

Stanovenie vybraných chemických charakteristík krajských odrôd jablák a dulí

Bc. Zdenka Kuceková

Diplomová práce
2009



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta technologická

Ústav potravinářského inženýrství

akademický rok: 2008/2009

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Zdenka KUČEKOVÁ**
Studijní program: **N 2901 Chemie a technologie potravin**
Studijní obor: **Technologie, hygiena a ekonomika výroby potravin**

Téma práce: **Stanovenie vybraných chemických charakteristik
krajských odrůd jablek a dulí**

Zásady pro vypracování:

I. Teoretická část

- Spracovať teoretické podklady týkajúce sa ovocia, hlavne jablák.
- Zamerať sa na ich nutričné charakteristiky.
- Zhrnúť princípy použitých metód pre jednotlivé stanovenia.

II. Praktická část

- Vo vybraných odrodách jablek stanoviť obsah vitamínu C, ich stráviteľnosť a obsah vlákniny.

Rozsah práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

[1] VELÍŠEK, J. *Chemie potravin 2, OSSIS, Tábor 1999.*

[2] Combs, Gerald F. *The Vitamins, second edition, ACADEMIC PRESS 1999.*

[3] Odstrčil, J., Odstrčilová, M. *Chemie potravin, Národní centrum ošetřovatelství a nelékařských zdravotnických oborů v Brně, Brno 2006.*

[4] Káš, J., Kodlíček, M., Valentová, O. *Laboratorní techniky biochemie, Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, Praha 2006.*

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Daniela Kramářová, Ph.D.

Ústav potravinářského inženýrství

Datum zadání diplomové práce:

20. února 2009

Termín odevzdání diplomové práce:

31. května 2009

Ve Zlíně dne 31. května 2009

doc. Ing. Petr Hlaváček, CSc.
děkan



prof. Ing. Ignác Hoza, CSc.
vedoucí katedry

ABSTRAKT

Cieľom diplomovej práce bolo stanoviť chemické charakteristiky valašských odrôd jabĺk a dulí. Stanovený bol obsah vlákniny, vitamínu C a stráviteľnosť. Teoretická časť práce je zameraná na popis ovocia, daných charakteristík a metódy HPLC.

Obsah vlákniny bol stanovený pomocou prístroja Ankom²²⁰ Fiber Analyzer. K stanoveniu vitamínu C bola použitá metóda HPLC–ECD. Stráviteľnosť bola stanovená gravimetricky, po hydrolyze *pankreatinom* s použitím inkubátora Daisy.

Kľúčové slová: dule, jablká, HPLC-ECD, vitamín C, vláknina, stráviteľnosť

ABSTRACT

The aim of this thesis was to measure chemical characteristics of wallachia varieties of apples and quinces. Content of fiber, vitamin C and digestibility was measured. The theoretical part is aimed to describe the fruit, its characteristics and the HPLC method.

The fiber content was determined using the device Ankom²²⁰ Fiber Analyzer. The HPLC-ECD method has been used for measuring vitamin C. Digestibility was determined gravimetrically, after hydrolysis with *pancreatin* using Daisy incubator.

Keywords: quinces, apples, HPLC-ECD, vitamin C, fiber, digestibility

V prvom rade by som touto cestou chcela poďakovať vedúcej mojej diplomovej práce Ing. Daniele Kramářovej, Ph.D. za odborné vedenie, trpezlivosť, cenné rady a pripomienky. Poďakovanie patrí i Ing. Ladislave Mišurcovej, Ph.D. za pomoc a podporu pri práci a pani laborantke Jaroslave Živočkej za ochotu. A v neposlednom rade mojej rodine a priateľom za veľkú podporu počas celého štúdia.

Prohlašuji, že jsem na bakalářské/diplomové práci pracoval(a) samostatně a použitou literaturu jsem citoval(a). V případě publikace výsledků, je-li to uvedeno na základě licenční smlouvy, budu uveden(a) jako spoluautor(ka).

Ve Zlíně

.....

Podpis studenta

OBSAH

| | |
|---|-----------|
| ÚVOD | 9 |
| I TEORETICKÁ ČASŤ | 11 |
| 1 OVOCIE | 12 |
| 1.1 JADROVÉ OVOCIE | 12 |
| 1.2 KÔSTKOVÉ OVOCIE..... | 12 |
| 1.3 DROBNÉ OVOCIE | 12 |
| 1.4 ŠKRUPINOVÉ OVOCIE..... | 13 |
| 1.5 HROZNÁ RÉVY VINNEJ..... | 13 |
| 1.6 CUDZOKRAJNÉ OVOCIE..... | 13 |
| 1.7 CHEMICKÉ ZLOŽENIE OVOCIA | 13 |
| 1.8 JABLOŇ (ROD <i>MALUS</i>)..... | 15 |
| 1.8.1 Pomologické členenie jabloní | 15 |
| 1.8.2 Botanické členenie jabloní | 16 |
| 1.8.3 Podmienky pestovania | 16 |
| 1.8.4 Chemické zloženie..... | 16 |
| 1.9 DULA PODLHOVASTÁ (<i>CYDONIA OBLONGA</i>)..... | 17 |
| 1.9.1 Botanické členenie dulí..... | 18 |
| 1.9.2 Podmienky pestovania | 18 |
| 1.9.3 Chemické zloženie..... | 19 |
| 2 VLÁKNINA | 20 |
| 2.1 ROZPUSTNÁ VLÁKNINA | 20 |
| 2.2 NEROZPUSTNÁ VLÁKNINA | 20 |
| 2.3 CHEMICKÉ ZLOŽENIE VLÁKNINY | 21 |
| 2.3.1 Celulóza | 21 |
| 2.3.1.1 Štruktúra celulózy..... | 21 |
| 2.3.1.2 Modifikované celulózy | 22 |
| 2.3.2 Hemicelulózy | 22 |
| 2.3.3 Pektíny | 23 |
| 2.3.4 Polysacharidy morských rias..... | 23 |
| 2.3.5 Rastlinné gummy a slizy..... | 24 |
| 2.3.6 Lignín..... | 24 |
| 2.3.7 Chitín | 24 |
| 2.4 VÝZNAM VLÁKNINY | 25 |
| 2.5 ZDROJE VLÁKNINY | 25 |
| 3 STRÁVITEĽNOSŤ | 27 |
| 3.1 TRÁVIACA SÚSTAVA ČLOVEKA | 27 |
| 3.2 RESORPCIA | 29 |
| 3.2.1 Trávenie a resorpcia sacharidov | 29 |
| 3.2.2 Trávenie a resorpcia bielkovín a nukleových kyselín | 30 |
| 3.2.3 Trávenie a resorpcia lipidov..... | 31 |
| 3.2.4 Trávenie a resorpcia vitamínov | 32 |
| 4 VITAMÍNY | 33 |

| | | |
|-----------|--|-----------|
| 4.1 | VITAMÍN C..... | 34 |
| 4.1.1 | Štruktúra a chemizmus vitamínu C | 34 |
| 4.1.2 | Vznik kyseliny L- askorbovej | 36 |
| 4.1.3 | Stabilita vitamínu C | 36 |
| 4.1.4 | Vlastnosti vitamínu C | 37 |
| 4.1.5 | Výskyt vitamínu C..... | 37 |
| 4.1.6 | Deficiencia vitamínu C | 39 |
| 5 | CHROMATOGRAFIA..... | 40 |
| 5.1 | KVAPALINOVÁ CHROMATOGRAFIA..... | 41 |
| 5.1.1 | Kvapalinový chromatograf | 41 |
| 5.1.2 | HPLC | 42 |
| 5.1.2.1 | HPLC detektory..... | 42 |
| 6 | ŠTATISTICKÉ SPRACOVANIE VÝSLEDKOV | 43 |
| II | PRAKTICKÁ ČASŤ | 44 |
| 7 | STANOVENIE OBSAHU NEUTRÁLNE DETERGENTNEJ VLÁKNINY..... | 45 |
| 7.1 | POUŽITÉ CHEMIKÁLIE | 45 |
| 7.2 | POUŽITÉ PRÍSTROJE A POMÔCKY | 45 |
| 7.3 | POUŽITÉ VZORKY | 45 |
| 7.4 | METODIKA STANOVENIA OBSAHU NEUTRÁLNE DETERGENTNEJ VLÁKNINY | 46 |
| 8 | STANOVENIE STRÁVITEĽNOSTI | 47 |
| 8.1 | POUŽITÉ CHEMIKÁLIE | 47 |
| 8.2 | POUŽITÉ PRÍSTROJE A POMÔCKY | 47 |
| 8.3 | POUŽITÉ VZORKY | 47 |
| 8.4 | METODIKA STANOVENIA STRÁVITEĽNOSTI | 47 |
| 8.4.1 | Metodika stanovenia sušiny | 48 |
| 8.4.2 | Metodika stanovenia popola | 48 |
| 9 | STANOVENIE VITAMÍNU C METÓDOU HPLC – ECD | 49 |
| 9.1 | POUŽITÉ CHEMIKÁLIE | 49 |
| 9.2 | POUŽITÉ PRÍSTROJE A POMÔCKY | 49 |
| 9.3 | POUŽITÉ VZORKY | 49 |
| 9.4 | KALIBRAČNÁ KRIVKA PRE STANOVENIE OBSAHU VITAMÍNU C..... | 50 |
| 9.5 | METODIKA STANOVENIA OBSAHU VITAMÍNU C..... | 51 |
| 10 | VÝSLEDKY A DISKUSIA..... | 52 |
| 10.1 | VÝSLEDKY STANOVENIA OBSAHU NEUTRÁLNE DETERGENTNEJ VLÁKNINY | 52 |
| 10.2 | VÝSLEDKY STANOVENIA STRÁVITEĽNOSTI | 54 |
| 10.2.1 | Stráviteľnosť jablák..... | 56 |
| 10.2.2 | Stráviteľnosť dŕl..... | 57 |
| 10.2.3 | Stanovenie sušiny | 59 |
| 10.2.4 | Stanovenie popola | 63 |
| 10.3 | VÝSLEDKY STANOVENIA OBSAHU VITAMÍNU C..... | 66 |
| | ZÁVER..... | 73 |
| | ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY..... | 75 |
| | ZOZNAM POUŽITÝCH SYMBOLOV A SKRATIEK..... | 80 |

| | |
|------------------------------|-----------|
| ZOZNAM OBRÁZKOV | 81 |
| ZOZNAM TABULIEK | 82 |
| ZOZNAM PRÍLOH | 83 |

ÚVOD

Už storočia ľudstvo oceňuje mimoriadne výživnú hodnotu čerstvého ovocia. Ovocie je dôležitou zložkou potravy, ktorá zlepšuje kondíciu, optimálne pôsobí na metabolizmus a je výborným zdrojom energie. Obsahuje vysoký podiel vody, cenné vitamíny, sacharidy, minerálne látky a organické kyseliny. Nezanedbateľný je vysoký obsah vlákniny. Svetová zdravotnícka organizácia (WHO) odporúča konzumovať zeleninu a ovocie päťkrát denne, v množstve približne 0,5 kg na osobu a deň. V Českej republike je príjem ovocia a zeleniny o mnoho nižší, z čoho vyplýva i nedostatočný príjem vlákniny a vitamínu C obyvateľstva ČR.

Najznámejším a významným domácim ovocím sú jablká, ktoré majú na ľudský organizmus veľmi prospešné účinky. Sú bohaté na vitamíny, stopové prvky a vlákninu. Pomáhajú znižovať krvný tlak i hladinu cholesterolu, stabilizujú hladinu cukru v krvi, posilňujú imunitný systém, srdce a krvný obeh. Obsah solí kyseliny vínnej v jablkách bránia škodlivej tvorbe fermentov a usadzovaniu baktérií v čreve. Podobné vlastnosti ako jablká majú i dule. Dule patria k menej rozšíreným ovocným druhom. Významné sú vďaka svojej vysokej biologickej hodnote. Vyznačujú sa obsahom vitamínov, minerálnych látok, pektínov a vlákniny.

Vlákninou sa moderná veda začala zaoberať v 50. rokoch 20. storočia, záujem o vlákninu od tejto doby stále rastie a to vďaka jej prospešným vlastnostiam a pôsobeniu na ľudský organizmus. Vlákna priaznivo pôsobí na kardiovaskulárne ochorenia, rakovinu hrubého čreva a konečníka, tráviace problémy, pomáha pri redukcii váhy. Hoci je príjem sacharidov v ČR nadmerný, príjem vlákniny je nedostatočný. Preto by sa malo obyvateľstvo predovšetkým zamerať na vhodnú štruktúru príjmu sacharidov a jednoduché sacharidy nahradit' polysacharidmi.

Nedostatkom výživy je i už spomínaný nedostatočný príjem vitamínu C. Vitamín C je významný antioxidant, ktorý pomáha likvidovať voľné radikály, detoxikovať ďalšie chemické látky z ovzdušia a potravín a súčasne zvyšuje aktivitu imunologického systému. Kyselina L-askorbová pomáha odstraňovať zápal, svalové bolesti, pomáha pri regenerácii organizmu, pri hojení rán, rozklade cholesterolu, pozitívne pôsobí na krvný tlak, znižuje tvorbu krvných zrazenín a iné. Potraviny obsahujúce vitamín C je nevyhnutné zaradiť do jedálničky pravidelne a v dostatočnom množstve.

Z hľadiska zdravej výživy je veľmi významné sledovať i stráviteľnosť potravín, čo je doposiaľ veľmi málo riešená otázka. Stráviteľnosť je dôležitá pri posúdení kvality potravín. Jej sledovanie pomáha zistiť skutočný obsah využiteľných organických látok prijatých organizmom.

Diplomová práca sa zaoberá stanovením obsahu vlákniny, vitamínu C a stráviteľnosti rôznych odrôd jablák a dulí z Valašska. Sledovanie týchto troch charakteristík je dôležité z hľadiska zdravej výživy človeka a v prevencii civilizačných chorôb. Pre výpočet stráviteľnosti boli zároveň stanovené i sušina a popol vzoriek. Pre stanovenie vitamínu C bola použitá analytická metóda HPLC-ECD.

I. TEORETICKÁ ČASŤ

1 OVOCIE

Čerstvým ovocím sa rozumejú jedlé plody a semená stromov, kríkov alebo bylín uvádzané do obehu bezprostredne po zbere alebo po určitej dobe skladovania v surovom stave [1].

Ovocie sa hodnotí hlavne pre plody, ktoré tvoria značnú časť ľudskej potravy. Plody ovocia sa charakterizujú podľa stupňa zrelosti, ktorý je základným činiteľom rozhodujúcim o trvanlivosti, zložení a použití ovocia. Z hľadiska klíčivosti semien a s prihliadnutím k vhodnému spracovaniu rozdelíme u ovocných plodov nasledujúce stupne zrelosti:

- fyziologická zrelosť – v tomto stupni vývinu sú semená plne vyvinuté a sú schopné klíčiť,
- zberná zrelosť – nastáva, keď sa plod sám oddeľuje od stopky,
- konzumná zrelosť – plody sú vhodné ku konzumácii v čerstvom stave,
- technologická zrelosť – v tomto stupni zrelosti ovocie dosahuje najvyššej kvality pre spracovateľský účel [2].

Podľa pestovateľsko-botanických znakov sa ovocie delí na jadrové, kôstkové, drobné, škrupinové, hrozná revy vínnej a cudzokrajné ovocie [1].

1.1 Jadrové ovocie

Plody jadrového ovocia sa nazývajú malvice. Malvice majú šťavnatú dužinu, silnú šupku a jadriec, v ktorom sú uzavreté semená. Medzi jadrové ovocie patria napr. jablká, hrušky, dule, mišpule, oskoruše [3].

1.2 Kôstkové ovocie

Plodmi sú kôstkovice. Vonkajšia vrstva – exokarp je šťavnatá dužina a vnútorná – endokarp je sklerenchymatická škrupina kôstky. V kôstke je biele semeno. Do tejto skupiny patria napr. slivky, mirabelky, broskyne, marhule, čerešne a višne [3].

1.3 Drobné ovocie

Botanicky sa jedná o rôznorodú skupinu. Plodom sú buď bobule alebo plodenstvo. Patria sem ríbezle, čučoriedky, egreše, maliny, ostružiny, jahody [1].

1.4 Škrupinové ovocie

Jedlou súčasťou je tvrdé semeno uložené v zdrevnatenej a pevnej škrupine. Škrupinové ovocie sa vyznačuje obsahom tukov, bielkovín, vitamínov a minerálnych látok [4].

1.5 Hrozná Révy vinnej

Réva vinná (*Vitis vinifera*) je lianovitá, svetlomilná a teplomilná rastlina patriaca do čeľade *Vitaceae*. Odrody revy vinnej sa delia do nasledujúcich štyroch skupín:

- odrody muštové na výrobu bielych vín,
- odrody muštové na výrobu červených vín,
- odrody muštové na výrobu tokajských vín,
- odrody stolné [1].

1.6 Cudzokrajné ovocie

Jedná sa o nesúrodú skupinu, do ktorej sa zaraďuje všetko ovocie pestované v subtropickom a tropickom pásme. Patria sem napríklad plody citrusov, banány, ananásy, kiwi, avokádo, karambola, granátové jablko, liči, papája [1].

1.7 Chemické zloženie ovocia

Dužnaté ovocie obsahuje v čerstvom stave 70 – 90 % vody. Škrupinové ovocie obsahuje v čerstvom stave 20 – 25 % a v zrelom 4 – 8 % vody. Sušina obsahuje hlavne monosacharidy, oligosacharidy a polysacharidy, pri škrupinovom ovocí tuk. Medzi ďalšie zložky sušiny patria organické kyseliny, dusíkaté látky, minerálne látky, lipidy, fenoly, enzýmy, pigmenty, aromatické látky a vitamíny [3].

Voda v rastlinných systémoch tvorí prostredie pre životné pochody, slúži ako rozpúšťadlo pre látky, vyrovnáva teplotné rozdiely a účastní sa chemických reakcií [5].

Obsah sacharidov v ovocí sa pohybuje v rozmedzí 5 – 15 %, spravidla vyšší obsah má hrozno revy vinnej. Sú tu obsiahnuté hlavne monosacharidy a to glukóza a fruktóza, ich pomer sa mení podľa druhu ovocia a odrody. S polysacharidov sú zastúpené hlavne škrob, celulóza, hemicelulóza, pentózany a pektinové látky. Cukry v ovocí sprevádzajú i alkoholické cukry. Najznámejší je sorbitol (v jadrovom a kôstkovom ovocí) [3].

Organické kyseliny sú prítomné vo forme voľnej alebo viazanej. Určujú pH ovocia, ktoré je v rozmedzí hodnôt 3,0 – 4,0. S kyselín sa uplatňujú najmä kyselina jablčná, šťaveľová

a mravenčia. Behom zrenia sa pomer jednotlivých kyselín mení. Koncentrácia kyselín s postupom zrenia klesá [6].

Obsah dusíkatých látok sa pohybuje v ovocí v rozsahu 0,2 – 1 %, patria sem aminokyseliny, bielkoviny a peptidy. Ovocie môže obsahovať takmer všetky známe aminokyseliny [7].

Obsah minerálnych látok kolíše podľa druhu a odrody. Najviac sú zastúpené ióny prvkov K, Na, Mg, Ca, Cl, S, P a Si [3].

Dužnaté plody ovocia obsahujú malé množstvo lipidov. Celkový obsah lipidov v dužine plodu sa pohybuje v rozmedzí 0,5 – 1,5 %. Značné množstvo lipidov, až 60 %, obsahuje škrupinové ovocie [1].

Rastlinné fenoly sú obsiahnou skupinou látok, ktoré sa vyskytujú v ovocí. Radia sa k nim katechiny, leukoantokyanidiny, leukoantokyaniny, flavony a flavonoly, flavonony, antokyanidiny a antokyany, hydroxyškoricová kyselina a hydroxykumariny. Obsah fenolov v ovocí sa pohybuje v rozmedzí hodnôt od 0,1 do 1,0 % [3].

Enzýmy sú biokatalyzátory takmer všetkých biochemických reakcií a ich funkcie podmieniajú život rastlín, prípadne ich častí. Významná je problematika enzýmového hndnutia. Zúčastňuje sa ho *fenoloxidáza* a v menšej miere *peroxidáza*. Vyskytuje sa takmer u všetkých druhov ovocia okrem jahôd, citrusov a ananásu [3].

Ovocie obsahuje i prchavé aromatické látky, ich obsah sa pohybuje v rozmedzí od 10 do 400 mg na kg čerstvej hmoty. Výnimkou sú citrusové plody, ktoré obsahujú vyššie množstvo týchto látok. Chemicky sa jedná o organické látky ako sú alkoholy, estery, ketóny, aldehydy, uhľovodíky a terpeny. Majú charakteristickú chuť a vôňu [1].

Vitamíny sú v jednotlivých druhoch ovocia obsiahnuté v rozdielnom množstve. Delia sa na vitamíny rozpustné vo vode (vitamíny skupiny B, vitamín C, bioflavonoidy) a vitamíny rozpustné v tukoch (A, D, E, K). Väčšina ovocia je významným zdrojom vitamínu C, hlavne čierne ríbezle, jahody a ďalšie drobné ovocie. Škrupinové ovocie je bohaté na vitamíny skupiny B a vitamín E. Na obsah vitamínov v ovocí má vplyv celá rada faktorov, napríklad prítomnosť kyslíka, teplota a svetlo [8, 9].

Farbivá sú organické zlúčeniny, ktoré produkujú rastlinné bunky. Delia sa podľa chemického zloženia, funkcie a farby. Najvýznamnejšou skupinou rastlinných pigmentov sú flavonoidy, karotenoidy a dusíkaté farbivá [10].

