

GYMNÁZIUM DVŮR KRÁLOVÉ NAD LABEM

Odborná práce chemického kroužku

Téma: Rostliny, léčivé látky, drogy

Rostliny očima chemika

Vypracovali: Hana Straková, Jana Friedová, Nikola Čandosová, Nikola Baslerová, Jana Koblasová, Aneta Odrášková, Tereza Bašová, Lucie Hladká

Pod vedením: Mgr. Evy Poláškové, Ph.D

Za podpory: CZ 1.07/1.1.00/44.0001, Podpora přírodovědného a technického vzdělávání
v Královéhradeckém kraji

Dvůr Králové nad Labem 2014

Obsah

1. Úvod	5
2. Literární přehled tématu	7
2.1. Prvkové složení	7
2.2. Sacharidy	10
2.3. Lipidy	13
2.4. Bílkoviny	16
2.5. Enzymy	17
2.6. Vitaminy	20
2.7. Izoprenoidy	27
2.8. Alkaloidy	30
3. Experimentální část	33
3.1. Prvkové složení	33
3.1.1. Zastoupení vody v rostlinách	33
3.1.2. Množství popela v sušině	34
3.1.3. Stanovení pH rostlinného popela	36
3.1.4. Důkaz chlóru v rostlinách	37
3.1.5. Důkaz síry v rostlinách	38
3.1.6. Důkaz vápníku v rostlinách	39
3.1.7. Důkaz železa v rostlinách	40
3.2. Sacharidy	41
3.2.1. Důkaz přítomnosti sacharidu ve vzorku	41
Molischovou reakcí	
3.2.2. Rozlišení monosacharidů a disacharidů	44
od polysacharidů nitrochromovou reakcí	

3.2.3. Důkaz redukujících sacharidů	45
3.2.4. „Blue effect“	47
3.2.5. Komplexotvorné účinky sacharidů	48
3.2.6. Exkurze	50
3.3. Lipidy	53
3.3.1. Důkaz oleje na filtračním papíře	53
3.3.2. Důkaz tuků pomocí činidla Sudan III.	53
3.3.3. Důkaz nenasycených kyselin	54
3.3.4. Zmýdelňování lipidů a vlastnosti mýdla	55
3.4. Bílkoviny	57
3.4.1. Důkaz dusíku v bílkovinách	57
3.4.2. Důkaz síry vázané v bílkovinách	58
3.4.3. Rozpouštění bílkovin ve vodě	59
3.4.4. Určení teploty denaturace bílkovin	60
3.4.5. Působení solí těžkých a lehkých kovů	61
a působení pH na bílkoviny	
3.4.6. Důkaz bílkovin	62
3.5. Enzymy	66
3.5.1. Kataláza v bramboru	66
3.5.2. Preparace enzymu ze sójových bobů	68
3.5.3. Závislost aktivity enzymů na pH prostředí	69
3.5.4. Kataláza v ovoci a zelenině	72
3.5.5. Rostlinné protězy	74
3.5.6. Rozklad močoviny enzymem ureázou v sójové omáčce	76
3.6. Vitaminy	76
3.6.1. Důkaz vitamínu C v tabletě	76

3.6.2. Důkaz vitamínu C v ovoci	79
3.7. Izoprenoidy	80
3.7.1. Extrakce silice z pomerančové kůry	80
3.7.2. Důkaz apigeninu v heřmánku	82
3.8. Alkaloidy	83
3.8.1. Sublimace kofeinu	83
3.8.2. Stanovení nikotinu	84
4. Závěr	86
5. Použitá literatura a internetové zdroje	88

1. Úvod

Předkládaná práce je výsledkem experimentálních prací, které probíhaly v laboratoři na Gymnáziu ve Dvoře Králové nad Labem od září 2013 do března 2014.

Práce je rozdělena na dvě hlavní části – literární přehled tématu a experimentální část. Literární přehled tématu je tvořen především teoretickými poznatky, které byly získány excerpcí literatury a internetových zdrojů. V jednotlivých podkapitolách se práce věnuje základním bioorganickým látkám, které se vyskytují v těle rostlin. Jedná se především o primární metabolity- sacharidy, lipidy, bílkoviny. Ke každé skupině látek je vypracována její charakteristika, klasifikace, především význam pro rostliny (popřípadě pro člověka). V teoretické části jsou také okrajově zpracovány sekundární metabolity (silice, steroidy, alkaloidy).

V experimentální části jsou předloženy výsledky pokusů, které byly prováděny v chemické laboratoři na Gymnáziu ve Dvoře Králové nad Labem. Experimenty se týkaly složení rostlinného těla (sušina), podíl anorganických a organických látek, především důkazů prvků a bioorganických látek v těle rostlin. Kromě experimentů se v experimentální části nacházejí písemné a fotografické záznamy z uskutečněných exkurzí, které dokumentují proces a technologii výroby cukru a piva.

Cílem práce bylo experimentálně dokázat chemické látky, které se přirozeně vyskytují v rostlinách. Dílčí cíle lze shrnout do následujících bodů:

- 1) Zjistit procentuální zastoupení vody a nespalitelných anorganických látek v rostlinách.
- 2) Provést kvalitativní analýzu prvků obsažených v rostlinném těle.
- 3) Provést důkazy sacharidů a rozlišit jejich jednotlivé typy.
- 4) Formou exkurzí se seznámit s výrobou cukru z cukrové řepy a technologií výroby piva.

- 5) Provést důkaz lipidů v rostlinných olejích.
- 6) Dokázat rostlinné bílkoviny a zjistit vliv solí lehkých a těžkých kovů na rostliny.
- 7) Dokázat přítomnost enzymů a vitamínu C v ovoci a zelenině, zjistit závislost aktivity enzymů na pH prostředí.
- 8) Získat silici z rostlinného materiálu a provést důkaz silice v rostlině.

2. Literární přehled tématu

2.1. Prvkové složení

Voda je pro život rostliny nepostradatelná. V zelených rostlinách je průměrné množství vody asi 70 - 80% , v suchých semenech jen 5 - 14%. V mírném klimatickém pásu spotřebuje rostlina (přijme a vydá) na tvorbu 1g sušiny 250 až 400g vody. (Bašovská a kol. 1985)

Sušina je zbytek rostliny, z níž byla odstraněna voda. Skládá se z rozmanitých organických a anorganických látek. Spálení sušiny je dokonalá oxidace, při které organické látky uniknou jako volný dusík nebo plynné oxidy. Zbytek – popel – jsou anorganické látky, a to uhličitany, oxidy, sulfáty, fosforečnany a chloridy různých prvků. Prvky nepostradatelné pro život rostliny se nazývají biogenní prvky. Ty se ještě dělí podle hmotnostního obsahu:

Makrobiogenní prvky (makroelementy) – C, Ca, Cl, H, K, Mg, N, O, P, S, – mají převážně funkci stavební. Tvoří 0,1 až 50% sušiny.

Mikrobiogenní prvky (mikroelementy) – B, Co, Cu, Fe, Mn, Mo, V, Zn, – mají převážně funkci katalytickou. Tvoří 0,00001 až 0,1% sušiny. (Zicháček, Jelínek 2011)

V buňkách rostliny se nacházejí barviva plastidů, která jsou nutná pro fotosyntézu. Díky zelenému listovému barvivu (chlorofyl) probíhá v rostlinách fotosyntéza. Na ni navazují další asimilační reakce a dalšími složitými pochody vznikají velmi důležité látky. Tento proces se nazývá primární látková výměna a vzniklé látky se nazývají primární metabolity. V rostlinách však probíhá ještě sekundární látková výměna, při níž se z primárních látek vytváří látky sekundární, které jsou pro lidský organismus mnohem významnější. Jsou jen v některých rostlinách a v malém množství. Působí buď samostatně, nebo jejich účinek zesilují látky jiné. (http://absolventi.gymcheb.cz/2008/ivbreme/proc_jsou_bylinky.html)

- **Primární látky** jsou pro život rostliny nezbytné. Vyskytují se ve všech rostlinách ve značném množství. Tvoří převážnou část rostlinného těla. Z organických látek obsažených v rostlinných tělech jsou významné:

- o **Bílkoviny** – mají funkci stavební, katalytickou a zásobní
- o **Sacharidy** – mají především funkci zásobní, ale mají i funkci stavební
- o **Nukleové kyseliny** - DNA, RNA
- o **Lipidy** – mají funkci zásobní a také funkci stavební

Z nich jsou pro lékařství významné například:

- o **Řepný cukr** = (sacharóza), z kterého se vyrábí sirupy a je také dobrý jako konzervační prostředek. Obsahuje ho řepa cukrová.
 - o **Škrob** - využívá se k výrobě glukózy, nebo pro přípravu zásypů či tablet.
 - o **Inulin** - vyskytuje se například v čekance a omanu.
 - o **Slizy** - vytvářejí ochranný obal na sliznicích a používají se hlavně jako čajové směsi proti kašli a nachlazení. Obsahuje je například pukléřka a podběl.
 - o **Pektiny** - mají mírný protiprůjmový účinek a vyskytují se v ovoci.
-
- **Sekundární látky** mají velmi silné účinky. Některé mohou již v malém množství ohrožovat život. Říká se jim rostlinné jedy. I přesto jsou v lékařství nepostradatelné. Pro domácí léčbu jsou však nevhodné. Látky v nich obsažené jsou:
 - o **Alkaloidy** - patří k nejpočetnějším sekundárním látkám. Zpravidla se jedná o dusíkaté sloučeniny alkalické povahy. Alkaloidové rostliny jsou známé svou toxicitou i halucinogenními účinky. Alkaloidy se vyskytují především u mákovitých (např. mák, nebo vlašovičník), liliovitých (např. tulák, nebo durman), pryskyřníkovitých (např. oměj) atd.
 - o **Glykosidy** - tvoří mnohé důležité obsahové látky rostlin a často se využívají v lékařství. Mají většinou hořkou či palčivou chuť, specifickou vůni či zápach. Velmi toxické jsou například

kyanogenní glykosidy. Nejdůležitější, avšak jedny z nejtoxičtějších léčiv jsou kardenolidy (upravují smrštitelnost srdečního svalu)

o **Silice** - jsou to směsi různých těkavých a vonných látek. Mají různá využití a většinou nemají nepříznivé vedlejší účinky. Některé zvyšují chuť k jídlu, mají protikřečové, dezinfekční (trávicí trakt - zázvor; močové cesty - kořen petržele; dýchacích cesty) nebo zklidňující účinky (levandule, meduňka). Jiné se používají jako koření (tymián, kmín) nebo k inhalacím (máta, mateřídouška) atd. Využívá se jich také v potravinářství, likérnictví a kosmetice.

o **Třísloviny** - snižují dráždivost a bolestivost při zánětech, zastavují drobná krvácení, atd. Vnitřně se používají při průjmech nebo otravách. Zevně zase při nadměrném pocení, při zánětech dutiny ústní jako kloktadla, atd. Obsahují je například dub, borůvky a ostružiník.

o **Saponiny** - mají projímavé a močopudné účinky, usnadňují vykašlávání, trávení, atd. Při větší koncentraci však mohou rozkládat červené krvinky. Obsahují je například divizna, bříza a prvosienka. Některé nejedovaté saponiny se používali jako pěnicí prostředky do zubní pasty, ústní vody, šamponů i jako náplň do hasicích přístrojů.

o **Hořčiny** - povzbuzují činnost trávicího ústrojí a žláz s vnitřním vyměšováním. Používají se jako čaje, tinktury, extrakty nebo také jako medicínální vína (žaludeční likéry, aperitivy). Obsahují je například vachta, hořec, pelyněk a pampeliška.

o **Fytoncidy** - tyto látky produkují vyšší rostliny pro ochranu před cizími organizmy, označují se jako rostlinná antibiotika a ničí bakterie, viry a plísňe. Jsou vhodné pro domácí léčbu. Obsahují je např. česnek, řepík nebo třezalka. (http://absolventi.gymcheb.cz/2008/ivbreme/proc_jsou_bylinky.html, Novák, 2007)

Využití:

Léčivé rostliny jsou důležité nejen ve zdravotnictví a farmaceutickém průmyslu, ale též v potravinářství a kosmetice. Významnost rostlin spočívá v jejich léčivé schopnosti na naše zdraví. Léčivé látky obsahují nejen byliny, ale také keře a stromy. Obsahové látky, díky kterým jsou rostliny léčivé, se nachází v různých částech rostliny. Hlavně v listech, květech, kořenech, cibulích, plodech, nebo semenech. Specifické aroma rostlin způsobují lehce těkavé éterické oleje. Usušená část rostliny se nazývá rostlinná droga. Její účinné látky se pak zpracovávají na léčiva, nebo se používají jako jednoduché lékové formy, což jsou například tinktura, sirup nebo jako čajová směs. (http://absolventi.gymcheb.cz/2008/ivbreme/proc_jsou_bylinky.html)

I jedovaté rostliny jsou důležitá léčiva. V domácí léčbě jsou však nebezpečná. Jsou to rostliny, které jsou prudce účinné již v malém množství (0,001 - 0,1g) a to může škodit zdraví. Prudce jedovaté rostliny jsou například rulík zlomocný, durman obecný, náprstník vlnatý, blín černý a další. Otrava těchto rostlin často nastává při záměně s jinými jako například u bobule rulíku, která připomíná borůvku. U nás se mezi jedovaté rostliny počítá 400 druhů. (http://absolventi.gymcheb.cz/2008/ivbreme/proc_jsou_bylinky.html)

2.2. Sacharidy

Sacharidy jsou nejrozšířenější přírodní látky, stále přítomné ve všech rostlinných a živočišných buňkách. V zelených rostlinách vznikají sacharidy fotosyntézou ze vzdušného oxidu uhličitého a vody účinkem slunečního záření. Ve svých molekulách obsahují atomy uhlíku, vodíku a kyslíku. (Čársky a kol. 1986; Benešová, Satrapová 2002)

Rozdělení sacharidů(dle Benešová, Satrapová 2002;
<http://cs.wikipedia.org/wiki/Sacharidy>, staženo 22. 2. 2014)

Sacharidy jsou rozsáhlou a strukturně velmi pestrá skupinou přírodních látek. Podle složení a stavby molekul je rozdělujeme:

Monosacharidy – jsou základní stavební jednotky oligosacharidů a polysacharidů, nedají se štěpit na jednodušší sacharidy. Podle přítomnosti aldehydové nebo ketonové skupiny v molekule je dělíme na:

- **Aldózy** – obsahují v acyklické formě aldehydovou skupinu, jsou to polyhydroxyaldehydy, např.: **Glukóza** (hroznový cukr)

Glukóza je bílá, sladká látka, dobře rozpustná ve vodě. Obsažena je v ovoci, medu a v krvi. Při námaze se rychle vstřebává a je rychlým zdrojem energie pro organismus. Podílí se na stavbě většiny oligosacharidů (např. sacharóza, laktóza) i polysacharidů (celulóza).

- **Ketózy** - obsahují ketoskupinu a několik hydroxylových skupin, jsou polyhydroxyketony, např.: **Fruktóza** (ovocný cukr)

Fruktóza je nejsladší cukr součástí sacharózy. Obsažena je v ovoci a včelím medu.

Další monosacharidy jsou např. ribóza, která se vyskytuje v nukleových kyselinách a galaktóza, která je součástí mléčného cukru laktózy.

Oligosacharidy – ve svých molekulách obsahují dva až deset monosacharidových jednotek, nejvýznamnější v přírodě jsou disacharidy

- **Disacharidy** – jsou tvořeny dvěma monosacharidovými jednotkami (např. sacharóza, laktóza, maltóza)

- o **Sacharóza** (řepný cukr, třtinový cukr)

Sacharóza je bezbarvá, ve vodě rozpustná látka. Používá se například v potravinářství jako sladidlo, nebo jako přídatná látka ve farmaceutickém průmyslu.

- o **Laktóza** (mléčný cukr)

Laktóza se vyrábí ze syrovátky. Je přítomna v mléce savců a slouží pro výrobu potravy pro kojence.

o **Maltóza** (sladový cukr)

Maltóza se uvolňuje ze škrobu při klíčení ječmene. Je obsažena v sladu, což je naklíčené a usušené obilné zrna, převážně ječmenné. Slad je jedna ze základních surovin pro výrobu piva.

Polysacharidy – mají podobnou strukturu jako oligosacharidy, ale jsou tvořeny mnohem větším počtem monosacharidových jednotek. Monosacharidové jednotky tvořící polysacharidy mohou být:

- Stejného typu, pak jde o **homopolysacharidy** (např. celulóza, škrob, glykogen, chitin, pektiny)
- Různého typu, pak jde o **heteropolysacharidy** – jsou součástí buněčných stěn mikroorganismů, mezibuněčné hmoty a tělních tekutin

o **Celulóza**

Celulóza je hlavní složka buněčných stěn vyšších rostlin. Ve vodě je nerozpustná, pro člověka nestravitelná, ale tvoří důležitou součást potravy jako složka tzv. vlákniny. V rostlinách se vyskytuje nejčastěji v doprovodu dalších polysacharidů i látek nesacharidové povahy (např. lignin). Získává se ze dřeva jako surová celulóza neboli buničina a slouží jako surovina pro papírenský a textilní průmysl. Čistá celulóza je bavlna.

o **Škrob**

Škrob je zásobní látka rostlin. Je to bílý prášek bez chuti a vůně. Zvláště bohaté na škrob jsou brambory, banány, obilniny. Podle surovin, ze kterých je vyroben, rozeznáváme škrob bramborový,

kukuřičný, pšeničný, rýžový a jiné. Škrob se používá například v potravinářství, v kvasném průmyslu, ve farmacii, k výrobě lepidel, nátěrů atd.

o Glykogen

Glykogen je zásobní látka živočichů. Je často uložen ve formě granulí v cytoplazmě některých buněk vyšších živočichů, zejména v buňkách jater a svalů, ale též u hub a kvasinek.

o Chitin

Chitin je základní složka kutikuly členovců, buněčných stěn hub a některých řas. Je složen z monosacharidových jednotek obsahujících dusík.

o Pektiny

Pektiny jsou zásobní polysacharidy složité struktury. Obsaženy jsou např. v jablkách, nebo slupkách citrusů. Při zahřívání tvoří gely, čehož se využívá při výrobě džemů.

(Benešová, Satrapová 2002; <http://cs.wikipedia.org/wiki/Sacharidy>, staženo 22. 2. 2014)

Využití:

Sacharidy mají v organismech důležité funkce. V tělech rostlin slouží především jako stavební materiál, např. celulóza (stavební látka rostlinných buněčných stěn), chitin (tvoří buněčnou stěnu hub). Pro živočišný organismus jsou hlavním zdrojem a krátkodobou zásobou energie (glukóza, fruktóza). Sacharidy jsou rovněž zásobní látky (škrob, inulin). Ty slouží nejen pro získávání energie, ale i pro syntézu jiných biologicky významných látek, např. karboxylových kyselin, aminokyselin a tím i lipidů a bílkovin. Dále jsou to složky některých složitějších látek (nukleových kyselin, hormonů, koenzymů). V průmyslu

slouží např. k výrobě sladidel, papíru, alkoholu, výbušnin, umělých vláken, kyselin atd. (Čársky a kol. 1986; <http://cs.wikipedia.org/wiki/Sacharidy>, staženo 22. 2. 2014)

2.3. Lipidy

Jsou to organické látky rostlinného a živočišného původu, které můžeme najít v buněčných membránách a nervových tkáních. Rozpouštějí vitamíny, barviva i některá léčiva. Lipidy se skládají z esteru alkoholu a vyšší mastné kyseliny. Acylglyceroly jsou estery vyšší mastné kyseliny a glycerolu, vosky zase jsou estery vyšší mastné kyseliny a vyššího jednosytného alkoholu. Tyto kyseliny dodávají lipidům mastné, voskové a olejové vlastnosti.

