

Veterinární a farmaceutická univerzita Brno

Fakulta veterinární hygieny a ekologie

**Vliv skladování na texturní a chemické vlastnosti u vybraných
druhů ovoce**

Bakalářská práce

Autor práce
Aneta Hollerová

Vedoucí práce
Ing. Martin Král, PhD.

Brno 2017

PROHLÁŠENÍ STUDENTA

Prohlašuji, že jsem předkládanou bakalářskou práci vypracovala zcela samostatně pod vedením vedoucího práce a veškeré podkladové materiály, z nichž jsem vycházela, uvádím v seznamu literatury.

V Brně dne 29.3.2017

Podpis studenta:

PODĚKOVÁNÍ

Ráda bych poděkovala Ing. Martinovi Královi, PhD., vedoucímu bakalářské práce, za odborné vedení, cenné rady a připomínky, které mi poskytl v průběhu zpracování bakalářské práce. Dále děkuji Bc. Michaele Podloucké za pomoc při laboratorních analýzách.

OBSAH

| | |
|--|----|
| 1 ÚVOD..... | 6 |
| 2 LITERÁRNÍ PŘEHLED | 7 |
| 2.1 Chemické složení ovoce | 7 |
| 2.1.1 Sacharidy a vláknina | 7 |
| 2.1.2 Pektinové látky | 8 |
| 2.1.3 Voda..... | 8 |
| 2.1.4 Tuky | 9 |
| 2.1.5 Glykosidy..... | 9 |
| 2.1.6 Organické kyseliny | 10 |
| 2.1.7 Dusíkaté látky | 10 |
| 2.1.8 Třísloviny..... | 10 |
| 2.1.9 Rostlinná barviva | 11 |
| 2.1.10 Těkavé aromatické látky..... | 12 |
| 2.1.11 Vitaminy a minerály | 12 |
| 2.2 Zralost a posklizňové změny u vybraných druhů ovoce..... | 17 |
| 2.2.1 Stanovení stupně zralosti | 18 |
| 2.2.2 Změny během skladování ovoce..... | 18 |
| 2.3 Skladování | 19 |
| 2.3.1 Metody a technologie..... | 19 |
| 2.3.2 Teplota | 20 |
| 2.3.3 Složení atmosféry | 21 |
| 2.3.4 Relativní vlhkost..... | 22 |
| 3 MATERIÁL A METODIKA..... | 23 |
| 3.1 Materiál..... | 23 |
| 3.2 Metodika | 23 |
| 3.2.1 Analýza texturního profilu..... | 23 |
| 3.2.2 Stanovení celkového obsahu kyselin | 24 |
| 3.2.3 Stanovení obsahu polyfenolů..... | 25 |
| 3.2.4 Statistická analýza..... | 27 |
| 4 VÝSLEDY A DISKUZE..... | 28 |
| 4.1 Analýza texturního profilu..... | 28 |
| 4.1.1 Bioyield Point | 28 |

| | |
|---------------------------------------|----|
| 4.1.2 Pevnost..... | 31 |
| 4.2 Výsledky chemické analýzy | 33 |
| 4.2.1 Celkový obsah kyselin | 33 |
| 4.2.2 Celkový obsah polyfenolů | 36 |
| 5 ZÁVĚR | 40 |
| 6 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY | 41 |
| 7 ABSTRAKT | 44 |
| 8 ABSTRACT..... | 46 |
| 9 SEZNAM TABULEK OBRÁZKŮ A GRAFŮ..... | 48 |

1 ÚVOD

Ovoce tvoří jednu z nejdůležitějších složek lidské stravy. Nejen z pohledu vysokého obsahu cukrů a vlákniny, ale především je ceněno pro svůj široký obsah vitaminů a minerálních látek. Jedním z nejdůležitějších kroků při pěstování a zpracování ovoce je skladování. Při nesprávném skladování může docházet k ovlivnění obsahu právě zmíněných nutričních látek a sensorických vlastností důležitých především pro zákazníka a dále k hmotnostním a ekonomickým ztrátám pro pěstitele. Optimální zralost je hlavním předpokladem pro správné skladování, kdy předčasná nebo pozdní sklizeň může kvalitu plodů negativně ovlivnit. Zralost můžeme hodnotit chemickými nebo sensorickými metodami, přičemž je výsledkem několika fyziologických pochodů v plodu.

Další riziko představuje transport, zejména lodní, při kterém je ovoce dlouhodobě vystaveno nevhodným faktorům, jako jsou např. vysoká teplota nebo vlhkost a může docházet k poškození z přehřátí a dalším negativním degradacím.

A posledním, ale neméně důležitým krokem je správné pěstování daného druhu a odrůdy ovoce. Podstatné je zvolení správných klimatických podmínek, nadmořské výšky a kvalitní půdy vyhovující dané ovocné rostlině.

Cílem této bakalářské práce bylo nastudování hlavních chemických parametrů ovoce z českých i zahraničních literárních zdrojů, stanovení texturních (tvrdost, pevnost) a chemických vlastností (obsah celkových kyselin, obsah polyfenolů) v různých skladovacích podmínkách (pokojová teplota, chladicí komora), vyhodnocení a porovnání jejich hodnot.

2 LITERÁRNÍ PŘEHLED

2.1 Chemické složení ovoce

2.1.1 Sacharidy a vláknina

Sacharidy jsou chemické sloučeniny složené z elementárního uhlíku, vodíku a kyslíku v typickém molekulárním vztahu. Jsou to ty složky stravy, které nejrychleji uvolňují energii a jsou přednostně využívány jako tělní palivo, čerpané při vysoko intenzivní zátěži a jediné palivo pro správný chod mozku, centrální nervové soustavy a červených krvinek (Turley and Thompson, 2013). Dále sacharidy tvoří stavební jednotky polysacharidů a jsou biologicky aktivními látkami. Dle chemického složení je můžeme dělit na monosacharidy (např. glukóza, fruktóza, galaktóza), disacharidy (např. sacharóza, maltóza, laktóza), oligosacharidy (např. rafinóza, stachyóza) a polysacharidy (např. škrob, celulóza, hemicelulózy). V ovoci se nejčastěji vyskytujícími cukry jsou d-glukóza a d-fruktóza, sacharóza může v některých druzích chybět. Celulóza a hemicelulózy jsou zástupci ovocných polysacharidů (Komprda, 2003). Zastoupení cukrů může také indikovat konzumní zralost plodů, kdy hlavním rysem zrání je zvýšení obsahu jednodušších cukrů jako glukózy, sacharózy a fruktózy. V průběhu zrání totiž dochází k přeměně škrobů na zmíněné jednoduché cukry (McGlone, 1998).

V ovoci od 0,5 % (citróny) do 25 % (bobule révy vinné) cukru, toto množství kolísá nejen v plodech různých druhů a odrůd, jak je tomu například u jablek (5-24 % cukru), ale i v plodech stejné odrůdy získaných z odlišných klimatických a půdních podmínek. V jádrovém ovoci převládá fruktóza. Zejména jablka obsahují výhodný poměr uvedených cukrů – glukóza 2,50 - 5,55 %, fruktóza 6,46 - 11,84 %, sacharóza 1,52 - 5,31 %. Z tropických druhů ovoce, obsahují největší množství cukru banány (až 22,40 %) bohaté zejména na sacharózu, dále ananasy, a také pomeranče a citrusy (Cerevitinov, 1952).

Vláknina je neškrobový polysacharid, jenž váže vodu, vyvolává pocit sytosti, snižuje hladinu sérového cholesterolu nebo podporuje vysokou tvorbu bakteriální biomasy, působí jako preventivní opatření proti rakovině tlustého střeva a konečníku a kardiovaskulárním chorobám. Dělíme ji na rozpustnou a nerozpustnou, kdy v ovoci jsou přítomné obě formy. Nerozpustnou vlákninu tvoří zejména celulóza (v ovoci 1–2 %).

63 % obsahu vlákniny v ovoci tvoří rozpustná vláknina, do které zařazujeme hemicelulózy, β -glukany a pektiny (Komprda, 2003).

Hemicelulózy jsou rozpustné za chladu ve slabém roztoku NaOH (10 %) a lehce se hydrolyzují slabými roztoky kyselin, na rozdíl od celulózy, která se ve stejné situaci nemění. Produkty hydrolyzy hemicelulózy můžeme rozdělit na pentosany a hexosany (Cerevitinov, 1952).

2.1.2 Pektinové látky

Pektinové látky řadíme mezi necelulózové polysacharidy, jsou tvořeny nejčastěji jednotkami galakturonové kyseliny. Z fyziologického hlediska jsou tyto látky významnou složkou potravní vlákniny, ovlivňují pozitivně metabolismus glukózy a snižují hladinu sérového cholesterolu (Komprda, 2003). Dále urychlují střevní peristaltiku, příznivě působí na složení střevní mikroflóry, kde zabraňují tvorbě hnilobných bakterií a vychytávají z těla těžké kovy jako např. olovo a jeho soli nebo měď (Rumíšková, 2002).

Pektin je rozpustný a v ovoci se objevuje v průběhu zrání. Vzniká z pektózy, která je nerozpustná a způsobuje tvrdost nezralých plodů, její obsah se snižuje v přezrálých plodech a v nahnilém ovoci již není vůbec. Pektóza se dále nachází v buněčných stěnách, zatímco pektin je obsažen v buněčné šťávě. Působením enzymu pektázy, který je obsažen v rostlinných šťávách, se pektin sráží a mění se v rosol. Nejvíce pektinu obsahuje černý rybíz (1,52 %), dále plané hrušky (1,38 %) a moštová jablka (1,29 %) (Cerevitinov, 1952). Pektinové látky, zejména kyselina galaturonová, jsou zodpovědné za měknutí ovoce při skladování. Při zvýšení obsahu kyseliny galakturonové dochází ke zmoučnění, zatímco pevnost je se zvyšujícím se obsahem v negativní korelaci (Billy, 2008).

2.1.3 Voda

Voda je jedním z nejdůležitějších složek všech organismů. Množství vody v ovoci se pohybuje od 70–90 %, zbylou část tvoří sušina, která se skládá ze sacharidů, lipidů, dusíkatých a minerálních látek. Nejvíce vody obsahuje ovoce dužnaté, opakem je ovoce skořápkové, které je ve zralém stavu tvořeno pouze 4–8 % vodou (Hrabě, 2000). Hlavní funkcí vody v rostlinách je především tvorba prostředí pro životní pochody, je rozpouštědlem pro látky nebo slouží k vyrovnání teplotních rozdílů (Davídek, 1983).

V poživatinách se může nacházet ve volné a vázané formě. Volnou vodou rozumíme vodu, která je ve šťávě buněk ovoce, obsahující látky v ní rozpuštěné (cukr, kyseliny apod.). Voda vázaná na koloidy, vytváří okolo nich neoddělitelný obal. Vázaná voda se od vody volné liší větší hustotou, nižším specifickým teplem, nezamrzá ani při teplotě $-75\text{ }^{\circ}\text{C}$, není rozpouštědlem pro látky, které se ve volné vodě snadno rozpouštějí a vysušováním se odstraňuje mnohem hůře než voda volná. Ovoce obsahuje zřetelně více vody volné, například v celkový obsah vody v jablku je 88,7 %, z toho je 64,6 % vody volné a jen 24,1 % vody vázané (Cerevitinov, 1952). Celkový obsah vody má značný vliv na kvalitu a údržnost ovoce, čím více vody ovoce obsahuje, tím rychleji podléhá zkáze (Rumíšková, 2002).

2.1.4 Tuky

Tuky jsou po chemické stránce triacylglyceroly, řadíme je do skupiny lipidů, které jsou složeny z uhlíku, vodíku a kyslíku, které mají po dietetické stránce nejvyšší obsah energie, ze všech ostatních složek lidské stravy (Turley and Thompson, 2013). Obsahují vyšší mastné kyseliny, dle kterých můžeme tuky dělit nasycené, mononenasycené a polynenasycené.

Mezi nejčastější zástupce nasycených mastných kyselin patří kyselina palmitová nebo kyselina stearová. Kyselina olejová je zástupcem mononenasycených mastných kyselin a např. kyseliny linolová nebo α -linolenová řadíme mezi polynenasycené, esenciální mastné kyseliny (Komprda, 2003). Vosk nacházející se na povrchu slupky ovocných plodů řadíme také do skupiny lipidů (Hrabě, 2007).

2.1.5 Glykosidy

Podle Vystrčila (1955) jsou glykosidy početnou skupinou látek přirozeného původu s poměrně snadnou štěpitelností na dvě části, a to vždy sacharid a jinou organickou sloučeninu tzv. aglykon. Glykosidy můžeme dělit z pohledu počtu členů ve vzniklém heterocyklickém uspořádání na furanosidy s pětičlenným kyslíkatým heterocyklem a na pyranosidy mající šestičlenný kyslíkatý heterocyklus. Nebo můžeme použít rozdělení založené na strukturách jejich aglykonů, např. glykosidy alkoholů, anthokyany, saponiny. Anthokyany se vyskytují téměř ve všech druzích ovoce, jejich výskyt je omezen na vrchní vrstvy buněk, pouze výjimečně se vyskytují v celé dužině (Hrabě, 2003).

2.1.6 Organické kyseliny

Nejrozšířenějšími organickými kyselinami v ovoci jsou: kyselina jablečná, vinná a citrónová, které se také nazývají kyselinami ovocnými. V některých druzích se mohou také vyskytovat v nepatrném množství kyseliny jako šťavelová, jantarová, salicylová, benzoová a mravenčí (Cerevitinov, 1952). Organické kyseliny určují pH ovoce, to se obvykle pohybuje v rozmezí 3,0 - 4,0. Po sklizení ovoce se začínají odbourávat a jejich poměr se v plodech mění (Hrabě, 2000).

Jablečná kyselina se vyskytuje ve všech druzích ovoce kromě citrusových plodů a klikvy. Převládá v jablkách a všeobecně v jadrném ovoci.

Citrónová kyselina se vyskytuje společně s jablečnou v různých druzích ovoce, ale převládá v ovoci bobulovém (hl. rybíz, angrešt, maliny). Dále kyselinu citrónovou obsahují citrusové plody, zejména citróny (6-8 %), z jejichž šťávy se také kyselina získává.