1.8 Jabloň (rod *Malus*)



Obrázok 1: Jablká

Jablone sú jedny z najbežnejšie pestovaných ovocných drevín mierneho pásma a ako tržné, tak aj ostatné odrody ponúkajú veľkú rozmanitosť chutí a vôní. Rozsiahly výber odrôd pokrýva obdobie dozrievania od vrcholného leta do neskorej zimy a jablká sa môžu skladovať pri vhodných podmienkach až do polovice jari [11].

Pravlast'ou jablák je stredná Ázia. Odtiaľ sa v priebehu storočí rozšírili na všetky kontinenty, pričom sa plody prispôbovali klimatickým podmienkam a vznikli stovky odrôd. V strednej Európe sa jablone pestujú už mnoho storočí. Dnes v ČR existuje 60 odrôd jablák povolených k pestovaniu na predaj [12].

Na území ČR sa pokladá za pôvodný domáci druh Jabloň lesná (*Malus Sylvestris*). Rastie veľmi roztrúsene na prevlhčenej pôde bohatej na živiny. Je rozšírená po celej Európe a od kultúrnych jabloní je ťažko rozpoznateľná [13].

1.8.1 Pomologické členenie jabloní

Pomologicky sa jablone radia do skupiny jadroviny a odrody sa delia na základe doby zrenia, zbernej zrelosti a konzumnej zrelosti na:

- letné odrody – konzumná zrelosť nastáva súčasne so zbernou zrelosťou (pr. Daria, Delicia, Mantet, Vista Bela),

- podzimné odrody – konzumná zrelosť nastáva po 2 – 8 týždňoch po zbere (pr. Akane, Alkmene, Desert, Lord Lambourne),
- zimné odrody – konzumná zrelosť nastáva za 8 – 12 týždňov po zbere, pri neskorozimných odrôd až po 12 – 24 týždňoch (pr. Angold, Golden Delicious, Idared, Jonagold).

1.8.2 Botanické členenie jabloní

Botanicky sa jablone radia do rodu jabloň – *Malus* Miller, do čeľade ružovitých (*Rosaceae*) a podčeľade jabloňovité (*Maloideae*). Jablone sa delia do nasledujúcich sekcií:

- *Eumalus* zahrňujúce európske a ázijské druhy,
- *Sorbomalus* zahrňujúce plané japonské a čínske druhy,
- *Eriolobus* zahrňujúce maloázijské druhy,
- *Docyniopsis* zahrňujúce japonské a čínske druhy [15].

1.8.3 Podmienky pestovania

Jablone patria medzi druhy veľmi prispôsobivé klimatickým podmienkam. Pestovanie je možné i vo vyšších nadmorských výškach (do 600 m.n.m.). Sú náročnejšie na vyššiu relatívnu vlhkosť vzduchu. Na pestovanie sú vhodné stredne ťažké, priepustné pôdy, prevzdušené, s neutrálnou pôdnou reakciou. Optimálna priemerná ročná teplota je 7 – 8 °C a úhrn ročných zrážok 600 – 800 mm [13].

Jablone sú veľmi náročné na obsah živín v pôde. Dusík podporuje rast letokruhov. Pokiaľ jabloň trpí nedostatkom dusíka, tvorí tenké, krátke výhonky, listy sú menšie, svetlo zelené až žlté. Fosfor sa uplatňuje pri tvorbe kvetných pupeňov, kvetov a semien. Draslík zvyšuje odolnosť voči teplotným poklesom, nedostatku vlhkosti, ale i voči chorobám a škodcom. Pôsobí na zvýšenie tvorby a kvality plodov. Vápnik stabilizuje štruktúru a celistvosť bunkových membrán a spevňuje bunkové steny. Dostatočné množstvo vápnika v plodoch zabraňuje výskytu fyziologických skladovacích chorôb. Z mikroelementov je dôležité železo, ktoré sa účastní enzymatických väzieb. Mangán pôsobí na metabolizmus rastových látok a med' podporuje syntézu bielkovín. Dôležité sú i zinok, bór a molybdén [16].

1.8.4 Chemické zloženie

Jablká obsahujú významné a hodnotné látky. Obsahujú 78 – 86 % vody. Časť vody je pevne viazaná na koloidné častice. Obsah sacharidov je v rozmedzí 10 – 15 %. Najviac je za-

stúpený škrob, ktorý sa pri dozrievaní štiepi na glukózu a fruktózu. Jablká obsahujú i vlákninu a celulózu, ktorej obsah sa pohybuje okolo 1,3 %. Obsah kyselín závisí na odrode a pohybuje sa v rozmedzí 0,2 - 1,6 %. Najvýznamnejší podiel má kyselina jablčná a citrónová. Množstvo kyselín má vplyv na kyslosť plodu – pH, ktoré sa pohybuje od 2,5 do 5,0. Mierne trpkú chuť môžu spôsobovať triesloviny, ktorých obsah býva 0,02 – 0,3 %. Obsah dusíkatých látok je približne 0,8 %. Z fenolových látok sú v jablkách prítomné deriváty hydroxyškoricových kyselín a niektoré flavonoidné látky, v odrodách s červenou šupkou antokyany. Koncentrácia fenolových látok dozrievaním plodov klesá. Lipidy a látky im príbuzné sa vyskytujú v jablkách len v nepatrnom množstve [17].

Obsah vitamínov je rozdielny. Najvýznamnejší je obsah vitamínu C, ktorý je v rozmedzí od 4,4 do 32 mg na 100 g čerstvej hmoty. Na obsah vitamínu C má vplyv obdobie konzumácie, spôsob a dĺžka uskladnenia a odroda. Z aromatických látok sú zastúpené estery kyselín, aldehydy a silice. Ich obsah býva veľmi nízky. Z minerálnych látok sa vyskytujú draslík, fluór, sodík, vápnik, horčík, železo a fosfor, ich množstvo sa pohybuje od 0,25 do 0,75 % [16].

1.9 Dula podlhovastá (*Cydonia oblonga*)



Obrázok 2: *Duly*

Dula podlhovastá patrí k jednej z najstarších kultúrnych rastlín vôbec. Pochádza zo strednej Ázie, z ktorej sa rozšírila do Európy a ostatných kontinentov. Rozšírená je hlavne v Iraku, Iráne, Afganistane, Sýrii, Tunisku, Francúzsku a Portugalsku. Na území ČR sa pestovala už v stredoveku. V súčasnosti sa pestuje hlavne na južnej Morave a v stredných Čechách [18].

Dula sa pestuje ojedinele. Má vonné plody a dužinu bohatú na pektíny. Dužina plodov je trpká a tuhá. Zberná zrelosť nastáva v druhej polovici októbra. Konzumná zrelosť v decembri a vydrží až do apríla [1].

Dula je ker alebo strom dekoratívneho vzhľadu s výškou 2 – 8 m. Listy sú vajcovité, tmavo zelené a kožovité. Kvety sú biele až ružové. Plody dule sú malvice tvarom podobné jablkám alebo hruškám a sú pokryté šedivo bielou plst'ou. Najčastejšie pestované odrody sú Champion a Portugalská [11, 13].

1.9.1 Botanické členenie dulí

Botanicky sa dule radia do rodu *Cydonia*, do čeľade ružovitých (*Rosaceae*). Dule sa delia na nasledujúce poddruhy:

- *Cydonia oblonga* subsp. *maliformis* (Miller) Thell. – dula podlhovastá jablkovitá, plody jablkovitého tvaru,
- *Cydonia oblonga* subsp. *pyriformis* (Medic.) Thell. – dula podlhovastá hruškovitá, plody hruškovitého tvaru,
- *Cydonia oblonga* subsp. *lusitanica* (Schneider) – plody hruškovitého tvaru, kry bujnejšieho vzrastu, kvety tmavšie,
- *Cydonia oblonga* var. *marmorata* (Schneider) – listy husto posiate žltými a bielymi škvrnami,
- *Cydonia oblonga* subsp. *pyramidalis* (Schneider) – kry pyramídového rastu [18].

1.9.2 Podmienky pestovania

Dule sú náročné na mierne klíma, vyžadujú teplé a slnečné stanovisko. Ideálna je nadmorská výška 250 m.n.m. s priemernou ročnou teplotou 7 - 10 °C a zrážkami do 600 mm. Pôdu vyžadujú vzdušnú, humusovú, teplú, primerane vlhkú, pieskovo hlinitú, ktorej pH nemá byť vyššie ako 7,0. Neznáša vyšší obsah uhličitanu vápenatého. V suchých pôdach trpí kameňčitosťou, na prevlhčených pôdach plod zle vyzrieva a má menej intenzívnu arómu [13].

Dule sú spravidla samosprašné, zaistenie opelenia je vhodné kvôli zlepšeniu úrovne zberu. Vysádzajú sa na jeseň alebo v zime, ak sú prostokorenné. Ak boli kontajnerované, sadia sa po celý rok. Na chudobných pôdach je nutné ich príležitostné prihnojovanie, niekedy je potrebné i mulčovanie a zavlažovanie [11].

1.9.3 Chemické zloženie

Plod dule sa skladá z dužiny, ktorej je 91,6 – 96,9 % , šupky (2,9 %) a jadrinca so semenami, ktoré tvoria 0,3 – 2,5 %. Dužina obsahuje 81,9 % vody, 8 – 10 % sacharidov, 1,2 - 1,8 % pektínov, 0,7 - 1,2 % organických kyselín, 0,6 % trieslovín, 1,5 - 2,0 % vlákniny. Obsah minerálnych látok sa pohybuje v rozmedzí od 0,3 do 0,6 %. Významný je obsah vitamínu C, ktorý je 10 – 40 mg na 100 g. Dule obsahujú z vitamínov i tiamin, riboflavin, pyridoxin a kyselinu listovú. Semená obsahujú i slizovité látky, ktorých obsah býva až 22 % [18].

2 VLÁKNINA

Vláknina je taxonomicky súčasťou tzv. nedigestibilných nutrientov a možno ju definovať niekoľkými spôsobmi. Z hľadiska praktického je diétna vláknina definovaná ako jedlá časť rastlinných materiálov, ktorú nemôžu pankreatické a gastrointestinálne enzýmy rozložiť [19].

Potravinová vláknina nepodlieha tráveniu ani absorpcii v tenkom čreve. Nestrávená sa presúva z tenkého do hrubého čreva a stáva sa vhodným substrátom pre fermentáciu lokálnou mikroflórou. Vznikajú pritom nasýtené mastné kyseliny s krátkym reťazcom (najmä kyselina mliečna, propiónová a octová), ktoré sú zodpovedné za jej zdraviu prospešné účinky.

Podľa rozpustnosti vo vode sa vláknina delí na rozpustnú a nerozpustnú. Rozpustná forma vlákniny je u človeka fermentovaná črevnou mikroflórou. Môže tvoriť viskóznú hmotu, ktorá spomaľuje jej prechod tráviacim traktom. Nerozpustná forma však nie je fermentovaná v hrubom čreve. Viaže na seba vodu, urýchľuje vylučovanie balastných látok z tela a zvyšuje objem stolice [20, 21, 22].

2.1 Rozpustná vláknina

Rozpustná vláknina zvyšuje viskozitu obsahu žalúdka a čriev, spomaľuje premiešavanie ich obsahu, obmedzuje prístup tráviacich enzýmov k substrátom, tým spomaľuje štiepenie potravy a vstrebávanie črevnou stenou. Na vlákninu sa viažu minerálne látky a tým sa znižuje ich dostupnosť. Viaže i značné množstvo vody a tvorí viskózne roztoky, pozitívne ovplyvňuje hladinu cukru a cholesterolu v krvi a vyskytuje sa na rozdiel od nerozpustnej vlákniny skôr v mladých rastlinách. Rozpustná vláknina zahŕňa časť hemicelulóz, pektíny, rastlinné slizy, polysacharidy morských rias, modifikované škroby a modifikovanú celulózu [22, 23].

2.2 Nerozpustná vláknina

Nerozpustná vláknina zväčšuje objem potravy, skracuje dobu jej priechodu tráviacou sústavou a zlepšuje peristaltiku čriev. Nerozpustná vláknina obsahuje celulózu, niektoré hemicelulózy a lignín. [24]

2.3 Chemické zloženie vlákniny

Vláknina je látka polysacharidového pôvodu. Z výživového hľadiska môžeme polysacharidy rozdeliť do dvoch skupín:

- využiteľné - rastlinné škroby a živočíšny glykogén,
- nevyužiteľné - človek nemá enzýmy, ktoré by ich štiepili; celulóza, hemicelulózy, pektín, polysacharidy morských rias, rastlinné gumy a slizy, živočíšny chitín a na polysacharidy viazaný lignín. Tieto látky sa súhrnne nazývajú potravinová vláknina [24].

2.3.1 Celulóza

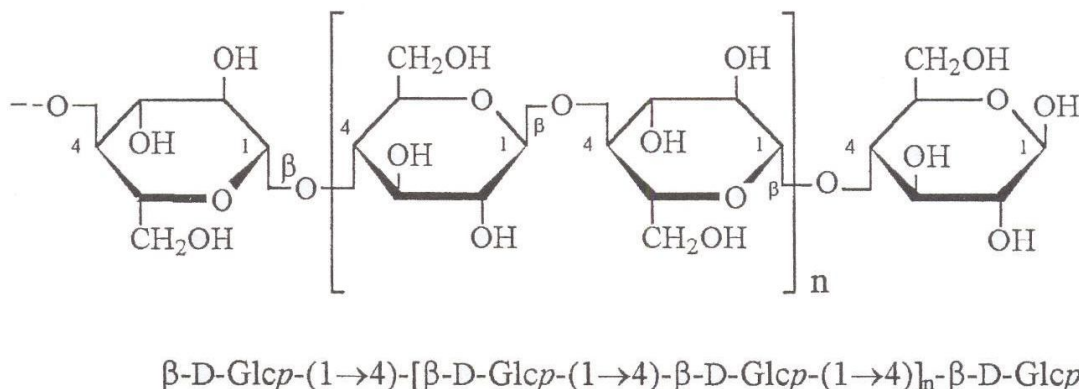
Celulóza patrí medzi polysacharidy so štruktúrnou (stavebnou) funkciou. Sú to polysacharidy vystužujúce a spevňujúce pletivá rastlín i tkanív niektorých živočíchov a bunkové steny mnohých mikroorganizmov, dodávajú im pevnosť a elasticitu. Celulóza tvorí podstatnú časť stien buniek rastlín a niektorých baktérií a hlavnú súčasť podporných tkanív rastlín [25].

Celulóza je v prírode najrozšírenejšia organická zlúčenina. Je obsiahnutá v zelených riasach, hubách i v stenách buniek jednoduchých morských bezstavovcov. Je nerozpustná vo vode, zriedených kyselinách a väčšine rozpúšťadiel. Rozpúšťa sa v koncentrovaných kyselinách, pretože dochádza k jej hydrolyze na rozpustné fragmenty s kratším reťazcom [24].

Je to jediná vysokomolekulárna látka, ktorá sa vyskytuje prakticky v neobmedzenom množstve, pretože tvorí asi štvrtinu až tretinu celého rastlinného sveta. Jej spotreba je úmerná výskytu – ročne sa jej spotrebuje vo forme dreva, papiera, vlákien, lakov, fólií a ďalších aplikácií vrátane paliva takmer 500 miliónov ton [26].

2.3.1.1 Štruktúra celulózy

Celulóza je lineárny polymér obsahujúci až 15 000 D-glukózových zvyškov spojených β -(1→4)-glykosidovými väzbami (obrázok 3). Stavovce nemajú enzýmy schopné tieto väzby hydrolyzovať, bylinožravce majú v trakte symbiotické mikroorganizmy vylučujúce komplex celulolytických enzýmov – *celulázy*. Čiastočnou hydrolyzou celulózy vzniká zmes disacharidov, trisacharidov a tetrasacharidov, z ktorých asi 50 % tvorí disacharid cellobiáza. Totálnou hydrolyzou sa celulóza štiepi na D-glukózu [27].



Obrázok 3: Primárna štruktúra celulózy

2.3.1.2 Modifikované celulózy

Rozlišujú sa dve hlavné skupiny chemicky modifikovaných celulózy:

- hydrolyzované celulózy,
- derivatizované celulózy.

Reprezentantom hydrolyzovaných celulózy je mikrokryštalická celulóza, ktorá sa získava parciálnou hydrolýzou celulózy kyselinou chlorovodíkovou, tá rozpúšťa amorfné oblasti polysacharidov pričom kryštalické zóny ostávajú zachované. Mikrokryštalická celulóza je známa pod obchodným názvom Avicel. Viskozita tohto výrobku je nezávislá na teplote a pH. Používa sa ako potravinárska vláknina, nízkoenergetické plnidlo, nosič aromatických látok a stabilizátor pien [28].

Z derivátov celulózy našli potravinárske využitie len niektoré étery. Najčastejšie používaným derivátom je karboxymetylcelulóza (jej sodná soľ), z ďalších éterov je významná metylcelulóza a hydroxylpropylcelulóza. Étery celulózy sa používajú ako zahusťovadlá, stabilizátory emulzií (dressingy) a penotvorné činidlá. Pridávajú sa k pečivu pre zvýšenie väznosti vody a obmedzeniu absorpcie tukov výrobkom, k spomaleniu synerézie mrazených výrobkov a pre výrobu jedlých filmov chrániacich napríklad mrazené výrobky pred vysychaním [28].

2.3.2 Hemicelulózy

Hemicelulózy sú štruktúrne necelulózové polysacharidy bunkových stien rastlín, ktoré v prírode sprevádzajú celulózu. Patria sem hlavne heteroglukany, heteroxylany, heteromannany a iné. Príkladom hemicelulózy sú xylany (guma drevná), ktoré obsahujú prevažne

zvyšky aldopentózy D-xylózy viazanej glykosidovými väzbami, sú obsiahnuté hlavne v dreve a slame. Ďalšie hemicelulózy sú mannany zo zvyškov D-mannózy a galaktany zložené hlavne zo zvyškov D-galaktózy. Mannany sú rozšírené v početných druhoch driev, škrupinách niektorých orechov, ale i v niektorých plesniach rodu *Penicillium*. Galaktany obsahujú i obalové vrstvy zrn a semien [25,27].

2.3.3 Pektíny

Pektín je tvorený lineárnym polymérom 25 až 100 jednotiek D-galaktouronovej kyseliny, ktorý môže tvoriť v okyslenom prostredí rôsoly. Jednotky kyseliny D-galaktouronovej sú viazané α -(1→4)-glykosidovými väzbami, ktoré sú do rôzneho stupňa esterifikované metanolom. Pôsobením zásad sa odštiepuje metanol, dochádza k zmydelneniu esterovej väzby pektínu a vznikajú pektínové kyseliny, ktoré s alkáliami dávajú soli pektany [27].

Pektíny predstavujú tmeliacu hmotu medzibunkových vrstiev vyšších rastlín. Sú obsiahnuté hlavne v plodoch a mladých tkanivách. Viazané na celulózu (pektocelulózy) spôsobujú tvrdosť nezrelého ovocia. Priemyslovo sa získavajú z albeda citrusového ovocia, v strednej Európe z jablčných výliskov. Pektíny vznikajú a ukladajú sa hlavne v ranných štádiách rastu, kedy sa zväčšuje plocha bunkových stien. Prítomnosť pektínov a ich zmeny behom rastu, zrenia, skladovania a spracovania majú značný vplyv hlavne na textúru ovocia a zeleniny. Ich obsah však nie je vysoký, v ovocnej dužine sa pohybuje okolo 1 %. Viac pektínu sa nachádza v jablkách, ríbezliach, egrešoch a dulách. Zo zeleniny obsahujú najviac pektínu rajčiny a mrkva [1, 28].

2.3.4 Polysacharidy morských rias

Agary majú u mnohých druhov červených morských rias podobnú funkciu ako celulóza u vyšších rastlín. Po chemickej stránke je to čiastočne sulfatovaný galaktan obsahujúci deriváty galaktózy, galaktouronovú a pyrohroznovú kyselinu a xylózu. Agar možno rozdeliť na lineárnu agarózu a rozvetvený agaropektín. V prírode sa vyskytujú vo forme vápenatých a horečnatých solí. Priemyslovo sa získavajú extrakciou horúcou vodou z rias *Gelidium japonicum*, *Gelidium corneum* alebo *Furcellaria fastigiata* [1, 24].

Karagenany sú extrakty z červených morských rias rodu *Euchema*, *Chondrus* a *Gigantina*. Chemicky sa tiež jedná o galaktan. Karagenany majú schopnosť tvoriť komplexy s mliečnymi bielkovinami, preto sa používajú ako zahusťovadlá, gelotvorné látky, stabili-

zátory a emulgátory pri výrobe mliečnych dezertov, nápojov, zmrzlín a pri výrobe mäso-vých konzerv [1, 24].

Algináty sú soli alginu alebo alginovej kyseliny. Alginová kyselina sa vyrába z hnedých rias (*Laminaria*, *Fucus*, *Macrocystis*). S vodou veľmi ľahko bobtná. Sodná soľ sa používa ako zahusťovadlo, stabilizátor a emulgátor pre zlepšenie konzistencie pečiva, omáčok, dressingov, ovocných džúsov [1, 24].

2.3.5 Rastlinné gummy a slizy

Rastlinné gummy sú lepkavé šťavy, ktoré vytekajú samovoľne z pletív rastlín pri napadnutí mikroorganizmami alebo pri poranení. Ako slizy sa označujú slizké sekundárne metabolity rastlín, ktoré sa vyskytujú najčastejšie v plodoch a semenách. Rastlinné gummy a slizy sú hydrofilné, vo vode dobre rozpustné.

Arabská guma je výron rastliny Agátu senegalského (*Acacia senegalensis*). Používa sa ako stabilizátor, do leštiacich vrstiev na cukrovinárske dražé a pod.

Tragant sa získava z krovín *Astragalus*. Používa sa ako zahusťovací prostriedok, emulgátor a stabilizátor [1, 24].

2.3.6 Lignín

Lignín je jednou z hlavných komponent drevnej hmoty, kde tvorí asi 25 % biomasy. Vysoký obsah lignínu je v stenách lignifikovaných sekundárnych buniek ako sú aleuronové a subaleuronové bunky obilnín (otruby), ktoré obsahujú okolo 8 % lignínu. Lignín je kopolymérom fenylpropanových jednotiek odvodených od koniferylalkoholu, *p*-kumarylalkoholu a sinapylalkoholu. V tráviacom trakte sa lignín nerozkladá, štiepia sa iba väzby medzi lignínom a ostatnými polymérmi [28].

2.3.7 Chitín

Chitín je kopolymér acetylgalaktózaminu a glukózaminu. Je to hlavný stavebný polysacharid exoskeletu korýšov, kroviek hmyzu, bunkových stien húb, plesní a rias. Je nerozpustný vo vode a prakticky nestráviteľný. Rozkladá sa len bakteriálnymi enzýmami *chitinázami*, enzýmom *lysozymom* a koncentrovanými kyselinami. Chitín tvorí komplexy s väčšinou ťažkých kovov (Hg, Pb), ktoré môžu byť príčinou intoxikácii [27].

2.4 Význam vlákniny

Mnohé štúdie potvrdili priaznivý vplyv vlákniny na zdravie človeka, najmä na fyziológiu trávenia. Okrem priaznivého preventívneho vplyvu na vznik a priebeh chorôb tráviaceho traktu, akými sú rakovina hrubého čreva a konečníka, chronický zápal hrubého čreva, príp. ochorenia žlčníka, má vláknina veľký význam v prevencii vzniku tzv. civilizáčnych chorôb. Vláknina má význam v prevencii a terapii *diabetes mellitus* II. typu, obezity, srdcovo-cievnych chorôb a podobne. Na druhej strane však treba spomenúť, že vláknina sťažuje vstrebávanie tukov a cholesterolu, s čím súvisí napríklad aj sťažené vstrebávanie lipofilných vitamínov. Navyše pektín brzdí sorpciu kancerogénnych látok hydrofóbnej povahy na nerozpustnú vlákninu a ich nasledovné vylučovanie z organizmu [29, 30].

Vláknina má veľký význam i v potravinárskej technológii. Priaznivo ovplyvňuje vzhľad aj konzistenciu potravín. Význam majú jej želatínujúce, zahusťujúce a emulgačné účinky. Zistilo sa, že pridanie vlákniny do chlebového cesta zlepšuje jeho nutričnú hodnotu a zároveň kladne ovplyvňuje reologické vlastnosti cesta. Okrem toho pridanie vlákniny predlžuje trvanlivosť výrobku a v konečnom dôsledku zlepšuje kvalitatívne i sensorické vlastnosti chleba [31].

2.5 Zdroje vlákniny

Vláknina sa vyskytuje vo väčšine potravín rastlinného pôvodu. Pre človeka sa ako významné zdroje uplatňujú hlavne obilie, strukoviny, zelenina, ovocie, zemiaky a výrobky z nich. Vláknina z rôznych zdrojov nemá rovnaké zloženie a je v nich obsiahnutá v rôznom množstve. Obilné zrno obsahuje vlákninu v povrchových vrstvách, takže tmavá, vysoko vymletá múka alebo celozrnná múka obsahuje väčšie množstvo vlákniny ako málo vymletá múka biela. Pektíny sa nachádzajú hlavne v rôznych druhoch zeleniny a ovocia, pričom v obilí a strukovinách je ich veľmi málo. Lignín je obsiahnutý hlavne v obaloch plodov, β -glukany sú súčasťou pšeničných otrúb [32].

Tabuľka 1: *Obsah potravinovej vlákniny vo vybraných potravinách*

| Potravina | Obsah [g.100 g ⁻¹] | Potravina | Obsah [g.100 g ⁻¹] |
|-----------------|--------------------------------|----------------|--------------------------------|
| jablká | 1,8 | šípky | 22,4 |
| hrušky | 2,4 | brokolica | 2,8 |
| dule | 2,2 | karfiol | 1,8 |
| broskyne | 1,4 | kel hlávkový | 3,1 |
| marhule | 1,0 | šalát hlávkový | 0,9 |
| čerešne | 0,5 | kapusta čínska | 1,6 |
| slivky | 1,5 | chren | 6,2 |
| ríbezle červené | 4,7 | mrkva | 3,0 |
| ríbezle čierne | 5,6 | rajčiny | 1,5 |
| maliny | 5,2 | hrach zelený | 20,4 |
| jahody | 1,3 | fazuľa | 17,5 |
| hrozno | 1,5 | sója | 19,4 |
| pomaranče | 1,8 | šošovica | 15,0 |
| banány | 3,1 | orechy vlašské | 2,7 |
| maliny | 5,2 | mandle | 6,0 |

3 STRÁVITELNOST

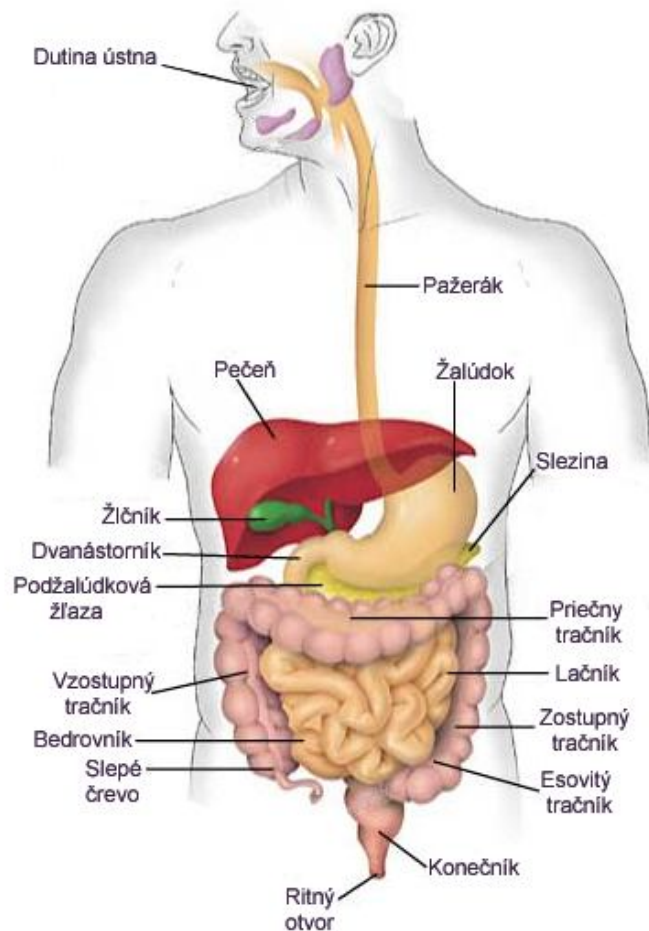
Tráviaca sústava je brána, ktorou vstupujú do tela živiny, vitamíny, minerály a tekutiny. Bielkoviny, tuky a zložité sacharidy sú štepené na vstrebateľné jednotky prevažne v tenkom čreve. Produkty trávenia, vitamíny, minerály a voda prechádzajú sliznicami a vstupujú do lymfy alebo krvi [33].

Trávenie (*digestia*) je mechanické a chemické spracovanie prijatej potravy, jej rozloženie na jednoduché nízkomolekulárne rozpustné zložky, ktoré môžu byť vstrebané v tenkom čreve. Spočíva hlavne v hydrolytickom štepení bielkovín, cukrov a tukov. Zaisťujú ho 3 skupiny enzýmov:

- *proteázy* (štiepia bielkoviny na aminokyseliny), obsiahnuté v šťave žalúdočnej (*pepsin*), šťave pankreatickej (*trypsin* a *chymotrypsin*) a v tenkom čreve (*peptidázy*);
- *amylázy* (štiepia škrob a glykogen na glukózu), obsiahnuté v slinách (*ptyalin*) a šťave pankreatickej. Cukry štiepia tiež *sacharáza* a *laktáza* v čreve a iné;
- *lipázy* (štiepia tuky na mastné kyseliny a glycerol), obsiahnuté v šťave žalúdočnej a pankreatickej [34].

3.1 Tráviaca sústava človeka

Tráviaca sústava človeka (obrázok 4) sa skladá z orgánov tvoriacich tráviacu rúru a tzv. veľkých žliaz. Pozostáva z nasledujúcich častí: ústna dutina, hltan, pažerák, žalúdok, tenké črevo (dvanástorník, lačník, bedrovník), hrubé črevo (slepé črevo a červovitý výbežok, vzostupný tračník, priečny tračník, zostupný tračník, esovitý tračník), konečník (konečníková ampula, konečníkový kanál, rit'), pečeň, žlčník, slinivka brušná [35].



Obrázok 4: Tráviaca sústava človeka

Tráviace ústroje majú nasledujúce funkcie:

- rozmelňujú potravu, premiešavajú použitú potravu s tráviacimi šťavami, ktoré sa vylučujú tráviacimi žľazami,
- uskutočňujú vlastné trávenie, rozkladajú použitú potravu, aby sa mohla previesť dovnútra organizmu,
- rozpúšťajú jednoduchšie látky, ktoré vzniknú trávením a umožňujú ich vstrebávanie,
- oddeľujú použité látky od ostatných a nepoužité látky odvádzajú z tela [36].

3.2 Resorpcia

Neoddeliteľnou súčasťou trávenia je vstrebávanie (resorpcia) rozštiepených látok. Vstrebávanie prebieha v rozličných úsekoch tráviacej rúry rozličnými mechanizmami a rozličnou rýchlosťou. Rýchlosť vstrebávania určuje predovšetkým vlastná rýchlosť trávenia, ktorá závisí od množstva a zloženia potravy. Regulačným faktorom je aj množstvo vylučovanej tráviacej šťavy a prekrvenie steny tráviacej rúry. Trávenie a vstrebávanie je fyziologickým základom látkovej a energetickej premeny – metabolizmu [37].

Z hľadiska mechanizmu ide o dva možné typy resorpcie:

- Aktívne vstrebávanie, ktoré je typické pre tenké črevo. Povrch epitelových buniek tenkého čreva umožňuje bunkám sliznice riadený príjem rozštiepených látok, ktoré sa odovzdávajú buď do krvných alebo miazgových ciev.
- Pasívne vstrebávanie je obmedzené na voľné prestupovanie rozpustených látok cez bunky sliznice vystielajúcej vnútornú stenu tráviacich orgánov. Jedná sa hlavne o vodné roztoky nerastných látok, niektoré lieky a alkohol [37].

3.2.1 Trávenie a resorpcia sacharidov

Strava obsahuje značné množstvo sacharidov, sú v nej zastúpené monosacharidy, oligosacharidy a polysacharidy, sacharidy rozpustné i nerozpustné, stráviteľné ľahko i ťažšie. Odbúraním sacharidov získava živý organizmus značné množstvo energie potrebnej pre svoje fyziologické funkcie a biosyntetické pochody. Sacharidy sú metabolizované vo forme esterov s kyselinou fosforečnou. Dôležitými medziproduktmi pri odbúraní sacharidov sú pyruvát, laktát a etanol. Úplnou oxidáciou vzniká CO₂ a voda [38, 39].

Monosacharidy nie je treba tráviť. K resorpcii monosacharidov dochádza v dvanástniku a lačníku. Glukóza i galaktóza sa vstrebávajú aktívnym transportom súčasne s absorpciou sodných iónov. Najrýchlejšie sa z monosacharidov vstrebáva glukóza, fruktóza sa resorbuje asi polovičnou rýchlosťou. Z disacharidov sú nutrične významné sacharóza, ktorá je štiepená enzýmom *invertázou* a laktóza štiepená *laktázou*. Oba enzýmy sú v črevnej šťave a na povrchu slizničných buniek [38, 40].

Jediné polysacharidy, ktoré ľudské tráviace ústrojenstvo dokáže stráviť sú škroby a ich deriváty. Trávenie škrobu začína v ústach, kde je štiepený *α-amylázou* slín (*ptyalin*). Optimálne pH tohto enzýmu je 6,7, takže v žalúdku je jeho aktivita potlačená kyslou žalúdočnou šťavou. Preto má najväčší význam trávenie v tenkom čreve, kde na polysacharid pôso-

bí slinná i pankreatická α -amyláza. α -amyláza štepí molekuly amylózy a amylopektinu, hydrolyzuje α 1-4 väzby a zároveň šetrí α 1-6 väzby. Hydrolyzu dokončujú maltáza a isomaltáza, ktoré sú v črevnej šťave a na povrchu slizničných buniek v mikrokľkoch. Maltáza štepí α -1-4 väzby a isomaltáza α -1-6 väzby, výsledným produktom je glukóza [33, 38].

3.2.2 Trávenie a resorpcia bielkovín a nukleových kyselín

Bielkoviny sú nezastupiteľnou zložkou potravy. Človek prijíma potravou rastlinné i živočíšne bielkoviny. Živočíšne bielkoviny majú vyváženú skladbu aminokyselín, naopak rastlinným bielkovinám niektoré esenciálne aminokyseliny chýbajú. Energetická výdatnosť bielkovín je rovnaká ako u sacharidov, asi 17 kJ.g^{-1} [38].

Trávenie bielkovín začína v žalúdku, kde *pepsiny* štepia niektoré peptidové väzby. *Pepsiny* sa aktivujú až v tráviacom ústrojenstve. Prekurzory *pepsinu*, pepsinogeny sú aktivované kyselinou chlorovodíkovou v žalúdku. Aktivácia spočíva v odštepení blokujúceho peptidu. Ľudská žalúdočná sliznica obsahuje radu príbuzných pepsinogenov, ktoré môžeme rozdeliť do dvoch imunohistochemicky odlišných skupín: pepsinogen I (nachádza sa len v oblasti žalúdku) a pepsinogen II (nachádza sa i v pylorickej oblasti) [33].

Hlavným miestom trávenia bielkovín je tenké črevo, kde prebieha trávenie podporované enzýmami pankreatickej a črevnej šťavy. Na hydrolyze bielkovín sa z enzýmov pankreatickej šťavy podieľajú *trypsin*, *chymotrypsin*, *elastáza* a *karboxypeptidáza*. *Trypsin*, *chymotrypsin* a *elastáza* pôsobia na vnútorné peptidové väzby v molekulách peptidov, preto sú nazývané *endopeptidázy*. Pankreatické *karboxypeptidázy* sú *exopeptidázy*, ktoré hydrolyzujú aminokyseliny z konca polypeptidu nesúceho karboxylovú skupinu. Záverečné štepenie na aminokyseliny môže prebiehať na troch miestach: v črevnej lumen, v kartáčovom leme a v cytoplazme slizničných buniek [38, 41].

Vstrebané sú voľné aminokyseliny, dipeptidy a tripeptidy. Jedná sa o aktívny transport, najmenej sedem rôznych transportných systémov prenáša aminokyseliny do enterocytov. Päť z nich vyžaduje prítomnosť Na^+ , dva z nich vyžadujú i Cl^- . V dvoch systémoch transport na Na^+ nezávisí. Dipeptidy a tripeptidy sú do enterocytov transportované systémom, ktorý vyžaduje H^+ . Väčšie peptidy sa vstrebávajú len veľmi málo. Vstrebávanie aminokyselín je rýchle v duodene a v jeune, ale pomalé v ilee. Asi 50 % strávených bielkovín pochádza z prijatej potravy, 25 % z bielkovín obsiahnutých v tráviacich šťavách a 25 % z uvoľnených slizničných buniek. V tenkom čreve unikne stráveniu a vstrebaniu asi len

2 - 5 % bielkovín. Niektoré požitie bielkoviny sa dostanú do hrubého čreva, kde sú nakoniec rozložené pôsobením baktérií. Bielkovina v stolici nepochádza z potravy, ale z baktérií a rozpadnutých buniek. Resorpcia proteínov sa znižuje s vekom [33, 40].

Potravou prijímame okrem bielkovín i ďalšie dusíkaté látky, hlavne nukleové kyseliny. Nukleové kyseliny sa štiepia v čreve *pankreatickými nukleázami* na nukleotidy, tie sa potom štiepia *fosfatázou* na nukleosidy a kyselinu fosforečnú. Hydrolyzu dokončuje *nukleosidáza*, produktom sú nukleové báze a ribóza alebo deoxyribóza. Báze sa vstrebávajú aktívnym transportom [33, 38].

3.2.3 Trávenie a resorpcia lipidov

Hlavnými tukmi v strave sú triacylglyceroly. Podstatnou časťou lipidovej frakcie sú viazané, prípadne i voľné vyššie mastné kyseliny. V rastlinných olejoch sa vyskytujú prevažne nenasýtené mastné kyseliny. V tuku prežúvavcov prevládajú nasýtené mastné kyseliny. Tuky a oleje sú koncentrovaným zdrojom energie (38 kJ.g^{-1}), zároveň sú nosičom lipofilných vitamínov a umožňujú ich vstrebávanie [38].

Trávenie lipidov začína v žalúdku. V sekréte žliaz na povrchu jazyka a v žalúdočnej šťave je *lipáza*, ktorej aktivita však nie je veľká. Hydrolyzuje iba triacylglyceroly obsahujúce mastné kyseliny s krátkym reťazcom. Hlavným miestom trávenia lipidov je tenké črevo, kde zdrojom *lipázy* je pankreatická šťava. Tento enzým hydrolyzuje v triglyceridoch pomerne ľahko mastné kyseliny viazané na 1. a 3. hydroxyle glycerolu, na mastné kyseliny viazané na 2. hydroxyle pôsobia veľmi pomaly, takže základnými produktmi hydrolyzy sú voľné mastné kyseliny a 2-monoglyceridy [33, 38].

Tuky sú hydrofóbne molekuly, pred absorbovaním musia byť hydrolyzované a emulgované na veľmi malé micely. V tuku rozpustné vitamíny – A, D, E a K a mnoho ďalších lipidov (vrátane cholesterolu) sú absorbované rozpustením v lipidových micelách [41].

Micela sa dostáva do tesného kontaktu s enterocytom, po uvoľnení solí žlčových kyselín prestupujú mastné kyseliny a monoacylglyceroly do enterocytu difúziou. Resorpcia lipidov i oxidácia ich degradačných produktov – mastných kyselín, závisí na dĺžke ich uhlíkového reťazca. Mastné kyseliny s krátkym a stredným reťazcom (2 – 10 uhlíkových atómov) sú relatívne dobre rozpustné vo vode, preto sa môžu vstrebať priamo do portálnej krvi. Mastné kyseliny s dlhým reťazcom (viac ako 12 atómov uhlíka) musia byť v enterocyte reeste-

rifikované na triacylglyceroly a následne v endoplazmatickom retikule enterocyту vstavané do chilomikrónov. Chilomikróny su potom uvoľnené z enterocyту do lymfatických ciest a odtiaľ do krvného obehu [40, 42].

3.2.4 Trávenie a resorpcia vitamínov

Najznámejšou esenciálnou zložkou potravy sú vitamíny. Pre vstrebávanie vitamínov je v čreve veľmi dôležité, či sú hydrofilné alebo lipofilné [42].

Resorpcia v tuku rozpustných vitamínov je závislá na normálnom trávení a vstrebávaní tukov. Lipofilné vitamíny sa vstrebávajú obdobne ako lipidy, pričom v plazme sú transportované zabudované do chylomikrónov. Resorpcia vitamínov A, D, E a K je nedostatočná, ak je znížená resorpcia tukov pre nedostatok pankreatických enzýmov alebo neprítomnosť žlči v čreve pri obštrukcii žlčových ciest [33, 40, 42].

Vstrebávanie vitamínov rozpustných vo vode je rýchle. Väčšina vitamínov sa vstrebáva v lačníku, vitamín B₁₂ sa vstrebáva v bedrovníku, pričom sa viaže na vnútorný faktor žalúdočného pôvodu. Resorpcia kyanokobalaminu a kyseliny listovej nezávisí na sodíkových iónoch, ostatné hydrofilné vitamíny sa však resorbujú kotransportom s Na⁺ iónmi [33].

4 VITAMÍNY

Vitamíny sú esenciálne organické zlúčeniny, ktoré si heterotrofný organizmus nie je schopný sám syntetizovať. Vitamíny plnia v organizme mnohé funkcie, niektoré sa uplatňujú ako prekurzory koenzýmov a hormónov, iné slúžia ako antioxidanty [43].

Vitamíny sú látky s rôznou chemickou štruktúrou. Pre ich označenie sa používajú triviálne názvy alebo veľké písmená abecedy, pri vitamínoch s podobnými fyziologickými účinkami sa používajú pri písmene číselné indexy [44].

Dôležitým rozlišovacím znakom vitamínov je ich rozpustnosť. Vitamíny sa podľa rozpustnosti delia na dve skupiny. Vitamíny rozpustné vo vode, tzv. hydrofilné vitamíny a vitamíny rozpustné v tukoch, tzv. lipofilné vitamíny. Funkcia hydrofilných vitamínov spočíva v ich katalytickom účinku, uplatňujú sa ako kofaktory enzýmov a to v metabolizme nukleových kyselín, proteínov, sacharidov, lipidov ai. Prebytok hydrofilných vitamínov je vylučovaný močom, lipofilné vitamíny sa ukladajú v pečeni [45].