Co se týče lipidů rostlinného původu, jedná se tedy o rostlinné vosky a tuky – oleje. Oleje se nacházejí především v semenech a plodech. Jsou to estery vyšších mastných nenasycených kyselin (např. k. olejová, k. linolová a k. linoleová) a glycerolu. Kyseliny obsahují dvojné vazby.

Vosky jsou estery vyšší mastné kyseliny a vyššího jednosytného alkoholu. Díky antioxidačním složkám, které se v nich nacházejí, nežluknou, a proto mohou být stále na vzduchu. Rostlinné vosky najdeme na pokožce listů, na plodech, občas jsou i na kmenech. Sem patří např. karnaubský vosk.

Rozdělení lipidů

Lipidy dělíme na jednoduché a složené. Jednoduché obsahují pouze estery. Složené obsahují ester a další látku (např. sacharid, ester kyseliny fosforečné atd.). Molekuly složených lipidů tvoří dvě části a to uhlovodíkový řetězec, který je hydrofobní a hydrofilní (sacharid, ester kyseliny fosforečné), dají se rozpouštět ve vodě a mají iontový charakter. Tvoří micely a tzv. dvojvrstvy.

Jednoduché

- **Tuky (acylglyceroly)** – jsou to estery vyšších mastných kyselin s glycerolem. Lipidy, které převážně obsahují nasycené karboxylové kyseliny, jsou tuhé nebo mazlavé (tuky). Ty, které obsahují nenasycené karboxylové kyseliny, jsou tekuté (oleje). (Kopřiva, 1986)
- **Živočišné tuky** – nacházejí se u živočichů, jako součást podkožního tuku a obalují vnitřní orgány. Zástupci jsou: sádlo (vepřový tuk), lůj (hovězí tuk) atd.
- **Rostlinné tuky** – jsou obsaženy v semenech a plodech. Zástupci jsou oleje (slunečnicový, olivový, mandlový, lněný, řepkový atd.).
- **Vosky** – jsou estery vyšších mastných kyselin s vyššími jednosytnými alkoholy. Mohou být rostlinné (kutikula) i živočišné (lanolin – vosk ze srsti ovcí, včelí vosk).

Složené lipidy

- **Fosfolipidy** – mají ve svých molekulách esterově vázanou kyselinu fosforečnou, vyskytují se např. v játrech, ve žloutku anebo v nervových pochvách.
- **Glykolipidy** – mají ve svých molekulách glykosidicky vázány monosacharidové zbytky, vyskytují se v buněčných membránách a v šedé kůře mozkové. (Benešová, Satrapová 2002)

Získávání lipidů

Oleje můžeme získat různě, ale nejčastějším způsobem je lisováním, extrakcí nebo kombinací těchto dvou způsobů. Získává se např. z řepky olejné, máku, sóji, kokosu atd. Produktem je surový olej, ten je nevhodný pro výživné potřeby. Proto musí projít dalšími úpravami, aby získal potřebné vlastnosti, vhodné k výživě.

Lisování je metoda, při které se olej získává pomocí tlaku. Jde provádět za tepla, z toho vyplývá, že při výrobě dochází k tepelné úpravě olejnatých semen. Lze provádět i za studena.

Extrakce při tomto způsobu se oddělují složky ze směsi látek pevné nebo kapalné fáze do jiné kapalné fáze. Rozpustná složka při extrakci přechází do roztoku, tím dojde ke vzniku miscely a následně se oddělí odstraněním rozpouštědla.

Oleje se získávají za pomoci organického rozpouštědla. Přímá extrakce, to je bez použití předešlého lisování, používá se hlavně u sóje. Surovina musí být lehce rozměkčena, aby mohlo dojít k získání maximálního množství oleje. Po extrakci dojde k odstranění rozpouštědla a zůstane surový olej.

Kombinace lisování a extrakce je proces s dvěma fázemi. Při první fázi se lisuje, z toho vzniknou asi 2/3 oleje a poté následuje extrakce zbytků tzv. pokrutin a opět dochází k odstranění rozpouštědla z miscely a získá se surový olej.

Využití:

Lipidy slouží jako zdroj tělesné energie, tepelná izolace organismu, někdy i ochrana orgánů. Rostlinné oleje se využívají v kosmetice, jako součást kosmetických přípravků, ale třeba i samostatně k masážím, dále se využívají v medicíně, aromaterapii. Dají se najít jako součást malířských barev. Oleje, které podlehly vysychání, se používá k výrobě fermeží (látka, kterou se natírají dřevěné předměty). Zásaditou hydrolýzou (zmýdlením) lze vyrobit mýdlo.

Vosky chrání listy před odparem vody. Používají se k výrobě mastí, krémů, svíček, atd. Využívají se hlavně k úpravě povrchů.

2.4. Bílkoviny

Bílkoviny neboli proteiny jsou základní složky živé hmoty obsažené ve všech buňkách. Početně se skládají z více než 100 α -aminokyselin. Aminokyseliny se vyznačují navázanou (karboxylovou) skupinou $-\text{COOH}$ a NH_2 na uhlíku. Proteinogenních aminokyselin existuje 21. Rostliny si všechny základní aminokyseliny vytvářejí samy. Například lysin je aminokyselina potřebná k výrobě bílkovin obsažená v sóji, čočce nebo arašídech. (Polák, Zahradník 2000)

Bílkoviny mají různou strukturu, podle toho jsou dány jejich funkce. Mají funkci stavební, katalytickou a zásobní. (Polák, Zahradník 2000)

Primární struktura je určena geneticky v DNA a udává pořadí všech α -aminokyselin. Pořadí je velmi důležité. Kdyby došlo k záměně i pouze jedné může dojít k vážné poruše organismu.

Sekundární struktura má dva základní tvary α -helix a β -strukturu. Určuje to geometrické uspořádání polypeptidového řetězce a jak je umožněna volná rotace kolem jednoduchých vazeb uhlíku. U struktury α -helix je řetězec uspořádán do pravotočivé šroubovice a postranní řetězce směřují ven. Mezi závitů šroubovice jsou vodíkové můstky, které zlepšují stabilitu. U β -struktury jsou spojené rovnoběžné makromolekuly bílkovin a postranní řetězce směřují nad a pod rovinu řetězce. Mezi nimi jsou opět vodíkové můstky.

Terciární struktura je uspořádání sekundární struktury v prostoru a to do globulární nebo fibrilární tvar. Jednotlivé části na sebe váží disulfidické vazby. Porušením této struktury způsobuje denaturaci bílkovin. Porušit to lze teplem, pH, solemi těžkých kovů apod.

Kvartérní struktura určuje výstavbu jednotlivých polypeptidových řetězců tzv. Podjednotek. To umožňuje v případě špatně sestaveného řetězce odstranit pouze tu chybnou část.

(http://cs.wikipedia.org/wiki/B%C3%ADlkovina#Struktura_b.C3.ADlkovin, stažen 6.4.2014)

Rozdělení bílkovin

Bílkoviny se rozdělují na jednoduché a složené.

Jednoduché s fibrilárním tvarem jsou nerozpustné ve vodě. Jednoduché s globulárním tvarem jsou rozpustné ve vodě a v roztocích soli. (Benešová a Satrapová, 2002)

Složené bílkoviny jsou ty, které obsahují i nepeptidové složky. Jsou to např. fosfoproteiny obsahující kyselinu fosforečnou, metaloproteiny obsahující kovy, glykoproteiny obsahující sacharid nebo lipoproteiny obsahující lipidy. (Benešová a Satrapová, 2002)

Bílkoviny v rostlinách

Rostlinných bílkovin je velké množství a mohou mít odlišné chemické i fyzikální vlastnosti. Podle nich je lze řadit do 4 skupin. Jsou to albuminy, globuliny, prolaminy a gluteliny. „Albuminy a globuliny jsou ve vodě rozpustné a až na žito tvoří minoritní složku. Prolaminy a gluteliny jsou považovány za rezervní proteiny, jsou ve vodě nerozpustné a jsou hlavní bílkovinnou složkou rostlinných semen.“

(<http://galenus.cz/clanky/vyziva/aminokyseliny-obsah-aminokyselin-v-rostlinach>, staženo 6.4 2014)

Luštěniny obsahují 20 - 48 % proteinů. Potravinářsky významné jsou čočka, hrách, fazole a cizrna. Na rozdíl od obilovin jsou hlavní proteinovou složkou globuliny. Hrách obsahuje až 50 %.

Olejniny obsahují 20 až 35 % proteinů. Potravinářsky významná je sója, bavlník, lupina, řepka, slunečnice, mohou tam patřit i různé ořechy a mandle.

Obiloviny obsahují až 40 % proteinů. Potravinářsky významná je pšenice, žito, ječmen, oves, kukuřice, rýže, proso a pohanka.

(<http://galenus.cz/clanky/vyziva/aminokyseliny-obsah-aminokyselin-v-rostlinach>, staženo 6.4 2014)

2.5. Enzymy

Enzymy jsou bílkoviny (proteiny), které katalyzují všechny chemické reakce probíhající v živých organismech. Nazývají se také jako biokatalyzátory. Potřebné chemické procesy v buňkách by se bez nich nemohly uskutečňovat. Stejně jako katalyzátory urychlují (zpomalují) průběh biochemických reakcí snižováním (zvyšováním) aktivační energie, ale neovlivňují jejich rovnováhu. (Benešová a Satrapová, 2002)

Dnes je (dle Vacíka, 1999) známo více než 2 000 různých enzymů. Získávají se z rostlinných, živočišných, ale především mikrobiálních organismů.

Jednosložkové enzymy tvoří pouze bílkovina. Dvousložkové enzymy tvoří komplex, který se nazývá holoenzym. Ten se skládá z apoenzymu (bílkovinné složky) a kofaktoru (nebílkovinné složky). Kofaktory mohou být buď ionty některých kovů, např. Mg^{2+} , K^+ , Fe^{2+} , Zn^{2+} , Cu^{2+} , nebo složitější organické molekuly. Kofaktory se dělí na prostetické skupiny (s apoenzymem je spojena pevně kovalentní vazbou) a na koenzymy (s apoenzymem je poután slabě, lehce se může oddisociovat).

Substrát (výchozí látka) se při enzymové reakci váže na tzv. aktivní místo, což je část apoenzymu. Tvar substrátu odpovídá tvaru aktivního místa, substrát tedy zapadá do aktivního místa. Vzniká tak komplex enzym-substrát, proběhne reakce a z aktivního místa se uvolní produkt. (Benešová, Satrapová 2002; Vacík 1999)

Rozdělení enzymů

Enzymy jsou rozděleny (dle Benešové, Satrapové 2002) do šesti hlavních tříd podle typu katalyzované reakce:

- **Oxidoreduktázy** - katalyzují oxidačně-redukční reakce, tzn. přenos vodíku, elektronů, nebo reakce s kyslíkem
- **Transferázy** - katalyzují přenos skupin atomů z jedné sloučeniny na druhou

- **Hydrolázy** - katalyzují hydrolytické štěpení substrátu (štěpení za přítomnosti vody)
- **Lyázy** - katalyzují štěpení nehydrolytické (není třeba voda jako další reaktant)
- **Ligázy** - katalyzují syntézu jednoduchých molekul na složitější
- **Izomerázy** - katalyzují reakce uvnitř jedné molekuly

Využití:

Enzymy nalézají bohaté uplatnění v mnoha odvětvích. Například v průmyslu potravinářském (syřidla, příprava hypoalergeního mléka, změkčování masa, pivovarnictví, pekařství). V lékařství lze podávat enzymy jako náhradu chybějících enzymů při poškození slinivky břišní či při léčbě některých onemocnění. Přidávají se do pracích prášků, čímž se zvyšuje účinnost odstraňování skvrn při nižších teplotách. Do budoucna se uvažuje o nasazení enzymů pro výrobu ekologicky šetrných biopaliv. (wikipedia.cz, staženo 25. 11. 2013)

Enzymy v rostlinách

- **Papain**

Papain patří mezi enzymy, které štěpí proteiny. Získává se z rostliny papaya. Má mírné, uklidňující účinky na žaludek a napomáhá trávení proteinů. V kožním lékařství se používá při léčení ekzémů, v kuchyni ke zjemnění rybího masa. Při vaření piva se papain používá k zamezení zkalení piva. Používá se také v textilní technice jako pomůcka k výrobě vlny a hedvábí, aby se zamezilo jejich zplstnatění a scvrknutí. (Arndt, 2009)

- **Bromelin**

Bromelin je enzym, který je obsažen v čerstvém ananasu. K jeho významným účinkům patří, že se podílí na štěpení bílkovin (a také např. sráží

mléko). Bromelin pomáhá při zeslabování bolesti a otoků při poraněních menšího typu. Pomáhá rovněž při hojení ran a při pooperačním hojení. Pokud je užíván jako doplněk chemoterapie, díky svému účinku zvyšuje celkový efekt léčby. (<http://www.celostnimediceina.cz/bromelin.htm>, staženo 15. 12. 2014)

- **Ficin**

Enzym ficin obsahují fíky. Tento enzym slibuje obdobné účinky jako papain a bromelin, přesto se v praxi používá poměrně málo. Lidé častěji konzumují přímo fíky. V lékařství se používají jako jemné projímadlo, působí močopudně, slouží k přípravě kloktadla a prsních čajů. Zevně pak se z nich dají vyrobit kašovitě obklady na abscesy, vředy a nehojící se rány. (webozdravi.cz, staženo 27. 12. 2012)

2.6. Vitaminy

Jsou nízkomolekulární organické látky, v malých množstvích nezbytné pro život od toho název vitamin – (vital + amine = životně důležité aminy). V lidském organismu mají vitaminy funkci katalyzátorů biochemických reakcí. Lidské tělo si vitaminy nedokáže vyrobit, dají se získat pouze z potravy. Potrava může být přímo zdrojem vitaminů nebo může obsahovat provitaminy – látky, které se přeměňují podle potřeby na aktivní vitaminy až v organismu, například u vitaminu A, který se vyskytuje pouze v živočišných potravinách, zatímco jeho provitamin se vyskytuje v převážně v rostlinách.

(Reader's Digest Výběr, 1998; Benešová a Satrapová, 2002)

Neobvykle nízký příjem vitaminů nazýváme hypovitaminóza, při níž může dojít k vážným poruchám. Avitaminóza je chorobný stav způsobený naprostým nedostatkem určitého vitaminu. Zatímco předávkování vitaminy se nazývá hypervitaminóza. Hrozí jen u vitaminů rozpustných v tucích. Vitaminy rozpustné ve vodě dokáže tělo vyloučit.

Rozdělení vitaminů

Vitaminy se dělí podle rozpustnosti. Jsou rozpustné ve vodě: vitaminy skupiny B a vitamin C. A také rozpustné v tucích: vitaminy A, D, E, K.

Vitaminy snadno podléhají oxidaci, která probíhá rychleji díky zahřívání, působení zásad, kyselin, kovů nebo při působení světla. (Reader's Digest Výběr, 1998; <http://cs.wikipedia.org/wiki/Vitam%C3%ADn>, staženo 2. 2. 2014)

- **Vitaminy rozpustné v tucích**

- o **Vitamin A** (retinol)

Vitamin A je v těle důležitý pro buněčné dělení a pro růst, účastní se udržování sliznic zažívacího, dýchacího a močového traktu. Nejdůležitější je však pro zrak – hraje klíčovou roli v přeměně světla v elektrické signály. Nadále je důležitý pro vývoj plodu. Působí jako antioxidant. (Reader's Digest Výběr, 1998)

Nedostatek vitaminu způsobuje šeroslepost, případně slepotu. Nadále vyvolává suchost sliznic, což zvyšuje riziko infekce. (Benešová, Satrapová, 2002; Reader's Digest Výběr, 1998)

Vitamin A lze získat například z vaječných žloutků, jater, másla nebo nepřímo z rostlin, kde se vyskytuje v podobě karotenoidu, nazývaného beta-karoten. Ten se v těle přeměňuje na vitamin A. Beta-karoten je žlutočervené barvivo, díky němuž mají rostliny typicky žlutou až oranžovou barvu. Beta-karoten je možno nalézt například v mrkvi, mangu, červené paprice, ale i zelené listové zelenině, například v kapustě či špenátu.

(Benešová a Satrapová, 2002; http://cs.wikipedia.org/wiki/Vitam%C3%ADn_A, staženo 4. 2. 2014)

Beta- karoten se vyskytuje v podobě dvou různých stereoizomerů (stereoizomery mají všechny atomy v molekule vázané stejným způsobem, ale jejich prostorová geometrie je rozdílná) - jako all-trans-β-karoten a jako cis-β-karoten.

Vitamin A je rozpustný v tucích. Nadměrné množství retinolu je jedovaté a má vliv na poškození plodu v časném stádiu těhotenství. Karotenoidy na rozdíl od retinolu nepředstavují žádné riziko. Při nadměrném použití beta-karotenu může dojít nanejvýš ke stavu nazývanému karotínémie, při němž se kůže zbarvuje do žluta.

(Benešová a Satrapová, 2002; Reader's Digest Výběr, 1998, http://cs.wikipedia.org/wiki/Vitam%C3%ADn_A, staženo 4. 2. 2014)

o Vitamin D (kalciferol)

Vitamin D (jinak také antirachitický vitamin, přezdívaný sluneční vitamin, protože se v těle vytváří při vystavení kůže ultrafialovému záření) je souhrnný název pro steroidní hormonální prekurzory souhrnně nazývané kalciferoly. Chemicky se rozlišuje vitamin D2 (ergokalciferol) a D3 (cholecalciferol). U rostlin je provitamin ergosterol, morfin a ergokalciferol. (Reader's Digest Výběr, 1998; http://cs.wikipedia.org/wiki/Vitam%C3%ADn_D, staženo 4. 2. 2014)

Vitamin D se v aktivní formu přeměňuje v ledvinách. Potom působí jako hormon, který řídí vstřebávání vápníku ze střeva a reguluje hladinu vápníku a fosforu v krvi a kostech. Když je vitaminu D nedostatek, měknou a deformují se kosti (křivice) a také se více kazí zuby. Naopak velké množství škodí ledvinám.

Určité množství vitaminu D získáváme na slunci, toto množství nám stačí. Dále ho můžeme najít například v rybím tuku, játrech, másle a obilovinách.

