

Experimenty pro přírodovědné kroužky

na téma: Člověk a zdraví

LUDMILA ZAJONCOVÁ A KOL.

Univerzita Palackého v Olomouci
Přírodovědecká fakulta

Olomouc 2013

Oponenti: RNDr. Martin Jáč, Ph.D.
Mgr. Ludmila Zbořilová

Spoluautoři: RNDr. Pavlína Baizová, Ph.D.
Mgr. Lucie Kubienová
PaedDr. Ing. Vladimír Vinter, Dr.



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Vzdělávání středoškolských pedagogů a studentů středních škol jako nástroj ke zvyšování
kvality výuky přírodovědných předmětů CZ.1.07/1.1.00/14.0016

Neoprávněné užití tohoto díla je porušením autorských práv
a může zakládat občanskoprávní, správněprávní, popř. trestněprávní odpovědnost.

1. vydání

© Ludmila Zajoncová a kol., 2013

© Univerzita Palackého v Olomouci, 2013

ISBN 978-80-244-3601-2

Obsah

Předmluva	5
-----------------	---

CHEMICKÁ ČÁST

1	Důkaz a stanovení proteinů.....	9
1.1	Důkazové reakce bílkovin.....	9
1.2	Důkaz keratinu ve vlasech	10
1.3	Denaturace bílkovin	11
1.4	Zjištění přítomnosti glutamátu v instantních polévkách.....	12
2	Důkaz a stanovení sacharidů.....	15
2.1	Stanovení cukru v jablečné šťávě	15
2.2	Důkaz redukujících sacharidů v ovoci	16
2.3	Karamelizace sacharózy	17
2.4	Izolace bramborového škrobu	18
2.5	Škrobová zrna pod mikroskopem	19
2.6	Důkaz polysacharidu reakcí s jodem.....	21
2.7	Výroba gumových medvídků	22
3	Důkaz a stanovení lipidů.....	24
3.1	Důkaz tuků v potravinách	24
3.2	Důkaz tuků v buňkách kvasinek.....	25
3.3	Žluknutí tuků.....	26
3.4	Rozpustnost tuků	27
3.5	Stanovení volných mastných kyselin v rostlinném oleji	28
3.6	Vlastnosti mýdla.....	28
4	Stanovení a důkazy vitamínů.....	31
4.1	Kvantitativní důkaz vitamínů	31
4.2	Ověření množství vitamínů C v ovoci a zelenině	33
4.3	Množství vitamínu C v nápojích.....	34
5	Analýza medu.....	36
5.1	Stanovení kyselosti medu.....	36
5.2	Stanovení obsahu prolinu v medu	38
5.3	Důkaz porušení medu sacharózovým sirupem	39

6	Analýza mléka	41
6.1	Důkaz vody v mléce	41
6.2	Izolace laktózy a kaseinu z mléka	42
6.3	Stanovení kyselosti mléka	43
6.4	Stanovení vápníku v mléce	44
6.5	Stanovení vápníku v mléčných výrobcích	46
7	Chemie nápojů a pochutin	48
7.1	Stanovení kyselin v ovocné šťávě	48
7.2	Důkaz chininu v toniku	49
7.3	Důkaz barviva v kakaovém prášku	51
7.4	Důkaz kofeinu v kávě a čaji	52
7.5	Identifikace potravinářských barviv	53
8	Enzymy v potravinách	56
8.1	Ovocné proteasy	56
8.2	Štěpení sacharózy invertasou z kvasnic	57
8.3	Enzym ve slinách	58
9	Konzervační prostředky v potravinách	60
9.1	Teoretický úvod	60
9.2	Experimentální vybavení	61
9.3	Pracovní postup	61
9.4	Vyhodnocení výsledků	62
10	Stanovení léčiv	63
10.1	Identifikace léčiv pomocí tenkovrstevné chromatografie	63
BIOLOGICKÁ ČÁST		
11	Jednoduché dotazníkové šetření	69
12	Měříme BMI	74
13	Pitný režim	82
14	Obecné zásady snižující riziko vzniku civilizačních onemocnění – výživová doporučení	85

Předmluva

Cílem projektu Vzdělávání středoškolských pedagogů a studentů středních škol jako nástroj ke zvyšování kvality výuky přírodovědných předmětů – Přírodní vědy v 21. století, řešeného v rámci Operačního programu Vzdělávání pro konkurenceschopnost, je podpořit zájem studentů SŠ o přírodní vědy, především chemii a biologii a zvýšit kvalitu vzdělávání v těchto oborech. Výstupem je sada experimentů z chemie a biologie na tři různá témata pro soutěže školních kolektivů, kolekce experimentů vhodných pro praktická cvičení středoškolských studentů pořádaná na pracovištích vysoké školy a soubor přednášek, které proběhly během projektu pro středoškolské pedagogy.

V rámci projektu byla vytvořena troje skripta na tři různá témata pro práci přírodovědných kroužků na středních školách, dále skriptum experimentů, které mohou studenti provádět v laboratořích vysoké školy, a miniskriptum přednášek pro středoškolské pedagogy. Skripta jsou určena středoškolským pedagogům pro obohacení experimentální výuky v předmětech chemie a biologie a pro práci přírodovědných kroužků.

Olomouc, 2013

doc. RNDr. Ludmila Zajoncová, Ph.D.
hlavní řešitelka projektu

CHEMICKÁ ČÁST

Lucie Kubienová,
Pavλίna Baizová,
Ludmila Zajoncová

1 Důkaz a stanovení proteinů

Bílkoviny, odborně proteiny, jsou vysokomolekulární přírodní látky s relativní molekulární hmotností 10^3 až 10^6 Da složené z aminokyselin, které najdeme v každém živém organismu. V proteinech jsou aminokyseliny vzájemně vázány aminoskupinami $-NH_2$ a karboxylovými skupinami $-COOH$ amidovou vazbou $-NH-CO-$ (amidy), která se v případě proteinů nazývá peptidová vazba. Strukturu bílkovinného řetězce rozlišujeme na primární, sekundární, terciární a kvartérní. Bílkoviny v organismech plní rozličné funkce, např. stavební (kolagen), transportní a skladovací (hemoglobin), pohybové (aktin, myosin), katalytické (enzymy), řídící a regulační (hormony), obranné a ochranné (imunoglobuliny).

1.1 Důkazové reakce bílkovin

1.1.1 Teoretický úvod

Primární struktura makromolekuly bílkovin je dána pořadím jednotlivých aminokyselin v peptidovém řetězci. Pro důkaz bílkovin se používá řada barevných reakcí, nejznámější jsou xanthoproteinová a biuretová reakce. Xanthoproteinová reakce spočívá v nitraci aromatického jádra aromatických aminokyselin v bílkovině (tryptofan, tyroxin, fenylalanin). Působením kyseliny dusičné dochází k nitraci aromatického jádra a vzniku žlutých nitrosloučenin. Při biuretové reakci vytvářejí měďnaté ionty v alkalickém prostředí s peptidovou vazbou komplexní sloučeniny. Tuto reakci poskytují látky, které mají v molekule alespoň dvě peptidové vazby nebo dvě skupiny $CO-NH_2$.

1.1.2 Experimentální vybavení

Laboratorní pomůcky: zkumavky, stojan na zkumavky, skleněná tyčinka, pipeta, struhadlo, třecí miska s tloučkem, vata, filtrační aparatura, kahan.
Chemikálie a materiál: bramborová hlíza, vaječný bílek, 20% roztok KOH, 1% roztok $CuSO_4 \cdot 5 H_2O$, koncentrovaná kyselina dusičná, amoniak (vodný roztok).

1.1.3 Pracovní postup

Biuretová reakce:

Oloupanou syrovou bramborovou hlízu nastrouhejte a roztírejte v třecí misce, kašovitou hmotu přefiltrujte – získáte tím extrakt bílkovin. Do 1 ml extraktu bílkovin ve zkumavce přidejte 1 ml roztoku 20% KOH a opatrně po kapkách přidávejte roztok 1% CuSO_4 . Pozorujte barevnou změnu.

Xanthoproteinová reakce:

Vaječný bílek rozmíchejte se 150 ml vody a přefiltrujte přes vat. Do 2 ml filtrátu ve zkumavce přidejte 1 ml koncentrované kyseliny dusičné. Roztok zahřejte. Obsah zkumavky se zbarví dožluta nebo vznikne žlutá sraženina. Zkumavku ochlaďte a roztok neutralizujte amoniakem.

1.1.4 Vyhodnocení

Při biuretové reakci se obsah zkumavky na důkaz bílkovin zbarví modro-fialově. V molekule bílkovin jsou vázané aromatické aminokyseliny s benzenovým jádrem. Jádro se kyselinou dusičnou při xanthoproteinové reakci nitruje za vzniku žlutě zbarvených sloučenin, po přidání amoniaku přechází na oranžovou barvu.

1.2 Důkaz keratinu ve vlasech

1.2.1 Teoretický úvod

Keratin je stavební bílkovina řazená mezi skleroproteiny. Keratin je základní složkou vlasů, chlupů a vytváří se z něj také nehty. Keratin je nerozpustný ve vodě a má vláknitou strukturu, jednotlivé monomery mívají délku 400–644 aminokyselin, ale větví se do polymerů o velkých rozměrech. Konečný tvar molekuly, terciární strukturu, zajišťují disulfidické můstky. Při rovnání vlasů teplem se právě tato přirozená struktura ztrácí a ničí se disulfidické můstky.

1.2.2 Experimentální vybavení

Laboratorní pomůcky: zkumavky, stojan na zkumavky, vaříč, pipeta.

Chemikálie a materiál: vlasy, 1% roztok CuSO_4 , 10% roztok NaOH.

1.2.3 Pracovní postup

Chomáček vlasů ve zkumavce povaříme s 5 ml roztoku 10% NaOH. Po vychladnutí přidáme po kapkách roztok 1% CuSO₄. Pozorujte barevnou změnu.

1.2.4 Vyhodnocení

Přítomnost keratinu (bílkoviny) ve vlasech dokazuje vznik modrofialového až červenofialového zbarvení. Mědnaté ionty v alkalickém prostředí vytvářejí s peptidovou vazbou fialové komplexní sloučeniny.

1.3 Denaturace bílkovin

1.3.1 Teoretický úvod

Funkce všech bílkovin je podmíněna jejich strukturou. Bílkoviny jsou velmi citlivé na teplo a již při teplotě 60 °C dochází k narušení vodíkových vazeb a rozvinutí šroubovitě struktury (rozpad nativní prostorové struktury), čímž ztratí svou funkci. Za vyšších teplot se mohou i srážet a koagulovat, dochází k denaturaci bílkovin. Denaturační účinek má na bílkoviny dále i vysoké či nízké pH (změnou náboje proteinu), přítomnost detergentů (interakcí s nepolárními zbytky) nebo některých dalších chemikálií, jako jsou některé alifatické alkoholy či koncentrované roztoky některých solí (chaotropní ionty).

1.3.2 Experimentální vybavení

Laboratorní pomůcky: zkumavky, stojan na zkumavky, kádinky, lžička, kahan, pipeta.

Chemikálie a materiál: vejce, 96% ethanol, ocet, citrónová šťáva, nasycený roztok chloridu sodného, 30% roztok CuSO₄.

1.3.3 Pracovní postup

Ze dvou vajec oddělte vaječný bílek a rozmíchejte jej v kádince se 100 ml vody. Vzniklý roztok rozlejte rovnoměrně do 7 zkumavek. Do první zkumavky nalejte pouze vodu – slouží jako kontrola. Do dalších zkumavek pipetujte pomocí Pasteurovy pipety roztoky v tomto pořadí: horká voda,

ocet, citrónová šťáva, nasycený roztok chloridu sodného, 96% ethanol, roztok 30% CuSO_4 . Pozorujte změny.

1.3.4 Vyhodnocení

Změny bílku jsou důsledkem poškození bílkovin – denaturace (nevratná reakce). Pokud k takové změně dojde v organismu, může to vést k vážným následkům, až smrti. Bílkoviny obsažené ve vaječném bílku (obsahuje jich 12 %, z nichž 70 % tvoří vaječný albumin) citlivě reagují na soli těžkých kovů, ethanol, zvýšenou teplotu, kyseliny. Avšak některými organickými rozpouštědly (např. ethanol) a některými solemi (CuSO_4) se srážejí vratně (viz Tabulka 1).

Tabulka 1: Vyhodnocení reakcí vaječného bílku

Směs	Popis změny	Došlo k denaturaci
bílek + studená voda	nic	ne
bílek + horká voda	bílek se srazil	ano
bílek + ocet	bílek se srazil	ano
bílek + citrónová šťáva	nic	ne
bílek + roztok soli	bílek se srazil	ano
bílek + ethanol	bílek se srazil	ano
bílek + roztok CuSO_4	bílek se srazil	ano

1.4 Zjištění přítomnosti glutamátu v instantních polévkách

1.4.1 Teoretický úvod

Kyselina glutamová je neesenciální aminokyselina (soli se nazývají glutamáty či glutamany), která se používá ke zvýraznění chuti masových a zeleninových pokrmů, je přirozenou složkou bílkovin masa, ale i rostlinných bílkovin (rajčata, hrášek). Je často používána v potravinářském průmyslu jako aditivní kořenící látka a působí jako chuťové aditivum (E620, E621). V nezbytném povoleném množství může být součástí instantních polévek, omáček, Podravky, paštik, kečupů, dresinků, konzerv apod.

Chromatografickými metodami lze v potravinářských výrobcích zjistit přítomnost a případně i porovnat množství kyseliny glutamové a glutamátu. Detekce se provádí ninhydrinovou reakcí.

1.4.2 Experimentální vybavení

Laboratorní pomůcky: kádinky, odměrný válec, pipeta, skleněná tyčinka, lžička, nůžky, pinzeta, rozprašovač, sušárna (fén), silufolová deska nebo filtrační papír, krycí sklíčko na kádinku.

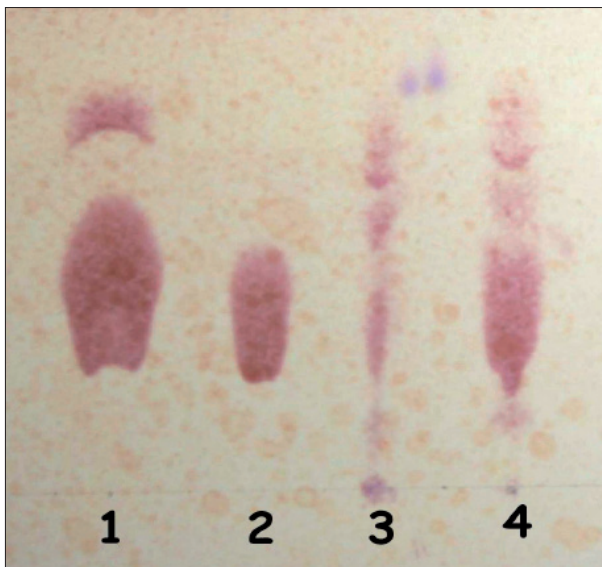
Chemikálie a materiál: 1% roztok ninhydrinu v acetonu (alternativně lze v ethanolu), 96% ethanol, 1% kyselina glutamová nebo 1% glutamát sodný (standard), amoniak (vodný roztok), vzorky instantních polévek.

1.4.3 Pracovní postup

Vzorek instantní polévky rozmíchejte v malém množství vody a nechte usadit. Připravte si silufolovou desku nebo filtrační papír (asi 8×15 cm) k chromatografii a 1 cm od spodního okraje vyznačte tužkou startovací čáru. Malou kapku připraveného vzorku naneste kapátkem nebo mikropipetou na startovací čáru, nechte kapku zaschnout a postup zopakujte třikrát. Takto postupujte se všemi instantními polévkami, které máte k dispozici. Vzorky nanášejte vedle sebe v dostatečné vzdálenosti, jako poslední naneste kapku 1% roztoku kyseliny glutamové nebo glutamátu sodného jako standardu. Chromatogram (Silufol nebo Polygram či filtrační papír) vložte do vyšší úzké kádinky s vyvíjecí směsí ethanol/amoniak v poměru 8:2 a přikryjte hodinovým sklíčkem. Asi po 2 hodinách vyjměte chromatogram z kádinky, usušte pomocí fénu a detekujte. Postříkejte ho z rozprašovače 1% roztokem ninhydrinu, poté usušte v sušárně při 110°C nebo pomocí fénu.

1.4.4 Vyhodnocení

Přítomnost kyseliny glutamové (glutamátu) obsažené v instantních polévkách se projeví červenofialovým zbarvením (viz Obr. 1).



Obr. 1 Chromatogram po detekci ninhydrinem. Vzorek 1 – kyselina glutamová, 2 – glutasol, 3, 4 – instantní polévka (převzato z http://rena.sulcova.sweb.cz/zajimave_experimenty/Zajimave_experimenty.pdf)

2 Důkaz a stanovení sacharidů

Sacharidy, nazývané také cukry (z lat. *saccharum* = cukr), tvoří početnou skupinu přírodních organických látek, s nimiž se setkáváme v našem každodenním životě. Chemické reakce sacharidů jsou založeny na reaktivitě hydroxylových a karbonylových skupin. V některých případech je možné odlišit ketózy od aldóz, pentózy od hexóz apod. Vhodnou kombinací kvalitativních reakcí lze určit složení neznámé směsi cukrů. Velkou pomocí při identifikaci sacharidů je papírová chromatografie sacharidů. Barevné reakce sacharidů lze dále využít např. pro jejich kvantitativní fotometrické stanovení, pro jejich chromatografickou detekci, případně pro identifikaci cukerných složek biopolymerů. Řada reakcí uvedených níže je podkladem metod pro spektrofotometrické stanovení cukrů.

2.1 Stanovení cukru v jablečné šťávě

2.1.1 Teoretický úvod

Redukující cukry, jako jsou například glukóza a fruktóza, způsobují sladkou chuť ovoce a ovocných šťáv. Pozitivní test na redukující cukry se dokáže pomocí vhodného oxidačního činidla, např. Fehlingova činidla (modrá skalice ve vodném alkalickém roztoku vinanu draselno-sodného).

2.1.2 Experimentální vybavení

Laboratorní pomůcky: stojan na zkumavky, zkumavky, držák na zkumavky, Pasteurova pipeta, kahan.

Chemikálie a materiál: Fehlingův roztok I a II, jablečná šťáva.

2.1.3 Pracovní postup

Připravte Fehlingovo činidlo I rozpuštěním 7 g $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ve 100 ml vody a Fehlingovo činidlo II rozpuštěním 35 g vinanu draselno-sodného a 10 g NaOH ve 100 ml vody. Ve zkumavce smíchejte 2 ml roztoků Fehlingova činidla I a II a přidejte 2 ml jablečné šťávy. Zkumavku umístěte do držáku a zahřívejte nad kahanem. Pozorujte barevné změny.

2.1.4 Vyhodnocení

Pozitivní reakce na cukry (redukující sacharidy) v jablečné šťávě dává oranžovočervené zabarvení (viz Obr. 2).



Obr. 2 Reakce glukózy s Fehlingovým činidlem (vlevo před, vpravo po reakci) (převzato z: <http://www.chempok.wz.cz/>, Martin Hrubý, Zajímavé chemické pokusy)

2.2 Důkaz redukujících sacharidů v ovoci

2.2.1 Teoretický úvod

Redukující sacharidy, mezi něž patří monosacharidy (fruktóza, glukóza) a některé disacharidy (laktóza, maltóza), lze dokázat pomocí Fehlingova činidla. Červenooranžové až červenohnědé zbarvení kapaliny způsobené vyredukovaným oxidem měďným, který se usadí na dně zkumavky, je důkazem přítomnosti redukujícího sacharidu v ovoci. Sacharidy glukóza a fruktóza, přítomné v ovoci, se řadí mezi monosacharidy s karbonylovou funkční skupinou, které jsou schopny v alkalickém prostředí redukovat měďnaté ionty (CuSO_4) na oxid měďný (Cu_2O). Navíc je možno vzniklý oxid měďný použít ke kvantitativnímu stanovení redukujících sacharidů gravimetricky či kolorimetricky.

