vazbu mezi molekulami rozštěpit. Sacharosa dává negativní zkoušku na redukující sacharid, po hydrolýze je však zkouška pozitivní neboť glukosa, která se při reakci uvolní patří mezi redukující sacharidy.

Pomůcky: zkumavky, pipeta, kahan

Chemikálie: roztok sacharosy, Fehlingovo činidlo, kyselina chlorovodíková, roztok sody

Postup: Do dvou zkumavek dáme roztok sacharosy. Do jedné z nich přidáme stejný objem Fehlingova roztoku. Reakce neprobíhá, protože sacharóza je neredukující disacharid. Do druhé zkumavky dáme pár kapek kyseliny chlorovodíkové, zahřejeme a necháme 10 -15 minut stát. Kyselinu chlorovodíkovou neutralizujeme roztokem sody. Potom přidáme stejný objem Fehlingova roztoku a zahřejeme. Vlivem kyseliny chlorovodíkové proběhla v roztoku sacharosy hydrolýza, a proto roztok zoranžoví vlivem vzniklého oxidu měďného.

Úkol č.5: Izolace laktosy

Princip:

Mléko obsahuje laktosu, kterou lze izolovat. Laktosa je redukující sacharid, což dokážeme reakcí s Fehlingovým činidlem.

Pomůcky: kádinky, skleněná tyčinka, kahan, filtrační aparatura

Chemikálie: mléko, kyselina octová, roztok hydroxidu sodného, roztok síranu měďnatého

Postup: Do kádinky dáme 20 ml mléka, přidáme 5 - 6 kapek kyseliny octové a zamícháme. Pozor, sraženina se rozpouští v nadbytku kyseliny. Zahřejeme na 50 °C a vzniklou sraženinu zfiltrujeme. Filtrát zalkalizujeme přebytkem hydroxidu sodného, přidáme roztok síranu měďnatého a zahřejeme. Vzniká oxid měďný, protože laktóza je redukující sacharid a obsahuje poloacetalový hydroxyl. Zároveň provedeme se sraženinou důkaz na kasein (bílkovina) . Přidáme-li k němu roztok hydroxidu sodného a síranu měďnatého, vzniká fialový biuret.

Úkol č.6: Hydrolýza celulosy

Princip:

Celulosa je makromolekulární látka tvořená molekulami glukosy. Působením kyseliny dochází k rozštěpení makromolekuly. Vznikají molekuly glukosy, které vykazují pozitivní reakci na redukující sacharidy, reakcí s Fehlingovým činidlem.

Pomůcky: třecí miska, vata, filtrační papír

Chemikálie: konc. kyselina sírová, Fehlingovo činidlo, roztok hydroxidu sodného (2M), zředěný roztok amoniaku, roztok jódu

Postup: Ve třecí misce roztíráme 5 minut chomáček vaty s 5 ml koncentrované kyseliny sírové. Vznikne hustá kaše, kterou zředíme 20 ml vody. Po 20 -30 minutách neutralizujeme roztokem hydroxidu sodného -

(2 ml) a Fehlingovým činidlem dokážeme přítomnost sacharidů. Po zahřátí vzniká oranžový oxid měďný. K meziproductům patří i pergamenový papír. Jeho výrobu demonstrujeme takto: v koncentrované kyselině sírové máčíme 20 s proužky filtračního papíru, rychle je vypereme v tekoucí vodě a ve zředěném roztoku amoniaku. Papír se barví roztokem jódu a po vysušení se liší od filtračního papíru.



Zkoumání reakcí cukrů v naší nové laboratoři. Počáteční nadšení, které bohužel nevydrželo dlouho.

Faraonovi hadi

Pomůcky: porcelánová miska, špejle, pipeta

Chemikálie: popel (oxid chromitý), etanol C_2H_5OH , cukr, uhličitan sodný

Postup: Do misky nasypeme popel z cigaret (zvlhčíme lihem), uprostřed uděláme důlek a do něj nasypeme směs tvořenou z 10 g práškového cukru a 1 g dílu uhličitanu sodného. Směs znovu zvlhčíme lihem. Takto připravenou hmotu zapálíme špejlí a pipetou doléváme líh. Z misky začnou vylézat faraonovi hadi.

Popel slouží v tomto případě jako katalyzátor.

Místo popela jsme použili oxid chromitý.

Pozor při dolévání etanolu, hrozí nebezpečí popálení



Pokus o samozápalnou směs

Pomůcky: třecí miska s tloučkem, kapátko

Chemikálie: cukr, dusičnan draselný, konc. H_2SO_4

Postup: Zvlášť jsme rozetřeli cukr a dusičnan draselný. Po smíchání jsme přidali několik kapek konc. kyseliny sírové. Směs začne bublat a vychází hnědý dým.