Kyselina vinná se vyskytuje ve čtyřech isomerech, z toho dva nacházíme v ovoci, a to pravotočivou kyselinu vinnou a kyselinu hroznovou. Pravotočivá forma se vyskytuje především v hroznech, kde ji doprovází hroznová forma a kyselina jablečná.

Kyselina šťavelová v ovoci nebyla samostatně nikdy zjištěna, vyskytuje se v něm ale jako šťavelan draselný a šťavelan vápenatý. Největší množství kyseliny šťavelové obsahují borůvky (0,06 %), maliny (0,05 %) a černý rybíz (0,03 %) (Cerevitinov, 1952).

2.1.7 Dusíkaté látky

Dusíkaté látky v rostlinách mohou být velmi odlišné. Množství dusíkatých látek v ovoci se pohybuje od 0,2 - 1 %. Řadíme mezi ně aminokyseliny, peptidy a bílkoviny. Ovoce obsahuje skoro všechny známé aminokyseliny (Velíšek, 1999). Aminokyseliny a amidy aminokyselin (asparagin, glutamin) jsou výsledky hydrolytického rozpadu bílkovin a jsou ve všech rostlinách. Hlavními zástupci aminokyselin v ovoci je leucin, kyselina asparagová, kyselina glutaminová aj. Mimo to se mnoho dusíkatých látek vyskytuje v rostlinách ve formě glukosidů (např. solanin, amygdalin), solí amoniaku a kyseliny dusičné (Cerevitinov, 1952).

2.1.8 Třísloviny

Třísloviny jsou deriváty fenolů, nejčastěji vázané s cukry na složité estery (Davídek, 1983). Tříslovin je v rostlinách velké množství a mohou se vyskytovat v kůře,

ve dřevě, v listech, v plodech nebo v kořenech. Třísloviny mají silně stahující trpkou chuť a mají v ovoci značný chuťový význam. Při rozlomení nebo rozříznutí plodu na vzduchu ale také způsobují jeho rychlé ztmavnutí. Jejich množství je důležité pro zjišťování vhodnosti ovocných odrůd k zpracování, např. ve sklepním hospodářství třísloviny pomáhají k lepšímu čiření vína a zvyšují jeho trvanlivost při skladování (Cerevitinov, 1952). Chemicky je můžeme dělit na hydrolyzovatelné a kondenzovatelné.

1. Hydrolyzovatelné třísloviny mají charakter esteru a jsou štěpeny zředěnými minerálními kyselinami.

2. Kondensované třísloviny charakter esteru nemají, po zahřátí tvoří s minerálními kyselinami tmavohnědé nerozpustné sloučeniny (Davídek, 1983).

2.1.9 Rostlinná barviva

Barviva jsou sloučeniny produkované rostlinnými buňkami. Dělíme je dle chemického složení, funkce nebo vlastní barvy (Salaš, 1973).

- Červená a modrá barviva ovoce – anthokyany

Tyto barviva byla izolována z brusinek, borůvek, bobulí révy vinné a také z různých květů. Anthokyany jsou rozpuštěny v buněčné šťávě slupky (slíva, vinná réva) nebo slupky a dřeně (malina, borůvka). Glykosidy tvoří s kyselinami snadno krystalizující soli a při zahřívání s kyselinami se rozkládají na cukernou složku a barvivo anthokyanidin. Do skupiny těchto ovocných barviv můžeme řadit cyanidin ve višních, borůvkách a brusinkách, dále v brusinkách idein, v bobulích révy vinné oenin, v borůvkách mirtilin a ve višních keracyanin.

- Zelená barviva

Některé ovoce a zelenina mají zelenou barvu způsobovanou chlorofylem, který je obsažen hlavně v listech ve formě chlorofylových zrn. Chlorofyl, který je využíván k barvení potravin se vyrábí zejména z listů špenátu a kopřivy, které ho obsahují zvláště mnoho (Cerevitinov, 1952). Chlorofyl řadíme do dusíkatých barviv. Je složený z chlorofylu *a* a chlorofylu *b*. Je nezbytný při procesu fotosyntézy, kdy využívá sluneční energii k syntéze sacharidů z vody a oxidu uhličitého (Kubišta, 1993).

- Žlutá barviva – karotenoidy

Karotenoidy obsahují červené a žluté pigmenty a neobsahují dusík (Davídek, 1991). V rostlinách jsou asociovány s chlorofyly v chloroplastech, resp. chromoplastech. V ovoci jednoho druhu se obvykle nachází více druhů karotenoidů.

Vzácněji se jako hlavní pigment vyskytuje β – karoten (meruňky, mango). Karotenoidy dělíme na uhlovodíky zvané karoteny a kyslíkaté sloučeniny xantofyly (Velíšek, 2009).

2.1.10 Těkavé aromatické látky

Těkavé aromatické látky přispívají k chutnosti plodů. Jedná se o komplikovanou směs sloučenin jako např. alkoholy, aldehydy, terpeny, estery a další. Jejich chuť a vůně jsou tak intenzivní, že jsou rozeznatelné již při velmi nízkých koncentracích (Hrabě, 2006).

2.1.11 Vitaminy a minerály

Vitaminy jsou organické nízkomolekulární látky syntetizované autotrofními organismy. Heterotrofní organismy je syntetizují jen v omezené míře a získávají je buď potravou, nebo prostřednictvím střevní mikroflóry (Velíšek, 2009). Vitaminy jsou v ovocných druzích zastoupeny velmi odlišně a jejich obsah je závislý na mnoha činitelích (Davídek, 2006). Vitaminy jsou nezbytné pro látkovou přeměnu a regulaci metabolismu člověka, mají funkci katalyzátorů biochemických reakcí, a proto bývají označovány jako exogenní esenciální biokatalyzátory. Nejběžnějším hlediskem třídění vitamínu je jejich rozpustnost ve vodě (v polárním prostředí) či v tuku (v nepolárním prostředí).

Vitaminy rozpustné ve vodě (hydrofilní) zahrnují tzv. vitaminy skupiny B neboli vitaminy B – komplexu a vitamin C. Vitaminy rozpustné v tucích (hydrofobní) jsou vitaminy A, D, E a K.

Funkce hydrofilních vitaminů spočívá v katalytickém účinku, neboť se vesměs uplatňují jako kofaktory různých enzymů. Hydrofobní vitaminy mají odlišné funkce, např. antioxidační účinek.

Významnými zdroji vitaminů jsou základní potraviny jako maso, mléko, vejce, chléb, ovoce a zelenina. U potravin rostlinného původu je obsah ovlivněn zejména stupněm zralosti, klimatickými podmínkami během růstu, hlavně přísunem srážek a hnojením, dále posklizňovým skladováním a zpracováním (Velíšek, 2009)

- Vitaminy rozpustné v tucích

Vitamin A (retinol) se vyskytuje buď jako vitamin A, nebo ve formě prekurzorů, ze kterých se vitamin A tvoří v lidském těle. Řadíme ho mezi rizikové vitaminy, neboť jeho předávkování může vyvolat vážné zdravotní problémy. Vyskytuje se především v játrech, vaječném žloutku a másle, v rostlinách se objevuje ve formě

karotenů, nejběžněji jako β -karoten. Účinnost vitamínu A klesá v přítomnosti kyslíku (Rumíšková, 2002). Jeho hlavní funkcí je údržba epitelálních buněk, které obklopují povrch kůže, očí nebo trávicího traktu. Vitamin A je dále nezbytný pro správný vývoj, reprodukci, genetickou expresi a imunitní systém (Turley and Thompson, 2013).

Vitamin D (kalciferol) je složitou látkou. Jde o komplex sloučenin zařazovaných do kalciferolů působících proti křivici, která se projevuje deformací kostí. Pro lidský organismus mají největší význam vitaminy D_2 (ergokalciferol) a D_3 (cholecalciferol) vznikající v pokožce působením slunečního záření z cholesterolu, čímž je hrazeno asi 80 % potřeby vitamínu D a zbylých 20 % pochází z potravy (Rumíšková, 2002). Jeho hlavní funkcí je zvyšování absorpce vápníku z tenkého střeva, regulace vápníku a fosforu v krvi a dále podporuje zrání buněk a jejich specializaci. Nejdůležitějšími zdroji vitamínu D je rybí tuk, játra, margaríny nebo máslo (Turley and Thompson, 2013).

Vitamin E (tokoferol) je z hlediska biochemické funkce nevýznamnější lipofilní antioxidant chránící nenasycené tuku před poškozením volnými radikály. V České republice jsou nedostatečným příjmem ohroženy především starší osoby v důsledku malabsorpce tuku. Nejvydatnějším zdrojem jsou rostlinné oleje, pšeničné klíčky nebo sójový olej, dále máslo, ryby a ovoce (Komprda, 2003).

Vitamin K (menadion) bývá často nazýván jako protikrvácivý, neboť je nezbytný pro správnou srážlivost krve. Tento vitamin tvoří skupina různě substituovaných chinonů, ze kterých má největší význam K_1 – fytylmenachinon, K_2 – farnochinon a K_3 – syntetický menadion. Vyskytují se v listové zelenině jako je hlávkový salát, růžičková kapusta, špenát nebo také v rajčatech a vitamin K_2 je tvořen mikroflórou v tlustém střevě. Vitamin K je citlivý vůči záření, a to především ultrafialovému, je citlivý na vzdušný kyslík a alkalické prostředí. Z 50 % je zajišťován potravou, zbytek poté mikroorganismy v tlustém střevě (Rumíšková, 2002).

- Vitaminy rozpustné ve vodě

B_1 (thiamin) je nejméně stálý ze všech vitamínů skupiny B a slouží proto také jako indikátor šetrné úpravy potravin. Jeho ztráty při tepelné úpravě jsou 25–70 %. Absorpce je ovlivněna zejména formou a množstvím doprovodných látek, zdravotním stavem a stupněm saturace organismu vitamínem. Hlavním zdrojem thiaminu je vepřové maso, celozrnné potraviny, ovoce a zelenina (Komprda, 2003).

B_2 (riboflavin) je součástí dvou koenzymů, a to flavinmononukleotidu (FMN) a flavinadeninukleotidu (FAD) a má specifickou úlohu při metabolismu

mastných kyselin. Dobrymi zdroji riboflavinu jsou mléčné výrobky, fortifikované cereálie nebo játra (Turley and Thompson, 2013). Z ovoce je významné množství tohoto vitamínu v banánech (0,04-0,07 mg.100 g⁻¹) (Hapsari, 2016).

B₃ se také označuje jako vitamin PP a vyskytuje se ve dvou formách, jako kyselina nikotinová (niacin), jenž je považován za provitamin a jako amid kyseliny nikotinové (niacinamid) považovaný za vlastní vitamin. Obě formy mají stejný fyziologický účinek. Niacinamid je součástí NAD a NADP, které působí jako přenašeče vodíku. Zapojuje se do mechanismů regulace krevního tlaku a do vývoje pohlavních orgánů. Vitamin *B₃* se vyskytuje především v játrech, rybách a vejcích, z rostlinných zdrojů jsou významné pšeničné klíčky, hrách a rýže (Rumíšková, 2002).

B₅ (*kyselina pantotenová*) je esenciálním komponentem koenzymu A. Koenzym A se podílí na široké škále metabolických drah, např. mastných kyselin, cholesterolu, steroidních hormonů, vitaminů A, D a aminokyselin. Výskyt kyseliny pantotenové v potravinách je velmi rozšířený. Nachází se zejména v živočišných produktech s vysokým obsahem bílkovin, v droždí, v luštěninách a obilných zrnech (Turley and Thompson, 2013).

B₆ má šest forem, majících v lidském těle biologickou aktivitu, a to pyridoxin (PN), pyridoxal (PL), pyridoxamin (PM) a respektive jejich 5'fosfáty pyridoxin fosfát (PNP), pyridoxal fosfát (PLP), pyridoxamin fosfát (PMP). Hlavní funkce vitamínu *B₆* jako koenzymu je v metabolismu aminokyselin, glykogenu a některých lipidů a umožňuje přeměnu niacinu z tryptofanu. PLP a PMP formy se vyskytují především v živočišných produktech (maso, ryby), kdežto PN a PNP nacházejí v rostlinných potravinách (cereálie, špenát a ovoce kromě citrusů) (Turley and Thompson, 2013).

B₁₂ (*kyanokobalaminy*) mají nejsložitější strukturu se všech vitaminů. Ve své molekule obsahuje atom kobaltu. Vitamin *B₁₂* se vyskytuje hlavně v játrech, dále ve vejcích a mase. Lidský organismus je závislý na příjmu z potravy. K jeho vstřebání je nutný tzv. vnitřní faktor, jenž je produkován žaludeční sliznicí. Bez jeho přítomnosti klesá vstřebatelnost téměř na nulu.

B₉ (*kyselina listová*) vykazuje celkem široké spektrum působení. Je součástí koenzymů ovlivňujících reprodukci a tvorbu genetického materiálu buněk, přímo ovlivňuje jejich dělení a růst. Je důležitý také pro syntézu některých aminokyselin a zapojuje se do mechanismů tvorby protilátek a metabolismu minerálních látek. Hlavními zdroji vitamínu jsou játra a zelenina (Rumíšková, 2002).

C (kyselina askorbová) se vyskytuje vázaná na různé látky nebo volná, jedna v druhou může v těle volně přecházet. Vitamin C snadno reaguje s kyslíkem, a tuto reakci ještě urychluje přítomnost kovů jako je železo nebo měď a jeho obsah v potravinách se tímto snižuje. Dále se snižuje v závislosti na podmínkách a délce skladování, přibližně o 20 až 50 % a vařením dokonce o 70 % (Rumíšková, 2002). Tento vitamin je nezbytnou podporou pro správnou funkci imunitního systému a mimo jiné pro správnou tvorbu kolagenu (Offia-Olua, 2015). Mimo jeřabin a šípků obsahuje vysoké množství také černý rybíz a jahody (Červenka a kol., 1972). Dalším hodnotným zástupcem z hlediska obsahu vitamínu C je papája, která ho obsahuje až 187 mg ve 100 g živé hmotnosti (Udomkun, 2016).

