

Mendelova univerzita v Brně

Zahradnická fakulta v Lednici

Ústav posklizňové technologie zahradnických
produktů

**Zlepšení posklizňového zrání meruněk
účinkem exogenního etylénu**

Diplomová práce

Vedoucí diplomové práce

prof. Ing. Jan Goliáš DrSc.

Vypracoval

Bc. David Růžička

Lednice 2015



ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Zpracovatel : **Bc. David Růžička**
Studijní program: Zahradnické inženýrství
Obor: Řízení zahradnických technologií
Název tématu: **Zlepšení posklizňového zrání meruněk účinkem exogenního etylenu**
Rozsah práce: 40 stran textu, 5 grafů, 5 tabulek

Zásady pro vypracování:

1. Prostudujte literaturu o procesech zrání peckového ovoce z hlediska látkových složek a účinku etylenu. Zjistěte prahové koncentrace nutné pro zrychlení látkových změn v plodech, které jsou po sklizni.
2. Založte pokusy s posklizňovým uložením jedné odrůdy meruněk, v nichž část plodů ošetříte exogenním etylem v koncentraci 200 ppm po dobu 24 hodin. Plody musí mít ve slupce znatelný obsah chlorofylu. Jeho zastoupení posoudíte vizuálně. Musí být dodržena homogenita zralostního a hmotnostního stupně. Ošetřené a neošetřené plody uložte do dvou teplot (3°C a 20°C) a v termínech po 0,7 a 14 dnech hodnotte zrání podle kritérií: rozpustná sušina, titrační kyselost, pevnost plodu penetrometricky, povrchová barva plodu a produkce etylenu. Pro každé měření jsou nutné tři paralelní vzorky. Založte měření hmotnostních ztrát. Pro měření povrchové barvy zpracujte vlastní hodnotící tabulku, která zahrne barevné změny povrchu plodu a pevnost plodu.
3. Výsledky zpracujte do tabulek a grafů a vždy zpracujte průměr a směrodatnou odchylku. V souhrnu práce vyhodnoťte rovnoměrnost zrání podle měření kritérií, uveďte kritérium ,které bude nejpřijatelnější.

Seznam odborné literatury:

1. GOLIÁŠ, J. Etylenové klimakterium jablek. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*. 1989. sv. 4, s. 49–57. ISSN 1211-8516.
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, s. 96–107. ISSN 0007-5922.
3. GOLIÁŠ, J. – LÉTAL, J. – DOKOUPIL, L. Influence of maturity on volatile production and chemical composition of fruits of six apricot cultivars. *Journal of Applied Botany and Food Quality-Angewandte Botanik*. 2011. sv. 84, č. 1, s. 76–84. ISSN 1613-9216.
4. GOLIÁŠ, J. *Skladování ovoce v řízené atmosféře*. 1. vyd. Praha: Brázda, 2011. 122 s. ISBN 978-80-209-0386-0.
5. KYZLINK, V. *Teoretické základy konzervace potravin*. Bratislava: SNTL/Alfa, 1988. 509 s.
6. KRŠKA, B. – PRAMUKOVÁ, J. – VACHŮN, M. Inheritance of some pomological traits in Minaret x Betinka apricot progeny. *Horticultural Science*. 2009. sv. 36 (2009), č. 3, s. 85–91. ISSN 0862-867X.
7. VACHŮN, Z. – KRŠKA, B. – SASKOVÁ, H. Výsledky realizace výzkumného a šlechtitelského programu u merunek na Zahradnické fakultě v Lednici na Moravě. *Zahradnictví*. 1995. sv. 22, č. 3, s. 95–98. ISSN 1213-7596.

Datum zadání diplomové práce: listopad 2013

Termín odevzdání diplomové práce: květen 2015

L. S.


Bc. David Růžička
Autor práce


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




prof. Ing. Jan Goliáš, DrSc.
Vedoucí práce


doc. Ing. Robert Pokluda, Ph.D.
Děkan ZF MENDELU

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma *Zlepšení posklizňového zrání meruněk účinkem exogenního etylénu* vypracoval samostatně a použil jen pramenů, které cituji a uvádím v příloženém seznamu literatury.

Souhlasím, aby práce byla uložena v knihovně Zahradnické fakulty Mendelovy univerzity v Brně a zpřístupněna ke studijním účelům.

V Lednici dne.....

Podpis

PODĚKOVÁNÍ

Rád bych poděkoval prof. Ing. Janu Goliášovi DrSc. za odborné vedení, cenné rady a ochotu pomáhat při tvorbě mé diplomové práce.

Obsah

1. ÚVOD	9
2. CÍL PRÁCE	10
3. Literární přehled	11
3.1 Vlastnosti a složení plodů meruněk (<i>Prunus armeniaca L.</i>).....	11
3.1.1 Botanická charakteristika meruňky	12
3.2 Látkové složení druhu ovoce	12
3.2.1 Voda jako prostředí reakcí	12
3.2.2 Sacharidy - cukry	13
3.2.3 Aromatické látky v ovoci během procesu zrání	13
3.2.4 Organické kyseliny převládající v meruňkách	14
3.3 Etylén – jako účinná látka při dozrávání ovoce	15
3.4 Fyzikální a chemické vlastnosti etylénu.....	15
3.5 Vliv etylénu na peckové ovoce	16
3.5.1 Fyziologické vlastnosti etylénu.....	16
3.5.2 Účinek etylénu na intenzitu dýchání	17
3.6 Syntetická výroba etylénu – pyrolýza uhlovodíků a její princip.....	18
3.6.1 Biosyntéza etylénu v ovocných plodech	19
3.7 Vliv složení okolní atmosféry na tvorbu etylénu	24
3.8 Skladování peckového ovoce v upravené atmosféře.....	25
3.9 Skladování meruněk.....	25
3.10 Zpomalení zrání plodů	27
3.11 Řízená atmosféra pro skladování peckového ovoce.....	27
3.12 Skladování v nízkém obsahu kyslíku a podíl jiných látkových složek	28
3.13 Eliminace etylenu.....	28
3.14 Perspektivy moderních skladovacích technologií	29
4. Materiály a metodika	30
4.1 Rostlinný materiál k ošetření exogenním etylénem	30

4.2	Způsob ošetření etylénem a následné skladování	30
4.3	Stanovení pevnosti plodů, veškerých kyselin a refrakce.....	32
4.3.1	Stanovení pevnosti plodů ručním penetrometrem.....	32
4.3.2	Stanovení obsahu veškerých kyselin	33
4.3.3	Stanovení refraktometrické sušiny	33
4.4	Organoleptické vlastnosti plodů.....	34
4.5	Stanovení koncentrace etylénu.....	35
5.	Výsledky a diskuze	36
5.1	Penetrometrická pevnost plodů	36
5.2	Koncentrace titračních kyselin.....	39
5.3	Změny rozpustné sušiny během skladování.....	40
5.4	Hmotnostní ztráta	41
5.5	Hodnocení organoleptických vlastností – senzorické hodnocení.....	43
6.	Souhrn získaných výsledků	46
7.	Závěr	47
8.	Abstrakt.....	49
9.	Resume.....	50
10.	Seznam použité literatury	51

Seznam tabulek

Tabulka č. 1: Světové výrobní kapacity a podíl výroby z pyrolýzy

Tabulka č. 2: Příklady energie vazeb „uhlík-uhlík“

Tabulka č. 3: Výčet výchozích organo. vlastností meruněk podle vnějších znaků

Tabulka č. 4: Penetrometrická pevnost plodů během skladování

Tabulka č. 5: Bilance obsahu kyselin v plodech během skladování

Tabulka č. 6: Obsah rozpustné sušiny v plodech

Tabulka č. 7: Hmotnostní ztráty

Tabulka č. 8: Bodové hodnocení senzorických vlastností plodů

Seznam grafů

Graf č. 1: Vývojový diagram – plody klimakterické

Graf č. 2: Vývojový diagram – plody neklimakterické

Graf č. 3: Změna pevnosti plodů na počátku, během a na konci skladování

Graf č. 4: Poklesu pevnosti plodů během skladování

Graf č. 5: Obsah kyselin během skladování

Graf č. 6: Obsah rozpustné sušiny během skladování

Graf č. 7: Celkový úbytek hmotnosti plodů za 14 dní skladování

Graf č. 8: Úbytek hmotnosti v porovnání 1. a 2. týden skladování

Graf č. 9: Úbytek váhy - vztaženo na 24 hodin

Graf č. 10: Senzorické hodnocení plodů

Seznam obrázků

Obrázek č. 1: Strukturní vzorec a 3D model etylénu

Obrázek č. 2: Biosyntéza etylénu z methioninového cyklu

Obrázek č. 3: Schéma laboratorního zařízení pro ošetření plodů etylénem

1. ÚVOD

Většina rostlin, vylučuje etylén, obvykle jako plyn, který spouští proces zrání. Je to právě etylén, který dokáže zelené nezralé rajče proměnit v chutný červený plod anebo způsobí, že poupě růže či karafiátu se rozvine do krásného květu. Čím více je přítomno etylénu jako plynu, tím rychlejší je proces zrání, ale tím dříve se také zralé plodiny zkazí či uvadnou.

Utržené ovoce je živé, probíhají v něm metabolické pochody. Je-li ovoce zabaleno do neprodyšného obalu, udusí se. Buňky ovoce i zeleniny obsahují mitochondrie, jsou to orgány, které slouží k buněčnému dýchání.

Role etylénu jako potencionálního regulátoru růstu a vývoje rostlin byla doceněna teprve před 60 lety, přestože jeho účinky byly známy už od antických dob. Například v Indii dozrávání plodů manga zrychlují atmosférou vzniklou spalováním slámy.

V období po sklizni hraje často etylén 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. V praxi si lze představit sklizeň ovoce v nerovnoměrném stupni zralosti ve fázi, kdy jsou plody ještě zelené s obsahem chlorofylu. Sklizeň, která následně bude ošetřena určitou dávkou etylénu pro rychlé a rovnoměrné dozrání všech plodů. Takové plody budou mít stejný stupeň sklizňové zralosti a je předpoklad, že konec použitelnosti ovoce bude u všech plodů stejný.

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 technologií ULO (Ultra Low Oxygen – ultra nízký obsah kyslíku). Tato technologie je využívána ve všech ovocnářsky vyspělých státech Severní Ameriky a Evropy.

Detekce etylénu či jeho přesné měření bylo realizováno po zavedení analýzy fyziologických plynů metodou plynové chromatografie v 60. letech.

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.

2. CÍL PRÁCE

Pokus s posklizňovým uložením jedné odrůdy meruněk, v nichž část plodů bude ošetřena exogenním ethylem v koncentraci 200 ppm po dobu 24 hodin. Plody musí mít ve slupce znatelný obsah chlorofylu. Jeho zastoupení se posoudí vizuálně. Musí být dodržena homogenita zralostního a hmotnostního stupně.

Ošetřené a neošetřené plody budou uloženy do dvou teplot (3°C a 20°C) a v termínech po 0,7 a 14 - ti dnech se bude hodnotit zrání podle kritérií: rozpustná sušina, titrační kyselost, pevnost plodu penetrometricky a povrchová barva plodu. Pro každé měření jsou nutné tři paralelní vzorky. Provést měření hmotnostních ztrát. Pro měření povrchové barvy bude zpracována vlastní hodnotící tabulka, která zahrne barevné změny povrchu plodu a pevnost plodu.

Výsledky budou zpracovány do tabulek a grafů. V souhrnu práce bude vyhodnocení zrání podle vlivu ethylenu.

3. Literární přehled

3.1 Vlastnosti a složení plodů meruněk (*Prunus armeniaca L.*)

Meruňky pocházejí z Číny nebo ze Sibíře, nikoli z Arménie, kde se s nimi poprvé setkal Alexandr Veliký. Velkou oblibu získaly u Římanů, kterým se ale nikdy nepodařilo vysadit je v Evropě. Zřejmě nejstarší vyšlechtěnou odrůdou je *Bredase*, která se svým vzhledem velmi blíží popisu meruněk starých Římanů. Meruňky vyžadují, podobně jako většina peckovin, chladnou zimu, která jim umožní odpočinek, a teplé léto k dozrání plodů. Samotné stromy jsou otužilé, květy se ale objevují tak brzo, že je může poškodit mráz.

Meruňkám nesvědčí vyšší nadmořská výška, nejlepší polohy v České republice jsou pro meruňky na jižní Moravě, v nadmořské výšce do 250 m nad mořem, s průměrnou roční teplotou nad 8,5 °C a souhrnem ročních srážek od 500-600 mm. Naše odrůdy meruněk se vyznačují krátkým obdobím hlubokého zimního odpočinku. Půda by neměla být příliš těžká ani vlhká. V chladnějších oblastech rodí pouze u vyhřáté zdi. Pod sklem rodí meruňky spolehlivěji, pokud jim v období klidu dopřejeme chlad, celoroční pěstování ve vytápěném skleníku není vhodné

Ve světové produkci ovoce jsou meruňky nejvíce pěstovaným peckovým ovocem. Přibližně 40 % světové produkce meruněk se vyprodukuje ve středomořských státech. Meruňky mají všestranné využití ať jako čerstvé, sušené nebo jinak zpracované. Jsou bohaté na bioaktivní složky, jako jsou b-karoten, thiamin (B1), riboflavin (B2), kyselina pantotenová, pyridoxin, kyselina nikotinová, biotin a další. Významný je komplex K a Mg solí podporující činnost srdce a majících komplexní rekonvalescenční účinek. Spotřeba meruněk je odlišná na různých kontinentech (výrazně nižší obliba je na americkém kontinentu než v Evropě nebo v jižní Africe). Na evropském kontinentu se stále více prosazuje konzumace meruněk v čerstvém stavu, v nápojích nebo jako mražené na úkor kompotovaných meruněk. Pěstování meruněk se stále více koncentruje do nejlepších podmínek a větších konkurenceschopných celků pro zabezpečení vysokých sklizní kvalitního ovoce, často s doplňkovou závlahou. Společně s vhodnými klimatickými a agrotechnickými podmínkami je nutno volit i vhodné kvalitní výkonné a odolné odrůdy, které bez poškození snesou transport k finálnímu spotřebiteli a obohatí trh s ovocem.