2.2.2 Experimentální vybavení

Laboratorní pomůcky: třecí mísa s tloučkem, kádinka, nálevka, filtrační papír, stojan na zkumavky, zkumavky, Pasteurova pipeta, kahan.

Chemikálie a materiál: Fehlingův roztok I a II, destilovaná voda, dužnaté ovoce (hroznové víno, pomeranč, jablko, jahoda, ...), sacharóza (běžný cukr, který používáme ke slazení).

2.2.3 Pracovní postup

Vybraný druh ovoce rozetřete v třecí misce s trochou destilované vody na kašovitou hmotu a přefiltrujte. Napipetujte pomocí Pasteurovy pipety několik ml filtrátu ovoce do zkumavky a přidejte 2 ml Fehlingova roztoku I a II (příprava viz úloha 2.1). Obsah zkumavky krátce zahřejte nad kahanem a pozorujte barevnou změnu. Sacharózu (jako negativní vzorek) rozpustíte v trošce vody, přidejte taktéž 2 ml Fehlingova roztoku I a II a zahřejte nad kahanem.

2.2.4 Vyhodnocení

Pozitivní reakce na redukující cukry v dužnatém ovoci dává oranžovočervené zabarvení. Cukr obsahuje sacharózu, která jako neredukující cukr dává negativní reakci – modré zbarvení roztoku.

2.3 Karamelizace sacharózy

2.3.1 Teoretický úvod

Karamelizování znamená suché zahřátí cukru při vysoké teplotě, kdy se jeho vzhled proměňuje ve světle žlutou až tmavě hnědou lesklou hmotu s typickým aroma pražení. Karamelizace se také označuje jako termická degradace cukrů nebo proces oxidace cukrů. Oxidace probíhá při zahřátí cukru na teplotu vyšší než 110 °C (reakce závisí na druhu cukru). Tento proces se často používá v gastronomii. Ovocný cukr (fruktóza) má bod ohřevu při karamelizaci asi 110 °C a sladový cukr (maltóza) 180 °C. Řepný cukr (sacharóza) karamelizuje při teplotě 160 °C. Během karamelizace probíhají stovky chemických reakcí.

2.3.2 Experimentální vybavení

Laboratorní pomůcky: stojan na zkumavky, zkumavky, držák na zkumavky, kádinky, lžička, lihový kahan.

Chemikálie a materiál: sacharóza (cukr), mléko, voda.

2.3.3 Pracovní postup

Do zkumavky nasypete lžičku sacharózy a opatrně zahřívejte nad kahanem. Když se sacharóza roztaví a mírně ztmavne, rozdělte ji do dvou zkumavek. Do první přidejte mléko a do druhé zkumavky vodu. Ověřte rozpustnost. Do čisté zkumavky opět nasypete sacharózu, zkumavku umístěte do držáku a intenzivně zahřívejte nad kahanem. Pozorujte barevné změny a co se děje s obsahem.

2.3.4 Vyhodnocení

Krystalky sacharózy (řepný cukr) se při zahřívání roztavily a ztmavly, vznikl karamel. Karamel je rozpustný ve vodě i mléku. Delším zahříváním se sacharóza (cukry obecně) úplně rozkládá až na oxid uhličitý, ze zkumavky se intenzivně dýmí a na stěnách se srážejí kapky vody (vodní pára se sráží na kapalinu na chladnější stěně zkumavky).

2.4 Izolace bramborového škrobu

2.4.1 Teoretický úvod

Škrob je bílá, ve vodě málo rozpustná makromolekulární látka. Obecný vzorec škrobu je $(C_6H_{10}O_5)_n$. Průmyslově se z něj vyrábějí např. technická lepidla a glukóza. Je významnou složkou potravy, vyskytuje se např. v bramborách, v rýži nebo v obilí. Kořeny některých rostlin, např. brambor, také obsahují škrob ve formě škrobových zrn, který si ukládají do zásoby.

2.4.2 Experimentální vybavení

Laboratorní pomůcky: nůž, struhadlo, škrabka na brambory, kádinky, lžička, gáza nebo cedník.

Chemikálie a materiál: brambor, voda.

2.4.3 Pracovní postup

Bramborovou hlízu oloupejte nožem či oškrábejte škrabkou a nastrouhejte na jemném struhadle do kádinky. K nastrouhané hmotě poté přidejte trochu vody a promíchejte. Směs přecedte do čisté kádinky přes gázu či cedník. Filtrát nechte 10 minut stát a poté pozorujte.

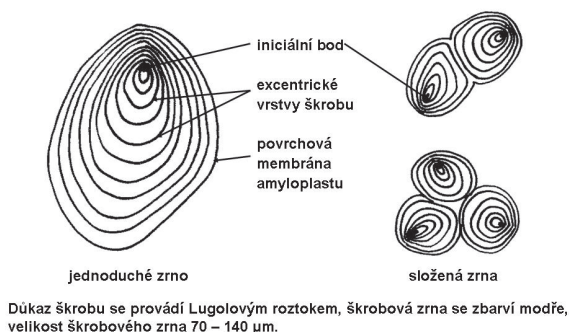
2.4.4 Vyhodnocení

Na dně kádinky s filtrátem se usadí bílý prášek – škrob. Hlíza bramboru obsahuje až 20 % škrobu. Škrob se skládá z amylózy a amylopektinu.

2.5 Škrobová zrna pod mikroskopem

2.5.1 Teoretický úvod

Škrob je nejdůležitější zásobní látkou vyšších rostlin. Slouží rostlině k uložení energie získané v průběhu procesu fotosyntézy. Škrob se ukládá v zásobních orgánech rostlin ve formě zrn, která mají pro daný rostlinný druh charakteristický tvar. Škrobová zrna se tvoří v buňce v amyloplastech. Podle počtu iniciálních krystalizačních jader se tvoří buď jednoduchá škrobová zrna (jedno krystalizační jádro), nebo složená škrobová zrna (několik krystalizačních jader) (viz Obr. 3).



Obr. 3 Škrobová zrna z hlízy lilku bramboru. Velikost škrobového zrna je 70–140 μm (převzato z: http://web2.mendelu.cz/af_211_multitext/obecna_botanika/texty-cytologie-rostlinna_bunka.html)

2.5.2 Experimentální vybavení

Laboratorní pomůcky: nůž, preparační jehla, podložní a krycí sklíčka, žiletka, kapátko.

Chemikálie a materiál: brambor, obilky ovsa či pšenice, zrnka rýže, kukuřice, mouka, pudinkový prášek, voda, Lugolův roztok (5 g jodu a 10 g KI ve 100 ml destilované vody, uchováme v tmavé lahvičce).

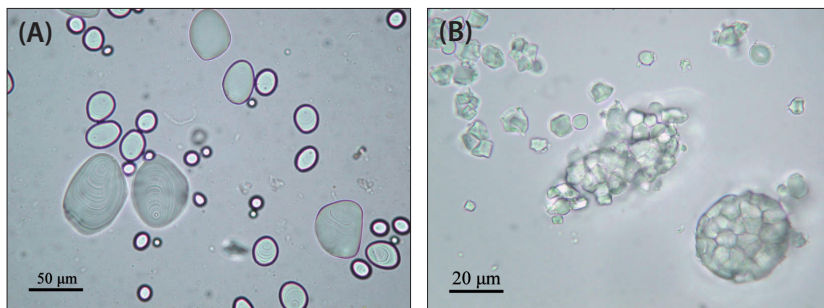
Přístroje: mikroskop.

2.5.3 Pracovní postup

Rozřízněte hlízu bramboru a pomocí preparační jehly seškrábněte trochu šťávy z řezné plochy čerstvě rozříznuté hlízy bramboru a rozetřete ji na podložní sklíčko. Přikryjte krycím sklíčkem. Tvar škrobových zrn pozorujte pod mikroskopem. Preparát pro zvýraznění škrobových zrn probarvěte Lugolovým roztokem tak, že na jednu stranu krycího sklíčka kápnete malou kapku barviva a na druhé straně přiloženým filtračním papírem odsáváte přebytečnou vodu. Tímto způsobem dosáhnete plynulejšího probarvení škrobových zrn.

Na jiná podložní sklíčka naneste velmi malá množství pšeničného, rýžového nebo kukuřičného škrobu. Lze také použít trochu mouky či pudinkového prášku rozmíchaného ve vodě k pozorování škrobových zrn. V případě použití obilek ovsa, rýže či jiné obiloviny rozpulte obilku a preparační jehlou seškrábněte trochu endospermu (vnitřní část obilky). Ve všech případech pozorujte při malém zvětšení. Zakreslete jednotlivé tvary zrn (viz Obr. 4).

2.5.4 Vyhodnocení



Obr. 4 Škrobová zrna lilku bramboru (A) a ovsu setého (B) (převzato z: http://www.sci.muni.cz/~anatomy/cytology/html/intro_2.htm)

2.6 Důkaz polysacharidu reakcí s jodem

2.6.1 Teoretický úvod

Polysacharidy jsou tvořeny více než deseti cukernými jednotkami. Řadí se k nim například škrob a celulóza. Škrob, který je možné dokázat reakcí s jodem, je složen z amylózy a amylopektinu. Amylóza poskytuje s jodem intenzivní modré zbarvení. Podstata reakce spočívá v tom, že molekuly jodu pronikají do dutin vytvořených šroubovicí polysacharidu a ve formě klathrátu jeví změněné vlastnosti. V důsledku vzniku nevazebných interakcí volných elektronových párů agregátu $KI \cdot I_n$ (Lugolova roztoku) s vodíky hydroxylových skupin uvnitř šroubovice amylózy škrobu dochází ke změně absorpční energie roztoku jódu a k posunu barevného spektra z fialové do modré oblasti (metachromazie).

2.6.2 Experimentální vybavení

Laboratorní pomůcky: Petriho misky, zkumavky, kapátko či Pasteurova pipeta.

Chemikálie a materiál: Lugolův roztok, 1% roztok glukózy, 1% roztok škrobu, izolovaný škrob z úlohy 2.4, různé druhy jogurtů, rohlík, piškoty, vločky, jablko.

2.6.3 Pracovní postup

K 1 ml 1% roztoku glukózy, škrobu a bramborového škrobu z úlohy 2.4 ve zkumavkách přikápněte kapku Lugolova roztoku. Na Petriho misky dejte vzorky potravin jako rohlík, vločky, piškoty, různé druhy jogurtů, jablko a zakápněte Lugolovým roztokem. Pozorujte zbarvení a запиšte do tabulky.

2.6.4 Vyhodnocení

Je-li ve vzorcích přítomen škrob, vzniká modré zbarvení. Červené zbarvení svědčí o přítomnosti glykogenu nebo kratších polysacharidových řetězců vzniklých částečným štěpením škrobu. Pozitivní reakci na škrob dává škrob z brambory, piškoty, rohlík, vločky. Roztok glukózy, jablko a některé jogurty dávají negativní reakci, neboť neobsahují škrob. Pozor, v případě jogurtu se může objevit pozitivní reakce u ovocného jogurtu, neboť se do něj přidává škrob na zvýšení hustoty, v bílém jogurtu by škrob být neměl.

2.7 Výroba gumových medvídků

2.7.1 Teoretický úvod

Gumoví medvídci jsou oblíbené gumové sladkosti ve tvaru medvěda, které mají původ v Německu, a velice rychle si získaly celosvětový ohlas převážně u dětí. Gumoví medvídci se skládají ze sacharózy (poměrně mnoho cukru, jedno balení může obsahovat až 80 kostek cukru), hroznového cukru, potravinářského barviva, želatiny, ochucovadel, aromat a dalších složek. Medvídci nejčastěji chutnají po ananasu, pomeranči, citronu, jahodě, malině a po jablku.

2.7.2 Experimentální vybavení

Laboratorní pomůcky: kádinky, skleněná tyčinka, špachtle, lžička, pinzeta, nůž, teploměr, filtrační nálevka, odměrný válec, alobal, gáza, vanička či plech, formičky na medvídky.

Chemikálie a materiál: sacharóza, kyselina vinná, kukuřičný škrob, želatina, kyselina jablečná, potravinářská barviva a ovocné aroma, červená řepa.

Přístroje: elektromagnetická míchačka se zahříváním (případně vařič), váhy.

2.7.3 Pracovní postup

Izolace přírodního červeného barviva:

Asi 50 g červené řepy posekejte na malé kousky a přidejte 1 lžičku cukru, ponechte působit asi 30 minut. Vzniklou suspenzi protlačte přes gázu a šťávu použijte jako barvivo.

Příprava cukrového sirupu:

Do 200 ml kádinky navažte 45 g sacharózy, přidejte špachtlí špetku kyseliny vinné a 20 ml vody. Promíchejte a zahřejte na 75 °C. Tuto teplotu udržujte asi 30 minut. Vzniká sirupovitá látka.

Do kádinky 400 ml navažte 20 g želatiny a přidejte 30 ml vody. Ponechejte 15 minut stát, než želatina nabobtná. Do druhé kádinky 200 ml navažte 55 g sacharózy, přidejte 15 ml vody a vařte tak dlouho, než roztok dosáhne teploty 115 °C. Poté ihned odstavte kádinku z vařiče.

Nabobtnalou želatinu rozehřejte (avšak teplota nesmí přesáhnout 75 °C). K teplé želatině přidejte cukrový sirup a roztok cukru. Dobře promíchejte.

Do takto připravené základní směsi přidejte 5 kapek aroma nebo ovocného sirupu. Poté přidejte trochu kyseliny jablečné a ochutnejte. Nakonec přidejte vyrobené přírodní barvivo z červené řepy nebo asi 3 kapky potravinářského barviva. Nechte směs několik minut stát a poté ji rozlévejte pomocí skleněné tyčinky či malé nálevky do formiček.

Po asi 10 hodinách medvídci ztuhnou. Pomocí pinzety je vyloupněte z formiček.

3 Důkaz a stanovení lipidů

Lipidy (z řeckého *lipos* = tučný) jsou heterogenní skupinou biologických látek rostlinného i živočišného původu. Jsou velmi málo rozpustné ve vodě, ochotně se však rozpouští v nepolárních rozpouštědlech jako je benzen, ether či chloroform. Zahrnují chemicky tak odlišné sloučeniny, jako jsou triacylglyceroly (tuky), oleje, vosky, vitamíny, terpeny, steroidy (cholesterol), karotenoidy. Z biologického hlediska slouží tuky jako významný zdroj energie a také plní funkci zásobní. Tuky jsou za běžných teplot pevné látky (převládají zde nasycené mastné kyseliny), oleje jsou kapaliny (převládají nenasyčené mastné kyseliny).

3.1 Důkaz tuků v potravinách

3.1.1 Teoretický úvod

Tuky (lipidy) jsou látky jak rostlinného, tak živočišného původu. Z chemického hlediska jde o estery glycerolu a vyšších mastných kyselin. Mezi tuky živočišného původu, které obsahují nasycené mastné kyseliny, se mohou řadit ty obsažené v mase, mléce, másle, šlehačce, sýrech, vejcích, paštikách, salámech a podobně, a určitou měrou přispívají i ke zvyšování cholesterolu v krvi. Oproti tomu tuky rostlinného původu jsou tělu prospěšnější, obsahují nenasyčené mastné kyseliny, a vyskytují se ve lněném oleji, avokádu, sóje, olivovém oleji, slunečnicovém a dalších rostlinných olejích.

Nepolární azobarvivo Sudan III se používá na důkazovou reakci lipidů.

3.1.2 Experimentální vybavení

Laboratorní pomůcky: kádinky, filtrační papír, třecí miska s tloučkem.

Chemikálie a materiál: barvivo Sudan III v ethanolu, 96% ethanol, ocet, voda, olej, sádlo, sýr, ořechy, semínka dýně či slunečnice, kokos, mák, maso.

3.1.3 Pracovní postup

Filtrační papír nastříhejte na čtverce asi 4 × 4 cm. Vzorky vody, octa a oleje nakápněte na filtrační papír. V případě tuhých vzorků (ořechy, mák, ...)

je rozmačkejte mezi listy filtračního papíru a odstraňte zbytky materiálu. Všimněte si, zda na papíře zůstala „mastná skvrna“. Takto připravené vzorky na filtračním papíru vložte na 2 minuty do roztoku barviva Sudan III. Poté papíry proplachujte v ethanolu, dokud se nevymyje přebytečné barvivo.

3.1.4 Vyhodnocení

Mastná skvrna na papíře se barvivem Sudan III zbarví na červenou. Voda a ocet neobsahují tuky, proto nepozorujeme červenou skvrnu tak jako v případě ostatních vzorků (ořechy, sýr, maso, ...).

3.2 Důkaz tuků v buňkách kvasinek

3.2.1 Teoretický úvod

Kvasinky jsou jednobuněčné houbové mikroorganismy. Cytoplazmatická membrána je složena z fosfolipidů a proteinů. Jsou výborným pokusným objektem, neboť ve 100 g kvasinek je asi 1,3 g tuku. Obsahují lipidy strukturní (volné steroly v membráně), zásobní (sterolové estery) a funkční (deriváty fosfoglyceridů).

Pekařské droždí je živý organizmus. Obsahuje miliardy mikroorganismů – kvasinek. Ty jsou viditelné jen pod mikroskopem, ale pro představu, 1 g droždí jich obsahuje cca 10 miliard. Nepolární azobarvivo Sudan III se používá na důkazovou reakci lipidů v buňce kvasinek.

3.2.2 Experimentální vybavení

Laboratorní pomůcky: kádinky, kapátko, krycí a podložní sklíčko.

Chemikálie a materiál: barvivo Sudan III v ethanolu, kvasnice (pekařské droždí).

Přístroje: mikroskop.

3.2.3 Pracovní postup

V malé kádince připravte mléčně zbarvenou suspenzi kvasnic. Kapku suspenze přeneste na podložní sklíčko a přidejte kapku alkoholového roztoku Sudan III. Po chvíli přikryjte krycím sklíčkem a pozorujte v mikroskopu při zvětšení asi 60krát.

3.2.4 Vyhodnocení

V buňkách kvasinek se nachází červeně zbarvené kapičky – přítomnost tuků.

3.3 Žluknutí tuků

3.3.1 Teoretický úvod

Žluknutí (též oxidace tuků) je proces oxidace dvojných vazeb nenasyčených mastných kyselin obsažených především v tucích a jiných lipidech vzdušným kyslíkem. Výsledkem tohoto procesu jsou nežádoucí produkty, zejména aldehydy a ketony, které negativně mění jak zdravotní působení, tak i chuťový projev a vůni potravin obsahujících nenasyčené mastné kyseliny. Následkem je částečné nebo úplné znehodnocení potravin. Chemickou podstatou žluknutí je adice molekuly vzdušného kyslíku na dvojnou vazbu mastné kyseliny za vzniku peroxidu s následným štěpením uhlíkového řetězce za vzniku dvou koncových aldehydických skupin. Tekuté oleje s vysokým podílem nenasyčených mastných kyselin jsou k oxidaci náchylnější než tuhé tuky. Oxidaci podporuje působení ultrafialového záření a může být také urychlena vhodnými enzymy. Naopak potlačují ji tzv. antioxidanty.

3.3.2 Experimentální vybavení

Laboratorní pomůcky: zkumavky, pipeta, nůž, skleněná tyčinka, váhy, kádinka, vaříč, modrý lakmusový papírek.

Chemikálie a materiál: líh (ethanol), čerstvé a staré žluklé máslo.

3.3.3 Pracovní postup

V 5 ml ethanolu rozpustíte v jedné zkumavce 1 g čerstvého másla a v druhé zkumavce 1 g žluklého másla. Zkumavky vložte do vodní lázně a zahřívejte. Do zkumavek vložte vlhký lakmusový papírek tak, aby byl ponořený do roztoku ve zkumavce. Sledujte změnu barvy modrého lakmusového papírku.

3.3.4 Vyhodnocení

U druhé zkumavky s rozpuštěným žlutým máslem pozorujeme změnu modré barvy papírku na červenou. Tuky působením tepla, světla, mikro-organismů a za přítomnosti vody a vzduchu žlutnou. Nastává proces jejich oxidace a vznikají různé aldehydy, ketony a nižší karboxylové kyseliny, které způsobují změnu barvy indikátoru lakmusu.

