

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra zahradnictví



**Fakulta agrobiologie,
potravinových a přírodních zdrojů**

**Vliv způsobu skladování zimních jablek na změny
kvalitativních parametrů**

Diplomová práce

**Bc. Štěpán Zima
Zahradnictví**

Ing. Lukáš Zíka, Ph.D.

© 2023 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci " Vliv způsobu skladování zimních jablek na změny kvalitativních parametrů " jsem vypracoval(a) samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autor(ka) uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 14.4.2023

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval školiteli Ing. Lukáši Zíkovi, Ph.D. za vedení mé diplomové práce, především za trpělivost a rady. Rád bych tímto i poděkoval všem zaměstnancům Stanice šlechtění jabloně ve Střížovicích v Ústavu experimentální botaniky Akademie věd České republiky v. v. i. (ÚEB AV ČR) zejména RNDr. Dimitriji Tyčovi, Ph.D. a Ing. Zuzaně Krčkové, Ph.D. za pomoc a že si vždy našli čas na naše konzultace. Také bych rád na závěr poděkoval své rodině a přátelům kteří mi byli o cporou po celou dobu studia.

Vliv způsobu skladování zimních jablek na změny kvalitativních parametrů

Souhrn

Jablka zimních odrůd jsou dnes pěstována z větší části k dlouhodobému skladování, jak v chlazených skladech, tak primárně ve skladech s řízenou atmosférou a nízkým obsahem kyslíku (ULO). Všechna měření probíhala na Stanici šlechtění jabloně na rezistenci k chorobám v Ústavu experimentální botaniky AV ČR ve Střížovicích. V této práci byly měřeny odrůdy ‘Admiral’, ‘Bonita’, ‘Golden Delicious’, ‘Ghiva’, ‘Jonaprince’, ‘Rubelit’, ‘Sirius’, ‘Topaz’. Měření probíhala v termínu sklizně a pak v dalších termínech ve dvou variantách. V první variantě byla jablka skladována v chladícím boxu a byly měřeny hodnoty s časovým odstupem po 3 až 6 měsících po sklizni. V druhé variantě byly všechny odrůdy uskladněny do ULO boxu a vyskladněny byly po 9 měsících, kdy poté byly měřeny v období, než se jablko dostane ke spotřebiteli, tj. za 14 dní (shelf-life).

Statisticky byla hodnocena cukernatost, kyselost plodů a také pevnost dužniny, která je důležitým faktorem pro kvalitu plodů a jejich skladování. Hodnocen byl také hmotnostní úbytek plodů. Ostatní měřené parametry byly hmotnost, šířka, výška, líčko, základní a krycí barva, mastnota slupky, šťavnatost plodů, poměr cukrů a kyselin. Během pokusu byla uspořádána degustace všech odrůd z obou variant skladování. Pevnost dužniny byla největší u odrůdy ‘Ghiva’ při sklizni (13,15 kg/cm²), a nejvyšší hodnotu se udržela po celou dobu měření. Nejmenší pevnost dužniny měla odrůda ‘Golden Delicious’ (7,17 kg/cm²) při sklizni. Nejvyšší obsah cukrů byl změřen u odrůdy ‘Ghiva’ (14,61 °Brix), nejnižší u odrůdy ‘Admiral’ (10,53 °Brix). U odrůdy ‘Topaz’ byl zjištěn nejvyšší obsah kyselin (15,36 g/l), naopak nejméně kyselin bylo u odrůdy ‘Admiral’ (8,06 g/l) při sklizni. Největší hmotnostní úbytek byl u odrůdy ‘Golden Delicious’ a nejmenší byl u odrůdy ‘Admiral’. Vliv režimu skladování se projevil u odrůdy ‘Topaz’, která měla lepší hodnoty dle kvality plodů v chladícím boxu než v ULO. Nejchutnější v organoleptickém hodnocení byla odrůda ‘Rubelit’ a na druhém místě se umístila odrůda ‘Sirius’, obě byly skladovány v chladícím boxu. Na třetím a čtvrtém místě se umístily stejné odrůdy, ale skladované v ULO boxu.

Klíčová slova: jablko, kvalita plodu, skladování, ULO, penetrometrie, cukernatost

The influence of the way of storing winter apples on changes in quality parameters

Summary

Today, winter varieties of apples are grown mostly for long-term storage, both in refrigerated warehouses and primarily in controlled atmospheric and low oxygen storage. (ULO). All measurements were carried out at the Stations for Apple Breeding on Resistance to Diseases at the Institute of Experimental Botany of AV Czech Republic in Strážov. The winter varieties of apples that were measured in this paper are 'Admiral', 'Bonita', 'Golden Delicious', 'Ghiva', 'Jonaprince', 'Rubelit', 'Sirius', 'Topaz'. Measurements were carried out in the harvest date and then in the following dates in two variants. In the first variant, the apples were stored in a cooling box and the values were measured with a time interval of 3 to 6 months after harvesting. In the second variant, all varieties were stored in the ULO box and removed after 9 months, after which they were measured in the period before the apple reached the consumer, i.e. in 14 days (shelf-life).

Statistically, the sugar content, the acidity of the fruit and also the strength of the duct, which is an important factor for the quality of the fruits and their storage, has been evaluated. The weight loss of the fruit was also assessed. Other measured parameters were weight, width, height, face, base and covering color, shell fatness, fruit juice, sugar-acid ratio. During the experiment, a tasting of all varieties from both storage variants was arranged. The flesh firmness was highest in 'Ghiva' at harvest (13.15 kg/cm²), maintaining the highest value throughout the measurement period. The lowest solidity was found in the 'Golden Delicious' (7.17 kg/cm²) when harvested. The highest sugar content was measured in the 'Ghiva' variety (14.61 °Brix) and the lowest in 'Admiral' variety (10.53 °Brix). Topaz had the highest acid content (15.36 g/l), while Admiral had the least acid content (8.06 g/L) at harvest. The largest weight loss was in the 'Golden Delicious' variety and the smallest was in 'Admiral'. The influence of the storage regime was shown in the 'Topaz' variety, which had better values according to the quality of the fruits in the cooling box than in the ULO. The most tasty in the organoleptic rating was the 'Rubelit' variety and the 'Sirius' variety was placed second, both of which were stored in a cooling box. On the third and fourth place, the same varieties were placed, but stored in the ULO box.

Keywords: apple, quality of fruit, storage, ULO, penetrometry, sugar content

Obsah

1	Úvod	9
2	Vědecká hypotéza a cíle práce	10
3	Literární rešerše.....	11
3.1	Skladování.....	11
3.2	Faktory ovlivňující uchovatelnost ovoce.....	11
3.2.1	Vnitřní faktory uchovatelnosti jablek	12
3.2.2	Vnější faktory uchovatelnosti jablek	13
3.2.3	Skládkové choroby	14
3.3	Sklady	15
3.3.1	Sklady bez řízené atmosféry	15
3.3.2	Řízená atmosféra.....	15
3.4	Moderní technologie ve skladování jablek.....	16
3.5	Sklizeň a posklizňové operace	17
3.6	Zrání plodů	18
3.6.1	Význam jablek ve výživě člověka	19
3.6.2	Chemické složení jablek	20
4	Metodika.....	23
4.1	Charakteristika stanoviště.....	23
4.2	Materiál.....	23
4.2.1	Admiral	24
4.2.2	Bonita.....	24
4.2.3	Ghiva.....	24
4.2.4	Golden Delicious	25
4.2.5	Jonaprince	25
4.2.6	Rubelit.....	26
4.2.7	Sirius	26
4.2.8	Topaz	26
4.3	Metody.....	27
4.3.1	RHS.....	27
4.3.2	Termín sklizně	27
4.3.3	Základní parametry	28
4.3.4	Pevnost dužniny	28
4.3.5	Šťavnatost	28
4.3.6	Refraktometrie	28
4.3.7	Organoleptické hodnocení	28
5	Výsledky.....	29
5.1.1	Základní parametry plodů při sklizni.....	29

5.1.2	Proměnné parametry plodů během skladování.....	30
5.2	Porovnání odrůd dle vlastností plodů v průběhu skladování	32
5.2.1	Parametry při sklizni.....	32
5.2.2	Cukernatost	34
5.2.3	Kyselost	35
5.2.4	Pevnost dužniny.....	36
5.3	Hmotnost plodů.....	37
5.3.1	Hmotnostní úbytek v chladícím boxu.....	37
5.3.2	Hmotnostní úbytek v ULO	39
5.4	Organoleptické hodnocení.....	41
6	Diskuze	42
7	Závěr.....	45
8	Literatura	46
9	Seznam použitých zkratk a symbolů.....	53
10	Samostatné přílohy	I
10.1	Přístroje pro měření pevnosti, obsahu cukrů a kyselin.....	I
10.2	RHS	II
10.3	Organoleptické hodnocení.....	III
10.4	Škrobový test	IV

1 Úvod

Pěstování a produkce jablek je pro české ovocnářství nejdůležitější komoditou. V poslední době se však jabloně pěstují na menší ploše při vyšším výnosu z hektaru. Plochy ovocných sadů v ČR v roce 2022 poklesly o 580 ha na 15 419 ha, z toho produkční sady dosahují výměry 11 437 ha, což představuje meziroční pokles o 6,5 %. Struktura produkčních sadů není optimální a v posledních letech dochází k výrazné redukci těchto ploch. Důvodem kácení je špatná ekonomická situace českého ovocnářství, kdy rentabilita pěstování ovoce stále více klesá (Buchtová & Němcová 2022). Na tuto situaci měly velký vliv dopady klimatických změn v posledních letech, kterými byly pozdní jarní mrazy a sucho, které zapříčinily podprůměrné sklizně (Píková 2020).

K významnému zhoršení stavu přispělo i zavedení ruského embarga v roce 2014 na dovoz ovoce z EU. Následně Polsko i kvůli konfliktu na Ukrajině přišlo o odbytové trhy a část této produkce byla hůře prodejná, to způsobilo snížení cen jablek ve střední a východní Evropě. Vyšší spotřebitelské ceny zboží a potravin zapříčinily pokles poptávky a došlo i ke snížení spotřeby jablek. V ČR se v roce 2021/2022 v obchodech prodalo 109,2 tis. t, a z toho tuzemská konzumní jablka činila menší polovinu (51,6 tis. t). Podíl jablek vypěstovaných v ČR na maloobchodním trhu byl 47 %, což je podobné jako v minulých sezonách (Buchtová & Němcová 2022).

Na trhu převažují zimní odrůdy, které lze celoročně skladovat a nabízet k prodeji. Celoroční skladování probíhá převážně v boxech se sníženou hladinou kyslíku – ultra low oxygen (ULO), které se následně vyskladňují. Například v lednu 2023 bylo skladováno přibližně 10 % v chlazených skladovacích boxech a 90 % produkce bylo v ULO boxech (Materna 2023). Z hlediska šlechtění je mnoho současných komerčně pěstovaných odrůd jabloní odvozeno od dvou odrůd, ‘Red Delicious’ a ‘Golden Delicious’. Na celém světě dochází ke zužování základny pro velkoobchodní pěstování (Lateur 2003). Jak uvádí Materna (2023) ve zprávě o trhu ovoce, tak lze zdůraznit, že v lednu sezóny 2023 při skladování zimních jablek byly nejvíce naskladněny komerční odrůdy jako ‘Golden Delicious’ (24 %), ‘Jonagold’ (19 %), ‘Braeburn’ (14 %), ‘Gala’ (13 %), ‘Idared’ (10 %), a ‘Red Delicious’ a jeho mutace (6 %). V dnešní době je k dispozici řada nových kříženců a odrůd ze série šlechtění ‘Golden Delicious’. Tyto odrůdy již mají vyšší rezistenci k houbovým chorobám a jsou zajímavé z hlediska chuti, vnitřní kvality plodů a skladování. Pěstují se ale spíše v cizině, kde nacházejí větší uplatnění.

2 Vědecká hypotéza a cíle práce

Hypotéza: Skladování jablek v systému ULO významně ovlivní jejich vlastnosti a jakost.

Cílem diplomové práce bylo porovnat vliv režimu skladování na vlastnosti plodů vybraných odrůd. Dílčím cílem bylo prověřit, zda se toto skladování hodí pro všechny sledované odrůdy.

3 Literární rešerše

3.1 Skladování

Cílem skladování jablek je zachovat požadované parametry plodů po celou dobu až do jejich prodeje. Hemibióza je přirozený stav stále živého plodu, ačkoliv odděleného od mateřské rostliny, bránit se před rozkladnými činiteli, jak vnitřními, tak i vnějšími. Díky svojí přirozené životní činnosti si pletiva udržují po určitou dobu dynamickou rovnováhu enzymů a látkových složek natolik neporušenou, že mohou být bez zvláštních opatření skladovány (Balík 2018; Goliáš 1996). Bohužel tento stav není udržitelný věčně, jelikož plod postupně vyčerpává své zdroje energie, zejména sacharidy, které již nelze obnovit. V současnosti je velká část komerčně pěstovaného ovoce skladována po dobu 4 měsíců nebo déle než je prodána. Velmi dobrý skladovací potenciál odrůdy je proto důležitým požadavkem pro zachování kvality jablek (Ferguson a Boyd 2002).

Při skladování, které je řízené, jde o vytvoření a udržení podmínek, při kterých se zpomalí všechny procesy tak, aby nedocházelo ke vzniku nadbytečných ztrát, a přitom se udržely plody v takové kvalitě, aby nedocházelo k narušení metabolismu. To by znamenalo nevratnou ztrátu jakosti ovoce (Balík 2018).

Předcházení ztrátám

Z globálního hlediska bude klíčové minimalizovat úbytky po sklizni, aby nedocházelo ke ztrátám, které nastávají i u ovoce před dosažením spotřeby pro udržitelné zásobování po celém světě (Gustavsson et al. 2011). Nežádoucí posklizňové změny a ztrátu čerstvosti ovoce je možné omezit chladírenským skladováním v optimální vlhkosti, teplotě a atmosféře vhodného složení. Čas a šetrné metody posklizňového ošetření hrají rozhodující úlohu včetně omezování činnosti mikroorganismů. Nesprávný termín sklizně, mechanické poškození, ztráta hmotnosti transpirací a fyziologická onemocnění jsou nejdůležitějšími faktory, které zhoršují kvalitu a zkracují dobu pro skladování ovoce (Balík 2018).

Například studie provedená ve Velké Británii uvádí, že až 19 % ovoce bylo vyhozeno před dosažením fáze spotřeby. Ještě důležitější je fakt, že by tomu šlo předcházet správnou manipulací a skladováním (Gustavsson et al. 2011). Na čerstvých jablkách změny nebo poškození zastavit už nelze, ale je možné je omezit pomocí aplikace některých zmíněných opatření. Mezi důležité posklizňové technologie patří správné balení, třídění a přeprava (Ahmad et al 2015). U jablek jako u ovoce odolnějšího na manipulaci bylo zjištěno, že jsou ke ztrátám méně náchylné a ztráty v maloobchodech se odhadují okolo 5 % (Gustavsson et al. 2011). Jablka je vhodné sklízet se stopkou a ručně jak při prodeji v čerstvém stavu, tak i když jsou dlouhodobě skladována (Balík 2018).

3.2 Faktory ovlivňující uchovatelnost ovoce

Plody klimakterické (jablka, hrušky, broskve, meruňky, švestky aj.) na svém počátku růstu dýchají velmi intenzivně na stromě a také pak při zrání po sklizni. Vzestup dýchání je spojený se zvýšením obsahu oxidu uhličitého, etylénu, který je velmi rozdílný podle odrůd. Časné

odrůdy mají vysokou produkci etylénu a zrají rychleji, naopak pozdní odrůdy mají produkci zvolněnou a zrají pomaleji. Neklimakterické plody se během zrání vyznačují lineárním poklesem intenzity dýchání. Intenzita dýchání může být regulována teplotou a složením atmosféry. Jedná se o například plody třešní, rybízu, jahod, hroznů, aj. (Goliáš 2014).

3.2.1 Vnitřní faktory uchovatelnosti jablek

Po sklizni je hlavním ukazatelem trvanlivosti jablek rychlost zrání, intenzita dýchání, změny způsobené vadnutím a schopnost odolávat působení mikroorganismů. Zmíněné parametry jsou dány druhovou a odrůdovou vlastností. Tyto parametry také závisí na fyziologickém a zdravotním stavu a jsou ovlivnitelné podmínkami pěstování a sklizně.

Dýchání plodů a tvorba etylénu

Hlavním životním projevem ovoce je respirace (dýchání). Je velmi propojena se změnou jakosti plodů, průběhem dozrávání, trvanlivostí, fyziologickými poruchami a je ovlivňována skladovacími podmínkami. V plodech představuje proces dýchání soubor vzájemně spojených enzymatických pochodů, oxidace organických kyselin, z níž si plody uvolňují energii. Plody během dýchání dostávají kyslík a vydávají oxid uhličitý, přičemž se odbourávají hlavně cukry (glukóza, fruktóza, sacharóza, škrob), případně i organické kyseliny, mezi které patří kyselina jablečná (Goliáš 1996).

Rychlost respirace je exponenciálně závislá na teplotě skladování. Dýcháním se uvolňuje energie, která se z části spotřebuje na regeneraci živých pletiv a transpiraci. Z části se šíří ve formě tepla. Teplo je pak během chladírenského skladování odebíráno. Jako ochrana proti nežádoucím změnám způsobeným dýcháním jsou zákroky omezující dýchání, například přiměřeně nízká teplota nebo řízené složení atmosféry. Při nadbytečném množství oxidu uhličitého a nedostatku kyslíku nebo i oslabení enzymatických systémů se snižuje kvalita ovoce a dochází k anaerobnímu dýchání (Balík 2018).

Etylén

Etylén je jedním z hlavních rostlinných hormonů ovlivňující různé rostlinné biologické procesy. Byla objevena řada biologických rolí etylénu a jeho nejvíce studovaným účinku je podpora zrání ovoce (Bleecker & Kende 2000).

U vzestupu respirace plodů vytváření etylénub v mezibuněčných prostorech. Exogenní aplikace etylénu, která zahájí období klimakteria u nezralých plodů, ale indikuje autokatalytický proces syntézy vlastního etylénu. Klimakterium vyznačuje přechod od růstu a vývoje k začátku stádia stárnutí (Goliáš 2011). Klimakterické ovoce produkuje většinou vyšší množství etylénu než neklimakterické druhy ovoce. V rostlinách se etylén syntetizuje řadou reakcí z aminokyseliny methioninu. Rychlost produkce etylénu čerstvým ovocem může být snížena, pokud plody jsou skladovány při nízké teplotě, snížen obsah kyslíku (méně než 8 % a zvýšený oxid uhličitý nad 1 %), ošetření thiosíranem stříbrným, manganistanem draselným (KMnO_4), 1 – methylecyklopropenem (MCP) a oxidací UV světlem. Pro zabránění poškození etylénem je vhodné vyhýbání se stresorům jako jsou poranění ovoce, výskyt nemocí a skládkových chorob, vodní stres a chlazení, které pomáhá snižovat rychlost dýchání (Zhang et al. 2017).