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, 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. (DOKOUPIL et al., 2011)

3.1.1 Botanická charakteristika meruňky

Meruňka je diploidní ($2n=16$), nejčastěji samosprašná patří do čeledi *Rosaceae* (růžovité), podčeledi *Prunoideae* (slivoňovité). Některé odrůdy jsou, ale částečně samosprašné a plodí lépe ve smíšených výsadbách. V obou případech jsou pro opylení květů nezbytné 3-4 včelstva/ha. (VYSLOUŽIL, 2010)

3.2 Látkové složení druhu ovoce

3.2.1 Voda jako prostředí reakcí

Voda, sumárním vzorcem H_2O , systematicky oxidan, je chemická sloučenina vodíku a kyslíku. Spolu se vzduchem, resp. zemskou atmosférou tvoří základní podmínky pro existenci života na Zemi. Za normální teploty a tlaku je to bezbarvá, čirá kapalina bez zápachu, v silnější vrstvě namodralá. V přírodě se vyskytuje ve třech skupenstvích: v pevném – led a sníh, v kapalném – voda a v plynném – vodní pára.

Voda má teplotu tání $0\text{ }^{\circ}\text{C}$, bod varu $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ a hustotu $0,99997\text{ g/cm}^3$. Základní rozdělení je na vodu měkkou (obsahuje málo minerálních látek), na vodu tvrdou (z podzemních pramenů, obsahuje více minerálních látek) a na vodu destilovanou, v tomto případě je voda destilací zbavena minerálních látek, po odpaření netvoří usazeniny. Voda je prostředí kde probíhají chemické děje v organismu. Obsah vody v potravinách je různý. Nejčastěji tvoří 50-90 % podílu surovin rostlinného i živočišného původu. (NĚMCOVÁ, 2012; KYZLINK, 1980)

3.2.1.1 Voda volná

V surovině rozlišujeme vodu fyzikálně vázanou a vodu volnou. Voda volná je reakční prostředí chemických a mikrobiálních reakcí, roste počet mikroorganismů a tím klesá údržnost potraviny. Rychlost a intenzita reakcí znamená vyšší koncentraci látek a vyšší viskozitu. Tato voda může z potraviny vytékat. (NĚMCOVÁ, 2012).

3.2.1.2 Voda fyzikálně vázaná

Je to voda v surovině vázaná například v hydratačních obalech iontů a mikroorganismy tuto vodu nemohou využívat. Voda je vázána vodíkovými můstky na organické látky zejména na hydrofilní koloidy. (ANONYM č. 1; NĚMCOVÁ, 2012; KYZLINK, 1980)

3.2.2 Sacharidy - cukry

Sacharidy (cukry), jsou to sloučeniny složené z uhlíku, vodíku a kyslíku. V přírodě jsou velmi rozšířeny, hlavně v rostlinách. Slouží především jako energetický zdroj při látkové přeměně. Ukládají se ve formě polysacharidů jako rezervní látky. (HAMROVÁ, 1988)

Cukry vznikají v zelené rostlině z vody a oxidu uhličitého asimilačními procesy pomocí chlorofylu a sluneční energie. Tato reakce, zvaná fotosyntéza, je považována za nejdůležitější biochemický pochod v přírodě, využívá primární zdroj energie živých objektů biosféry - sluneční záření. Sluneční záření je absorbováno chlorofylem a přeměněno na energii chemické vazby. Všechny živé organismy, kromě některých bakterií, žijí přímo nebo nepřímo z produktů této reakce. Fotosyntézou se vytváří jednoduchý cukr (glukosa) v zelených rostlinách.

Fotosyntézu lze vyjádřit rovnicí: $6 \text{CO}_2 + 12 \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6 \text{O}_2 + 6 \text{H}_2\text{O}$
Podle toho, kolik sacharidických jednotek je vzájemně vázáno, mluvíme o monosacharidech (jedna jednotka), disacharidech (dvě jednotky) nebo polysacharidech (mnoho jednotek).

3.2.3 Aromatické látky v ovoci během procesu zrání

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 $\text{CO}_2/\text{kg.h}$, 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-metyl cyklopropen), které blokují produkci etylenu už na počátku zrání. (DOKOUPIL et al., 2011)

Alkoholy se v ovoci a zelenině vyskytují jednak volné, jednak vázané s nejrůznějšími organickými kyselinami jako estery, i v jiných formách. Volné alkoholy, které jsou produktem běžných fyziologických procesů stárnoucích rostlinných tkání, např. zralějšího ovoce, jsou v přiměřených, velmi nízkých koncentracích složkami ovocného aroma. Za abnormálních podmínek, které vedou ke zřetelnému intramolekulárnímu dýchání, se může zvětšit jejich koncentrace v ovoci tak, že se stanou biochemicky i sensoricky velmi nepříjemnými. Kromě esterifikace alkoholů bývají důležité též jejich oxidace na aldehydy, ketony, popřípadě až na organické kyseliny. (KYZLINK, 1980)

Vůně, sladkost a šťavnatost meruněk jsou závislé na stupni zralosti. (GOLIÁŠ, 2011)

3.2.4 Organické kyseliny převládající v meruňkách

Obsah kyselin je v ovoci závislý na stupni zralosti, v nezralém ovoci je kyselin více. U meruněk převládá spíše kyselina jablečná, ale je zde i citronová, benzoová a další. (ŠKOPEK, 2003)

Chuť je především ovlivněna přítomností kyselin a cukrů (GURRIERI et al., 2001). Důležitým parametrem je zastoupení jednotlivých karboxylových kyselin a poměr majoritních kyselin – kyseliny jablečné a citrónové. Obsah kyselin závisí na fázi vývoje, odrůdě, podmínkách pěstování i klimatických faktorech. Odrůdy lze podle poměru kyseliny jablečné k citrónové zařadit do jednotlivých skupin. Díky širokému rozmezí tohoto poměru je možné vybírat genotypy meruněk se zlepšenou chutí na základě fenotypu (GURRIERI et al., 2001). Obsah titračních kyselin se pohybuje okolo 3 % (ANONYM č. 2, 2006) Obsah kyseliny citrónové je 0,17 – 1,2 % a jablečné 0,21 – 1,51 %. Přesná hodnota obsahu kyselin nebo rozpustné sušiny, která by charakterizovala optimální zralost, se nedá jednoznačně určit, protože změny při dozrávání plodů jsou u všech odrůd individuální. Jako jeden z nejvýznamnějších

parametrů lze označit pevnost plodů, která významně ovlivňuje nejenom požitek při konzumu čerstvých plodů, ale současně i kvalitu výrobků. Například použijeme-li na výrobu kompotu příliš nízký stupeň zralosti meruněk, jsou pak kompotované plody tuhé, mohou mít vysoký obsah kyselin a málo cukrů. Naopak u přezrálých meruněk je nízká pevnost plodů problémem při zpracování i při sensorickém hodnocení kompotů. V rámci hodnocení odrůd byla zkoumána kvalita plodů meruněk a jednotlivé parametry těsně před sklizní a při krátkodobém uskladnění v rozdílných teplotních podmínkách. (NĚMCOVÁ, 2009)

3.3 Etylén – jako účinná látka při dozrávání ovoce

Etylén je uhlovodíkový plyn přirozeně se vyskytující jako metabolit rostlin, ale může také vzniknout spalováním a jinými procesy. Je to bezbarvý hořlavý plyn nasládlé vůně. Ovoce produkuje etylén od počátku zrání. Etylén je zodpovědný za změny ve struktuře ovoce. Změkčení, změna barvy a další procesy ve zrání. Ovoce, jako jsou třešně a borůvky neprodukují mnoho etylénu a také nemá vliv na jejich zrání. Naopak je tomu u ovoce peckového a jádrového. U tohoto ovoce je vliv etylénu značný. (BLANKENSHIP, 2003)

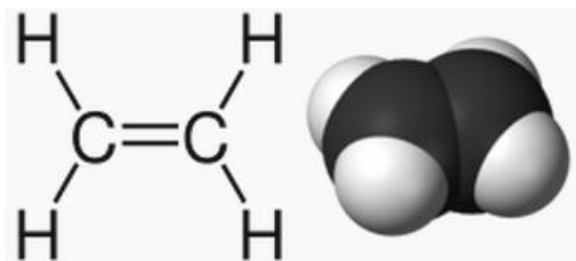
Etylén $H_2C=CH_2$, je nejjednodušší uhlovodík s dvojnou vazbou. Tato vazba je nepolární a je nositelem chemické reaktivity. Etylén se snadno oxiduje za vzniku ethylenoxidu, ethylenglykolu až formaldehydu.

Etylén je dnes využíván komerčně pro dozrávání rajčat, banánů, hrušek a dalších druhů ovoce. Jako posklizňová úprava. (BLANKENSHIP, 2003)

3.4 Fyzikální a chemické vlastnosti etylénu

Etylén neboli ethen, ethylene 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 ethylenoxidu, polyethylenu, styrenu aj. Odštěpením jednoho atomu vodíku vzniká funkční skupina ethenyl (triviálním názvem vinyl), která se může dále vázat na jiné sloučeniny.

V přírodě se přirozeně vyskytuje jako metabolit rostlin mající charakter fytohormonu. Jeho tvorba v rostlinách je ovlivňována auxiny. Vysoká lokální hladina auxinu vede k lokální biosyntéze etylenu. Etylen pak naopak, mimo jiné, ovlivňuje transport auxinu z buněk. (ANONYM č. 3, 2005)



Obrázek č. 1: Strukturální vzorec a 3D model etylénu

Sumární vzorec: C_2H_4

Molární hmotnost: 28,05 g/mol

Teplota tání: - 169,1 °C

Bod varu: - 103,7 °C

Hustota: 0,001178 g/cm³ (plyn, 15 °C)

Rozpustnost ve vodě: 25 ml / 100ml (0 °C), 12ml / 100ml (25 °C)

3.5 Vliv etylénu na peckové ovoce

Meruňka (*Prunus armeniaca L.*) je klimakterický typ ovoce, který se vyznačuje značnou produkcí etylenu ve fázi vrcholové zralosti. (LIN et al., 2009)

V období po sklizni hraje často etylén 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. (GOLIÁŠ et al., 2005)

3.5.1 Fyziologické vlastnosti etylénu

Zjevné vlivy etylénu na rostliny byly poprvé zaznamenány v době, kdy se topný plyn, obsahující základní uhlovodíky, používal pro svícení a topení. Potrubními systémy zakopanými do země, se plynná směs rozváděla až do místa spotřeby. Ve směsi byl obsažen rovněž i etylén, který v lampě vytvářel žlutý plamen a zvyšoval intenzitu

světla. Brzy na to byl v blízkosti děravých potrubí zaznamenaný obrovský růst a vývoj rostlin, zejména urychlený opad listů a úhyn květenství. Ruský postgraduální student Nejlubov (1876 – 1926) poprvé označil etylén za příčinu těchto bizarních jevů. Výzkum etylénu trvá dodnes, neboť instrumentační techniky jsou mnohem citlivější a neomezují se pouze na techniky plynové chromatografie. (GOLIÁŠ et al., 2005)

Teprve po mnoha letech od Nejlubovova výzkumu byly prokázány další vlivy etylénu jako agens pro stimulační klíčení dormantních semen (změny růstu semenáčků v půdě narazí-li na mechanickou překážku, podporu růstu kořenů v půdě nasáknuté vodou). 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. Od 30. let minulého století je známo, že etylén je produkován 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 et al., 2005) Podporuje řadu akcí na vývoj plodu. V klimakterických typech ovoce, jako jsou meruňky, je indukce zrání spojena se zvýšenou biosyntézou etylenu a dechovou frekvencí. Zrání meruňek zahrnuje několik biochemických změn, zejména autolýzu buněčné stěny pektinu, syntézu karotenoidových pigmentů a degradaci chlorofylu.

3.5.2 Účinek etylénu na intenzitu dýchání

Dlouhou dobu se předpokládalo, že etylén je výsledným produktem procesu zrání, neboť jeho přítomnost v plodech byla patrná teprve během klimakterické fáze. Teprve citlivými analytickými metodami (plynová chromatografie) se získal důkaz o tom, že tento bezbarvý, v nízkých koncentracích nevonný plyn, se tvoří již v předklimakterickém stádiu a to v množství, které nebylo možné dříve analyzovat. Dnes je tomuto metabolitu přikládána funkce hormonu zrání, i když tento termín není zcela přesný. Za hormon můžeme pokládat přirozené substance transportované z místa produkce do orgánu přímého působení. Všeobecně se předpokládá, že hormony jsou metabolizovány v průběhu aklimatizačního procesu. Tato charakteristika převzatá ze studia živočišné říše (např. vznik inzulinu), není typická pro etylén. Plyn, jak je známo, je produkován každou buňkou vyšších rostlin, aniž by byl transportován z jiných částí do plodu. Každý plod tvoří vlastní etylén, jehož hladiny závisí na rychlosti produkce, podporované změnami citlivosti pletiva, které jsou dále stimulovány již vzniklým

etylénem. Na rozdíl od hormonů, nepotřebuje plod detoxikační, případně degradační mechanismus k redukci hladiny v pletivu, protože etylén difunduje do okolní atmosféry. Vnitřní obsah je tedy kontrolovatelný rychlostí biosyntézy. (GOLIÁŠ, 1996)

3.6 Syntetická výroba etylénu – pyrolýza uhlovodíků a její princip

Pro výrobu etylénu lze použít holou větu: etylén se vyrábí pyrolýzou. V následující tabulce je uvedeno zastoupení základního petrochemického procesu – pyrolýzy uhlovodíků – pro výrobu etylénu, propylenu, butadienu a benzenu. Tabulka uvádí hodnoty pro světovou produkci a pro situaci v ČR. (MAXA, 2007)

Tabulka č. 1: Světové výrobní kapacity a podíl výroby z pyrolýzy

Produkt	Kapacita mil. t /rok	Podíl výroby (%)	Výroba v ethylenové jednotce Unipetrolu (kt/rok)
Ethylen	111	100	520
Propylen	57	67	275
1,3-Butadien	9	91	90
Benzen	40	55 (Evropa)	210

Jak z názvu vyplývá, etylén se vyrábí vysokoteplotním štěpením - pyrolýzou - vyšších (od ethanu včetně výše) uhlovodíků. Jak známo, v nasycených uhlovodících jsou uhlíkové atomy vázány jednoduchými (σ) vazbami. Ohřev uhlovodíkové molekuly znamená, že molekula přijímá energii a zvyšuje se tedy i vibrace σ vazby C-C. Při teplotách kolem 500 °C pak dochází k disociaci vazeb a tvorbě primárních radikálů. Příklad energie vazeb uhlík-uhlík pro některé typy uhlovodíků jsou patrné z tabulky. (MAXA, 2007; ANONYM č. 4, 2006)

Tabulka č. 2: Příklady energie vazeb „uhlík-uhlík“

Typ vazby		Entalpie (kJ mol ⁻¹)
ethylen	C = C	712
benzen	C ar C	518
buten	C-C – C=C	385
etan	C – C	369
propan	C – C-C	357

V této chvíli si uvědomme, že v jednom molu reagující směsi (za normálních podmínek) se nachází $6,023 \times 10^{23}$ molekul. O dalším „osudu“ primárního radikálu tedy rozhoduje jeho stabilita a dále koncentrace neutrálních molekul v jeho bezprostředním sousedství. Buď totiž radikál „napadne“ sousední neutrální molekulu a odštěpí z ní (obvykle) vodíkový atom, tedy přejde na neutrální molekulu za tvorby jiného radikálu, nebo svůj „deficit“ vyřeší intramolekulárně, tedy reorganizací vazeb uvnitř vlastní molekuly (radikálu). Velké radikály podléhají tzv. β -štěpení, kdy se radikál štěpí v β poloze za vzniku dvouuhlíkového biradikálu a o dva uhlíky menšího radikálu. Biradikál přejde ihned na etylén, vzniklý $-2C$ radikál se může dále štěpit naznačeným mechanismem. Naopak malé radikály, které nepodléhají β -štěpení, se stabilizují tak, že samy odštěpí vodíkový atom za následné tvorby dvojné (π) vazby. (MAXA, 2007)

3.6.1 Biosyntéza etylénu v ovocných plodech

Fyziologicky hodnoceny, 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).