(Benešová a Satrapová, 2002; Reader's Digest Výběr, 1998; http://cs.wikipedia.org/wiki/Vitam%C3%ADn_D, staženo 4. 2. 2014)

o Vitamin E (tokoferol)

Vitamin E je souhrnný název skupiny biologicky aktivních sloučenin antioxidantů, které chrání buněčné membrány před poškozením volnými radikály. Pomáhá zpomalovat stárnutí a působí i jako prevence proti nádorovému bujení. Tento vitamin také podporuje činnost pohlavních žláz a nervového systému. Vitamin se vstřebává jen společně s tuky. (Reader's Digest Výběr, 1998)

Nedostatek vitaminu E je vzácným jevem, ovšem když organismu chybí, projevem jsou poruchy cévního systému, nervové poruchy, svalová ochablost nebo hemolytická anémie (souhrnný název pro heterogenní skupinu onemocnění, při které dochází k hemolýze, rozpadu červených krvinek). (Reader's Digest Výběr, 1998; http://cs.wikipedia.org/wiki/Vitam%C3%ADn_E, staženo 4. 2. 2014)

Vysoké dávky nejsou toxické, jejich vlivem však může dojít k nedostatku vitaminu K.

Hodnotnými zdroji vitaminu K jsou například rostlinné oleje, obilné klíčky, různé druhy ořechů, sója a semena či pšeničná zrna. Potřeba vitaminu E se zvyšuje při zvýšeném příjmu nenasycených tuků.

(Benešová, Satrapová, 2002; Reader's Digest Výběr, 1998, http://cs.wikipedia.org/wiki/Vitam%C3%ADn_E, staženo 4. 2. 2014)

o Vitamin K (Fylochinon)

Označení K je odvozeno od německého slova (koagulation), tedy od procesu srážení krve. Je nezbytný pro funkci několika proteinů podílejících se na srážení krve. Podporuje syntézu protrombinu v játrech (protrombin se při poranění cévy mění na aktivní trombin, který zajišťuje přeměnu krevní bílkoviny fibrinogenu na vláknitý fibrin, jenž ránu uzavře). Dále je nezbytný v procesu mineralizace kostí, buněčného růstu a metabolismu proteinů cévních stěn. (http://cs.wikipedia.org/wiki/Vitam%C3%ADn_K, 2014; Reader's Digest Výběr, 1998)

Při nedostatku vitaminu K může dojít k poruchám srážlivosti krve nebo krvácivosti. Dále dochází k řidnutí kostí, které se snadno lámou. Je zde možná souvislost mezi novorozenci, jimž byl při narození podán vitamin K (možný budoucí výskyt krvácivého onemocnění), a stoupajícím výskytem leukémie v dětském věku.

Zdrojem vitaminu K je zelená listová zelenina, především zelí, špenát a brokolice. Další potraviny se teprve zkoumají. Hlavním zdrojem jsou však bakterie, které normálně kolonizují tlusté střevo, syntetizují menachinon (vitamin K₂)

Existují dvě přirozeně se vyskytující formy. Vitamin K₁ (fylochinon) je syntetizován rostlinami. Zatímco vitamin K₂ (menachinon) je vytvářen bakteriemi. Existuje ještě synteticky vyrobený vitamin K₃ (menadion), který se přidává do zvířecích krmiv. (Benešová, Satrapová, 2002; http://cs.wikipedia.org/wiki/Vitam%C3%ADn_K, 2014)

K₁ je v lidském těle využíván především pro srážení krve. Vitamin K₂ hraje důležitou roli v nekoagulačních dějích, a to v metabolismu a mineralizaci kostí.

(Benešová a Satrapová, 2002; Reader's Digest Výběr, 1998, http://cs.wikipedia.org/wiki/Vitam%C3%ADn_K, staženo 4. 2. 2014)

- **Vitaminy rozpustné ve vodě**

- o **Vitaminy skupiny B (B-komplex)**

B-komplex je označení pro vitaminy B, kromě vitaminu B12 a folátu, se účastní uvolňování energie z potravy. Všechny vitaminy (kromě vitaminu B12) jsou rozpustné ve vodě, proto je tělo neukládá a každý jejich přebytek je vyloučen močí. (Reader's Digest Výběr, 1998; <http://cs.wikipedia.org/wiki/B-komplex>, staženo 4. 2. 2014)

Hlavním zdrojem B-komplexu jsou sýry, maso, kvasnice, celozrnné obiloviny, luštěniny a ořechy.

Vitamin B objevil polský biochemik jménem Kazimír Funk v roce 1912. Objeven byl v otrubách rýže. (<http://cs.wikipedia.org/wiki/B-komplex>, staženo 4. 2. 2014)

Do skupiny B-komplex patří: vitamin B1 (tiamin), vitamin B2 (riboflavin), vitamin B3 (niacin), vitamin B5 (kyselina pantotenová), vitamin B6 (pyridoxin), vitamin B7 (biotin) – dříve nazýván vitamin H, vitamin B9 (folacin), B12 (Benešová a Satrapová, 2002)

- o **Vitamin B1 (tiamin)**

Tiamin je bílá nebo bezbarvá krystalická sloučenina. Jednou z nejdůležitějších funkcí tiaminu je přeměna sacharidů, tuků a alkoholu v energii. Pomáhá bránit tvorbě vedlejších toxických produktů tělesného metabolismu, které by měli škodlivé účinky na nervový systém a srdce. Při otravách nikotinem, arsenem, či olovem, se doporučuje vyšší dávka. (<http://cs.wikipedia.org/wiki/Thiamin>, staženo 4. 2. 2014)

Při nedostatku tiaminu může dojít až k onemocnění beri-beri (onemocnění nervového systému) a následné ztrátě chuti k jídlu, křečím, únavě, trávícím poruchám nebo Korsakovově psychóze (pouze u alkoholiků). U nás je však nedostatek vitaminu B1 vzácný. Příznaky nedostatku vitaminu B1 mohou vyvolat například enzymy tiaminázy, které se nacházejí například v syrových potravinách (borůvky, červené zelí, betelové oříšky). Tyto enzymy tlumí aktivitu tiaminu.

(Benešová a Satrapová, 2002; <http://cs.wikipedia.org/wiki/Thiamin>, staženo 4. 2. 2014)

Díky jeho rozpustnosti ve vodě, je předávkování vitaminem B1 téměř nemožné.

Dobrymi zdroji vitaminu B1 jsou například brambory, obiloviny, luštěniny, kvasnice, ořechy, vepřové maso, hnědá rýže, či med. Vzhledem k tomu, že je vitamin B1 rozpustný ve vodě, při vaření zeleniny se ho ztrácí téměř polovina. Také pití kávy nebo velkého množství čaje snižuje množství tiaminu v těle.

(Benešová, Satrapová, 2002; Reader's Digest Výběr, 1998, <http://cs.wikipedia.org/wiki/Thiamin>, staženo 4. 2. 2014)

o Vitamin B2 (riboflavin)

Riboflavin je žlutooranžové přírodní barvivo. Je důležitý pro dobrý stav kůže, očí, funkce srdce a dalších orgánů. Také je nezbytně důležitý pro uvolňování energie z potravy – je součástí flavoproteinů, enzymů, které se účastní oxidačně redukčních procesů. Nadále je potřeba pro správný chod vitaminu B3 a B6. Schopnost organismu ukládat riboflavin je omezená, proto je důležité zajistit každodenní příjem. (Reader's Digest Výběr, 1998; <http://cs.wikipedia.org/wiki/Riboflavin>, staženo 4. 2. 2014)

Projevem nedostatku riboflavinu může být například zánět ušních koutků, poškození sliznic nebo kůže. Další potíže mohou být v okolí rtů. (Jak z vnější, tak z vnitřní strany.) Dále také zarudlé oči nebo určitá forma chudokrevnosti. Předávkování není možné. Vitamin B2 je rozpustný ve vodě a je vylučován močí. (Reader's Digest Výběr, 1998; <http://cs.wikipedia.org/wiki/Riboflavin>, staženo 4.2.2014)

Rostliny a mikroorganismy dokážou riboflavin syntetizovat. Býložravci mají zase trávící soustavu, ve které žije symbiotická mikroflóra, prvoci a mikroskopické houby, kteří dokážou vitamin syntetizovat. My musíme vitamin B2 přijímat v potravinách. Například v mase, mléce a vejcích, či obilninách, kakau. (Benešová, Satrapová, 2002; Reader's Digest Výběr, 1998, <http://cs.wikipedia.org/wiki/Riboflavin>, staženo 4. 2. 2014)

o Vitamin B9 (kyselina listová a její deriváty)

Deriváty kyseliny listové- foláty jsou velice potřebné k buněčnému dělení a tvorbě DNA, či tvorbě RNA (ribonukleová kyselina), která přenáší do buněk údaje DNA. Dále jsou důležité pro syntézu některých bílkovin. Jsou nezbytné při krvetvorbě a pro normální růst a vývoj plodu (snižují možnost vrozených defektů nervového systému). Také jsou životně důležité pro reprodukci a tvorbu bílkovin obsahujících železo v hemoglobinu, který je potřebný k tvorbě červených krvinek.(Reader's Digest Výběr, 1998; http://cs.wikipedia.org/wiki/Kyselina_listov%C3%A1, staženo 4. 2. 2014)

Projevem nedostatku je například chudokrevnost (červené krvinky jsou zvětšené, zdeformované a jejich schopnost přenášet kyslík je omezená) a porucha syntézy bílkovin. Jedním z dalších projevů je megaloblastická anémie.

Vitamin B9 je dostupný například v zelené zelenině, především brokolici a kapustě. Dalším zdrojem mohou být ořechy, fazole, okurky, rajčata, hrášek, celozrnné výrobky a ovoce jako např.: mango, pomeranče, banány, jahody třešně a spousta dalších.

(Benešová, Satrapová, 2002; Reader's Digest Výběr, 1998, http://cs.wikipedia.org/wiki/Kyselina_listov%C3%A1, staženo 4. 2. 2014)

o Vitamin C (kyselina L-askorbová)

Vitamin C je důležitý pro tvorbu kolagenu, bílkoviny, která je součástí kůže, kostí, dásní, zubů a chrupavek. Nadále nám pomáhá při hojení ran a spálenin. Podílí se na antioxidační obraně buněk. Také se účastní tvorby noradrenalinu, který reguluje tok krve a serotoninu, který napomáhá spánkovým pochodům. (Reader's Digest Výběr, 1998; http://cs.wikipedia.org/wiki/Vitam%C3%ADn_C, staženo 4. 2. 2014)

Většina zvířat a rostlin si syntetizuje tento vitamín sama a nepotřebuje žádné jeho přísady. Pouze člověk a pár dalších druhů zvířat se nedokáže vitaminem C zásobovat přirozenou cestou. Tento poznatek vedl některé vědce k závěru, že neschopnost přirozené produkce vitaminu C je genetický defekt.

Nedostatkem vitaminu C dochází například k ztrátě chuti k jídlu, zvýšené únavě, nadále zvýšené kazivosti zubů a při dlouhodobém nedostatku až ke krvácení a dásní a vypadávání zubů (kurděje). Dalším projevem může být krvácení do kloubů a jejich deformace nebo snížená odolnost proti infekcím.

(Benešová a Satrapová, 2002; http://cs.wikipedia.org/wiki/Vitam%C3%ADn_C, staženo 4. 2. 2014)

Dlouhodobé užívání může přispět k tvorbě ledvinových kamenů, bolestem hlavy, poruchám spánku a podráždění zažívacího traktu. Tělo si nevytváří zásoby vitamínu C a jeho přebytek se vyloučí ledvinami.

Známé zdroje vitamínu C jsou citrusy (pomeranč, citron, limetka), dále šípek, rakytník, papája a brusinky. Dalším zdrojem je zelenina (květák, brokolice, špenát a hlavně papriky). Menší množství vitamínu C najdeme i v bramborách. (Benešová, Satrapová, 2002; http://cs.wikipedia.org/wiki/Vitam%C3%ADn_C, staženo 4. 2. 2014)

Při tepelném zpracování dochází k velikému úbytku vitamínu C. Velké ztráty jsou například u konzervace a blanšírování. Jedním z nejméně drastických způsobů přípravy je dušení v páře. Vitamin C je navíc ničen oxidací nebo účinkem světla, či vysokých teplot. Proto je důležité mít potraviny v suchu a chladnu.

(Benešová, Satrapová, 2002; Reader's Digest Výběr, 1998, http://cs.wikipedia.org/wiki/Vitam%C3%ADn_C, staženo 4. 2. 2014)

2.7. Izoprenoidy

Izoprenoidy jsou organické sloučeniny rostlinného (i živočišného) původu. Odvozeny jsou od izoprenu (2-methyl-buta-1,3-dein). Obsahují 2 a více izoprenových jednotek.

(http://www.jantaraba.wz.cz/download/Bioch_izoprenoidy.pdf, staženo 5. 12. 2013, <http://cs.wikipedia.org/wiki/Izoprenoidy>, 2013, Benešová a Satrapová, 2002)

Izoprenoidy dělíme na terpenoidy (terpeny), které jsou převážně rostlinného původu a získáme je destilací silic a na steroidy což jsou bezbarvé krystalické látky, rozpustné v organických rozpouštědlech. Vznikají oxidací terpenů.

(<http://cs.wikipedia.org/wiki/Izoprenoidy>, staženo 5. 12. 2013, Tabara, 2013)

Jsou převážně rostlinného původu. „Získávají se destilací silic a pryskyřic vodní parou." (http://www.jantaraba.wz.cz/download/Bioch_izoprenoidy.pdf, staženo 12. 3. 2014)

Jako zdroje se nejčastěji používají silice což jsou éterické oleje, vonící a tikavé kapaliny obsažené v květech, plodech nebo listech rostlin. (Tabara, 2013, <http://cs.wikipedia.org/wiki/Izoprenoidy>, staženo 12. 3. 2013.) Získávají se lisováním nebo extrakcí do alkoholu nebo do oleje, pak se dají silice získávat také destilací vodou nebo vodní parou.

Pryskyřice jsou tuhé lepkavé látky, nerozpustné ve vodě a můžeme je získat oxidací silic v místech porušení kůry jehličnanů. (Tabara, 2013, Roubal, 2013)

„Balzámy jsou polotekuté směsi silic a pryskyřic. Biologický význam pro rostliny není u většiny terpenů uspokojivě vysvětlen." (Roubal, 2013)

Rozdělení izoprenoidů

- Podle struktury se dělí terpeny na acyklické a na cyklické. (<http://cs.wikipedia.org/wiki/Terpeny>, staženo 12. 3. 2013)
- Podle počtu izoprenových jednotek se terpeny dělí na monoterpeny, které mají 2 molekuly izoprenu a 10 uhlovodíkových atomů v jednotce, na sekviterpeny s 3 molekulami izoprenu a 15 uhlovodíkovými atomy v jednotce. Dále na diterpeny s 4 molekulami izoprenu a 20 uhlíkovými atomy v jednotce, na triterpeny s 6 molekulami izoprenu a 30 uhlovodíkovými atomy v jednotce. Dělení poté pokračuje tetraterpeny s 8 molekulami izoprenu a 40 uhlovodíkovými atomy v jednotce. A v poslední řadě se dělí na polyterpeny, které mají velký počet molekul izoprenu. (<http://cs.wikipedia.org/wiki/Terpeny>, 2013)

o Monoterpeny

Mají 10 atomů uhlíku. Jsou to těkavé, vonné látky obsažené v silicích.

Vyskytují se hlavně ve formě limonenu (v pomerančové kůře), mentolu (v mátě peprné) kafru (v kastrovníku, v borovici) nebo geraniol (růžový olej, olej palmy

růžové a oleje citronelly), citralu (citronová kůra), myrcenu (silice vavřínu). Známým monoterpenem je rovněž alkohol mentol obsažený v mátové silici. „Ze dřeva kafrovníku se získával keton kafr, který se dnes vyrábí výhradně synteticky. Kafr je sloučenina příjemné vůně, používaná v lékařství a při výrobě celuloidu." (Roubal, 2013)

Mají velké využití jako rozpouštědla nátěrových hmot, při výrobě parfémů a v lékařství. (Tabara, 2013)

o Seskviterpeny

Velké množství seskviterpenů je v heřmánku a má protizánětlivé účinky. K seskviterpenům dále řadíme farnesol, který je obsažen v různých silicích, pak kardien obsažený v jalovcové silici, selien obsažený v celerové silici. Dále k této skupině řadíme humulen, který je v chmelové silici a má hořkou chuť a kyselinu abscisovou obsaženou v rostlinných tkáních. (Tabara, 2013)

o Diterpeny

Skládající se ze čtyř izoprenových jednotek. Diterpeny jsou základem biologicky významných látek, například retinolu, retinalu a fytolu což je nenasycený alkohol a je obsažený v chlorofylu. A dále kyselina abietová je součástí pryskyřic jehličnatých stromů. Mají antimikrobiotické a protizánětlivé vlastnosti. (<http://cs.wikipedia.org/wiki/Diterpeny>, staženo 15. 3. 2014, Tabara, 2013)

o Triterpeny

Triterpeny jsou terpeny, které se skládají z šesti izoprenových jednotek. „Jejich význam spočívá zejména tom, že jsou výchozími látkami pro syntézu steroidů." (Roubal, 2013) Řadíme mezi ně skvalen, který je obsažen v jaterním tuku žraloka a lanosterol. „V parfumerii se používají triterpeny betulin izolovaný z březové kůry a ambrein získávaný z lebeční dutiny vorvaně. " (Tabara, 2013)

o Tetraterpeny

Tetraterpeny jsou terpeny, které mají 5 izoprenových jednotek. Do skupiny řadíme látky, jako jsou karotenoidy, které jsou v rostlinných barvivách a jsou

rozpuštěné v tucích, pak β -karoten obsažený v mrkvi. Dále sem řadíme xantofyly obsažené v listech na podzim a lykopen obsažený v rajčatech. (Tabara, 2013)

O Polyterpeny

Mají velký počet molekul izoprenu. Do skupiny řadíme přírodní kaučuk, který je elastický a získává se z tropických rostlin kaučukovníku, tzv. latex. a gutaperaču, která není elastická a má výborné izolační vlastnosti proto se také využívá v elektrotechnice. (Tabara, 2013)

Steroidy

„Steroidy jsou přírodní látky především živočišného původu. Z hlediska složení jsou různorodou množinou organických sloučenin. Všechny steroidy ve své biosyntéze vznikají ze skvalenu a všechny steroidy ve své struktuře obsahují tetracyklický uhlovodík steran. Můžeme je rozdělit podle zastoupení charakteristických skupin na steroly, žlučové kyseliny, steroidní hormony a srdeční glykosidy.“ (Roubal, 2014)

• Steroly

„Steroly jsou alkoholy.“ (Roubal, 2013) Jsou rostlinného i živočišného původu. Příkladem rostlinného původu je ergosterol, který slouží jako provitamin vitamínu D₂. Nejznámějším živočišným steroidem je cholesterol, který se podílí na stavbě buněčných membrán. (Tabara, 2013, Roubal, 2013)

Žlučové kyseliny

„Žlučové kyseliny jsou karboxylové kyseliny. Podílejí se na trávení a vstřebávání tuků.“ Nacházejí se v žlučníku a jsou produkovány játry. Nejznámější je kyselina cholová. (Roubal, 2013)

Steroidní hormony

„Steroidní hormony jsou nejčastěji ketony. Podle regulačního působení se rozdělují na pohlavní a kortikoidní.“ (Roubal, 2013)

Srdeční glykosidy

„Jsou to látky rostlinného původu, které výrazně ovlivňují srdeční činnost obratlovců." (Roubal) Příkladem jsou látky digitoxin a strofantin. (Roubal, 2013)

2.8. Alkaloidy

Alkaloidy jsou přírodní dusíkaté látky zásaditého charakteru. Obsahují pětičlenné cykly (pyrrolové, pyrrolidinové) nebo šestičlenné cykly (pyridinový, piperidinový). Vznikají v malých množstvích jako produkty sekundárního metabolismu při přeměně aminokyselin v některých rostlinách (např. lilkovitých, liliovitých, mákovitých). V současné době je jich známo již přes 6 000. Většina z nich náleží k rostlinným alkaloidům, vzácně se však vyskytují i alkaloidy živočichů (hlavně obojživelníků).