3.4 Rozpustnost tuků

3.4.1 Teoretický úvod

Společným znakem lipidů je přítomnost velkých nepolárních uhlovodíkových struktur v molekulách, které jsou příčinou jejich hydrofobního charakteru. Jejich nerozpustnost v polárních rozpouštědlech vede k jejich ukládání v organismu jako zásobních látek, jsou také rozpouštědly důležitých biologických látek (vitaminů, hormonů, dále různých léčiv, barviv...).

3.4.2 Experimentální vybavení

Laboratorní pomůcky: zkumavky, zátka, stojánek na zkumavky, pipeta.

Chemikálie a materiál: aceton, benzín, diethylether, voda, jedlý olej, pokrmový tuk, sádlo.

3.4.3 Pracovní postup

Do 4 označených zkumavek nalejte po 5 ml rozpouštědla (voda, aceton, benzín, diethylether) a do každé zkumavky přidejte 1 ml oleje, zazátkujte a protřepejte. Pozorujte, zda se olej rozpouští. Totéž zopakujte pro pokrmový tuk či sádlo.

3.4.4 Vyhodnocení

Ve vodě (polární rozpouštědlo) se tuky a oleje nerozpouštějí vůbec a tvoří různorodou směs – emulzi. Při promíchání se pouze rozptýlí na kapičky (emulguje), potom se ale od vody opět oddělí. V polárních rozpouštědlech jako benzín či diethylether se tuky rozpouští.

3.5 Stanovení volných mastných kyselin v rostlinném oleji

3.5.1 Teoretický úvod

Mastné kyseliny jsou alifatické monokarboxylové kyseliny získané hydrolyzou přirozených lipidů. Mastné kyseliny se vyskytují hlavně jako estery v přírodních tucích a olejích, ale mohou být přítomné v neesterifikované podobě jako volné mastné kyseliny, které jsou transportní formou přítomnou v krevní plazmě. Mastné kyseliny v přírodních tucích mají zpravidla nevětvený řetězec obsahující sudý počet uhlíkových atomů, protože jsou syntetizovány z dvouuhlíkatých jednotek.

3.5.2 Experimentální vybavení

Laboratorní pomůcky: titrační baňka, byreta.

Chemikálie a materiál: fenolftalein (1% ethanolový roztok), 0,1 M hydroxid sodný v ethanolu, vzorky oleje (olivový, slunečnicový, řepkový, ...).

3.5.3 Pracovní postup

Stanovení obsahu volných mastných kyselin v rostlinném oleji (stanovení čísla kyselosti) proveďte následujícím způsobem:

Do titrační baňky odměřte 10 ml oleje, tento olej rozpustíte ve 100 ml ethanolu a přidejte 5 kapek roztoku fenolftaleinu. Roztok titrujte odměrným roztokem hydroxidu sodného v ethanolu do růžového zbarvení. Zopakujte třikrát a zapište si průměrnou spotřebu činidla v ml.

3.5.4 Vyhodnocení

Jaký je obsah volných mastných kyselin v analyzovaném oleji? Vyjádřete jako obsah olejové kyseliny v hmotnostních procentech.

3.6 Vlastnosti mýdla

3.6.1 Teoretický úvod

Mýdlo můžeme považovat za sodnou či draselnou sůl vyšších mastných kyselin – například palmitan sodný $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}\text{COONa}$, který se ve vodě rozkládá za vzniku kyseliny palmitové $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}\text{COOH}$ a hydroxidu

sodného. Kyselina palmitová reaguje s chloridem vápenatým nebo hořečnatým za vzniku sraženin, které mají bílou barvu. Sodná mýdla jsou tuhá a používají se jako čistící a prací prostředky. Naopak draselná mýdla jsou mazlavá a používají se k výrobě dezinfekčních přípravků. Mýdla vznikají reakcí zvanou zmýdelňování, což je alkalická hydrolyza esterů za vzniku příslušného alkoholu a alkalické soli mastné kyseliny.

3.6.2 Experimentální vybavení

Laboratorní pomůcky: Petriho miska, zkumavky, stojan na zkumavky, pipeta, struhadlo.

Chemikálie a materiál: fenolftalein (1% ethanolový roztok), 96% ethanol, 5% roztok CaCl_2 a MgCl_2 , 20% roztok kyseliny sírové, mletý pepř, červená paprika, Jar, olej, mýdlo.

3.6.3 Pracovní postup

1. Asi 2 g nastrouhaného mýdla rozpustíte v 1 ml 96% ethanolu ve zkumavce. Přikápněte 2 kapky fenolftaleinu. Pozorujte zbarvení.
2. Po malých dávkách přidávejte asi 10–15 ml vody do zkumavky z úkolu č. 1, zkumavku protřepávejte a sledujte barvu roztoku.
3. Obsah zkumavky rozdělte do 2 zkumavek:
 - a) do první zkumavky přidejte 1 ml 5% roztoku chloridu vápenatého nebo chloridu hořečnatého,
 - b) do druhé zkumavky přidejte 1 ml 20% roztoku kyseliny sírové.
4. Petriho misku naplňte vodou a na hladinu nasypete mletý pepř. Dopro střed hladiny ponořte růžek mýdlové kostky a pozorujte.
5. Obarvíte olej červenou paprikou. Dvě zkumavky naplňte vodou:
 - a) do první zkumavky přidejte pár kapek Jaru,
 - b) do obou zkumavek nalijte asi 2 ml obarveného oleje,
 - c) zkumavky důkladně protřepejte.

3.6.4 Vyhodnocení

1. Mýdlo se v lihu nerozpouští, proto se fenolftalein nezbarví.
2. Čím více vody přiléváme, tím více se mýdlo rozpouští a roztok se zbarvuje fialově, je alkalický v důsledku přítomnosti hydroxidu sodného vzniklého rozkladem mýdla. Vzniká kyselina palmitová.

3. a) Mýdlo se sráží – přítomnost bílé sraženiny, vznikají nerozpustné vápenaté nebo hořečnaté soli mastných kyselin.
b) Vznikají sraženiny, silná kyselina H_2SO_4 vytěsňuje z roztoku mýdla mastné kyseliny, které jsou ve vodě nerozpustné.
4. Mýdlo je složeno z dlouhých molekul, které mají dva konce: hydrofilní = „vodě přátelský“ a hydrofobní = „vodě nepřátelský“. Při rozpouštění pronikají hydrofilní konce molekul do vodní hladiny, rovnají se v ní vedle sebe, rozdělují ji, a tím snižují povrchové napětí vody. V důsledku snížení povrchového napětí vody klesá pepř na dno zkumavky.
5. Olej je hydrofobní kapalina. Jar obsahuje molekuly, které mají hydrofilní a hydrofobní konec. Podle principu „stejný se rozpouští ve stejném“ pronikají hydrofobní konce molekul Jaru do oleje, kdežto hydrofilní konce vyčnívají z povrchu každé olejové kapky. Tyto hydrofilní konce jsou stejně (záporně) nabity a navzájem se odpuzují. Nemohou se tedy opět shlukovat a vznášejí se, jelikož jsou velmi lehké, ve vodě. Taková směs kapalin se nazývá emulze.

4 Stanovení a důkazy vitamínů

Vitamín (někdy také *vitamin* – podle latinského *vita* a *amine* = „životně důležité aminy“, ačkoli podle dnešních poznatků nejde o aminy, název se ujal) je látka, která spolu s bílkovinami, tuky a sacharidy patří k základním složkám lidské potravy. V lidském organismu mají vitamíny funkci katalyzátorů biochemických reakcí. Podílejí se na metabolismu bílkovin, tuků a cukrů. Existuje 13 základních typů vitamínů. Lidský organismus si, až na některé výjimky, nedokáže vitamíny sám vyrobit, a proto je musí získávat prostřednictvím stravy.

4.1 Kvantitativní důkaz vitamínů

4.1.1 Teoretický úvod

Vitamíny dělíme na rozpustné v tucích (vitamín A, D, E, K) a rozpustné ve vodě (vitamín C, H – biotin a skupina vitamínu B – B-komplex). Komplex vitamínů B – pro člověka má význam B₁, B₂, B₆, B₁₂, H a PP faktor.

4.1.2 Experimentální vybavení

Laboratorní pomůcky: třecí miska s tloučkem, filtrační aparatura, kádinky, zkumavky, stojánek na zkumavky, odměrná baňka, struhadlo, pH papírek.
Chemikálie a materiál: benzín, koncentrovaná H₂SO₄, Fehlingovo činidlo, 30% H₂O₂, 5% roztok dusičnanu stříbrného, 12% HCl, 0,02 M KMnO₄, anilín, nasycený roztok chloridu antimonitého (SbCl₃) v chloroformu, amoniak, mrkev, pomeranč, Celaskon, Spofavit (vitamínový doplněk stravy z lékárny), rybí tuk, šípky, kvasnice.

Činidlo I: 50 ml 5,8% NaHCO₃ a 50 ml 4% NaOH.

Činidlo II: kyselina *p*-diazobenzensulfanová (0,9 g kyseliny sulfanilové rozpustíme v 9 ml konc. HCl a doplníme vodou do 100 ml). Potom 1,5 ml tohoto roztoku nalejeme do odměrné baňky 50 ml stojící v ledu a přidáme 1,5 ml čerstvě připraveného 5% roztoku NaNO₃. Dále během 1 minuty přidáme postupně za chlazení vodu po značku 50 ml. Ponecháme ještě 15 minut v ledu za občasného protřepání.

4.1.3 Pracovní postup

1. V mrkvi, Spofavitu a šípku **dokažte vitamín A:**

- a) Dužninu šípku a kousek mrkve na jemno rozstrouhejte, dejte zvlášť do dvou zkumavek, do třetí nasypete rozdrcenou tabletku Spofavitu a do každé ze zkumavek přilijte po 3 ml benzínu. Důkladně protřepejte a nechejte ustát 3 minuty. Potom benzín slijte na hodinové sklíčko a ponechteje odpařit. Pak na sklíčko přikápněte několik kapek kyseliny sírové.
- b) Asi 10 kapek rybího oleje přidejte k nasycenému chloroformovému roztoku chloridu antimonitého (3 ml).

2. **Důkaz vitamínu C:**

- a) Důkaz v Celaskonu, Spofavitu.
- b) Důkaz v přírodním materiálu (pomerančová šťáva). Nejprve musíte kyselinu L-askorbovou vázanou v askorbigenu uvolnit, např. působením kyseliny chlorovodíkové. Vitamín C dokažte těmito reakcemi:
 - zahřejte 3 ml dusičnanu stříbrného a několik kapek amoniaku + 2 ml roztoku vit. C – vzniká černá sraženina,
 - zahřejte 2 ml Fehlingova činidla + 2 ml roztoku vit. C – Fehlingův roztok se odbarvuje, vylučuje se červený oxid měďný,
 - v misce s pískem rozetřete 1 g šípků nebo citrónu a přidejte po částech 25 ml 12% HCl. Zfiltrujte, a takto získaný filtrát rozdělte na dvě části,
 - k první části filtrátu ve zkumavce přidejte stejný objem 30% H_2O_2 . Povařte asi 3 minuty a přidejte po kapkách 0,02 M roztok manganistanu draselného. Současně k druhé části filtrátu přidávejte jen 0,02 M roztok manganistanu draselného. Sledujte obě zkumavky a pozorujte odbarvení roztoků KMnO_4 v obou zkumavkách. Vysvětlete rozdílné chování.

3. **Důkaz vitamínu B_1 :**

Sušené pivovarské kvasnice rozmíchejte s vodou a nechejte stát 3 hodiny za občasného promíchání (50 ml vody na 5 g kvasnic). Roztok zfiltrujte a filtrát odpařte do sucha. Před reakcí zřeďte vodou (10 ml) a okyselte 12% HCl do pH 3.

Do zkumavky dejte 1 ml činidla I a 10 kapek činidla II. Přidejte 20 kapek extraktu z kvasnic. Je-li přítomen B_1 , vznikne žluté zbarvení, které přechází během 2–3 minut v růžové.

4. V roztoku Spofavitu a Infadinu (rybím tuku) **dokažte vitamín D:**
Do zkumavek se Spofavitem či rybím tukem přidejte 5 ml koncentrované kyseliny sírové a povařte 30–40 sekund. Žlutá barva se mění v rudou.

4.1.4 Vyhodnocení

1. a) Karoten, který se v benzínu rozpustil, se po odpaření benzínu usadí v podobě kruhů. Po přidání kyseliny sírové se zbarví modrofialově až hnědě.
1. b) Modré zbarvení roztoku dokazuje přítomnost vitamínu A. Po zmiizení modrého zbarvení se roztok zbarví červeně, což dokazuje přítomnost vitamínu D.
2. a, b) Kyselina L-askorbová má silné redukční účinky, ztrátou vodíku se dehydrogenuje na kyselinu L-dehydroaskorbovou.
Pozn. Reakce není specifická, dává ji řada jiných látek, např. fruktóza, laktóza, pepsin aj.
3. Thiamin poskytuje při reakci s diazotovanou kyselinou sulfanilovou sloučeninu, která je růžově zbarvena vzniklým azobarvivem.
4. Reakcí vitamínu D s H_2SO_4 dochází k eliminaci vody a poté sulfonaci – vzniká kyselina sulfonová, která dává červené zbarvení.

4.2 Ověření množství vitamínů C v ovoci a zelenině

4.2.1 Teoretický úvod

Vitamín C (kyselina askorbová) je látka rozpustná ve vodě a vitamín nezbytný k životu a udržení tělesného zdraví. Je citlivý na teplo a vysoce citlivý na oxidaci. Při tepelném zpracování potravin v nich dochází k úbytku vitamínu C. Vařením se ničí až 60 % vitamínu C, sušením až 50 %, šetrnější je dušení v páře. Velké ztráty způsobuje tepelná konzervace. Nejšetrnější k vitamínu C je mražení.

4.2.2 Experimentální vybavení

Laboratorní pomůcky: třecí miska s tloučkem, filtrační aparatura, nálevka, zkumavky.

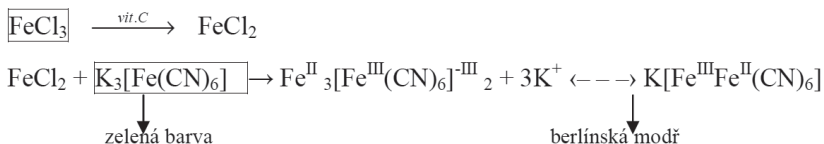
Chemikálie a materiál: 5% roztok chloridu železitého, 5% roztok hexakyno-železitanu draselného, tableta Celaskonu, vzorek ovoce či zeleniny (jablko, citron, cibule, mrkev, ...).

4.2.3 Pracovní postup

Rozetřete asi 5 g vzorku s 5 ml destilované vody v třecí misce a směs přefiltrujte do čisté zkumavky. K filtrátu přidejte 2 ml roztoku chloridu železitého a potom stejný objem roztoku hexakyno-železitanu draselného. Zaznamenejte barevné změny ve zkumavce a porovnejte barevné výsledky u použitých vzorků ovoce a zeleniny s kontrolním vzorkem (Celaskonem).

4.2.4 Vyhodnocení

Po přidání obou směsí roztoků k vitamínu C se směs zbarví temně zeleně. Časem přechází zbarvení do modrozelené (berlínská modř). Barevné změny jsou důsledkem přítomnosti vitamínu C jako redukčního činidla.



4.3 Množství vitamínu C v nápojích

4.3.1 Teoretický úvod

V potravinářském průmyslu se kyselina askorbová (vitamín C) používá k omezení oxidace v potravinách. Snižuje oxidaci tuků, přidává se proto zejména do uzenin, ve kterých pomáhá udržovat červenou barvu. Množství vitamínu C lze určit titrací po odečtení z kalibrační křivky standardu.

4.3.2 Experimentální vybavení

Laboratorní pomůcky: titrační baňka, byreta, pipeta.

Chemikálie a materiál: tablety Celaskonu, 0,1% roztok vitamínu C (pome-
rančový džus, limonáda), 6 M kyselina octová, 1% roztok škrobu, roztok
jodu v KI (1% KI, 0,125% I₂).

4.3.3 Pracovní postup

Nejprve si připravte kalibrační křivku pomocí titrace standardu Celaskonu: do titrační baňky 125 ml odpipetujte 25 ml standardu o známé koncentraci, přidejte 2 ml 6 M kyseliny octové a 3 ml 1% škrobu. Pomocí byrety titrujte roztokem jodu v KI až do modrého zbarvení a zaznamenejte spotřebu. Zákreslete titrační křivku.

Pro vlastní titraci pro určení kvantitativního množství vitamínu C v nápoji použijte přefiltrovaný džus, limonádu či šťávu z kompotu. Použijte postup stejný jako pro titraci Celaskonu, podle spotřeby titračního roztoku jodu v KI odečítejte příslušnou koncentraci vitamínu C.

4.3.4 Vyhodnocení

Pro titraci se používá roztok jodu v KI a detekuje se pomocí reakce jodu se škrobem (do modrého zbarvení v bodě ekvivalence).

5 Analýza medu

Med je hustá sladká a lepkavá kapalina vytvářená včelami, případně i jiným hmyzem, sběrem a zahušťováním sladkých šťáv – především nektaru květů (med květový) a výměšků hmyzu (mšice, medovice) živícího se sáním mízy rostlin (med medovicový). Na 1 kg medu musí včely obletět přibližně milion květů. Ne nadarmo se tedy říká pilný jako včelka.

Medů je několik druhů, které se liší květinami, které včely navštíví. Základní tři druhy jsou: med květový, med míšený, med lesní. Med květový je přírodní koncentrát nektarů z květů rostlin, v převážné většině z rostlin léčivých. Je snadno stravitelný díky vyššímu obsahu jednoduchých cukrů – glukózy a fruktózy. Med lesní je zpravidla tmavší, což způsobují rostlinná barviva v míze dřevin. V porovnání s květovými medy obsahuje více fruktózy a dextrinů, ale hlavně větší množství minerálních látek a stopových prvků. Smíšený med se získá z opylení malin, lípy a ostružin, ale také z bylin a později kvetoucích květin. Tento med je tmavší barvy než květový med a krystalizace je pomalejší.

5.1 Stanovení kyselosti medu

5.1.1 Teoretický úvod

Běžně je pH medu v rozmezí hodnot 3,2 až 4,5. Tento relativně vysoký stupeň kyselosti zabraňuje růstu bakterií způsobujících infekci. Kyselost také závisí na druhu medu. Například med květový má všeobecně nižší pH než med lesní, neboli medovicový med.

Kyselost medu je stanovována titrací zásadou. Stanovení kyselosti medu je tedy založeno na alkalimetrickém stanovení s využitím odměrného roztoku hydroxidu sodného (NaOH) titrační metodou na acidobazický indikátor fenolftalein. Spotřebované množství zásady (NaOH) v ml na neutralizaci kyselin v 1 kg medu je poté mírou obsahu volných kyselin vyjádřených jako miliekvivalent na kg (mekv/kg) medu.

Legislativní požadavky na kyselost medu (v mekv/kg) dle Přílohy č. 3 k vyhlášce č. 76/2003 Sb.:

Med květový	50,0 mekv/kg
Med medovicový (lesní)	50,0 mekv/kg
Med pekařský (průmyslový)	80,0 mekv/kg

5.1.2 Experimentální vybavení

Laboratorní pomůcky: skleněná tyčinka, titrační baňka, byreta, pipeta, pH metr se skleněnou elektrodou (případně univerzální indikátorový pH papírek).

Chemikálie a materiál: vzorky medu, fenolftalein (1% ethanolový roztok), 0,1 M hydroxid sodný.

5.1.3 Pracovní postup

K 10 g medu přidejte 75 ml destilované vody a roztok rozmíchejte skleněnou tyčinkou až do rozpuštění medu. Pomocí univerzálního indikátorového pH papírku ověřte pH medu. Poté přidejte asi 5 kapek fenolftaleinu a za stálého míchání titrujte z byrety 0,1 M roztokem hydroxidu sodného do růžového zbarvení, které je stabilní 10 sekund. Titrace nesmí trvat déle než 1 minutu! Výslednou spotřebu hydroxidu sodného odečteme na desetiny mililitru.

