

Univerzita Pardubice
Fakulta chemicko - technologická

Charakteristika a analýza tropického ovoce
Bakalářská práce

Univerzita Pardubice
Fakulta chemicko-technologická
Akademický rok: 2020/2021

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Monika Toušková**
Osobní číslo: **C18108**
Studijní program: **B2901 Chemie a technologie potravin**
Studijní obor: **Hodnocení a analýza potravin**
Téma práce: **Charakteristika a analýza vybraného tropického ovoce**
Zadávací katedra: **Katedra analytické chemie**

Zásady pro vypracování

1. Vyberte několik druhů tropického ovoce, které je známo konzumentům v České republice a toto ovoce charakterizujte. Dále vyhledejte odborné studie, které se zabývají analýzou vybraného ovoce, a vypracujte rešerši na chemické složení jednotlivých druhů ovoce.
2. Určete významné skupiny látek v příslušném ovoci a popište možnosti analýzy těchto látek, konkrétní výsledky a případné zajímavé poznatky.
3. Shrňte nastudovaná fakta a závěrem zhodnoťte, čím je který druh ovoce nejvíce přínosný pro výživu člověka.

Rozsah pracovní zprávy:
Rozsah grafických prací:
Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná**

Seznam doporučené literatury:

Podle pokynů vedoucí práce.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Blanka Švecová, Ph.D.**
Katedra analytické chemie

Datum zadání bakalářské práce: **5. února 2021**
Termín odevzdání bakalářské práce: **2. července 2021**

L.S.

prof. Ing. Petr Kalenda, CSc.
děkan

prof. Ing. Karel Ventura, CSc.
vedoucí katedry

V Pardubicích dne 20. února 2021

Prohlašuji:

Práci s názvem Charakteristika a analýza tropického ovoce jsem vypracovala samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využila, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

Byla jsem seznámena s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon), ve znění pozdějších předpisů, zejména se skutečností, že Univerzita Pardubice má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona, a s tím, že pokud dojde k užití této práce mnou nebo bude poskytnuta licence o užití jinému subjektu, je Univerzita Pardubice oprávněna ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to podle okolností až do jejich skutečné výše.

Beru na vědomí, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, a směrnicí Univerzity Pardubice č. 7/2019 Pravidla pro odevzdávání, zveřejňování a formální úpravu závěrečných prací, ve znění pozdějších dodatků, bude práce zveřejněna prostřednictvím Digitální knihovny Univerzity Pardubice.

V Pardubicích dne 8.7.2021

Monika Toušková

PODĚKOVÁNÍ

Ráda bych poděkovala Ing. Blance Švecové, Ph.D. za zadání zajímavého tématu bakalářské práce, za vedení v průběhu vypracování a za její cenné rady, připomínky a vstřícný přístup. Dále bych chtěla poděkovat rodině za umožnění studia a psychickou podporu.

ANOTACE

Tato bakalářská práce je zaměřena na charakteristiku vybraných druhů tropického ovoce a jejich analýzu pro stanovení chemického složení. Práce také zahrnuje popis významných skupin látek v příslušných plodech včetně konkrétních výsledků a zajímavostí. V poslední kapitole je nastíněn dopad těchto látek na lidský organismus.

KLÍČOVÁ SLOVA

tropické ovoce, chemické složení, pomeranč, mango, ananas, granátové jablko, banán, avokádo

TITLE

Characteristics and analysis of selected tropical fruits

ANNOTATION

This bachelor thesis is focused on the characteristics of selected tropical fruits and their analysis to determine the chemical composition. The work also includes a description of important groups of substances in these fruits, including specific results and points of interest. The last chapter outlines the impact of these substances on the human body.

KEYWORDS

Tropical fruit, chemical composition, orange, mango, pineapple, pomegranate, banana, avocado

OBSAH

ÚVOD.....	11
1 POMERANČ	12
1.1 Charakteristika pomeranče	12
1.2 Chemické složení pomeranče	13
1.2.1 Zastoupení cukrů v pomerančích	13
1.2.2 Organické kyseliny v pomerančové šťávě	13
1.2.3 Vláknina v pomerančích	14
1.2.4 Další bioaktivní látky v pomerančích	14
2 GRANÁTOVÉ JABLKO	17
2.1 Charakteristika granátového jablka	17
2.2 Chemické složení granátového jablka.....	18
2.2.1 Cukry a polysacharidy v granátovém jablku	18
2.2.2 Organické kyseliny ve šťávě z granátových jablek	18
2.2.3 Vitamíny v granátovém jablku	19
2.2.4 Minerální látky v granátovém jablku.....	19
2.2.5 Fenolové sloučeniny obsažené v granátovém jablku.....	19
3 MANGO.....	21
3.1 Charakteristika manga.....	21
3.2 Chemické složení manga	22
3.2.1 Zastoupení sacharidů v mangu	22
3.2.2 Lipidy a mastné kyseliny z různých částí manga	22
3.2.3 Organické kyseliny vyskytující se v mangu	23
3.2.4 Vitamíny v mangu	23
3.2.5 Minerální látky v mangu.....	23
3.2.6 Fytochemikálie nalezené v mangu.....	23

3.2.7	Těkavé látky v mangu.....	24
4	AVOKÁDO.....	25
4.1	Charakteristika avokáda.....	25
4.2	Chemické složení avokáda	26
4.2.1	Lipidy a mastné kyseliny v avokádu.....	26
4.2.2	Sacharidy v avokádu	26
4.2.3	Vitamíny v avokádu.....	27
4.2.4	Minerální látky v avokádu	27
4.2.5	Fytochemikálie nacházející se v avokádu.....	27
5	ANANAS.....	29
5.1	Charakteristika ananasu.....	29
5.2	Chemické složení ananasu.....	30
5.2.1	Sacharidy obsažené v ananasu	30
5.2.2	Zastoupení organických kyselin v ananasu	30
5.2.3	Minerální látky v ananasu	31
5.2.4	Vitamíny stanovené v ananasu	31
5.2.5	Fytochemikálie v ananasu.....	31
5.2.6	Těkavé látky v ananasu	32
5.2.7	Bromelain.....	32
6	BANÁN.....	33
6.1	Charakteristika banánu	33
6.2	Chemické složení banánu	34
6.2.1	Sacharidy vyskytující se v banánech	34
6.2.2	Bílkoviny v banánech	35
6.2.3	Lipidy a mastné kyseliny stanovované v banánech	35
6.2.4	Minerální látky v banánech.....	35
6.2.5	Vitamíny v banánech	35
6.2.6	Fytochemikálie v banánech	36

6.2.7	Těkavé látky v banánech.....	37
7	VLIV TROPICKÉHO OVOCE NA LIDSKÝ ORGANISMUS.....	38
8	ZÁVĚR	42
9	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	43

SEZNAM ILUSTRACÍ

Obrázek 1 Pomeranč odrůdy Valencia [97],.....	12
Obrázek 2 Pomeranč odrůdy Moro [98]	12
Obrázek 3 Struktura pomeranče [99].....	15
Obrázek 4 Chemické struktury karotenoidů typicky se nacházející v pomerančích [19]	16
Obrázek 5 Granátové jablko [100].....	17
Obrázek 6 Plody manga [101]	21
Obrázek 7 Chemická struktura mangiferinu [111]	24
Obrázek 8 Avokádo kultivar Hass [102]	25
Obrázek 9 Avokádo kultivar Fuerte [103].....	25
Obrázek 10 Struktura D-mannoheptulose [104].....	26
Obrázek 11 Chemická struktura katechinu a epikatechinu, [105]	27
Obrázek 12 Chemická struktura cholesterolu (a) a beta-sitosterolu (b) [106].....	28
Obrázek 13 Ananas v rané fázi růstu [107]	29
Obrázek 14 Porovnání základních kultivarů ananasu [62]	29
Obrázek 15 Chemická struktura Bromelainu [108]	32
Obrázek 16 plody odrůdy Cavendish [109].....	33
Obrázek 17 Červené banány [110]	33

ÚVOD

Jako ovoce jsou označovány plody, souplodí, plodenství nebo semena převážně víceletých semenných rostlin, především dřevin, přičemž jednoznačná definice pro tento pojem neexistuje. Tento termín je používán hlavně v souvislosti se sladkými dužinatými plody užitkových stromů, keřů, ale i lesního ovoce a je využíván v zemědělství i v potravinářské a gastronomické praxi. Věda, která se zabývá posuzováním jednotlivých odrůd ovoce, se nazývá pomologie. Ovoce se obvykle rozděluje na ovoce mírného pásu, ovoce tropické a subtropické.

Tropické ovoce je v dnešní době již běžnou součástí našeho stravování a jeho konzumace je výhodná jak díky jeho výborným sensorickým vlastnostem, tak protože zařazení těchto plodů do jídelníčku přináší spoustu zdravotních benefitů, které jsou stále předmětem mnoha současných odborných studií. Ovoce je obecně tvořeno převážně sacharidy a vodou dodávající našemu organismu potřebnou hydrataci, ale také vitamíny, minerály a fytochemikáliemi, které jsou výhodné především pro své antioxidační vlastnosti.

Tato práce má za cíl charakterizovat šest druhů tropických plodů a to konkrétně pomeranč, granátového jablko, mango, avokádo, ananas a banán. Následně v rámci rešerše shrnout jejich chemické složení společně s možností analýzy daných látek a v neposlední řadě z nasbíraných dat zhodnotit, jak konzumace vybraných tropických plodů ovlivňuje lidský organismus.

1 POMERANČ

1.1 Charakteristika pomeranče

Pomeranč je plod pomerančovníku čínského, což je stálezelený mělce kořenící strom, zřídka i keř, patřící do čeledi routovité. Původem pochází z oblastí zahrnující jižní Čínu, severovýchodní Indii a Myanmar. Nyní jsou rozšířeny do všech subtropických oblastí, ale v tropech se jim pro přílišnou vlhkost nedaří. Jde o nejvíce pěstované citrusové plody na světě. Ročně se sklídí asi 60 milionů tun citrusových plodů a téměř 70 % z toho připadá na pomeranče. V roce 2019 byla Brazílie předním světovým producentem pomerančů s produkcí 17,5 milionu tun, následovaná Čínou, Indií a USA. Tyto čtyři země představují hlavní producenty. Ve Spojených státech se háje nacházejí hlavně na Floridě, v Kalifornii a Texasu. [1,2]

Plody jsou bobule kulovitěho až oválného tvaru vyskytující se ve velikostech od 5 do 12 cm. Kůra pomerančů bývá barvy žluté, oranžové nebo šarlatově červené lišící se podle druhu. Kůra je poměrně tenká, přiléhající k dužnině a někdy obtížně loupateľná. Dužina, žluté až oranžové barvy a osvěžující sladkokyselé chuti je tvořena klínovitými semeníkovými pouzdry vyplněnými tenkostěnnými váčky, které obsahují sladkou šťávu obklopující semena umístěná na středoúhlé semenici. [3]



Obrázek 1 Pomeranč odrůdy Valencia [97],

Až 500 odrůd pomerančů se vyskytuje po celém světě, ale na evropský trh se jich dostává pouze kolem dvaceti. Mezi nejznámější z nich patří například odrůda *Moro* zachycená na obrázku č. 2, což je pomerančovník s plody krvavé barvy, který byl vyšlechtěn na Sicílii z odrůdy *Stanguilleo moscato*. Plody jsou středně velké, kulovitěho tvaru a mají velmi šťavnatou dužinu s rudými pruhy, jejichž barva je způsobena přítomností anthokyanů. *Valencia* je odrůda původem z Kalifornie a můžeme ji vidět na obrázku č. 1. Jedná se o velmi přizpůsobivý pomerančovník, který právě díky své



Obrázek 2 Pomeranč odrůdy *Moro* [98]

přizpůsobivosti a vynikajícím organoleptickým vlastnostem patří k nejrozšířenějším a nejoblíbenějším odrůdám. Jeho dužina je mimořádně šťavnatá, ovšem membrány jsou velmi tuhé a z toho důvodu se plody hodí spíše na výrobu džusů, pro které jsou také hojně užívány.

Odrůda *Washington navel* je také velmi rozšířená a její plody jsou dobře loupateľné, kulovité s tmavě oranžovou dužinou. [2]

1.2 Chemické složení pomeranče

Pomeranče jsou složeny primárně z vody, sacharidů a vlákniny, která je obsažena hlavně ve slupce, a naopak v malém množství se vyskytují lipidy a bílkoviny. Pomerančová dužina je tvořena až z 90 % vodou, ale obsahuje také velké množství důležitých látek majících kladný dopad na naše zdraví. Ve velkém množství jsou zde obsaženy organické kyseliny, cukry, fenolické sloučeniny a mnoho dalších látek. [4]

1.2.1 Zastoupení cukrů v pomerančích

Průměrný obsah sacharidů v pomerančových džusech je asi 10 % a to v největším zastoupení glukózy, fruktózy a sacharózy v poměru 1:1:2. Složení a obsah sacharidů však závisí také na odrůdě pomerančů a na podmínkách jejich zpracování. Při skladování či tepelném zpracování již hotových džusů pak může docházet k inverzi sacharózy nebo k Maillardovým a dalším degradačním reakcím redukujících sacharidů. Stanovení celkového množství a složení sacharidů se využívá pro kontrolu kvality a pravosti pomerančových džusů. Pro stanovení se nejčastěji používá vysokoúčinná kapalinová chromatografie (dále jen HPLC) ve spojení s refraktometrickou detekcí, jejímž principem je měření indexu lomu na odtoku z kolony. Jedná se o separační techniku, která je založena na průchodu směsi rozpuštěné v mobilní fázi jiným materiálem zvaným stacionární fází, přičemž obě tyto fáze musí být navzájem nemísitelné. Látky, které silněji interagují se stacionární pevnou fází se pohybují pomaleji a naopak některé analyty neinteragují vůbec, a tak projdou kolonou velmi rychle. V důsledku různých retenčních časů daných interakcemi látky se stacionární fází sloučeniny eluují z kolony a dostávají se do detektoru v různé době, což zvolený detektor monitoruje a získaná data pak vyobrazuje na chromatogramech. [5,6] Méně často se volí plynová chromatografie (dále jen GC) a to jen v případě, že chceme identifikovat i minoritně zastoupené sacharidy jako třeba myo-inositol. GC lze použít pro přímou separaci a analýzu plyných vzorků, kapalných roztoků i těkavých pevných látek. Mobilní fází v GC je nosný plyn, který unáší daný vzorek kolonou, kde dochází k oddělování jednotlivých složek vzorku. Důležitou součástí systému je pec sloužící jako termostat pro kolonu a nakonec detektor zajišťující registraci přítomnosti chemikálie. [7-10]

1.2.2 Organické kyseliny v pomerančové šťávě

Zastoupení organických kyselin má významný vliv na sensorické vlastnosti ovocných šťáv a ty jsou - na rozdíl od sacharidů - jen málo náchylné ke změnám při skladování či zpracování.

