

Mendelova univerzita v Brně

Zahradnická fakulta v Lednici

ÚČINEK 1-MCP NA PRODLOUŽENÍ SKLADOVATELNOSTI  
PLODŮ BROSKVÍ A ŠVESTEK

Diplomová práce

Vedoucí diplomové práce:

prof. Ing. Jan Goliáš, DrSc.

Vypracovala:

Bc. Michaela Tomanová

Lednice 2015

## Zadání

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma **Účinek 1-MCP na prodloužení skladovatelnosti plodů broskví a švestek** vypracovala samostatně a použila jen pramenů, které cituji a uvádím v přiloženém soupisu literatury.

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

V Lednici, dne

Podpis diplomanta

## **Poděkování**

Ráda bych poděkovala vedoucímu diplomové práce panu prof. Ing. Janu Goliášovi, DrSc. za vzorné vedení a cenné rady při tvorbě práce.

## Obsah

<b>1. ÚVOD</b> .....	12
<b>2. CÍL PRÁCE</b> .....	13
<b>3. LITERÁRNÍ PŘEHLED</b> .....	14
3.1 Charakteristika broskvoní .....	14
3.1.1 Botanické členění.....	14
3.1.2 Nároky na pěstování .....	14
3.1.3 Choroby a škůdci .....	15
3.1.4 Charakteristika odrůdy 'REDHAVEN' .....	15
3.2 Charakteristika slivoní .....	16
3.2.1 Botanické členění.....	16
3.2.2 Nároky na pěstování .....	17
3.2.3 Choroby a škůdci .....	18
3.2.4 Charakteristika odrůdy 'TOP' .....	18
3.3 Látkové složky významné pro zrání plodu .....	19
3.3.1 Voda obsažená v ovoci .....	19
3.3.2 Sacharidy obsažené v ovoci .....	19
3.3.3 Organické kyseliny obsažené v ovoci.....	20
3.3.4 Dusíkaté látky obsažené v ovoci.....	20
3.3.5 Minerální látky obsažené v ovoci .....	21
3.3.6 Pektiny .....	21
3.3.7 Škrob.....	22
3.3.8 Aromatické látky obsažené v peckovém ovoci.....	22
3.3.9 Třísloviny (taniny) obsažené v ovoci.....	23
3.3.10 Vitaminy obsažené v ovoci.....	23
3.3.11 Lipidy obsažené v ovoci .....	24
3.4 Klimakterický a neklimakterický typ .....	25
3.4.1 Klimakterický typ .....	25
3.4.2 Neklimakterický typ .....	25
3.5 Ethylen – C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> .....	26
3.5.1 Historie objevu ethylenu .....	26

3.5.2 Biosyntéza ethylenu .....	27
3.5.3 Vliv ethylenu na rostliny.....	27
3.6 1-methylcyklopropen .....	28
3.6.1 Historie objevu 1-MCP .....	28
3.6.2 Charakteristika 1-MCP .....	29
3.6.3 Použití a efekt na jednotlivých ovocných a zeleninových druzích .....	29
3.6.4 Přípravek SmartFresh™.....	31
3.7 Skladování ovoce .....	31
3.7.1 Vliv pěstebních podmínek na skladování ovoce.....	31
3.7.2 Fyziologické podmínky pro skladování ovoce .....	32
3.8 Jednotlivé formy skladů s řízenou atmosférou .....	35
<b>4. PRAKTICKÁ ČÁST .....</b>	<b>37</b>
4.1 MATERIÁL A METODIKA.....	37
4.1.1 Rostlinný materiál.....	37
4.1.2 Postup práce .....	37
4.1.3 Senzorické hodnocení .....	38
4.1.4 Stanovení pevnosti slupky .....	38
4.1.5 Stanovení hmotnosti plodů .....	39
4.1.6 Stanovení refraktometrické sušiny.....	39
4.1.7 Stanovení obsahu titračních kyselin .....	39
4.1.8 Stanovení ethylenu a CO <sub>2</sub> .....	40
<b>5. VÝSLEDKY A DISKUZE .....</b>	<b>42</b>
5.1 Průběh stanovení u plodů broskví.....	42
5.1.1 Průběh hmotnostních ztrát .....	42
5.1.2 Změny zrání ve vztahu k rozpustné sušině a titračním kyselinám .....	45
5.1.3 Produkce ethylenu a respirace .....	48
5.2 Průběh stanovení u plodů švestek .....	51
5.2.1 Průběh hmotnostních ztrát .....	51
5.2.2 Změny zrání ve vztahu k rozpustné sušině .....	53
5.2.3 Změny zrání ve vztahu k veškerým titračním kyselinám .....	55
5.2.4 Produkce ethylenu a respirace .....	57
5.3 Statistické vyhodnocení .....	61
<b>6. ZÁVĚR.....</b>	<b>65</b>

<b>7. SOUHRN A RESUME .....</b>	<b>68</b>
<b>8. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....</b>	<b>69</b>
<b>9. PŘÍLOHY .....</b>	<b>Chyba! Záložka není definována.</b>

## Seznam tabulek

**Tabulka 1:** Obsah sacharidů v ovoci (jako % jedlé části) dle Belitze (2009)

**Tabulka 2:** Obsah kyseliny askorbové v ovoci [mg.100g-1 jedlé části] (Belitz, 2009)

**Tabulka 3:** Látkové složení peckového ovoce dle Bulkové (2001)

**Tabulka 4:** Množství uvolněného tepla z ovoce v kcal za 24 hodin

**Tabulka 5:** Kritéria sensorického hodnocení broskví

**Tabulka 6:** Kritéria sensorického hodnocení švestek

**Tabulka 7:** Hmotnosti plodů [g] ošetřených 1-MCP a kontrolních skladovaných 7 dní při 2 °C

**Tabulka 8:** Hmotnosti plodů [g] ošetřených 1-MCP a kontrolních skladovaných 14 dní při 2 °C

**Tabulka 9:** Hmotnosti plodů [g] ošetřených 1-MCP a kontrolních skladovaných 7 dní při 20 °C

**Tabulka 10:** Hmotnosti plodů [g] ošetřených 1-MCP a kontrolních skladovaných 14 dní při 20 °C

**Tabulka 11:** Hodnoty rozpustné sušiny [%] a titračních kyselin [%] plodů skladovaných při 2 °C

**Tabulka 12:** Rozpustná sušina [%] a titrační kyseliny [%] plodů broskví skladovaných při 20 °C

**Tabulka 13:** Produkce ethylenu [ $\mu\text{l.kg}^{-1}.\text{h}^{-1}$ ] a  $\text{CO}_2$  [ $\text{ml.kg}^{-1}.\text{h}^{-1}$ ] u plodů broskví skladovaných při 2 °C

**Tabulka 14:** Produkce ethylenu [ $\mu\text{l.kg}^{-1}.\text{h}^{-1}$ ] a  $\text{CO}_2$  [ $\text{ml.kg}^{-1}.\text{h}^{-1}$ ] u plodů broskví skladovaných při 20 °C

**Tabulka 15:** Hmotnost plodů [g] u plodů švestek skladovaných při 2 °C

**Tabulka 16:** Hmotnosti plodů [g] švestek skladovaných při 20 °C

**Tabulka 17:** Rozpustná sušina [%] plodů švestek skladovaných při 2 °C

**Tabulka 18:** Rozpustná sušina [%] plodů švestek skladovaných při 20 °C

**Tabulka 19:** Titrační kyseliny [%] plodů švestek skladovaných při 2 °C

**Tabulka 20:** Titračních kyseliny [%] plodů švestek skladovaných při 20 °C

**Tabulka 21:** Produkce ethylenu [ $\mu\text{l.kg}^{-1}.\text{h}^{-1}$ ] a  $\text{CO}_2$  [ $\text{ml.kg}^{-1}.\text{h}^{-1}$ ] u plodů švestek skladovaných 7 dní při 2 °C



**Tabulka 22:** Produkce ethylenu [ $\mu\text{l.kg}^{-1}\text{.h}^{-1}$ ] a  $\text{CO}_2$  [ $\text{ml.kg}^{-1}\text{.h}^{-1}$ ] plodů švestek skladovaných 14 dní při 2 °C

**Tabulka 23:** Produkce ethylenu [ $\mu\text{l.kg}^{-1}\text{.h}^{-1}$ ] a  $\text{CO}_2$  [ $\text{ml.kg}^{-1}\text{.h}^{-1}$ ] u plodů švestek skladovaných 7 dní při 20 °C

**Tabulka 24:** Produkce ethylenu [ $\mu\text{l.kg}^{-1}\text{.h}^{-1}$ ] a  $\text{CO}_2$  [ $\text{ml.kg}^{-1}\text{.h}^{-1}$ ] plodů švestek skladovaných 14 dní při 20 °C

**Tabulka 25:** Tabulka závislostí

**Tabulka 26:** Pevnost plodů [MPa] broskví ošetřených a kontrolních skladovaných při 2 °C

**Tabulka 27:** Pevnost plodů [MPa] broskví skladovaných při 20 °C

**Tabulka 28:** Pevnost plodů [MPa] švestek uložených ve 2 °C

**Tabulka 29:** Pevnost plodů [MPa] švestek skladovaných při 20 °C

**Tabulka 30:** Analýza jakostních parametrů v 0. dni - broskve

**Tabulka 31:** Analýza jakostních parametrů v 0. dni - švestky

## Seznam grafů

**Graf 1:** Produkce laktonů u broskví skladovaných při 0 °C a 5 °C

**Graf 2:** Ztráty hmotnosti plodů broskví skladovaných při 2 °C vyjádřených v %

**Graf 3:** Ztráty hmotnosti plodů broskví skladovaných při 20 °C vyjádřených v %

**Graf 4:** Rozpustná sušina [%] plodů broskví skladovaných při 2 °C

**Graf 5:** Množství veškerých titračních kyselin [%] plodů broskví skladovaných při 2 °C

**Graf 6:** Rozpustná sušina [%] plodů broskví skladovaných při 20 °C

**Graf 7:** Množství veškerých titračních kyselin [%] plodů broskví skladovaných při 20 °C

**Graf 8:** Produkce ethylenu [ $\mu\text{l.kg}^{-1}\text{.h}^{-1}$ ] u plodů broskví skladovaných při 2 °C

**Graf 9:** Produkce  $\text{CO}_2$  [ $\text{ml.kg}^{-1}\text{.h}^{-1}$ ] u plodů broskví skladovaných při 2 °C

**Graf 10:** Produkce ethylenu [ $\mu\text{l.kg}^{-1}\text{.h}^{-1}$ ] u plodů broskví skladovaných při 20 °C

**Graf 11:** Produkce  $\text{CO}_2$  [ $\text{ml.kg}^{-1}\text{.h}^{-1}$ ] u plodů broskví skladovaných při 20 °C

**Graf 12:** Hmotnostní ztráty plodů švestek skladovaných při 2 °C

**Graf 13:** Hmotnostní ztráty [%] plodů švestek skladovaných při 20 °C

**Graf 14:** Rozpustná sušina plodů švestek [%] skladovaných při 2 °C

- Graf 15:** Rozpustná sušina [%] plodů švestek skladovaných při 20 °C
- Graf 16:** Obsah veškerých titračních kyselin [%] plodů švestek skladovaných při 2 °C
- Graf 17:** Obsah veškerých titračních kyselin [%] plodů švestek skladovaných při 20 °C
- Graf 18:** Produkce ethylenu [ $\mu\text{l.kg}^{-1}.\text{h}^{-1}$ ] u plodů švestek skladovaných při 2 °C
- Graf 19:** Produkce CO<sub>2</sub> [ $\text{ml.kg}^{-1}.\text{h}^{-1}$ ] u plodů švestek skladovaných ve 2 °C
- Graf 20:** Produkce ethylenu [ $\mu\text{l.kg}^{-1}.\text{h}^{-1}$ ] u plodů švestek skladovaných při 20 °C
- Graf 21:** Produkce CO<sub>2</sub> [ $\text{ml.kg}^{-1}.\text{h}^{-1}$ ] u plodů švestek skladovaných při 20 °C
- Graf 22:** Pevnost plodů [MPa] skladovaných při 2 °C
- Graf 23:** Pevnost plodů [MPa] broskví skladovaných při 20 °C
- Graf 24:** Korelace mezi titračními kyselinami a rozpustnou sušinou
- Graf 25:** Korelace mezi titračními kyselinami a pevností slupky
- Graf 26:** Korelace mezi titračními kyselinami a ethylenem
- Graf 27:** Korelace mezi titračními kyselinami a CO<sub>2</sub> kontrolních plodů
- Graf 28:** Korelace mezi rozpustnou sušinou a pevností slupky kontrolních plodů
- Graf 29:** Korelace mezi rozpustnou sušinou a ethylenem kontrolních plodů
- Graf 30:** Korelace mezi rozpustnou sušinou a CO<sub>2</sub>
- Graf 31:** Korelace mezi pevností slupky a ethylenem kontrolních plodů
- Graf 32:** Korelace mezi pevností slupky a CO<sub>2</sub> kontrolních plodů
- Graf 33:** Korelace mezi ethylenem a CO<sub>2</sub> plodů kontrolních
- Graf 34:** Korelace mezi titračními kyselinami a rozpustnou sušinou
- Graf 35:** Korelace mezi titračními kyselinami a pevností slupky
- Graf 36:** Korelace mezi titračními kyselinami a ethylenem
- Graf 37:** Korelace mezi titračními kyselinami a CO<sub>2</sub>
- Graf 38:** Korelace mezi rozpustnou sušinou a pevností slupky
- Graf 39:** Korelace mezi rozpustnou sušinou a ethylenem
- Graf 40:** Korelace mezi rozpustnou sušinou a CO<sub>2</sub>
- Graf 41:** Korelace mezi pevností slupky a ethylenem
- Graf 42:** Korelace mezi pevností slupky a CO<sub>2</sub>
- Graf 43:** Korelace mezi ethylenem a CO<sub>2</sub>
- Graf 44:** Pevnost plodů švestek [MPa] skladovaných při 2 °C
- Graf 45:** Pevnost plodů švestek [MPa] skladovaných při 20 °C
- Graf 46:** Korelace mezi titračními kyselinami a rozpustnou sušinou

- Graf 47:** Korelace mezi titračními kyselinami a pevností slupky
- Graf 48:** Korelace mezi titračními kyselinami a ethylenem kontrolních plodů
- Graf 49:** Korelace mezi titračními kyselinami a CO<sub>2</sub> kontrolních plodů
- Graf 50:** Korelace mezi rozpustnou sušinou a pevností slupky kontrolních plodů
- Graf 51:** Korelace mezi rozpustnou sušinou a ethylenem kontrolních plodů
- Graf 52:** Korelace mezi rozpustnou sušinou a CO<sub>2</sub>
- Graf 53:** Korelace mezi pevností slupky a ethylenem kontrolních plodů
- Graf 54:** Korelace mezi pevností slupky a CO<sub>2</sub> kontrolních plodů
- Graf 55:** Korelace mezi ethylenem a CO<sub>2</sub>
- Graf 56:** Korelace mezi titračními kyselinami a rozpustnou sušinou
- Graf 57:** Korelace mezi titračními kyselinami a pevností slupky
- Graf 58:** Korelace mezi titračními kyselinami a ethylenem
- Graf 59:** Korelace mezi titračními kyselinami a CO<sub>2</sub>
- Graf 60:** Korelace mezi rozpustnou sušinou a pevností slupky
- Graf 61:** Korelace mezi rozpustnou sušinou a ethylenem
- Graf 62:** Korelace mezi rozpustnou sušinou a CO<sub>2</sub>
- Graf 63:** Korelace mezi pevností slupky a ethylenem
- Graf 64:** Korelace mezi pevností slupky a CO<sub>2</sub>
- Graf 65:** Korelace mezi ethylenem a CO<sub>2</sub>

## 1. ÚVOD

Ovoce je podstatnou součástí potravy člověka. Dodržování pravidelného příjmu je důležité z důvodu načerpání živin a látek, které si naše tělo neumí samo vytvořit. Jedná se především o vitaminy, minerální látky a cukry, které dodávají člověku energii. Důležitou složkou je i vláknina, která zajišťuje dobrou peristaltiku střev.

Broskvoň, pocházející z Číny, se k nám dostala z Persie po Hedvábné stezce. Z toho také plyne její latinský název – *persica*. Broskvím se v Číně přisuzuje vysoký význam, jsou jedním z pěti hlavních pilířů života – dlouhověkost.

Švestky do našich končin přivezl Karel IV. z Francie. Ve starověkém Egyptě byly švestky vkládány do hrobů bohatých. Archeologové našli v hrobce tibetského architekta Ka sušené švestky, které mu měly sloužit jako důstojné jídlo po smrti.

V minulosti byli lidé odkázáni na potraviny dobře uskladnitelné, tedy takové, jež jsou schopny uchovat si své sensorické vlastnosti. Dnes je možné díky moderním způsobům skladování ovlivnit mnoho faktorů, které negativně působí na udržení čerstvosti. Jedná se o teplotu, vlhkost, hladinu kyslíku, CO<sub>2</sub> a především ethylen.

Ethylen, který se v prostředí nachází jako exogenní, podporuje výrazně zrání plodu a zhoršuje skladovatelnost. V průběhu skladování ho lze odstranit například větráním. Na počátku skladování je možno k jeho redukci použít 1-methylcyklopropen. Chemická sloučenina, na jejímž objevu se podíleli Dr. Sylvia M. Blankenship a prof. Edward C. Sisler z North Carolina State University, učinila velký pokrok v moderním skladování.

Podstatou účinku 1-MCP je jeho přednostní navázání na vazebná místa ethylenu díky podobné chemické struktuře. Díky tomu dojde k inhibici ethylenu, plody se nezbarvují a neměknou.

## 2. CÍL PRÁCE

- Prostudovat literaturu týkající se účinku sloučeniny 1-MCP na zpomalení produkce ethylenu v plodech klimakterického typu. Prostudovat články vztahující se k účinkům této látky na broskve a švestky.
- Plody vybraných odrůd ošetřit přípravkem SmartFresh™ a uskladnit spolu s kontrolními plody při 2 a 20 °C.
- Provést tři měření v době 0, po 7 a 14 dnech.
- Kritérii pro hodnocení budou rozpustná sušina, titrační kyselost, pevnost plodu, sensorické hodnocení, produkce CO<sub>2</sub> a produkce ethylenu.
- Výsledky zpracovat do tabulek a grafů a statisticky zpracovat analýzou variance.

## 3. LITERÁRNÍ PŘEHLED

### 3.1 Charakteristika broskvoní

#### 3.1.1 Botanické členění

Broskvoň obecná (*Prunus persica* (L.) Batsch.) patří do čeledi růžovité (*Rosaceae*), rodu *Prunus* L. Většina u nás pěstovaných odrůd patří do tzv. íránské skupiny (broskvoň západní).

Podle Richtera (2002) lze původ broskvoní najít ve staré Číně. K nám byly dovezeny v 18. století z jižní Evropy. Pěstování začalo na jižní Moravě a až později se přesunulo do Čech.

#### 3.1.2 Nároky na pěstování

Původ broskvoní určuje jejich nároky na klimatické podmínky. Rané odrůdy jsou vhodné pro pěstování v okrajových oblastech na chráněných stanovištích. Pozdní odrůdy je nutno pěstovat jen v nejteplejších oblastech. Problém s namrzáním nastává po působení mrazů po teplém lednovém počasí. Pozdní jarní mrazíky mohou poškozovat květy. Nejlepších výsledků broskvoň dosahují ve vinorodých oblastech jižní Moravy a Polabí, v oblastech s dostatečným počtem slunečních dnů (Sus, 2003).

K dosažení velké kvality plodů při intenzivním pěstování je nutná zálaha. Broskvoň vyžadují půdy lehčí až středně těžké, hlinitopísčité až hlinité, velmi dobře zásobené živinami. Nesnáší vyšší obsah vápníku v půdě a silně trpí chlorózou (Blažek, 2001).

Nejvhodnější umístění broskvoní je v nadmořské výšce do 250 m n. m. Průměrná roční teplota by měla být 9 °C, průměrné roční srážky 600-700 mm (Blažek, 2001).

V minulosti byly broskvoň pěstovány na generativně množené podnoži – broskvoňovém semenáči, který byl získán z výsevu pecek z konzerváren. Z důvodu špatné klíčivosti a vyrovnanosti se dnes používají pro broskvoň generativně množené podnože B-VA-1, B-VA-2, B-VA-3, B-VA-4. Jde o výběr ze semenáčů vinohradnických broskvoní (Blažek, 2001).

Nejpoužívanějším pěstitelským tvarem je kotlovitá (dutá) koruna bez terminálu, dále zploštělé větveno a nízkokmen s dutou korunou (Blažek, 2001).

### 3.1.3 Choroby a škůdci

Mezi nejčastější choroby patří šarka švestky. Viróza se projevuje prstencovými nebo nepravidelnými světle žlutými až bělavými kresbami. Jedná se o karanténní chorobu, napadené stromy je nutno likvidovat (Blažek, 2001).

Nejčastější houbovou chorobou je kadeřavost broskvoní, která na jaře napadá listy. Projevuje se zduřením listů a tvorbou červených puchýřů. Postižené listy mají bělavý povlak vršek. Letorosty jsou krátké, deformované a listy opadávají (Blažek, 2001).