Minerální látky plní v rostlinách řadu funkcí jako např. stavební funkci, dále jsou činiteli fyziologických pochodů nebo složky enzymů (Rop, 2005). Minerály obsažené v ovoci obvykle definujeme jako prvky obsažené v popelu nebo přesněji jako prvky, které zůstávají ve vzorku ovoce po úplném spálení na oxid uhličitý, vodu a další. Tyto látky tvoří u většiny potravin 0,5 - 3 hmotnostních procent. Minerální látky můžeme klasifikovat dle různých kritérií, např. s ohledem na jejich množství, nutriční a biologický význam nebo podle jejich účinků ve stravě.

Sodík a draslík

Hlavní funkcí těchto prvků v organismu je udržování s chloridem jako protiiontem osmotický tlak tekutin vně i uvnitř buněk a acidobazickou rovnováhu. Dále jsou nezbytné při aktivaci některých enzymů a draslík významně ovlivňuje svalovou aktivitu, a to zejména aktivitu srdečního svalu. Jejich resorpce v tenkém střevě při normálním složení stravy dosahuje asi 90 %. Z těla jsou vylučovány především močí, sodík také potem. V potravinách se sodík i draslík vyskytují ve formách volných iontů. Sodík se v mnoha potravinách rostlinného původu vyskytuje v zanedbatelném množství, kdežto obsah draslíku v některých rostlinných materiálech může být mnohonásobně vyšší, například v jablcích se obsah sodíku pohybuje od 15 do 30 mg.kg⁻¹ v porovnání s obsahem draslíku od 900 do 1400 mg.kg⁻¹ (Velíšek, 2009). Dalším významným ovocným zástupcem je banán, jenž obsahuje až 500 mg.100g⁻¹ draslíku (Hapsari, 2016).

Fosfor

Fosfor se nachází v těle člověka v množství 400–800 g, a to ve formě anorganické i organické. Nejvíce je ho vázáno v kostech a zubech a to až 85 %, přičemž v kostech je hmotnostní poměr s vápníkem Ca : P = 2 : 1. Dále se fosfor nachází v krvi (0,4 g.l⁻¹), ve svalech a nervové tkáni. Hlavní funkcí tohoto minerálu je stavba kostí,

zubů a biomembrán, dále se podílí na velkém množství biochemických reakcí v oblasti zajišťování energetického metabolismu. Neopomenutelné jsou také jeho aktivační, regulační a katalytické role. Resorpce fosforu závisí zejména na obsahu vápníku ve stravě, jejich poměru, chemické formě a věku strávnicka. Vysoké množství fosforu obsahují ryby, mléčné výrobky a játra (Komprda, 2012).

Hořčík a vápník

Množství hořčíku v těle dospělého člověka činí asi 25 až 40 g. Z toho se asi 60 % vyskytuje v kostře. V měkkých tkáních se nejvyšší koncentrace vyskytují ve slinivce, játrech a kosterním svalstvu. Celkové množství vápníku v lidském těle činí asi 1500 g, z čehož 99 % je v kostech a zubech ve formě fosforečnanu vápenatého. Oba prvky mají řadu nezbytných biochemických funkcí. Hořčík je významný pro všechny metabolické děje, při nichž se tvoří nebo hydrolyzuje ATP. Vzhledem k jeho vazbě v chlorofylu je tento kov nezbytný pro fotosyntetizující organismy. K významným biologickým funkcím vápníku patří kromě stavební funkce, účast na svalové a nervové činnosti (Velíšek, 2009). Vysoké množství hořčíku je v např. banánech ($30\text{--}35 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$) (Hapsari, 2016).

Železo

Celkové množství tohoto prvku v těle dospělého člověka je asi 3–5 g, kdy nejvyšší koncentrace se nacházejí v krvi (hemoglobin), játrech a slezině. Jeho funkcí je účast na transportu kyslíku ve svalové tkáni a na katalýze oxidačně-redukčních reakcí. Z běžné diety se v tenkém střevě vstřebává 5–15 % přítomného železa. Některé látky jeho biologickou využitelnost zvyšují (kyselina askorbová, organické kyseliny, některé aminokyseliny a sacharidy), jiné ji mohou snižovat (třísloviny a fenolové látky, fytová kyselina nebo vláknina). Bohatým zdrojem jsou vnitřnosti, maso a luštěniny (Velíšek, 2009).

Zinek

Tělo dospělého člověka obsahuje 1,4 - 3,0 g zinku, což je zhruba třetina až polovina obsahu železa. Vysoké koncentrace se nacházejí především v kůži, nehtech, vlasech, játrech, ledvinách a očních tkáních. Dále se nachází v krvi, kde 75 až 88 % tohoto množství připadá na erythrocyty. Zinek se podílí na katalytických reakcích v mnoha metabolických drahách a také tvoří komplexy s peptidovým hormonem slinivky insulinem. Nejvíce zinku obsahuje maso, játra a sýry, z ovoce potom banány ($1,8 - 2,6 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$) (Velíšek, 2009).

2.2 Zralost a posklizňové změny u vybraných druhů ovoce

Stupeň zralosti je jedním z nejdůležitějších faktorů, rozhodujících o možnosti využití plodů, době sklizně, uchovatelnosti a obsahu chuťových látek. Tento stupeň můžeme posuzovat z různých hledisek jako např. fyziologická, sklizňová, konzumní nebo technologická zralost.

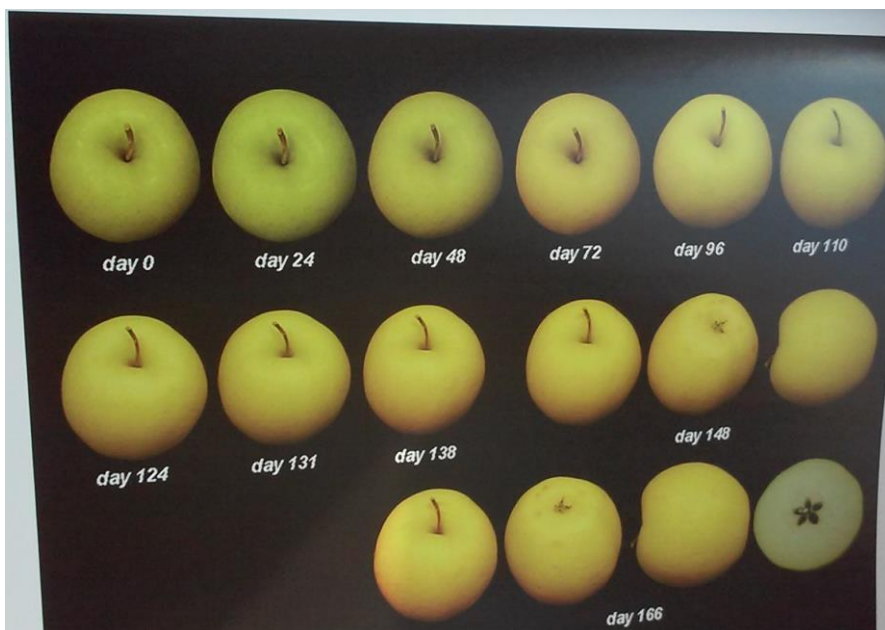
Fyziologická zralost je stupeň zralosti ovoce, kdy semena jsou plně vyvinutá, vybarvená a schopná klíčit. Její určení je velmi důležité hlavně u pozdních odrůd jablek, které mají-li podstoupit normální průběh zrání, musí se česat při dovršení tohoto stupně.

Sklizňová zralost je takový stupeň zralosti, jenž umožňuje optimální dozrávání při skladování nebo správnou jakost při zpracování. Předčasná sklizeň, delší dobu před dosažení klimakterického stádia není vhodná. Ovoce při skladování vadne, proces zrání je narušen, nebo ani neproběhne a je více náchylné k fyziologickým poruchám. Vhodná není ani pozdní sklizeň, neboť takové plody brzo odumírají a podléhají mikrobiologickému napadení (Hrabě, 2003). Dochází také k výrazným ztrátám na výnose opadáním, nebo mohou být plody napadány sklovitostí, dále jsou mnohem náchylnější k chorobám z chladu a moučnatění (Gudkovskij, 1984). Přezrálost se doporučuje jen u vybraných ovocných druhů jako jsou hrozny révy vinné nebo švestky (Hrabě, 2003). Správnou sklizňovou zralost definujeme jako plod lehce oddělitelný od větve, chvíli předtím, než sám začne odpadávat (Rop, 2005).

Konzumní zralost je ten stupeň zralosti, kdy jsou plody nejvyzrálejší a nejchutnější. Tato zralost se u některých druhů rovná zralosti fyziologické (drobné a peckové ovoce). Tato zralost je do jisté míry ovlivnitelná způsobem uložení v chladírnách nebo skladech s upravenou atmosférou (Hrabě, 2003). Konzumní zralost je také odlišná u různých odrůd jednoho druhu, např. po letních odrůdách jablek, která jsou jak konzumně, tak sklizňově zralá v přibližně stejnou dobu, následují podzimní a pozdní odrůdy, které jsou sklizeny až od konce října (Samwald, 2008).

Technologická zralost je stupeň zralosti, kterým dosáhneme nejvyšší kvality daného výrobku. Při výrobě mnoha konzervářských i mrazírenských výrobků odpovídá tato zralost začátku konzumní zralosti. Existují však výjimky jako mandle nebo angrešt, které se kompotují v době plného růstu čili nezralé (Hrabě, 2003).

Obrázek č.1: Změna barvy jablka při jeho dozrávání (NUNES, 2008)



2.2.1 Stanovení stupně zralosti

- Vlastnosti a znaky ovoce sledované zrakem

Zde se hodnotí vyvinutí plodů, vytváření typického tvaru, vybarvování a oddělování stopky od plodonoše. Obvykle doporučovaným a v praxi často užívaným znakem je barva semen jádrového ovoce nebo změna barvy slupky.

- Tvrdost dužiny

Změna konzistence dužiny v průběhu dozrávání je jedním z ukazatelů, který můžeme objektivně měřit pomocí jednoduchých přístrojů, jež jsou většinou založeny na měření tlaku. Nejlépe se osvědčují tyto přístroje u hrušek, broskví, jablek a meruněk.

- Chemické složení plodů

Přibližně můžeme stupeň zralosti sledovat dle změn obsahu cukrů. Obsah cukrů je nejvyšší v konzumní zralosti. Také změny obsahu vitamínu C mohou být ukazatelem zrání. Jeho maximální obsah bývá zpravidla těsně před konzumní zralostí. Dále lze zralost sledovat pomocí kyselosti šťávy (pH) (Hrabě, 2003).

2.2.2 Změny během skladování ovoce

Během skladování dochází v ovoci ke změnám fyziologickým, enzymatickým, chemickým a mikrobiologickým.

Mezi nežádoucí fyziologické změny řadíme například poškození ovoce mrazem, kdy tyto jsou tyto plody daleko více náchylné ke zkáze. Dále může také docházet k poškození, pokud je čerstvě dýchající ovoce zabaleno do neprodyšných materiálů, nebo je uskladněno v inertním plynu, zde dochází ke tkáňovému dušení a dochází k zhoršení odolností pletiv.

Enzymatické změny probíhají v rostlinných pletivech, kdy dochází ke kontaktu ovoce s enzymem s následkem rozsáhlejší destrukcí buněk (např. při loupání, strouhání apod.). Nejzásadnější z těchto změn je oxidace vitamínu C, nebo změna barvy.

Chemické změny jsou častým faktorem ovlivňujícím skladovatelnost i nutriční hodnotu. Příkladem může být odbourávání nitrosaminů v hlávkové zelenině fotosyntézou.

Z hlediska ohrožení zdraví jsou nejvýznamnější změny mikrobiologické, ke kterým může během skladování dojít. Tyto změny vyvolávají bakterie i jejich spory, houby, kvasinky a plísně, které mohou způsobovat rozklad, při němž dochází k produkci zdraví škodlivých látek. Schopnost růstu těchto organismů ovlivňuje kyselost – pH potraviny, kdy pod pH 4 neklíčí ani spory bakterií. Další vliv má přístup kyslíku (Bulková, 2011).

2.3 Skladování

2.3.1 Metody a technologie

Ovocné plody si udržují své životní pochody i po oddělení od rostlin. Souhrn posklizňových procesů vede ke stárnutí, přezrávání a jejich odumření. Z biologické stránky je cílem skladování prodloužení života ovoce s co nejnižšími ztrátami a se zachováním vysoké nutriční a tržní hodnoty (Gudkovskij, 1984).

Posklizňové uložení plodů a zpracovatelské postupy vytváří množství technologických činností, jež na sebe navazují prostřednictvím procesů jejich zrání. Skladování se opírá zejména o řízení teploty, vzdušné vlhkosti a složení okolní atmosféry (Goliáš, 2014). Po sklizni plody nepřijímají vodu, ani živiny. Látková výměna s okolím spočívá v pohlcování kyslíku a vylučování oxidu uhličitého, vody, tepla a těkavých organických sloučenin. Tento proces je nazýván dýcháním. To je spojeno s uvolňováním energie, která je využita na fyziologicko-biologické pochody, ale v daleko větší míře je uvolňována ve formě tepla. Intenzita dýchání je ukazatelem rychlosti zrání a stárnutí ovoce a doby jeho skladování (Gudkovskij, 1984). Transpiraci

je třeba co nejvíce omezit, neboť optimální množství vody umožňuje optimální metabolismus. Při přílišné transpiraci dochází ke zrychlení katabolických pochodů, snižování nutriční hodnoty a k vadnutí (Hrabě, 2003).

Při dlouhém skladování také dochází ke stárnutí plodů. Například stárnutí plodů litchi se zřetelně projevuje ztrátou hmotnosti, barva se mění do hněda, pevnost se snižuje a dochází k hromadění sloučenin svědčících o kažení (Li, 2015). Jako prevence poškození plodů vlivem skladovacích podmínek jsou používány antioxidanty, např. DPA (difenilamin). Antioxidanty předchází vzniku oxidačního stresu a chorob z chladu (Leisso, 2013). Dále jsou jako protektiva stále častěji používány jedlé nátěry z polysacharidů, zejména škrobu, obsahující sloučeniny s dobrou filmotvorností a nízkou propustností pro kyslík. Jako jedlý nátěr je nejčastěji používán alginát, což je extrakt z hnědých řas a dále např. pektiny, získávané z jablečných odpadů (Guerreiro, 2015).