Úbytek vody výparem

Charakteristickým znakem ztráty vody výparem je intenzita transpirace (evaporace). Tento proces je velmi dynamický a dochází k přenosu vodních par mezi plodem (plodinou) a jeho okolím (Balík 2018). Ztráta 4 % až 5% vody z produktu se projeví znatelným vadnutím, což platí především pro listovou a kořenovou zeleninu. U jablek tato ztráta vody není viditelná běžným pozorováním, plody jsou sice turgescenční, ale i tak tato ztráta představuje úbytek hmotnosti za celou dobu skladování (Goliáš 2014). Se ztrátou vody klesá odolnost proti mikroorganismům. Celková ztráta hmotnosti je významný ekonomický faktor při skladování a přepravě u odrůd jablek, definovaná už jako problém po mnoho let a vede k neatraktivnímu, zmačkanému vzhledu (Balík 2018).

3.2.2 Vnější faktory uchovatelnosti jablek

Teplota skladování

Velký vliv na uchovatelnost jablek má působení chladu, protože se s nízkou teplotou snižuje rychlost všech biochemických reakcí a procesů. Při snížení teploty se exponenciálně zpomaluje intenzita respirace a díky tomu i procesy, které s tím souvisejí, hlavně dozrávání, měknutí, rozkládání pektinových látek a úbytek cukrů a kyselin. U větších plodů jako jsou jablka, hrušky je předpokládána teplota jejich zchlazení 1–4 °C, dle stanovené doby (Balík 2018). Při delším skladování při nízké teplotě může dojít k porušení slupky, které je charakterizované zhnědnutím (Watkins et al. 1995).

Relativní vlhkost vzduchu

Druhým nejdůležitějším vnějším faktorem je vlhkost vzduchu. Ve skladech při stanovení optimální relativní vlhkosti vzduchu vycházíme z náchylnosti ovocného druhu na vadnutí a odolnosti proti mikroorganismům (Balík 2018). U jablek je optimální vlhkost pro skladování 80-95 %, aby byl zachován charakter slupky bez vadnutí (Akdemir 2019). Nad 95% relativní vlhkosti vzduchu při skladování hrozí pak plesnivění ovoce i obalů. Už při ztrátě 2 % hmotnosti kvůli vadnutí ztrácejí svůj čerstvý vzhled například maliny nebo jahody, ale jiné plody jako jablka až při ztrátě 10 %. Oproti tomu skořápkové ovoce potřebuje pro optimální uskladnění sucho (Kader 2001).

Koncentrace kyslíku a oxidu uhličitého v ambientní atmosféře

Vzduch není vhodný v běžném složení pro skladování ovoce. Skládá se z dusíku 78 %, kyslíku 21 % a ostatních plynů, především oxidu uhličitého 0,04 %. Při dýchání plody potřebují přijímat kyslík a oxid uhličitý. Pokud každá plynná složka je v jiné koncentraci než je klasické složení, zpomaluje se proces dýchání a tím i zrání ovoce. Pro dostatečný účinek je zapotřebí, aby koncentrace kyslíku byla pod 10 %, dle skladovaného druhu ovoce. V atmosféře se záměrně zvyšuje koncentrace oxidu uhličitého, který nepřímo inhibuje rychlost dýchání. Při nevhodných koncentracích kyslíku (obecně nižší než 1 %) a oxidu uhličitého v ambientní atmosféře (přibližně nad 5 %) může docházet k hromadění anaerobního metabolitu, kterým je ethanol v pletivech plodů a snižuje se kvalita ovoce (Goliáš 1996).

Omezování výskytu mikroorganismů

Omezení zatížení jablek povrchovou mikroflórou a zároveň snaha zabránit jejímu výskytu v chladárně pomáhá k lepší skladovatelnosti. Ve skladech působením nízké teploty dochází jen ke zpomalení činnosti mikroorganismů. Hlavní vliv na stav naskladněného ovoce má skutečnost, zda je zdravé a nepoškozené. Mnohem citlivější k napadení jsou plody jablek, které mají nějaké povrchové poškození. Některé dezinfekční či sanitační prostředky zabírají výskytu nebo omezují životaschopnost mikroorganismů, ale optimální čistoty ovoce z mikrobiálního hlediska dosáhnout nelze (Jongen 2002).

Ozón je znám velmi dlouho jako dezinfekční sloučenina pro pitnou vodu a byl už aplikován v roce 1893 v Nizozemsku, přibližně po 50 letech, kdy ho objevil F.C. Schonbein (1839) (Rubin 2001). Jeho využití je buď jako plynná složka ve skladovatelné atmosféře (0,02 – 1,5 ppm) nebo rozpuštěný ve vodě (1,0 – 3,0 mg/l) je ekologicky přijatelné činidlo. Ve vodě je velmi vhodný k dezinfekci skladovacích a přepravních obalů (Jongen 2002). Bohužel není stále mnoho informací o rizicích kontaminace patogeny ve skladech. Stále se neví, jak přežívá například půdní patogen *Listeria monocytogenes* při skladování čerstvých jablek a zda odumírá v některém z typů skladování, kde je použit ozón (Suran 2021). Každopádně roste použití ozónu v celém průmyslovém odvětví a rozšiřuje se uplatnění ozónu, protože usmrcuje mnoho bakterií, virů, kvasinek a plísní na povrchu plodů a vede ke zmírnění hnilob a škůdců ovoce (Jongen 2002; Suran 2021).

3.2.3 Skládkové choroby

Skládkové choroby způsobují širokou škálu posklizňových poškození ovoce, čímž omezují skladovací potenciál a představují jeden z hlavních problémů komerční produkce jablek (Ahmadi – Afzari et al. 2013). Houbových patogenů, které způsobují poškození při skladování je mnoho. K nejškodlivějším patogenům řadíme strupovitost jabloně (*Venturia inaequalis*), kruhovou hnědou hnilobu (*Neofabraea alba*), moniliovou hnilobu plodů (*Monilinia fructigena*), fuzáriovou hnilobu plodů (*Fusarium* spp.), modrou peniciliovou hnilobu (*Penicillium* sp.), šedou hnilobu (*Botrytis cinerea*) a černou hnilobu (*Alternaria* spp.) (Kracíková 2021, Šafránková 2018). Napadení může začít buď během vegetačního období, nebo při sklizni a manipulaci po sklizni. Příznaky jsou viditelné často až po určité době skladování a u některých chorob se objevují až po několika dnech při pokojové teplotě (Ahmadi-Afzari et al 2013).

Pro vstup patogenů jsou zásadní mechanická poranění plodů od hmyzu, ptactva, či fyzické proto, aby před nebo po sklizni mohly vstoupit patogeny. Vhodným opatřením pro zamezení napadání plodů patogeny jsou fungicidní aplikace už před sklizní a šetrná sklizeň a manipulace. Důležitým faktorem je odrůda a pak v daném roce míra slunečního záření, teploty a vzdušná vlhkost (Kracíková 2021). Období infekce nejsou zcela známy, protože se mohou u jednotlivých patogenů odlišovat. Za významný zdroj infekce jsou považovány mumifikované plody, které by měly být odstraněny a zlikvidovány. K dalším preventivním opatřením patří pěstovat méně náchylné odrůdy k napadení skládkovými chorobami. Někdy to mohou být i rakovinné útvary na větvích, kmenech, protože část patogenů napadá mimo plody i jiné rostlinné orgány (Šafránková 2018).

3.3 Sklady

3.3.1 Sklady bez řízené atmosféry

Sklady chlazené pouze větráním venkovním vzduchem bez chlazení strojem se ve velkovýrobě pro uchování a skladování ovoce nepoužívají kvůli tomu, že je cíleně nelze regulovat (Goliáš 2014). Prostor ke skladování musí být stále v chladu (chlazený nebo alespoň zastíněný a větraný) a je nutné, aby plody pro skladování měly vysokou počáteční kvalitu (Kiaya 2014).

Chlazené sklady bez úpravy složení atmosféry (RA) patřily u nás ještě před patnácti lety k nejpoužívanějším na dlouhodobé skladování ovoce. Teplotu lze regulovat díky chladicímu okruhu výparník-kompresor-kondenzátor-expanzní ventil. Zchlazování vzduchu probíhá na výparníku a v chladírenské komoře, kde je potřeba jeho dostatečný pohyb zajistit pomocí ventilátorů obvykle v rozsahu 0,2 až 4,0 m/s. Jablky vytvořený etylén a oxid uhličitý zmizí při větrání venkovním vzduchem (Goliáš 2014).

3.3.2 Řízená atmosféra

V této době je nejkvalitnější způsob ve skladech s řízenou atmosférou (CA), sklady s nízkým obsahem kyslíku (LO), velmi nízký obsah kyslíku (ULO) a s nízkým množstvím etylénu (LECA). V těchto skladech je regulace teploty podobná a obsah kyslíku a oxidu uhličitého se optimalizuje dle druhu ovoce nebo i dle některých odrůd. Ve skladech CA obecně bývá 2-4 % O_2 , do 5 % CO_2 a ve skladech ULO obecný rozsah 0,9-1,2 % O_2 a do 1 % CO_2 . (Goliáš 2014). Využití skladů s CA (kontrolovaná atmosféra) pro dlouhodobé skladování produktů je již dlouho uznáván jako optimální způsob uchovávání ovoce (Stephens & Tanner 2005). U těchto skladů je nutná pokročilá technologická úroveň chladírny pro řízení ambientní atmosféry. To znamená vysokou plynotěsnost komory i dveří a také průhledítek ve dveřích. Za pomoci speciálních technických zařízení se tvoří a reguluje plynná směs, která může být kombinována s biologickým způsobem úpravy atmosféry. V plynotěsné komoře jablka spotřebovávají během svého dýchání část kyslíku a produkují odpovídající množství oxidu uhličitého. Pomocí dekarbonizačních technologických zařízení se oxid uhličitý redukuje. ULO komory jsou připojeny na technologickou jednotku, která produkuje a čistí atmosféru. Ta se skládá z generátoru atmosféry, adsorbéru, měřicí a regulační techniky (Goliáš 2014). U skladování ovoce v řízené atmosféře dochází ke kontrole škůdců a chorob, kvůli vyšší hladině oxidu uhličitého, která negativně ovlivňuje růst a vývoj mikroorganismů (Suran 2021).

Vyskladňování a třídění ovoce

Počtem dnů, měsíců se vyjadřuje trvanlivost jablek a do kdy si plody drží svojí konzumní zralost. Při skladovatelnosti si jablka uchovávají svoji jakost. Po vyskladnění jablek nastává tzv. obchodní uchovatelnost plodů, když jablka splňují právní podmínky a požadavky tak putují do distribučních podmínek (shelf-life) (Balík 2018).

U skladů, které jsou chlazené a bez řízené atmosféry je u postupného vyskladňování potřeba zajistit soustavné zavírání dveří, když se jablka vyskladňují z jedné komory. Při vyskladňování jablek z komor s řízenou atmosférou je pravidlem a i z bezpečnostních opatření, aby atmosféra byla zrušena několik dní předem pomocí přívodu normálního vzduchu. Totéž

platí i u teploty, která se postupně zvyšuje. Jablka se pak většinou ještě opatrně čistí vodou. Někdy je i možný šetrný transport plodů pomocí vodních kanálů. Poté jsou plody kontrolovány dle zdravotního hlediska nebo zda nejsou mechanicky poškozeny (Goliáš 2014).

Třídění na linkách probíhá automaticky na základě hmotnosti, velikosti a barevnosti plodů do konečných prodejních obalů. Třídění se provádí především pro kvalitní balení. Správný výběr a roztřídění dává spotřebiteli záruku kvality (Ahmad et al. 2015). Pokud produkt splňuje specifický standard kvality předepsaný místním nebo mezinárodním trhem, tak se rozdělují a třídí produkty do různých jakostních tříd. Minimální požadavky na prodej jablek pro jiné účely, než zpracování jsou, že produkt musí být neporušený, zdravý, vyzrálý. Musí být čistý a bez cizí chuti a vůně pro všechny třídy jablek uváděných na trh.

3.4 Moderní technologie ve skladování jablek

V řízené atmosféře je kvalita ovoce a zabránění stárnutí chráněno díky nízké hladině kyslíku, ale při přesáhnutí nízké koncentrace může docházet k poruchám a k poškozením plodů. K tomu dochází, když plody nemohou dýchat a jsou v anaerobním prostředí.

Smartfresh

Pro zabránění vzniku etylénu ve vnitřní atmosféře jablka je dobré ošetřit plody 1 – MCP (1- metylcyklopropen) Tato technologie pro čerstvé produkty je nabízena pod obchodním názvem Smartfresh (Crouch 2001). Dochází ke zlepšení mnoha fyziologických vlastností, kterými jsou kvalitativní vlastnosti plodů, inhibitoruje se etylén a respirace, zachovává se kyselost plodů, snížené povrchové vady jako mastnota nebo poruchy související s chladem (DeEll et al 2007; Watkins 2007). Díky těmto benefitům mohou být jablka skladována a také přepravována delší dobu a použití této technologie se rychle zvyšuje. Nevýhodou je, že ji nelze použít v ekologickém zemědělství (Suran 2021). Aplikace 1-MCP může mít různé účinky dle podmínek skladování a odrůdy (DeEll et al. 2007). U některých odrůd může být větší náchylnost k vnějšímu poškození oxidem uhličitým nebo poruchám jako je hnědnutí dužniny (Ehsani – Moghaddam & DeEll 2012; Fawbush et al. 2008).

Safepod

Zařízení umožňuje sledovat odběr kyslíku v jablkách a zvyšuje se koncentrace oxidu uhličitého, aby bylo možné určit, kdy u plodů dochází k přesunu na anaerobní dýchání (Suran 2021). Safepod má univerzálnost jako nástroj jak pro dlouhodobé sledování metabolického stavu produkce, tak pro poskytování specifických informací o reakci na nízké koncentrace O_2 pro skladování ovoce (Rees et al. 2021). Jedná se o technologii určenou pro přímé měření dýchání ovoce. V dnešní době je komerčně používána v USA a Kanadě (Suran 2021).

HarvestWatch

Technologie určená k detekci stresu s nízkým obsahem kyslíku v zařízeních s dynamicky řízenou atmosférou. Během procesu skladování dochází ke sledování změn chlorofylu ve slupce při anaerobním dýchání. Tato změna se nazývá chlorofylová fluorescence (Stephens & Tanner 2005). Důvody proč by se mohla tato nová technologie v ovocnářství uplatnit, jsou především monitorování a kontrola produktů v čase, omezení pesticidů, kontrola poruch

skladování, kontrola povrchového poškození u náchylných odrůd jablek, ale i hrušek bez použití diphenylaminu (DPA), který nelze ani použít v ekologickém režimu pěstování (Prange et al 2013; Suran 2021). Za další benefity by mohly být považovány detekce stárnutí, rozkladu nebo nesprávných podmínek skladování a zlepšené zachování kvality chuti. V USA je tato technologie propagována pod jménem HarvestWatch (Prange et al 2013).

3.5 Sklizeň a posklizňové operace

Prodejní kvalita jablek velmi záleží na způsobu sklizně, nesprávné postupy mohou nenapravitelně poškodit plody. Důležité je standardizovat způsoby sklizně, tak aby nedošlo k poškození plodů. U jablek je stále hlavním způsobem ruční sklizeň, a tak by měli být pracovníci maximálně opatrní. Tento způsob převažuje i kvůli tomu, že jablka jsou určena jako ovoce pro přímý konzum, kde je často vyžadována probírka plodů při postupném zrání plodů (Suran 2021).

Posklizňové operace

Pro zachování optimální čerstvosti plodů je jejich ošetření a vytvoření ochranné vrstvy vhodným materiálem důležité. Ten omezuje propustnost slupky pro vodní páry a tím i omezuje výpar (Balík 2018).

U jablek je běžnou praxí nanášení tenké vrstvy jedlého vosku, typicky vyrobeného z esterů vyšších mastných kyselin (Abdelfattah et al. 2020). V Evropské unii jsou jako nátěrové prostředky pro povrchy jablek schváleny včelí vosk, kandelilový vosk, karnaubský vosk a šelak (Ritter et al 2001). Pomocí nanesení vosku se zpomaluje zrání a lépe se uchovává jakost a pevnost dužniny. Vosk je zdravotně nezávadný a jedlý. Povlak vosku je nejčastěji nanášen ve formě vodní disperze (Balík 2018).

Doprava

Spotřebitelé očekávají lepší kvalitu produkce, stejně jako širší sortiment čerstvého ovoce v průběhu celého roku. Globalizace a následný obchod s čerstvým ovocem a produkty vyvíjejí potřebu na lepší přepravu při dlouhých vzdálenostech. Vznikají tak lepší a vhodnější systémy a způsoby pro adekvátní zachování kvality produkce (Vigneault et al. 2009). Během přepravy a skladování jsou důležité teplotní odchylky, na kterých závisí doba trvanlivosti plodů. Kvalitu plodů nejvíce ovlivňuje teplota, především z důvodu rychlosti biologických reakcí. Velmi nízká teplota způsobuje poškození mrazem naopak vysoká urychluje dýchání a ztrátu vody (Tanner and Smale 2005). Chlazení během přepravy je nejúčinnější prostředek ke snížení ztrát. Správná izolace a ventilace nákladních vozidel pomáhá minimalizovat ztrátu kvality při absenci nákladního automobilu bez chlazení. Během přepravy jsou důležité také dopravní podmínky jako stav vozovky nebo denní doba (Vigneault et al. 2009).

Balení plodů

Jablka jsou často přepravována dlouhodobě skladovaná v ohradových paletách nebo ve velkoobjemových bednách, kontejnerech, které mají kapacitu 200 až 1000 kg. Pro maloobchod je častější přeprava v paletizovaných přepravkách, které umožňují ochranu před poškozením. Nové typy těchto přepravek jsou rozkladatelné, dají se dobře složit a tím i úsporně skladovat.

Pro spotřebitele jsou vhodné přepravy složené z kartonového přířezu, doplněné papírovou proložkou (Balík 2018). Použití optimálních obalů pro přepravu a uvádění na trh pomáhá zachovat čerstvost, šťavnatost a kvalitu produktu tím, že výrazně snižuje mechanické poškození během manipulace, přepravy a skladování. Správné balení může chránit čerstvé produkty před okolním prostředím, jako je například sluneční záření, vlhkost, světlo. Kontejnery musí být dostatečně pevné, aby vydržely stohování a nárazy při nakládání a vykládání a aby jablka byla bez otlaků. Použití proložek, podložek, nebo obalů z papíru, pomáhá zabránit poškození při kontaktu s drsnými povrchy (Rahman 2007).

3.6 Zrání plodů

Během růstu plody nabývají svého typického tvaru. Jakmile dosáhnou odpovídající velikosti pozastavují růst, ale dozrávání probíhá nadále. Příjem živin z nahromaděných látek pokračuje, čímž se dotváří konečné látkové složení plodů. Plody některých odrůd dozrávají až po sklizení během skladování (Ivičič et al. 1987). Na stromech jednotné dozrávání plodů není běžné (Dvořák et al. 1976). Rovněž bylo zjištěno, že umístění, poloha větví a celkové zatížení ovoce na stromě ovlivňuje výslednou kvalitu plodů (Marguery and Sangwan 1993).