Většinou jsou alkaloidy bílé krystalické látky nerozpustné ve vodě, ale dobře rozpustné v polárních nebo nepolárních rozpouštědlech (např. alkoholech či chloroformu). Často se vyskytují jako zásadité soli karboxylových kyselin. Vždy obsahují vázaný dusík, především v heterocyklické formě. Mají zpravidla obranou funkci (hořká chuť a silná toxicita).

(<http://www.e-chembook.eu/cz/biochemie/alkaloidy>, staženo 15. 4. 2014,
<http://cs.wikipedia.org/wiki/Alkaloidy>, staženo 12. 12. 2013, Benešová a Satrapová, 2002)

Rozdělení alkaloidů:

- **Alkaloidy s pyridinovým cyklem**

„Nejznámějším zástupcem této skupiny je **nikotin** (viz obr.1), který je obsažen v listech tabáku. Je silně toxický, má stimulační a uvolňující účinky. Do lidského organismu se dostává při kouření cigaret či doutníků. Přispívá k rakovině plic, vyvolává zvýšenou aktivitu trávicí soustavy, zvyšuje krevní tlak a zužuje cévy. Využívá se jako jed na mšice, má pozitivní vliv i na

Alzheimerovu a Parkinsonovu chorobu. Jeho oxidací kyselinou dusičnou HNO_3 vzniká kyselina nikotinová" (<http://www.e-chembook.eu/cz/biochemie/alkaloidy>, staženo 10. 3. 2014)

Obr. 1- Nikotin

- **Alkaloidy s tropanovým cyklem**

„Hlavními zástupci této skupiny látek jsou **atropin** a **kokain**." (<http://www.e-chembook.eu/cz/biochemie/alkaloidy>, staženo 10. 3. 2014)

- o „**Atropin** (viz obr. 2) se vyskytuje v lilkovitých rostlinách, dráždí centrální nervovou soustavu, tlumí křeče, rozšiřuje oční zornice (je součástí očních kapek) a zpomaluje srdeční tep." (<http://www.e-chembook.eu/cz/biochemie/alkaloidy>, staženo 10. 3. 2014)

Obr. 2 - Atropin

- o „**Kokain**“ (viz obr. 3) je bílá krystalická látka, alkaloid jihoamerického keře Koka pravá. Pro výrobu 1 kg kokainu se spotřebuje přibližně 150 kg lístků tohoto keře. Hlavními producenty kokainu jsou Kolumbie, Peru a Brazílie. Držení a prodej této látky je ve většině zemí nelegální. Kokain patří mezi silné drogy, vstřebává se sliznicemi. Stimuluje nervovou soustavu (způsobuje hyperaktivitu). Poprvé byl připraven roku 1860 německým chemikem Albertem Niemannem. Zprvu se využíval jako lokální anestetikum (oční a zubní) či jako přísada do Coca-Coly - v současnosti je nahrazován bezkokainovým výtěžkem z koky."

(<http://www.e-chembook.eu/cz/biochemie/alkaloidy>, staženo 10. 3. 2014)

Obr. 3 - Kokain

- **Alkaloidy s chinolinovým cyklem**

„Několik alkaloidů se získává z latexu vytékajícího z nezralých makovic makovníku setého. Této tekutině se říká **opium**. Mezi tyto látky se řadí například **morfin** a **kodein**." (<http://www.e-chembook.eu/cz/biochemie/alkaloidy>,

<http://www.gymelg.cz/sites/default/files/chemie/Alkaloidy.pdf>, staženo 10. 3. 2014)

- o **Morfin** je druhou nejnávykovější drogou. Stimulaci snižuje vnímání bolesti a tlumí dráždění ke kašli, a tak se využívá v lékařství. Jeho acetylací vzniká nejnávykovější droga, a to heroin.

(<http://www.e-chembook.eu/cz/biochemie/alkaloidy>, staženo 10.3.2014

<http://www.gymelg.cz/sites/default/files/chemie/Alkaloidy.pdf>, staženo 10.3.2014)

- o „**Kodein** vzniká methylováním morfinu. Má analgetické a proti průjemové účinky." (<http://www.e-chembook.eu/cz/biochemie/alkaloidy>, staženo 10. 3. 2014))

- **Alkaloidy s indolovým cyklem (námelové alkaloidy)**

- o „**LSD** objevil v roce 1938 švýcarský chemik Albert Hofmann. LSD vyvolává emoční změny a deprese, čili je silnou halucinogenní látkou." (<http://www.e-chembook.eu/cz/biochemie/alkaloidy>, staženo 10. 3. 2014))

- **Alkaloidy s purinovým cyklem**

- o „**Kofein** bílá krystalická látka hořké chuti. Kofein se do organismu dostává pitím čaje, kávy, kakaa či kolových nápojů (Coca-Cola, Kofola aj.). V přijatelném množství oddaluje únavu a zlepšuje koncentraci. Při předávkování má opačné účinky a může způsobit až smrt." (<http://www.e-chembook.eu/cz/biochemie/alkaloidy>, staženo 10. 3. 2014)

3. Experimentální část

3.1. Prvkové složení a důkazy prvků

3.1.1. Zastoupení vody v rostlinách

Teorie:

Usušením zjistíme procentuální zastoupení vody v rostlinách.

Pomůcky:

sušička, váha, miska, kaktus, brokolice, pomerančová kůra, brambora, zelenec, klívie, mrkev

Chemikálie:

Při pokusu nebyly použity chemikálie.

Postup:

Nejdříve zvažte nakrájený rostlinný materiál v syrovém stavu. Poté vložte do sušičky na teplotu cca 60°C. Po úplném usušení (materiál lze zlomit) opět zvažte. Ze získaných dat vypočítejte procentuální zastoupení vody.

Pozorování:

Během sušení docházelo k dehydrataci a zmenšování rostlinného materiálu. Z rozdílu počáteční hmotnosti a hmotnosti po usušení bylo vypočítáno procentuální zastoupení vody. (viz tabulka 1)

Jméno	původně	po usušení	procenta vody
Brambora	159g	37g	76,73%
Brokolice	169g	39g	76,93%
Kaktus	11g	0,1g	99,1%
Klívie	44g	11g	75%
Mrkev	94g	14g	85,11%
Pomerančová kůra	66g	18g	72,73%
Zelenec	24g	3g	87,5%

Tabulka 1 - Hmotnost rostlinného materiálu před a po sušení včetně procentuálního zastoupení vody.



Obr. 4 - Kaktus po usušení. (foto: J. Koblasová)

Závěr:

Pozorovali jsme, že ze všech usušených rostlin obsahuje nejvíce vody kaktus (obr. 4), který měl 99,1 % a zelenec 87,5 %. Nejméně pomerančová kůra, která měla 72,73 %.

3.1.2. Množství popela v sušině

Teorie:

Spálením rostlinného materiálu zjistíme množství popela v rostlinách.

Pomůcky:

trojhran, váha, porcelánový kelímek, třecí miska, kahan, trojnožka, filtrační papír, suché rostlinné části

Chemikálie:

Při pokusu nebyly použity chemikálie.

Postup:

Ve třecí misce rozetřete vždy po 10 g suchých částí různých rostlin a nasypte je do porcelánového kelímku. Kelímek pak postavte do trojhranu, který leží na trojnožce. Rostlinné části důkladně vyžihávejte v plamenech. Zbytek po zchladnutí zvažte. Podíl popela vypočítejte v procentech váhy sušiny. Zjištěné hodnoty запиšte do tabulky.

Pozorování:

Váhy před a po spálení jsme zaznamenaly do tabulky (viz tabulka 2).



Obr. 5 – Brokolice po spálení. (foto: J. Koblasová)

	Před spálením	Po spálení	Procentuální zastoupení
Kaktus	10 g	2,86 g	28,6%
Brokolice (obr. 2)	10 g	2,2 g	22%
Mrkev	10 g	2,4 g	24%
Zelenec	10 g	6 g	60%
Klívie	10 g	4 g	40%
Pomerančová kůra	10 g	1 g	10%
Brambora	10 g	1,8 g	18%

Tabulka 2 - Hmotnosti rostlinného materiálu před a po spálení a vypočítaný procentuální zastoupení popela.

Závěr:

Pozorovali jsme, že nejvíc popela (tzv. nespalitelných anorganických látek) obsahuje zelenec, který měl 60 %. Nejméně popela obsahuje pomerančová kůra, která měla 10 %.

3.1.3. Stanovení pH rostlinného popela

Teorie:

Rostlinný popel má pH zásadité, to závisí na množství alkalických kovů obsažených v popelu. Tato hodnota se u každé rostlině liší.

Pomůcky:

Zkumavky, stojánek na zkumavky, nálevka, pipeta, filtrační papír, rostlinný popel, univerzální indikátorový papírek

Chemikálie:

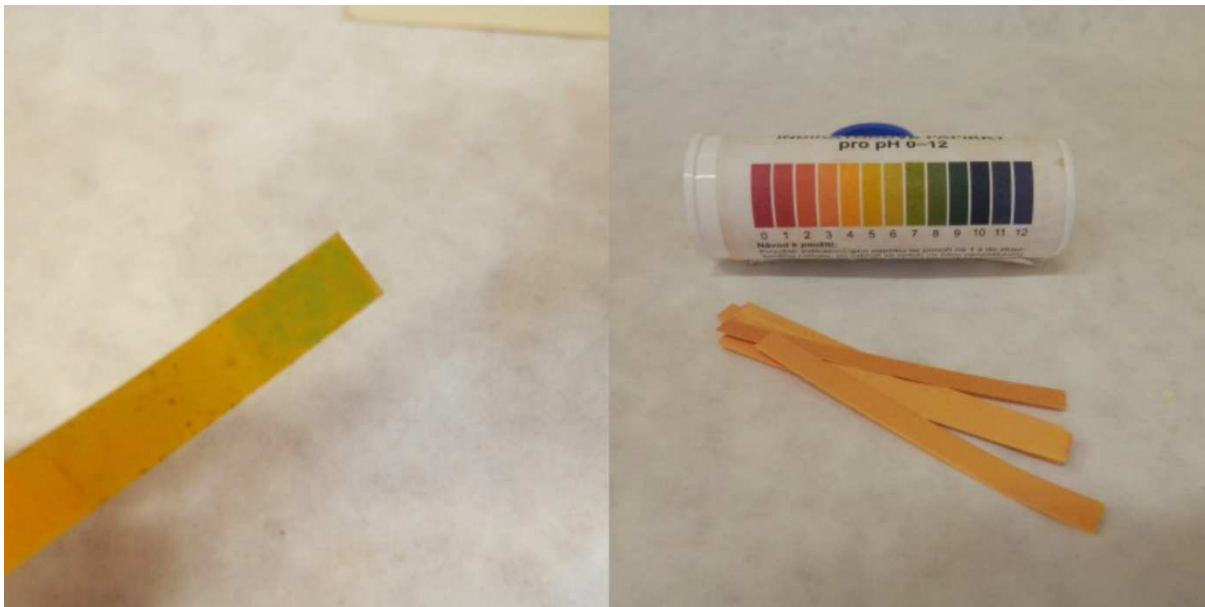
destilovaná voda

Postup:

Do zkumavky dejte 1 g rostlinného popela, přilijte 5 ml destilované vody a jednu minutu důkladně protřepejte. Suspenzi popela přefiltrujte do druhé zkumavky. Indikátorovým papírkem zjistěte pH rostlinného filtrátu.

Pozorování:

Změna pH byla pozorována na indikátorovém papírku. (viz obr. 6)



Obr. 6 – Změna pH indikátorového papírku. (foto: J. Koblasová)

Závěr:

Rostlinný popel má pH hodnotu 7-8, reaguje tedy mírně zásaditě. Tato reakce se vysvětluje obsahem alkalických kovů. Stupeň zásaditosti je u různých rostlinných druhů odlišný.

3.1.4. Důkaz chlóru v rostlinách**Teorie:**

Chlór v rostlinách se vyskytuje ve formě chloridů. Chloridové anionty reagují se stříbrnými kationty za vzniku chloridu stříbrného.

Pomůcky:

zkumavky, filtrační papír, rostlinný popel, pipeta, nálevka, kádinky

Chemikálie:

kyselina dusičná, roztok dusičnanu stříbrného

Postup:

K rostlinnému popelu v kádince přidejte kyselinu dusičnou a míchejte, dokud obsah kádinky šumí. Potom suspenzi přefiltrujte a 2 ml odlijte do zkumavky. K filtrátu pipetou přikapávejte opatrně roztok dusičnanu stříbrného a sledujte změny, které ve zkumavce nastanou.

Pozorování:

Po přidání kyseliny dusičné došlo k šumění obsahu zkumavky (tzv. uvolňování CO_2), což je způsobeno přítomností uhličitanů v popelu (platí i pro následující pokusy). Další pozorovanou změnou byl vznik bílého zákalu po přidání dusičnanu stříbrného (viz obr. 7).



Obr. 7 - Bílý zákal chloridu stříbrného. (foto: J. Koblasová)

Závěr:

Po přidání dusičnanu stříbrného vznikne bílá sraženina, chlorid stříbrný. Chlór je přítomen v rostlinách výhradně formou chloridů. Chloridové anionty reagují se stříbrnými kationty v kyselém a neutrálním prostředí za vzniku málo rozpustného chloridu stříbrného.

3.1.5. Důkaz síry v rostlinách

Teorie:

Vznik bílé sraženiny reakcí roztoku destilované vody, rostlinného popela a kyseliny chlorovodíkové s roztokem chloridu barnatého.

Pomůcky:

zkumavka, filtrační aparatura, rostlinný popel

Chemikálie:

destilovaná voda, chlorid sodný, roztok chloridu barnatého (10 %)

Postup:

Do zkumavky dejte rostlinný popel s 5 ml destilované vody a 1 ml chloridu sodného. Přefiltrujte a přidejte 2 ml roztoku chloridu barnatého. Jednu minutu důkladně protřepávejte.

Pozorování:

Po přidání chloridu barnatého vznikla bílá sraženina (viz obr. 8), což je důkaz síry.



Obr. 8 – Bílá sraženina síranu barnatého. (foto: J. Koblasová)

Závěr:

Pozorovali jsme vznik bílé sraženiny síranu barnatého reakcí roztoku rostlinného popela (a kyseliny chlorovodíkové) s roztokem chloridu barnatého. Síra je nutná k tvorbě rostlinných bílkovin. Rostliny ji přijímají kořeny v podobě roztoku síranů.

3.1.6. Důkaz vápníku v rostlinách

Teorie:

Rostlina vápník přijímá jako Ca^{2+} . Kyselina sírová reaguje s vápenatými kationty za tvorby síranu vápenatého.

Pomůcky:

roslinný popel, zkumavky, kádinky, filtrační papír, pipeta, skleněná tyčinka, chemická lžička

Chemikálie:

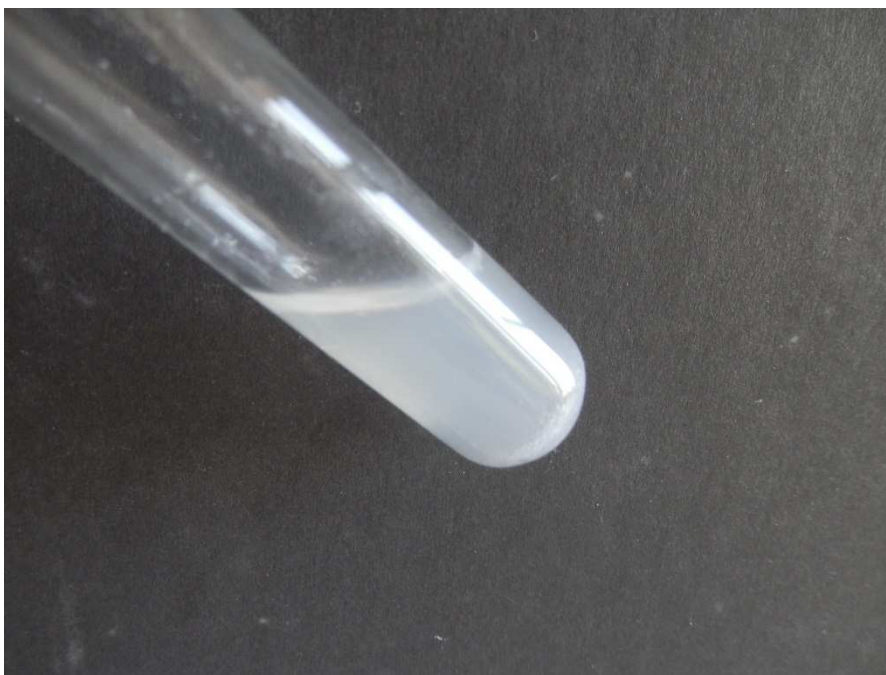
kyselina chlorovodíková, kyselina sírová, destilovaná voda

Postup:

Dokonale zpopelněné části rostlin nasypte do kádinky a přidejte kyselinu chlorovodíkovou za stálého míchání, dokud obsah kádinky šumí. Poté suspenzi přefiltrujte a část filtrátu odlijte do zkumavky. Opatrně přidávejte kyselinu sírovou a sledujte změny, které ve zkumavce nastanou.

Pozorování:

Změny pozorované ve zkumavce (viz obr. 9).



Obr. 9 – Bílý zákal síranu vápenatého. (foto: J. Koblasová)

Závěr:

Po přidání kyseliny sírové k filtrátu se ve zkumavce vytvořila bílá sraženina, síran vápenatý (CaSO_4). Kyselina sírová reagovala s vápenatými kationty přítomnými ve filtrátu za tvorby síranu vápenatého, ten se prokázal jako bílá sraženina.

3.1.7. Důkaz železa v rostlinách

Teorie:

Po chvíli se roztok ve zkumavce vybarví modře, to je způsobeno vznikem Turnbullovy modři. Tato reakce je analytickým důkazem železnatých iontů.