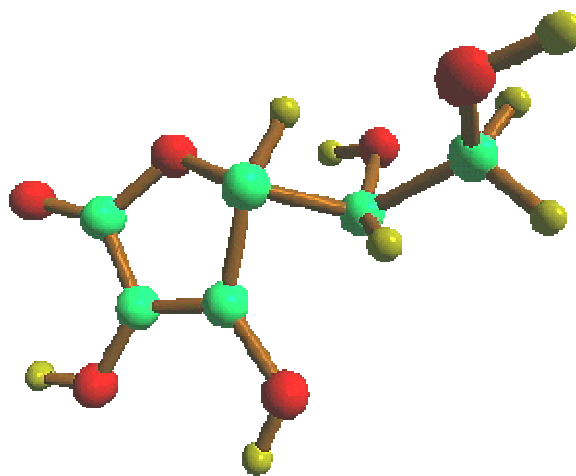
Medzi hydrofilné vitamíny patria vitamín B₁ (tiamin), vitamín B₂ (riboflavin), vitamín B₃ (kyselina nikotinová a jej amid), vitamín B₅ (kyselina pantotenová), vitamín B₆ (pyridoxin), vitamín B₉ (kyselina listová), vitamín B₁₂ (kyanokobalamin), kyselina lipoová, biotín, bioflavonoidy a vitamín C (kyselina L-askorbová a L-dehydroaskorbová) [46].

Medzi lipofilné vitamíny sa radia vitamín A (retinol) a jeho provitamíny (karotenoidy), vitamíny D (kalciferoly), vitamíny E (tokoferoly a tokotrienoly) a vitamíny K (filochinony a farnochinony) [46].

Nedostatok vitamínov sa prejavuje na živých organizmoch chorobnými príznakmi, ktoré sa v ľahších formách označujú ako hypovitaminosa a v ťažších avitaminosa. Po dodaní nedostatkového množstva vitamínu chorobné príznaky väčšinou miznú, dlhotrvajúca avitaminosa však môže viesť až k smrti organizmu. Príčinou nedostatočnej resorpcie vitamínov býva často ochorenie tráviacej sústavy. Pri takýchto chorobách treba dbať na dostatočný príjem vitamínov. Naopak nadbytok niektorých vitamínov sa nazýva hypervitaminosa. Zvyčajne sa objavuje v spojitosti s nadmerným prísunom pomocou aditívnych preparátov, jedná sa hlavne o zvýšené dávky vitamínov A a D [47].

V potravinách sa vitamíny vyskytujú v množstve spravidla od $\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ po stovky až tisíce $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ podľa druhu vitamínu, druhu potraviny a spôsobu jej spracovania. Vyskytujú sa buď voľné alebo v rôznych viazaných formách, obvykle viazané na bielkoviny alebo sacharidy. Významným zdrojom vitamínov sú predovšetkým základné potraviny ako mäso a mäsové výrobky, mlieko a mliečne výrobky, vajcia, chlieb a iné cereálne výrobky, ovocie a zelenina, ktorými sa spravidla dostatočne pokrýva potreba vitamínov [34, 48].

4.1 Vitamín C



Obrázok 5: *Vitamín C – 3D model*

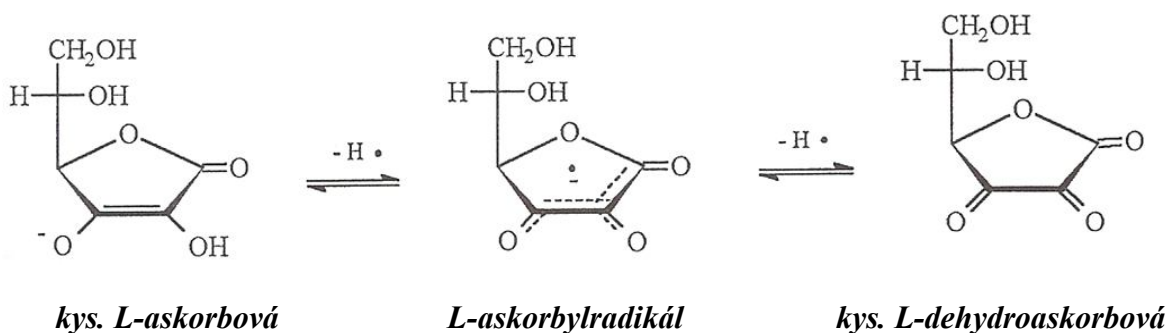
Vitamín C prvýkrát izoloval v roku 1926 maďarský biochemik Albert Szent-Györgyi. Najskôr získal necelý 1 g kryštalickej látky z hovädzej nadľadvinkovej kôry, neskôr zo šťavy pomaranča a kapusty. V roku 1928 bol vitamín C známy pod názvom kyselina hexuronová. V apríli 1942 Charles Glen King z Pittsburskej univerzity dokázal, že ide o rovnakú látku ako je látka zabraňujúca skorbutu obsiahnutá v ovocí. Presnú chemickú štruktúru vitamínu C ako prvý vypracoval Sir Walter Norman Haworth z Birminghamskej univerzity a zároveň ho dokázal vyrobiť syntetickou cestou [49].

4.1.1 Štruktúra a chemizmus vitamínu C

Vitamín C, známy aj ako L-xyloaskorbová kyselina, 3-oxo-L gulofuranollakton (enolová forma), γ -lakton hexonovej kyseliny a L-askorbová kyselina, má chemický vzorec $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6$

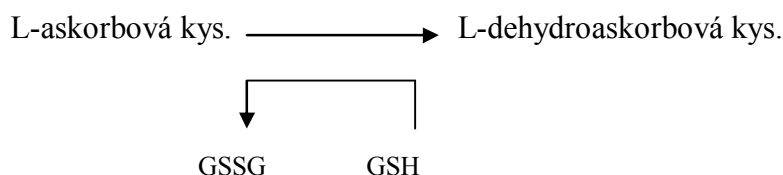
a molekulárnu váhu 176,12. Tento hydrofilný vitamín je dôležitý vo formovaní kolagénu, proteínu, ktorý dáva štruktúru kostiam, chrupavke, svalom, zubom i cievnyh stenám. Askorbová kyselina, ako redukčné činidlo, je nevyhnutelná pri udržaní enzýmu *prolylhydroxylázy* v aktívnej forme, pravdepodobne udržaním jeho železného atómu v redukovanom stave. Prírodná forma vitamínu C je L-izomer. Kyselina askorbová hrá dôležitú úlohu ako súčasť enzýmov spojených so syntézou kolagénu a karnitínu [50, 51].

Názvom vitamín C sa označuje celý reverzibilný redoxný systém L-askorbovej kyseliny (obrázok 6), ktorý zahŕňa i produkt jednoelektrónovej oxidácie L-askorbylradikál (L-monodehydroaskorbová kyselina) a produkt dvojelektrónovej oxidácie L-dehydroaskorbovú kyselinu [34].



Obrázok 6: Oxidačno-redukčný systém vitamínu C

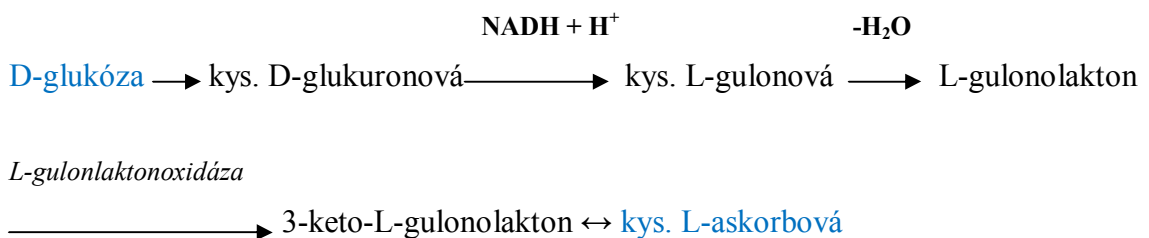
L-dehydroaskorbová kyselina môže byť spätne redukovaná na kyselinu L-askorbovú (obrázok 7), napríklad pomocou reductantu glutationu (GSH), ktorý oxidáciou vytvorí zdvojenú molekulu s -S-S- mostíkom (GSSG) [36].



Obrázok 7: Spätaná redukcia L-dehydroaskorbovej kyseliny

4.1.2 Vznik kyseliny L- askorbovej

Ľudský organizmus si nedokáže, na rozdiel od väčšiny živých organizmov, vitamín C sám syntetizovať z dôvodu mutácie v genetickom kóde *L-gulonolaktonoxidázy*, enzýmu potrebného pre biosyntézu vitamínu C. Rastliny a takmer všetky zvieratá, okrem ľudoopov, morčiat, netopierov a niektorých druhov vtákov, v tomto ohľade človeka prekonávajú. Biosyntéza kyseliny L-askorbovej (obrázok 8) postupuje cez kyselinu D-glukuronovú, jej redukciou na kyselinu L-gulonovú, ktorá vytvára lakton. Ten je ďalej oxidovaný *L-gulonlaktonoxidázou* na 3- keto-L-gulonolakton, ktorý je enolizovaný na kyselinu L-askorbovú [52].



Obrázok 8: Vznik kyseliny L-askorbovej

4.1.3 Stabilita vitamínu C

Vitamín C je zo všetkých vitamínov najcitlivejší, pri technologickej úprave dochádza k najväčším stratám pôsobením svetla, tepla, kyslíka a stykom s kovmi. Obsah vitamínu C v potravinách znižuje i prítomnosť enzýmov. Nevhodné je státie potravín na svetle a v teple, kedy vitamín C ľahko oxiduje a jeho obsah rýchlo klesá [24].

Pri kuchynskej úprave sa obsah vitamínu C môže znížiť až o 70 %. Enzymatické odbúranie vitamínu C sa urýchľuje mletím, krájaním, strúhaním alebo mixovaním ovocia a zeleniny a to vďaka porušeniu bunkového tkaniva a zvýšenému množstvu plôch. K stratám dochádza i pri zmrazovaní a rozmrazovaní potravín. Pri opatrnom a rýchlom zmrazovaní sú straty relatívne nízke. Pri pomalom rozmrazovaní však dochádza k potrhaní bunkových stien a k úniku značného podielu vitamínu spolu s uvoľnenou šťavou, takto môže dochádzať k strate až 60 %. Preto je vhodnejšie zmrazenú zeleninu upravovať priamo vložením do vriacej vody alebo na rozpálený tuk [53].

4.1.4 Vlastnosti vitamínu C

Vitamín C je antioxidant pôsobiaci v biologických tkanivách, kde ľahko vychytáva reaktívne kyslíkové a dusíkaté radikály a tým efektívne bráni ostatné substráty pred oxidatívnym poškodením. Ako antioxidant pôsobí i pri regenerácii α -tokoferolov, keď pri eliminácii radikálov rozpustných v tuku vznikajú tokoferoxylové radikály a menia sa na askorbylový radikál [54].

Vitamín C je potrebný i pre produkciu kolagénu. Kolagén je hlavnou zložkou spojivových tkanív a predstavuje štvrtinu vrtkých bielkovín v organizme cicavcov. Vitamín C sa uplatňuje v syntéze dopaminu, noradrenalinu a adrenalinu v nervovej sústave alebo v nadľadvinkách. Potrebný je i k syntéze karnitínu a pri transfere energie k bunke mitochondrii. Zlepšuje vstrebávanie železa, udržuje ión železa a medi v redukovanom stave a pôsobí pri syntéze žľčových kyselín [38].

Extracelulárne funkcie vitamínu C by mohli spočívať predovšetkým v ochrane LDL (Low Density Lipoprotein) proti oxidácii a v regenerácii glutationu z jeho oxidovanej formy. Do istej miery pôsobí priaznivo na znižovanie sérovej hladiny celkového cholesterolu a zvyšuje koncentráciu HDL (High Density Lipoprotein) cholesterolu pri začínajúcej hypercholesterolémie. Vitamín C do istej miery napomáha obranyschopnosti organizmu. Askorbát zvyšuje totiž aktivitu fagocytov a chráni ich membrány pred oxidačným poškodením a zvyšuje hladinu protilátok [55].

4.1.5 Výskyt vitamínu C

Vitamín sa vyskytuje predovšetkým v ovocí a zelenine, kde je najčastejšie obsiahnutý vo forme kyseliny askorbovej. Hlavnými zdrojmi sú citrusové plody, kiwi, šípky, čierne ríbezle, jahody, paprika, kapusta, rajčiny, zemiaky, brokolica. Obsah vitamínu C sa v potravinách mení v závislosti na odrode, klimatických podmienkach, spôsobe skladovania a spracovania surovín [56].

Tabuľka 2: Obsah vitamínu C vo vybraných potravinách

| Potravina | Obsah [mg.kg ⁻¹] | Potravina | Obsah [mg.kg ⁻¹] |
|-----------------|------------------------------|-------------------|------------------------------|
| mäso | 10-20 | mrkva | 50-100 |
| vnútornosti | 50-340 | petržlen koreňový | 230 |
| mlieko | 5-20 | petržlen kučeravý | 1500-2700 |
| jablká | 15-50 | pažitka | 430 |
| hrušky | 20-40 | pór | 150-300 |
| slivky | 25-45 | cibule | 90-100 |
| broskyne | 70-100 | cesnak | 150-160 |
| višne, čerešne | 60-300 | chren | 450-1200 |
| egreše | 330-480 | kapusta | 170-700 |
| červené ríbezle | 200-500 | kel | 700-1400 |
| čierne ríbezle | 1100-3000 | kapustičky | 1000-1030 |
| hrozno | 20-50 | brokolica | 1100-1130 |
| jahody | 400-700 | karfiol | 47-1610 |
| čučoriedky | 90 | kaleráb | 280-700 |
| melóny | 130-590 | šalát hlávkový | 60-300 |
| pomaranče | 300-600 | špenát | 350-840 |
| citróny | 300-640 | rajčiny | 80-380 |
| grapefruity | 240-700 | fazuľové struky | 90-300 |
| ananás | 150-250 | paprika | 620-3000 |
| banány | 90-320 | uhorky | 65-110 |
| kiwi | 700-1270 | špargľa | 150-400 |
| mango | 100-350 | hrášok | 80-410 |
| papája | 620-980 | cvikla červená | 65 |
| šípky | 2500-10000 | zemiaky | 80-400 |

4.1.6 Deficiencia vitamínu C

Vitamíny majú v ľudskom organizme síce esenciálnu, ale nezastupiteľnú úlohu. Vitamín C je významný antioxidant krvnej plazmy a ľudských tkanív a má veľmi široké spektrum biologických účinkov. Hoci vitamínové deficiencie výrazného stupňa sa v populáciách industrializovaných krajín vyskytujú už iba ojedinele, hypovitaminózy mierneho stupňa sú pomerne časté a majú nepriaznivé účinky na funkčný stav organizmu. Nízka saturácia vitamínmi je najmä výsledkom zmien v stravovacích návykoch. Negatívny efekt má taktiež kvalita životného prostredia (makroklímy), mikroklímy (domáce a profesionálne prostredie), životný štýl (stres, zlozvyky-fajčenie, pohybová aktivita), výživa a genetická predispozícia [57, 58].

Nedostatočný príjem vitamínu C (hypovitaminóza) býva spojená so zvýšenou únavou, slabosťou, bolesťami v kostiach, krvácaním ďasien a poškodením zubného lôžka. Dlhodobý nedostatok vitamínu C (avitaminóza) sa prejavuje ochorením skorbut. Pri skorbute dochádza k uvoľňovaniu zubov, zvyšuje sa krvácanosť, dochádza k lámavosti kostí a rany sa zle hoja. Vitamín C zasahuje tiež do biosyntézy katecholaminov a jeho nedostatok tak spôsobuje i zvýšený výskyt depresí, hypochondriu a zmeny nálad [46].

5 CHROMATOGRAFIA

Chromatografia je fyzikálno-chemická separačná metóda, ktorej podstatou je rozdelenie zložiek zmesi medzi dve nemiešateľné fáze. Jedna fáza je pohyblivá (mobilná) a druhá nepohyblivá (stacionárna). K separácii dochádza vďaka rozdielnej afinite jednotlivých zložiek k týmto dvom fázam [59].

Tabuľka 3: Rozdelenie chromatografických metód

| Typ chromatografie | Mobilná fáza | Stacionárna fáza | Chromatografická technika | Skratka |
|---|--------------|------------------|---|------------|
| Plynová (GC – Gass Chromatography) | plyn | kvapalina | plynová rozdelovacia chromatografia | GLC |
| | | pevná látka | plynová adsorpčná chromatografia | GSC |
| Kvapalinová (LC – Liquid Chromatography) | kvapalina | kvapalina | kvapalinová rozdelovacia chromatografia | LLC |
| | | | gelová permeačná chromatografia | GPC |
| | | | papierová chromatografia | PC |
| | | | tenkovrstvá chromatografia | TLC |
| | | pevná látka | kvapalinová adsorpčná chromatografia | LSC |
| | | | ióno výmenná chromatografia | IEC |
| | | | tenkovrstvá chromatografia | TLC |

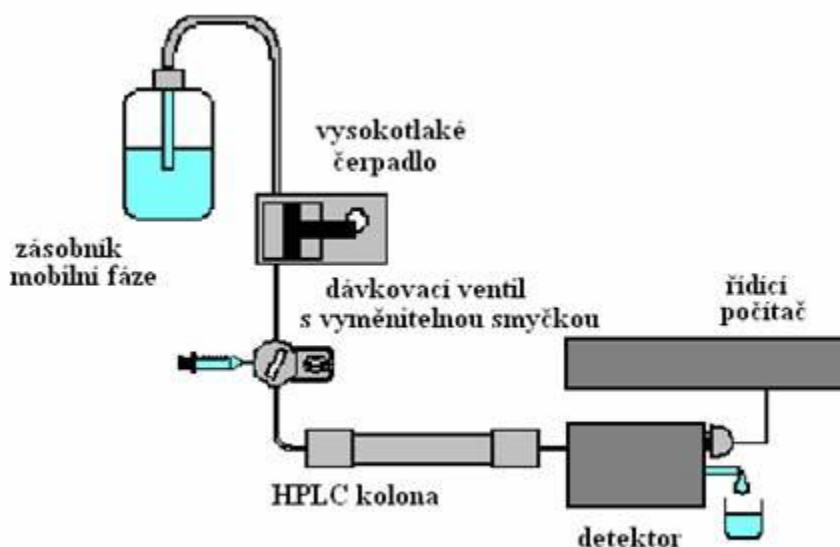
5.1 Kvapalinová chromatografia

Pri kvapalinovej chromatografii sa ako mobilná fáza využíva kvapalina. Existujú dva základné typy kvapalinovej chromatografie, klasická (LC – Liquid Chromatography) alebo vysokoúčinná kvapalinová chromatografia (HPLC – High Performance Liquid Chromatography), ktorá prebieha pri zvýšenom tlaku [60].

5.1.1 Kvapalinový chromatograf

Hlavné časti kvapalinového chromatografu sú (obrázok 9):

- zásobník mobilnej fázy,
- vysokotlaké čerpadlo,
- dávkovacie zariadenie,
- kolóna,
- detektor.



Obrázok 9: Schéma kvapalinového chromatografu

Mobilná fáza prúdi pomocou čerpadla a prechádza cez tlmič pulzov, v ktorom sa stabilizuje jeho prietok cez kolóny. Mobilná fáza a vzorka vstupujú temenom do kolóny, kde nastáva separácia zložiek v dôsledku rôznej afinity zložiek k stacionárnej fáze. Po určitom čase, tzv. retenčný čas, jednotlivé zložky začnú vychádzať z kolóny – nastáva elúcia. Vychádzajúce zložky zaznamenáva detektor a jeho signál je ďalej spracovaný integrátorom (počítač) [61].

5.1.2 HPLC

HPLC má veľmi široký rozsah použiteľnosti, pomocou HPLC je možné analyzovať až 80 % všetkých látok. Separáciu možno ovplyvňovať i zmenou zloženia mobilnej fázy, ktorá sa priamo podieľa na interakciách rozpustených látok so stacionárnou fázou [59].

5.1.2.1 HPLC detektory

Pri pokuse splniť požiadavky vysokej citlivosti a univerzálnosti detekcie bola vyvinutá široká škála HPLC detektorov. HPLC detektory môžu byť všeobecne klasifikované ako reagujúce na zmenu vlastností mobilnej fázy, keď je v nej prítomný solut alebo reagujú na vlastnosti samotného solutu [60].

Medzi najčastejšie používané detektory patria detektory elektrochemické, fotometrické (UV/VIS), fluorescenčné a hmotnostné.

Elektrochemický detektor (ECD) umožňuje stanoviť nízke koncentrácie látok v eluente, ak sú tieto látky elektrochemicky aktívne. Pri elektrochemickom detektore eluent prechádza cez prietokovú kyvetu, poskytuje vhodné potenciály a kontroluje napätie. ECD je vysoko selektívny detektor, jeho selektivita spočíva v tom, že keď sa z kolóny vymývajú dve a viac látok a ak tieto látky majú rôzny oxidačný alebo redukčný potenciál, môže sa potenciál vybrať tak, že sa bude selektívne detekovať iba jedna látka [62].

Fotometrický detektor je založený na meraní zmien intenzity svetla spôsobenými vymývaním vzorky, umožňuje sledovať absorbanciu látok [63].

Fluorescenčný detektor je založený na princípe fluorescencie. V podstate ide o schopnosť látok absorbovať ultrafialové žiarenie a následne vysielat' žiarenie s vyššou vlnovou dĺžkou, ktoré sa meria fotonásobičom kolmo na smer vstupujúceho žiarenia [64].

6 ŠTATISTICKÉ SPRACOVANIE VÝSLEDKOV

Výsledky kvantitatívnej analýzy hodnotíme podľa správnosti, tj. schopnosti metódy kvantitatívne určovať danú veličinu, ďalej podľa presnosti, tj. schopnosti metódy poskytovať konzistentne rovnaké výsledky pre radu opakovaných stanovení a podľa reprodukovateľnosti, tj. schopnosti metódy poskytovať konzistentne rovnaké výsledky pre nezávislé merania, robené s rovnakou vzorkou a rovnakým postupom rôznymi pracovníkmi v rôznych laboratóriách. Analytická chyba predstavuje rozdiel medzi nájdeným obsahom analytu (x) a jeho skutočným obsahom (μ) vo vzorke. Malé nepravidelné odchýlky od skutočnej hodnoty sa určujú štatisticky zo súboru paralelných (opakovateľných) analýz. Ovplyvňujú presnosť (reprodukovateľnosť) či opakovateľnosť stanovení. Aritmetický priemer všetkých výsledkov sa spravidla najviac blížia skutočnej hodnote:

$$\bar{x} = \sum_{i=1}^n \frac{x_i}{n}$$

Základnou charakteristikou náhodných chýb je odhad smerodajnej odchýlky:

$$s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \cdot \left[\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \right]}$$

II. PRAKTICKÁ ČASŤ

7 STANOVENIE OBSAHU NEUTRÁLNE DETERGENTNEJ VLÁKNINY

7.1 Použité chemikálie

α -amyláza (Ankom technology, New York)

acetón (Penta, Chrudim)

siričitan sodný (Chemapol, Praha)

trietylglykol (Ankom technology, New York)

čínidlo (Ankom technology, New York):

- dodecylsulfát sodný,
- EDTA disodný,
- boritan sodný,
- fosforečnan sodný.

NDČ (Neutrálne detergentné čínidlo): 120 g čínidla + 20 ml trietylglykolu doplnených do 2 l destilovanou vodou

NDR (Neutrálne detergentný roztok): 2 l NDČ + 20 g Na₂SO₃ + 4 ml α -amylázy

7.2 Použité prístroje a pomôcky

Ankom²²⁰ Fiber Analyzer (ANKOM technology, New York)

filtračné sáčky (F 57, veľkosť pórov 50 μ m, ANKOM technology, New York)

7.3 Použité vzorky

jablko Jonagored, I.akosť, zakúpené v obchodnom reťazci Billa, pôvod: SR

jablko Golden Delicious, I. akosť, zakúpené v obchodnom reťazci Billa, pôvod: SR

7.4 Metodika stanovenia obsahu neutrálne detergentnej vlákniny

Filtračné sáčky boli prepláchnuté v acetóne. Vysušené a popísané sáčky boli zvažované (váha m_1). Do sáčkov bolo navážených 0,5 g vzorky (váha m_2) s presnosťou na 0,0001 g a sáčky boli zatavené. Jeden sáček bol ponechaný prázdny pre výpočet korekcie. Filtračné sáčky boli následne vložené do analyzátoru vlákniny (PI obrázok 16) a zaliate NDR. Bolo zapnuté miešanie a vyhrievanie a vzorky boli analyzované po dobu 75 minút. Po uplynutí 75 minút bolo vypnuté miešanie a ohrievanie, roztok bol vypustený a sáčky boli trikrát prepláchnuté 2 l horúcej destilovanej vody za miešania po dobu 5 minút. K prvému a druhému preplachu boli pridané 4 ml α -amylázy. Na záver boli sáčky prepláchnuté ešte studenou vodou. Filtračné sáčky boli vysušené, prepláchnuté v acetóne a vyvetrané sa nechali vysušiť po dobu 4 hodí pri 105 °C v sušiarňi. Vysušené sáčky boli vložené do exsikátora a po vychladnutí zvažované (váha m_3). Následne boli sáčky vložené do predom zvažovaných porcelánových téglíkov a spálené v muflovej peci po dobu 3 hodín pri 550 °C. Po spálení boli téglíky vložené do exsikátora a po vychladnutí boli opäť zvažované (váha m_4).

8 STANOVENIE STRÁVITEĽNOSTI

8.1 Použité chemikálie

acetón (Penta, Chrudim)

destilovaná voda

dihydrogenfosforečnan draselný (Penta, Chrudim)

hydrogenfosforečnan sodný (Chemapol, Praha)

pankreatin (dodávateľ – Merck KGaA, Nemecko, proteázová aktivita 350 FIP – U.g⁻¹, lipázová aktivita 6000 FIP – U.g⁻¹, amylázová aktivita 7500 FIP – U.g⁻¹)

8.2 Použité prístroje a pomôcky

inkubátor Daisy (ANKOM technology, New York)

filtračné sáčky (F 57, veľkosť prôv 50 µm, ANKOM technology, New York)

muflová pec (MLW, elektro)

sušiareň (Venticell, BMT)

8.3 Použité vzorky

jablko Matčino, pôvod: Valašsko, ČR

jablko Hvězdnatá reneta, pôvod: Valašsko, ČR

jablko Jadernička, pôvod: Valašsko, ČR

dula Asenica, pôvod: Žabčice, ČR

dula Hemus II., pôvod: Žabčice, ČR

8.4 Metodika stanovenia stráviteľnosti

Bol pripravený fosfátový pufr o pH 7,45. Pufr bol pripravený z KH₂PO₄ (9,078 g. l⁻¹), Na₂HPO₄ · 12H₂O (23,889 g. l⁻¹) a destilovanej vody. Pufr bol predhriaty na

40 °C. Sáčky boli prepláchnuté v acetóne, vysušené sáčky boli zvažované (váha m_1). Následne bola do sáčkov navážená zhomogenizovaná vzorka o hmotnosti približne 0,25 g (váha m_2) s presnosťou na 0,0001 g a sáčky boli zatavené. 1,5 l predhriateho pufru bolo vliatych do pripravenej inkubačnej fľaše. Do pufru boli vložené sáčky so vzorkou, prázdny zatavebný sáčik pre výpočet korekcie a *pankreatin* v množstve 0,5 g. Inkubačné fľaše boli ihneď umiestnené do inkubátora Daisy (PI obrázok 17) a inkubované po dobu 24 hodín. Po uplynutí tejto doby, boli sáčky preplachované destilovanou vodou, pokiaľ preplachovacia voda nebola číra. Sáčky boli jemne vysušené pomocou filtračného papiera a následne umiestnené do sušiarne, kde boli sušené po dobu 24 hodín pri teplote 105 °C. Súčasne bola v sušiarne stanovená sušina vzorky. Po uplynutí 24 hodín boli sáčky zo sušiarne vytiahnuté, na 45 minút boli vložené do exikátora a boli zvažované (váha m_3). Následne boli sáčky vložené do predom vyžíhaných (550 °C, 1 hodina) a zvažovaných téglíkov. Tégliky so sáčkami boli vložené do pece na dobu 5 hodín a teplotu 550 °C. Zároveň bola spálená vzorka a stanovený popol vzorky. Po spálení boli kelímky vložené na 45 minút do exikátora a kelímky boli zvažované (váha m_4).

8.4.1 Metodika stanovenia sušiny

Do čistej a zvaženej hliníkovej misky predom vysušenej pri teplote 105 °C bol navážený 1 g zhomogenizovanej vzorky a 2 g morského piesku s presnosťou na 0,0001 g. Vzorka s pieskom boli pomocou sklenej tyčinky rozprestreté do rovnomernej vrstvy a miska bola umiestnená do predhriatej sušiarne na teplotu 105 °C. Vzorka bola sušená do konštantnej hmotnosti, tzn. dokiaľ rozdiel medzi dvoma poslednými váženiami nebol nižší ako 1 mg. Po vysušení bola miska vložená do exsikátora a po vychladnutí bola zvažovaná.

8.4.2 Metodika stanovenia popola

Predom vyžíhaný porcelánový téglik bol zvažovaný na analytických váhach s presnosťou na 0,0001 g. Následne bol do tégliku navážený 1 g vzorky s presnosťou na štyri desatinné miesta. Téglik bol vložený do muflovej pece a nechal sa spaľovať pri teplote 550 °C po dobu 5 hodín. Po spálení, ak popol neobsahuje žiadne čierne body, bol téglik vytiahnutý na asi 5 minút na azbestovú sieťku a následne vložený do exsikátora. Po vychladnutí bol téglik zvažovaný na analytických váhach.

9 STANOVENIE VITAMÍNU C METÓDOU HPLC – ECD

9.1 Použité chemikálie

kyselina fosforečná (dodávateľ – Dorapis, Praha)

metanol (dodávateľ – Penta, Chrudim)

metanol čistoty pre HPLC (dodávateľ – Sigma Aldrich)

redestilovaná voda

9.2 Použité prístroje a pomôcky

Aparatúra pre HPLC – ECD (ESA – Coulochem III, PI obrázok 18)

- analytická cela 5010A,
- guard cela 5020,
- detektor Coulochem III,
- dávkovací ventil slučkový (dávkovacia slučka o objeme 20 μ l),
- kolóna SUPELCOSIL LC8 (150 x 4,6 mm; 5 μ m), (Supelco, USA),
- PC s vyhodnocovacím programom ChemStation – Instrument1 (Agilent, USA).

dávkovacia striekačka (Hamilton, USA)

mikrofiltre 0,45 μ m, Nylon (Supelco, USA)

mikrofilter na mobilnú fázu 0,2 μ m (Supelco, USA)

9.3 Použité vzorky

jablko Albrechtovo, pôvod: Valašsko, ČR

jablko Bernské rúžové, pôvod: Valašsko, ČR

jablko Hvězdnatá reneta, pôvod: Valašsko, ČR

jablko Jadernička, pôvod: Valašsko, ČR

jablko Krátkostopka královská, pôvod: Valašsko, ČR

jablko Lebelovo, pôvod: Valašsko, ČR

jablko Matčino, pôvod: Valašsko, ČR

jablko Sikulské, pôvod: Valašsko, ČR

jablko Starkinson, pôvod: Valašsko, ČR

jablko Vilémovo, pôvod: Valašsko, ČR

dula Asenica, pôvod: Žabčice, ČR

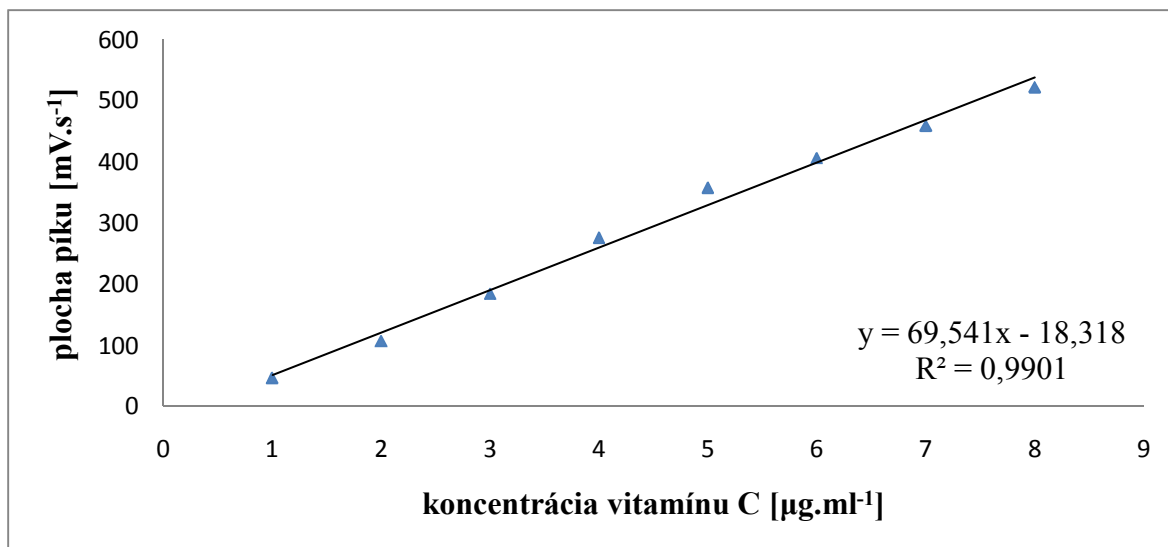
dula Hemus II., pôvod: Žabčice, ČR

9.4 Kalibračná krivka pre stanovenie obsahu vitamínu C

S presnosťou na 0,0001 g bolo navážených 0,0020 g kyseliny L-askorbovej. Navážka bola rozpustená v 250 ml odmernej banke a po rysku bola doplnená mobilnou fázou (zmes $\text{CH}_3\text{OH} : \text{H}_3\text{PO}_4 : \text{rH}_2\text{O}$ v pomere 99 : 0,5 : 0,5). Koncentrácia zásobného roztoku bola $8 \mu\text{g}\cdot\text{ml}^{-1}$. Zo zásobného roztoku boli jeho riedením s mobilnou fázou pripravené kalibračné roztoky o koncentráciách 1, 2, 3, 4, 5, 6 a $7 \mu\text{g}\cdot\text{ml}^{-1}$. Chromatografická separácia prebiehala na kolóne SUPELCOSIL LC8 (150 x 4,6 mm; 5 μm). Elúcia prebiehala izokraticky s mobilnou fázou pri 30 °C a prietoku $1,1 \text{ ml}\cdot\text{min}^{-1}$. Kalibračná krivka bola meraná pri napätí $K_1 = 600 \text{ mV}$. Kalibračná krivka bola zostrojená ako závislosť plochy píku [$\text{mV}\cdot\text{s}^{-1}$] na koncentrácii kyseliny askorbovej [$\mu\text{g}\cdot\text{ml}^{-1}$].

Tabuľka 4: Kalibrácia vitamínu C metódou HPLC

| Koncentrácia kyseliny L- askorbovej [$\mu\text{g}\cdot\text{ml}^{-1}$] | Priemerná plocha píku [$\text{mV}\cdot\text{s}^{-1}$] |
|---|--|
| 1 | 46,19 |
| 2 | 106,59 |
| 3 | 184,01 |
| 4 | 275,67 |
| 5 | 357,75 |
| 6 | 405,97 |
| 7 | 459,25 |
| 8 | 522,06 |



Obrázok 10: Kalibračná krivka s rovnicou regrese pre stanovenie vitamínu C metódou HPLC na kanále $K_1 = 600$ mV.

9.5 Metodika stanovenia obsahu vitamínu C

Pre stanovenie vitamínu C bolo odvážených 5 g zhomogenizovanej vzorky s presnosťou na 0,0001 g. K vzorke bolo v Erlenmayerovej banke pridaných 25 ml mobilnej fázy (zmes $\text{CH}_3\text{OH} : \text{H}_3\text{PO}_4 : \text{rH}_2\text{O}$ v pomere 99 : 0,5 : 0,5). Banka bola na dobu 10 minút umiestnená na trepačku. Následne bol roztok prefiltrovaný. Filtrát bol zriedený metanolom. Alikvótna časť filtrátu bola pred vstupom na kolónu prefiltrovaná cez mikrofilter Nylon o veľkosti pórov 0,45 μm. Chromatografická separácia prebiehala na kolóne SUPELCOSIL LC8 (150 x 4,6 mm; 5 μm). Elúcia prebiehala izokraticky s mobilnou fázou pri 30 °C a prietoku 1,1 ml·min⁻¹. Detekcia kyseliny askorbovej bola robená pomocou potenciálu na dvoch kanáloch s napätím $K_1 = 600$ mV a $K_2 = 650$ mV. Z dôvodu lepšej odzvy signálu bol použitý kanál $K_1 = 600$ mV pre presnejšie stanovenie.

10 VÝSLEDKY A DISKUSIA

10.1 Výsledky stanovenia obsahu neutrálne detergentnej vlákniny

Stanovenie vlákniny potravín je veľmi dôležité z hľadiska nutričnej hodnoty potravín. Neutrálne detergentná vláknina zahŕňa nerozpustné súčasti i čiastočne rozpustné hemicelulózy. Jej obsah vyjadruje celkovú vlákninu. Obsah neutrálne detergentnej vlákniny bol stanovený na prístroji Ankom220 Fiber Analyzer v dvoch tržných odrodách jabĺk, v červenej odrode Jonagored a zelenej odrode Golden Delicious metódou uvedenou v kapitole 7.3. Obsah vlákniny v jablkách je uvedený v tabuľke 5 a bol vypočítaný podľa vzťahu [65]:

$$V = \frac{(m_3 - m_1c_1) - (m_4 - m_1c_2)}{m_2} * 100,$$

kde V je obsah NDF [%],

m_1 je hmotnosť sáčika [g],

m_2 je hmotnosť navážky vzorky [g],

m_3 je hmotnosť vysušeného sáčika s reziduami vzorky po hydrolýze [g],

m_4 je hmotnosť popola po spálení vysušeného sáčika s reziduami vzorky po hydrolýze [g],

c_1 je korekcia hmotnosti sáčika po hydrolýze [g],

c_2 je korekcia hmotnosti sáčika po spálení [g].

Výpočet korekcií:

$$c_1 = \frac{m_S}{m_1},$$

$$c_2 = \frac{m_P}{m_1},$$

kde m_S je hmotnosť vysušeného sáčika po hydrolýze [g],

m_P je hmotnosť popola sáčika [g].

Tabuľka 5: Obsah vlákniny vo vzorkách

| Odrody | NDF [%] | |
|---------------------|-----------|------------------|
| | Jonagored | Golden Delicious |
| | 1,47 | 1,05 |
| | 1,50 | 1,09 |
| | 1,47 | 1,16 |
| Priemerný obsah | 1,48 | 1,10 |
| Smerodajná odchýlka | 0,013 | 0,045 |

Priemerný obsah NDF v odrode Jonagored: $1,48 \pm 0,013$ %

Priemerný obsah NDF v odrode Golden Delicious: $1,10 \pm 0,045$ %

Odborná literatúra udáva obsah celkovej vlákniny v jablkách v rozmedzí $1 - 2 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$, čo predstavuje $1 - 2$ % vlákniny [22, 23]. Namerané hodnoty $1,48 \pm 0,013$ % a $1,10 \pm 0,045$ % tento údaj spĺňajú.

10.2 Výsledky stanovenia stráviteľnosti

Stráviteľnosť znamená využiteľnosť potravín organizmom. Stráviteľnosť je daná množstvom živiny, ktoré bolo absorbované tráviacim ústrojenstvom.

Využiteľnosť krajských odrôd jabĺk a dúl bola stanovená pomocou metódy uvedenej v kapitole 8.3. Z jabĺk boli použité odrody Matčino, Hvězdnatá reneta a Jadernička. Z dúlí sa jednalo o odrody Asenica a Hemus II.

Na stanovenie stráviteľnosti boli vzorky hydrolyzované *pankreatinom*, zmesou enzýmov produkovaných slinivkou brušnou. *Pankreatin* tvoria tri skupiny enzýmov: *proteázy*, *lipázy* a *amylázy*.

Hodnoty stráviteľnosti, vyjadrené ako stráviteľnosť sušiny (DMD) a stráviteľnosť organickej hmoty (OMD), boli vypočítané podľa vzťahov [65]:

$$DMD = 100 - \frac{100 * DMR}{m_2 * DM},$$

$$DMR = m_3 - m_1 * c_1,$$

$$DM = \frac{Su * m_5}{100},$$

$$OMD = 100 - \frac{100 * (DMR - AR)}{m_2 * DM * OM},$$

$$AR = m_4 - m_1 * c_1,$$

$$OM = \frac{Su - Po}{100},$$

kde DMD je hodnota stráviteľnosti sušiny vzorky [%],

OMD je hodnota stráviteľnosti organickej hmoty vzorky [%],

DMR je hmotnosť vzorky bez sáčika po inkubácii a vysušení [g],

DM je obsah sušiny vo vzorke [g],

Su je obsah sušiny vo vzorke [%],

AR je hmotnosť popola vzorky bez sáčika [g],

OM je obsah organickej hmoty v sušine vzorky [g],

- Po je obsah popola vo vzorke [%],
- m_1 je hmotnosť sáčika [g],
- m_2 je hmotnosť vzorky [g],
- m_3 je hmotnosť vysušeného sáčika so vzorkou po inkubácii [g],
- m_4 je hmotnosť popola vysušeného sáčika so vzorkou po inkubácii [g],
- m_S je hmotnosť vzorky na stanovenie sušiny [g],
- c_1 je korekcia hmotnosti sáčika po inkubácii [g],
- c_2 je korekcia hmotnosti sáčika po spálení [g].

Výpočet korekcií:

$$c_1 = \frac{m_S}{m_1},$$

$$c_2 = \frac{m_P}{m_1},$$

kde m_S je hmotnosť vysušeného sáčika po inkubácii [g],

m_P je hmotnosť popola sáčika [g].

10.2.1 Stráviteľnosť jablák

Hodnoty stráviteľnosti sušiny (DMD) a stráviteľnosti organickej hmoty (OMD) vo vzorkách jablák sú uvedené v tabuľkách v 6 – 8.

Tabuľka 6: Hodnoty stráviteľnosti vo vzorke *Hvězdnatá reneta*

| Meranie | DMD [%] | OMD [%] |
|---------------------|---------|---------|
| 1. | 99,33 | 99,87 |
| 2. | 99,47 | 99,90 |
| 3. | 99,60 | 99,95 |
| Priemer | 99,47 | 99,91 |
| Smerodajná odchýlka | 0,108 | 0,033 |

Priemerná stráviteľnosť sušiny jablka odrody *Hvězdnatá reneta* je $99,47 \pm 0,108$ % a priemerná stráviteľnosť organickej hmoty je $99,91 \pm 0,033$ %.

Tabuľka 7: Hodnoty stráviteľnosti vo vzorke *Jadernička*

| Meranie | DMD [%] | OMD [%] |
|---------------------|---------|---------|
| 1. | 99,53 | 99,91 |
| 2. | 99,44 | 99,90 |
| 3. | 99,53 | 99,93 |
| Priemer | 99,50 | 99,91 |
| Smerodajná odchýlka | 0,040 | 0,013 |

Priemerná stráviteľnosť sušiny jablka odrody *Jadernička* je $99,50 \pm 0,040$ % a priemerná stráviteľnosť organickej hmoty je $99,91 \pm 0,013$ %.

Tabuľka 8: Hodnoty stráviteľnosti vo vzorke Matčino

| Meranie | DMD [%] | OMD [%] |
|---------------------|---------|---------|
| 1. | 99,47 | 99,93 |
| 2. | 99,37 | 99,91 |
| 3. | 99,42 | 99,92 |
| Priemer | 99,42 | 99,92 |
| Smerodajná odchýlka | 0,044 | 0,007 |

Priemerná stráviteľnosť sušiny jablka odrody Matčino je $99,42 \pm 0,044$ % a priemerná stráviteľnosť organickej hmoty je $99,92 \pm 0,007$ %.

10.2.2 Stráviteľnosť dŕl

Hodnoty stráviteľnosti sušiny (DMD) a stráviteľnosti organickej hmoty (OMD) vo vzorkách dŕl sú uvedené tabuľkách 9 a 10.

Tabuľka 9: Hodnoty stráviteľnosti vo vzorke Asenica

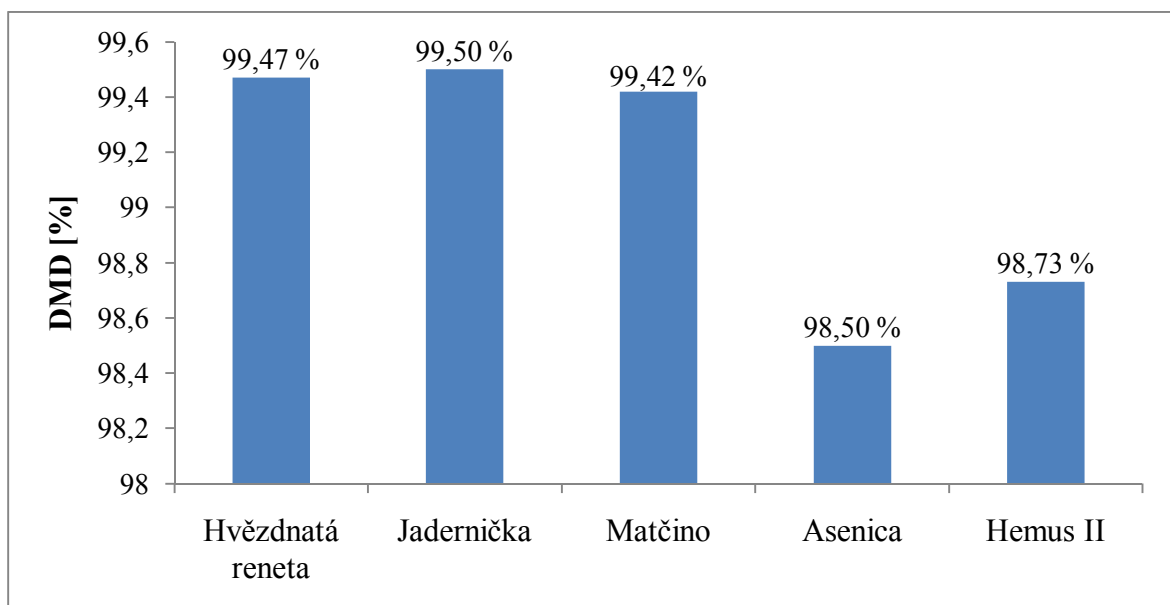
| Meranie | DMD [%] | OMD [%] |
|---------------------|---------|---------|
| 1. | 98,37 | 99,68 |
| 2. | 98,58 | 99,71 |
| 3. | 98,55 | 99,71 |
| Priemer | 98,50 | 99,70 |
| Smerodajná odchýlka | 0,093 | 0,014 |

Priemerná stráviteľnosť sušiny dule odrody Asenica je $98,50 \pm 0,093$ % a priemerná stráviteľnosť organickej hmoty je $99,70 \pm 0,014$ %.

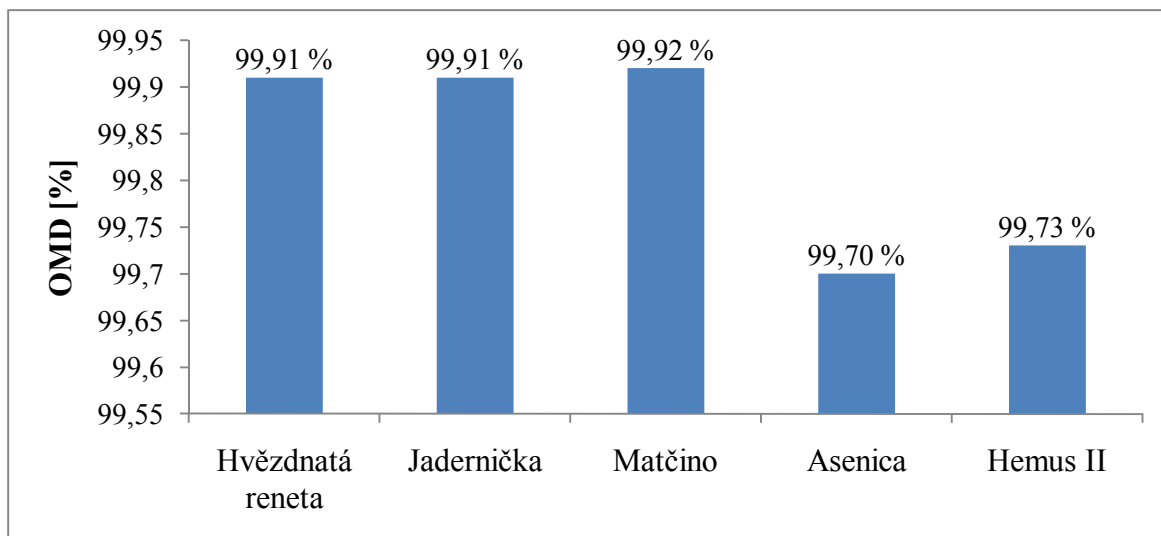
Tabuľka 10: Hodnoty stráviteľnosti vo vzorke Hemus II

| Meranie | DMD [%] | OMD [%] |
|---------------------|---------|---------|
| 1. | 98,87 | 99,77 |
| 2. | 98,74 | 99,75 |
| 3. | 98,59 | 99,73 |
| Priemer | 98,73 | 99,75 |
| Smerodajná odchýlka | 0,114 | 0,016 |

Priemerná stráviteľnosť sušiny dule odrody Hemus je $98,73 \pm 0,114$ % a priemerná stráviteľnosť organickej hmoty je $99,75 \pm 0,016$ %.



Obrázok 11: Porovnanie stráviteľnosti sušiny vo vzorkách



Obrázok 12: Porovnanie stráviteľnosti organickej hmoty vo vzorkách

Stráviteľnosť jabĺk i dúl dosiahla veľmi vysoké hodnoty. Z nameraných hodnôt plynie, že jablká i dule sú takmer úplne využiteľné, čo je veľmi významný poznatok z hľadiska výživy. Stráviteľnosť všetkých troch vzoriek jabĺk je takmer zhodná. Stráviteľnosť sušiny jabĺk sa líši len o 0,07 % a využiteľnosť organickej hmoty iba o 0,01 %. U dúl je tento rozdiel o kúsok vyšší. Rozdiel stráviteľnosti sušiny u dúl činí 0,23 % a organickej hmoty 0,05 %. Z grafov na obrázkoch 11 a 12 vyplýva, že využiteľnosť dúl je o niečo nižšia ako využiteľnosť jabĺk. Nižšia stráviteľnosť dúl je pravdepodobne spôsobená vyšším obsahom vlákniny, odborná literatúra udáva obsah vlákniny v dulách 1,8 – 2,3 % [23].

10.2.3 Stanovenie sušiny

Sušinu tvorí zvyšok látky po vysušení pri určitej teplote do konštantnej hmotnosti. Sušinu tvorí rada chemických látok, medzi ktoré patria látky dusíkaté, minerálne, sacharidy, tuky a ostatné skupiny látok.

Obsah sušiny bol vypočítaný podľa vzťahu:

$$Su = \frac{m_2 - m_1}{n} * 100,$$

kde S_u je obsah sušiny vo vzorke [%],

m_1 je hmotnosť vysušenej prázdnej misky s pieskom [g],

m_2 je hmotnosť misky s navážkou po vysušení [g],

n je navážka vzorky [g].

Hodnota sušiny v jednotlivých vzorkách je uvedená v tabuľkách 11 – 15.

Tabuľka 11: *Obsah sušiny vo vzorke Hvězdnatá reneta*

| Meranie | Obsah sušiny [%] |
|---------------------|------------------|
| 1. | 15,02 |
| 2. | 15,08 |
| 3. | 14,97 |
| Priemer | 15,03 |
| Smerodajná odchýlka | 0,042 |

Priemerný obsah sušiny: $15,03 \pm 0,042$ %

Tabuľka 12: *Obsah sušiny vo vzorke Jadernička*

| Meranie | Obsah sušiny [%] |
|---------------------|------------------|
| 1. | 13,81 |
| 2. | 13,28 |
| 3. | 13,23 |
| Priemer | 13,44 |
| Smerodajná odchýlka | 0,264 |

Priemerný obsah sušiny: $13,44 \pm 0,264$ %

Tabuľka 13: *Obsah sušiny vo vzorke Matčino*

| Meranie | Obsah sušiny [%] |
|---------------------|------------------|
| 1. | 17,02 |
| 2. | 17,11 |
| 3. | 17,05 |
| Priemer | 17,06 |
| Smerodajná odchýlka | 0,040 |

Priemerný obsah sušiny: $17,06 \pm 0,040$ %

Tabuľka 14: *Obsah sušiny vo vzorke Asenica*

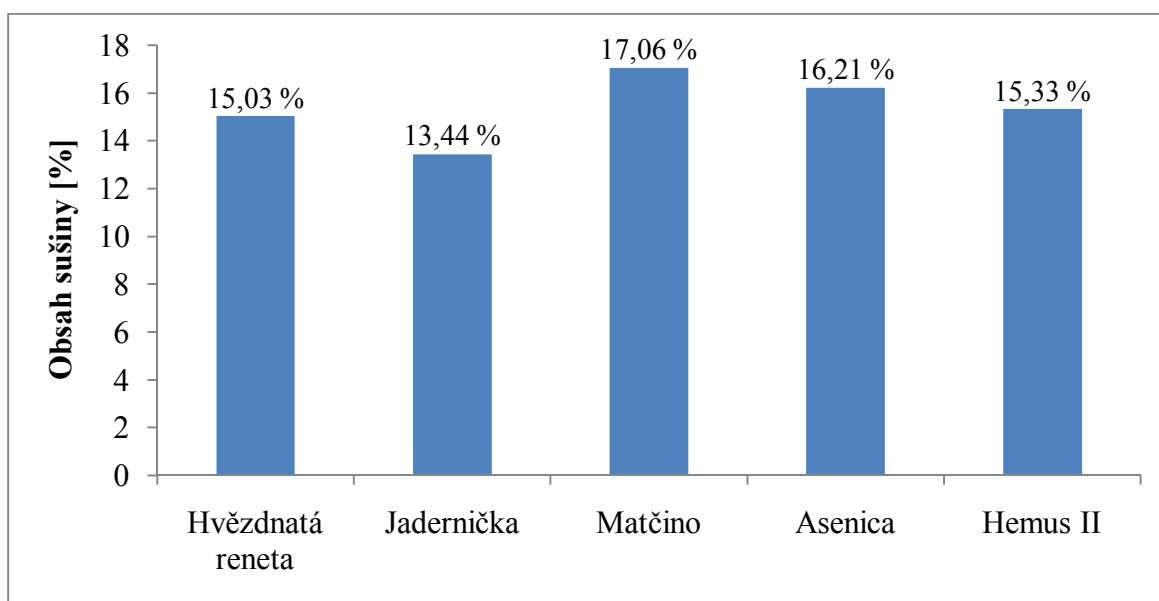
| Meranie | Obsah sušiny [%] |
|---------------------|------------------|
| 1. | 16,15 |
| 2. | 16,49 |
| 3. | 16,00 |
| Priemer | 16,21 |
| Smerodajná odchýlka | 0,203 |

Priemerný obsah sušiny: $16,21 \pm 0,203$ %

Tabuľka 15: Obsah sušiny vo vzorke Hemus II

| Meranie | Obsah sušiny [%] |
|---------------------|------------------|
| 1. | 15,33 |
| 2. | 15,38 |
| 3. | 15,29 |
| Priemer | 15,33 |
| Smerodajná odchýlka | 0,035 |

Priemerný obsah sušiny: $15,33 \pm 0,035$ %



Obrázok 13: Porovnanie obsahu sušiny vo vzorkách

Obsah sušiny v ovocí býva 10 – 30 %, v jablkách približne 16 %. Závisí na druhu, odrode, veku, vegetačných podmienkach, podmienkach skladovania apod. Najvyšší obsah sušiny bol stanovený pri vzorke jablka Matčino (17,06 %) a najnižší pri jablku Jadernička (13,44 %). Rozdiel medzi najnižším a najvyšším obsahom sušiny je 3,62 %.

10.2.4 Stanovenie popola

Potraviny obsahujú rôzne minerálne látky, ktoré sa zvyčajne určujú po spálení sumárne ako popol. V popole môžu byť tiež anorganické prímеси, napr. piesok a hlina. Ako piesok sa označuje podiel popola nerozpustný v 10 % HCl. Stanovenie popola má v potravinárskej analýze veľký význam, pretože môže byť kritériom technologickej alebo nutričnej akosti. V ovocí je v popole v najväčšom množstve zastúpený draslík a fosfor.

Obsah popola vo vzorke bol vypočítaný podľa vzťahu:

$$Po = \frac{m_2 - m_1}{n} * 100,$$

- kde Po je obsah popola vo vzorke [%],
 m₁ je hmotnosť prázdneho téglika [g],
 m₂ je hmotnosť téglika s popolom [g],
 n je navážka vzorky [g].

Hodnota popola v jednotlivých vzorkách je uvedená v tabuľkách 16 – 20.

Tabuľka 16: *Obsah popola vo vzorke Hvězdnatá reneta*

| Meranie | Obsah popola [%] |
|---------------------|------------------|
| 1. | 0,68 |
| 2. | 0,56 |
| 3. | 0,56 |
| Priemer | 0,60 |
| Smerodajná odchýlka | 0,057 |

Priemerný obsah popola: 0,60 ± 0,057 %

Tabuľka 17: *Obsah popola vo vzorke Jadernička*

| Meranie | Obsah popola [%] |
|---------------------|------------------|
| 1. | 0,54 |
| 2. | 0,64 |
| 3. | 0,57 |
| Priemer | 0,58 |
| Smerodajná odchýlka | 0,041 |

Priemerný obsah popela: $0,58 \pm 0,041$ %

Tabuľka 18: *Obsah popola vo vzorke Matčino*

| Meranie | Obsah popola [%] |
|---------------------|------------------|
| 1. | 0,78 |
| 2. | 0,78 |
| 3. | 0,76 |
| Priemer | 0,77 |
| Smerodajná odchýlka | 0,009 |

Priemerný obsah popela: $0,77 \pm 0,009$ %

Tabuľka 19: *Obsah popola vo vzorke Asenica*

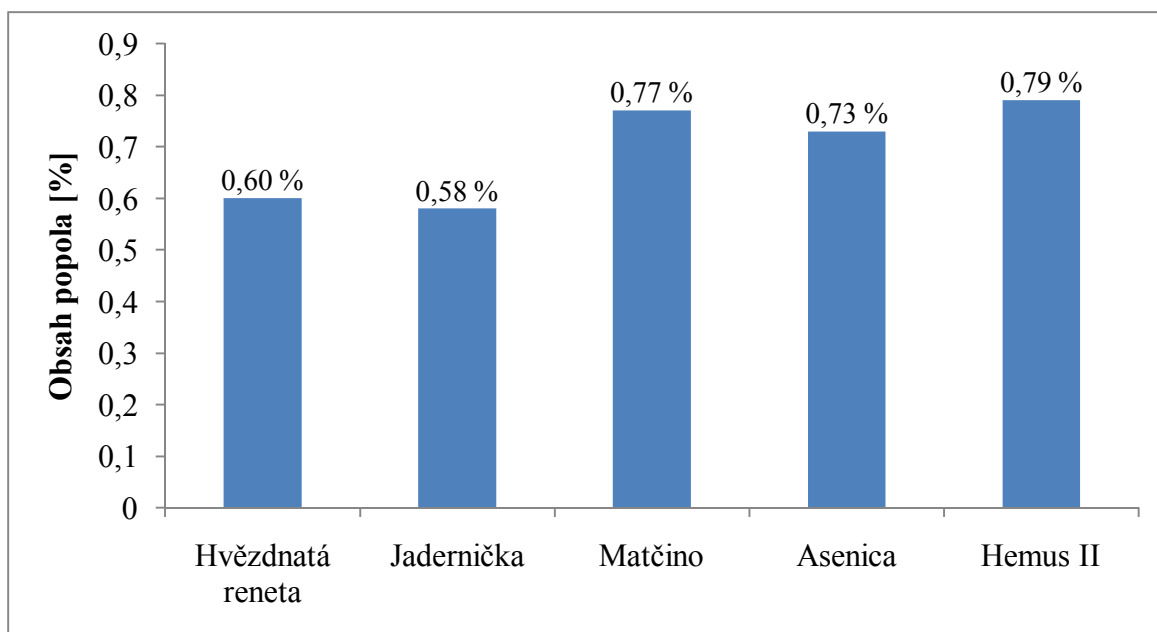
| Meranie | Obsah popola [%] |
|---------------------|------------------|
| 1. | 0,76 |
| 2. | 0,71 |
| 3. | 0,73 |
| Priemer | 0,73 |
| Smerodajná odchýlka | 0,021 |

Priemerný obsah popela: $0,73 \pm 0,021$ %

Tabuľka 20: *Obsah popola vo vzorke Hemus II*

| Meranie | Obsah popola [%] |
|---------------------|------------------|
| 1. | 0,72 |
| 2. | 0,79 |
| 3. | 0,86 |
| Priemer | 0,79 |
| Smerodajná odchýlka | 0,059 |

Priemerný obsah popela: $0,79 \pm 0,059$ %



Obrázok 14: Porovnanie obsahu popola vo vzorkách

Ovocie obsahuje v čerstvom, pôvodnom stave asi 0,3 – 1 % popola. Obsah popola vo vzorkách sa pohybuje v rozmedzí 0,58 – 0,79 %. Najnižší obsah popola obsahuje vzorka s najnižším obsahom sušiny, jablko Jadernička. Najvyšší obsah popola bol zistený pri vzorke dule Hemus II.

10.3 Výsledky stanovenia obsahu vitamínu C

Obsah vitamínu C bol pomocou vysokoúčinnnej kvapalinovej chromatografie stanovený v 10 vzorkách odrôd jabĺk pestovaných na Valašsku. Kyselina L-askorbová bola stanovená metódou popísanou v kapitole 9.4. Vitamín C bol stanovený v nasledujúcich odrodách: Albrechtovo, Bernské rúžové, Hvězdnatá reneta, Jadernička, Krátkostopka kráľovská, Lebelovo, Matčino, Sikulské, Starkinson a Vilémovo.

Obsah vitamínu C bol prepočítaný pomocou rovnice regresie na $\mu\text{g}\cdot\text{ml}^{-1}$ a následne na $\text{mg}\cdot 100\text{ g}^{-1}$ cez navážku a faktor zriedenia. Obsah vitamínu C v jednotlivých vzorkách je uvedený v tabuľkách 21 – 30.