Cílem je provádět sklizeň plodů v optimálním stupni jejich sklizňové zralosti. Určení optimálního termínu sklizně velmi závisí na konkrétních klimatických faktorech, odrůdě a pěstitelské technologii (Jemrick 2016). Mezi primární znaky sklizňové zralosti řadíme odlučitelnost stopky od plodonoše, obsah škrobu, změnu barvy a vůně plodů. Mezi další ukazatele lze řadit pevnost dužniny a zbarvení semen (Dvořák et al. 1976)

O kvalitě ovoce vypovídá jakost sklizených plodů a podmínky skladování (Jemrick 2016). Plody předčasně sklizené vadnou, často hnijí a ztrácejí svou typickou chuť a vůni. Opožděná sklizeň může mít za následek výrazné zkrácení doby skladování plodů i zvýšení jejich citlivosti k otlakům (Blažek 2001). Předpoklady pro dobrou skladovatelnost jsou spojeny s dodáváním minerálních látek během vegetace. Dobrý obsah vápníku v plodech pomáhá pozitivně ovlivnit dobu skladovatelnosti a jakost plodů, čímž zabraňuje vzniku hořké pihovitosti a současně zvyšuje pevnost plodů (Jemrick 2016).

Obsah škrobu v dužnině

Škrob je nejhojnějším zdrojem zásob pro rostliny a také důležitou složkou lidské stravy (Raguin & Ebenhöh 2017). Z chemického hlediska je škrob makromolekulární látka skládající se ze dvou polysacharidů amylózy a amylopektinu (Potter et al. 1949). Velmi vysoký obsah má ještě v nezralých plodech. Při zrání se škrob přetváří na jednodušší cukry (Blanpied & Silsby 1992). Štěpení škrobu na cukr amylázou zvyšuje šťavnatost plodů jablek (Huybrechts 2003). Obsah škrobu v dužnině lze určit pomocí škrobového testu. K jeho stanovení lze použít například Lugolův roztok, který obsahuje rozpuštěný jód jodidu draselného v destilované vodě. Elementární jód zbarvuje škrob do modra. Celoplošné obarvení dužniny značí vysoký obsah škrobu a tím i nízký stupeň zralosti. Na příčně rozpůlené jablko se aplikuje roztok jodidu draselného, po několika vteřinách se dužnina zbarví modře. Změřená hodnota škrobového testu slouží jako důležitý ukazatel sklizňové zralosti (Blanpied & Silsby 1992).

Pevnost dužniny

Mezi významné ukazatele celkové kvality zralosti plodů jablek a jejich vhodnosti ke skladování patří pevnost dužniny (King et al. 2000; Zhang et al. 2021). Ta se během zrání a skladování mění. Pomocí penetrometru můžeme měřit pevnost plodů. U jablek, tak i například u hrušek jsou stále pro měření velmi používané ruční penetrometry. V laboratorních podmínkách jsou pro přesnost a zamezení chyb nejčastěji k dispozici stolní penetrometry (Watkins 2003). Ve stabilně nastavené hloubce plodu změříme tlak, který je nutno vyvinout pro vniknutí hrotu penetrometru. Běžně používanou jednotkou, ve kterých bývá uvedena pevnost dužniny, je kg/cm^2 (Zhang et al. 2021). Největší vliv, proč bývají naměřeny různé hodnoty, má podnebí a pěstitelské technologie. Pevnost dužniny mezi jednotlivými odrůdami bývá odlišná (Watkins 2003).

Žádný z jednotlivých parametrů kvality ovoce nemůže sám o sobě vysvětlit skutečný stav kvality jablka (Streif 1996). Optimální zralost plodů můžeme tak zjistit pomocí kombinací více testů (Kingston 2010). Index zralosti tak kombinuje 3 různé faktory. Těmi jsou pevnost dužniny, obsah rozpustné sušiny a škrobový index (DeLong et al. 1999; Goliáš 2014). Jako tzv. „Streif index“ ($SI = F/R \cdot S$) označujeme konečnou hodnotu (Streif 1983; 1996). Přičemž F značí pevnost dužniny a na změření se použil hrot o průměru 11 mm (kg/cm^2), R – obsah rozpustné sušiny ($^{\circ}\text{Brix}$), S – hodnotu škrobového testu (pomocí stupnice 1–10) (Blanpied & Silsby 1992). V mnoha zemích v Evropě ovocnáři pokládají SI jako spolehlivý a významný ukazatel správné sklizňové zralosti. Byl použit k vývoji optimálních oken sklizně (DeLong et al. 1999).

Další pomocné ukazatele

Významný vliv má probírka plodů na zrání jablek na stromě. Ředění upravuje dostupnost sacharidů a má silný vliv na velikost plodů, kvalitu při sklizni (Musacchi & Serra 2018). Na pěstebních plochách, které jsou menší a kde nemůžeme měřit zralost pomocí testů, lze využít řadu dalších ukazatelů. Změna barvy plodů slouží jako znalostní index u mnoho kultivarů jabloní (Watkins 2003). Již při sklizni plodů mění většina odrůd jablek odstín krycí a základní barvy. Pro porovnání barvy plodů existují klasifikační stupnice (Blažek 2001). Mezi další ukazatel patří barva semen a jejich tmavnutí. Odlučitelnost stopky od plodonoše, při nadzvednutí nebo mírném otočení plodu při česání je dalším znakem zralosti (Blažek et al. 1998). Doba, kdy se budou jablka sklízet, se stává zásadním rozhodnutím pro zaručení vysoké výsledné kvality ovoce pro spotřebitele. Jak příliš brzká, tak pozdní sklizeň může vést k několika negativním aspektům snižujícím kvalitu ovoce (Musacchi & Serra 2018).

3.6.1 Význam jablek ve výživě člověka

Pravidelná konzumace jablek pomáhá zvyšovat odolnost organismu a snižovat výskyt různých chorob. Jablka se doporučují při redukčních dietách díky své nízké kalorické hodnotě, která je 30–50 kcal na 100 g (Blažek 2001; Hričovský et al. 2003). Jablka obsahují pektiny, ty jsou komplexní směsí polysacharidů, které jsou součástí rostlinných buněčných stěn. Komerčně se pektiny získávají z jablečných výlisků a citrusové kůry (Rahman 2007). Pektiny mají schopnost navázat na sebe toxické látky v zažívacím traktu a tím příznivě ovlivňovat skladbu střevní mikroflóry, rovněž pomocí vlivu organických kyselin a enzymů ovlivňují trávicí ústrojí (Blažek 2001).

Vědecké výzkumy naznačují, že konzumace ovoce a zeleniny s vysokým obsahem biologicky aktivních látek (fenoly, flavonoidy a karotenoidy) může snižovat riziko vzniku chronických onemocnění, zejména kardiovaskulárních a rakoviny. V laboratorních podmínkách bylo zjištěno, že jablka mají silnou antioxidační aktivitu. Plody obsahují vysoce prospěšné látky, kterými jsou například kvercetin, katechin, phloridzin a kyselina chlorogenová, které pomáhají k poklesu hladiny cholesterolu (Boyer & Liu 2004). Pravidelná konzumace čerstvých jablek působí kladně i na nervovou soustavu (Hričovský et al. 2003). Primární ani sekundární metabolity nejsou v ovoci rovnoměrně rozloženy a jejich koncentrace se mění s vývojem ovoce. Množství a koncentrace celkových fenolických látek je vyšší v jablečné slupce než v jablečné dužnině. Koncentrace některých jednotlivých fenolických sloučenin jako je kyselina chlorogenová, katechin, epikatechin, prokyanidin B1 nebo prokyanidin B2 jsou však vyšší v jablečné dužnině než ve slupce (Zhang et al. 2010).

3.6.2 Chemické složení jablek

Cukry

V jablkách se podíl cukrů nejčastěji pohybuje mezi 10–15 %. Na začátku plody obsahují škrob (složitější cukr – polysacharid), který se během dozrávání přeměňuje na sacharózu a na jednodušší cukry jako glukózu a fruktózu. Nejvíce glukóza a fruktóza převažuje ještě ve zralých jablkách. Obsah cukrů je vázán na odrůdu, klimatické a pěstební podmínky. Hodnoty cukernatosti se mohou i snižovat při přezrání v některých případech (Blažek 2001; Hričovský et al. 2003). Jablka nacházející se ve středu stromu anebo rostoucích ve shlučích měla vyšší obsah cukru, než plody rostoucí zvláště na koncích a na terminálu (Marguery & Sagvan 1993).

V jablkách se nachází nestravitelný sacharid celulóza, ten ovlivňuje konzistenční vlastnosti plodů (Ivičič et al. 1987). U zimních odrůd, které se sklízí v pozdějších termínech, je většinou vyšší obsah cukrů než u odrůd, které zrají brzy (Dvořák et al. 1976). V programech šlechtění jablek je poměr cukrů a kyselin nepostradatelným měřítkem pokroku v selekci a pro plánování nových křížení. Existují studie pokoušející se porozumět vztahu mezi objektivními a senzorickými měřeními jablečné chuti. Zjistily, že nejlepším prediktorem kyselé chuti je titrační kyselost, ale sladkou chuť bylo obtížné předpovědět jak pomocí °Brix, tak dle poměru cukrů/kyselin nebo jen dle obsahu cukrů a kyselin (Harker et al. 2002; Oraguzie et al. 2009; Guerra et al. 2010).

Voda

V jablkách bývá obsah vody 78–86 %, přičemž výtěžnost šťávy získané při odšťavnění bývá zpravidla nižší. Důvodem je, že značnou část vody na sebe vážou koloidní částice. Obsah vody je klíčový pro výslednou hodnotu šťavnatosti plodů (Blažek 2001). Voda zároveň vytváří klíčové prostředí pro látkovou přeměnu. Při její ztrátě může docházet ke snížení odolnosti plodů proti napadení mikroorganismy a také k jejich vnitřním poruchám. Pro optimální skladování je nevyhnutelné ochránit plody proti výparu vody při správných podmínkách (Akdemir 2019).

Organické kyseliny

Obsah organických kyselin je určen odrůdou a pohybuje se nejčastěji od 0,2 až 1,6 %. Jablka obsahují hlavně kyselinu jablečnou, která se odbourává během skladování. V malé míře je

v plodech zastoupena i kyselina citrónová. Konečná chuť plodů je ovlivněna určitým poměrem mezi cukry a kyselinami. Kyselost se běžně nepovažuje jako měřítko zralosti ovoce, ale ve vztahu k rozpustným látkám (cukry), což je nazýváno jako poměr cukrů a kyselin Ahmad et al. (2015). Kyselost ovoce v pokusu Kouassi et al. (2009) měla nejvyšší odhad dědičnosti mezi senzorickými rysy, které zahrnovaly pevnost, chruplavost, texturu, šťavnatost, chuť, cukr, kyselost a celkovou chuť. Při sklizni bývá většinou největší variabilita v kyselosti, ta se pak stává během skladování homogennější.

Vitamin C

Plody jablek obsahují průměrně okolo 5 mg/100g kyseliny askorbové (vitamin C), ale hlavní vliv má odrůda. Některé odrůdy mají až okolo 32 mg/100 mg (Ontario'), ale soustavně je obsah vitamínu C malý ve srovnání s jinými ovocnými druhy jako je černý rybíz, který má 1330 mg/g, rakytník (1200-6000 mg/100 g) a mající jeho stabilní obsah i ve zpracovaných výrobcích. Pro zachování vitamínu C v jablkách je klíčová sklizňová zralost, optimální skladování a čas konzumace plodů (Dvořák et al. 1976, Kopec & Balík 2008). Obsah vitamínu C v jablkách se lišil podle polohy plodů na stromech, velikosti plodů, barvy plodové slupky a částečně kolísal v obsahu i dle ročníku sklizně. Vitamin C, jako antioxidant přítomný v ovoci a zelenině, pomáhá snižovat riziko některých onemocnění. Má vliv na mnoho biologických aktivit v lidském těle. Denní dávka pro dospělého člověka je doporučována v rozmezí 100–200 mg, protože jak je známo, stres spojený s moderním životním stylem zvyšuje potřebu vitamínu C (Pissard et al. 2012). Množství jiných vitamínů v jablkách je pouze v minimálním množství, které bývá nevýznamné (Dvořák et al. 1976).

Třísloviny

Mírně natrpklou chuť v jablkách způsobují třísloviny a jejich množství je udáváno okolo 0,02–0,3 %. Typická chuť jablek je tvořena cukry a kyselinami společně s tříslovinami. Při dozrávání se obsah tříslovin snižuje. Vysoký obsah tříslovin bývá u okrasných druhů jabloní, což může způsobit svíravou chuť (Blažek 2001).

Vonné látky

Jablečné aroma je komplexní směs velkého počtu těkavých sloučenin, které přispívají k celkové senzorické kvalitě ovoce a je specifické odrůdou. V aromatickém profilu jablka bylo naměřeno více než 300 těkavých sloučenin. Tyto sloučeniny zahrnují alkoholy, aldehydy, karboxylové estery, ketony a ethery. Přibližně dvacet látek má vliv na charakteristické aroma jablek. Některé jsou přítomny ve velmi nízkých koncentracích a přispívají k silným aromatickým charakteristikám typickým pro jablečné aroma (např. ethyl-2-methylbutanoát). Jiné přispívají k intenzitě aroma (např. 5'-2-hexenal) nebo například etanol souvisí s kvalitou aroma.

Převážná část aromatických sloučenin v různých poměrech jsou přítomné v těkavých sloučeninách u většiny odrůd jablek. Zdá se, že pro danou odrůdu neexistuje žádná klíčová charakteristická sloučenina. U odrůd se žlutou slupkou se uvádí, že produkují hlavně estery kyseliny octové a odrůdy s červenou slupkou odrůdy většinou estery kyseliny máselné (Dixon & Hewett 2000).

Dusíkaté látky a tuky

Dusíkaté látky tvořené bílkovinami jsou v jablkách pouze v malém množství okolo 0,8 % a dále jsou zastoupeny ve vodě rozpustnými látkami jako jsou dusičnany, dusitany (Blažek 2001). V plodech určité bílkoviny mohou způsobovat případné alergie konzumentů. Momentálně je největší citlivost na alergen v evropských zemích na alergen Mal d1, kvůli tomu že je podle všeho obdobný jako alergen břízy Bet v1 (Breiteneder et al. 1989; Ricci et al. 2010). Variabilita v alergenní potenci jablka kultivary může být způsobena různými úrovněmi exprese. U pacientů alergických na Mal d 1 se obecně vyvinou mírné příznaky, kde většinou bývají omezeny rty, jazyk a hrdlo (Sancho et al. 2006).

V jablkách obsažené tuky a jim podobné sloučeniny jsou jen v plodech minimálně. Objevují se v ojíneči nebo ve slupce, kde jsou přítomny v aromatických sloučeninách (Dixon & Hewett 2000). Vyšší obsah těchto látek je v jádrech, kde se uvádí přibližně okolo 2,4 % (Dvořák et al. 1976).

Ostatní obsahové látky

V plodech jablek se také objevuje komplex biologicky aktivních látek, sekundární metabolity a také minerální látky. Mezi hlavní zdraví prospěšné antioxidační metabolity přítomné v jablkách patří katechin, epikatechin, prokyanidin, kyanidin-3galaktosid, kyselina chlorogenová, kyselina gallová, kyselina p-kumarová. V jablkách je ještě množství vysoký obsah flavonoidu kvercetinu a glykosidu floridzinu a spolu s kyselinou askorbovou jsou další důležitou antioxidační sloučeninou přítomnou v jablku. (Lee et al. 2003; Boyer & Liu 2004, Perez et al. 2014). Ve slupce jablka mohou nebo nemusí být obsaženy antokyany. Pokud antokyany chybí mohou plody být zcela zelené nebo žluté. Pokud se ve slupce nacházejí mohou se projevit drobnými skvrnami, výraznými proužky, lehkým zarudnutím, až po zcela červené zbarvení (Janick et al. 1996). Vyhodnocují se nové typologie jablka s červenou dužinou. Antokyany jsou zodpovědné za červenou barvu slupky jablek, ale také za červenou pigmentaci některých dužnin jablek. Červená dužnina může být atraktivní pro konzumenty jablek jak pro svůj lákavý vzhled, tak pro zdravotní přínosy, aniž by se jednalo o GMO (získané tradičním šlechtěním). Jablka s červenou dužinou vykazují vysokou expresi genu, která podporuje syntézu antokyanů, obvykle s nízkým obsahem jablek s bílou dužinou (van Nocker et al. 2012).

Především v čerstvých plodech jsou obsaženy minerální látky a jejich obsah se pohybuje od 0,2 – 0,6 %. V plodech se objevuje mnoho minerálních látek ve formě, které jsou v optimálních formách pro přijetí lidským organismem (Dvořák et al. 1976; Blažek 2001).

4 Metodika

Praktická část diplomové práce byla uskutečněna v sadu Stanice na šlechtění jabloně na rezistenci k chorobám ÚEB ve Střížovicích.

Pro vytvoření grafů a statistických analýz byly použity programy Microsoft Excel a Statistica. V programu Statistica byla použita jednofaktorová ANOVA a s následným využitím Fischerova LSD testu. Pro zapisování měřených hodnot, tvorbě grafů byl použit Microsoft Excel.

4.1 Charakteristika stanoviště

Pokus probíhal v areálu Stanice šlechtění jabloně na rezistenci k chorobám, ÚEB ve Střížovicích (Pěňčín, okres Liberec, Liberecký kraj). Stanice se nachází v nadmořské výšce 310 m. n. m. (ÚEB 2023). Průměrné dlouhodobé teploty za sledované období (1980-2022) jsou 8,4 °C a srážky 690 mm. Mezi obdobími sklizně předešlé (srpen 2020) do sklizně následující (srpen 2021) byl průměr teplot 9,2 °C a srážky 808 mm (AMET 2023). Na stanovišti je půdní typ luvizem a půdy jsou hluboké a středně produkční. Stanice leží v klimatickém regionu mírně teplém, mírně vlhkém (BPEJ 2023). Před výsadbou byla půda obseta luscoobilnou směsí, poté ponechána v černém úhoru. V dalších letech byla meziřadí zatravněna a příkmenné pásy (pod korunami stromů) jsou udržovány kultivací nebo herbicidním úhorem. Každý rok je v sadu prováděn zimní řez. Po odkvetu následuje období, kdy se jednotlivě provádí ruční probírka, dle násady odrůd. Opylení v sadu je zajištěno čtyřmi včelstvy. Na stanici jsou zařízení k ochraně kvetoucích stromů typu FrostGuard Revolution R20. Ty pomáhají zabránění škod proti jarním mrazíkům.

Na stanici jsou standartně používány postřiky proti škůdcům a houbovým chorobám postřikovačem neseným za traktorem Vega 47HP Comfort. Byla aplikována chemická ochrana hlavně proti savým a žravým škůdcům jako např.: květopasu jabloňovému, obaleči jablečnému, pilatce jablečné, mšici a merám. V sadu je používána biologická ochrana, kde byl nasazen dravý roztoč *Typhlodromus pyri* proti roztočům a sviluškám. Proti výskytu mšic se používají primárně přírodní přípravky (např.: Teppeki, Neem – azal T/S, nebo Prev-B2). U stromů odrůd, které byly měřeny, nebyla použita zálivka a sklizeň probíhala ručně.

4.2 Materiál

V této práci byly sledovány zimní odrůdy jablek ‘Admiral’, ‘Bonita’, ‘Ghiva’, ‘Sirius’, ‘Topaz’ (pocházejí z ÚEB AV ČR), ‘Golden Delicious’ (USA) a ‘Jonaprince’ (Holandsko). Všechny sledované odrůdy byly naštěpovány na podnož M9 a byly vysazeny ve sponu 4 x 1,5 m Odrůda ‘Golden Delicious’ byla hodnocena ze dvou zdrojů. Ve výsledcích jsou rozlišeny jako ‘Golden Delicous’ a druhý zdroj jako GD 2. Následující informace a popisy o odrůdách pocházejí ze zdrojů Nesrsta (2011), UEB 2023, ÚKZUZ (2023).

4.2.1 Admiral

Odrůda ‘Admiral’ pochází z ÚEB AV ČR, Střížovice, kde vznikla křížením odrůd ‘Mira’ x ‘Bohemia’. Přihlášení k právní ochraně v ČR bylo v roce 2012.

Triploidní odrůda, plodí pravidelně, ze začátku středně, poté vysoce. Sklizňová zralost nastává ve druhé polovině září. Plody lze skladovat ve sklepních podmínkách do konce května. Plod je středně velký, kulovitý, stopka střední, základní barva zelená, během skladování přechází do žluté, krycí barva je temně červená. Rezistentní proti napadení strupovitostí na polygenním základě s genem *Rvi6*, tolerance k padlí, náchylnost k fyziologické pihovitosti.



Obrázek č. 1: Plody odrůdy Admiral (Mira x Bohemia)

4.2.2 Bonita

Odrůda ‘Bonita’ vznikla křížením v ÚEB AV ČR, Střížovice. Přihlášení k právní ochraně bylo provedeno v ČR bylo v roce 2016. Vzrůst stromu je středně bujný. Plod po probírce středně velký až velký. Základní barva plodu žlutá, krycí cihlově červená ve formě plošně rozmytého líčka. Stopka je středně dlouhá. Sklizňová zralost začátkem října a plody lze skladovat do února až března. Rezistentní proti napadení strupovitostí, řízena genem *Rvi6*.



Obrázek č. 2: Plody odrůdy Bonita (Topaz x Crisp Pink)

4.2.3 Ghiva

‘Ghiva’ vznikla křížením odrůd ‘Fuji’ x ‘Heliodor’ v ÚEB AV ČR. Přihlášení k právní ochraně bylo v roce 2019. Vzrůstnost je slabá až středně bujná. Plod je středně velký, s probírkou velký, kuželovitého tvaru. Základní barva plodu je žlutá, krycí středně až tmavě červená, ze 2/3 má plošně rozmytý líčko. Stopka je středně dlouhá. Sklizňová zralost koncem října, konzumní od prosince. Plody lze skladovat do března až dubna. Je rezistentní proti napadení strupovitostí a odolnost je řízena genem *Rvi6*.



Obrázek č. 3: Plody odrůdy Ghiva (Fuji x Heliodor)

4.2.4 Golden Delicious

Semenáč pocházející z USA, nalezený v sadě v okrese Clay, ve státě West Virginia v roce 1890. Růst zpočátku bujný, později jen středně silný. Tvar plodu kulovitý až kulovitý ale vyrovnaný. Velikost plodů střední, kolísající podle násady plodů v jednotlivých letech. Plody mají základní barvu zelenožlutou, později zlatožlutou, někdy s narůžovělým až slabě oranžovým líčkem. Stopka je středně dlouhá. Sklízí se pozdě, obvykle v druhé polovině října, neopadá. Plody vydrží do března až dubna. Strupovitostí trpí velmi silně, padlím jen málo.



Obrázek č. 4: Plody odrůdy Golden Delicious

4.2.5 Jonaprince

Objeven v Holandsku jako mutace odrůdy 'Jonagold' ('Golden Delicious' x 'Jonathan'). Triploidní odrůda se středním vzrůstem. Plody velké, s barvou výrazně červenou až karmínovou. Stopka je středně dlouhá. Sklizňová zralost koncem září v polovině října. Plody lze skladovat do března. Proti houbovým chorobám se vyznačuje pouze slabou odolností.



Obrázek č. 5: Plody odrůdy Jonaprince

4.2.6 Rubelit

Odrůda pochází z ÚEB AV ČR jako kříženec odrůd ('Topaz' x novošlechtění (UEB NSL)). Udělení ochranných práv v ČR proběhlo v roce 2016. Vyrůstnost středně bujná až bujná. Plod po probírce středně velký až velký, tvar ploše kulovitý. Základní barva plodu žlutá, krycí červená celoplošně s rozmytým žíháním. Stopka středně dlouhá. Sklizňová zralost od poloviny října, konzumní zralost od ledna, skladovatelnost do dubna. Rezistentní proti napadení strupovitostí (gen *Rvi6*) a padlím.



Obrázek č. 6: Plody odrůdy Rubelit (Topaz x UEB NSL)

4.2.7 Sirius

Odrůda 'Sirius' vznikla křížením odrůd 'Golden Delicious' x 'Topaz' v ÚEB AV ČR, Strážovce. Triploidní odrůda, která má brzkou plodnost. Plod je středně velký až velký, tvar kuželovitý. Okolo stopečné jamky bývá plod mírně rzivý. Barva zelenožlutá až žlutá, výjimečně se slabým oranžovým líčkem. Stopka je dlouhá. Chuťově velmi dobrá odrůda s termínem sklizně v první polovině října, konzumní zralost od listopadu do března. Význam odrůdy spočívá ve vysoké jakosti dobře skladovatelných plodů s rezistencí ke strupovitosti, která je řízena genem *Rvi6*. 'Sirius' je slabě náchylný k padlí.



Obrázek č. 7: Plody odrůdy Sirius (Golden Delicious x Topaz).

4.2.8 Topaz

Odrůda 'Topaz' pochází z ÚEB AV ČR a vznikla křížením odrůd 'Rubín' x 'Vanda'. Plodnost bývá brzká, vysoká. Odrůda je středně bujná. Plody jsou středně velké až velké, kulovité až tupě kuželovité. Stopka středně dlouhá. Základní barva slupky zelenožlutá, krycí barva červená, rozmytá. Sklízí se počátkem října, nepropadává, konzumně jsou plody zralé v listopadu, vydrží do března až dubna. Odrůda rezistentní ke strupovitosti, která je řízena genem *Rvi6*, málo až středně citlivá k padlí.



Obrázek č. 8: Plody odrůdy Topaz (Rubín x Vanda)

4.3 Metody

Při sklizni bylo ořezáno 60 plodů, které byly jednotlivě zváženy. Nejdříve bylo změřeno 10 plodů od každé odrůdy v termínu sklizně, který byl určen pomocí škrobového testu. Následně se jedna část plodů uskladnila ihned po sklizni v chladícím boxu, bez hlídané atmosféry při teplotě 1-2 °C. Druhá část plodů se nechala týden v prodejním boxu při teplotě 5-6 °C a poté byla jablka uskladněna do ULO boxu při podmínkách 1,2 % O₂, 2,2 % CO₂ a teplotě 1,2 °C. Při měření plodů se hodnotilo % zastoupení líčka, barevný odstín (RHS), mastnota slupky. Byly hodnoceny parametry jako výška, šířka, z kterých se následně spočítal vzájemný poměr. Hodnocena byla také hmotnost plodu a následně byly sledovány hmotnostní ztráty v čase. Poté se destruktivně měřila pevnost dužniny a jednotlivě probíhalo odšťavňování plodu v odšťavňovači. Dále se zvážila hmotnost šťávy a ta se pak nanasla na digitální refraktometr a byl stanoven obsah kyselin a cukernatost plodů. Všechny odrůdy byly měřeny ve dvou variantách. První varianta byla skladovaná bez řízené atmosféry. Jablka z první varianty byla měřena při sklizni, za 3 měsíce a za 6 měsíců. Druhá varianta jablek byla měřena přibližně po 8 měsících v ULO a poté následovalo měření za 14 dní (shelf-life). Při sklizni tak i v průběhu měření byly všechny plody vyskladněny a byla znovu změřena hmotnost.

4.3.1 RHS

Pro popsání základní a krycí barvy bylo použito hodnocení pomocí barevných vzorků s faktorem RHS, tzv. Royal Horticultural Society (viz Příloha, Obrázek č 10 A, B). Zvolené hodnocení má různý stupeň přesnosti, přičemž hodnocení pomocí RHS-faktoru je velmi přesné. Paleta vzorníků s RHS-faktorem zahrnuje až 896 různobarevných odstínů, které jsou rozděleny do 23 skupin.

4.3.2 Termín sklizně

Pro začátek sklizně odrůd byla důležitá hodnota škrobového testu. Dle namočené poloviny jablka (viz příloha, Obrázek č. 12 A, B) byl škrobový test vyhodnocen na stupnici 1-10 dle Blanpied & Silsby (1992). Z 3 plodů byla vypočítána výsledná hodnota testu. Jablka se mohla začít česat při vyhovující hodnotě škrobového testu.

4.3.3 Základní parametry

Šířka, výška a hmotnost plodu se hodnotily jako základní parametry. Pokaždé bylo měřeno 10 plodů, a to ve všech intervalech měření. Výsledná hodnota je průměrem z 60 plodů. Pomocí digitálního posuvného měřidla se měřila šířka a výška plodu. Následně se z naměřených hodnot vypočítal poměr výšky a šířky, který určuje tvar plodu. Na digitální váze byla měřena hmotnost plodu, která pak byla spojena i k vypočítání stupně šťavnatosti.

4.3.4 Pevnost dužniny

Digitálním penetrometrem FTA GS (viz Příloha, obrázek č. 9 A) byla zjištěna pevnost dužniny plodu. Pomocí špičatého hrotu o průměru 11 mm, který je k tomu speciálně určen, aniž by byla potřeba odstraňovat slupku. Hodnoty byly naměřeny v jednotkách kg/cm^2 . Po obvodu jednotlivých plodů se provedly čtyři vpichy. Hodnota uvedená v tabulce jako pevnost byla průměrem 40 hodnot.

4.3.5 Šťavnatost

Po destruktivním měření penetrometrem byla jablka odšťavněna pomocí odšťavňovače na ovoce Calter. Získaná šťáva byla zvážena na digitální váze a následně se z ní měřila cukernatost a obsah kyselin. Odšťavňovač byl vyplachován destilovanou vodou mezi odrůdami. Hodnota šťavnatosti je udávána jako průměr 10 plodů v % a vypočítána byla jako podíl hmotnosti šťávy a plodu, násobeno 100.

4.3.6 Refraktometrie

Pomocí digitálního refraktometru ATAGO PAL-BX/ACID5 (viz Příloha, obrázek č. 9 B) byl stanoven obsah cukernatosti a kyselin. K refraktometrickému hodnocení byla použita jablečná šťáva, poté byla hodnota vyjádřena poměrem cukrů a vody v cukerném roztoku v °Brix. Kyselost se měřila poté co se naředila jablečná šťáva, kdy se zjišťovala koncentrace kyseliny jablečné v g/l. Dále byla stanovena hodnota R (poměr cukrů a kyselin), která byla vypočítána jako poměr obsahů cukrů a kyselin.

4.3.7 Organoleptické hodnocení

Degustace probíhala v Troji na demonstrační a výzkumné stanici ČZU, které se zúčastnilo 20 osob. K organoleptickému hodnocení byly vybrány všechny odrůdy, a to z obou variant skladování (sklad, ULO). Vzorky byly hodnoceny v náhodném pořadí. Odrůdy Opal® (UEB 32642) a 'Karneval' byly použity jako standardní odrůdy, které se hodnotily společně pro zaškolení zúčastněných. Při degustaci se hodnotily parametry jako vůně, pevnost slupky, konzistence dužniny, šťavnatost, chuť dle kyselosti, celková chuť a vzhled plodu dle klasifikační stupnice 1-9 (velmi špatná – vynikající). Vyhodnocení degustace se počítalo tak, že se zdvojnásobily body za chuť, ale nezapočítaly se výsledné body za kyselost (viz Příloha, obrázek č 11).

5 Výsledky

Ihned po sklizni byla ověřována pomologická a organoleptická kritéria. Následně během skladování v chladírně i po vyndání z ULO boxu byly měřeny hodnoty podílející na kvalitě plodu.

5.1.1 Základní parametry plodů při sklizni

Tabulka č. 1: Naměřené parametry 10 vybraných plodů při sklizni

Odrůda	Termín sklizně	S	Líčko (%)	RHS Z	RHS K	Šířka (mm)	Výška (mm)	Poměr v/š	M (g)
Admiral	24.09.2021	4	75	149 B (3)	59 A (2)	76,7	61,2	0,8	180,7
Bonita	15.10.2021	7	95	145 C (3)	46 A (1)	72,9	66,2	0,91	170,7
GD 2	15.10.2021	8	5	145 B (3)	50 B (1)	77	78,2	1,01	207,6
Ghiva	15.10.2021	6	71	4 C (1)	53 A (1)	65,5	72,4	1,11	153,6
GD	11.10.2021	6	8	145 C (3)	47 C (1)	77,1	74,1	0,96	194,4
Jonaprince	07.10.2021	6,5	90	150 C (3)	187 A (4)	84,5	81,7	0,97	282,1
Rubelit	07.10.2021	6	63,1	150 C (1)	59 A (2)	76,6	68,7	0,9	209,5
Sirius	09.10.2021	7	5,9	145 A (3)	52 A (1)	82,0	76,1	0,93	256,6
Topaz	07.10.2021	6	55	154 D (3)	52 A (1)	80,6	65,9	0,82	220,2

S= hodnota škrobového testu, RHS Z = základní barva slupky, RHS K= krycí barva slupky, GD= Golden Delicious, GD 2= Golden Delicious 2, m = hmotnost

Sklizeň odrůd probíhala od konce září do poloviny října, kdy nejdříve se sklízela odrůda ‘Admiral’ (24.9. 2021), poté se česaly odrůdy ‘Rubelit’, ‘Topaz’ (7.10.2022), ‘Sirius’ (9.10.2021) a odrůda ‘Golden Delicious’ (11.10.2021). Nejpozději se z pokusu se sklízely odrůdy ‘Bonita’, ‘Ghiva’, GD 2 (15.10. 2021). Hodnoty škrobového testu byly 4-8, kdy při nejmenší hodnotě se česala odrůda ‘Admiral’ (4) a při nejvyšší hodnotě GD 2 (8). Ostatní měřené odrůdy měly hodnotu škrobového testu 6-7. Odrůdy se žlutou nebo zelenou barvou měly líčko do 10 % (‘Sirius’, ‘Golden Delicious’). U celoplošně zbarvených odrůd bylo změřeno líčko nad 90 % a jednalo se o odrůdy ‘Bonita’ a ‘Jonaprince’. Naměřené zbarvení základní a krycí barvy v Tabulce č. 1 odpovídalo popisu odrůd (viz Kap 4.2.). Parametry plodů a následný vypočítaný poměr výšky a šířky odpovídal uvedené pomologické charakteristice viz Kap 4.2. Hmotnost vybraných 10 plodů je pouze orientační k dané odrůdě a výsledným parametrům šířky a výšky. Podrobný popis hmotnosti plodů změřených odrůd a jejich hmotnostní úbytek je uveden v Kap. 5.3.

5.1.2 Proměnné parametry plodů během skladování

Tabulka č. 2: Proměnné parametry v naměřených intervalech

Odrůda	Termín	Mastnota	Šťavnatost (%)	Poměr C/K
Admirál	T0	1,0	73,6	13,1
	ST1	2,3	69,6	18,9
	ST2	1,6	68,5	22,7
	UT1	2,0	70,2	26,2
	UT2	3,6	69,8	28,1
Bonita	T0	1,0	70,0	9,0
	ST1	2,0	69,5	12,7
	ST2	4,0	67,5	17,5
	UT1	2,0	71,5	17,0
	UT2	2,0	62,1	23,9
GD 2	T0	1,0	70,9	14,4
	ST1	3,3	67,2	23,6
	ST2	3,9	68,5	34,3
	UT1	2,0	69,3	20,1
	UT2	2,8	68,4	25,2
Ghiva	T0	1,0	67,7	10,4
	ST1	2,2	71,3	17,5
	ST2	3,6	64,4	21,0
	UT1	2,0	72,6	17,7
	UT2	3,0	71,3	18,3
Golden Delicious	T0	1,0	70,4	14,7
	ST1	3,4	64,1	21,0
	ST2	3,7	63,5	35,2
	UT1	2,0	65,6	20,6
	UT2	3,3	65,4	22,9
Jonaprince	T0	1,0	70,8	12,9
	ST1	6,4	69,9	18,6
	ST2	7,3	66,7	30,7
	UT1	2,1	68,7	17,6
	UT2	7,8	67,1	21,2
Rubelit	T0	1,0	71,8	9,5
	ST1	3,1	70,7	14,8
	ST2	2,4	69,4	18,3
	UT1	2,2	71,7	16,6
	UT2	3,5	69,5	16,7
Sirius	T0	1,0	72,9	10,1
	ST1	2,4	69,6	16,1
	ST2	2,4	71,0	19,4
	UT1	2,0	70,0	15,7
	UT2	2,2	68,7	19,0
Topaz	T0	1,0	72,7	7,7
	ST1	2,1	70,2	12,4
	ST2	2,4	69,0	15,2
	UT1	2,0	72,5	14,6
	UT2	2,1	64,6	16,0

T0= termín sklizně, ST1= chladicí box po 3 měsících, ST2= chladicí box po 6 měsících, UT1= vyskladnění z ULO boxu, UT2= po 14 dnech z ULO – shelf – life, GD 2= Golden Delicious 2

Při měření zimních odrůd v termínu sklizně byla vždy mastnota plodů nejmenší, postupem času se v průběhu skladování mírně navyšovala viz Tab č. 2. Vysoké hodnoty byly naměřeny u odrůdy 'Jonaprince' po 6 měsících v chladícím boxu, kdy dosáhly hodnoty (7,3), tento trend si odrůda ponechala i při měření jablek z ULO boxu v období shelf-life (7,8). Velmi nízké hodnoty byly po celou dobu skladování v obou režimech u odrůd 'Sirius', 'Topaz' (2,0 – 2,4) viz Tab č.

Šťavnatost byla u všech odrůd při termínu sklizně 70 % a více, pouze u odrůdy 'Ghiva' byla šťavnatost (67,7 %), ale přitom při měření jak po 3 měsících v chladícím boxu (71,3 %) nebo i po vyndání z ULO boxu (72,6 %), byla rovněž její šťavnatost vysoká. Největší šťavnatost byla u odrůdy 'Admiral' při sklizni (73,6 %). Nejmenší šťavnatost byla u odrůdy 'Bonita' při vyndání z ULO boxu v období shelf – life (62,1 %). Odrůdy 'Admiral', 'Jonaprince', 'Sirius' si šťavnatost zachovaly poměrně vysokou po celou dobu skladování. Odrůda 'Ghiva' měla vyšší pokles šťavnatosti po 6 měsících v chladícím boxu. Naopak odrůdy 'Bonita' (62,1 %), 'Topaz' (64,6 %) měly velmi nízkou šťavnatost po vyskladnění z ULO boxu v období shelf – life. U odrůdy 'Golden Delicious' byla nízká šťavnatost při všech termínech měření během skladování (63,5 – 65,6 %). Poměr cukrů a kyselin u jablek byl při sklizni nejmenší u všech měřených odrůd a poté se u všech odrůd navyšoval. Nejmenší hodnota poměru cukrů a kyselin byla u odrůdy 'Topaz' (7,7) při sklizni. Nejvyšší poměr cukrů a kyselin byl změřen po 6 měsících v chladícím boxu u odrůdy 'Golden Delicious' (35,2). U odrůd 'Ghiva', 'Rubelit', 'Sirius', 'Topaz' byl zachován velmi podobný trend jak při skladování v chladícím boxu, tak i při skladování v ULO. Naopak u odrůd 'Golden Delicious' (35,2), GD 2 (34,3), 'Jonaprince' (30,7) byl velmi vysoký poměr cukrů a kyselin, ale při vyskladnění z ULO boxu v období shelf life byly hodnoty nízké (22,9; 25,2; 21,2) a podobné hodnotám u těchto naměřených odrůd po 3 měsících v chladícím boxu (21,0; 23,6; 18,6). Odrůdy 'Admiral' a 'Bonita' měly nižší poměr cukrů a kyselin při skladování v chladícím boxu, ale po vyskladnění z ULO boxu jejich poměr vzrostl, a dokonce u odrůdy 'Admiral' byla hodnota nejvyšší (28,1) při skladování v ULO ze všech odrůd.

5.2 Porovnání odrůd dle vlastností plodů v průběhu skladování

5.2.1 Parametry při sklizni

Tabulka č. 3: Měřené významné parametry při sklizni

Odrůda	Termín	Cukernatost (°Brix)	Kyselost(g/l)	Pevnost (kg/cm ²)
Admiral	T0	10,53 a	8,06 jklmnop	8,36 tu
Admiral	ST1	12,05 bcd	6,39 efgh	6,84 klmno
Admiral	ST2	12,26 bcde	5,47 cde	5,90 fhgi
Admiral	UT1	11,43 ab	4,42 abc	7,82 qrst
Admiral	UT2	11,68 bc	4,22 ab	7,05 lmnop
Bonita	T0	12,18 bcd	13,58 s	10,23 wy
Bonita	ST1	14,03 ijklmno	11,21 s	8,05 rstu
Bonita	ST2	13,53 ghijkl	7,87 ijklmno	7,07 lmnop
Bonita	UT1	13,00 defgh	7,77 ijklm	7,37 opqr
Bonita	UT2	13,45 fghijk	5,71 def	5,70 defg
GD 2	T0	13,20 efghi	9,20 qr	7,17 mnopq
GD 2	ST1	13,78 ghijklmn	5,95 defg	4,78 bc
GD 2	ST2	14,41 klmnopqrs	4,49 abc	4,46 abc
GD 2	UT1	14,07 hijklmnopq	3,98 ab	5,81 defghi
GD 2	UT2	14,62 klmnopqrst	3,48 a	5,32 cdef
Ghiva	T0	14,61 mnopqrst	14,12 s	13,11 £
Ghiva	ST1	14,95 opqrst	8,77 mnopqr	10,53 y
Ghiva	ST2	15,54 t	7,48 ijk	9,66 vw
Ghiva	UT1	15,56 t	8,95 pqr	11,75 z
Ghiva	UT2	15,56 t	7,88 ijklmnop	10,52 y
Golden Delicious	T0	12,18 bcd	8,65 lmnopqr	7,38 opqr
Golden Delicious	ST1	15,25 st	7,49 ijk	4,76 bc
Golden Delicious	ST2	14,26 jklmnopqr	4,2 ab	3,89 a
Golden Delicious	UT1	14,35 klmnopqrs	7,10 ghij	6,40 hijkl
Golden Delicious	UT2	15,21 qrst	6,79 fghi	5,04 cde
Jonaprince	T0	14,17 ijklmnop	8,35 klmnopq	8,36 tu
Jonaprince	ST1	13,21 efghi	4,99 bcd	4,99 c
Jonaprince	ST2	14,03 ijklmno	4,88 bcd	4,88 c
Jonaprince	UT1	15,23 rst	7,33 hijk	7,33 nopq
Jonaprince	UT2	15,03 pqrst	6,34 efgh	6,34 ghijk
Rubelit	T0	13,48 fghijkl	14,28 st	9,41 v
Rubelit	ST1	13,91 hijklm	9,50 r	7,56 pqrs
Rubelit	ST2	15,48 t	8,66 lmnopqr	6,50 ijklm
Rubelit	UT1	14,69 mnopqrst	8,92 opqr	8,09 stu
Rubelit	UT2	15,26 st	9,38 qr	5,94 fghi

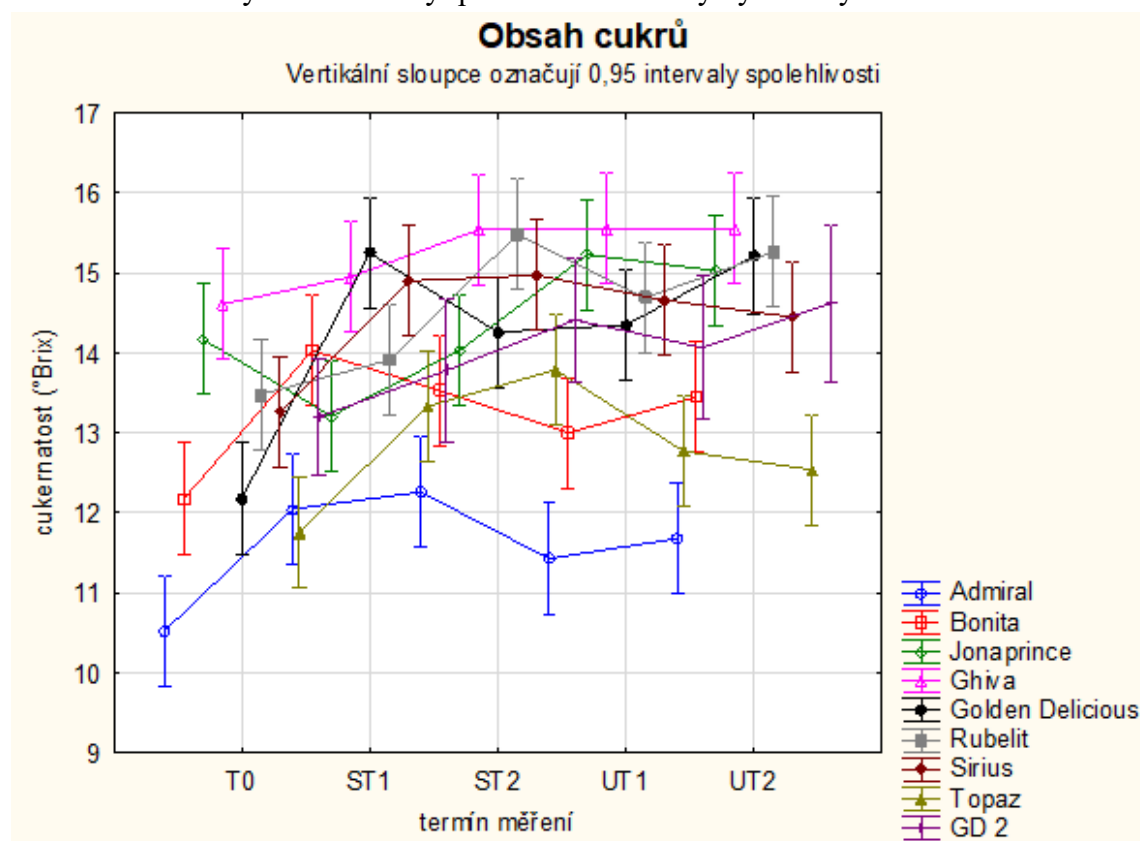
Sirius	T0	13,26 fg	13,29 s	8,30 tu
Sirius	ST1	14,90 nopqrst	9,34 qr	6,65 jklmn
Sirius	ST2	14,9 opqrst	7,81 ijklmn	6,18 ghijk
Sirius	UT1	14,66 mnopqrst	9,46 r	7,40 opqr
Sirius	UT2	14,45 lmnopqrs	7,66 ijkl	5,74 efgh
Topaz	T0	11,76 bc	15,36 t	8,72 u
Topaz	ST 1	13,33 fghij	10,81 s	5,79 fgh
Topaz	ST 2	13,79 hijklm	9,22 qr	5,06 cd
Topaz	UT1	12,77 defg	8,88 nopqr	6,15 fghij
Topaz	UT2	12,54 cdef	7,88 ijklmno	4,15 ab

Hodnoty v jednotlivých sloupcích označené stejnými písmeny nejsou statisticky významně odlišné. LSD test, alfa= 0,05. T0= termín sklizně, ST1= chladicí box po 3 měsících, ST2= chladicí box po 6 měsících, UT1= vyskladnění z ULO boxu, UT2= po 14 dnech z ULO – shelf – life, GD 2= Golden Delicious 2

Tabulka č. 3 představuje srovnání odrůd, termínu, při kterém byly měřeny a hlavní měřené parametry, které byly hodnoceny statisticky jako cukernatost, kyselost, pevnost. V následujících kapitolách budou jednotlivě parametry porovnány a popsány.

5.2.2 Cukernatost

Nejvyšší cukernatost při sklizni (14,61 °Brix) byla naměřena u odrůdy ‘Ghiva’ a tu si držela velmi vysokou při všech termínech měření. Nejnižší cukernatost byla u odrůdy ‘Admiral’ a to po celou dobu (10,53 – 12,26 °Brix). Při srovnání hodnot cukru při sklizni a po 3 měsících se potvrdil statisticky významný rozdíl u odrůd ‘Topaz’ a ‘Admiral’. Mezi měřeními v chladicím boxu ve 3. měsíci a po 6 měsících byl statisticky významný rozdíl u ‘Rubelitu’ (13,91 °Brix), kdy byl značný nárůst cukernatosti (15,48 °Brix), a naopak u ‘Golden Delicious’ (15,25 °Brix) byl změřen pokles hodnot (14,26 °Brix). U některých odrůd není jasný trend, jestli se obsah cukrů v plodech během skladování v chladicím boxu zvyšuje nebo v menší míře snižuje. Porovnání cukernatosti při sklizni a po vyndání z ULO boxu dochází k navýšení hodnoty, ale statisticky významné je pouze u odrůd ‘Golden Delicious’, ‘Jonaprince’, ‘Sirius’, ‘Topaz’ a ‘Rubelit’. Mezi vyndáním z ULO boxu a po období shelf-life jsou rozdíly velmi malé a u žádné z měřených odrůd nebyl prokázán statisticky významný rozdíl.



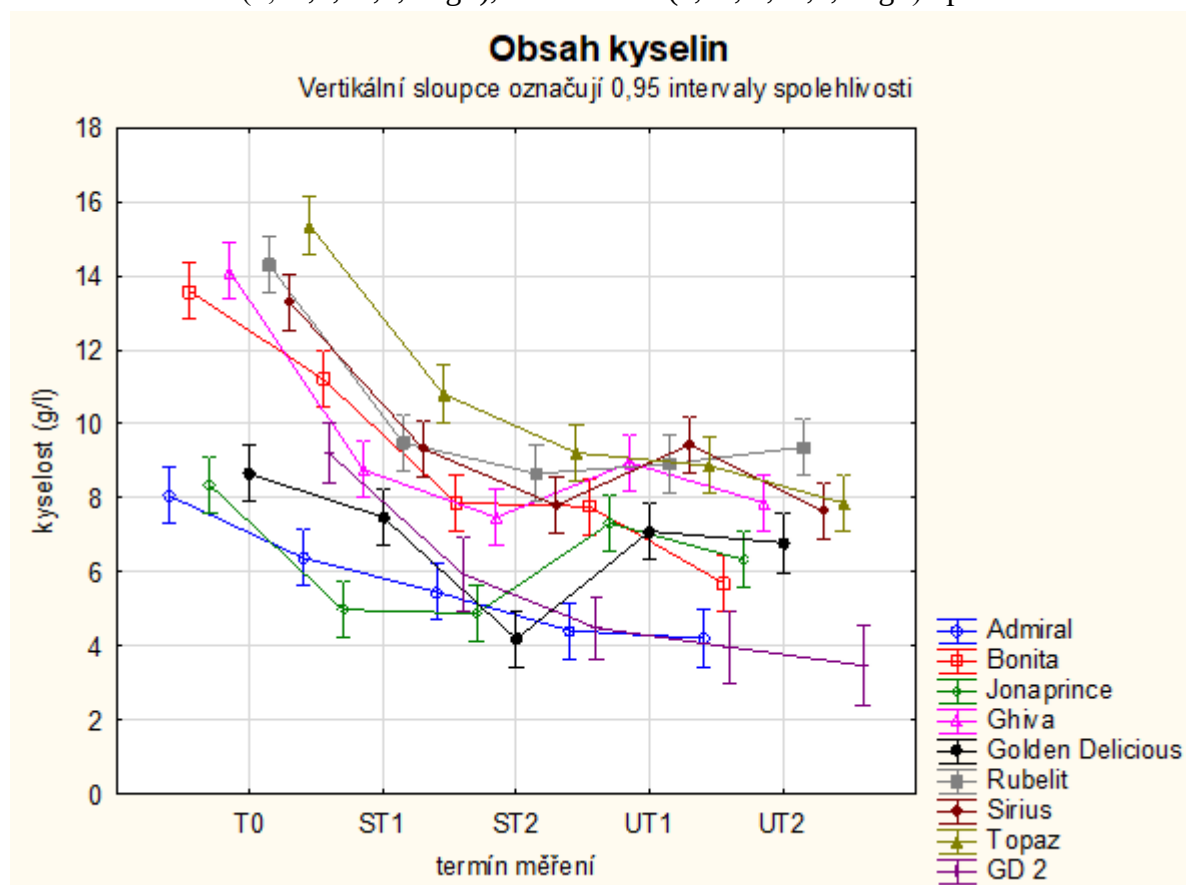
T0= termín sklizně, ST1= chladicí box po 3 měsících, ST2= chladicí box po 6 měsících, UT1= vyskladnění z ULO boxu, UT2= po 14 dnech z ULO – shelf – life

Graf č. 1: Porovnání cukernatosti v plodech měřených odrůd jablek při sklizni a dvou režimech skladování.

U porovnání cukernatosti plodů mezi skladováním v chladicím boxu po šesti měsících a měření po 14 dnech od vyskladnění z ULO boxu (Graf č. 1) nebyly u většiny odrůd patrné velké rozdíly. Významný rozdíl byl zjištěn pouze u odrůdy ‘Jonaprince’, kde byla hodnota v chladicím boxu nižší než hodnota shelf-life. Naopak u odrůdy ‘Topaz’ se prokázal významný rozdíl, naměřená hodnota cukernatosti v chladicím boxu byla vyšší než hodnota shelf-life.

5.2.3 Kyselost

Nejvyšší kyselost (15,36 g/l) při sklizni vykazovala odrůda 'Topaz' a nejnižší (8,06 g/l) naopak odrůda 'Admiral'. U všech odrůd se potvrdilo snížení hodnoty kyselosti mezi měřeními při sklizni a po 3 měsících v chladicím boxu, pouze u odrůdy 'Bonita' (13,58 g/l) nebyl potvrzen statisticky významný rozdíl hodnot, proto hodnota kyseliny po 3 měsících zůstala vysoká (11,21 g/l). Rozdíly v Grafu č.2 mezi hodnotami kyseliny mezi měřeními po 3 a po 6 měsících v chladicím boxu byly významné u většiny odrůd. Pouze u odrůd 'Admiral', 'Jonaprince' a 'Rubelit', nebyl prokázán významný rozdíl. Při porovnávání hodnot kyselosti při sklizni a při vyndání plodů z ULO boxu se potvrdil statisticky významný rozdíl u všech odrůd kromě odrůdy 'Jonaprince'. Mezi vyndáním jablek z ULO boxu a mezi hodnocením jablek v období shelf-life byl naopak statisticky významný rozdíl pouze u odrůd 'Sirius' a 'Bonita'. Především u odrůdy 'Jonaprince' lze pozorovat vyšší hodnotu kyselin při ULO skladování (6,34-7,33 g/l), než při skladování v chladicím boxu (4,88 – 4,99 g/l), u většiny ostatních odrůd tomu je naopak. U odrůdy 'Rubelit' je zajímavé, že si uchovává vysokou hodnotu kyseliny i po delším čase skladování jak v chladicím boxu (8,60 – 9,55 g/l) tak i při skladování v ULO boxu (8,92-9,38 g/l). 'Admiral', GD 2 a 'Jonaprince' měli nízké hodnoty kyselosti na konci měření jak v chladicím boxu (5,47;4,49;4,88 g/l), tak i v ULO (4,22, 3,48,6,34 g/l) oproti ostatním.



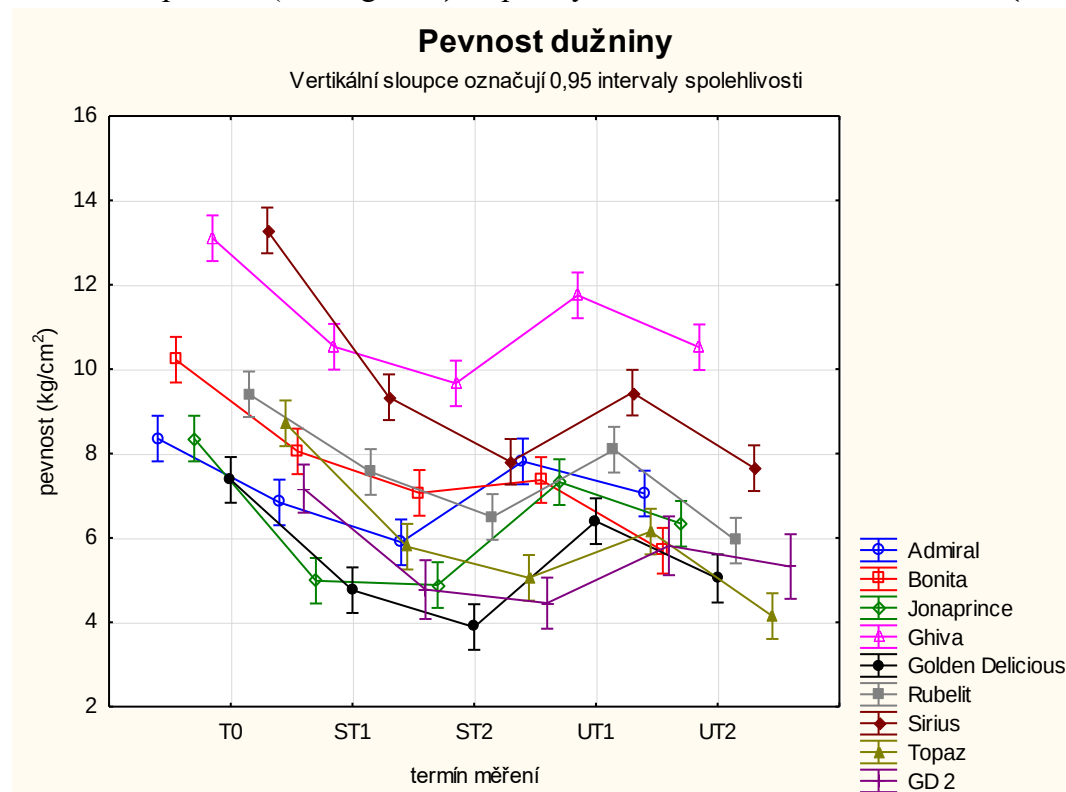
T0= termín sklizně, ST1= chladicí box po 3 měsících, ST2= chladicí box po 6 měsících, UT1= vyskladnění z ULO boxu, UT2= po 14 dnech z ULO – shelf – life

Graf č. 2: Porovnání obsahu kyselin v plodech měřených odrůd jablek při sklizni a dvou režimech skladování.

Hodnoty kyselosti se při porovnání v chladicím boxu po 6 měsících a 14 dní po vyskladnění z ULO boxu u mnoha odrůd lišily.

5.2.4 Pevnost dužniny

Nejvyšší pevnost byla u všech odrůd vždy při sklizni a v čase klesala. Nejvyšší hodnota pevnosti byla při sklizni u odrůdy ‘Ghiva’ (13,15 kg/cm²) a poté si držela vysokou pevnost po celou dobu skladování při všech měřeních. Nejnižší hodnotu měla odrůda ‘Golden Delicious’ (7,36 kg/cm²) i GD 2 (7,17 kg/cm²) při sklizni. U všech odrůd se potvrdil statisticky významný pokles pevnosti mezi měřeními při sklizni a po 3 měsících. Pokles byl i mezi měřeními po 3 a po 6 měsících, ale statisticky významný nebyl pouze u odrůd ‘Topaz’, ‘Jonaprince’, GD 2 a ‘Sirius’. Pokles pevnosti dužniny byl i během skladování v ULO, statisticky významný byl u všech odrůd kromě odrůdy ‘Admiral’. Mezi obdobím při vyndání plodů z ULO boxu a při měření v období shelf-life byl pokles u všech odrůd statisticky významný, ale u odrůd ‘Admiral’ a GD 2 nebyla prokázána statistická významnost. Odrůda ‘Ghiva’ si udržela významně vyšší hodnoty pevnosti i po delší době skladování (13,15 – 9,67 kg/cm²) viz Graf č. 3 ‘Topaz’ měl poměrně vysokou pevnost při sklizni (8,72 kg/cm²), ale po vyndání z ULO měl střední pevnost (6,15 kg/cm²), ta pak výrazně klesla i v období shelf-life (4,15 kg/cm²).



T0= termín sklizně, ST1= chladicí box po 3 měsících, ST2= chladicí box po 6 měsících, UT1= vyskladnění z ULO boxu, UT2= po 14 dnech z ULO – shelf – life

Graf č. 3: Porovnání pevnosti dužniny plodů měřených odrůd jablek při sklizni a dvou režimech skladování.

Při porovnání hodnot pevnosti mezi skladováním v chladicím boxu po šesti měsících a měření po 14 dnech od vyskladnění z ULO boxu se u mnoha odrůd podařilo prokázat statisticky významný rozdíl hodnot. U odrůd ‘Admiral’, ‘Ghiva’, ‘Golden Delicious’ a ‘Jonaprince’ byly hodnoty pevnosti při měření v chladicím boxu nižší než při měření shelf-life. Naopak u odrůd ‘Bonita’ a ‘Topaz’ byly hodnoty měřené po 6 měsících v chladicím boxu vyšší než při vyndání z ULO boxu.

5.3 Hmotnost plodů

5.3.1 Hmotnostní úbytek v chladícím boxu

Tabulka č. 4: Hmotnostní úbytek skladovaných odrůd v chladícím boxu

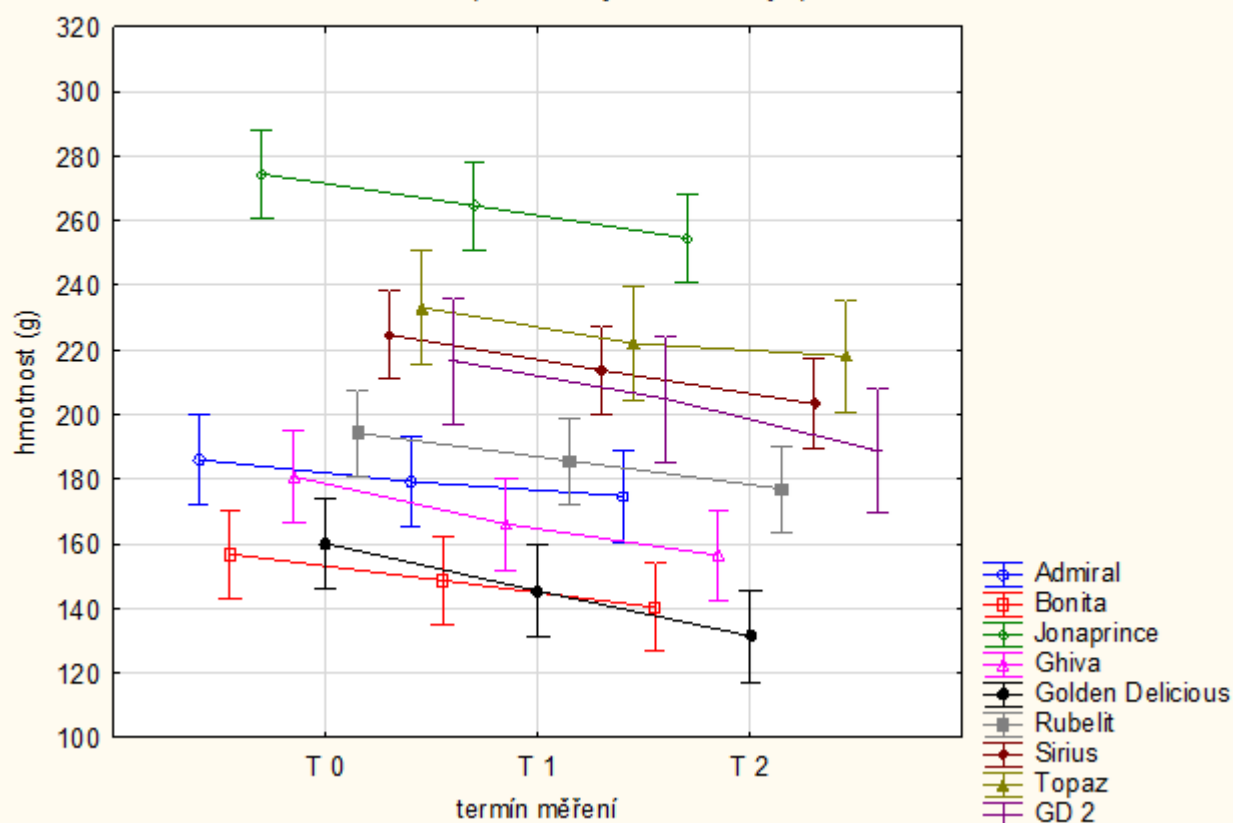
Odrůda	Termín	Hmotnost (g)
Admiral	T 0	186,07 fgh
Admiral	ST 1	179,28 efg
Admiral	ST 2	174,89 defg
Bonita	T 0	156,82 bcd
Bonita	ST 1	148,68 ab
Bonita	ST 2	140,41 ab
GD 2	T 0	216,66 hijk
GD 2	ST 1	204,90 ghij
GD 2	ST 2	188,84 fgh
Ghiva	T 0	180,80 fg
Ghiva	ST 1	166,12 cdef
Ghiva	ST 2	156,43 bcd
Golden Delicious	T 0	160,14 bcd
Golden Delicious	ST 1	145,41 ab
Golden Delicious	ST 2	131,49 a
Jonaprince	T 0	274,41 n
Jonaprince	ST 1	264,62 mn
Jonaprince	ST 2	254,60 lm
Rubelit	T 0	194,27 fgi
Rubelit	ST 1	185,67 gh
Rubelit	ST 2	177,04 efg
Sirius	T 0	224,64 jk
Sirius	ST 1	213,74 hjk
Sirius	ST 2	203,33 ghi
Topaz	T 0	233,17 kl
Topaz	ST 1	222,01 hjk
Topaz	ST 2	218,12 hjk

Hodnoty v jednotlivých sloupcích označené stejnými písmeny nejsou statisticky významně odlišné. LSD test, alfa= 0,05. T0= termín sklizně, ST1= chladící box po 3 měsících, ST2, GD 2= Golden Delicious 2

Hmotnost u všech odrůd skladovaných v chladícím boxu v čase klesala (Graf č. 4) Nejmenší plody při sklizni měla odrůda ‘Bonita’ (156,82 g). Největší plody v měřeném souboru jablek měla odrůda ‘Jonaprince’ (274,41 g). U odrůd ‘Bonita’, ‘Admiral’, ‘Rubelit’, ‘Topaz’ není staticky významný pokles hmotnosti v čase. Mezi termínem sklizně a mezi měřením po 3 měsících se u žádné ze sledovaných odrůd neprokázal statisticky významný rozdíl (Tab č. 4). Mezi termínem sklizně a měřením po 6 měsících byla významná ztráta hmotnosti u odrůd ‘Golden Delicious’ (-28,69 g, - 17,9 %), ‘Ghiva’ (- 24,37 g, - 13,5 %), GD 2 (-27,82 g, -12,9 %), ‘Sirius’ (-21,31 g, - 9,5 %), ‘Jonaprince’ (-19,81 g, - 7,2 %).

Hmotnostní ztráta v chladícím boxu

Vertikální sloupce označují 0,95 intervaly spolehlivosti



T0= termín sklizně, ST1= chladicí box po 3 měsících, ST2= chladicí box po 6 měsících

Graf č. 4: Porovnání hmotnostního úbytku u plodů měřených odrůd jablek při sklizni a při skladování v chladícím boxu.

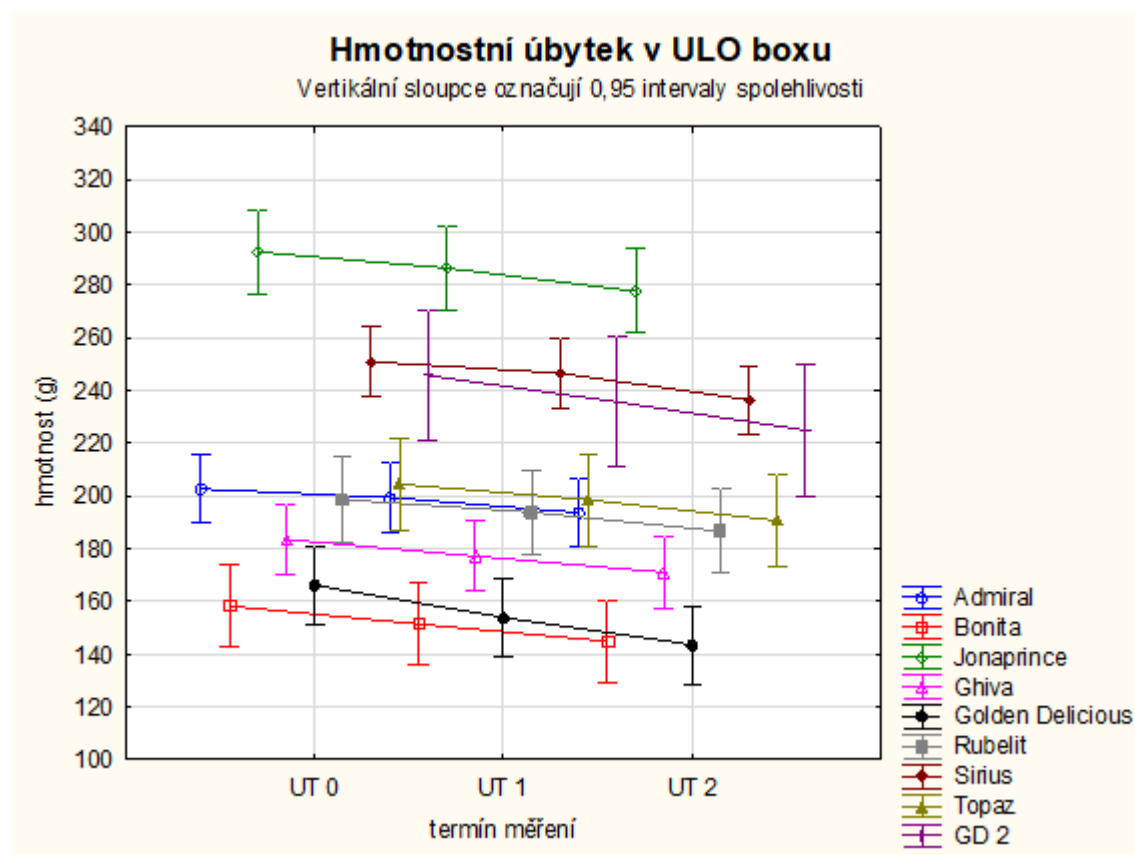
5.3.2 Hmotnostní úbytek v ULO

Tabulka č.5: Hmotnostní úbytek skladovaných odrůd v ULO boxu

Odrůda	Termín	Hmotnost (g)
Admiral	UT 0	202,57 ij
Admiral	UT 1	199,37 hij
Admiral	UT 2	193,62 ghi
Bonita	UT 0	158,22 abcd
Bonita	UT 1	151,42 abc
Bonita	UT 2	144,88 ab
GD 2	UT 0	245,59 k
GD 2	UT 1	235,60 k
GD 2	UT 2	224,85 jk
Ghiva	UT 0	183,47 efgh
Ghiva	UT 1	177,11 defg
Ghiva	UT 2	171,00 cdef
Golden Delicious	UT 0	166,12 bcde
Golden Delicious	UT 1	153,87 abc
Golden Delicious	UT 2	143,53 a
Jonaprince	UT 0	292,42 l
Jonaprince	UT 1	286,33 l
Jonaprince	UT 2	277,60 l
Rubelit	UT 0	198,57 hij
Rubelit	UT 1	193,76 ghij
Rubelit	UT 2	186,62 efghi
Sirius	UT 0	250,84 k
Sirius	UT 1	246,49 k
Sirius	UT 2	236,34 k
Topaz	UT 0	204,46 hij
Topaz	UT 1	198,53 ghij
Topaz	UT 2	190,58 fghij

Hodnoty v jednotlivých sloupcích označené stejnými písmeny nejsou statisticky významně odlišné. LSD test, alfa= 0,05. T0= termín sklizně, ST1= chladicí box po 3 měsících, ST2= chladicí box po 6 měsících, UT1= vyskladnění z ULO boxu, UT2= po 14 dnech z ULO – shelf – life, GD 2= Golden Delicious 2

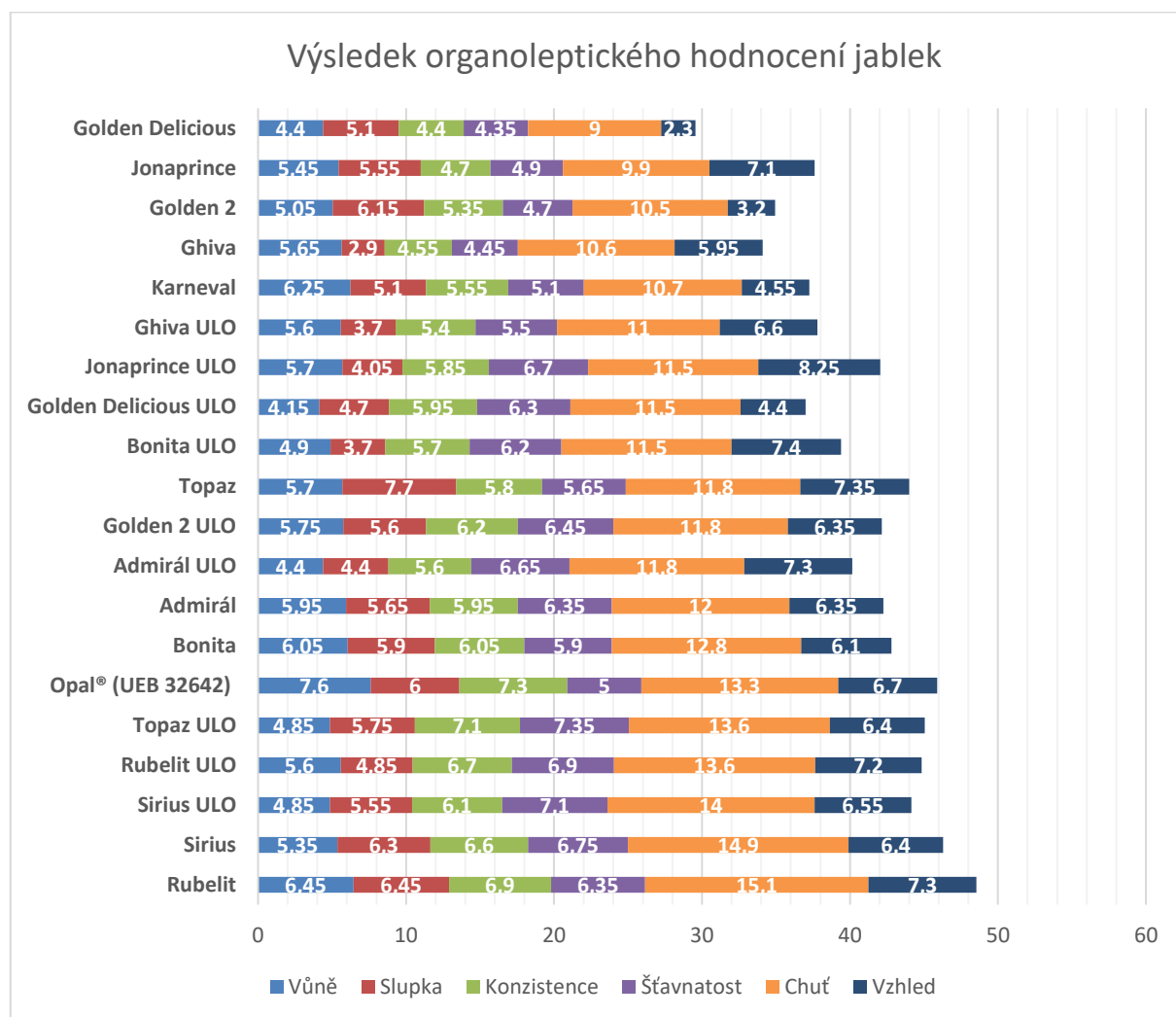
Také v ULO boxu hmotnost u všech odrůd jablek v čase klesala. Nejmenší hmotnost v tomto souboru měla v termínu sklizně odrůda ‘Bonita’ (158,22 g) a největší plody měla odrůda ‘Jonaprince’ (292,42 g). Největší hmotnostní úbytek byl zjištěn u odrůdy ‘Golden Delicious’ (- 22,59 g, - 13,6 %), kde se prokázal statisticky významný rozdíl mezi měřením při sklizni a po období shelf-life. U žádné odrůdy nebyl prokázán statisticky významný rozdíl mezi hmotnostní ztrátou při sklizni plodů (UT 0) a po jejich vyndání z ULO boxu (UT 1). Ve skladování v ULO boxu se prokázalo, že nedochází k významné hmotnostní ztrátě.



UT1= vyskladnění z ULO boxu, UT2= po 14 dnech z ULO – shelf – life

Graf č.5: Porovnání hmotnostního úbytku u plodů měřených odrůd jablek při sklizni a při skladování v ULO boxu.

5.4 Organoleptické hodnocení



Graf č. 6: Organoleptické hodnocení dne 3.3. 2022.

Výsledek organoleptického hodnocení (Graf č. 6) je seřazen dle celkové chuti odrůd, od nejméně chutné odrůdy ('Golden Delicious') po nejlépe chuťově ohodnocenou odrůdu ('Rubelit'). Dále nejvíce chutnou byla odrůda 'Sirius' v chladicím boxu a ULO. Nejvyšší hodnocení dle vzhledu získala odrůda 'Jonaprince'. Nejšťavnatější byla odrůda 'Topaz' z ULO boxu a nejlepší konzistenci dužniny měly odrůdy Opal® (7,3) a 'Topaz' ULO (7,1). V celkové chuti měly podobné hodnocení odrůdy 'Admiral', 'Sirius' i 'Rubelit' bez ohledu na to, v jakém režimu byly skladovány. Všechny odrůdy měly lepší hodnocení konzistence dužniny, při skladování v režimu ULO, pouze u odrůd 'Admiral' (5,6), 'Bonita' (5,7) byly hodnoty vyšší v chladicím boxu (5,95 a 6,05).

6 Diskuze

Diplomová práce se zaměřuje na vlastnosti plodů při skladování ve dvou režimech. Výsledky a naměřené hodnoty jablek mohly být ovlivněny ročníkem, dobou sklizně plodů, odrůdou, klimatem a pěstitelskou technologií. Nejvíce hodnoceným jablkem ve studiích byla odrůda ‘Golden Delicious’, která se pěstuje komerčně po celém světě a odrůda ‘Topaz’, která je na trhu dlouhodobě jako zástupce rezistentních odrůd k houbovým chorobám (Blažek & Hlušíčková 2001).

Zelená, žlutá a červená barva přispívá k odlišení odrůd jablek. Obecně je preferována červená barva slupky, ale v poslední době přitahují pozornost spotřebitelů nejvíce jasně červená barva a řídí šlechtitelské cíle tímto směrem (Teliás et al. 2011). Do této kategorie by mohla patřit odrůda ‘Bonita’ a její prosazení na trhu podporuje fakt, že před pěti lety tvořila asi 10 % nových výsadeb v Itálii (Brown & Maloney 2018). Preference barev spotřebitele se po celém světě značně odlišuje, což umožňuje najít uplatnění pro mnoho odrůd. Vlastnost, která není oceněna v jedné zemi, může být skutečně špičkovou vlastností v jiné lokalitě. U červených i dvoubarevných odrůd je jejich vzhled spojen s lepší vnitřní kvalitou a vyššími cukry (Musacchi & Serra 2018), toto tvrzení se potvrdilo u červenoplodé odrůdy ‘Jonaprince’ (ULO), která měla nejvyšší bodové hodnocení dle vzhledu při organoleptickém hodnocení během pokusu.

Kromě celkového dojmu vzhledu je u jablek zásadní barva slupky, která je jako kritérium parametru třídění mnoha odrůd. U některých odrůd, jako je například ‘Granny Smith’ a ‘Golden Delicious’, je červené přebarvení pro trh negativní vlastností a načervenalá jablka jsou hůře prodejná (Hirst et al. 1990).

Česání odrůd bylo v podobných termínech u odrůd ‘Golden Delicious’ (11-15.10) a ‘Topaz’ (7.10) jako uvádí Blažek & Křelinová (2007) v pětiletém pokusu měření, kdy se sklízely tyto odrůdy. Termín sklizně může být dán i polohou, protože oba pokusy byly uskutečněny v České republice.

Hmotnost plodů u odrůd ‘Golden Delicious’ a ‘Topaz’ byla hodnocena i ve studii Blažek & Křelinová (2007) u ‘Golden Delicious’ 165,6 až 204,2 g a u odrůdy ‘Topaz’ 142,4 až 196,6g, se s průměrnými naměřenými výsledky shodují při průměrné 15 g odchylce, tento vliv by mohl být například probírkou plodů, pěstebními podmínkami nebo i termínem sklizně.

Cukernatost u odrůdy ‘Topaz’ byla v této práci mezi 11,36- 13,79 °Brix, v práci Blažek & Hlušíčková (2007). Byly naměřeny stejné hodnoty v práci Blažek & Hlušíčková (2001) měla odrůda ‘Topaz’ vyšší obsah cukrů o 1,0 -1,5 °Brix, ve studii Péneau et al. (2007) dokonce o až o 2,5 °Brix vyšší, v práci Drkenda et al. (2021) byla ve výše uvedeném rozmezí. U odrůdy ‘Bonita’ měla naměřené hodnoty cukernatosti ve studii 13 °Brix Brown & Maloney (2018) v této práci byla 12,18 – 14, 03 °Brix a tím se hodnoty shodují. U odrůdy ‘Golden Delicious’ měla v práci Bonany et al. (2013) cukernatost 14,7 °Brix, která je v této práci podobná. Ve studii Pištěková & Matějček (2013) měl po vyskladnění z ULO cukernatost 12,2 °Brix v této práci měl vyšší obsah cukrů.

Obsah kyselin byl u odrůdy ‘Topaz’ 7,88 – 15,36 g/l, ale při měření Blažek & Hlušíčková byl naměřen o 1,5 g/l nižší než v této práci změřené minimum. Brown & Maloney (2018) uvádí obsah odrůdy ‘Bonita’ 7 g/l, který spadá do rozsahu s naměřených výsledků v této práci: 5,71 – 13,58 g/l. U odrůdy ‘Golden Delicious’ při porovnání se studií Bonany et al. (2013) obsah

kyselin činil 4,1 g/l, která je nižší i přesto, že bylo měření provedeno v lednu v chladicím boxu. U odrůdy 'Topaz' byl naměřen vyšší obsah kyselin, to bylo shodné i ve studii Drkenda et al. (2021), kdy měla nejvyšší kyselost z celého souboru odrůd.

Protože pevnější jablka bývají šťavnatější, křupavější, a méně moučnatá než měkké ovoce, je rychlé měknutí obecně považováno za nežádoucí proces zrání jablek (Radenkovs & Juhnevica-Radenkova 2018). Vyšší pevnost dužniny je výhodná při transportu plodů. Nejvyšší pevnost dužniny měla odrůda 'Ghiva' (13,11 kg/cm² při sklizni) ve srovnání s kultivary 'Golden Delicious' a 'Topaz' měla o dost větší pevnost dužniny po celou dobu, a to až o 7 kg/cm². Nejnižší hodnotu měl 'Golden Delicious' po 6 měsících v chladicím boxu (3,89 kg/cm²), který měl i při porovnání pevnosti dužniny v ULO (5,04 kg/cm²) nízkou pevnost. Ve studii Pištěková & Matějček (2013) měl 'Golden Delicious' vyskladněný z ULO v červnu nejnižší pevnost (4,8 kg/cm²). Odrůda 'Topaz' měla podobné hodnoty ve studii Blažek & Křelinová (2007).

V této práci během skladování vybraných odrůd v režimu ULO se celkové hmotnostní ztráty plodů způsobené dýcháním a výparem za období od sklizně do června v průměru pohybovaly kolem 3,3 %, tato ztráta byla naměřena i v práci Pištěková & Matějček (2013), kde byla uvedena ztráta 2,0 - 3,7 % u odrůd 'Golden Delicious', 'Meteor', 'Idared', 'Rubinola' při podobných podmínkách skladování v ULO boxech do června. Mezi jednotlivými odrůdami však byly zjištěny výrazné rozdíly ve výši hmotnostního úbytku v rozmezí 1,6 % - 7,4 %, což potvrzuje práce Blažek et al. (2007), kdy byl naměřen větší hmotnostní úbytek v rozmezí od 2,5 - 8,5 % při skladování odrůd jablek v ULO. Tato práce ve srovnání s prací Radenkovs & Juhnevica-Radenkova (2018), kde byla jablka skladována i ve variantě v ULO boxech se ztrátou 6 %, je o 3 % vyšší přibližně než v této práci i přesto, že zde odrůdy byly skladovány o více než 2 měsíce déle. Větší hmotnostní úbytek může být vysvětlen zcela odlišnými odrůdami, pěstitelskou technologií a také zcela jinou lokalitou. Jednoznačně nejvyšší úbytek v ULO byl u odrůdy 'Golden Delicious', naopak nejnižší u odrůd 'Admirál' a 'Sirius'.

Během skladování sledovaných odrůd v chladicím boxu se celkové hmotnostní ztráty za období 6 měsíců od sklizně pohybovaly v průměru kolem 10,3 %, ten byl naměřen i u jablek v chladicím boxu v práci Radenkovs & Juhnevica-Radenkova (2018), kdy měly odrůdy průměrnou ztrátu hmotnosti 10,6 %. V této práci byly však výrazné rozdíly mezi jednotlivými odrůdami v celkovém rozmezí 6,0 % - 17,9 %. Nejvyšší úbytek měla odrůda 'Golden Delicious', naopak nejmenší ztráty byly u odrůd 'Admirál' a 'Topaz'. Ve studii Goliáš et al. (2008) se u všech odrůd hmotnostní ztráty projeví, kdy 'Golden Delicious', 'Resista' a 'Rubinstep' přibližně 9 g/3 měsíce, pro srovnání skupina 'Golden Delicious' v této práci ztratila za 3 měsíce v chladicím boxu 11,7 - 14,7 g. 'Meteor' a 'Topaz' ztratily 6,2 g/3 měsíce v této práci 'Topaz' při měření za 3 měsíce v chladicím boxu měl úbytek hmotnosti 11,2 g. Větší ztráta by se mohla vysvětlit různou velikostí plodů skladovací podmínky a termínem sklizně.

V práci se potvrdilo, že odrůdě 'Golden Delicious' více svědčí skladování v ULO boxu, kde byl prokázán vyšší obsah kyselin a udržení vyšší pevnosti dužniny. Podle spotřebitelských testů je u „Golden Delicious“ práh přijatelnosti 4,5 kg cm⁻² pro pevnost dužniny a 12 °Brix obsah cukrů (Drkenda et al. 2021), tyto parametry odrůda splňovala, až na měření po 6 měsících v chladicím boxu.

Naopak u odrůdy ‘Topaz v chladicím boxu cukernatost, kyseliny i pevnost byla větší v chladicím boxu po 6 měsících než po vyndání z ULO v období shelf-life

Organoleptické hodnocení

Během posledních let byly sledované odrůdy součástí mnoho organoleptických hodnocení, jak ve variantách skladování v chladicím boxu tak i v ULO boxu. Blažek (2020) popisuje výsledky z degustace koncem května, ve které bylo celkově 48 položek. Vzorky jsou hodnoceny jak z chladicího boxu, tak i ve variantě ULO z boxu. Byly měřeny odrůdy jako ‘Admiral’, ‘Admiral’ (ULO), ‘Sirius’ (ULO), ‘Jonaprince’ (ULO), ‘Topaz’, ‘Golden Delicious’, ‘Golden Delicious’ ULO. ‘Sirius’ ULO se zde umístil z hlediska chuti na 3. místě, což měl podobné i v uskutečněné degustaci během pokusu začátkem března, kde obsadil vzorek z chladicího boxu 2. místo a ve variantě z ULO boxu obsadil 3. místo. Zde se potvrzuje tvrzení, že se jedná o velmi chutnou odrůdu (Egger et al. 2009). Z hlediska šťavnatosti jsou výsledky hodnocení podobné (Blažek 2020). ‘Admiral’ z ULO v květnu (4. místo) Blažek (2020) a z pokusu hodnocený v březnu (9. místo) si moc podobný výsledkově nebyl, je možné že je pro tuto odrůdu lepší konzumovat plody z ULO boxu po delší době, kdy měl lepší hodnocení. V pokusu Blažek et al. (2019) měl dokonce ‘Admiral’ celkově nejvyšší hodnocení ve čtyřletém cyklu sledování při degustacích, avšak při skladování v chladicím boxu. V pokusu této práce v březnové degustaci byl ‘Admiral’ ve variantě v chladicím boxu až na 8 místě. Odrůda ‘Jonaprince’ v ULO měl spíše podprůměrné hodnocení dle chuti jak v degustaci v květnu Blažek (2020), tak i v březnu během pokusu. Odrůda ‘Topaz’ byla na stejném umístění (11. místo) jak v březnu během pokusu tak i v květnu (Blažek 2020). Topaz skladován ve variantě ULO hodnocený v březnu se umístil velmi dobře, oproti sledování této odrůdy v ULO ve víceletých cyklech tak obdržel spíše průměrné hodnocení (Blažek et al. 2019). Spíše podprůměrně byla hodnocena odrůda ‘Golden Delicious’ ve všech variantách a ve všech pokusech dle chuti (Blažek 2020). Na degustaci začátkem února byly hodnoceny odrůdy ‘Topaz’ a Opal® z varianty v chladicím boxu (Krška 2021). V této degustaci měli tyto odrůdy horší umístění než v pokusu během března.

Ve spotřebitelském testu v Bosně a Hercegovině měla odrůda ‘Topaz’ lepší hodnocení než ‘Golden Delicious’, pokud jde o barvu a kyselost. Z hlediska mnoha senzorických atributů měl komerční kultivar ‘Golden Delicious’ stále lepší hodnocení než ostatní kultivary jablek odolných proti strupovitosti (velikost a sladkost). Mezi kultivary jablek odolnými proti strupovitosti dosáhl spotřebitelské hodnocení nejlépe ‘Topaz’ (Drkenda et al. 2021). Toto hodnocení odpovídá i vyhodnocení v degustaci během pokusu, kde ‘Topaz’ jak ve variantě z chladicího boxu nebo z varianty z ULO, vždy předčil v chuti ‘Golden Delicious’ i GD 2, kromě vzorku GD 2 ULO se kterým si byl roven dle chuti.

Dle studie Harker et al. (2003) vyplývá, že dle chuťové oblíbenosti jsou kategorie jablek křupavá a sladká nebo jablka kyselá a šťavnatá. V degustaci se tyto kategorie projeví, když odrůda ‘Rubelit’ (kyselé, šťavnaté) vyhrála degustaci a na druhém místě byla odrůda ‘Sirius’ (sladší a křupavé).

Chuťový panel hodnotící vůni a chuť jablečné šťávy z odrůd po 6 měsících skladování při 10 °C se ukázalo, že byla preference odrůd se silným aroma a "charakteristickou" jablečnou chutí před šťávami se slabým aroma a "netypickou" chutí jablek (Poll 1981). Obdobná oblíbenost se projevila i v degustaci, kde byl vítěz degustace ‘Rubelit’ na druhém místě z hlediska příjemnosti a síly aroma.

7 Závěr

- Hypotéza se částečně potvrdila u některých parametrů, významně se jakost plodů při skladování v ULO nezhoršila.
- Pro většinu odrůd se skladování v nastaveném režimu ULO osvědčilo, kromě odrůdy 'Topaz', která měla spíše lepší hodnoty z hlediska kvality plodů v chladicím boxu.
- Kyselost po celou dobu u všech odrůd klesala. Nejmenší obsah kyselin byl u odrůdy 'Admiral' (8,06 g/l) a největší u odrůdy 'Topaz' a nejnižší (15,36 g/l).
- U odrůd 'Admiral', 'Topaz' a 'Bonita' byl prokázán významný rozdíl hodnoty kyselosti, kdy v chladicím boxu byly vyšší než hodnoty při skladování v ULO boxu. Naopak u odrůd 'Golden Delicious' a 'Jonaprince' byly hodnoty kyselosti v chladicím boxu nižší než při skladování v ULO boxu.
- Byl zjištěn statisticky významný rozdíl u některých odrůd ve sledovaných parametrech jako pevnost dužniny, obsah cukrů a kyselin. Hmotnostní úbytek byl, ale významný jen u odrůd sledovaných v chladicím boxu, ve variantě v ULO byla významně ovlivněna hmotnost pouze mezi obdobím při sklizni (T0) a obdobím shelf-life (UT2) u odrůdy 'Golden Delicious'.
- Největší obsah cukrů byl u odrůdy 'Ghiva' jak při sklizni, tak po celé sledované období ve všech variantách (14,61-15,56 °Brix).
- Cukernatost v plodech narůstala během skladování. U odrůd 'Topaz' a 'Admiral' byla ovlivněna po 3 měsících v chladicím boxu a po 6 měsících u odrůdy 'Rubelit'. Významně byla také ovlivněna od sklizně po vyskladnění z ULO boxu u odrůd 'Golden Delicious', 'Jonaprince', 'Sirius', 'Topaz' a 'Rubelit'.
- Pevnost dužniny během celého skladovacího období klesala. Nejvyšší hodnota byla naměřena u odrůdy 'Ghiva' (13,11 kg/cm²), tu si držela po celou dobu skladování vůči ostatním odrůdám.
- Při porovnání hodnot pevnosti mezi skladováním v chladicím boxu po šesti měsících a měření po 14 dnech od vyskladnění z ULO boxu se u mnoha odrůd podařilo prokázat statisticky významný rozdíl hodnot. U odrůd 'Admiral', 'Ghiva', 'Golden Delicious' a 'Jonaprince' byly hodnoty pevnosti při měření v chladicím boxu nižší než při měření shelf-life. Naopak u odrůd 'Bonita' a 'Topaz' byly hodnoty měřené po 6 měsících v chladicím boxu vyšší než při vyndání z ULO boxu.
- Největší hmotnostní úbytek měla odrůda 'Golden Delicious', naopak nejmenší hmotnostní úbytek měla odrůda 'Admiral' v obou režimech skladování.
- Jako nejchutnější odrůda byla ohodnocena odrůda 'Rubelit' (15,1), následovaná odrůdou 'Sirius' (14,9).
- Poměr cukrů a kyselin byl nejnižší u odrůdy 'Topaz' (7,7) a obecně při sklizni u všech odrůd (T0). Nejvyšší hodnoty dosahovala odrůda 'Golden Delicious' (35,2) po 6 měsících v chladicím boxu (ST 2).

8 Literatura

Abdelfattah A, Whitehead SR, Macarisin D, Liu J, Burchard E, Freilich S, Wisniewski M. 2020. Effect of Washing, Waxing and Low-Temperature Storage on the Postharvest Microbiome of Apple. *Microorganisms*, **8**:944. DOI:10.3390/microorganisms8060944

Ahmad MS, Siddiqui MW. 2015. Factors Affecting Postharvest Quality of Fresh Fruits. *Postharvest Quality Assurance of Fruits*, 7–32. DOI:10.1007/978-3-319-21197-8_2

Ahmadi-Afzadi M, Tahir I, Nybom H. 2013. Impact of harvesting time and fruit firmness on the tolerance to fungal storage diseases in an apple germplasm collection. *Postharvest Biology and Technology*, **82**: 51–58. DOI: 10.1016/j.postharvbio.2013.0

Akdemir S, Bal E. 2019. Quality Changes in Apple in Evaporative Cooling Store. *Erwerbs-Obstbau*. DOI:10.1007/s10341-019-00458-w

Balík J. 2018. Skladování a zpracování ovoce. Pages 196–234. Hlušek J. *Ovocné kultury*. Profi Press, Praha.

Blanpied GD, Silsby, KJ. 1992. Predicting harvest date windows for apples. Cornell Cooperative Extension.

Bleecker AB, Kende H. 2000. Ethylene: A Gaseous Signal Molecule in Plants. *Annual Review of Cell and Developmental Biology*, **16**: 1–18. DOI: 10.1146/annurev.cellbio.16.1.

Blažek J. 2001. *Pěstujeme jabloně*. Brázda, Praha.

Blažek J. 2020. Výsledky ochutnávky jablek na konci skladovací sezóny v roce 2020, *Zahradnictví* **8**:46-47

Blažek J, Křelinová J. 2007. Vybrané charakteristiky kvality plodů nových odrůd jabloní vyšlechtěných v Holovousích ve srovnání s pěstovanými kultivary. *Vědecké práce ovocnářské*. **20**: 53-61

Blažek J, Pištěková I, Matějček A, Hnátek M. 2007. Weight losses with chosen apple cultivars during long term storage in ULO conditions. *Inovace pěstování ovocných plodin*, 77-83.

Blažek J, Paprštejn F, Zelený L, Křelinová J. 2019. The results of consumer preference testing of popular apple cultivars at the end of the storage season. *Horticultural Science*, **46**: 115-122. DOI: 10.17221/146/2017-HORTSCI

Boyer J, Liu RH. 2004. Apple phytochemicals and their health benefits. *Nutrition journal*, **3**: 1-15.

Breiteneder et al. 1989. The gene coding for the major birch pollen allergen Betv1, is highly homologous to a pea disease resistance response gene. The EMBO Journal 8: 1935–1938. DOI: 10.1002/j.1460-2075.1989.tb03597.x

Brown SK, Maloney KE. 2018. Update on new apple varieties, managed varieties and clubs. NY Fruit Quarterly, **26**: 5-10.

Buchtová I, Němcová V, 2022. Situační a výhledová zpráva ovoce. Ministerstvo zemědělství České republiky, Praha.

Crouch I. 2001. 1-Methylcyclopropene (Smartfresh TM) as an alternative to modified atmosphere and controlled atmosphere storage of apples and pears. In VIII International Controlled Atmosphere Research Conference 600 (pp. 433-436).

DeEll JR, Ayres JT, Murr DP. 2007. 1-Methylcyclopropene influences ‘Empire’ and ‘Delicious’ apple quality during long-term commercial storage HortTechnology **17**: 46-51

Dixon J, Hewett EW. 2000. Factors affecting apple aroma/flavour volatile concentration: A Review. New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science, **28**: 155–173. DOI:10.1080/01140671.2000.95141

Drkenda P, Čulah A, Spaho N, Akagić A, Hudina M. 2021. How do consumers perceive sensory attributes of apple? Foods, **10**: 2667.

Dvořák A, Vondráček J, Kohout K, Blažek J. 1976: Jablka. Academia, Praha.

Egger S, Siegrist JP, Leumann R, Capaul S, Stadler P. 2009. Opal-a yellow new apple variety with interesting traits. Obst-und Weinbau, **145**: 10-13.

Ehsani-Moghaddam B, DeEll, J. 2009. Correlation and path-coefficient analyses of ripening attributes and storage disorders in ‘Ambrosia’ and ‘Empire’ apples Postharvest Biol. Technol. **51**:168-173

Fawbush F, Nock JF, Watkins CB. 2007. External carbon dioxide injury and 1-methylcyclopropene (1-MCP) in the ‘Empire’ apple Postharvest Biol. Technol. **48**: 92-98.

Ferguson IB, Boyd LM. 2002. Inorganic nutrients and fruit quality. Fruit quality and its biological basis, 15-45.

Goliáš J. 1996. Skladování a zpracování zeleniny I. Základy chladiřenství. Vysoká škola zemědělská, Brno.

Goliáš J. 2011. Skladování ovoce v řízené atmosféře. Brázda, Praha.

Goliáš J, Mýlová P, Němcová A. 2008. A comparison of apple cultivars regarding ethylene production and physico-chemical changes during cold storage. Hort. Sci. 35: 137-144. DOI: 10.17221/653-HORTSCI

Goliáš J. 2014. Skladování a zpracování ovoce a zeleniny. Mendelova univerzita v Brně, Brno.

Guerra M, Sanz M A, Casquero PA. 2010. Influence of storage conditions on the sensory quality of a high acid apple. International Journal of Food Science & Technology, **45**: 2352–2357. DOI:10.1111/j.1365-2621.2010.02410.x

Gustavsson J, Stage J, 2011. Retail waste of horticultural products in Sweden, Resources, Conservation and Recycling, 5: 554-556, DOI: 10.1016/j.resconrec.2011.01.007.

Hričovský I, Řezníček V, Sus J. 2003. Jabloně a Hrušně. Příroda, Bratislava.

Harker FR, Marsh KB, Young H, Murray SH, Gunson FA, Walker SB. 2002. Sensory interpretation of instrumental measurements 2: sweet and acid taste of apple fruit. Postharvest Biology and Technology, **24**., 241–250. DOI:10.1016/S0925-5214(01)00157-0

Harker FR, Gunson FA, Jaeger, S. R. 2003. The case for fruit quality: an interpretive review of consumer attitudes, and preferences for apples. Postharvest biology and technology, **28**: 333-347. DOI: 10.1016/S0925-5214(02)00215-6

Huybrechts C, Deckers T, Valcke R. 2003. Predicting fruit quality and maturity of apples by fluorescence imaging: effect of ethylene and AVG. In International Conference: Postharvest Unlimited **599**: 243-247. DOI:10.17660/actahortic.2003.599.

Ivičič et al. 1987. Ovocnictví. Státní zemědělské nakladatelství, Praha.

Janick J, Cummunis JN, Brown SK, Hemmat M, 1996. Apples. In Fruit Breeding, vol. I., Tree and Tropical Fruits, edited by J. Janick and J.N. Moore, pp 1-77.

Jongen W. 2002. Fruit and vegetable processing: improving quality. Boca Raton: CRC Press

Kader A. 2001. Postharvest technology of horticultural crops. University of California Division of Agriculture and Natural Resources, Oakland, CA.

Kassebi S, Korzenszky P. 2022. The Influence of Storage Temperature on the Weight of Golden Delicious Apples. HUNGARIAN AGRICULTURAL ENGINEERING: PERIODICAL OF THE COMMITTEE OF AGRICULTURAL AND BIOSYSTEM ENGINEERING OF THE HUNGARIAN ACADEMY OF SCIENCES AND HUNGARIAN UNIVERSITY OF AGRICULTURE AND LIFE SCIENCES INSTITUTE OF TECHNOLOGY, **41**: 5-10.

Kiaya V. 2014. Post-harvest losses and strategies to reduce them. Technical Paper on Postharvest Losses, Action Contre la Faim (ACF), **25**: 1-25.

King et al. 2000. Quantitative genetic analysis and comparison of physical and sensory descriptors relating to fruit flesh firmness in apple (*Malus pumila* Mill.). Theoretical and Applied Genetics (e00405752) DOI: 10.1007/s001220051389 48

Kingston CM. 2010. Maturity Indices for Apple and Pear. John Wiley, Oxford UK. DOI: 10.1002/9780470650509.ch10.

Kopec K, Balík J. 2008. Kvalitologie zahradnických produktů, ovoce a zeleniny. Mendelova univerzita v Brně, Brno

Kouassi A B, Durel C-E, Costa F, Tartarini S, van de Weg E, Evans K, Laurens F. 2009. Estimation of genetic parameters and prediction of breeding values for apple fruit-quality traits using pedigreed plant material in Europe. Tree Genetics & Genomes, **5**: 659–672. DOI:10.1007/s11295-009-0217-x

Krška B. 2021. Organoleptické hodnocení jablek v roce 2021 na VŠÚO HOLOVOUSY, Zahradnictví **6**:11-13

Lateur M. 2003. The integration of different sectors is a key factor for the conservation, evaluation and utilisation of our Belgian fruit tree biodiversity. Bull. Inst. R. Sci. Nat. Belg. Biol. 2003, **73**: 85–95.

Marguery P, Sangwan BS. 1993. Sources of variation between apple fruits within a season, and between seasons. Journal of Horticultural Science, **68**:309–315. DOI:10.1080/00221589.1993.11516356

Musacchi S, Serra S. 2018. Apple fruit quality: Overview on pre-harvest factors. Scientia Horticulturae, **234**: 409-430. DOI: 10.1016/j.scienta.2017.12.057

Nesrsta D. 2011. Jádroviny. Vydavatelství Petr Baštan, ISBN 978-80-87091-17-3.

Píková H. 2020. Do Hradce za Ovocnáři. Zahradnictví **2**:8-9.

Pišťeková I, Matějček A. 2013. Quality parameters changes during ULO storage of apples. Vědecké Práce Ovocnářské, **23**: 117-120.

Pissard A, Fernández Pierna, J A Baeten, V Sinnaeve G, Lognay G, Mouteau A, Lateur M. 2012. Non-destructive measurement of vitamin C, total polyphenol and sugar content in apples using near-infrared spectroscopy. Journal of the Science of Food and Agriculture, **93**: 238–244. DOI:10.1002/jsfa.5779

Potter AL, Hassid WZ, Joslyn MA. 1949. Starch. III. Structure of apple starch. *Journal of the American Chemical Society*, **71**: 4075-4077. DOI: 10.1021/ja01180a057

Oraguzie N, Alspach P, Volz R, Whitworth C, Ranatunga C, Weskett R, Harker R. 2009. Postharvest assessment of fruit quality parameters in apple using both instruments and an expert panel. *Postharvest Biology and Technology*, **52**: 279-287. DOI: 10.1016/j.postharvbio.2009.01

Poll L. 1981. Evaluation of 18 apple varieties for their suitability for juice production. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, **32**: 1081–1090. DOI:10.1002/jsfa.2740321107

Radenkovs V, Juhnevica-Radenkova K. 2018. Comparison of three storage techniques for post-harvest quality preservation of six commercially available cultivars of apple. *International Journal of Fruit Science*, **18**: 268-286.

Rahman MS. (ed.). 2007. *Handbook of food preservation*. CRC press.

Ricci et al. 2010. Allergenicity of different apple cultivars assessed by means of skin prick test and sensitisation to recombinant allergens Mal d 1 and Mal d 3 in a group of Italian apple allergic patients. *International Journal of Food Science & Technology* (e09505423) DOI: 10.1111/j.1365-2621.2010.02300.x

Ritter B, Schulte J, Schulte E, Thier HP. 2001. Detection of coating waxes on apples by differential scanning calorimetry. *European Food Research and Technology*, **212**: 603–607. DOI:10.1007/s002170100290

Raguin A, Ebenhöf O. 2017. Design starch: stochastic modeling of starch granule biogenesis. *Biochemical Society Transactions*, **45**: 885-893. DOI: 10.1042/BST20160407

Rubin MB. 2001. The history of ozone. The Schönbein period, 1839–1868. *Bull. Hist. Chem*, **26**: 40-56.

Rees D, Bishop D, Schaefer J, Colgan R, Thurston K, Fisher R, Duff A. 2021. SafePod: A respiration chamber to characterise apple fruit response to storage atmospheres. *Postharvest Biology and Technology*, (e111674). DOI: 10.1016/j.postharvbio.2021.11

Sancho AI, Foxall R, Browne T, Dey R, Zuidmeer L, Marzban G. 2006. Effect of Postharvest Storage on the Expression of the Apple Allergen Mal d 1. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, **54**: 5917–5923. DOI:10.1021/jf060880m

Suran P. 2021. Postupy zamezující znehodnocení plodů od pěstitele po spotřebitele. *Zahradnictví* **6**:22-24.

Stephens BE, Tanner DJ. 2004. THE HARVEST WATCH SYSTEM-MEASURING FRUIT'S HEALTHY GLOW. In *International Conference Postharvest Unlimited* Dunder. **687**: 363-364. DOI:10.17660/actahortic.2005.687

- Streif J. 1996. Optimum harvest date for different apple cultivars in the 'Bodensee' area, p. 15–20. In: A. de Jager, D. Johnson, and E. Hohn (eds.). Determination and prediction of optimum harvest date of apples and pears. COST 94. The postharvest treatment of fruit and vegetables. Office for the Offic. Publ. of the European Communities, Luxembourg.
- Šafránková I. 2018. Poškození, choroby a škůdci ovocných dřevin. Pages 174-195. Hlušek J. Ovocné kultury. Profi Press, Praha.
- Tanner D, Smale N. 2005. Sea transportation of fruits and vegetables: An update. Stewart Postharvest Review, **1**: 1-9.
- Telias A, Bradeen JM, Luby JJ, Hoover EE, Allen AC. 2011. 9 Regulation of Anthocyanin Accumulation in Apple Peel. Horticultural Reviews, **38**: 357.
- ÚEB, Stanice šlechtění jabloně. 2023. Strážovice. Emailová komunikace.w
- van Nocker S, Berry G, Najdowski J, Michelutti R, Luffman M, Forsline P, Ordidge M. 2012. Genetic diversity of red-fleshed apples (Malus). Euphytica, **185**: 281-293.
- Vigneault C, Thompson J, Wu S, Hui KC, LeBlanc DI. 2009. Transportation of fresh horticultural produce. Postharvest technologies for horticultural crops, **2**: 1-24.
- Watkins CB, Bramlage, WJ, Cregoe BA. 1995. Superficial scald of Granny Smith apples is expressed as a typical chilling injury. Journal of the American Society for Horticultural Science, **120**: 88-94. DOI: 10.21273/JASHS.120.1.88
- Watkins CB. 2003. Principles and practices of postharvest handling and stress. In Apples: botany, production and uses pages 585-614. Wallingford UK: CABI Publishing.
- Watkins CB. 2007. The effect of 1-MCP on the development of physiological storage disorders in horticultural crops. Stewart Postharvest Rev, **2**: 11.
- Zhang Y, Li P, Cheng L. 2010. Developmental changes of carbohydrates, organic acids, amino acids, and phenolic compounds in "Honeycrisp" apple flesh. Food Chemistry, **123**: 1013–1018. DOI: 10.1016/j.foodchem.2010.05.05
- Zhang J, Cheng D, Wang B, Khan I, Ni Y. 2017. Ethylene control technologies in extending postharvest shelf life of climacteric fruit. Journal of Agricultural and Food Chemistry, **65**: 7308-7319. DOI: 10.1021/acs.jafc.7b02616
- Zhang B, Zhang M, Shen M, Li H, Zhang Z, Zhang H, Zhao J. 2021. Quality monitoring method for apples of different maturity under long-term cold storage. Infrared Physics & Technology, **112**: 103580. DOI: 10.1016/j.infrared.2020.103580

Internetové zdroje

AMET. 2021. AMET – sdružení Litschmann & Suchý. <http://a.la-a.la/chart/cl.php?probe=11359223> (accessed March 2023)

VÚMOP, v.v.i. 2019. eKatalog BPEJ. VÚMOP, v.v.i. Available from <https://bpej.vumop.cz/51400> (accessed April 2023)

ÚKZUZ 2021. Databáze odrůd. Ústřední a zkušební ústav zemědělský. Available from [databazehttp://eagri.cz/public/app/sok/odrudyNouQF.do](http://eagri.cz/public/app/sok/odrudyNouQF.do) (accessed March 2023)

9 Seznam použitých zkratk a symbolů

ULO	Ultra low oxygen
UEB NSL	interní označení novošlechtění
ÚEB	Ústav experimentální botaniky, stanice Střížovice
ÚEB AV ČR	Ústav experimentální botaniky Akademie věd České republiky v. v. i.

M	Hmotnost plodu
S	Škrobový test
SI	Streif index

10 Samostatné přílohy

10.1 Přístroje pro měření pevnosti, obsahu cukrů a kyselin

A



B



Obrázek č. 9: A – Digitální penetrometr FTA GS, B – Digitální refraktometr ATAGO

10.2 RHS

C



D



Obrázek č. 10: A – RHS vzorník škály barev, B – vzorník Red Group

10.3 Organoleptické hodnocení

Klasifikační stupnice pro organoleptické hodnocení jablek

Vzhled plodů

(Hodnotíme na základě celkového estetického dojmu, kterým na nás plody působí. V úvahu bereme zejména velikost, tvar, vybarvení a tvarovou vyrovnanost plodů).

- 1 – plody nevyhovující tvarem, vybarvením ani velikostí
- 2 –
- 3 –
- 4 –
- 5 – mezistupně podle subjektivního dojmu
- 6 –
- 7 –
- 8 –
- 9 – optimální velikost (140–180 g), vynikající tvar a vybarvení

Vůně plodu

- 1 – velmi silná, nepříjemná
- 2 – silná, nepříjemná
- 3 – slabá, nepříjemná
- 4 – zcela neznatelná
- 5 – slabá nevýrazná
- 6 – slabá příjemná
- 7 – silnější příjemná
- 8 – silná, příjemná
- 9 – velmi silná, příjemná

Charakter slupky

(podle dojmu tloušťky a pevnosti)

- 1 – tlustá a pevná, při jídle silně vadí
- 2 –
- 3 –
- 4 –
- 5 – mezistupně podle subjektivního dojmu
- 6 –
- 7 –
- 8 –
- 9 – velmi tenká a křehká při jídle neznatelná

Konsistence dužniny

(Hodnotíme na základě celkového dojmu pevnosti, soudržnosti a zrnitosti)

- 1 – zcela nevyhovující (tuhá, hrubozrnná, řídká)
- 2 – velmi nevhodná
- 3 – méně vhodná
- 4 – podprůměrná
- 5 – střední
- 6 – nadprůměrná
- 7 – velmi dobrá

8 – vynikající

9 – ideální (jemná, křehká, velmi šťavnatá)

Šťavnatost dužniny

(Hodnotíme podle subjektivního dojmu)

- 1 – suchá
- 2 – mezistupeň
- 3 – málo šťavnatá
- 4 – mezistupeň
- 5 – středně šťavnatá
- 6 – mezistupeň
- 7 – silněji šťavnatá
- 8 – mezistupeň
- 9 – velmi silně šťavnatá

Chuť podle kyselosti a sladkosti dužniny

- 1 – kyselá
- 2 – slabě kyselá
- 3 – navinulá až kyselá
- 4 – slaběji navinulá
- 5 – sladce navinulá
- 6 – navinule sladká
- 7 – nasládlá
- 8 – sladká
- 9 – velmi sladká

Chuť podle celkového dojmu

- 1 – velmi špatná
- 2 – špatná, podřadná, fádní
- 3 – mezistupeň
- 4 – horší
- 5 – střední
- 6 – mezistupeň
- 7 – dobrá aromatická nebo renetovitá
- 8 – mezistupeň
- 9 – vynikající, lahodná

Obrázek č. 11: Vzorová klasifikační stupnice běžně používaná při organoleptickém hodnocení

10.4 Škrobový test

A



B



Obrázek č. 12: Škrobový test odrůd odpovídá hodnotě 5 (Obrázek. A) a 6 (Obrázek. B) dle Blanpied & Silsby 1992