Pomůcky:

zkumavka, filtrační aparatura, rostlinný popel

Chemikálie:

kyselina chlorovodíková, destilovaná voda, roztok hexakynoželezitanu draselného

Postup:

Do zkumavky dejte rostlinný popel s 5 ml destilované vody a 1 ml kyseliny chlorovodíkové. Přefiltrujte a přidejte 1 ml roztoku hexakynoželezitanu draselného $K_3[Fe(CN)_6]$. Jednu minutu důkladně protřepávejte.

Pozorování:

Po přidání hexakynoželezitanu draselného se filtrát zbarvil tmavomodře, což je důkaz železa.



Obr. 10 – Oranžový výluh popela s hexakynoželezitanem draselným. (foto: J. Koblasová)



Obr. 11 – Tmavě modrý roztok hexakynoželezitanu železnatého. (foto: J. Koblasová)

Závěr:

Pozorovali jsme jak se filtrát po přidání hexakyanoželezitanu draselného zbarvil nejdříve oranžově (viz obr. 10), ale za nějakou dobu tmavě modře (viz obr. 11), reakcí výluhu rostlinného popela (a kyseliny chlorovodíkové) s roztokem hexakyanoželezitanu draselného. Železo je v rostlinách nezbytné pro tvorbu chlorofylu. Rostliny bohaté na železo jsou některé druhy listové zeleniny a vodní rostliny. Rostliny přijímají soli železa z půdy kořeny.

3.2. Sacharidy

3.2.1. Důkaz přítomnosti sacharidu ve vzorku Molischovou reakcí

Teorie:

Sacharidy se vyskytují v rostlinách jako stavební materiál (celulosa, chitin), zásobní látka (škrob). Důkaz sacharidů se provádí Molischovým činidlem za vzniku fialového prstence, který vzniká na rozhraní roztoku sacharidu a kyseliny sírové.

Pomůcky:

zkumavky, kádinky, kapátko, vodní lázeň

Chemikálie:

Molischovo činidlo, Fehlingův roztok I a II, Lugolův roztok, kyselina sírová (40 %), kyselina dusičná (45 %), roztok chromanu draselného (5 %), roztoky glukosy, fruktosy, sacharosy, laktosy (1 %), škrobový maz, celulosa

Postup:

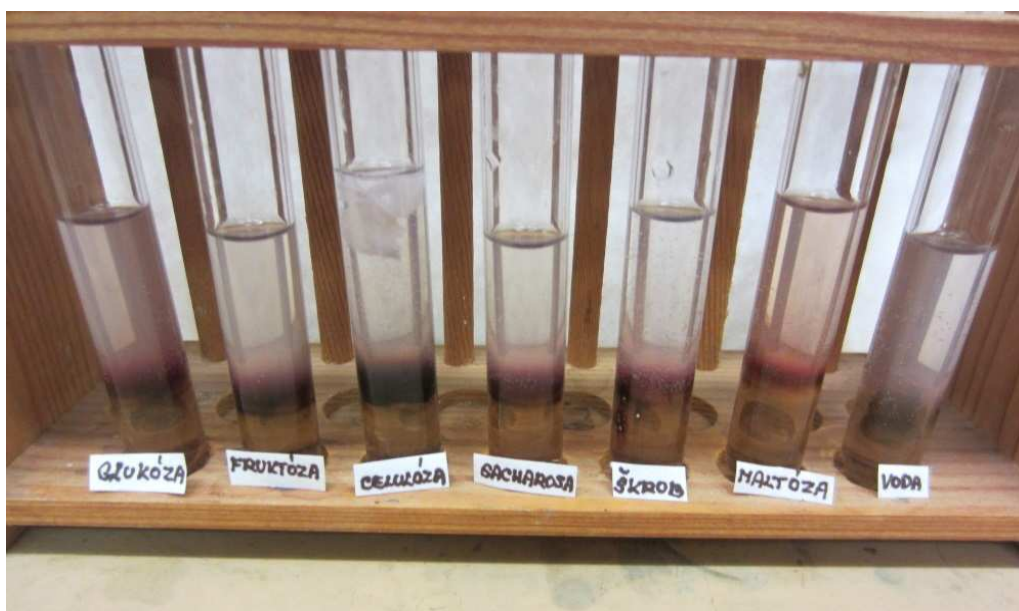
Připravte vzorky sacharidů v pořadí roztok glukosy, roztok fruktosy, roztok maltosy, roztok sacharosy, škrobový maz (po 3 ml), celulózu (kousky filtračního papíru) a vodu pro porovnání (obráz. 12). Ke každému vzorku přidejte Molischovo činidlo (3 kapky) a směs opatrně podvrstvěte kyselinou sírovou (2 ml). Pozorujte změny.

Pozorování:

Po přidání Molischova činidla a podvrstvení kyselinou sírovou se vytvořil fialový kroužek, což je důkaz přítomnosti sacharidu. (viz obr. 13) Voda zůstala beze



změny, protože sacharidy neobsahuje.



Obr. 12 – Vzorčky roztoků sacharidů a vody před reakcí. (foto: L. Hladká)

Obr. 13 – Důkaz přítomnosti sacharidů Molischovou reakcí. (foto: L. Hladká)

Závěr:

Po podvrstvení kyselinou sírovou jsme mohli pozorovat vznik fialového kroužku, díky kterému jsme dokázali přítomnost sacharidu. U vody se fialový kroužek nevytvořil, protože sacharidy neobsahuje, tato zkumavka sloužila jako srovnávací vzorek.

3.2.2. Rozlišení monosacharidů a disacharidů od polysacharidů nitrochromovou reakcí**Teorie:**

Účinkem koncentrované kyseliny dusičné a chromanu draselného dochází k oxidaci sacharidů, přičemž chroman se redukuje na chromité kationty.

Pomůcky:

zkumavky, stojan na zkumavky, kapátko

Chemikálie:

roztoky glukosy, fruktosy, maltosy, sacharosy, škrob, voda, celulóza, kyselina dusičná, chroman draselný

Postup:

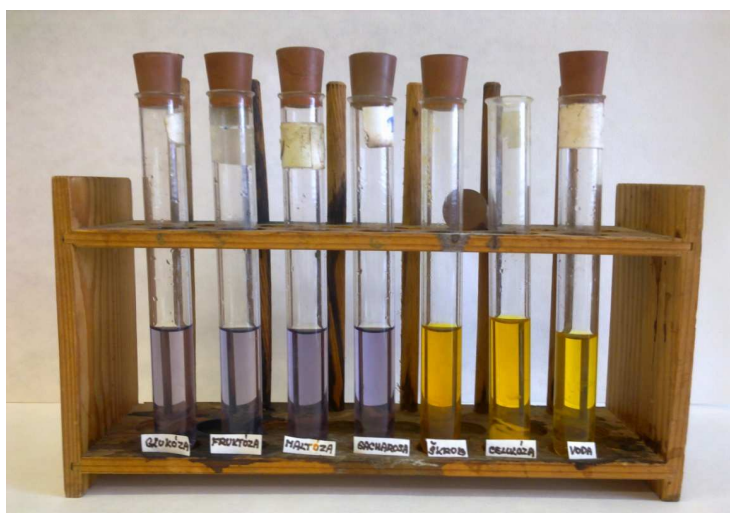
Připravte sedm zkumavek se vzorky sacharidů a vody (viz obr. 14) - roztokem glukosy, roztokem fruktosy, roztokem maltosy, roztokem sacharosy, škrobu, vody a kousky celulózy (vše po 2 ml). Ke každému roztoku přidejte kyselinu dusičnou (3 ml) a roztok chromanu draselného (5 kapek).

Pozorování:

Po přidání chromanu draselného se reakční směs roztoku glukosy, fruktosy, maltosy a sacharosy zbarvila do modra. Celulóza a škrob s chromanem nereagovaly (reakční směs měla žlutou barvu chromanu draselného – negativní reakce). Vzorek vody se nezbarvil, sloužil jako srovnávací (viz obr. 15).



Obr. 14 – Vzorčky roztoků sacharidů a vody před reakcí. (foto: L. Hladká)



Obr. 15 - Vzorčky po přidání chromanu draselného. (foto: L. Hladká)

Závěr:

Zjistili jsme, že po přidání chromanu draselného se reakční směs monosacharidů a disacharidů zbarvila do modré barvy. Dále jsme pozorovali, že vzorky polysacharidů a vody nereagovaly.

3.2.3. Důkaz redukujících sacharidů

Teorie:

V případě přítomnosti redukujícího cukru dochází k oxidaci aldehydické či ketonické skupiny na daném cukru a zároveň k redukci Fehlingova činidla na Cu^+ . Tento jev můžeme pozorovat jako změnu zbarvení – z modré na oranžovou či červenou až hnědočervenou.

Pomůcky:

zkumavky, vodní lázeň

Chemikálie:

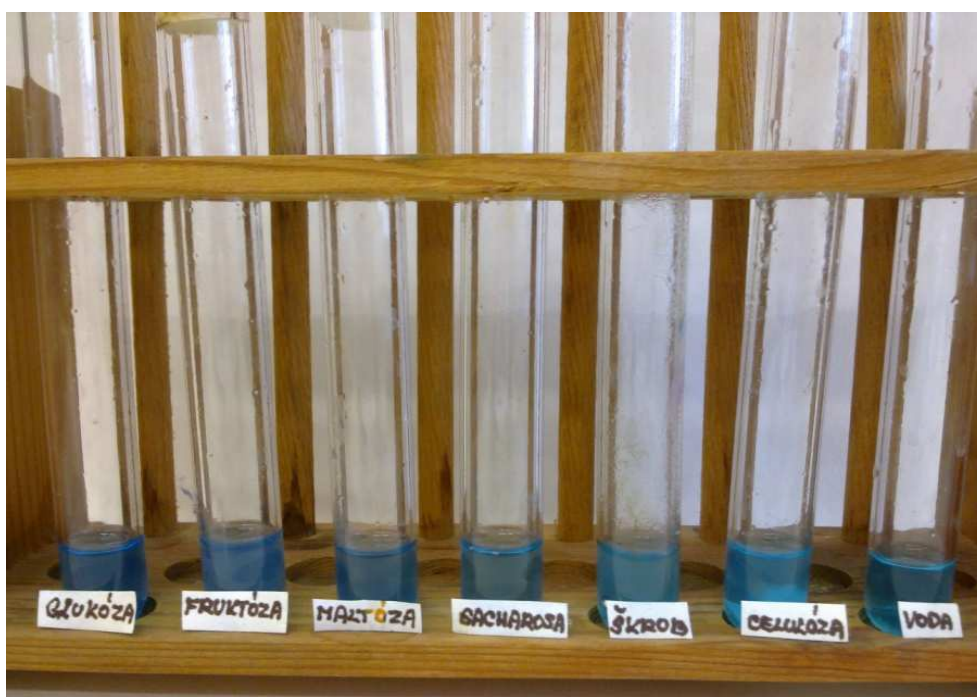
roztoky glukosy, fruktosy, maltosy, sacharosy, škrob, celuloza, voda, Fehlingovo činidlo

Postup:

Do sedmi zkumavek nalijte vzorky sacharidů glukosy, fruktosy, maltosy, sacharosy, škrobu, celulosy a vody, vždy po 2 ml. Do každého roztoku přidejte Fehlingovo činidlo, které připravte před použitím smícháním Fehlingova činidla I a II v poměru 1 : 1 po 2 ml (viz obr. 16). Všechny zkumavky zahřejte 3 minuty ve vroucí lázni a pozorujte, které sacharidy reagují za vzniku hnědočervené sraženiny oxidu měďného (viz obr. 17).

Pozorování:

Po zahřátí zkumavek ve vodní lázni Fehlingovo činidlo u vzorků glukosy, fruktosy a maltosy reagovalo za vzniku oranžové sraženiny oxidu měďného. U vzorků sacharosy, škrobu, celulosy a vody zůstala původní modrá barva Fehlingova činidla, reakce je negativní.



Obr. 16 – Vzorky sacharidů a vody s Fehlingovým činidlem před reakcí. (foto: L. Hladká)



Obr. 17 – Vzorky po zahřátí ve vodní lázni. (foto: L. Hladká)

Závěr:

Při reakci sacharidů, které se pomocí Fehlingova činidla oxidují (glukosa, fruktosa a maltosa) došlo k redukci Fehlingova činidla na měďné kationty, což se projevilo vznikem oranžové sraženiny. Sacharosa, škrob, celuloza a voda se Fehlingovým činidlem neoxidují, ke změně barvy nedošlo a zkouška je negativní.

3.2.4. „Blue effect“

Teorie:

Jev je způsoben oxidací methylenové modři (její oxidovaná forma je bezbarvá, redukována forma modrá). Glukosa redukuje methylenovou modř.

Pomůcky:

baňka, zátka

Chemikálie:

hydroxid sodný, glukosa, methylenová modř

Postup:

Ve 100 ml vody rozpustíte 2 g hydroxidu sodného a 2 g glukózy. K roztoku přidejte 4 ml 0,1 % roztoku methylenové modři. Baňku uzavřete gumovou zátkou.

Pozorování:

Po přidání methylenové modři se roztok zbarvil do modra. Po několika minutách se roztok zcela odbarvil (viz obr. 18). Při protřepání se znovu modrá barva roztoku objevila (viz obr. 19).



Obr. 18 – Odbarvení roztoku. (foto: L. Hladká)



Obr. 19 – Po zamíchání roztoku. (foto: L. Hladká)

Závěr:

Zjistili jsme, že methylenová modř zbarvila roztok do modra. Dále jsme pozorovali, že kyslík redukuje methylenovou modř na roztok bezbarvý a po protřepání opět glukosa redukuje methylenovou modř na barvu modrou.

3.2.5. Komplexotvorné účinky sacharidů**Teorie:**

V zásaditém prostředí se z měďnatých solí tvoří málo rozpustný hydroxid měďnatý, který zahříváním přechází na černý nerozpustný oxid měďnatý.

V přítomnosti sloučenin, obsahujících přímo sousedící hydroxylové skupiny, se tvoří stabilní měďnaté komplexy, které jsou jen málo disociovány, a proto nepodléhají uvedené reakci.

Pomůcky:

zkumavky, pipety, vodní lázeň

Chemikálie:

roztoky glukosy a glycerolu (5 %), hydroxid sodný (10 %), roztok síranu měďnatého

Postup:

Do jedné zkumavky dejte 2 ml vody a 2 ml roztoku NaOH. Do druhé zkumavky nalijte po 2 ml roztoku glukózy a 2 ml roztoku NaOH. Do třetí zkumavky roztok glycerinu a opět 2 ml roztoku NaOH). Ke každé ze zkumavek přidejte po kapkách roztok síranu měďného až do vzniku sraženiny. Všechny tři zkumavky zahřejte ve vodní lázni.

Pozorování:

Po přidání roztoku síranu měďného do vzorků vznikla modrá sraženina (viz obr. 20). Když jsme zkumavky zahřáli ve vodní lázni, roztoky glukosy a glycerinu nereagovaly, ale v roztoku vody jsme mohli pozorovat oranžovou barvu (viz obr. 21).



Obr. 20 – Roztoky vody, glukosy a glycerinu s roztokem síranu měďnatého. (foto: L. Hladká)



Obr. 21 – Roztoky vody, glukosy a glycerinu s roztokem síranu měďnatého.
(foto: L. Hladká)

Závěr:

Ve vodném roztoku jsme pozorovali reakce, díky kterým vznikla oranžová sraženina. V roztoku glukosy a glycerinu tyto reakce neprobíhaly.

3.2.6. Exkurze

Muzeum cukrovarnictví, řepářství a lihovarnictví v Dobrovicích

Řepa je základní surovina pro výrobu cukru (obr. 22). Cukrovka vyžaduje teplotu vzduchu během vegetace 8 – 9 °C a roční úhrn srážek 550 – 650 mm. Nejvhodnější půdy pro cukrovku jsou středně těžké, hlinité, nakypřené a biologicky činné. Hnojí se dusíkem. Vedlejší produkty, jako jsou cukrovarské řízky, melasa, chrast, případně i bulvy se využívají ke krmným účelům.



Obr. 22 – Ukázky cukrové řepy na poli před sklizní. (foto: A. Odrážková)

Cukrovarnictví – výroba cukru

Při výrobě cukru z cukrové řepy se sklizená řepa nejprve pere a zbavuje nečistot, řeže na úzké proužky („řízky“) a ukládá do difuzérů, kde se z ní cukr vyluhuje vodou při různých teplotách. Vyluhovaná cukerná šťáva se čistí, filtruje a čerí přidáváním vápna a působením oxidu uhličitého v saturátoru, neutralizují se tím výluhy rostlinných kyselin a vysráží do zákalu, nakonec se cedí, profiltruje v kalolisu. Tento postup se 2 – 3x opakuje. Pak se šťáva vaří (zahušťuje) a odpařuje za sníženého tlaku vzduchu a tato „těžká“ šťáva se opět filtruje. Ve vakuovém □arostroji pak nastane postupná řetězová krystalizace, po zahájení procesu krystalizace přidáním malého množství krystalického cukru. Po vykrytalování ve □arostroji se zkrystalizovaná cukrová hmota odstředí a propálchne v odstředivkách od zbývajících tekutých nečistot šťávy (melasa), a výsledná vlhká vykrytalizovaná cukrovina se suší na krystalický cukr, který se přes síta prosévá a rozděluje na jednotlivé frakce zrnitosti (obr. 23). Výroba cukru z cukrové třtiny je obdobná, ale snazší, protože třtina obsahuje méně nečistot.



Obr. 23 – Různé tvary a barvy cukru. (foto: A. Odrážková)

Lihovarnictví

Největší část produkce lihu se připravuje z jednoduchých sacharidů alkoholovým kvašením působením různých druhů kvasinek. Používá se k tomu přírodních surovin obsahujících sacharidy, jako jsou např. brambory nebo cukrová třtina.

Exkurze do pivovaru

Pivo se vyrábí z obilného sladu, vody, chmele, kvasinek a někdy i koření. Výroba spočívá na rozštěpení složitých cukrů (škrobu) obsažených v obilných zrnech na jednoduché cukry, které se dají zkvasit. Kvasí se pomocí tzv. pivovarských kvasinek (viz obr. 24).



Obr. 24 – Kvašení piva (foto: N. Čandosová)

Pivo je zde chlazeno chladicím zařízením. Při kvašení dochází k přeměně zkvasitelných cukrů na alkohol a CO₂. Po prokvašení a po odčerpání usedlých



kvasinek pivo putuje do ležáckého sklepa.

Obr. 25 – Zde v těchto uzavřených nádobách pivo dozrává 60 – 90 dní, při tlaku 1 atmosféra a přibližně 2°C. (foto: N. Čandosová)

3.3. Lipidy

3.3.1. Důkaz oleje na filtračním papíře

Teorie:

Mastnost je vlastností lipidů.

Pomůcky:

skleněná tyčinka, filtrační papír

Chemikálie:

slunečnicový olej

Postup:

Skleněnou tyčinkou kápněte slunečnicový olej na filtrační papír.

Pozorování:

Skleněnou tyčinku jsme namočili v oleji a kápli olej na filtrační papír. Na místě kápnutí se vytvořila mastná skvrna (viz obr. 26).



