

**Mendelova univerzita v Brně**

Zahradnická fakulta v Lednici

Ústav posklizňové technologie zahradnických  
produktů

**Dozrávání meruněk podle látkových složek při  
rozdílné teplotě plodu těsně po sklizni**

Diplomová práce

Vedoucí bakalářské práce:  
prof. Ing. Jan Goliáš, DrSc.

Vypracovala:  
Bc. Nikola Nekužová

Lednice 2017



## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Zpracovatelka: **Bc. Nikola Nekužová**  
Studijní program: Zahradnické inženýrství  
Obor: Řízení zahradnických technologií  
Název tématu: **Dozrávání meruněk podle látkových složek při rozdílné teplotě plodu těsně po sklizni**  
Rozsah práce: 40 stran textu včetně 5 tabulek a 5 grafů

### Zásady pro vypracování:

1. Prostudujte podmínky skladování meruněk a jejich vliv na posklizňové dozrávání. Proveďte rozbor ukazatelů pro posouzení dozrávání meruněk při sklizni a posklizňovém dozrávání. Vyjádřete rozdílnosti odrůd pomocí látkových složek těkavých a netěkavých.
2. Založte pokusy se skladováním tří odrůd meruněk, které budou z genofondu katedry ovocnictví, ve třech stupních zralosti (nezralé, zralé, přezrálé) a uložte je do teploty 1°C, 5°C a 20°C. V chladírenských teplotách zjistěte rychlost zchlazování. Po jejím dosažení plody skladujte v této teplotě. Hodnotícími kritérii bude rozpustná sušina, pevnost plodu, titrační kyselost. Po stanovené době skladování zjistěte hmotnostní ztráty. Vliv teploty vyjádřete zralostním indexem, který budete formulovat.
3. Výsledky statisticky zpracujte analýzou variance. Sestavte je do tabulek a grafů. Vyjádřete dobu skladování v daných podmínkách uložení.

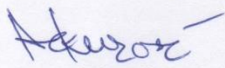
Seznam odborné literatury:

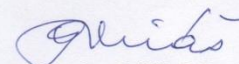
1. KYZLINK, V. *Teoretické základy konzervace potravin*. 1. vyd. Praha: SNTL, 1988. 511 s.
2. GOLIÁŠ, J. – LÉTAL, J. – KOŽÍŠKOVÁ, J. – DOKOUPIL, L. Formation of volatiles in apricot (*Prunus armeniaca* L.) fruit during post-harvest ripening. *Mitteilungen Klosterneuburg*. 2013. sv. 63, č. 2, s. 96–107. ISSN 0007-5922.
3. GOLIÁŠ, J. – LÉTAL, J. – DOKOUPIL, L. – KRŠKA, B. Physico-chemical changes and volatile constituents observed in 10 apricot cultivars during post-harvest ripening. *Horticultural Science*. 2013. sv. 40, č. 3, s. 102–110. ISSN 0862-867X.
4. DOKOUPIL, L. – GOLIÁŠ, J. Posklizňové dozrávání odrůd meruněk podle produkce ethylenu a měkнутí plodů. *Zahradnictví*. 2011. sv. X., č. 8, s. 14–16. ISSN 1213-7596.
5. GOLIÁŠ, J. *Skladování ovoce v řízené atmosféře*. 1. vyd. Praha: Brázda, 2011. 122 s. ISBN 978-80-209-0386-0.
6. HAJŠLOVÁ, J. – VELÍŠEK, J. *Chemie potravin II*. Tábor: OSSIS, 2009. 644 s. ISBN 978-80-86-659-16-9.

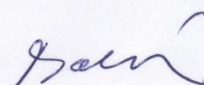
Datum zadání diplomové práce: listopad 2015

Termín odevzdání diplomové práce: květen 2017


L. S.

  
**Bc. Nikola Nekužová**  
Autorka práce

  
**prof. Ing. Jan Goliáš, DrSc.**  
Vedoucí práce

  
**doc. Ing. Josef Balík, Ph.D.**  
Vedoucí ústavu



  
**prof. Ing. Robert Pokluda, Ph.D.**  
Děkan ZF MENDELU

Čestné prohlášení:

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma: Dozrávání meruněk podle látkových složek při rozdílné teplotě plodu těsně po sklizni vypracovala samostatně a veškeré použité prameny a informace uvádím v seznamu použité literatury. Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněna v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách ve znění pozdějších předpisů a v souladu s platnou *Směrnicí o zveřejňování vysokoškolských závěrečných prací*.

Jsem si vědoma, že se na moji práci vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon a že Mendelova univerzita v Brně má právo na uzavření licenční smlouvy a užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona.

Dále se zavazuji, že před sepsáním licenční smlouvy o využití díla jinou osobou (subjektem) si žádám písemné stanovisko univerzity, že předmětná licenční smlouva není v rozporu s oprávněnými zájmy univerzity, a zavazuji se uhradit případný příspěvek na úhradu nákladů spojených se vznikem díla, a to až do jejich skutečné výše.

V Lednici, dne 1. 5. 2017

.....  
podpis

Poděkování:

Ráda bych poděkovala prof. Ing. Janu Goliášovi, DrSc. za odborné vedení, cenné rady a pomoc, které mi poskytl v průběhu zpracování mé diplomové práce. Děkuji také mé rodině, která mne v průběhu studia podporovala.

## Obsah

<b>1. Úvod</b> .....	<b>11</b>
<b>2. Cíl práce</b> .....	<b>12</b>
<b>3. Literární část</b> .....	<b>13</b>
3.1 Původ a charakteristika meruněk ( <i>Prunus armeniaca</i> L.) .....	13
3.2 Rozsah odrůd a jeho hospodářský význam .....	14
3.2.1 Odrůda „Leskora“ .....	14
3.2.2 Odrůda „Betinka“ .....	14
3.3 Látkové složení plodů meruněk v období zrání a posklizňového skladování .....	15
3.3.1 Voda jako prostředí reakce .....	15
3.3.2 Metabolismus sacharidů v ovoci .....	16
3.3.3 Metabolismus kyselin v ovoci .....	17
3.3.4 Aromatické sloučeniny v meruňkách .....	20
3.3.5 Plyny v ovoci .....	21
3.3.6 Role etylenu při dozrávání ovoce .....	22
3.3.7 Fyzikální a chemické vlastnosti etylénu .....	23
3.3.8 Biosyntéza etylenu v ovocných plodech .....	23
3.4 Fyzikální, chemické a biologické změny během zrání ovoce .....	24
3.4.1 Dýchání plodů a ovlivňující faktory .....	25
3.4.2 Intenzita dýchání v období zrání plodů .....	25
3.4.3 Respirační kvocient ve vztahu k aerobnímu a anaerobnímu dýchání .....	26
3.4.4 Meruňky jako klimakterický typ ovoce .....	26
3.4.5 Vliv transpirace na dozrávající ovoce .....	26
3.4.6 Změny zásobních látek v období dozrávání .....	27
3.5 Zrání ovoce .....	27
3.6 Hodnocení zralosti meruněk pro sklizeň .....	28
3.6.1 Metody určení sklizňového termínu .....	28
3.6.2 Obsah etylenu v plodech jako vodítko při určování doby sklizně a délky skladování .....	29
3.7 Fyziologické podmínky pro skladování ovoce .....	29
3.7.1 Vliv kyslíku na dýchání skladovaného ovoce .....	29

3.7.2	Vyšší podíl CO <sub>2</sub> v okolní atmosféře při skladování ovoce.....	30
3.7.3	Chlazení plodu po sklizni .....	31
3.7.4	Ošetření ovoce před skladováním .....	32
3.8	Technologie skladování ovoce.....	33
3.8.1	Sklady s řízenou atmosférou (CA) .....	34
3.8.2	Hypobarické sklady .....	34
3.9	Plynné směsi pro skladování ovoce .....	35
3.9.1	CA (Controlled atmosphere) .....	35
3.9.2	LOL (Low oxygen limit) .....	35
3.9.3	ULO (Ultra low oxygen) .....	35
3.9.4	LECA (Low etylen controlled atmosphere) .....	36
3.9.5	DCA (Dynamic controlled atmosphere).....	36
3.9.6	Technologie FAN (fluctuating anaerobiose) a BAN (boarding anaerobiose) .....	36
3.10	Možnosti skladování meruněk .....	36
3.10.1	Vlastnosti meruněk ve vakuové atmosféře.....	37
<b>4.</b>	<b>Materiály a metodika .....</b>	<b>39</b>
4.1	Rostlinný materiál pro skladování .....	39
4.2	Stanovení poločasu zchlazování .....	39
4.3	Stanovení hmotnostních ztrát.....	40
4.4	Stanovení refraktometrické sušiny.....	40
4.5	Stanovení obsahu veškerých titračních kyselin .....	40
4.6	Stanovení pevnosti plodu ručním penetrem .....	41
4.7	Stanovení produkce etylenu a intenzity dýchání .....	41
<b>5.</b>	<b>Výsledky a diskuze .....</b>	<b>43</b>
5.1	Hodnocení doby zchlazování.....	43
5.2	Hodnocení obsahu rozpustné sušiny v plodech meruněk .....	44
5.3	Hodnocení obsahu titračních kyselin v plodech meruněk .....	47
5.4	Hodnocení penetrometrické pevnosti plodů meruněk .....	48
5.5	Hodnocení hmotnostního úbytku během chladírenského skladování plodů meruněk .....	50
5.6	Hodnocení produkce etylenu ve vnitřní atmosféře plodu a intenzitou dýchání.....	51
5.7	Index zralosti skladovaných plodů meruněk .....	55

<b>6.</b>	<b>Závěr .....</b>	<b>57</b>
<b>7.</b>	<b>Abstrakt.....</b>	<b>59</b>
<b>8.</b>	<b>Resume.....</b>	<b>60</b>
<b>9.</b>	<b>Seznam použité literatury .....</b>	<b>61</b>



## Seznam tabulek:

Tabulka č. 1: Průměrný obsah rozpustné sušiny odrůd meruněk se směrodatnou odchylkou v průběhu skladování .....	45
Tabulka č. 2: Průměrný obsah titračních kyselin odrůd meruněk se směrodatnou odchylkou v průběhu skladování .....	47
Tabulka č. 3: Průměrné hodnoty penetrometrické pevnosti plodů meruněk se směrodatnou odchylkou v průběhu skladování .....	49
Tabulka č. 4: Průměrné hodnoty hmotnosti odrůd meruněk se směrodatnou odchylkou v průběhu skladování .....	50
Tabulka č. 5: Průměrné hodnoty produkce etylenu odrůd meruněk se směrodatnou odchylkou v průběhu skladování .....	52
Tabulka č. 6: Průměrné hodnoty intenzity dýchání (produkce CO <sub>2</sub> ) odrůd meruněk se směrodatnou odchylkou v průběhu skladování .....	54
Tabulka č. 7: Index zralosti plodů meruněk se směrodatnou odchylkou v průběhu skladování .....	55

## Seznam grafů:

<i>Graf č. 1: Teplota plodů meruněk se směrodatnou odchylkou v průběhu zchlazování, odrůda „Leskora“ .....</i>	<i>43</i>
<i>Graf č. 2: Teplota plodů meruněk se směrodatnou odchylkou v průběhu zchlazování, odrůda „Betinka“ .....</i>	<i>44</i>
<i>Graf č. 3: Stanovení refraktometrické sušiny plodů ve fázi IN a po 3, 6 a 9 dnech skladování v různých teplotních podmínkách .....</i>	<i>46</i>
<i>Graf č. 4: Stanovení obsahu titračních kyselin plodu ve fázi IN a po 3, 6 a 9 dnech skladování v různých teplotních podmínkách .....</i>	<i>48</i>
<i>Graf č. 5: Stanovení průměrné pevnosti plodů penetrometricky ve fázi IN a po 3, 6 a 9 dnech v různých teplotních podmínkách .....</i>	<i>49</i>
<i>Graf č. 6: Stanovení hmotnosti plodu ve fázi IN a po 3, 6 a 9 dnech skladování v různých teplotních podmínkách .....</i>	<i>51</i>
<i>Graf č. 7: Stanovení produkce etylenu plodu ve fázi IN a po 3, 6 a 9 dnech skladování v různých teplotních podmínkách .....</i>	<i>53</i>
<i>Graf č. 8: Stanovení produkce CO<sub>2</sub> plodu ve fázi IN a po 3, 6 a 9 dnech skladování v různých teplotních podmínkách .....</i>	<i>55</i>

<i>Graf č. 10: Index zralosti v průběhu skladování u odrůdy „Betinka“ .....</i>	<i>56</i>
<i>Graf č. 9: Index zralosti v průběhu skladování odrůda „Leskora“ .....</i>	<i>56</i>

## 1. Úvod

Dnešní doba vyvíjí tlak na kvalitu produkce a proto je potřeba ji neustále zvyšovat. Lze ji ovlivnit v celém řetězci od sadu až ke konečnému spotřebiteli. Jednou z nejdůležitějších částí je skladování ovoce. Je to složitý proces, ve kterém na skladované zahradnické produkty působí mnoho vnějších činitelů. Je tedy žádoucí se dozvědět co nejvíce o jejich vlivu a jak dobu skladovatelnosti prodloužit aniž by byla snížena kvalita produktu.

Kvalita plodu je zásadně ovlivněna stupněm jejich zralosti, pro který existují různé metody zjištění. Žádný způsob však není pokládán za zcela jednoznačný. Termín sklizně je ovlivněn především účelem, pro který jsou plody sklizeny. To se může negativně projevit na nízkém obsahu cukrů, vysokou kyselostí nebo nedostatkem aromatických sloučenin, tedy nepřijatelné pro konečného spotřebitele.

V období po sklizni hraje také důležitou roli etylén. Urychluje zrání a zkracuje přirozenou uchovatelnost, ale v opačném případě podporuje kvalitu plodů dojde-li k rychlému a uniformnímu zrání v období před reálnou distribucí.

Dále záleží na skladovacích teplotách. Sníženou teplotou a eliminací etylénu ze skladovacích prostor dosáhneme zpomalení metabolických procesů v plodech.

V provozu chladíren se etylen potlačuje prostřednictvím zvýšeného obsahu oxidu uhličitého a sníženého obsahu kyslíku. Nejlépe souběžně s různým typem technologií jako je například CA, ULO, LOL a další. Tato technologie je využívána ve všech ovocnářsky vyspělých státech Severní Ameriky a Evropy.

Zpomalování procesů zrání vyplývající z eliminace vlivu etylenu a tím i oddálení stárnutí rostlinného pletiva je dodnes aktuálním fyziologickým problémem, od jehož vyřešení se očekává praktické využití.

Tématem této práce byly mimo jiné dva základní vztahy. A to zrání ovoce od nezralých plodů až po přezralé k účinku teplot v posklizňovém uložení. Obecné teorie vlivu teploty, která na plody představuje vysoký účinek, se v případě plodů meruněk prokazovaly konkrétní vztahy dimenzovaných teplot. V práci je také poukázáno na vliv odrůdy, který byl prokázán za identických podmínek.

## **2. Cíl práce**

Cílem mé práce bylo prostudovat podmínky skladování meruněk a jeho vliv na posklizňové dozrávání. Provést rozbor ukazatelů pro posouzení dozrávání meruněk při sklizni a posklizňovém dozrávání. Založit pokusy se skladováním odrůd meruněk, které byly z genofondu katedry ovocnictví.

U dvou odrůd které byly ve stupni zralosti nezralé, stanovit období sklizně a následně uložit do rozdílných teplot (1°C, 5°C, 20°C). Sledovat rychlost zchlazování a rozpoznat vliv teploty a stupně zralosti na posklizňové průběhy. Hodnotícími parametry byla rozpustná sušina, titrační kyseliny, pevnost plodu a hmotnostní ztráty které vycházejí z netěkavé sušiny plodu.

Fyziologické aspekty vlivu stupně zrání a posklizňové teploty byly stanoveny produkcí etylenu a CO<sub>2</sub>.

### 3. Literární část

#### 3.1 Původ a charakteristika meruňek (*Prunus armeniaca* L.)

Pravlastí meruňky je střední a východní Asie, především Čína kde i dnes najdeme plochy planě rostoucích rostlin v četných formách. V Číně se meruňky pěstovaly již ve 3. století před našim letopočtem. Mnohem později se jejich pěstění rozšířilo přes Turkestan a Írán na západ do Zakavkazí, odkud byly přeneseny do Řecka, pod názvem „arménské jablko“ (*Malus armeniaca, epirotica, orbiculata*).

V 1. Století připomíná meruňku v Řecku Dioskorides, který uvádí, že Římané ji nazývali „*armeniaca*“ nebo „*precocia*“. Po Římanech byla meruňka díky arabům rozšířena po celém pobřeží Středozemního moře a její pěstění se rozmáhalo zpočátku hlavně v zahradách klášterů. Kolem roku 800 se meruňka rozšířila i do střední Evropy, především do Německa a Francie, kde byla pěstována pouze na zahradách nejbohatších panských vrstev.

Není tedy pochyb, že již před počátkem naší éry byla meruňka ve velké míře pěstována ve staré Arménii, kde ji zachytily spisy a listiny ve 2. století (BLAHA et al., 1966).

Na území Moravy a Slovenska se meruňky pravděpodobně dostaly už s římskými legiemi v polovině 2. stol. n. l. V 16. století, kdy bylo módou přenést slunnou italskou krajinu a architekturu do našich podmínek, náš sortiment byl tehdy obohacen i o teplomilné druhy.

Ušlechtilé odrůdy se šířily prostřednictvím matečných sadů, školek a výstav ovoce počátkem 19. století. Zřízením státní ovocné školky ve Velkých Pavlovicích v roce 1923 začíná moderní rozvoj meruňkářství na jižní Moravě (BAŽANT et al., 2004).

Meruňka obecná je strom z rozsáhlého druhu „*Prunus*“. Může růst v podobě keře o velikosti 1-2 m nebo vytvářet stromy 2-10 metrů vysoké. V našich podmínkách se stromy dožívají v průměru 20 let, ale ve své domovině se mohou dožít až 200 let (CIFRANIČ, 1986).

Plod (meruňka) je peckovice, tvořena slupkou, dužninou a peckou. Charakteristickými odrůdovými znaky jsou barva, ochmýření slupky, velikost a tvar plodu, barva a pevnost dužniny, odlučitelnost dužniny od pecky, tvar a velikost pecky

a chuť jádra. Evropská skupina odrůd se vyznačuje dobrou odlučitelností dužniny od pecky.

Podle doby zrání se odrůdy rozdělují na rané, středně zrající a pozdní. Nutriční hodnota plodů řadí meruňky mezi nejcennější ovoce (BAŽANT et al., 2004).

Meruňky jsou diploidním ( $2n = 16$  chromozomů) ovocným druhem. (HRIČOVSKÝ et al., 2004) Převážně se jedná o samosprašný druh (KUTINA et al., 1991), který nevyžaduje výsadbu opylovačů. Některé odrůdy jsou jen částečně samosprašné a lepší úrody dosahují v odrůdově smíšených výsadbách.

Správná volba stanoviště je velmi důležitá, protože zásadně ovlivňuje efektivnost pěstování tohoto ovocného druhu. Geneticky se meruňka vyvíjela v klimatických oblastech rychlého přechodu zimy do jara bez podstatných teplotních výkyvů. Meruňka se vyznačuje velmi krátkou dormancí (zimním odpočinkem) a teplotní výkyvy v předjaří a na jaře limitují výšku úrody v daném roce. V období od poloviny ledna se meruňky nacházejí v období takzvaného vynuceného zimního klidu (vynucené dormance) z tohoto hlediska je důležité i v příznivých pěstitelských oblastech vyhledávat takové lokality, ve kterých co nejméně hrozí kolísání předjarních a jarních teplot (HRIČOVSKÝ et al., 2004).

## **3.2 Rozsah odrůd a jeho hospodářský význam**

### **3.2.1 Odrůda „Leskora“**

Vznikla výběrem hybridního materiálu získaného z USA na MZLU v Lednici na Moravě. Do seznamu povolených odrůd byla zapsána v roce 1999.