Etylen indukuje zrání, odkvétání, stárnutí plodů, ztrátu chlorofylu, oddělování listů, fyziologická onemocnění jako je chladový stres. Během vývoje rostliny se jeho obsah zvyšuje, stejně tak činností mnohých mikroorganismů, zejména plísní. V přírodě vzniká hořením organických hmot (slámy, trávy), čehož se intuitivně využívalo při následném dozrání plodů. V atmosféře se nachází v koncentraci 1-5 nl/l v neznečištěných venkovských oblastech, v městských aglomeracích v rozmezí 30-700 nl/l, ve skladech supermarketů 17-35 nl/l a 60 nl/l ve skladech a distribučních centrech.

V koncentracích vyšších jak 13 nl/l byl stanoven na květinových burzách a v koncentraci 0,1-2,0 nl/l ve sklenicích s balící technologií. V hypobarické atmosféře se oddaluje nástup klimakterického minima a minimální obsah O₂ ve vnitřní atmosféře plodu významně zpomaluje produkci etylenu. (GOLIÁŠ, 2011)

Biosyntéza etylenu začíná v methioninovém cyklu (Yangův cyklus, 1987), v němž recykluje 5-methyladenosin na methionin. ACC syntéza je specifická pro SAM (S-adenosylmethionine) a vzniká meziprodukt ACC (amino-1-cyklo-propan-1-karboxylová kyselina), z níž se uvolňuje etylen. Tato sloučenina limituje produkci etylenu v methioninovém cyklu. (GOLIÁŠ, 2011; LIN et al., 2009)

Vliv teploty na produkci etylenu exponenciální podle vztahu

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

kde G_t je pro produkce etylenu při dané teplotě (μl/kg.h), G₀ produkce etylenu při 0 °C (μl/kg.h), **b** teplotní koeficient (°C⁻¹) a **t** teplota (°C).

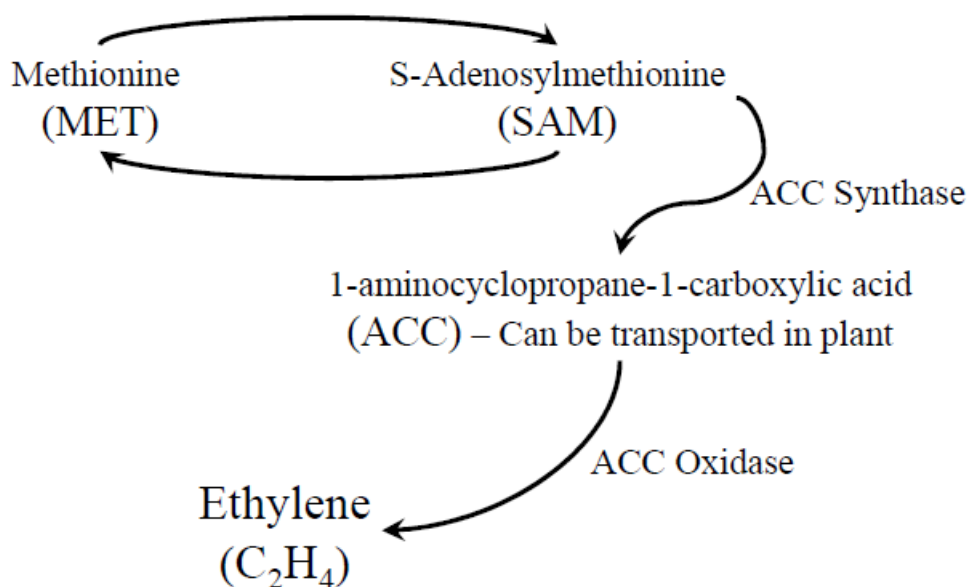
Optimální teplota pro produkci etylenu je pro jablka 32 °C a pro rajčata 27 °C. V nižší teplotě je Q₁₀ pro produkci etylenu 2,7-2,8. Vliv etylenu na dýchání byl zkoumaný z mnoha fyziologických hledisek. Aplikovaný etylen podporuje dýchání klimakterických plodů. Mechanismus účinku etylenu na dýchání byl 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, kyselé siřičitany, SO₂, ozon, NH₃, 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 CO₂ se zásadně nemění, jen o 20 mg/kg.h v nejvyšší koncentraci 100 μl/l (ppm) etylenu. (GOLIÁŠ, 2011)

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

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 $c_{\text{in}} > c_{\text{out}}$, 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)



Obrázek č. 2: Biosyntéza etylénu z methion. cyklu (RITENOUR et al., 2011)

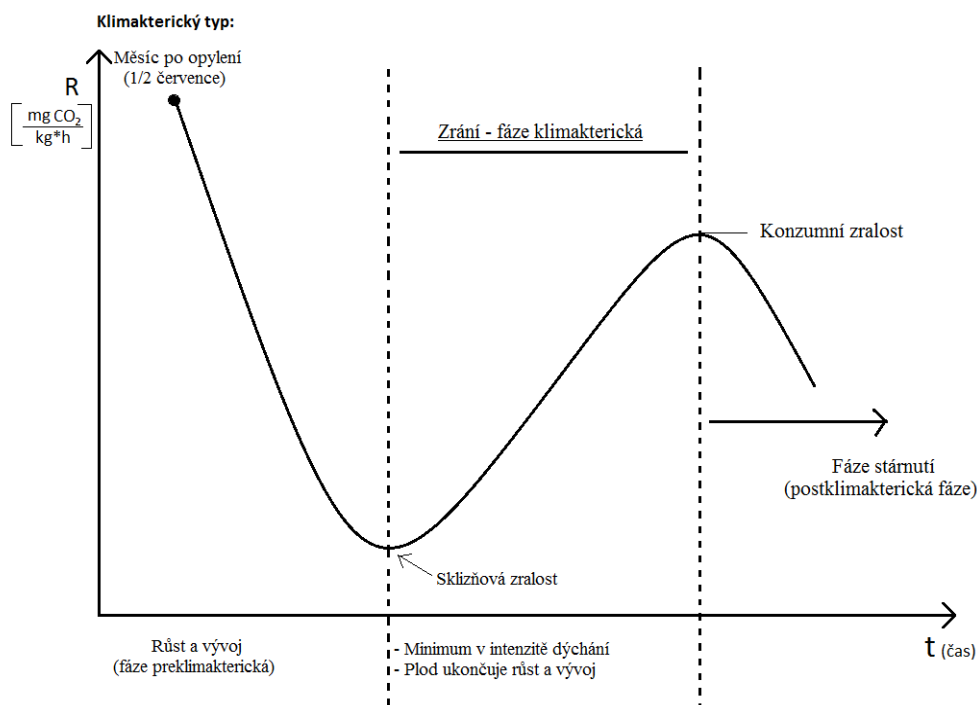
3.6.1.1 Etylén – tvorba a vliv na plody klimakterické

Klimakterické plody (jablka, hrušky, meruňky, broskve, švestky a slívy, avokádo, banány, ananasový meloun, fíky, guava, rajčata, okurky, sapote) vykazují v průběhu růstové fáze a následného dozrávání výrazné zvraty. (GOLIÁŠ, 2011)

Během zrání klimakterických ovoce, etylen může stimulovat svou vlastní produkci, navozující autokatalýza přes ACS a ACO aktivity. (MARTY et al., 2005)

V období nejnižší intenzity dýchání (klimakterické minimum) je plod sklizňově zralý a zahajuje se fáze zrání, která je fyziologicky ukončena konzumní zralostí (klimakterické maximum). Následná fáze, v níž má intenzita dýchání stále klesající tendenci, se označuje jako stárnutí plodu (senescence).

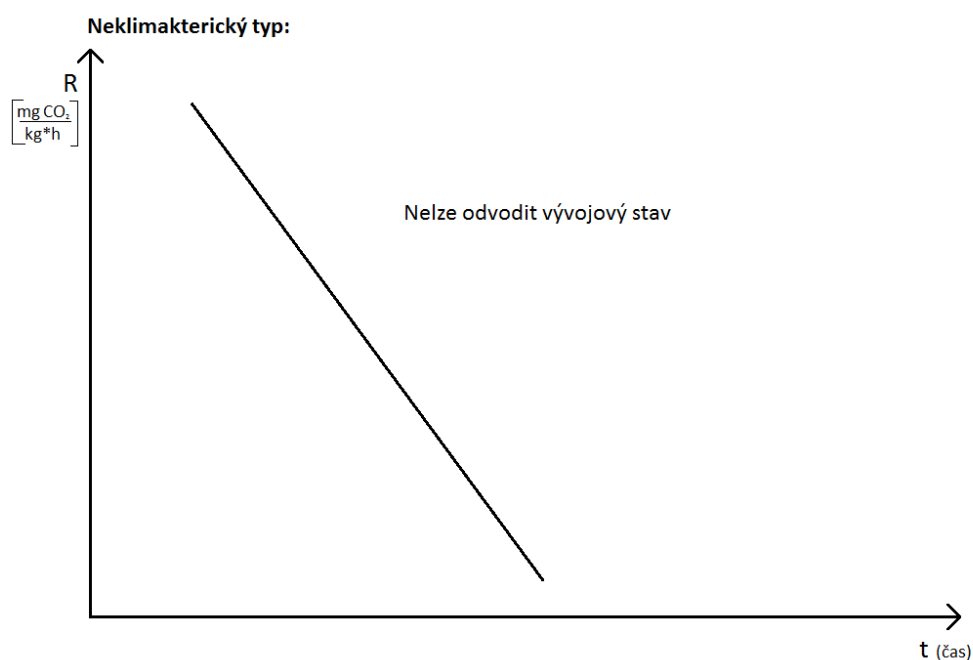
Období od klimakterického minima do klimakterického maxima je závislé na teplotě plodu. Při převažující teplotě plodu jablka 20 °C a běžné relativní vlhkosti vzduchu a uložení ve vzduchu bude tento přechod asi za 20 dnů, sníží-li se teplota na 1 °C (90% relativní vlhkost, normální kyslíkatá atmosféra), bude doba 200 dnů. Za těchto podmínek uložení není vrchol klimakterické fáze rozpoznatelný a rozkládá se na několik týdnů. U krátkodobě skladovatelných druhů, jako jsou meruňky a broskve, je přechod z klimakterického minima do maxima v chladírenské teplotě 8-10 dnů, aniž je mnohdy zřejmý klimakterický vrchol, který přechází do trvale se zvyšující produkce CO₂. (GOLIÁŠ, 2011)



Graf č. 1: Vývojový diagram – plody klimakterické

3.6.1.2 Etylén – tvorba a vliv na plody neklimakterické

Neklimakterické plody jsou charakteristické lineárním poklesem intenzity dýchání během zrání, což je jejich prioritním odlišením od plodů klimakterických. Odlišují se také reakcí na exogenně aplikovaný etylen. Reakce plodů od vnější koncentrace 0,1 $\mu\text{l/l}$ (ppm) do 1000 ($\mu\text{l/l}$ (ppm)) výrazně zvyšuje odezvu 2-3krát vzhledem k neostřené kontrole, ale po několika dnech postupně odeznívá a téměř se vrací na původní koncentraci. Neklimakterické plody nedávají stejný rozsah odezvy na vnější etylen ve srovnání s plody klimakterickými. Klimakterické plody reagují prakticky všemi vnějšími znaky zrání - měknutí pletiv, ztráta chlorofylu, biosyntéza barevných sloučenin, odkyselování a sládnutí. Plody neklimakterické, jako jsou citrusy, se vyšší koncentrací etylenu odzelenují (degreening), ostatní znaky zrání nejsou významně dotknuty. Pro odzelenění je potřeba 5 - 8 dnů s koncentrací etylenu 5 - 1000 $\mu\text{l/l}$. Neklimakterické plody jsou: jahody, maliny, borůvky, citrusy, hrozny, třešně, višně, vodní meloun, ananas. (GOLIÁŠ, 2011)



Graf č. 2: Vývojový diagram – plody neklimakterické

3.7 Vliv složení okolní atmosféry na tvorbu etylénu

Stimulační účinky etylenu na zrání byly poprvé popsány ve 20. letech při pokusech s dozríváním citronů. Významné množství etylenu je produkováno pouze plody, které ve svém vývoji procházejí klimakteriem. U plodů neklimakterického typu lze zaznamenat jen stopy ve vnitřní atmosféře.

Mezi rychlostí produkce etylenu a produkcí CO₂, příp. spotřebou O₂, není zřejmá závislost. Poměr uvolňovaného etylenu k CO₂ (v μl/kg/h) činí u Jablek 78:9, u hrušek 134:4 a u banánů 3,5:80. 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 CO₂. Teplota ovlivňuje nejen jeho biosyntézu, ale i fyziologickou účinnost, která je optimální v teplotách +5-20°C, mimo tyto limity, tj. pod 4°C a 35-40°C se jeho účinek snižuje.

Studie o mechanismu syntézy etylenu podtrhují vliv atmosférického O₂. Jeho přítomnost, bez ohledu na další reagující složky, je nezbytná. Pak i nízký obsah O₂ v okolní atmosféře může jeho biosyntézu, která je vysloveně aerobní povahy významně potlačovat, podobně jako aerobní glykolýzu. Pokud nebylo v plodu dosaženo prahové fyziologické koncentrace etylenu, nebo se plod pohybuje na této koncentrační hladině, může nízký obsah O₂ účinně zabránit procesům zrání. Jakmile je tento kritický bod přestoupen, buď aplikací exogenního etylenu (záměrným přídavkem plynu v čisté formě, nebo společným uložením s plody, která etylen intenzivně uvolňují), nebo zvýšením obsahu kyslíku v prostředí, dostává syntéza etylenu charakter autokatalytického procesu.