Obr. 26 – Mastná skvrna na filtračním papíře. (foto: H. Straková)

Závěr:

Zjistili jsme, že lipidy jsou mastné.

3.3.2. Důkaz tuků pomocí činidla Sudan III.

Teorie:

Tuky lze zjistit pomocí Sudanu III.

Pomůcky:

maková semínka, tlouček, filtrační papír, Petriho miska, pinzeta

Chemikálie:

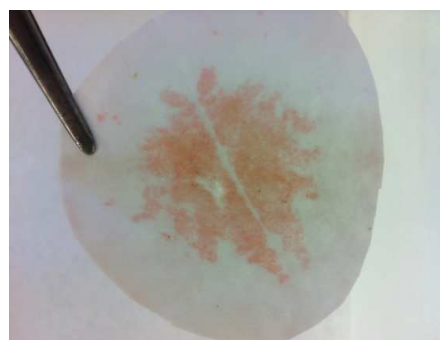
roztok Sudanu III., ethanol

Postup:

Filtrační papír přehněte a vložte do něj maková semínka a tloučkem rozmáčknete. Zbytek semen odstraňte a celý papír vložte do Petriho misky, kde máte nalitý Sudan III. Papír musí být do roztoku zcela ponořen. Po dvouminutovém působení papír pinzetou vyndejte, nechte okapat a opláchněte pod tekoucí vodou a na 2 minuty vložte do Petriho misky s $\square$ tanolu $\square$. Po vyjmutí opět opláchněte pod tekoucí vodou a prohlédněte si jej.

Pozorování:

Do filtračního papíru jsme tloučkem rozmačkali maková semínka. Ty jsme po rozmačkání odstranili a celý papír vložili do Petriho misky s roztokem Sudanu III. Po dvou minutách jsme papír vytáhli a opláchli pod tekoucí vodou (viz obr. 27). Prohlédli jsme si jej a zjistili jsme, že Sudan III. barví tuky. Papír jsme ponořili, ale tentokrát do $\square$ tanolu. Opět po dvou minutách jsme papír vytáhli a opláchli (viz obr. 28). Teď jsou lépe vidět místa, na kterých se zachytil tuk.



Obr. 27 – Filtrační papír po vytažení ze Sudanu. Obr. 28 – Po vytažení z tanolu. (foto: H. Straková)

Závěr:

Zjistili jsme, že Sudan III. barví tuky.

3.3.3. Důkaz nenasycených kyselin

Teorie:

Oleje obsahují nenasycené mastné kyseliny, které obsahují násobné vazby.

Pomůcky:

zkumavky

Chemikálie:

roztok bromové vody, slunečnicový olej

Postup:

K roztoku bromové vody přilijte několik kapek slunečnicového oleje a protřepte.

Pozorování:

Do roztoku bromové vody jsme přikápli slunečnicový olej. Pořádně jsme proklepali a prohlédli (viz obr. 29). Vlevo se nachází zkumavka před protřepáním

a napravo po protřepání. Ve zkumavce napravo došlo k odbarvení bromové vody, protože se brom navázal na olej. Takto jsme dokázali přítomnost dvojných vazeb v oleji.



Obr. 29 – Bromová voda a olej. (foto: H. Straková)

Závěr:

Pokusem s bromovou vodou jsme dokázali přítomnost dvojných vazeb v olejích.

3.3.4. Zmýdelňování lipidů a vlastnosti mýdla

Teorie:

Reakcí lipidů a silné zásady, vzniká sůl vyšší mastné kyseliny (mýdlo). Mýdlo bude v pevném stavu, pokud se vysolí. Vlastnosti mýdla se zjistí po výrobě roztoku.

Pomůcky:

zkumavky, pH papírek, kleště, kahan, varný kruh, stojan, azbestová síťka, porcelánová miska

Chemikálie:

rostlinný olej, hydroxid sodný, chlorid sodný, kyselina chlorovodíková (10 %), fenolftalein

Postup:

Do větší porcelánové misky dejte 5 ml rostlinného oleje, 30 ml vody a 1 g NaOH. Směs zahřívejte na síťce s azbestem za stálého míchání skleněnou tyčinkou, aby lehčí tuk byl stále ve styku s roztokem hydroxidu. Po pěti minutách varu přidejte ještě 1 g NaOH. Opět 5 minut vařte a přidejte opět 1 g NaOH. Občas tyčinkou odeberte kapku reakční směsi a ponechte ji vychladnout a zkuste, zda se ztuhlá směs drobí nebo maže. Pokud se drobí, je reakce ukončena. Po skončení reakce přidejte do misky 3 g NaCl, aby se připravené mýdlo vysolilo. Po vychladnutí v misce získáte horní pevnou vrstvu mýdla a spodní kapalnou vrstvu, která obsahuje rozpuštěný nadbytečný hydroxid, chlorid a glycerol. Z vytvořeného

mýdla udělejte roztok. Do dvou zkumavek dejme 4 ml tohoto mýdlového roztoku. Do první zkumavky přidejte 1 ml 10% HCl. Do druhé zkumavky několik kapek fenolftaleinu.

Pozorování:

Přidáním silné zásady (NaOH) do rostlinného oleje nám vznikne sůl vyšší mastné kyseliny a glycerol. Při zmýdelnění lipidů nám vznikl polotekutý roztok mýdla (viz obr. 30). Aby bylo mýdlo v pevném stavu, vysolili jsme jej. Po vysolení nám vznikla bílá sraženina (viz obr. 31). Sůl vyšší mastné kyseliny je mýdlo se zásaditým pH (viz obr. 32). Abychom zjistili vlastnosti mýdla, připravili jsme dvě zkumavky s mýdlovým roztokem. Mýdlo se ve vodě rozložilo na NaOH a vyšší mastnou kyselinu. Kyselina tvoří pěnu. Po přidání fenolftaleinu do druhé zkumavky se roztok dole ve zkumavce obarví fialově v důsledku přítomnosti NaOH vzniklého rozkladem mýdla. Ve zkumavce s HCl proběhla reakce, při které se vysrážela vyšší mastná kyselina, která má bílou barvu (viz obr. 33). pH se časem sníží na neutrální.



Obr. 30 – Zmýdelňování oleje.



Obr. 31 – Hotové mýdlo.

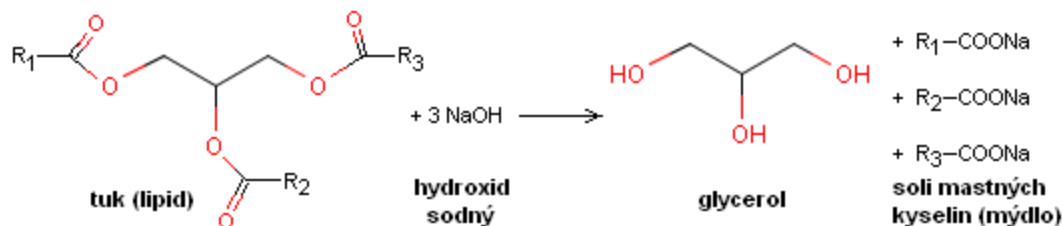


Obr. 32 – pH papírek.



Obr. 33 - Fenolftalein a sraženina RCOOH. (foto: H. Straková)

Rovnice výroby mýdla. (<http://cs.wikipedia.org/wiki/M%C3%BDdlo>)



Rovnice reakce mýdla s HCl:



Závěr:

Připravili jsme mýdlo z lipidů. Vzniklé mýdlo je sůl vyšší mastné kyseliny, která byla v pevném stavu. Přesvědčili jsme se po přidání fenolftaleinu i použitím pH papírku, že mýdlo je silná zásada. Přidáním HCl vznikla sraženina vyšší mastné kyseliny a roztok NaCl.

3.4. Bílkoviny

3.4.1. Důkaz dusíku v bílkovinách

Teorie:

V proteinech jsou aminokyseliny vzájemně vázány aminoskupinami – NH₂.
Poměr dusíku je (12 až 17 %)

Pomůcky:

zkumavka, indikátorový papírek, hrachová moučka

Chemikálie:

koncentrovaná kyselina sírová, roztok hydroxidu sodného (20 %)

Postup:

Do zkumavky s malým množstvím bílkovin přidejte několik kapek koncentrované kyseliny sírové a opatrně zahřívejte 1 – 2 minuty. Po ochlazení přidejte postupně asi 2 ml roztoku hydroxidu sodného. Zkumavku zahřejte a u jejího ústí podržte navlhčený indikátorový papírek.

Pozorování:

Do roztoku hrachové moučky bylo přidáno několik kapek koncentrované kyseliny sírové. Po zahřátí a následném ochlazení byl přidán hydroxid sodný. Poté nad zkumavku byl přiložen indikátorový papírek a bylo vypořizováno jeho zásadité zbarvení, které mělo hodnotu 9 (viz obr. 34).



Obr. 34 – Zbarvený indikátorový papírek při důkazu dusíku v bílkovinách. (foto: J. Friedová)

Závěr:

V bílkovinách jsou aminokyseliny vzájemně vázány aminoskupinami – NH_2 . Vlivem tepla se část dusíku uvolňuje ve formě amoniaku – NH_3 . Amoniak je velmi málo rozpustný v zásaditých roztocích, proto uniká jako plyn, který lze dokázat pomocí navlhčeného indikátorového papírku, který zmodrá.

3.4.2. Důkaz síry vázané v bílkovinách

Teorie:

Bílkoviny obsahují vázané atomy uhlíku, vodíku, kyslíku, dusíku, ale někdy též síru.

Pomůcky:

zkumavka, držák na zkumavky, kahan, hrachová moučka

Chemikálie:

roztok dusičnanu olovnatého (5 %)

Postup:

K roztoku hrachové moučky přidejte 5 % roztok dusičnanu olovnatého a směs zahřejte.

Pozorování:

Po přidání roztoku dusičnanu olovnatého do roztoku hrachové moučky a následného zahřívání byl pozorován vznik černé sraženiny sulfidu olovnatého (viz obr. 35).



Obr. 35 – Sraženiny sulfidu olovnatého po zahřátí. (foto: J. Friedová)

Závěr:

Vznik černé sraženiny sulfidu olovnatého dokazuje síru, která je v bílkovinách vázána.

3.4.3. Rozpouštění bílkovin ve vodě

Teorie:

Vlastnosti jsou dány podle druhu, počtu a uspořádáním jednotlivých aminokyselin. Bílkoviny rozpustné ve vodě mohou tvořit koloidní roztoky.

Pomůcky:

zkumavka, kahan, zápalky, hrachová moučka

Postup:

Malé množství hrachové moučky zalijte vodou a rozmíchejte.

Pozorování:

Po přidání vody nebylo vypořezováno výrazné rozpouštění bílkovin, ale po zahřívání vznikl koloidní roztok (viz obr. 36).



Obr. 36 – Částečné rozpuštění bílkovin ve vodě. (foto: J. Friedová)

Závěr:

Jednoduché bílkoviny s obulárním tvarem jsou částečně rozpustné ve vodě. Bylo to dokázáno vznikem koloidního roztoku po zahřátí.

3.4.4. Určení teploty denaturace bílkovin

Teorie:

Porušení terciární struktury vede k nevratné denaturaci bílkovin například teplem, které má za následek zničení bílkovin.

Pomůcky:

zkumavka, teploměr, vodní lázeň, kahan, zápalky, síťka, hrachová moučka

Postup:

Do zkumavky připravte roztok hrachové moučky. Ponořte ji do vodní lázně a měřte teplotu.

Pozorování:

Po postupném zahřívání byla vypořezována začínající denaturace bílkovin vlivem 46°C.

Závěr:

Vlivem vysokých teplot se porušují terciární struktury a bílkoviny se denaturují. Projevuje se to bílou sraženinou v roztoku.

3.4.5. Působení solí těžkých a lehkých kovů a působení pH na bílkoviny

Teorie:

Porušení terciární struktury vede k nevratné denaturaci bílkovin například těžkými kovy a změnou pH, které má za následek zničení bílkovin. Lze také dojít k vratné denaturaci bílkovin například lehkými kovy.

Pomůcky:

zkumavky, stojan na zkumavky, pipetka, hrachová moučka

Chemikálie:

líh, aceton, kyselina chlorovodíková, kyselina dusičná, hydroxid sodný, chlorid sodný, chlorid vápenatý, chlorid barnatý, dusičnan olovnatý, dusičnan kademnatý, dusičnan stříbrný

Postup:

Do 11 zkumavek připravte roztok hrachové moučky a jednotlivě přidávejte chemikálie: líh, aceton, kyselina chlorovodíková, kyselina dusičná, hydroxid sodný, chlorid sodný, chlorid vápenatý, chlorid barnatý, dusičnan olovnatý, dusičnan kademnatý, dusičnan stříbrný.

Pozorování:

Po přidání chemikálií do jednotlivých zkumavek byla vypořezována bílá viditelná sraženina u líhu, acetonu, kyseliny chlorovodíkové, kyseliny dusičné a těžkých kovů. Ve zkumavkách s lehkými kovy nevznikla viditelná sraženina. (viz obr. 37 a 38)



Obr. 37, 38 – 1. Zkumavka-líh, 2. Aceton, 3. Kyselina chlorovodíková, 4. Kyselina dusičná, 5. Hydroxid sodný, 6. Chlorid sodný, 7. Chlorid vápenatý, 8. Chlorid barnatý, 9. Dusičnan olovnatý, 10. Dusičnan kademnatý, 11. Dusičnan stříbrný. (foto: J. Friedová)

Závěr:

Vliv lihu, acetonu, kyseliny chlorovodíkové, kyseliny dusičné a těžké kovy způsobují denaturaci bílkovin. Denaturace se projevuje bílou sraženinou v roztoku.

3.4.6. Důkaz bílkovin

a) Biuretova reakce

Teorie:

V luštěninách je veliký obsah bílkovin.

Pomůcky:

zkumavka, skleněná tyčinka, hrachová moučka

Chemikálie:

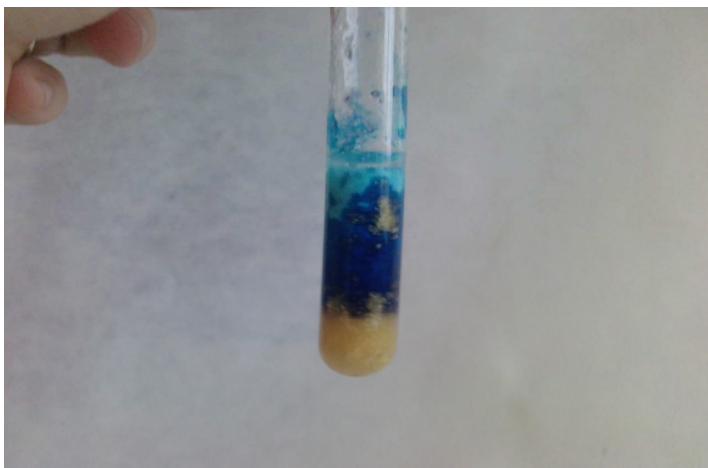
hydroxid sodný, roztok síranu měďnatého

Postup:

K roztoku hrachové moučky přidejte stejný objem roztoku hydroxidu sodného. Po důkladném promíchání přidávejte po kapkách roztok síranu měďnatého až do vzniku modrofialového zbarvení.

Pozorování:

Po přidání hydroxidu sodného byla vypořádována čirá barva roztoku a po přidání pár kapek síranu měďnatého modrá barva. Po dalším přidávání roztok získal modrofialovou barvu a vznikla sraženina (viz obr. 39).



Obr. 39 – Modrá sraženina po přidání síranu měďnatého. (foto: J. Friedová)

Závěr:

V luštěninách je velký obsah bílkovin a po přidání síranu měďnatého dochází k reakci mezi Cu^{2+} a peptidovou vazbou $-\text{CO}-\text{NH}-$ za vzniku Cu^{2+} a bílkoviny. Což se projeví modrofialovým zbarvením.

b) Sakagučiho reakce**Teorie:**

V luštěninách je veliký obsah bílkovin.

Pomůcky:

zkumavka, skleněná tyčinka, hrachová moučka

Chemikálie:

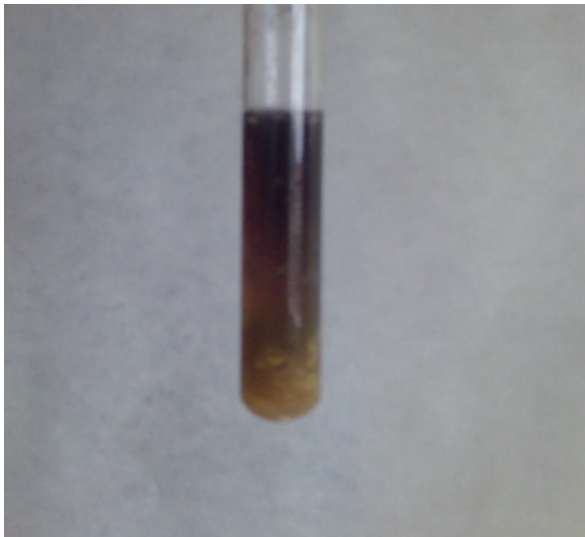
hydroxid sodný, Molischovo činidlo, bromová voda

Postup:

K roztoku hrachové moučky přidejte 0,5 ml roztoku hydroxidu sodného, kapku Molischova činidla a několik kapek bromové vody.

Pozorování:

Po přidání hydroxidu sodného byla vypořádována čirá barva roztoku a po přidání Molischova činidla se roztok na vrcholu kapaliny zbarvil do zelena. Po přidání borové vody vznikla hnědočerná kapalina. (viz obr. 40)



Obr. 40 - Hnědočerné zbarvení při Sakagučiho reakci. (foto: J. Friedová)

Závěr:

Při Sakagučiho reakci byla bílkovina dokázána hnědočerným zbarvením kapaliny.

c) Xantoproteinová reakce**Teorie:**

V luštěninách je veliký obsah bílkovin.

Pomůcky:

zkumavka, kahan, zápalky, kleště na zkumavku, hrachová moučka

Chemikálie:

koncentrovaná k. dusičná, roztok amoniaku

Postup:

K roztoku hrachové moučky přidejte 0,5 ml koncentrované kyseliny dusičné a zahřívejte nad kahanem. V digestoři přidejte roztok amoniaku.

Pozorování:

Po přidání 0,5 ml koncentrované kyseliny dusičné a zahřátím nad kahanem bylo vypořádováno světle žluté zbarvení roztoku. Dále po přidání roztoku amoniaku se změnila barva na tmavě žlutou až oranžovou. (viz obr. 41)



Obr. 41 - Oranžové zbarvení po přidání amoniaku při Xantoproteinové reakci. (foto: J. Friedová)

Závěr:

Oranžové zbarvení po přidání amoniaku dokazuje přítomnost bílkovin.

d) Hellerova zkouška**Teorie:**

V luštěninách je veliký obsah bílkovin.

Pomůcky:

zkumavka, hrachová moučka

Chemikálie:

koncentrovaná kyselina dusičná

Postup:

Do zkumavky nalijte 1 ml koncentrované kyseliny dusičné. Zkumavku naklopte a po stěně přilejte stejný objem roztoku hrachové moučky tak, aby se vrstvy nepromíchaly.