Hlavními organickými kyselinami, které se vyskytují v pomerančích, jsou kyselina citrónová a jablečná. Kromě toho byly také zaznamenány nižší koncentrace kyseliny benzoové, šťavelové a jantarové. Je nutné brát v úvahu, že množství organických kyselin podléhá značným změnám v závislosti na kultivaru a stupni zralosti. Celková kyselost se stanovuje jako titrační kyselost a k identifikaci a určení zastoupení jednotlivých kyselin se následně používá HPLC. [5] Konkrétně lze uvést, že např. u pomerančů odrůdy Kozan původem z Turecka bylo nalezeno 12,66 g/l kyseliny citrónové. Druhou nejvíce zastoupenou kyselinou byla kyselina jablečná s obsahem 1,06 g/l. [7,9]

Další významnou organickou kyselinou je kyselina askorbová neboli vitamín C, který je považován za nejdůležitější ve vodě rozpustný antioxidant. Obsah vitamínu C v pomerančových džusech se obvykle pohybuje od 150 do 620 mg/l. Jedna sklenice pomerančového džusu (200 ml) může tedy dodat asi 30-80 % doporučeného denního příjmu vitamínu C, který odpovídá 100-120 mg denně. [7, 9, 11]

1.2.3 Vlákna v pomerančích

Odpad z extrakce při výrobě pomerančových džusů je potenciálně vynikajícím zdrojem vlákniny, protože je velmi bohatý na pektin. Celkový obsah vlákniny dosahuje až 37 % sušiny a pro jeho stanovení se volí enzymaticko gravimetrická oficiální metoda podle AOAC (Association of Official Analytical Chemists). [12] Většinou část tvoří pektin a celulóza společně s hemicelulózou a zbylé 2 % lignin. V Brazílii, která je největším producentem pomerančových džusů na světě, byla provedena studie na využití již zmíněného odpadu jako náhrady tuku ve zmrzlíně. Díky vysokému obsahu vlákniny a zároveň ideálnímu poměru rozpustné a nerozpustné frakce bylo sníženo procento tuku ve výsledném produktu o 70 %, aniž by došlo k výrazným změnám organoleptických vlastností. Tím lze považovat pomeranče jako slibnou alternativu mající kladný dopad na životní prostředí. [13, 14]

1.2.4 Další bioaktivní látky v pomerančích

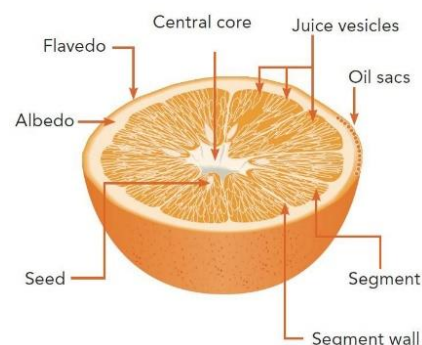
Bioaktivní látky se stanovují obvykle pomocí HPLC a pro přípravu vzorků lze použít maceraci či celou řadu různých způsobů extrakce (např. nadkritickým CO₂). Pro stanovení celkového obsahu polyfenolů je typická metoda dle Folin – Ciocalteua. [4, 11, 15]

Flavonoidy jsou skupinou polyfenolických sloučenin, které pochází hlavně z rostlin a citrusové plody jsou jejich bohatým zdrojem. Mohou to být flavonoly, flavony, flavonony, isoflavony, katechiny, antokyanidiny a chalkony, které se mírně liší svou chemickou strukturou.

Flavonoidy se nejčastěji vyskytují jako glykosidy, zatímco polymethoxylované flavony, které jsou obsaženy především ve slupce, se vyskytují jako volné aglykony. [4]

Nejhojněji obsažené flavonoidy ve šťávě z plodů pomerančovníku čínského v pořadí podle přítomného množství v mg/100 ml jsou hesperidin (28,6), vicenin-2 (5,7), narirutin (5,2) a didymin (1,9). U odrůd Moro a Sanguinello byly v největším množství nalezeny flavonoidy narirutin (Moro 29,8, Sanguinello 32,6) a hesperidin (Moro 143,2, Sanguinello 113,0), jejichž množství se stanovuje při kontrole kvality pomerančových džusů. [4, 16]

Esenciální oleje jsou další významnou skupinou bioaktivních látek izolovanou především ze slupky pomeranče. Pomerančová slupka se skládá ze dvou vrstev, Flavendo a Albedo (viz. Obrázek 3), kdy Albedo je vnitřní vrstva slupky a Flavendo vnější vrstva. Obě vrstvy jsou bohatým zdrojem fytochemikálií. Flavedová část se většinou skládá z éterických olejů (silic), které se používají v potravinářském průmyslu k aromatizaci. [4]



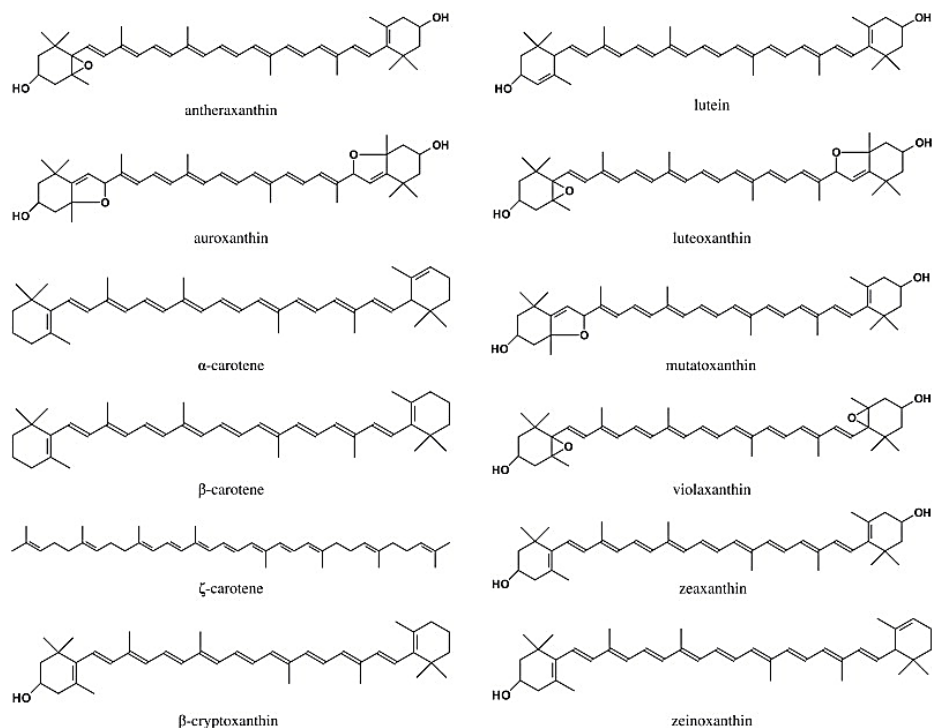
Obrázek 3 Struktura pomeranče [99]

Tyto oleje jsou až z 90 % tvořeny monoterpeny a ve velmi malém množství pigmenty a vosky. Pomerančový olej lze analyzovat plynovou chromatografií s hmotnostní spektrometrií (GC-MS), pomocí které lze určit hlavní složky obsažené v oleji, mezi které patří limonen (94,9 %) význačný svou pomerančovou vůní a *p*-myrcen (1,2 %). [4, 17]

Limonoidy patří mezi fytochemikálie a jsou to sekundární polycyklické metabolity, chemicky příbuzné terpenoidům. Z velkého počtu limonoidů přítomných v citrusech je známo, že nomilin, limoniny, ichangin a kyselina nomilínová jsou hořké. V čerstvém ovoci je většina limoninu ve formě monolaktonu, což je jeho přirozený prekurzor, který je bez chuti a po extrakci z ovoce se ve šťávě převede na intenzivně hořký limonin. Nejvíce limoninu bylo nalezeno v semenech (9,5 mg/g), dále ve slupce (4,7 mg/g) a nejméně ve šťávě (0,2 mg/ml). [4]

Karotenoidy jsou žluté, oranžové až červené pigmenty pocházející jak z rostlin, tak z mikroorganismů. Některé mohou fungovat též jako provitamin A. Citrusové plody a jejich produkty jsou komplexním zdrojem karotenoidových pigmentů. Bylo identifikováno více než sto karotenoidů, které jsou přítomny v pomerančové slupce i dužině.

Ze všech karotenoidů přítomných v pomerančovém džusu však mívá nejvyšší koncentrace β -kryptoxanthin, jehož struktura je zachycena na obrázku č. 4 spolu s dalšími karotenoidy, které se běžně nachází v pomerančích. [5,18,19]



Obrázek 4 Chemické struktury karotenoidů typicky se nacházející v pomerančích [19]

Barva nezralých pomerančů je způsobena zeleně zbarvenými chlorofyly. Flavendo poté začne měnit svoji barvu ze zelené na žlutooranžovou v důsledku postupné degradace chlorofylů a současné biosyntézy karotenoidů spojené se zmizením chloroplastů a následnou tvorbou chromoplastů. [19]

2 GRANÁTOVÉ JABLKO

2.1 Charakteristika granátového jablka

Granátové jablko je plodem marhaníku granátového neboli granátovníku obecného, což je strom malého vzrůstu s ostnatými větvemi, který je význačný svou extrémní dlouhověkostí. Granátovník je hojně pěstován na celém Středním východě a na Kavkaze, v severní a tropické Africe, na indickém subkontinentu, ve střední Asii, v sušších částech jihovýchodní Asie a v částech středomořské pánve. Vyskytuje se také v některých částech Arizony a v údolí San Joaquin v Kalifornii. [20, 21]

Granátovníky se pěstují primárně pro své plody, ale mají své využití i jako okrasné stromy a keře v parcích a zahradách. Granátová jablka jsou odolná vůči suchu, a tak je lze pěstovat i v suchých oblastech se středomořským zimním dešťovým podnebím nebo v letním dešťovém podnebí. [21]

Plody (viz. Obrázek č. 5), asi 12 cm velké bobule zakulaceného šestibokého tvaru, jsou tvořeny z několika částí. Pod červenofialovou slupkou se skrývá houbovitý mezokarp, ke kterému se připojují semena obalená ve sladkém červeném, bílém či růžovém míšku, která jsou hlavním produktem a jejich počet se pohybuje kolem 200 až 1400. [22]



Obrázek 5 Granátové jablko [100]

Primární využití nachází granátové jablko v gastronomii, kde se stává stále oblíbenější surovinou. Ve formě džusu se toto ovoce využívá například při přípravě alkoholických koktejlů, vaření či pečení. Semena granátového jablka se používají jako koření nebo ke zdobení jídel zejména v indické, pákistánské, mexické nebo řecké kuchyni. [23]

2.2 Chemické složení granátového jablka

Chemické složení plodů se liší v závislosti na kultivaru, pěstitelské oblasti, podnebí, zralosti, kultivační praxi a podmínkách skladování. Hlavními složkami jsou cukry, organické kyseliny, ve vodě rozpustné vitamíny, minerály a fenolové sloučeniny. Asi 50 % z celkové hmotnosti plodu odpovídá slupce, která je důležitým zdrojem bioaktivních sloučenin, minerálů a komplexních polysacharidů. Jedlou část ovoce z granátového jablka tvoří ze 40 % rosolovitý míšek a z 10 % semena. Míšek obsahuje až 85 % vody, 10 % cukrů, hlavně fruktózy a glukózy a asi 1,5 % pektinu a organických kyselin. Semena jsou bohatým zdrojem celkových lipidů, zejména kyseliny linolenové a v menším množství také kyseliny olejové a linolové. Olej ze semen granátového jablka tvoří až 20 % jejich celkové hmotnosti a je bohatý na kyselinu punicevou, což je trojnásobně konjugovaná 18-uhlíková mastná kyselina a na fosfolipidy i fytosteroly. Semena také obsahují bílkoviny, hrubou vlákninu, z vitamínů hlavně γ -tokoferol a dále minerály, pektin, cukry, polyfenoly a isoflavony. [24-26]

2.2.1 Cukry a polysacharidy v granátovém jablku

Pro stanovení cukrů se využívá HPLC s refraktometrickým detektorem. Celkový obsah cukrů ve šťávě z granátových jablek pěstovaných ve Španělsku je 12,6 g/100 g. Zastoupení glukózy a fruktózy se liší s ohledem na daný kultivar a zemi, ve které je pěstován. Například u granátových jablek pěstovaných ve Španělsku byly zjištěny vyšší koncentrace fruktózy než glukózy, ale v Rusku tomu bylo naopak. V kůře a mezokarpu granátových jablek se také vyskytuje poměrně vysoké množství pektinu odpovídající asi 8,5 %, s obsahem kyseliny uronové přibližně 62 %. Strukturálně je pektin tvořen hlavně z ramnózou (4,5 %), xylózou (13,4 %), manózou (1,8 %), glukózou (60,8 %) a galaktózou (19,5 %). Bylo také dokázáno, že pektin může působit jako účinný emulgátor a to hlavně v rozmezí pH 2-6. [27, 28]

2.2.2 Organické kyseliny ve šťávě z granátových jablek

Organické kyseliny ve šťávách izolovaných z rozmělněných semen granátových jablek lze stanovovat také pomocí HPLC, ale na rozdíl od cukrů je pro jejich detekci vhodnější spektrofotometrický detektor. Profil organických kyselin přispívá k potenciálním přínosům pro zdraví a definuje senzorycké vlastnosti šťávy z granátového jablka. Převládající organickou kyselinou vyskytující se ve šťávě je kyselina citronová, jejíž koncentrace se pohybuje obvykle mezi 0,33 až 8,96 g/l. Kyselina jablečná byla stanovena jako druhá nejhojněji zastoupená organická kyselina s koncentrací v rozmezí 0,56 až 6,86 g/l. Mezi minoritně se vyskytující

kyseliny patří kyselina vinná, chinová a šťavelová, která se vyskytuje především ve sladších kultivarech. [27, 29]

2.2.3 Vitamíny v granátovém jablku

Jednotlivé vitamíny lze stanovit pomocí HPLC. Výsledky studie granátových jablek pěstovaných ve Španělsku ukázaly, že šťáva z granátového jablka může být doplňkovým zdrojem vitaminů C a A (58 mg/100 g, 22,8 µg/100 g). Tyto koncentrace jsou srovnatelné s jinými druhy ovoce nebo zeleniny, jako jsou jablka, meruňky, mrkev, třešně nebo broskve, ale lepší než u švestek nebo hrušek. Vitamin C je nejdůležitějším vitamínem v ovoci a více než 90 % vitaminu C v lidské stravě je dodáváno právě z ovoce a zeleniny. [30]

2.2.4 Minerální látky v granátovém jablku

Obsah minerálů se zjišťuje obvykle buď spektrofotometricky nebo pomocí emisní spektrometrie s indukčně vázaným plazmatem (ICP–OES). Tato metoda je využívána pro stanovení minoritního i majoritního zastoupení kovů v různých matricích vzorků. Pomocí této techniky se kapalně nebo plynně vzorky vstříkují do radiofrekvenční indukované argonové plazmy prostřednictvím nebulizátoru, kde se vzorky odpaří a dodají energii kolizní excitaci při vysoké teplotě dosahující až 10 000 K. Atomová emise vycházející z plazmy je sledována buď v radiální nebo axiální konfiguraci, shromažďována pomocí čočky nebo zrcadla a nasměrována na vstupní štěrbinu zařízení pro výběr vlnové délky. Měření jednotlivých prvků lze provádět efektivně pomocí jednoduché kombinace monochromátoru či fotonásobiče. [31] Mezi nejhojněji zastoupené makroelementy nalezené ve šťávě z granátových jablek patří jod, fosfor a síra. Ve slupce se v nejvyšších koncentracích vyskytuje sodík a druhým nejvíce zastoupeným minerálem je draslík. Dále se v granátovém jablku nachází železo a v menším množství mangan a zinek. [29, 32]

2.2.5 Fenolové sloučeniny obsažené v granátovém jablku

Polyfenoly jsou důležitými složkami, pokud jde o organoleptické vlastnosti granátových jablek, protože způsobují červené zbarvení a poskytují mírnou svíravost, která je pro ně charakteristická. Přírodní polyfenoly se mohou vyskytovat jako jednoduché molekuly (fenolové kyseliny, fenylypropanoidy, flavonoidy), ale také jako vysoce polymerované sloučeniny (ligniny, melaniny, taniny), přičemž flavonoidy představují nejběžnější a nejrozšířenější podskupinu. [24, 33]

Flavonoidy jsou zastoupeny v závislosti na kultivaru zkoumaného vzorku i na nadmořské výšce, ve které jsou plody pěstovány. Jejich celkový obsah se pohybuje v rozmezí od 1,8 do 54 mg ekvivalentu rutinu na 1 g vzorku. Byly také identifikovány jednotlivé flavonoidy včetně katechinu, epikatechinu, taxifolinu, rutinu, eriodictyol 7-0-glukosidu, kaempferol 3-d-glukosidu, naringinu a hesperidinu. Celkový obsah flavonoidů se určuje spektrofotometricky a následná kvalitativní analýza je prováděna pomocí kapalinové chromatografie ve spojení s hmotnostní spektrometrií (LC-MS). [34, 35]

Antokyany jsou ve vodě rozpustné pigmenty, které řadíme mezi flavonoidy a lze je snadno kvantifikovat pomocí HPLC s detekcí ve viditelné oblasti spektra. [36] Tyto pigmenty dodávají ovoci i šťávě červenou barvu. Ve šťávě z granátového jablka je přítomna široká škála antokyanů, přičemž nejhojněji zastoupení jsou kyanidin-3-glukosid, kyanidin-3,5-diglukosid, delphinidin-3-glukosid, delphinidin-3,5-diglukosid, pelargonidin-3-glukosid a pelargonidin-3,5-diglukosid. [24, 36]