Podobného brzdícího účinku ale dosáhne tzv. hypobarickým ošetření plodů, vycházejícím z toho, že rychlost difúze závisí jednak na difuzním odporu povrchových vrstev plodu, ale také na barometrickém tlaku (jeho běžné diference, kolísající od průměrné hodnoty 98 kPa, jsou ovšem málo efektivní). Teprve při výrazném podtlaku, cca na 1/5 - 1/10 původního tlaku, difunduje vnitroplodový etylen velmi rychle z pletiv a v případě ošetření plodů, které doposud nezačaly zrát (předklimakterická fáze vývoje), se dosáhne podobného účinku jako retardací kyslíkem. Ostatně souběžně difunduje i endogenní kyslík, takže při dlouhotrvajícím podtlaku se redukuje exogenní kyslík na koncentrační hladinu, které by bylo dosaženo jeho umělým spalováním za běžného atmosférického tlaku. Má-li být koncentrace exogenního kyslíku v hypobarické komoře 4 %, pak je třeba redukovat atmosférický tlak na 19,4 kPa.

Zbývá ještě posoudit vliv CO₂. Tento bezprostředně nebrzdí syntézu etylenu, ale jeho vliv je přičítán kompetitivní inhibicí stimulačního účinku etylenu, což znamená, že CO₂ ve vyšších koncentracích antagonisticky ruší vazbu etylenu na metabolické akceptory, čímž ji kompetitivně potlačuje. Depresivní účinek CO₂ na produkci etylenu je nespecifický (např. na fazole a citrusové ovoce nepůsobí), některé druhy ovoce a zeleniny ovlivňuje teprve v koncentracích od 10-80% v okolní atmosféře (tedy pro praktické účely jsou to koncentrace, jak už víme, vysoké, až příliš vysoké).

Z uvedeného pak vyplývá, že zpomalená schopnost plodů dozrát, je do značné míry funkcí etylenu, jehož syntézu kontroluje především kyslík, který již při nízkém parciálním tlaku, nedostatečně difunduje k receptorům syntézy etylenu a vyšší obsah CO₂, který soutěživě potlačuje jeho stimulační účinky, přičemž kumulativní účinky obou plynů může příznivě ovlivňovat teplota. (GOLIÁŠ, 1996).

3.8 Skladování peckového ovoce v upravené atmosféře

Chladírenské uložení meruněk, broskví, třešní nebo švestek je dosud málo obvyklé a spíše se předpokládá přímá spotřeba bez předchozího zchlazování nebo uložení v chladárně než jsou předány do obchodní sítě. Unifikace obalů a jejich povrchová čistota a desinfekce jsou zásadní pro prezentaci jakostního produktu a jsou také nezbytnou podmínkou pro zájem o koupi ze strany zákazníků. Prodloužení prodeje dané komodity a rozložení sklizňové špičky je v zájmu producentů, zejména těch, kteří dodávají čerstvě sklizené plody do obchodních sítí. (GOLIÁŠ, 2002)

3.9 Skladování meruněk

V dnešní době závisí tržní hodnota především na kvalitě ovoce. Meruňky jako plody se většinou konzumují v čerstvém stavu, je nezbytné zvýšit přitažlivost ovoce. Záleží na barevném odstínu, pevnosti a velikosti plodů. (KRŠKA et al., 2009)

Plody meruněk jsou klimakterickým typem ovoce, vytvářejí 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 ssp.*), je-li teplota skladování vyšší jak 5 °C. Expozice plodů meruněk do etylenové koncentrace 100 µl/l

zrychluje měknutí plodů v teplotě 20 °C až po 48 hodinách, aniž se ovlivní titrační kyselost a rozpustná sušina.

Inhibice produkce etylenu v plodu je pozitivně ovlivněna AVG (aminovinylglycin), která jako jednoduchý morforegulátor zabraňuje vzniku meziproduktů (ACC - 1 - minocyklopropanová kyselina) v biosyntéze etylenu. Exogenně aplikovaný 1-MCP (1-methylecyklopropen) v koncentraci 1 μ l/l působící po dobu 48 hodin při teplotě 0 °C zabrání měknutí plodů v následujících 14-ti dnech uložených v teplotě 5 °C. Antietylenové činidlo nepůsobí změnu rozpustné sušiny a titračních kyselin.

Meruňky mohou být příkladem plodů, u kterých se významně omezí mechanické poškození a zlepši přepravní možnosti, jsou-li sklizeny těsně před začátkem klimakterické fáze. V další fázi zrání jsou obzvláště citlivé na otlačení zralější části plodu a trpí zvýšenou ztrátou transpirované vody. Teplota skladování může být v rozsahu 0,5-1,5 °C a 0-2,5 % CO₂, a 5 % O₂ po dobu 20-30 dnů. Koncentrace O₂, může být snížena na hodnoty 1,0-2,5 % a nízký obsah kyslíku nepodporuje hnědnutí dužniny v blízkosti pecky. Koncentrace CO₂ vyšší jak 5 % při obsahu 2 % O₂, se nedoporučuje pro dlouhodobé skladování. Jednorázové ošetření vysokou koncentrací CO₂, zpomaluje látkový metabolismus. Plody musí být ve fázi před počínajícím zráním, pak se ošetří 10 - 30 % CO₂ po omezenou dobu (24 - 72 hodin). Další skladování probíhá v řízené atmosféře (5 % O₂ a 5 % CO₂). Pokud budou plody zralé, ale stále s pevnou dužninou, nemá být při teplotě 0 °C koncentrace CO₂ vyšší jak 20 % po dobu nepřesahující 24 - 48 hodin. Vyloučení hnědnutí dužniny a snížení klimakterického vrcholu CO₂ se dosáhne uložením plodů ve vzduchové atmosféře, aniž se musí upravovat plynná směs při relativní vlhkosti 90 - 95 %. Koncentrace CO₂ vyšší než 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 et al., 2011)

3.10 Zpomalení zrání plodů

Pro udržení vysoké kvality plodů je fyziologickou podmínkou snížení látkového metabolismu, aniž jsou vyvolány vedlejší reakce např. jako je chladový stres. Tohoto výsledného stavu se dosáhne důsledným zbrzděním projevů zrání. Snížení teploty plodu má zcela zásadní význam, mnohem větší než u jádrového ovoce, neboť vysoká rychlost zrání a přezrávání je spojena s mikrobiologickým rozkladem, který při hodnocení spotřebitelské jakosti hraje zásadní roli. Vedle teplotního faktoru má význam pro procesy zrání obsah kyslíku a oxidu uhličitého v okolní atmosféře. Mnohem méně znalostí je o obsahu etylenu a jeho zrychlujícího účinku na měknutí intaktního plodu. (GOLIÁŠ, 2002)

3.11 Řízená atmosféra pro skladování peckového ovoce

Úprava plynné směsi v okolní atmosféře pro tyto ovocné druhy je mnohem méně frekventována než pro jablka, příp. hrušky. Jedním z důvodů jsou stavebně technická hlediska (velikost chladírenské komory je mnohem menší, výkonný chladicí systém, kterým lze zchladit během několika hodin a hlavně plynotěsná komora pro několikatunové kapacity). Chladírenské komory s kapacitou 200 – 250 tun jsou pro tyto technologické záměry příliš objemné a také provozně drahé, ale pro skladování jablek ve vazbě na odbytová družstva vyhovují a jsou ve shodě se současnými evropskými tendencemi. Řízenou atmosférou rozumíme záměrnou úpravu obsahu dvou fyziologicky významných plynů – oxidu uhličitého a kyslíku v okolní atmosféře chladírenské komory na koncentraci dvě až pět procent CO_2 a dvě až pět procent O_2 . Obě koncentrace jsou obecně vyhovující a jejich důsledným dodržением se nevyvolá fyziologická porucha. Obdobně jako u jablek se rovněž zkoumají možnosti snížení koncentrace kyslíku na fyziologicky nejnižší hodnotu (ultra low oxygen – ULO), při níž by plody nebyly fyziologicky poškozeny nedostatkem kyslíku a přitom se výrazně prodloužila uchovatelnost. (GOLIÁŠ, 2002)

3.12 Skladování v nízkém obsahu kyslíku a podíl jiných látkových složek

ULO skladování má pro peckové ovoce ještě několik dalších modifikací, jejich význam pro praktické skladování se zkouší poloprovazně s dosud otevřenými dílčími závěry.

Zvýšený podíl obsahu etanolových par v okolní atmosféře vychází z představy, že etanol jako přirozený metabolit látkové výměny inhibuje zrání plodů a jeho časově přechodná koncentrace bude mít potlačující efekty. Podobné účinky lze přičíst i acetaldehydu, který biochemicky souvisí s anaerobními procesy. Dosud je málo důkazů pro efektivní využití tohoto zajímavého postupu. Obsah CO₂ má inhibiční účinky na látkový metabolismus a byl i v minulosti často ve zvýšené koncentraci aplikovaný a to v časově omezené expozici (48 hodin při 20 % obsahu oxidu uhličitého při uložení meruněk). Pro třešně se používá plynná směs vzniklá vhněním oxidu uhličitého do vnitřního objemu skladovaných palet s třešněmi, které jsou v chladírenské komoře. Každá balená jednotka do plastického pytle je připojena k dekarbonizační jednotce a snižuje se pouze koncentrační hranice CO₂, která má stále nepoškozující účinky na metabolismus. Uvedené příklady aplikace plynných směsí nelze zevšeobecnit na peckové ovoce, ba naopak každé zvýšení podílu plynné složky, zejména oxidu uhličitého je úzce vázáno na aktuální koncentraci kyslíku pro daný druh, jako jsou třešně, broskve nebo švestky. (GOLIÁŠ, 2002)

3.13 Eliminace etylenu

Meruňky jsou klimakterický typ ovoce, které mohou být uloženy pouze na krátkou dobu, protože mají vysokou intenzitu dýchání, která se obvykle zvyšuje zahájením dozrávání. Začíná intenzivní biogeneze etylenu v tomto stádiu a rostoucí koncentrace etylenu sama urychluje proces zrání. Řízení procesu zrání tedy závisí na buď zpomalení hromadění etylenu uvnitř ovoce, nebo na inhibici svojí produkce, protože etylen stimuluje zrání. (GOLIÁŠ et al., 2011)

Existuje několik antietylen chemikálií. Thiosíran stříbrný (STS) je používán na květiny. Aminoethoxyvinyl-glycin (AVG - obchodní název) blokuje syntézu etylenu. Aplikuje se většinou „preharvest“. Ovoce (rostlina) nebude produkovat mnoho etylenu, takže nebude reakce na etylen. Je to růstový regulátor, jehož způsob akce je inhibice

ACC-syntázy. Etylen blokátor 1methylcyklopropenu (1-MCP, obchodní název EthylBloc) bloky etylen vazbou na jeho receptor. Aplikuje se posklizňovou úpravou. Ovoce (rostlina) může stále produkovat nějaký etylen, ale není žádná odezva na etylen.

Účinnost inhibitorů AVG a 1-MCP na produkci etyleny není ovlivněna teplotou skladování. (VALDÉS et al., 2009).

Při aplikaci AVG „preharvest spray“, se potlačila produkce etyleny a významně se oddálilo zrání. Při použití jako posklizňový dip se u meruněk a broskví snížilo změkčování ovoce. (CRISOSTO, 2003).

3.14 Perspektivy moderních skladovacích technologií

V posklizňovém uložení peckového ovoce se bude vycházet nejen z důsledného využití chladírenských teplot, ale i aplikace výrazně změněné plynné směsi s vyšším obsahem oxidu uhličitého, než je běžná praxe při skladování jablek. Výrobní podniky, které budou s touto technologií pracovat, se budou orientovat na menší chladírenské objemy a menší komory. (GOLIÁŠ, 2002)

4. Materiály a metodika

4.1 Rostlinný materiál k ošetření exogenním etylénem

Použitá odrůda meruněk byla sklizena v soukromém sadu. Jedná se o odrůdu „Velkopavlovická“. Stáří stromů odhadnuto na 30 let. Plody vybrané k pokusu pocházely z jednoho stromu a byly sklizeny ve stavu nezralém s obsahem chlorofylu ve slupce.

Tato odrůda pochází z jižní Moravy, zaregistrována je od roku 1954. Od roku 1990 je zaregistrován klon LE 12/2. (HRIČOVSKÝ, et al., 2004)

Růst je bujný s velkými rozložitými korunami. Plodí středně raně okolo 22. července (průměr jižní Moravy). Kvete samosprašnými květy. Plod je velký až velmi velký, kulovitý a z boku mírně stlačený. Základní tmavě pomerančově žlutou barvu slupky na sluneční straně překrývá červené líčko. Velmi šťavnatá a průměrně tuhá dužina pomerančové barvy má velmi příjemnou sladkokyselou chuť s typickým meruňkovým aroma. Konzumní plody, které dozrávají koncem července, jsou všestranně využitelné. Nízká odolnost proti mrazu, vyžadují nejteplejší pěstitelské polohy. (HRIČOVSKÝ, et al., 2004, KRŠKA, 2014)

Penetrační napětí slupky je méně než 0,8 MPa, rozpustná sušina je okolo 11° Rf a obsah veškerých bývá stanoven v rozpětí 1 – 2 %. Tyto hodnoty platí pro meruňky ve stádiu sklizňové zralosti. (NĚMCOVÁ, 2009)

4.2 Způsob ošetření etylénem a následné skladování

Plody sklizené ve stádiu se zřetelným zastoupením chlorofylu ve slupce byly připraveny k ošetření exogenním etylénem. Byla dodržena homogenita zralostního a hmotnostního stupně. Nejprve se rozdělily plody do 4 přepravek na ovoce.