Mezi další choroby patří moniliová hniloba plodů, padlí broskvoňové, nektriová rakovina a diaporthová rakovina (Richter, 2002).

Nejčastějším škůdcem je mšice broskvoňová, hnízdotvorná a švestková. Mšice škodí sáním na listech, které se svinují, tvoří shluky a opadávají. Je nutno provádět ochranu, protože mšice je přenašečem viru šarky švestek (Richter, 2002).

Housenky obaleče východního způsobují vyžírání dřene mladých letorostů a červivost plodů. Podobně škodí také makadlovka broskvoňová (Richter, 2002).

### 3.1.4 Charakteristika odrůdy 'REDHAVEN'

Odrůda původem z USA vznikla křížením odrůd 'Halehaven' a 'Kalhaven'. V České republice byla zařazena do Listiny povolených odrůd v roce 1963 (Sus, 2003).

Požadavky na stanoviště nejsou tak vysoké, jako u jiných odrůd. Vyžaduje hlinité půdy dobře zásobené živinami a vláhou (Blažek, 2001).

Vyznačuje se bujným růstem a širokou korunou. Plod je střední, kulovitý až oválný. Slupka je jemně plstnatá, žluté barvy a z části překrytá karmínovou červení. Dužnina je žlutá, okolí pecky načervenalé. V chuti je aromatická a od slupky dobře odlučitelná pouze v plné zralosti (Richter, 2002).

Pro pěstování se používá čtvrtkmen a zploštělé větveno. Plodnost je brzká, velká a pravidelná (Richter, 2002).

Odrůda 'Redhaven' dozrává v první polovině srpna (5.-10.) a je určující odrůdou pro zralost všech ostatních odrůd.

Odolnost květů proti mrazům v době kvetení je vysoká, proti napadení kadeřavostí broskvoní střední (Richter, 2002).

Z hlediska požadavků na stanovištní podmínky jde o nejplastičtější odrůdu. Je vhodná pro přímý konzum i pro průmyslové zpracování. Jde o nejčastěji pěstovanou broskvoň v současných výsadbách (Sus, 2003).

## **3.2 Charakteristika slivoní**

### **3.2.1 Botanické členění**

Slivoň (*Prunus domestica* L.) patří do čeledi růžovité (*Rosaceae*). Původem je z Kavkazu, kde se samovolně křížila trnka (*Prunus spinosa* L.) s myrobalánem (*Prunus cerasifera* Ehrh.). Slivoň lze pokládat za původní domácí druh, proto je lépe přizpůsobena klimatickým podmínkám území našeho státu (Blažek, 2001).

Slivoně jsou pěstovány jak v intenzivních, tak extenzivních výsadbách. K velkému omezení pěstování došlo zejména u intenzivních výsadeb z důvodu rozšíření šarky švestek. Dnes jsou vysazovány odrůdy odolné, tolerantní i rezistentní na šarku, díky tomu také dochází i k intenzivní obnově starých sadů (Blažek, 2005).

Plody jsou využívány jak pro přímý konzum, tak pro zpracování na kompoty, povidla k sušení a výrobě slivovice (Blažek 2001).

Slivoně se rozdělují pomologicky dle vzrůstnosti a habitu stromu, znaků a vlastností plodů na (Kutina, 1991):

subsp. *insititia* (L.) Poiret - **slívy**

- **špendlíky**

- **mirabelky**

Stromy kompaktního nízkého vzrůstu, s větévkami s kolci, s květy bílými, většími, s plody kulovitými, výjimečně podlouhlými, s dužinou, kromě mirabelek, lpící na pecce, chuti nakyslé (slívy) nebo sladké až velmi sladké (mirabelky, špendlíky), většinou měkké konzistence.

subsp. *italica* Borkhausen - **renklódy**

Stromy většího vzrůstu, s větévkami bez kolců, s velkými zaoblenými listy, s květy bílými, většími, s plody kulovitými (var. *claudiana* Poiret) či vejčítými (var. *ovoidea*



Martens), s dužinou většinou nelpící na pecce, chuti sladké, mírně až více aromatické, většinou tuhé konzistence.

subsp. *oeconomica* Borkhausen – švestky

Rozlišují se pravé švestky, pološvestky a datlovky, oválné švestky či kulovité švestky. Švestky jsou stromovitého vzrůstu, s větévkami v mládí často s ostrými kolci, později bez kolců, s listy podlouhlými se špičkou, s květy nazelenale bílými, středně velkými, s plody podlouhlými až vejčitými, s dužinou tuhé konzistence, dobře oddělitelné od pecky, chuti sladké, velmi aromatické.

### 3.2.2 Nároky na pěstování

Švestky je vhodné pěstovat ve středních až vyšších polohách z důvodu jejich vyššího požadavku na vlhkost půdy a vyšší vzdušnou vlhkost. Odolnost květů proti jarním mrazíkům umožňuje výsadbu i v nechráněných polohách. Vhodné jsou půdy středně těžké až těžší s dostatečným množstvím humusu, sprašové půdy i slínovatky. Slívy, renklódy a mirabelky je nutné pěstovat v teplejších oblastech na chráněných stanovištích. Vyžadují hlubší půdy. Švestky je možné pro jejich mělce kořenicí kořenový systém pěstovat v půdách mělkých (Blažek, 2001).

Průměrný úhrn srážek pro kvalitní násadu je okolo 600 mm ročně. Při výběru stanoviště je důležité dodržet vzdálenost minimálně 500 m od zdrojů infekce šarky, nebo je před výsadbou zlikvidovat (Blažek, 2001).

Před začátkem pěstování je velmi důležité zvolit vhodnou podnož zapsanou ve Státní odrůdové knize. Richter (2002) doporučuje 'St. Julien A', 'Pixy' a MY-KL-A, všechny uvedené jsou podnože vegetativně množené. Z generativně množených je doporučován myrobalán MY-VS-1.

Z pěstitelských tvarů je doporučován čtvrtkmen, vřetenovitý zákrsek nebo vytvoření stěny (Richter, 2002).

### 3.2.3 Choroby a škůdci

Nejzávažnější chorobou slivoní je šarka švestky. Jde o onemocnění virového původu postihující listy i plody. V jarním období se choroba projevuje olejově žlutými skvrnami. Plody jsou deformované a tvoří se typická kresba. V případě pokročilého rozvoje dochází k předčasnému dozrávání a opadávání. Jedná se o karanténní chorobu. Veškeré napadené rostliny je nutno odstranit (Richter, 2002).

### 3.2.4 Charakteristika odrůdy 'TOP'

Odrůdu top vyšlechtili ve Výzkumném ústavu univerzity v Geisenheimu v Německu selekcí potomstva z volného opylení odrůdy 'Stanley' (Blažek, 2005).

Plodem je pološvestka, středně velká, s hmotností 30-40 g, tvaru oválného. Plod je tmavě modré barvy se světle šedým ojíněním. Dužina je žlutá, středně pevná, šťavnatá a dobře se odlučuje od pecky. Skladovatelnost v chladírně možná po několik týdnů (Blažek, 2005).

Vzrůst stromu bývá středně silný, později slábne. Koruny stromu jsou široce pyramidální, přiměřeně husté. Plodí na jednoletém dřevě. Květy jsou samosprašné, doba květu středně pozdní. Plodnost velmi raná, hojná a pravidelná. Při velkých násadách nutno provést probírku a pravidelný řez (Blažek, 2005).

Odrůda se vyznačuje vysokou tolerancí k šarce, k moniliové hnilobě je málo citlivá. Květy jsou velmi odolné vůči pozdním jarním mrazíkům (Blažek, 2005).

Sklizeň probíhá od druhé poloviny září a začátkem října po sklizni 'Domáci švestky' a případně i odrůdy 'President'. Zralé plody neopadávají a je možno je sklízet dlouhou dobu (Blažek, 2005).

Jedná se o výkonnou odrůdu s plody vhodnými k přímému konzumu, kuchyňskému zpracování i pro pálení a sušení. Vhodná pro intenzivní výsadby (Blažek, 2005).

### 3.3 Látkové složky významné pro zrání plodu

#### 3.3.1 Voda obsažená v ovoci

Ovoce obsahuje 81-94 % vody. Její molekuly spolu s ostatními komponenty tvoří základní strukturu potravin. Aktivita vody značně ovlivňuje organoleptické vlastnosti potravin, uchovatelnost, odolnost vůči mikroorganismům, enzymové a neenzymové reakce během skladování (Velíšek, 2002).

#### 3.3.2 Sacharidy obsažené v ovoci

Jedná se o polyhydroxyaldehydy a polyhydroxyketony, které obsahují v molekule minimálně tři alifaticky vázané uhlovodíkové atomy. Dále také sloučeniny, které se z nich vytvářejí vzájemnou kondenzací vzniku acetalových vazeb (Velíšek, 2011).

Slouží jako základní stavební jednotky buněk, zdroj energie a jsou také biologicky aktivními látkami nebo jejich součástí (Velíšek, 2011).

Reakcí sacharidů dochází při skladování k enzymatickému hnědnutí (Maillardova reakce). Vznikají žluté, hnědé až černé pigmenty a aromatické látky, dále antinutriční a toxické látky (Velíšek, 2011).

Bulková (2011) uvádí, že sacharóza tvoří značnou část sacharidů obsažených v broskvích – 56,54 g kg<sup>-1</sup>. Švestky obsahují 38,04 g.kg<sup>-1</sup> sacharózy.

Tabulka 1: Obsah sacharidů v ovoci (jako % jedlé části) dle Belitze (2009)

Druh ovoce	Glukóza	Fruktóza	Sacharóza
jablka	1,8	5,7	2,4
hrušky	1,8	6,7	1,8
meruňky	1,9	0,9	5,1
třešně	6,9	6,1	0,2
broskve	1,0	1,2	5,7
švestky	3,5	2,0	3,4
ostružiny	3,2	2,9	0,2
jahody	2,2	2,3	1,3
červený rybíz	2,0	2,5	0,3

černý rybíz	2,4	3,1	0,7
maliny	1,8	2,1	1,0
hrozny	7,2	7,4	0,4
pomeranč	2,4	2,4	3,4
grapefruit	2,0	2,1	2,9
citron	1,4	1,4	0,4
ananas	2,3	2,4	7,9
banán	3,5	3,4	10,3
datle	25,0	24,9	13,8
fíky	5,5	4,0	0,0

Nunes (2008) bere sacharidy z pohledu ztrát. Enzymy degradující polysacharidy, jako stavební složku, způsobují ztrátu pevnosti plodů.

### 3.3.3 Organické kyseliny obsažené v ovoci

Hlavními organickými kyselinami ovoce jsou kyselina jablečná a citronová. Kyselina jablečná převládá v jádrovém a peckovém ovoci, zatímco kyselina citronová je nejhojnější v bobulovinách, citrusech a tropickém ovoci (Belitz, 2009).

Organické kyseliny z velké části tvoří typické aroma broskví. Jejich obsah tvoří 0,7-0,9 %. Nejvíce je zastoupena kyselina jablečná 3000-7700 mg.kg<sup>-1</sup>. Kyselina citronová je obsažena do 2000 mg. kg<sup>-1</sup>, menší podíl tvoří kyselina vinná (Bulková, 2011).

### 3.3.4 Dusíkaté látky obsažené v ovoci

Ovoce obsahuje 0,1- 1,5 % z toho 35-75 % tvoří proteiny. Široce distribuovány jsou také volné aminokyseliny (Belitz, 2009).

Bañados (2001) zjistil, že obsah dusíku v kůře je nejvyšší v období od května do července (1,5 % u broskví a 1 % u švestek). Minimální hodnoty byly zjištěny v prosinci (broskve - 0,6 %, švestky 0,7 %). Proteinové aminokyseliny představovaly 88 až 95 % z celkového počtu aminokyselin v kůře. Volné aminokyseliny představovaly

pouze malou část, 5 až 12 %. Vyšší koncentrace byly zaznamenány na podzim a na jaře, kdy dochází k remobilizaci.

### 3.3.5 Minerální látky obsažené v ovoci

Látky anorganického původu, které rostliny přijímají z půdy. Pro člověka nepostradatelné, protože jsou součástí koenzymů působících jako katalyzátory biochemických procesů a řídí rychlost jejich reakcí v organismu. Pro vstřebávání je nutná přítomnost bílkovinných nosičů (Bulková, 2011). Množství minerálních látek v rostlinách je dáno obsahem prvků v půdě, vlastnostmi půdy, způsobu a míře hnojení, dále na klimatických podmínkách a stupni zralosti (Velíšek, 2002).

Zelenina a ovoce obsahují především alkalogenní prvky, které jsou důležité pro vyvážení kyselinotvorné masité a moučné stravy (Bulková, 2011).

Broskve obsahují 4,6 g.kg<sup>-1</sup> minerálních látek, z toho je vyšší množství bóru 70 mg. kg<sup>-1</sup>, železa 10,95 mg. kg<sup>-1</sup>, draslíku a hořčíku. Švestky jsou bohaté na železo 7,44 mg. kg<sup>-1</sup>, draslík a hořčík (Bulková, 2011).

### 3.3.6 Pektiny

Jedná se o polydisperzní polysacharidy různého složení. Jsou součástí stěn primárních buněk a mezibuněčných prostor pletiv vyšších rostlin. Ke vzniku a uložení dochází především v raných stádiích růstu při zvětšování plochy buněčné stěny (Velíšek, 2002).

Výskyt pektinů v ovoci má vliv především na texturu ovoce a to od růstu až po zpracování. Během zrání, posklizňového skladování a zpracování dochází u pektinů k enzymové i neenzymové degradaci, čímž dojde k měknutí plodů a ztrátě želírující schopnosti. Po sklizni pokračuje uvolňování pektinů z komplexů polysacharidů tvořících buněčné stěny i během skladování. Měknutí broskví není tak výrazné díky obsahu exo-polygalakturonasy (Velíšek, 2002).

Bulková (2011) uvádí obsah pektinů v broskvích okolo 7,99 g.kg<sup>-1</sup>, v případě švestek 8,64 g.kg<sup>-1</sup>.

### 3.3.7 Škrob

Škrob patří mezi zásobní polysacharidy rostlin. Slouží rostlinám jako zásoba glukosy. Nativní škroby se skládají z amylopektinu a amylosy. Nachází se v plastidech. V malém množství také v chloroplastech. Velké množství škrobu obsahují amyloplasty nacházející se v buňkách kořenů, hlíz a semen (Velíšek, 2002).

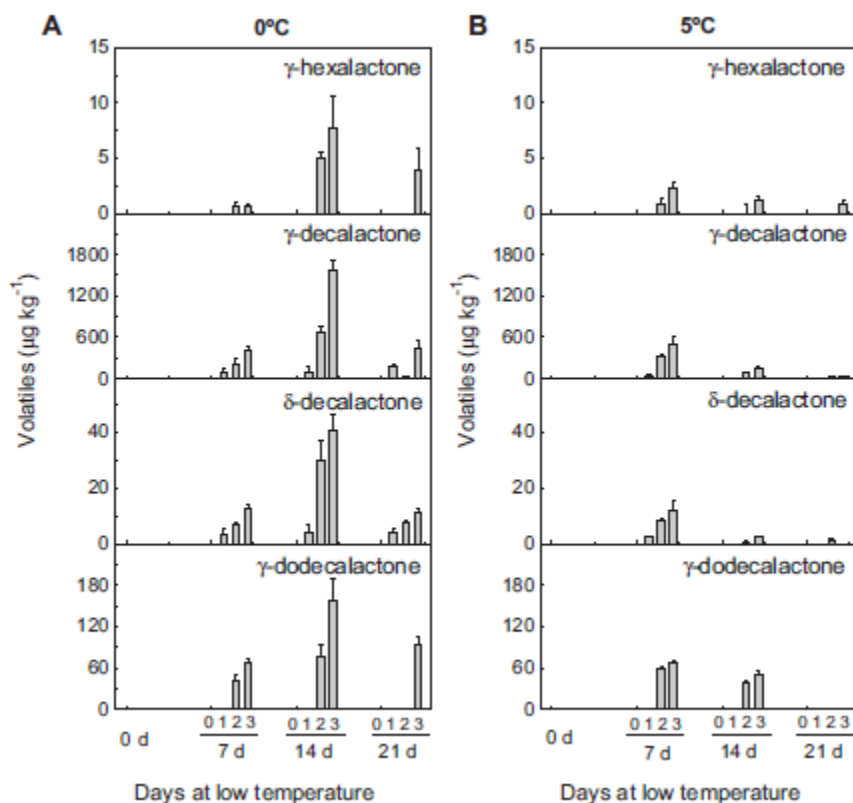
Při zrání ovoce dochází k přeměně škrobu na jednoduché cukry. Z ovoce obsahující větší množství škrobu po dozrání lze jmenovat banány (*Musa cavendishii*), dále jedlé kaštiny (*Castanea sativa*) a ořechy. Vyšším obsahem škrobů se vyznačují oříšky ledviníku západního (*Anacardium occidentale*), které jsou známy jako kešu (Velíšek, 2002).

### 3.3.8 Aromatické látky obsažené v peckovém ovoci

Důležitou složkou tvořící aroma peckového ovoce je benzaldehyd, dále benzylalkohol, ethyl-cinnamát, isopentyl-acetát, linalool,  $\alpha$ -terpineol, hexanal, (Z)-hex-3-enal, 3-hex-2-enal a produkty rozkladu karotenoidů (Velíšek, 2002).

Podle Belitze (2009) tvoří typické aroma broskví obsah  $\gamma$ -laktonů a  $\delta$ -laktonů. Laktony dávají broskvím krémovou, ovocnou a typicky broskvovou vůni. Rozdíl u jednotlivých odrůd je dán především obsahem esterů a monoterpenů. Aroma švestek tvoří dále methyl-cinnamát,  $\gamma$ -dekalakton a aldehydy se zeleným aroma (Velíšek, 2002).

Zhang (2010) popisuje produkci  $\gamma$ -hexalaktonu,  $\gamma$ -dekalaktonu,  $\delta$ -dekalaktonu a  $\gamma$ -dodekalaktonu u broskvích během skladování při teplotě 0°C (A) a 5°C (B). Na ose x jsou znázorněny dny trvanlivosti 0, 1, 2, 3 po vyjmutí plodů z nízkých teplot a doba skladování 7, 14 a 21 dní.



Graf 1: Produkce laktonů u broskví skladovaných při 0 °C a 5 °C (Zhang, 2010)

### 3.3.9 Třísloviny (taniny) obsažené v ovoci

Třísloviny jsou fenolové sloučeniny reagující s proteiny. Interakce slin s některými polymerními fenolovými sloučeninami obsaženými v potravinách způsobuje trpkou, svíravou nebo adstringentní chuť. Dochází k tomu při denaturaci proteinů slin, čímž dochází ke ztrátě jejich ochranného vlivu. Vyskytují se ve slupce, peckách, jádrech a stopkách (Velíšek, 2002).

### 3.3.10 Vitaminy obsažené v ovoci

Jedná se o organické nízkomolekulární látky syntetizované autotrofními organismy. Nejsou zdrojem energie ani stavebním materiálem, ale určité minimální množství je nezbytné pro látkovou přeměnu a regulaci metabolismu člověka. Označovány jsou též jako exogenní esenciální biokatalyzátory (Velíšek, 2002).

Vlivem přijímání rostlinné potravy člověkem se jeho metabolické řetězce přizpůsobily a esenciální složky potravy již nedokáže vytvořit. Z tohoto důvodu je nutný jejich příjem potravou a to buď přímo, nebo ve formě provitaminů, které se v těle přemění na vitaminy. Základní dělení vitamínu je na lipofilní (rozpuštěné v tucích - A, D, E, K) a hydrofilní (rozpuštěné ve vodě - například vitaminy skupiny B, vitamin C a H) (Odstrčil, 2006).

Broskve jsou zdrojem vitamínu C, kyseliny listové, pantotenové, niacinu  $8,6 \text{ mg kg}^{-1}$ . Švestky obsahují vitamin E  $7,5 \text{ mg kg}^{-1}$ , kyselinu listovou  $0,02 \text{ mg. kg}^{-1}$ , vitamin C a vitaminy skupiny B (Bulková, 2011).

**Tabulka 2: Obsah kyseliny askorbové v ovoci [mg.100g-1 jedlé části] (Belitz, 2009)**

Druh	kyselina askorbová	Druh	kyselina askorbová
jablka	3-35	černý rybíz	177
hrušky	1-4		
meruňky	5-15	pomeranče	50
třešně	8-37	grapefruit	40
broskve	5-29	citrony	50
švestky	2-14	acerola	1000-2000
ostružiny	17	ananas	25
jahody	60	banány	7-21
maliny	25	guava	300
červený rybíz	40	melouny	6-32

### 3.3.11 Lipidy obsažené v ovoci

Obsah lipidů v ovoci je obecně nízký, 0,1-0,5 % hmotnosti čerstvého plodu. Vyšší obsah lipidů obsahují semena a ořechy. Dužina avokáda je také bohatá na tuky. Lipidové frakce ovoce se skládají z triacylglycerolů, glyko- a fosfolipidů, karotenoidů, triterpenoidů a vosků (Belitz, 2009).