Stromy rostou slabě až středně silně. Vytváří vzosné kulovité koruny. Vhodné jsou kmenné tvary včetně nízkokmene s dutou korunou nebo centrální větví. Vyžaduje pravidelný letní a udržovací řez s cílem spíše otevírat korunu. Patří k mrazuvzdorným pravidelně plodným odrůdám. Je nadprůměrně odolná k mrtvici meruněk a hnědnutí listů. Jedná se o velmi ranou odrůdu meruňky.

Plody jsou středně velké, stlačitelnost malá; dužina je pevná a dobře oddělitelná od pecky. Vhodná pro přímý konzum, méně vhodná pro kompotování. Zraje 16-19 dní před „Velkopavlovickou“ odrůdou (ANONYM č. 1).

### **3.2.2 Odrůda „Betinka“**

Vznikla křížením odrůt „Vesta´r a ´SEO“ – „Stark Early Orange“. Křížení na Zahradnické fakultě v Lednici začalo v roce 1984 a byla vyselektována v roce 1992.

Obě rodičovské odrůdy mají čínský původ. Má silný a vzpřímený růst. Patří mezi cizosprašné odrůdy. Plodnost je střední až vysoká. Zraje dva dny po odrůdě Velkopavlovická.

Plody jsou středně velké, mají dobrou chuť, pevnou dužninu a jsou atraktivní. Vhodná pro přímý konzum (KELEČENIOVÁ, 2014).

### **3.3 Látkové složení plodů meruněk v období zrání a posklizňového skladování**

Znalost chemického složení plodů meruněk má dvojitý význam, jednak je to objektivní podklad pro posouzení vhodnosti jednotlivých odrůd, jednak je to rozhodující znak pro průmysl konzervářský, protože ovlivňuje do značné míry jakost hotových produktů.

Složení plodů meruněk je dosti kolísavé nejen podle odrůdy, ale i vlivem stanovištních podmínek a podle ročníku (BLAHA et al., 1966).

Z celkové hmotnosti plodů připadá na dužinu asi 85 %, 7,3 % na slupku a 7,7 % na pecku. Dužina obsahuje 81-84 % vody, 7 až 17 % cukru (75 % sacharózy, menší množství glukózy a fruktózy), 1 až 1,5 % kyselin, necelé 1 % celulózy, 1 % pektinu, 1 % bílkovin a 0,5 % tříslovin. Na minerální látky připadá asi 0,7 %, z toho je nejvíce draslíku. Z vitamínů má nejvyšší zastoupení provitamin A, dále vitamín B1, B2 a C. Jádro meruněk obsahuje 39 až 41 % sušiny tuků a 25 až 28 % bílkovin (BAŽANT et al., 2004).

#### **3.3.1 Voda jako prostředí reakce**

Voda je hlavní složkou ovoce, která vyplňuje buňky a mezibuněčné prostory. Její obsah tvoří 70 až 95 % celkové hmotnosti (THOENGES et al., 1997). V živých organismech je nezbytná, protože umožňuje biochemické reakce v buňkách a tkáních. Jsou v ní obsaženy všechny ve vodě rozpustné složky (BALAŠTÍK et al., 2001). Voda je v potravinách buď volná nebo vázaná různými způsoby na různé složky nebo útvary.

Voda volná je nutným reakčním prostředím naprosté většiny chemických a mikrobiologických procesů, které pozměňují vlastnosti potravin. Vysoký obsah volné vody v neúdržných potravinách je hlavní příčinou jejich špatné údržnosti. Volná voda může za daných podmínek z potravin volně vytékat.

Vázaná voda se v potravinách vyskytuje v několika formách. Fyzikálně vázaná voda se může vyskytovat v krystalizační, adsorpční a kapilární formě a mění se pouze při chemických reakcích.

Voda vázaná vodíkovými můstky na organické látky, zejména na hydrofilní koloidy. Můstky jsou energeticky chudé, proto dost stálé, nejsou pevné.

Pravá hydratační voda má tyto vlastnosti: nedá se odstranit mechanicky, představuje 2 – 4 %, odstraněním je nevratná a pro biochemické reakce je nevyužitelná.

Voda imobilizovaná je na micely vázána méně. Poměr k pravé hydratační vodě ovlivňuje stav koloidu, labilita vody se zvětšuje vzdáleností od micely a lze uvolnit běžnými konzervárenskými zákroky.

Měřítkem mobility vody v potravinách je její využitelnost pro nežádoucí procesy mikrobiálního a nemikrobiálního kažení je tzv. vodní aktivita či aktivita vody ( $a_w$ ) (INGR, 2007).

### **3.3.2 Metabolismus sacharidů v ovoci**

Škrob je hlavní polysacharid u většiny nezralého ovoce a je během dozrávání přeměňován na redukované a neredukované cukry. Škrob je umístěný v plastidech a skládá se z dvou různých polysacharidů amylozy a amylopektinu. Během dozrávání je škrob napadán sekvencemi katabolických reakcí v plastidech kvůli vytvoření glukózy-1-fosfátu, který je mobilizovaný do cytoplasmy, což vysvětluje navýšení glukózy a fruktózy v dužině.

Cukr vstupuje do metabolické zásoby, aby mohl být použit jako respirační substrát v průběhu glykolýzy, aby poskytoval redukující energii nebo uhlíkové předchůdce pro aminokyseliny a sekundární metabolity přes pentóza-fosfátovou cestu, nebo mohou být převedeny na jiné metabolity přes obrácenou reakci na udržení homeostázy v buňkách.

Při vývinu ovoce je glukóza generovaná z fotosyntézy a může být použita pro respiraci a biosyntézu škrobu. Ačkoliv v téhle fázi života ovoce je metabolismus karbohydrátů směřován spíše na biosyntézu. Naopak v průběhu dozrávání je v ovoci velký požadavek na energii a struktura cukerného metabolismu se respirací posouvá na katabolismus. Tohle je příčina toho, že zrání je vysoce náročný proces na energii. V této fázi vykazuje klimakterické ovoce výkyvy v respiraci (SINHA et al., 2012), (DAIE, 1985).



Při glykolýze nastane rozklad cukru na vytvoření energie žádané při dozrávání. Při respiraci je pyruvát přetvořen na glykolýzu a převeden na acetyl koenzym A, který vstoupí do cyklu kyseliny citronové, aby byl kompletně oxidován na oxid uhličitý.

Během cyklu kyseliny citronové se několik syntetizovaných organických kyselin znovu převede na cukry, děje se tak během dozrávání ovoce. Tento proces se nazývá glukoneogeneze. Během ní je několik nevratných kroků v glykolýze a cyklu kyseliny citronové vynecháno. Cukry a cukerné fosfáty jsou během snížení škrobu metabolizovány přes glykolýzu a cyklus kyseliny citronové. Nicméně cukerné fosfáty mohou být alternativně použity pentózofosfátovou cestou, která sérií nevratných reakcí poskytuje NADPH, které může být použito jako redukováná síla; zásoba pentózafosfátu/triózafosfátu je vyvážená vratnými reakcemi. Složky z glykolýzy a pentózofosfátové cesty mohou reagovat a sdílet společný střed cukerného fosfátu. V pentózofosfátové cestě nastanou vzájemné konverze se třemi, pěti, šesti a sedmi uhlíky. Tyhle recyklační reakce umožní formaci NADPH zásoby. NADPH je klíč k udržení antioxidačního enzymu systému a ovocné kvality zachováním buněčné struktury a funkce.

Vystavením dozrávajícího ovoce nízkým teplotám během manipulace po sklizni může způsobit anaerobní respiraci. Pod touto podmínkou je potlačen mitochondrický elektronový přesun a nemůže být produkováno ATP cyklem kyseliny citronové. Anaerobní respirace je alternativní cesta, kterou dozralé ovoce používá na výrobu ATP převáděním pyruvátu na laktát reakcí katalyzovanou laktát dehydrogenázou. Tahle reakce produkuje NAD. V průběhu dozrávání se obsah etanolu a acetaldehydu zvýší paralelně. V ovoci jako je jablko je úbytek pyruvátu průvodní, stejně jako vzrůst pyruvátové dekarboxylační aktivity ADH a jablečného enzymu. Kyselina jablečná je převedena na pyruvát reakcí katalyzovanou jablečným enzymem a na etanol pyruvát-dekarboxylací a ADH, které může použít NADP vytvořené produkcí etanolu použitím malátu (SINHA et al., 2012).

### **3.3.3 Metabolismus kyselin v ovoci**

Kyselost ovoce je jedna z esenčních faktorů, které rozhodují o termínu, kde je kyselost důležitá pro přijetí spotřebitelem (BALDWIN, 2002).

Hlavní organickou kyselinou ve většině ovoci je kyselina jablečná a citronová, ačkoliv se složení organických kyselin liší a záleží na druhu ovoce, zrání, ekologické kondici a kulturních praktikách. Některé organické kyseliny jsou charakteristické pro

určitou skupinu nebo gen, například kyselina citronová v citrusech, kyselina jablečná v jablečích a kyselina vinná v hroznech. Množství určitých kyselin je také důležitým faktorem. Kyselina citronová může zakrýt vnímání sacharózy, zatímco kyselina jablečná má opačný efekt. Některé organické kyseliny mohou blokovat růst mikroorganismů.

Organické kyseliny jsou zastoupeny v několika biochemických procesech, z nichž je Krebsův cyklus ten nejdůležitější. Navíc jsou jejich metabolické procesy vysoce propojeny s cukry, obojí jsou hlavními respiračními substráty během zrání ovoce. Organické kyseliny se také shromažďují do zvýšených koncentrací ve vakuole při vývinu ovoce, což může posloužit k zachování vysokého tlaku turgoru požadovaného pro expanzi buněk a růstu ovoce. Ostatní důležité funkce jsou na příklad schopnost kyseliny citronové izolovat oxidované kovy a schopnost kyseliny jablečné kontrolovat stomatální průduchy, zlepšování rostlinné výživy a je taky používána jako parametr čerstvosti ovoce. V rajských jablkách přiblížení biotechnologie ukázalo zásadní roli kyseliny jablečné na metabolismus škrobů, dozrávání a změny cukrů, změkčování po sklizni a náchylnost na bakteriální infekce. Kyselina šťavelová může být považována za anti-živinnou složku, protože omezuje dostupnost kalcia (SINHA et al., 2002), (COLARIC et al., 2005).

Obecně je mladé vyvíjející se ovoce extrémně kyselé a shromažďuje velké procento organických kyselin. Ve výsledku je pH nedozrálého ovoce nižší než 3, ale pak se zvyšuje při dozrávání. Uplatnění kyseliny jablečné jako respiračního substrátu závisí na jablečném enzymu uloženém v několika buněčných odděleních: v ovoci je cytosolický NADP-závislý enzym a mitochondrický NAD-závislý enzym. Tyhle enzymy metabolizují kyselinu jablečnou na pyruvát povolující vstup uhlíku do Krebsova cyklu, aniž by produkovaly pyruvát glykolýzou. Využití přirozené proměnlivosti obsahu kyseliny jablečné přispělo k objevení jiných mechanismů regulujících obsah organických kyselin v ovocích a spojitost s dalšími důležitými metabolismy, například cukrů. Zkoumání dvou různých jablečných genotypů s nízkým a vysokým obsahem kyseliny jablečné prokázalo, že respirační míry byly podobné v obou genotypech a aktivity enzymů zapojených v syntéze kyseliny jablečné nebo katabolismu nebyly podstatně odlišné. Nicméně nízký obsah malátu v nízkokyselném genotypu byl příčinou omezené schopnosti skladovat kyselinu jablečnou ve vakuole. Změna v akumulaci kyseliny jablečné také ovlivňuje rozkládání

příchozích asimilátů do jiných buněčných složek, jako jsou cukry. V ovoci s vysokým obsahem kyseliny jablečné je nevyváženost v několika metabolických procesech zvyšujících glykolytický tok a snižujících stupeň ATP.

Tvar a evoluce organických kyselin během zrání ovoce závisí na odrůdě. Proto je zde shrnut popis hlavních změn organických kyselin během vyvíjení a dozrávání hlavních ovocných plodin. V mladých, vyvíjejících se rajských jablkách je koncentrace kyseliny jablečné a citrónové stejná a zvyšuje se během vývinu ovoce, dokud buněčné dělení nedosáhne poslední fáze, potom se snižuje. Během dozrávání je zde zvýšení katabolismu kyseliny jablečné, která je dekarboxylována na pyruvát a v kombinaci s malátem dehydrogenázou a syntézou citrátu se obsah kyseliny jablečné sníží a přednostně se shromažďuje kyselina citrónová. Ačkoliv byly dokázány také důležité odlišnosti v nahromadění kyseliny citrónové v době po sklizni. Skladování rajských jablek v nízkých teplotách snižuje kyselinu citrónovou a jablečnou v pomalé míře než u ovoce skladovaného v optimální teplotě.

V jablkách je kyselina jablečná nejvydatnější organickou kyselinou a její stupeň může být snížen o 50% během dozrávání ovoce, hlavně kvůli zvýšení míry respirace. Kyselina jablečná je v ovoci syntetizována hlavně z karbohydrátů přes glykolýzu a pentózofosfátovou cestu a enzymy zapojené v syntéze jsou závislé na PEPC a NAD malát dehydrogenáze. Snížení kyseliny jablečné bylo podstatně redukováno použitím inhibitorů biosyntézy etylenu a v transgenních jablkách s redukovanou produkcí etylenu. Vnější aplikace etylenu na transgenní ovoce má za následek zvýšení respirace a následné degradace kyseliny, z čehož vyplývá, že metabolismus kyseliny jablečné je proces závislý na etylenu.

Ve vinných bobulích byl metabolismus kyseliny jablečné intenzivně studován od doby, kdy je obsah kyseliny v hroznové šťávě zásadní pro vinné kvašení. Ačkoliv koncentrace vinné kyseliny je kvalitnější než jablečné, ta původní není potřeba v primárních metabolických reakcích a proto je kyselina jablečná nehlavnější organická kyselina, která je při dozrávání metabolizována. V ovoci s procesem véraison (měnění barvy při dozrávání hroznů) je kyselina jablečná uvolněna z vakuoly a je k dispozici pro metabolickou utilizaci, zahrnující Krebsův cyklus, respiraci, glukogenezy a biosyntézu sekundárních složek (SINHA et al., 2002).

Byla navržena novela mechanismu pro utilizaci kyseliny citrónové v dužině citrusů. Tenhle mechanismus vysvětluje snížení kyseliny citrónové a cytoplazmatické

kyselosti během dozrávání citrusů. Při zrání mandarinek se zásoba organických kyselin projevuje dramatickým snížením stupně kyseliny citronové (55 %), zatímco pozůstává kyselina jablečná zůstane stálá. Data ze sledování růstu a dozrávání ovoce prokázaly expanzi rozpustné akonitázy, která transformuje citrát na isocitrát a cytosolické NADP isocitrát dehydrogenázy, která mění isocitrát na 2-oxoglutarát. Genová expresní analýza dohromady s metabolickou analýzou navrhuje, že při dozrávání ovoce je kyselina citronová propuštěna z vakuoly do cytosoly a následně metabolizována na isocitrát 2-oxoglutarát a glutamát. Poté je glutamát využit na produkci glutaminu a je katabolizován přes GABA (a-aminobutyrate) odklon. Projev tří genů, zapojených v GABA odklonu vykazuje maximum při ztrátě kyselosti. Vesměs je dáno, že dužina citrusů při zrání a okyselování cytoplazmy po vypuštění kyseliny citronové z vakuoly stimuluje cestu GABA odklonu klesajícím stupněm kyseliny.

Ve shrnutí nové fyziologické modely ucelily, že Krebsův cyklus, transport metabolitů mezi cytosolem a mitochondriemi a regulační aktivity příbuzných enzymů vysvětlují variace koncentrací hlavních organických kyselin během růstu ovoce.

Ačkoliv celistvost regulačních mechanismů zapojených v biosyntéze a katabolismu organických kyselin, stejně jako existence dalších faktorů jako jsou specifické intracelulární transportéry, indikují požadavek začleňování jiných experimentálních cest a vysoce propustných technologií, které vytváří globální obrazec toho, jak je tenhle proces regulovaný při vývinu a zrání ovoce (SINHA et al., 2002), (BUREAU et al., 2009)

### **3.3.4 Aromatické sloučeniny v meruňkách**

Nejvýznamnějším psychickým faktorem ve výživě člověka je sensorická neboli smyslová jakost, která zásadně ovlivňuje druh a množství konzumované potravy a také její využitelnost. Sensorickou jakost potravin určují přítomné sensoricky aktivní látky. Jsou to látky, které vnímáme smysly. Čichem, chutí, zrakem a často také hmatem. K nejvýznamnějším sensoricky aktivním látkám patří látky vonné, chuťové, barviva a látky ovlivňující vzhled a fyzikální vlastnosti (VELÍŠEK, 2002).

Přírozené aroma ovocného druhu se tvoří dynamicky v období typického zrání. V nezralém stavu je aroma téměř nezatelné. Aromatické látky přítomné v ovoci jsou mezi zplodinami látkové výměny nebo jejich konečným produktem (GOLIÁŠ, 1996), (TAKEOKA, 1990). Změny aromatických látek jsou důležité, protože ovlivňují přijatelnost ovoce (VILLATORO et al., 2008).

Vůně, sladkost a šťavnatost meruněk jsou závislé na stupni zralosti. Aroma, vnímané jako vůně a chuť, má sloučeniny uvolňované do vnějšího prostředí jako senzorycky vnímaná vůně. Glykosidické konjugáty v nichž je vonná sloučenina vázána na jinou netěkavou složku jako je jednoduchý monomer cukru, jsou potenciálními zdroji aromatických sloučenin. Do kapalné fáze a z části i do volného prostoru se uvolní teprve chemickou nebo enzymatickou hydrolýzou během zrání, nebo při konzervářském zpracování. Aromatické prekurzory vytvářejí významný zásobník aromatických sloučenin. Bude-li koncentrace volných aromatických sloučenin 1 mg/kg, pak vázaný podíl je 7,6 mg/kg. Produkce aromatických sloučenin je dána geneticky a je také ovlivněna podmínkami před a po sklizni.

Tepelným zpracováním vzrůstá  $\alpha$ -terpineol a linalool se zvyšuje z 90 mg/kg na 4800 mg/kg po tepelném zpracování rozvařených meruněk. Senzorickým hodnocením (plynová chromatografie a olfaktometrie) dávají ethyl acetát, hexyl acetát a  $\beta$ -cyclocitral ovocné vůně, 6-methyl-5-hepten-2-one, linalool, a  $\beta$ -ionone květinové vůně, limonen vůni po citronu, (E)-hexen-2-al travnatou vůni,  $\gamma$ -decalacton odpovídá rozvařenému meruňkovému džemu.

$\beta$ -Cyclocitral vzniká tepelným zahřátím, fotooxidační a enzymatickou degradací barevného  $\beta$ -karotenu, který je hlavním karotenoidem plodů meruněk. Odrůdy meruněk (např. „Orangered“ a „Goldrich“), které mají volné aromatické sloučeniny se mají konzumovat v čerstvém stavu a jejich biosyntéza se postupujícím zráním zvyšuje. Jsou-li aromatické sloučeniny glykosidicky vázané, pak nejenže málo voní, ale jejich aromatický potenciál je mnohem vyšší než ve volném stavu a uvolní se teprve technologickým zpracováním. Tato vlastnost odrůd meruněk se zvyšuje u středně a pozdně zrajících odrůd. Odrůda 'Bergeron' obsahuje převážně glykosidicky vázané aromatické sloučeniny.

Odrůdy meruněk se liší těmito aromatickými sloučeninami: hexanol, limonen, 2-hexenal, 6-methyl-5-hepten-2-one, linalool, 3,7-dimethyl-1,6 octadiene,  $\beta$ -ionon,  $\gamma$ -decalacton (GOLIÁŠ, 2011).

### 3.3.5 Plyny v ovoci

Plyny jsou rozpuštěné v rostlinných šťávách nebo jsou volné v dutinách. Jejich hmotnostní podíl je nepatrný, objem může být značný. V ovoci a zelenině je obsažen  $O_2$  a  $CO_2$  v závislosti na procentech dýchání. Spontánní interakce tkáňového kyslíku v biochemicky odumírajících rostlinných pletivech bývají počátkem nežádoucího

ovlivnění jejich nutriční a sensorické hodnoty. Postupně narůstá podíl i vliv exogenního kyslíku z atmosféry, který lze chápat jako cizorodou látku (INGR, 2007).