2.3.2 Teplota

Dle FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) je na světě až 1/3 potravin vyřazována a vůbec se ke spotřebiteli nedostane. Proto je cílem producentů potravin správné skladování a přeprava při adekvátních podmínkách. Ovoce patří mezi rychle se kazící potraviny, a hlavně teplota může významně toto kažení ovlivnit (Badia-Melis, 2015).

Zvýšená teplota skladování má za následek změnu hned šesti parametrů, a to pevnosti, soudržnosti, pružnosti, odolnosti, žvýkatelnosti a přilnavosti, kdy při snížení teploty dochází k oddálení vzniku negativních změn (Yang, 2007). Snížení teploty výrazně zpomaluje metabolismus plodů. Zvýšení teploty o každých 10 °C zvyšuje intenzitu dýchání třikrát. Optimální teplota určité odrůdy je ta, při které se výrazně zpomalí proces dozrávání, zamezí se množení mikroorganismů a vyloučí se vznik chorob z nízkých teplot (Gudkovskij, 1984). Při skladování je důležité, aby teplota nekolísala, neboť při změně teploty se značně mění i relativní vlhkost.

Přechlazování ovoce je základním zásahem vedoucím k omezení ztrát disimilací a transpirací. Jeho účelem je prodloužení trvanlivosti rychlým ochlazením plodů na nízké teploty (u většiny ovoce 3–4 °C) (Hrabě, 2003). Účinnost chlazení vzduchem je do jisté míry závislá na proudění daného vzduchu uvnitř prostoru s uskladněným ovocem. Zvýšení rychlosti pohybu vzduchu zvyšuje intenzitu tepelné výměny jak mezi ovocem a vzduchem, tak vzduchem a chladícím zařízením (Gudkovskij, 1984). Jablka určené pro zpracování na mošty, sirupy apod., se skladují krátce před zpracováním, a to

většinou na hromadách nebo zásobnících. Dle nároků různých odrůd se jablka v řízené atmosféře skladují v rozmezí 0–4°C.

Vyskladňování se provádí v konzumní zralosti a u některých odrůd se doporučuje ponechat ještě několik dní při teplotě 10–16 °C (Hrabě, 2003). U jablek je velmi důležité rychlé zchlazení co nejdříve po sklizení, to působí jako prevence před seschnutím a změknutím. Teplota má velký vliv na měknutí jablek, kdy pevnost klesá při dlouhém skladování a nevhodné teplotě (Nunes, 2008). U kiwi má teplota zásadní vliv na zrání, nezralé kiwi totiž ukládá energii ve formě škrobu. S nástupem podzimu a nižších teplot dochází k přeměně tohoto škrobu na cukr. Z tohoto důvodu je výhodné toto ovoce skladovat v chladném klimatu (Trueb, 1999).

2.3.3 Složení atmosféry

Složení atmosféry je druhý faktor, který může zpomalit životní pochody v ovoci. Cílem úpravy atmosféry je změnění obsahu kyslíku, dusíku a oxidu uhličitého ve skladu proti normálnímu složení vzduchu. Základem všech kombinací je snížení obsahu kyslíku a jeho nahrazení z části oxidem uhličitým a z části dusíkem. Toho lze dosáhnout přirozeně dýcháním ovoce, nebo pomocí vhodných technologických zařízení (Blažek, 2001). Ve vztahu k obsahu kyslíku v okolí skladovaných plodů je jeho nejnižší koncentrace označena jako LOL (Low Oxygen Limit), kdy je jeho koncentrace snižena na 1–2 %. V případě uskladnění v ULO (Ultra Low Oxygen Limit) je koncentrace kyslíku nižší než 1 % (Goliáš, 2011). Zvýšíme-li obsah oxidu uhličitého na 3–10 % a snížíme obsah kyslíku na 2–3 % intenzita životních pochodů se sníží 2–3x.

Při skladování v regulované atmosféře se kromě teploty a relativní vlhkosti uplatňuje i zmiňované změněné složení atmosféry, obsahující přesně stanovená množství oxidu uhličitého, kyslíku a dusíku, která se u různých druhů a odrůd liší. Nedodržení správného složení pro určitou odrůdu vede k poškození metabolismu a ke značným ztrátám, neboť dochází k rozvinutí mnoha fyziologických chorob (Gudkovskij, 1984).

Řízená atmosféra uplatňovaná při chladírenském skladování už od počátku skladování, která byla původně zamýšlena jen na jádrové ovoce, a to odrůdy jablek a hrušek, se nyní zkoumá i pro méně tradiční komodity, jako jsou třešně, švestky a broskve (Goliáš, 2014). Švestky velmi dobře reagují na vyšší obsah oxidu uhličitého v ovzduší a snesou vysoké koncentrace 20–30 % na počátku skladování a 10–15 % během dalšího skladování (Hrabě, 2003). Kdežto citrusy potřebují při skladování dostatek

vzduchu, snášejí sice snížení obsahu kyslíku, ale musí být nahrazen dusíkem, kdy optimální obsah oxidu uhličitého se pohybuje od 0,1 do 0,2 % (Hrudková, 1970).

2.3.4 Relativní vlhkost

Relativní vlhkost na transpiraci přímý vliv a závisí na ní váhové úbytky a náležitý nežádoucí rozvoj mikroorganismů. Požadavky na relativní vlhkost, stejně jako na teplotu různých odrůd se liší, proto musí být jednotlivé druhy skladovány odděleně. Při vlhkosti nižší než 80 % dochází k velkým ztrátám vody a aromatických látek (Hrabě, 2003). Prahové hodnoty ztráty vody v plodu indikují fyziologické, biofyzikální a biochemické změny ještě předtím, než se projeví zjevně viditelné vadnutí (Goliáš, 2014). Při ztrátě vody větší než 5–6 % mají za následek uvadání ovoce, ztrátu chuti, předčasné stárnutí a značné snížení přirozené odolnosti. Příliš vysoká vlhkost (nad 95 %) podporuje rozvoj hnilob a některých fyziologických chorob.

Pro většinu druhů ovoce se optimální hodnota relativní vlhkosti vzduchu pohybuje v rozmezí 85–92 %. U jablek se dle odrůdy připouští relativní vlhkost 85–90 %, při větším větrání až 95 % (Hrabě, 2003). U švestek je se obvykle při skladování používá vysoké nasycení okolní atmosféry vodní parou (až do 98 %), kdy se výrazně snižují hmotnostní ztráty výparem, ale současně jsou vytvářeny předpoklady pro plesnivění (Goliáš, 2014).

3 MATERIÁL A METODIKA

3.1 Materiál

K zjištění vybraných parametrů, které jsou ovlivnitelné podmínkami skladování (textura, celkový obsah kyselin a polyfenolů) byly k laboratornímu měření vybrány vzorky z pěti odlišných ovocných druhů z české i cizokrajné provenience. Vzorky byly zakoupeny v tržní síti a následně skladovány v chladicí komoře, ve které je teplota udržována na 10 °C a dále při pokojové teplotě 20 °C. Označení, popis a původ analyzovaných vzorků uvádí tabulka č. 1.

Tabulka č. 1: Seznam analyzovaných vzorků

| Číslo vzorku | Ovoce | Původ |
|--------------|----------|---------------------|
| 1 | Jablko | ČR – Velké Bílovice |
| 2 | Švestka | ČR – Hustopeče |
| 3 | Kiwi | Chile |
| 4 | Avokádo | Peru |
| 5 | Physalis | Kolumbie |

3.2 Metodika

V této podkapitole jsou uvedeny postupy použitých metod pro stanovení texturního profilu, celkového obsahu kyselin a polyfenolů.

3.2.1 Analýza texturního profilu

Postup metody

Měření textury přístrojem TA.XT plus analyzáru textury (Stable Micro Systems, UK) proběhlo při pokojové teplotě. Plody byly umístěny na Circular Support Rig (A/CS). Vpich byl 5 mm hluboký a penetrace proběhla ve vrchní polovině plodu. Rychlost vpichu byla nastavena na 1,5 mm/s (předtest) a 10,0 mm/s (posttest). Měření proběhlo ve dvou částech, a to slupce a dužině.

Obrázek č. 2: TA.XT plus analyzér textury (Stable Micro Systems, UK)



3.2.2 Stanovení celkového obsahu kyselin

Princip metody

Stanovení celkového obsahu kyselin bylo provedeno potenciometrickou titrací za použití pH metru Milwaukee (Mi 150, pH / Temperature Bench Meter). Titrovalo se do dosažení hodnoty 8,1.

Postup metody

Z pomletého vzorku bylo odváženo 25,00 g, toto množství bylo následně zředěno destilovanou vodou 80 °C. Filtrát byl kvantitativně převeden do 250ml odměrné baňky a doplněn destilovanou vodou. Z filtrátu bylo odpipetováno 50 ml a poté zahájeno titrování 0,1 M NaOH do pH 8,1. Obsah kyselin je vyjádřen jako kyselina citrónová krystalická v g/l.

Obrázek č. 3: pH metr Milwaukee (Mi 150, pH / Temperature Bench Meter)



3.2.3 Stanovení obsahu polyfenolů

Princip metody

Obsah polyfenolů byl zjištěn pomocí modifikované kolorimetrické metody dle Singletona a Rossiho (1965). Tato metoda zahrnuje redukci Folin-Ciocalteu činidla fenolovými sloučeninami za vzniku modrého komplexu. Po inkubaci byla změřena absorbance na UV-Vis spektrofotometru při 765 nm. Naměřené výsledky byly srovnány se standardní křivkou kyseliny gallové. Celkový obsah polyfenolů byl vyjádřen v miligramech ekvivalentů kyseliny gallové ve 100 ml extraktu.

Obrázek č. 4: UV-Vis spektrofotometr



Postup metody

1 g pomletého vzorku jsme smíchali s 10 ml destilované vody. Roztok jsme nechali 15 minut extrahovat na třepačce Heidolph (Unimax 1010). Z tohoto připraveného extraktu jsme odpipetovali 1 ml do 25ml odměrné baňky, do kterého bylo následně přidáno 5 ml neředěného Folinu C a 4 ml Na_2CO_3 a nechali jsme ho ve tmě 30 minut inkubovat. Následně jsme změřili absorbanci při 765 nm. Slepý vzorek jsme připravili odpipetováním 1 ml destilované vody do 25ml odměrné baňky, přidáním 5 ml Folinu C a 4 ml Na_2CO_3 .

Obrázek č. 5: Třepačka Heidolph (Unimax 1010)



3.2.4 Statistická analýza

Pro provedení statistické analýzy byl u naměřených hodnot použit program UNISTAT 6.1 (Unistat Ltd., 2012, Czech Republic. Ke stanovení statisticky významných rozdílů ($p < 0,05$) byla použita obousměrná analýza rozdílu (ANOVA).

U všech výsledků byly vypočítány některé ze základních statistických veličin, jako aritmetický průměr (\bar{x}) a směrodatná odchylka (SD).

4 VÝSLEDY A DISKUZE

4.1 Analýza texturního profilu

4.1.1 Bioyield Point

Tabulka č. 2 ukazuje průměrné hodnoty tvrdosti u jednotlivých druhů ovoce v průběhu skladování v pokojové teplotě, a dále tabulka č.3 ukazuje průměrné hodnoty tvrdosti u jednotlivých druhů ovoce v průběhu skladování v chladicí komoře. Hodnoty tvrdosti byly nejvyšší ihned po zakoupení, respektive v 0. den, a poté docházelo k postupnému snižování tvrdosti. Po zakoupení se hodnoty pohybovaly v rozmezí od 436,56 do 3510,98 g. Nejvyšší tvrdost byla naměřená u jablka, nejnižší hodnota byla zaznamenána u švestky. Po 7 dnech se průměrné hodnoty pohybovaly od 366,32 g naměřené u švestky při skladování v pokojové teplotě do 3510,98 g naměřené u jablka při skladování v chladicí komoře. Po 12 dnech se průměrné hodnoty pohybovaly od 284,91 g naměřené u švestky do 2188,52 g naměřené u jablka při skladování v pokojové teplotě. Největší procentuální pokles byl zaznamenán u physalis skladované v chladicí komoře mezi 0. a 12. dnem, a to o 72,13 %. Statisticky průkazný rozdíl ($p < 0,05$) byl zjištěn u avokáda skladovaného při pokojové teplotě mezi 0. – 7. dnem, kdy tvrdost poklesla z 1422,38 g na 556,56 g (viz tabulka č. 2). Dále byl zjištěn statisticky průkazný rozdíl ($p < 0,05$) u physalis, která byla skladovaná v chladicí komoře, a to mezi 0. dnem, kdy naměřená tvrdost byla 2261,09 g a 12. dnem, kdy poklesla na 630,07 g (viz tabulka č. 3).