U tmavého medu může být růžové zbarvení velmi málo patrné, proto místo 10 g medu navažte jen 5 g (pozor – u hodnocení výsledku nutno násobit dvěma).

5.1.4 Vyhodnocení

Kyselost medu vyjádřete jako množství 1 M NaOH spotřebovaného k neutralizaci volných kyselin ve 100 g medu. Spotřeba 0,1 M roztoku hydroxidu sodného v ml při titraci 10 g medu udává počet ml 1 M NaOH spotřebovaných k neutralizaci kyselin ve 100 g medu.

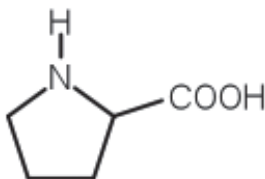
5.2 Stanovení obsahu prolinu v medu

5.2.1 Teoretický úvod

Prolin (viz Obr. 5) je nejvýznamnější aminokyselinou obsaženou v medu. Obsah prolinu je důležitý pro určení vyzrálosti a pravosti medu. Stanovuje se s cílem zjistit vyzrálost medu a jeho případné porušení přidavkem exogenních cukrů po vytočení medu. V Německu se považují medy s obsahem prolinu nižším jak 180 mg/kg za podezřelé z falšování medu.

Princip stanovení:

Prolin tvoří po reakci s kyselinou mravenčí s ninhydrinem barevný komplex. Po přidání 2-propanolu je měřena absorbance při vlnové délce 510 nm. Interference ostatních aminokyselin je $\leq 5\%$.



Obr. 5 Vzorec prolinu

5.2.2 Experimentální vybavení

Laboratorní pomůcky: pipeta, byreta, odměrný válec, odměrná zkumavka, zkumavky se zátkami, titrační baňka, lžička, magnetické míchadlo, univerzální pH papírek.

Chemikálie a materiál: prolin, koncentrovaná kyselina mravenčí, 3% roztok ninhydrinu v ethylenglykolmonomethyletheru, 2-propanol, vzorky medu.

Přístroje: spektrofotometr.

5.2.3 Pracovní postup

Ze zásobního roztoku prolinu (40 mg v 50 ml destilované vody) připravte standardní roztok prolinu do 25 ml odměrné baňky (0,8 mg v 25 ml destilované vody). Do kádinky navažte přibližně 5 g medu a rozpustě jej v 50 ml destilované vody. Roztok kvantitativně převedte do odměrné baňky 100 ml, doplňte destilovanou vodou po rysku a promíchejte.

Připravte si pět odměrných baněk 25 ml a řádně si je označte popiskami. Do první odměrné baňky 25 ml odpipetujte 0,5 ml roztoku medu, do druhé 0,5 ml destilované vody a do zbylých tří baněk 0,5 ml standardního roztoku prolinu. Do všech pěti baněk přidejte 1 ml koncentrované kyseliny mravenčí a 1 ml 3% roztoku ninhydrinu. Baňky uzavřete a 15 minut s nimi intenzivně třepějte. Poté je vložte na 15 minut do vroucí lázně a nakonec na 10 minut do vodní lázně o teplotě 70 °C. Po vyjmutí přidejte 5 ml 50% roztoku 2-propanolu a ihned baňku uzavřete a ponechtejte chladnout. Po 45 minutách změřte jejich absorbanci při 510 nm proti slepému pokusu (baňka č. 2 pouze s vodou).

5.2.4 Vyhodnocení

Obsah prolinu v analyzovaném vzorku medu (v mg prolinu na 1 kg medu) lze vypočítat následovně:

$$x = [(A_{vz} \cdot m_{st}) / (A_{st} \cdot m_{vz})] \cdot 80$$

A_{vz} absorbance vzorku medu

A_{st} absorbance standardu prolinu

m_{st} navážka prolinu na přípravu standardního roztoku v mg

m_{vz} navážka medu v g

80 zředovací faktor

5.3 Důkaz porušení medu sacharózovým sirupem

5.3.1 Teoretický úvod

Jednoduchý test na falšování medu (viz Obr. 6) je pouze orientační a rozezná pouze silnější porušení medu. Princip metody spočívá v rozdílné rozpustnosti a chování se medu a porušovadla ve studené vodě. Neporušený med postupně vléváný do sklenice se studenou vodou se při průchodu vodního sloupce viditelně nerozpouští a pravidelně se skládá u dna sklenice. Čím větší podíl v medu tvoří přímísenina sacharózového sirupu, tím více dochází při vlévání takto porušeného medu do studené vody k jejímu zakalení a nepravidelným turbulencím vlivem nestejného rozpouštění medu a umělé přidané sacharózy.

5.3.2 Experimentální vybavení

Laboratorní pomůcky: kádinky či sklenice s vodou.

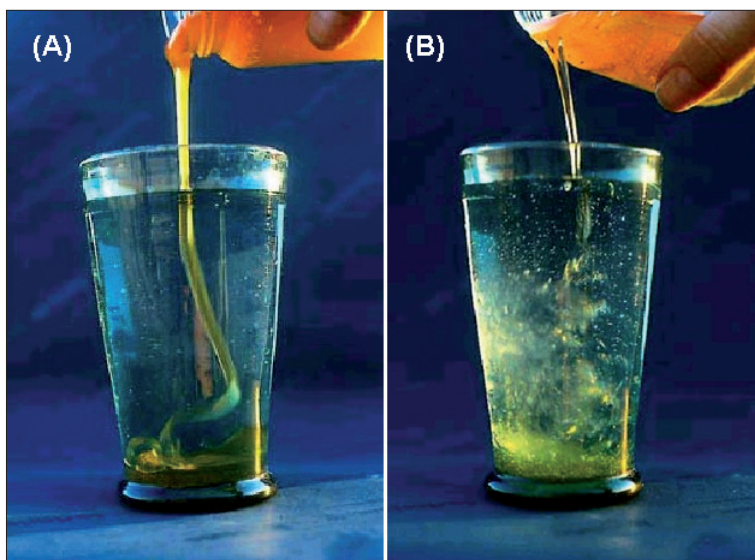
Chemikálie a materiál: vzorky medu.

5.3.3 Pracovní postup

Do kádinek s vodou lijeme vzorky medu a pozorujeme jejich chování při lití.

5.3.4 Vyhodnocení

- a) Čistý med proudí a skládá se bez rozpouštění.
- b) Med míchaný homogenně se stejným množstvím 70% cukrového sirupu neteče tak přímo a vytváří zakalení téměř okamžitě, ale zvláště po lití většího množství nebo je-li mírně narušený vodou. Medový sirup se skládá nepravidelně na dně.
- c) 70% cukrový sirup, zakalení je ještě silnější a nenastává zřetelné usazování na dně.



Obr. 6 Jednoduchý test na falšování medu – pravý med ve studené vodě (A), med smíchaný se 70% cukrovým sirupem (B) (převzato z <http://ovcvsypardubice.blog.cz/0602/o-falsovani-medu-trocha-teorie>)

6 Analýza mléka

Mléko jako produkt mléčných žláz samic savců je základním zdrojem výživy hlavně pro mláďata. S mlékem se setkáváme v různých podobách. Může to být čerstvé mléko, zkyslé mléko, sušené mléko apod. Rostlinnými náhražkami kravského mléka jsou sójové mléko, rýžové mléko, mandlové mléko aj.

Mléko je zdrojem kvalitních živočišných bílkovin, jejichž obsah se odtučňováním ani při tepelných úpravách příliš nemění (spíše jejich kvalita). Poměr dvou hlavních bílkovin mléka – kaseinu a syrovátkového proteinu (laktalbuminu) v mléce je 4 : 1.

Průměrné složení syrového kravského mléka je následující (převzato z: http://cit.vfu.cz/ivbp/wp-content/uploads/2011/07/VY_04_03.pdf):

voda	87 %
lipidy	4,1 %
bílkoviny	3,3 %
sacharidy (laktóza)	4,8 %
minerální látky	0,7 %

6.1 Důkaz vody v mléce

6.1.1 Teoretický úvod

Voda je hlavní složkou mléka a je v něm obsažena z 80–90 % v závislosti na zdroji. Mateřské mléko obsahuje 83–90 % vody, mléko kobyly 87–91 % a mléko kravské 85–89 %.

6.1.2 Experimentální vybavení

Laboratorní pomůcky: Petriho miska, lžička.

Chemikálie a materiál: mléko, bezvodý CuSO_4 .

6.1.3 Pracovní postup

Do Petriho misky nalejte trochu mléka a malou lžičku bezvodého CuSO_4 . Pozorujte barevnou změnu krystalků.

6.1.4 Vyhodnocení

Bílé krystalky CuSO_4 ve vodě zmodrají, neboť na sebe naváží molekuly vody a vzniká $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ (pentahydrát síranu měďnatého, je též znám jako modrá skalice). V bezvodém stavu tvoří bílý prášek, který přijímáním vody modrá.

6.2 Izolace laktózy a kaseinu z mléka

6.2.1 Teoretický úvod

Disacharid laktóza (mléčný cukr) má stejnou kalorickou hodnotu jako sacharóza (řepný cukr), i když nižší glykemický index. Na rozdíl od sacharózy však není laktóza tak sladká a může se tedy stát skrytým zdrojem nežádoucích kalorií (1 l nekysaného mléka obsahuje asi 45 g cukru, což jsou asi 3 polévkové lžice). Redukující sacharidy jako je laktóza lze dokázat reakcí s Fehlingovým činidlem.

Kasein a další bílkoviny jako albuminy, globuliny a syrovátkové bílkoviny jsou výborným zdrojem vápníku. Z jogurtu člověk bílkoviny vstřebává rychleji než z mléka. Kasein se sráží z mléka při hodnotě pH, která je blízká jeho izoelektrickému bodu. Důkaz kaseinu jako bílkoviny lze provést biuretovou reakcí.

6.2.2 Experimentální vybavení

Laboratorní pomůcky: kádinky, skleněná tyčinka, zkumavky, držák na zkumavky, kahan, filtrační aparatura, teploměr.

Chemikálie a materiál: mléko, 8% kyselina octová (ocet), 20% roztok hydroxidu sodného, 1% roztok síranu měďnatého, Fehlingovo činidlo I a II.

6.2.3 Pracovní postup

Do kádinky nalejte 20 ml mléka, přidejte 5–6 kapek kyseliny octové (ocet) a zamíchejte. Zahřejte na 50 °C a vzniklou bílou sraženinu zfiltrujte.

Přeneste několik ml filtrátu do zkumavky a zalkalizujte přebytkem hydroxidu sodného. Přidejte po 2 ml Fehlingova činidla I a II a zahřejte.

Se vzniklou sraženinou proveďte důkaz bílkovin pomocí biuretové reakce. Přidejte ke sraženině 1 ml roztoku hydroxidu sodného a opatrně po kapkách roztok síranu měďnatého.

6.2.4 Vyhodnocení

Při reakci filtrátu s Fehlingovým činidlem vzniká červenooranžový oxid měďný, protože laktóza je redukující sacharid.

Po přidání kyseliny octové (ocet jako její zředěný roztok) do mléka se změni pH roztoku a vysráží se bílá sraženina – volný kasein (patří mezi fosfoproteiny). Při biuretové reakci se obsah zkumavky zbarví modrofialově – důkaz přítomnosti bílkovin.

6.3 Stanovení kyselosti mléka

6.3.1 Teoretický úvod

Laktóza obsažená v mléce je postupně přeměňována bakteriemi z mléka na kyselinu mléčnou. Mléko se zkazí (zkysne), pokud se koncentrace kyseliny mléčné zvýší nad určitou hodnotu. Tato hodnota (kyselost mléka) se udává ve stupních °D. Jeden °D odpovídá 0,1 g kyseliny mléčné v 1 litru mléka. Čerstvé mléko obsahuje méně než 18 °D a nad 40 °D mléko „tvarohovatí“.

Celkovou titrační kyselost mléka zjistíme alkalimetrickou titrací hydroxidem sodným na fenolftalein jako indikátor.

6.3.2 Experimentální vybavení

Laboratorní pomůcky: titrační baňka, byreta, pipety.

Chemikálie a materiál: fenolftalein (1% ethanolový roztok), heptahydrát síranu kobaltnatého, 0,1 M hydroxid sodný, vzorek mléka (čerstvé nepasterované z farmy, pasterované, krabicové, ...).

6.3.3 Pracovní postup

Do titrační baňky odpipetujte 50 ml vzorku mléka a přidejte 2 ml roztoku fenolftaleinu. Roztok titrujte z byrety odměrným roztokem hydroxidu sodného o koncentraci 0,25 M do slabě růžového zbarvení, které má srovnávací roztok (50 ml vzorku mléka s 1 ml roztoku heptahydrátu síranu kobaltnatého). Zbarvení musí vydržet po dobu 1 minuty. Zaznamenejte si spotřebu titračního činidla.

6.3.4 Vyhodnocení

1. Kyselost mléka dle Soxhlet-Henkla ($^{\circ}\text{SH}$) vypočtete jako číslo spotřeby titrace 0,25 M hydroxidu sodného na 50 ml vzorku:

$$^{\circ}\text{SH} = a \cdot 2$$

a spotřeba titračního činidla na 50 ml vzorku

2. Kyselost mléka vyjádřenou jako látkový obsah kyselin (v mmol/l) vypočtete dle vztahu:

$$N = \frac{(a \cdot c \cdot 1000)}{V_{\text{vz}}}$$

a spotřeba titračního činidla na 50 ml vzorku

c koncentrace odměrného roztoku hydroxidu sodného (tedy 0,25 M)

V_{vz} objem vzorku použitého ke stanovení kyselosti mléka v ml

3. Kyselost mléka ve stupních $^{\circ}\text{D}$ (dle Dornica):

$$\text{stupeň kyselosti mléka} \cdot ^{\circ}\text{D} = \text{spotřeba (NaOH) v ml} \cdot 4,5$$

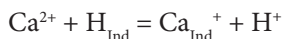
6.4 Stanovení vápníku v mléce

6.4.1 Teoretický úvod

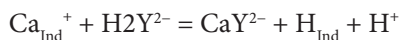
Z minerálních látek obsahuje mléko hlavně vápník (1220 mg/l), draslík (1440 mg/l), sodík (600 mg/l) a dále i hořčík a fosfor. Vápník je důležitý především pro tvorbu kostí a zubů, pro regulaci nervosvalové dráždivosti, pro správnou funkci převodního systému myokardu, pro správnou srážlivost krve a zachování vnitřního prostředí organismu. Nedostatečný příjem vápníku v seniorském věku urychluje vznik a průběh osteoporózy.

Pro stanovení vápníku v mléce lze použít komplexometrickou titraci roztokem Chelatonu (s metalochromním indikátorem) nebo gravimetrickou metodu.

Při vlastním stanovení se nejdříve vytvoří komplex z přítomných vápenatých kationů s použitým indikátorem (= Ind):



V průběhu titrace Chelaton III (dihydrát disodné soli EDTA) nejprve reaguje s volnými vápenatými kationty v roztoku a potom dochází k přechodu vápenatých kationtů vázaných indikátorem do komplexu:



6.4.2 Experimentální vybavení

Laboratorní pomůcky: titrační baňka, byreta, pipety.

Chemikálie a materiál: indikátor fluorexon, 0,1 M hydroxid draselný, 0,05 M Chelaton III, vzorek mléka (čerstvé nepasterované z farmy, pasterované, krabicové, ...).

6.4.3 Pracovní postup

Do titrační baňky odpipetujte 100 ml vzorku mléka s množstvím vápníku nejvýše 20 mg nebo menší množství vzorku, které doplníte do 100 ml destilovanou vodou. K takto upravenému roztoku přidejte 2 ml KOH, aby byl silně zásaditý (pH 12). Roztok promíchejte, přidejte indikátorovou směs (fluorexon) do zřetelně zeleného odstínu a titrujte odměrným roztokem Chelatonu III do fialově růžového zbarvení. Zaznamenejte si spotřebu titračního činidla.

6.4.4 Vyhodnocení

$$c(\text{Ca}) = \frac{[c(\text{Ch III}) \cdot V_t \cdot 10^3]}{V_v}$$

$c(\text{Ca})$ látková koncentrace vápníku (mmol/l)

$c(\text{Ch III})$ látková koncentrace odměrného roztoku Chelatonu III (mol/l)

V_t objem roztoku Chelatonu III spotřebovaný do konce titrace (ml)

V_v objem vzorku vzatý k analýze (ml)

Pro přepočet látkové koncentrace na hmotnostní se používá hodnota molární hmotnosti vápníku $M(\text{Ca}) = 40,08 \text{ g/mol}$. Výsledky se uvádějí v mg vápníku/l.

6.5 Stanovení vápníku v mléčných výrobcích

6.5.1 Teoretický úvod

Vápník představuje v lidské potravě velmi významnou složku. Naprostá většina vápníku (99 %) v lidském těle je obsažena v kostech a zubech. Kromě toho vápník napomáhá funkci srdce, svalů a nervové soustavy. Denní dávka by měla činit 800–1000 mg denně. Hlavním zdrojem vápníku v potravě je mléko a mléčné výrobky.

Pro stanovení Ca^{2+} iontů v mléce a mléčných výrobcích je možné využít chelatometrického stanovení. Principem chelatometrie je reakce Ca^{2+} s Chelatonem III (odměrným činidlem), při níž vzniká málo disociovaný, ve vodě rozpustný komplex (vždy v molárním poměru 1 : 1). Vzhledem k tomu, že stálost těchto komplexů je závislá na pH, je potřeba při chelatometrických titracích udržovat určitou hodnotu pH, čehož dosáhneme použitím tlumivých roztoků (pufrů). Indikace bodu ekvivalence je prováděna vizuálně pomocí metalochromních indikátorů, které tvoří se stanovovaným kationtem slabě zbarvený barevný komplex. Sledujeme barevnou změnu způsobenou vytěsněním kationtu z komplexu s indikátorem.

6.5.2 Experimentální vybavení

Laboratorní pomůcky: titrační aparatura, hodinové sklo, lžička, odměrné baňky 25 ml, titrační baňka, pipety.

Chemikálie a materiál: 0,05 M Chelaton III, 2 M NaOH, murexid, vzorky mléčných výrobků.

6.5.3 Pracovní postup

Na hodinové sklo odvažte 10 g vzorku (jogurt, tavený sýr, pomazánkové máslo, ...). Naváženou potravinu rozpusťte v malém množství destilované vody. Roztok přelijte do 25 ml odměrné baňky a doplňte po rysku. Sestavte titrační aparaturu. Do titrační baňky odpipetujte 10 ml vzorku. Přidejte 5 ml 2 M NaOH, špetku murexidu a dobře promíchejte. Do byrety nalijte roztok

Chelatonu III. Vzorek titrujte Chelatonem, až se zbarví fialově. Odečtěte hodnotu spotřebovaného Chelatonu a запиšte si ji.

6.5.4 Vyhodnocení

Při chelatometrii jsou látková množství vápníku a Chelatonu stejná:

$$n(\text{Ca}^{2+}) = n(\text{Chelaton})$$

pro látkové množství platí $n = m/M$ nebo $n = c \cdot V$

m hmotnost (navážka)

M molární hmotnost

c molární koncentrace

V objem

Pro výpočet látkového množství platí:

$$n(\text{Ca}^{2+}) = \frac{m(\text{Ca}^{2+})}{M(\text{Ca}^{2+})} = \frac{m(\text{Ca}^{2+})}{40,1}$$

$$n(\text{Chelaton}) = c(\text{Chelaton}) \cdot V(\text{Chelaton}) = 0,05 \cdot V(\text{Chelaton})$$

Protože platí $n(\text{Ca}^{2+}) = n(\text{Chelaton})$, můžeme odvodit vztah:

$$\frac{m(\text{Ca}^{2+})}{40,1} = 0,05 \cdot V(\text{Chelaton})$$

Z tohoto vztahu vypočteme po dosazení objemu spotřebovaného Chelatonu hmotnost vápenatých iontů $[m(\text{Ca}^{2+})]$ v 10 ml vzorku (k titraci jsme odebrali pouze 10 ml).