**Tabulka 3: Látkové složení peckového ovoce dle Bulkové (2001)**

Druh	Bílkoviny g.kg <sup>-1</sup>	Tuky g.kg <sup>-1</sup>	Sacharidy g.kg <sup>-1</sup>	Vláknina nerozpust. g.kg <sup>-1</sup>	Vláknina rozpustná g.kg <sup>-1</sup>	Draslík mg.kg <sup>-1</sup>	Vápník mg.kg <sup>-1</sup>	Hořčík mg.kg <sup>-1</sup>	Vitamin B <sub>1</sub> mg.kg <sup>-1</sup>	Vitamin B <sub>2</sub> mg.kg <sup>-1</sup>	Vitamin C mg.kg <sup>-1</sup>	β- karoten mg.kg <sup>-1</sup>
broskve	7,6	1,5	120,9	6,6	21,8	2142,6	129,7	105,9	0,26	0,52	65,50	4,27
meruňky	8,7	1,3	119,6	11,0	28,8	2727,6	164,0	107,1	0,40	0,53	105,00	19,80
švestky	6,5	1,6	146,5	6,3	22,4	2226,3	155,1	114,5	0,71	0,45	46,92	2,88
renklódy	8,0	2,0	157,5	8,1	27,0	2253,3	134,9	122,6	0,50	0,39	51,66	1,17
třešně	9,1	4,1	143,8	6,1	20,3	2147,0	179,3	107,7	0,37	0,51	100,82	1,46
višně	10,0	6,2	131,7	7,7	24,4	2170,7	206,9	147,5	0,32	0,43	58,71	2,97

### 3.4 Klimakterický a neklimakterický typ

#### 3.4.1 Klimakterický typ

Pro klimakterické plody jsou charakteristické výrazné změny v průběhu růstové fáze a následného dozrávání. Plod je sklizňově zralý v klimakterickém minimu (období nejnižší intenzity dýchání), poté nastupuje fáze zrání – klimakterické maximum, která končí při přechodu plodu do konzumní zralosti. Poté nastupuje senescence, období klesající intenzity dýchání (Goliáš, 2011).

Pokles intenzity dýchání po klimakterickém maximum je projevem fyziologické zralosti a začátku přezrání. Tyto plody jsou vhodné pro přímý konzum, nejsou vhodné pro skladování (Mareček, 2012).

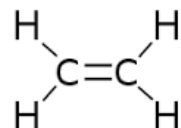
Mezi klimakterické plody řadíme jablka, hrušky, broskve, meruňky, švestky a slívy, avokádo, banány, ananasový meloun, fíky, guava, rajčata, okurky, sapote (Goliáš, 2011).

#### 3.4.2 Neklimakterický typ

Neklimakterické plody se vyznačují lineárním poklesem intenzity dýchání během zrání. Také odlišně reagují na vnější ethylen. Podle Goliáše (2011) exogenní ethylen zvyšuje odezvu 2-3krát, ale po několika dnech odeznívá a vrací se k původní koncentraci. Klimakterické plody, na rozdíl od neklimakterických, reagují vnějšími znaky zrání, jako je měknutí, ztráta chlorofylu, odkyselování a sládnutí. U citrusů se využívá vyšší koncentrace ethylenu k odezeňování, jiné změny zrání nejsou zaznamenávány.

Mezi neklimakterické plody patří jahody, maliny, borůvky, citrusy, hrozny, třešně, višně, vodní meloun, ananas (Goliáš, 2011).

### 3.5 Ethylen – $C_2H_4$



Rostliny obsahují stovky těkavých sloučenin, které se velmi rychle pohybují. Mohou působit jako regulátory nebo koordinátoři růstu a vývoje tkání.

Jedním z nejstudovanějších regulátorů růstu je ethylen (ethen,  $C_2H_4$ ). Jedná se o nenasycený dvouuhlíkatý plyn, nejjednodušší zástupce uhlovodíků ze skupiny alkenů. Ethylen je bezbarvý, hořlavý, v nízkých koncentracích nevonný plyn, který se vytváří v předklimakterickém stádiu. Je též nazýván jako hormon zrání. Ke snížení hladiny hormonů ovšem plod potřebuje detoxikační nebo degradační mechanismus. Ethylen samovolně difunduje do okolního prostředí. Obsah uvnitř plodu je dán rychlostí biosyntézy (Goliáš, 1980).

Byla dokázána emanace etylenu z rostlin po fyzikálně-chemickém namáhání rostlin. Dále pak biologickým stresem způsobeným infekcí patogeny nebo napadením býložravci (Khan, 2006). Ethylen vyvolává morfologické a metabolické změny v přilehlých tkáních a v okolí rostlin, může také odradit další hmyz a útok patogenů (Abeles, 1992).

Množství etylenu se liší. Městské komplexy mají koncentraci 30-700 nl/l, venkovské oblasti značně nižší 1-5 nl/l, skladové prostory v supermarketech 17-35 nl/l, sklady a distribuční centra okolo 60 nl/l (Goliáš, 2011).

Ethylen spouští zrání, odkvétání, stárnutí plodů, ztrátu chlorofylu, oddělování listů a také fyziologické změny (Goliáš, 1980).

#### 3.5.1 Historie objevu ethylenu

Koncem 19. století byl zaznamenán vliv svítiplynu na některé procesy u rostlin. Roku 1901 zjistil ruský fyziolog D. N. Nejlubov při pokusu s klíčními rostlinami hrachu, že aktivní složkou působící na růst rostlin je ethylen. Produkce ethylenu rostlinami byla

dokázána až v roce 1934 v Anglii. Pokrok ve studiu ethylenu nastal až po roce 1959, kdy se poprvé využila pro jeho stanovení plynová chromatografie (Procházka, 1997).

K uvolňování ethylenu dochází při nedokonalém spalování organických paliv a hmot. Číňané pálili kadidlo v uzavřených místnostech pro dozrávání hrušek. V druhé polovině 19. století Rusové používali kouř ze spalování dřeva pro fumigace mladých okurek. Na přelomu století byla v Kalifornii využívána petrolejová kamna u balících komor a převozních vozů proti poranění citrusových plodů (Abeles, 1992).

### **3.5.2 Biosyntéza ethylenu**

Syntéza ethylenu začíná spojením meziprojektu S-adenosylmetioninu (SAM) z metioninu přes ATP katalyzovaný pomocí SAM syntázy. V dalším kroku je kyselina 1-aminocyklopropen-1-karboxylová (ACC) generována ACC syntázou ze SAM a metionin je regenerován v rámci Yangova cyklu.

Přímý prekurzor ethylenu – ACC – je v buňce vysoce mobilní a v celé rostlině může být translokován bazipetálně do lýka nebo akropetálně přes xylém. Posledním krokem biosyntézy ethylenu z ACC je katalýza AC oxidázou, což vyžaduje kyslík a CO<sub>2</sub> jako substrát a základní aktivátory (Khan, 2006).

### **3.5.3 Vliv ethylenu na rostliny**

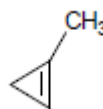
Rostlinný hormon ethylen ovlivňuje celou řadu fyziologických procesů u zahradnických plodin, včetně padání, stárnutí a zrání, ztrátu chlorofylu, měknutí, fyziologické poruchy, klíčení, syntézu isokumarinu, dřevnatění, hnědnutí, úpadek a stimulaci obranných systémů (Saltveit, 1999).

Účinek ethylenu může být pozitivní i negativní, v závislosti na požadavcích. Většina posklizňové manipulace je dnes zaměřena na kontrolu tvorby ethylenu a jeho inhibici (Venburg, 2008).

Ethylen působí ve velmi nízkých koncentracích (0,1-1 ppm), ty zamezí prodlužování, stimulují radiální růst a dochází ke ztrátě gravitropické reakce. Změna růstu vzpřímeného do stavu vodorovného je způsobena změnou roviny buněčného dělení, reorientací mikrotubulů a celulózových mikrofišů. Vliv je pozorován i na inhibici růstu kořenů. (Procházka, 1997)

Při skladování a dozrávání plodů působí ethylen jako stimulant. Při zrání se jeho množství zvyšuje a dochází k degradaci celulózy, pektinů a škrobu. Dále dochází ke stimulaci enzymů štěpících buněčné stěny (Procházka, 1997).

### 3.6 1-methylcyklopropen



#### 3.6.1 Historie objevu 1-MCP

Počátkům výzkumu alternativního způsobu ošetření a delšího uskladnění plodin předcházelo skladování v modifikované atmosféře. Kidd a West prokázali, že nízká koncentrace O<sub>2</sub> a vysoká CO<sub>2</sub> inhibuje respiraci klimakterických plodů. V roce 1962 Stanley a Burk poukázali na fakt, že biochemické a fyziologické základy těchto účinků nejsou založeny pouze na snížení respirace, ale také na inhibici produkce ethylenu (Reid, 2008).

Další změna nastala až v roce 1970, kdy Beyer a DuPont zjistili, že nízká koncentrace stříbra dokáže inhibovat ethylen. Pokusy byly prováděny na květech orchideje *Cattleya*. Komerční aplikace stříbra, jako těžkého kovu, neměla bohužel význam pro jedlé plodiny. Dalším důvodem byla špatná pohyblivost dusičnanu stříbrného v cévních svazcích, což způsobovalo černání okvětních plátků a listů. Alternativou se později ukázalo využití thiosíranu stříbrného, který má lepší stabilitu a pohyblivost v cévním systému (Veen, 1978).

Dr. Edward Sisler začal zkoumat 2,5-norbornadien. Ten se ukázal jako účinný inhibitor ethylenu, byly u něj však pozorovány nedostatky – nepřetržitě vystavení materiálu, vysoká koncentrace účinné látky a zápach. Tuto látku proto využil pro nalezení vazebného místa ethylenu. Později syntetizoval velmi účinný diazocyklopentadien, jeho aktivita byla ovšem možná pouze za přítomnosti zářivkového osvětlení. Komerčně se tento produkt nedal, z důvodu vysoké výbušnosti a toxicity, použít. Dr. Sisler ve spolupráci s Dr. Blankenship zjistili, že rozkladným produktem diazocyklopentadienu, který účinně inhibuje ethylen, je 1-methylcyklopropen. (Reid, 2008).

### 3.6.2 Charakteristika 1-MCP

1-methylcyklopropene patří do skupiny cyklopropenů. Cyklopropeny inhibují ethylen vazbou na jeho receptory (Blankenship, 2003). Tato vlastnost umožňuje 1-MCP zpomalit proces zrání a stárnutí, včetně pigmentace, měknutí a metabolismu buněčné stěny, změny chutě, vůně a nutričních vlastností (Serek, 2006).

Watkins (2008) vyzdvihuje jednoduchou aplikaci díky plynné formě, dále nulový výskyt v plodech nebo na jejich povrchu a jeho aktivitu ve velmi nízkých koncentracích. Molekulová hmotnost 1-MCP je  $54,091 \text{ g.mol}^{-1}$ .

Maximální povolené množství nečistot obsažených ve sloučenině činí 0,05 % 3-chlor-2-methylpropanu a 0,05 % 1-chlor-2-methylpropanu. Po uskladnění při teplotě  $54 \pm 2^\circ\text{C}$  nesmí obsah účinné složky klesnout pod 95 %. Rozpustnost ve vodě je  $137 \text{ mg.l}^{-1}$  při teplotě  $20^\circ\text{C}$ , je také mírně rozpustný v tuku ( $\log P = 2,4$ ) a v některých organických rozpouštědlech. Samovznícení bylo zaznamenáno v rozmezí od  $188$  do  $191^\circ\text{C}$ . 1-MCP je komerčně dostupný jako komplex s alfa-cyklohextriny, u nichž bylo prokázáno, že nejsou hořlavé. Účinná látka nemůže být izolována v čisté formě, z důvodu rychlého samovznícení, což má za následek prudké exotermické reakce ([http://www.fao.org/fileadmin/templates/agphome/documents/Pests\\_Pesticides/Specs/1-MCP10.pdf](http://www.fao.org/fileadmin/templates/agphome/documents/Pests_Pesticides/Specs/1-MCP10.pdf)).

1-MCP je vyráběn a zakotven do alfa-cyklohextrinu jako inkluzního komplexu v jediném výrobním procesu. Výsledný materiál je odfiltrován, promyt a vysušen na prášek. Koncentrace 1-MCP je upravena na 3,3 % přidavkem dextrózy ([http://www.fao.org/fileadmin/templates/agphome/documents/Pests\\_Pesticides/Specs/1-MCP10.pdf](http://www.fao.org/fileadmin/templates/agphome/documents/Pests_Pesticides/Specs/1-MCP10.pdf)).

### 3.6.3 Použití a efekt na jednotlivých ovocných a zeleninových druzích

Vyvolání fyziologické odezvy je závislé na koncentraci a době expozice účinné látky. Watkins (2008) uvádí, že se účinnost zvýší s použitím vyšší koncentrace 1-MCP v předsklizňovém ošetření.

Posklizňové ošetření jedlých plodin musí probíhat v uzavřeném prostoru – chladárna, skleník, přepravní kontejner. K zajištění dostatečné koncentrace a účinnosti je nutné zajištění řádné těsnosti prostor (Watkins, 2008).

Kladné účinky byly pozorovány především u jablek, kde se koncentrace účinné látky pohybuje od 625 do 1000  $\mu\text{l.l}^{-1}$ , v závislosti na zemi, ve které je přípravek registrován. Úspěšnost použití je úzce spjata s odrůdou (Watkins, 2008). Bower (2003) zaznamenal kladnou odezvu u jahod. Gong (2002) uvádí, že v případě třešně dochází pouze k přechodné stimulaci ethylenu. Stejně tak u čínského zelí (Porter, 2005), petržele (Ella, 2003), koriandru (Jiang, 2002) a také u banánů (Golding, 1998).

1-MCP může mít vliv na uchování chlorofylu. V případě jablek je tento proces žádoucí, protože jeho odbourávání a tedy změna barvy je známkou stárnutí. Stejně tak u listové zeleniny. Opačným příkladem jsou banány, u nichž je změna barvy známkou zrání (Watkins, 2008).

Přípravek je registrován na širokou škálu ovoce a zeleniny, z toho u nás jsou nejpestovanější jablka, meruňky, brokolice, květák, růžičková kapusta, zelí, mrkev, okurky, nektarinky, broskve, hrušky, švestky, papriky a rajčata (Watkins, 2008).

Watkins (2008) ve svém článku uvádí kladnou odezvu 1-MCP na fyziologické poruchy. Fan (2000a) dává za příklad červenohnědé skvrny salátu nebo hromadění isokumarinu v mrkvi. Liu (2006) popisuje kladné účinky v případě dřevnatění chřestu.

Snížením hladiny ethylenu se dá zabránit i chorobám způsobeným stárnutím, jako je rozpadu dužiny jablek (Moran, 2005), hnědnutí slupky a rozpadu dužiny hrušek (Ekman, 2004), žloutnutí brokolice (Fan, 2000b).

Poruchy související s chlazením plodů, které se zvýšily s inhibicí ethylenu, jako je chloupkatost a rozpad dužiny broskví a nektarinek, uvádí Dong (2001). Porat (1999) dává za příklad ztráty způsobené chlazením u citrusů a banánů (Jiang, 2004).

Poruchy související s chlazením plodů, které se snížily s inhibicí ethylenu - hnědnutí jádra a měkká spála jablek a hrušek (Fan, 1999), hnědnutí dužiny avokáda (Selvarajah, 2001) a ananasu (Pesis, 2002).

Blankenship (2002) uvádí, že byly pozorovány výsledky při ošetření 1-MCP s použitou koncentrací pro broskve 20  $\text{nl.l}^{-1}$ ; 0.1  $\mu\text{l.l}^{-1}$ ; 0,5  $\text{ml.l}^{-1}$  při aplikační teplotě 20-24 °C. Tyto údaje se týkaly ošetření 4, 18 a 24 hodin. V případě švestek (*Prunus salicina*) bylo podle autora zaznamenáno několik účinných koncentrací, a to 1, 13, 26 a 39  $\mu\text{l.l}^{-1}$  při teplotě 20 °C. Doba aplikace činila 6, 20 a 24 hodin.

### **3.6.4 Přípravek SmartFresh™**

Posklizňové ošetření plodin se provádí přípravkem SmartFresh™ distribuovaným společností AgroFresh. Aktivní složkou přípravku je sloučenina 1-MCP. Jedná se o prostředek v práškové formě rozpustný ve vodě. Po přejití do plynné fáze se dostane do okolní atmosféry a dojde k navázání 1-MCP na receptory ethylenu (<http://www.agrofresh.com/history>).

V roce 2002 byl výrobek poprvé zaregistrován v Chile, později ve stejném roce i v USA, kde se začala prodávat jablka ošetřená přípravkem SmartFresh™. Velká Británie schválila prozatímní registraci v roce 2003, po ní následovalo první uvedení na trh Evropské unie, jižní Afriky a Nového Zélandu. EU přijala registraci s plnou platností o 3 roky později. Rok 2005 byl důležitý z důvodu konání prvních zkoušek na předsklizňové ošetření. Daný rok byl SmartFresh™ uveden na trhu v Číně a Koreji (<http://www.agrofresh.com/history>).

Organizace pro výživu a zemědělství (FAO) uznala v roce 2009 přípravek SmartFresh™ jako globální standard pro kvalitu a bezpečnost produktů. V roce 2012 byl uveden na trh výrobek SmartFresh™ InBox umístěný v sáčku pro jednoduchou aplikaci v kontejnerech. O rok později byl v USA zaveden přípravek SmartFresh™ ProTabs (<http://www.agrofresh.com/web/portal/smartfresh-technology>).

## **3.7 Skladování ovoce**

Plody ovocných dřevin pokračují ve svých metabolických procesech i po oddělení od mateřské rostliny. Přijímají kyslík, vydechují CO<sub>2</sub>, produkují ethylen a to vše vede k jejich zrání, postupnému stárnutí a odumření. Zpomalení zrání a jejich delší uchování lze zajistit upravením okolní atmosféry při skladování a dodržováním správných pěstitelských podmínek.

### **3.7.1 Vliv pěstebních podmínek na skladování ovoce**

Ekologické faktory jsou zásadní pro uskladnění plodů. Význam má typ půdy z důvodu obsahu minerálních látek. Půdy se štěrkovým podložím mělce pod povrchem a půdy písčité a kyselé mají nedostatek vápníku a bóru. Ovoce je z tohoto důvodu častěji

napadáno chorobami, například křenčením, sklovitostí a chladovou nektrózou. Ke skladování je nejvíce vhodné pěstovat ovoce na půdách středně těžkých, dobře vyhnojených s optimální zásobou vody. Snížená sklizeň je problémem z poškození plodů pozdními jarními mrazíky. Takto poškozené plody bývají napadeny křenčením a sklovitostí a často se také vyskytuje povrchové poškození. Jakost plodů bývá lepší při střídání teplých dní a chladných nocí v období měsíc a půl až dva před sklizní. Plody jsou lépe vybarvené, odolnost proti hnědnutí slupky je vyšší. Jakost plodů je podpořena vyváženými srážkami během jara a léta, naopak intenzivní déšť před sklizní má vliv na rozvoj houbových chorob. S vyšší nadmořskou výškou se snižují ztráty při uskladnění (Gudkovskij, 1984).

Závlaha, hnojení a způsob obdělávání půdy jsou nejvýznamnější agrotechnické zásahy, které mají vliv na skladovatelnost. Plody nepravidelně zásobené vodou trpí nedostatkem vápníku a bóru, což vede ke vzniku fyziologických chorob. Plodům trpícím nedostatkem vláhy hrozí při uskladnění silnější napadení hnědnutím slupky. U plodů s dlouhodobým nedostatkem a náhlým silným zavlažením dochází ke vzniku mikrotrhlin. S tím souvisí rozvoj houbových chorob. Pro skladovatelnost je lepší před sklizní období beze srážek. Nedochozí tak ke zvýšené ztrátě vody z plodů. Zásadní vliv na skladovatelnost plodů má dusík, draslík, fosfor, vápník, hořčík a bór. Plody vypěstované v zatravněných sadech jsou méně poškozovány nízkými teplotami. Řez má vliv na obsah vápníku. Silný řez vyvolává intenzivnější vegetativní růst, čímž dochází k nerovnoměrnému ukládání vápníku v listech a plodech. S kratší dobou skladovatelnosti je proto nutno počítat v období zmlazovacího řezu (Gudkovskij, 1984).

Fyziologie stromů a plodů je věcí ovlivnitelnou. Správnou volbou odrůdy a podnože lze zvyšovat jakost a skladovatelnost plodů. Dále je důležité provádět probírku plodů, sledovat jejich velikost, plodnost a polohu plodů na stromě. Nejlépe skladovatelné jsou plody střední velikosti. Plody nadměrné, vyskytující se na stromech s nízkou násadou není vhodné dlouhodobě skladovat (Gudkovskij, 1984).

### **3.7.2 Fyziologické podmínky pro skladování ovoce**

#### **Vliv kyslíku**

Přijímání kyslíku a vylučování CO<sub>2</sub>, vody, tepla a těkavých organických sloučenin je jediná výměna látek, která probíhá po sklizni. Proces dýchání popisuje následující rovnice:





Energie vzniklá při dýchání se využije pro fyziologicko-biochemické reakce. Vnitřní pochody jsou jen částečnými uživateli energie. Znamé množství se uvolňuje ve formě tepla. Fyziologické procesy zahrnují rozklad zásobních látek a tvorbu látek nových. Jde o katabolický děj vedoucí ke stárnutí plodů a jejich odumření (Gudkovskij, 1984).