### **3.3.6 Role etylenu při dozrávání ovoce**

Role etylenu jako potencionálního regulátoru růstu vývoje rostlin byla doceněna teprve před 60 lety, přestože jeho účinky byly známy už od antických dob.

V období po sklizni hraje často etylen u mnoha zahradnických plodin úlohu urychlování zrání a zkracování přirozené uchovatelnosti, ale v opačném případě podporuje kvalitu plodů, dojde-li k rychlému a uniformnímu zrání v období před reálnou distribucí.

Etylén je původcem oddělování listů při stresu z nedostatku vody, stimuluje kvetení a je spouštěčem zrání plodů, pokud se nahromadí v pletivu v prahové stimulační koncentraci. Je známo, že etylén je produkovaný samotnou rostlinou, takže odezva rostliny vůči etylénu je akcentována v mnoha fázích růstu a vývoje. Etylén je pokládán za rostlinný hormon a ovlivňuje řízení mechanismů růstu, vývoje a zrání plodů (GOLIÁŠ, 2005).

Fyziologicky hodnoceno, jsou plody meruněk typickým klimakterickým typem srovnatelným s plody jablek a broskví. Zahájení biogeneze karotenoidních barviv ve slupce a dužnině a nápadné odbourávání chlorofylu, je spojeno s výraznou biogenezí etylenu uvolňovaného z metioninového cyklu (AUBERT et al., 2007).

Transport plynného etylenu přes neporušenou slupku, který souvisí se zvýšenou aktivitou pletiva v klimakterické fázi, je pokládán za spouštěcí mechanismus typického zrání, které je kvalitativně odlišné od období zvětšování objemu a hmotnosti plodu. Produkce aromatických esterů, které v období plné zralosti plodu přispívají k vůni a chuti (vedle terpenů a laktonů), je podmíněna trvalou přítomností a vysokou koncentrací etylenu. Vyšší produkce etylenu se budou projevovat i v posklizňovém skladování. Přítomnost etylenu stejně tak urychluje měknutí plodů v posklizňovém uložení a každé zvýšení etylenu z prahových produkcí vyvolané jeho kumulací ve vnějším prostředí podporuje ztrátu pevnosti plodu. Dýchání pletiva vyjádřené produkcí  $\text{CO}_2/\text{kg}\cdot\text{h}$ , je podobné etylenové produkci, nicméně vytvoření klimakterického píku není natolik výrazné jako pro etylen. Důvody pro prioritní zdůrazňování etylenového píku v praktické technologii jsou nesporné při uplatnění přípravků jako 1-MCP (1-metylcyklopropen), které blokují produkci etylenu už na počátku zrání (GOLIÁŠ et al., 2011).

### 3.3.7 Fyzikální a chemické vlastnosti etylénu

Etylen je nejjednodušším zástupcem uhlovodíků ze skupiny alkenů. Je to bezbarvý hořlavý plyn nasládlé vůně s teplotou tání  $-169,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Se vzduchem tvoří výbušnou směs. Bývá obsažen v zemním a koksárenském plynu, dále se získává krakováním.

Patří mezi základní suroviny v chemickém průmyslu. Používá se k výrobě etylenoxidu, polyetyleny, styrenu aj. Odštěpením jednoho atomu vodíku vzniká funkční skupina etynyl (triviálním názvem vinyl), která se může dále vázat na jiné sloučeniny (ANONYM, č. 2). Zápach etylenu není snadno zjistitelný na fyziologické úrovni. Avšak ve vyšších koncentracích voní jako acetylen. (KUPFERMAN, 1986)

### 3.3.8 Biosyntéza etylenu v ovocných plodech

Biosyntéza etylenu začíná v methioninovém cyklu, v němž se recykluje 5-methyladenosin na methionin. ACC syntetasa je specifická pro SAM (S-adenosyl-methionine) a vzniká meziproduct ACC (amino-1cyklopropan-1-karboxylová kyselina), z níž se uvolňuje etylen. Tato sloučenina limituje produkci etylenu v methioninovém cyklu.

Vliv teploty na produkci etylenu je exponenciální podle vztahu

$$G_t = G_0 \exp (b \cdot t)$$

, kde  $G_t$  je pro produkci etylenu při dané teplotě ( $\mu\text{l}/\text{kg}\cdot\text{h}$ ),  $G_0$  je produkce etylenu při  $0^{\circ}\text{C}$  ( $\mu\text{l}/\text{kg}\cdot\text{h}$ ),  $b$  je teplotní koeficient ( $^{\circ}\text{C}^{-1}$ ) a  $t$  je teplota ( $^{\circ}\text{C}$ ), (GOLIÁŠ, 2014).

Optimální teplota pro produkci etylenu je pro jablka  $32\text{ }^{\circ}\text{C}$  a pro rajčata  $27\text{ }^{\circ}\text{C}$ . V nižší teplotě je  $Q_{10}$  pro produkci etylenu 2,7-2,8. Vliv etylenu na dýchání byl zkoumaný z mnoha fyziologických hledisek. Aplikovaný etylen podporuje dýchání klimakterických plodů. Mechanismus účinku etylenu na dýchání byl obsáhle studovaný, ale přesto není zcela jasný. Stres etylenu se vyvolá vnějším činitelem, na který rostlinné pletivo reaguje zpravidla zvýšenou produkcí endogenního etylenu. Elicitory jsou mechanické, fyzikální a mikrobiální - vnější poranění, dělení pletiva, záření, plesnivění, insekticidní napadení, mrznutí pletiva, chladový stres, nahodilá vysoká teplota, období sucha, zaplavení vodou, plísňové exudáty, vysoká koncentrace chloridu vápenatého, siřičitany, kyselý siřičitany,  $\text{SO}_2$ , ozon,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{NaCl}$ , pesticidy a polutanty.

Dýchací aktivita všech plodů vyjádřená na čerstvou hmotu nebo na sušinu klesá, jakmile v nich dochází k dělení buněk a k zvětšování objemu a hmotnosti (fáze zrání, angl. maturation). Na počátku fáze zrání (angl. ripening) se respirační rychlost náhle

zvyšuje v plodech klimakterického typu, což se vztahuje ke změně textury, vůně a látkového složení. Naopak, dochází-li v této vývojové fázi k trvalému poklesu intenzity dýchání, označují se tyto plody jako neklimakterické. Jejich rozlišení je podle časového průběhu dýchání plodiny.

Zvyšování koncentrace etylenu ve vnější atmosféře zrychluje nástup klimakterické fáze, avšak maximum produkce CO<sub>2</sub> se zásadně nemění, jen o 20 mg/kg.h v nejvyšší koncentraci 100 µl/l (ppm) etylenu.

Typická koncentrace etylenu ve vnitřní atmosféře plodu v období jednoho až několika dnů před zahájením klimakterické fáze je 40-100 µl/l (IEC), která je předpokladem pro aplikaci exogenního etylenu jehož nejnižší koncentrace je 5-100 µl/l. Pro plody jablek je IEC 20 µl/l, v další klimakterické fázi se vytvoří 100-100 000 µl/l. Plody jablek odrůdy „Golden Delicious“ ve fázi IEC v koncentraci 50 µl/l mají schopnost dozrávat a přezrávat na stromě, neboť v nich snadno dochází ke konverzi SAM (S-methyladenosin) na ACC (1-aminocyklopropanová kyselina) a následně na etylen (GOLIÁŠ, 2011).

Extinkční bod IEC zahajuje klimakterické období zrání, pokud se v pletivu této koncentrace dosáhne. Včasné odstranění stimulační koncentrace v okolní atmosféře je předpokladem pro čištění atmosféry od etylenu (scrubbing), která se musí udržovat na koncentraci pod 100 nl/l, avšak musí začít ještě dříve, než se IEC objeví ve vnitřní atmosféře plodu. Je-li však plod jablka zralejší a časově už bude za vznikem IEC v plodu, pak je dodatečné snižování etylenu ve vnější atmosféře neúčinné. Důvod tohoto stavu je vcelku jednoduchý a odvozuje se z difuzního uvolňování etylenu z vnitřní atmosféry plodu do vnějšího prostředí. V tomto případě  $c_{in} > c_{out}$ , přičemž  $c_{in}$  je výsledkem progresivní biosyntézy etylenu ve vnitřních strukturách. Druhou technologicky využitelnou možností je hormonální ovlivnění vzniku IEC prostřednictvím AVG (aminovinylglycin). Tato jednoduchá aminokyselina potlačuje ACC-synthesu, která zprostředkuje přeměnu SAM na ACC (GOLIÁŠ, 2011), (KENDE, 1993)

### **3.4 Fyzikální, chemické a biologické změny během zrání ovoce**

Zrání ovoce je velice složitý a geneticky naprogramovatelný proces, který vrcholí konečným vybarvením plodu, chutí, danou texturou plodu a charakteristikou dužniny pro daný ovocný druh. Doba zrání je geneticky daná vlastnost ovoce, ovlivněná klimatickými a stanovištními podmínkami a způsobem pěstování (Dvořák, 1969). Plody



odrodních meruněk musí dozrát na stromě. Nedo zralé mají netypickou chuť, která se nezlepší posklizňovým dozráváním. Meruňky vyžadují postupnou sklizeň (3x až 4x za sezónu). Při jednorázové sklizni je vysoké procento plodů nedozrálých nebo naopak přezrálých (Kopec et al., 2008).

### **3.4.1 Dýchání plodů a ovlivňující faktory**

Dýchání je soustava vzájemně spjatých enzymatických pochodů oxidace zásobních látek, při níž se uvolňuje energie makroergických vazeb. Enzymatické pochody jsou propojeny meziprodukty, které jsou v dynamické rovnováze. Zvýšená koncentrace některého meziprojektu může být výsledkem působení vnějšího faktoru.

Makroergické substráty (sacharidy, organické kyseliny, rozpustné pektiny, tuky, bílkoviny) samy o sobě nejsou nositeli makroergických vazeb, ale meziprodukty obsahující ATP (adenosintrifosfát) ADP (adenosindifosfát). Sacharidy jsou metabolizovány ve formě esterů s kyselinou fosforečnou. Hexofosfáty jsou izomerizovány ve formě esterů s kyselinou fosforečnou. Hexofosfáty jsou izomerizovány za anaerobních podmínek tzv. anaerobní glykolýzou, na níž po oxidační dekarboxylaci kyseliny pyrohroznové naváže aerobní odbourávání přes citrátový cyklus. V průběhu aerobní oxidace se uvolní ze zásobních látek 38 ATP. Při anaerobním dýchání probíhající v nedostatečné koncentraci kyslíku v okolí plodu, je kyselina pyrohroznová dekarbolizována enzymem pyruvát dekarboxylázy za vzniku acetaldehydu a CO<sub>2</sub>. V následující fázi je acetaldehyd redukován pomocí NADH na etanol. Z energetického hlediska je v anaerobním dýchání zisk pouze 2 ATP na jednu molekulu glukózy (GOLIÁŠ, 2011).

### **3.4.2 Intenzita dýchání v období zrání plodů**

Během vegetace, bezprostředně po opylení (u plodů) dýchají mladé rostlinné organismy velmi intenzivně. Rychlost produkce CO<sub>2</sub> se postupně tlumí až k určené minimální hodnotě, která se časově shoduje se závěrem růstové fáze (tzv. klimakterické minimum). V následující fázi vybarvování plodů, sládnutí a měknutí dužniny, tvorby vonných látek, tedy typických projevů zrání, se produkce CO<sub>2</sub> na přechodnou dobu nápadně zvýší. Tento první příznak stárnutí nebývá zpravidla spojen s větší spotřebou kyslíku (anebo se děje pomalejší rychlostí), což vede ke zvýšení respiračního kvocientu. Po dosažení tzv. klimakterického maxima, tedy maximální hodnoty intenzity dýchání, které splývá s konzumní zralostí (maximální vybarvení, plné aroma a ještě dostatečně

pevná dužnina), pak rychle následuje pokles intenzity dýchání. Tento zlom charakterizuje úplnou fyziologickou zralost, resp. počátek přezrávání plodů, tj. období, kdy plody jsou právě nejvhodnější ke konzumu, avšak kdy se již nehodí ke skladování při nízkých teplotách anebo v atmosféře, obohacené CO<sub>2</sub> (GOLIÁŠ, 1996).

### **3.4.3 Respirační kvocient ve vztahu k aerobnímu a anaerobnímu dýchání**

RQ umožňuje rozlišit aerobní a anaerobní dýchání. Při srovnání obou dýchání je nápadný rozdíl spotřeby kyslíku k vytvoření CO<sub>2</sub> (při aerobním dýchání 38 ATP, při anaerobním dýchání 2 ATP).  $RQ = \frac{\text{vytvořený CO}_2}{\text{spotřebovaný O}_2}$  (objem/objem). Pro aerobní dýchání je RQ asi 1,0. RQ je ovlivněna, budou-li vedle cukrů spotřebovávány jiné sloučeniny (GOLIÁŠ, 2011).

### **3.4.4 Meruňky jako klimakterický typ ovoce**

Meruňky jsou typem ovoce které se vyznačuje obdobím klimaktéria, (tzv. klimakterický typ). U tohoto typu můžeme dobře charakterizovat vrchol produkce etylenu a respirace na počátku zralosti (SYMONS, 2012). Jsou i takové, u nichž průběh respirace má v časové závislosti téměř lineární pokles. Například hrozny, okurky, jahody a třešně.

Rozdělení plodin z hlediska dýchání nemusí být natolik důležité, neboť obě skupiny mají tytéž dýchací substráty, ale i týž enzymatický systém a v průběhu zrání obsahují měřitelné koncentrace etylenu (jejich prahové koncentrace jsou téměř shodné), ale liší se maximálně dosahovanými koncentracemi ve vnitřní atmosféře plodu.

Pro praxi je mnohem významnější jejich reakce na exogenně aplikovaný etylen. Klimakterický typ reaguje zkrácením časového úseku mezi klimakterickým minimem a maximem bez toho, že by se měnil charakter respirační křivky. Průběh dýchacího cyklu je totožný a plody, které by se nechaly v atmosféře bez etylenu, pokud by se nacházely v před klimakterickým vývojovém období, produkovala by se tvorba vlastního etylenu. Proto plody nestejně zralé, nebo odlišných druhů, z nichž jeden významně produkuje etylen, se nemají společně skladovat (GOLIÁŠ, 1996).

### **3.4.5 Vliv transpirace na dozrávající ovoce**

Uvolňováním vodní páry vznikají spolu s ostatními látkovými složkami v plynné podobě i ztráty hmotnosti. Přenos hmoty z plodu do okolního prostředí je podmínkou zachování dynamické rovnováhy metabolismu a pouze regulací intenzity tohoto sdílení lze významněji ovlivňovat přirozené vlastnosti skladovaného produktu. Nadměrným

deficitem vody ztrácí buňky především v povrchových vrstvách a ve vnějším parenchymatickém pletivu buněčné napětí, čímž se porušují osmotické poměry následně vyvolávající strukturální změny protoplazmy a porušení látkové výměny. S postupujícím zráním jsou pak plody citlivější k mechanickým, mikrobiálním a fyziologicky škodlivým vlivům. V této situaci také snáze difundují těkavé aromatické složky (GOLIÁŠ, 1996).

#### **3.4.6 Změny zásobních látek v období dozrávání**

Po oddělení plodů od mateřské rostliny se přeruší přívod asimilátů a energie, která je nutná pro další udržení rovnováhy látkové výměny, a postupným odbouráváním získává dříve akumulovaných substrátů.

Obsah cukrů vztažených na čerstvou hmotu se během vyspívání zvyšuje. Fruktóza je hlavním cukrem jádrového ovoce. Její koncentrace se zvyšuje v období zrání plodů postupnou hydrolýzou škrobu, ovšem zvýšenému nahromadění brání souběžně probíhající prodýchávání.

Pektinové látky se v rané vývojové fázi nacházejí ve formě pektocelulozy, zráním se enzymaticky štěpí, nebo naopak při stárnutí některých morfologických částí rostliny se mohou přetvářet na sloučeniny ještě pevnější – dřevnatění. Intenzita degradačních stupňů pektinu během zrání je dána jednak geneticky a jednak podléhá vnějším faktorům, jako jsou např.: účinek teploty, složení atmosféry a etylenu. Přechodným zvýšením teploty např.: na 3-4 dny během chladírenského skladování, způsobíme odbourání protopektinu což má za následek změknutí pletiva (GOLIÁŠ, 1996).

Obsah kyselin je v ovoci závislý na stupni zralosti (ŠKOPEK, 2003). Organické kyseliny se v období vlastního zrání, kdy se plody již nezvětšují, postupně zmenšují. V období po oddělení od vegetačního nosiče se kyseliny metabolizují (GOLIÁŠ, 1996).

### **3.5 Zrání ovoce**

Je to proces nevratný, který je možno vnějšími podmínkami zpomalit, nikoliv zastavit (GOLIÁŠ, 1996).

Během vývinu a zrání plodů dochází v plodech k mnoha velmi složitým biochemickým pochodům, jejichž výsledkem je vyšší chutnost a atraktivita. Působí na látkové složení plodu a také na jeho konečnou anatomickou a morfologickou stavbu (DVOŘÁK, 1987). Velkou roli zde hrají fytohormony, jako je etylen (PAYASI et al.,

2010). Kontrola a sledování znaků zralosti ovoce je důležitá pro kvalitu a akceptovatelnost pro zákazníka (HERRERO-LANGREO et al., 2011).

### **3.6 Hodnocení zralosti meruněk pro sklizeň**

Kvalita plodů je zásadně ovlivněna stupněm jejich zralosti. Pro komerční účely (manipulace v posklizňových střediscích, transport na dlouhou vzdálenost, chladírenské skladování) jsou meruňky sklizeny před plnou zralostí (DEFILIPPI et al., 2007). Takto předsunutý sklizňový termín nepředpokládá bezprostřední spotřebu, ale spíše označuje stav, který nastane po nezbytných posklizňových manipulacích, po nichž kvalita plodů bude stále dostatečná pro spotřebitele. Kvalita plodů, která bere na zřetel marketingová hlediska, se projevuje nízkým obsahem cukrů, vysokou kyselostí a nedostatkem aromatických sloučenin. Zpravidla tyto důvody jsou příčinou k nespokojenosti spotřebitelů (GOLIÁŠ, 2011).

#### **3.6.1 Metody určení sklizňového termínu**

Dosud chybí jednoduchá metoda, která by vystihovala sklizňovou zralost. V pěstitelské praxi se používá několik kritérií, které se navzájem vyhodnocují. Dosavadní metody můžeme rozdělit do těchto skupin.

Metody zjistitelné smyslovými orgány nevyžadující technické prostředky:

- Odlučitelnost plodů od plodonoše.
- Intenzita hnědnutí semen – odrůdové hledisko, u raných odrůd hnědnou semena až po přezrání, u pozdních odrůd je tento vztah opačný.
- Barevná změna slupky – pro procesy zrání má význam posouzení změn základní barvy (stupeň odbourání chlorofylu, přechod zeleného zbarvení do žlutého odstínu.) Možno je využít barevné standardy nebo měření barvy spektrálně.
- Senzorické komisioní posouzení – bývá velmi časté a využívá osobní zkušenost hodnotitelů.
- Metody výpočtu sklizňového termínu z dat minulých let.
- Doba od květu do sklizně – vyžaduje dlouhodobé pozorování, časový údaj od doby plného květu do sklizně.
- Podle kalendářního data – předpověď pro danou pěstitelskou oblast může být méně přesná.
- Z časového intervalu sklizňové zralosti signální odrůdy – vyjadřuje se počtem dnů, je nutná znalost několikaletých průměrů.

- Metody fyzikálně chemické.
- Aktivita fyziologicky důležitých plodů – CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, etylen, těkavé aromatické látky, klimakterická vývojová fáze je zahájena relativně rychlým vzestupem produkce CO<sub>2</sub>. Stanovení klimakterického minima i přes svoji technickou náročnost na vybavení, je přesným fyziologickým měřítkem stupně zrání, vyjádřené buď produkcí CO<sub>2</sub>, nebo spotřebu O<sub>2</sub>.
- Změny chemického složení – hodnota Pan, která charakterizuje nerozpustné zásobní látky, jakož i průběh změn titrační kyselosti a rozpustné sušiny, lze považovat za pomocné hledisko určení sklizňové zralosti.
- Pevnost epidermálních vrstev a parenchymatických pletiv celých plodů nebo výřezů pletiv – mechanická pevnost plodů je jeden z prvních údajů vedle dynamiky produkce CO<sub>2</sub> které byly studovány v souvislosti s procesy zrání. Používají se zátěžové testy (GOLIÁŠ, 1996).