Tabuľka 21: *Obsah vitamínu C vo vzorke Albrechtovo*

| Plocha píku [mV.s ⁻¹] | Obsah vitamínu C [mg.100 g ⁻¹] |
|--------------------------------------|---|
| 69,91 | 3,17 |
| 76,26 | 3,40 |
| 73,30 | 3,30 |
| 70,43 | 3,16 |
| 72,55 | 3,27 |
| Priemerný obsah | 3,26 |
| Smerodajná odchýlka | 0,089 |

Priemerný obsah vitamínu C: $3,26 \pm 0,089$ mg.100 g⁻¹

Tabuľka 22: *Obsah vitamínu C vo vzorke Bernské ružové*

| Plocha píku [mV.s ⁻¹] | Obsah vitamínu C [mg.100 g ⁻¹] |
|--------------------------------------|---|
| 108,87 | 4,57 |
| 111,64 | 4,67 |
| 112,37 | 4,70 |
| 110,54 | 4,63 |
| 110,14 | 4,62 |
| Priemerný obsah | 4,64 |
| Smerodajná odchýlka | 0,044 |

Priemerný obsah vitamínu C: $4,64 \pm 0,044$ mg.100 g⁻¹

Tabuľka 23: *Obsah vitamínu C vo vzorke Hvězdnatá reneta*

| Plocha píku [mV.s ⁻¹] | Obsah vitamínu C [mg.100 g ⁻¹] |
|--------------------------------------|---|
| 234,55 | 9,04 |
| 235,58 | 9,16 |
| 229,97 | 8,91 |
| 236,36 | 9,14 |
| 232,17 | 9,02 |
| Priemerný obsah | 9,05 |
| Smerodajná odchýlka | 0,092 |

Priemerný obsah vitamínu C: $9,05 \pm 0,092$ mg.100 g⁻¹

Tabuľka 24: *Obsah vitamínu C vo vzorke Jadernička*

| Plocha píku [mV.s ⁻¹] | Obsah vitamínu C [mg.100 g ⁻¹] |
|--------------------------------------|---|
| 136,93 | 5,61 |
| 135,53 | 5,57 |
| 146,52 | 5,80 |
| 143,59 | 5,80 |
| 137,63 | 5,60 |
| Priemerný obsah | 5,68 |
| Smerodajná odchýlka | 0,099 |

Priemerný obsah vitamínu C: $5,68 \pm 0,099$ mg.100 g⁻¹

Tabuľka 25: Obsah vitamínu C vo vzorke Krátkostopka kráľovská

| Plocha píku [mV.s ⁻¹] | Obsah vitamínu C [mg.100 g ⁻¹] |
|--------------------------------------|---|
| 66,10 | 3,04 |
| 66,92 | 3,08 |
| 78,68 | 3,47 |
| 68,44 | 3,13 |
| 72,57 | 3,27 |
| Priemerný obsah | 3,20 |
| Smerodajná odchýlka | 0,154 |

Priemerný obsah vitamínu C: $3,20 \pm 0,154$ mg.100 g⁻¹

Tabuľka 26: Obsah vitamínu C vo vzorke Lebelovo

| Plocha píku [mV.s ⁻¹] | Obsah vitamínu C [mg.100 g ⁻¹] |
|--------------------------------------|---|
| 116,67 | 4,80 |
| 112,35 | 4,72 |
| 113,26 | 4,73 |
| 107,69 | 4,54 |
| 114,16 | 4,75 |
| Priemerný obsah | 4,71 |
| Smerodajná odchýlka | 0,090 |

Priemerný obsah vitamínu C: $4,71 \pm 0,090$ mg.100 g⁻¹

Tabuľka 27: Obsah vitamínu C vo vzorke Matčino

| Plocha píku [mV.s ⁻¹] | Obsah vitamínu C [mg.100 g ⁻¹] |
|--------------------------------------|---|
| 275,88 | 10,42 |
| 273,35 | 10,47 |
| 284,51 | 10,70 |
| 280,27 | 10,72 |
| 275,42 | 10,50 |
| Priemerný obsah | 10,56 |
| Smerodajná odchýlka | 0,120 |

Priemerný obsah vitamínu C: $10,56 \pm 0,120$ mg.100 g⁻¹

Tabuľka 28: Obsah vitamínu C vo vzorke Sikulské

| Plocha píku [mV.s ⁻¹] | Obsah vitamínu C [mg.100 g ⁻¹] |
|--------------------------------------|---|
| 93,32 | 4,01 |
| 97,72 | 4,17 |
| 98,07 | 4,18 |
| 95,26 | 4,08 |
| 96,73 | 4,14 |
| Priemerný obsah | 4,12 |
| Smerodajná odchýlka | 0,063 |

Priemerný obsah vitamínu C: $4,12 \pm 0,063$ mg.100 g⁻¹

Tabuľka 29: Obsah vitamínu C vo vzorke Starkinson

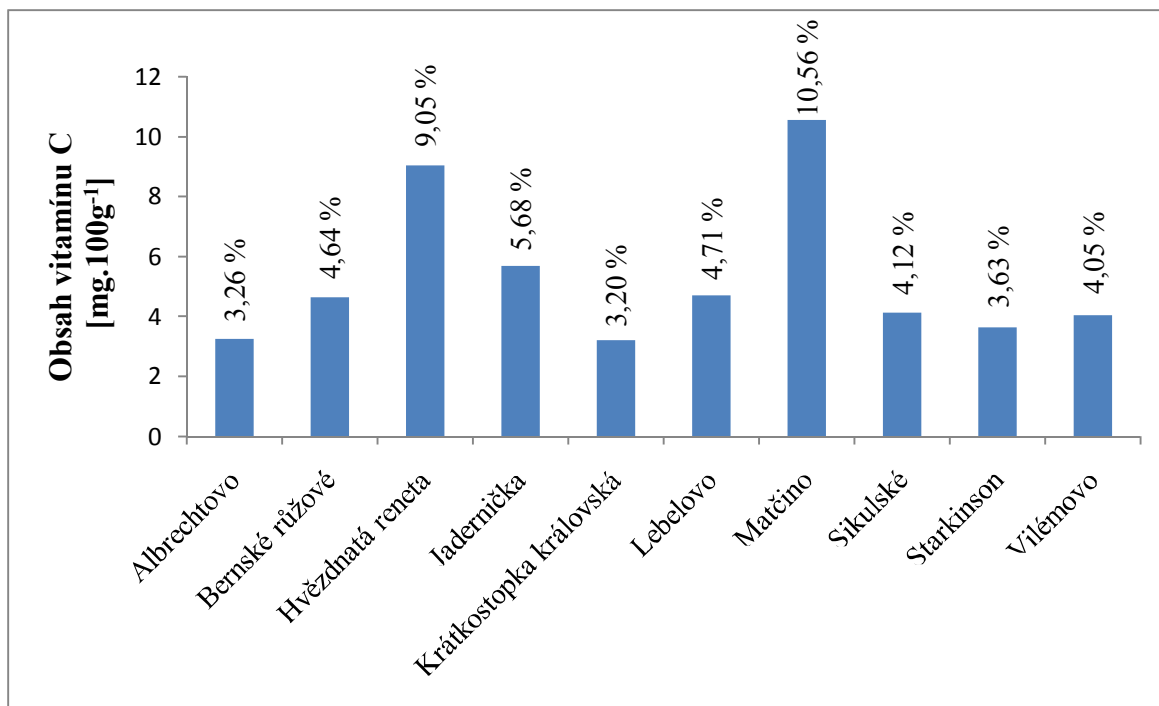
| Plocha píku [mV.s ⁻¹] | Obsah vitamínu C [mg.100 g ⁻¹] |
|--------------------------------------|---|
| 86,38 | 3,79 |
| 89,60 | 3,86 |
| 75,75 | 3,37 |
| 78,67 | 3,50 |
| 82,69 | 3,65 |
| Priemerný obsah | 3,63 |
| Smerodajná odchýlka | 0,180 |

Priemerný obsah vitamínu C: $3,63 \pm 0,180$ mg.100 g⁻¹

Tabuľka 30: Obsah vitamínu C vo vzorke Vilémovo

| Plocha píku [mV.s ⁻¹] | Obsah vitamínu C [mg.100 g ⁻¹] |
|--------------------------------------|---|
| 95,56 | 4,11 |
| 92,24 | 3,97 |
| 98,16 | 4,15 |
| 91,73 | 3,98 |
| 93,94 | 4,04 |
| Priemerný obsah | 4,05 |
| Smerodajná odchýlka | 0,073 |

Priemerný obsah vitamínu C: $4,05 \pm 0,073$ mg.100 g⁻¹



Obrázok 15: Porovnanie obsahu vitamínu C vo vzorkách

Obsah vitamínu C v ovocí závisí na odrode, klimatických podmienkach, spôsobe skladovania, prístupe svetla, kyslíku apod. Odborná literatúra udáva obsah vitamínu C v jablkách v priemere okolo 5 mg.100 g⁻¹. Niektoré publikácie udávajú hodnoty vyššie, napr. pri odrode Ontário nameraný obsah vitamínu C presahoval až 100 mg.100 g⁻¹ [66].

Z grafu na obrázku 15 môžeme pozorovať, že najvyšší obsah vitamínu C bol nameraný pri červených odrodách jablák Matčino a Hvězdnatá reneta. V jablku Matčino bol obsah vitamínu C 10,56 mg.100 g⁻¹, Hvězdnatá reneta obsahuje 9,05 mg.100 g⁻¹. Naopak najnižšie množstvo vitamínu C obsahuje vzorka Krátkostopka královská (3,20 mg.100 g⁻¹).

ZÁVER

Cieľom tejto diplomovej práce bolo stanoviť obsah neutrálne detergentnej vlákniny, obsah vitamínu C a stráviteľnosť viacerých odrôd jablák a dúl. K stanoveniu boli použité odrody dúl Asenica a Hemus II. Z jablák boli použité krajské odrody Albrechtovo, Bernské ružové, Hvězdnatá reneta, Jadernička, Krátkostopka královská, Lebelovo, Matčino, Sikulské, Starkinson a Vilémovo a dve klasické tržné odrody Jonagored a Golden Delicious.

Obsah neutrálne detergentnej vlákniny bol stanovený v dvoch tržných odrodách jablák Jonagored a Golden Delicious. Hodnota NDF zahŕňa všetky zložky bunkovej steny (hemiceľulózu, celulózu, lignín, popol). Stanovenie NDF je základnou charakteristikou pre stanovenie obsahu vlákniny v potrave. V odrode Jonagored bol nameraný priemerný obsah NDF $1,48 \pm 0,013$ %, v odrode Golden Delicious $1,10 \pm 0,045$ %. Doporučený denný príjem vlákniny v ČR je 30 g. Túto potrebu by pokrylo približne 2,3 kg jablák denne, čo je pri priemernej váhe jablka 150 g asi 15 jablák denne. Hoci sú jablká významným zdrojom vlákniny, človek ich príjmom nepokryje doporučenú dávku vlákniny, preto je nutné vlákninu prijímať i z iných zdrojov s vyšším obsahom vlákniny a to predovšetkým z obilnín, celozrnných výrobkov, strukovín, či morských rias.

Stráviteľnosť bola stanovená v troch odrodách jablák (Hvězdnatá reneta, Jadernička a Matčino) a v dvoch odrodách dúl (Asenica a Hemus II). Hodnoty stráviteľnosti vzoriek sa vzájomne významne nelíšili, všetky vzorky dosahovali takmer 100 % stráviteľnosť organickej hmoty, najnižšia stráviteľnosť organickej hmoty bola stanovená pri vzorke dule Asenica, činila $99,70 \pm 0,014$ %. Stráviteľnosť sušiny bola o niečo nižšia, najnižšiu stráviteľnosť sušiny vykazovala opäť vzorka dule Asenica a to $98,50 \pm 0,093$ %. U dúl bola stráviteľnosť celkovo nižšia ako u jablák.

U tých istých vzoriek bol zároveň stanovený obsah sušiny a popola. Priemerný obsah sušiny bol nasledovný: Hvězdnatá reneta $15,03 \pm 0,042$ %, Jadernička $13,44 \pm 0,264$ %, Matčino $17,06 \pm 0,040$ %, Asenica $16,21 \pm 0,203$ % a Hemus II $15,33 \pm 0,035$ %. Priemerné hodnoty obsahu popola boli u jednotlivých vzoriek: Hvězdnatá reneta $0,60 \pm 0,057$ %, Jadernička $0,58 \pm 0,041$ %, Matčino $0,77 \pm 0,009$ %, Asenica $0,73 \pm 0,021$ % a Hemus II $0,79 \pm 0,059$ %.

Vitamín C bol vyizolovaný pomocou mobilnej fázy. Ako mobilná fáza bola použitá zmes $\text{CH}_3\text{OH} : \text{H}_2\text{O} : \text{H}_3\text{PO}_4$ v pomere 99 : 0,5 : 0,5. Pre stanovenie obsahu vitamínu C bola použitá vysokoúčinná kvapalinová chromatografia HPLC–ECD. Separácia prebiehala na

kolóne SUPELCOSIL LC8. Prietok mobilnej fázy bol nastavený na $1,1 \text{ ml} \cdot \text{min}^{-1}$. Na elektródy bolo vložené napätie 600 mV a 650 mV a ochranná guard cela bola nastavená na 750 mV. Elúcia prebiehala izokraticky.

Obsah vitamínu C bol stanovený v 10 krajských odrodách jabĺk a to v odrodách Albrechtovo, Bernské ružové, Hvězdnatá reneta, Jadernička, Krátkostopka královská, Lebelovo, Matčino, Sikulské, Starkinson a Vilémovo. Najnižší nameraný obsah vitamínu C bol $3,20 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ (Krátkostopka královská), naopak najvyšší stanovený obsah bol $10,56 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ (Matčino). Rozdiel medzi najnižším a najvyšším obsahom činí až $7,36 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$. V ČR je doporučená denná dávka vitamínu C pre bežných jedincov 75 mg na jeden deň. Priemerný obsah vitamínu C zo všetkých stanovení je $5,29 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$, pri takomto množstve vitamínu C v 100 g jablka by denná doporučená dávka vitamínu C bola splnená množstvom asi 1418 g jabĺk, čo predstavuje približne 9 – 10 kusov tohto ovocia.

Obsah vlákniny i vitamínu C v jablkách je pre ľudskú výživu dôležitým a cenným zdrojom. Veľmi zaujímavý je i fakt o stráviteľnosti jabĺk, ktorá dosahuje hodnotu takmer 100 %. Avšak samotné jablká v strave nepokryjú dennú potrebu vlákniny ani vitamínu C pre ľudský organizmus. Aby človek prijal potravou všetky potrebné nutričné látky, je nutné dodržiavať pestrý jedálny lístok obohatený všetkými skupinami potravín v správnom pomere.

ZOZNAM POUŽITEJ LITERATURY

- [1] ROP, O., VALÁŠEK, P., HOZA, I. *Teoretické principy konzervácie potravín I.*, Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2005. ISBN: 80-7318-339-0.
- [2] BLAŽEK J. *Ovocnictví*, Praha: Květ, 1998. ISBN: 80-85362-43-0.
- [3] HRABĚ, J., ROP, O., HOZA, I. *Technologie výroby potravín rostlinného původu*, Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2006, ISBN: 80-7318-372-2
- [4] PAMPLONA- ROGER, G. D. *Encyklopedie léčivých potravín*, Praha: Advent-Orion, 2005. ISBN: 80-7172-542-0.
- [5] DAVÍDEK, J. *Chemie potravín*, Praha: SNTL, 1983.
- [6] HRABĚ J. *Technologie zbožiznalství a hygieny potravín*, Vyškov: Vysoká vojenská škola pozemního vojska ve Vyškově, 2000. ISBN: 80-7231-0609-0.
- [7] KOLÁŘ K., KODÍČEK M., POSPÍŠIL J. *Chemie II.*, Olomouc: SPN, 1997. ISBN: 80-85937-49-2.
- [8] BLAŽEK J. *Ovocnictví*. Praha: Květ, 1998. ISBN: 80-85362-43-0.
- [9] KINDL H., WOBER G. *Biochemie rostlin*, Praha: Československá akademie věd, 1981.
- [10] SALAŠ J. *Farmaceutická chemie*, Praha: Avicenum, 1973.
- [11] BRICKELL, Ch., et al. *The Royal Horticultural Society Encyclopedia of gardening*, London: Dorling Kindersley Book, 1992.
- [12] OBERBEIL, K., LENTZOVÁ, Ch. *Léčba ovocem a zeleninou*, Praha: Fortuna print, 2001. ISBN: 80-7309-242-5.
- [13] HRADIL, R., et al. *Česká biozahrada*, Olomouc: Fontána, 2000, ISBN: 80-86179-46-X.
- [14] HNIDZÍK, F., HRIČOVSKÝ, I. *Jablone a hrušky*, Bratislava: Příroda, 1989. ISBN: 80-07-00021-6.
- [15] KUTINA J. *Pomologický atlas 2*, Praha: Brázda, 1992. ISBN: 80-209-0192-2.
- [16] HUDAK R. *Ovoce, zelenina a bylinky*, Praha: Svojka, 2004. ISBN: 82-7137-306-0.
- [17] ŠROT R. *Rady pro pěstitele ovoce*, Praha: Aventinum, 1998. ISBN: 80-7151-049-1.

- [18] ŘEZNÍČEK, V., SALAŠ, P. *Využití genofondu méně známých druhů ovocných dřevin*, Praha: Česká akademie zemědělských věd, 2002.
- [19] FRÜHAUF, P. *Vláknina v dětské výživě*, Praha: Klinika dětského a dorostového lékařství 1. LF UK a VFN, 2007.
- [20] MIKO, M., JANÍČEK, I., KAJABA, I. *Základy výživy*, Bratislava: STU, 1996. ISBN: 80-227-0856-9.
- [21] MANTHEY, F. A., HARELAND, G. A., HUSEBY, D. J. Soluble and Insoluble Dietary Fiber Content and Composition in Oat, *Cereal Chemistry*, 1999.
- [22] MARLET, J. A., MCBURNEY, M. I., SLAVIN, J. L. Position of the American Dietetic Association: Health Implications of Dietary Fiber, *Journal of the American Dietetic Association*, 2002.
- [23] HEJDA, S. *Vláknina pro zdravé i nemocné*, Praha: Společnost pro výživu, 1994.
- [24] ODSTRČIL, J. ODSTRČILOVÁ, M. *Chemie potravin*, Brno: Národní centrum ošetrovatelství a nelékařských zdravotnických oborů, 2006. ISBN: 80-7013-435-6.
- [25] VODRÁŽKA, Z. *Biochemie 2*, Praha: Academia, 1992, ISBN: 80-200-0441-6.
- [26] KOMÁREK, J., MRÁZEK, J., ŠRÁMEK, M. *Deriváty celulózy*, Praha: SNTL, 1996.
- [27] HOZA, I., KRAMÁŘOVÁ, D. *Potravinářská biochemie 1*, Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2005. ISBN: 80-7318-295-5.
- [28] VELÍŠEK, J. *Chemie potravin 1*, Tábor: Osis, 1999. ISBN: 80-902391-3-7.
- [29] FERGUSON, L. R., ROBERTON, A. M., WATSON, M. E., TRIGGS, C. M., HARRIS, P. J. The Effects of a Soluble-Fibre Polysaccharide on the Adsorption of Carcinogens to Insoluble Dietary Fibres, *Chemical and Biological Interactions*, 1995.
- [30] CHAMP, M., LANGKILDE, A. M., BROUNS, F., KETLITZ, B., COLLET, Y. I. B. Advances in Dietary Fibre Characterisation. 1. Definition of Dietary Fibre, Physiological Relevance, Health Benefits and Analytical Aspects, *Nutrition Research Reviews*, 2003.
- [31] GÓMEZ, M., RONDA, F., BLANCO, C. A., CABALLERO, P. A., ASPERTEGUÍA, A. Effect of Dietary Fibre on Dough Rheology and Bread Quality, *European Food Research Technology*, 2003.

- [32] TRUSWELL, A. S., BEYENEN A. C. *Dietary Fibre and Plasma Lipids: Potential for Prevention and Treatment of Hyperlipidemias*, London: Edwards CA, 1992.
- [33] GANONG, W. F. *Přehled lékařské fyziologie*, Galén, 2005. ISBN: 80-7262-311-7.
- [34] BULISOVÁ, J. et al. *Ottova všeobecná encyklopedie svazek 2.*, Praha: Ottovo nakladatelství, 2003. ISBN: 80-7181-947-6.
- [35] MELIKANTOVÁ, Z. *Anatómia a fyziológia tráviacej sústavy človeka*, Bratislava: Vysoká škola zdravotníctva a sociálnej práce, 2008.
- [36] KADLEC, O., et al. *Encyklopédia medicíny XV.diel*, Bratislava: Asklepios, 2004. ISBN: 80-7167-023-5
- [37] DYLEVSKÝ, I., Trojan, S. *Somatológia 2*, Martin: Osveta, 1992. ISBN: 80-217-0535-3.
- [38] MAROUNEK, M., BŘEZINA, P., ŠIMŮNEK, J. *Fyziologie a hygiena výživy*, Vyškov: Vysoká vojenská škola pozemního vojska ve Vyškově, 2003. ISBN: 80-7231-106-9.
- [39] HOZA, I., KRAMÁŘOVÁ, D., BUDÍNSKY, P. *Potravinářská biochemie II*, Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2007. ISBN: 978-80-7318-496-4.
- [40] KOMPRDA, T. *Základy výživy člověka*, Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2003. ISBN: 978-80-7157-655-6.
- [41] MURRAY, R. K., GRANNER, D. K., MAYES, P. A., RODWELL, V. W. *Harper's Illustrated Biochemistry*, USA: McGraw-Hill Companies, 2003. ISBN: 0-07-138901-6.
- [42] WILHELM, Z., et al. *Stručný přehled fyziologie člověka pro bakalářské studijný programy*, Brno: Masarykova univerzita v Brně, 2003. ISBN: 80-210-2837-8.
- [43] KOOLMAN, J., ROEHM, K. H. *Color Atlas of Biochemistry*, New York: Thieme Stuttgart, 2005. ISBN: 3-13-100372-3.
- [44] VELÍŠEK, J. *Chemie potravin 2*, Tábor: OSSIS, 1999. ISBN: 80-86659-01-1.
- [45] FINAUD, J., LAC, G. Oxidative Stress – Relationship with Exercise and Training, *Sports medicine 36*, 2006. ISSN: 0112-1642.