Taniny jsou významné z hlediska organoleptických vlastností, jelikož poskytují granátovým jablkům pro ně typickou svíravost. Taninová frakce se skládá z esterů kyseliny galové a kyseliny ellagové, které se dále dělí na galotaniny (taniny typu I) a ellagitaniny (taniny typu II). Další skupinou jsou galagylestery, mezi které patří hydrolyzovatelné taniny převládající ve slupce granátových jablek známé jako punicalin, pedunculagin a punicalagin. V největším množství se obvykle nachází punicalagin a to konkrétně v rozmezí od 11 do 20 g/kg sušiny slupky a mezokarpu a v rozmezí 4-565 mg/l šťávy. [24, 33]

3 MANGO

3.1 Charakteristika manga

Mango je peckovice získaná z mnoha druhů tropických stromů patřících do rodu *Mangifera*, které jsou pěstovány převážně pro jejich jedlé plody. V závislosti na kultivaru se plody manga liší velikostí, tvarem, sladkostí a barvou slupky či dužiny. [37, 38]

Mangovníky dorůstají do výšky 35-40 m s poloměrem koruny cca 10 m. Jedná se o stromy s velmi dlouhou životností, protože některé exempláře stále plodí i po 300 letech. V závislosti na kultivaru jsou to až 25centimetrové plody (viz. Obrázek č. 6) oválného tvaru různě žluté, oranžové, červené nebo zelené. Například druh *Carabao*, který je národním ovocem Filipín, má po dozrání jasně žlutou barvu na rozdíl od subtropických mang indického typu, která jsou po dozrání načervenalá. [38]



Obrázek 6 Plody manga [101]

Mango se v současné době pěstuje ve většině tropických a teplejších subtropických podnebí. Téměř polovina světové produkce manga připadá na Indii, která je následována Čínou. Manga se pěstují také na Kanárských ostrovech a ve španělské Andalusii, protože její pobřežní subtropické podnebí je jedním z mála míst v kontinentální Evropě, které umožňuje růst tropických rostlin a ovocných stromů. Mezi další vývozce patří Spojené státy, Jižní a Střední Amerika, Karibik, Havaj, jižní, západní a střední Afrika, Austrálie, Jižní Korea, Pákistán, Bangladéš a jihovýchodní Asie. [1]

3.2 Chemické složení manga

Mango má vysokou nutriční hodnotu a jeho konzumace poskytuje značné zdravotní benefity, protože obsahuje spoustu důležitých složek ovlivňujících náš organismus. Látky obsažené v mangu lze rozdělit na makroživiny (sacharidy, bílkoviny, aminokyseliny, lipidy, mastné a organické kyseliny), mikroživiny (vitamíny a minerály) a fytochemikálie (fenoly, polyfenoly, pigmenty a těkavé látky). Obsahuje také strukturní sacharidy, jako jsou pektiny a celulóza, a mezi hlavní vyskytující se aminokyseliny patří lysin, leucin, cystein, valin, arginin, fenylyalanin a methionin. Během zrání tohoto plodu se zvyšuje množství lipidů v dužině, zejména omega-3 a omega-6 mastných kyselin, které řadíme mezi esenciální mastné kyseliny. Mezi nejdůležitější pigmenty patří chlorofyly a karotenoidy. Během zrání dochází k důležitým biochemickým, fyziologickým a strukturálním změnám, které ovlivňují zejména nutriční a fytochemické složení, způsobují měknutí ovoce a změnu aroma, chuti a antioxidační kapacity. Postupy po sklizni navíc ovlivňují celkový obsah karotenoidů, fenolových sloučenin, vitamínu C, antioxidační kapacity a organoleptické vlastnosti. [39, 40]

3.2.1 Zastoupení sacharidů v mangu

Pro stanovení sacharidů i organických kyselin v mangu je nejhojněji využívána metoda HPLC. [41] Dužina manga je tvořena především vodou a sacharidy, které v sušině v závislosti na kultivaru tvoří 90-94 %. Zralá manga jsou významným zdrojem cukrů jako je glukóza, fruktóza a sacharóza. Naopak v nezralém ovoci lze stanovit vysoké procento škrobu a pektinů, které se nachází hlavně ve slupce. Obsah škrobu však v průběhu zrání rapidně klesá, např. obsah škrobu v kultivaru Carabao klesl za 7 dní z 11,41 % škrobu na 0,17 %. [39] Mango je také dobrým zdrojem vlákniny, která zaujímá od 4 do 14 % v sušině a skládá se převážně z komplexních sacharidů, které jsou do jisté míry odolné vůči trávení. Jednou z hlavních složek rozpustné vlákniny je právě pektin, který je z velké části složen ze zbytků kyseliny uronové, jako je kyselina galakturonová. Pektin a další rozpustné polysacharidy mohou podléhat určitému metabolismu v tenkém a tlustém střevě, kde se prostřednictvím bakteriálních enzymů přeměňují na produkty přispívající k udržení mikroflóry tlustého střeva, což je prospěšné pro trávení. [42, 43]

3.2.2 Lipidy a mastné kyseliny z různých částí manga

Za zdroj mastných kyselin můžeme považovat hlavně mangovou slupku a semeno, čímž jsou velice užitečnými vedlejšími produkty, které lze využít jak ve farmaceutickém, tak v potravinářském průmyslu. Pro stanovení jednotlivých složek z celkových lipidů izolovaných

z jádra manga je využívána tenkovrstvá chromatografie (dále jen TLC) a pro konkrétní zastoupení mastných kyselin je vhodná plynová chromatografie s plamenově ionizačním detektorem. Jádro manga má obsah tuku v rozmezí od 6 do 12 % v sušině a je tvořen především triglyceridy a v menším zastoupení glykolipidy a fosfolipidy, jejichž nejdůležitějším zástupcem je fosfatidylcholin. Profil mastných kyselin vykazuje vysokou hladinu kyseliny stearové a olejové s fyzikálními vlastnostmi adekvátními pro použití v potravinářském průmyslu, v důsledku čehož byl mangový tuk schválen Evropskou unií jako náhrada kakaového másla. Další mastné kyseliny jako kyselina lignocerová, arachidová, linolenová a behenová jsou přítomny v nižších koncentracích. [44-46]

3.2.3 Organické kyseliny vyskytující se v mangu

V mangu je hlavní organickou kyselinou kyselina citrónová, která obvykle tvoří 0,13-0,71 % čerstvé hmotnosti. Kromě ní byly nalezeny další běžné organické kyseliny včetně šťavelové, jantarové, jablečné a pyrohroznové stejně jako kyselina vinná, mukonová, galipová, glukuronová a galakturonová. [39, 47]

3.2.4 Vitamíny v mangu

Dominantními vitamíny v mangu jsou vitamín C a vitamín A. V obsahu vitamínu C lze nalézt velké rozdíly, které se pohybují od 10 do 186 mg/100 g dužiny manga. Ty jsou dány především stupněm zrání plodu, kdy nejvyšší obsah vitamínu C je v nezralém ovoci a s časem klesá, což může být způsobeno zapojením různých metabolických cest, jako je biosyntéza ethylenu, oxalátu a tartrátu, protože vitamín C je koenzym jejich příslušných enzymů. Obsah vitamínu A v mangu se pohybuje od 0,3 do 1,8 mg a vitamíny E a K se vyskytují pouze v malém množství. [39,45,48]

3.2.5 Minerální látky v mangu

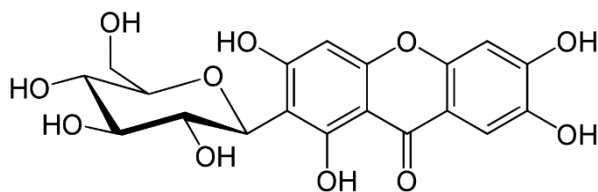
V největším množství se v dužině manga nachází draslík, fosfor, hořčík a vápník, ale antioxidantní minerály jako selen, měď, zinek, železo a mangan se ve srovnání s ostatním ovocem vyskytují jen v malém množství. Minerály lze stanovovat ve větším množství ve slupce a semenech manga a to obvykle pomocí ICP-OES. [39, 45]

3.2.6 Fytochemikálie nalezené v mangu

Fenolové kyseliny jsou rostlinné sekundární metabolity, které jsou součástí lidské stravy a mají značný význam díky jejich biologickým vlastnostem a četným zdravotním benefitům. K jejich analýze se využívá především HPLC. Dužina manga obsahuje dvě hlavní kategorie fenolických

kyselin a to deriváty kyseliny hydroxybenzoové a kyseliny hydroxyskořicové. Hydroxybenzoové kyseliny, které byly detekovány v dužině manga, jsou kyselina galová, vanilová, protokatechová a *p*-hydroxybenzoová, zatímco deriváty kyseliny hydroxyskořicové jsou kyselina *p*-kumarová, chlorogenová, kávová a v mangu nejhojněji zastoupená ferulová kyselina. [39]

Polyfenoly nacházející se v mangu lze rozdělit na třídu flavonoidů, kam patří katechiny, kvercetin, kaempferol, rhamnetin, antokyany a kyselina tříslová, a třídu xantonů, jejichž hlavním zástupcem je mangiferin (viz obrázek č. 7), který lze získat z kůry, plodů, kořenů a listů mangovníku indického, ale ve větším množství se objevuje ve slupce než v dužině. Hlavními flavonoly v dužině jsou glykosidy kvercetinu. [39, 45]



Obrázek 7 Chemická struktura mangiferinu [111]

Karotenoidy jsou další skupinou fytochemikálií, na které je mango velmi bohaté. Tyto pigmenty způsobují žlutooranžové až načervenalé zbarvení, přičemž červená barva je u některých odrůd způsobena také přítomností antokyanů. V plně zralém ovoci bylo identifikováno šestnáct karotenoidů, z nichž β -karoten (all-trans) tvořil až 60 %, zatímco v rané fázi zrání převládá lutein (9- nebo 9'-cis-lutein), následovaný dalšími xantofyly jako jsou violaxanthin, kryptoxantin, neoxanthin, luteoxanthin a zeaxantin. Pro analýzu karotenoidů je nejvyužívanější metodou HPLC-MS. [39, 45, 48]

3.2.7 Těkavé látky v mangu

Těkavé látky představují v mangu důležitou součást, protože způsobují jeho typické aroma. Jsou syntetizovány během zrání z acetyl koezymu A, který vzniká v důsledku různých metabolických procesů. Doposud bylo nalezeno více než 270 těkavých látek vyskytujících se v mangu, z nichž nejhojněji zastoupené jsou monoterpeny a seskviterpeny. Laktony a estery hrají velkou roli ve tvorbě jedinečné chuti různých kultivarů. [43] V největším množství se v nezralých plodech vyskytuje 3-karen a α -pinen, zatímco ve zralých plodech převládají cis-ocimen, β -pinen, myrcen a limonen. Těkavé složení se stanovuje metodou mikroextrakce na tuhou fázi (dále jen SPME), jejíž princip je založen na rozdělení analytů mezi extrakční fázi a matici vzorku s následnou desorcí koncentrovaných extraktů do analytického přístroje. [49] Nejčastěji se pro následnou analýzu používá GC-MS. [43, 50]

4 AVOKÁDO

4.1 Charakteristika avokáda

Avokádo je plod hruškovce přelahného, což je statný, stálezelený strom patřící do čeledi vavřínovitých, ve které je jediným využívaným pro plody. Avokádo se pěstuje v tropickém a středomořském podnebí po celém světě. V roce 2019 byla světová produkce avokáda téměř 7 milionů tun v čele s Mexikem. Většina mexických pěstitelů produkuje odrůdu *Hass* kvůli vysoké celosvětové poptávce a delší trvanlivosti. Dalšími významnými producenty jsou Dominikánská republika, Peru, Indonésie a Kolumbie. [1, 20]

Avokádo se řadí stejně jako banány mezi klimakterické ovoce, které na stromě sice dorůstá do finální podoby, ale dozrává až po utržení. Z ekonomických důvodů se plody sklízí ještě tvrdé a světle zelené a po utržení dozrávají přirozeně během dvou týdnů při pokojové teplotě nebo zrychleně použitím ethylenu. [51]

Zralý plod je zvenku tmavozelené až černé barvy lišící se dle určitého kultivaru, dužina je měkká a světležlutá. Ve středu plodu se nachází kulatá nejedlá pecka o průměru 3 až 5 cm. Avokádo je 7 až 20 cm dlouhé a zralé plody váží od 100 g až do 1 kg. Běžná roční sklizeň z jednoho stromu je kolem 120 avokád. [20]

Nejběžnějším kultivarem avokáda je tedy již výše zmíněná odrůda *Hass* (viz obrázek č. 8), která produkuje ovoce po celý rok a celkem tvoří až 80 % celkové produkce. Plody mají černou zrnitou slupku a dužina má ořechovou bohatou chuť. Dalším známým kultivarem je *Choquette*, který je oblíbený především pro svoji výbornou chuť a vysokou resistenci vůči chorobám. Kultivar *Fuerte*, který lze vidět na obrázku č. 9, produkuje zelené, středně velké plody, jejichž dužina obsahuje až 20 % oleje. Kultivar *Brogden* je hojně využíván pro domácí pěstování a je význačný svou tmavě fialovou slupkou. [52, 53]



Obrázek 8 Avokádo kultivar Hass [102]



Obrázek 9 Avokádo kultivar Fuerte [103]

4.2 Chemické složení avokáda

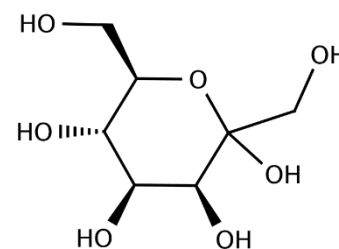
Avokádo je tvořeno asi ze 30 % slupkou a semenem, ze kterých lze také izolovat důležité produkty použitelné v potravinářském i farmaceutickém průmyslu. Je však užitečné především ve výživě jako zdroj různých živin a zejména jako zdroj energie a mononenasycených mastných kyselin. V čerstvé dužině se nachází velké množství tuků, dále sacharidů, vlákniny a menší množství bílkovin. Důležitými složkami jsou také bioaktivní sloučeniny (fenoly, flavonoidy, karotenoidy, kyselina askorbová a vitamin E), které mají vliv na antioxidační aktivitu. [54-56]

4.2.1 Lipidy a mastné kyseliny v avokádu

Avokádová dužina vyniká vysokým obsahem lipidů a to v rozmezí od 5 do 35 %, přičemž tyto lipidy jsou tvořeny převážně nenasycenými mastnými kyselinami. Pro určení celkového profilu mastných kyselin je vhodnou metodou plynová chromatografie s hmotnostní spektrometrií (GC-MS). V konkrétní analýze avokáda kultivaru *Hass* bylo zjištěno, že kyselina olejová je nejvíce zastoupenou mastnou kyselinou a představuje přibližně 70 % z jejich celkového množství. Relativní obsah kyseliny palmitové, linolové, palmitolejové a alfa-linolenové činil 13,5; 12,6; 3,26 a 1 % z celkových mastných kyselin. Ve srovnání s jinými rostlinnými oleji se avokádový olej vyznačuje vysokou hladinou mononenasycených mastných kyselin (kyselina olejová a palmitolejová), nízkým obsahem polynenasycených mastných kyselin (kyselina linolová) a relativně vysokým obsahem nasycených mastných kyselin (kyselina palmitová a stearová). [57, 58]

4.2.2 Sacharidy v avokádu

Sacharidy v avokádu jsou tvořeny až z 80 % vlákninou, která je tvořena ze 70 % nerozpustnou vlákninou a zbytek tvoří rozpustná vláknina. Avokádo obsahuje od 2 do 4,6 g vlákniny na polovinu plodu (cca 30 g). Ve srovnání s ostatním ovocem obsahuje avokádová dužina velmi málo sacharózy, glukózy či fruktózy a jeho primárním cukrem je jedinečný sedmiuhlíkový cukr zvaný D-mannoheptulosa (viz obrázek č. 10) a jeho redukovaná forma, perseitol, které zaujímají asi 2 g na 30 g. Pro stanovení sacharidů je využívána HPLC. [54, 59]



Obrázek 10 Struktura D-mannoheptulosey [104]