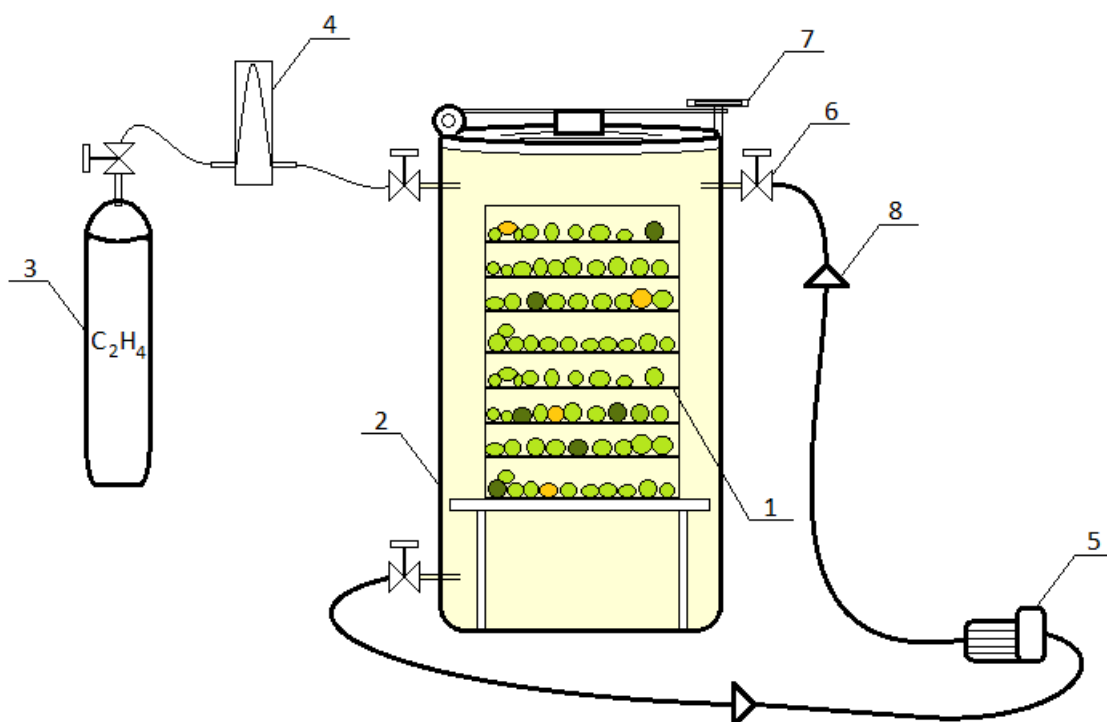
- Plody k ošetření exogenním etylénem pro skladování ve 3°C
- Plody k ošetření exogenním etylénem pro skladování ve 20°C
- Plody bez ošetření exogenním etylénem pro skladování ve 3°C (kontrola)
- Plody bez ošetření exogenním etylénem pro skladování ve 20°C (kontrola)

V každé přepravce bylo ještě zvlášť 10 ks plodů označených číslem pro určení hmotnostních ztrát při skladování. U všech plodů proběhlo stanovení veškerých kyselin, pevnost plodů a refrakce. Část plodů určená k ošetření exogenním etylénem se umístila v plastových přepravkách na ovoce do nerezové hermeticky uzavřené nádoby, která je opatřena 6 – ti uzavíratelnými ventily. Plody byly umístěny v přepravkách v jedné vrstvě tak aby bylo zajištěno co nejlepšího prostupu plynu.

Nádoba se uzavřela, na 2 ventily bylo připojeno oběhové čerpadlo, které zajišťuje cirkulaci plynu v nádobě. Jedním ventilem odvádí čerpadlo plyn z nádoby a druhým ventilem je plyn vháněn do nádoby.

Další ventil byl použit jako vstupní ventil pro etylén, který byl přiveden do nádoby přes průtokoměr z tlakové láhve. Koncentrace etylénu v nádobě s meruňkami byla nastavena na 200 ppm. Plody byly v této koncentraci ponechány 24 hodin, po celou dobu bylo v chodu oběhové čerpadlo zajišťující cirkulaci plynu v nádobě.

Další volný ventil posloužil jako inspekční, ze kterého se odebral vzorek vnitřní atmosféry pro ověření koncentrace etylénu uvnitř nádoby. Zbylé volné ventily zůstaly uzavřeny.



Obrázek č. 3: Schéma laboratorního zařízení pro ošetření plodů etylénem

1. Plastové přepravky s rostlinnou surovinou – plody meruněk
2. Nerezová hermeticky uzavřená nádoba
3. Tlaková láhev s etylénem
4. Plynový průtokoměr
5. Oběhové čerpadlo
6. Ventil
7. Hlavní uzávěr nádoby
8. Směr toku plynu

Po 24 hodinách byly plody vizuálně posouzeny a rozděleny do 4 výše zmíněných kategorií a dále skladovány v teplotách 3°C a 20°C. Další stanovení veškerých kyselin, pevnosti plodů, refrakce, hmotnostního úbytku a vizuálního posouzení proběhlo 7. a 14. den.

4.3 Stanovení pevnosti plodů, veškerých kyselin a refrakce

Pro zpracování či skladování ovoce a zeleniny je nutné znát některé základní ukazatele jakosti. Mezi tyto ukazatele patří například pevnost slupky, veškeré kyseliny a refraktometrická sušina.

4.3.1 Stanovení pevnosti plodů ručním penetrometrem

Ke stanovení se použil ruční penetrometr. Plod se zatěžoval razidlem válcovitého průřezu. Průměr razidla byl změřen posuvným měřítkem. Razidlo musí být zatlačeno do plodu cca 0,5 cm (po rysku). Naměřená hodnota x_s byla použita k výpočtu penetračního napětí slupky.

Z naměřených hodnot vypočítáme:

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

$$F_s = x_s \cdot 9,806 \text{ [N]}$$

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

r – poloměr průřezu razidla penetrometru

A – plocha průřezu razidla penetrometru

F_s – síla potřebná k průniku slupkou

σ_{ps} – tlakové napětí

4.3.2 Stanovení obsahu veškerých kyselin

Veškerými kyselinami ve vzorku se rozumí všechny kyseliny (volné, těkavé a kyselé soli) zjištěné titračně. U nezabarvených roztoků lze použít jako indikátor fenolftalein, který při pH 8,1 zbarví titrovaný roztok červeně. U silně zbarvených roztoků se užije potenciometrické indikace bodu ekvivalence. Princip je stejný jako u vizuální titrace s tím rozdílem, že v tomto případě je použit digitální pH metr spojený s elektrodou, která je ponořena v titrovaném roztoku. Na pH metru potom sledujeme dosažení hodnoty pH 8,1 (bod ekvivalence). Ze zjištěné spotřeby při titraci vypočítáme následujícím vztahem % veškerých kyselin.

Průměrný vzorek ovoce se upraví v mixéru na požadovanou velikost částic a přefiltruje se. Z tekutého podílu se odebere potřebné množství k titraci.

Výpočet veškerých kyselin:

Obsah veškerých kyselin se vyjádří na převládající organickou kyselinu obsaženou v titrovaném vzorku:

- 1 ml 0,1 M NaOH odpovídá 0,0067 g kyseliny jablečné.

$$\% \text{ veškerých kyselin} = \frac{a \cdot f \cdot 0,0067 \cdot 100}{n} [\%]$$

a – spotřeba 0,1 M NaOH v ml

n – množství vzorku k titraci v ml

f – faktor 0,1 M NaOH

4.3.3 Stanovení refraktometrické sušiny

Index lomu světla v cukerném roztoku je závislý na koncentraci roztoku, kterou můžeme podle změřeného indexu lomu určovat. Vedlejší stupnice je kalibrovaná pro hmotnostní % sacharózy. Při měření šťáv z ovoce nebo zeleniny se jedná o směs látek, z nichž každá se podílí na výsledném indexu lomu. Zpravidla převažují jednoduché cukry a sacharóza, organické kyseliny, rozpustné pektiny, které jsou hmotnostně méně zastoupené. Proto je správné výsledek vyjádřit jako rozpustnou sušinu (RS) měřenou refraktometricky ve °Rf. Seřízení refraktometru: na hranol otevřeného refraktometru se skleněnou tyčinkou nakápne 3-5 kapek vody, hranoly se rychle uzavrou a odečte se údaj na stupnici. U cukerného refraktometru musí přístroj ukazovat refrakci 0 °Rf. Je-li údaj

přístroje odchýlný, upraví se jeho stupnice na výše uvedené základní polohy podle návodu, připojeného ke každému přístroji.

Měření: mezi hranolky refraktometru se nanese vrstvička zkoušeného tekutého materiálu a hranolem se otáčí tak dlouho až hranice světla a stínu protne nitkový kříž zorného pole. Na stupnici se pak odečte buď, index lomu nebo přímá koncentrace tzv. refraktometrické sušiny (= hmotnostní procenta rozpuštěného cukru).

4.4 Organoleptické vlastnosti plodů

Pro hodnocení organoleptických vlastností plodů byla vytvořena vlastní bodová tabulka. Zhodnocení vlastností plodů jako jsou barva, pevnost a chuť je pomocí bodové stupnice od 1 do 5. Body jsou pro jednotlivé plody přiřazování pomocí tabulky č. 3. Tato metoda dovoluje zprůměrovat stupeň zralosti množství plodů a přenést tak výsledky do grafu.

Dále bylo pro vizuální posouzení použito slovní hodnocení plodů.

Tabulka č. 3: Výčet výchozích organoleptických vlastností meruněk podle vnějších znaků

Vlastnost	Body				
	5	4	3	2	1
Barva	zcela oranžový	žluto oranžový	zcela žlutý	žlutý s obsahem chlorofylu	zcela zelený
Pevnost	velmi měkký	měkký celistvý	pevný, lze otlačit	tvrdý	zcela tvrdý
Chuť	velmi sladký	sladký, typické aroma	kyselý, typické aroma	kyselý	značně kyselý

Výsledky byly zpracovány do grafu, skupiny plodů dle ošetření etylénem, teplot a počtu dní skladování tak získaly součet bodů vyjadřující organoleptické vlastnosti a stupeň zralosti. Nejméně mohla skupina plodů dostat 3 body v součtu a maximum bylo 15 bodů.

Plody, které získaly méně jak 7 bodů, byly označeny jako nevhodné ke konzumaci a dalšímu zpracování. Plody s hodnocením 7 – 10 bodů jsou vhodné k přímé

konzumaci a dalšímu zpracování (konzervace, marmelády). Plody nad 10 bodů jsou vhodné k přímé konzumaci, především však velmi vhodné k výrobě marmelády a ovocných destilátů.

4.5 Stanovení koncentrace etylénu

Pro ověření koncentrace etylénu v laboratorní nádobě byl použit plynový chromatograf Agilent Technologies 7890A GC systems (Agilent Technologies, Inc., Santa Clara, CA, USA). Tento přístroj pracuje na principu separace a identifikace složek směsi. Dále byla použita křemíková kapilární kolona (30 m x 0,25 mm), která byla smočena filmem DB-WAX o síle 0,25 mm. Jako nosný plyn bylo použito hélium. Termální desorpce látek proběhla v nástřikovém prostoru plynového chromatografu při teplotě 250 °C po dobu 5 minut při nastavení splitless módu. Ventil splitu (děliče) byl otevřen (1:50) a vlákno zůstalo v nástřikovém prostoru po dobu nutnou k úplné desorpci aromatických látek. Detektor pracoval při teplotě 250°C. Teplota na termostatu byla nastavena tak, aby došlo k jejímu zvýšení z 35 °C na 250 °C při rychlosti 3 °C za minutu. Výsledná teplota byla udržována po dobu 15 minut. (GOLIÁŠ et al., 2011)

5. Výsledky a diskuze

Rostlinný materiál – plody meruněk odrůdy „Velkopavlovická“ byly sklizeny ve vlastním sadě ve fázi těsně před začátkem klimakteria. Plody celkově zelené s převažujícím obsahem chlorofylu ve slupce, byly z jednoho stromu, aby bylo dosaženo homogenity zralostního stupně.

Plody o celkové hmotnosti 2 kg byly vloženy do hermetické nádoby z nerez-oceli. Hermetičnost byla zajištěna víkem, které bylo šroubovatelné. Ve spodní a horní části byly zapojeny ventily pro průběžné promíchávání vnitřní atmosféry oběhovým čerpadlem. K druhému hornímu ventilu byl připojen průtokoměr, kterým proudil etylen z tlakové láhve. Byla měřena doba průtoku a skutečný obsah etylénu byl kontrolován pomocí GC. Měření bylo opakováno ve čtyřech časových intervalech, až se dosáhlo požadované koncentrace 200 $\mu\text{l/l}$. Doba působení etylenu byla 24 hodin. Po aplikaci byly ošetřené plody uloženy do 3°C a 20°C po dobu 7 a 14 – ti dnů jako termíny pro průběžné hodnocení.

5.1 Penetrometrická pevnost plodů

Váženým problémem v marketingu meruněk je jejich nadměrné měknutí, s korelací mezi emisemi etylenu a pevností ovoce. (VALDÉS et al., 2009)

Pro stanovení pevnosti plodů byl použit ruční digitální penetrometr. V první řadě bylo potřeba posuvným měřítkem změřit průměr razidla penetrometru. Průměr razidla byl 8,1 mm a z matematického vztahu vypočtena plocha razidla 51,53 mm².

Následně se penetrometrem změřila síla potřebná k proražení slupky plodu z vrchní a spodní strany. Ze dvou odečtených hodnot jednoho plodu se udělal průměr. Tímto jsme získali hodnotu x_s ke každému plodu, která byla nutná pro výpočet výsledné pevnosti daného plodu.

Měření se provádělo na 5 - ti plodech z každé skupiny (etylen 3°C, etylen 20°C, kontrola 3°C, kontrola 20°C), výsledná pevnost a další laboratorní zkoušky byly kontrolovány celkem ve třech termínech (0. den, 7. den, 14. den).

První laboratorní zkoušky proběhly hned po ošetření exogenním etylenem (24 hod. doba působení). Měření bylo zapsáno jako 0. den a zkoušely se jen dvě skupiny plodů (etylén, kontrola).

Na první pohled zřetelným výsledkem byly plody ošetřené exogenním etylénem. U plodů se za 24 hod působení etylenu téměř vytratil chlorofyl, všechny plody byly rovnoměrně vybarvené a tomu i odpovídala pevnost plodů, která byla o něco menší než u plodů, které nebyly vystaveny působení etylénu.