- [46] HOZA, I., KRAMÁŘOVÁ, D. *Potravinářská biochemie II: pro studenty kombinované formy studia*, Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2006. ISBN 80-7318-395-1.
- [47] WIRTH, R. Vitamins and Trace Elements in Nutrition, *Medizinische klinik 101*, 2006. ISSN: 0723-5003.
- [48] ŠÍCHO, V., et al. *Potravinářská biochemie*, Praha: SNTL, 1981
- [49] HANUS, J., Szent-GYORGYI, A. *Journal of Molecular Structuretheochem*, 2003. ISSN: 0166-1280.
- [50] SIES, H., STAHL, W. *Vitamins E and C, Beta-carotene, and other Carotenoids as Antioxidants*, 1995. Amer. J. Clin. Nutr. 62: 1315S-1321S.
- [51] LEVINE M., DHARIWAL, K. R., WELCH, R. W., WANG Y, PARK J. B. *Determination of Optimal Ascorbic Acid Requirements in Humans*. 1995. Amer. J. Clin. Nutr. 62: 1347S-56S.
- [52] GENG, H., MENG, Z. Q. Inhibition of Superoxide Dismutase, Vitamin C and Glutathione on Chemiluminescence Produced by Luminol and the Mixture of Sulfite and Bisulfite, *Spectrochimica acta part A-molecular and Biomolecular Spectroscopy*, 2006. ISSN: 1386-1425.
- [53] LESKOVA, E., KUBIKOVA, J., et al. Vitamin Losses, Retention during Heat Treatment and Continual Changes Expressed by Mathematical Models, *Journal of Food Composition and Analysis* 19, 2006. ISSN: 0889-1575.
- [54] CARR, A., FREIL, B. *Toward a New Recommended Dietary Allowance for Vitamin C Based on Antioxidant and Health Effects in Humans*, 1999, Amer. J. Clin. Nutr. 1086-1171
- [55] WOODGATE, D. E., CONQUER, J. A. Effects of a Stimulant-Free Dietary Supplement on Body Weight and Fat Loss in Obese Adults, *Current Therapeutic Research-Clinical and Experimental* 64, 2003. ISSN: 0011-393X.
- [56] BRÁZDOVÁ, Z. *Výživa člověka*, Vyškov: Vysoká vojenská škola pozemního vojska ve Vyškově, 1995.
- [57] NISHIKIMI, M., YAGI, K. *Biochemistry and Molecular Biology of Ascorbic Acid Biosynthesis*, Subcel. Biochem., 1996.
- [58] HIJOVÁ, E., KUČHTA, M., PETRÁŠOVÁ, D. *Smokers - Vitamin C - Hypercholesterolaemia*, Centr. Eur. J. Publ. Health, 2002.

- [59] PACÁKOVÁ, K. ŠTULÍK, K. *Vysokoúčinná kapalinová chromatografie*, Praha: UK Praha SPN, 1986.
- [60] MAYERS, R. A., et al. *Encyclopedia of Physical Science and Technology, Analytical Chemistry*, Academic Press, 2001. ISBN: 0122274105.
- [61] KÁŠ, J., KODLÍČEK, M., VALENTOVÁ, O. *Laboratorní techniky biochemie*, Praha: Vysoká škola chemicko – technologická v Praze, 2006. ISBN: 80-7080-588-2.
- [62] SQUADRITO, G. L., et al. HPLC-ECD Analysis of Water-Soluble Antioxidants in Biological Symplex, *Free Radical Biology and Medicine* 39, 2005. ISSN: 0891-5849.
- [63] CHURÁČEK, J., FRENČÍK, M., ŠKÁRA, B., et al. *Biochemické laboratorní metody*, Praha: Alfa, 1981.
- [64] KLOUDA, P. *Moderní analytické metody*, Ostrava: Nakladatelství Pavel Klouda, 1996.
- [65] MIŠURCOVÁ, L. *Nové nutriční aspekty a využití mořských a sladkovodních řas ve výživě člověka*, 2008. Dizertační práce.
- [66] *Ovocie a zelenina - potravinové tabuľky*. Bratislava : Výskumný ústav potravinársky, 1997.

ZOZNAM POUŽITÝCH SYMBOLOV A SKRATIEK

- DMD Stráviteľnosť sušiny.
- ECD Elektrochemický detektor.
- GC Plynová chromatografia.
- HDL Lipoprotein s vysokou hustotou.
- HPLC Vysokoučinná kvapalinová chromatografia.
- LC Kvapalinová chromatografia.
- LDL Lipoprotein s nízkou hustotou.
- NDČ Neutrálne detergentné činidlo.
- NDF Neutrálne detergentná vlákna.
- NDR Neutrálne detergentný roztok.
- OMD Stráviteľnosť organickej hmoty.

ZOZNAM OBRÁZKOV

| | |
|--|----|
| Obrázok 1: <i>Jablká</i> | 15 |
| Obrázok 2: <i>Duly</i> | 17 |
| Obrázok 3: <i>Primárna štruktúra celulózy</i> | 22 |
| Obrázok 4: <i>Tráviaca sústava človeka</i> | 28 |
| Obrázok 5: <i>Vitamín C – 3D model</i> | 34 |
| Obrázok 6: <i>Oxidačno-redukčný systém vitamínu C</i> | 35 |
| Obrázok 7: <i>Spätná redukcia L-dehydroaskorbovej kyseliny</i> | 35 |
| Obrázok 8: <i>Vznik kyseliny L-askorbovej</i> | 36 |
| Obrázok 9: <i>Schéma kvapalinového chromatografu</i> | 41 |
| Obrázok 10: <i>Kalibračná krivka s rovnicou regresie pre stanovenie vitamínu C metódou HPLC na kanále $K_1 = 600$ mV.</i> | 51 |
| Obrázok 11: <i>Porovnanie stráviteľnosti sušiny vo vzorkách</i> | 58 |
| Obrázok 12: <i>Porovnanie stráviteľnosti organickej hmoty vo vzorkách</i> | 59 |
| Obrázok 13: <i>Porovnanie obsahu sušiny vo vzorkách</i> | 62 |
| Obrázok 14: <i>Porovnanie obsahu popola vo vzorkách</i> | 66 |
| Obrázok 15: <i>Porovnanie obsahu vitamínu C vo vzorkách</i> | 72 |

ZOZNAM TABULIEK

| | |
|--|----|
| Tabuľka 1: <i>Obsah potravinovej vlákniny vo vybraných potravinách</i> | 26 |
| Tabuľka 2: <i>Obsah vitamínu C vo vybraných potravinách</i> | 38 |
| Tabuľka 3: <i>Rozdelenie chromatografických metód</i> | 40 |
| Tabuľka 4: <i>Kalibrácia vitamínu C metódou HPLC</i> | 50 |
| Tabuľka 5: <i>Obsah vlákniny vo vzorkách</i> | 53 |
| Tabuľka 6: <i>Hodnoty stráviteľnosti vo vzorke Hviezdnatá reneta</i> | 56 |
| Tabuľka 7: <i>Hodnoty stráviteľnosti vo vzorke Jadernička</i> | 56 |
| Tabuľka 8: <i>Hodnoty stráviteľnosti vo vzorke Matčino</i> | 57 |
| Tabuľka 9: <i>Hodnoty stráviteľnosti vo vzorke Asenica</i> | 57 |
| Tabuľka 10: <i>Hodnoty stráviteľnosti vo vzorke Hemus II</i> | 58 |
| Tabuľka 11: <i>Obsah sušiny vo vzorke Hviezdnatá reneta</i> | 60 |
| Tabuľka 12: <i>Obsah sušiny vo vzorke Jadernička</i> | 60 |
| Tabuľka 13: <i>Obsah sušiny vo vzorke Matčino</i> | 61 |
| Tabuľka 14: <i>Obsah sušiny vo vzorke Asenica</i> | 61 |
| Tabuľka 15: <i>Obsah sušiny vo vzorke Hemus II</i> | 62 |
| Tabuľka 16: <i>Obsah popola vo vzorke Hviezdnatá reneta</i> | 63 |
| Tabuľka 17: <i>Obsah popola vo vzorke Jadernička</i> | 64 |
| Tabuľka 18: <i>Obsah popola vo vzorke Matčino</i> | 64 |
| Tabuľka 19: <i>Obsah popola vo vzorke Asenica</i> | 65 |
| Tabuľka 20: <i>Obsah popola vo vzorke Hemus II</i> | 65 |
| Tabuľka 21: <i>Obsah vitamínu C vo vzorke Albrechtovo</i> | 67 |
| Tabuľka 22: <i>Obsah vitamínu C vo vzorke Bernské ružové</i> | 67 |
| Tabuľka 23: <i>Obsah vitamínu C vo vzorke Hviezdnatá reneta</i> | 68 |
| Tabuľka 24: <i>Obsah vitamínu C vo vzorke Jadernička</i> | 68 |
| Tabuľka 25: <i>Obsah vitamínu C vo vzorke Krátkostopka kráľovská</i> | 69 |
| Tabuľka 26: <i>Obsah vitamínu C vo vzorke Lebelovo</i> | 69 |
| Tabuľka 27: <i>Obsah vitamínu C vo vzorke Matčino</i> | 70 |
| Tabuľka 28: <i>Obsah vitamínu C vo vzorke Sikulské</i> | 70 |
| Tabuľka 29: <i>Obsah vitamínu C vo vzorke Starkinson</i> | 71 |
| Tabuľka 30: <i>Obsah vitamínu C vo vzorke Vilémovo</i> | 71 |

ZOZNAM PRÍLOH

PRÍLOHA PI: Použité prístroje

PRÍLOHA PII: Chromatogramy

PRÍLOHA P I: POUŽITÉ PRÍSTROJE



Obrázok 16: *Ankom²²⁰ Fiber Analyzer*

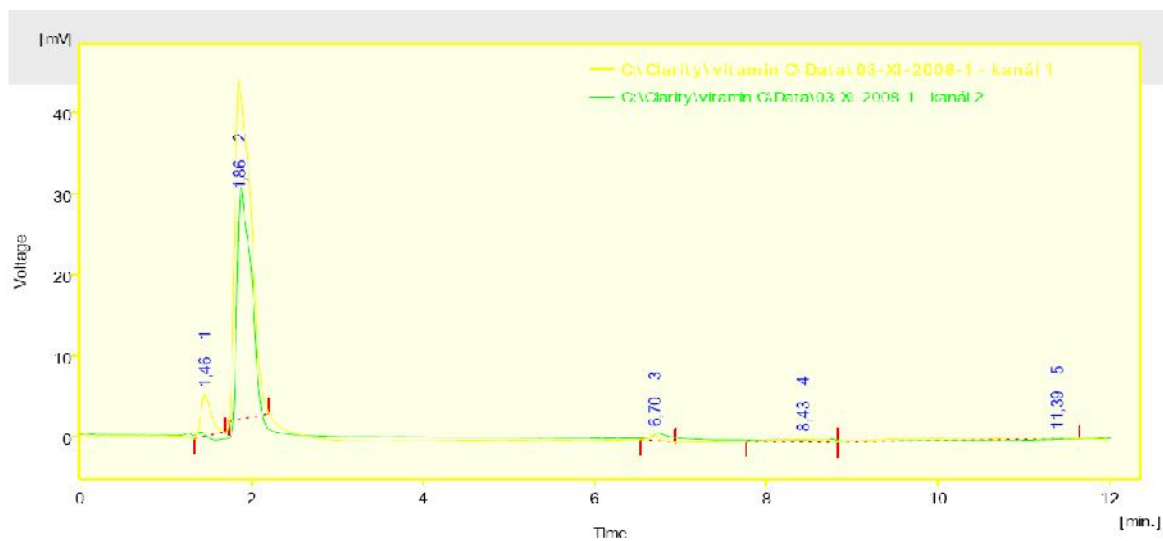


Obrázok 17: *Inkubátor Daisy*

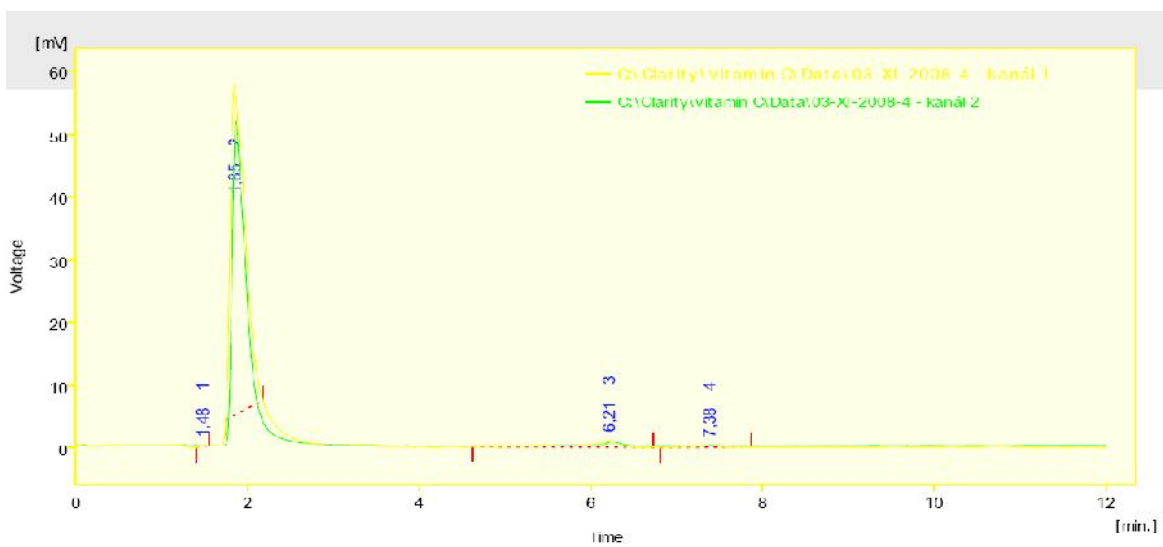


Obrázok 18: *Coulochem III*

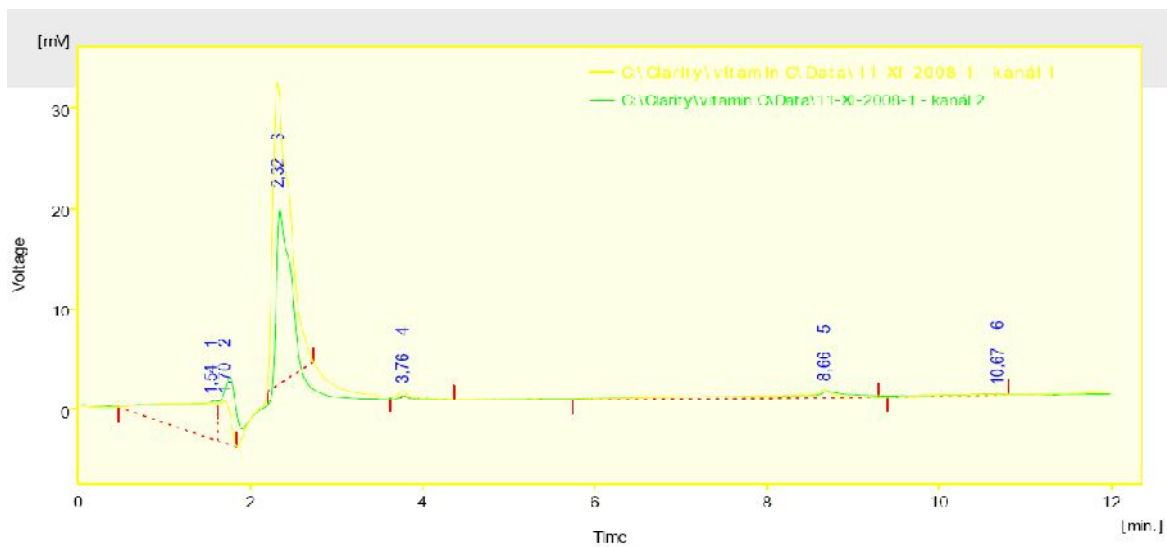
PRÍLOHA P II: CHROMATOGRAMY



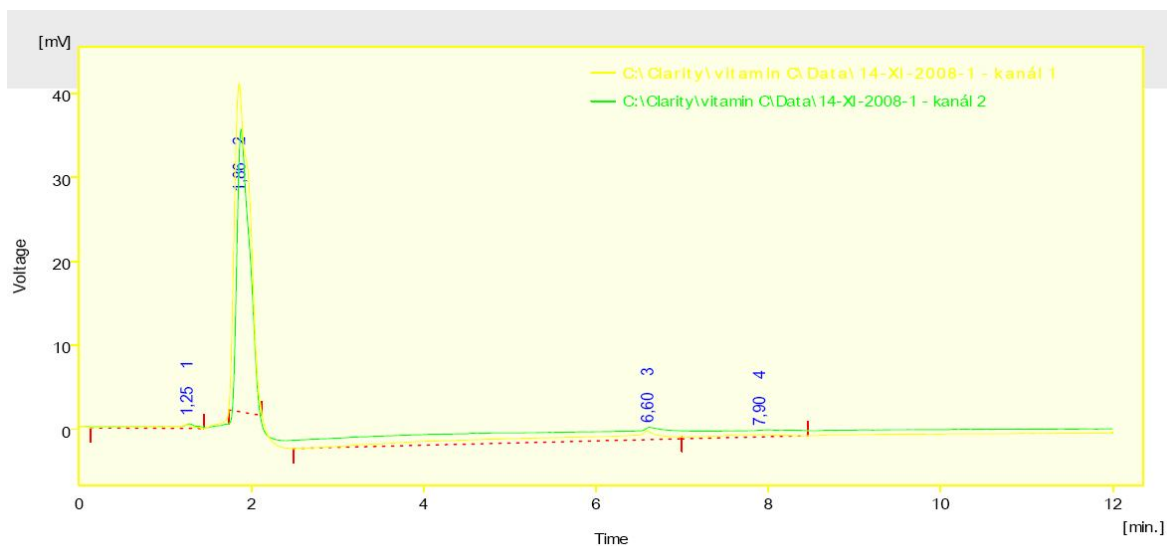
Obrázok 19: Stanovenie obsahu vitamínu C v jablku Sikulské



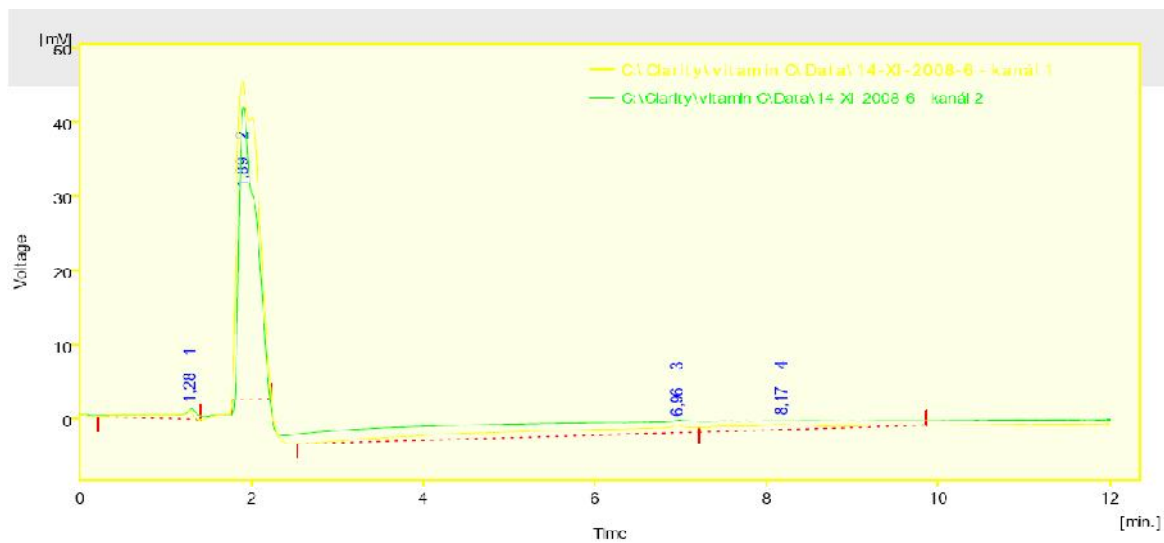
Obrázok 20: Stanovenie obsahu vitamínu C v jablku Bernské rúžové



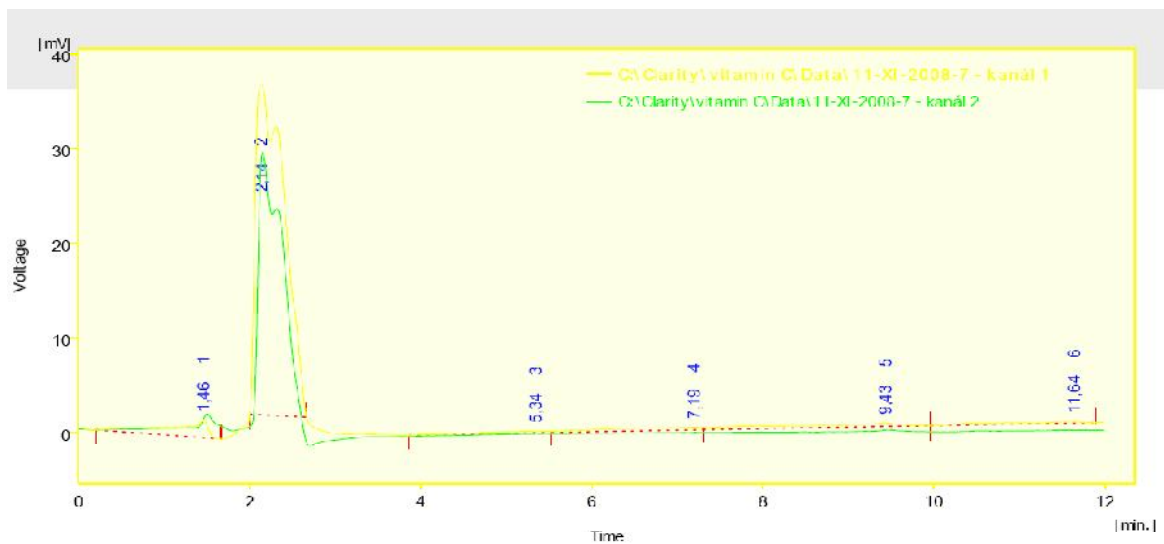
Obrázok 21: Stanovenie obsahu vitamínu C v jablku Krátkostopka kráľovská



Obrázok 22: Stanovenie obsahu vitamínu C v jablku Hvězdnatá reneta



Obrázok 23: Stanovenie obsahu vitamínu C v jablku Matčino



Obrázok 24: Stanovenie obsahu vitamínu C v jablku Vilémovo