Pozorování:

Po přilítí roztoku hrachové moučky se na rozhraní objevil bílý proužek vysrážené bílkoviny. (viz obr. 42)



Obr. 42 - Bílý proužek při Hellerově zkoušce. (foto: J. Friedová)

Závěr:

Kyselina dusičná způsobuje srážení bílkovin. Proto po přilítí roztoku hrachové moučky vznikl bílý proužek.

3.5. Enzymy

3.5.1. Kataláza v bramboru

Teorie:

Kataláza je enzym, který funguje jako katalyzátor rozkladu peroxidu vodíku na vodík a kyslík. Pokusem dokážeme přítomnost katalázy v bramboru.

Pomůcky:

tyčinka, podložka, nůž, brambor

Chemikálie:

roztok peroxidu vodíku (3 %)

Postup:

Brambor omyjte a uřízněte plátek o síle asi jednoho centimetru. (viz obr. 43) Plátek položte na podložku a na řeznou plochu kápněte pár kapek roztoku peroxidu vodíku a pozorujte chemickou reakci.

Pozorování:

Po kápnutí roztoku peroxidu vodíku na brambor, se začal peroxid vodíku rozkládat na vodu a kyslík. Projevilo se to šuměním na povrchu brambory. (viz obr. 44)



Obr. 43 – Řezná plocha brambory před reakcí. (foto: A. Odrášková)



Obr. 44 – Řezná plocha brambory po přidání peroxidu vodíku. (foto: A. Odrášková)

Závěr:

Brambory obsahují enzym katalázu, pomocí něhož došlo k rozkladu peroxidu vodíku na vodu a kyslík (což se projevilo šuměním).

3.5.2. Preparace enzymu ze sojových bobů**Teorie:**

Denaturace bílkovin je biochemický proces, kdy bílkoviny ztrácí rozpustnost. Denaturaci může vyvolat např. vysoká teplota, nízké nebo vysoké pH nebo některé alifatické alkoholy. Pokuste se vypreparovat enzym obsažený v sójové mouce.

Pomůcky:

zkumavky, kádinky, filtrační papír, filtrační nálevka, lžička

Chemikálie:

sójová mouka hladká, aceton, voda

Postup:

1 objemový díl sójové mouky extrahujte hodinu 5 objemovými díly destilované vody. Přefiltrujte a ve filtrátu vysrážejte bílkovinu přidávkem čtyřnásobného objemu acetonu za stálého míchání. Zfiltrujte.

Pozorování:

Po přidání acetonu do filtrátu se vysrážela bílkovina v podobě bílých „chomáčků“. Po filtraci to bylo necháno uschnout (viz obr. 45).

Obr. 45 – Vypreparovaný enzym po uschnutí filtrátu. (foto: A. Odrášková)



Závěr:

Aceton vyvolává denaturaci bílkovin (enzymů), díky čemuž byl ze sójové mouky vypreparován enzym, který obsahuje.

3.5.3. Závislost aktivity enzymů na pH prostředí**Teorie:**

Amylázou, obsaženou ve sladu, se škrob štěpí na nižší cukry, které s Lugolovým roztokem dávají charakteristické modré zbarvení.

Pomůcky:

zkumavky, vodní lázeň, teploměr, třecí miska s tloučkem, byrety, lžička, tyčinka

Chemikálie:

roztok hydrogenfosforečnanu sodného (2 %), roztok kyseliny citronové (1 %), škrob, slad, Lugolův roztok (Xn), Pancreolan (tablety)

Postup:

Ve třech zkumavkách připravte 3 pufrů o hodnotě pH = 5,6 – 6,4 – 7,8 podle tabulky 3. Poté postup znovu zopakujte, abyste měli šest zkumavek, tedy zkumavka č. 4 bude stejná jako č. 1, zkumavka č. 5 stejná jako č. 2 a zkumavka č. 6 stejná jako č. 3.

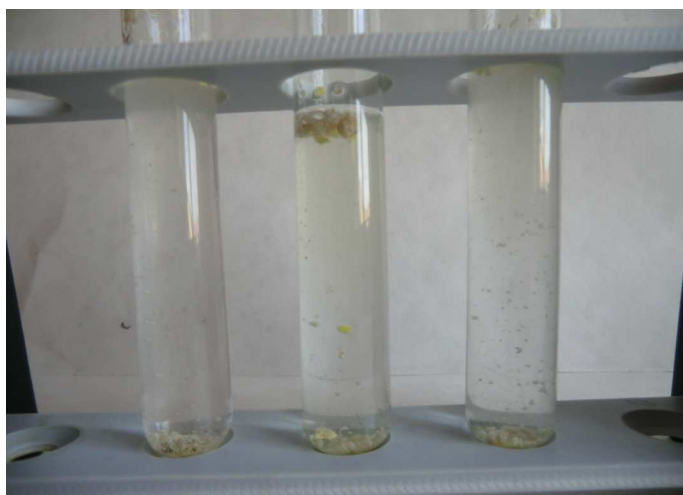
Číslo zkumavky	Na ₂ HPO ₄ [ml]	Kyselina citronová [ml]	pH
1.	0,58	0,42	5,6
2.	0,69	0,31	6,4
3.	0,97	0,03	7,8

Tabulka 3 – Hodnoty pH.

Aby bylo pH pufrů co nejpřesnější, k odměření množství použijte byrety. Do všech zkumavek přidejte 0,5 ml škrobu. Do třech zkumavek s rozdílným pH (do zkumavky č. 1, č. 2, č. 3) přidejte na špičku lžičky jemně rozmělněného sladu (viz obr. 46). Zatímco do zbylých zkumavek (č. 4, č. 5, č. 6) přidejte na špičku lžičky rozmělněných tablet léčiva Pancreolan (viz obr. 47). Získanou směs ve zkumavkách zahřívejte ve vodní lázni při teplotě 37 °C po dobu 30 minut. Poté přidejte do každé zkumavky 3 kapky Lugolova roztoku. Podle zbarvení roztoků můžete usuzovat, zda proběhla hydrolýza škrobu.



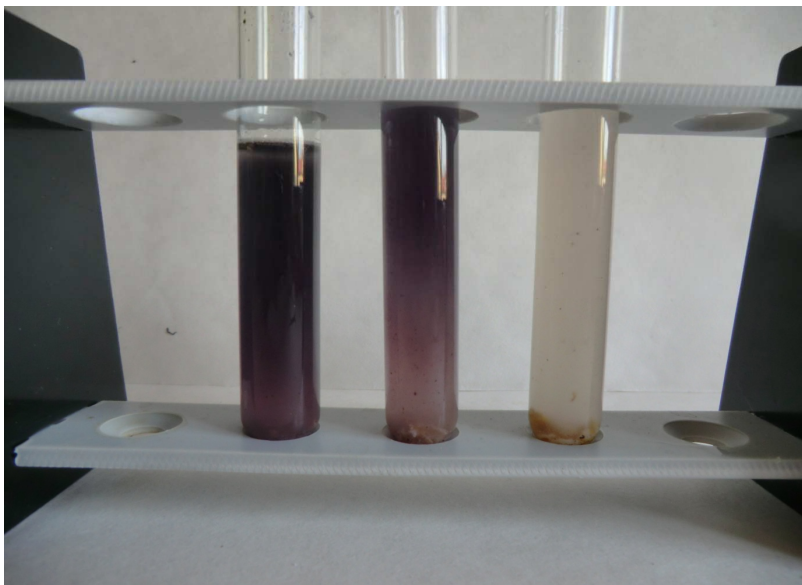
Obr. 46 – Zkumavky s puffry (zleva první zkumavka s pH 5,6; druhá zkumavka s pH 6,4; třetí s pH 7,8) a sladkem. (foto: A. Odrášková)



Obr. 47 – Zkumavky s puffry (zleva první zkumavka s pH 5,6; druhá zkumavka s pH 6,4; třetí s pH 7,8) a s Pancreolanem. (foto: A. Odrášková)

Pozorování:

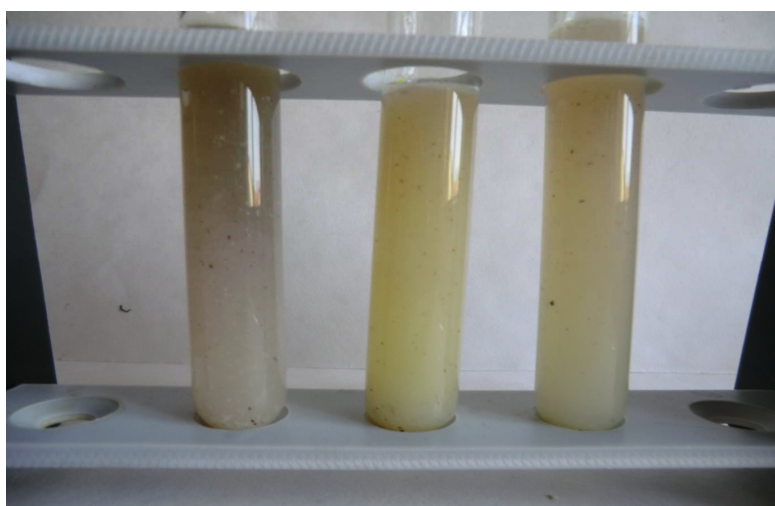
Zkumavky se sladkem byly po vytáhnutí z vodní lázně jemně bíle zakalené, s Lugolovým roztokem reagovaly následovně (viz obr. 48):



Obr. 48 – Zkumavky s pufrý (zleva první zkumavka s pH 5,6; druhá zkumavka s pH 6,4; třetí s pH 7,8) a sladem, po reakci s Lugolovým činidlem. (foto: A. Odrášková)

Zkumavka č. 1 (vlevo) s nejnižším pH se zbarvila do tmavě fialova, zatímco zkumavka s nejvyšším pH (vpravo) zůstala bíle zakalená, nejlépe tedy štěpení škrobu pomocí amylasy probíhalo při pH 7,8.

Zkumavky s Pancreolanem byly po vytáhnutí z vodní lázně průhledné, trochu žlutě zakalené (kvůli zbarvení tablet). Po přidání Lugolova roztoku vypadaly takto: (viz obr. 49)



Obr. 49 – Zkumavky s pufrý (zleva první zkumavka s pH 5,6; druhá zkumavka s pH 6,4; třetí s pH 7,8) a s Pancreolanem, po reakci s Lugolovým činidlem. (foto: A. Odrášková)

Zkumavka č. 4 (vlevo) s nejnižším pH, byla světle fialová, zatímco zkumavka č. 5 (uprostřed) byla světle žlutá a zkumavka č. 6 byla trochu nafialovělá. Nejlépe tedy probíhalo štěpení škrobu v prostředí s pH 6,4 a o trochu hůře v prostředí s pH 7,8.

Závěr:

Lugolův roztok se v přítomnosti škrobu zbarví do tmavě fialova až černa, nedokáže ale indikovat jednodušší cukry, které vzniknou po rozštěpení škrobu. Ve zkumavkách, které Lugolův roztok nijak nezbarvil, se tedy škrob štěpil na jednodušší cukry nejlépe. Podle pokusu enzym amyláza, která je obsažená ve sladu, nejlépe štěpí škrob v prostředí s pH 7,8. A amyláza obsažená v tabletách Pancreolan štěpila škrob nejlépe v prostředí s pH 6,4 a 7,8. Amylázy mají pH optimum přibližně 6,5, což nám v případě reakce se sladkem nevyšlo, ale reakce s amylázami, které obsahují tablety Pancreolan, to potvrdily.

3.5.4. Kataláza v ovoci a zelenině

Teorie:

Enzym kataláza katalyzuje rozklad peroxidu vodíku na vodu a kyslík.

Pomůcky:

devět zkumavek, odměrná zkumavka, nůž, podložka, cibule, mrkev, česnek, okurka, paprika, citrón, jablko, pomeranč, rajče

Chemikálie:

peroxid vodíku

Postup:

Do devíti zkumavek nalijte 5 ml roztoku peroxidu vodíku. Z použitého ovoce a zeleniny odkrojte vždy přibližně stejně veliký kousek tvaru hranolku a vhoďte do zkumavek s peroxidem vodíku.

Pozorování: Po vhození začalo ovoce/zelenina ve zkumavkách „bublat a šumět“. (viz obr. 50 a 51) Nejbouřlivěji probíhala reakce ve zkumavce s jablkem a česnekem, zato citrón a pomeranč skoro nereagovaly.



Obr. 50 – Reakce peroxidu vodíku s (zleva): cibule, mrkev, česnek, okurka, paprika. (foto: A. Odrášková)



Obr. 51 – Reakce s peroxidem vodíku (zleva): citrón, jablko, pomeranč, rajče (foto: A. Odrášková)

Závěr:

Enzym kataláza, obsažený v použité zelenině/ovoci, začal rozkládat peroxid vodíku na vodu a kyslík, což se projevilo bubláním a šuměním (unikal kyslík).

3.5.5. Rostlinné proteázy**Teorie:**

Proteázy jsou enzymy, které štěpí bílkoviny, přítomné například v mase, na kratší řetězce.

Pomůcky:

Petriho miska (talířek), nůž, párátko

Chemikálie:

ananas, šunkový salám, špekáček

Postup:

Ze špekáčku odkrojte kolečko silné asi půl centimetru a to spolu s plátkem šunky položte na Petriho misku (talířek). Na plátek šunky a na kolečko špekáčku položte plátek ananasu. Nechejte jeden den, poté pozorujte strukturu špekáčku a šunky pod plátkem ananasu. Vyzkoušejte, jak silnou stopu zanechá škrábnutí párátkem na místech ovlivněných ananasem.

Pozorování:

Na místě, kde byl položen ananas, byl špekáček světlejší a měkký, škrábnutí párátkem zanechalo hlubší stopy, kousky tuku nápadně vystupovaly ven (viz obr. 52). Šunka byla v tom místě rozbředlá a škrábnutí párátkem zanechalo viditelné stopy (viz obr. 53).



Obr. 52 - Špekáček po odkrytí plátku ananasu. (foto: A. Odrášková)



Obr. 53 - Šunka po odkrytí plátku ananasu, párátko zanechalo hluboké stopy. (foto: A. Odrášková)

Závěr:

Ananas obsahuje větší množství proteáz. Tyto enzymy štěpí bílkoviny přítomné v mase, a proto po působení enzymu můžeme pozorovat „rozbřednutí“ bílkovinné hmoty, vystupují z ní kousky tuku. Párátko v místě působení enzymu zanechává hlubší stopu než v nenarušeném místě.

3.5.6. Rozklad močoviny enzymem ureázou v sójové moučce

Teorie:

Ureáza je enzym, který katalyzuje hydrolyzu močoviny. „Ureáza je enzym štěpící močovinu na amoniak a oxid uhličitý.” (<http://lekarske.slovníky.cz/pojem/ureaza>)

Chemikálie:

sójová moučka, 4 % roztok močoviny, fenolftalein

Pomůcky:

zkumavka, tyčinka, lžička

Postup:

Do připravené zkumavky nalijte 3 ml (4 %) roztoku močoviny. Poté přidejte lžičku sójové moučky a tyčinkou zamíchejte. Dále přidejte fenolftalein, zamíchejte to a nechte den stát.

Vypracování:

Po přidání všech chemikálií, jejich smíchání a dni čekání, jste mohli sledovat, jak se ve zkumavce začalo tvořit růžové zbarvení, díky fenolftaleinu, kterým jsme dokázali přítomnost amoniaku, který zde vznikl díky enzymu ureáze.

Závěr:

Tímto pokusem jsme dokázali přítomnost enzymu ureázy v sojové moučce, která se díky němu štěpí na oxid uhličitý a amoniak, který jsme dokázali pomocí přidání fenolftaleinu a následného zbarvení látky.

3.6. Vitamíny

3.6.1. Důkaz vitamínu C v tabletě

Teorie:

Kyselina L – askorbová reaguje s chloridem železitým. Vznikne kyselina dehydroaskorbová. Reakcí hexakynoželezitanu draselného dokážete železité kationty, které se redukují na železnaté. Projeví se zbarvením do lišejníkově zelené.

Pomůcky:

třecí miska, tlouček, filtrační papír, nálevka, kádinka, odměrná zkumavka, zkumavka, tyčinka

Chemikálie:

tabletky celaskonu, voda, roztok chloridu železitého (3 %), roztok hexakynoželezitanu draselného (3 %)

Postup:

Nejprve v třecí misce rozetřete tabletu celaskonu (viz obr. 54), poté přidejte 5 ml vody, vše přefiltrujte přes filtrační papír. Do filtrátu nalijte 2 ml 3 % roztoku chloridu železitého. Zamíchejte tyčinkou a poté přilijte 2 ml 3 % roztoku hexakynoželezitanu draselného. Opět promíchejte.

Pozorování:

Po přidání 3 % hexakynoželezitanu draselného se směs zbarvila do zelenohněda, díky kationtu železitému (Fe^{3+}), který se změnil na kation železnatý (Fe^{2+}). Dále jste mohli pozorovat, jak se filtrát zbarvuje do zelenomodra (viz obr. 55), díky přeměně železnatého kationtu (Fe^{2+}) zpět na kation železitý (Fe^{3+}).



Obr. 54 – Rozdrcená tableta celaskonu. (foto: N. Čandosová)



Obr. 55 – 1. zkumavka tableta celaskonu s vodou, 2. zkumavka roztok po přidání chloridu železitého, 3. zkumavka roztok po přidání hexakynoželezitanu draselného. (foto: N. Čandosová)

Závěr:

V tomto pokusu jsme si ověřili přítomnost vitamínu C, přidáním chloridu železitého a poté hexakynoželezitanu draselného, díky kterým se roztok obarvil do zelenomodré barvy.

3.6.2. Důkaz vitamínu C v ovoci

Teorie:

Kyselina L – askorbová reaguje s chloridem železitým. Vznikne kyselina dehydroaskorbová. Reakcí hexakynoželezitanu draselného dokážete železité kationty, které se redukují na železnaté. Projeví se zbarvením na modrozelený roztok.

Pomůcky:

filtrační papír, nálevka, kádinka, odměrná zkumavka, zkumavka, tyčinka

Chemikálie:

mandarinka, voda, roztok chloridu železitého (3 %), roztok hexakynoželezitanu draselného (3 %)

Postup:

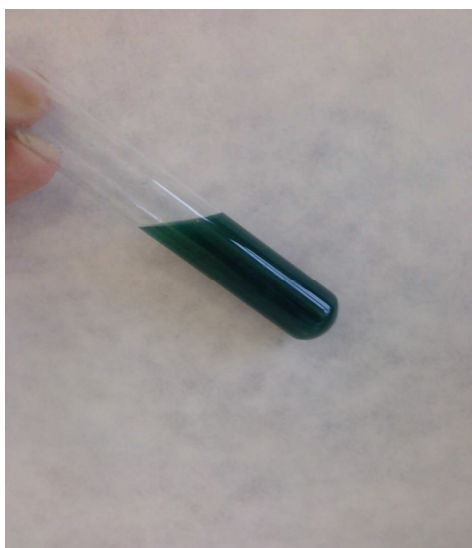
Nejdříve vymačkejte šťávu z mandarinky, poté ji přefiltrujte (viz obr. 56). Do filtrátu nalijte 2 ml 3 % roztoku chloridu železitého. Zamíchejte tyčinkou a poté přilijte 2 ml 3 % roztoku hexakynoželezitanu draselného. Opět promíchejte.