Nízká hladina kyslíku v okolní atmosféře vede k anaerobnímu dýchání a tvorbě ethanolu. Goliáš (2011) uvádí, že nízká koncentrace a krátká doba působení anaerobního dýchání nemusí mít vliv na poškození plodu, na jeho senzoričké ani vizuální hodnocení.

Pro výpočet výkonu chladícího zařízení skladu je důležité množství tepla uvolněného z 1t ovoce.

**Tabulka 4: Množství uvolněného tepla z ovoce v kcal za 24 hodin (Hansen, 1967)**

Druh ovoce	0°C	2°C	5°C	10°C	15°C	20°C
<b>broskve</b>	260-390	360-450	520-840	1330-1890	1800-2720	2900-3750
<b>švestky</b>	380-440	460-720	770-1350	1290-2600	1700-3850	2900-4850

Během zrání se respirace broskví zvyšuje. Dýchání je však v porovnání s ostatními plody klasifikováno jako mírné. První vývojová fáze plodu je charakteristická vysokou respirační rychlostí  $150 \text{ cm}^3 \text{ CO}_2 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ . V této fázi dochází k růstu a dělení buněk. Pokles dýchání nastává v druhé a třetí fázi. Na konci třetí fáze, fáze druhého exponenciálního růstu, dochází opět ke zvýšené respiraci až do čtvrté fáze, fáze zrání. Při dosažení klimakterického stropu je rozsah velmi variabilní. Hodnoty se pohybují od  $15\text{-}80 \text{ cm}^3 \text{ CO}_2 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$  (Layne, 2008).

### **Vyšší hladina CO<sub>2</sub>**

Zvýšený podíl CO<sub>2</sub> má negativní vliv téměř u všech skladovaných plodin. Dochází ke zbrzdění syntézy barviv, rostoucí pletiva zastavují svůj růst, vznikají přípachy, Hnědnutí vnitřních pletiv a tmavé skvrny na slupce vznikají při vzájemném vysokém obsahu vody v pletivech a vysokém parciálním tlaku CO<sub>2</sub>. V případě, že dojde k projevu těchto symptomů, dochází zároveň i ke snižování obsahu kyseliny askorbové. Kyselina jantarová se netransformuje na kyselinu fumarovou, čímž dochází k jejímu hromadění až na toxickou mez. Metabolity vzniklé při anaerobním dýchání se hromadí s obsahem CO<sub>2</sub> vyšším jak 15 % (Goliáš, 2011).

### **Obsah vodní páry ve vzduchu**

Obsah vodní páry je podstatný pro zachování čerstvosti plodů. Rizikové komodity jsou především listová a kořenová zelenina, u nichž se ztráta 4-5 % vody projeví vadnutím. V případě jablek je tato hodnota průměrným úbytkem vody během celé doby skladování. K vysokým ztrátám transpirované vody dochází z důvodu vysoké rychlosti cirkulovaného vzduchu uvnitř komory, dlouhou dobou chodu výparníkových ventilátorů, kompresoru a vysokou diferencí mezi povrchem skladovaného produktu a okolní atmosférou. Podstatou zachování vlhkosti je udržení vysoké relativní vlhkosti vzduchu a jeho teploty tak, aby nebyla nižší než teplota produktu (Goliáš, 2011).

### **Zchlazování produktů po sklizni**

Sklizeň plodů běžně probíhá při 15 až 20 °C. Teplota jejich skladování klesá k 0 až 1 °C. V takovémto případě dochází k velkému výparu vody z plodů, který je způsoben vysokým rozdílem teplot. Teplotní rozdíl má vliv na ztrátu hmotnosti zchlazovaného produktu. Produkty krátkodobě skladované by měly být zchlazovány přibližně 20 hodin, velmi citlivé produkty 8-12 hodin. Produkty určené k dlouhodobému skladování se zchlazují 3-4 dny (Goliáš, 2011).

### **3.8 Jednotlivé formy skladů s řízenou atmosférou**

Řízenou atmosféru poprvé využili v 30. letech 20. století Kidd a West v Dittonské laboratoři v Anglii. Ke zpomalení dýchání využili plynotěsné uzavřené místnosti, kde při dýchání plodů došlo k poklesu kyslíku a obohacení atmosféry oxidem uhličitým (Jelen, 1976).

#### **CA (Controlled Atmosphere)**

Jedná se o sklady s chlazením, hermeticky uzavřené s vysokým obsahem CO<sub>2</sub> a nízkým obsahem O<sub>2</sub>. Sklady s řízenou atmosférou se používají i pro umělé dozrávání po určité době skladování. Využívá se teplota 25 °C a 90% vlhkost (Mareček, 2012). Podle Goliáše (2003) tvoří obvyklou koncentraci 2 % kyslíku a 5 % CO<sub>2</sub>.

#### **LO (Low oxygen)**

Hladina kyslíku se pohybuje v rozmezí 1,5-2 %, CO<sub>2</sub> 1-3 %, teplota 1-3 °C, vzdušná vlhkost 90-95 % (Mareček, 2012). Anonym (<http://studuj1.webnode.cz/odborny-vycvik/zboziznalstvi/potravinarske-zbozi/>) uvádí 5% hladinu kyslíku, respirace je tak snížena na 63 %.

#### **ULO (Ultra Low Oxygen)**

Jedná se o sklady s velmi nízkou hladinou kyslíku (0,8-1,2 %), CO<sub>2</sub> nižší než 1,5 %. Díky nízké hladině kyslíku dochází k minimálnímu dýchání, životní procesy se zpomalují, pomaleji se odbourávají kyseliny a plody si udržují vysokou pevnost. Nejpoužívanější sklady pro dlouhodobé skladování jablek (Mareček, 2012). Při dosažení nízké hladiny kyslíku dojde ke snížení respirace na 33 % (<http://studuj1.webnode.cz/odborny-vycvik/zboziznalstvi/potravinarske-zbozi/>). Nevýhodou ULO jsou vysoké náklady.

#### **RCA**

Atmosféry CA skladu je dosaženo v mnohem rychlejším čase, teplota za 24 hodin klesne na 5°C, hladina kyslíku a CO<sub>2</sub> je srovnatelná se sklady LO a ULO (Mareček, 2012).

## **LE (Low Ethylen)**

Nízké hladiny ethylenu je dosaženo jeho odstraňováním, sklady se využívají především pro řezané květiny a tropické ovoce (Mareček, 2012).

## **ILOS**

Skladování charakteristické úvodním kyslíkovým stresem, hladina kyslíku se pohybuje pod 0,2 %, obsah CO<sub>2</sub> se během 10 dní zvyšuje na 10-20 %, dochází k zastavení odbourávání chlorofylu, skladování později probíhá podle podmínek LO a ULO (Mareček, 2012).

Největší kapacitu skladů v České republice zauímají jablka. Objem chladírenské komory se pohybuje od 1000 do 1500 m<sup>3</sup>. V přepočtu na množství plodů jde o 180 až 250 tun. Pro velký podíl nevyužité atmosféry tyto chladírenské komory nelze využít pro skladování peckového ovoce. Z tohoto důvodu jsou vystavěny chladírenské komory o třetinové kapacitě. Jako vhodným skladovacím prostorem pro švestky se zdají sklady ULO o kapacitě 30 t. Nízké hladiny kyslíku je v těchto skladech možno dosáhnout pomocí tekutého dusíku (Goliáš, 2003).

Goliáš (1999) zjišťoval vliv nízké teploty chladírenské komory na produkci ethylenu u čtyř odrůd jablek. Jablka byla rozdělena do tří teplot. První komora byla temperována na 0 °C, kontrolní plody byly uloženy při 3 °C. Po stanovené době byly plody přeneseny do 16 °C. Stanovení ukázalo, že tři odrůdy skladované při 3 °C vykazovaly větší produkci ethylenu. Pouze plody odrůdy 'Idared' skladované při 3 °C produkovaly ethylenu méně, než plody skladované při teplotě 0 °C.

## **4. PRAKTICKÁ ČÁST**

### **4.1 MATERIÁL A METODIKA**

#### **4.1.1 Rostlinný materiál**

Pro pokus byly použity broskve odrůdy 'Redhaven' firmy AGROSAD Velké Bílovice, spol. s r.o. Sklizeň proběhla 21. 7. 2014. Jedná se o starou americkou odrůdu zrající od 3. - 8. srpna. Sklizeň ostatních odrůd se odvozuje od doby sklizně této odrůdy.

V případě švestek byla použita odrůda 'TOP' sklizená 11. 8. 2014 v sadu Zahradnické fakulty v Lednici. Jde o poměrně mladou, nepříliš rozšířenou odrůdu. Vyniká vysokou odolností a dobrou skladovatelností.

#### **4.1.2 Postup práce**

Sklizené broskve byly rozděleny po 5 kusech do beden a řádně označeny. Poté proběhlo měření a vážení. U 10 plodů proběhlo 24hodinové ošetření přípravkem SmartFresh™ obsahujícím 1-MCP. Přípravek obsahuje 0,14 % 1-MCP. Přípravek SmartFresh™ je ve formě prášku. Pro ošetření byl použit 1 g, který byl rozpuštěn ve vodě v baňce. Baňka je jedním vývodem napojena na čerpadlo a druhým na nerezovou nádobu o objemu 1000 l s uloženými plody. Z nerezové nádoby jde poté vývod zpět k baňce s rozpuštěným 1-MCP.

Po ošetření byly plody uloženy do 2 a 20 °C. Pro každou teplotu bylo použito 5 plodů ošetřených 1-MCP a 5 plodů jako kontrola.

U švestek bylo sklizeno přibližně 10 kg plodů. Toto množství bylo rozděleno do 4 beden označených teplotou a přítomností ošetřující látky. Pro zjištění hmotnostních ztrát bylo do třech nádob u každé teploty a způsobu ošetření uloženo 10 švestek. Celkem 120 kusů. U plodů určený k ošetření proběhla 24 hodinová aplikace 1-MCP. Poté byly plody umístěny do 2 a 20 °C.

### 4.1.3 Senzorické hodnocení

Jednotlivé plody byly posouzeny sensoricky jako celek a na řezu. Hodnocení probíhalo podle kritérií v níže uvedených tabulkách. Každý plod byl označen číselnou hodnotou.

1.	2.	3.	4.	5.
Plody pevné, tvrdé, nepoškozené, na řezu dužina zelená.	Plody pevné, nepoškozené, dužina světle žlutá.	Horší stupeň druhého.	Plody měkké, dužina žlutá.	Plody zcela měkké, dužina oranžová až hnědá.

Tabulka 5: Kritéria sensorického hodnocení broskví

1.	2.	3.	4.	5.
Plody pevné, tvrdé, nepoškozené, na řezu dužina zelená.	Plody pevné, nepoškozené, dužina zelená.	Horší stupeň druhého.	Plody měkké, dužina zelená až hnědá.	Plody zcela měkké, dužina hnědá.

Tabulka 6: Kritéria sensorického hodnocení švestek

### 4.1.4 Stanovení pevnosti slupky

Pevnost slupky byla měřena pomocí digitálního penetrometru. Penetrometr je nutné řádně upevnit ve stojanu. Plod se položí na pevnou plochu a přidržuje se rukou. Pomocí páky penetrometru se uvede razidlo do pohybu a stlačí až po vyznačenou rysku. Každý plod se měří ze dvou stran a to v neporušených, nenapadených místech. Z uvedených hodnot se vypočítá průměr. Mezi každým měřením je nutno penetrometr vynulovat. Pevnost slupky u broskví byla stanovena pomocí 8 mm razidla. V případě švestek bylo použito razidlo o průměru 3 mm. Hodnoty odečtené z obrazovky penetrometru byly uvedeny v N. Pro určení plochy, na kterou působí síla, byl využit vzorec:

$$A = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \text{ [mm}^2\text{]}$$

d - průměr razidla [mm]

Pro přepočet na MPa byl použit vzorec:

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

$F_s$  – síla potřebná k penetraci slupky [N],

$A$  – plocha, na kterou působí síla [mm<sup>2</sup>],

$\delta_{ps}$  – penetrační napětí slupky [MPa].

#### **4.1.5 Stanovení hmotnosti plodů**

Hmotnost byla měřena u všech plodů v gramech pomocí digitálních vah. Váženy byly plody celé a čisté. Po zjištění hmotnosti byly rozkrojeny a byla odejmuta pecka, která byla také zvážena.

#### **4.1.6 Stanovení refraktometrické sušiny**

Měkké plody byly ručně vymačkány, tvrdší plody byly rozmixovány v mixéru Moulinex na jemné částice a poté byla šťáva vymačkána pomocí síťky. Před každým vzorkem byl mixér umyt. Získaná šťáva byla umístěna na čidlo digitálního refraktometru. Po zmáčknutí tlačítka START a vyhodnocení byl přečten výsledek v %.

#### **4.1.7 Stanovení obsahu titračních kyselin**

Šťáva získaná vymačkáním a rozmixováním plodů byla dále použita pro stanovení obsahu titračních kyselin. Pro stanovení byla použita titrační aparatura, titrační baňky, 0,1 M roztok NaOH, fenolftalein a destilovaná voda.

Pro samotné měření byly použity 2 g šťávy, které byly umístěny do titrační baňky. Dále byly přidány 3 kapky fenolftaleinu a destilovaná voda doplněna do 25 ml. Roztok byl ručně krouživým pohybem zamíchán.

Do byrety byl umístěn 0,1 M roztok NaOH o určitém faktoru. Připravený vzorek byl titrován do slabě růžového zbarvení. Poté byla na stupnici přečtena hodnota spotřeby roztoku NaOH.

Pro výpočet obsahu kyselin se používá převládající kyselina obsažená v měřeném vzorku:

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

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

a – spotřeba 0,1 M NaOH [ml]

f – faktor 0,1 M NaOH

n – množství vzorku použitého k titraci [ml].

#### 4.1.8 Stanovení ethylenu a CO<sub>2</sub>

Měření ethylenu a oxidu uhličitého se provádí pomocí techniky plynové chromatografie. Plody určené ke stanovení byly umístěny do plynotěsné skleněné nádoby. Stříkačkou byl z nádoby odebrán 1 ml atmosféry. V následujícím kroku bylo množství nastříknuto pomocí nástřikového prostoru do kolony plynového chromatografu. Měřený vzorek je unášen nosným plynem kolonou. Uvnitř kolony se nachází stacionární fáze, díky které dojde k oddělení jednotlivých složek měřeného vzorku. Ty jsou poté v různé době unášeny dál nosným plynem a zachyceny v detektoru. Pro analyzování anorganických plynů a nízkomolekulárních látek byl použit tepelně-vodivostní detektor (TCD). Organické látky byly detekovány plamenovým ionizačním detektorem (FID). Pomocí datové stanice CLARITY se vyhodnotil signál a z časového průběhu intenzity signálu se určil druh a kvantitativní zastoupení složek. Vyhodnocení bylo znázorněno ve formě píků. Přechtená hodnota ethylenu byla doplněna do následujícího vzorce:

$$G = \frac{c}{V \cdot m \cdot \tau} \quad [\mu\text{l} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}]$$

c - koncentrace ethylenu [ $\mu\text{l} \cdot \text{l}^{-1}$ ],

V - objem plynotěsné nádoby [l],

m - hmotnost plodů [kg],

$\tau$  - čas [h].



Intenzita dýchání se stanoví pomocí vzorce:

$$R = \frac{c}{V \cdot m \cdot \tau} \quad [\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}]$$

$c$  - koncentrace ethylenu [ $\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$ ],

$V$  - objem plynotěsné nádoby [l],

$m$  - hmotnost plodů [kg],

$\tau$  - čas [h].

## 5. VÝSLEDKY A DISKUZE

### 5.1 Průběh stanovení u plodů broskví

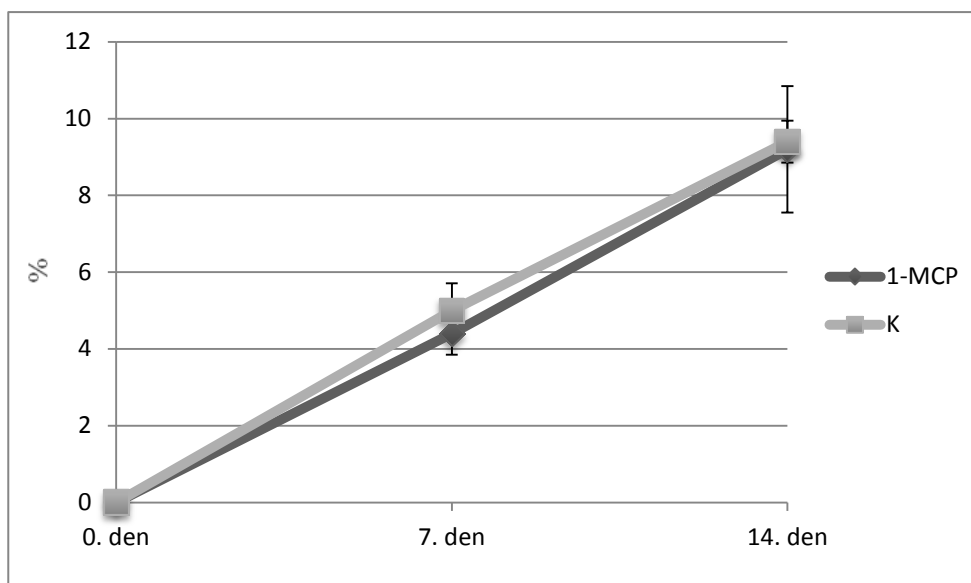
#### 5.1.1 Průběh hmotnostních ztrát

Tabulka 7: Hmotnosti plodů [g] ošetřených 1-MCP a kontrolních skladovaných 7 dní při 2 °C

1-MCP 2 °C	0. den	7. den		K 2 °C	0. den	7. den	
	Plod	plod	pecka		plod	plod	pecka
1.	163	155	11,5	1.	231	218	15,3
2.	221	212	13,7	2.	191	181	12,9
3.	227	217	13,9	3.	212	201	13,1
4.	206	196	12,3	4.	223	214	13,6
5.	208	199	13,9	5.	195	185	13,8
směr. od.	22,42	21,85	0,98	směr. od.	17,31	16,63	0,94
průměr	205	167	11,04	průměr	210	200	13,74

Tabulka 8: Hmotnosti plodů [g] ošetřených 1-MCP a kontrolních skladovaných 14 dní při 2 °C

1-MCP 2 °C	0. den	14. den		K 2 °C	0. den	14. den	
	Plod	plod	pecka		plod	plod	pecka
1.	177	161	12,8	1.	248	226	13,4
2.	191	175	12,6	2.	196	178	15,6
3.	202	185	13,2	3.	170	153	11,0
4.	208	184	13,3	4.	170	154	11,4
5.	204	185	12,3	5.	184	166	11,1
směr. od.	11,22	9,29	0,37	směr. od.	28,88	26,89	1,78
průměr	196	178	12,84	průměr	194	175	12,5



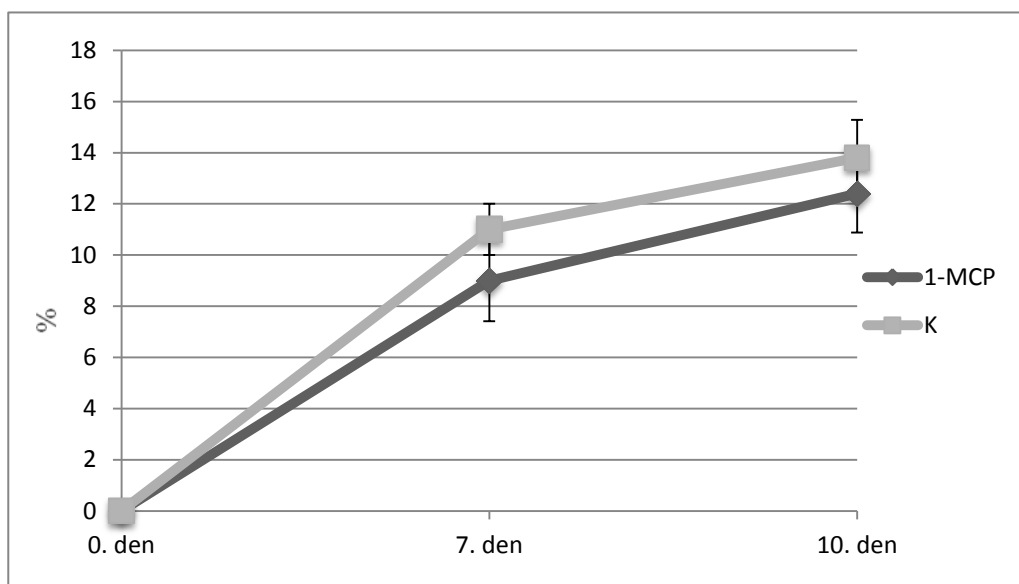
Graf 2: Ztráty hmotnosti plodů broskví skladovaných při 2 °C vyjádřené v %

Tabulka 9: Hmotnosti plodů [g] ošetřených 1-MCP a kontrolních skladovaných 7 dní při 20 °C

1-MCP 20 °C	0. den	7. den		K 20 °C	0. den	7. den	
	plod	Plod	pecka		plod	plod	Pecka
1.	166	155	8,1	1.	151	134	9,3
2.	163	148	7,7	2.	186	164	11,5
3.	172	158	11,6	3.	145	130	10,2
4.	182	163	10,3	4.	166	149	11,5
5.	189	169	12,8	5.	165	146	11,9
směr. od.	9,77	7,12	1,97	směr. od.	14,21	12,03	0,98
průměr	174	158	10,10	průměr	162	144	10,88

**Tabulka 10: Hmotnosti plodů [g] ošetřených 1-MCP a kontrolních skladovaných 14 dní při 20 °C**

1-MCP 20 °C	0. den	10. den		K 20 °C	0. den	10. den	
	plod	Plod	pecka		plod	plod	pecka
1.	180	154	8,1	1.	164	141	11,2
2.	207	181	12,1	2.	174	147	12,3
3.	201	180	12,1	3.	158	137	12,8
4.	173	150	13,2	4.	171	147	11,2
5.	206	181	13,2	5.	163	143	10,6
směr. od.	14,12	14,11	1,89	směr. od.	5,76	3,79	0,81
průměr	193,40	169,20	11,74	průměr	166,00	143,00	11,62



**Graf 3: Ztráty hmotnosti plodů broskví skladovaných při 20 °C vyjádřené v %**

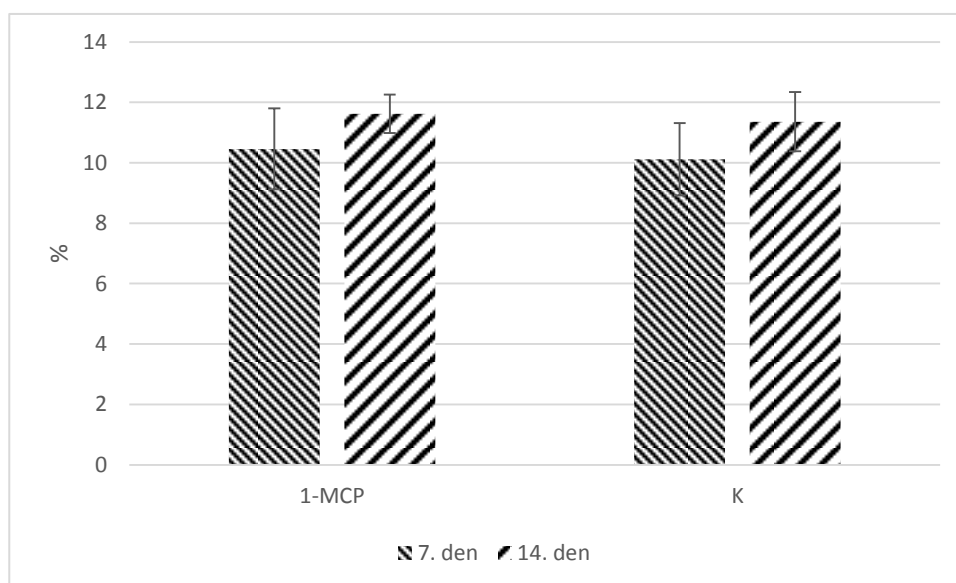
Graf 2 ukazuje, že nebyl zaznamenán statisticky významný rozdíl ve ztrátě hmotnosti plodů ošetřených a kontrolních skladovaných při 2 °C. Vliv 1-MCP na delší skladovatelnost byl pozorován u plodů skladovaných ve 20 °C (graf 3). Plody ošetřené 1-MCP měli menší hmotnostní ztráty, než plody kontrolní.

## 5.1.2 Změny zrání ve vztahu k rozpustné sušině a titračním kyselinám

Tabulka 11: Hodnoty rozpustné sušiny [%] a titračních kyselin [%] plodů skladovaných při 2 °C

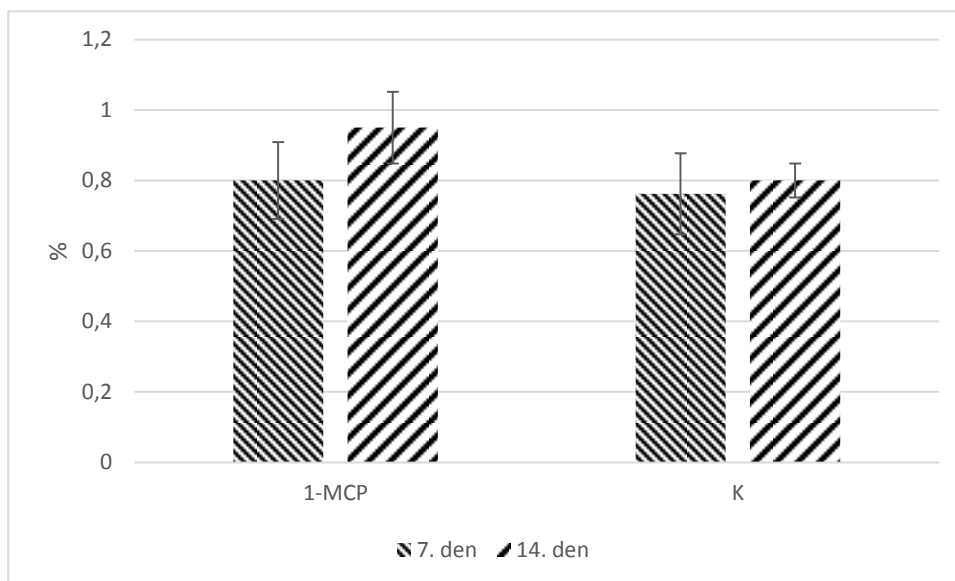
1-MCP 2 °C	7. den		14. den	
	RS	TK	RS	TK
1.	9,7	0,99	12,0	0,99
2.	9,9	0,66	10,5	0,89
3.	8,8	0,82	11,6	0,82
4.	12,6	0,75	12,4	1,12
5.	11,3	0,78	11,6	0,92
směr.				
od.	1,34	0,11	0,63	0,10
Průměr	10,46	0,80	11,62	0,95

K 2 °C	7. den		14. den	
	RS	TK	RS	TK
1.	10,8	0,86	11,4	0,82
2.	10,0	0,63	10,1	0,76
3.	8,6	0,62	13,1	0,89
4.	9,2	0,89	11,3	0,79
5.	12,0	0,81	10,9	0,76
směr.				
od.	1,19	0,12	0,98	0,05
průměr	10,12	0,76	11,36	0,80



Graf 4: Rozpustná sušina [%] plodů broskví skladovaných při 2 °C

Z výše uvedeného grafu lze vyčíst rovnoměrný nárůst rozpustné sušiny u plodů ošetřených i kontrolních skladovaných při 2 °C stupních. Nebyl zaznamenán vliv 1-MCP.

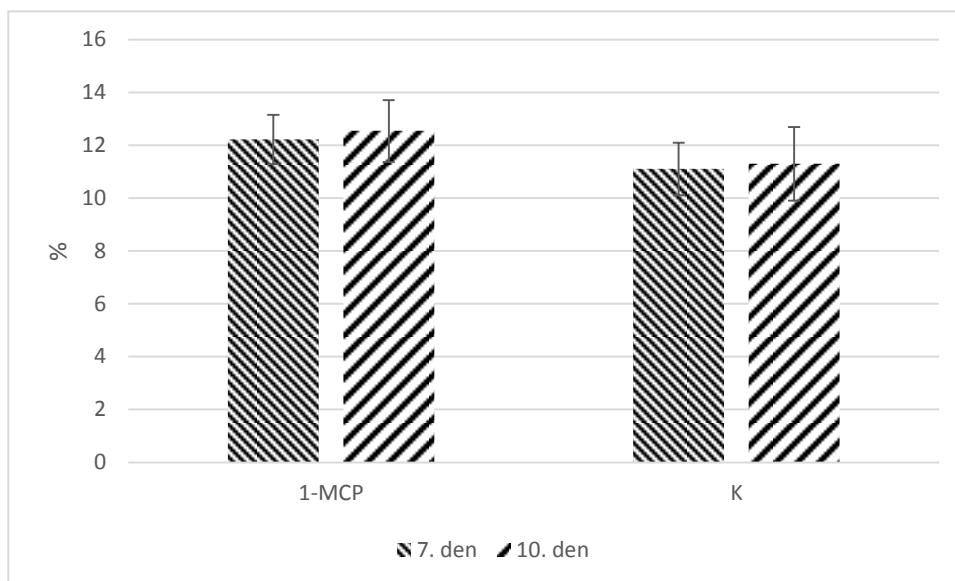


**Graf 5: Množství veškerých titračních kyselin [%] plodů broskví skladovaných při 2 °C**

**Tabulka 12: Rozpuštěná sušina [%] a titrační kyseliny [%] plodů broskví skladovaných při 20 °C**

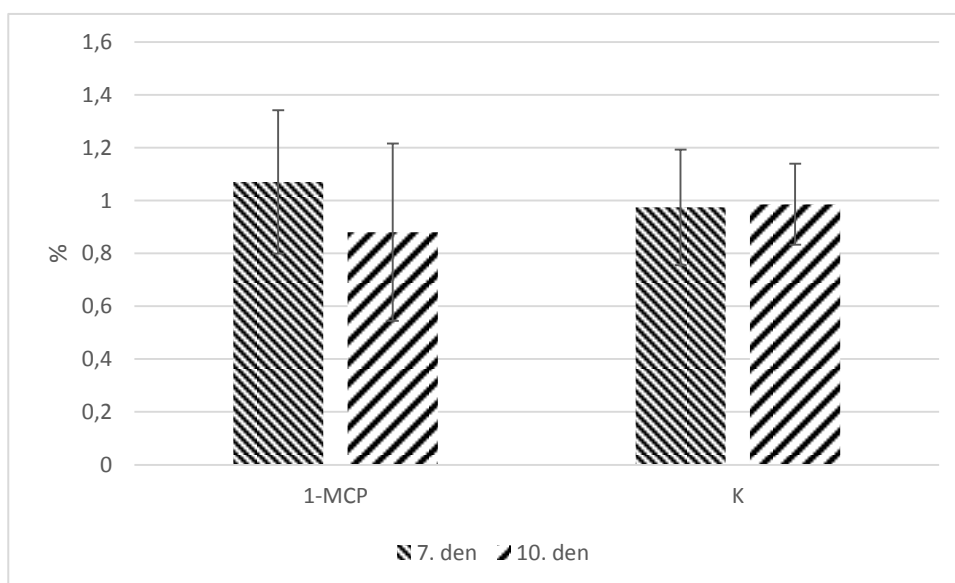
1-MCP 20 °C	7. den		10. den	
	RS	TK	RS	TK
1.	12,3	0,92	12,2	0,92
2.	11,0	1,56	10,6	0,62
3.	11,5	0,99	10,2	0,76
4.	13,7	0,76	13,3	1,51
5.	12,6	1,12	14,4	0,59
směr. od. průměr	0,93 12,22	0,27 1,07	1,17 12,54	0,34 0,88

K 20 °C	7. den		10. den	
	RS	TK	RS	TK
1.	13,1	0,92	9,6	1,05
2.	11,7	0,86	12,9	0,72
3.	11,1	1,15	11,5	0,92
4.	10,1	0,66	12,7	1,15
5.	11,0	1,28	9,8	1,09
směr. od. průměr	0,99 11,00	0,22 0,97	1,39 11,30	0,15 0,99



**Graf 6: Rozpustná sušina [%] plodů broskví skladovaných při 20°C**

Graf 6 ukazuje rovnoměrný nárůst rozpustné sušiny po třech dnech skladování u plodů ošetřených i neošetřených.



**Graf 7: Množství veškerých titračních kyselin [%] plodů broskví skladovaných při 20 °C**

Ošetření 1-MCP nemá, podle výše uvedeného grafu, vliv na snižování množství titračních kyselin. U plodů ošetřených došlo ke snížení titračních kyselin, u plodů kontrolních byla zaznamenána stagnace.

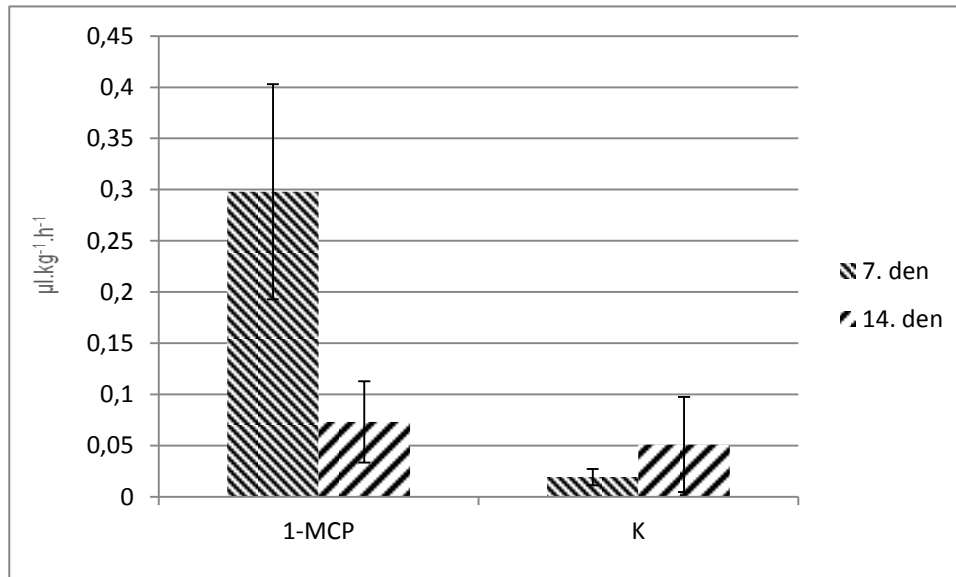
Peng (2011) zkoumal vliv koncentrace 1-MCP na zachování množství kyselin u broskví skladovaných 35 dní při 3 °C a poté na 3 dny uložených v pokojové teplotě. Nejnižší pokles kyselin byl zaznamenán u plodů ošetřených koncentrací 1-MCP 1  $\mu\text{l.l}^{-1}$ .

### 5.1.3 Produkce ethylenu a respirace

Tabulka 13: Produkce ethylenu [ $\mu\text{l.kg}^{-1}\text{.h}^{-1}$ ] a CO<sub>2</sub> [ $\text{ml.kg}^{-1}\text{.h}^{-1}$ ] u plodů broskví skladovaných při 2 °C

1-MCP	7. den		14. den	
2 °C	ethylen	CO <sub>2</sub>	ethylen	CO <sub>2</sub>
1.	0,150	24,778	0,064	37,832
2.	0,375	26,493	0,030	53,911
3.	0,370	42,480	0,126	19,088
směr.				
od.	0,105	7,971	0,039	14,230
průměr	0,298	31,250	0,073	36,944

K	7. den		14. den	
2 °C	ethylen	CO <sub>2</sub>	ethylen	CO <sub>2</sub>
1.	0,0228	23,290	0,116	39,328
2.	0,0267	34,188	0,011	30,356
3.	0,0082	28,859	0,026	37,002
směr.				
od.	0,008	4,449	0,046	3,802
průměr	0,019	28,779	0,051	35,562

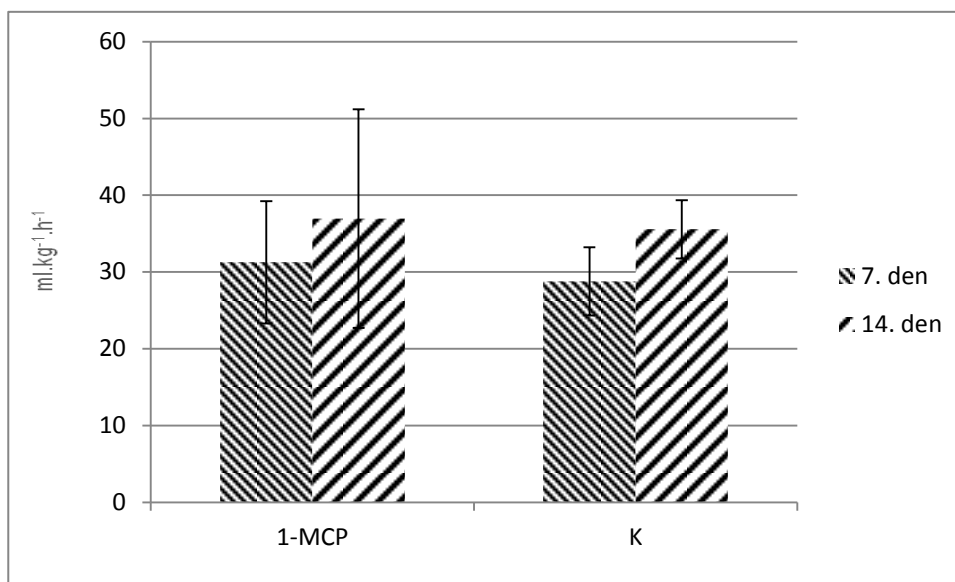


Graf 8: Produkce ethylenu [ $\mu\text{l.kg}^{-1}\text{.h}^{-1}$ ] u plodů broskví skladovaných při 2 °C

Graf 8 nám ukazuje výrazný pokles tvorby ethylenu po 14 dnech u plodů ošetřených 1-MCP. Kontrolní plody sice nevykazovaly po týdnu velké množství uvolněného ethylenu, ale po 14 dnech produkce lehce stoupla.



Zhang (2011) naměřil po 7 dnech skladování v 5 °C 0,072  $\mu\text{l.kg}^{-1}.\text{l}$ , po 14 dnech se hodnota zvýšila na 5,112  $\mu\text{l.kg}^{-1}.\text{l}$ . Ve 21. dni však zaznamenal výrazný pokles až na 1,728  $\mu\text{l.kg}^{-1}.\text{l}$ .



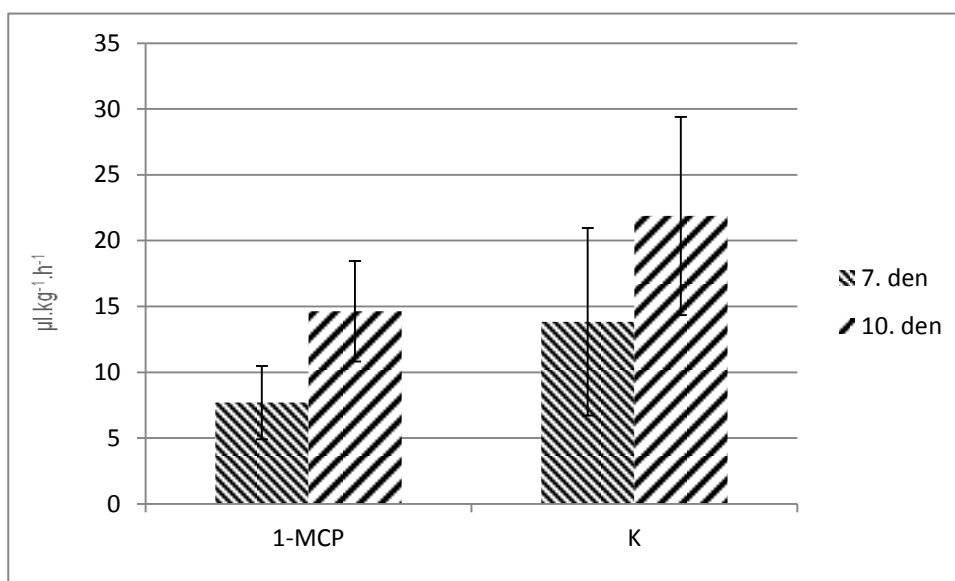
Graf 9: Produkce CO<sub>2</sub> [ ml.kg-1.h-1] u plodů broskví skladovaných při 2 °C

Oxid uhličitý byl podle grafu 9 uvolňován ve stejném množství jak u ošetřených, tak u neošetřených plodů.

Tabulka 14: Produkce ethylenu [ $\mu\text{l.kg}^{-1}.\text{h}^{-1}$ ] a CO<sub>2</sub> [ml.kg-1.h-1] u plodů broskví skladovaných při 20 °C

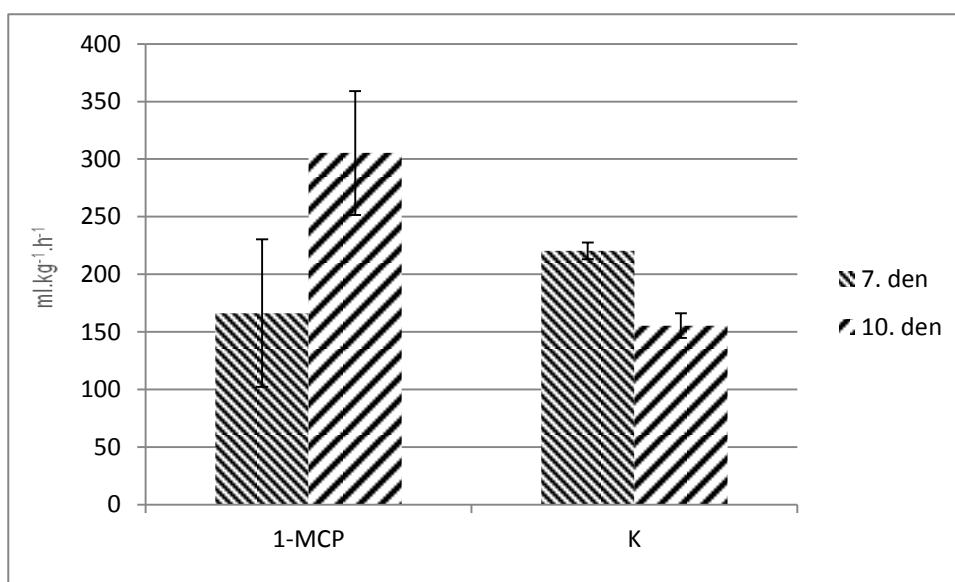
1-MCP 20 °C	7. den		10. den	
	ethylen	CO <sub>2</sub>	ethylen	CO <sub>2</sub>
1.	11,461	250,69	18,03	323,95
2.	6,828	152,34	16,60	359,88
3.	4,800	95,63	9,31	232,22
směr.				
od.	2,788	64,062	3,818	53,751
průměr	7,696	166,217	14,647	305,350

K 20 °C	7. den		10. den	
	ethylen	CO <sub>2</sub>	ethylen	CO <sub>2</sub>
1.	19,220	211,136	22,080	151,120
2.	18,494	221,490	12,560	144,920
3.	3,758	228,601	30,985	170,110
směr.				
od.	7,124	7,171	7,523	10,717
průměr	13,824	220,409	21,875	155,383



**Graf 10: Produkce ethylenu [ $\mu\text{l.kg}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$ ] u plodů broskví skladovaných při 20 °C**

Graf 10 ukazuje, že nárůst ethylenu u plodů ošetřených 1-MCP byl po týdnu skladování menší, než u plodů kontrolních. V porovnání s nárůstem po 10 dnech skladování ale nelze říci, že by měl 1-MCP vliv, jelikož došlo k rovnoměrnému nárůstu, jako v případě plodů kontrolních. Navíc plody kontrolní vykazovaly větší variabilitu.