Tabulka č. 2: Průměrný Bioyield Point u jednotlivých druhů ovoce při skladování v pokojové teplotě (g)

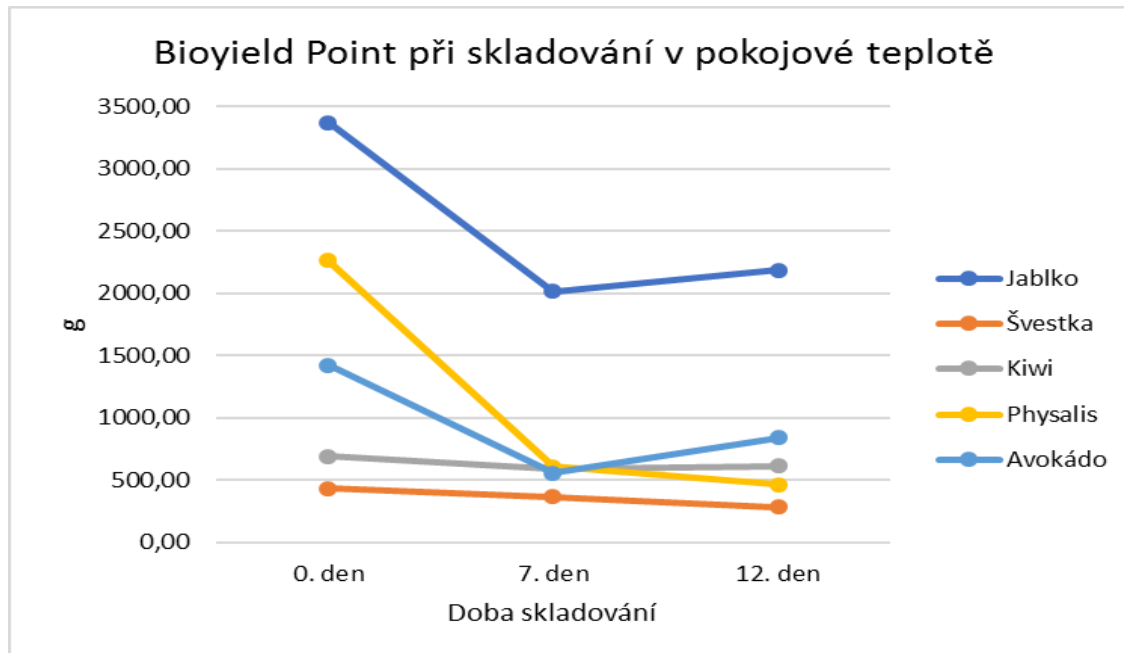
| Vzorek | Pokojová teplota | | | | | |
|----------|----------------------------|---------|---------------------------|---------|----------------|---------|
| | 0. den | | 7. den | | 12. den | |
| | \bar{x} | SD | \bar{x} | SD | \bar{x} | SD |
| Jablko | 3369,30 | 182,420 | 2015,70 | 184,280 | 2188,52 | 106,240 |
| Švestka | 436,56 | 30,930 | 366,32 | 30,780 | 284,91 | 133,360 |
| Kiwi | 693,23 | 93,850 | 592,58 | 26,340 | 614,95 | 68,160 |
| Physalis | 2261,09 | 69,680 | 608,02 | 40,670 | 464,53 | 90,670 |
| Avokádo | 1422,38^A | 122,220 | 556,56^A | 103,200 | 843,75 | 66,100 |

Vysvětlivky:

^A – shodný index = statisticky významný rozdíl ($p \leq 0,05$)

Z grafu č. 1 je patrné, že po 12 dnech skladování při pokojové teplotě došlo ke zřetelnému poklesu tvrdosti. Dle Guine (2011) v průběhu zrání dochází k degradaci buněčných stěn, čímž dochází ke snížení tvrdosti. To tedy potvrzuje i naše měření.

Graf č. 1: Grafické vyjádření průměrné hodnoty Bioyield Point při skladování v pokojové teplotě



Tabulka č. 3: Průměrný Bioyield Point u jednotlivých druhů ovoce při skladování v chladicí komoře (g)

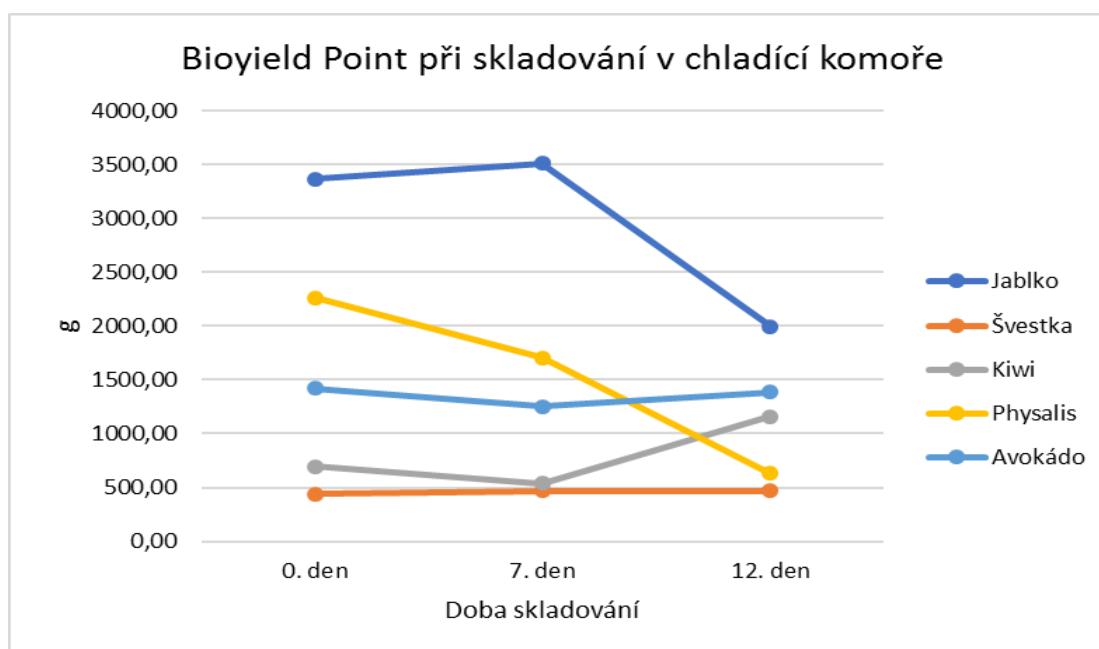
| Vzorek | Komora | | | | | |
|----------|----------------------|---------|-----------|---------|---------------------|---------|
| | 0. den | | 7. den | | 12. den | |
| | \bar{x} | SD | \bar{x} | SD | \bar{x} | SD |
| Jablko | 3369,30 | 182,420 | 3510,98 | 232,680 | 1996,72 | 260,340 |
| Švestka | 436,56 | 30,930 | 470,93 | 51,530 | 469,85 | 27,590 |
| Kiwi | 693,23 | 93,850 | 539,06 | 90,890 | 1161,68 | 238,600 |
| Physalis | 2261,09 ^A | 69,680 | 1708,47 | 254,100 | 630,07 ^A | 100,270 |
| Avokádo | 1422,38 | 122,220 | 1251,74 | 88,480 | 1386,60 | 329,590 |

Vysvětlivky:

^A – shodný index = statisticky významný rozdíl ($p \leq 0,05$)

Graf č. 2 znázorňuje průběh změn tvrdosti v chladicí komoře, které nejsou tak velké jako při skladování v pokojové teplotě. U některých druhů byl dokonce zaznamenán nárůst. Díky snížené teplotě nedochází k fyziologickým změnám, narušení buněčné stěny a intenzivnímu dýchání tak rychle jako při teplotě pokojové (Choi, 2015). Při porovnání skladování zjistíme, že při pokojové teplotě nedochází k takovým ztrátám tvrdosti u tuzemských druhů ovoce, jako u exotických, jejich hodnoty byly vyšší při skladování v chladicí komoře.

Graf č. 2: Grafické vyjádření průměrné hodnoty Bioyield Point při skladování v chladicí komoře



4.1.2 Pevnost

Tabulka č. 4 ukazuje průměrné hodnoty pevnosti u jednotlivých druhů ovoce v průběhu skladování v pokojové teplotě, a dále tabulka č. 5 znázorňuje průměrné hodnoty pevnosti u jednotlivých druhů ovoce v průběhu skladování v chladicí komoře. Hodnoty byly nejvyšší ihned po zakoupení, respektive v 0. den, a poté docházelo k postupnému snižování pevnosti. Po zakoupení se hodnoty pohybovaly v rozmezí od 207,14 do 1971,10 g. Nejvyšší hodnota byla naměřená u jablka, nejnižší hodnota byla zaznamenána u švestky. Po 7 dnech se průměrné hodnoty pohybovaly od 279,47 g naměřené u švestky při skladování v pokojové teplotě do 1971,10 g naměřené u jablka při skladování v chladicí komoře. Po 12 dnech se průměrné hodnoty pevnosti pohybovaly od 207,14 g naměřené u švestky při skladování v pokojové teplotě do 1369,58 g naměřené u jablka při skladování v chladicí komoře. Největší procentuální pokles byl zjištěn u physalis skladované při pokojové teplotě mezi 0. a 12. dnem, a to o 77,65 %. Statisticky průkazný rozdíl ($p < 0,05$) byl zaznamenán u jablka, kdy byl mezi 0. – 12. dnem skladování při pokojové teplotě zjištěn pokles pevnosti, a to z hodnoty 1970,52 g na 1103,69 g. Dále byl statisticky významný rozdíl ($p < 0,05$) zjištěn u physalis, u které byla 0. den skladování v pokojové teplotě naměřena hodnota pevnosti 1480,16 g, tato hodnota 12. den skladování při pokojové teplotě výrazně poklesla, a to na 330,87 g. Statisticky významný rozdíl ($p < 0,05$) byl také prokázán u avokáda, jež bylo skladováno při pokojové teplotě. Pokles byl zaznamenán mezi 0. dnem z hodnoty 1321,66 g na hodnotu 711,28 g naměřenou ve 12. den skladování (viz tabulka č. 4). Při skladování v chladicí komoře nebyl u hodnot pevnosti prokázán žádný statisticky významný rozdíl (viz tabulka č. 5).

Tabulka č. 4: Průměrná hodnota pevnosti u jednotlivých druhů ovoce při skladování v pokojové teplotě (g)

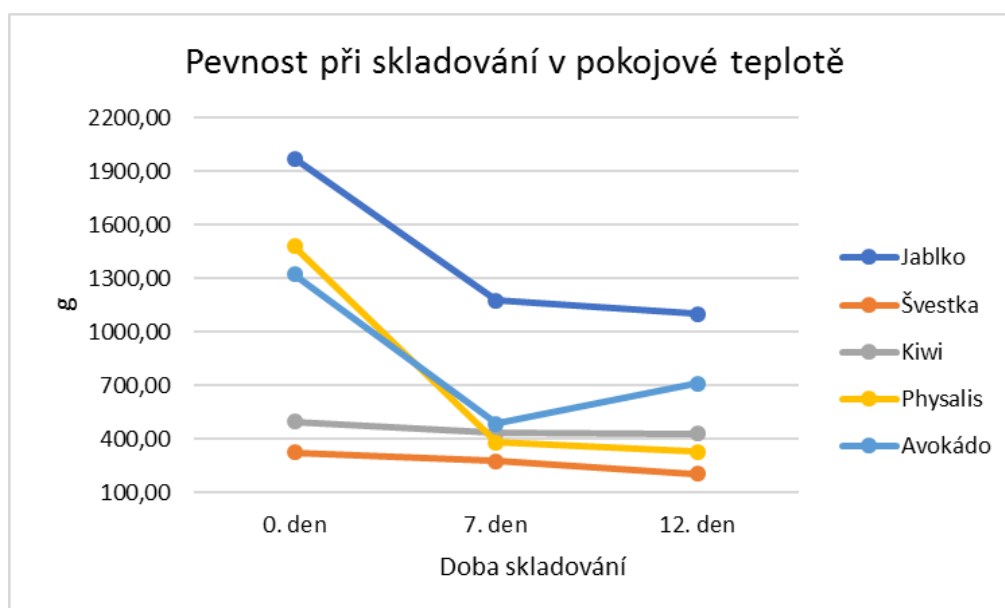
| Vzorek | Pokojová teplota | | | | | |
|----------|----------------------|---------|-----------|---------|----------------------|---------|
| | 0. den | | 7. den | | 12. den | |
| | \bar{x} | SD | \bar{x} | SD | \bar{x} | SD |
| Jablko | 1970,52 ^A | 139,480 | 1175,53 | 28,890 | 1103,69 ^A | 26,420 |
| Švestka | 327,26 | 17,810 | 279,47 | 27,700 | 207,14 | 112,660 |
| Kiwi | 498,39 | 77,110 | 435,37 | 23,040 | 432,41 | 47,270 |
| Physalis | 1480,16 ^A | 53,020 | 381,22 | 61,440 | 330,87 ^A | 48,250 |
| Avokádo | 1321,66 ^A | 140,150 | 487,29 | 120,770 | 711,28 ^A | 90,370 |

Vysvětlivky:

A – shodný index = statisticky významný rozdíl ($p \leq 0,05$)

Graf č. 3 vyjadřuje změny pevnosti při skladování v pokojové teplotě, ze kterého je zřejmé, že u všech měřených vzorků došlo k jejímu poklesu. K poklesu pevnosti dochází v důsledku rozpadu proktopektinu a dalších vyšších molekulárních látek na nízkomolekulární, což má za následek měknutí plodů (Kumari, 2017). V porovnání s hodnotami z grafu č. 4, jenž zobrazuje průběh změn při skladování v chladicí komoře, je patrné, že snížení teploty má vliv na delší údržnost pevnosti vybraných druhů ovoce. Zde dochází také k poklesu pevnosti, který ale není tak značný jako při skladování v pokojové teplotě.