Vypracování:

Po přidání 3 % hexakynoželezitanu draselného se šťáva z mandarinky zbarvila do zelenohněda, díky kationtu železitému (Fe^{3+}), který se změnil na kation železnatý (Fe^{2+}). Pak jste mohli pozorovat, jak se filtrát zbarvuje do modrozelená (viz obr. 57), díky přeměně železnatého kationtu (Fe^{2+}) zpět na kation železitý (Fe^{3+}).

Obr. 56 – Přefiltrovaná šťáva z mandarinky. (foto: N. Čandosová)





Obr. 57 – Roztok po přidání hexakynoželezitanu draselného. (foto: N. Čandosová)

Závěr:

Tímto pokusem jsme dokázali přítomnost vitamínu C v mandarince, díky zelenomodré barvě, která ve zkumavce vznikla po přidání chloridu železitého a hexakynoželezitanu draselného.

3.7. Izoprenoidy

3.7.1. Extrakce silice z pomerančové kůry

Teorie:

Silice získáváme lisováním pomerančové kůry nebo extrakcí. A to extrakcí do oleje nebo alkoholu. Extrakcí usušené pomerančové kůry do alkoholu získáme silici neboli „pomerančový olej“. Je to směs aromatických látek, převážně terpenů.

Pomůcky:

třecí miska s tloučkem, pipeta, filtrační papír, nálevka, stojan, sušená pomerančová kůra

Chemikálie:

tanol (85 %)

Postup:

2g sušené pomerančové kůry rozdrtíte v třecí misce. Přidáme 10 cm³ ethanolu a 30 vteřin třete směs v třecí misce. Pak směs přefiltrujete. Získáte aromatický roztok „pomerančového oleje“.

Pozorování:

V třecí misce jsme rozdrtili suchou pomerančovou kůru. Po přidání 10 cm³ ethanolu chvíli opět třeli v třecí misce a vytvořila se nám směs (viz obr. 58), kterou jsme poté přefiltrovali (viz obr. 59). Přefiltrováním jsme získali roztok pomerančového oleje, který měl příjemnou vůni. (viz obr. 60)



Obr. 58 – Směs po přidání tanolu Obr. 59 – Filtrační aparatura Obr. 60 – Přefiltrovaná směs pomerančové kůry a tanolu. (foto: L. Hladká)

Závěr:

Tímto pokusem jsme chtěli vyzkoušet získat silici z pomerančové kůry, což se nám také podařilo.

3.7.2. Důkaz apigeninu v heřmánku**Teorie:**

Apigenin je flavon, který tvoří aglykon mnoha glykosidů nacházených v ovoci, zelenině, jádrech ořechů apod. Flavonoidy jsou sloučeniny s antioxidačními vlastnostmi, které chrání buňky před poškozením kyslíkem. Předchozí studie ukazují, že apigenin se nachází zejména v celeru, petrželi, červeném vínu, rajčatové šťávě a v jiných potravinách rostlinného původu. Apigenin je znám už dlouho. Je to žlutá krystalická látka, která byla dříve používána také k barvení vlny. Pozoruhodné na apigeninu jsou však jeho bioaktivní účinky, pro něž se stal velmi studovanou molekulou.

Pomůcky:

kádinka

Chemikálie:

NH_3 , jazykové květy úborů heřmánku

Postup:

Jazykové květy úborů heřmánku vložte do kádinky s několika kapkami koncentrovaného amoniaku NH_3 . Intenzivní oranžové zbarvení je typickou barevnou reakcí této skupiny látek.

Pozorování:

Po chvíli jsme mohli pozorovat zřetelné zbarvení jazykových květů úboru heřmánku. Nebyla to však oranžová barva, do které se nám heřmánkové lístky zbarvily nýbrž žlutá (viz obr. 61).



Obr. 61 – Okvětní lístky heřmáнку s amoniakem (foto: L. Hladká)

Závěr:

Tímto pokusem jsme dokázali přítomnost apigeninu v jazykových květech úborů heřmáнку.

3.8. Alkaloidy

3.8.1. Sublimace kofeinu

Teorie:

Kofein je bílá krystalická látka hořké chuti. Je obsažený např. v kávovníku, čajovníku, kole nebo guaraně. Je těkavý a je možné ho získat sublimací z přírodního materiálu.

Pomůcky:

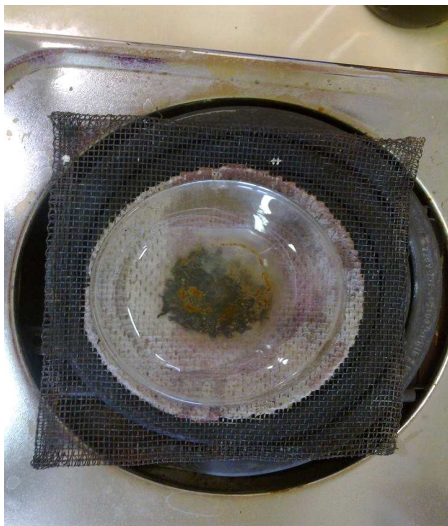
dvě hodinová skla, elektrický vařič, síťka, stojan s kruhem, suché čajové lístky

Postup:

Na suché hodinové sklo nasype 0,5 g suchých čajových lístků, přikryjte druhým hodinovým sklem a zvolna zahřívejte nad elektrickým vařičem. Vrchní hodinové sklo ochlazujte vodou, kterou neustále pravidelně vyměňujte. Po chvíli pozorujete vznik bílých a nažloutlých krystalků kofeinu a charakteristickou vůni zespođu na vrchním skle.

Pozorování:

Tento pokus jsme opakovali 2x. Nejprve s čajovými lístky zeleného čaje, ve kterém jsme přítomnost kofeinu neprokázali. Po druhé jsme pokus vyzkoušeli s čajovými lístky černého čaje (viz obr. 62), a tam se nám po dvou hodinách zahřívání na hodinovém skle utvořily bílé i nažloutlé krystalky kofeinu, které voněly (viz obr. 63).



Obr. 62 – Zahřívání čajových lístků.
Hladká)



Obr. 63 – Krystalky kofeinu. (foto: L.

Závěr:

Tímto pokusem jsme potvrdili přítomnost kofeinu v čajových lístcích černého čaje.

3.8.2. Stanovení nikotinu**Teorie:**

Nikotin řadíme k alkaloidům, což jsou přírodní látky zpravidla zásadité povahy s rozmanitou chemickou strukturou. Nikotin řadíme mezi alkaloidy s pyridinovým cyklem a spolu s tabákem mezi deriváty pyridinu. Jsou to alkaloidy silně toxické, mají stimulační a uvolňující účinky. Do lidského organismu se dostávají při kouření cigaret či doutníků. Po kouření 1 cigarety se uvolní asi 10 mg. nikotinu, do těla pronikne však z tohoto množství pouze menší část. Přispívá k rakovině plic, vyvolává zvýšenou aktivitu trávicí soustavy a zužuje cévy.

Pomůcky:

varná baňka, odměrná baňka, pipeta, byreta, nálevka, zařízení na filtraci, práškový tabák

Chemikálie:

petrolether (F), roztok NaOH (40 %), ethanol (50 %), roztok H_2SO_4 , indikátor methylčerven

Postup:

Do odměrné baňky navažte 2g práškového tabáku, přidejte 10 ml destilované vody a 2 ml roztoku NaOH a směs důkladně promíchejte. Po 5 minutách se za občasného míchání přidejte 20 ml petroletheru a 1/2 hodiny se ještě směs protřepávejte. Pak se směs nechejte v klidu alespoň 12 hodin (přes noc). Směs zfiltrujte. Z čistého filtrátu odpipetujte 10 ml do varné baňky. Roztok 15 minut protřepávejte, abyste odstranili amoniak. Potom k roztoku přidejte 5 ml roztoku ethanolu a ihned titrujte roztokem H_2SO_4 na methylčerven do barevné změny indikátoru.

Pozorování:

Do odměrné baňky byly naváženy 2 g šňupacího tabáku s mentolem. Po přidání 10 ml destilované vody a 2 ml roztoku NaOH byla směs důkladně promíchána. Po 5 minutách bylo přidáno 20 ml petroletheru a ještě 1/2 hodiny byla směs promíchávána. Promíchaná směs byla ponechána v klidu 12 hodin (viz obr. 64). Poté co směs odstála, byl připraven roztok H_2SO_4 směsovací rovnicí. Po 12 hodinách byla směs přefiltrována. Z filtrátu bylo odebráno 10 ml do varné baňky. Roztok byl poté opět míchán 15 minut, aby byl odstraněn amoniak. K roztoku bylo přidáno 5 ml roztoku ethanolu. Následovala titrace v titrační aparatuře (viz obr. 65). Titrace byla provedena připraveným roztokem H_2SO_4 na methylčerven do barevné změny indikátoru.



Obr. 64 - Směs tabáku, vody a NaOH. Obr. 65 - Titrační aparatura. (foto: T. Bašová)

Závěr:

Tímto pokusem jsme chtěli stanovit nikotin v tabáku, což se v našem pokusu nepodařilo. Titrace by se měla opakovat asi 3x ale my jsme ji mohli připravit jen jednou z důvodu malého množství petroletheru. Další možností, proč se nám pokus nezdařil, mohla být přítomnost mentolu v tabáku.

4. Závěr

Předkládaná práce se věnuje rostlinám z hlediska chemie. Popisuje základní složky rostlin a zaznamenává pokusy, které byly s rostlinami nebo jejich látkám prováděny v rámci práce. Teoretická část se zabývá prvkovým složením v rostlinách, chemickým složením, vlastnostmi a rozdělením sacharidů, lipidů, bílkovin, enzymů, vitaminů, izoprenoidů a alkaloidů. Popsány jsou zde také funkce látek a možnosti jejich příjmu.

Experimentální část se zaměřuje na experimenty, které se shodují s teoretickou částí, např.: pokusy zabývající se důkazy sacharidů, lipidů, bílkovin, enzymů, vitaminů atd. Praktická část je doplněna o exkurzi do pivovaru, kde jsme se seznámili s výrobou piva a exkurzi do cukrovarnictví, řepářství a lihovarnictví, kde jsme se seznámili s technologií výroby cukru a jeho následným zpracováním.

Souhrn experimentální části:

1. Zjistili jsme, že ze všech usušených rostlin obsahuje nejvíce vody kaktus, který měl 99,1 % a zelenec 87,5 %. Nejméně vody obsahovala pomerančová kůra, která jí měla 72,73 %. Pozorovali jsme, že nejvíc popela (tzv. nespalitelných anorganických látek) má zelenec, který obsahuje 60 %. Nejméně popela má pomerančová kůra, která obsahuje 10 %.
2. Dokázali jsme obsah železa, síry, chlóru, vápníku. Ve většině případů vznikla bílá sraženina.
3. Přítomnost sacharidů (polysacharidů, disacharidů a monosacharidů) v rostlinách lze dokázat například Molischovou reakcí, při níž vznikne v látkách obsahujících sacharidy fialový kroužek. Rozlišení monosacharidů a disacharidů od polysacharidů jsme prováděli s pomocí nitrochromové reakce, při které se jednodušší sacharidy po smíchání s chromanem draselným zbarvili do modra. Redukci sacharidů jsme dokázali pomocí Fehlingova činidla. (pozitivní reakce = oranžová sraženina). Dalšími pokusy jsme dokazovali komplexotvorné účinky některých sacharidů.

4. Při exkurzi do muzea cukrovarnictví, řepářství a lihovarnictví v Dobručicích jsme se seznámili s technologií výroby cukru z cukrové řepy. Při exkurzi do pivovaru Krakonoš Trutnov jsme se podrobně seznámili s výrobou piva. Zjistili jsme, že se pivo vyrábí z obilného sladu, vody, chmele, kvasinek a někdy i koření. Výroba spočívá v rozštěpení složitých cukrů (škrobu) obsažených v obilných zrnech na jednoduché cukry a jejich zkvašení.
5. Rostliny (především semena) obsahují lipidy (vosky, tuky, oleje). Pomocí filtračního papíru jsme zjistili, že jsou lipidy mastné. Jejich přítomnost jsme dokázali za pomoci činidla Sudan III, který tuky obarvil. Pomocí bromové vody jsme dokázali přítomnost nenasycených kyselin, které lipidy obsahují. Dále jsme si z lipidů zkusili připravit mýdlo.
6. Bílkoviny jsme dokázali pomocí Biuretovy, Sakagučiho, Xantoproteinové a Hellerovy reakce, při kterých se bílkoviny zbarvily, podle typu reakce. Prokázali jsme, že bílkoviny ve svých molekulách obsahují také atomy dusíku, síry. Dokázali jsme, že při vysokých teplotách bílkoviny podléhají denaturaci, projevem je bílá sraženina v roztoku. Vliv lihu, acetonu, kyseliny chlorovodíkové, kyseliny dusičné a těžké kovy způsobují denaturaci bílkovin. Denaturace se projevuje bílou sraženinou v roztoku.
7. Pomocí peroxidu vodíku jsme dokázali enzym katalázu v bramborách a následně i v citrónu, jablku, pomeranči a rajčeti. Také pomocí acetonu jsme vypreparovali enzym ze sojových bobů. Dokázali jsme, že enzym zvaný proteáza dokáže štěpit bílkoviny na kratší řetězce. To jsme dokázali přiložením ananasu na maso a po odkrytí se projevilo jeho rozbřednutím. Dokázali jsme, že enzym ureáza, obsažený v sojové moučce, dokáže štěpit močovinu. To se projevuje růžovým zbarvením. Důkaz vitaminů jsme provedli na ovoci a roztoku vody s tabletkou celaskonu. V obou případech došlo po přidání chloridu železitého a hexakyanoželezitanu draselného k modrozelenému zbarvení.

8. Prováděli jsme extrakci silice z pomerančové kůry. Dokazovali jsme apigenin v heřmánku pomocí NH_3 . Prováděli jsme sublimaci kofeinu, tímto pokusem jsme potvrdili přítomnost kofeinu v čajových lístcích černého čaje. Dále jsme chtěli dokázat nikotin v tabáku, tento pokus se ale nezdařil.

5. Použitá literatura a internetové odkazy

Arndt, Tomáš. Papain. CELOSTNIMEDICINA.CZ. [Online] 10. únor 2009. [Citace: 9. březen 2014.] <http://www.celostnimedicina.cz/papain.htm>.

Bašovská M. a kol. Biologie pro II. Ročník gymnázia Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1985 ISBN: 80-04-24 950-7

Benešová M. a Satrapová H. Odmaturuj z chemie. místo neznámé : Nakladatelství Didaktis, 2002. ISBN/80-86285-56-1.

Bremerová, I. Seminární práce. Kynšperk nad Ohří, 2007 Dostupné na URL: http://absolventi.gymcheb.cz/2008/ivbreme/proc_jsou_bylinky.html

Bromelin. CELOSTIMEDICINA.CZ. [Online] 14. srpen 2008. [Citace: 9. březen 2014.] <http://www.celostnimedicina.cz/bromelin.htm>.

Břížďala, J. Multimediální učebnice chemie [Online] 2014. [Citace 12.2.2014] Dostupné na URL: <http://www.e-chembook.eu/cz/biochemie/alkaloidy>

Čárský J. Chemie pro III. ročník gymnázií. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1986. 64-00-43/1

Institut Galenus. [Online] 2014. [Citace 12.2.2014] Dostupné na URL: <http://galenus.cz/clanky/vyziva/aminokyseliny-obsah-aminokyselin-v-rostlinach>

Jelínek J. a Zicháček, V. Biologie pro gymnázia, 9.vydání- Olomouc v nakladatelství Olomouc, 2007, ISBN 978-80-7182-213-4

Jelínek J. a Zicháček, V. Jedovaté rostliny kolem nás – Jan Novák ISBN: 978-80-247-1549-0 Biologie pro gymnázia; ISBN: 80-7182-177-2

Marcela. Kde najdete zdravé rostlinné enzymy? webozdravi.cz. [Online] 27. prosinec 2012. [Citace: 9. březen 2014.] Dostupné na URL: <http://www.webozdravi.cz/wellness/kde-najdete-zdrave-rostlinne-enzymy>.

Pacák, J. Jak porozumět organické chemii. Praha : Vydavatelství Karolinum, 1997. ISBN 80-7184-261-3.

Reader's Digest Výběr, spol. s.r.o., Jídlo jako jed, jídlo jako lék, 1998 Praha, ISBN 80-902069-7-2

Roubal, J. Organická chemie a biochemie, skripta [Citace 12.2.2014] Dostupné na URL: <http://www.chesapeake.cz/chemie/download/skripta/biochemie.pdf>

Rudolf Polák, Rudolf Zahradník, Obecná chemie-stručný úvod, vydání 1., Praha 2000, ISBN-80-200-0794-6

Tabara, J. *Izoprenoidy- prezentace*, [Online] 14.2.2013. [Citace 12.2.2014] Dostupné na URL: http://www.jantaraba.wz.cz/download/Bioch_izoprenoidy.pdf

Učební text, 2010 [Online]. [Citace 12.2.2014] Dostupné na URL: <http://www.gymelg.cz/sites/default/files/chemie/Alkaloidy.pdf>

Vacík, Jiří, a další. *Přehled středoškolské chemie*. Praha : SPN - pedagogické nakladatelství, a. s., 1999. 80-7235-108-7.

Vodrážka Z. *Biochemie pro studenty SŠ a všechny, které láká tajemství živé přírody*, Praha 1998, Scientia.

Wikipedia, Alkaloidy [Online] 16. 12. 2013. [Citace 12.2.2014] Dostupné na URL: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Alkaloidy>

Wikipedia, Bílkoviny [Online] 16. 12. 2013. [Citace 12.2.2014] Dostupné na URL: http://cs.wikipedia.org/wiki/B%C3%ADlkovina#Struktura_b.C3.ADlkovin

Wikipedia, Diterpeny [Online] 10. 4. 2013. [Citace 12.2.2014] Dostupné na URL: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Diterpeny>

Wikipedia, Enzym [Online] 25. Listopad 2013. [Citace: 12. Leden 2014.] Dostupné na URL: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Enzym>.

Wikipedia, Izoprenoidy [Online] 21. 6. 2013. [Citace 12.2.2014] Dostupné na URL: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Izoprenoidy>

Wikipedia, Sacharidy. [Online] 6. Leden 2014 [Citace: 22. Únor 2014.] Dostupné na URL: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Sacharidy>

Wikipedia, Steroidy [Online] 22. 5. 2013. [Citace 12.2.2014]. Dostupné na URL: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Steroidy>

Wikipedia, Terpeny [Online] 10.4.2013. [Citace 12.2.2014]. Dostupné na URL: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Terpeny>