**Graf 11: Produkce CO<sub>2</sub> [ $\text{ml.kg}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$ ] u plodů broskví skladovaných při 20 °C**

V případě oxidu uhličitého došlo u plodů ošetřených 1-MCP k výraznému nárůstu po 10 dnech skladování.

Graf 22 (příloha) poukazuje na pevnost plodů broskví skladovaných při 2 °C. Graf naznačuje lepší pevnost plodů kontrolních, ta ale plyne z větší variability plodů. Plody ošetřené se vyznačovaly větší uniformitou. Fan (2002) naproti tomu uvádí, že byl při jeho pokusech zaznamenán vliv 1-MCP na zachování pevnosti plodů. Plody ošetřené a skladované při 20 °C vykazovaly vyšší pevnost, než plody kontrolní, nešlo však o statisticky významný rozdíl.

Při senzorickém posouzení byly sklizené plody hodnoceny stupněm jedna – pevné, tvrdé, nepoškozené, dužina na řezu zelená. Po 14 denním skladování při 2 °C byly ošetřené plody i plody kontrolní hodnoceny stupněm 2. Plody skladované při 20 °C vykazovaly hodnoty na rozhraní 4 a 5 v obou případech.

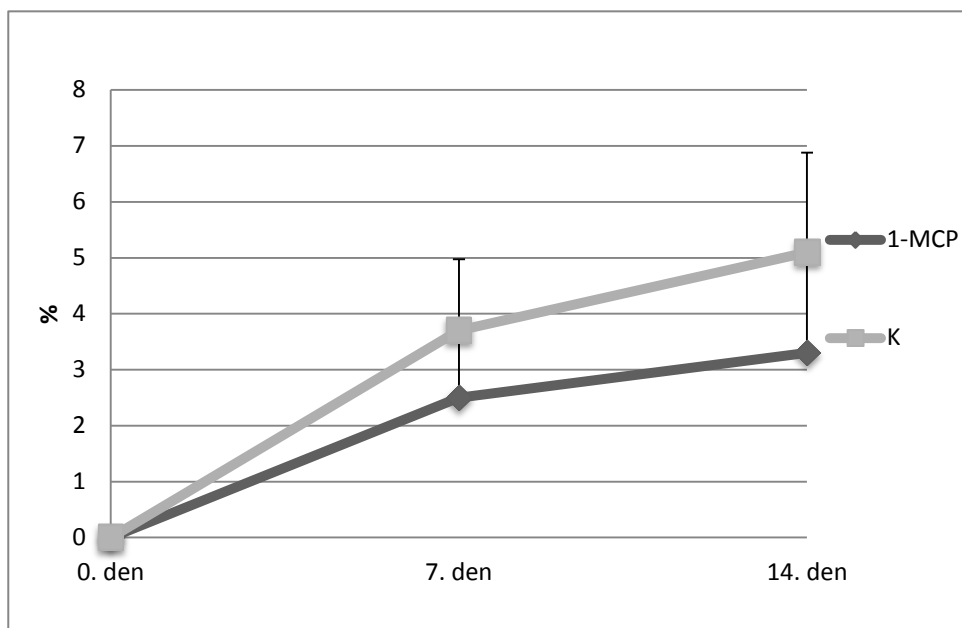
## 5.2 Průběh stanovení u plodů švestek

### 5.2.1 Průběh hmotnostních ztrát

Tabulka 15: Hmotnost plodů [g] u plodů švestek skladovaných při 2 °C

1-MCP 2 °C	7. den		14. den	
	plod	pecka	plod	pecka
n=1	23,0	1,38	21,2	1,38
n=2	23,9	1,26	22,8	1,14
n=3	23,9	1,08	22,4	1,24
průměr směr.	23,6	1,24	22,2	1,25
od.	0,52	0,15	0,85	0,12

K 2 °C	7. den		14. den	
	plod	pecka	plod	Pecka
n=1	20,17	1,10	21,7	1,1
n=2	23,12	1,22	23,48	1,24
n=3	22,82	1,16	26,7	1,36
průměr směr.	22,0	1,16	23,9	1,17
od.	1,62	0,06	2,53	0,13

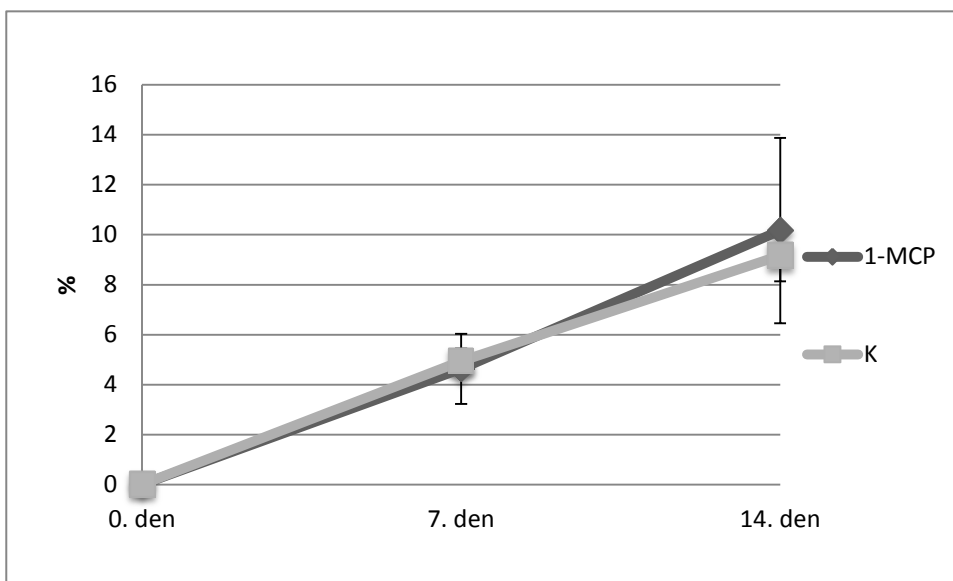


**Graf 12: Hmotnostní ztráty [%] plodů švestek skladovaných při 2 °C**

Dle grafu 12 můžeme říci, že 1-MCP měl v případě švestek značný vliv na zachování hmotnosti v případě skladování při 2 °C.

**Tabulka 16: Hmotnosti plodů švestek skladovaných při 20 °C**

1-MCP 20 °C	7. den		14. den		K 20 °C	7. den		14. den	
	plod	pecka	plod	pecka		plod	pecka	Plod	pecka
n=1	23,50	1,28	21,88	1,16	n=1	24,02	1,40	24,16	1,50
n=2	25,30	1,28	22,66	1,36	n=2	23,80	1,40	18,68	1,10
n=3	20,70	1,16	20,98	1,46	n=3	22,58	1,26	21,76	1,28
průměr směr.	23,18	1,24	21,84	1,33	průměr směr.	23,47	1,35	21,53	1,29
od.	2,30	0,07	0,84	0,15	od.	0,78	0,08	2,75	0,20



**Graf 13: Hmotnostní ztráty [%] plodů švestek skladovaných při 20 °C**

Výše uvedené tabulky ukazují pouze náznak ztrát jednotlivých plodů v souboru. Hmotnostní ztráty byly počítány ze souboru švestek uložených zvlášť.

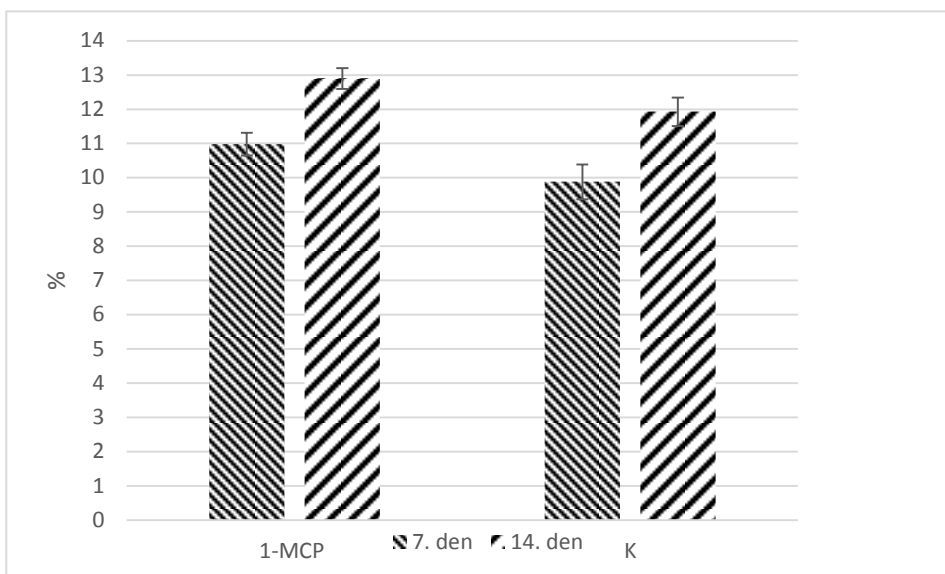
V případě plodů skladovaných při 20 °C nebyl prokázán vliv 1-MCP . Rozdíl v hmotnosti po sedmi dnech skladování byl stejný, po dvou týdnech byl zaznamenán minimální rozdíl.

## 5.2.2 Změny zrání ve vztahu k rozpustné sušině

**Tabulka 17: Rozpustná sušina [%] plodů švestek skladovaných při 2 °C**

1-MCP 2 °C	7. den	14. den
n=1	10,96	12,92
n=2	11,40	12,52
n=3	10,58	13,26
Průměr	10,98	12,90
směr. od.	0,34	0,30

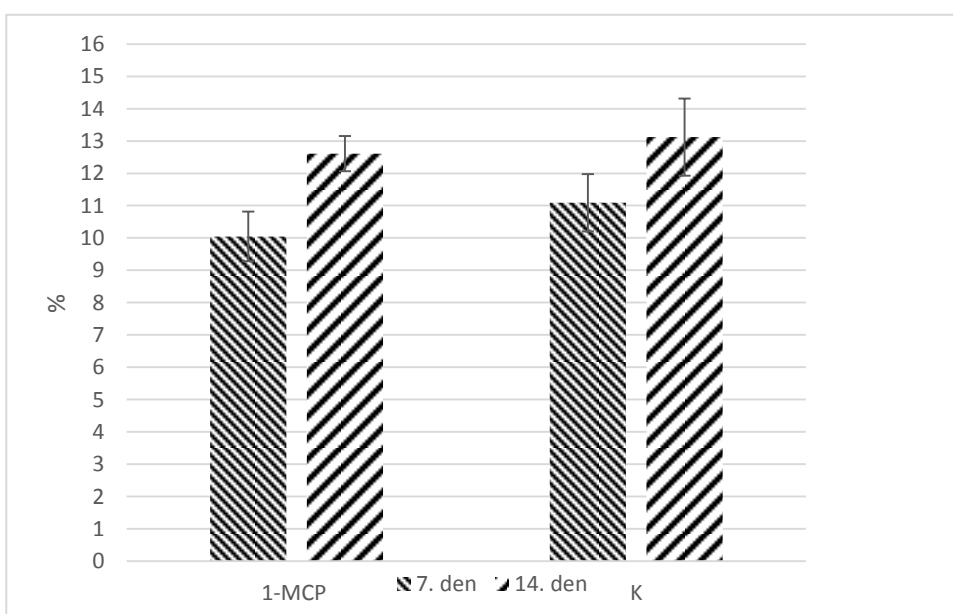
K 2 °C	7. den	14. den
n=1	10,38	12,50
n=2	9,18	11,52
n=3	10,08	11,76
Průměr	9,88	11,93
směr. od.	0,51	0,42



**Graf 14: Rozpustná sušina plodů švestek [%] skladovaných při 2 °C**

**Tabulka 18: Rozpustná sušina plodů švestek skladovaných při 20 °C**

1-MCP 20 °C	7. den	14. den	K 20 °C	7. den	14. den
n=1	10,86	12,04	n=1	10,08	13,88
n=2	10,26	12,44	n=2	10,96	11,44
n=3	9,02	13,34	n=3	12,24	14,04
průměr	10,05	12,61	průměr	11,09	13,12
směr. od.	1,77	0,54	směr. od.	0,89	1,19



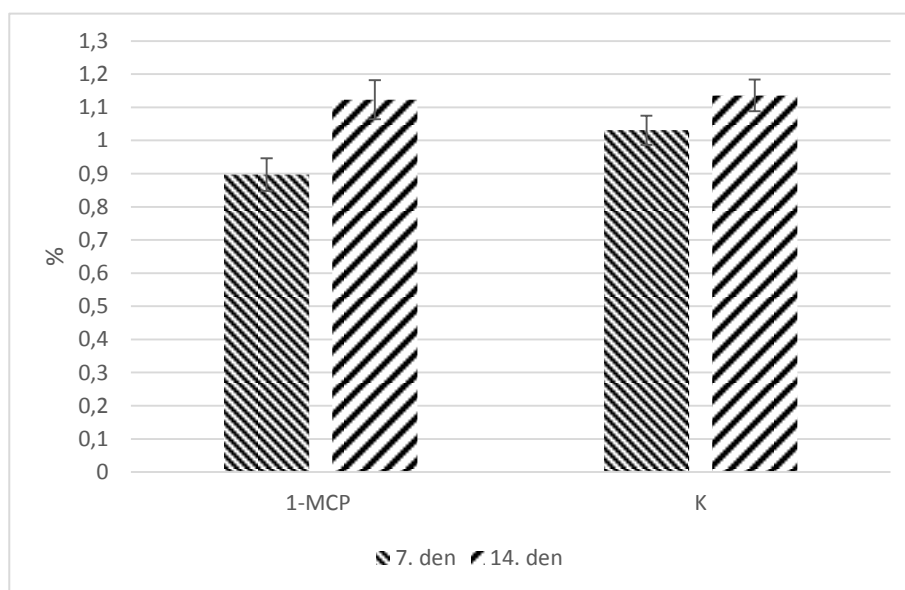
**Graf 15: Rozpustná sušina [%] plodů švestek skladovaných při 20 °C**

Z výše uvedeného grafu vidíme, že nárůst rozpustné sušiny byl rovnoměrný jak u plodů ošetřených, tak neošetřených. Nelze tedy říci, že měl 1-MCP vliv na rozpustnou sušinu plodů skladovaných při 20 °C.

### 5.2.3 Změny zrání ve vztahu k veškerým titračním kyselinám

Tabulka 19: Titrační kyseliny [%] plodů švestek skladovaných při 2 °C

1-MCP 2 °C	7. den	14. den	K 2 °C	7. den	14. den
n=1	0,92	1,05	n=1	0,99	1,07
n=2	0,83	1,12	n=2	1,01	1,16
n=3	0,94	1,19	n=3	1,09	1,18
průměr	0,89	1,12	průměr	1,03	1,14
směr. od.	0,15	0,18	směr. od.	0,13	0,15

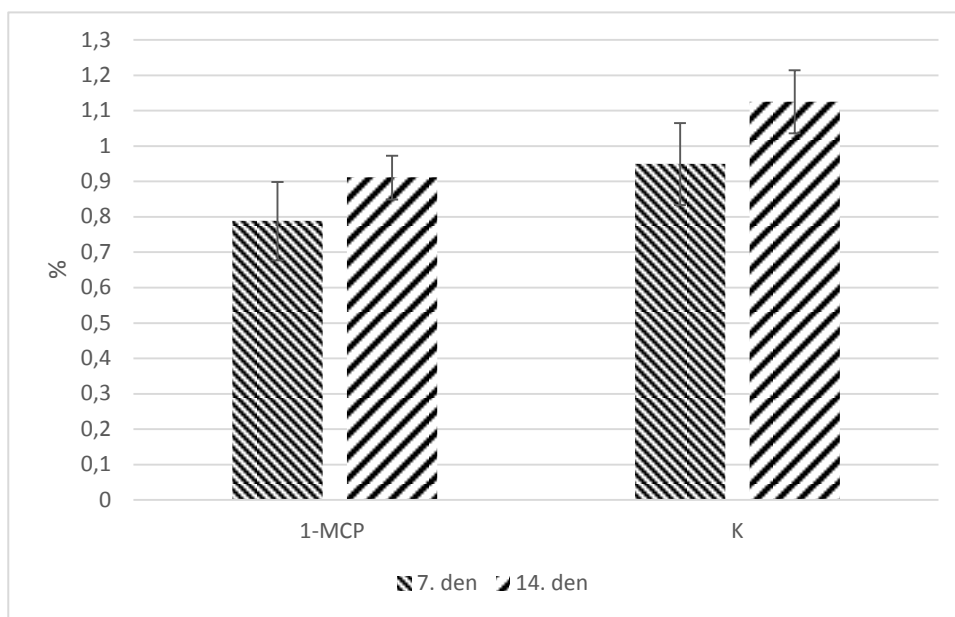


Graf 16: Obsah veškerých titračních kyselin [%] plodů švestek skladovaných při 2 °C

V případě titračních kyselin jde při skladování o zachování jejich podílu. V tomto případě nedošlo k jejich snížení dokonce ani v případě kontrolních plodů. Nelze tedy 1-MCP pokládat za účinnou látku zabraňující snižování obsahu kyselin.

**Tabulka 20: Veškeré titračních kyseliny [%] plodů švestek skladovaných při 20 °C**

1-MCP 20 °C	7. den	14. den	K 20 °C	7. den	14. den
n=1	0,77	0,92	n=1	0,84	1,25
n=2	0,93	0,98	n=2	0,90	1,05
n=3	0,66	0,83	n=3	1,11	1,07
průměr	0,79	0,91	průměr	0,95	1,13
směr. od.	0,34	0,19	směr. od.	0,35	0,27



**Graf 17: Obsah veškerých titračních kyselin [%] plodů švestek skladovaných při 20 °C**

Hodnoty zobrazené na grafu 17 nedokazují vliv 1-MCP na zachování hladiny titračních kyselin u plodů skladovaných ve 20 °C.

Menniti (2004) prováděl stanovení u odrůd 'Fortune', 'President' a 'Angeleno'. Ani u jedné nezaznamenal vliv 1-MCP na obsah rozpustné sušiny a titračních kyselin mezi ošetřenými a kontrolními plody.

Wang (2010) také nezaznamenal vliv 1-MCP u odrůdy 'Elena'. Tyto údaje autor uvádí u plodů sklizených v období komerční sklizně i u plodů sklizených v pozdějším období.