Výsledek musíme vynásobit 2,5krát, protože jsme k titraci odebírali 10 ml z 25 ml. Hodnota, kterou získáme, bude odpovídat hmotnosti vápníku v 10 g potraviny, kterou jsme analyzovali.

7 Chemie nápojů a pochutin

Jídlo a nápoje jsou důležitou součástí našeho každodenního života. A to jak z důvodu krytí našich výživových potřeb, tak i pro naše potěšení. Hygiena a bezpečnost proto hrají pro potravinářský průmysl nejdůležitější roli. V mnoha oblastech výroby potravin, včetně pochutin a nápojů, hraje chemická analýza klíčovou roli: od sledování kvality potravin v počátečních krocích, míchání a skladování, až po sledování odpadních vod opouštějících výrobu.

Pochutiny, což jsou poživatiny bez výživné i energetické hodnoty, v potravinářství rozdělujeme na:

- a) kořenící (koření),
- b) alkaloidní (káva, čaj, kakao – obsahují alkaloidy kofein a theobromin).

7.1 Stanovení kyselin v ovocné šťávě

7.1.1 Teoretický úvod

Celková acidita (kyselost) ovocných šťáv je způsobena přítomností karboxylových kyselin přirozeně obsažených v ovoci. Stanovení je založeno na neutralizaci kyselin hydroxidem sodným v přítomnosti indikátoru fenolftaleinu. Výsledek se vyjadřuje jako obsah ve vzorku nejvíce zastoupené kyseliny (citronové, jablečné, vinné apod.).

7.1.2 Experimentální vybavení

Laboratorní pomůcky: titrační baňka, byreta, pipety.

Chemikálie a materiál: fenolftalein (1% ethanolový roztok), 0,1 M hydroxid sodný, vzorky ovocných šťáv (mošt, ovocný džus, sirup, ...).

7.1.3 Pracovní postup

Stanovení celkového množství organických kyselin v ovocném nápoji proveďte následujícím způsobem:

Do titrační baňky odpipetujte 10 ml ovocného nápoje, ty naředte destilovanou vodou na objem přibližně 100 ml a přidejte 5 kapek roztoku fenolftaleinu. Roztok titrujte z byrety odměrným roztokem hydroxidu sodného o koncentraci 0,1 M do růžového zbarvení. Zaznamenejte si spotřebu titračního činidla.

7.1.4 Vyhodnocení

Jaký je obsah kyselin v analyzovaném nápoji? Vyjádřete jako obsah kyseliny citrónové v gramech ve 100 ml nápoje.

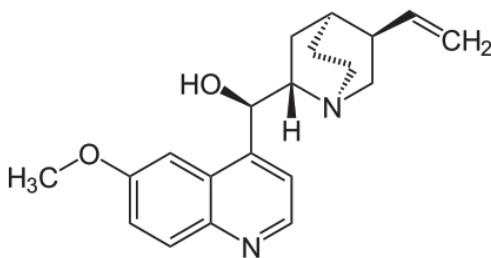
7.2 Důkaz chininu v toniku

7.2.1 Teoretický úvod

Nealkoholický nápoj hořké chuti – tonik – vznikl pravděpodobně v roce 1825 v Indii díky britským kolonizátorům. Alkaloid chinin je ve velkém množství obsažen v kůře chinovníků, ale také v dostupnějších rostlinách rodu *Remijia*, ze které se nyní vyrábí tonikové nápoje. Detekovat ho lze v nápojích chromatografií na tenké vrstvě (nejčastěji silufol) po ozáření silufolu UV světlem, neboť v UV světle chinin fluoreskuje (viz Obr. 7). Chinin se také používá jako účinné antimalarikum. Chinin (viz Obr. 8) je methoxyderivát cinchoninu s chemickým vzorcem $C_{20}H_{24}N_2O_2$. Jelikož se jedná o alkaloid, má zásadité vlastnosti.



Obr. 7 Tonik s obsahem chininu pod UV světlem, kde fluoreskuje (převzato z: http://en.wikipedia.org/wiki/Tonic_water)



Obr. 8 Chemický vzorec chininu (převzato z: http://en.wikipedia.org/wiki/Tonic_water)

7.2.2 Experimentální vybavení

Laboratorní pomůcky: chromatografická deska – plastická fólie silufol, třecí miska, kádinky, hamiltonky (lze i stříkačka s tenkou jehlou), tužka, pravítko, chromatografická vana, mikrozkušavky.

Chemikálie a materiál: 96% ethanol, vyvíjecí soustava: ethylacetát/methanol/amoniak (34 : 4 : 2), vzorky toniku obsahující chinin, komerční chinin.

Přístroje: UV lampa (s vlnovou délkou 254 a 366 nm), fén, vodní lázeň.

7.2.3 Pracovní postup

Příprava standardu:

Preparát chininu (prášek či tableta) navážíte na analytických vahách přímo (asi 200 mg) do připravených mikrozkušavek a rozpustíte v ethanolu. Pokud je povrch tablety pokryt obalem, musíte obal odstranit nebo smýt. Standardní roztok chininu přenesete do lahvičky a označte jej datem přípravy. Skladujte ve tmě a chladu (0–4 °C).

Příprava toniku:

Nápoj tonik s obsahem chininu (asi 20 ml) nalijete do odpařovací misky a necháte odpařit na vodní lázni tak, aby se objem zakonzcentroval na asi 2 ml.

Chromatografie:

Na chromatografické desce (silufolu) vyznačte měkkou tužkou místa startů. Pomocí hamiltonky (stříkačky s tenkou jehlou) naneste potřebná množství vzorků zkoncentrovaného toniku (1–4 kapky) a příslušný standardní roztok chininu. Vzdálenosti mezi nanášenými vzorky nesmí být menší než 15 mm a průměr nanášených skvrn nesmí být větší jak 5 mm. V průběhu nanášení

skvrny vysušte teplým vzduchem z fénu. Nejméně 10 minut předem před vyvíjením nalijte do chromatografické komory takový objem vyvíjecí směsi, aby její hladina byla níže než místa startu vzorku na chromatografické desce. Směs použijte pouze pro jedno vyvíjení. Komoru uzavřete sklem, obsah důkladně promíchejte (prostor komory se nasytí parami směsi, což napomáhá dokonalejšímu a rychlejšímu dělení). Po nasycení komory parami rozpouštědel do ní vložte připravené chromatografické desky a proveďte vzestupné vyvíjení. Když čelo mobilní fáze (vyvíjecí směsi) dosáhne vzdálenosti asi 20 mm od horního okraje desky, desku z komory vyjměte a čelo fáze vyznačte měkkou tužkou. Zbytky mobilní fáze z desky odstraňte vysušením volně na vzduchu nebo proudem teplého vzduchu.

7.2.4 Vyhodnocení

Látku identifikujte tak, že polohu skvrny vztáhnete k poloze skvrny standardu, který se s ní ztotožňuje nebo se nachází v těsné blízkosti. Chinin detekujte pomocí UV lampy při 366 nm. Zakreslete polohy skvrn.

7.3 Důkaz barviva v kakaovém prášku

7.3.1 Teoretický úvod

Kakao je obvyklé označení pro semena kakaovníku (*Theobroma*) a z nich vyrobený prášek. Kakaové boby se po sklizni vyjmou z rozříznutých plodů, fermentují se (2–7 dnů při teplotě 38–50 °C), potom se usuší a nakonec se praží podobně jako kávové boby. Upražené kakaové boby se pomelou a poté lisují. Lisováním se získává žluté kakaové máslo a pevný zbytek se pomele na kakaový prášek. Kakao obsahuje tělu prospěšné látky, jako flavonoidy, třísloviny a fenylalanin. Hlavní aktivní součástí kakaa je alkaloid zvaný theobromin.

7.3.2 Experimentální vybavení

Laboratorní pomůcky: kádinky, špachtle, skleněná tyčinka.

Chemikálie a materiál: kakaový prášek, jedlá soda, odbarvovač na prádlo (popřípadě dithioničitan sodný).

7.3.3 Pracovní postup

Připravte suspenzi kakaového prášku rozmícháním 3–4 lžiček kakaa v kádince s vodou a poté rozdělte do 3 kádinek. Extrakt v první kádince ponechte jako srovnávací roztok. Do druhé kádinky přidejte na špachtli trochu sody a do třetí kádinky stejné množství odbarvovače. Skleněnou tyčinkou promíchejte obsah kádinek a pozorujte barevné změny.

7.3.4 Vyhodnocení

V kádince se sodou je barva v porovnání se srovnávacím vzorkem tmavší. V třetí kádince se po přidání odbarvovače roztok odbarví. Zbarvení čokolády způsobují produkty pražení kakaových zrn (hnědá barviva chinony, které vznikají oxidací fenolu) – jde o neenzymatické hnědnutí v průběhu fermentace. Při reakci kakaového prášku s kyslíkem v alkalickém prostředí (soda) dochází k oxidaci rostlinných fenolů, a tím k tmavnutí roztoku. Rostlinné fenoly je však možné také redukovat, a to dithioničitanem sodným obsaženým v odbarvovači, a tím se docílí odbarvení roztoku.

7.4 Důkaz kofeinu v kávě a čaji

7.4.1 Teoretický úvod

Kofein je alkaloid patřící do skupiny purinových, methylových derivátů xanthinu, která zahrnuje theobromin (kakao) a theofylin (čaj). Čistý kofein je bílý hebký prášek nebo tvoří lesklé jehličkovité krystaly hořké chuti. Purinový derivát kofein se vyskytuje v listech, semenech a plodech alespoň 63 rostlin. Nejznámější jsou kávová zrna, kakaové boby, čaj, kolový oříšek, plody rostliny guarana, čajové lístky a lístky maté (yerba maté).

7.4.2 Experimentální vybavení

Laboratorní pomůcky: kádinky, lžička, hodinové sklo či allobal, kahan, mikroskop.

Chemikálie a materiál: káva nebo černý čaj.

7.4.3 Pracovní postup

Do kádinky nasypeme lžičku kávy nebo černého čaje a přikryjeme alobalem či hodinovým sklíčkem. Zahříváme kádinku tak dlouho, dokud se nezačnou tvořit krystalky kofeinu na spodní straně alobalu či sklíčka.

7.4.4 Vyhodnocení

Kofein z kávy/čaje sublimuje a vylučuje se ve tvaru jehlicovitých krystalů. Je to pevná látka bez chuti a zápachu.

7.5 Identifikace potravinářských barviv

7.5.1 Teoretický úvod

Potravinářská barviva se přidávají do potravin pro zvýraznění jejich barevného vzhledu. Zpravidla se dělí na tři základní skupiny: přírodní barviva, syntetická barviva identická s přírodními, syntetická barviva.

Přírodní barviva jsou nejčastěji rostlinného původu a klasifikují se podle struktury, výskytu v biologických materiálech nebo důležitých vlastností (rozpuštěnosti ve vodě a v tucích). Nejčastěji používanými přírodními barvivy jsou karotenoidy, anthrachinony, flavonoidy (z nichž nejdůležitější jsou antokyany), pyrrolová barviva (k nejvýznamnějším patří hemová a chlorofylová barviva).

Syntetická barviva identická s přírodními se získávají chemickými reakcemi, ale jejich struktura je totožná se strukturou barviv přírodních (např. syntetický β -karoten).

Syntetická barviva mají zpravidla intenzivnější barvu než barviva přírodní, mají stálý odstín barvy a neovlivňují charakteristickou vůni a chuť barvené potraviny. Podle struktury rozlišujeme: azobarviva, fenylmethanová barviva, pyrazolonová barviva, nitrobarviva, xanthenová, anthrachinonová, chinolinová a indigoidní barviva. V potravinářství se často používají právě syntetická barviva především z ekonomických a praktických důvodů (levnější a stabilnější než barviva přírodní). Seznam povolených syntetických barviv v ČR je uveden v Tabulce 2.

Tabulka 2: Seznam povolených syntetických barviv v ČR (upraveno podle www.szpi.gov.cz)

Číslo E	Název	Barva
E 102	Tartrazin	citronově žlutá
E 104	Chinolinová žluť	žlutá
E 110	Žluť SY	oranžová
E 122	Azorubin	modročervená
E 123	Amaranth	modročervená
E 124	Ponceau 4R	červená
E 127	Erythrosin	červená
E 128	Červeň 2G	modročervená
E 129	Červeň Allura AC	červená
E 131	Patentní modř	zelenomodrá
E 132	Indigotin	tmavě modrá
E 133	Brilantní modř	zelenomodrá
E 142	Zeleň S	zelená
E 151	Černá BN	černá
E 154	Hněď FK	hnědá
E 155	Hněď HT	hnědá
E 180	Litholrubin BK	červená

7.5.2 Experimentální vybavení

Laboratorní pomůcky: TLC deska, chromatografická komora, nanášecí mikropipety, měkká tužka, pravítko.

Chemikálie a materiál: 0,1% standardní roztoky potravinářských barviv v ethanolu, ethanol, 20% methanol, vzorky potravin (granko, kakao, vanilkový pudink, lentilky apod.).

7.5.3 Pracovní postup

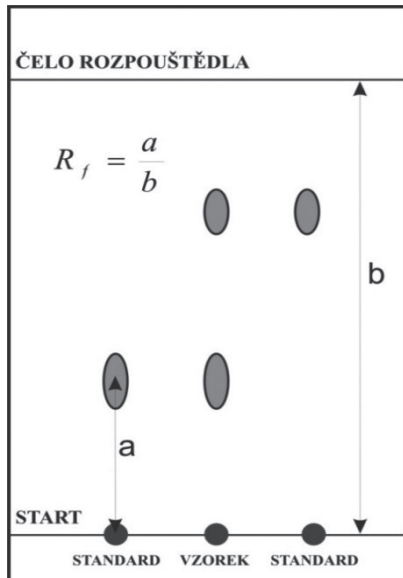
Vzorky potravin co nejvíce rozmělněte (mixérem, lisem na česnek, drcením, ...) a vyluhujte v ethanolu. Na TLC desku nakreslete tužkou 1,5 cm od dolního kraje startovací čáru. Rovnoměrně od sebe na ni naneste roztoky jednotlivých standardů potravinářských barviv rozpuštěných v ethano-

lu a ethanolické výluhy vzorků. Body nanesení musí být minimálně 2 cm od okraje (potlačení „okrajových efektů“) a minimálně 1,5 cm vzájemně od sebe.

Do chromatografické komory připravte mobilní fázi (20% methanol), její hladina by měla být maximálně ve výšce 1 cm. Vložte připravenou TLC desku a nechte chromatogram vyvíjet. TLC desku vyjměte v okamžiku, kdy čelo rozpouštědla dosáhne vzdálenosti cca 1 cm od horního okraje. Tužkou označte čelo rozpouštědla a TLC desku vysušte fénem nebo v sušárně. Zaznamenejte středy (těžiště) barevných skvrn. Změřte vzdálenosti skvrn od startu (a) a vzdálenost čela od startu (b). Vypočtete hodnoty retenčního faktoru (R_f). Porovnáním hodnot R_f barviv ve vzorku a standardů provedeme identifikaci.

7.5.4 Vyhodnocení

V plošné chromatografii je retenční faktor (R_f) – bezrozměrná veličina (poměr vzdálenosti těžiště – středu – skvrny od „startu“ a vzdálenosti „čela rozpouštědla“ od startu – viz Obr. 9).



Obr. 9 Vzorový chromatogram

8 Enzymy v potravinách

Přítomnost enzymů (bílkoviny s katalytickou aktivitou) v denní stravě má pro zachování lidského zdraví naprosto zásadní význam. Lidská společnost využívá některé enzymy od nepaměti v rámci starověkých biotechnologií, jako je výroba kvašených nápojů, pečiva apod. Dlouhá léta se v potravinářství využívají proteolytické rostlinné enzymy k změkčování (tenderizaci) masa (papain) a živočišné enzymy v mlékárenském průmyslu (chymosin z telecích žaludků ke srážení kaseinů). Výroba a spotřeba enzymů každým rokem roste o 10–15 %. Mezi nejvýznamnější průmyslově významné enzymy patří proteasy, amylasy, celulasy, lipasy, pektolytické a lignolytické enzymy, které jsou produkovány zejména řadou plisní, ale i bakterií a kvasinek.

8.1 Ovocné proteasy

8.1.1 Teoretický úvod

Proteasy jsou skupinou enzymů, které štěpí proteiny (bílkoviny). Patří do třídy hydrolas. Proteasy hydrolyzují peptidové vazby aminokyselin, pomocí kterých aminokyseliny drží pohromadě. Proteasy katalyzují hydrolýzu proteinů na oligopeptidy a oligopeptidů na aminokyseliny. Pro stanovení proteasové aktivity lze využít různé substráty jako kasein, želatinu, peptidy, albuminy.

8.1.2 Experimentální vybavení

Laboratorní pomůcky: Petriho miska, nůž, kádinky, vaříč, párátko.

Chemikálie a materiál: jablko, citron, kiwi, čerstvý ananas, želatina, šunkový salám, salám Vysočina.

8.1.3 Pracovní postup

Kolečka salámu položte na Petriho misku a na ně položte plátek citronu, jablka, kiwi či ananasu. Ponechejte 1 den a poté pozorujte strukturu salámu pod jednotlivými druhy ovoce. Vyzkoušejte, jak silnou stopu zanechá škráb-

nutí párátkem na místech salámu pod ovocem. Dále připravte asi 150 ml želatiny, nalijte ji do tří kádinek a nechejte přes noc ztuhnout. Na každou z kádinek položte plátek ovoce a nechte půl dne působit. Pozorujte strukturu želatiny pod jednotlivými druhy ovoce.

8.1.4 Vyhodnocení

Kiwi a ananas obsahují velké množství proteas. Ty štěpí bílkoviny přítomné v mase nebo želatině na kratší řetězce. Po působení enzymu můžeme pozorovat „rozbřednutí“ bílkovinné hmoty – želatina se roztéká.

8.2 Štěpení sacharózy invertasou z kvasnic

8.2.1 Teoretický úvod

Sacharóza, v běžné řeči označována jako **řepný cukr**, třtinový cukr nebo jen cukr, je nejběžnější disacharid. Skládá se z jedné molekuly glukózy a jedné molekuly fruktózy. V čistém stavu je sacharóza bílá krystalická látka sladké chuti. Uplatnění nachází především v potravinářství, kde se používá jako sladidlo. Hydrolyzou sacharózy vzniká ekvimolární směs glukózy a fruktózy, tzv. invertní cukr. Hydrolyza může probíhat chemicky v kyselém prostředí nebo enzymaticky v neutrálním prostředí za přítomnosti enzymu invertasy (sacharasy).

8.2.2 Experimentální vybavení

Laboratorní pomůcky: zkumavky, stojánek na zkumavky, špachtle, kádinky, kahan, mrazák.

Chemikálie a materiál: 5% roztok $\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$, 10% roztok NaOH, sacharóza (cukr), droždí či kvasnice.

8.2.3 Pracovní postup

Jednu lžičku sacharózy rozpustíte ve 100 ml vody. Do 4 zkumavek nalijte po 5 ml rozpuštěné sacharózy, přidejte na špičku nože sušené droždí nebo pekařské kvasnice a zamíchejte. Do první zkumavky nalijte 10 ml 5% roztoku $\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$, druhou zkumavku dejte na 3 minuty vařit (nad kahanem či v hrnci), třetí zkumavku umístěte do mrazáku a čtvrtou dejte do kádinky

naplněné teplou vodou z vodovodu. Do páté (kontrola 1) zkumavky nalijte pouze 5 ml roztoku sacharózy. Do šesté (kontrola 2) nalijte pouze 5 ml vody a rozmíchejte v ní sušené droždí nebo pekařské kvasnice.

Všech 6 zkumavek ponechte stát 30 minut a poté proveďte důkaz na přítomnost redukujících sacharidů (Fehlingova zkouška).

Ke všem vzorkům přidejte 2 ml 10% roztoku NaOH, zamíchejte a přidejte 1 ml 5% roztoku $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$. Dejte vařit na 10 minut do horké vodní lázně nebo zahřívejte zkumavky nad kahanem. Pozorujte barevné změny. Rozhodněte, kdy došlo k hydrolyze sacharózy.