Z průběhu tohoto pokusu jsme měli velikou radost, dokud jsme nezjistili, že se uvolňují jedovaté oxidy dusíku. Dusičnan draselný místo předepsaného chlorečnanu se tedy neosvědčil.

Reakce manganistanu draselného s glycerolem

Pomůcky: železná miska

Chemikálie: manganistan draselný, glycerol

Postup: Na železnou misku navršíme manganistan draselný do tvaru sopky a vyhloubíme důlek. Do důlku přikápneme glycerol. Směs po chvíli začne prudce hořet.







Tento experiment nás velmi zaujal. Zkoušeli jsme i jiné varianty, například jsme manganistan zabalili do kousku toaletního papíru. V tomto případě bylo hoření zřetelnější, protože papír hořel i po tom, co směs zreagovala.

Hořlavý gel

Pomůcky: kádinky, tyčinka, váhy, odměrný válec, železná miska, porcelánová miska, sirky

Chemikálie: octan vápenatý, ethanol, fenolftalein, hydroxid sodný

Postup: 12 g octanu vápenatého rozpustíme v 40 ml vody, přidáme fenolftalein a 1M roztok hydroxidu sodného do alkalické reakce (roztok změní barvu na fialovou). Po přidání 300 ml ethanolu a důkladném promíchání dojde během několika sekund ke ztuhnutí roztoku na gel, který je hořlavý.





Hořlavý gel hoření 1

První pokus nebyl moc vydařený, proto jsme ho zkoušeli znova. Zjistili jsme, že pro dobrý průběh reakce je podstatná vytrvalost při míchání.







Hořlavý gel s příměsí roztoku chloridu měďnatého



Na okrajích plamene vidíme jasně zelenou barvu měďnatých iontů.

Hořlavý gel s příměsí roztoku chloridu lithného



Kolem plamenů vidíme červené zbarvení lithných iontů.

Závěrečné shrnutí:

Naše dojmy

Nejdříve nám paní profesorka oznámila, že budeme vařit cukry a sledovat co se s nimi bude dít. Z tohoto nápadu jsme nebyli nijak ohromeni, protože při tom není žádná legrace a nijak velké zážitky také ne. Později však přišla s nápadem, že bychom mohli vyrábět samozápalné směsi a hořlavý gel. Tento nápad jsme přijali s nadšením.

První jsme si měli vyzkoušet reakci manganistanu s glycerinem. Ze začátku se nám to moc nedařilo. Chemikálie jsme nejspíš dávali ve špatném poměru. Po pár pokusech jsme tomuto problému přišli na kloub a byli jsme ohromeni, jak tyto dvě chemikálie spolu reagují.

Dalším pokusem byla reakce kyseliny sírové, cukru a chlorečnanu draselného. Bohužel paní profesorka se spletla a dala nám dusičnan draselný. Výsledek však byl pozoruhodný. Když jsme tuto směs promíchali, začala bublat, jako láva, a vycházel z ní nažloutlý kouř, který byl těžší než vzduch a krásně se nám plazil po stole. Kouř smrděl jako prase, někomu jako karamel. Až když jsme zjistili, že jsme zaměnili dvě chemikálie, nedivili jsme se, že to nebyla samozápalná směs. Na neštěstí správná přísada v laboratoři chyběla, a proto jsme se nepřesvědčili o samozápalnosti.

Jako poslední jsme vyráběli hořící gel. Při hoření na azbestové mřížce jsme zkoušeli přidávat dusičnan litnatý, dusičnan měďnatý a jiné soli, které by měly zbarvit plamen. Ten však nebyl dostatečně silný, aby tyto soli dostatečně zahřál a plamen se zbarvil jen u mála sloučenin. Ač se zákazem, zapálil jeden žák hořlavý gel v kádince a při příchodu profesorky ho chtěl **sfouknout**, jak všichni víme, tuto směs řádně okysličil a blafly mu vlasy – to bylo legrace]:-) .

Všechny tyto pokusy se nám velice líbily a už se těšíme na další hodiny praktické části chemie našeho kroužku.

Kolektiv autorů

Použitá literatura:

Pacák J.
V.Šrámek, V.Kosina
P.Beneš, J.Macháčeková
I.Čajda

Stručné základy organické chemie
Chemie analytická
200 chemických pokusů
Chemik detektivem

uranit.wz.cz/
www.pyroforum.org/