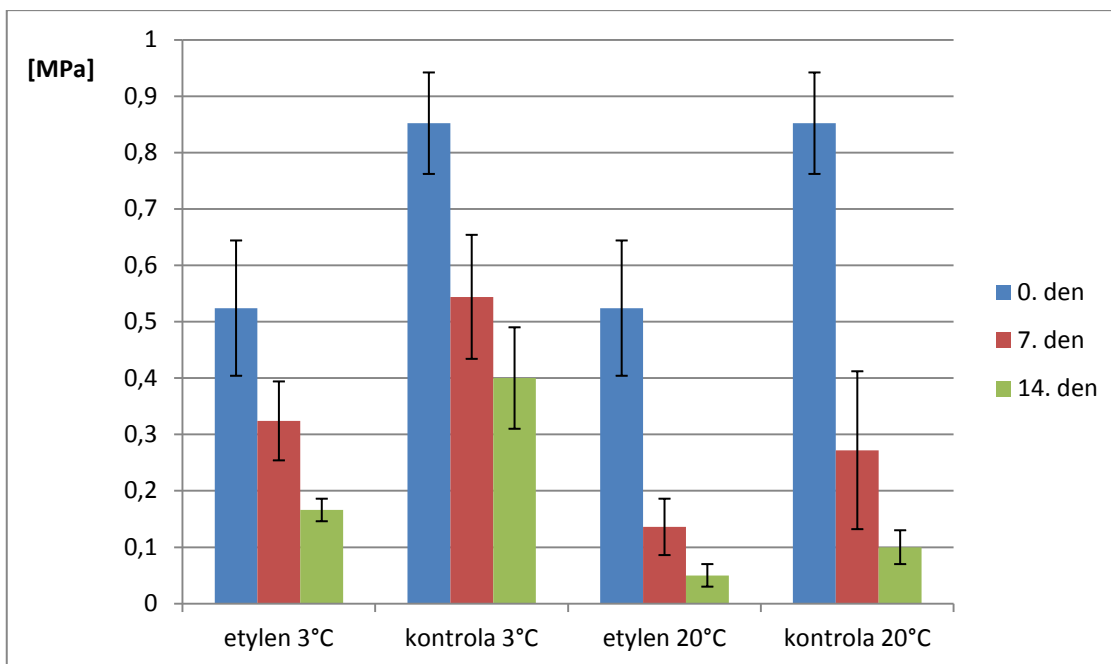
Tabulka č. 4: Penetrometrická pevnost plodů během skladování

Den	Etylen /kontrola	Ø pevnost [MPa]	sm. odchylka
0.	E	0,524	0,12
	K	0,852	0,09
7.	E, 3°C	0,324	0,07
	K, 3°C	0,942	0,11
	E, 20°C	0,136	0,05
	K, 20°C	0,272	0,14
14.	E, 3°C	0,166	0,02
	K, 3°C	0,400	0,09
	E, 20°C	0,051	0,02
	K, 20°C	0,111	0,03

Dokoupil (2011) uvádí odrůdu „Velkopavlovická“ jako jednu s nejmenší pevností plodů 0,95 MPa ve fázi zralých plodů, u přezrálých plodů uvádí 0,47 MPa.

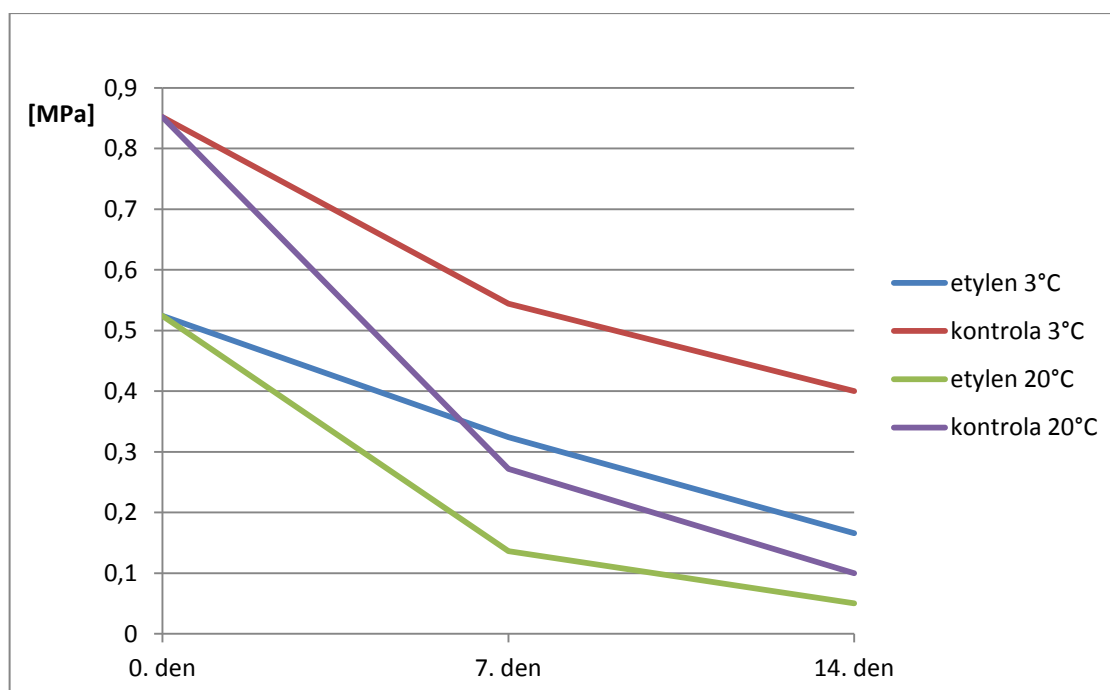
V tabulce č. 4 je zaznamenáno, jak se vyvíjela pevnost plodů od 0. dne po 14. den skladování. Hodnoty označené „E“ jsou plody ošetřené exogenním etylénem označení „K“ jako kontrola jsou plody neošetřené.

Rychlost změkčování plodů se v období po sklizni postupně snižuje. (GOLIÁŠ et al., 2013)



Graf č. 3: Změna pevnosti plodů na počátku, během a na konci skladování

Palou (2003) uvádí ve své práci značný pokles pevnosti plodů u meruňek ošetřených exogenním etylénem na rozdíl od neošetřených meruňek. Byla použita koncentrace 100 ppm a uloženy byly plody v 5°C.



Graf č. 4: Poklesu pevnosti plodů během skladování

5.2 Koncentrace titračních kyselin

Obsah veškerých kyselin v přepočtu na převažující kyselinu jablečnou se stanovil titračně, kde se z údaje o spotřebě NaOH vypočetl obsah veškerých kyselin ve vzorku. Navázily se 2 g homogenátu a titrovalo se 0,1 mol/l NaOH o faktoru 0,9670 na indikátor fenolftalein do růžového zbarvení, které by mělo vydržet 30 sekund.

Němcová (2009) uvádí koncentraci titračních kyselin v meruňkách. Kyselina jablečná 0,21 až 1,51 %.

U mé odrůdy byla v 0. den zjištěna průměrná koncentrace kyselin $2,02 \pm 0,28$ % v plodech „kontrola“ (neošetřeno etylenem) a v plodech „etylen“ (ošetřeno exogenním etylenem) $1,99 \pm 0,36$ %.

Němcová (2009) označuje odrůdu „Velkopavlovická“ jako středně kyselou s obsahem kyselin 1 – 2%.

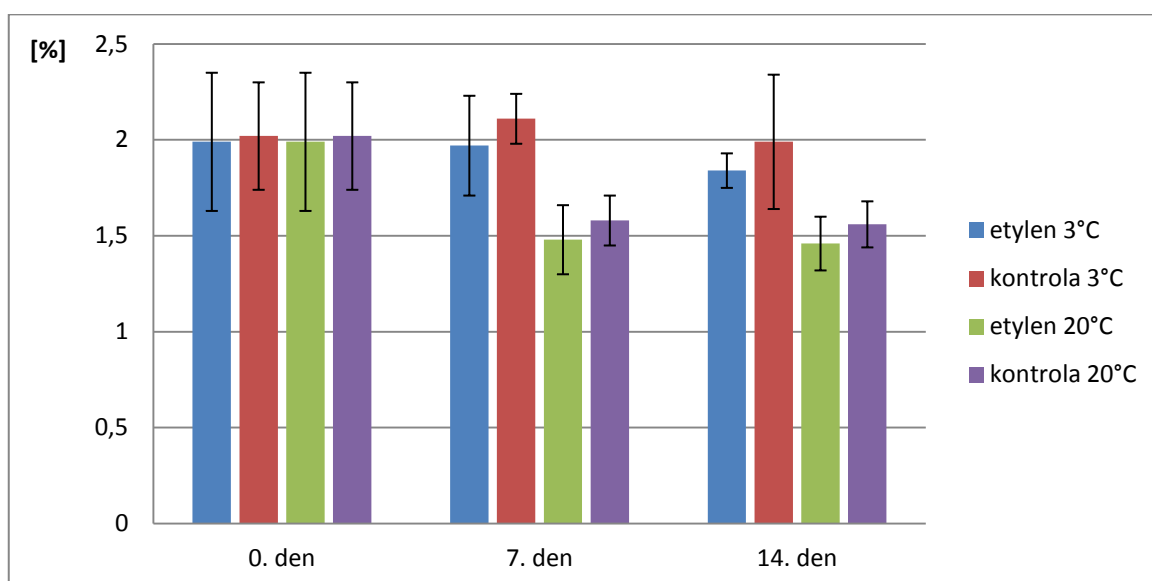
Plody byly sklizeny o den dříve jako nezralé s převažujícím obsahem chlorofylu. Část plodů, po aplikaci exogenního etylenu, byla celkově žlutá. Bilance obsahu kyselin v následujících termínech měření je uvedena v tabulce č. 5.

Tabulka č. 5: Bilance obsahu kyselin v plodech během skladování

Den	Etylen /kontrola	Ø TK [%]	sm. odchylka
0.	E	1,99	0,36
	K	2,02	0,28
7.	E, 3°C	1,97	0,26
	K, 3°C	2,11	0,13
	E, 20°C	1,48	0,18
	K, 20°C	1,58	0,13
14.	E, 3°C	1,84	0,09
	K, 3°C	1,99	0,35
	E, 20°C	1,46	0,14
	K, 20°C	1,56	0,12

Podle Valdés (2009) je etylen látka, která ovlivňuje u klimakterických typů ovoce, jako jsou i meruňky proces zrání a tudíž může ovlivnit i obsah kyselin v plodech.

Rozdíl obsahu kyselin zkoumaných plodů mezi plody ošetřenými exogenním („etylen“) etylénem a plody neošetřenými („kontrola“) nebyl statisticky průkazný. Znatelnější rozdíl byl mezi plody skladovanými v rozdílných teplotách. Plody uložené ve 20°C měly větší úbytek kyselin za 14 dní než plody uložené ve 3°C.



Graf č. 5: Obsah kyselin během skladování

Palou (2003) uvádí ve své práci, že vlastnosti plodu jako jsou obsah kyselin a rozpustná sušina, nebyly exogenním etylenem ovlivněny. Plody byly vystaveny koncentraci 100 ppm po dobu 24 hodin a uloženy v 5°C.

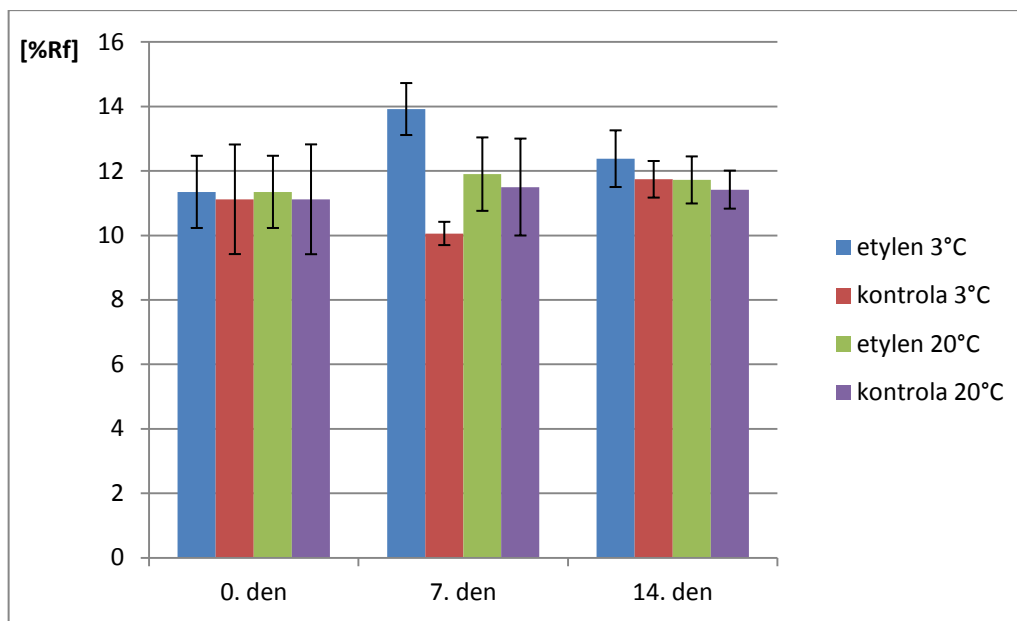
5.3 Změny rozpustné sušiny během skladování

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

Němcová (2009) uvádí průměrný obsah sušiny u odrůdy „Velkopavlovická“ 10,6°Rf.

Tabulka č. 6: Obsah rozpustné sušiny v plodech.

Den	Etylen /kontrola	Ø pevnost [°Rf]	sm. odchylka
0.	E	11,35	1,12
	K	11,12	1,70
7.	E, 3°C	13,92	0,81
	K, 3°C	10,06	0,36
	E, 20°C	11,90	1,14
	K, 20°C	11,50	1,50
14.	E, 3°C	12,38	0,88
	K, 3°C	11,74	0,57
	E, 20°C	11,72	0,73
	K, 20°C	11,42	0,59



Graf č. 6: Obsah rozpustné sušiny během skladování

5.4 Hmotnostní ztráta

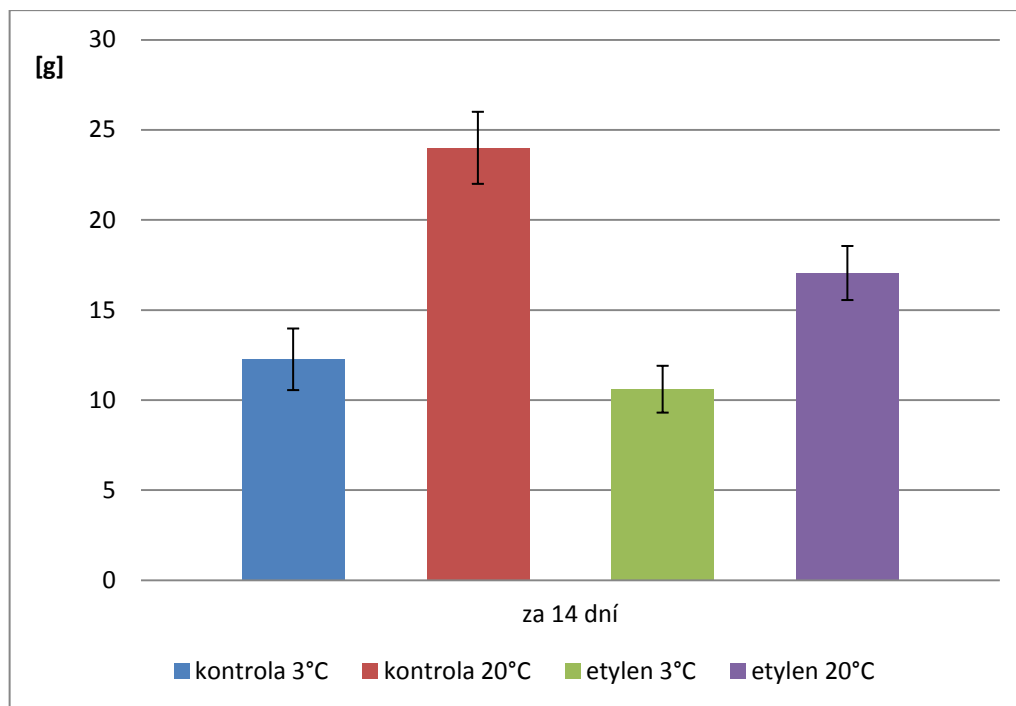
Pro zkoumání úbytku hmotnosti bylo vybráno celkem 20 kusů plodů, byly očíslovány 1 – 20. Pro každou skupinu (E 3°C, E 20°C, K 3°C, K 20°C) tak bylo 5 kusů plodů.

Podle Němcové (2011) je úbytek hmotnosti plodů závislý na teplotě skladování. Čím nižší je teplota skladování, tím nižší je i odpar vody z plodů.

Tabulka č. 7: Hmotnostní ztráty

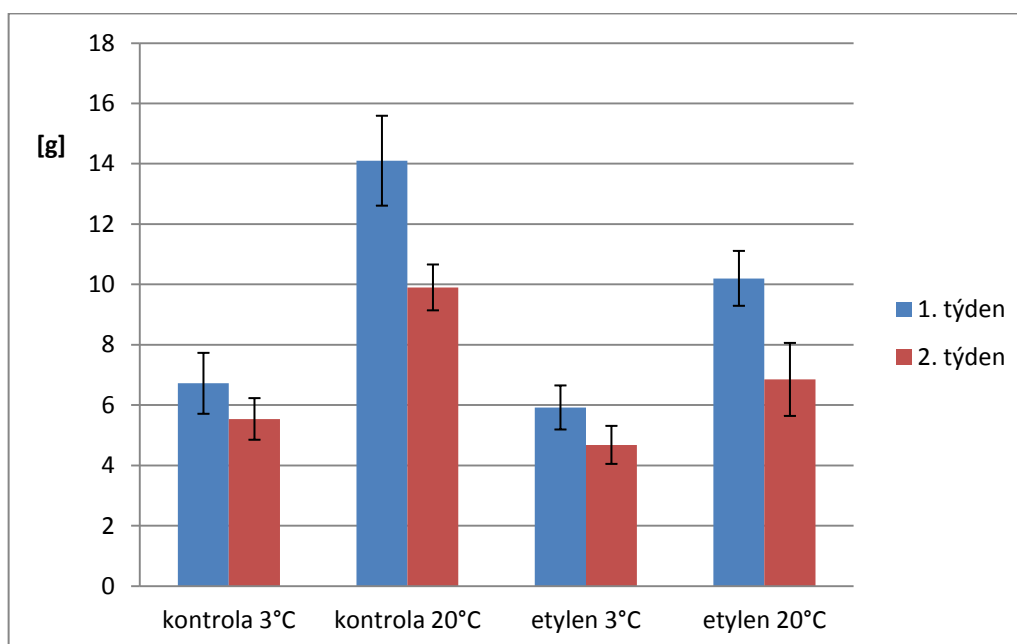
skupina	úbytek hmotnosti [g]			
	1. týden	2. týden	za 14 dní	za den
kontrola 3°C	6,72±1,01	5,54±0,69	12,26±1,71	0,88±0,12
kontrola 20°C	14,10±1,49	9,90±0,76	24,00±2,25	1,71±0,16
etylen 3°C	5,92±0,73	4,68±0,63	10,60±1,36	0,76±0,10
etylen 20°C	10,20±0,91	6,85±1,21	17,05±2,12	1,22±0,15

V tabulce č. 7 jsou uvedeny hmotnostní ztráty. Jsou to průměrné hodnoty úbytku váhy v gramech za určitá časová období.

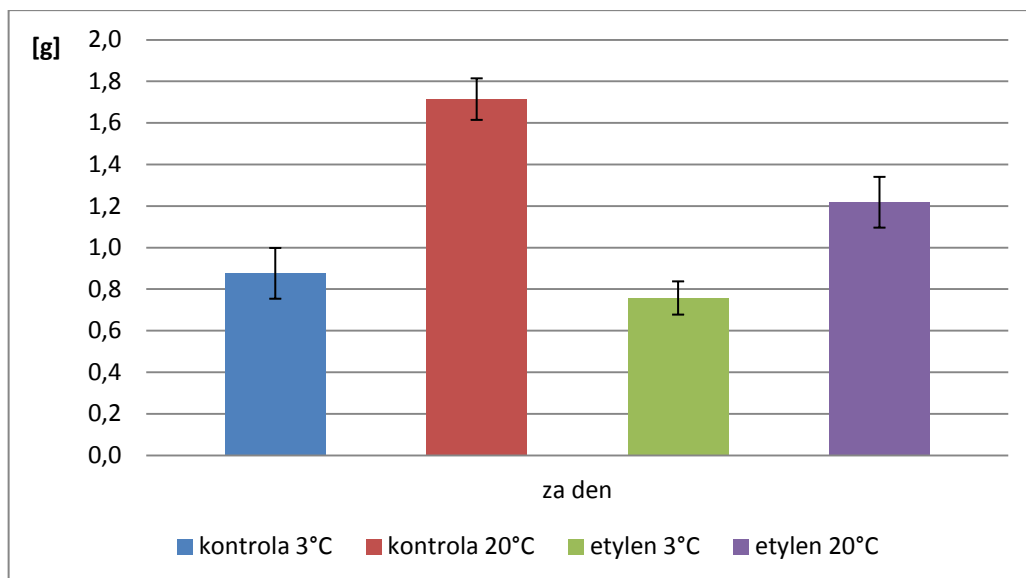


Graf č. 7: Celkový úbytek hmotnosti plodů za 14 dní skladování

V grafu č. 8 je porovnání hmotnostní ztráty prvního týdne skladování s druhým. Z grafu je patrné, že první týden byl úbytek hmotnosti intenzivnější. Dále je také ze všech grafů zjevné, že větší vliv na úbytek hmotnosti byl zaznamenán u plodů skladovaných při teplotě 20°C.



Graf č. 8: Úbytek hmotnosti v porovnání 1. a 2. týden skladování



Graf č. 9: Úbytek váhy - vztáženo na 24 hodin

5.5 Hodnocení organoleptických vlastností – senzoričké hodnocení

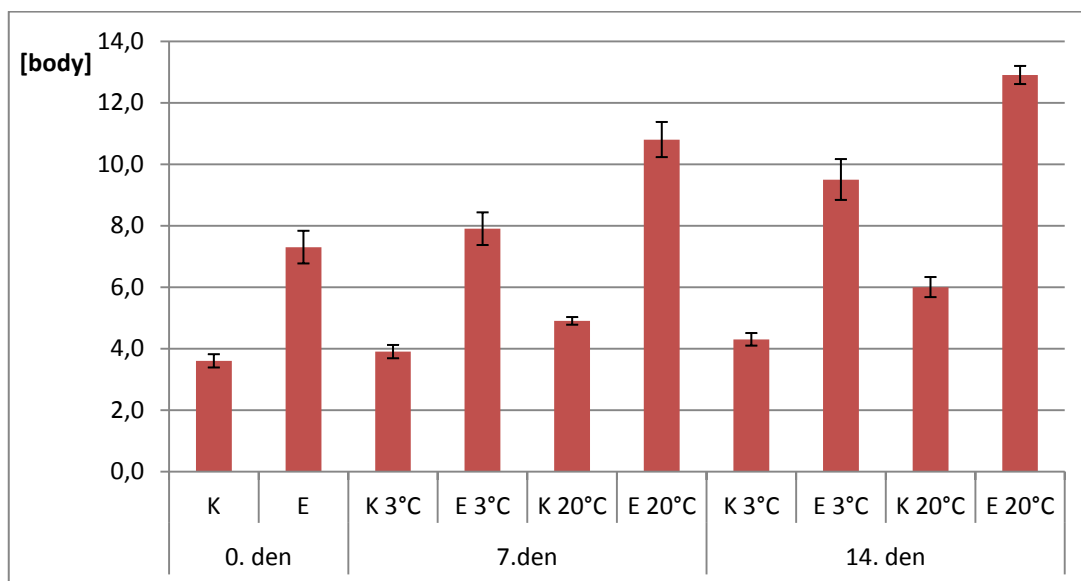
Organoleptické vlastnosti plodů meruněk byly hodnoceny ve stejných termínech jako ostatní laboratorní zkoušky. Byly také rozděleny do skupin E 3°C, E 20°C, K 3°C a K 20°C.

Podle Valdés (2009) je složení chuti definováno jako komplex atribut kvality, ve kterých poměr cukrů, kyseliny a těkavé látky hrají primární roli.

Obsah cukrů, organické kyseliny a těkavé sloučeniny, stejně jako barvy, tvaru a textury, stanovují senzoričké vlastnosti ovoce. (VALDÉS et al., 2009)

Tabulka č. 8: Bodové hodnocení senzoričkých vlastností plodů

den	kontrola/etylén	body				
		barva	pevnost	chuť	součet	průměr
0.	K	1,5	1,1	1,0	3,6	1,3±0,2
	E	3,1	1,8	2,4	7,3	2,5±0,5
7.	K 3°C	1,6	1,2	1,1	3,9	1,4±0,2
	E 3°C	3,3	2,6	2,0	7,9	3,0±0,5
	K 20°C	1,8	1,6	1,5	4,9	1,7±0,1
	E 20°C	4,1	3,9	2,8	10,8	4,0±0,6
14.	K 3°C	1,7	1,4	1,2	4,3	1,6±0,2
	E 3°C	4,1	2,8	2,6	9,5	3,5±0,7
	K 20°C	2,0	2,4	1,6	6,0	2,2±0,3
	E 20°C	4,6	4,4	3,9	12,9	4,5±0,3



Graf č. 10: Senzorické hodnocení plodů

Podle Valdés (2009) je důležitým atributem smyslová chuť, s přímým účinkem na přijatelnosti pro spotřebitele a je určena především chemickými pocity, jako je čich a chuť.

Nejlépe byly hodnoceny podle parametrů barva, pevnost a chuť plody ošetřené exogenním etylénem uložené v teplotě 20°C, tyto plody byly krásně vybarvené bez nahnilých otlaků, chuťově velmi dobré, sladké s typickým aroma. V celkovém bodovém hodnocení tato skupina plodů získala 7. den skladování 10,8 bodů a 14. den skladování 12,9 z maxima 15 – ti bodů. Plody tak byly zařazeny do skupiny plodů vhodných pro přímou konzumaci, především však velmi vhodné k výrobě marmelády a ovocných destilátů.

Skupina plodů ošetřená exogenním etylénem, uložená v teplotě 3°C dopadla jako druhá nejlépe hodnocená. Plody byly krásně vybarvené, avšak s méně intenzivní barvou než skupina E 20°C, plody také byly lehce tvrdší a chuťově méně intenzivní s typickým aroma. Tento deficit je způsoben uložením v nižší teplotě kde se zpomalí veškeré fyziologické a chemické reakce v plodu. Naproti tomu, ale plody byly déle uchovány a zkáze podlehly později než plody E 20°C. Plody byly zařazeny do kategorie plodů vhodných k přímé konzumaci a dalšímu zpracování (konzervace, marmelády).

Nejhůře byla hodnocena skupina plodů K 3°C, tedy plody neošetřené etylenem. Celkový počet bodů 14. den skladování byl 4,3. Plody zůstaly celkově zelené, tvrdé,

kyselé a některé dokonce povadlé a svraštělé po celou dobu skladování, snížená teplota skladování zpomalila proces dozrávání natolik, že plody byly zařazeny do kategorie nevhodné ke konzumaci a dalšímu zpracování.

Podle Němcové (2009) je intenzita barvy úměrná obsahu rozpustné sušiny v plodech meruněk, čím je líčko plodů červenější, tím více je v plodu rozpustné sušiny.

Valdés (2009) uvádí, že typická chuť většiny z plodů není přítomna při svém prvním vývojovém stádiu, ale spíše se vyvíjí v průběhu procesu dozrávání.

Všechny tyto vlastnosti ovoce mohou být přímo regulovány etylenem nebo jinými vlivy. Etylen je rozhodující v procesu zrání a podílí se na mnoha změnách, které se vyskytují v ovoci, jako je degradace chlorofylu, změkčování, dýchání a produkce těkavých látek. (VALDÉS 2009)

6. Souhrn získaných výsledků

Během skladování plodů meruněk jedné odrůdy, které byly sklizeny ve stadiu nezralém, celkově zelené byl sledován vliv exogenního etylénu na posklizňovou zralost. Byla dodržena homogenita zralostního a hmotnostního stupně. Na začátku sledování byla část plodů ošetřena exogenním etylénem a plody dále skladovány ve dvou různých teplotách (3°C a 20°C) po dobu 14 – ti dnů.

Byly zaznamenány změny organoleptických i fyzikálně - chemických vlastností. V sensorickém hodnocení došlo k výrazné změně barvy a pevnosti u plodů ošetřených exogenním etylénem. Nejlépe hodnoceny byly plody ošetřené exogenním etylénem a uložené v teplotě 20°C. Nejhuře hodnoceny byly plody neošetřené exogenním etylénem a uložené v teplotě 3°C. Tyto plody zůstaly celkově zelené a některé zavadlé, nevhodné ke konzumaci.

Z fyzikálně - chemických vlastností byly zaznamenány především změny v obsahu titračních kyselin. Během skladování se jejich obsah snížil nejvíce u plodů ošetřených exogenním etylénem a uložených v teplotě 20°C. Na konci skladování zaznamenán pokles titračních kyselin o 0,5%. Nejmenší úbytek obsahu titračních kyselin byl zaznamenán u skupiny plodů neošetřených exogenním etylénem uložených v teplotě 3°C. Na obsah titračních kyselin měla větší vliv teplota skladování než etylén. U koncentrace rozpustné sušiny byla zaznamenána jen nepatrná změna.

Během skladování se u všech plodů projevil hmotnostní úbytek v důsledku ztrát vody výparem a zároveň se snížilo množství kyselin. Největší hmotnostní úbytek byl zaznamenán u plodů ošetřených exogenním etylénem uložených v teplotě 20°C. U skupiny plodů uložených ve stejné teplotě akorát ošetřených exogenním etylénem byl úbytek hmotnosti o čtvrtinu menší. Nejmenší úbytek hmotnosti měly plody ošetřené exogenním etylénem uložené v teplotě 3°C.

U plodů ošetřených exogenním etylénem a uložených v teplotě 20°C, byla po celou dobu skladování zachována žluto – oranžová barva, plody zůstaly celistvé a nenahnílé.

Plody neošetřené exogenním etylénem uložené ve 3°C z většiny zůstaly zelené, tvrdé a některé zavadlé.

7. Závěr

Byl sledován vliv exogenního etylénu na posklizňovou zralost u plodů meruňk odrůdy „Velkopavlovická“. Meruňky z vlastního sadu byly sklizeny jako nezralé s převažujícím obsahem chlorofylu ve slupce. Byla dodržena homogenita hmotnostního a zralostního stupně. Celkem 4 kg rostlinného materiálu bylo rozděleno do kategorií na plody ošetřené exogenním etylénem, tyto plody byly vystaveny vlivu etylenu na 24 hodin v koncentraci 200 ppm a na plody neošetřené (kontrolní).

Plody byly dále skladovány v teplotách 3°C a 20°C. V každé z teplot byla uložena skupina plodů ošetřených exogenním etylenem a skupina kontrolních plodů, celkem tedy 4 skupiny plodů (E 3°C, E 20°C, K 3°C, K 20°C). Laboratorní zkoušky provedeny 0. den, 7. den a 14. den.

Byla stanovena pevnost plodů, obsah titračních kyselin a rozpustné sušiny. U plodů neošetřených byla stanovena pevnost plodů v 0. den $0,852 \pm 0,09$ MPa avšak u plodů ošetřených exogenním etylenem byl zaznamenán pokles pevnosti plodů. Pevnost byla $0,524 \pm 0,12$ MPa. Pokles pevnosti za období skladování byl tedy pro neošetřené plody (kontrolní) méně strmý než pro plody ošetřené exogenním etylénem. Ve 14. den skladování měly kontrolní plody pevnost „K 3°C“ $0,400 \pm 0,09$ MPa a „K 20°C“ $0,111 \pm 0,03$ MPa. Oproti tomu u plodů ošetřených stanoveno „E 3°C“ $0,166 \pm 0,02$ MPa a pro „E 20°C“ $0,051 \pm 0,02$ MPa.

V 0. den byl obsah titračních kyselin $2,02 \pm 0,28$ % u plodů „kontrola“ a u plodů „etylen“ byl $1,99 \pm 0,36$ %. Během skladování se obsah kyselin u všech skupin plodů snížil. Poslední den skladování bylo stanoveno pro „E 3°C“ $1,84 \pm 0,09$ % a pro „E 20°C“ $1,46 \pm 0,14$ %. Pro kontrolní skupiny stanoveno „K 3°C“ $1,99 \pm 0,35$ % a „K 20°C“ $1,56 \pm 0,12$ %. Z výsledků je patrné, že na obsah kyselin v plodech měla vliv teplota skladování než etylén. U plodů uložených ve 20°C se obsah kyselin snížil v průměru o 0,5%.

Obsah rozpustné sušiny byl v 0. den u neošetřených plodů $11,12 \pm 1,70$ % a u ošetřených plodů $11,35 \pm 1,12$ %. Během skladování se obsah rozpustné sušiny nevyvíjel.

Bylo provedeno senzoričné hodnocení plodů pomocí bodové stupnice, posuzovaly se vlastnosti chuť, barva a pevnost plodů. Pro bodové hodnocení byla sestavena tabulka podle vlastní metodiky. Maximální možný počet byl 15 bodů. Skupina plodů kontrolních byla hodnocena s počtem 3,6 bodů, vyhodnoceno jako plody

nevhodné ke konzumaci. U plodů ošetřených exogenním etylénem byla zaznamenána výrazná změna barvy. Plody byly žluté bez viditelného obsahu chlorofylu ve slupce, hodnoceny s počtem 7,3 bodů jako plody vhodné ke konzumaci a dalšímu zpracování. V 7. den skladování byly vyhodnoceny skupiny plodů „E 3°C“ s počtem 7,9 bodů jako plody vhodné ke konzumaci a dalšímu zpracování a plody E 20°C s počtem 10,8 bodů jako plody vhodné ke konzumaci a k dalšímu zpracování například k výrobě ovocných destilátů. Ostatní skupiny hodnoceny jako nevhodné ke konzumaci s počtem bodů pod 7. Ve 14. Den skladování byly nejlépe hodnoceny ty stejné skupiny jako v předchozím hodnocení „E 3°C“ 9,5 bodů a „E 20°C“ 12,9 bodů. Ostatní skupiny hodnoceny jako nevyhovující ke konzumaci.

Plody byly v 0. den zváženy a označeny pro sledování úbytku hmotnosti. Průměrná hmotnost plodů byla $70,06 \pm 9,5$ g. Za prvních 7 dní skladování byla ztráta hmotnosti u „E 3°C“ $5,92 \pm 0,73$ g a u „E 20°C“ $10,20 \pm 0,91$ g. Pro kontrolní vzorky byla ztráta hmotnosti u „K 3°C“ $6,72 \pm 1,01$ g a u „K 20°C“ $14,10 \pm 1,49$ g. Za první týden skladování byla hmotnostní ztráta větší než za druhý a to především u plodů uložených v teplotě 20°C. Nejrychlejší byl úbytek hmotnosti u plodů neošetřených uložených v teplotě 20°C, za první týden byl hmotnostní úbytek $14,10 \pm 1,49$ g.

8. Abstrakt

Byl zkoumán vliv exogenního etylénu na plody meruněk odrůdy „Velkopavlovická“. Plody byly sklizeny ve fázi zralosti s převažujícím obsahem chlorofylu ve slupce.

U rostlinné suroviny se stanovovala koncentrace titračních kyselin, penetrometrická pevnost plodů a obsah rozpustné sušiny. Dále byl sledován úbytek hmotnosti.

Plody byly ošetřeny exogenním etylénem po dobu 24 hodin v hermeticky uzavřené nádobě při koncentraci 200 ppm. Koncentrace ověřena pomocí plynové chromatografie (GC/MS).

Skladovány byly po dobu 14 – ti dnů při teplotě 3°C a 20°C. Ke každé skupině plodů byla i skupina kontrolní (neošetřená exogenním etylenem). Laboratorní zkoušky provedeny v 0., 7. a 14. den od ošetření. U plodů ošetřených etylénem zaznamenán pokles pevnosti plodů a změna barvy – ztráta chlorofylu.

Na ostatní vlastnosti plodů měla spíše vliv teplota skladování než etylen.

Proběhlo senzorické hodnocení všech skupin plodů podle parametrů chuť, pevnost, barva. Nejlépe byly hodnoceny plody ošetřené exogenním etylénem uložené v teplotě 20°C a jako nejhorší byly vyhodnoceny plody kontrolní (neošetřené) uložené v teplotě 3°C.

Klíčová slova: meruňky, exogenní etylén, zralost, skladování

9. Resume

Was researched influence of exogenous ethylene on apricots of variety "Velkopavlovická". The fruits were harvested at the maturity stage of the primary content of chlorophyll in their skin.

At the plant material was determined by the concentration of titratable acids, fruit penetrometer firmness and soluble solids content. Additionally, a loss of weight.

The fruits were treated with exogenous ethylene for 24 hours in a sealed vessel at 200 ppm concentration. Concentration verified by gas chromatography (GC / MS).

Were stored for 14 - days at 3 ° C and 20 ° C. For each group of fruit was also a control group (untreated exogenous ethylene). Laboratory tests performed on days 0, 7 and 14 days after treatment. For fruit treated with ethylene decrease the strength of fruits and color changes - loss of chlorophyll.

On the other properties of fruits have more influence than ethylene storage temperature.

Sensory evaluation was carried out of all categories of fruits according to the parameters taste, firmness, color. Top evaluated fruits were treated exogenous ethylene stored at a temperature of 20 ° C and worst fruits were evaluated control (untreated) stored in the temperature of 3 ° C.

Key words: apricots, exogenous ethylene, maturity, storage

10. Seznam použité literatury

1. AUBERT, C., CHANFORAN, C. Postharvest changes in physicochemical properties and volatile constituents of apricot (*Prunus armeniaca* L.). Characterization of 28 cultivars. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*. 2007, č. 55, 3074–3082
2. BALAŠTÍK, J. *Konzervování v domácnosti: Návod k přípravě a uchování zdravých výrobků ze zahrady*. 1. vydání, October 12, 2001. 229 s. ISBN 80-86528-07-3
3. BLANKENSHIP, S.M., and DOLE, J.M., 1-Methylcyclopropene: a review. *Postharvest Biol. Technol.* 2003, č. 28:1-25.
4. CRISOTSO, H., PALOU, L. Postharvest Treatments to Reduce the Harmful Effects of Ethylene on Apricots. *Acta horticulturae*. 2003, č. 599, 31-38.
5. DEFILIPPI, B.G., MANRIQUEZ, D., LUENGWILAI, K., GONZÁLEZ-AGUERO, M. Aroma Volatiles: Biosynthesis and Mechanisms of Modulation During Fruit Ripening, *Advances in Botanical Research*. 2007, 50:31-44
6. DOKOUPIL, L., GOLIÁŠ, J. Produkce etylenu odrůdami meruněk během zrání. In JŮZL, M.; NEDOMOVÁ, Š. *Sborník XXXVI. Semináře a jakosti potravin a potravinových surovin – Ingrovy dny*. 2010, s. 40. ISBN: 978-80-7375-384-9
7. GOLIÁŠ, J. Etylenové klimakterium jablek. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*. 1989. sv. 4, s. 49-57. ISSN 1211-8516.
8. GOLIÁŠ, J. *Skladování ovoce v řízené atmosféře*. 1. vyd. Praha: Brázda, 2011. 122 s. ISBN 978-80-209-0386-0.
9. GOLIÁŠ, J., LÉTAL, J., DOKOUPIL, L. Influence of maturity on volatile production and chemical composition of fruits of six apricot cultivars. *Journal of Applied Botany and Food Quality-Angewandte Botanik*. 2011. sv. 84, č. 1, s. 76-84. ISSN 1613-9216.
10. 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.
11. GURRIERI, F., AUDERGON, J., ALBAGNAC, G., REICH, M., Soluble sugars and carboxylic acids in ripe apricot fruit as parameters for distinguishing different cultivars. *Euphytica*. 2005. no. 117, pp. 183-189

12. HAMROVÁ, L. *Technologie zemědělského lihovarství*. Praha: SNTL, 1988. 185 s. ISBN 04-836-88.
13. HRIČOVSKÝ, I. a kol., 2004: *Meruňky a broskvoně*. Příroda, Bratislava, 88, ISBN: 80-07-01228-1
14. KRŠKA, B., PRAMUKOVÁ, J., VACHŮN, M. Inheritance of some pomological traits in Minaret × Betinka apricot progeny. *Horticultural Science*. 2009. sv. 36, č. 3, s. 85-91. ISSN 0862-867X.
15. KRŠKA, B. *Ústní sdělení*, 2014
16. KYZLINK, V. *Základy konzervace potravin*. Praha: SNTL - Nakladatelství technické literatury, 1980. 516 s.
17. KYZLINK, V. *Teoretické základy konzervace potravin*. Bratislava: SNTL - Alfa, 1988. 509 s.
18. LIN, Z., ZHONG, S., GRIERSON, D., Recent advances in ethylene research. *J. Exp Bot.* 2009. č. 60, 3311–3336.
19. MARTY, I., BUREAU, S., SARKISSIAN, G., GOUBLE, B., AUDERGON, J., ALBAGNAC, G., Ethylene regulation of carotenoid accumulation and carotenogenic gene expression in colour-contrasted apricot varieties (*Prunus armeniaca*). *Journal of Experimental Botany*. 2005. vol. 56, no. 417, pp. 1877–1886
20. NĚMCOVÁ, A. *Konzervační metody*. Přednášky, 2012.
21. PALOU, L., and CRISOSTO, H., Postharvest treatments to reduce the harmful effects of ethylene on apricots. *Acta Horticulturae*. 2003, (ISHS) 599:31-38.
22. RITENOUR, M., BRECHT, J. Ethylene treatments for ripening and degreening. 2011.
23. ŠKOPEK, J. *Výroba destilátů z vlastního ovoce*. České Budějovice: DONA, 2003. 139 s. ISBN 80-7322-045-8.
24. VALDÉS, H., PIZARRO, M., CAMPOS-VARGAS, R., IFANTE, R., DEFILIPPI, B.G., Effect of ethylene inhibitors on quality attributes of apricot cv. Modesto and Patterson during storage. *Chilean J. Agric. Res.* 2009, č. 69, 134–144.

Internetové zdroje:

- ANONYM č. 1; Voda. Databáze online [cit. 2012-24-3]. Dostupné z WWW <<http://cs.wikipedia.org/wiki/Voda>>.
- ANONYM č. 2; Sacharidy. Databáze online [cit. 2010-1-10]. Dostupné z WWW <<http://www.gvi.cz/files/chemie/sacharidy.pdf>>.
- ANONYM č. 3; Kvašení. Databáze online [cit. 2013-2-1]. Dostupné z WWW <<http://cs.wikipedia.org/wiki/Kva%C5%A1en%C3%AD>>.
- GOLIÁŠ, J., ČANĚK, A. 2005; *Etylénová atmosféra ve skladovacích technologiích jádrového ovoce*. Databáze online [cit. 2005-21-3]. Dostupné z WWW < <http://zahradaweb.cz/etylenova-atmosfera-ve-skladovacich-technologiich-jadroveho-ovoce/>>.
- GOLIÁŠ, J. 2002; *Skladování peckového ovoce v upravené plynné směsi*. Databáze online [cit. 2002-16-10]. Dostupné z WWW < <http://zahradaweb.cz/skladovani-peckoveho-ovoce-v-upravene-plynné-smesi/>>.
- MAXA, D. 2007; *Výroba etylénu*. Databáze online [cit. 2007-15-3]. Dostupné z WWW < <http://www.petroleum.cz/zpracovani/zpracovani-ropy-49.aspx> >.
- NĚMCOVÁ, A., 2009; *Hodnocení změn při dozrávání meruněk*. Databáze online [cit. 2009-27-1]. Dostupné z WWW < <http://zahradaweb.cz/hodnoceni-zmen-pri-doizravani-merunek/> >.
- VYSLOUŽIL, J., 2010; *Databáze odrůd ovocných plodin*. Databáze online [cit. 2013-23-3]. Dostupné z WWW <<http://www.sumperacek.webpark.cz/Apricots/apricots.html>>.