8.2.4 Vyhodnocení

Kvasinky z droždí (kvasnic) štěpí neredukující sacharózu pomocí enzymu invertasy (sacharasy) na redukující monosacharidy glukózu a fruktózu. Rozštěpení se projeví pozitivní Fehlingovou zkouškou. Účinnost enzymu je ovlivňována teplotou. Považením či přítomností iontů těžkých kovů (měďnaté ionty) denaturuje bílkovinná složka enzymu, a tím se stává nefunkčním. V chladu probíhají reakce velmi pomalu. Ve všech těchto případech pozorujeme po Fehlingově zkoušce menší množství redukujících sacharidů. Naopak v teplé vodě pracují kvasinky optimálně a Fehlingova reakce dává červenooranžové zbarvení.

8.3 Enzym ve slinách

8.3.1 Teoretický úvod

Žvýkáte po každém jídle? Jak ukazují reklamy, je nutné udržovat pH v ústech mírně zásadité, a to nejen kvůli nebezpečí zubního kazu. Ve slinách je obsažen enzym amylasa, který štěpí škroby přijaté v potravě na jednodušší cukry a napomáhá tak trávení, funguje právě jen při zásaditém pH. Amylasy produkovaná slinnými žlázami se nazývá ptyalin.

8.3.2 Experimentální vybavení

Laboratorní pomůcky: zkumavky, stojánek na zkumavky, kádinky, pipeta, lžička.

Chemikálie a materiál: škrob, sliny, jodisol, jedlá soda.

8.3.3 Pracovní postup

Nasbírejte asi 1 ml slin a zředte je 20 ml chladné převařené vody.

Do hrnečku nalijte trochu studené vody a přidejte kávovou lžičku škrobu. Směs dobře promíchejte, pak přilijte vroucí vodu (aby celkový objem byl asi 250 ml) a stále zahřívejte a míchejte, dokud nebude roztok čirý. Tak získáte tzv. škrobový maz.

Do další nádoby si připravte 1 ml jodisolu a zředte jej 15 ml vody. Nakonec rozpusťte půl čajové lžičky hydrogenuhličitanu sodného (jedlé sody) v 10 lžičkách vody.

Připravte si 3 zkumavky a očísľujte je. Do každé nalijte 5 ml připraveného škrobového mazu. Do první přidejte 5 kapek octa, do druhé 5 kapek vody a do třetí 5 kapek roztoku jedlé sody. Obsah všech zkumavek promíchejte. Do každé přidejte 10 kapek rozředěných slin. Po deseti minutách přidejte do každé zkumavky 2 kapky roztoku jodisolu a směs promíchejte. Pozorujte zbarvení.

8.3.4 Vyhodnocení

Rozdílným zbarvením obsahu zkumavek můžeme dokázat, jaké pH v ústech je optimální pro správnou funkci amylasy. První zkumavka má díky přidanému octu kyselé pH, po přidání jodu se objeví výrazně modré zbarvení. To znamená, že amylasa nedokázala za daných podmínek škrob rozložit. Ve druhé zkumavce je pH neutrální. To amylase také úplně nesvědčí, přesto už je schopna škrob štěpit. Jde jí to ale pomalu a ve zkumavce stále zbývá dost škrobu na vyvolání alespoň světle modrého zbarvení. Ve třetí zkumavce je pH mírně zásadité, což amylase zcela vyhovuje. Enzym tudíž škrob rozloží na jednodušší cukry a po přidání jodu se modré zbarvení neobjeví. Tudíž nejlepší pH v ústech pro štěpení škrobů je mírně zásadité.

9 Konzervační prostředky v potravinách

9.1 Teoretický úvod

Konzervační prostředky se přidávají do potravin s cílem prodloužení jejich trvanlivosti, především jako ochrana před znehodnocením způsobeným nežádoucími mikroorganismy (plísně a bakterie). Nadměrné a dlouhodobé užívání těchto látek může přinášet pro organismus jistá rizika, a tudíž potravinářská legislativa upravuje jejich nejvyšší povolené množství v potravinách.

Jako konzervanty se používají organické kyseliny a jejich soli nebo anorganické kyseliny, jejich oxidy, soli a estery (viz Tabulka 3). Mezi nejběžněji používané konzervační prostředky patří kyselina sorbová (E200) a benzoová (E210). Těmito konzervanty se mohou konzervovat jen určité potraviny (do nejvyššího povoleného množství – NPM). Např. pro džemy, rosoly a marmelády je povolena kyselina benzoová (NPM – 500 mg/kg) nebo směs kyseliny sorbové a benzoové (v celkovém množství 1000 mg/kg), pro hořčici kyselina benzoová (NPM – 1000 mg/kg), pro nealkoholické ochucené nápoje je povolena kyselina benzoová (NPM – 150 mg/l), kyselina sorbová (NPM – 300 mg/l) atd.

Tabulka 3: Seznam vybraných konzervačních prostředků povolených v ČR (upraveno podle www.szpi.gov.cz)

Číslo E	Název
E 200	Kyselina sorbová
E 202	Sorban draselný
E 203	Sorban vápenatý
E 210	Kyselina benzoová
E 211	Benzoan sodný
E 212	Benzoan draselný
E 213	Benzoan vápenatý
E 214	Ethyl-p-hydroxybenzoát
E 215	Ethyl-p-hydroxybenzoát (sodná sůl)

E 220	Oxid siřičitý
E 221	Siřičitan sodný
E 222	Hydrogensířičitan sodný
E 223	Disířičitan disodný (pyrosířičitan sodný)
E 250	Dusitan sodný
E 251	Dusičnan sodný
E 260	Kyselina octová
E 280	Kyselina propionová
E 281	Propionan sodný

9.2 Experimentální vybavení

Laboratorní pomůcky: TLC deska, chromatografická komora, nanášecí mikropipety, měkká tužka, pravítko, fixírka (rozprašovač), dělicí nálevka, Erlenmeyerova baňka.

Chemikálie a materiál: 1% standardní roztoky konzervačních prostředků v ethanolu (kyselina benzoová, kyselina sorbová, kyselina *p*-hydroxybenzoová, ethyl-*p*-hydroxybenzoát, ...), diethylether, petrolether, vysušený Na₂SO₄, aceton, benzen, kyselina octová, bromfenolová modř, methylčerven, fosfátový pufr (pH = 7,2), 96% ethanol.

9.3 Pracovní postup

Buď 50 ml tekutého vzorku, nebo 10 až 20 g pevného vzorku převedte do dělicí nálevky. Přidejte 30 ml směsi diethyletheru a petroletheru v poměru 1 : 1. Směs v dělicí nálevce třepejte asi 5 minut a nechte stát až do oddělení fází. Organickou fází vypusťte do Erlenmeyerovy baňky se 2 lžičkami bezvodého síranu sodného.

Extrakci proveďte 3krát.

Extrakty spojte a přelijte do odpařovací misky.

Extrakt nechte odpařit do sucha ve vakuové sušárně při teplotě 94 °C, případně na vodní lázni.

Odparek rozpustíte v 1 ml ethanolu a převedte do mikrozkušavky (eppendorfky).

Do chromatografické komory připravte mobilní fázi o složení aceton/benzen/kyselina octová (40:50:1), hladina by měla být maximálně ve výšce

1 cm. Přikryjte krycím sklem a nechte minimálně 15 minut chromatografickou komoru nasytit parami mobilní fáze.

Na TLC desku nakreslete tužkou 1,5 cm od dolního kraje startovací čáru.

Rovnoměrně od sebe na ni naneste roztoky jednotlivých standardů konzervantů v ethanolu a ethanolické roztoky vzorků. Body nanesení musí být minimálně 2 cm od okraje (potlačení „okrajových efektů“) a minimálně 1,5 cm vzájemně od sebe.

Vložte připravenou TLC desku do komory a nechte chromatogram vyvíjet. V průběhu vyvíjení chromatogramu si připravte detekční činidlo – směs bromfenolové modři a methylerčveně: 120 mg bromfenolové modře a 60 mg methylerčveně rozpustíte ve 100 ml ethanolu a přidejte 100 ml fosfátového pufru (pH = 7,2).

TLC desku vyjměte v okamžiku, kdy čelo rozpouštědla dosáhne vzdálenosti cca 1 cm od horního okraje. Tužkou označte čelo rozpouštědla a TLC desku vysušte.

Postříkejte chromatografickou desku detekčním činidlem.

Zaznamenejte středy (těžiště) barevných skvrn. Změřte vzdálenosti skvrn od startu (a) a vzdálenost čela od startu (b). Vypočítejte hodnoty retenčního faktoru (R_f). Porovnáním hodnot R_f vzorků a standardů provedeme identifikaci konzervantů přítomných ve vzorcích potravin.

9.4 Vyhodnocení výsledků

V plošné chromatografii je retenční faktor R_f bezrozměrná veličina (poměr vzdálenosti středu skvrny od „startu“ a vzdálenosti „čela rozpouštědla“ od startu – viz Obr. 9).

10 Stanovení léčiv

Léčivo je léčivá látka, směs léčivých látek nebo léčivý přípravek. Zákon o léčivech (č. 378/2007 Sb.) definuje léčivé látky a léčivé přípravky, pro které pak používá souhrnný pojem léčiva. Léčiva se rozdělují do skupin podle mechanismu účinku (antibiotika, antivirotika, antimykotika, antipyretika, aj.). Dle spektra účinku se dělí též na širokospektrá a úzkospektrá.

Toxikologická analýza je důležitou součástí diagnostických postupů potřebných k získání informace o akutní nebo chronické expozici léčivem vyšetřované osoby. V mnoha toxikologických laboratořích je pro záchyt a identifikaci extrahovaných látek stále využívána metoda tenkovrstvé chromatografie (TLC). K potvrzení nálezu na TLC se k citlivější identifikaci dnes také používá spojení plynové chromatografie s hmotnostní detekcí (GC/MS).

10.1 Identifikace léčiv pomocí tenkovrstvé chromatografie

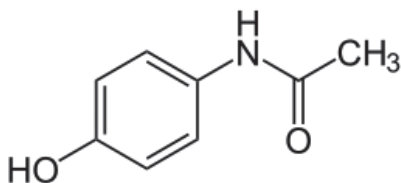
10.1.1 Teoretický úvod

Tenkovrstevná chromatografie je vhodnou analytickou metodou pro stanovení přítomnosti léčiv v tabletách a tělních tekutinách. Tenkovrstevná chromatografie (TLC) je v toxikologii často využívanou metodou, a to především z důvodu její časové nenáročnosti a nízkých nákladů na vybavení (v porovnání s ostatními chromatografickými metodami). TLC je založena na rozdělení látek (analytů), a to podle míry jejich interakce s mobilní a stacionární fází (stacionární fází je nejčastěji vrstva SiO_2). Pomocí TLC je možno rychle a účinně rozdělit látky vyskytující se ve vzorcích z různých odvětví (např. toxikologické vzorky). Následná detekce je prováděna pomocí UV lampy nebo postřikem vhodným detekčním činidlem. Přítomnost daného analytu je možno potvrdit pomocí tzv. retenčního faktoru (R_f), což je hodnota určující poměr vzdálenosti, kterou urazí skvrna stanovované látky ke vzdálenosti, kterou urazí čelo rozpouštědla.

Mezi nejčastěji užívané účinné látky patří paracetamol. Paracetamol je účinnou látkou působící proti bolesti a zvýšené tělesné teplotě. Z důvodu

jeho snadné dostupnosti je často používán za účelem smrtelné intoxikace. Předávkování paracetamolem vede k akutnímu selhání jater. Protijedem (antidotem) pro tuto látku je N-acetylcystein, který musí být pacientovi podán v případě, kdy je po čtyřech hodinách předávkování hladina paracetamolu v séru vyšší než 200 mg/l.

Nejznámějším léčivem obsahujícím paracetamol je Paralen. Dalšími léčivy mající tuto účinnou látku jsou např. Panadol a Coldrex. Chemická struktura paracetamolu je znázorněna na Obr. 10.



Obr. 10 Chemická struktura paracetamolu (N-acetyl-*p*-aminofenol)

10.1.2 Experimentální vybavení

Laboratorní pomůcky: TLC destička, chromatografická vana s krycím sklem, třecí miska, pipety, kádinky, Erlenmeyerovy baňky, porcelánová odpařovací miska, vakuová sušárna, dělicí nálevka, rozprašovač (fixírka), nanašecí mikropipety, měkká tužka, pravítko.

Chemikálie a materiál: mobilní fáze (ethylacetát/methanol/koncentrovaný amoniak v poměru 32 : 4 : 2), methanol, dusičnan bismutitý, 3% vodný roztok KI, standardy paracetamolu (20 mg/ml ethanolu), kofeinu (20 mg/ml ethanolu), 1% roztok jodu v chloroformu.

10.1.3 Pracovní postup

Tabletu (Paralen, Coldrex, Panadol) důkladně rozetřete v třecí misce, přesypte do kádinky a přidejte 5 ml methanolu. Do chromatografické vany nalijte čerstvě připravenou mobilní fázi (ethylacetát/methanol/koncentrovaný amoniak v poměru – 32 : 4 : 2), přikryjte krycím sklem a nechte minimálně 15 min nasytit chromatografickou komoru parami mobilní fáze.

Na TLC desku nakreslete tužkou 1,5 cm od dolního kraje startovací čáru. Rovnoměrně od sebe na ni naneste roztoky standardů (paracetamolu a kofeinu) rozpuštěných v methanolu a připravené vzorky (Paralen, Panadol,

Coldrex). Body nanesení musí být minimálně 2 cm od okraje (potlačení „okrajových efektů“) a minimálně 1,5 cm vzájemně od sebe. Do chromatografické komory vložte připravenou TLC desku a nechte vzestupně vyvíjet chromatogram. TLC desku vyjměte v okamžiku, kdy čelo rozpouštědla dosáhne vzdálenosti 1 cm od horního okraje. Tužkou označte čelo rozpouštědla a TLC destičku vysušte.

V průběhu vyvíjení chromatogramu připravte Dragendorffovo činidlo. Rozpusťte na špičku špachtle dusičnanu bismutitého v co nejmenším nadbytku 3% vodného roztoku KI. Nejprve vzniká tmavá sraženina jodidu bismutitého, která se v nadbytku jodidu rozpouští na pomerančově zbarvený tetrajodobismutitan. TLC desku postříkejte Dragendorffovým činidlem a potom jodem rozpuštěným v chloroformu.

Pozitivní reakcí jsou hnědé skvrny na žlutém pozadí. Zaznamenejte středy (těžiště) barevných skvrn. Změřte vzdálenosti skvrn od startu (a) a vzdálenost čela od startu (b). Vypočítejte hodnoty R_f . Porovnáním hodnot R_f alkaloidů ve vzorku a standardů proveďte identifikaci.

10.1.4 Vyhodnocení

V plošné chromatografii je retenční faktor R_f bezrozměrná veličina (poměr vzdálenosti těžiště skvrny od „startu“ a vzdálenosti „čela rozpouštědla“ od startu – viz Obr. 9).

Použitá literatura a informační zdroje

- Beneš P. a kol. (1993) Základy chemie 2: pro 2. stupeň ZŠ, nižší ročníky víceletých gymnázií a střední školy. Praha, Fortuna.
- Ganajová M. a kol. (2001) Chemické pokusy každodenného života z organické chemie, Metodické centrum Prešov.
- Ganajová M. Chémia nás živí: Bielkoviny v bežnom živote, Sacharidy v bežnom živote, Tuky v bežnom živote. Dostupné z: <http://kekule.science.upjs.sk/chemia.distanco/index.html>.
- Macenaurova J. Chemické pokusy – hrajě i doma. Dostupné z: <http://www.chem-pokusy.webzdarma.cz>.
- Peč P. (2004) Laboratorní cvičení z biochemie. Univerzita Palackého, Přírodovědecká fakulta.
- Šulcová R. a Böhmová H. (2007) Pokusy z chemie i praktického života a experimenty s mikrovlnou troubou. Karlova univerzita, Přírodovědecká fakulta.
- Turková Iveta (2008) Diplomová práce: Domácí pokusy, Masarykova univerzita, Pedagogická fakulta.
- Zajoncová Ludmila (2004) Praktická cvičení z klinické biochemie pro biochemiky. Univerzita Palackého, Přírodovědecká fakulta.
- <http://chemiegjo.webzdarma.cz>.
- <http://www.chempok.wz.cz>.
- http://kalch.upce.cz/add_on/navody/analpotr/uloha01.pdf.
- <http://cs.wikipedia.org/>.
- <http://www.wikiskripta.eu/>.
- <http://zdravickobce.webnode.cz/samostudium/mleko/>.
- http://chemiegjo.webzdarma.cz/Lab3_StanoveniKyselostiMleka.pdf.

BIOLOGICKÁ ČÁST

Vladimír Vinter

11 Jednoduché dotazníkové šetření

Jednou z možností získávání dat týkajících se tématu „Člověk a zdraví – Výživa lidstva“ je využití metody dotazníku. Pokud se rozhodnete provést dotazníkové šetření, brzy zjistíte, že sestavit dotazník, následně získat dostatečný počet respondentů a na závěr dotazník vyhodnotit a správně interpretovat získané výsledky není tak jednoduché. Neodborně sestavené a nevhodně použité dotazníky mají malou výpovědní hodnotu. Zjednodušenou a rychlejší formou dotazníku je **anketa** (5–10 otázek, odpovědi většinou pouze ano/ne).

Pro potřeby soutěže „Věda je zábava“ doporučujeme používat **nestandardizované dotazníky** vlastní konstrukce. U nestandardizovaných dotazníků neznáme přesně základní vlastnosti, které by měl dobrý dotazník mít – tyto vlastnosti můžeme pouze odhadnout, je však dobré o nich vědět a brát je v úvahu při konstrukci dotazníku. Základní požadavky kladené na dobré měření jsou validita a reliabilita.

Validita dotazníku spočívá v tom, že dotazník zjišťuje skutečně to, co má zjišťovat, tj. to, co je výzkumným záměrem.

Reliabilitou dotazníku se rozumí schopnost dotazníku zachycovat spolehlivě a přesně zkoumané jevy. Dostatečně vysoká reliabilita je nezbytným předpokladem dobré validity dotazníku, i když sama o sobě ještě validitu nezaručuje. Reliabilitu testu vyjadřujeme koeficientem (má význam korelačního koeficientu od 0 do 1) – pokud se pustíte do výpočtu (viz literatura), měli byste dosáhnout koeficient 0,7 a vyšší – pak je vámi zkonstruovaný dotazník dostatečně spolehlivý.

Zjednodušený postup při dotazníkovém šetření

1. Jasný, srozumitelný a jednoznačně formulovaný cíl (cíle) šetření.
2. Konstrukce testu – sestavení baterie otázek (položek).
3. Zajištění vyplnění dotazníků respondenty – nejvýhodnější je osobní předání, po kterém bezprostředně následuje vyplnění dotazníků respondenty a vybrání dotazníků zpět.
4. Statistické zpracování dotazníku – výpočty, grafy.
5. Interpretace dosažených výsledků.

6. Před provedením vlastního dotazníkového šetření je vhodné provést předvýzkum, při kterém se doporučuje navržený dotazník vyzkoušet na vzorku alespoň 30 respondentů. Pečlivé provedení předvýzkumu zmenší riziko neúspěchu při vlastním dotazníkovém šetření. Na základě výsledků a zkušeností máme možnost navržený dotazník korigovat (upravit formulace položek, vypustit některé položky apod.).