### **3.6.2 Obsah etylenu v plodech jako vodítko při určování doby sklizně a délky skladování**

(BLAŽEK, 1998) uvádí, že 10 z 10 plodů, u kterých byla naměřena hodnota menší než 0,1 mg.kg<sup>-1</sup> je vhodné ponechat na stromě a sklizeň odložit pro zlepšení vybarvení a kvality plodu. Pokud byla u 3 z 10 plodů naměřena hodnota 0,1–0,5 jsou plody vhodné pro dlouhodobé skladování v podmínkách řízené atmosféry (ošetření CO<sub>2</sub> je velmi účinné), Při hodnotách 0,5–1 mg.kg<sup>-1</sup> jsou plody vhodné pro středně dlouhodobé skladování v podmínkách řízené atmosféry (ošetření vysokou koncentrací CO<sub>2</sub> je už méně účinné), plody v hodnotách 1-5 mg.kg<sup>-1</sup> jsou vhodné pro kratší skladování v podmínkách řízené atmosféry, při hodnotách 5–20 mg.kg<sup>-1</sup> jsou plody vhodné pro krátkodobé skladování v chlazeném skladu a hodnoty nad 20 mg.kg<sup>-1</sup>, naměřené u 3 z 10 plodů, jsou plody vhodné jen k přímé spotřebě.

## **3.7 Fyziologické podmínky pro skladování ovoce**

### **3.7.1 Vliv kyslíku na dýchání skladovaného ovoce**

Přijatelnost vnitrobuněčného O<sub>2</sub> je určena jeho obsahem v mezibuněčných prostorech. Závisí nejen na koncentraci atmosférického O<sub>2</sub>, ale i na schopnosti jednotlivých druhů a odrůd jej přijímat, a to v závislosti na převažující teplotě, na plyné výměně prostřednictvím plochy, pórozitě vnitřních pletiv, jejich tloušťce a mezibuněčném odporu vůči difúzi plynů. Mezibuněčné podíly v produktech jsou

významně odlišné a promítají se do hodnoty hustoty neporušeného plodu. Respirační rychlost kyslíkové izotermy klesá v koncentračním rozmezí od 21 do 7 % kyslíku v ambientní atmosféře pomalu, v koncentračním rozmezí 1-7 % kyslíku se zrychluje, až dosáhne bodu konverze aerobního dýchání do dýchání anaerobního (extinční bod-EP), bodu vzestupu respiračního kvocientu (RQ) a bodu vzestupu tvorby etanolu (FP-fermentační bod). Koncentrační gradient mezi vnější atmosférou  $\text{CO}_2$  hodnoty (+) a spotřebou  $\text{O}_2$  hodnoty (-) je významně závislý na teplotě uložení produktu. Změna koncentrace obou fyziologických hodnot je kromě odrůdy ovlivněna teplotou, což se odvozuje ze zpomaleného dýchání v chladírenských teplotách.

Difuzní bariéra slupky vytváří koncentrační gradient mezi vnitřní atmosférou plodu (vnitropletivové prostory) a vnější atmosférou, která je závislá mimo jiných faktorů (tloušťka kutikuly a stomata ve slupce) na teplotě plodu. Při upravení atmosféry v okolí plodů na 2 %  $\text{O}_2$  a 5-7 %  $\text{CO}_2$  a teplotě 22 °C se koncentračním gradientem vyvolá uvnitř plodu anaerobní prostředí, protože koncentrace  $\text{O}_2$  klesne pod fyziologicky snesitelnou koncentraci.

Pokles skladovací teploty je jedním z nejefektivnějších postupů prodloužení skladovací doby produktu, protože se zásadně redukuje dýchání plodiny a její metabolismus.

Poškození nízkým obsahem kyslíku vyvolá tvorbu etanolu v pletivu, přesto mnozí autoři nepředpokládají vznik off- flavour (přípach) z této kumulace nebo vizuální symptomy (tvorba hnědých skvrn na slupce). Tato teze je z části platná, pokud jde o krátkodobé vyvolání fyziologického poškození. Úkaz anaerobního efektu je funkcí doby působení a hloubky nedostatku kyslíku (hodnocené jako koncentrace). Mírný průběh se pak v tomto smyslu nemusí sensoricky a vizuálně projevit (GOLIÁŠ, 2011).

### **3.7.2 Vyšší podíl $\text{CO}_2$ v okolní atmosféře při skladování ovoce**

Indukované poškození vyšší koncentrací  $\text{CO}_2$  se rovněž pokládá za neúplně vyřešený vztah mezi vyšší koncentrací  $\text{CO}_2$  a škodlivými symptomy v odezvě plodu. Týká se prakticky všech skladovaných produktů a široký je i rozsah látkových změn: off-flavour, zbrzdění biosyntézy barviv, které se během klimakterické fáze vyvíjejí zcela normálně (antokyany a karotenoidy), u rostoucích pletiv (asparágus) se zastavuje růst. Vysoký obsah vody v pletivu spolu s vysokým parciálním tlakem  $\text{CO}_2$  způsobí hnědnutí vnitřních pletiv a tmavé skvrny na slupce. Jsou-li už zřejmé symptomy

poškození vysokým obsahem CO<sub>2</sub>, projeví se i ztráta kyseliny askorbové. První změna v metabolismu, která je vizuálně nezaznamatelná, je v cyklu trikarboxylových kyselin. Dochází ke hromadění kyseliny jantarové (toxická koncentrace), která se kontinuálně netransformuje na kyselinu fumarovou. Je-li koncentrace CO<sub>2</sub> vyšší než 15 %, hromadí se i anaerobní metabolity etanol a acetaldehyd, výrazně především u komodit jako jsou jablka, hrušky, jahody, banány, pomeranče.

Za vznik tohoto fyziologického onemocnění jsou zodpovědné volné radikály, které katalyzující oxidační reakce citlivých aminokyselin nacházejících se pletivu ve zbytkových koncentracích. Uvolňují se z proteinů důležitých pro funkce buněk. Na vzniku nežádoucích reakcí se podílejí i jiné molekuly střední velikosti, jako např. membránové lipidy, které však musí obsahovat oxidovatelné reakční skupiny. Kumulace kyseliny jantarové v pletivu je vyvolána inhibicí jantarové dehydrogenázy, která je ochromena vyšším podílem CO<sub>2</sub> v plodu. Vysoký obsah CO<sub>2</sub> v mitochondriích způsobuje nescifické strukturální nebo konfirmační změny pro mnoho enzymů. Se zvýšenou koncentrací CO<sub>2</sub> rovněž souvisí částečné či úplné uzavření stomat, v hypobarických podmínkách (1,6 kPa) se naopak snižuje difuzní resistance jak pro CO<sub>2</sub>, tak i pro H<sub>2</sub>O. Tento plyn zvyšuje pH ve vakuole buňky. Původní pH je 6,2-6,4, postupným rozpouštěním CO<sub>2</sub> se pletivová tekutina ve srovnání se šťávnou tekutinou, která nebyla exponována tomuto plynu, okyseluje:

$$\text{pH} = \text{pK} + \log [(\text{kyselá sůl}/\text{volná kyselina})]$$

Převládajícími organickými kyselinami jsou obvykle kyselina jablečná, citrónová, vinná, šťavelová, glutamin a asparagin. Vakuolární pH je určeno hlavně přítomností organických kyselin a jejich kyselých solí, v mnoha pletivech včetně ovocných pletiv však není vysoká korelační závislost mezi pH a titrační kyselostí, kterou se měří

**log [(kyselá sůl/volná kyselina)] a pH určuje koncentraci H<sup>+</sup>** (GOLIÁŠ, 2011).

### 3.7.3 Chlazení plodu po sklizni

Pokud má sklizený produkt teplotu při sklizni 15-20 °C a má být zchlazen na teplotu 0 až +1 °C, pak ztrácí velké množství vodní páry odparem. Důvodem je vysoký rozdíl mezi teplotou produktu a teplotou vzduchu nastavenou v chladírně. Vysoký teplotní rozdíl výrazně ovlivňuje ztrátu hmotnosti zchlazovaného produktu. Rozhodující je časový úsek, v němž má produkt vyšší teplotu než okolní vzduch, kdy trvá vysoký deficit vodní páry. Pro produkty s krátkou uchovatelností má být čas zchlazování asi

20 hodin, produkty velmi citlivé se zchlazují 8-12 hodin, pro produkty dlouhodobě skladované je akceptovatelná doba zchlazování 3-4 dny (GOLIÁŠ, 2011).

#### **3.7.4 Ošetření ovoce před skladováním**

Indukce mnoha biochemických změn je spojena se zráním (změna barvy ze zelené na žlutou, vývin aromatu, měknutí, vzestup dýchání) a se stimulací další tvorby etylenu (pozitivní odezva zrání) za předpokladu, že se tento plyn váže do specifických vazebných receptorů. Pokud se receptory vypnou, mohou se aktivovat určité biochemické dráhy, což vyvolává rozdílný průběh zrání, neboť všechny parametry zrání nejsou řízeny etylenem. Vazba etylenu na receptory je vratná. Některé posklizňové strategie (nízká teplota, řízená atmosféra, ošetření 1-MCP) ovládají produkci etylenu anebo jeho vnímání, takže retardují zrání klimakterického ovoce. 1-methylcyklopropen (1-MCP) je konkurenční látka vůči etylenu, (WATKINS, 2006) protože obsazuje etylenové receptory, proto etylen nemůže plnit funkci spouštěče autokatalytického zrání. Dosáhne-li 1-MCP na etylenové receptory a tak zablokuje přístup etylenu, předchází také projevům zrání jiných látkových sloučenin, které mají podobnou sekvenci reakčních rychlostí v tomto období zrání. Po zahájeném zrání se začínající autokatalytickou etylenovou biosyntézou už nemůže 1-MCP další sekvence zrání zastavit. (CERVANTES, 2002)

1-MCP je syntetický nenasycený olefin, který je strukturně podobný etylenu. Pokládá se za bezpečný produkt pro posklizňové operace s ovocem, pro spotřebitele a enviromentální prostředí. Při ošetření se uvolňuje z pevného nosiče do plynného stavu. V aktuální koncentraci je netoxický a rezidua po aplikaci nelze analyticky prokázat. Pro dosažení požadovaného účinku se musí vytvořit účinná koncentrace v plynotěsném prostoru chladírenské komory, pro malé hmotnosti v plastovém pytli s ovocem uloženým na paletách nebo v přepravních obalech. Doba působení se zpravidla volí 24 hodin v chladírenských teplotách nebo v teplotách blízkých 20 °C. Skladování a shelf-life (následná doba po ukončení chladírenského skladování nebo řízené atmosféry, zpravidla v teplotě 15-20 °C) klimakterických plodů se významně prodlužuje, protože se udržuje vysoká pevnost plodu, organické kyseliny jsou málo spotřebovávány, zpomaluje se rozklad chlorofylu a rozpustná sušina je stejná nebo i vyšší ve srovnání s plody neošetřenými. Kombinace ULO a řízené atmosféry s vyšším obsahem CO<sub>2</sub>, a ošetření běžnou koncentrací 1-MCP působí násobně se sčítacím efektem každé z obou reagujících sloučenin, přičemž 1-MCP se může použít jako



antietylenové činidlo samostatně. Varianta je vhodná pro technologie, kde není zavedena řízená atmosféra a pro plody, které se jen chladírensky skladují, nebo se obě technologie řeší paralelně, v případě ULO se ošetření 1-MCP provede předem.

Na rozdíl od etylenu je vazebná schopnost 1-MCP na receptor několikanásobně vyšší s pevnější vazbou. Přesto je efektivnost 1-MCP ovlivněna mnoha faktory jako je teplota plodu při aplikaci činidla (optimálně 15-20 °C), stupněm zralosti plodu, dobou od sklizně do aplikace činidla a ošetřenou odrůdou. Čím je doba do aplikace 1-MCP delší, tím více se zhoršuje účinek na zbrzdění ovlivnitelných parametrů zrání plodu. Pokud už autokatalytická biosyntéza etylenu v plodu začala, je následně zavedená řízená atmosféra nebo aplikace 1-MCP neúčinná.

U **meruněk**, které jsou typickým klimakterickým ovocem, se účinkem 1-MCP významně zpomaluje tvorba etylenu, která je v úzké závislosti na produkci těkavých aromatických sloučenin. Přijatelnost plodů ošetřených 1-MCP pro bezprostřední konzum se musí předem zvážit především proto, že jejich zralost nedosahuje požadovaných organoleptických hodnot (GOLIÁŠ, 2011).

### **3.8 Technologie skladování ovoce**

Doba použitelnosti ovoce během skladování je závislá na jeho počáteční kvalitě, jeho stabilitě při skladování, na vnějších podmínkách a způsobu manipulace. Doba použitelnosti může být prodloužena tím, že se plody udržují při optimální teplotě, relativní vlhkosti a optimálních podmínkách prostředí (SHEWFELT, 1986), (LEE et al., 2000).

Udržení nebo zlepšení posklizňové kvality a životnosti ovoce a zeleniny stále nabývá na významu. Nabídka čerstvého ovoce a zeleniny stále převyšuje poptávku. Spotřebitelé dále považují za samozřejmost dostupnost všech druhů ovoce a zeleniny po celý rok. Z těchto důvodů je nutné u těchto plodin zajistit dlouhodobé skladování a využití dálkové přepravy (THOMPSON, 2010).

Úchova ovoce a zeleniny je založena na principu hemibiozy. Jedná se o stav, v němž je plod chráněn před vnitřními i vnějšími rozkladnými činiteli svojí přirozenou životní činností. Přirozená údržnost se podporuje volbou vhodných vnějších podmínek, které mají zpomalit rychlost spotřeby zásobních energetických substrátů a nutričně významných složek. Mezi tyto podmínky patří snížená teplota, vhodná vzdušná vlhkost, cirkulace vzduchu, čistota prostředí a upravení plynné směsi. Dle úrovně technického vybavení se sklady rozdělují na větrané, chlazené a s řízenou atmosférou (GOLIÁŠ,

1996). Pokud je peckové ovoce uloženo při nízké teplotě více jak 3 týdny, má tendenci k chladovému poškození a dozrává abnormálně (LILL, 1985)

### **3.8.1 Sklady s řízenou atmosférou (CA)**

Tyto sklady poskytují nejvhodnější podmínky pro skladování. Řízení teploty a vlhkosti probíhá automaticky. Skladovací komory jsou plynotěsné, aby umožnily změnu atmosféry řízením obsahu kyslíku, oxidu uhličitého a etylenu. Tím dochází u plodu k zpomalení dýchání a značnému prodloužení skladovatelnosti. Dle koncentrace plynů v ochranné atmosféře skladů jsou rozlišeny technologie ŘA–řízená atmosféra, LO–atmosféra s nízkým obsahem kyslíku, ULO–atmosféra s velmi nízkým obsahem kyslíku (GOLIÁŠ, 2014).

### **3.8.2 Hypobarické sklady**

Vakuové chladírny se budují jako jednoúčelové stavby pravidelného tvaru, tepelně izolované, tvaru tubusu. Velikostní specifikace jsou do objemu 3000 m<sup>3</sup>, což představuje přibližně dvě chladírenské komory.

Blokový diagram mechanického systému obsahuje:

- řízení úpravy vzduchu pro objemovou rychlost, teplotu, vakuum a vlhkost vcházejícího vzduchu,
- vytvoření vakua do požadovaného výsledného tlaku ve vakuové komoře a pro přiváděný vzduch a jeho průtok,
- zařízení pro udržení konstantní teploty a kompenzace výměny teploty mezi volným prostorem a uzavřenými plochami (komoditou),
- chladicí systém pro počáteční zchlazování nutný pro redukci času pro požadovanou teplotu uvnitř vakuové chladírny,
- vytvoření vnitřní cirkulace vzduchu pro soustavné odvádění tepla ze skladovaných plodin.

V provozu vakuové chladírny jsou dvě fáze - při atmosférickém tlaku se plodiny zchladí a pak se zapojí vakuové čerpadlo pro dosažení konečného vakua. Během snižování tlaku se zapojí přehříváč a vpustí čerstvý vzduch, vzduch se za sníženého tlaku obohatí vodou v hodnotě 0,9 kg/h, její odpaření probíhá při 110 °C. Vytvoření vakua vakuovým čerpadlem se provádí při 3,2 m<sup>3</sup>/min z tlaku 10,13 kPa. Jako médium přenášející teplo z výparníku do kompresoru a do kondenzátoru se užívá vodní roztok glykolu.

Mikroklimatické podmínky pro vakuové skladování: skladovací teplota 0 °C, skladovací tlak 1,33 kPa, koeficient přenosu tepla vedením 0,34 W/m<sup>2</sup>°C, okolní atmosféra 22,2 °C, koeficient tepelné vodivosti izolace 0,042 W/m°C, vnitřní plocha vakuové komory 450 m<sup>2</sup>, teplota vnitřního povrchu 7,2 °C při ambientní teplotě 22,2 °C. Hmotnostní ztráty závisí na vnitřním členění hmoty a představují 1,10 % za měsíc pro hmoty volně ložené ve vakuovaném prostoru. Vakuová chladárna se projektuje na 70 let provozu při dvou cyklech za měsíc (GOLIÁŠ, 2011).

### **3.9 Plynné směsi pro skladování ovoce**

#### **3.9.1 CA (Controlled atmosphere)**

Řízená atmosféra (CA) skladování ovoce prodlužuje životnost snížením koncentrace kyslíku a zvýšením koncentrace oxidu uhličitého v atmosféře skladování. Účinky CA jsou založeny na pozorování zpomaleného dýchání plodů v prostředí s nízkým obsahem O<sub>2</sub> v rozmezí 2-4 %. Uvnitř skladovacích prostor dochází v generátorech k spalování kyslíku obsaženého ve vzduchu. Vzniklé plyny jsou poté ochlazovány a přivedeny zpět do skladovacích komor. Oxid uhličitý je udržován pomocí adsorbéru na úrovni 3-4 % (BURG, ZEMÁNEK, 2009), (LOZANO, 2006).

#### **3.9.2 LOL (Low oxygen limit)**

Představuje přechod od aerobního dýchání k anaerobním přeměnám zásobních látek, které se vytvořily v období před optimální zralostí. LOL se zjišťuje jako rovnovážný vztah stav LOLi ustanovený v mezibuněčné plynné fázi k nejnižší koncentraci O<sub>2</sub>, která zprostředkuje aerobní procesy. Jak bylo uvedeno LOLi experimentální stanovené podle produkce CO<sub>2</sub> pocházející z anaerobního dýchání a s nejnižší koncentrací O<sub>2</sub> ve vnitřní atmosféře plodu je na úrovni 0,5 % O<sub>2</sub> (GOLIÁŠ, 2011).

#### **3.9.3 ULO (Ultra low oxygen)**

V moderních chladírenských komorách je tato technologie dominantní, neboť přinesla výrazné prodloužení uchovatelnosti. Obsah kyslíku se v atmosféře komory pohybuje od 1 do 1,2 %. Koncentrace oxidu uhličitého je udržována na úrovni 0,5 %. Vyšší náklady na vybudování skladů s technologií ULO, jsou kompenzovány delší dobou skladování a kvalitou plodů. Přednosti skladování v této atmosféře jsou také proto, že se ještě hlouběji zpomalují látkové přeměny, plod méně dýchá a tím spotřebuje

méně zásobních látek. Fyziologická onemocnění, tak častá při vyšším obsahu kyslíku v ambientní atmosféře, se zcela utlumí. Týká se to především spály, která se projeví teprve po 90 a více dnech skladování jako hnědé skvrny na povrchu plodu (GOLIÁŠ, 2011).