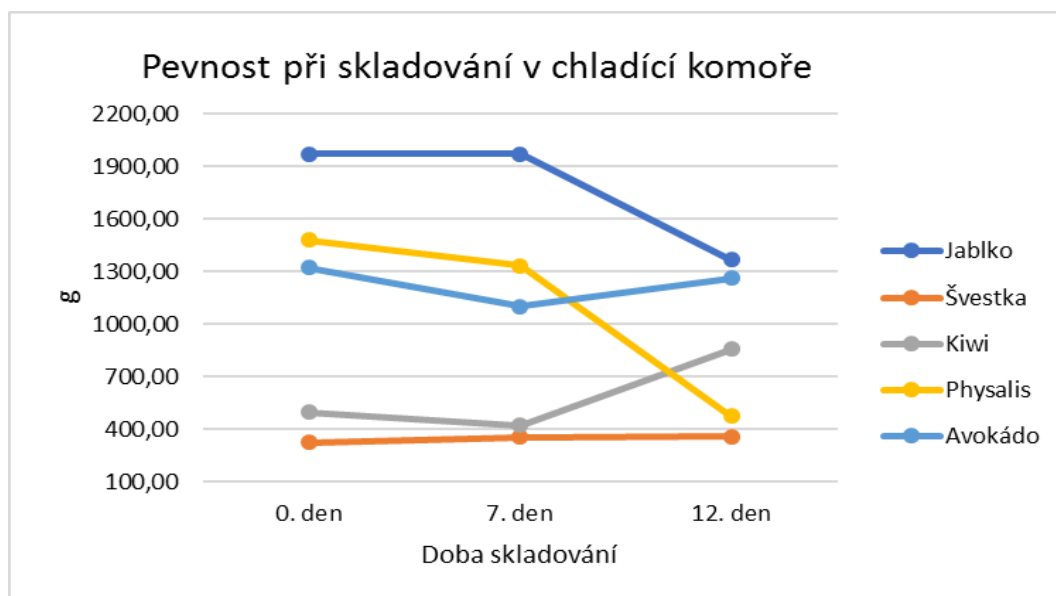
Graf č. 3: Grafické vyjádření průměrné hodnoty pevnosti u jednotlivých druhů ovoce při skladování v pokojové teplotě



Tabulka č. 5: Průměrná hodnota pevnosti u jednotlivých druhů ovoce při skladování v chladicí komoře (g)

| Vzorek | Komoře | | | | | |
|----------|-----------|---------|-----------|---------|-----------|---------|
| | 0. den | | 7. den | | 12. den | |
| | \bar{x} | SD | \bar{x} | SD | \bar{x} | SD |
| Jablko | 1970,52 | 139,480 | 1971,10 | 75,680 | 1369,58 | 83,930 |
| Švestka | 327,26 | 17,810 | 358,30 | 43,430 | 360,91 | 29,000 |
| Kiwi | 498,39 | 77,110 | 423,16 | 65,290 | 860,42 | 123,650 |
| Physalis | 1480,16 | 53,020 | 1333,57 | 189,940 | 474,80 | 96,370 |
| Avokádo | 1321,66 | 140,150 | 1103,94 | 74,000 | 1264,17 | 316,580 |

Graf č. 4: Grafické vyjádření průměrné hodnoty pevnosti u jednotlivých druhů ovoce při skladování v chladicí komoře



4.2 Výsledky chemické analýzy

4.2.1 Celkový obsah kyselin

V tabulce č. 6 je znázorněn obsah kyselin v pěti měřených vzorcích ovoce při různých dobách skladování při pokojové teplotě a v tabulce č.7 je znázorněn obsah kyselin při skladování v chladicí komoře. Celkový obsah kyselin je vyjádřen jako obsah kyseliny vinné. Její obsah se ve vzorcích pohyboval od 0,42 g/l u avokáda do 6,28 g/l u švestky. Největší nárůst byl zaznamenán u kiwi mezi 0. dnem a 7. dnem skladování v komoře, a to o 40,15 %. Naproti tomu největší pokles byl u physalis, a to o 56,17 % mezi 0. dnem a 12. dnem skladování v komoře. Po 12 dnech skladování při pokojové

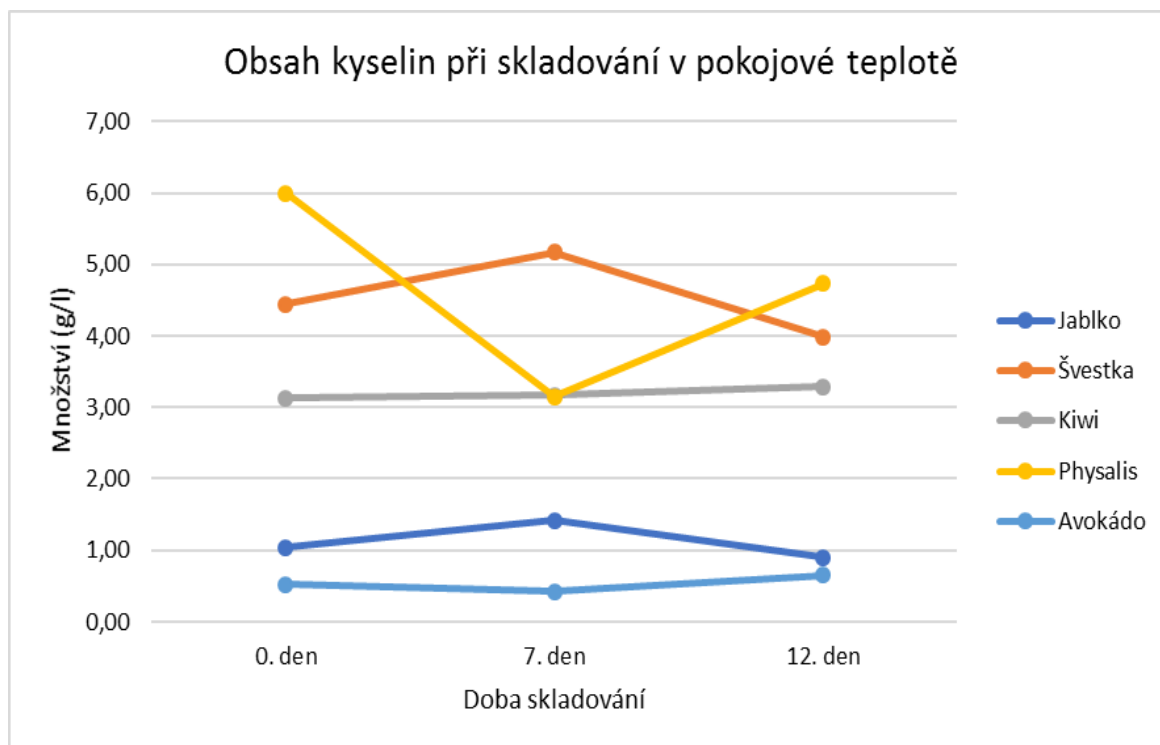
teplotě se celkový obsah kyselin pohyboval od 0,65 g/l - 4,73 g/l. Po 12 dnech skladování v komoře se celkový obsah kyselin pohyboval od 0,69 g/l - 6,28 g/l. Při statistickém zpracování byl prokázán průkazný rozdíl ($p < 0,05$) v celkovém obsahu kyselin u kiwi mezi 0. a 7. dnem skladování v chladicí komoře, a to zvýšení obsahu z hodnoty 3,13 g/l na 3,29 g/l. Dále byl statisticky významný rozdíl ($p < 0,05$) zjištěn u avokáda mezi 0. a 12. dnem skladování v chladicí komoře, a to zvýšení obsahu z hodnoty 0,52 g/l na 0,75 g/l (viz tabulka č. 7). Při skladování v pokojové teplotě nebyly u hodnot obsahu celkových kyselin zjištěny žádné statisticky významné rozdíly (viz tabulka č. 6).

Tabulka č. 6: Průměrný obsah kyselin u jednotlivých druhů ovoce při skladování v pokojové teplotě (g/l)

| Vzorek | Pokožová teplota | | | | | |
|----------|------------------|-------|-------------|-------|-------------|-------|
| | 0. den | | 7. den | | 12. den | |
| | \bar{x} | SD | \bar{x} | SD | \bar{x} | SD |
| Jablko | 1,04 | 0,058 | 1,42 | 0,115 | 0,90 | 0,058 |
| Švestka | 4,44 | 0,436 | 5,17 | 0,153 | 3,98 | 0,058 |
| Kiwi | 3,13 | 0,265 | 3,17 | 0,058 | 3,29 | 0,058 |
| Physalis | 6,00 | 0,100 | 3,15 | 0,115 | 4,73 | 0,058 |
| Avokádo | 0,52 | 0,029 | 0,42 | 0,071 | 0,65 | 0,058 |

Graf č. 5 znázorňuje průběh změn obsahu celkových kyselin v průběhu skladování v pokojové teplotě. Obsah se měnil zejména individuálně, kdy u některých druhů klesl a dalších mírně vzrostl. V porovnání s grafem č. 6, jenž zobrazuje změny obsahu celkových kyselin při skladování v chladicí komoře, byl vyšší obsah kyselin ve 12. den naměřen u jablka a avokáda.

Graf č. 5: Grafické vyjádření průměrného obsahu kyselin při skladování v pokojové teplotě



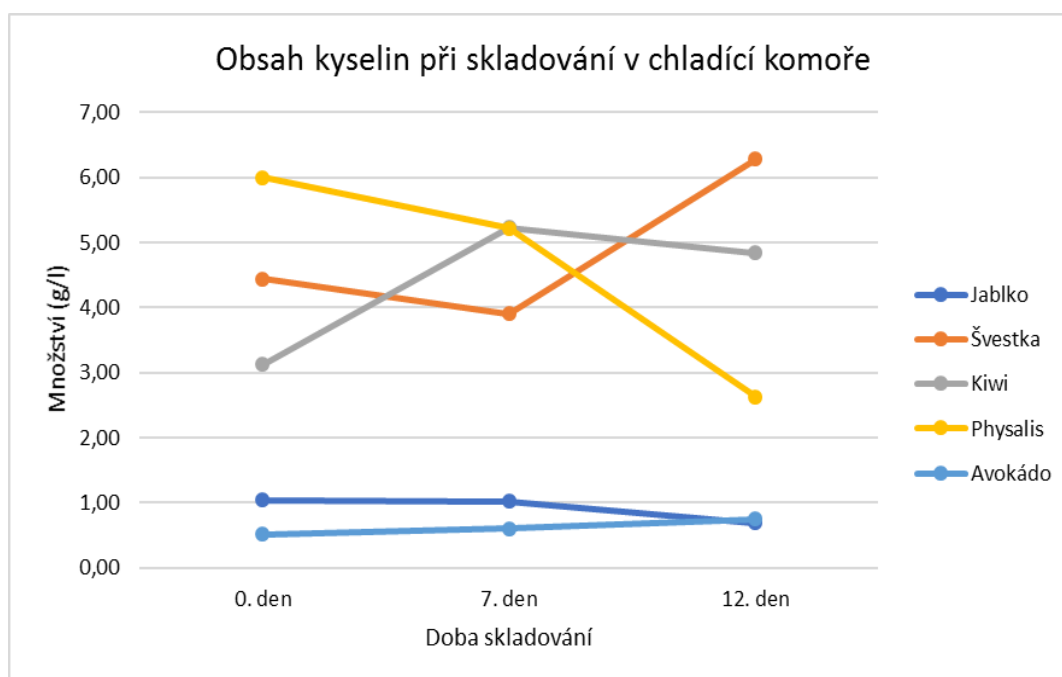
Tabulka č. 7: Průměrný obsah kyselin u jednotlivých druhů ovoce při skladování v chladicí komoře (g/l)

| Vzorek | Komora | | | | | |
|----------|-------------------|-------|-------------------|-------|-------------------|-------|
| | 0. den | | 7. den | | 12. den | |
| | \bar{x} | SD | \bar{x} | SD | \bar{x} | SD |
| Jablko | 1,04 | 0,058 | 1,02 | 0,058 | 0,69 | 0,000 |
| Švestka | 4,44 | 0,436 | 3,90 | 0,058 | 6,28 | 0,495 |
| Kiwi | 3,13 ^A | 0,265 | 5,23 ^A | 0,231 | 4,84 | 0,919 |
| Physalis | 6,00 | 0,100 | 5,22 | 0,058 | 2,63 | 0,141 |
| Avokádo | 0,52 ^A | 0,029 | 0,60 | 0,058 | 0,75 ^A | 0,000 |

Vysvětlivky:

^A – shodný index = statisticky významný rozdíl ($p \leq 0,05$)

Graf č. 6: Grafické vyjádření obsahu kyselin při skladování v chladicí komoře



4.2.2 Celkový obsah polyfenolů

V tabulce č. 8 je znázorněn obsah celkových polyfenolů naměřený po skladování při pokojové teplotě a v tabulce č. 9 je znázorněn obsah polyfenolů naměřený po skladování v chladicí komoře. Obsah polyfenolů se pohyboval od 61,34 mg/100 ml extraktu u švestky do 184,31 mg/100 ml extraktu u physalis. Největší nárůst byl zaznamenán u physalis, a to o 41,14 % mezi 0. dnem při skladování při pokojové teplotě a 7. dnem skladování v komoře. Největší pokles byl zaznamenán u švestky mezi 0. - 7. dnem skladování při pokojové teplotě, a to 63,84 %. Po 12 dnech skladování při pokojové teplotě se obsah polyfenolů pohyboval od 61,81 mg/100 g extraktu do 95,46 mg/100 ml extraktu. Po skladování v komoře se obsah polyfenolů pohyboval od 70,58 mg/100 ml extraktu do 103,28 mg/100 ml extraktu. Statisticky průkazný rozdíl ($p < 0,05$) byl zaznamenán u švestky při skladování v pokojové teplotě mezi 0. a 7. dnem, a to výrazný pokles z hodnoty obsahu 169,62 na 61,34 mg/100 ml extraktu. Dále byl statisticky průkazný rozdíl ($p < 0,05$) zjištěn u kiwi skladovaného při pokojové teplotě mezi 0. a 7. dnem, kdy hodnota obsahu výrazně poklesla z 152,09 na 67,50 mg/100 ml extraktu (viz tabulka č. 8). Zaznamenán byl i statisticky průkazný rozdíl ($p < 0,05$) u 7. dne skladování physalis. Hodnota obsahu polyfenolů byla výrazně nižší při skladování 7. den v pokojové teplotě, a to 60,15 mg/100 ml extraktu, oproti hodnotě obsahu physalis,

kteřá byla skladována v chladicí komoře, a to 184,31 mg/100 ml extraktu (viz tabulka č.8 a 9). Z této zkušenosti můžeme vyvozovat, že z hlediska obsahu polyfenolů u physalis, je daleko přínosnější tyto plody skladovat v chladicí komoře.