Nejdůležitější požadavky na konstrukci dotazníku

1. Zdvořilé požádání o vyplnění s termínem návratnosti, ujištění o zachování anonymity, vysvětlení významu dotazníkového šetření a objasnění, k čemu budou získané údaje sloužit.
2. Položky v dotazníku musí být všem respondentům **jasné a srozumitelné**. Položky dotazníku by měly být formulovány také co možná nejstručněji.
3. Formulace položek v dotazníku musí být naprosto **jednoznačná** a nesmí připouštět chápání více způsobů.
4. Dotazník by neměl být příliš rozsáhlý – pro potřeby šetření v rámci soutěže „Věda je zábava“ doporučujeme 10–15 položek.
6. Pro úspěch každého dotazníkového šetření je nezbytným předpokladem **ochota respondentů spolupracovat**. Ochotu spolupracovat může zvýšit přiměřená motivace v úvodu dotazníku, kde stručně vysvětlíme smysl a potřebnost prováděného šetření. Ochota spolupracovat je do značné míry závislá také na tom, jak je vyplňování dotazníku zajímavé a náročné. Nevhodné jsou položky, jejichž zodpovězení je příliš pracné (např. nutnost vyhledávat dokumenty, dlouhé písemné odpovědi apod.). V tomto směru často lépe vyhovují uzavřené, resp. polouzavřené položky.
7. Dotazník musí vždy obsahovat **jasné pokyny k vyplňování**.
8. Při řazení položek v dotazníku dáváme vždy přednost pořadí, které vyhovuje z psychologického hlediska, před pořadím logickým. Nejdůležitější položky se doporučuje umisťovat ve střední části dotazníku. Dotazník obvykle začíná zcela jednoduchými, konkrétními otázkami (**kontaktní položky**), dále následují **obsahové položky**, které se podle potřeby prokládají položkami filtračními, kontrolními a **funkcionálně psychologickými** (slouží k odstranění nežádoucího napětí u respondenta). **Kontrolní položky** mají za úkol prověřit věrohodnost zjišťovaných údajů, na jednu skutečnost se ptáme respondenta více položkami dotazníku nebo se do dotazníku zařadí otázka, na niž s naprostou jistotou známe

odpověď. Rozpor mezi skutečností a odpovědí respondenta indikuje opět malou věrohodnost jeho odpovědi. **Filtrační položky** se zpravidla zařazují před položky základní a mají za úkol eliminovat ty jedince, kteří pro šetření nemají význam. Např. týká-li se jisté šetření žáků, kteří jsou členy některého sportovního oddílu, ptá se jedna z prvních položek na členství ve sportovních oddílech. Pokud respondent neodpoví žádoucím způsobem, nejsou jeho další odpovědi již brány v úvahu.

Typy otázek

Podle toho, jakým způsobem má respondent v určité položce (otázce) dotazníku odpovědět, lze rozdělit položky na otevřené a uzavřené (nestrukturované a strukturované). U otevřených položek respondent odpověď sám vytváří, u položek uzavřených určitým způsobem manipuluje s odpověďmi již navrženými (např. vybírá, seřazuje apod.).

1. Uzavřené

- a) Dichotomické (s alternativou) – respondent si může vybrat pouze ze 2 odpovědí, které se vzájemně vylučují – ano/ne.
- b) Polytomické výběrové – respondent vybírá pouze jednu možnost z více odpovědí.
- c) Polytomické výčtové – možnost výběru několika variant z předložených odpovědí. Postup vyplnění dotazníku určuje instrukce buď na začátku dotazníku, nebo u každé otázky. Např. „*V seznamu sportovních aktivit zakroužkuj 3, které považuješ za nejvíce zdraví prospívající.*“
- d) Polytomické stupnicové – respondent uvádí pořadí níže uvedených variant odpovědí, tedy stupňování variant odpovědí. Např. „*Níže uvedených 5 potravin seřaď podle míry vlivu na obezitu.*“
- e) Stupnicové komparativní – číselné vyjádření pomocí bodového systému, kdy respondent udělí své odpovědi hodnotu dle bodového systému.

Často se v dotaznících užívají tzv. *škály Likertova typu*. U těchto škál se prezentuje určité tvrzení a po respondentovi se požaduje, aby vyjádřil stupeň svého souhlasu, resp. nesouhlasu na hodnotící škále (obvykle sedmibodové, ale někdy i vícebodové). Stupeň souhlasu (resp. nesouhlasu) s prezentovaným tvrzením vyjadřuje respondent např. zakroužkováním, označením křížkem apod. příslušného čísla na škále. Např.

„Pravidelná konzumace vitamínových doplňků stravy zlepšuje můj zdravotní stav“ – naprosto nesouhlasím 1 2 3 4 5 6 7 naprosto souhlasím.

2. Otevřené – např. „Co si myslíte o ... ?“. Nevýhodou těchto položek je jejich volnost, která působí obtíže při vyhodnocování.
3. Polouzavřené – smíšení otevřené a uzavřené otázky, kdy respondent, nevyhovují-li mu nabízené odpovědi, použije možnost doplnit vlastní odpověď – a, b, c, d, jiné.

Obsah, který položka dotazníku zjišťuje

Podle tohoto kritéria můžeme položky v dotazníku rozdělit na položky zjišťující fakta, položky zjišťující znalosti a vědomosti a na položky zjišťující mínění, postoje a motivy respondentů.

Položky zjišťující fakta zpravidla nevyžadují velkou námahu při odpovídání, a proto se často používají jako úvodní položky dotazníku. Užívají se však i v průběhu dotazování, aby si respondent odpočinul od náročnějších otázek. Položky zjišťující fakta bývají velmi často dichotomické (typ ano/ne). Mezi položky zjišťující fakta patří i otázky na demografické údaje (věk, pohlaví, zaměstnání, složení rodiny, sociální postavení apod.). Z psychologického hlediska je nejvhodnější umísťovat otázky na demografické údaje až na konci dotazníku.

Položky zjišťující znalosti nebo vědomosti nutno v dotazníku formulovat velmi opatrně, aby se respondent necítil kompromitován při neznalosti. Dá se toho docílit např. tím, že z formulace položky vyplývá, že eventuální neznalost je zcela běžným jevem. Je možno použít např. formulaci: „*Nevzpomínáte si, který hormon vytváří příštítná tělíska?*“ (méně vhodná formulace: „*Který hormon vytváří příštítná tělíska?*“) apod.

Položky zjišťující mínění, postoje a motivy jsou velmi citlivé na formulaci a na zařazení v dotazníku. Důležitou zásadou je, že v položkách se nesmí projevovat postoje, názory a hodnocení autora dotazníku. Řada otázek tohoto typu může přivést respondenta do rozpaků, vyvolat u něho negativní reakci apod. V těchto případech se doporučuje dát ve formulaci položek najevo, že různost názorů je zcela přirozená a normální.

V položkách zjišťujících mínění, postoje a motivy se užívá často tzv. *nepřímých (projektivních) otázek*. Užívají se zvláště při zkoumání tzv. „choulostivých“ problémů, o nichž respondenti neradi hovoří. V těchto případech

se např. neptáme přímo na názory dotazovaného, ale na mínění celé skupiny, ke které dotazovaný patří, na mínění „lidí vůbec“ atd. – „*Co si myslí tvoji spolužáci o HIV pozitivních pacientech?*“

Třídění a vyhodnocení materiálu získaného dotazníkem

Po shromáždění vyplněných dotazníků od respondentů je potřeba získaný materiál nejdříve zkontrolovat z hlediska jeho korektnosti. Doporučuje se vyloučit z dalšího zpracování dotazníky, které jsou vyplněny zjevně nesprávně nebo neúplně (např. dotazníky, ve kterých respondent nedodržel instrukci a vybral více odpovědí apod.).

Jednotlivé položky dotazníku vyjadřují různé *znaky* (proměnné) zkoumaného souboru respondentů. Znakem je např. údaj o věku určité osoby, údaj o postojích respondenta k určité události, údaj o množství vykouřených cigaret za den.

Tříděním dotazníků rozumíme jejich rozdělení podle znaků (sportovci–nesportovci, chlapci–dívky...). Třídění je tedy postup, pomocí něhož zjišťujeme, kolik respondentů má společný buď jeden, nebo dva, popř. více společných znaků.

Na závěr je třeba utříděná data statisticky vyhodnotit a převést do názorné prezentační formy, například vytvoření přehledných tabulek, grafů v některém z tabulkových kalkulátorů (např. EXCEL).

Použitá literatura a informační zdroje

http://books.google.cz/books/about/Metody_pedagogick%C3%A9ho_v%C3%BDzkumu.html?id=Xyc3Hj0klEcC&redir_esc=y.
http://3zscv.portfolionet.cz/index_dd42e51c91acfa035e0c462f33cfd8a2.html.

12 Měříme BMI

Co je to BMI?

Ke stanovení fyziologického množství tukové tkáně v těle se nejčastěji používá tzv. BMI (z anglického Body Mass Index). Vzorec pro výpočet BMI je velice jednoduchý:

$$\text{BMI} = \frac{\text{tělesná hmotnost (kg)}}{\text{tělesná výška}^2 \text{ (m)}}$$

Např. člověk s hmotností 80 kg a výškou 183 cm si BMI vypočítá podle uvedeného vzorce takto: $\text{BMI} = 80/1,83^2 = 23,89$. Pomocí BMI můžeme stanovit doporučené rozmezí hmotnosti na základě výšky, pohlaví a doporučeného rozmezí BMI. U žen je doporučení rozmezí v intervalu 17,5–23,9, u mužů je v intervalu 18,5–24,9. Následující tabulka udává jednotlivé kategorie podle velikosti BMI od podváhy po obezitu (viz Tabulka 4).

Kategorie BMI jsou zjednodušeným modelem. Body Mass Index udává méně přesné údaje zejména u dětí, starších lidí a aktivních sportovců. BMI je tedy pouhým statistickým nástrojem, u konkrétních osob se může klinický stav lišit od významu naměřené hodnoty BMI. Např. kulturista může mít hodnotu BMI nad 30 a přesto není obézní, protože vysoká hodnota indexu je u něj dána velkým množstvím svalové hmoty. Naopak starší lidé s malým množstvím svalstva mohou být ze zdravotního hlediska obézní, přestože jejich BMI je řadí do kategorie ideální váhy.

Tabulka 4: Body Mass Index u mužů a žen (zdroj: <http://www.chytrazena.cz/bmi-index-muzi-versus-zeny-6105.html>)

Kategorie	Muži BMI	Ženy BMI
Velká podváha	$x - 18,4$	$x - 17,4$
Podváha	18,5–19,9	17,5–18,4
Normální	20,0–24,9	18,5–23,9
Nadváha	25,0–29,9	24,0–28,9
Obezita 1. stupně	30,0–34,9	29,0–33,9
Obezita 2. stupně	35,0–39,9	34,0–38,9
Obezita 3. stupně	40,0 – x	39,0 – x

Vysoké hodnoty BMI – obezita

Obezita patří mezi nejčastější chronická onemocnění na světě a je hlavním rizikovým faktorem většiny civilizačních onemocnění. Obezitu definujeme jako zmnožení tukové tkáně (hypertrofie a hyperplazi tukové tkáně) nad fyziologickou mez v důsledku pozitivní energetické bilance. Obezita vzniká při nerovnováze mezi příjmem energie (zvýšen – především příjem tuků) a výdejem (snížen – tělesná inaktivita). Druh obezity je definován také rozložením tukové tkáně v těle. Rozlišujeme tzv. androidní typ, pro který je charakteristické ukládání tuku na břicho (jablko). Tento typ se vyskytuje zejména u mužů a z hlediska zdravotních komplikací je rizikovější. Gynoidní typ obezity s umístěním tuku na hýždích a stehnech (hruška), který nacházíme hlavně u žen, je považován za méně rizikový. Nebývá totiž spojován s větším rizikem kardiovaskulárních a metabolických komplikací.

Příčiny obezity

Hlavní příčiny obezity lze stručně shrnout takto:

- vyšší příjem energie než její výdej (přejídání, nevhodné stravovací návyky, málo pohybu),
- vrozené genetické dispozice,
- poruchy metabolismu,
- užívání některých léků,
- psychické faktory, např. deprese,
- mateřské přibírání váhy,
- hormonální vlivy, např. nadbytek estrogenů, nedostatek tyroxinu způsobený hypofunkcí štítné žlázy,
- bakterie a snad i viry.

Zajímavé je zjištění šanghajských vědců, kteří vyzkoušeli působení střevní bakterie na laboratorních myších. Měřili hmotnost hlodavců u dvou oddělených skupin, z nichž první skupině byla vpravena do zažívacího traktu kultura bakterií, zatímco u druhé skupiny bakterie přítomny nebyly. Obě skupiny dostávaly stravu bohatou na tuky a nebyla jim dopřána možnost většího fyzického pohybu. Výsledek byl jednoznačný – myši bez bakterií ve střevech neztloustly. Bakterie totiž podpořily ukládání tuku a bránily jeho přirozenému spálení. Přestože mechanismus není dopodrobna popsán, Číňané už slavili úspěch s léčbou jednoho morbidně obézního muže, který díky potlačení zjištěné bakterie pomocí speciální diety shodil 29 procent

tělesné váhy během necelého půl roku, a to přitom vůbec necvičil. Navíc se zotavil z cukrovky, vysokého krevního tlaku a nemoci jater. Dieta byla údajně založena na celozrnné stravě, tradiční čínské medicíně a nestražitelných sacharidech, které měly za úkol upravit pH v zažívacím traktu, aby byla omezena aktivita bakterií, jež produkovaly toxiny, které snižovaly schopnost organismu zpracovávat glukózu z krevního oběhu. Následkem působení bakterií se cítili obézní lidé nezasyčení, přestože se najedli, a jedí proto více, než potřebují. Pokud se tyto závěry potvrdí, může to posunout vývoj terapií a léků proti obezitě, která se stává globálně častější příčinou smrti u lidí než hlad.

Výskyt obezity

Výskyt (prevalence) obezity v posledních letech dramaticky stoupá, a to jak ve vyspělých, tak v rozvojových zemích. V rozvojových zemích je asociována zejména s ekonomickým rozvojem a přejímáním západního životního stylu (jídelníček, rozvoj individuální dopravy a trávení času u televize). Bylo prokázáno, že spolu s nárůstem hrubého domácího produktu dochází i k nárůstu prevalence obezity. Charakteristické je i rozložení obezity mezi obyvatelstvem. Ve vyspělých zemích, hlavně v Severní Americe a Evropě, je obezita asociována s nižším vzděláním a ekonomickým postavením. Častěji jí trpí obyvatelé venkovských oblastí. Naproti tomu v rozvojových zemích je obezita stále ještě výrazem ekonomické prosperity a častěji se vyskytuje u obyvatel měst. Dlouhodobě nízká prevalence obezity je v Japonsku a Číně. V Evropě dosahuje prevalence obezity u mužů 10–20 % a u žen 10–25 %.

Patogeneze obezity

V patogenези obezity hraje roli nadměrná energetická hodnota přijímané potravy, nízká fyzická aktivita a řada exogenních a endogenních faktorů (genetické a metabolické poruchy). V organismu existuje řada mechanismů pro udržování stabilní tělesné hmotnosti. Tyto mechanismy ovšem člověka účinněji chrání proti energetickému deficitu a poklesu hmotnosti než proti nadváze. Je to zřejmě proto, že člověk se během svého vývoje častěji setkával s nedostatkem potravy. Přežili proto hlavně jedinci s šetrící energetickou bilancí. Ti pak svoje geny předali potomkům, kteří se nyní, v době energetického nadbytku, musí potýkat s nadváhou. Z živin sehrává při patogenези obezity nejdůležitější úlohu nadměrný příjem tuků. Ty mají vysokou energetickou hodnotu a malou sytící schopnost. Obézní jedinci

nejsou schopni adekvátně spalovat tuk při jeho nadměrném přívodu a organismus tak reaguje ukládáním tukových zásob. Preferují tuk hlavně pro jeho senzorické vlastnosti – plnost a texturu. Nadměrný příjem sacharidů nehraje příliš velkou roli, protože ukládání sacharidů v podobě tělesných zásob je omezené. Riziková je ovšem konzumace sacharidů v kombinaci s tuky (hlavně v tučných sladkostech). Bílkoviny při patogenezi obezity velkou roli nehrají. Jednostrannost složek potravy a špatné stravovací návyky jsou příčinou toho, že nemocní se potýkají s nadbytkem tuku a zároveň paradoxně postrádají některé nutrienty.

Zdravotní rizika spojená s obezitou

Obezita je dnes považována za jedno z primárních zdravotních rizik ve vyspělých společnostech. Je spojena s celou řadou komplikací a přidružených onemocnění, která jsou shrnuta v následujících bodech:

- kardiovaskulární choroby – hypertenze, ischemická choroba, arytmie, angina pectoris, infarkt myokardu, cévní mozková příhoda, varixy (křečové žíly) a hluboká žilní trombóza,
- diabetes mellitus (cukrovka),
- syndrom spánkové apnoe,
- poruchy metabolismu lipoproteinů,
- hyperurikémie (zvýšená hladina kyseliny močové v krvi),
- respirační poruchy – hypoventilace,
- změny fibrinolytické aktivity (ovlivnění srážlivosti krve),
- degenerativní onemocnění kloubů a páteře (koxartróza, gonartróza),
- vyšší riziko výskytu některých nádorů,
- jaterní steatóza, cholelitiáza (žlučové kameny) a cholecystitida (zánět žlučníku),
- edémy (otoky),
- horší hojení ran,
- kožní – mykózy, ekzémy, celulitida,
- častější výskyt úrazů a kýl,
- deprese, úzkost,
- psychosociální poruchy, malé sebevědomí, porucha motivace, sebeobviňování,
- společenské vyloučení a diskriminace.

Terapie obezity

Terapie obezity by měla být zahájena, pokud je zjištěno BMI vyšší než 30. Cílem léčby je snížení a stálé udržení tělesné hmotnosti. Metody léčby se liší podle zdravotního stavu pacienta. Zahrnují dietní léčbu, pohybovou aktivitu, kognitivně behaviorální léčbu a psychoterapeutickou podporu, ale také farmakologickou a chirurgickou léčbu. Velmi důležitá je hlavně prevence obezity pomocí znalosti výživové hodnoty potravin, správného složení jídelníčku a zásad zdravého životního stylu a jejich uplatňování od dětství.

Nízké hodnoty BMI

Příčiny nízkých hodnot BMI ve vyspělých zemích

V hospodářsky méně vyspělých zemích bývají nejčastěji nízké hodnoty BMI způsobeny hladověním a dlouhodobou podvýživou. Zcela jiná situace je v hospodářsky vyspělých zemích, kde hlavními příčinami jsou choroby (nádorová onemocnění, nemoci zažívacího traktu = GIT, poruchy endokrinního systému). Stále častěji se také setkáváme, v souvislosti s diktátem módy vyžadujícím velmi štíhlou až vychrtlou postavu mladých dívek, s poruchami příjmu potravy, především mentální anorexií a bulimií.

Mentální anorexie

Pro mentální anorexiu (anorexia nervosa) je charakteristické snižování hmotnosti úmyslně vyvolané daným jedincem, které vyvolává jednak snižováním příjmu tekutin a potravy, dále zvyšováním energetického výdeje (cvičení), z dalších prostředků jimi využívanými jsou vyprovokované zvracení, průjem či užívání anorektik a diuretik. Anorexie tedy spočívá v naprostém odporu pacienta k jídlu. Dělá se mu špatně nebo se neustále cítí nehladový. Může to zajít až k podvýživě a k dalším problémům spjatým s hladověním. Anorektici často ani nepoznají, že potřebují přijmout potravu, proto je nutné je k jídlu přinutit a také zajistit pitný režim (nejlépe vodu, ale promíchávat s dalšími neutrálními tekutinami, samozřejmě to s pitím nepřehánět).

Anorexií trpí většinou ženy, ale jsou známy i případy, kdy touto nemocí onemocněli muži. Mentální anorexie začíná nejčastěji ve věku mezi 14–18 lety života, ale může se objevit dříve i později. Často začíná jako reakce na nějakou novou životní situaci či událost, se kterou se daný jedinec nedokáže vypořádat (přechod na střední či vysokou školu, rozvod rodičů, úmrtí v rodině apod.).

Poslední dobou se ve spojení s anorexií vyskytuje i mnoho takzvaných „pro ana“ blogů. Tato komunita je poměrně nebezpečná, (nejčastěji) dívky na těchto stránkách získávají podporu a pocit, že dělají správnou věc. Zakládají si svůj web, ve kterém píší své „pokroky“ v cestě za anorexií. Častá hesla jsou například „Anorexie není nemoc, ale životní styl“, „Raději budu mrtvá, než tlustá“.