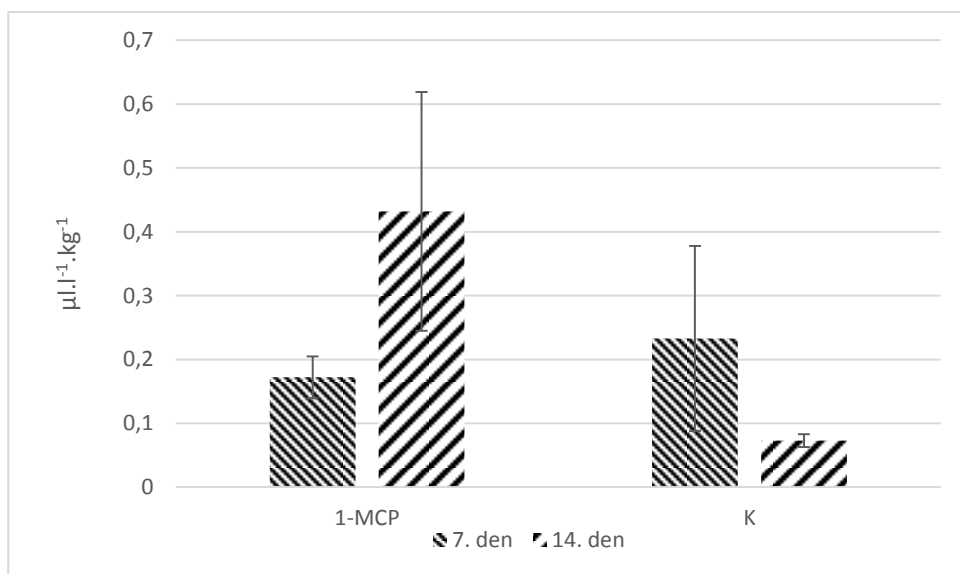
## 5.2.4 Produkce ethylenu a respirace

Tabulka 21: Produkce ethylenu [ $\mu\text{l.kg}^{-1}\text{.h}^{-1}$ ] a  $\text{CO}_2$  [ $\text{ml.kg}^{-1}\text{.h}^{-1}$ ] plodů švestek skladovaných 7 dní při 2 °C

1-MCP 2 °C	Ethylen	$\text{CO}_2$	K 2 °C	ethylen	$\text{CO}_2$
1.	0,199	95,758	1.	0,144	96,575
2.	0,192	71,137	2.	0,118	89,265
3.	0,125	78,639	3.	0,437	95,116
směr. od.	0,033	10,304	směr. od.	0,145	3,159
průměr	0,172	81,845	průměr	0,233	93,652

Tabulka 22: Produkce ethylenu [ $\mu\text{l.kg}^{-1}\text{.h}^{-1}$ ] a  $\text{CO}_2$  [ $\text{ml.kg}^{-1}\text{.h}^{-1}$ ] plodů švestek skladovaných 14 dní při 2 °C

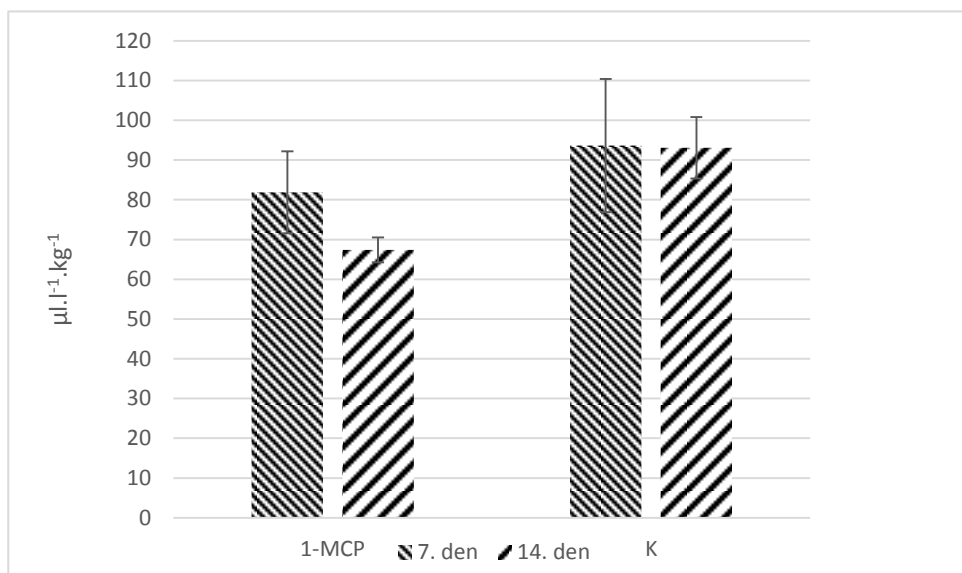
1-MCP 2 °C	Ethylen	$\text{CO}_2$	K 2 °C	Ethylen	$\text{CO}_2$
1.	0,548	87,149	1.	0,078	93,687
2.	0,580	68,863	2.	0,083	102,195
3.	0,169	46,203	3.	0,059	83,294
směr. od.	0,187	16,748	směr. od.	0,010	7,729
průměr	0,432	67,405	průměr	0,073	93,059



Graf 18: Produkce ethylenu [ $\mu\text{l.kg}^{-1}\text{.h}^{-1}$ ] u plodů švestek skladovaných při 2 °C

Plody švestek ošetřených 1-MCP a skladovaných při 2 °C vykazovaly menší množství uvolněného ethylenu pouze po 7 dnech skladování.

Wang (2010) porovnával vliv 1-MCP u odrůd 'Elena' a 'Hanita'. Z jeho šetření vyplynulo, že první ze zmiňovaných odrůd měla mnohem menší produkci, než druhá. Je tedy patrný velký rozdíl v jednotlivých odrůdách.



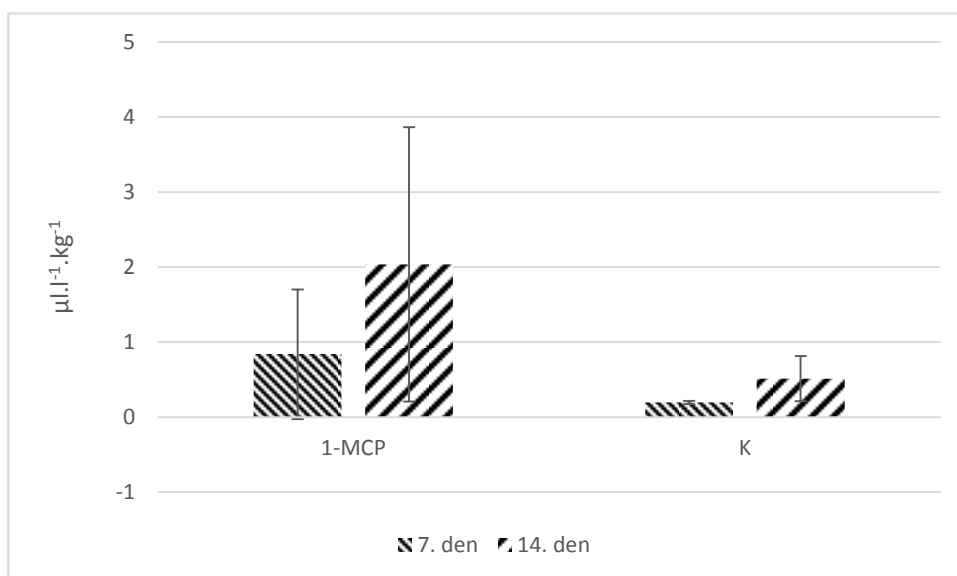
Graf 19: Produkce CO<sub>2</sub> [ml.kg-1.h-1] u plodů švestek skladovaných ve 2 °C

Tabulka 23: Produkce ethylenu [µl.kg-1.h-1] a CO<sub>2</sub> [ml.kg-1.h-1] u plodů švestek skladovaných 7 dní při 20 °C

1-MCP 20 °C	Ethylen	CO <sub>2</sub>	K 20 °C	ethylen	CO <sub>2</sub>
1.	0,326	290,14	1.	0,211	299,68
2.	2,055	344,049	2.	0,164	208,181
3.	0,132	180,199	3.	0,208	216,833
směr. od.	0,864	68,183	směr. od.	0,021	41,245
průměr	0,838	271,463	průměr	0,194	241,565

**Tabulka 24: Produkce ethylenu [ $\mu\text{l.kg}^{-1}\text{.h}^{-1}$ ] a  $\text{CO}_2$  [ $\text{ml.kg}^{-1}\text{.h}^{-1}$ ] plodů švestek skladovaných 14 dní při 20 °C**

1-MCP 20 °C	Ethylen	$\text{CO}_2$	K 20 °C	ethylen	$\text{CO}_2$
1.	4,586	312,454	1.	0,320	412,913
2.	0,384	190,572	2.	0,283	110,652
3.	1,139	310,013	3.	0,935	285,806
směr. od.	1,829	56,889	směr. od.	0,299	123,916
průměr	2,036	271,013	průměr	0,513	269,790

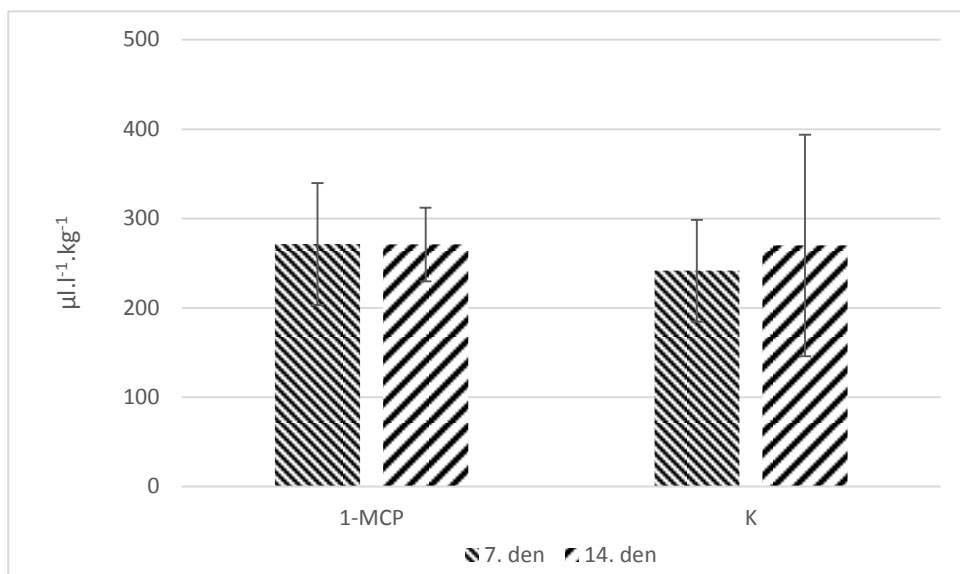


**Graf 20: Produkce ethylenu [ $\mu\text{l.kg}^{-1}\text{.h}^{-1}$ ] u plodů švestek skladovaných při 20 °C**

Účinek 1-MCP na švestky jako plody klimakterického typu se při aplikaci 1-MCP neprojevil shodně s kontrolou a výsledky byly vyšší z měřených hodnot GC-MS.

Při rozboru každého vzorku se měřicí technikou vytvořily plody, které sami o sobě měli vysokou produkci ethylenu, což vyplývá z faktu, že u plodů švestek je vysoká diference produkce ethylenu, což nelze při výběru vzorků na počátku vizuálně odlišit.

Lippert (2004) zaznamenal u odrůdy 'Hauszwetsche' pokles produkce ethylenu na čtvrtinu původní produkce po 14 dnech skladování při 2 °C. Kontrolní plody dosáhly poklesu pouze o polovinu.



**Graf 21: Produkce CO<sub>2</sub> [ml.kg-1.h-1] u plodů švestek skladovaných při 20 °C**

Graf 21 ukazuje, že produkce CO<sub>2</sub> byla konstantní u plodů ošetřených, v případě plodů kontrolních lehce stoupla. Tabulka 22 a 23 ovšem ukazuje, jak variabilní jednotlivé plody byly.

Grafy 45 a 44 (příloha) znázorňují ztrátu pevnosti švestek. Plody skladované při 2°C nevykazovaly rozdíly. Ke ztrátě pevnosti došlo u ošetřených i kontrolních plodů. V případě plodů skladovaných při 20 °C došlo k výraznému poklesu pevnosti plodů ošetřených. Z tabulky ovšem můžeme vyčíst velmi variabilní hodnoty kontroly.

Menniti (2004) zjišťoval ztrátu pevnosti odrůd 'Fortune' a 'President'. Kontrolní plody ztratily pevnost během 5 dní při skladování v teplotě 20 °C. Odrůda 'Angelo' si udržela pevnost 10 dní. Ošetřené plody prvně zmiňovaných odrůd ztratily pevnost po 8 dnech, odrůda 'Angelo' po 14 dnech. Plody byly ošetřeny koncentrací 500 a 300 μl.l<sup>-1</sup>. Plody ošetřené 1-MCP o koncentraci 500 μl.l<sup>-1</sup> skladované při nízké teplotě vykazovaly podle Mennitiho výsledky srovnatelné s plody skladovanými při 20 °C.

Senzorické hodnocení sklizených plodů ukázalo stupeň 1. Po týdenním skladování plodů ošetřených i kontrolních skladovaných při 2 °C můžeme říci, že se stupeň zralosti posunul na 2. Plody skladované při 20 °C měly kvalitu nižší. V obou případech ošetření došlo v průměru o zhoršení vykazované mezi stupněm 2 až 3. Čtrnáctidenní skladování při 20 °C přineslo velké zhoršení jakosti. Plody ošetřené i kontrolní byly hodnoceny stupněm 4. Skladování při 2 °C ukázalo u plodů ošetřených stupeň 2. U těchto plodů nutno podotknout, že stupněm 2 byly hodnoceny všechny vybrané plody. Plody

kontrolní v průměru vykazovaly horší stupeň dvě, byla zde zaznamenána větší variabilita v jakosti jednotlivých plodů.

### 5.3 Statistické vyhodnocení

Tabulka 25: Tabulka závislostí (Stávková, 2000)

<b>0</b>		<b>nezávislost</b>
<b>0,3</b>	těsnost nízká	<b>volná závislost</b>
<b>0,5</b>	těsnost mírná	
<b>0,7</b>	těsnost význačná	
<b>0,9</b>	těsnost velká	
<b>(1)</b>	těsnost velmi vysoká	
<b>1</b>		<b>pevná závislost</b>

Tabulka uvedená výše znázorňuje hodnoty závislostí, podle kterých jsou hodnoceny jednotlivé grafy uvedené v příloze vztahující se ke statistickému vyhodnocení. Hodnoty blízké se nule znázorňují nízkou nebo téměř úplnou nezávislost. Těsná závislost je daná vyššími absolutními hodnotami. Grafy uvedené v příloze byly vypracovány v programu STATISTIKA.

#### Statistické vyhodnocení kontrolních plodů broskví

Graf 24 uvádí kladnou korelaci mezi titračními kyselinami a rozpustnou sušinou. Absolutní hodnota  $r = 0,24947$  vypovídá o velmi nízké těsnosti.

Graf 25 poukazuje na zápornou korelaci mezi titračními kyselinami a pevností slupky. Absolutní hodnota  $r = 0,6413$  značí význačnou závislost.

Na grafu 26 je naznačena kladná korelace mezi titračními kyselinami a ethylenem. Absolutní hodnota  $r = 0,39579$  určuje nízkou závislost mezi danými členy.

Z grafu 27 vyplývá, že těsnost mezi titračními kyselinami a  $\text{CO}_2$  je téměř význačná. Absolutní hodnota  $r = 0,63178$ .

Závislost mezi rozpustnou sušinou a pevností slupky znázorněná na grafu 28 je záporná. Absolutní hodnota  $r = -0,5541$  určuje mírnou těsnost.

Absolutní hodnota  $r = 0,25657$  ukazuje na těsnost nízkou. Korelace mezi rozpustnou sušinou a ethylenem na grafu 29 je v tomto případě kladná.

Na grafu 30 je uvedena kladná korelace mezi rozpustnou sušinou a oxidem uhličitým. Absolutní hodnota  $r = 0,38652$  vypovídá o nízké těsnosti.

Absolutní hodnota  $r = -0,7133$  značí význačnou těsnost (graf 31). Korelace mezi pevností slupky a ethylenem je záporná.

Graf 32 ukazuje zápornou korelaci mezi pevností slupky a oxidem uhličitým. Hodnota  $r = -0,8143$  udává význačnou až velkou těsnost, stále však závislost volnou.

Absolutní hodnota grafu 33 závislosti mezi ethylenem a oxidem uhličitým je kladná. Hodnota  $r = 0,73061$  udává těsnost význačnou.

### **Statistické vyhodnocení plodů broskví ošetřených 1-MCP**

Absolutní hodnota grafu 34 závislosti mezi titračními kyselinami a rozpustnou sušinou je kladná. Hodnota  $r = 0,25923$  udává těsnost nízkou.

Z grafu 35 vyplývá, že se jedná o zápornou korelaci mezi titračními kyselinami a pevností slupky. Hodnota absolutního členu  $r = -0,0060$  dokazuje téměř úplnou nezávislost.

Graf 36 uvádí, že korelace mezi titračními kyselinami a ethylenem je záporná. Absolutní hodnota  $r = -0,0743$  značí téměř nulovou těsnost.

Absolutní hodnota  $r = -0,1137$  značí velmi nízkou těsnost (graf 37). Korelace mezi titračními kyselinami a oxidem uhličitým je záporná.

Absolutní hodnota grafu 38 závislosti mezi rozpustnou sušinou a pevností slupky je záporná. Hodnota  $r = -0,6562$  udává těsnost téměř význačnou.

Graf 39 ukazuje kladnou (přímou) korelaci mezi rozpustnou sušinou a ethylenem. Hodnota  $r = 0,27538$  udává nízkou těsnost.

Na grafu 40 je naznačena kladná korelace mezi rozpustnou sušinou a oxidem uhličitým. Absolutní hodnota  $r = 0,24133$  určuje nízkou těsnost mezi danými členy.

Z grafu 41 vyplývá, že těsnost mezi pevností slupky a ethylenem je mírná. Absolutní hodnota  $r = -0,5797$ .

Graf 42 poukazuje na zápornou korelaci mezi pevností slupky a oxidem uhličitým. Absolutní hodnota  $r = -0,5668$  značí mírnou závislost.

Z grafu 43 vyplývá, že se jedná o kladnou korelace mezi etylenem a oxidem uhličitým. Hodnota absolutního členu  $r = 0,98679$  dokazuje velmi vysokou, téměř až absolutní těsnost.

### **Statistické vyhodnocení kontrolních plodů švestek**

Absolutní hodnota  $r = 0,62435$  se přiklání k význačné těsnosti (graf 46). Závislost mezi titračními kyselinami a rozpustnou sušinou je přímá (kladná).

Absolutní hodnota grafu 47 závislosti mezi titračními kyselinami a pevností slupky je záporná. Hodnota  $r = 0,2127$  udává těsnost nízkou.

Z grafu 48 vyplývá, že těsnost mezi titračními kyselinami a ethylenem je velmi nízká. Absolutní hodnota  $r = 0,06311$ .

Graf 49 poukazuje na přímou (kladnou) korelaci mezi titračními kyselinami a oxidem uhličitým. Absolutní hodnota  $r = 0,02999$  značí velmi nízkou těsnost.

Absolutní hodnota  $r = 0,1726$  značí nízkou závislost. Korelace mezi rozpustnou sušinou a pevností slupky je záporná (graf 50).

Graf 51 ukazuje kladnou (přímou) korelaci mezi rozpustnou sušinou a ethylenem. Hodnota  $r = 0,42819$  udává nízkou až mírnou těsnost, stále však závislost volnou.

Na grafu 52 je naznačena kladná korelace mezi rozpustnou sušinou a oxidem uhličitým. Absolutní hodnota  $r = 0,49469$  určuje mírnou těsnost mezi danými členy.

Z grafu 53 vyplývá, že se jedná o zápornou korelaci mezi pevností slupky a ethylenem. Hodnota absolutního členu  $r = 0,3825$  poukazuje na nízkou závislost.

Absolutní hodnota  $r = 0,5659$  ukazuje na těsnost mírnou. Korelace mezi pevností slupky a oxidem uhličitým je v tomto případě grafu 54 záporná.

Graf 55 uvádí, že korelace mezi ethylenem a oxidem uhličitým je kladná. Absolutní hodnota  $r = 0,44445$  se přiklání k mírné těsnosti.

### **Statistické vyhodnocení plodů švestek ošetřených 1-MCP**

Absolutní hodnota grafu 56 závislosti mezi titračními kyselinami a rozpustnou sušinou je kladná. Hodnota  $r = 0,66545$  udává těsnost význačnou.

Graf 57 znázorňuje kladnou korelaci mezi titračními kyselinami a pevností slupky. Absolutní hodnota  $r = 0,55531$  uvádí mírnou těsnost.

Na grafu 58 je uvedena záporná korelace mezi titračními kyselinami a etylenem. Absolutní hodnota  $r = 0,0117$  vypovídá o téměř nulové těsnosti.

Graf 59 poukazuje na kladnou korelaci mezi titračními kyselinami a oxidem uhličitým. Absolutní hodnota  $r = 0,18362$  poukazuje na nízkou těsnost.

Z grafu 60 vyplývá, že jde o kladnou korelaci mezi rozpustnou sušinou a pevností slupky. Hodnota  $r = 0,21577$  udává nízkou těsnost.

Téměř nulovou těsnost s hodnotou  $r = 0,09851$  uvádí graf 61. Jedná se o kladnou korelaci.

Na grafu 62 je uvedena kladná (přímá) korelace mezi rozpustnou sušinou a oxidem uhličitým. Absolutní hodnota  $r = 0,36835$  uvádí, že jde o těsnost nízkou.

Korelace mezi pevností slupky a ethylenem uvedená na grafu 63 je záporná. Absolutní hodnota stanovená na  $0,1074$  ukazuje na těsnost velmi nízkou.

Korelace mezi pevností slupky a oxidem uhličitým je na obrázku 40 kladná. Absolutní hodnota  $r = 0,41878$  je na rozmezí nízké a mírné těsnosti.

Z grafu 65 vyplývá, že jde o korelaci kladnou (přímou). Absolutní hodnota  $r = 0,49883$  uvádí, že těsnost mezi ethylenem a  $\text{CO}_2$  je mírná.



## 6. ZÁVĚR

1-MCP aplikovaný jako exogenní plyn na broskve a švestky dával výsledky, které je třeba uvádět pro plody broskví odrůdy 'Redhaven' a švestek odrůdy 'TOP'. Plody byly sklizeny v období sklizňové zralosti. Doba skladování byla určena na 14 dní, u plodů broskví skladovaných ve 20 °C byla doba zkrácena na 10 dní. Po uplynutí 7 dní došlo k prvnímu stanovení. Měřena byla hmotnost celého plodu, hmotnost pecky, pevnost slupky, rozpustná sušina, veškeré titrační kyseliny, produkce ethylenu a respirace. Plody byly dále sensoricky posouzeny.

Výpočet hmotnostních ztrát uvedených v procentech ukázal, že byl zaznamenán rozdíl pouze u plodů skladovaných při 20 °C. Nejde však o rozdíl statisticky významný.

Pevnost plodů broskví skladovaných při 2°C byla u plodů ošetřených po 14 dnech skladování v průměru  $1,681 \pm 0,180$  g. Plody kontrolní měli v této době v průměru  $2,855 \pm 1,323$ . Z výsledků vyplývá, že pevnost broskví ošetřených a skladovaných při 2 °C byla nižší, než pevnost neošetřených plodů. Z tabulky 26 (příloha) jde ovšem vidět, že výsledky pevnosti slupky kontrolních plodů byly variabilní. Celkově došlo u obou způsobů ošetření k poklesu o stejnou hodnotu. Tabulka 27 (příloha) ukazuje, že pevnost plodů ošetřených a skladovaných při 20 °C byla vyšší, po 10 dnech skladování došlo u obou způsobů opět ke stejnému snížení.

Rozpustná sušina plodů ošetřených a skladovaných při 2 °C byla po 14 dnech skladování stanovena na  $11,46 \pm 0,63$  %. Plody kontrolní vykazovaly  $11,36 \pm 0,98$  % rozpustné sušiny. V případě plodů skladovaných při 20 °C došlo po 10 dnech skladování ke stejnému nárůstu v obou případech. V případě obou způsobů došlo ke stejnému nárůstu, lze tedy říci, že 1-MCP nemá v tomto případě vliv na zachování hodnoty rozpustné sušiny.

Při dozrávání ovoce dochází k odbourávání kyselin a nárůstu rozpustné sušiny. V tomto případě došlo u obou vzorků k zachování hodnoty titračních kyselin. V případě plodů skladovaných při 20 °C došlo u 1-MCP k většímu poklesu. Nelze tedy 1-MCP v tomto případě přiřazovat význam.

Množství ethylenu bylo stanoveno u plodů ošetřených skladovaných při 2 °C na  $0,298 \pm 0,105 \mu\text{l.kg}^{-1}.\text{h}^{-1}$ . Plody neošetřené vykazovaly hodnotu nižší  $0,019 \pm 0,008 \mu\text{l.kg}^{-1}.\text{h}^{-1}$ . Po 14 dnech skladování došlo u ošetřených plodů k výraznému poklesu

ethylenu na hodnotu  $0,073 \pm 0,039 \text{ } \mu\text{l.kg}^{-1}.\text{h}^{-1}$ . U plodů neošetřených došlo k nárůstu na  $0,051 \pm 0,046 \text{ } \mu\text{l.kg}^{-1}.\text{h}^{-1}$ .

Plody ošetřené i kontrolní skladované při 2 °C produkovaly stejné množství CO<sub>2</sub>. Plody ošetřené skladované při 20 °C vykazovaly po 7 dnech skladování hodnotu  $166 \pm 64 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{h}^{-1}$ , což byla hodnota nižší, než v případě plodů kontrolní. V desátém dni stanovení ovšem došlo u těchto plodů k nárůstu na  $305 \pm 54 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{h}^{-1}$ , u plodů kontrolních došlo k čtvrtinovému poklesu.

Při senzorickém posouzení byly sklizené plody hodnoceny stupněm jedna – pevné, tvrdé, nepoškozené, dužina na řezu zelená. Po 14 denním skladování při 2 °C byly ošetřené plody i plody kontrolní hodnoceny stupněm 2. Plody skladované při 20 °C vykazovaly hodnoty na rozhraní 4 a 5 v obou případech.

Vliv 1-MCP byl pozorován pouze v případě produkce ethylenu u broskví skladovaných při 2°C. Je nutno ovšem upozornit na vysokou variabilitu produkce jak ethylenu, tak CO<sub>2</sub> u jednotlivých plodů. V případě ostatních prováděných šetření týkajících se jedné odrůdy broskví se neprokázal účinek 1-MCP, i přestože měřené parametry byly podrobně zkoumány.

Hmotnostní ztráty švestek skladovaných při 2 °C byly prokazatelně nižší u plodů ošetřených. Plody skladované při 20 °C nebyly ovlivněny 1-MCP.

Nárůst rozpustné sušiny plodů skladovaných při 2 °C byl po sedmi dnech skladování mírně vyšší u plodů ošetřených, ale celkově po 14 dnech došlo ke stejnému nárůstu rozpustné sušiny u obou způsobů ošetření. V případě plodů ošetřených skladovaných při 20 °C byla po sedmi dnech hodnota rozpustné sušiny  $10,05 \pm 1,77 \%$ . Plody kontrolní vykazovaly hodnotu  $11,09 \pm 0,89 \%$ . Nárůst po čtrnácti dnech skladování byl ovšem rovnoměrný u obou způsobů.

Obsah titračních kyselin neklesl. K udržení hodnoty ale došlo u plodů ošetřených i kontrolních a to v obou teplotách. Z těchto důvodů nelze přiřazovat 1-MCP význam k udržení hladiny titračních kyselin.

Plody ošetřené 1-MCP a skladované při 2 °C vykazovaly nižší hodnoty produkce ethylenu po sedmi dnech skladování. Čtrnáctidenní skladování ovšem ukázalo velké odchylky produkce ethylenu u jednotlivých plodů ošetřených. Plody ošetřené ale naopak při 2 °C nevykazovaly tak velkou produkci CO<sub>2</sub>. Velkou variabilitu v případě plodů ošetřených nutno přisuzovat tomu, že švestky jsou organismy velice variabilní a nelze vizuálně při výběru plodů před hodnocením vybrat plody s podobnou produkcí.

Produkce CO<sub>2</sub> v případě plodů ošetřených skladovaných při 20 °C byla stejná po 7 i 14 dnech skladování. Plody kontrolní vykazovaly respiraci lehce nižší, ovšem po 14 dnech došlo k nárůstu.

Senzorické hodnocení sklizených plodů ukázalo stupeň 1. Po týdenním skladování plodů ošetřených i kontrolních skladovaných při 2 °C můžeme říci, že se stupeň zralosti posunul na 2. Plody skladované při 20 °C měly kvalitu nižší. V obou případech ošetření došlo v průměru o zhoršení vykazované mezi stupněm 2 až 3. Čtrnáctidenní skladování při 20 °C přineslo velké zhoršení jakosti. Plody ošetřené i kontrolní byly hodnoceny stupněm 4. Skladování při 2 °C ukázalo u plodů ošetřených stupeň 2.

Provedené analýzy neprokázaly u plodů švestek vliv 1-MCP na prodloužení skladovatelnosti. Jednotlivé plody vykazovaly velmi vysokou variabilitu.

Na závěr lze říci, že násada plodů byla hojná, ovšem jejich zralost vysoce variabilní. I z tohoto důvodu hodnotím prodloužení skladovatelnosti plodů švestek jako ne příliš vhodné. V České republice je využití těchto plodů zajišťováno lepšími způsoby, například pálením, nebo zpracováním na povidla.

## 7. SOUHRN A RESUME

### **Účinek 1-MCP na prodloužení skladovatelnosti plodů broskví a švestek**

Cílem diplomové práce na téma Účinek 1-MCP na prodloužení skladovatelnosti plodů broskví a švestek bylo zjistit vliv 1-MCP na plody broskví odrůdy 'Redhaven' a švestek odrůdy 'TOP'. Praktická část se skládala ze sklizně plodů ve sklizňové zralosti, analýzy jakostních parametrů (hmotnost, pevnost slupky, sensorické hodnocení, titrační kyseliny, rozpustná sušina, produkce ethylenu, respirace), ošetření prostředkem 1-MCP a uskladnění při 2 °C a 20 °C.

Po 7 a 14 dnech (10 dnech v případě broskví skladovaných při 20 °C) bylo u všech plodů provedeno stanovení jakostních parametrů. Pomocí naměřených hodnot byl u ošetřených a kontrolních plodů posouzen vliv 1-MCP na jednotlivé parametry mající vliv na prodloužení skladovatelnosti.

Teoretická část se zabývala jednotlivými ovocnými druhy a odrůdami, látkovými složkami významnými pro zrání plodů, ethylenem, 1-MCP a skladováním ovoce.

**Klíčová slova:** broskve, švestky, klimakterium, 1-MCP, ethylen, skladování

### **Effect of 1-MCP on the extension of the shelf-life of peach and plum fruits**

The aim of the thesis on the Effect of 1-MCP on the extension of the shelf-life of peach and plum fruits was to determine the effect of 1-MCP on the peach fruits of the 'Redhaven' variety and plum fruits of the 'TOP' variety. The practical part consisted of harvesting the fruits of harvest maturity, an analysis of quality parameters (weight, firmness, sensory evaluation, titratable acid, soluble solids, ethylene production, respiration), 1-MCP treatment and storage at 2 °C and 20°C.

After 7 and 14 days (10 days in the case of peaches stored at 20 °C) the quality parameters of all fruits were determined. Using the measured values, the effect of 1-MCP on various parameters influencing the prolongation of life was considered for treated and control fruits.

The theoretical part dealt with different fruit species and varieties, material components important for fruit ripening, ethylene, 1-MCP and storage of fruit.

**Key words:** peaches, plums, climacterium, 1-MCP, ethylene, storage

## 8. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

ABELES, F. B., MORGAN P. W., SALTVEIT, M. E. *Ethylene in plant biology*. 2nd ed. San Diego: Academic Press, 1992, xv, 414 p. ISBN 9780080916286.

BANADOS, P. 2001. *Evolution of nitrogen and amino acids in peach and plum bark*. Acta Horticulturae 564:71-76.

BELITZ, H.-D., GROSCHE, W., SCHIEBERLE, P. *Food chemistry*. 4th, rev. and extended ed. Berlin: Springer, c2009, xliv, 1070 s. ISBN 978-3-540-69933-0

BLANKENSHIP, S.M., DOLE, J. M. 2002. *1-Methylcyclopropene: a review*. Postharv. Biol. Technol. 28:1-25.

BLAŽEK, J. *Ovocnictví*. 2. nezm. vyd. Praha: Květ, 2001, 383 s., 16 s. barev. obr. příl. ISBN 80-85362-43-0

BLAŽEK, J., KNEIFL, V. *Pěstujeme slivoně*. Vyd. 1. Praha: Brázda, 2005, 231 s., 16 s. barev. obr. příl. ISBN 80-209-0336-4.

BOWER, J. H., BLASI, W. V., MITCHAM, E. J. 2003. *Effects of ethylene and 1-MCP on the quality and storage life of strawberries*. Postharvest Biol. Technol. 28:417-423.

BULKOVÁ, V. *Rostlinné potraviny*. Vyd. 1. Brno: Národní centrum ošetrovatelství a nelékařských zdravotnických oborů, 2011, 162 s. ISBN 978-80-7013-532-7

DONG, L., ZHOU H. W., SONEGO, L. et al. 2001. *Ethylene involvement in the cold storage disorder of 'Flavortop' nectarine*. Postharv. Biol. Technol. 23:105-115.

EKMAN, J. H., CLAYTON, M., BLASI, W. V., MITCHAM, E. J. 2004. *Interactions between 1-MCP concentration, treatment interval and storage time for 'Bartlett' pears*. Postharv. Biol. Technol. 31:127-136.

ELLA, L., ZION, A., NEHEMIA, A., AMNON, L. 2003. *Effect of the ethylene action inhibitor 1-methylcyclopropene on parsley leaf senescence and ethylene biosynthesis*. Postharvest Biol. Technol. 30:67-74.

FAN, X. T., MATTHEIS, J. P. 1999a. *Impact of 1-methylcyclopropene and methyl jasmonate on apple volatile production*. J. Agric. Food Chem. 47:2847-2853.

FAN, X. T., MATTHEIS, J. P. 2000a. *Reduction of ethylene-induced physiological disorders of carrots and iceberg lettuce by 1-methylcyclopropene*. HortScience 35:1312-1314.

FAN, X. T., MATTHEIS, J. P. 2000b. *Yellowing of broccoli in storage is reduced by 1-methylcyclopropene*. HortScience 35:885-887.

FAN, X., ARGENTA, L., MATTHEIS, J. P. 2002. *Interactive effects of 1-MCP and temperatures on 'Elberta' peach quality*. HortScience 37, 134-138.

GOLDING, J. B., SHEARER, D., WYLLIE, S. G., MCGLASSON, W. B. 1998. *Application of 1-MCP and propylene to identify ethylene-dependent ripening processes in mature banana fruit*. Postharvest Biol. Technol. 14:87-98.

GOLIÁŠ, J. *Skladování a zpracování I.: základy chladírenství*. 1. vyd. Brno: Vysoká škola zemědělská, 1980, 158 s. ISBN 80-7157-229-221996

GOLIÁŠ, J. *Skladování ovoce v řízené atmosféře*. Vyd. 1. Praha: Brázda, 2011, 122 s. ISBN 978-80-209-0386-0

GOLIÁŠ, J. *Technické a technologické uplatnění plynné směsi při skladování ovoce*. *Zahradnictví*. 2003. sv. X, č. 11, s. 8-9. ISSN 1213-7596.

GONG, Y. P., FAN, X. T., MATTHEIS, J. P. 2002. *Responses of 'Bing' and 'Rainier' sweet cherries to ethylene and 1-methylcyclopropene*. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 127:831-835.

GUDKOVSKIJ, V. *Dlouhodobé skladování ovoce*. 1. vyd. Praha: SZN, 1984, 175 s., barev. fot. na příl.

HANSEN, H. *Kältetechnik*. 1967

HOŠEK, J. *Využití optických metod pro měření vlastností tekutin: Application of optical methods for properties measurement of liquids*. V Praze: České vysoké učení technické, c2010, 20 s. ISBN 978-80-01-04507-7.

JELLEN, V. *Moderní skladování a jakost ovoce*. 1. vyd. Praha: Merkur, 1976, 124, [1] s.

JIANG, Y.M., JOYCE, D.C., JIANG, W.B., LU, W.J. 2004. *Effects of chilling temperatures on ethylene binding by banana fruit*. *Plant Growth Regul.* 43:109-115.

JIANG, W.B., SHENG, Q., ZHOU, X.J., ZHANG, M.J., LIU, X.J. 2002. *Regulation of detached coriander leaf senescence by 1-methylcyclopropene and ethylene*. *Postharvest Biol. Technol.* 26:339-345.

KHAN, N.A. *Ethylene action in plants*. New York: Springer, 2006, xvii, 206 s. ISBN 3-540-32716-9

KUTINA, J., VANEK G., KUTINA J., DVORSKÝ P., SUCHARDOVÁ, M.. *Pomologický atlas*. 1. vyd. Praha: Brázda, 1991, 287 s. ISBN 80-209-0089-6

LAYNE, D.R., BASSI, D. *The peach: botany, production and uses*. Wallingford, Oxfordshire, UK: CABI, c2008, xvi, 615 s. ISBN 978-1-84593-386-9.

LIPPERT, F., BLANK, M.M. 2004. *Effect of mechanical harvest and timing of 1-MCP application on respiration and fruit quality of European plums *Prunus domestica* L.* *Postharvest Biol. Technol.*, 34: 305-311.

LIU, Z.Y., JIANG, W.B. 2006. *Lignin deposition and effect of postharvest treatment on lignification of green asparagus (*Asparagus officinalis* L.)*. *Plant Growth Regul.* 48:187-193.

MAREČEK, J. *Skladovanie rastlinných produktov*. 1. vyd. Nitra: Slovenská poľnohospodárska univerzita, 2012, 139 s. ISBN 978-80-552-0853-4.

MENNITI, A.M., GREGORI, R., DONATI, I. (2004) *1-Methylcyclopropene retards postharvest softening of plums*. *Postharvest Biology and Technology* 31:269-275.

MORAN, R.E., MCMANUS, P. 2005. *Firmness retention, and prevention of coreline browning and senescence in 'Macoun' apples with 1-methylcyclopropene*. *HortScience* 40:161-163.

NUNES, C., SARAIVA, J.A., COIMBRA, M.A. 2008. *Effect of candying on cell wall polysaccharides of plums (Prunus domestica L.) and influence of cell wall enzymes*. *Food Chemistry* 111:538-548.

ODSTRČIL, J., ODSTRČILOVÁ, M. *Chemie potravin*. Vyd. 1. Brno: Národní centrum ošetrovatelství a nelékařských zdravotnických oborů, 2006, 164 s. ISBN 80-7013-435-6

OPEKAR, F. *Základní analytická chemie pro studenty, pro něž analytická chemie není hlavním studijním oborem*. 2. vyd. Praha: Karolinum, 2010, 203 s. ISBN 978-80-246-1775-6

PENG, J., SHANG, H., CHEN, J., ZHU H., ZHAO, Y., ZHENG, Y. 2011. *Effect of 1-Methylcyclopropene on Chilling Injury and Quality of Peach Fruit during Cold Storage*. *Journal of Food Science*. Volume 76, Issue 8, S485–S491.

PESIS, E., ACKERMAN, M., BEN-ARIE, R. et al. 2002. *Ethylene involvement in chilling injury symptoms of avocado during cold storage*. *Postharv. Biol. Technol.* 24:171-181.

PORAT, R., WEISS, B., COHEN, L. et al. 1999. *Effects of ethylene and 1-methylcyclopropene on the postharvest qualities of 'Shamouti' oranges*. *Postharv. Biol. Technol.* 15:155-163.

PORTER, K.L., COLLINS, G., KLIEBER, A. 2005. *1-MCP does not improve the shelf-life of Chinese cabbage*. *J. Sci. Food Agric.* 85:293-296.



PROCHÁZKA, S., ŠEBÁNEK, J. *Regulátory rostlinného růstu*. Vyd. 1. Praha: Academia, 1997, 395 s. ISBN 80-200-0597-8

RICHTER, M. *Velký atlas odrůd ovoce a révy*. Vyd. 1. Lanškroun: TG Tisk, 2002, 158 s. ISBN 80-238-9461-7

SELVARAJAH, S., BAUCHOT, A.D., JOHN, P. 2001. *Internal browning in cold-stored pineapples is suppressed by a postharvest application of 1-methylcyclopropene*. Postharv. Biol. Technol. 23:167-170.

SALTVEIT, M.E. 1999. *Effect of ethylene on quality of fresh fruits and vegetables*. Postharv. Biol. Technol. 15:279-292.

SEREK, M., WOLTERING, E.J., SISLER, E.C. et al. 2006. *Controlling ethylene responses in flowers at the receptor level*. Biotechnol. Adv. 24:368-381.

SISLER, E.C., GOREN, R., HUBERMAN, M. (1984) *Effect of 2,5-norbornadiene on citrus leaf explants*. Plant Physiol. Suppl. (Bethesda) 75:127

STÁVKOVÁ, J., DUFEK, J. *Biometrika*. 1.vyd. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2000, 178 s., [13] s. ISBN 80-7157-486-4.

SUS, J. *Obrazový atlas peckovin: (rozšířený o další druhy ovoce)*. 1.vyd. Praha: KVĚT, 2003, 97. s. ISBN 80-85362-47-3

VEEN, H., VAN DE GEIJN, S.C. *Mobility and ionic form of silver as related to longevity of cut carnations*. Planta 140.1 (1978): 93-96.

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

VENBURG, G.D., HOPKINS, R., RETAMALES, J. et al. 2008. *Recent developments in AVG research*. Acta Hort. 796:43-49.

WANG, R., XUAN, H., STEIF, J. 2010. *Effect of 1-MCP on plum (Prunus domestica) ripening and quality during shelf-life at room temperature*. Acta Hort. (ISHS) 877:317-322

WATKINS, C.B. 2008. *Postharvest effects on the quality of horticultural products: using 1-MCP to understand the effects of ethylene on ripening and senescence*. Acta Hort. (ISHS) 768:19-32.

ZHANG, B., XI, W.P., WEI, W.W., SHEN, J.Y., FERGUSON, I., CHEN, K.S. (2010). *Changes in aroma-related volatiles and gene expression during low temperature storage and subsequent shelf-life of peach fruit*. Postharvest Biology and Technology 60:7-16.

#### **Internetové zdroje:**

1-methylcyclopropene [online]. [cit. 2014-09-13].

Dostupné z:

[http://www.fao.org/fileadmin/templates/agphome/documents/Pests\\_Pesticides/Specs/1-MCP10.pdf](http://www.fao.org/fileadmin/templates/agphome/documents/Pests_Pesticides/Specs/1-MCP10.pdf)

Registrace 1-MCP [online]. [cit. 2014-08-06].

Dostupné z: <http://www.agrofresh.com/history>

Přípravek SmartFresh™ [online]. [cit. 2014-08-06].

Dostupné z: <http://www.agrofresh.com/web/portal/smartfresh-technology>

LO sklady [online]. [cit. 2014-08-06].

Dostupné z: <http://studuj1.webnode.cz/odborny-vycvik/zboziznalstvi/potravinarske-zbozi/>

Reid, M.S. A brief history of 1-methylcyclopropene [online]. [cit. 2015-01-06].

Dostupné z: <http://hortsci.ashspublications.org/content/43/1/83.full>

## 9. PŘÍLOHY