Tabulka č. 8: Průměrný obsah polyfenolů u jednotlivých druhů ovoce při skladování v pokojové teplotě (mg/100 ml extraktu)

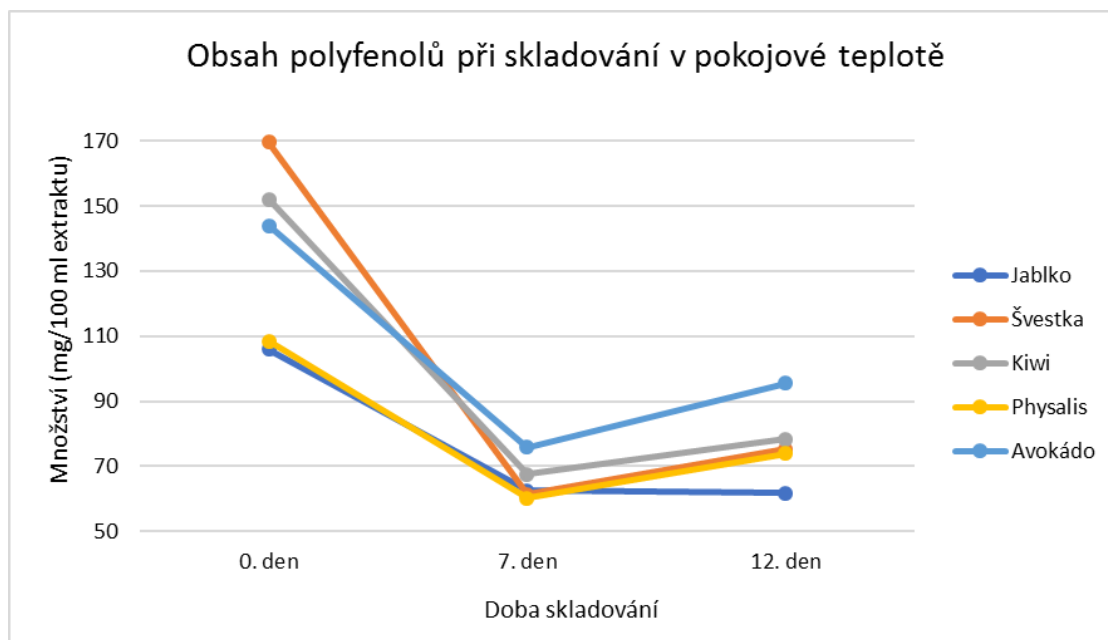
| Vzorek | Pokořová teplota | | | | | |
|----------|---------------------|-------|--------------------|-------|-----------|-------|
| | 0. den | | 7. den | | 12. den | |
| | \bar{x} | SD | \bar{x} | SD | \bar{x} | SD |
| Jablko | 105,88 | 0,053 | 62,52 | 0,000 | 61,81 | 0,007 |
| Švestka | 169,62 ^A | 0,016 | 61,34 ^A | 0,027 | 75,32 | 0,007 |
| Kiwi | 152,09 ^A | 0,242 | 67,50 ^A | 0,012 | 78,40 | 0,005 |
| Physalis | 108,49 | 0,014 | 60,15 | 0,002 | 73,90 | 0,008 |
| Avokádo | 144,03 | 0,034 | 75,79 | 0,041 | 95,46 | 0,007 |

Vysvětlivky:

^A – shodný index = statisticky významný rozdíl ($p \leq 0,05$)

Graf č. 7 znázorňuje obsah polyfenolů při skladování v pokojové teplotě. Jejich obsah se snížil u všech měřených vzorků, a to nejvíce u švestky, jejíž počáteční obsah byl nejvyšší. Při porovnání s grafem č. 8 jenž znázorňuje průběh obsahu polyfenolů při skladování v chladicí komoře, můžeme pozorovat výrazný rozdíl u physalis, kdy 7. dnem skladování při pokojové teplotě klesl a naproti tomu 7. dnem skladování v chladicí komoře vzrostl. Ve 12. den skladování rozdíl téměř vymizel. Dle Mihalage Arion (2014) může přechodné zvýšení obsahu souviset se stimulací některých enzymů, které se podílejí na syntéze fenolů, zejména za nižších teplot.

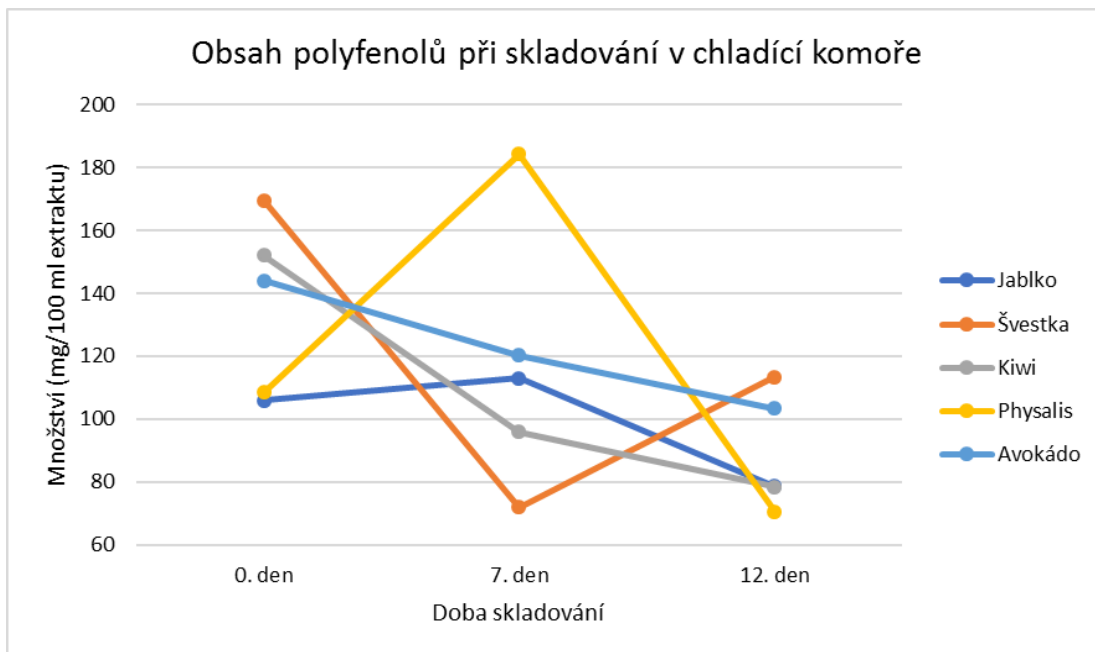
Graf č. 7: Grafické vyjádření průměrného obsahu polyfenolů při skladování v pokojové teplotě



Tabulka č. 9: Průměrný obsah polyfenolů u jednotlivých druhů ovoce při skladování v chladicí komoře (mg/100 ml extraktu)

| Vzorek | Komora | | | | | |
|----------|-----------|-------|-----------|-------|-----------|-------|
| | 0. den | | 7. den | | 12. den | |
| | \bar{x} | SD | \bar{x} | SD | \bar{x} | SD |
| Jablko | 105,88 | 0,053 | 112,99 | 0,034 | 78,64 | 0,015 |
| Švestka | 169,62 | 0,016 | 72,00 | 0,007 | 113,47 | 0,013 |
| Kiwi | 152,09 | 0,242 | 95,93 | 0,024 | 78,40 | 0,008 |
| Physalis | 108,49 | 0,014 | 184,31 | 0,016 | 70,58 | 0,004 |
| Avokádo | 144,03 | 0,034 | 120,34 | 0,205 | 103,28 | 0,005 |

Graf č. 8: Grafické vyjádření průměrného obsahu polyfenolů při skladování v chladicí komoře



5 ZÁVĚR

V této bakalářské práci byl sledován vliv skladování na určité texturní (tvrdost a pevnost) a chemické vlastnosti (celkový obsah kyselin, obsah polyfenolů) u vybraných druhů ovoce. Vzorky byly skladovány 12 dnů při rozdílných podmínkách, a to při pokojové teplotě a v chladicí komoře. Měření probíhalo vždy 0., 7., a 12. den.

Během skladování došlo u většiny druhů ovoce k největšímu poklesu tvrdosti 7. den, poté byl zaznamenán mírný nárůst. K statisticky významným poklesům ($p < 0,05$) došlo u avokáda mezi 0. a 7. dnem při skladování v pokojové teplotě a u physalis mezi 0. a 12. dnem při skladování v chladicí komoře.

S dobou skladování se i u většiny snižovala pevnost. U švestky a kiwi se pevnost po 12 dnech skladování v chladicí komoře mírně zvýšila. Statisticky významné poklesy ($p < 0,05$) byly zaznamenány u jablka, physalis a avokáda mezi 0. a 12. dnem při skladování v pokojové teplotě.

Změny obsahu celkových kyselin byly značně individuální, kdy docházelo s dobou skladování u některých druhů k jeho zvýšení, u jiných ke snížení. Ke statisticky významným nárůstům ($p < 0,05$) došlo u kiwi mezi 0. a 7. dnem skladování v chladicí komoře, a dále u avokáda mezi 0. a 12. dnem skladování v chladicí komoře.

Po 12 dnech skladování jak v chladicí komoře, nebo při pokojové teplotě došlo u všech druhů ovoce k poklesu obsahu celkových polyfenolů. Statisticky významné poklesy ($p < 0,05$) byly prokázány u švestky a kiwi mezi 0. a 7. dnem při skladování v pokojové teplotě. Dále byl zjištěn statisticky významný rozdíl ($p < 0,05$) u physalis mezi 7. dnem skladování v chladicí komoře a při pokojové teplotě.

Během sledovaného období byly zjištěny jak změny chemických i texturních vlastností u všech vybraných druhů ovoce. Nejnáchylnějším druhem se projevila physalis, kdy při skladování v chladicí komoře bylo naměřeno nejvíce procentuálních poklesů hodnot. Měřené vlastnosti se u kiwi a avokáda nejvíce měnily při skladování v pokojové teplotě. Kdežto měřené vlastnosti tuzemských druhů byly při skladování v pokojové teplotě stálejší.

6 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- VELÍŠEK, Jan a Jana HAJŠLOVÁ. *Chemie potravin*. Rozš. a přeprac. 3. vyd. Tábor: OSSIS, 2009. ISBN 978-80-86659-17-6.
- CEREVITINOV, F. V. *Chemické složení a fyzikální vlastnosti ovoce a zeleniny*. Praha: Průmyslové vydavatelství, 1952. Knižnice potravinářského průmyslu.
- VYSTRČIL, Alois. *Rostlinné glykosidy*. Praha: Československá akademie věd, 1955.
- ČERVENKA a kolektiv, *Ovocnictví*, 3.vyd., Státní zemědělské nakladatelství, Praha 1972.
- ROP O., *Teoretické principy konzervace potravin I.* 1. vyd. Zlín: UTB Zlín, 2005. 130 s. ISBN 80-7318-339-0.
- HRABĚ J., *Technologie zbožiznalství a hygieny potravin*. 1. vyd. Vyškov: VVŠ PV, 2000. 104 s. ISBN 80-7231-0609-0.
- DAVÍDEK, *Chemie potravin*. 1. vyd. Praha: SNTL, 1983. 632 s.
- HRABĚ J., *Technologie výroby potravin rostlinného původu*. 2. vyd. Zlín: UTB Zlín, 2007. 189 s. ISBN 978-80-7318-520-6.
- VELÍŠEK J., *Chemie potravin I.* 1. vyd. Pelhřimov: OSSIS, 1999. 352 s. ISBN 80-902391-3-7.
- SALAŠ J., *Farmaceutická chemie*. 2. vyd. Praha: Avicenum, 1973. 380 s.
- DAVÍDEK J., *Chemie potravin*. 2. vyd. Praha: VŠCHT, 1991. 142 s. ISBN 80-7080-097-6.
- KUBIŠTA V., *Obecná biologie*. 1. vyd. Praha: Fortuna, 1993. 96 s.
- HRABĚ, J., Rop, O., Hoza, I., *Technologie výroby potravin rostlinného původu*, 1.vyd., Univerzita T.B. ve Zlíně Academia Centrum, Zlín 2006, ISBN 80-7318-372-2.
- HRUDKOVÁ, Alena. *Balení, přeprava a skladování tropického ovoce*. Praha, 1970.
- TRUEB, Lucien F. *Früchte und Nüsse aus aller Welt*. Stuttgart: S. Hirzel, 1999. ISBN 3-7776-0872-6.
- GOLIÁŠ, Jan. *Skladování ovoce v řízené atmosféře*. Praha: Brázda, 2011. ISBN 978-80-209-0386-0.
- TURLEY, Jennifer a Joan THOMPSON. *Nutrition: your life science*. Belmont: Wadsworth Cengage Learning, c2013. ISBN 978-0-538-49484-7.
- KOMPRDA, Tomáš. *Základy výživy člověka*. V Brně: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2003. ISBN 80-7157-655-7.

- RUMÍŠKOVÁ, Marie. *Základy výživy*. Brno: Ivan Straka, 2002. ISBN 80-86494-05-5.
- HRABĚ, Jan a Aleš KOMÁR. *Technologie, zbožiznalství a hygiena potravin*. Vyškov: VVŠ PV, 2003. ISBN 80-7231-107-7.
- GUDKOVSKIJ, V. A. *Dlouhodobé skladování ovoce*. Praha: SZN, 1984. Rostlinná výroba (Státní zemědělské nakladatelství).
- SAMWALD, Achim. *Sušíme ovoce, zeleninu, bylinky a houby*. Praha: Grada, 2008. ISBN 978-80-247-2566-6.
- BULKOVÁ, Věra. *Rostlinné potraviny*. Brno: Národní centrum ošetrovatelství a nelékařských zdravotnických oborů, 2011. ISBN 978-80-7013-532-7.
- GOLIÁŠ, Jan. *Skladování a zpracování ovoce a zeleniny*. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 2014. ISBN 978-80-7509-195-6.
- NUNES, Maria Cecilia do Nascimento. *Color atlas of postharvest quality of fruits and vegetables*. Ames, Iowa: Blackwell Pub., 2008. ISBN 0813817528.
- BLAŽEK, Jan. *Ovocnictví*. 2. nezm. vyd. Praha: Květ, 2001. ISBN 80-85362-43-0.
- BILLY, Ludivine. Relationship between texture and pectin composition of two apple cultivars during storage. *Postharvest Biology and Technology* [online]. 2008, 47(3), 315-324 [cit. 2017-02-07]. DOI: 10.1016/j.postharvbio.2007.07.011. ISSN 09255214.
- MCGLONE, V.A. Firmness, dry-matter and soluble-solids assessment of postharvest kiwifruit by NIR spectroscopy. *Postharvest Biology and Technology (Netherlands)* [online]. 1998, 13(2), 131 [cit. 2017-02-07]. ISSN 09255214.
- RICARDO BADIA-MELIS. Refrigerated Fruit Storage Monitoring Combining Two Different Wireless Sensing Technologies: RFID and WSN. *Sensors, Vol 15, Iss 3, Pp 4781-4795 (2015)* [online]. 2015, 15(3), 4781-4795 [cit. 2017-02-15]. DOI: 10.3390/s150304781. ISSN 14248220.
- LEISSO, Rachel. Cell Wall, Cell Membrane, and Volatile Metabolism Are Altered by Antioxidant Treatment, Temperature Shifts, and Peel Necrosis during Apple Fruit Storage. *Journal of agricultural and food chemistry* [online]. 2013, 61, no. 6(6) [cit. 2017-02-15]. ISSN 00218561.
- LI, Taotao. Comparative proteomic approaches to analysis of litchi pulp senescence after harvest. *Food Research International* [online]. 2015, 78, 274-285 [cit. 2017-02-15]. DOI: 10.1016/j.foodres.2015.09.033. ISSN 09639969.
- GUERREIRO, A.C. The effect of alginate-based edible coatings enriched with essential oils constituents on *Arbutus unedo* L. fresh fruit storage. *Postharvest Biology and*

Technology [online]. 2015, 100, 226 - 233 [cit. 2017-02-15]. DOI: 10.1016/j.postharvbio.2014.09.002. ISSN 09255214.