Anorexie není civilizační choroba, záznamy o ní jsou i z dřívějších století. Nezdravé hubnutí bylo posedlostí i císařovny Alžběty Bavorské (1837–1898), známé pod přezdívkou princezna Sissi – nikdy se nepřehoupla přes 55 kg, držela drastické diety – jedla jen ovoce a pila šťávu ze syrového masa, nosila přehnaně utažené šněrovačky, poté se dokonce do korzetů nechávala zašívát a veškerý volný čas naplňovala sportem. Sissi si údajně nikdy nesedla, ani ve svých pokojích neměla židle, a při hostinách se používala zvláštní klekátka. Brigitte Hammannová, která napsala její životopis, doslova uvádí, že Alžběta Bavorská vykazovala veškeré znaky mentální anorexie. Hmotnost 55 kg, která je uvedena výše, je nejvyšší, jíž při 172 cm dosáhla (většinou se její hmotnost pohybovala mezi 44–48 kg). Hmotnost si kontrolovala 3× denně. Tento stav navodil neuspokojivý manželský a společenský život, který Alžběta vedla; nároky, které na ni byly kladeny, a rovněž i její rodinné předpoklady.

Aby se mentální anorexie dala diagnostikovat, musí být splněná tato kritéria (podle mezinárodní klasifikace nemocí MKN 10):

- úbytek hmotnosti (nebo u dětí chybění přírůstku hmotnosti) minimálně o 15 % oproti tělesné hmotnosti normální pro daný věk a výšku nebo BMI index je 17,5 a méně,
- hmotnost si pacient/pacientka snižuje sám/sama dietami,
- vnímání sebe sama jako příliš tlusté/tlustého, přetrvávající strach z tloušťky, zkreslené představy o vlastním těle,
- výrazná porucha hypotalamo-hypofyzo-gonadální osy projevující se u žen amenoreou, u mužů ztrátou libida a potence,
- při začátku před pubertou je tato opožděna či zastavena,
- ztráta menstruace, nespavost, nesoustředěnost.

Primární projevy jsou odmítání potravy, či v případě nemožnosti odmítnutí (nemoc je často tajena) a následné vyzvracení potravy (pokud se opakuje a střídá s přejídáním, jedná se o bulimii), jedním z častých (nikoli zákonných) projevů je i sklon k extrémnímu sportovnímu nasazení.

Sekundární projevy (důsledky):

- Metabolismus – snížená hladina draslíku, edémy, metabolická alkalóza (způsobená vzestupem koncentrace hydrogenuhličitanů – dochází k narušení acidobazické rovnováhy organismu – kdy pH krve a tkání stoupá nad horní mez rozpětí u zdravých osob: 7,36–7,44).
- Gastrointestinální trakt – hypertrofie příušních žláz (zvětšování orgánu vlivem buněčného růstu, nikoliv množením buněk), zpomalené vyprazdňování žaludku, zácpa, záněty slinivky břišní.
- Kardiovaskulární systém – bradykardie (zpomalení srdeční frekvence), hypotenze (snížení krevního tlaku), srdeční arytmie.
- Hematologické problémy – anémie, trombocytopenie (snížení počtu krevních destiček), hypercholesterolémie (zvýšená hladina cholesterolu).
- Kožní – suchá, praskající kůže.
- Plicní – záněty plic (vdechnutí zvratků).
- CNS – atrofie mozku (zmenšení normálně vyvinutého orgánu), poruchy paměti.
- Neurologické – křeče, svalová slabost.
- Reprodukční – amenorea (vymizení menstruace), infertilita (neschopnost ženy donosit a porodit životaschopné dítě při zachované schopnosti otěhotnět – těhotenství je zakončeno potratem).

Tyto projevy nejsou dané, nemusí nastat u všech případů!

Kromě mnoha fyzických problémů se objevuje také řada problémů psychických:

- pocity smutku, osamocení, zoufalství, bezmoci, deprese,
- sebevražedné sklony – sklony k sebepoškozování.

V extrémních případech může vést porucha příjmu potravy u mentální anorexie až ke smrti. Anorexie v těžké formě bývá smrtelná zhruba v 50 %.

Bulimie

Bulimie (*bulimia nervosa*) je jedna z poruch příjmu potravy, stejně jako anorexie, se kterou má velmi těsný vztah – velmi často jedna z těchto nemocí vede k druhé či dojde k jejich koexistenci. Spočívá v záchvatovitém přejídání a snaze tomuto čelit úmyslným vyvrhováním potravy, ale také vyvoláváním průjmu, užíváním anorektik či jiných látek k hubnutí se snahou, aby postižený netloustl. Postižení bulimií, ačkoli si uvědomují svou ztrátu kontroly nad vlastním stravováním, se přejídají velice často, kdy se snaží

hned poté (s pocitem viny z toho, že opět zklamali sami sebe a podlehli žravosti) aplikovat nejrůznější nebezpečné drastické diety, přehnané cvičení, zvracení, hladovění, užívání různých projímadel, aby se co nejdříve zbavili zkonsumovaných potravin (kalorií). Proto je bulimie zdraví nebezpečná. Důkladnější studie ukázaly, že cca 40 % anorektiček trpí občasnými záchvaty přejídání a existují osoby, které netrpí anorexií, ale přesto se také často přejídají (třeba i častěji než dvakrát týdně) a tato situace trvá déle než tři měsíce.

Bulimie bývá často doprovázena sklony k sebepoškození a sebevražedným pokusům (sebevražda je druhým nejrozšířenějším důvodem úmrtí, hned za vyčerpáním organismu), k alkoholismu, drogové závislosti, poměrně časté jsou sklony k depresím.

Úkol č. 1: Stanovení BMI

Nejprve je třeba změřit tělesnou výšku a hmotnost probanda. Tělesná výška je vertikální vzdálenost nejvyššího bodu na temeni hlavy (vertex) od podložky ve vzpřímeném postoji. Měřený jedinec musí být bez bot. Měří se s přesností na 0,5 cm. Při zjišťování tělesné hmotnosti by měl být proband ve cvičebním úboru. Měří se s přesností na 0,1 kg.

Následně proveďte výpočet vlastního BMI – můžete využít kalkulaček, např. na <http://www.mte.cz/bmi.php>, <http://www.abcdieta.cz/bmi-kalkulacka>, <http://www.vypocet.cz/bmi>

Úkol č. 2: Stanovení kategorie podle BMI

S využitím tabulky proveďte zařazení do kategorie podle vlastního BMI. Zjištěné údaje vyhodnoťte statisticky, porovnejte BMI hochů a dívek, sportovců a nesportovců. Vypracujte krátkou esej na téma BMI a zdravý životní styl – stravovací návyky, tělesná aktivita, alkohol, kouření. Vyhodnoťte četnost kategorií podváha či obezita, pokuste se zamyslet, jak tento stav změnit.

Použitá literatura a informační zdroje

<http://anatomie.lf3.cuni.cz/antropometrie.htm>.

<http://www.vypocet.cz/bmi>.

<http://www.national-geographic.cz/detail/za-obezitu-mohou-bakterie-prejidani-je-pouze-reakce-organismu-35792/>.

http://www.wikiskripta.eu/index.php/Onemocn%C4%9Bn%C3%AD_z_nadbytku_%C5%BEivin.

<http://cs.wikipedia.org/wiki/Anorexie>.

http://cs.wikipedia.org/wiki/Ment%C3%A1ln%C3%AD_anorexie.

<http://cs.wikipedia.org/wiki/Bulimie>.

13 Pitný režim

Člověk denně v průměru vyloučí asi 2,5 litru vody močí, stolicí, dýcháním i kůží – pocením a odpařováním vody. Organizmus však musí mít vyrovnanou vodní bilanci, a tak, aby tyto ztráty uhradil, musí vodu přijímat. Asi třetina litru „nové“ vody se denně vytvoří v těle metabolickou činností, vody vázané v potravě přijmeme asi 900 ml. To znamená, že zbytek (asi 1,5 litru) musíme do těla dodat přímo ve formě tekutin. Každý den, po celý život. Za 70 let to představuje 40 tisíc litrů vody (tekutin). Kvalita těchto tekutin a jejich průběžný příjem ve správném množství jsou důležitým předpokladem zachování zdraví, duševní pohody i pracovní výkonnosti.

Dostatek tekutin zajišťuje nejen látkovou výměnu, ale i dobrou funkci ledvin čili vylučování škodlivých látek, které v těle vznikají. Umožňuje také plnou výkonnost doslova všech ostatních orgánů, tělesných i duševních funkcí a v neposlední řadě stojí i podpora normálního vzhledu pokožky. Naopak nedostatek vody v organismu (tzv. dehydratace) způsobuje problémy akutní i chronické povahy. Při nedostatku tekutin dojde ke zvýšení osmolality o 2–3 %. To vede ke zvýšené sekreci antidiuretického hormonu (ADH). Akutními příznaky mírné dehydratace jsou bolesti hlavy, únava a malátnost, pokles fyzické a duševní výkonnosti včetně poklesu koncentrace. Ztráta tekutin na úrovni 2 % tělesné hmotnosti představuje ztrátu až 20 % výkonu. U dětí se tak snižuje schopnost sledovat vyučování, což může nepříznivě ovlivnit jejich školní výsledky. Při 5% dehydrataci již hrozí přehřátí, oběhové selhání a šok. Mírný, ale dlouhodobý nedostatek tekutin, který v denním shonu mnohdy ani neregistrujeme, pak může mít za následek i vážné zdravotní poruchy. Vedle opakované bolesti hlavy nebo zácpy může docházet k poruchám funkce ledvin a vzniku ledvinových a močových kamenů. Dehydratací se také zvyšuje riziko vzniku infekce močových cest, zánětu slepého střeva, některých druhů rakoviny (např. konečníku a močového měchýře) i kardiovaskulárních chorob. Navíc se předpokládá, že i řada jiných, tzv. civilizačních chorob je důsledkem nesprávné životosprávy včetně nedostatku tekutin, resp. že některé civilizační choroby jsou buď prvním příznakem, nebo následkem trvalé mírné dehydratace.

Pro doplňování tekutin se vžil pojem pitný režim. Je to hlavní způsob, jak pokrýt každodenní ztráty tekutin v těle. Pro zachování našeho zdraví je

nutné vždy udržet rovnováhu mezi příjmem a výdejem tekutin. Doplnovat tekutiny (napít se) bychom měli ještě dříve, než pocítíme žízeň.

Pokud chceme orientačně zjistit, zda přijímáme dostatečné množství tekutin, stačí běžně sledovat, jaké množství a jaké zbarvení moči z našeho těla odchází. Pokud máme moč tmavou barvu, je to jedna ze známek nedostatečného zásobení tekutinami.

Optimálně bychom měli vypít denně přibližně 2 litry tekutin. Pohybuje-li se v horku, těžce pracujeme nebo sportujeme, musí být příjem tekutin přiměřeně větší. Potřebné množství tekutin ovlivňuje i jídelníček – pokud je základem zelenina, ovoce a mléčné výrobky, může být příjem tekutin formou nápojů o něco nižší.

Příjem tekutin by měl být plynulý v průběhu celého dne. Zcela zavádějící a nebezpečná je například domněnka, že v zaměstnání stačí vypít několik šálků kávy a potom vše dohnat večer. Základem pitného režimu mají být především nekalorické nápoje, hlavně voda, nejlépe minerální s nízkou až střední mineralizací, s vyváženým poměrem minerálů.

Do jisté míry závisí příjem tekutin i na hmotnosti – kdo váží padesát kilogramů, má nižší potřebu vody než osoba o sto kilogramech, méně se potí, a proto nepotřebuje tolik tekutin.

Malý příjem tekutin je stejně nevhodný jako příjem zvýšený. Nadměrný přísun tekutin může vést ke zdravotním potížím, jsou nadměrně zatíženy ledviny a srdce. V extrémních případech může vést k jejich selhání. K převodnění zpravidla dochází při takzvané nárazové konzumaci tekutin. Prolévání vodou patřilo ve středověku k mučícím technikám nechvalně proslulé inkvizice. Oběti zpravidla zemřely na neschopnost vstřebat další tekutinu. Z poslední doby je například známý případ osmadvacetileté Američanky, která zemřela několik hodin poté, co v rámci rozhlasové soutěže nárazově vypila sedm litrů vody.

Úkol č. 1: Jak dodržujeme pitný režim

Provedte podrobný monitoring přijatých tekutin za den a vyhodnoťte, jak dodržujete pitný režim. Výsledky porovnejte se spolužáky, statisticky vyhodnoťte. V případě, že váš denní příjem tekutin neodpovídá doporučenému množství, navrhnete úpravu pitného režimu.

Použitá literatura a informační zdroje

<http://www.vitalia.cz/clanky/pitny-rezim-neni-2-5-litru-denne-nesmysl/>.

<http://www.prirodni-zdravi.cz/clanky/pitny-rezim/>.

<http://www.szu.cz/tema/zivotni-prostredi/pitny-rezim>.

http://cs.wikipedia.org/wiki/Pitn%C3%BD_re%C5%BEim.

http://www.wikiskripta.eu/index.php/Pitn%C3%BD_re%C5%BEim.

14 Obecné zásady snižující riziko vzniku civilizačních onemocnění – výživová doporučení

1. Udržujte si přiměřenou stálou tělesnou hmotnost charakterizovanou BMI (18,5–25,0) kg/m² a obvodem pasu pod 94 cm u mužů a pod 80 cm u žen.
2. Denně se pohybujte alespoň 30 minut, např. rychlou chůzí nebo cvičením.
3. Jezte pestrou stravu, rozdělenou do 4–5 denních jídel, nevynechávejte snídani. Nejíst pozdě večer, max. 3 hodiny před spaním.
4. Konzumujte dostatečné množství zeleniny (syrové i vařené) a ovoce, denně alespoň 600 g, rozdělené do více porcí. Zeleniny zhruba 2× více než ovoce, protože zelenina má v průměru 2× více minerálních látek, stopových prvků a vitamínů, ale 2× méně energie než ovoce. Zelenina i ovoce obsahují i látky nezařazené mezi živiny – ochranný vliv mají např. flavonoidy, salicyláty, karotenoidy, lykopen aj. Občas konzumujte menší množství ořechů.
5. Jezte výrobky z obilovin (tmavý chléb a pečivo, nejlépe celozrnné těstoviny, rýži) nebo brambory, nejvýše 4× týdně, nezapomínejte na luštěniny. Luštěniny alespoň 1× týdně – obsahují bílkoviny prakticky bez tuků, v naklíčeném stavu navíc i vitamín C.
6. Jezte ryby a rybí výrobky alespoň 2× týdně. Jde o zdroj nenasycených mastných kyselin a vitamín A. Tučné mořské ryby obsahují významná množství vitamínu D, mořské ryby jsou dále zdrojem jódu a fluoru. Malé ryby a kosti jsou zdrojem vápníku.
7. Denně zařazujte mléko a mléčné výrobky, zejména zakysané. Vybírejte si přednostně polotučné a nízkotučné. Zakysané mléčné výrobky tolerují i osoby s deficitem laktasy. Preferují se výrobky obsahující probiotika – některé z kmenů bakterií mléčného kvašení, které příznivě ovlivňují zdraví člověka zlepšením jeho mikrobiální střevní rovnováhy.
8. Sledujte příjem tuků, omezte množství tuků jak ve skryté formě (tučné maso, tučné masné a mléčné výrobky, jemné a trvanlivé pečivo s vyšším obsahem tuku, chipsy, čokoládové výrobky), tak jako pomazánky na chléb a pečivo a při přípravě pokrmů. Pokud je to možné, nahrazujte

- tuky živočišné rostlinnými oleji a tuky. Tuky by měly tvořit nejvýše 30 % energetického příjmu, tj. max. 70 g/den.
9. Snižujte příjem cukru, zejména ve formě slazených nápojů (10 g/100 ml), sladkostí, kompotů a zmrzliny. Přídavek cukru do potravy zvyšuje její energetickou hodnotu, aniž by se současně dodávaly jiné potřebné živiny.
 10. Omezujte příjem kuchyňské soli a potravin s vyšším obsahem soli (chipsy, solené tyčinky a ořechy, slané uzeniny a sýry), nepřisolujte hotové pokrmy. Obvyklá denní konzumace soli je asi 12 g, doporučená je však i jen 5 g (u hypertonika 3–5 g). Prakticky 3 g soli jsou už v potravinách bez dosolování, měli bychom vybírat potraviny, které nejsou přesolené a dále nepřisolovat.
 11. Předcházejte nákazám a otravám z potravin správným zacházením s potravinami při nákupu, uskladnění a přípravě pokrmů. Nekonzumujte plesnivé a nahnílé potraviny – nebezpečí mykotoxinů, bakteriálních infekcí.
 12. Při tepelném zpracování dávejte přednost šetrným způsobům, omezte smažení a grilování.
 13. Nezapomínejte na pitný režim, denně vypijte minimálně 1,5–2 l tekutin (voda, minerální vody, slabý čaj, ovocné čaje a šťávy, nejlépe neslazené).
 14. Pokud pijete alkoholické nápoje, nepřekračujte denní příjem alkoholu 20 g (200 ml vína, 0,5 l piva, 50 ml lihoviny).

Doporučené denní dávky příjmu živin se liší podle věku, pohlaví a fyzické aktivity. Jsou stanoveny tak, aby pokryly potřebu základních živin, vybraných vitamínů, minerálních látek a stopových prvků u téměř všech zdravých osob v dané populační skupině. Skutečná potřeba jednotlivce se může lišit. V minulosti byly doporučené dávky zaměřeny hlavně na prevenci projevů nedostatku živin, např. křivice, kurděje. K tomu, aby nevznikly kurděje, stačí 5–10 mg vitamínu C denně. Vitamín C má však i antioxidační účinky, proto se doporučují, zejména v některých zemích, dávky mnohem vyšší: WHO doporučuje denní dávku 45 mg/den, německy mluvící země doporučují 100 mg.

V dnešní době jsou doporučené denní dávky potravin zaměřeny i na snížení rizika rozvoje chronických neinfekčních onemocnění (např. kardiovaskulárních chorob, některých druhů nádorů).

Úkol č. 1: Jak dodržujeme výživová doporučení

Prostudujte jednotlivé body doporučených výživových pravidel a denních dávek příjmu živin, k jednotlivým bodům vypracujte stručnou zprávu, jak tato doporučení dodržujete vy sami. Výsledky porovnejte se spolužáky a zamyslete se nad možnými úpravami životosprávy a stravovacími návyky. Pokuste se vytvořit modelový jídelníček odpovídající výše uvedeným zásadám, obsah energie v jednotlivých potravinách zjistíte např. na:

<http://www.lucy.cz/energeticke-tabulky/>

<http://www.kaloricketabulky.cz/tabulka-potravin.php>

<http://www.kcal.cz/energeticka-hodnota-potravin-tabulka/>

<http://www.zdravi4u.cz/view.php?cislocclanku=2004101302>

<http://www.zijzdrave.cz/jidlo/energeticke-hodnoty-potravin/>

<http://www.vyzivaspol.cz/encyklopedie-vyzivy-e-hesla/energeticka-hodnota-potravin.html>

<http://www.abcvyzivy.cz/podpora/energie.htm>

Použitá literatura a informační zdroje

http://www.wikiskripta.eu/index.php/V%C3%BD%C5%BEivov%C3%A1_doporu%C4%8Den%C3%AD.

http://www.wikiskripta.eu/index.php/Soubor:Harvard_food_pyramid.png.

doc. RNDr. Ludmila Zajoncová, Ph.D., a kol.

Experimenty pro přírodovědné kroužky na téma: Člověk a zdraví

Výkonný redaktor prof. RNDr. Tomáš Opatrný, Dr.
Odpovědná redaktorka Mgr. Hana Pochmanová
Technická redaktorka VUP
Návrh a grafické zpracování obálky Jiří Jurečka

Vydala a vytiskla Univerzita Palackého v Olomouci
Křížkovského 8, 771 47 Olomouc
www.vydavatelstvi.upol.cz
www.e-shop.upol.cz
vup@upol.cz

1. vydání

Olomouc 2013

ISBN 978-80-244-3601-2

Neprodejná publikace

VUP 2013/432