#### **3.9.4 LECA (Low ethylen controlled atmosphere)**

Etylen se tvoří v určitém období zrání. Ve skladovacích plynotěsných komorách dochází ke kumulaci etylenu a ten zpětně podporuje zrání. Etylen je potřeba z těchto komor neustále odstraňovat aby nedocházelo k více než nepatrnému zrání. K udržení téměř bezetylenové atmosféry je využívána technologie LECA. „Etylenový čistič“ se nazývá scrubber a dochází v něm ke spalování olefinickým plynům a jejich přeměně na oxid uhličitý a vodu. Etylen se nepočítá na % ale na ppm – 1 v miliónu (dnes už nezákonná jednotka) (GOLIÁŠ, 2005).

#### **3.9.5 DCA (Dynamic controlled atmosphere)**

V posklizňových technologiích se začíná prosazovat dynamicky řízená atmosféra, která přechází z výzkumného okruhu do praktického provozu velkokapacitních chladíren. DCA je dominantní pro skladování jablek. Technologie se skokově v posledních 5 letech rozšířila do všech ovocnářských oblastí světa. Koncentrace kyslíku je 0,2 % a zbytková koncentrace CO<sub>2</sub> má být do 1 % (GOLIÁŠ, 2014).

#### **3.9.6 Technologie FAN (fluctuating anaerobiose) a BAN (boarding anaerobiose)**

Obě technologie vyžadují vyšší plynotěsnost chladírenských komor než ULO atmosféra a podobně jako u přípravku SmartFresh je nezbytností vysoká kvalita skladovaných plodů a správný termín jejich sklizně s ohledem na jednotlivé odrůdy (GOLIÁŠ, 2009).

### **3.10 Možnosti skladování meruněk**

(Blažek, 1998) uvádí, že meruňky lze skladovat po dobu tří týdnů. V řízené atmosféře vyžadují vyšší obsah kyslíku v poměru oxidu uhličitému (2 % CO<sub>2</sub> a 3 % O<sub>2</sub>).

Plody meruněk jsou klimakterickým typem ovoce, vytváří vlastní etylen, který se musí z okolí skladovaných plodů odvádět (např. účinným větráním, pokud jsou plody skladovány v neupravené plyné směsi). Zvýšené koncentrace exogenního etylenu výrazně podporují dozrávání a rozvoj plísňového napadení (*Monilinia sp.*), bude-li teplota skladování vyšší než 5 °C. (GOLIÁŠ, 2014) Expozice plodů meruněk do

etylenové koncentrace 100  $\mu\text{l/l}$  zrychluje měknutí plodů v teplotě 20 °C až po 48 hodinách, aniž se ovlivní titrační kyselost a rozpustná sušina (BRECHT et al., 1982). Inhibice produkce etylenu v plodu je pozitivně ovlivněna AVG (aminovinylglycin), která jako jednoduchý morforegulátor zabraňuje vzniku meziproduktů (ACC - 1-aminocyklopropanová kyselina) v biosyntéze etylenu (YU A YANG, 1979).

Exogenně aplikovaný 1-MCP (1-methylcyklopropen) v koncentraci 1  $\mu\text{l/l}$  působící po dobu 48 hodin při teplotě 0 °C zabrání měknutí plodů v následujících 14 dnech uložených v teplotě 5 °C. Antietylenové činidlo nepůsobí změnu rozpustné sušiny a titračních kyselin. Meruňky mohou být příkladem plodů, u kterých, jsou-li sklizeny těsně před začátkem klimakterické fáze, se významně omezí mechanické poškození a zlepší se přepravní možnosti. V další fázi zrání jsou obzvláště citlivé na otláčení zralější části plodu a trpí zvýšenou ztrátou transpirované vody. Teplota skladování může být v rozsahu 0,5-1,5 °C a 0–2,5 %  $\text{CO}_2$  a 5 %  $\text{O}_2$  po dobu 20-30 dnů. Koncentrace  $\text{O}_2$  může být snížena na hodnoty 1,0-2,5 % a nízký obsah kyslíku nepodporuje hnědnutí dužniny v blízkosti pecky. Koncentrace  $\text{CO}_2$  vyšší jak 5 % při obsahu 2 %  $\text{O}_2$  se nedoporučuje pro dlouhodobé skladování. Jednorázové ošetření vysokou koncentrací  $\text{CO}_2$  zpomaluje látkový metabolismus. Plody musí být ve fázi před počínajícím zráním, pak se ošetří 10-30 %  $\text{CO}_2$  po omezenou dobu (od 24 do 72 hodin). Další skladování probíhá v řízené atmosféře (5 %  $\text{O}_2$  a 5 %  $\text{CO}_2$ ). Pokud budou plody zralé, ale stále s pevnou dužninou, nemá být při teplotě 0 °C koncentrace  $\text{CO}_2$  vyšší jak 20 % po dobu nepřesahující 24 až 48 hodin. Vyloučení hnědnutí dužniny a snížení klimakterického vrcholu  $\text{CO}_2$  se dosáhne uložením plodů ve vzduchové atmosféře, aniž se musí upravovat plynná směs při relativní vlhkosti 90-95 %. Vyšší koncentrace  $\text{CO}_2$  jak 5 % po 4týdenním skladování může vyvolat anaerobními procesy (zvýšenou koncentrací etanolu v plodu).

Náchylnost plodů meruněk evropského původu k chladovému stresu nebyla potvrzena. Mnohdy se připouští uložení v teplotě -1 °C (přítom bod mrznutí pletivového roztoku je -1,5 °C), (GOLIÁŠ, 2014).

### **3.10.1 Vlastnosti meruněk ve vakuové atmosféře**

Meruňky v barometrickém skladování uchovány po dobu 1-2 týdnů v teplotě -1 °C dobře snášejí koncentraci kyslíku 1,5-2,0 %  $\text{O}_2$ , ale 0,3 %  $\text{O}_2$  indukuje anaerobní pochody spojené s produkcí etanolu v pletivu. Koncentrace kyslíku 2-3 % a 2,5-3 %  $\text{CO}_2$  podporuje nástup vnitřního hnědnutí, ale současně se lépe uchovávají vonné

sloučeniny. Ve srovnání s vakuovým skladováním byla v normální atmosféře skladovatelnost limitována 53 dny, zatímco v 13,6 kPa byly plody uchovatelné 90 dnů. Riziko v manipulaci a dopravě vytváří hnědá hniloba (*Monilinia* sp.) a rhizopová hniloba (*Rhizopus* sp.). Velmi nízký obsah O<sub>2</sub> byl zkoušený na inaktivaci plísňe *Monilia* v 2,0-2,67 kPa, prokázala se úplná inaktivace této plísňe a plody nebyly fyziologicky poškozeny (GOLIÁŠ, 2011).

## **4. Materiály a metodika**

### **4.1 Rostlinný materiál pro skladování**

Použité odrůdy meruněk byly sklizeny na pozemku Zahradnické fakulty v Lednici. Jedná se o odrůdu „*Leskora*“ sklizenou dne 22.6 2016 a odrůdu „*Betinka*“ sklizenou dne 1. 7. 2016. Tyto odrůdy vznikly křížením na Zahradnické fakultě v Lednici. Plody vybrané k pokusu byly u každé odrůdy sklizeny z jednoho stromu ve stavu nezralé (7 dní před optimální zralostí).

Po sklizni v tomto stupni zralosti byla zjišťována rychlost zchlazování a další hodnotící kritéria, jsou jimi rozpustná sušina, pevnost plodu, titrační kyseliny, množství vyprodukovaného etylenu a CO<sub>2</sub>. Po dosažení požadovaných chladírenských teplot 1 °C, 5 °C a 20 °C byly plody skladovány po dobu devíti dnů.

Pro odrůdu „*Leskora*“ sklizenou, a uloženou dne 22. 6. 2016 bylo druhé měření po třech dnech skladování a to 25. 6. 2016. Třetí měření po šesti dnech a to 28. 6. 2016 a poslední čtvrté měření po devíti dnech 1. 7. 2016.

Pro odrůdu „*Betinka*“ sklizenou a uloženou dne 1. 7. 2016 bylo druhé měření po třech dnech 4. 7. 2016. Třetí měření po šesti dnech 7. 7. 2016 a čtvrté měření po devíti dnech 10. 7. 2016.

U každého měření se plody ještě zvažily pro určení hmotnostní ztráty.

### **4.2 Stanovení poločasu zchlazování**

Teplota plodů je podstatnou položkou při posuzování skladovacího režimu. Většinou se odvozuje z hodnocení teploty okolního prostředí, přičemž se předpokládá shoda mezi touto hodnotou a vnitřní teplotou plodu. (GOLIÁŠ, 2014)

Po sklizni se plody odnesly do chladírny (chladicí médium – vzduch), kde byly sledovány. Pro měření bylo k dispozici pět plodů od každé odrůdy. Pro měření byl použit přenosný vpichový teploměr značky Therm 22250-1, který má měřicí jehlu, která se kolmo k pece vpichuje do jedné čtvrtiny poloměru plodu. Po vpichu se čeká, až se na displeji ustálí naměřená hodnota.

### 4.3 Stanovení hmotnostních ztrát

U ovoce přechovávaného po sklizni v čerstvém stavu, dochází k postupným změnám, které se týkají dvou vlastností úbytku hmotnosti transpirací plodu, která je převažující a ztráty vlastnosti sušiny plodu, která je v poměru ku transpiraci nižší.

K vážení plodů byly použity laboratorní váhy s přesností na 0,01 g. Vážení plodů probíhalo v den uložení plodů do chladírny a dále po třech, šesti a devíti dnech. K dispozici bylo vždy 5 plodů, které se po uplynutí doby převažovaly. Naměřené hodnoty byly přepočítány na % a následně vyhodnoceny. Hmotnostní ztráty způsobené prodáváním mohou růst v závislosti na míře mechanického poškození plodu a poškození v důsledku napadení škůdci a chorobami. Ztráta hmotnosti může také růst následkem zvýšeného odparu intercelulárně vázané vody. (KOUŘIMSKÁ, 2010)

### 4.4 Stanovení refraktometrické sušiny

K praktickému pokusu byl použit digitální refraktometr ATAGO PR 32alfa. Jde o přístroj vysoké kvality s přesností měření na  $\pm 0,1$  °Brix.

Vlastní měření na přístroji ATAGO PR 32alfa: Zmáčkneme tlačítko LOW a malé množství vzorku nanese na zorné pole. Dále zmáčkneme tlačítko START a přístroj nám zobrazí hodnotu vzorku ve °Brix. Mezi vzorky používáme destilovanou vodu pro kalibraci.

### 4.5 Stanovení obsahu veškerých titračních kyselin

Veškerými kyselinami ve vzorku se rozumí všechny kyseliny (volné, těkavé a kyselé soli) zjištěné titračně.

Pro měření obsahu veškerých kyselin byla použita metoda vizuální indikace bodu ekvivalence na fenolftalein. Do titrační baňky se odváží 2 gramy vzorku a přidala se destilovaná voda. K roztoku se přidaly 3-4 kapky fenolftaleinu a titrovalo se 0,1 M NaOH za stálého míchání do prvního postřehnutelného světle růžového zbarvení, které vydrželo po dobu 20 sekund. Obsah veškerých kyselin se vyjádří na převládající organickou kyselinu obsaženou v titrovaném vzorku - kyselina jablečná.

$$x = \frac{a \cdot f \cdot 0,0064 \cdot 100}{n}$$

a – spotřeba 0,1 M NaOH v ml

f – faktor 0,1 M NaOH

n – množství vzorku k titraci v ml



#### 4.6 Stanovení pevnosti plodu ručním penetrometrem

Ke stanovení byl použit ruční penetrometr Fruit firmness tester. Po zapnutí přístroje vynulujeme displej penetrometru a nastavíme na jednotky měření v „N“. Poté z obou stran razidlo o průměru 0,8 cm vtlačíme do plodu a to do hloubky 0,5 cm. Po tomto zatížení se nám na přístroji zobrazí hodnota. Naměřené hodnoty z penetrometru se vypočítají a poté se převedou na MPa.

Z naměřených hodnot vypočítáme penetrační napětí:

$$A = \pi r^2 \text{ [mm]}$$

$$\sigma_{ps} = \frac{F_s}{A} \text{ [MPa]}$$

$r$  – poloměr průřezu razidla penetrometru [mm]

$A$  – plocha průřezu razidla penetrometru [mm]

$F_s$  – síla potřebná k průniku slupkou [N]

$\sigma_{ps}$  - tlakové napětí [MPa]

#### 4.7 Stanovení produkce etylenu a intenzity dýchání

Stanovení etylenu a CO<sub>2</sub> bylo provedeno pomocí plynové chromatografie na plynovém chromatografu Agilent GC 4890D. Nosným plynem bylo helium. Pro stanovení etylenu byla použita kapilární kolona s využitím plamenově ionizačního detektoru (FID). Obsah CO<sub>2</sub> byl stanoven paralelně při stanovení etylenu metodou kapilární plynové chromatografie s využitím teplotně vodivostního detektoru (TCD).

Do třech hermetických nádob, každá o objemu 1 litr, bylo uzavřeno 5 plodů o známé hmotnosti. Po expoziční době v délce 1 hodiny byl stříkačkou odebrán 1 ml atmosféry z hermeticky uzavřené nádoby, který byl následně ručně nastříknut do kolony plynového chromatografu. Pak byla stanovena koncentrace etylenu a CO<sub>2</sub> ve volném prostoru hermetické nádoby.

Z hodnot stanovených na plynovém chromatografu byla následně vypočítána produkce CO<sub>2</sub> a etylenu pomocí vzorců.

Vzorec pro výpočet produkce etylenu:

$$c_i = \frac{A_i}{A_s} * \frac{V_s}{V_i} * c_s = \frac{A_i}{65} * \frac{1}{1} * 100 \left[ \frac{\mu\text{l}}{\text{l}} \right]$$

$$G_i = \frac{c_i}{V_f * m * t} \left[ \frac{\mu\text{l}}{\text{kg} * \text{h}} \right]$$

$$V_f = V - m$$

$A_i$  - plocha píku etylenu [mV \* s]

$V$  - objem hermetické nádoby [l]

$A_s$  - plocha píku standardu etylenu  
[mV \* s]

$m$  - hmotnost plodů [kg]

$V_s$  - objem standardu etylenu [ml]

$t$  - expoziční doba [hodiny]

$V_i$  - objem vzorku [ml]

$G_i$  - produkce etylenu  $\left[ \frac{\mu\text{l}}{\text{kg} * \text{h}} \right]$

$c_s$  - koncentrace standardu etylenu  $\left[ \frac{\mu\text{l}}{\text{l}} \right]$

$c_i$  - koncentrace etylenu  $\left[ \frac{\mu\text{l}}{\text{l}} \right]$

Vzorec pro výpočet produkce oxidu uhličitého (CO<sub>2</sub>):

$$c_i = \frac{A_i}{A_s} * \frac{V_s}{V_i} * c_s = \frac{A_i}{136} * \frac{1}{1} * 18,49 \left[ \frac{\text{mg}}{\text{kg}} \right]$$

$$G_i = \frac{c_i}{V_f * m * t} \left[ \frac{\text{mg}}{\text{kg} * \text{h}} \right]$$

$$V_f = V - m$$

$A_i$  - plocha píku CO<sub>2</sub> [mV \* s]

$c_i$  - koncentrace CO<sub>2</sub>  $\left[ \frac{\text{mg}}{\text{kg}} \right]$

$A_s$  - plocha píku standardu CO<sub>2</sub>  
[mV \* s]

$G_i$  - produkce CO<sub>2</sub>  $\left[ \frac{\text{mg}}{\text{kg} * \text{h}} \right]$

$V_s$  - objem standardu CO<sub>2</sub> [ml]

$V$  - objem hermetické nádoby [l]

$V_i$  - objem vzorku [ml]

$m$  - hmotnost plodů [kg]

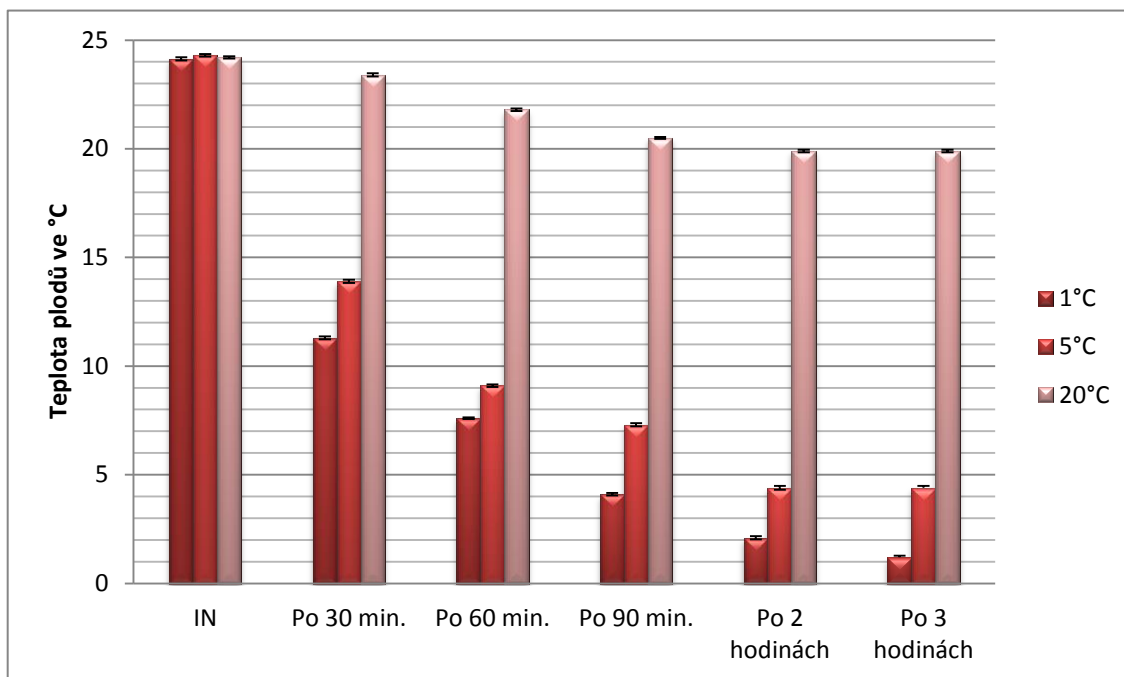
$c_s$  - koncentrace standardu CO<sub>2</sub>  $\left[ \frac{\mu\text{l}}{\text{l}} \right]$

$t$  - expoziční doba [hodiny]

## 5. Výsledky a diskuze

### 5.1 Hodnocení doby zchlazování

Pro produkty s krátkou uchovatelností má být čas zchlazování asi 20 hodin, produkty velmi citlivé se zchlazují 8-12 hodin, pro produkty dlouhodobě skladované je akceptovatelná doba zchlazování 3-4 dny. (GOLIÁŠ, 2011)



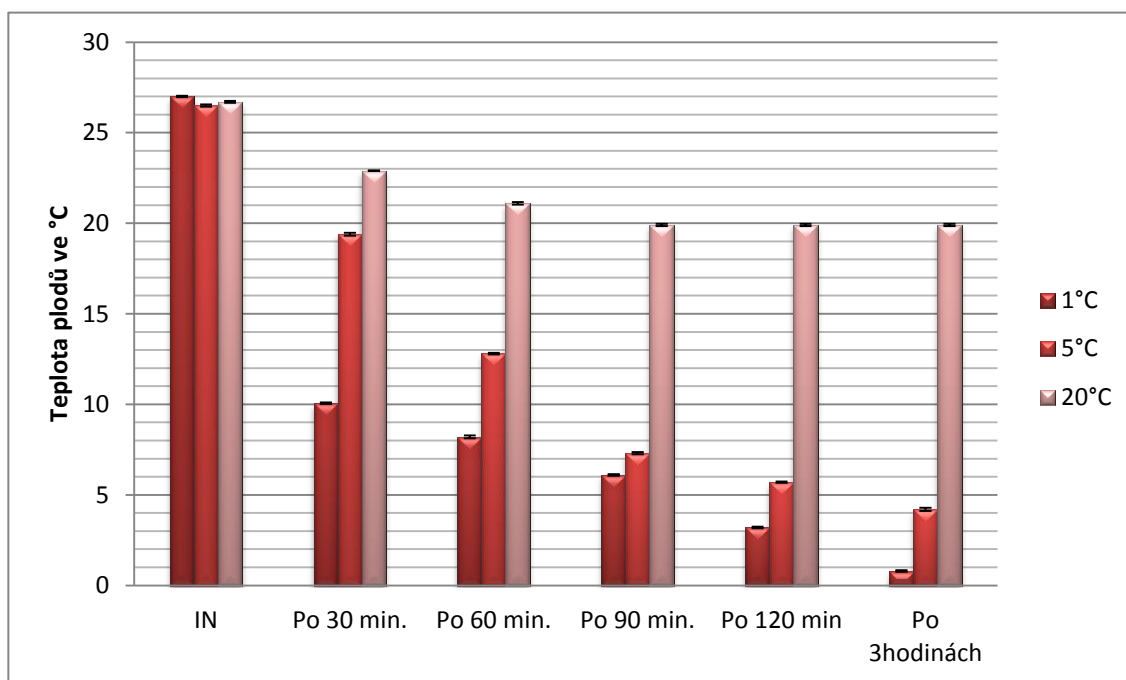
Graf č. 1: Teplota plodů meruněk se směrodatnou odchylkou v průběhu zchlazování, odrůda „Leskora“

Plody byly krátkodobě skladovány v 1 °C, 5 °C a 20 °C po dobu 9 dnů. U odrůdy „Leskora“, z hodnot v grafu č. 1, je poločas zchlazování velmi rozdílný v tom že při měření jednotlivých plodů, které byly vystaveny celým povrchem, se poločas zchlazování velmi výrazně lišil, neboť po 30–60–90 minutách jsou hodnoty v teplotě 1 °C a 5 °C výrazně nižší a po dvou hodinách a zejména po třech hodinách bylo zchlazování v 1 °C a 5 °C prakticky dokončeno, zatímco v teplotě 20 °C je pokles nevýrazný a ustanovil se ve 20 °C na hodnotě 19,9 °C jako výsledná hodnota po dvou hodinách.

Odrůda „Betinka“, z hodnot v grafu č. 2, měla téměř shodný průběh. V teplotě 20 °C se plody na konečné teplotě 19,9 °C ustanovily po 90 minutách v 1 °C a 5 °C došlo k ustálení na teploty 0,8 °C a 4,2 °C po 3 hodinách.

Po naměření všech hodnot byly poškozené plody odebrány, aby nedošlo ke zkáze společně skladovaných plodů.

Goliáš (2011) uvádí, že pro odhad výsledné doby zchlazení podle poločasu ochlazování je dobré znát teplotu produktu. Povrchová a středová teplota nejsou reprezentativní, věrohodné výsledky se zjistí uložením stopky teploměru do jedné čtvrtiny poloměru plodu.



Graf č. 2: Teplota plodů meruněk se směrodatnou odchylkou v průběhu zchlazování, odrůda „Betinka“

## 5.2 Hodnocení obsahu rozpustné sušiny v plodech meruněk

Jsou-li meruňky sklizené příliš brzy, nedosahují optimální kvality vzhledem k tomu, že se struktura, sladkost, kyselost a aroma nevyvíjejí normálně. (VALDES et al., 2009)

Plody meruněk jsou považované jako sladké s vysokou rozpustnou sušinou a tomu odpovídající obsah titračních kyselin. Rozpustná sušina může dosahovat hodnot od 8–13 °Brix což je závislé na podmínkách stanoviště a odrůdě.

Tabulka č. 1: Průměrný obsah rozpustné sušiny odrůd meruněk se směrodatnou odchylkou v průběhu skladování

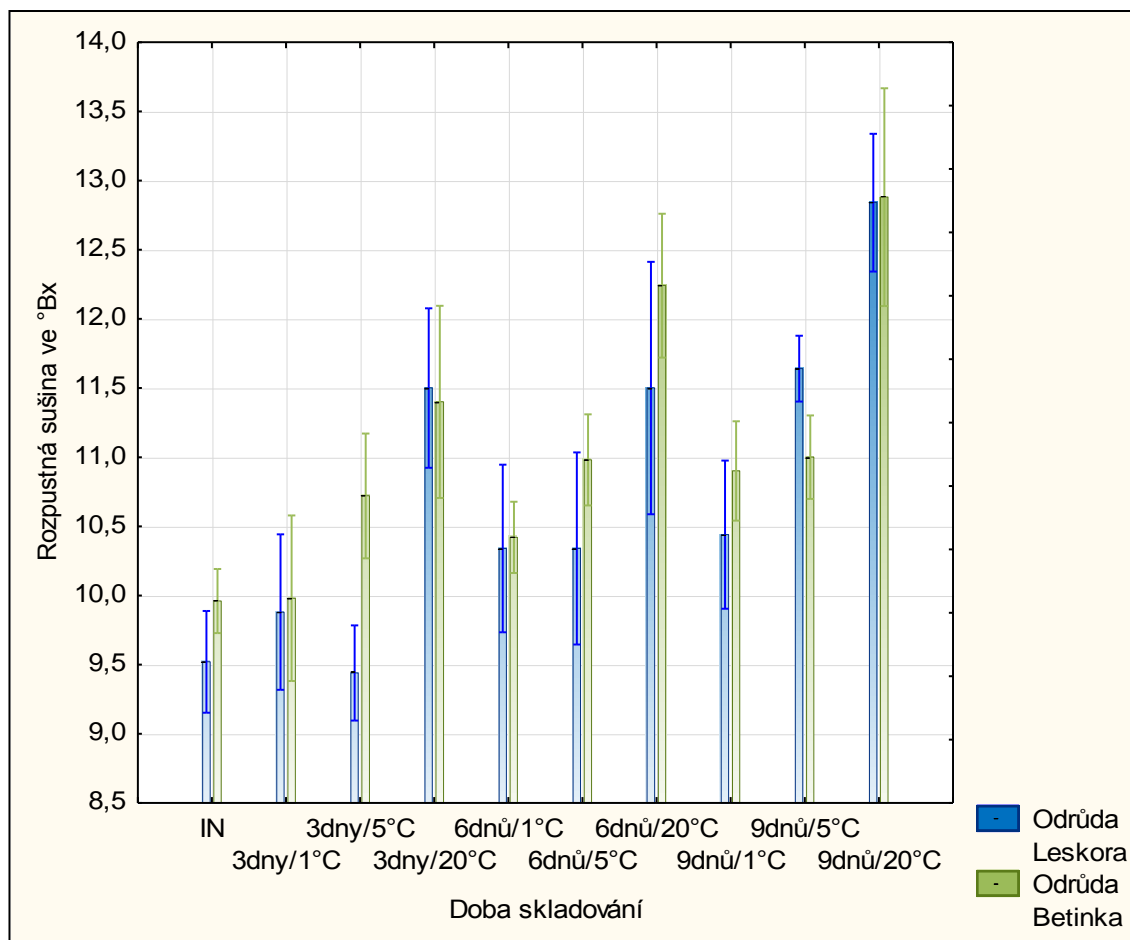
Doba skladování	Obsah rozpustné sušiny ve °Brix	
	„Leskora“	„Betinka“
IN	9,52 ± 0,36	9,96 ± 0,23
3 dny v 1°C	9,88 ± 0,56	9,98 ± 0,59
3 dny v 5°C	9,44 ± 0,34	10,72 ± 0,45
3 dny ve 20°C	11,50 ± 0,57	11,40 ± 0,69
6 dní v 1°C	10,34 ± 0,60	10,42 ± 0,25
6 dní v 5°C	10,34 ± 0,69	10,98 ± 0,32
6 dní ve 20°C	11,50 ± 0,91	12,24 ± 0,52
9 dní v 1°C	10,44 ± 0,53	10,90 ± 0,35
9 dní v 5°C	11,64 ± 0,23	11,00 ± 0,30
9 dní ve 20°C	12,84 ± 0,49	12,88 ± 0,78

Baričič (2015) ve své práci uvádí, že nezralé plody odrůdy „Leskora“ obsahovaly po sběru 13,02 °Brix a po sedmi dnech skladování při teplotě 20°C 16,84 °Brix. Odrůda „Betinka“ měla po sběru 12,05 °Brix a po sedmi dnech skladování při teplotě 20 °C 15,10 °Brix (BARIČIČ, 2015).

Plody meruněk jsou považované jako sladké s vysokou rozpustnou sušinou a tomu odpovídající obsah titračních kyselin. Rozpustná sušina může dosahovat hodnot od 8–13 °Brix což je závislé na podmínkách stanoviště a odrůdě. Obě odrůdy „Leskora“ i „Betinka“ jsou sklizňově zralé v minimálně týdenním intervalu, takže „Betinka“ jako novošlechtěná je barevně atraktivní odrůdou.

Z hlediska obsahu látek rozpustné sušiny se v průběhu skladování kumulovali zásobní látky a během doby posklizňového uložení se jejich hodnota zvyšovala v závislosti na teplotě a době skladování. U odrůdy „Leskora“ se po 3 dnech skladování ve 20 °C rozpustná sušina zvýšila o 1,98 °Brix. Po 6 dnech ve 20 °C je tento rozdíl shodný. Po 9 dnech ve 20 °C se rozpustná sušina zvýšila o 3,32 °Brix. Hodnoty rozpustné sušiny v teplotách 1 °C a 5 °C byly nižší. Pro odrůdu „Betinka“ po 3 dnech skladování je rozpustná sušina vyšší o 1,44 °Brix a po 6 dnech skladování o 1,02 °Brix. Po 9 dnech je rozpustná sušina vyšší o 2,92 °Brix. Rovněž tak v teplotách nižších je zvýšení rozpustné sušiny jen nižší nominální hodnoty.

Vzestup sušiny není vyvolán přítokem asimilátů do plodu, neboť plod ztratil po sklizni komunikaci s plodonošem, ale je vyvoláno zvětšení v důsledku ztráty transpirační vody a sušiny. Takže plod se relativně zahustí. Z tohoto pohledu je obsah rozpustné sušiny u „Leskory“ vyšší ale je minimální (3,32 °Brix, 2,92 °Brix) a bude záviset na srovnání s hmotnostní ztrátou. Budou-li shodné nebo budou větší u odrůdy „Leskora“ než u odrůdy „Betinka“.



Graf č. 3: Stanovení refraktometrické sušiny plodů ve fázi IN a po 3, 6 a 9 dnech skladování v různých teplotních podmínkách

Podle Goliáše a Lebedy (1978) by měly hodnoty rozpustné sušiny v průběhu zrání postupně narůstat a vrcholit v nejvyšším stupni zralosti.

### 5.3 Hodnocení obsahu titračních kyselin v plodech meruněk

Obsah organických kyselin se v průběhu posklizňového skladování snižuje v důsledku přímé metabolizace hlavních kyselin (kys. jablečná, kys. citrónová) na výsledné hodnoty vody a CO<sub>2</sub>. Neočekává se, že v průběhu posklizňového dozrání se organické kyseliny redukovaly na cukry jako je glukóza a fruktóza.

V teplotách 1 °C, 5 °C a 20 °C byl pokles titračních kyselin proporcionální jak po 3 tak po 6 a 9 dnech. U odrůdy „Leskora“ je po 9 dnech ve 20 °C pokles na 74 % původního obsahu. U odrůdy „Betinka“ po 9 dnech skladování ve 20 °C je pokles 65,9 % z původního obsahu.

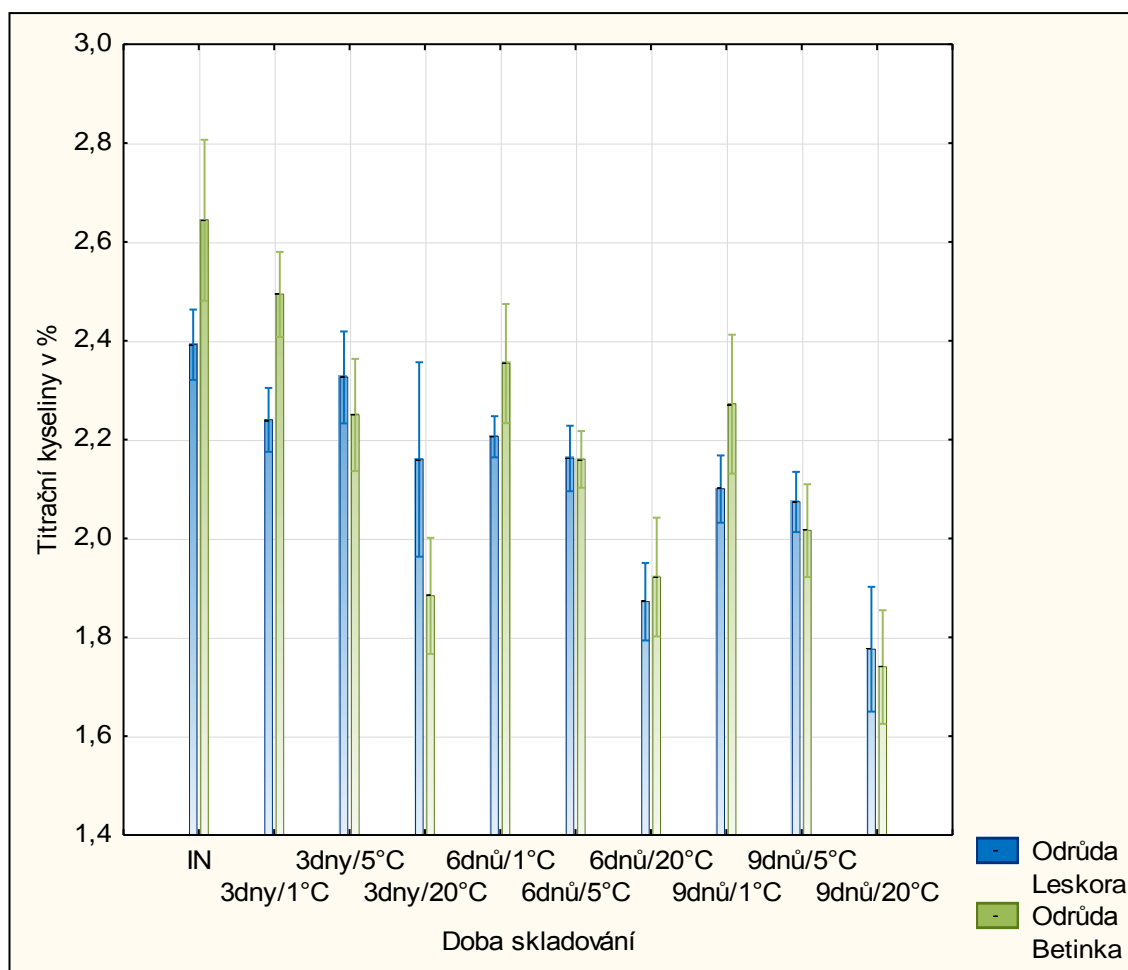
Pro odrůdu „Leskora“ je po 9 dnech skladování v 1 °C pokles na 87,7 % a v 5 °C pokles na 80,6 % z původního obsahu.

Tabulka č. 2: Průměrný obsah titračních kyselin odrůd meruněk se směrodatnou odchylkou v průběhu skladování

Doba skladování	Obsah titračních kyselin v %	
	„Leskora“	„Betinka“
IN	2,39 ± 0,07	2,64 ± 0,16
3 dny v 1°C	2,24 ± 0,06	2,49 ± 0,08
3 dny v 5°C	2,32 ± 0,09	2,25 ± 0,11
3 dny ve 20°C	2,16 ± 0,19	1,88 ± 0,11
6 dní v 1°C	2,20 ± 0,04	2,35 ± 0,12
6 dní v 5°C	2,16 ± 0,06	2,16 ± 0,05
6 dní ve 20°C	1,87 ± 0,07	1,92 ± 0,12
9 dní v 1°C	2,10 ± 0,06	2,27 ± 0,14
9 dní v 5°C	2,07 ± 0,06	2,01 ± 0,09
9 dní ve 20°C	1,77 ± 0,12	1,74 ± 0,11

Pro odrůdu „Betinka“ je po 9 dnech skladování v 1 °C pokles na 85,9 % a v 5 °C pokles na 76,1 % z původního obsahu.

Pokles titračních kyselin jasně vyjadřuje vliv teploty posklizňového uložení a je významným kritériem hodnocení odrůdy



Graf č. 4: Stanovení obsahu titračních kyselin plodu ve fázi IN a po 3, 6 a 9 dnech skladování v různých teplotních podmínkách

#### 5.4 Hodnocení penetrometrické pevnosti plodů meruněk

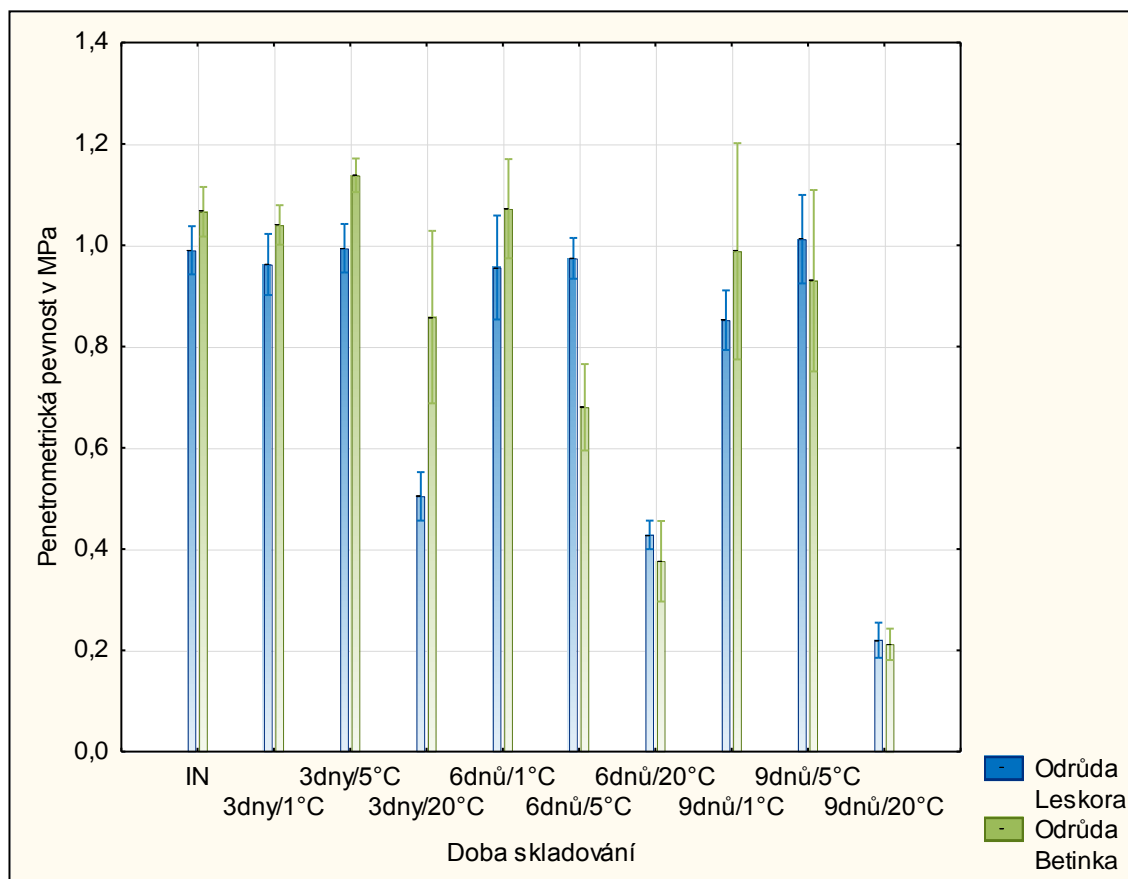
Pevnost pletiva může být dobře použitelnou metodou objektivizace sběru a taktéž vhodným kritériem stupně zralosti.

„Betinka“ v období sklizně byla jen nepatrně pevnější a tyto hodnoty se promítaly i do posklizňového skladování. Po 9 dnech skladování ve 20 °C je výsledná pevnost pro obě odrůdy shodná nicméně pro účely další manipulace se jedná o plody, které jsou měkké.



Tabulka č. 3: Průměrné hodnoty penetrometrické pevnosti plodů meruněk se směrodatnou odchylkou v průběhu skladování

Doba skladování	Penetrometrická pevnost plodu v MPa	
	Leskora	Betinka
IN	0,99 ± 0,04	1,06 ± 0,04
3dny v 1°C	0,96 ± 0,06	1,04 ± 0,03
3 dny v 5°C	0,99 ± 0,04	1,13 ± 0,3
3 dny ve 20°C	0,50 ± 0,04	0,85 ± 0,17
6 dní v 1°C	0,95 ± 0,10	1,07 ± 0,09
6 dní v 5°C	0,97 ± 0,04	0,68 ± 0,08
6 dní ve 20°C	0,42 ± 0,02	0,37 ± 0,7
9 dní v 1°C	0,85 ± 0,05	0,98 ± 0,21
9 dní v 5°C	1,01 ± 0,08	0,93 ± 0,17
9 dní ve 20°C	0,22 ± 0,03	0,21 ± 0,03



Graf č. 5: Stanovení průměrné pevnosti plodů penetrometricky ve fázi IN a po 3, 6 a 9 dnech v různých teplotních podmínkách

Průměrná pevnost slupky v době skladování klesla u všech plodů. Radikální pokles pevnosti plodu byl zaznamenán u obou odrůd a to ve 20 °C. Odrůda „Leskora“ měla na počátku hodnotu  $0,99 \pm 0,04$  MPa a po devíti dnech skladování hodnotu  $0,22 \pm 0,03$  MPa. Odrůda „Betinka“ měla na počátku skladování hodnotu  $1,06 \pm 0,04$  a po 9 dnech skladování hodnotu  $0,21 \pm 0,03$  MPa.

## 5.5 Hodnocení hmotnostního úbytku během chladírenského skladování plodů meruněk

Úbytek hmotnosti plodů je závislý na teplotě skladování. Čím nižší je teplota skladování, tím nižší je i odpar vody z plodů.

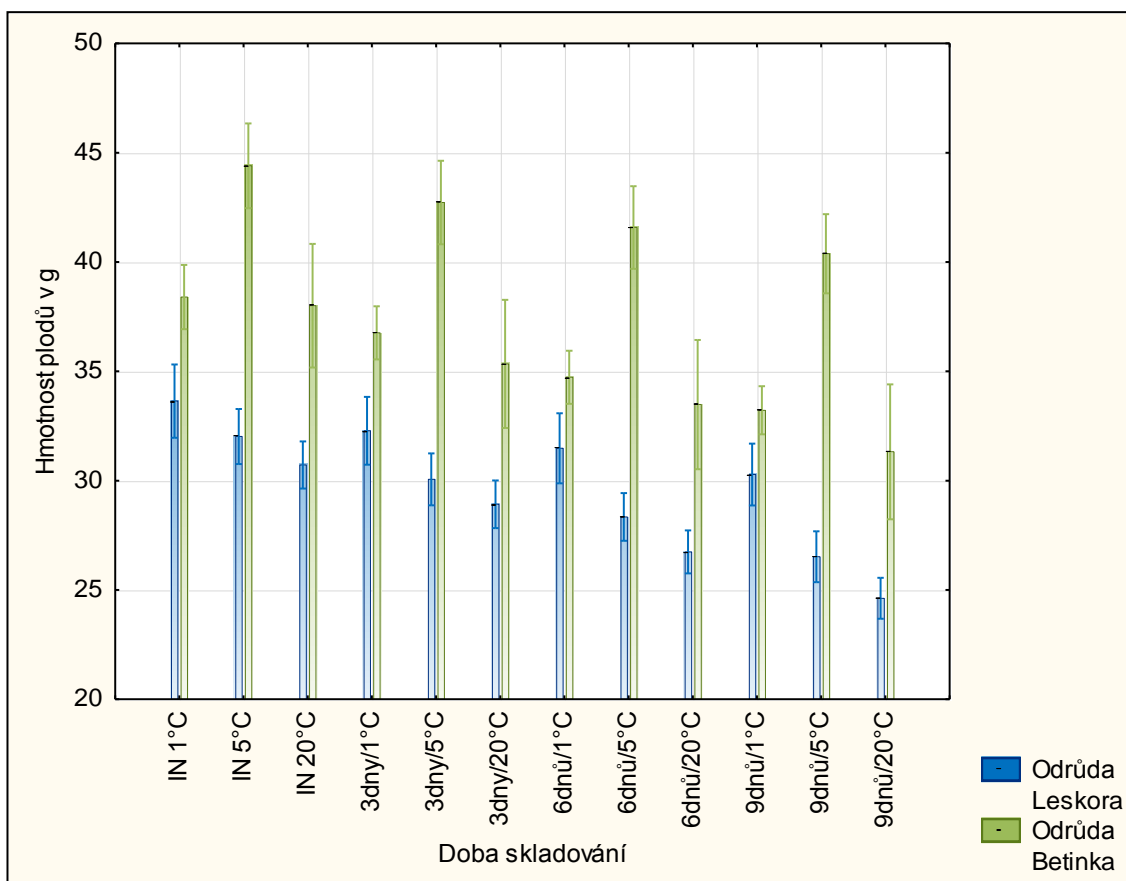
Ztráty na hmotnosti jsou v průběhu posklizňového skladování i podle odrůd progresivní a jejich hodnoty na konci skladování představují u odrůdy „Leskora“ v 1 °C ztráty za celé období posklizňového skladování 10 %. V 5 °C ztráty 17,1 %. Ve 20 °C ztráty 19,8 %.

Tabulka č. 4: Průměrné hodnoty hmotnosti odrůd meruněk se směrodatnou odchylkou v průběhu skladování

Doba skladování	Průměrná hmotnost v g	
	„Leskora“	„Betinka“
IN 1°C	$33,64 \pm 1,67$	$38,40 \pm 1,46$
IN 5°C	$32,02 \pm 1,26$	$44,40 \pm 1,93$
IN 20°C	$30,72 \pm 1,07$	$38,00 \pm 2,82$
3 dny v 1°C	$32,28 \pm 1,55$	$36,76 \pm 1,21$
3 dny v 5°C	$30,06 \pm 1,19$	$42,72 \pm 1,91$
3 dny ve 20°C	$28,92 \pm 1,09$	$35,34 \pm 2,92$
6 dní v 1°C	$31,48 \pm 1,60$	$34,73 \pm 1,21$
6 dní v 5°C	$28,34 \pm 1,09$	$41,58 \pm 1,88$
6 dní ve 20°C	$26,74 \pm 0,98$	$33,48 \pm 2,95$
9 dní v 1°C	$30,28 \pm 1,41$	$33,22 \pm 1,10$
9 dní v 5°C	$26,52 \pm 1,16$	$40,38 \pm 1,80$
9 dní ve 20°C	$24,62 \pm 0,93$	$31,32 \pm 3,08$

U odrůdy „Betinka“ představovaly ztráty za celé období posklizňového skladování v 1 °C ztráty 13,4 % v 5 °C ztráty 9 % a ve 20 °C ztráty 17,5 %.

V těchto hodnotách jsou plody už málo skladovatelné, úbytek transpirační vody je vysoký.



Graf č. 6: Stanovení hmotnosti plodu ve fázi IN a po 3, 6 a 9 dnech skladování v různých teplotních podmínkách

## 5.6 Hodnocení produkce etylenu ve vnitřní atmosféře plodu a intenzitou dýchání

Produkce etylenu odrůd meruněk jako klimakterického ovoce má zásadní význam pro posklizňové skladování, jakož i pro odrůdy pokud se mezi sebou srovnají.

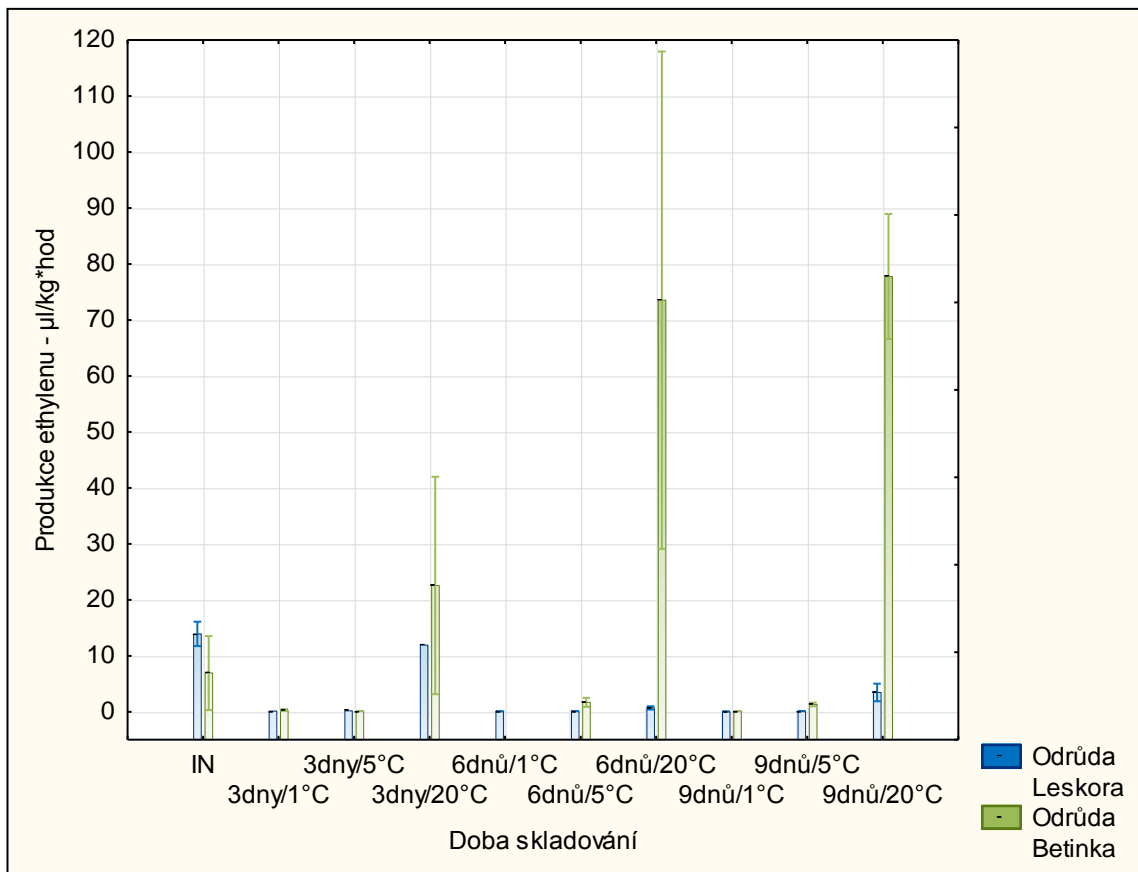
Mezi rychlostí produkce etylenu a produkcí CO<sub>2</sub>, příp. spotřebou O<sub>2</sub> není zřejmá závislost. Také teplotní koeficient u etylenu, v teplotním pásmu 0-20 °C je 2,3-5 krát vyšší jako pro intenzitu dýchání. Proto i jeho nahromadění za časovou jednotku bude daleko vyšší než CO<sub>2</sub>. Kumulativní účinky obou plynů může příznivě ovlivňovat teplota. (GOLIÁŠ, 1996).

Odrůda „*Leskora*“ a „*Betinka*“ byly sklizeny na počátku klimakterické fáze kdy byla jen mírně vyšší produkce etylenu u odrůdy „*Leskora*“  $13,90 \pm 2,17 \mu\text{l/kg}^*\text{hod}$ , odrůda „*Betinka*“ měla hodnotu nižší s relativně vyšší směrodatnou odchylkou  $6,91 \pm 6,60 \mu\text{l/kg}^*\text{hod}$ .

Tabulka č. 5: Průměrné hodnoty produkce etylenu odrůd meruněk se směrodatnou odchylkou v průběhu skladování

Doba skladování	Produkce etylenu v $\mu\text{l/kg}^*\text{hod}$	
	„ <i>Leskora</i> “	„ <i>Betinka</i> “
IN	$13,90 \pm 2,17$	$6,91 \pm 6,60$
3 dny v 1°C	$0,12 \pm \text{---}$	$0,28 \pm 0,16$
3 dny v 5°C	$0,16 \pm \text{---}$	$0,12 \pm 0,03$
3 dny ve 20°C	$11,90 \pm \text{---}$	$22,56 \pm 19,42$
6 dní v 1°C	$0,08 \pm 0,00$	-
6 dní v 5°C	$0,10 \pm 0,01$	$1,68 \pm 0,81$
6 dní ve 20°C	$0,69 \pm 0,29$	$73,53 \pm 44,42$
9 dní v 1°C	$0,03 \pm 0,00$	$0,11 \pm 0,02$
9 dní v 5°C	$0,11 \pm 0,03$	$1,31 \pm 0,32$
9 dní ve 20°C	$3,44 \pm 1,57$	$77,75 \pm 11,16$

V průběhu skladování se u odrůdy „*Leskora*“ produkce etylenu udržovala v rozmezí  $0,03\text{--}11,90 \mu\text{l/kg}^*\text{hod}$  s minimální směrodatnou odchylkou a tato hodnota se po 3, 6 a 9 dnech neměnila jak v teplotě 20 °C tak i v teplotách 1 °C a 5 °C. Odrůda „*Leskora*“ je jedna z mála odrůd, která se klimakterickým vývojem neprojevovala z hlediska produkce etylenu. Pro další skladování je tato odrůda dobře použitelná protože produkce etylenu uvolňována z plodu se neměnila.



Graf č. 7: Stanovení produkce etylenu plodu ve fázi IN a po 3, 6 a 9 dnech skladování v různých teplotních podmínkách

Stanovení intenzity dýchání jako produkce  $\text{CO}_2$  v  $\text{mg/kg*hour}$  je základním parametrem v posklizňovém uložení dužnatých plodů.

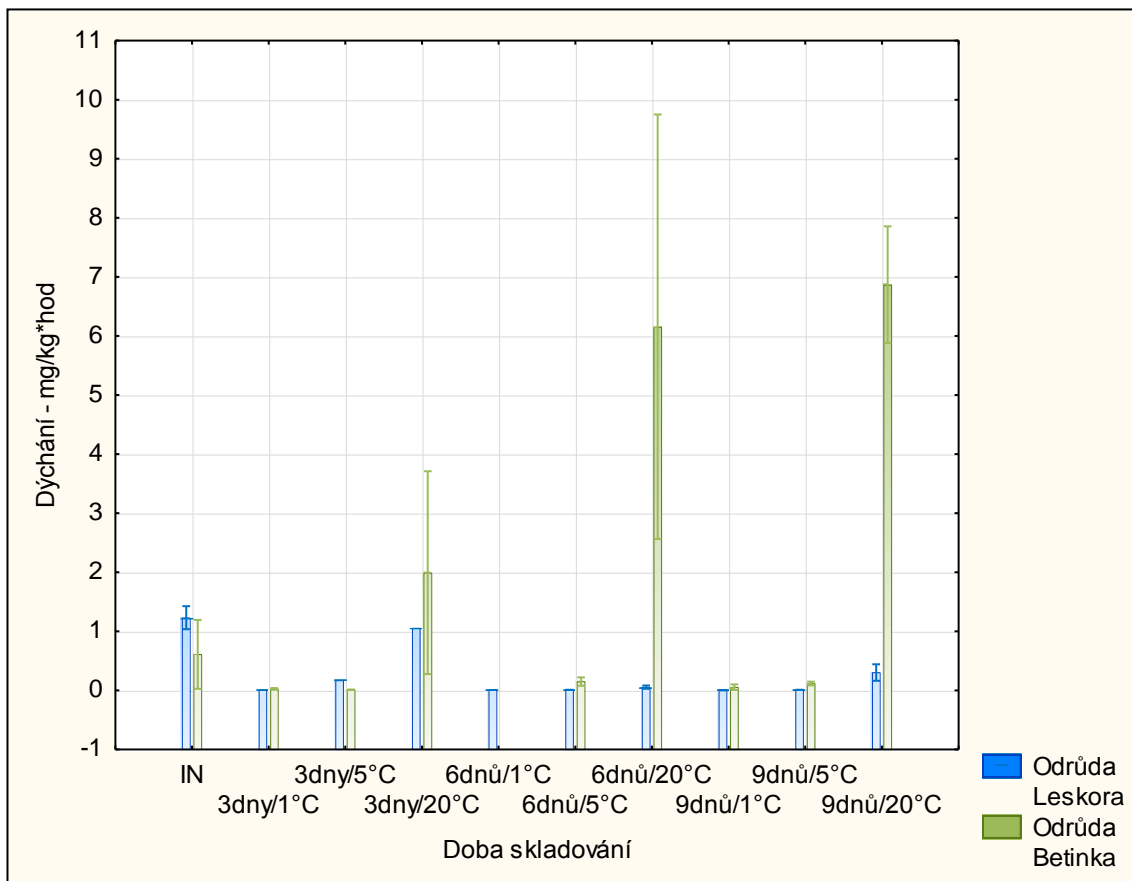
Stanovení produkce  $\text{CO}_2$  a produkce etylenu bylo provedeno na duální koloně kdy z jednoho nástřiku plynné fáze v hermetické nádobě, byly obě plynné složky analyticky stanoveny za stejných podmínek, což je zřejmá výhoda vedoucí k faktu, že tytéž plody byly souběžně posouzeny vzhledem k teplotním podmínkám uložení, ale také s ohledem na stanovené odrůdy.

Tabulka č. 6: Průměrné hodnoty intenzity dýchání (produkce CO<sub>2</sub>) odrůd meruněk se směrodatnou odchylkou v průběhu skladování

Doba skladování	Produkce CO <sub>2</sub> v mg/kg*hod	
	„Leskora“	„Betinka“
IN	1,23 ± 0,19	0,61 ± 0,58
3 dny v 1°C	0,01 ± ---	0,02 ± 0,02
3 dny v 5°C	0,17 ± ---	0,01 ± 0,00
3 dny ve 20°C	1,05 ± ---	1,99 ± 1,72
6 dní v 1°C	0,01 ± 0,00	Neměřeno
6 dní v 5°C	0,01 ± 0,00	0,15 ± 0,07
6 dní ve 20°C	0,06 ± 0,03	6,16 ± 3,59
9 dní v 1°C	0,00 ± 0,00	0,06 ± 0,05
9 dní v 5°C	0,01 ± 0,00	0,12 ± 0,03
9 dní ve 20°C	0,30 ± 0,14	6,87 ± 0,99

Údaje na grafu jednoznačně prokázaly, že odrůda „Leskora“ podobně jako při stanovení etylenu má velmi nízkou produkci CO<sub>2</sub> a zůstala po celou dobu skladování prakticky neměnná. Ve všech případech směrodatná odchylka byla minimální.

„Betinka“ ve svých projevech produkce dýchání měla hodnoty vyšší a to v teplotě 20°C jak z hlediska doby skladování tak i teploty. Odlišovala se tak od odrůdy „Leskora“.



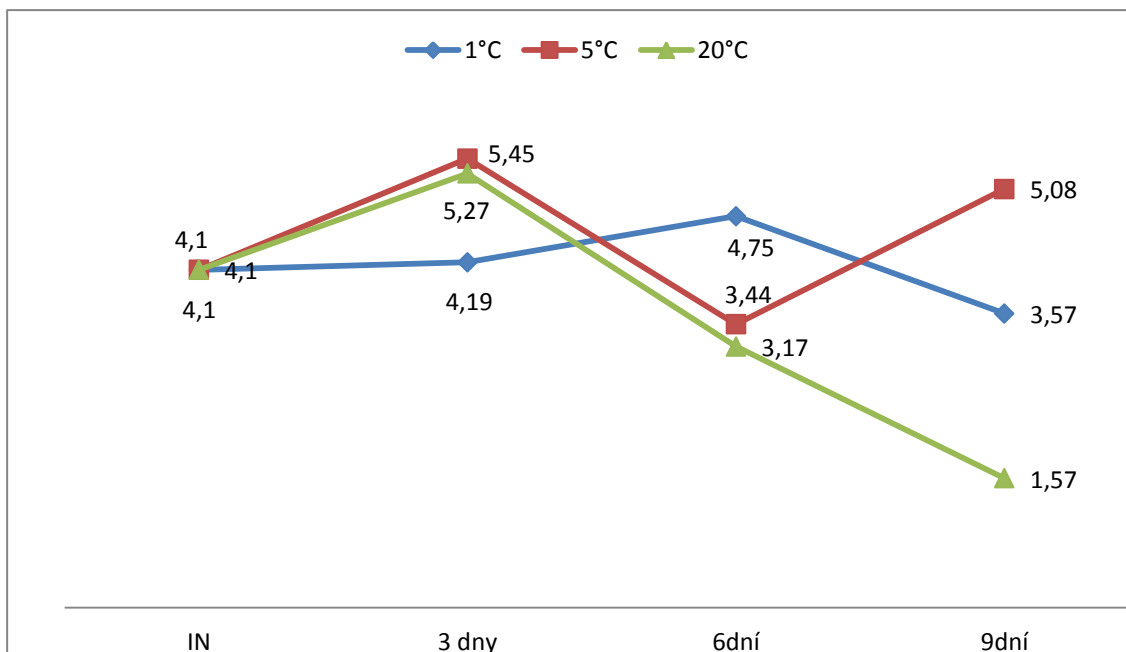
Graf č. 8: Stanovení produkce CO<sub>2</sub> plodu ve fázi IN a po 3, 6 a 9 dnech skladování v různých teplotních podmínkách

## 5.7 Index zralosti skladovaných plodů meruněk

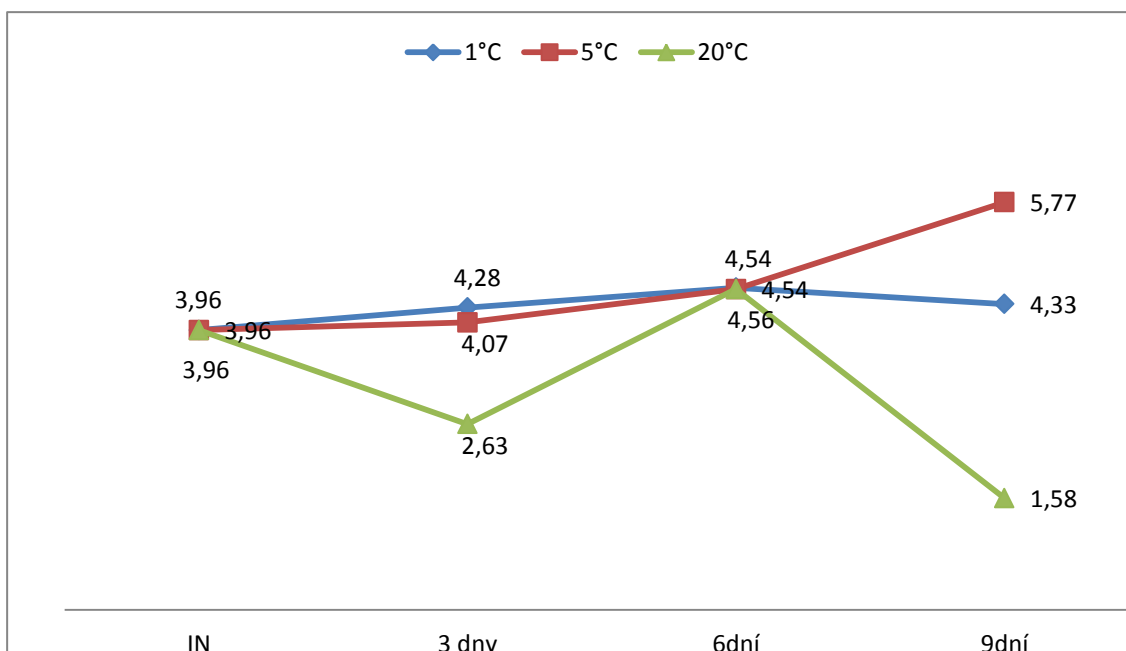
Tabulka č. 7: Index zralosti plodů meruněk se směrodatnou odchylkou v průběhu skladování

Doba skladování	Index zralosti	
	Leskora	Betinka
IN	3,96±0,28	4,1±0,4
3dny v 1°C	4,28±0,49	4,19±0,35
3 dny v 5°C	4,07±0,31	5,45±0,29
3 dny ve 20°C	2,68±0,42	5,27±0,05
6 dní v 1°C	4,56±0,72	4,75±0,36
6 dní v 5°C	4,54±0,25	3,44±0,39
6 dní ve 20°C	2,63±0,26	3,17±0,67
9 dní v 1°C	4,33±0,52	3,57±0,91

9 dní v 5°C	5,77±0,73	5,08±1,05
9 dní ve 20°C	1,58±0,2	1,57±0,21



Graf č. 9: Index zralosti v průběhu skladování u odrůdy „Betinka“



Graf č. 10: Index zralosti v průběhu skladování odrůda „Leskora“



## 6. Závěr

Meruňky hodnocené ve dvou odrůdách byly skladovány v optimálním stupni zralosti, odpovídající začátku klimakterické fáze. Pro posklizňové uložení 3, 6 a 9 dnů byly požity teploty 1 °C, 5 °C a 20 °C u nichž byly vždy hodnoceny hmotnostní ztráty, rozpustná sušina, titrační kyseliny, penetrometrická pevnost, rychlost zchlazování a fyziologické parametry. Hodnocena byla produkce etylenu metodou headspace/CGC/FID a intenzita dýchání (produkce CO<sub>2</sub>) hodnoceny metodou headspace/CGC/TCD a vyjádřeny v hodnotách produkce CO<sub>2</sub> (mg/kg\*hod) a etylen (μl/kg\*hod).

U odrůdy „*Leskora*“ je poločas zchlazování velmi rozdílný v tom, že při měření jednotlivých plodů, které byly vystaveny celým povrchem, se poločas zchlazování velmi výrazně lišil neboť po 30–60–90 minutách jsou hodnoty v teplotě 1 °C a 5 °C výrazně nižší a po dvou hodinách a zejména po třech hodinách bylo zchlazování v 1 °C a 5 °C prakticky dokončeno, zatímco v teplotě 20 °C je pokles nevýrazný a ustanovil se ve 20 °C na hodnotě 19,9 °C jako výsledná hodnota po dvou hodinách. Odrůda „*Betinka*“ měla téměř shodný průběh. V teplotě 20 °C se plody na konečné teplotě 19,9 °C ustanovily po 90 minutách v 5 °C došlo k ustálení na 4,2 °C po 3 hodinách.

U odrůdy „*Leskora*“ se po 3 dnech skladování ve 20 °C rozpustná sušina zvýšila o 1,98 °Brix. Po 6 dnech ve 20 °C je tento rozdíl shodný. Po 9 dnech ve 20 °C se rozpustná sušina zvýšila o 3,32 °Brix. Hodnoty rozpustné sušiny v teplotách 1 °C a 5 °C byly nižší. Pro odrůdy „*Betinka*“ po 3 dnech skladování je rozpustná sušina vyšší o 1,44 °Brix a po 6 dnech skladování o 1,02 °Brix. Po 9 dnech je rozpustná sušina vyšší o 2,92 °Brix. Rovněž tak v teplotách nižších je zvýšení rozpustné sušiny jen nižší nominální hodnoty.

V teplotách 1 °C, 5 °C a 20 °C byl pokles titračních kyselin proporcionální jak po 3 tak po 6 a 9 dnech. U odrůdy „*Leskora*“ je po 9 dnech ve 20 °C pokles na 74 % původního obsahu. U odrůdy „*Betinka*“ po 9 dnech skladování ve 20 °C je pokles 65,9 % z původního obsahu. Pro odrůdu „*Leskora*“ je po 9 dnech skladování v 1 °C pokles na 87,7 % a v 5 °C pokles na 80,6 % z původního obsahu. Pro odrůdu „*Betinka*“ je po 9 dnech skladování v 1 °C pokles na 85,9 % a v 5 °C pokles na 76,1 % z původního obsahu.

„*Betinka*“ v období sklizně byla jen nepatrně pevnější a tyto hodnoty se promítaly i do posklizňového skladování. Po 9 dnech skladování ve 20 °C je výsledná pevnost pro obě odrůdy shodná nicméně pro účely další manipulace se jedná o plody, které jsou měkké. Pevnost slupky v době skladování klesla u všech plodů. Radikální pokles pevnosti plodu byl zaznamenán u obou odrůd a to ve 20 °C. Odrůda „*Leskora*“ měla na počátku hodnotu  $0,99 \pm 0,04$  MPa a po devíti dnech skladování hodnotu  $0,22 \pm 0,03$  MPa. Odrůda „*Betinka*“ měla na počátku skladování hodnotu  $1,06 \pm 0,04$  MPa a po devíti dnech skladování hodnotu  $0,21 \pm 0,03$  MPa.

Ztráty na hmotnosti jsou v průběhu posklizňového skladování i podle odrůd progresivní a jejich hodnoty na konci skladování představují u odrůdy „*Leskora*“ v 1 °C ztráty za celé období posklizňového skladování 10 %. V 5 °C ztráty 17,1 %. Ve 20 °C ztráty 19,8 %.

U odrůdy „*Betinka*“ představovaly ztráty za celé období posklizňového skladování v 1 °C ztráty 13,4 % v 5 °C ztráty 9 % a ve 20 °C ztráty 17,5 %.

Odrůda „*Leskora*“ a „*Betinka*“ byly sklizeny na počátku klimakterické fáze kdy byla jen mírně vyšší produkce etylenu u odrůdy „*Leskora*“  $13,90 \pm 2,17$   $\mu\text{l}/\text{kg}\cdot\text{hod}$ , odrůda „*Betinka*“ měla hodnotu nižší s relativně vyšší směrodatnou odchylkou  $6,91 \pm 6,60$   $\mu\text{l}/\text{kg}\cdot\text{hod}$ . V průběhu skladování se u odrůdy „*Leskora*“ produkce etylenu udržovala v rozmezí 0,03–11,90  $\mu\text{l}/\text{kg}\cdot\text{hod}$  s minimální směrodatnou odchylkou a tato hodnota se po 3, 6 a 9 dnech neměnila jak v teplotě 20 °C tak i v teplotách 1 °C a 5 °C. Odrůda „*Leskora*“ je jedna z mála odrůd, která se klimakterickým vývojem neprojevovala z hlediska produkce etylenu. Pro další skladování je tato odrůda dobře použitelná protože produkce etylenu uvolňována z plodu se neměnila.

Odrůda „*Leskora*“ podobně jako při stanovení etylenu má velmi nízkou produkci CO<sub>2</sub> (0,00–1,23 mg/kg·hod) a zůstala po celou dobu skladování prakticky neměnná. Ve všech případech směrodatná odchylka byla minimální. „*Betinka*“ ve svých projevech produkce dýchání měla hodnoty v rozmezí 0,01–6,87 mg/kg·hod. Od odrůdy Leskora se odlišovala v produkci CO<sub>2</sub> ve 20 °C. Hodnoty zde byly vyšší a to v rozmezí od 1,99 do 6,87 mg/kg·hod.

## 7. Abstrakt

Byly hodnoceny dvě odrůdy meruněk, které byly sklizeny na počátku klimakterické fáze. Použité odrůdy meruněk byly sklizeny na pozemku Zahradnické fakulty v Lednici. Jedná se o odrůdu „*Leskora*“ sklizenou dne 22. 6. 2016 a odrůdu „*Betinka*“ sklizenou dne 1. 7. 2016.

Plody byly uloženy do teploty 1 °C, 5 °C a 20 °C po dobu 9 dnů. Po každých třech dnech skladování byly hodnoceny hmotnostní ztráty, rozpustná sušina, titrační kyseliny, penetrometrická pevnost a fyziologické parametry hodnoceny produkcí etylenu a intenzitou dýchání (produkce CO<sub>2</sub>).

Klíčová slova: meruňky, skladování, zrání, etylen.

## **8. Resume**

Two apricot varieties that were harvested at the beginning of climacteric phases were evaluated. The apricot varieties used were harvested on the plot of the Horticultural faculty in Lednice. This is a variety of „Leskora“ harvested on 22 June 2016 and „Betinka“ variety harvested on 1. 7. 2016.

The fruits were stored at 1 ° C, 5 ° C and 20 ° C for 9 days. Mass losses, soluble suspensions, titration acids and penetrometric strength were assessed after each three days of storage, and physiological parameters were assessed by ethylene production and breathing intensity (CO<sub>2</sub> production).

Keywords: apricots, storage, ripening, ethylene.

## 9. Seznam použité literatury

AUBERT, CH., CHANFORAN, C., *Postharvest changes in physicochemical properties and volatile constituents of apricot (Prunus armeniaca L.). Characterization of 28 cultivars. Journal of agricultural and food chemistry*, 2007, 55.8: 3074-3082.

BALAŠTÍK, J., *Konzervování v domácnosti: [návody k přípravě a uchování zdravých výrobků ze zahrady]*. Velehrad: Ottobre 12, c2001. ISBN 80-86524-32-9.

BALDWIN, E. A., *Fruit flavor, volatile metabolism and consumer perceptions. CRC Press: Boca Raton, FL, 2002*

BAŽANT, Z., *Pěstujeme meruňky*. Praha: Grada, 2004. Česká zahrada. ISBN 80-247-0873-6.

BLAHA, J., LUŽA, J. a KALÁŠEK, J., *Broskvoně, meruňky, mandloně*. Praha: Academia, nakladatelství Československé akademie věd, 1966. Ovocnická edice, sv. 14.

BLAŽEK, J., et al., *Ovocnictví*. Praha: Květ, 1998. ISBN 8085362333.

BRECHT, JEFFREY K., et al., *Controlled atmosphere and ethylene effects on quality of California canning apricots and clingstone peaches. Journal of Food Science*, 1982, 47.2: 432-436

BUREAU, S., et al. *Application of ATR-FTIR for a rapid and simultaneous determination of sugars and organic acids in apricot fruit. Food Chemistry*, 2009, 115.3: 1133-1140.

BURG, P., ZEMÁNEK, P., *Zařízení pro skladování. Vinař - sadař: odborný časopis pro vinohradníky, vinaře a ovocnáře*. Olomouc: Vydavatelství Baštan, 2009, 6, 56-57

CERVANTES, E., *Ethylene: new interactions, still ripening. Trends in plant science*, 2002, 7.8: 334-335.

CIFRANIČ, P., 1989: *Marhule*. 1. vyd. Bratislava: Příroda. 115 s.

- COLARIC, M., et al. *Evaluation of peach and nectarine fruit quality and correlations between sensory and chemical attributes. Journal of the Science of Food and Agriculture*, 2005, 85.15: 2611-2616.
- DAIE, J., *Carbohydrate partitioning and metabolism in crops. Horticultural Reviews, Volume 7*, 1985, 69-108.
- DEFILIPPI, B. G., et al., *Aroma volatiles: biosynthesis and mechanisms of modulation during fruit ripening. Advances in botanical research*, 2009, 50: 1-37.
- DVOŘÁK, A., VONDRÁK, J., *Malá pomologie*. 2. vyd. Praha: SZN, 1969. Malá zahradnická knihovna.
- DVOŘÁK, A., *Pěstování jablek*. 2., přeprac. a dopln. vyd. Ilustroval Jiří JELÍNEK. Praha: SZN, 1987.
- GOLIÁŠ, J., 2009: *Trendy v moderním skladování ovoce*, Úroda. [online].
- GOLIÁŠ, J., ČANĚK, A., 2005: *Etylénová atmosféra ve skladovacích technologiích jádrového ovoce*, [online].
- GOLIÁŠ, J., LEBEDA, A., 1978: *Co ovlivňuje zrání rajčat?* Zahradnictvo (6), s. 260-262, [online].
- GOLIÁŠ, J., *Skladování a zpracování I: základy chladírenství*. Vyd. 2. nezm. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 1996. ISBN 80-7157-229-2.
- GOLIÁŠ, J., *Skladování a zpracování ovoce a zeleniny*. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 2014. ISBN 978-80-7509-195-6.
- GOLIÁŠ, J., *Skladování ovoce v řízené atmosféře*. Praha: Brázda, 2011. ISBN 978-80-209-0386-0.
- HERRERO-LANGREO, A., et al., *Multispectral vision for monitoring peach ripeness. Journal of food science*, 2011, 76.2: E178-E187.
- HRIČOVSKÝ, I., BENEDIKOVÁ, D., KRŠKA, B. *Meruňky a broskvoně*. Bratislava: Příroda, 2004. 88 s. ISBN 80-07-01228-1.

INGR, I., *Základy konzervace potravin*. Vyd. 3. / . Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2007, 119, [18] s. ISBN 978-80-7375-110-4.

KELEČENIOVÁ, D., *Hodnocení hybridního potomstva meruněk s očekávanou rezistencí viru šárky švestek (PPV)* Lednice, 2014. Diplomová práce. Mendelova univerzita v Brně.

KENDE, H., *Ethylene biosynthesis. Annual review of plant biology*, 1993, 44.1: 283-307.

KOPEC, K., BALÍK, J., *Kvalitologie zahradnických produktů: nauka o hodnocení a řízení jakosti produktů a produkčních procesů*. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2008. ISBN 978-80-7375-198-2.

KOUŘIMSKÁ, L., 2010: *Změny při skladování jablek*. Zahradnictví Praha, [online].

KUPFERMAN, E. M., *The role of ethylene in determining apple harvest and storage life. Postharvest pomology newsletter*, 1986.

KUTINA, J. *Pomologický atlas 1*. Praha: Brázda, 1991. 287 s. ISBN 80-209-0089-6.

LEE, S. K.; KADER, A. A., *Preharvest and postharvest factors influencing vitamin C content of horticultural crops. Postharvest biology and technology*, 2000, 20.3: 207-220.

LILL, R. E., *Alleviation of internal breakdown of nectarines during cold storage by intermittent warming. Scientia horticulturae*, 1985, 25.3: 241-246.

LOZANO, J. E., *Fruit manufacturing: scientific basis, engineering properties, and deteriorative reactions of technological importance*. Springer Science & Business Media, 2006.

PAYASI, A., SANWAL, G. G. *Ripening of climacteric fruits and their control. Journal of food Biochemistry*, 2010, 34.4: 679-710.

SHEWFELT, R. L., *Postharvest treatment for extending the shelf life of fruits and vegetables. Food technology (USA)*, 1986.

SINHA, N., et al. (ed.). *Handbook of fruits and fruit processing*. John Wiley & Sons, 2012.

SYMONS, G. M., et al. *Hormonal changes during non-climacteric ripening in strawberry*. *Journal of experimental botany*, 2012, 63.13: 4741-4750.

ŠKOPEK, J., *Výroba destilátů z vlastního ovoce*. České Budějovice: DONA, 2003. 139 s. ISBN 80-7322-045-8.

TAKEOKA, G.T., FLATH, R.A., TERANISHI, R., and GUENTERT, M., *Volatile constituents of apricot (Prunus armeniaca)*. *J. Agr. Food Chem*, 1990, **38**:471-477.

THOENGES, H., *Ovocné šťávy, vína a likéry*. 1.vyd. Bratislava: Príroda, 1997, 128 s. ISBN 80-07-00941-8.

THOMPSON, A. K., *Controlled atmosphere storage of fruits and vegetables*. 2nd ed. Cambridge, MA: CABI, c2010. ISBN 9781845936464.

VALDES, H. H., et al. *Effect of ethylene inhibitors on quality attributes of apricot cv. Modesto and Patterson during storage*. 2009.

VELÍŠEK, J. *Chemie potravin*. Vyd. 2. upr. Tábor: OSSIS, 2002, xv, 303 s. ISBN 80-86659-01-1

VILLATORO, C., et al. *Long-term storage of Pink Lady apples modifies volatile-involved enzyme activities: consequences on production of volatile esters*. *Journal of agricultural and food chemistry*, 2008, 56.19: 9166-9174.

WATKINS, Ch. B., *The use of 1-methylcyclopropene (1-MCP) on fruits and vegetables*. *Biotechnology advances*, 2006, 24.4: 389-409.

YU, Y.B. et al., *Auxin-induced ethylene production and its inhibitors by aminoethoxyvinylglycine and cobaltion*. *Plant Physiol.*, 1979, 64:1074-1077.

BARIČIČ, M., *Hodnotenie odrôd marhúľ pri dozrievaní na strome*, Lednice, 2015. Diplomová práca. Mendelova univerzita v Brně.



**Internetové zdroje:**

ANONYM č. 1; *Odrůda Leskora*. Dostupné z: [<http://www.katalog-rostlin.cz/ovocne-dreviny/Leskora-Merunka-Armeniaca.html>]

Anonym č. 2 : *Ethen*, Dostupné z: [<https://cs.wikipedia.org/wiki/Ethen>]