UDOMKUN, Patchimaporn. Compositional and functional dynamics of dried papaya as affected by storage time and packaging material. *Food Chemistry* [online]. 2016, 196, 712-719 [cit. 2017-02-15]. DOI: 10.1016/j.foodchem.2015.09.103. ISSN 03088146.

ZHENFENG YANG. EFFECTS OF STORAGE TEMPERATURE ON TEXTURAL PROPERTIES OF CHINESE BAYBERRY FRUIT. *Journal of Texture Studies* [online]. 2007, 38(1), 166-177 [cit. 2017-02-15]. DOI: 10.1111/j.1745-4603.2007.00092.x. ISSN 00224901.

OFFIA-OLUA, Blessing I. Production and evaluation of the physico-chemical and sensory qualities of mixed fruit leather and cakes produced from apple (*Musa Pumila*), banana (*Musa Sapientum*), pineapple (*Ananas Comosus*). *Nigerian Food Journal* [online]. 2015, 33(1), 22-28 [cit. 2017-02-20]. DOI: 10.1016/j.nifoj.2015.04.004. ISSN 01897241.

HAPSARI, Lia. FRUIT CHARACTERISTIC AND NUTRIENT VALUES OF FOUR INDONESIAN BANANA CULTIVARS (*Musa* spp.) AT DIFFERENT GENOMIC GROUPS. *Agrivita: Journal of Agricultural Science* [online]. 2016, 38(3), 303-311 [cit. 2017-02-20]. DOI: 10.17503/agrivita.v38i3.696. ISSN 01260537.

CHOI, Jin-Ho. Fruit quality and core breakdown of 'Wonhwang' pears in relation to harvest date and pre-storage cooling. *Scientia Horticulturae* [online]. 2015, 188, 1-5 [cit. 2017-03-22]. DOI: 10.1016/j.scienta.2015.03.011. ISSN 03044238.

GUINE, R. P. F. Evaluation of Textural Properties in Apples of Regional Varieties. *International Journal of Food Properties* [online]. 2011, 14(2), 331-338 [cit. 2017-03-22]. DOI: 10.1080/10942910903177848. ISSN 10942912.

MIHALACHE ARION, Cristina. Antioxidant potential of different plum cultivars during storage. *Food Chemistry* [online]. 2014, 146, 485-491 [cit. 2017-03-22]. DOI: 10.1016/j.foodchem.2013.09.072. ISSN 03088146.

7 ABSTRAKT

Vliv skladování na texturní a chemické vlastnosti u vybraných druhů ovoce

Hollerová, A.

Fakulta veterinární hygieny a ekologie
Veterinární a farmaceutická univerzita Brno

Cílem této bakalářské práce bylo nastudování hlavních chemických parametrů ovoce z českých i zahraničních literárních zdrojů, stanovení texturních (tvrdost, pevnost) a chemických vlastností (obsah celkových kyselin, obsah polyfenolů) v různých skladovacích podmínkách (pokojová teplota, chladicí komora), vyhodnocení a porovnání jejich hodnot.

Teoretická část bakalářské práce popisuje chemické složení ovoce, zralost a posklizňové změny a skladování vybraných druhů ovoce. Experimentální část se zabývá měřicími metodami a vyhodnocením výsledků. Texturní vlastnosti byly stanoveny přístrojem TA.XT plus analýzou textury, obsah celkových kyselin potenciometrickou titrací a obsah polyfenolů byl zjištěn pomocí modifikované kolorimetrické metody dle Singletona a Rossiho. Výsledky byly statisticky vyhodnoceny a porovnány pomocí obousměrné analýzy rozdílu ($p < 0,05$).

Pro laboratorní analýzu bylo vybráno 5 vzorků ovoce, 2 tuzemské a 3 exotické, přičemž byly skladovány při pokojové teplotě a chladicí komoře po dobu 12 dnů. Měření proběhlo ihned po zakoupení (0. den), dále 7. a 12. den.

Při měření tvrdosti byly zjištěny statisticky významné poklesy ($p < 0,05$), a to mezi 0. a 7. dnem u avokáda skladovaného při pokojové teplotě a mezi 0. a 12. dnem u physalis, která byla skladována v chladicí komoře.

Při měření pevnosti byly zaznamenány statisticky významné poklesy ($p < 0,05$) při skladování v pokojové teplotě, a to u jablka, physalis a avokáda mezi 0. a 12. dnem.

Při zjišťování obsahu celkových kyselin byly zaznamenány statisticky významné nárůsty ($p < 0,05$) u kiwi mezi 0. a 7. dnem a u avokáda mezi 0. a 12. dnem skladování v chladicí komoře.

Při zjišťování obsahu polyfenolů byly zaznamenány statisticky průkazné poklesy ($p < 0,05$) u švestky a kiwi mezi 0. a 7. dnem skladování v pokojové teplotě. Dále byl

zjištěn statisticky významný rozdíl ($p < 0,05$) u physalis mezi 7. dnem skladování. Při skladování v pokojové teplotě byla hodnota obsahu významně nižší než při skladování v chladicí komoře.

Klíčová slova: skladování, ovoce, textura, kyseliny, polyfenoly

8 ABSTRACT

The effect of storage on textural and chemical parameters of selected species of fruit

Hollerová, A.

Faculty of Veterinary Hygiene and Ecology
Veterinary and Pharmaceutical Sciences Brno

The aim of my bachelor thesis was to study the main chemical parameters of fruit from Czech and foreign literary. Another aim was determine texture (hardness, strenght) and chemical properties (content of total acids, content of polyphenols) at different storage conditions (room temperature, cooling chambre), evaluate and comperre their valuates to each other.

The theoretical part of my thesis describes the chemical composition of fruit, ripeness and postharvest changes and storage of selected fruits. The experimental part deals with methods of measuring and evaluating of results. Textural properities were measured by a TA.XT Plus Texture analyzer, the content of total acid was detected by using potentiometric titration and content of polyphenols was detected by using a modifield colorimetric method. The results were statistically analyzed and compared to each other by two way analysis of variance ($p < 0,05$).

For laboratory analysis, I used randomly chosen five samples of fruit, two domestic an three exotic. These were storaged at room temperature and cooling chambre for 12 days. Measurments were made immediately after buying (day 0), followed by the 7th and 12th day.

When the hardeness was measured there were found statistically significant decreases ($p < 0.05$). They were measured in avocado between 0th and 7th day storage at room temperature and next in physalis between 0th and 12th day storage at cooling chambre.

For the strenght were found statistically significant decreases ($p < 0.05$). They were measured in apple, physalis and avocado between 0th and 12th day storage at room temperature.

When the content of total acids was measured there were found statistically significant increases ($p < 0.05$). They were measured in kiwi between 0th and 7th day

storage at cooling chambre and next in avocado between 0th and 12th day storage at cooling chambre too.

For the polyphenols content were found statistically significant decreases in plum and kiwi between 0th and 7th day storage at room temperature. The statistically significant difference was found in physalis between storage at room temperature and storage at cooling chambre at 7th day, when it was lower at room temperature storage.

Key words: storage, fruit, texture, acids, polyphenols

9 SEZNAM OBRÁZKŮ, TABULEK A GRAFŮ

| | |
|---|----|
| Obrázek č. 1: Změna barvy jablka při jeho dozrávání..... | 18 |
| Obrázek č. 2: TA.XT plus analyzér textury (Stable Micro Systems, UK) | 24 |
| Obrázek č. 3: pH metr Milwaukee (Mi 150, pH / Temperature Bench Meter) | 25 |
| Obrázek č. 4: UV-Vis spektrofotometr..... | 26 |
| Obrázek č. 5: Třepačka Heidolph (Unimax 1010)..... | 26 |
| | |
| Tabulka č. 1: Seznam analyzovaných vzorků..... | 23 |
| Tabulka č. 2: Průměrný Bioyield Point u jednotlivých druhů ovoce při skladování v pokojové teplotě (g) | 29 |
| Tabulka č. 3: Průměrný Bioyield Point u jednotlivých druhů ovoce při skladování v chladicí komoře (g)..... | 30 |
| Tabulka č. 4: Průměrná hodnota pevnosti u jednotlivých druhů ovoce při skladování v pokojové teplotě (g) | 32 |
| Tabulka č. 5: Průměrná hodnota pevnosti u jednotlivých druhů ovoce při skladování v chladicí komoře (g)..... | 33 |
| Tabulka č. 6: Průměrný obsah kyselin u jednotlivých druhů ovoce při skladování v pokojové teplotě (g/l)..... | 34 |
| Tabulka č. 7: Průměrný obsah kyselin u jednotlivých druhů ovoce při skladování v chladicí komoře (g/l)..... | 35 |
| Tabulka č. 8: Průměrný obsah polyfenolů u jednotlivých druhů ovoce při skladování v pokojové teplotě (mg/100 ml extraktu) | 37 |
| Tabulka č. 9: Průměrný obsah polyfenolů u jednotlivých druhů ovoce při skladování v chladicí komoře (mg/100 ml extraktu) | 38 |
| | |
| Graf č. 1: Grafické vyjádření průměrné hodnoty Bioyield Point při skladování v pokojové teplotě..... | 29 |
| Graf č. 2: Grafické vyjádření průměrné hodnoty Bioyield Point při skladování v chladicí komoře | 30 |
| Graf č. 3: Grafické vyjádření průměrné hodnoty pevnosti u jednotlivých druhů ovoce při skladování v pokojové teplotě | 32 |

| | |
|---|----|
| Graf č. 4: Grafické vyjádření průměrné hodnoty pevnosti u jednotlivých druhů ovoce při skladování v chladicí komoře | 33 |
| Graf č. 5: Grafické vyjádření průměrného obsahu kyselin při skladování v pokojové teplotě..... | 35 |
| Graf č. 6: Grafické vyjádření obsahu kyselin při skladování v chladicí komoře..... | 36 |
| Graf č. 7: Grafické vyjádření průměrného obsahu polyfenolů při skladování v pokojové teplotě..... | 38 |
| Graf č. 8: Grafické vyjádření průměrného obsahu polyfenolů při skladování v chladicí komoře | 39 |

PROHLÁŠENÍ AUTORA

Jsem si vědoma, že

- odevzdáním závěrečné práce souhlasím s jejím zveřejněním dle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů, ve znění pozdějších předpisů, a to i bez ohledu na výsledek její obhajoby,
- moje závěrečná práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitní databázi a bude veřejně přístupná k nahlédnutí,
- na moji závěrečnou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů, především ustanovení § 35 odst. 3 tohoto zákona, tj. o užití tohoto díla.

Jméno a příjmení autora, titul: Aneta Hollerová

Název práce: Vliv skladování na texturní a chemické vlastnosti u vybraných druhů ovoce

V Brně dne 29.3.2017

Podpis autora:

1) zákon č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů, ve znění pozdějších předpisů, ustanovení § 47b Zveřejňování závěrečných prací:

(1) Vysoká škola nevydělečně zveřejňuje disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce, u kterých proběhla obhajoba, včetně posudků oponentů a záznamu o průběhu a výsledku obhajoby prostřednictvím databáze kvalifikačních prací, kterou spravuje. Způsob zveřejnění stanoví vnitřní předpis vysoké školy.

(2) Disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce odevzdané uchazečem k obhajobě musí být též nejméně pět pracovních dnů před konáním obhajoby zveřejněny k nahlížení veřejnosti v místě určeném vnitřním předpisem vysoké školy nebo není-li tak určeno, v místě pracoviště vysoké školy, kde se má konat obhajoba práce. Každý si může ze zveřejněné práce pořizovat na své náklady výpisy, opisy nebo rozmnoženiny.

(3) Platí, že odevzdáním práce autor souhlasí se zveřejněním své práce podle tohoto zákona, bez ohledu na výsledek obhajoby.

2) zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů, ustanovení § 35 odst. 3:

(3) Do práva autorského také nezasahuje škola nebo školské či vzdělávací zařízení, užije-li nikoli za účelem přímého nebo nepřímého hospodářského nebo obchodního prospěchu k výuce nebo k vlastní vnitřní potřebě dílo vytvořené žákem nebo studentem ke splnění školních nebo studijních povinností vyplývajících z jeho právního vztahu ke škole nebo školskému či vzdělávacímu zařízení (školní dílo).

3) zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů, ustanovení § 60:

(1) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení mají za obvyklých podmínek právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla (§ 35 odst. 3). Odpírá-li autor takového díla udělit svolení bez závažného důvodu, mohou se tyto osoby domáhat nahrazení chybějícího projevu jeho vůle u soudu. Ustanovení § 35 odst. 3 zůstává nedotčeno.

(2) Není-li sjednáno jinak, může autor školního díla své dílo užít či poskytnout jinému licenci, není-li to v rozporu s oprávněnými zájmy školy nebo školského či vzdělávacího zařízení.

(3) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení jsou oprávněny požadovat, aby jim autor školního díla z výdětku jim dosaženého v souvislosti s užitím díla či poskytnutím licence podle odstavce 2 přiměřeně přispěl na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložily, a to podle okolností až do jejich skutečné výše; přitom se přihlídně k výši výdětku dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.

POTVRZENÍ AUTORA

Svým podpisem potvrzuji, že písemná verze odevzdané bakalářské práce je shodná s elektronickou verzí práce, která je pod stejnojmenným názvem v pdf formě uložena v Informačním systému VFU Brno (STAG), příp. na předaném nosiči (CD, DVD).

| | |
|---------------------------------|--|
| Jméno a příjmení autora, titul: | Aneta Hollerová |
| Název práce v češtině: | Vliv skladování na texturní a chemické vlastnosti u vybraných druhů ovoce |
| Název práce v angličtině: | The effect of storage on textural and chemical parameters of selected species of fruit |

V Brně dne 29.3.2017

Podpis autora:

