

VÝZKUMNÝ A ŠLECHTITELSKÝ ÚSTAV OVOCNÁŘSKÝ HOLOVOUSY s.r.o.

## Program určování optimalizace sklizňové zralosti peckovin z hlediska uplatnění na trhu

---

Autor: Ing. Martin Jonáš

prosinec/2015

Při řešení bylo využito infrastruktury projektu CZ.1.05/2.1.00/03.0116.



## OBSAH

<b>1. ÚVOD.....</b>	<b>4</b>
<b>2. CÍL.....</b>	<b>4</b>
<b>3. ZRÁNÍ A ZRALOST OVOCE .....</b>	<b>4</b>
<b>4. INDIKÁTORY ZRALOSTI .....</b>	<b>5</b>
<b>5. FYZIKÁLNÍ INDIKÁTORY .....</b>	<b>5</b>
5.1 VELIKOST A TVAR .....	5
5.2 PEVNOST DUŽNINY.....	6
5.3 ZÁKLADNÍ BARVA .....	7
<b>6. BIOCHEMICKÉ INDIKÁTORY .....</b>	<b>8</b>
6.1 KONCENTRACE ROZPUŠTĚNÝCH PEVNÝCH LÁTEK .....	8
6.2 CELKOVÝ OBSAH KYSELIN .....	9
6.3 AROMATICKÉ TĚKAVÉ LÁTKY.....	9
6.4 OBSAH CHLOROFYLU .....	10
<b>7. FYZIOLOGICKÉ ZMĚNY .....</b>	<b>11</b>
7.1 ETYLEN A ZRÁNÍ.....	11
7.2 ENZYMY SPOJENÉ S MĚKNUTÍM PLODŮ.....	12
<b>8. POTENCIONÁLNÍ BIOCHEMICKÉ INDIKÁTORY ZRÁNÍ .....</b>	<b>12</b>
<b>9. GENETICKÁ KONTROLA ZRÁNÍ OVOCE .....</b>	<b>13</b>
<b>10. LITERATURA .....</b>	<b>15</b>

## SOUHRN

Jsou zde souhrně publikované informace o problematice indikátorů zralosti peckovin mezi roky 1934 a 2014. Jsou zde zmíněny výhody a nevýhody jednotlivých indikátorů zralosti. Určení termínu sklizně hraje klíčovou roli v konzumních řetězcích. Zralost plodů při sklizni určuje kvalitu plodů, potenciální „shelf-life“ a akceptaci konzumentů. Navzdory tomu, že senzorycké vlastnosti se zlepšují s postupným dozráváním, tak jsou plody často sklizeny v příliš raném stádiu z důvodu zvýšení manipulační kvality. Nedo zralé plody nedisponují plnou vůní a nikdy nedosáhnou velmi dobrých chuťových vlastností. Za indikátory zralosti peckovin jsou považovány barva slupky, velikost, tvar, obsah pevných rozpustných látek, pevnost plodu, obsah kyselin, obsah chlorofylu a výskyt specifických aromatických sloučenin. Exponenciální růst produkce etylenu je charakteristická fyziologická změna peckovin v průběhu zrání a etylen je považován za hlavní regulátor v procesech zrání. Variabilita mezi jednotlivými odrůdami je rozsáhlá, a proto specifické parametry musí být definovány pro každou odrůdu. Chuť ovoce a hlavní kvalitativní rysy plodů záleží zejména na stádiu zralosti při sklizni. Zralé a chutné ovoce může zlepšit vnímání ovoce mezi konzumenty.

## SUMMARY

Published information on stone fruit maturity indicators between 1934 and 2014 is reviewed. The advantages and disadvantages of different maturity indexes are discussed. Identification of harvest date plays a key role in the agrofood chain. Maturity at harvest determines the quality, potential shelf-life and consumer acceptance of fruit. Although sensory properties improve with ripening, fruits are nevertheless often picked at an early stage to enhance handling quality. Immature fruit does not possess full flavour and aroma and will never reach an excellent eating quality. Skin colour, size, shape, soluble solids content, fruit firmness, titratable acidity, chlorophyll content and the occurrence of specific volatile compounds are considered to be maturity indices for stone fruit. An exponential increase of ethylene production is characteristic of physiological changes of stone fruits during ripening and ethylene is considered to have a major regulatory role in the ripening process and in the post-harvest life. Variability among cultivars is large, specific maturity parameters need to be defined for each cultivar. The taste of fruit, the main fruit quality attribute, mainly depends on the maturity stage at picking. Ripe and tasty fruit may increase perception by consumers.

## DEDIKACE

Tento program vznikl s využitím infrastruktury projektu Ovocnářský výzkumný institut Holovousy s.r.o. (CZ.1.05/2.1.00/03.0116) v rámci Operačního programu Výzkum a vývoj pro inovace (OP VaVpl).

# 1. ÚVOD

Snaha nalézt objektivní, cílené, jednoduché a spolehlivé detekční metody stanovení zralosti peckovin je dlouhodobým cílem výzkumných projektů (Prasanna et al., 2007; Nunes et al., 2009; Usenik et al., 2013). Dochází k velkému množství fyziologických, biochemických a strukturálních změn vyskytujících se v průběhu zrání ovoce, vyplývající v identifikaci změn měřením specifických fyzikálně chemických změn. Identifikaci optimálního sklizňového termínu hraje klíčovou roli v obchodním řetězci, přes který se ovoce dostává ke spotřebitelům (Kader a Mitchell, 1989). I přesto, že senzorické vlastnosti se zvyšují s dozráváním, je ovoce často sklizeno v příliš raném termínu z důvodu zlepšení manipulační kvality. Nedozrálé ovoce nedisponuje plným aromatem a nikdy nedosáhne excelentních chuťových vlastností (Bureau et al., 2006). Fyziologické stádium ovoce v době sklizně je primárním bodem zájmu, protože hodnota ukazatele „shelf life“ je silně ovlivněna zralostí v tomto klíčovém stádiu. Využití základních fyziologických, fyzikálně-chemických a biochemických metod stanovení optimální sklizňové zralosti je stále nedokonalé (Abdi et al., 1997). Z těchto důvodů je důležitý neustálý vývoj moderních technologií vedoucí k optimalizované nedestruktivní, spolehlivé metodě určení zralosti peckovin. Praktické zkušenosti podtrhují důležitost třídění ovoce po sklizni do jednotlivých tříd dle použitelnosti. Třídění ovoce s různým stupněm zralosti pro různé segmenty trhu na základě predikce jejich míry měknutí. Pěstitelé vyžadují třídění dle stádia zralosti, které je nezávislé na působení podmínek prostředí, sezónního počasí, velikosti plodů a managementu péče o sad ke stanovení optimálního sklizňového termínu (Crisosto, 1994).

## 2. CÍL

Cílem publikace je sumarizovat a analyzovat všechny známé publikované informace o faktorech indukujících vývoj zralosti peckovin. Popsat jejich funkční mechanismy a vývoj v průběhu dozrávání plodů peckovin.

## 3. ZRÁNÍ A ZRALOST OVOCE

Zrání plodů zahrnuje mnoho fyziologických a biochemických změn v pletivech ovoce, které jsou v optimálních podmínkách směřovány k produkci spotřebitelsky akceptovatelného ovoce (Thompson, 1996). Tyto změny v kvalitě ovoce vytváří ovoce atraktivní pro spotřebitele a v přírodě tyto změny umožňují šíření semen (Rhodes, 1980; Seymour, Tucker, 1993). Zrání ovoce je komplexní geneticky předurčený proces, který se projevuje změnou barvy, textury, chuti a aroma dužniny. Procesy zrání u ovocných plodin jsou dlouhodobě studovány jak na genetické tak na biochemické úrovni (Reid, 1992). Zrání peckovin je doprovázeno podstatnými fyzikálními a biochemickými změnami. Viditelné a vnější změny zahrnují změnu barvy slupky (rychlá ztráta základní barvy) a zvětšování plodů s blížící se optimální zralostí (Abdi et al., 1997). Ovoce s různými mechanismy zrání lze rozdělit do dvou skupin (Biale, 1964). První skupinou je ovoce klimakterického typu, u kterého je zrání doprovázeno maximem dýchání a zvýšenou produkcí etylenu a druhou skupinou je ovoce neklimakterického typu, u kterého se zrání neprojevuje zvýšenou produkcí etylenu (Giovannoni, 2001). Intenzita dýchání závisí na řadě faktorů – kromě přirozených rozdílů mezi ovocnými druhy a odrůdami je regulována vnějšími faktory – teplotou, složením atmosféry, ale i vnitřními faktory – chemickým složením, strukturou pletiv, stupněm zrání a dalšími činiteli, které druhotně tyto faktory ovlivňují. Rychlost produkce CO<sub>2</sub> se postupně tlumí až k určité minimální hodnotě, která se časově shoduje se závěrem růstové fáze (tzv. klimakterické minimum). V období nejnižší intenzity dýchání (klimakterické minimum) je plod sklizňově zralý a zahajuje se fáze zrání, která je fyziologicky ukončena konzumní zralostí (klimakterické maximum). (Goliáš, 1996). Fyziologická zralost je definovaná jako stádium, kdy je ukončen růst a začíná zrání. Komerční parametry zralosti byly stanoveny dle komponentů plodů, které se mění v průběhu zrání (Reid, 1992). V posklizňové fyziologii míníme jako zralé ovoce to, které

se dostalo do stádia s dostatečnou kvalitativní úrovní akceptovatelnou pro spotřebitele. Kvalita peckovin je kombinací několika atributů a vlastností, které dávají dané komoditě hodnotu lidské spotřeby. Pro distributory a prodejce je středem zájmu a základním parametrem je pevnost plodů a dlouhá skladovací životnost (Parker, et al., 1990). Z důvodů komerčního zacházení jsou slivoně, broskve, nektarinky a meruňky běžně sklizeny ve stádiu kdy mají tvrdou dužninu a předpokládá se dozrání v průběhu cesty ke spotřebitelům (Kader, Mitchell, 1989). Konzumenti vnímají kvalitní ovoce jako vzhledné, pevné, aromatické a s vyhovující nutriční hodnotou (Bruhn, 1991).

## 4. INDIKÁTORY ZRALOSTI

Indikátory zralosti jsou obvykle založeny na komplexu fyzikálně-chemických a fyziologických ukazatelů, které jsou hodnoceny subjektivně nebo objektivně. Zkušenosti pěstitelů spoléhají na subjektivní posouzení založené na předešlých zkušenostech (Kays, 1991). Množství fyziologických, biochemických a strukturálních změn se objevuje v průběhu zrání ovoce, vyplývající v identifikování změn měřením specifických fyzikálně-chemických veličin (Usenik et al., 2013). Stanovení zralosti podle počtu dnů od plného květu informuje pouze přibližně o termínu zralosti, ale délka této periody závisí na odlišných každoročních klimatických podmínkách (Gur, 1986). Specifikace indikátorů zralosti představuje zahrnutí konzistentních fyzikálních a chemických změn, které se vyskytují u komodity v průběhu vývoje a které korelují se zralostí (Reid, 1992). Po této operaci jsou některé z těchto indikátorů vybrány v průběhu hodnocení skladování a sensorického hodnocení ke stanovení, který z indikátorů reflektuje kvalitu sklizených plodů v průběhu celé sezony pro všechny odrůdy a pěstební lokality (Bhargava et al., 1986; Crochon, 1985). Zrání ovoce zahrnuje modifikace v barvě plodů, kde je zapojena destrukce chlorofylu a biosyntéza jiných pigmentů (Rhodes, 1980; Prasanna et al., 2007), produkce aromatických těkavých látek (VC) zodpovědných za aroma plodů (Davies, Hobson, 1981; Prasanna et al., 2007; Goliáš, et al., 2013), přeměna škrobových látek na cukry (Biale a Young, 1981), zvýšení produkce oxidu uhličitého a etylenu (McGlasson et al., 1978), pokles kyselosti (Kader, Mitchell, 1989; Prasanna et al., 2007), změny textury dužniny spojené s měkknutím ovoce (Huber, 1983) a změny v indikátoru obsahu rozpuštěných pevných látek (SSC) a titrovatelných kyselin (TA) (Prasanna et al., 2007). Celkově jsou procesy zrání pod kontrolou rostlinných růstových regulátorů (McGlasson et al., 1978). Změny v parametrech zralosti se liší z kvalitativních i kvantitativních ukazatelů podle druhu ovoce (Biale a Young, 1981). Variabilita mezi odrůdami je výrazná, z čehož vyplývá, že specifické parametry zralosti musí být definovány pro každou odrůdu (Nunes et al., 2009)

## 5. FYZIKÁLNÍ INDIKÁTORY

### 5.1 Velikost a tvar

Dosažení specifické velikosti je jedním z možných ukazatelů zralosti, ale tento znak nemůže být použit samostatně z důvodu vlivu násady plodů, klimatických podmínek a pěstebních podmínek na velikost plodů (Lill, et al., 1989). Podle Kader a Mitchell, (1989) peckoviny jsou považovány za zralé ve stádiu, kdy švy jsou dobře vyvinuté a zaplněné. Pro spolehlivost určení tohoto indikátoru musí být však využito spojení s jiným indikátorem jako je barva slupky (Kader a Mitchell, 1989b). Vývoj velikosti plodů slivoní v průběhu zrání na stromě je ukazatel, který je ovšem odlišný u jednotlivých odrůd. Vývoj hmotnosti plodů byl hodnocen u odrůd 'Jojo', 'Čačanska najbolja', 'Čačanska rodna', a 'Valor' v průběhu posledních pěti týdnů před počátkem opadu plodů. Nárůst hmotnosti plodů byl u všech odrůd zaznamenán až do posledního termínu, který ovšem koresponduje s počátkem opadu plodů. V průběhu této evaluační doby byl nárůst hmotnosti od 10 % u odrůdy 'Čačanska najbolja' až do 30% u odrůdy 'Jojo' (Usenik et al., 2008). Nárůst hmotnosti plodů meruněk u odrůdy 'Bergeron' je

průběžný, ovšem mezi 74 – 94. dnem po květu byl zjištěn pokles nárustu, který je spojen s tvrdnutím pecky. Druhá aktivní fáze začíná po 90 dnech a je charakterizována výrazným buněčným růstem spojeným s intenzivní akumulací vody a sacharózy (Bureau et al., 2006).

## 5.2 Pevnost dužniny

Pevnost plodu je dána houževnatostí slupky, pevností dužniny a vnitřní strukturou jako je tloušťka dužniny, velikost pecky a oddělitelnost pecky od dužniny. Většina ovoce měkne během zrání, což je hlavní kvalitativní atribut, který ovlivňuje akceptovatelnost obchodníky, spotřebiteli a taktéž udává kvalitu „shelf life“.

Měknutí dužniny je regulováno třemi mechanismy: ztráta turgoru, degradace protopektinu (Seymour, et al., 1993) a enzymatické poruchy buněčných stěn ovoce (Seymour, et al., 1993; Brummell a Harpster, 2001; Giovannoni, 2001). Ztráta turgoru není fyziologický proces, ale je spojen se ztrátou vody ze sklizeného ovoce. Pevnost plodů peckovin je objektivně měřitelná, jako síla požadovaná pro definovanou sondu penetrovat plod do specifické hloubky (Watada, Abbott, 1985). Byly navrženy dva rozsáhlé mechanismy měknutí buněčných stěn ovoce. Jeden návrh zahrnuje unikání organických kyselin do apoplastu nebo pokles pH apoplastu díky činnosti plasmatických membrán vázajících  $H^+$  a ATP, které způsobují odstranění  $Ca^{2+}$  můstků mezi pektinovými řetězci (Brady, 1992). Podle druhého návrhu je měknutí výsledkem enzymatické degradace protopektinu a hydrolýza buněčných stěn v průběhu zrání plodů a stárnutí (Weichmann, 1986). Další změny ve složení buněčných stěn, které doprovázejí měknutí dužniny, zahrnují snížení pektinových polysacharidů vázaných na buněčnou stěnu a odpovídající zvýšení rozpustného pektinového komponentu a změny v komponentech sacharidů jako je arabinosa, galaktosa a xylosa (Dowson et al., 1992). Ztráta pevnosti plodů je fyziologickým procesem, který se objevuje v průběhu zrání na stromech, skladování a maloobchodní manipulace (Chen, 1996; Abbott, 1999).

Pevnost dužniny je velmi proměnlivá a klesá v průběhu dozrávání a zrání plodů. U broskví lze všeobecně konstatovat, že plody sklizené při nižší pevnosti dosáhnou lepší kvality v průběhu dozrávání, než ty sklizené při vyšší pevnosti plodů (Kader, Mitchell, 1989a; Kader, Mitchell, 1989b). Rané odrůdy broskví, nektarinek a slivoní jsou obvykle méně pevné v dužnině ve stádiu minimální zralosti, než pozdní odrůdy. Dostupná data a informace však indikují, že samostatný ukazatel pevnosti plodů není vyhovující index minimální zralosti, protože pevnost dužniny je mezi odrůdami, ale i v rámci jedné odrůdy proměnlivá v závislosti na velikosti plodů, klimatických podmínkách a managementu pěstování (Blake a Davidson, 1936; McDonald a Delwiche, 1983). Některé vědecké práce z Kalifornie a Chile navrhují využít parametr pevnost dužniny jako index maximální zralosti ke stanovení nejpozdějšího termínu sklizně za podmínek zajištění dostačující dobré kvality pro transport, třídění a obchodní zacházení. Pevnost dužniny u slivoní začíná klesat po stádiu vytvrzování pecky a pokračuje, dokud plody nezískají plnou barvu (Abdi et al., 1997). Změny v pevnosti plodů byly vhodnou cestou k popisu změn v průběhu zrání a předpovědi poškození otláčeninami (Crisosto et al., 2001; Metheney et al., 2002).

Ve většině starších experimentech byla pevnost plodů měřena destruktivními metodami. Při použití destruktivních metod je tendence použít jen několik vzorků, což má často za následek zvýšení variability výsledků v měřených parametrech (De Ketelaere et al., 2006). Z komerčního pohledu je několik nedestruktivních metod hodnocení pevnosti plodů implementováno do balících linek a v podmínkách laboratorního měření (Aweta, 2004; Greefa, 2004; Sinclair, 2004). Dostupnost nových technologií, které povolují automatické nedestruktivní měření pevnosti plodů, dovolí větší početnost vzorků, což zredukuje variabilitu ve výsledcích měření pevnosti plodů a pomůže oddělit ovoce s podobným stádiem zralosti ve vzorcích a plody citlivé k otláčeninám. Redukuje variabilitu vzorků ovoce, která je běžně spojena s destruktivními metodami měření pevnosti plodů.

Podle hodnocení odrůd slivoní (Usenik, et al., 2008), kde byly zařazeny odrůdy 'Jojo', 'Čačanska najbolja', 'Čačanska rodna', a 'Valor' byl prokazatelně zjištěn pokles pevnosti plodů v průběhu posledního měsíce zrání před počátkem opadu plodů. Byly zjištěny průkazné rozdíly mezi odrůdami slivoní. Odrůda 'Jojo' měla průkazně nejvyšší pevnost v porovnání s ostatními odrůdami. Na druhé straně nejnižší pevnost plodů byla zjištěna u odrůdy 'Čačanska najbolja'. Pro obchod s čerstvými plody je měření pevnosti plodů důležitým ukazatelem dozrání. Ale z důvodu nedostatku referenčních dat, zejména u evropských odrůd slivoní, vytváří tuto potřebu jako neaplikovatelnou. Rozdílné je to u hodnocení pevnosti odrůd japonských slivoní (*Prunus salicina* L.), kde byly vytvořeny tři třídy dle stupně zrání. Slivoně s pevností větší než 26 N jsou považovány za nezralé, slivoně s hodnotou mezi 13 N – 26 N jsou klasifikovány jako připraveny k prodeji a slivoně s pevností menší než 13 N jako připraveny ke konzumaci (Valero et al., 2007). Pevnost plodů merunek odrůdy 'Bergeron' začne do 100. dne po květu rychle klesat až se dostane k hodnotě 5 N v plné zralosti (Bureau et al., 2006). V termínu, kdy se blíží sklizeň, jsou plody vzorkovány v sadu a poté je naměřená pevnost plodu spojena s barvou slupky. Touto cestou kombinací hodnocení pevnosti a základní barvy slupky plodů se stává vhodným a nedestruktivním indikátorem, z čehož vyplývá možnost určení potencionální životnosti na trhu (Kader, 1999). Průměrná pevnost plodů různých odrůd slivoní prokazatelně klesá v průběhu posledních 41 dní zrání na stromě. Konzumní kvalita plodů odrůd 'Haganta', 'Jojo' a 'Stanley' se zlepšila ve 142., 136. respektive ve 141. dni po plném květu. Ovšem dobré konzumní kvality dosáhly tyto odrůdy ve 156., 150. respektive 148. dni po plném květu (Usenik et al., 2014). Usenik et al., (2014) udává právě pevnost plodů jako nejdůležitější parametr zralosti slivoní (*P. domestica* L.). Další konkretizující analýzy ukazují, že obecně pevnost plodů a SSC hrají nejdůležitější roli, protože jejich změny v průběhu zrání jsou mnohem více evidentní než v případě barvy slupky a dužniny (Usenik et al., 2014).

### 5.3 Základní barva

Barva plodů je stanovena růzností pigmentu obsaženého ve slupce a dužnině (Rood, 1957; Stenbridge et al., 1972). Jak ovoce zraje, tak se mění barva plodů ze zelené do červené, žluté, oranžové, modré. Vývoj červené barvy u nektarinek a broskví závisí na expozici ke světlu, pozici plodu v koruně (Ryall a Pentzer 1982). Změny v základní barvě nebo barvě dužniny nejsou ovlivněny slunečním zářením a z toho důvodu jsou spolehlivým ukazatelem zralosti. V roce 1977 byl vyvinut komplexní detailní program na studium vztahu mezi základní barvou, kvalitou plodů a chutí (Mitchell et al., 1977). V USA byl proveden rozsáhlý výzkum změny barvy u broskví a nektarinek, který vedl k vývoji barevné stupnice ke stanovení zralosti (Mitchell et al., 1990). V Kalifornii byly každoročně publikovány požadavky na minimální zralost více než 170 odrůd broskví a nektarinek založeny na vnější základní barvě. Pro slivoně je široce využívána celková barva slupky pro určení zralosti. Stejně jako u broskví a nektarinek byly u slivoní každoročně publikovány požadavky minimální zralosti pro více než 100 odrůd na základě povrchové barvy a pevnosti (Kader a Mitchell, 1989b). V případě tmavě červených odrůd slivoní může být zralost spojena s červeným povrchem slupky (Mitchell a Mayer 1984). Stenbridge *et al.*, (1972), uvádí jako vhodný indikátor indexu minimální zralosti základní barvu slupky. Jiné výsledky dokládají u 13 odrůd broskvoní vhodnou korelaci mezi základní barvou slupky a senzoryckými parametry jako lepší než korelaci mezi základní barvou slupky a pevností dužniny (Delwiche a Baumgardner, 1985). Vliv barvy slupky jako indexu zralosti na posklizňovou kvalitu ovoce byl široce hodnocen na broskvích a nektarinkách v USA. Vědci dokládají, že ovoce vyšší zralosti má lepší základní barvu slupky, aroma, barvu dužniny, měkčí dužninu, vyšší obsah SSC a nižší obsah titrovatelných kyselin než méně zralé ovoce (Mitchell *et al.*, 1990; Mitchell *et al.*, 1991). Podobné výsledky byly publikovány i v jiných státech (Delwiche, 1986). V porovnání se změnou v barvě dužniny, která není ovlivněna slunečním zářením, tudíž je více vhodným ukazatelem zralosti (Crisosto, 1994).

Bylo by komerčně zajímavé popsat základní barvu plodů slivoní jako optimální indikátor zralosti, principiálně u plodů, jejichž kvalita je přímo týkající se jejich základní krycí barvy plodů (Carreño et al.,

1995). Zrání u odrůdy slivoní 'Jojo', 'Čačanska najbolja', 'Čačanska rodna', a 'Valor' vedlo k prokazatelnému zvýšení indexu barvy (CIRG). Barva plodů byla v posledním termínu hodnocení, který korespondoval s počátkem opadu. Výsledky taktéž poukazují na odrůdovou rozdílnost (Usenik et al., 2008). Barva slupky a dužniny může být u slivoní užitečným indikátorem zralosti, ale mnoho odrůd slivoní je finálně pigmentováno ve velmi raném stádiu zrání, a proto má tento samostatný parametr malou hodnotu pro určení sklizňového data (Abdi et al., 1997).

## 6. BIOCHEMICKÉ INDIKÁTORY

### 6.1 Koncentrace rozpuštěných pevných látek

Rozpuštěné pevné látky (SSC) se skládají z cukrů, kyselin, aminokyselin a minerálních solí a tyto látky je možné měřit refraktometricky. Hlavní obsahové kyseliny u slivoní jsou jablečná, citronová, chinová a jantarová (Meredith et al., 1992; Usenik et al., 2008). Obsah SSC obecně roste s postupným dozráváním (Dann a Jerie, 1988), zatímco obsah titrovatelných kyselin klesá. Samostatné využití tohoto parametru jako indexu zralosti je limitováno odrůdami, produkční oblastí a pěstební sezónou (Dann a Jerie, 1988). Příkladem může být období introdukce tmavých odrůd slivoní do produkce v Kalifornii. Pro některé odrůdy byl jako index minimální zralosti doporučen tento ukazatel jako dostačující index zralosti, avšak dle těchto pravidel pěstitelé nedosahovali indexu minimální zralosti (Mitchell, 1991). Byly stanoveny velké rozdíly v obsahu SSC (Mitchell et al., 1990). Prokazatelné rozdíly byly zjištěny dokonce i u plodů z různých částí koruny stromu (Dann a Jerie, 1988).

Vývoj obsahu SSC byl hodnocen u odrůd 'Jojo', 'Čačanska najbolja', 'Čačanska rodna', a 'Valor' v průběhu posledních pěti týdnů před počátkem opadu plodů, přičemž poslední termín korespondoval s počátkem opadu plodů. V průběhu tohoto hodnocení je u jednotlivých odrůd zjištěn odlišný nárůst a stejně tak i celkový obsah SSC. U odrůdy 'Jojo' byl zjištěn nárůst o 37 %, u odrůdy 'Čačanska najbolja' 33 %, u odrůdy 'Čačanska rodna' 63 % a u odrůdy 'Valor' 31 %. Ovšem stejně jako u hmotnosti i zde, obsah SSC téměř kontinuálně stoupá až do opadu. V prvním termínu se hodnota SSC u odrůd liší od 8,2 °Brix u odrůdy 'Čačanska rodna' až po 12 °Brix u odrůdy 'Valor'. V posledním termínu byl zjištěn obsah 15,6 °Brix u odrůdy 'Valor', zatímco nejnižší obsah byl 13,4 °Brix u odrůdy 'Čačanska rodna' (Usenik et al., 2008). Prasanna et al., (2007) uvádí jako nejvhodnější indikátor zralosti slivoní parametr SSC/TA, od okamžiku kdy v plodech postupně roste obsah cukrů a naopak klesá obsah kyselin v průběhu zrání. Ačkoliv tento parametr má také omezení, a to v případě, že obsah SSC a obsah TA byl odlišný v plodech z různých částí stromů a z různých podmínek prostředí (Abdi et al., 1997). V některých případech, kdy se dané odrůdy peckovin používají pouze pro jeden druh zpracování, je možné je sklízet v definovaném bodě zralosti. V případě kandovaných slivoní se jedná o obsah SSC na hladině 16 °Brix a obsah TA 1 meq kyseliny jablečné/100 g FW (Nunes et al., 2008). Obecně u broskví je vyšší obsah SSC u zralejších plodů. Například u odrůdy 'Sweet September' byl obsah SSC hodnocen v průběhu zrání. Nejnižší obsah SSC byl zjištěn z prvního termínu hodnocení, což bylo stádium zeleného plodu (Shinya et al., 2013). K dosažení přijatelné kvality plodů, zralé broskve a nektarinky by měly překročit 10% rozpustných pevných látek (Biggs, 1976). Měřené hodnoty obsahu rozpuštěných pevných látek u slivoní se liší dle odrůdy a pohybují se mezi 7 a 24% (Money a Christian, 1950).

Zrání vedlo u slivoní ke zvýšení koncentrace celkových cukrů od prvního (25 dní před začátkem opadu) do posledního pátého termínu hodnocení, který koresponduje s počátkem opadu plodů. Koncentrace cukrů je velmi odlišná v závislosti na odrůdě. Nejvyšší nárůst v koncentraci celkových cukrů byl zjištěn u odrůdy 'Valor' a to o více jak 50 %. Zároveň u stejné odrůdy byla zjištěna nejnižší koncentrace celkových cukrů v prvním termínu měření a nejvyšší koncentrace cukrů v posledním termínu měření. Naproti tomu u odrůdy 'Čačanska najbolja' byl zjištěn nárůst koncentrace celkových



cukrů pouze okolo 10 %. Toto zjištění může právě u odrůdy 'Čačanska najbolja' a jiných, které mají malý rozdíl v koncentraci celkových cukrů u nezralých a přezralých, způsobit podtržení a příliš brzkou sklizeň (Usenik et al., 2008). Mezi nejvýznamnější cukry v celkovém obsahu patří glukóza, sacharóza, fruktóza a sorbitol (Vitanov et al., 1988). U většiny odrůd je právě v tomto pořadí koncentrace jednotlivých cukrů, ale například u odrůdy 'Čačanska najbolja' je nejvíce zastoupena sacharóza. I přesto, se všeobecně koncentrace glukózy pohybuje od 38,2 do 115 g.kg<sup>-1</sup> FW, koncentrace sacharózy od 21,2 do 71,9 g.kg<sup>-1</sup> FW, koncentrace fruktózy od 19,1 do 34,8 g.kg<sup>-1</sup> FW a koncentrace sorbitolu od 3,5 do 27,8 g.kg<sup>-1</sup> FW (Usenik et al., 2008). Koncentrace glukózy u odrůdy meruňky 'Bergeron' zůstává široce konstantní po celou dobu hodnocení. Naopak koncentrace sacharózy u zralých plodů dosahuje hodnoty 78 g.kg<sup>-1</sup> FW což reprezentuje okolo 80 % celkových obsažených cukrů (Bureau et al., 2006), tento procentuální poměr je totožný i u broskví (Bassi a Selli, 1990). Studie provedená Crisosto et al. (2007) na 12 odrůdách slivoní indikuje všeobecný trend, že zralé plody raných odrůd měly nižší obsah cukrů než pozdní odrůdy.

Cantin et al. (2009) uvádí, podle zjištěných změn v průběhu posledního stádia zrání, potenciální obsah SSC, závisí na klimatických podmínkách, pozici v porostu a na managementu péče v sadu více než na genotypu. Naopak Guerra a Casquero, (2010), Usenik et al., (2008, 2010) zhodnocuje obsah SSC u peckovin jako jeden z indikátorů, který je nejvíce ovlivněn genotypem, prostředím a podnoží.

## 6.2 Celkový obsah kyselin

Peckoviny ztrácí kyseliny v průběhu zrání. Tento rys zralosti je taktéž ovlivněn odrůdou a odlišností sezón (Boggess et al., 1974). Laboratorní měření je komplikovanější než u obsahu SSC. Jak bylo řečeno, kombinace poměru SSC/TA je vhodná a mnohem více vypovídá o zralosti, než samostatné parametry (Lill et al., 1989; Meredith et al., 1989). Množství kyselin klesá v průběhu zrání (Abdi et al., 1997) díky jejich využití jako respirační substrát (Tucker, 1993). Kyselina jablečná je nejběžnější organickou kyselinou obsaženou v peckovinách (Taylor, 1993).

Obsah celkových kyselin byl hodnocen u slivoňových odrůd 'Jojo', 'Čačanska najbolja', 'Čačanska rodna', a 'Valor' v průběhu pěti termínů, přičemž první byl 25 dní před počátkem opadu a poslední s počátkem opadu plodů. U všech hodnocených odrůd byl zjištěn pokles kyselin v průběhu zrání. Nejnižší obsah celkových kyselin byl u odrůdy 'Čačanska najbolja', kde byl taktéž vysledován nejnižší pokles mezi prvním a posledním měřením. Mezi kyseliny s nejvyšším obsahem u slivoní patří k. jablečná, k. šikimová a k. fumarová. Všeobecně lze kyselinu jablečnou považovat za predominantní kyselinu, která jako první ze všech klesá v průběhu zrání (Usenik et al., 2008).

Z hodnot celkové koncentrace cukrů a kyselin lze podílem těchto dvou parametrů vypočítat SUAC index, který v důsledku toho stoupal v průběhu hodnocené periody zrání. Taktéž byly zjištěny rozdíly mezi odrůdami slivoní. SUAC index se pohyboval od 6,4 do 19,4 u odrůdy 'Jojo', od 10,3 do 48,7 u odrůdy 'Valor', od 8,1 do 23,2 u odrůdy 'Čačanska rodna' a od 11,3 do 25,0 u odrůdy 'Čačanska najbolja'. Čím vyšší index SUAC tím je odrůda sladší a méně kyselá (Usenik et al., 2008).

Titrovatelné kyseliny u odrůdy 'Bergeron' zůstávají do 120. dne vývoje plodů od květu relativně konstantní a poté prudce klesají k 40 až 25 meq/100 g FW. Pokles kyselin byl spojen s poklesem malátu a citrátu, změny v množství organických aniontů, což jasně demonstuje částečnou degradaci plodů. Ve zralém stavu malát představuje okolo 90 % celkových organických aniontů (Bureau et al., 2006). Poměr mezi malátem a citrátem dovoluje rozdělit meruňky na malát dominantní ('Bergeron') a citrát dominantní ('Goldrich', 'Moniquí').

## 6.3 Aromatické těkavé látky

Aromatické těkavé látky mohou být považovány jako jedna esenciální složka kvality ovoce. Ve skutečnosti aroma vytváří důležitý příspěvek k vůni a atraktivitě plodů. Bylo stanoveno více než 200

aromatických sloučenin patřících do různých chemických tříd, například estery, alkoholy, terpeny, aldehydy, aj., přítomny ve velmi malých koncentracích (Nurstein, 1970). Aromatické těkavé látky jsou zodpovědné za aroma ovoce. Produkce aroma zráním plodů je důležité kvalitativní kritérium a je procesem spojeným s dozráváním ovoce (Visai a Vanoli, 1997). Utváření aromatických látek v ovoci je progresivní proces, protože aromatické látky jsou kontinuálně syntetizovány během vývoje plodu a zrání. Mění se kvalitativně i kvantitativně, zejména během dozrávání (Severnants a Jennings, 1966; Visai a Vanoli, 1997). Produkce aromatických těkavých látek v průběhu zrání je dynamická a podíly aromatických těkavých látek se mohou velmi široce lišit jak kvalitativně tak kvantitativně (Agozzino, et al., 2007).

Jednotlivé druhy peckovin obsahují různý počet aromatických těkavých látek. Třicet čtyři látek bylo izolováno z japonských slivoní (*P. salicina*), mezi kterými byly nejvíce obsaženy látky nonanal a binalol (Ismail et al., 1980). Byl sledován vliv zralosti na obsah aromatických těkavých látek u slivoní. (Dirninger-Rigo, 1987). U mirabelek bylo identifikováno 56 rozdílných sloučenin ve třech zralostních stupních (nedozrálé, zralé a přezrálé). Gomez a Ledbetter (1997) charakterizuje a popisuje meruňky ve třech zralostních stupních a koncentraci jednotlivých aromatických těkavých látek v různých stupních zralosti. V průběhu hodnocení bylo identifikováno 38 sloučenin aromatických těkavých látek, jejichž obsah s rostoucí zralostí klesal. Naproti tomu Goliáš, et al. (2013) uvádí, že meruňky obsahují celkem 75 aromatických těkavých sloučenin. V několika výzkumech bylo identifikováno u broskví přibližně 70 aromatických sloučenin patřící do laktonů (Chapman et al., 1991) esterů a alkoholů (Visai a Vanoli, 1997). C6 aldehydy, alkoholy a terpenoidy jsou zodpovědné za kořeněnou chuť a florální a ovocitou složku aroma broskví. Vývoj aromatických látek v plodech broskví je dynamický proces. Aromatické sloučeniny jsou kontinuálně syntetizovány a akumulovány v průběhu růstu ovoce a zrání. Z toho důvodu, kvalitativní a kvantitativní vzor aromatické složky fluktuuje v průběhu vývoje. C6 aldehydy a alkoholy jsou hlavní složkou izolovanou ze zelených plodů broskví (Engel et al., 1988) a všeobecně ukazují trend poklesu v průběhu růstu plodů (Visai a Vanoli, 1997).

Obecně koncentrace většiny sloučenin stoupá v průběhu zrání, a proto by plody broskví měly být sklizeny v úplné zralosti s cílem dosažení nejlepší kvality z hlediska typické vůně (Visai et al., 1993), barvy, SSC a titrovatelných kyselin (Eccher Zerbini et al., 1990). Mnoho esterů aromatických těkavých látek se zvyšuje v průběhu zrání, zatímco jiné se vyskytují později a jiné až ve stádiu úplné zralosti. Obsah aromatických látek je taktéž rozdílný ve slupce a dužnině. U broskví je ve slupce více aromatických látek než v dužnině (Agozzino, et al., 2007). Hlavní skupiny sloučenin, které definují aroma broskví podle jejich percepce vzhledem ke koncentraci, jsou alkoholy (př: (E) – 2 - hexenol) a aldehydy (př: (E) – 2 - hexenal) jako zástupce „zeleného aroma“. Estery (př: hexyl acetate) a laktony (př:  $\gamma$ -decalactone) jako zástupce ovocitého, zralého aromatu (Kakiuchi, Ohmya, 1991). V průběhu zrání broskví, množství C6 sloučenin (aldehydy, alkoholy) klesá, zatímco množství laktonů stoupá (Visai a Vanoli, 1997). Technologicky jsou nejdůležitější skupinou aromatických látek u broskví beta a gama laktony (Benedetti et al., 2008).

## 6.4 Obsah chlorofylu

Obsah chlorofylu v plodech klesá v průběhu zrání (Crisosto, 1994) a měření změn tohoto indikátoru je jednoznačným ukazatelem zralosti. Měření indexu rozdílů absorbcí ( $I_{AD}$ ) mezi dvěma vlnovými délkami (670 nm a 720 nm), čímž se získá obsah chlorofylu ve slupce, je možné použít k určení optimální sklizně (Ertekin et al., 2006). Obsah chlorofylu je precizní index zralosti plodů slivoní (Ertekin et al., 2006), broskví (Chalmers a van den Ende, 1975). Výrazné fyzikální změny se vyskytují v barvě slupky s postupným zráním broskví, slivoní a nektarinek (Iglesias and Echeverría, 2009).  $I_{AD}$  je pouze informativní zejména u odrůd, kde krycí barva nedovolí hodnocení základní barvy slupky.

Slivoně sklizené v časovém horizontu okolo komerčního termínu sklizně vykazovaly index absorpance chlorofylu mezi 1,87 u nejdříve sklizených a 0,13 u poslední sklizně. Navzdory tomuto širokému

rozsahu, bylo více jak 95 % sklizeno s hodnotami  $I_{AD}$  mezi 1,20 – 1,79 (Infante et al, 2011). Taktéž u broskví byl parametr  $I_{AD}$  zmíněn jako vhodná nedestruktivní metoda posuzování zralosti. U broskví byla zjištěna vysoká korelace mezi mírou zralosti a  $I_{AD}$  (Ziosi et al., 2008) a stejně tak u japonských slivoní (Infante et al., 2011). Ziosi et al. (2008) implementoval tři třídy pro odrůdu nektarinek 'Stark Red Gold'. Rozdílné třídy ukazují na průkazné diference s ohledem na SSC, pevnost plodu a obsah celkových kyselin s  $I_{AD}$  od 0,3 do 1,2. Costa et al. (2008) založil dvě třídy pro odrůdu broskvoně 'Fayette', které rozdělil dle produkce etylenu, pevnosti a obsahu kyselin spojené do korelace s indexem absorbance chlorofylu. Studie prokázaly, že parametr  $I_{AD}$  může být použit k třídění slivoní do skupin s odlišným SSC a hodnotou pevnosti ovoce nejméně do třech tříd. Třída s  $I_{AD}$  1,70 – 1,79 primárně zahrnuje slivoně v počátečním stádiu zralosti. Zatímco třída s  $I_{AD}$  1,20 – 1,29 zahrnuje zralé až přezrálé s pevností 25,5 N a SSC 23,3, což jsou nevhodnější pro průmyslové zpracování (Infante et al., 2011). Slivoně v třídě s  $I_{AD}$  1,20 – 1,29 se zvýšenou hodnotou SSC jsou ideálním primárním materiálem pro získání vysoce kvalitních sušených produktů (Dejong et al., 2002). Průběžné výsledky dosud získané by mohly iniciovat rozvoj parametru  $I_{AD}$  jako parametr zralosti pro peckoviny, zejména pokud je ovoce určeno k přímému konzumu.

Hodnocení základní barvy slupky je možné provést v laboratorních podmínkách přístrojem Minolta chromameter a vyjádřen úhlem odstínu ( $h^\circ$ ). U odrůdy 'Bergeron' byly hodnoceny změny v úhlu odstínu od  $110^\circ$  do  $70^\circ$ , který reflektuje přechod základní barvy epidermu od zelené do oranžové. Což bylo spojeno s degradací chlorofylu a převládající akumulací  $\beta$ -karotenu v průběhu zrání (Bureau et al., 2006). U broskví a nektarinek byl úhel odstínu ( $h^\circ$ ) prokázán jako vysoce informativní a blízce propojen se zralostí (Ferrer et al., 2005). Také bylo zjištěno, že stejný  $h^\circ$  může být spojen s odlišnými stupni pevnosti, protože plody jsou také ovlivněny světelnými podmínkami prostředí, ve kterých je vyvíjen (Lewallen a Marini, 2003). Parametr  $I_{AD}$  u slupky a úhel odstínu  $h^\circ$  základní barvy potvrzuje jejich hodnotu jako vhodný ukazatel zralosti u broskví (Ziosi et al., 2008), čímž umožní rozdělit genotypy broskvoní do čtyř tříd zralosti. Z tohoto důvodu může být parametr  $I_{AD}$  považován za cenný nástroj pro rozhodnutí sklizně broskví (Infante et al., 2011).

## 7. FYZIOLOGICKÉ ZMĚNY

### 7.1 Etylen a zrání

Role etylenu při zrání klimakterických druhů ovoce přitahovala enormní množství výzkumného zájmu od doby, co Gane (1934) zjistil, že jablka produkují etylen. Základní otázkou bylo, zda etylen je produkt nebo příčina zrání a jakou hraje roli (Biale et al., 1954). Role etylenu v procesech zrání byla dokázána v 60. letech s nástupem plynové chromatografie a v následujících letech byla zjištěna biochemická cesta biosyntézy etylenu (Kieber, 1997).

Etylen hraje klíčovou roli v procesech zrání klimakterických plodů koordinací exprese genů, které jsou zodpovědné za četné procesy, které zahrnují autokatalytickou produkci etylenu a zvýšení respirace, degradace chlorofylu, biosyntézu antokyanů a karotenoidů, přeměna škrobu na cukry, produkci aroma a zvýšení aktivity enzymů degradujících buněčnou stěnu (Abeles et al., 1992; Gray et al, 1992). Naproti tomu je všeobecně považováno, že zrání neklimakterických druhů ovoce je nezávislé na produkci etylenu (Lelievre et al., 1997).

Skutečnost, že koncentrace etylenu v plodech stoupá od začátku procesu zrání, vytváří potencionální indikátor detekce fyziologické zralosti (Sfakiotakis a Dilley, 1973). Exponenciální růst produkce etylenu je charakteristickou fyziologickou změnou peckovin v průběhu zrání a etylen je považován za hlavní regulátor v procesech zrání a posklizňovém zrání (Chachine et al., 1999). Analýzy koncentrace vnitřního etylenu při sklizni mohou být použity k určení optimálního data zralosti a taktéž mohou být

použity k predikci potencionální skladovací životnosti v kontrolované atmosféře (Dilley 1980). Nicméně je potřeba počítat s významnou variabilitou plodů, což je ovlivněno lokalitou, nadmořskou výškou, odrůdou, termínem sklizně a teplotou (Salveit, 1982). Tento základ vedl k vývoji predikce nástupu biosyntézy endogenního etylenu v ovoci (Dilley a Dilley, 1985). Toto bylo základem zjištění, že podtržené plody dozrávají dříve než srovnatelné plody ponechané na stromě do optimální sklizně díky třem základním faktorům. Predikční techniky jsou náročné a ovlivněné sezónními faktory, lokací plodů na stromech a mírou produkce etylenu. Postupy této predikce fungují dobře pro některé rané až středně rané odrůdy, které mají vysokou míru produkce etylenu (Watkins et al., 1989). Vztah mezi vnitřní koncentrací etylenu a mírou produkce může být použit k výpočtu konstanty přeměny (Burg a Burg, 1962). Konstanta přeměny je vyjádřena jako poměr vnitřní koncentrace v pletivech a míra produkce etylenu. Publikovaná konstanta přeměny pro některé klimakterické druhy je 5 pro broskve, 13 pro nektarinky a 4 pro slivoně (Abeles et al., 1992).

Mezi typické klimakterické ovoce patří právě švestky, které vykazují velmi výrazné zvyšování produkce etylenu a respirační rychlosti v průběhu zrání. Souběžný průběh v posklizňovém zrání má také biogeneze etylenu s obdobným časovým průběhem klimakterického píku. Rozsah produkce etylenu 10-80  $\mu\text{l/kg.h}$  platí pouze pro pravé švestky a je 100 krát vyšší než pro plody s potlačeným klimakteriem, které jsou z druhu *Prunus salicina* L., (japonské švestky), vyznačující se produkcí etylenu v rozmezí desetin  $\mu\text{l/kg.h}$ , prakticky nepostřehnutelnou při běžných měřeních.

Autokatalitická produkce etylenu začíná u meruňkové odrůdy 'Bergeron' okolo 110. dne po květu a dosahuje maximálních hodnot 62  $\text{nmol.h}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$  v plné zralosti, což je okolo 136. dne po květu (Bureau et al., 2006).

V posledních letech byla řešena řada možností k oddálení zrání ovoce, jejichž cílem byla blokáce produkce etylenu a jeho činnosti. Existují dva typy inhibitorů etylenu, které se liší v předmětu inhibice (Larrigaudiere a kol., 2009). Mezi sloučeniny vyznačující se výraznými inhibičními vlastnostmi produkce etylenu patří thiosíran stříbrný (STS) a 1 - metylcyklopropen (1-MCP). Tyto sloučeniny jsou specifickými inhibitory, které způsobují blokáci etylenových receptorů. Tímto je tlumena tvorba etylenu a změna procesu zrání v rostlinných pletivech. Komerční přípravky SmartFresh, které jsou založeny na sloučenině 1-MCP se využívají pro prodloužení skladovatelnosti (Sisler a Šerek, 1997).

## 7.2 Enzymy spojené s měknutím plodů

S cílem porozumět změnám vyskytujícím se v buněčných stěnách během měknutí jsou požadovány znalosti molekulárních komponentů primární buněčné stěny a střední lamely. Faktory, které mohou ovlivnit architekturu buněčné stěny (Brady, 1987) jsou buď enzymatické, nebo neenzymatické. Změny v textuře plodů v průběhu zrání byly propojeny s několika enzymatickými změnami zahrnující ztrátu neutrálních sacharidů postranních řetězců a změny v syntéze produktů komponentů buněčné stěny (Hobson, 1993). Bylo zjištěno, že některé z produktů metabolismu buněčné stěny podporují zrání (Gross, 1990). Bylo demonstrováno, že bobtnání a extenzivní hydratace buněčné stěny doprovází zrání. Pektiny jsou solubilizovány a hemicelulózy jsou také degradovány (Gross, 1990; Hobson, 1993). Tudíž celulózová mikrovláknina jsou ponechána bez opory a začínají se hroutit a to vede k separaci buněk nebo ke změně v elasticitě buněčných stěn. Předpokládá se, že tyto změny jsou způsobeny malou skupinou hydrolytických enzymů (Huber, 1983).

## 8. POTENCIONÁLNÍ BIOCHEMICKÉ INDIKÁTORY ZRÁNÍ

Starší procesy pro určení sklizňové zralosti peckovin nejsou dostatečné z důvodu širokého spektra odrůd, klimatických podmínek, násady plodů, produkčních oblastí a pěstebních sezón. A proto vývoj nových indikátorů sklizňové zralosti založených na změnách proteinů a genové expresi může být

efektivnější. Analýzy proteinů přítomných v plodech jednotlivých druhů ovoce v různém stádiu zralosti potvrzuje, že syntéza i degradace proteinů jsou zapojeny v procesech zrání (Baker et al., 1985). Odlišnosti v mRNA byly detekovány mezi odlišnými stupni zralosti, což bylo spojeno se změnami populací proteinů. Změny proteinů byly zjištěny mezi nezralými a zralými plody a bylo to spojeno se stoupající koncentrací vnitřního etylenu a poklesem pevnosti plodů (Lay-Lee et al., 1990).

Změny v profilu proteinů v průběhu různého stádia zralosti byly zjištěny například u banánů (Dominguez-Puigjaner et al., 1992). Několik proteinů je u peckovin syntetizováno před optimální zralostí a jsou identifikovány u slivoní odvozených od *Prunus salicina*. Blízké proteiny byly taktéž nalezeny u zralých broskvoní a slivoní *Prunus communis* L. (McGlasson a Holford, 2002). Taktéž některé analýzy odhalily polypeptidy v nezralém ovoci, které klesaly s dozráváním. Jiné polypeptidy se zvyšovaly z preklimateckého stádia k postklimateckému stádiu. Podobné zjištění bylo publikováno v případě ovoce cherimoya v různých stádiích zralosti (Montero et al., 1993). Velký nárůst specifických proteinů byl zjištěn u některých druhů ovoce. Například proteiny u jabloní stoupají od nuly v případě nezralých plodů k 5 % rozpustných proteinů u zralých plodů v průběhu pouze několika dní (Kuai a Dilley, 1992). V případě, že některé proteiny mohou být detekovatelné před produkcí etylenu, tak mohou být užitečné jako nástroj k určení sklizňové zralosti (Pekker et al., 1993). Pekker et al., (1993) doporučuje využití metody ELISA k detekci vývoje biosyntézy etylenu, který může být jednoduchou cestou k určení sklizňové zralosti.

## 9. GENETICKÁ KONTROLA ZRÁNÍ OVOCE

Použitím molekulárních markerů je možné urychlit a zefektivnit šlechtitelský proces zejména pro takové znaky, které je obtížné sledovat pouze na základě jejich fenotypu nebo pouze u vzrostlých stromů. Využití genetických metod je možné, pokud jde o znaky považované za geneticky řízené a regulovatelné, jako jsou např. změny sensorických vlastností ovoce (chuť, textura nebo barva), anebo založené na vztahu regulace genové exprese a enzymatické aktivity, jako je např. začátek zrání a regulace průběhu zrání (Seymour et al., 1993; Speirs and Brady, 1991).

Jak už bylo výše demonstrováno, etylen hraje významnou roli ve zrání ovoce stimulací exprese genů týkajících se zrání (Grierson et al., 1985), proto by měla být zvažena role etylenu jako spínacího a vypínacího mechanismu v aktivaci genů podílejících se na zrání (Brady, 1992). Etylen je jedním z hlavních endogenních faktorů, který stimuluje respirační aktivitu a v důsledku toho se očekává zrání a stárnutí pletiv spouštěním klimakterických reakcí. V poslední době sloučenina 1-MCP dokazuje silnou antagonistickou funkci etylenu a nyní je používána jako výzkumný nástroj s cílem dosažení lepšího porozumění etylenem regulovaných procesů (Blankenship a Dole, 2003). Toto porozumění způsobu účinku etylenu bylo vylepšeno také skrze studie věnované identifikaci transkripčních faktorů schopných vázat se na promotorové oblasti genů souvisejících s biosyntézou a funkcí etylenu jako transkripčních regulátorů patřících do typu faktorů regulujících produkci etylenu (Klee a Giovannoni, 2011; Pech et al., 2012; Grierson, 2013; Pech et al., 2013). Mezi důležité geny indukované etylenem ve zrajících plodech jsou: receptory etylenu SIEB1 a SIEB2, ER49 (translační prodlužovací faktor Ts EF-Ts); chlorophyllasa, phytoen synthasa 1; alcohol acyl-transferasa 1,2,3,4, lipoxygenasa; cellulasa, expansin,  $\beta$ -galactosidasa, endo-(1,4)- $\beta$ -mannanasa, pectin methylesterasa, polygalacturonasa, rab GTPasa, xyloglucan endotransglucosidasa/hydrolasa,  $\beta$ -D-Xylosidasa (Osorio a Fernie, 2013; Pech et al., 2008; Pech et al., 2012; Grierson, 2013; Pech et al., 2013).

Další možností je fylogenetický přístup, který velkou měrou přispívá k lepšímu pochopení odlišností mezi klimakterickými a neklimateckými druhy ovoce (Martel et al., 2011; Osorio et al., 2013). Fylogenetické analýzy ovoce ukazují zajímavé výsledky vyšší podobnosti mezi geny klimakterických dužnatých plodů jako je jablko a rajče, než mezi geny druhů ze stejné čeledi (př: Rosaceae) (Pascual et al., 2009).

## 10. ZÁVĚR

Rozhodnutí optimálního termínu sklizně peckovin je kritickým bodem celé vegetační sezony. Přezrálé plody jsou extrémně citlivé na mechanické poškození a rozpad dužniny. Nedožrálé plody jsou nevyvinuté do stádia, který je požadovaný konzumenty a v průběhu skladování dochází k poškození plodů. Hledání objektivní, jednoduché a vhodné metody určení zralosti dlouhodobě přitahuje pozornost a je zde snaha o zvýšení exaktnosti metod určení zralosti. V průběhu poslední dekády bylo provedeno mnoho studií na hodnocení pokrývající zrání, zralost, vývoj indikátorů zralosti a vývoj organoleptických vlastností peckovin. Ovšem samostatné využití jednotlivých parametrů je nevhodné ke stanovení optimální sklizně z důvodu širokého spektra faktorů. A proto je důležité využití kombinace více faktorů, pomocí kterých se stanoví optimální sklizeň. Využití moderních technologií jako NIR, magnetická rezonance nebo světelné transmitance je základem pro dostupné budoucí hodnocení parametrů zralosti. Využitím těchto moderních technologií je možné vyvinout predikční modely vývoje zralosti. Stejně tak je možné těmito metodami dosáhnout minimální variability v hodnocení oproti vysoké variabilitě, která je dosažena u využití destruktivních metod hodnocení parametrů.

## 10. LITERATURA

- Abbott, J.A., 1999. Quality measurement of fruits and vegetables. *Postharv. Biol. Technol.* 15, 207–225.
- Abdi, N., Holford, P., McGlasson, W.B., Mizrahi, Y., 1997. Ripening behavior and response to propylene in four cultivars of Japanese type plums. *Postharvest Biol. Technol.* 12, 21-34.
- Abeles, F. B., Morgan, P. W., Saltveit, M.E.J. 1992. *Etylene in Plant Biology*. Second edition, Academic Press, New York. S. 414.
- Agozzino, P., Avellone, G., Filizzola, F., Farina, A., & Lo Bianco, R. 2007. Changes in quality parameters and volatile aroma compounds in 'Fairtime' peach during fruit development and ripening. *Italian Journal of Food Science*, 1(19), 3-13.
- Aweta, 2004. Web page, available at <http://www.aweta.nl/> [Accessed 11 January 2004].
- Baker, J.E., Anderson, J.D., Hruschka, W.R. 1985. Proteinsynthesis in tomato fruit pericarp tissue during ripening. Characteristics of amino acids incorporation. *J. Plant Physiol.* 120: 167-179.
- Bassi, D., Selli, R. 1990. Evaluation of fruit quality in peach and apricot. *Adv. Hort. Sci.*, 4: 107-112
- Benedetti S, Buratti S, Spinardi A, Mannino S, Mignani I 2008. Electronic nose as a non-destructive tool to characterise peach cultivars and to monitor their ripening stage during shelf-life. *Postharvest Biol Tec* 47: 181–188.
- Bhargava, J.N.; Thakur, D.R.; Dwivedi, M.P.; Tripathi, S.N. 1986. Determination of maturity indices in July 'Elberta' peach fruit. In: Chadha, T.R.; Bhutani, V.P., Kaul, J.L. (eds.). *Advances in Research on Temperate Fruits*, Solan, India, 15-18 March 1984. pp. 315-318.
- Biale, J.B., 1964. Growth, maturation and senescence in fruits. *Science* 146, 880-888.
- Biale, J.B., Young, R.E. 1981. Respiration and ripening in fruits retrospect and prospect. s. 1-39. In: Friend, J. and Rhodes, M.J.C. (eds). *Recent Advances in the Biochemistry of Fruits and Vegetables*. London, Academic.
- Biale, J.B., Young, R.E., Olmstead, A.J. 1954. Fruit respiration and ethylene production. *Ann. Rev. Plant Physiol.* 1: 183-206.
- Biggs, R.H. 1976. Biological basis for firmness in the 'Flordagold' peach. *Proc. Fla. State Hort. Soc.* 89: 213-214.
- Blake, M.A.; Davidson, O.W. 1936 Some studies of the degree of maturity of peaches at harvest in relation to flesh firmness, keeping quality, and edible texture. *Bulletin of the New Jersey Agricultural Experiment Station* No. 35. 111 pp.
- Blankenship SM, Dole JM. 2003. 1- Methylcyclopropene: a review. *Postharvest Biol Tec.* 28:1-25.
- Boggess, T.S., Heaton, E.K.; Shewfelt, A.L.; Parvin, D.W. 1974. Effects of ripeness and post-harvest treatments on the firmness, acidity and canning characteristics of Babygold #6 peaches. *Journal of Milk and Food Technology* 37, 164-167.
- Brady, C.J. 1987. Fruit ripening. *Ann. Rev. Plant Physiol.* 38:155-178.
- Brady, C.J. 1992. Review: Molecular approaches to understanding fruit ripening. *NZ. J. Crop Hort. Sci.* 20:107-117.

- Brady, C.J., 1993. Stone fruit. In: *Biochemistry of fruit ripening*. Seymour, G.B., Taylor, J.E., Tucker G.A. (Eds), Chapman & Hall, London, pp 379 – 403.
- Bruhn, C. 1991. Consumer perception of quality. *Perishables Handling - Postharvest Technology of Fresh Horticultural Crops*. Newsletter No. 72.. pp 4-9.
- Brummel, D.A., Harpster, M.H., 2001. Cell wall metabolism in fruit softening and quality and its manipulation in transgenic plants. *Plant Mol. Biol.* 47, 311-340.
- Bureau, S., Chahine, H., Gouble, B., Reich, M., Albagnac, G. and Audergon, J.M. 2006. FRUIT RIPENING OF CONTRASTED APRICOT VARIETIES: PHYSICAL, PHYSIOLOGICAL AND BIOCHEMICAL CHANGES. *Acta Hortic.* 701, 511-516
- Burg, S.P. Burg, E.A. 1962. Role of etylene in fruit ripening. *Plant Physiol.* 37: 179-189.
- Cantin, C. M., Gogorcena, Y., Moreno, M. A., 2009. Analysis of phenotypic variation of sugar profile in different peach and nectarine *Prunus persica* (L.) Batsch breeding progenies. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 89, 1909-1917.
- Carreño, J., Martínez, A., Almela, L., & Fernández-López, J. A. 1995. Proposal of an index for the objective evaluation of the colour of red table grapes. *Food Research International*, 28, 373–377.
- Costa, G., G. Fiori, M. Mennone, G. Noferini, and v. Ziosi. 2008. Sviluppo di metodi innovativi di gestione dei frutti nella fase di post-raccolta: definizione degli indici di raccolta in funzione della qualità di conservazione e di commercializzazione. In: VI convegno nazionale sulla peschicoltura meridionale, 6-7 March 2008, Caserta, Italia. p. 349-353.
- Crisosto, C.H. 1994. Stone fruit maturity indices: a descriptive review. *Postharvest News and Information* 5: 65-68.
- Crisosto, C.H., Crisosto, M.G., Echeverria, G., Puy, J., 2007. Segregation of plum and pluot cultivars according to their organoleptic characteristics. *Postharvest Biol. Technol.* 44, 271-276.
- Crisosto, C.H., Slaughter, D., Garner, D., Boyd, J., 2001. Stone fruit critical bruising thresholds. *J. Am. Pomol. Soc.* 55, 76–81.
- Crochon, M. 1985. Quality of peaches as a function of picking time and consumer's preferences. *Acta Horticulturae* 173, 433-440.
- Dann, I.R., Jerie, P.H. 1988. Gradients in maturity and sugar levels of fruit within peach trees. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 113: 27-31.
- Dann, I.R.; Jerie, P.H. 1988. Gradients in maturity and sugar levels of fruit within peach trees. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 113,:27-31.
- Davies, J.N., Hobson, G.E. 1981. The constituents of tomato fruit-the influence of environment, nutrition and genotype. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 15: 205-280.
- De Ketelaere, B., Howarth, M.S., Crezee, L., Lammertyn, J., Viaene, K., Bulens, I., De Baerdemaeker, J., 2006. Postharvest firmness changes as measured by acoustic and low-mass impact devices: a comparison of techniques. *Postharv. Biol. Technol.* 41, 275–284.
- Dejong, T.M., J.F. Doyle, and C.J. Debus. 2002. Development of a Prune Breeding Program in California. *Acta Horticulturae* 577:151-153.



- Delwiche, M.J. 1986. Peach maturity determination by ground color: grader performance. Paper – American Society of Agricultural Engineers No. 86-6011. , 18 pp.
- Delwiche, M.J.; Baumgardner, R.A.. 1985. Ground color measurements of peach. *Journal of the American Society for Horticultural Science*. 110, 53-57.
- Dilley, D.R. 1980. Assessing fruit maturity and ripening and techniques to delay ripening in storage. *Mich. State Hort. Soc. Ann. Rep.* 110: 132-146.
- Dirninger-Rigo, N., 1987. Contribution á l'étude de l'évolution des constituants aromatiques de la
- Dominguez-Puigjaner, E., Vendrell, M., Ludevid, M.D. 1992. Differential protein accumulation in banana fruit during ripening. *Plant Physiol.* 98: 157-162.
- Dowson, D.M., Melton, L.D., Watkins, C.B. 1992. Cell wall changes in nectarines (*Prunus persica*): Solubilization and depolymerization of pectin and neutral polymers during ripening in mealy fruit. *Plant Physiol.* 100: 1203-1210.
- Eccher Zerbini P., Gorini F.L., Spasa G.L. and Liverani C. 1990. Caratteristiche qualitative delle pesche in relazione alla raccolta e alla conservazione. *Atti I.V.T.P.A. Vol. XXI.* p. 251.
- Engel K., Flath R.A., Buttery R.J., Mon T.R., Ramming D.W. and Teranishi R. 1988. Investigation of volatile constituents in nectarines. 1. Analytical and sensory characterization of aroma components in some nectarine. *J. Agric. Food Chem.* 36: 549.
- Ertekin, C., S. Gozlekci, O. Kabas, S. Sonmez, and I. Akinci. 2006. Some physical, pomological and nutritional properties of two plum (*Prunus domestica* L.) cultivars. *Journal of Food Engineering* 75: 508-514.
- Ferrer, A., Remón, S., Negueruela, A.I., Oria, R., 2005. Changes during the ripening of the very late season Spanish peach cultivar Calanda: Feasibility of using CIELAB coordinates as maturity indices, *Scientia Horticulturae* 105, 435 – 446.
- Gane, R. 1934. Production of ethylene by some ripening fruits. *Nature* 134: 1008.
- Gionannoni, J., 2001. Molecular biology of fruit maturation and ripening. *Annu. Rev. plant Physiol. Plant Pol. Biol.* 52, 725-49.
- Goliáš, J. 1996. Skladování a zpracování: Základy chladiřenství. I. MZLU, Brno, 158 s. ISBN 80-7157-229-2.
- Goliáš, J., Letal, J., Koziskova, J., Dokoupil, L., 2013. Formation of volatiles in apricot (*Prunus armeniaca* L.) fruit during post-harvest ripening. *Mitteilungen Klosterneuburg.* 63, 96-107
- Gomez, E., Ledbetter, C.A., 1997. Development of volatiles compounds during fruit maturation: Characterization of apricot and plum x apricot hybrids. *J. Sci. Food Agric.* 74, 541-546.
- Gray, J., Picton, S., Shabbeer, J., Schuch, W., Grierson, D. 1992. Molecular biology of fruit ripening and its manipulation with antisense genes. *Plant Mol. Bio.* 19: 69-87.
- Greefa, 2004. Web page, available at <http://www.greefa.nl> [Accessed January 2004].
- Grierson, D., Slater, A., Maunders, M., Crookes, P., Tucker, G.A., Schuch, W., Edwards, K. 1985. Regulation of the expression of tomato ripening genes. The involvement of ethylene. S 147-161. In: Roberts, J.A., Tucker, G.A. (eds). *Ethylene and Plant Development*. Butterworths, London.

- Grierson D. 2013. Ethylene and the control of fruit ripening. In: Seymour GB, Poole M, Giovannoni JJ, Tucker GA (eds) *The Molecular Biology and Biochemistry of Fruit Ripening*, Blackwell Publishing Ltd., Oxford.
- Gross, K.C. 1990. Recent developments on tomato fruit softening. *Postharvest News and Information* 1: 109-112.
- Guera, M., Casquero, P.A., 2010. Post-harvest quality of 'Green Gage' European plum in integrated production: effects of year and maturity. *J. Hortic. Sci. Biotech.* 85, 66-70.
- Gur, A. 1986. Plums 401-418. In: Monselise, S.P. (ed). *CRC Handbook of fruit Set and Development*. CRC Press, Boca Raton, Florida, USA
- Hobson, G.E. 1993. Factors in texture changes during fruit ripening. *Proc. 2nd Aust. Postharvest Hort. Conf. Gatton College, Univ. Of Queensland, Australia*, s 405-408.
- Huber, D.J. 1983. The role of cell wall hydrolases in fruit softening. *Hort. Rev.* 15:169-217.
- Chahine, H., Gouble, B., Audergon, J.M., Souty, M., Albagnac, G., Jacquemin, G., Reich, M. and Hugues, M. 1999. EFFECT OF ETHYLENE ON CERTAIN QUALITY PARAMETERS OF APRICOT FRUIT (*PRUNUS ARMENIACA*, L.) DURING MATURATION AND POSTHARVEST EVOLUTION. *Acta Hortic.* 488, 577-584
- Chalmers, D.J., and B. van der Ende. 1975. A reappraisal of the growth and development of peach fruit. *Journal of Plant Physiology* 2:623-634.
- Chapman G.W. Jr., Horvat R.J. and Forbus W.R. Jr. 1991. Physical and chemical changes during the maturation of peaches (Cv. Majestic). *J. Agric. Food Chem.* 39: 867.
- Chen, P., 1996. Quality evaluation technology for agricultural products. In: *Proceedings of the International Conference on Agricultural Machinery Engineering*, vol. 1, Seoul, Korea, November 12–15, 1996, pp. 171–204.
- Iglesias, I., and G. Echeverría. 2009. Differential effect of cultivar and Harvest date on nectarine colour, quality and consumer acceptance. *Scientia Horticulturae* 120: 41-50.
- Infante, R., Contador, L., Rubio, P., Mesa, K., Meneses, C., 2011. Non-destructive monitoring of flesh softening in the black-skinned Japanese plums 'Angeleno' and 'Autumn beat' on-tree and postharvest. *Postharvest Biology and Technology* 61, 35-40.
- Infante, R., Rubio, P., Contador, L., Noferini, M., G. Costa. 2011. Determination of harvest maturity of D'Agen plums using the chlorophyll absorbance index. *Cien. Inv. Agr.* 38(2): 199-203.
- Ismail, H.M., Tucknott, O.G., Williams, A.A. 1980. The collection and concentration of aroma components of soft fruit using Porapak Q. *J. Sci. Food Agr.* 31:262-266.
- Kader, A.A.; Mitchell, F.G. 1989a Maturity and quality. In: La Rue, J.H.; Johnson, R.S.; (eds) *Peaches, Plums and Nectarines: Growing and Handling for Fresh Market*. University of California Department of Agriculture and Natural Resources Publication No. 3331. pp. 191-196.
- Kader, A.A.; Mitchell, F.G. 1989b Postharvest physiology. In: La Rue, J.H.; Johnson, R.S.; (eds) *Peaches, Plums and Nectarines: Growing and Handling for Fresh Market*. University of California Department of Agriculture and Natural Resources Publication No. 3331. pp. 158-164.

- Kakiuchi N, Ohmiya A., 1991. Changes in the composition and content of volatile constituents in peach fruits in relation to maturity at harvest and artificial ripening. *J Japan Soc Hort Sci* 60: 209–216.
- Kays, S.J., 1991. *Postharvest Physiology of Perishable Plant Products*. An Avi Book Published by Van Nostrand Reinhold, New York, s 257-287.
- Klee HJ, Giovannoni JJ., 2011. Genetics and control of tomato fruit ripening and quality attributes. *Annu Rev Genet.* 45:41-59.
- Lay-Lee, M., Dellapenna, D., Ross, G.S. 1990. Changes in mRNA and protein during ripening in apple fruit (*Malus domestica* Borkh. Cv. 'Golden delicious'). *Plant Physiol.* 94: 850-853.
- Lelievre, A.L., Latche, A., Jones, B., Bouzayen, M., Pech, J.C., 1997. Ethylene and fruit ripening. *Physiologia Plantarum* 101: 727-739.
- Lewallen, K. S., Marini, R. P., 2003. Relationship between flesh firmness and ground color in peach as influenced by light and canopy position. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 128, 163-170.
- Lill, R.E.; O'Donoghue, E.M.; King, G.A., 1989. Postharvest physiology of peaches and nectarines. *Horticultural Reviews* 11, 413-452.
- Martel C, Vrebalov J, Tafelmeyer P, Giovannoni J., 2011. The tomato MADS- box transcription factor RIPENING INHIBITOR interacts with promoters involved in numerous ripening processes in a COLORLESS NONRIPENING-dependent manner. *Plant Physiol.* 157(3):1568-1579.
- McDonald, T.; Delwiche, M.J., 1983. Non-destructive sensing of peach flesh firmness using impact force analysis. Paper – American Society of Agricultural Engineers. No. 83-6540. 13 pp.
- McGlasson, W.B., Holford, P., 2002. Detection of Ripening-Related Proteins in Stone Fruit. *Acta Hortic.* 592. 615-621.
- McGlasson, W.B., Wade, N.L., Adato, I., 1978. Phytohormones and fruit ripening, vol 2, s 447-493. In: Lethan, D.S., Goodwin, P.B., Higgins, T.J.V. (eds). *Phytohormones and Related-Compounds-A comprehensive treatise*. Elsevier, Amsterdam. The Netherlands.
- Meredith, F.I., Senter, S.D., Forbus, Jr. W.R., Robertson, J.A., 1992. Postharvest quality and sensory attributes of 'Bryngold' and 'Rubysweet' plum. *J. Food Qual.* 15:199-209.
- Meredith, F.I.; Robertson, J.A.; Scorza, R.; Callahan, A., 1989 Changes in quality factors during maturation of different peach cultivars. *HortScience* 24, 754.
- Metheney, P.D., Crisosto, C.H., Garner, D., 2002. Developing canning peach critical bruising thresholds. *J. Am. Pomol. Soc.* 56 (2), 75–78.
- Mitchell, F.G.; Mayer, G., 1984. Plum maturity by red surface color. In: Final Report, California Tree Fruit Agreement.
- Mitchell, F.G.; Mayer, G.; Beede, R.H., 1977. Studies of various factors affecting postharvest performance of shipping stone fruits. In: Final Report, California Tree Fruit Agreement..
- Mitchell, F.G.; Meyer, G.; Biassi, W., 1990. Handling high quality stone fruit. In: Final Report, California Tree Fruit Agreement..

- Mitchell, F.G.; Meyer, G.; Biassi, W. 1991. Handling high quality stone fruit. In: Final Report, California Tree Fruit Agreement..
- Money, R.W., Christian, W.A. 1950. Analytical data of some common fruits. *J. Sci. Food Agr.* 1:8-12.
- 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.
- Nurstein H.E. 1970. Volatile compound: the aroma of fruit. “The Biochemistry of Fruit and their Product” A. Hulme, Academy Press, London – New York.
- Osorio S, Fernie AR 2013 Biochemistry of Fruit Ripening In: Seymour G, Tucker GA, Poole M, Giovannoni J (eds) *The Molecular Biology and Biochemistry of Fruit Ripening*, John Wiley & Sons, New Jersey.
- Osorio S, Scossa F, Fernie AR 2013. Molecular regulation of fruit ripening. *Front Plant Sci.* 4:198.
- Parker, D.D.; Moulton, K.; Zilberman, D.; Johnson, R. S. 1990 The profitability of gearing production toward selected quality characteristics in tree fruit. In: Final Report, California Tree Fruit Agreement.
- Pascual L, Blanca JM, Canizares J, Nuez F. 2009. Transcriptomic analysis of tomato carpel development reveals alterations in ethylene and gibberellin synthesis during pat3/pat4 parthenocarpic fruit set. *BMC Plant Biol.* 9:67.
- Pech JC, Bouzayen M, Latché A. 2008 Climacteric fruit ripening: Ethylene - dependent and independent regulation of ripening pathways in melon fruit. *Plant Sci.* 175:114-120.
- Pech JC, Purgato E, Girardi CL, Rombaldi CV, Latché A. 2013 Current challenges in postharvest biology of fruit ripening. *Curr Agric Sci Technol.* 19:1-18.
- Pech JC, Purgatto E, Latché A, Bouzayen M. 2012. Ethylene and fruit ripening. In *The Plant Hormone Ethylene*, Annual Plant Reviews, ed. MT McManus. Blackwell Publisher (UK), 44:275-304.
- Pekker, Y., Beaudry, R.M., Wilson, I.D., Zhu, Y., Burneister, D.M., Jianpiy, K., Poneleit, L., Walker, J., Gran, C.D., Miller, B., Dixon-Holland, D., Bowers, A., Dilley, D.R. 1993. Development of ELISA for 1-aminocyclopropane-1-carboxylate oxidase. Sixth Int. C:A: Research Conf. Cornell Univ. Ithaca, N.Y.
- Prasanna, V., Prabha, T. N., & Tharanathan, R. N. 2007. Fruit ripening phenomena – An overview. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 47(1), 1–19.
- Reid, M.S. 1992. Maturation and maturity indices. In: La Rue, J.H.; Johnson, R.S.; (eds) *Peaches, Plums and Nectarines: Growing and Handling for Fresh Market*. University of California Department of Agriculture and Natural Resources Publication No. 3331. pp. 21-28.
- Rhodes, M.J.C. 1980. The maturation and ripening of fruits. s. 419-469. In: Thimann, K.V. (ed). *Senescence in Plants*. CRC Press, Boca Raton, Florida.
- Rood, P. 1957. Development and evaluation of objective maturity indices for California freestone peaches. *Proceedings of the American Society for Horticultural Science* 70, 104-112.
- Ryall, A.L.; Pentzer, W.T. 1982. *Handling, Transportation and Storage of Fruits and Vegetables Volume 2. Fruits & Tree Nuts*. Westport, Connecticut, USA; AVI Publishing Co. pp. 1-46
- Salveit, M.E. 1982. Procedures for extracting and analysing internal gas from plant tissues by gas chromatography. *HortSci.* 17: 878- 881.

- Severnants, M.R., Jennings, W.G. 1966. Volatile components of peach. *J. Food Sci.* 34: 81-86.
- Seymour, G.B., Taylor, J.E., Tucker, G.A. 1993. *Biochemistry of Fruit Ripening*. Chapman and Hall, London, s. 454.
- Seymour, G.B., Tucker, G.A. 1993. Avocado. s. 53-81. In: Seymour, G.B., Taylor, J.E., Tucker, G.A. (eds). *Biochemistry of Fruit Ripening*. Chapman and Hall, London.
- Sfakiotakis, E.M., Dilley, D.R. 1973. Introduction of autocatalytic ethylene production in apple fruits by propylene in relation to maturity and oxygen. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 98: 504-508.
- Shinya, P., Contador, L., Predieri, S., Rubio, P., Infante, R., 2013. Peach ripening: Segregation at harvest and postharvest flesh softening. *Postharvest Biology and Technology* 86, 472-478.
- Sinclair, 2004. Web page of the "Sinclair Internal Quality-Firmness Tester". Available at <http://www.sinclair-intl.com> [Accessed January 2004].
- Sisler, E. C., Serek, M. 1997. Inhibition of ethylene responses in plants at the receptor level: Recent developments, *Physiol. Plant*, 577–582.
- Stembridge, G.E.; Baumgardner, R.A.; Johnston, W.E.; Blaricom, L.O Van. 1972. Measuring uniformity of peach maturity. *HortScience* 7, 387-389.
- Taylor, M.A., Rabe, E., Dodd, M.C., Jacobs, G., 1993a. Organic acids, sugars and sugar alcohols in 'Songold' plums as influenced by cold storage and ripening regimes. *J. S. Afr. Soc. Hort. Sci.* 3, 70-73.
- Thompson, A.K. 1996. *Postharvest Technology of Fruit and Vegetables*. Blackwell Science Ltd. London, s. 170-188.
- Tucker, G.A., 1993. Introduction. In: *Biochemistry of fruit ripening*. Seymour, G.B., Taylor, J.E., Tucker G.A. (Eds), Chapman & Hall, London, pp 1-31.
- Usenik, V., Fajt, N., Mikulic Petrovsek, M., Slatnar, F., Stampar, F., Veberic, R., 2010. Sweet cherry pomological and biochemical characteristics influenced by rootstock. *J. Agric. Food Chem.* 58, 4928-4933.
- Usenik, V., Kastelec, D., Veberic, R., Stampar, F., 2008. Quality changes during ripening of plums (*Prunus domestica* L.). *Food Chem.* 111, 830-836.
- Usenik, V., Stampar, F., Kastelec, D., 2014. Indicators of plum maturity: When do plums become tasty? *Scientia Horticulturae.* 167, 127-134.
- Valero, C., Crisosto, C. H., & Slaughter, D. 2007. Relationship between nondestructive firmness measurements and commercially important ripening fruit stages for peaches, nectarines and plums. *Postharvest Biology and Technology*, 44, 248–253.
- Visai C., Vanoli M. and Rizzolo A. 1993. Caratteristiche aromatiche durante l'accrescimento e la maturazione di frutti di pesco. Vol. XVI: 39. *Atti I.V.T.P.A.*
- Visai, C., Vanoli, M. 1997. Volatile compound production during growth and ripening of peaches and nectarines. *Scientia Hort.* 70: 15-24.
- Vitanov, M., Pangelova-Shchurkova, I., Vitanov, I., 1988. Comparative studies of the plum varieties Stanley and Gabrovska and their parents. *Genetika I Seleksiia.* 21, 136-140.

- Watada, A.E., Abbot, J.A. 1985. Apple Quality: Influence of pre- and post harvest factors and estimation by objective methods. 63-81. In: Pattee, H.E. (ed). Evaluation of Quality of Fruits and Vegetables. Avi Publishing Co.
- Watkins, C.B., Bowen, J.H., Walker, V.J. 1989. Assessment of ethylene production by apple cultivars in relation to commercial harvest dates. N.Z. J. Hort. Crop Sci. 17: 327-331.
- Weichmann, J. 1986. The effect of controlled atmosphere storage on the sensory and nutritional quality of fruits and vegetables. Hort. Rev., 8: 101-127.
- Ziosi, V., M. Noferini, G. Fiori, L. Tadiello, L. Trainotti, G. Casadoro, and G. Costa. 2008. A new index based on vis spectroscopy to characterize the progression of ripening in peach fruit. Postharvest Biology and Technology 49: 319-329.
- Ziosi, V., Noferini, M., Fiori, G., Tadiello, L., Casadoro, G., Costa, G., 2008. A new index based on vis spectroscopy to characterize the progression of ripening in peach fruit. Postharvest Biology and Technology 49, 319-329.