4.2.3 Vitamíny v avokádu

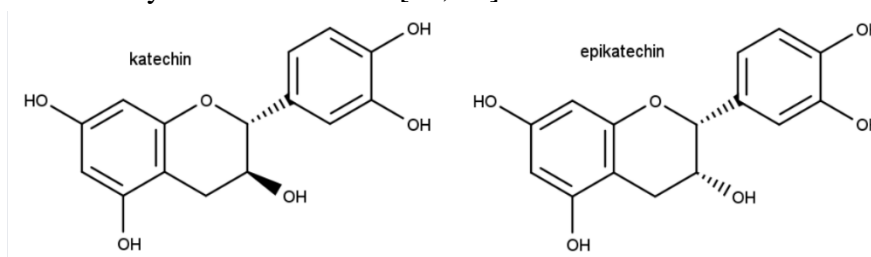
Avokádo obsahuje ve významném množství vitamín C a zároveň vitamín E, konkrétně až 6 mg vitamínu C a do 1,4 mg vitamínu E na 30 g čerstvého plodu. Dalším vitamínem přítomným v avokádu je fyllochinon neboli vitamín K₁, který je považován za hlavní zdroj vitamínu K ze stravy a v avokádu ho lze najít v menším množství, konkrétně 6.3 µg až 14.3 µg ve 30g dužiny. Avokádo obsahuje také až 60 µg folátu neboli vitamínu B₉ a 0,2 mg vitamínu B₆ na 30 g dužiny. Stanovení vitamínů lze provádět pomocí HPLC nebo spektrofotometricky. [54, 55]

4.2.4 Minerální látky v avokádu

Pomocí ICP-EOS lze v avokádu stanovit draslík jako hlavní minerál, který se nachází v rozmezí 152-345 mg na 30 g. Druhým nejhojněji zastoupeným minerálem je hořčík s obsahem asi 20 mg na 30 g. Avokádo má také přirozeně nízký obsah sodíku s pouhými 2 až 5,5 mg na 30 g. [54]

4.2.5 Fytochemikálie nacházející se v avokádu

Flavonoidy jsou skupinou, která se dá v největších koncentracích získat především z pecky avokáda a to až 50 mg/100 g, dále se ve slupce nachází přibližně 45 mg/100 g a v požitelné části avokád, tedy v dužině, se vyskytují v menším množství a to 23 mg/100 g. Celkový obsah flavonoidů závisí také na zralosti ovoce, protože při zkoumání kultivaru *Hass* byl zaznamenán až 50% pokles právě v obsahu flavonoidů v průběhu zrání. Nejhojněji zastoupenými flavonoidy v avokádu jsou prokyanidiny, mezi které patří katechin a epikatechin, jejichž chemické struktury jsou zobrazeny na obrázku č. 11. [55, 58]

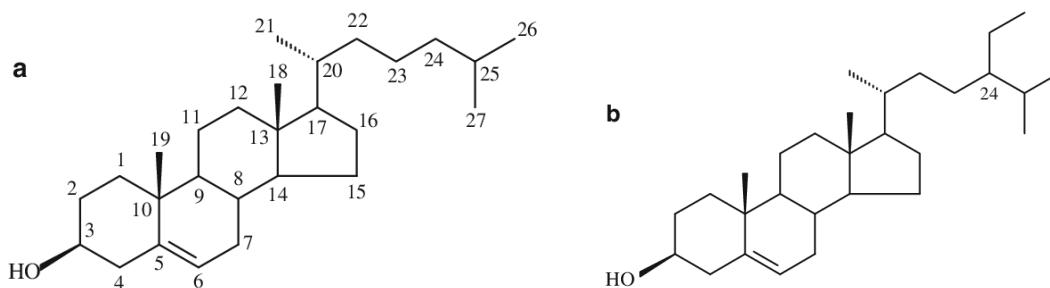


Obrázek 11 Chemická struktura katechinu a epikatechinu, [105]

Nejhojněji zastoupenými **karotenoidy** v avokádu je podtřída xantofylů, což jsou v tučích rozpustné antioxidanty, polárnější než karoteny. Až 90 % celkových karotenoidů tvoří lutein, kryptoxanthin a zeaxanthin patřící právě mezi výše zmíněné xantofyly. Konkrétně ve studii zkoumající odrůdu *Hass* pomocí HPLC bylo nalezeno ve 30 g avokáda 81 µg luteinu, 185 µg zeaxanthinu a 100 µg kryptoxanthinu. Barva dužiny avokáda se mění od tmavě zelené těsně pod slupkou po bledě zelenou ve střední části dužiny až po žlutou v blízkosti semene a bylo

zjištěno, že koncentrace karotenoidů jsou nejvyšší právě v tmavě zelené části dužiny nacházející se těsně pod slupkou. Avokádo má také jedinečnou nenasycenou matici oleje a vody, která je přirozeně sestavena tak, aby zlepšila absorpci karotenoidů při jeho konzumaci. [54]

Fytosterol je látka rostlinného původu a avokádo je jeho nejbohatším zdrojem ze skupiny ovocných plodů. Mechanismus účinku fytosterolů v těle zahrnuje inhibici absorpce cholesterolu ve střevě a sníženou syntézu cholesterolu v játrech. Ve 30 g avokáda je obsaženo přibližně 60 mg fytosterolů, z nichž nejvíce zastoupený je β -sitosterol. Ten má velmi podobnou strukturu jako cholesterol, což můžeme vidět na obrázku č. 12, mimo jiné má velmi pozitivní vliv na imunitu a je prospěšný při léčbě mnoha nemocí. [57]



Obrázek 12 Chemická struktura cholesterolu (a) a beta-sitosterolu (b)
[106]

5 ANANAS

5.1 Charakteristika ananasu

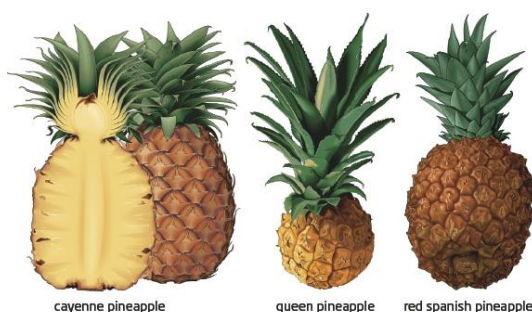
Jedná se o plodenství Ananasovníku chocholatého, rostliny patřící do čeledi Broméliovité, která má původ v Jižní Americe. Ananas je pěstován v řadě tropických a teplejších subtropických zemích, protože obecně nejlépe snáší horské kontinentální tropy s průměrnou roční denní teplotou 25 °C a noční teplotou 17-18 °C. Největšími producenty ananasů jsou Kostarika, Filipíny, Brazílie, Thajsko, Indonésie a Indie. V USA se ananasy pěstují převážně na Havajských ostrovech. [60, 61]

Plod vzniká splynutím sousedních bobulí vznikajících ze semeníků jednotlivých květů nahloučených kolem stonku, který tvoří zdřevnatělou osu ananasu. Určitá fáze tohoto procesu je naznačena na obrázku č. 13. Finální plod sestává ze šťavnaté dužiny, která je pokryta tuhouskožovitou voskovitou kůrou, vytvářející typickou šestiúhelníkovou strukturu na jeho povrchu. Na jedné rostlině se vytváří pouze jediné plodenství, po jehož dozrání rostlina obvykle hyne. [61]



Obrázek 13 Ananas v rané fázi růstu [107]

Asi 40 odrůd ananasu se pomologicky dělí do čtyř skupin. Jednou z nich je skupina *Spanish* vyznačující se světlou dužinou a na okrajích pilovitými listy. Mezi nejznámější odrůdy patří *Red Spanish* a *Sugar Loaf*, které se pěstují především v tropické Americe. Skupina *Queen* má zlatožlutou dužinu a patří do ní například odrůdy *Victoria* a *Cabazoni*. Skupina *Abacaxi* má bledou dužinu. Poslední skupina *Cayenne* je význačná žlutou dužinou a odlišuje se od ostatních tím, že má hladké listy. Porovnání plodů jednotlivých kultivarů je zachyceno na obrázku č. 14. [62]



Obrázek 14 Porovnání základních kultivarů ananasu [62]

Ananas je nejvyužívanější v potravinářství, kde se konzumuje buď jako čerstvý nebo různým způsobem konzervovaný (kandovaný, sušený). Dále se ananasové otruby, odpad ze zpracování plodenství k potravinářským účelům, využívají jako krmivo pro dobytek. Používá se též v textilním průmyslu, kdy se vlákno z listů nazývané jako ananasové hedvábí používá k výrobě

jemné příze. Vlákna z listů jsou také společně s polyethylenem využívána pro přípravu velmi lehkých kompozitních materiálů. [60, 63]

5.2 Chemické složení ananasu

Ananas je důležitým zdrojem cukrů, organických kyselin a některých základních minerálů. Kromě toho je také bohatý na antioxidanty mající blahodárný účinek na zdraví, mezi které patří kyselina askorbová, flavonoidy a další fenolické sloučeniny související s antioxidačními účinky. [64]

5.2.1 Sacharidy obsažené v ananasu

Zastoupení cukrů hraje velmi důležitou roli v sensorických vlastnostech a komerčním hodnocení kvality ananasu. HPLC analýzou bylo zjištěno, že sacharóza je dominantním cukrem ve všech kultivarech a za ní následuje glukóza a fruktóza. Obsah sacharózy se pohyboval od 45 do 90 mg/g čerstvé dužiny, obsah glukózy od 14 do 35 mg/g a obsah fruktózy představuje přibližně 13 až 31 mg/g. Plody ananasu také obsahují polysacharidy, mezi které patří vláknina, celulóza, hemicelulóza, lignin a pektin, z nichž nejhojněji zastoupená je právě hemicelulóza tvořící zhruba 40 % z celkového obsahu polysacharidů. Vedlejší produkty získané z průmyslového zpracování ananasu představují 25-35 % ovoce a hlavní složkou je slupka. Ta je složena především z nerozpustné vlákniny tvořené převážně glukózou a xylózou. Mimo jiné byly ve vláknině detekovány také uronové kyseliny. [64-66]

5.2.2 Zastoupení organických kyselin v ananasu

Pro stanovení organických kyselin v ananasu je obvykle používána HPLC vybavená spektrofotometrickým detektorem. Hlavními organickými kyselinami nalezenými v dužině ananasu jsou kyselina jablečná, citronová a chinová. Mezi jednotlivými kultivary byly zjištěny statisticky významné rozdíly v obsahu jednotlivých organických kyselin a celkových kyselin. Například u kultivaru *Red spanish* byla koncentrace kyseliny citrónové vyšší než u kultivaru *Sweet cayenne*, ale u kyseliny jablečné tomu bylo naopak. Kyselina citronová byla stanovena jako převládající organická kyselina ve většině odrůd a její koncentrace se běžně pohybuje v rozmezí od 1,14 do 5,78 mg/g čerstvé hmotnosti dužiny. Kyselina chinová byla stanovena v rozmezí koncentrací 0,50 až 1,29 mg/g a kyselina jablečná je obsažena v rozmezí 0,30 až 1,61 mg/g. V menším množství byla při stanovování nalezena také kyselina šťavelová a jantarová. [64, 66]

5.2.3 Minerální látky v ananasu

Pomocí analýzy ICP-EOS bylo stanoveno 7 minerálních látek, které se nachází v dužině ananasu. Nejhojněji zastoupeným minerálem byl draslík, což je základní minerál pro kontrolu rovnováhy solí v lidských tkáních. Jeho výskyt se v závislosti na kultivaru pohyboval od 1 g do 2,6 g/100 g. Druhým nejvíce zastoupeným minerálem byl hořčík, který je důležitý pro funkci mnoha enzymů. Hodnoty jeho výskytu se pohybují mezi 45 a 117 mg/100 g. Vápník byl třetím převládajícím minerálem v ananasu. Jeho koncentrace byla podobná jako u hořčíku a to konkrétně 5,5 až 126 mg/100 g. Minerální složení ukázalo také nižší hladiny zinku, mědi, manganu a železa. Obsah minerálů je ovlivněn kultivarem, obsahem živin v půdě, dobou sklizně i podnebím. [64, 67]

5.2.4 Vitamíny stanovené v ananasu

V nejvyšších koncentracích se v dužině manga vyskytuje vitamín C a to přibližně 45 mg/100 g, zatímco jeho obsah v ananasovém džusu se výrazně snižuje až na 14 mg/100 g. Naopak vitamín B₉ má vyšší zastoupení v ananasovém džusu než v dužině a jeho konkrétní obsah je okolo 20 mg/100 g džusu. Minoritně zastoupené jsou také thiamin a riboflavin (v dužině). Pro stanovení vitamínů v ananasu se využívá nejčastěji HPLC se spektrofotometrickou detekcí a iontově párová chromatografie. [68, 69]

5.2.5 Fytochemikálie v ananasu

Karotenoidy jsou skupinou látek nacházejících se v ananasu, z nichž nejhojněji zastoupené jsou β -karoten, α -karoten a kryptoxanthin, které vynikají svou aktivitou provitaminu A, kdy se po požití přeměňují v organismu na vitamin A neboli retinol. Ve studii zkoumající chování karotenoidů během zrání bylo zjištěno, že koncentrace β -karotenu se se zralostí ovoce zvyšuje, což je nejspíš způsobeno tím, že karotenoidy působí při fotosyntéze společně s chlorofylem. Během zrání ethylen degraduje chlorofyl a podporuje syntézu kyseliny mevalonové, což je prekurzor karotenoidů, který zabraňuje oxidačnímu poškození, stabilizuje singletový kyslík a vede ke tvorbě žlutooranžových pigmentů. Nejvyužívanější metodou pro stanovení karotenoidů v ananasu je HPLC. [70, 71]

Obsah **fenolických sloučenin** se v různých kultivarech ananasu velmi liší, ale shodují se v tom, že se jejich koncentrace v průběhu zrání významně zvyšuje. Tento nárůst může být způsoben změnami v obsahu prekurzorů během zrání, kdy například škrob se velmi rychle hydrolyzuje na cukry a podporuje tím syntézu shikimových a mevalonových kyselin, které jsou prekurzory

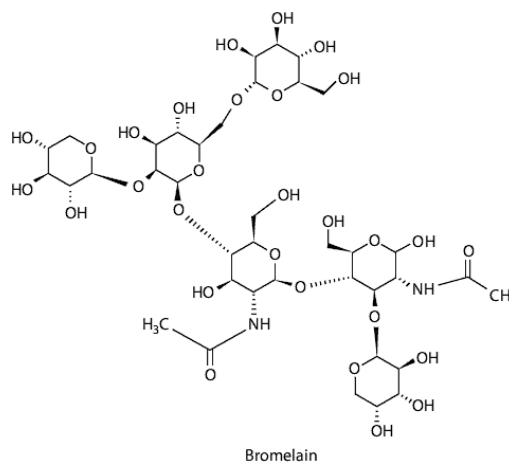
fenylpropanoidů. V ananasové dužině byla identifikována kyselina galová, katechin, epikatechin, kyselina vanilinová, kyselina 2-hydroxycinnamová a myricetin. Podle USDA (United States Department of Agriculture) jsou flavonoidy nalezené v nejvyšší koncentraci v ananasové dužině kvercetin, myricetin a luteolin. Fenolové kyseliny jsou velmi účinnými antioxidanty díky karboxylové skupině, která se snadno ionizuje a hydroxylovým skupinám, které umožňují rychlý přenos atomu vodíku. Naproti tomu flavonoidy jako katechin, epikatechin a myricetin jsou považovány za dobré antioxidanty z důvodu počtu a polohy hydroxylové skupiny. Fenolové sloučeniny také hrají důležitou fyziologickou roli během dozrávání plodů. V raných stádiích dozrávání se nacházejí v polymerované formě a jsou přirozenou součástí obrany ovoce proti napadení patogeny. V nezralém ananasu je v nejvyšších koncentracích nalezena kyselina galová, ale naopak po dozrání plodu je nejhojněji zastoupenou látkou epikatechin. Celkový obsah fenolických sloučenin a flavonoidů je určován pomocí Folin-Ciocaltevy metody a konkrétní složky jsou dále stanovovány pomocí HPLC. [70, 71]

5.2.6 Těkavé látky v ananasu

Obrovská pozornost je v současné době věnována těkavým látkám v ananasu, které hrají významnou roli v sensorických vlastnostech plodu. Aromatický profil a těkavé organické sloučeniny ananasu jsou využívány především pro kontrolu kvality surového ananasu a jeho zpracovaných produktů, zejména během skladování a také pro určení trvanlivosti ovoce. Za nejhojněji obsažené těkavé látky byly označeny methyl a ethyl-2-methylbutanoát, 2,5-dimethyl-4-methoxy-3-furanon a ethylhexanoát. Pro stanovení těkavého složení je využívána mikroextrakce na tuhou fázi (SPME) ve spojení s GC-MS. [68]

5.2.7 Bromelain

Bromelain (viz obrázek č. 15) je enzymový komplex (cysteinová proteáza) nacházející se v dužině ananasu. Jedná se o komplex různých thiol-endopeptidáz a neproteázových složek, včetně fosfatáz, glykosidáz, peroxidáz, celuláz, glykoproteinů, ribonukleázy, sacharidů a dalších. Tento enzymový komplex našel uplatnění v několika různých oblastech jako je medicína, potravinářství i kosmetický průmysl, díky čemuž se po něm rapidně zvyšuje celosvětová poptávka. [72]



Obrázek 15 Chemická struktura Bromelainu [108]

6 BANÁN

6.1 Charakteristika banánu

Banán je plod banánovníku, jinak nazýván jako *Musa*, což je rod bylin patřící do čeledi banánovníkovitých. Banánovníky se liší výškou v závislosti na odrůdě a podmínkách pěstování. Většina z nich je ale vysoká asi 5 m. Listy jsou spirálovitě uspořádané a mohou dorůst 2,7 metru na délku a 60 cm na šířku. Snadno je roztrhá vítr, což má za následek známý vějířovitý vzhled. [38, 73, 74]

Banány jsou považovány za druhé nejvíce produkované ovoce na světě, na kterém jsou závislé mnohé státy a to zejména rovníková Afrika, Indie, Indonésie a země Latinské Ameriky. V zemích jako Indie, Brazílie a Uganda představují banány hlavní konzumní potravinu a i když tyto země patří mezi největší producenty, větší část produkce se prodává na místních trzích a na export je určeno jen malé procento. K největším exportérům patří Ekvádor, který vyváží převážně do USA, Evropy a Japonska a představuje 34 % z celosvětového exportu. Na druhém místě je Kostarika, a na třetím Kolumbie, které dohromady zásobují trh z 31 %. [1, 75, 76]

Banány mají různou velikost, barvu a jsou různě pevné, ale obvykle jsou podlouhlé a zakřivené s měkkou dužinou bohatou na škrob pokrytou kůrou, která může být po zrání zelená, žlutá, červená, fialová nebo hnědá. Plody rostou ve vrstvách zvaných hřebeny (viz obrázek č. 16), které se skládají z 10 až 20 banánů a takových hřebenů je na stonku 6-15. Pokud jsou pěstovány komerčně, jsou odstraněny velké koncové pupeny a listy, aby se vznikající cukry přeměrovaly pouze na vyvíjející



Obrázek 16 plody odrůdy Cavendish [109]

se plody. Rozlišujeme dva hlavní druhy a to banány, které se konzumují syrové, a plantainy, které se pro svůj vysoký obsah škrobu musejí tepelně upravovat, nejčastěji se vaří a opékají. V některých zemích se používají jako ekvivalent k našim bramborám. [77]

Jednou z nejrozšířenějších odrůd banánů je *Cavendish*, jejichž vnější slupka je částečně zelená, když se banány prodávají a postupným dozráváním se zabarvuje žlutě. Při zrání se škrob přeměňuje na cukry, které ovoce mění na sladké. Další zajímavou skupinou odrůd jsou banány s červenofialovou slupkou, které lze vidět na obrázku



Obrázek 17 Červené banány [110]

č. 17. Bývají menší a objemnější než běžný banán *Cavendish* a když jsou zralé, mají dužinu

krémové až světle růžové barvy. Jsou také měkčí a sladší, některé mají dokonce lehce malinovou chuť. Mnoho červených banánů vyvázejí producenti ve východní Africe, Asii, Jižní Americe a Spojených arabských emirátech. [77, 78]

6.2 Chemické složení banánu

Publikované studie dokazují, že banán je velmi bohatý na cenné bioaktivní látky, vitamíny, fytosteroly, biogenní aminy, fenolické látky, karotenoidy, těkavé látky a minerály i bílkoviny. Jsou nutričně velmi výhodné, jelikož jsou dobrým zdrojem sacharidů a vlákniny, ale zároveň mají velmi nízký obsah tuků. Obvykle se konzumují zralé banány kvůli vysokému obsahu cukru a sensorickým aspektům, ale nezralé (zelené) banány se mohou používat při vaření, kde se využívá vysokého obsahu škrobu. Konzumace zelených banánů (slupky a dužiny) je prospěšná pro lidské zdraví díky vysokému obsahu rezistentního škrobu, který v těle působí jako vláknina, a také díky vysokému obsahu fenolických látek a tedy i vysoké antioxidační kapacitě. [79, 80]

6.2.1 Sacharidy vyskytující se v banánech

Složení sacharidů v banánech se během zrání značně mění. Škrob je hlavní složkou nezralých banánů s průměrným obsahem až 80 % v sušině. Na konci klimakterického období obsah škrobu klesá pod 1 %, zatímco rozpustné především neredukující cukry zaujímají více než 10 % čerstvé hmotnosti. Je to způsobeno hydrolyzou škrobu doprovázenou změnou organoleptických vlastností. Rozdílné složení můžeme pozorovat u plantainů, u kterých je procento škrobu i ve zralých plodech až 3x vyšší než u běžných banánů. Další polysacharidy, které lze najít v dužině banánů, jsou hemicelulosa a pektin, které se ale vyskytují ve značně nižším množství ve srovnání se škrobem. Profil jednoduchých cukrů se stanovuje pomocí HPLC a bylo zjištěno, že ve zralých banánech se v nejvyšším množství nachází fruktóza následovaná glukózou a sacharózou. Celkové rozpustné cukry pak zaujímají až 23 % čerstvé hmotnosti banánu. Procento cukru odpovídá za stupeň sladkosti banánů a spolu s kyselostí tvoří specifickou chuť daných kultivarů. Škrob přítomný v banánu má velký potenciál pro průmyslové použití díky svým specifickým vlastnostem a nízkým výrobním nákladům, kvůli vysokému obsahu dužiny a nezralé slupky. Nezralá banánová buničina obsahuje srovnatelné množství škrobu jako endosperm kukuřičných zrn a bramborová buničina, a lze ji tedy použít ve zpracovaných potravinách, farmaceutických výrobcích, papíru, plastech a dalších průmyslových produktech. [79, 81]

6.2.2 Bílkoviny v banánech

Během zrání lze pozorovat malý nárůst v obsahu bílkovin jak ve slupce, tak v dužině, a to zhruba o 2 % na finálních 9 % v dužině a 15 % ve slupce. Kvalita bílkovin v banánové slupce je hodnocena výpočtem skóre aminokyselin, které charakterizuje rovnováhu esenciálních aminokyselin. Esenciální aminokyseliny v banánové slupce tvoří v průměru 2 %, zatímco neesenciální 4 %. Dominantní esenciální aminokyseliny ve slupce jsou leucin, valin, fenylalanin a threonin. Množství bílkovin se stanovuje pomocí metody dle Kjeldahla, což ale není úplně přesné, jelikož je tato metoda založena na stanovení celkového dusíku, nejen bílkovin a aminokyselin. Složení aminokyselin je pak stanovováno pomocí HPLC. [82]

6.2.3 Lipidy a mastné kyseliny stanovované v banánech

Celkové množství mastných kyselin v 1 kg sušiny banánové dužiny se pohybuje od 579 mg do 1295 mg. Převládajícími mastnými kyselinami v oleji extrahovaném z banánových slupek různých odrůd jsou kyselina linolová a kyselina α -linolenová tvořící více než 40 % z celkových mastných kyselin. Olej ze slupek je bohatý na polynenasycené esenciální mastné kyseliny. Nasycené kyseliny se obvykle pohybují od 40 % do 52 % z celkových mastných kyselin. Převládající nasycené kyseliny jsou palmitová a stearová a minoritně jsou zastoupeny kyselina arachidová a myristová. Steroly, druhá nejhojnější třída lipofilních sloučenin přítomných ve zralých banánových buničinách, představovaly 155-316 mg v 1 kg sušiny. Nejhojněji zastoupeným steroidem je β -sitosterol tvořící až 70 % celkového obsahu sterolů, který je doplněn kampesterolem a stigmasterolem. Tuk se ze vzorků extrahuje obvykle pomocí Soxhletova extraktoru a pro stanovení sterolů a mastných kyselin je využívána GC-MS. [82, 83]

6.2.4 Minerální látky v banánech

Banán je považován za dobrý zdroj draslíku, fosforu, vápníku a hořčíku, díky čemuž je často používán pro kontrolu svalové kontrakce. Draslík je s obsahem zhruba 500 mg/100 g čerstvé banánové dužiny a 1400 mg/100 g slupky nejhojněji zastoupeným prvkem. Různé kultivary banánů mohou poskytovat mimo tyto makroelementy i stopové prvky jako jsou železo, zinek, mangan a měď ve značně nižších koncentracích. Pro stanovení minerálního zastoupení v banánech bývá využívána ICP-OES. [82, 84]

6.2.5 Vitamíny v banánech

V banánech se v relativně vysokých koncentracích vyskytuje kyselina askorbová, vitamín A, niacin, riboflavin, thiamin a zároveň v menším množství pyridoxin. Riboflavin se v banánové

dužině nachází v množství od 0,1 do 2,7 mg/100 g. Ve 100 g banánové dužiny odrůdy *Cavendish* můžeme také stanovit zhruba 0,7 mg niacinu, 0,3 mg vitamínu A a cca 10 mg vitamínu C. Stanovení je obvykle prováděno pomocí HPLC. [84, 85]

6.2.6 Fytochemikálie v banánech

Karotenoidy se v banánové dužině vyskytují průměrně v koncentraci 11 µg/g, což značí, že patří mezi ovoce s nízkým obsahem karotenoidů. Asi 90 % celkových karotenoidů obsažených v banánové dužině tvoří trans- α -karoten a trans- β -karoten, přičemž zbylých 10 % tvoří lutein a cis-karoteny. V banánové slupce je obsaženo více karotenoidů a to konkrétně 165 µg/g trans- α -karotenu, 175 µg/g trans- β -karotenu, 40 µg/g luteinu a menší množství β -kryptoxanthynu a zeaxanthynu. β -kryptoxanthyn a alfa i beta karoten mají funkci provitamínu A a lykopen či lutein mají hlavně vysoké antioxidační vlastnosti. Pro stanovení karotenoidů je využívána HPLC. [84, 86]

Katecholaminy jsou biogenní aminy, které vznikají dekarboxylací aminokyselin nebo aminací aldehydů a ketonů. Mezi katecholaminy patří dopamin, serotonin, epinefrin a norepinefrin a uvádí se, že se vyskytují v mnoha rostlinách ve značném množství. Serotonin je přítomný v banánové dužině v rozmezí od 8 do 50 µg/g a navozuje pocit pohody a štěstí. Banán obsahuje také relativně velké množství dopaminu a noradrenalinu. Dopamin se vyskytuje v banánu odrůdy *Cavendish* v množství od 80 do 560 mg/100 g banánové slupky a 2,5 až 10 mg/100 g dužiny. [87]

Fenolické látky přítomné v plodech banánů jsou hlavními bioaktivními sloučeninami s antioxidačními vlastnostmi a jsou známy tím, že poskytují značné zdravotní benefity. V dužině banánu byla nalezena kyselina galová, dále katechin, epikatechin, taniny a antokyany. Další fenolické látky, které lze v banánu najít, jsou kyseliny ferulová, sinapová, salicylová, *p*-hydroxybenzoová, vanilová, gentisová a *p*-kumarová. Obsah kyseliny ferulové bývá zpravidla z těchto látek nejvyšší. Banánová slupka a oddenek jsou také bohatým zdrojem fenolických sloučenin. Podle jiných výsledků byly v buničině plantainů nejdůležitějšími fenolickými látkami deriváty kyseliny hydroxyskořicové, jako je hexosid kyseliny ferulové s obsahem 4,4–85,1 µg/g sušiny. V jejich slupce byl rutin nejhojnějším flavonol glykosidem se zastoupením 242,2-618,7 µg/g sušiny. [84, 87]

Mezi **flavonoidy** zjištěné v banánech patří: kvercetin, myricetin, kaempferol a kyanidin. V banánové slupce se nejvíce nacházejí katecholaminy, proanthokyanidiny, glykosidy flavonolu a různé typy xantofylů. Pro stanovení celkového obsahu fenolických sloučenin

a flavonoidů je ve většině případů používána metoda dle Folin-Ciocalteu a konkrétní složky jsou dále stanovovány pomocí HPLC. [84, 87]

6.2.7 Těkavé látky v banánech

V nezralých banánech se nacházejí primárně terpeny a alkoholy, zatímco zralé plody jsou obohaceny také o ketony. Obsah těkavých sloučenin závisí také na různých biosyntetických drahách, klimatických podmínkách, skladování po sklizni a na kultivaru. Těkavé složení v banánech se stanovuje pomocí SPME ve spojení s GC-MS a mezi nejvíce zastoupené těkavé složky patří hexanal, 2-pentanon, 2-pentanol, 3-methyl-1-butanol, 3-methylbutyl-acetát (isoamyl-acetát) a eugenol. [84, 88]

7 VLIV TROPICKÉHO OVOCE NA LIDSKÝ ORGANISMUS

Předpokládá se, že široká škála chronických lidských onemocnění pochází z oxidačního stresu způsobeného volnými radikály, které mohou pocházet z životního prostředí, jídla nebo v důsledku metabolických procesů probíhajících v buňkách. Pokud jsou tyto oxidanty nadměrně produkovány, mohou vést k oxidačnímu stresu v těle, který mívá škodlivé účinky na makromolekuly, jako jsou molekuly DNA, bílkoviny a lipidy, což představuje hrozbu pro lidské zdraví. Tropické ovoce je bohaté na širokou škálu antioxidantů, jako jsou karotenoidy, fenolické látky, vitamín C a mnoho dalších složek, které mají antioxidační vlastnosti a mohou tak být prospěšné v boji proti oxidačnímu stresu. [89]

Četné studie se zaměřují na sekundární metabolity **pomerančů** a jejich biologickou aktivitu. Sekundární metabolity citrusů, včetně flavonoidů, alkaloidů, limonoidů, karotenoidů, fenolových kyselin a éterických olejů, mají díky svým vlastnostem zásadní význam pro lidské zdraví. Mezi tyto vlastnosti patří antioxidační, protizánětlivé, protirakovinné, stejně jako kardiovaskulární ochranné účinky a neuroprotektivní účinky. Bylo popsáno, že limonoidy stimulují aktivitu antioxidačního enzymu glutathion S-transferázy, která má potenciál inhibovat tvorbu nádoru. Také bylo stanoveno, že příjem flavonoidů má vliv na lipoproteiny s nízkou hustotou (LDL) a celkovou koncentraci cholesterolu v plazmě. Zánět je velmi složitá reakce zprostředkovaná zánětlivými cytokiny, které jsou aktivní v patogenezi různých chronických zánětlivých onemocnění, jako jsou např. roztroušená skleróza, Parkinsonova choroba, Alzheimerova choroba nebo rakovina tlustého střeva. Bylo zjištěno, že extrakt z pomerančové kůry obsahující flavonoidy a éterické oleje lze použít jako doplněk pro ochranu před těmito nemocemi, nebo může díky svým protizánětlivým účinkům alespoň pomoci jejich zmírnění. [4, 90]

Granátové jablko lze považovat za superpotravinu, protože výtažky ze všech jeho částí vykazují terapeutické účinky, které mají dopad na řadu onemocnění včetně stárnutí, kardiovaskulárních poruch a cukrovky. Bylo zjištěno, že mají antimikrobiální, protizánětlivé, antivirové a antidiabetické vlastnosti a zlepšují kvalitu spermií a erektilní dysfunkci u pacientů mužského pohlaví, a proto se používají i při poruchách mužské plodnosti. Studie in vitro, in vivo a na lidech zkoumaly účinky řady složek granátového jablka na prevenci a snižování aterosklerózy a oxidace LDL. Důkazy naznačují, že polyfenolové antioxidanty obsažené ve šťávě z granátového jablka mohou způsobit snížení oxidačního stresu a aterogenezi, která je způsobena stenózou karotických tepen, což bývá nejčastější příčinou infarktu. Podávání šťávy

z granátového jablka po dobu 3 let u pacientů se stenózou karotické tepny snížilo běžný krevní tlak a oxidaci LDL. Zajímavým poznatkem je, že sloučeniny přítomné v extraktu z ovoce nebo bylin si navzájem zvyšují biologický účinek. Bylo například popsáno, že kvercetin a kyselina ellagová (obě jsou také přítomny v granátovém jablku) společně vykazují výraznější inhibiční účinek proti růstu rakovinných buněk než obě sloučeniny samotné. Ukázalo se, že plody granátového jablka lze použít při léčbě rakoviny prostaty, protože dokáží určitým způsobem inhibovat růst buněk a vyvolat apoptózu. Další výhodou granátového jablka je jeho antibakteriální i protiplísňový charakter, kdy byly prokázány jeho účinky proti kvasince *Candida albicans* i bakterii *Escherichia coli*. Slupka z granátového jablka se také používá v tradiční medicíně k léčbě běžného průjmu a úplavice. Zaměření studií se v současnosti soustředí na výrobu přírodního léku proti průjmu z kůry granátového jablka, které je mimo jiné identifikováno také jako antiparazitární ovoce jak pro člověka, tak pro hospodářská zvířata. [26, 91, 92]

Mango obsahuje nutriční antioxidanty, jako jsou kyselina galová, mangiferin, myricetin a flavan-3-oly (např. katechin a epikatechin), které mohou zabránit peroxidaci membránových lipidů a tím chránit buňky a tkáně před různými poruchami, třeba i před Parkinsonovou chorobou. Z různých studií provedených na mangiferinu bylo zjištěno, že vykazuje širokou škálu farmakologických účinků: antioxidační, protirakovinné, antimikrobiální, antiaterosklerotické, antialergenní, protizánětlivé, analgetické a imunomodulační. Několik studií dále ukázalo, že další fytochemikálie obsažené v mangu hrají protizánětlivou roli u několika chronických patologických poruch souvisejících se zánětlivými odpověďmi. Zánětlivá onemocnění střev jsou poruchy charakterizované chronickým zánětem a poškozením sliznice tlustého střeva, což je spojeno se zvýšeným rizikem rakoviny tlustého střeva a konečníku. Dále byl prokázán i antidiabetický účinek extraktů z exokarpu vzhledem ke schopnosti inhibovat α -amylázu a α -glukosidázu. Tento účinek může být způsoben přítomností polyfenolových kyselin, jako je kyselina galová, kyselina chlorogenová a kyselina ferulová, u nichž bylo prokázáno, že inhibují aktivity výše zmíněných enzymů. [93-95]

Avokádo je vhodné ovoce v boji proti kardiovaskulárním onemocněním, které souvisí se zvýšenými hladinami LDL cholesterolu a naopak normální hladina HDL cholesterolu má ochranný účinek proti těmto onemocněním. Avokádo je výhodné především kvůli vysokému obsahu mononenasycených mastných kyselin, vitamínů B, E a K, karotenoidů, fenolických sloučenin a fytosterolů. V klinických studiích bylo zaznamenáno snížení celkového cholesterolu až o 43 % při každodenní konzumaci avokáda. Vysoké množství fytosterolových

struktur, jako je β -sitosterol, je účinné při regulaci lipidového profilu. Bylo zjištěno, že fytoosteroly, které jsou strukturně podobné cholesterolu rostlinného původu, mohou snižovat hladinu celkového cholesterolu a LDL-cholesterolu v plazmě, aniž by ovlivňovaly hladinu HDL-cholesterolu a krevní tlak. Několik studií ukázalo, že fytochemikálie vyskytující se v avokádu mohou selektivně zastavit buněčný cyklus rakovinných buněk, inhibovat jejich růst a zvýšit apoptózu u definovaných typů rakovinných buněk, a proto byly extrakty z avokádového ovoce navrženy jako adjuvantní alternativa k léčbě rakoviny. Extrakt z avokádové šťávy má silný cytotoxický účinek proti mnoha typům rakovinných buněk (plíce, játra, tlusté střevo a karcinom prsu). Jiné studie také uvádí, že ovoce a zelenina bohaté na lutein a zeaxanthin, což jsou primární karotenoidy v avokádu, jsou spojeny se sníženým rizikem defektů chrupavky jako indikátorem osteoartrózy. [54, 96]

Plody **ananasu** jsou vynikajícím zdrojem vitamínů, minerálů a vlákniny, která napomáhá správnému trávení. Bylo zjištěno, že jeden zralý ananas obsahuje přibližně 16 % denní potřeby vitamínu C, což odpovídá 28 mg vitamínu C na půl sklenice ananasového džusu. Jedním z nejdůležitějších stopových prvků v ananasu je mangan, který je znám pro kontrolu hladiny glukózy v krvi a má dobrý vliv při léčbě cukrovky druhého typu. Kromě toho je rovněž třeba poznamenat, že kyselina jablečná v ananasu pomáhá udržovat zdraví ústní dutiny, zvyšovat imunitu a předcházet tvorbě zubního plaku. Jednou z nejdůležitějších složek ananasu je bromelain, který je dobrým antioxidantem a zlepšuje trávení. Bylo popsáno, že bromelain lze použít k léčbě bakteriálních infekcí, bronchitidy, pneumonie, sinusitidy, parazitárních gastrointestinálních infekcí a je účinný proti střevním parazitům, jako jsou tasemnice a hlístice. Mimo to se bromelain běžně používá k regulaci závažnosti infarktu myokardu i v analgetických kombinacích k léčbě pacientů s akutní tromboflebitidou za účelem hojení kožních infekcí, otoků a zánětů. [67, 68]

Banány jsou součástí mnoha studií zkoumajících farmakologickou aktivitu extraktů z různých částí plodu. Jejich účinky na zdraví lze připisovat především obsahu fenolických, karotenoidových a aminových složek. Vztah struktury a aktivity flavonoidů naznačuje, že jejich antioxidační kapacita, vychytávání volných radikálů a chelatační účinek souvisí s přítomností funkčních skupin v jejich jaderné struktuře. Díky tomu se také ukazuje, že flavonoidy vykazují antimutagenní a protinádorové účinky. Další významné látky v banánech jsou biogenní aminy, které fungují jako neurotransmitery pro hormonální regulaci metabolismu glykogenu, což způsobuje tvorbu serotoninu při konzumaci banánu, díky kterému je navozen pocit štěstí a pohody. Dalším biogenním aminem je dopamin, který funguje v lidském mozku a těle jako

neurotransmitter, který má silný vliv na náladu a emoční stabilitu. Tryptofan, který je jedním z předchůdců syntézy dopaminu a lze ho najít především v banánové slupce, nabízí možnost prevence neurodegenerativních onemocnění, jako je např. Parkinsonova choroba. Dále je pozorován hypoglykemický účinek u ještě zelených banánů kvůli využití glukózy a stimulaci produkce inzulínu. Kromě toho tento glykemický účinek koreluje s vysokým obsahem draslíku a sodíku. [84, 87]

8 ZÁVĚR

Tato bakalářská práce je zaměřena na charakteristiku a analýzu chemického složení vybraných druhů tropického ovoce, včetně možností stanovení významných skupin látek. Nakonec jsou tyto informace shrnuty a je nastíněn vliv jednotlivých složek na náš organismus. Zaměřila jsem se na šest tropických plodů: pomeranč, granátové jablko, mango, avokádo, ananas a banán.

Hlavní skupinou látek, kterou lze nalézt ve významném množství ve všech popisovaných plodech jsou sacharidy, u kterých je v závislosti na analyzovaném ovoci proměnné pouze složení jednotlivých cukrů, případně v nezralých banánech, mangu či ananasu lze stanovit také poměrně velké množství různých polysacharidů. Ty bývají izolovány především z odpadu při zpracování těchto plodů a lze je tedy potencionálně dále využít v různých odvětvích, což bývá předmětem současných studií. Zajímavostí je také D-mannoheptulosa, což je sacharid specificky se nacházející v avokádech. Mezi další významné skupiny popisované v práci patří organické kyseliny, vitamíny, minerální látky a fytochemikálie, které zastupují například karotenoidy či flavonoidy. Kromě avokáda, které je právě lipidy tvořeno z velké části, jsou tuky, stejně jako bílkoviny, v ostatních plodech zastoupeny pouze minoritně.

Nejvyužívanější metodou pro stanovení celé řady látek v ovoci je HPLC, díky které lze získat povědomí o koncentraci a jednotlivém zastoupení sacharidů, organických kyselin, bioaktivních látek i vitamínů. Pro určení minerálního zastoupení je vhodná ICP-OES a pro stanovení celkových lipidů či určení konkrétního profilu mastných kyselin lze zvolit GC. U některých plodů je z hlediska senzorických aspektů důležité také těkavé složení, které lze zjistit pomocí SPME ve spojení s GC-MS.

Ve výsledku lze ze zjištěných dat také konstatovat, že konzumace těchto vybraných tropických plodů je velmi přínosná i ze zdravotního hlediska. Všechny druhy popsaného ovoce obsahují vysoké množství látek s antioxidačními vlastnostmi, které pomáhají při odbourávání oxidačního stresu v organismu. Dále také obsah flavonoidů ovlivňuje množství LDL-cholesterolu v těle a studie také naznačují, že i další bioaktivní látky nacházející se v těchto plodech mohou být prospěšné v inhibici tvorby nádoru a při léčbě rakoviny jako takové. Pro uvedení těchto poznatků do praxe je však potřeba ještě dalšího zkoumání.

9 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] *Food and Agriculture Organization of the United Nations* [online]. 2019 [cit. 2021-03-04]. Dostupné z: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC/visualize>
- [2] TALON, Manuel, Marco CARUSO a Fred GMITTER, JR. *The Genus Citrus*. 1st Edition. Woodhead Publishing, 2020. ISBN 9780128122174.
- [3] XU, Qiang, Ling-Ling CHEN, Xiaoan RUAN et al. The draft genome of sweet orange (*Citrus sinensis*). *Nature Genetics* [online]. 2013, **45**(1), 59-66 [cit. 2021-03-04]. ISSN 1061-4036. Dostupné z: [doi:10.1038/ng.2472](https://doi.org/10.1038/ng.2472)
- [4] MUDASIR, Yaqoob, Aggarwal POONAM a Aslam RAOUF. Chapter 15 - Extraction of bioactives from citrus. *Green Sustainable Process for Chemical and Environmental Engineering and Science*. 2020, 357-377. Dostupné z: [doi:https://doi.org/10.1016/B978-0-12-817388-6.00015-5](https://doi.org/10.1016/B978-0-12-817388-6.00015-5)
- [5] LOZANO-SÁNCHEZ, Jesús, Isabel BORRÁS-LINARES, Agnes SASS-KISS a Antonio SEGURA-CARRETERO. Chromatographic Technique: High-Performance Liquid Chromatography (HPLC). *Modern Techniques for Food Authentication* [online]. Elsevier, 2018, 459-526 [cit. 2021-03-30]. ISBN 9780128142646. Dostupné z: [doi:10.1016/B978-0-12-814264-6.00013-X](https://doi.org/10.1016/B978-0-12-814264-6.00013-X)
- [6] NOLLET, Leo M.L. a Fidel TOLDRA. *Food Analysis by HPLC* [online]. 3rd Edition. CRC Press, 2012 [cit. 2021-05-10]. ISBN 9781439830840. Dostupné z: https://books.google.cz/books?hl=cs&lr=&id=x13RBQAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=hplc+analysis+&ots=3HmmG5Yt_d&sig=7lFKeLsG8z1td742QBZfU_mqwAQ&redir_esc=y#v=onepage&q=hplc%20analysis&f=false
- [7] KELEBEK, Hasim, Serkan SELLI a Ahmet KANBAS. HPLC determination of organic acids, sugars, phenolic compositions and antioxidant capacity of orange juice and orange wine made from a Turkish cv. Kozan. *Microchemical Journal*. 2009, **91**(2), 187-192. Dostupné z: [doi:https://doi.org/10.1016/j.microc.2008.10.008](https://doi.org/10.1016/j.microc.2008.10.008)

- [8] VILLAMIEL, M, Isabel MARTÍNEZ-CASTRO a Augustín OLANO. Quantitative determination of carbohydrates in orange juice by gas chromatography. *Zeitschrift für Lebensmitteluntersuchung und -Forschung A*. 1998, **206**, 48-51. Dostupné z: doi:<https://doi.org/10.1007/s002170050212>
- [9] KELEBEK, Hasim a Serkan SELLI. Determination of volatile, phenolic, organic acid and sugar components in a Turkish cv. Dortyol (*Citrus sinensis* L. Osbeck) orange juice. *Journal of the Science of Food and Agriculture* [online]. 2011, **91**(10), 1855-1862 [cit. 2021-04-26]. ISSN 00225142. Dostupné z: doi:10.1002/jsfa.4396
- [10] MEYERS, Robert A., ed. *Encyclopedia of Analytical Chemistry: Instrumentation of Gas Chromatography* [online]. Chichester, UK: John Wiley & Sons, Ltd, 2006 [cit. 2021-05-13]. ISBN 0470027312. Dostupné z: doi:10.1002/9780470027318
- [11] KLIMCZAK, Inga, Maria MAŁECKA a Mirosława SZLACHTA. Effect of storage on the content of polyphenols, vitamin C and the antioxidant activity of orange juices. *Journal of Food Composition and Analysis*. 2007, **20**(3-4), 313-322. Dostupné z: doi:<https://doi.org/10.1016/j.jfca.2006.02.012>
- [12] GARBELOTTI, Maria Lima, Deise Ap.Pinatti MARSIGLIA a Elizabeth A.F.S TORRES. Determination and validation of dietary fiber in food by the enzymatic gravimetric method. *Food Chemistry* [online]. 2003, **83**(3), 469-473 [cit. 2021-05-15]. ISSN 03088146. Dostupné z: doi:10.1016/S0308-8146(03)00226-7
- [13] DE MORAES CRIZEL, Tainara, André JABLONSKI, Alessandro DE OLIVEIRA RIOS, Rosane RECH a Simone Hickmann FLÔRES. Dietary fiber from orange byproducts as a potential fat replacer. *LWT - Food Science and Technology* [online]. 2013, **53**(1), 9-14 [cit. 2021-05-14]. ISSN 00236438. Dostupné z: doi:10.1016/j.lwt.2013.02.002
- [14] GRIGELMO-MIGUEL, Nuria a Olga MARTÍN-BELLOSO. Characterization of dietary fiber from orange juice extraction. *Food Research International* [online]. 1998, **31**(5), 355-361 [cit. 2021-05-14]. ISSN 09639969. Dostupné z: doi:10.1016/S0963-9969(98)00087-8

- [15] CONCEPCIÓN, Sánchez-Moreno a Lucía PLAZA. Quantitative bioactive compounds assessment and their relative contribution to the antioxidant capacity of commercial orange juices. *Science of food and agriculture*. 2003, **83**(5), 430-439. Dostupné z: doi:<https://doi.org/10.1002/jsfa.1392>
- [16] KELEBEK, Hasim, Ahmet KANBAS a Serkan SELLI. Determination of phenolic composition and antioxidant capacity of blood orange juices obtained from cvs. Moro and Sanguinello (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck) grown in Turkey. *Food Chemistry*. 2008, **104**(4), 1710-1716. Dostupné z: doi:<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2007.10.004>
- [17] VIUDA-MARTOS, Manuel, Yolanda RUIZ-NAVARAS a Juana FERNANDÉZ-LOPÉZ. Chemical Composition of Mandarin (*C. reticulata* L.), Grapefruit (*C. paradisi* L.), Lemon (*C. limon* L.) and Orange (*C. sinensis* L.) Essential Oils. *Journal of Essential Oil Bearing Plants*. 2009, **12**(2), 236-243. Dostupné z: doi:<https://doi.org/10.1080/0972060X.2009.10643716>
- [18] ROCK, Cheryl L. Carotenoids: Biology and treatment. *Pharmacology & Therapeutics*. 1997, **75**(3), 185-197. Dostupné z: doi:[https://doi.org/10.1016/S0163-7258\(97\)00054-5](https://doi.org/10.1016/S0163-7258(97)00054-5)
- [19] MELÉNDEZ-MARTÍNEZ, Antonio J., Isabel M. VICARIO a Francisco J. HEREDIA. Review: Analysis of carotenoids in orange juice. *Journal of Food Composition and Analysis*. 2007, **20**(7), 638-649. Dostupné z: doi:<https://doi.org/10.1016/j.jfca.2007.04.006>
- [20] MORTON, J.F. *Fruits of warm climates* [online]. USA, 1987 [cit. 2021-03-05]. ISBN 0961018410. Dostupné z: <https://hort.purdue.edu/newcrop/morton/pomegranate.html>
- [21] STOVER, Ed a Eric W. MERCURE. The Pomegranate: A New Look at the Fruit of Paradise. *HortScience* [online]. 2007, 1088–1092 [cit. 2021-03-05]. Dostupné z: doi:<https://doi.org/10.21273/HORTSCI.42.5.1088>
- [22] HOLLAND, D., K. HATIB a I. BAR-YA'AKOV. *Horticultural Reviews: Pomegranate : Botany, Horticulture, Breeding* [online]. 2009 [cit. 2021-03-05]. ISBN 978-0-470-38642-2. Dostupné z: <https://ucanr.edu/sites/pomegranates/files/164442.pdf>

- [23] K.V., Peter. *Handbook of Herbs and Spices* [online]. Volume 2. Woodhead Publishing, 2004 [cit. 2021-03-05]. ISBN 978-1-85-573835-5. Dostupné z: <https://app.knovel.com/hotlink/toc/id:kpHHSV0012/handbook-herbs-spices-2/handbook-herbs-spices-2>
- [24] VIUDA-MARTOS, M., J. FERNÁNDEZ-LÓPEZ a J.A. PÉREZ-ÁLVAREZ. Pomegranate and its Many Functional Components as Related to Human Health: A Review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* [online]. 2010, **9**(6), 635-654 [cit. 2021-04-06]. ISSN 15414337. Dostupné z: doi:10.1111/j.1541-4337.2010.00131.x
- [25] VERARDO, Vito, Patricia GARCIA-SALAS, Elena BALDI, Antonio SEGURACARRETERO, Alberto FERNANDEZ-GUTIERREZ a Maria Fiorenza CABONI. Pomegranate seeds as a source of nutraceutical oil naturally rich in bioactive lipids. *Food Research International* [online]. 2014, **65**, 445-452 [cit. 2021-04-27]. ISSN 09639969. Dostupné z: doi:10.1016/j.foodres.2014.04.044
- [26] ASGARY, Sedigheh, Shaghayegh Haghjoo JAVANMARD a Aida ZARFESHANY. Potent health effects of pomegranate. *Advanced Biomedical Research* [online]. 2014, **3**(1) [cit. 2021-05-06]. ISSN 2277-9175. Dostupné z: doi:10.4103/2277-9175.129371
- [27] POYRAZOĞLU, Ender, Vural GÖKMEN a Nevzat ARTIK. Organic Acids and Phenolic Compounds in Pomegranates (*Punica granatum L.*) Grown in Turkey. *Journal of Food Composition and Analysis* [online]. 2002, **15**(5), 567-575 [cit. 2021-04-13]. ISSN 08891575. Dostupné z: doi:10.1006/jfca.2002.1071
- [28] YANG, Xi, Tanzeela NISAR, Yanjie HOU, Xiaoju GOU, Lijun SUN a Yurong GUO. Pomegranate peel pectin can be used as an effective emulsifier. *Food Hydrocolloids* [online]. 2018, **85**, 30-38 [cit. 2021-05-15]. ISSN 0268005X. Dostupné z: doi:10.1016/j.foodhyd.2018.06.042
- [29] LOUKHMAS, Sarah, Ebrahim KERAK, Meriem OUTAKI, Majdoulina BELAQZIZ, Hasna HARRAK a Jorge BARROS VEL ZQUEZ. Assessment of Minerals, Bioactive Compounds, and Antioxidant Activity of Ten Moroccan Pomegranate Cultivars. *Journal of Food Quality* [online]. 2020, **2020**, 1-10 [cit. 2021-04-13]. ISSN 1745-4557. Dostupné z: doi:10.1155/2020/8844538

- [30] ANAHITA, A., R. ASHMAR a O. FOUZIAH. Evaluation of total phenolic content, total antioxidant activity, and antioxidant vitamin composition of pomegranate seed and juice. *International Food Research Journal*. 2015, **22**(3), 1212-1217.
- [31] BOSS, Charles B. a Kenneth J. FREDEEN. *Concepts, Instrumentation and Techniques in Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectrometry* [online]. 2nd Edition. USA: Perkin elmer, 1997 [cit. 2021-05-13]. Dostupné z: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4306641/mod_resource/content/1/ICP-Perkin%20Elmer.pdf
- [32] ULLAH, Naseem a Ali JAVID. *Proximate composition, minerals content, antibacterial and antifungal activity evaluation of pomegranate (Punica granatum L.) peels powder*. [online]. Pakistan: IDOSI Publications, 2012, [cit. 2021-04-13]. ISSN 1990-9233. Dostupné z: <http://www.idosi.org/.../21.pdf>
- [33] FISCHER, Ulrike A., Reinhold CARLE a Dietmar R. KAMMERER. Identification and quantification of phenolic compounds from pomegranate (*Punica granatum L.*) peel, mesocarp, aril and differently produced juices by HPLC-DAD–ESI/MSn. *Food Chemistry* [online]. 2011, **127**(2), 807-821 [cit. 2021-04-09]. ISSN 03088146. Dostupné z: doi:10.1016/j.foodchem.2010.12.156
- [34] DERAKHSHAN, Zahra, Margherita FERRANTE, Marzieh TADI, Farnoosh ANSARI, Ali HEYDARI, Motahreh Sadat HOSSEINI, Gea Oliveri CONTI a Elham Khalili SADRABAD. Antioxidant activity and total phenolic content of ethanolic extract of pomegranate peels, juice and seeds. *Food and Chemical Toxicology* [online]. 2018, **114**, 108-111 [cit. 2021-05-15]. ISSN 02786915. Dostupné z: doi:10.1016/j.fct.2018.02.023
- [35] MPHAHLELE, Rebogile R., Marietjie A. STANDER, Olaniyi A. FAWOLE a Umezuruike Linus OPARA. Effect of fruit maturity and growing location on the postharvest contents of flavonoids, phenolic acids, vitamin C and antioxidant activity of pomegranate juice (cv. Wonderful). *Scientia Horticulturae* [online]. 2014, **179**, 36-45 [cit. 2021-05-15]. ISSN 03044238. Dostupné z: doi:10.1016/j.scienta.2014.09.007

- [36] GIL, María I., Francisco A. TOMÁS-BARBERÁN, Betty HESS-PIERCE, Deirdre M. HOLCROFT a Adel A. KADER. Antioxidant Activity of Pomegranate Juice and Its Relationship with Phenolic Composition and Processing. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* [online]. 2000, **48**(10), 4581-4589 [cit. 2021-04-12]. ISSN 0021-8561. Dostupné z: doi:10.1021/jf000404a
- [37] ACHMAD JAHJA, G.H. Kostermans, G.H. Kostermans ANDRÉ J. a Jean-Marie BOMPARD. *The Mangoes : Their Botany, Nomenclature, Horticulture and Utilization*. Academic Press, 1993. ISBN 9780124219205.
- [38] MORTON, J. *Fruits of warm climates* [online]. USA, 1987 [cit. 2021-03-11]. ISBN 978-0-9610184-1-2. Dostupné z: https://www.hort.purdue.edu/newcrop/morton/mango_ars.html
- [39] MALDONADO-CELIS, Maria Elena, Elhadi M. YAHIA, Ramiro BEDOYA, Patricia LANDÁZURI, Nelsy LOANGO, Johanny AGUILLÓN, Beatriz RESTREPO a Juan Camilo GUERRERO OSPINA. Chemical Composition of Mango (*Mangifera indica* L.) Fruit: Nutritional and Phytochemical Compounds. *Frontiers in Plant Science* [online]. 2019, **10** [cit. 2021-04-15]. ISSN 1664-462X. Dostupné z: doi:10.3389/fpls.2019.01073
- [40] THARANATHAN, R.N., H.M. YASHODA a T.N. PRABHA. Mango (*Mangifera indica* L.), “The King of Fruits”—An Overview. *Food Reviews International* [online]. 2006, **22**(2), 95-123 [cit. 2021-04-15]. ISSN 8755-9129. Dostupné z: doi:10.1080/87559120600574493
- [41] MEDLICOTT, Andrew P. a Anthony K. THOMPSON. Analysis of sugars and organic acids in ripening mango fruits (*Mangifera indica* L. var Keitt) by high performance liquid chromatography. *Journal of the Science of Food and Agriculture* [online]. 1985, **36**(7), 561-566 [cit. 2021-04-28]. ISSN 00225142. Dostupné z: doi:10.1002/jsfa.2740360707

- [42] MAHATTANATAWEE, Kanjana, John A. MANTHEY, Gary LUZIO, Stephen T. TALCOTT, Kevin GOODNER a Elizabeth A. BALDWIN. Total Antioxidant Activity and Fiber Content of Select Florida-Grown Tropical Fruits. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* [online]. 2006, **54**(19), 7355-7363 [cit. 2021-04-16]. ISSN 0021-8561. Dostupné z: doi:10.1021/jf060566s
- [43] BELLO-PÉREZ, Luis A., Francisco J. L. GARCÍA-SUÁREZ a Edith AGAMA-ACEVEDO. Mango Carbohydrates. In: *Global science books* [online]. [cit. 2021-04-28]. Dostupné z: file:///C:/Users/Asus/Downloads/Mango_Carbohydrates.pdf
- [44] JAHURUL, M.H.A., I.S.M. ZAIDUL a K. GHAFOOR. Mango (*Mangifera indica* L.) by products and their valuable components: a review. *Food Chemistry*. 2015, **184**, 173-180. Dostupné z: doi:10.1016/j.foodchem.2015.03.046
- [45] RIBEIRO, Sônia Machado Rocha a Andreas SCHIEBER. Bioactive Compounds in Mango (*Mangifera indica* L.). *Bioactive Foods in Promoting Health* [online]. Elsevier, 2010, s. 507-523 [cit. 2021-04-18]. ISBN 9780123746283. Dostupné z: doi:10.1016/B978-0-12-374628-3.00034-7
- [46] ABDALLA, Ahmed E.M., Saeid M. DARWISH, Eman H.E. AYAD a Reham M. EL-HAMAHMY. Egyptian mango by-product 1. Compositional quality of mango seed kernel. *Food Chemistry* [online]. 2007, **103**(4), 1134-1140 [cit. 2021-04-28]. ISSN 03088146. Dostupné z: doi:10.1016/j.foodchem.2006.10.017
- [47] MATTILA, Pirjo a Jorma KUMPULAINEN. Determination of Free and Total Phenolic Acids in Plant-Derived Foods by HPLC with Diode-Array Detection. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* [online]. 2002, **50**(13), 3660-3667 [cit. 2021-04-16]. ISSN 0021-8561. Dostupné z: doi:10.1021/jf020028p
- [48] ROCHA RIBEIRO, Sônia Machado, José Humberto QUEIROZ, Maria Eliana LOPES RIBEIRO DE QUEIROZ, Flávia Milagres CAMPOS a Helena Maria PINHEIRO SANT'ANA. Antioxidant in Mango (*Mangifera indica* L.) Pulp. *Plant Foods for Human Nutrition* [online]. 2007, **62**(1), 13-17 [cit. 2021-04-28]. ISSN 0921-9668. Dostupné z: doi:10.1007/s11130-006-0035-3

- [49] MERKLE, Sybille, Kim KLEEBERG a Jan FRITSCHKE. Recent Developments and Applications of Solid Phase Microextraction (SPME) in Food and Environmental Analysis—A Review. *Chromatography* [online]. 2015, **2**(3), 293-381 [cit. 2021-05-13]. ISSN 2227-9075. Dostupné z: doi:10.3390/chromatography2030293
- [50] HERNANDEZ, Antonio Santiesteban a Ignacio SALAZAR SANDOVAL. Volatiles of Mango var. Ataulfo Characterized by SPME and Capillary GC/MS Spectroscopy. *Journal of the Mexican Chemical Society* [online]. 2007, **51**(3), 145-147 [cit. 2021-05-15]. ISSN 1870-249X. Dostupné z: doi:https://doi.org/10.29356/jmcs.v51i3.1344
- [51] YAHIA, Elhadi. *Postharvest Biology and Technology of Tropical and Subtropical Fruits*. 1st Edition. Woodhead Publishing, 2011. ISBN 9780857092762.
- [52] AVOCADO VARIETIES: Avocado types and their differences. *California avocados* [online]. [cit. 2021-03-17]. Dostupné z: <https://californiaavocado.com/avocado101/avocado-varieties/>
- [53] How Many Avocado Varieties do you Know?. In: *FINEDINING LOVERS* [online]. [cit. 2021-03-20]. Dostupné z: <https://www.finedininglovers.com/article/how-many-avocado-varieties-do-you-know-here-are-over-50>
- [54] DREHER, Mark L. a Adrienne J. DAVENPORT. Hass Avocado Composition and Potential Health Effects. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* [online]. 2013, **53**(7), 738-750 [cit. 2021-04-23]. ISSN 1040-8398. Dostupné z: doi:10.1080/10408398.2011.556759
- [55] VINHA, A.F., J. MOREIRA a B.V.F. BARREIRA. *Physicochemical parameters, phytochemical composition and antioxidant activity of the algarvian avocado (Persea americana Mill.)*. [online]. 2013, 100-109 s. [cit. 2021-04-23]. ISSN 1916-9752. Dostupné z: https://www.researchgate.net/profile/Joana-Moreira-5/publication/258506365_Physicochemical_Parameters_Phytochemical_Composition_and_Antioxidant_Activity_of_the_Algarvian_Avocado_Persea_american_Mill/links/589db27ea6fdcc5d89e61048/Physicochemical-Parameters-Phytochemical-

Composition-and-Antioxidant-Activity-of-the-Algarvian-Avocado-Persea-americana-Mill.pdf

- [56] MOOZ, Edinéia Dotti, Natália Moreno GAIANO, Marilis Yoshie Hayashi SHIMANO, Rodrigo Dantas AMANCIO a Marta Helena Fillet SPOTO. Physical and chemical characterization of the pulp of different varieties of avocado targeting oil extraction potential. *Food Science and Technology* [online]. 2012, **32**(2), 274-280 [cit. 2021-04-28]. ISSN 1678-457X. Dostupné z: doi:10.1590/S0101-20612012005000055
- [57] DUARTE, Patrícia Fonseca, Marcia Alves CHAVES, Caroline Dellinghausen BORGES a Carla Rosane Barboza MENDONÇA. Avocado: characteristics, health benefits and uses. *Ciência Rural* [online]. 2016, **46**(4), 747-754 [cit. 2021-04-25]. ISSN 0103-8478. Dostupné z: doi:10.1590/0103-8478cr20141516
- [58] VILLA-RODRÍGUEZ, Jose A., F. Javier MOLINA-CORRAL, J. Fernando AYALA-ZAVALA, Guadalupe I. OLIVAS a Gustavo A. GONZÁLEZ-AGUILAR. Effect of maturity stage on the content of fatty acids and antioxidant activity of 'Hass' avocado. *Food Research International* [online]. 2011, **44**(5), 1231-1237 [cit. 2021-04-25]. ISSN 09639969. Dostupné z: doi:10.1016/j.foodres.2010.11.012
- [59] LIU, Xuan, Paul W. ROBINSON a Monica A. MADORE. 'Hass' Avocado Carbohydrate Fluctuations. II. Fruit Growth and Ripening. *Journal of the American Society for Horticultural Science* [online]. **124**(6), 676-681 [cit. 2021-04-28]. Dostupné z: doi:https://doi.org/10.21273/JASHS.124.6.676
- [60] World pineapple production: an overview. *African Journal of Food, Agriculture, Nutrition and Development*. 2016, **16**(4). ISSN 1684-5374.
- [61] SANEWSKI, Garth M., Duane P. BARTHOLOMEW a Robert E. PAULL. *The Pineapple: Botany, Production and Uses* [online]. 2nd Edition. Australia: CABI, 2018 [cit. 2021-03-22]. ISBN 9781786393302. Dostupné z: https://books.google.cz/books?hl=cs&lr=&id=mCKADwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR1&dq=pineapple&ots=xrun3RXRgW&sig=F6vWvSh7tsXH5Y597cw146qkbNc&redir_esc=y#v=onepage&q=pineapple&f=false

- [62] PINEAPPLE – Common Varieties. In: *INTERNATIONAL TROPICAL FRUITS NETWORK* [online]. [cit. 2021-03-22]. Dostupné z: <https://www.itfnet.org/v1/2016/05/pineapple-common-varieties/>
- [63] FEATHERSTONE, Susan. Complete Course in Canning and Related Processes: Processing Procedures for Canned Food Products. *Elsevier* [online]. 2016, **14**(3), 39-40 [cit. 2021-03-22]. Dostupné z: <https://app.knovel.com/hotlink/pdf/id:kt010QIEL7/complete-course-in-canning/pineapple>
- [64] LU, Xin-Hua, De-Quan SUN, Qing-Song WU, Sheng-Hui LIU a Guang-Ming SUN. Physico-Chemical Properties, Antioxidant Activity and Mineral Contents of Pineapple Genotypes Grown in China. *Molecules* [online]. 2014, **19**(6), 8518-8532 [cit. 2021-04-29]. ISSN 1420-3049. Dostupné z: doi:10.3390/molecules19068518
- [65] SUN, Jian, Li LI, Xiangrong YOU, Changbao LI, Ezhen ZHANG, Zhichun LI, Ganlin CHEN a Hongxiang PENG. Phenolics and polysaccharides in major tropical fruits: chemical compositions, analytical methods and bioactivities. *Analytical Methods* [online]. 2011, **3**(10) [cit. 2021-04-29]. ISSN 1759-9660. Dostupné z: doi:10.1039/c1ay05342f
- [66] BARTOLOMÉ, Ana P., Pilar RUPÉREZ a Carmen FÚSTER. Pineapple fruit: morphological characteristics, chemical composition and sensory analysis of red Spanish and Smooth Cayenne cultivars. *Food Chemistry* [online]. 1995, **53**(1), 75-79 [cit. 2021-04-29]. ISSN 03088146. Dostupné z: doi:10.1016/0308-8146(95)95790-D
- [67] HOSSAIN, M.F., S. AKHTAR a Mustafa ANWAR. Nutritional Value and Medicinal Benefits of Pineapple. *International Journal of Nutrition and Food Sciences* [online]. 2015, **4**(1), 84-88 [cit. 2021-04-30]. Dostupné z: doi:10.11648/j.ijnfs.20150401.22
- [68] MOHD ALI, Maimunah, Norhashila HASHIM, Samsuzana ABD AZIZ a Ola LASEKAN. Pineapple (*Ananas comosus*): A comprehensive review of nutritional values, volatile compounds, health benefits, and potential food products. *Food Research International* [online]. 2020, **137** [cit. 2021-04-30]. ISSN 09639969. Dostupné z: doi:10.1016/j.foodres.2020.109675

- [69] HERNÁNDEZ, Yurena, M. Gloria LOBO a Mónica GONZÁLEZ. Determination of vitamin C in tropical fruits: A comparative evaluation of methods. *Food Chemistry* [online]. 2006, **96**(4), 654-664 [cit. 2021-04-30]. ISSN 03088146. Dostupné z: doi:10.1016/j.foodchem.2005.04.012
- [70] Content of bioactive compounds and their contribution to antioxidant capacity during ripening of pineapple (*Ananas comosus* L.) cv Esmeralda. *Journal of Applied Botany and Food Quality* [online]. 2018, **91**, 61-68 [cit. 2021-04-30]. Dostupné z: doi:10.5073/JABFQ.2018.091.009
- [71] FERREIRA, ESTER ALICE, HELOISA ELIAS SIQUEIRA, EDUARDO VALERIO VILAS BOAS, VANESSA STAHL HERMES a ALESSANDRO DE OLIVEIRA RIOS. BIOACTIVE COMPOUNDS AND ANTIOXIDANT ACTIVITY OF PINEAPPLE FRUIT OF DIFFERENT CULTIVARS. *Revista Brasileira de Fruticultura* [online]. 2016, **38**(3) [cit. 2021-04-30]. ISSN 0100-2945. Dostupné z: doi:10.1590/0100-29452016146
- [72] DE LENCASTRE NOVAES, Letícia Celia, Angela Faustino JOZALA, André Moreni LOPES, Valéria DE CARVALHO SANTOS-EBINUMA, Priscila Gava MAZZOLA a Adalberto PESSOA JUNIOR. Stability, purification, and applications of bromelain: A review. *Biotechnology Progress* [online]. 2016, **32**(1), 5-13 [cit. 2021-04-30]. ISSN 87567938. Dostupné z: doi:10.1002/btpr.2190
- [73] Green earth publishing Co. Banana plants - banana trees. *Greenhouse business* [online]. [cit. 2021-03-25]. Dostupné z: <https://www.greenhousebusiness.com/bananainfo.html>
- [74] JONES, D. R. a J. W. DANIELLS. Introduction to banana, abacá and enset. JONES, D. R., ed. *Handbook of diseases of banana, abacá and enset* [online]. Wallingford: CABI, 2019, s. 1-40 [cit. 2021-03-25]. ISBN 9781780647197. Dostupné z: doi:10.1079/9781780647197.0001
- [75] EVANS, Edward a Freddy BALLEEN. *Banana market* [online]. (3) [cit. 2021-03-25]. Dostupné z: <https://journals.flvc.org/edis/article/view/119613/117529>

- [76] MOHAPATRA, Debabandya a Sabyasachi MISHRA. Banana and its by-product utilisation: an overview. *Journal of Scientific and Industrial Research* [online]. 2010, **69**, 323 [cit. 2021-03-25]. ISSN 0975-1084. Dostupné z: <http://nopr.niscair.res.in/bitstream/123456789/8581/1/JSIR%2069%285%29%20323-329.pdf>
- [77] ARVANITTOYANNIS, Ioannis S., Athanassios G. MAVROMATIS, Garyfalia GRAMMATIKAKI-AVGELI a Michaela SAKELLARIOU. Banana: cultivars, biotechnological approaches and genetic transformation. *International Journal of Food Science & Technology* [online]. 2008, **43**(10), 1871-1879 [cit. 2021-05-15]. ISSN 09505423. Dostupné z: doi:10.1111/j.1365-2621.2008.01766.x
- [78] PIZZI, GIULIANA. *Red Banana: the Curious and Colourful Superfood* [online]. In: . [cit. 2021-05-15]. Dostupné z: <https://www.finedininglovers.com/article/red-banana-curious-and-colourful-superfood>
- [79] AQUINO, CÉSAR FERNANDES, LUIZ CARLOS CHAMHUM SALOMÃO, SÔNIA MACHADO ROCHA RIBEIRO, DALMO LOPES DE SIQUEIRA a PAULO ROBERTO CECON. CARBOHYDRATES, PHENOLIC COMPOUNDS AND ANTIOXIDANT ACTIVITY IN PULP AND PEEL OF 15 BANANA CULTIVARS. *Revista Brasileira de Fruticultura* [online]. 2016, **38**(4) [cit. 2021-05-02]. ISSN 0100-2945. Dostupné z: doi:10.1590/0100-29452016090
- [80] PAREEK, Sunil. Nutritional and Biochemical Composition of Banana (*Musa* spp.) Cultivars. *Nutritional Composition of Fruit Cultivars* [online]. Elsevier, 2016, 49-81 [cit. 2021-05-02]. ISBN 9780124081178. Dostupné z: doi:10.1016/B978-0-12-408117-8.00003-9
- [81] PRABHA, T.N a N BHAGYALAKSHMI. Carbohydrate metabolism in ripening banana fruit. *Phytochemistry* [online]. 1998, **48**(6), 915-919 [cit. 2021-05-02]. ISSN 00319422. Dostupné z: doi:10.1016/S0031-9422(97)00931-X
- [82] HAPPI EMAGA, Thomas, Rado Herinavalona ANDRIANAIVO, Bernard WATHELET, Jean Tchango TCHANGO a Michel PAQUOT. Effects of the stage of maturation and varieties on the chemical composition of banana and plantain peels.

- Food Chemistry* [online]. 2007, **103**(2), 590-600 [cit. 2021-05-02]. ISSN 03088146. Dostupné z: doi:10.1016/j.foodchem.2006.09.006
- [83] VILELA, Carla, Sónia A.O. SANTOS, Juan J. VILLAVERDE, Lúcia OLIVEIRA, Alberto NUNES, Nereida CORDEIRO, Carmen S.R. FREIRE a Armando J.D. SILVESTRE. Lipophilic phytochemicals from banana fruits of several *Musa* species. *Food Chemistry* [online]. 2014, **162**, 247-252 [cit. 2021-05-03]. ISSN 03088146. Dostupné z: doi:10.1016/j.foodchem.2014.04.050
- [84] QAMAR, Sadia a Azizuddin SHAIKH. Therapeutic potentials and compositional changes of valuable compounds from banana- A review. *Trends in Food Science & Technology* [online]. 2018, **79**, 1-9 [cit. 2021-05-03]. ISSN 09242244. Dostupné z: doi:10.1016/j.tifs.2018.06.016
- [85] ASHOKKUMAR, K, S ELAYABALAN, VG SHOBANA, Psiva KUMAR a M PANDIYAN. Nutritional value of banana (*Musa* spp.) cultivars and its future prospects: A review. *Current Advances in Agricultural Sciences(An International Journal)* [online]. 2018, **10**(2) [cit. 2021-05-04]. ISSN 0975-2315. Dostupné z: doi:10.5958/2394-4471.2018.00013.8
- [86] *An Overview on Phytochemical Composition of Banana (Musa spp.)* [online]. 2017, [cit. 2021-05-05]. ISSN 0976 – 0997. Dostupné z: https://www.biotechashok.com/uploads/2/0/6/5/20652974/phytochemical_composition_of_banana.pdf
- [87] SIDHU, Jiwan S a Tasleem A ZAFAR. Bioactive compounds in banana fruits and their health benefits. *Food Quality and Safety* [online]. 2018, **2**(4), 183-188 [cit. 2021-05-06]. ISSN 2399-1399. Dostupné z: doi:10.1093/fqsafe/fyy019
- [88] VERMEIR, S., M.L.A.T.M. HERTOOG, K. VANKERSCHAUVER, R. SWENNEN, B.M. NICOLAÏ a J. LAMMERTYN. Instrumental based flavour characterisation of banana fruit. *LWT - Food Science and Technology* [online]. 2009, **42**(10), 1647-1653 [cit. 2021-05-06]. ISSN 00236438. Dostupné z: doi:10.1016/j.lwt.2009.05.024
- [89] SHINDE, Ashok, Jayashree GANU a Pankaja NAIK. Effect of Free Radicals & Antioxidants on Oxidative Stress: A Review. *Journal of Dental and Allied Sciences*

- [online]. 2012, **1**(2) [cit. 2021-05-06]. ISSN 2277-4696. Dostupné z: doi:10.4103/2277-4696.159144
- [90] LV, Xinmiao, Siyu ZHAO, Zhangchi NING et al. Citrus fruits as a treasure trove of active natural metabolites that potentially provide benefits for human health. *Chemistry Central Journal* [online]. 2015, **9**(1) [cit. 2021-05-06]. ISSN 1752-153X. Dostupné z: doi:10.1186/s13065-015-0145-9
- [91] SREEKUMAR, Sreeja, Hima SITHUL, Parvathy MURALEEDHARAN, Juberiya Mohammed AZEEZ a Sreeja SREEHARSHAN. Pomegranate Fruit as a Rich Source of Biologically Active Compounds. *BioMed Research International* [online]. 2014, **2014**, 1-12 [cit. 2021-04-14]. ISSN 2314-6133. Dostupné z: doi:10.1155/2014/686921
- [92] SHAYGANNIA, Erfaneh, Mahmoud BAHMANI, Behnam ZAMANZAD a Mahmoud RAFIEIAN-KOPAEI. A Review Study on Punica granatum L. *Journal of Evidence-Based Complementary & Alternative Medicine* [online]. 2016, **21**(3), 221-227 [cit. 2021-05-15]. ISSN 2156-5872. Dostupné z: doi:10.1177/2156587215598039
- [93] RYMBAI, H., M. SRIVASTAV, R. R. SHARMA, C. R. PATEL a A. K. SINGH. Bio-active compounds in mango (*Mangifera indica* L.) and their roles in human health and plant defence – a review. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology* [online]. 2015, **88**(4), 369-379 [cit. 2021-04-22]. ISSN 1462-0316. Dostupné z: doi:10.1080/14620316.2013.11512978
- [94] MASIBO, Martin a Qian HE. Major Mango Polyphenols and Their Potential Significance to Human Health. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* [online]. 2008, **7**(4), 309-319 [cit. 2021-04-22]. ISSN 15414337. Dostupné z: doi:10.1111/j.1541-4337.2008.00047.x
- [95] LAURICELLA, Marianna, Sonia EMANUELE, Giuseppe CALVARUSO, Michela GIULIANO a Antonella D'ANNEO. Multifaceted Health Benefits of *Mangifera indica* L. (Mango): The Inestimable Value of Orchards Recently Planted in Sicilian Rural Areas. *Nutrients* [online]. 2017, **9**(5) [cit. 2021-04-22]. ISSN 2072-6643. Dostupné z: doi:10.3390/nu9050525

- [96] Health Benefits of Avocado as a Nutraceutical. CHERNOPOLSKI, Plamen Milchev a Nelya Lukpanovna SHAPEKOVA. *Advances in Health Sciences Research* [online]. ST. KLIMENT OHRIDSKI UNIVERSITY PRESS, 2020, s. 356-363 [cit. 2021-05-08]. ISBN 978-954-07-5049-1. Dostupné z: https://www.researchgate.net/profile/Nazan-Turan/publication/343416677_Practice-Based_Ethics_in_Nursing/links/5fcd2718a6fdcc697be86220/Practice-Based-Ethics-in-Nursing.pdf#page=356
- [97] ORANGE Harwoods Late (Valencia). In: *Waimea nurseries* [online]. [cit. 2021-06-24]. Dostupné z: <https://www.waimeanurseries.co.nz/our-products/fruit-trees/citrus/orange-harwoods-late/>
- [98] Sicilian blood oranges. In: *Visit sicily* [online]. [cit. 2021-06-24]. Dostupné z: <https://www.visitsicily.info/en/sicilian-blood-oranges/>
- [99] The orange fruit and its products. In: *Orange book* [online]. [cit. 2021-06-24]. Dostupné z: <https://orangebook.tetrapak.com/chapter/orange-fruit-and-its-products>
- [100] HD wallpaper: Fruits, Pomegranate. In: *Wallpaper flare* [online]. [cit. 2021-06-24]. Dostupné z: <https://www.wallpaperflare.com/fruits-pomegranate-wallpaper-tybpf>
- [101] Dulce y nutritivo: conoce algunos de los beneficios de consumir mango. In: *Perú* [online]. [cit. 2021-06-24]. Dostupné z: <https://peru.info/es-pe/gastronomia/noticias/2/13/dulce-y-nutritivo--conoce-algunos-de-los-beneficios-de-consumir-mango>
- [102] DIFFERENZA TRA AVOCADO FUERTE E AVOCADO HASS. In: *InNaturale* [online]. [cit. 2021-06-24]. Dostupné z: <https://www.innaturale.com/differenza-tra-avocado-fuerte-e-avocado-hass/>
- [103] *Avokádo jako perfektní potravina dneška aneb bible avokád nejen pro jejich milovníky* [online]. In: . [cit. 2021-06-24]. Dostupné z: <https://titbit.cz/clanky/avokado-jako-perfektni-potravina-dneska-aneb-bible-avokad-nejen-pro-jejich-milovniky/>
- [104] GC6042 D-Mannoheptulose. In: *Glentham Life Sciences* [online]. [cit. 2021-06-24]. Dostupné z: <https://www.glentham.com/en/products/product/GC6042/>

- [105] In: *AKADEMON* [online]. [cit. 2021-06-24]. Dostupné z: <https://www.akademon.cz/2020/11/budeme-po-kakau-bystrejsi/>
- [106] In: *Researchgate* [online]. [cit. 2021-06-24]. Dostupné z: https://www.researchgate.net/figure/Structures-of-cholesterol-a-and-b-sitosterol-b_fig1_47556681
- [107] KEWLEY, Debra. In: *Pixels* [online]. [cit. 2021-06-24]. Dostupné z: <https://pixels.com/featured/baby-pineapple-debra-kewley.html>
- [108] In: *Researchgate* [online]. [cit. 2021-06-24]. Dostupné z: https://www.researchgate.net/figure/Chemical-structure-of-bromelain-found-in-pineapple-juice_fig1_298815490
- [109] Dwarf Cavendish Banana Tree. In: *Brighter blooms* [online]. [cit. 2021-06-24]. Dostupné z: <https://www.brighterblooms.com/products/dwarf-cavendish-banana-tree>
- [110] 6 Red Banana Health Benefits You Wouldn't Know About. In: *NDTV food* [online]. [cit. 2021-06-24]. Dostupné z: <https://food.ndtv.com/food-drinks/6-red-banana-health-benefits-you-wouldnt-know-about-1715217>
- [111] Chemical structure of mangiferin. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001 [cit. 2021-06-25]. Dostupné z: <https://en.wikipedia.org/wiki/Mangiferin#/media/File:Mangiferin.svg>