**Mendelova univerzita v Brně**
**Zahradnická fakulta**

# Fyzikálně chemické změny hroznů révy vinné během zrání

**Diplomová práce**

Vedoucí diplomové práce

prof. Ing. Jan Goliáš, DrSc

Vypracovala

Bc. Anežka Majorová

Lednice 2016

**Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že jsem tuto práci: Fyzikálně chemické změny hroznů révy vinné během zrání

Vpracovala samostatně a veškeré použité parametry a informace jsou uvedeny v seznamu použité literatury. Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněna v souladu s *§ 47b zákona č. 111/1998 Sb.* o vysokých školách ve znění pozdějších předpisů a v souladu s platnou *Směrnicí o zveřejňování vysokoškolských závěrečných prací.*

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

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

V Lednici dne:

……

Podpis

**PODĚKOVÁNÍ**

Děkuji svému vedoucímu práce prof. Ing. Janu Goliášovi, DrSc. za odborné vedení, které mi poskytl v průběhu zpracování diplomové práce. Také bych tímto chtěla poděkovat své rodině za její podporu při studiu.

# OBSAH

1. ÚVOD ..... 10

2. CÍL ..... 11

3. LITERÁRNÍ PŘEHLED ..... 12

3.1. Produkce révy vinné v České republice ..... 12

3.2. Popis a charakteristika vybrané lokality ..... 12

3.3. Popis a charakteristika testovaných odrůd ..... 13

3.4. Chemické složení hroznů ..... 16

3.5. Chemické složení bobule révy vinné ..... 18

3.6. Zralost ovoce ..... 20

3.6.1. Stanovení stupně zralosti ..... 20

3.6.2. Rozdělení zralosti ovoce ..... 21

3.6.3. Růstové fáze bobulí ..... 22

3.6.4. Význam vodivých pletiv pro zásobování bobulí révy vinné ..... 23

3.7. Biochemie zrání hroznů révy vinné ..... 25

3.7.1. Změna obsahu vody ..... 25

3.7.2. Tvorba cukrů ..... 26

3.7.3. Tvorba organických kyselin ..... 27

3.7.4. Tvorba minerálních látek ..... 28

3.7.5. Tvorba dusíkatých látek ..... 31

3.7.6. Tvorba fenolických látek ..... 32

3.7.7. Tvorba aromatických látek ..... 34

3.7.8. Tvorba rostlinných hormonů a jejich úloha při zrání hroznů ..... 35

3.8. Fyzikální vlastnosti ovoce ..... 36

3.8.1. Textura ovoce ..... 37

3.8.2. Texturní vlastnosti ovoce ..... 37

3.8.3. Hodnocení textury ..... 39

3.9. Faktory ovlivňující kvalitu a zrání hroznů révy vinné ..... 41
3.9.1. Klimatické podmínky ..... 41
3.9.2. Půdní podmínky ..... 42
3.9.3. Vliv výživy na kvalitu hroznů ..... 43
3.9.4. Zelené práce ve vinici ..... 44
4. MATERIÁL A METODIKA ..... 45
4.1. Materiál ..... 45
4.2. Metodika ..... 45
4.2.1. Vizuální hodnocení hroznů révy vinné ..... 45
4.2.2. Stanovení hmotnosti celého hroznu a 10 bobulí ..... 46
4.2.3. Stanovení pevnosti bobule ručním penetrometrem ..... 46
4.2.4. Stanovení obsahu veškerých kyselin ..... 46
4.2.5. Stanovení refraktometrické sušiny ..... 47
4.2.6. Stanovení zralostního indexu ..... 48
4.2.7. Statistické vyhodnocení ..... 48
5. VÝSLEDKY A DISKUZE ..... 50
5.1. Porovnání hmotnosti hroznů u jednotlivých odrůd ..... 50
5.2. Změna hmotnosti deseti bobulí během zrání ..... 51
5.3. Porovnání počtu bobulí na hroznu u jednotlivých odrůd ..... 52
5.4. Zvyšování cukernatosti během zrání ..... 53
5.5. Pokles obsahu titračních kyselin během zrání ..... 55
5.6. Pokles pevnosti bobule během zrání ..... 56
5.7. Korelace mezi jednotlivými veličinami ..... 57
5.7.1. Korelace mezi obsahem titračních kyselin a rozpustné sušiny. ..... 58
5.7.2. Korelace mezi pevností bobule a obsahu titračních kyselin ..... 59
5.7.3. Korelace mezi obsahem refraktometrické sušiny a pevností bobule. ..... 61
5.8. Zralostní index hroznů révy vinné ..... 61

6. ZÁVĚR ..... 63
7. SOUHRN A KLÍČOVÁ SLOVA ..... 65
8. RESUME A KEYWORDS ..... 66
9. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY ..... 67

## SEZNAM TABULEK

*Tabulka 1*: Vinařské obce Mikulovské podoblasti ..... 13
*Tabulka 2*: Průměrná hmotnost hroznu během zrání u jednotlivých odrůd. ..... 50
*Tabulka 3:* Změna hmotnosti deseti bobulí během zrání u jednotlivých odrůd ..... 51
*Tabulka 4*: Počet bobulí na hroznu u jednotlivých odrůd ..... 52
*Tabulka 5:* Zvyšování cukernatosti během zrání u jednotlivých odrůd ..... 53
*Tabulka 6:* Pokles titračních kyselin během zrání u jednotlivých odrůd. ..... 55
*Tabulka 7:* Pokles pevnosti bobule během zrání u jednotlivých odrůd ..... 56
*Tabulka 8*: Zralostní index během zrání u jednotlivých odrůd ..... 62

## SEZNAM GRAFŮ

*Graf 1:* Průměrná hmotnost hroznu u jednotlivých odrůd. ..... 51
*Graf 2:* Vývoj hmotnosti 10 bobulí v závislosti na termínu sklizně pro všechny tři zkoumané odrůdy ..... 52
*Graf 3:* Průměrný počet bobulí na hroznu u jednotlivých odrůd ..... 53
*Graf 4:* Vývoj obsahu refraktometrické sušiny v závislosti na termínu sklizně pro všechny tři zkoumané odrůdy ..... 54
*Graf 5:* Vývoj obsahu titračních kyselin v závislosti na termínu sklizně pro všechny tři zkoumané odrůdy ..... 55
*Graf 6:* Vývoj pevnosti bobule v závislosti na termínu sklizně pro všechny tři zkoumané odrůdy ..... 57
*Graf 7*: Korelace mezi obsahem titračních kyselin a rozpustné sušiny u odrůdy Hibernal ..... 59
*Graf 8*: Korelace mezi obsahem titračních kyselin a rozpustné sušiny u odrůdy Malverina ..... 59
*Graf 9*: Korelace mezi pevnosti bobule a obsahu titračních kyselin u odrůdy Hibernal 60
*Graf 10*: Korelace mezi pevnosti bobule a obsahu titračních kyselin u odrůdy Malverina ..... 60
*Graf 11:* Korelace mezi obsahem rozpustné sušiny a pevnosti bobule u odrůdy Hibernal ..... 61
*Graf 12:* Srovnání jednotlivých odrůd na základě zralostního indexu ..... 62

**SEZNAM OBRÁZKŮ**

*Obrázek 1*: odrůda Hibernal (vína z Moravy vína z Čech, 2015). ..... 14
*Obrázek 2*: odrůda Malverina (vína z Moravy vína z Čech, 2015). ..... 15
*Obrázek 3*: odrůda Perun ..... 16

# 1. ÚVOD

Réva vinná je jednou z nejčastěji pěstovaných plodin na světě. Víno je již po staletí považováno za zdraví prospěšný nápoj. Zmínky o víně můžeme najít v literatuře různých žánrů od Bible až po divadelní hry, lidových i moderních písních, ale také ve vědecké literatuře. Víno se vyrábí ze zkvašené šťávy plodů hroznů révy vinné, může tedy být považováno za živý systém, který se postupně vyvíjí. Kvalitní víno lze získat ze zdravých hroznů, které jsou dostatečně zralé a obsahují požadované chemické složení látek, které dodává vínu jeho typickou organoleptickou vlastnost.

Moderní vinohradnictví představuje vzájemné symbiózu vinohradníka s přírodou. Pouze dodržováním přírodních zákonitostí, které ovlivňují révu vinnou ve vinicích, je možné dosáhnout konečného cíle a tím je produkce kvalitních hroznů. Vinohradnictví je v dnešní době založeno na systému managementu kvality. Spotřebitel jakožto konzument vína je důležitým faktorem, který nám určuje, zda bylo víno vyrobeno z kvalitních rostlinných materiálů, pokud ano, můžeme prohlásit, že byly hrozny dostatečně kvalitní. Takovou úroveň je třeba neustále udržovat a zlepšovat a to napříč různými ročníky. Na počátku každého vegetačního období si proto musí pěstitel stanovit konečný cíl z pohledu kvality hroznů a výnosů.

Optimální kvalita hroznů je spojena s mnoha dalšími faktory, jako jsou stanoviště, půda, podnebí, ošetřování vinice, řez, agrotechnické zásahy, ušlechtilá odrůda a v neposlední řadě zralost plodů. Sklizeň kvalitních hroznů v optimální úrovni zralosti a v dobrém zdravotním stavu je další krok v produkci kvalitních vín. Určení nejlepšího termínu sklizně vyžaduje pečlivé ohodnocení zralosti hroznů.

Znalost morfologických, fyziologických a biochemických změn, které probíhají v bobulích révy vinné během vegetačního období, je podstatou výroby vína. Podle nich lze přesně určit, kdy ve vinici uplatnit konkrétní agrotechnické zásahy- zelené práce, ošetřování půdy, výživu a hnojení, ochranu révy vinné před chorobami a škůdci.

Fyzikální vlastnosti jsou představovány především velikostí, tvarem, objemem, hustotou a texturou. Tyto vlastnosti spolu vzájemně souvisejí a vhledem k tomu, že se během zrání mění, mohou sloužit k určení správné sklizňové zralosti. Chemické vlastnosti představují podrobnější hledisko hodnocení zralosti révy vinné. Zralost hroznů nelze definovat jen jedním kvalitativním parametrem, ale vždy jde o kombinaci několika ukazatelů kvality, např. obsah refraktometrické sušiny a pevnosti plodu. Tyto metody se využívají v moderním vinohradnictví pro kontrolu zralosti hroznů.

# 2. CÍL

- Cílem práce bylo prostudovat procesy zrání hroznů v období od zaměkání až do fáze zralosti a přezrávání
- Zhodnotit parametry zrání hroznů, jejich význam pro procesy zrání a pro technologické použití. Vyjádřit obvyklé látkové složení odrůd hroznů v daném regionu.
- Zvolit tři odrůdy hroznů, na jednom stanovišti a ve třech stupních zralosti od zaměkání, zralost pro sklizeň až do období přezrávání. V každé variantě zralosti analyzovat tři hrozny pro každou odrůdu. Všechny vybrané hrozny vizuálně zhodnotit.
- U vybraných odrůd vyhodnotit získané výsledky pevnosti slupky, stanovení refraktometrické sušiny, titračních kyselin, hmotnost hroznu, hmotnost deseti bobulí.
- Výsledky zpracovat do tabulek a grafů a statisticky vyhodnotit analýzou variance.

# 3. LITERÁRNÍ PŘEHLED

## 3.1. Produkce révy vinné v České republice

Naše republika se řadí mezi malé vinařské země. Obliba vín a jeho spotřeba však neustále narůstá, což je předpoklad pro další rozvoj vinohradnictví. V Evropě patří Česká republika mezi severně položené vinařské oblasti. Zařazuje se mezi státy chladného podnebí, které však neznamená jenom nižší průměrné teploty ve vegetačním období a pravidelně se vyskytujícími mrazovými teplotami, ale je spjato s příznivými podmínkami pro zrání hroznů. Při dozrávaní působí pozitivně střídaní vyšších denních teplot s nízkými nočními teplotami, zejména na vývoj aromatických a fenolických látek. Vinařské oblasti v České republice se vyznačují dobrými podmínkami pro pěstování révy vinné.

Tuzemské vinice se rozkládají ve dvou vinařských oblastech, tj. v Čechách a na Moravě. Celková plocha osázených vinic v České Republice má rozlohu 17 611,44 ha**.** (MZe ČR, 2015). V Čechách se nachází jen malý podíl plochy vinic, a to v okolí Kutné Hory, Karlštejna, Polabí a Mostu. Vinařská oblast Čechy zahrnuje dvě podoblasti – Mělnickou o rozloze 340 ha a Litoměřickou 291 ha. Většina plochy vinic v České republice se nachází na jižní části Moravy a člení se na podoblast – Znojemskou 3172 ha., Mikulovskou 4493 ha., Velkopavlovickou 4711 ha a Slováckou 4312ham (Pavloušek, 2011).

## 3.2. Popis a charakteristika vybrané lokality

Geografické a půdní předpoklady vinice významně ovlivňují růst a vývoj révy vinné a konečnou kvalitu vína. Velmi nutné je přihlédnout k půdním podmínkám, typu podloží, zeměpisnému reliéfu a samozřejmě místnímu mikroklimatu (Pavloušek, 2011**).** Zkoumanou lokalitou byla Mikulovská vinařská podoblast, která se rozkládá na 4737 ha vinic, zahrnuje 30 vinařských obcí a zaujímá 25,3 % z vinic ČR. Jde o největší a nejteplejší vinařskou podoblast pod bělostnými svahy Pálavy. Na jejích prohřátých svazích jsou rozšířeny vápenité jíly, písky i mohutné sprašové návěje, což dává především bílým vínům nezaměnitelnou chuť a aroma. Mimořádně se zde daří bílým odrůdám jako Sauvignon, Ryzlink vlašský, Ryzlink rýnský, Miller Thurgau, Rulandské šedé a Rulandské bílé, Veltlínské zelené, Chardonnay a místní odrůdy Pálava, Aurelius nebo Neronet. Z červených vín se v oblasti pěstuje zejména Svatovavřinecké,

Rulandské modré, Frankovka a Cabernet Sauvignon (vína z Moravy vína z Čech, 2015).

*Tabulka 1*: Vinařské obce Mikulovské podoblasti

| Vinařské obce Mikulovské podoblasti | |
|---|---|
| Bavory | Ivaň |
| Brod nad Dyjí | Jevišovka |
| Březí | Klentnice |
| Bulhary | Lednice |
| Dobré Pole | Mikulov |
| Dolní Dunajovice | Milovice |
| Věstonice | Novosedly |
| Drnholec | Nový Přerov |
| Hlohovec | Pasohlávky |
| Horní Věstonice | Pavlov |
| Perná | Pohořelice |
| Popice | Pouzdřany |
| Přibice | Sedlec |
| Strachotín | Valtice |
| Vlasatice | Vranovice |

## 3.3. Popis a charakteristika testovaných odrůd

**Charakteristika odrůdy *Hibernal***

**Charakteristika:** pozdní moštová bílá odrůda

**Původ:** víno Hibernal bylo vyšlechtěno roku 1944 v Německu a vzniklo specifickým křížením odrůd Seibel 7053 a Ryzlink rýnský.

**Hrozen:** většinou silně zahuštěný se středně dlouhou stopkou, malý až středně velký, válcovitě kuželovitý.

**Bobule:** malá až středně velká, kulatá, se silnější pevnou slupkou a tuhou dužninou. Barva je červeno šedá, dužnina bez zbarvení. V době plné aromatické vyzrálosti bobule natočené směrem k slunci, mají narůžovělá až jemně nafialovělá zbarvení.

**Sklizňová zralost:** průměrné stáří vinic činí pět let a doba sklizně přichází na poslední týdny měsíce října, což je zhruba o týden dříve než v případě odrůdy Ryzlinku rýnského.

**Odolnost:** své jméno si získalo díky velké odolnosti vůči mrazům podle latinského výrazu pro zimu, tedy "Hiberna". Má schopnost odolat přírodním vlivům i nebezpečným škůdcům. V extrémních případech Hibernal odolá i mrazům do -18°C.

**Charakteristika vína:** Hibernal je předurčen k produkci kvalitních přívlastkových vín, výběru z hroznů nebo z bobulí. Víno je silně extraktivní, vůně příjemně ovocitá a typicky kořenitá. Znalci v něm poznávají chuť exotického ovoce, rybízu, angreštu nebo jablka. Víno Hibernal je ideálním kouskem pro archivaci. Charakterem může Hibernal připomínat Ryzlink rýnský či Sauvignon, případně Rulandské šedé z chladnějších oblastí.

*Obrázek 1*: odrůda Hibernal (vína z Moravy vína z Čech, 2015).

**Charakteristika odrůdy *Malverina***

**Charakteristika:** pozdní moštová bílá odrůda

**Původ:** Vinařská oblast Morava, kříženec Rakiš a Marlen

**Hrozen:** středně hustý, středně velký až velký, válcovitě kuželovitý.

**Bobule:** malá až středně velká, kulatá. Barva zelenožlutá na osluněné straně získává narůžovělé odstíny. Dužnina je bez zbarvení, středně pevná.

**Sklizňová zralost:** zaměkávání bobulí nastupuje v první polovině srpna, sklizňová zralost začíná v první polovině října.

**Odolnost:** dobrá odolnost k houbovým chorobám, zvláště k plísni šedé.

**Charakteristika vína:** víno má příjemnou, odrůdově lehce aromatickou vůni, je plné, extraktivní a harmonické s jemnými kyselinami a příjemnou mírnou hořčinou na konci chuti.

*Obrázek 2*: odrůda Malverina (vína z Moravy vína z Čech, 2015).

**Charakteristika odrůdy *Perun***

**Charakteristika:** jedná se o bílou rezistentní moštovou odrůdu vyšlechtěnou na Mendelově univerzitě, Zahradnické fakultě v Lednici. Plodnost je vyšší 9-12 $t.ha^{-1}$, průměrná cukernatost v moštu 19-24°NM a obsah kyselin 9-13 $g.l^{-1}$.

**Původ:** „Perun“ je pracovní název hybridu s označením LE 111-6-11 (křížení Merzling x Cvetočnyj), odrůda je již druhým rokem ve zkouškách na ÚKZÚZ. Křížení této odrůdy bylo uskutečněno v roce 2011. Předpokládaná doba uznání a zařazení je do roku 2020.

**Hrozen:** je středně velký, kuželovitý a středně hustý až hustý.

**Bobule:** středně velká, kulatá, zelenožlutá. Dužnina je rozplývavá, s výrazným muškátovým aroma.

**Sklizňová zralost:** raší i kvete středně raně, dozrává však později, začátkem října.

**Odolnost: je vysoká,** ke všem základním houbovým chorobám.

**Charakteristika vína:** Víno je zelenozlaté barvy, vůně i chuť zpočátku lehce muškátová, přecházející v pyrazinový (angreštovo-bezový) Sauvignon. Jakostní vína dosahují výborné kvality. Pro své velmi zvláštní aroma a vyšší kyseliny bude odrůda dále testována i na vhodnost pro výrobu sektů.

*Obrázek 3*: odrůda Perun

## 3.4. Chemické složení hroznů

Základem výroby kvalitního vína, je vypěstování zdravých a kvalitních hroznů. Zralost je výsledkem mnoha fyziologických a biochemických procesů, probíhajících v révovém keři. Veškeré organické i anorganické látky, které určují kvalitu hroznu a soustřeďují se v bobulích. Tyto látky organické a anorganické se dělí na primární (cukry, organické kyseliny, aminokyseliny) a sekundární produkty látkové výměny (aromatické a fenolické látky atd.). Bobule jsou spojeny třapinami do hroznu. Základními částmi bobulí jsou slupka, dužnina a semena. Slupka se skládá z několika vrstev tlustých buněk tvořící zdivo bobule. Nejdůležitější vrstvou je epidermis, která dodává bobuli voděodolnost. Hlavními komponenty slupky jsou barviva, třísloviny, aromatické látky, draslík a další minerály. Pod slupkou se nachází největší část bobule, tedy dužniny. Obsahuje vodu, cukry, organické kyseliny, fenolické sloučeniny, dusíkaté sloučeniny, aromatické látky a pektiny. Jako u ostatních druhů bobulovitého ovoce tak i u vinných hroznů se složení látek mění s růstem a zráním. Na obsahu různých látek má vliv průběh počasí, agrotechnické zásahy a samostatná odrůda. (Skelton, 2007).

**Složení slupky**

Slupka tvoří 9-11% hmotnosti hroznů a je kryta voskovou vrstvou, která chrání bobule před poškozením, nežádoucími mikroorganismy a také zabraňuje výparu a ztrátám vody. Voda je nejvíce zastoupenou sloučeninou, která představuje 60-80% hmotnosti. Voda má velice důležitou roli během růstu hroznů a v chemických reakcích. Hlavní strukturální složkou slupky je celulóza, která patří mezi polysacharidy. Dále jsou zde zastoupeny tříslovinY (fenolické látky), aromatické látky, kyseliny, barviva, dusíkaté a minerální látky, které významně ovlivňují vlastnosti vína jako výsledného produktu. (Farkaš 1980, Laho 1959, Soleas 1997).

**Složení dužniny**

Dužnina tvoří 75-90% hmotnosti hroznů. Jsou zde obsaženy cévní svazky, které celou bobuli vyživují. Zbytek tvoří vodný roztok sacharidů. V dužnině se nachází velké množství cukrů, a to především fruktózy a glukózy. Hlavním zástupcem kyselin je kyselina vinná a jablečná. V menší míře se zde vyskytují také tříslovinY, barviva, minerální látky a vitamíny **(Tronchoni a kol. 2009).** Zastoupení celkových cukrů a kyselin záleží na odrůdě a klimatických podmínkách. Cukry jsou substrátem alkoholového kvašení a základem výroby vína. Kromě toho se účastní vzniku dalších sloučenin, jako vyšších alkoholů, esterů, mastných kyselin a aldehydů. Tyto potencionálně vzniklé sloučeniny ovlivňují aroma různých odrůd vín. (Laho 1959, Soleas 1997).

**Složení semen**

Semena tvoří asi 3-4% celkové hmotnosti bobulí. U jednotlivých odrůd se liší barvou, tvarem a velikostí. Na počátku zrání bývají semena zelená a postupným dozráváním hnědnou a ztrácí na hmotnosti. V semenech jsou obsaženy minerální látky, tuky, celulóza a bílkoviny. Z tuků jsou zde zastoupeny zejména kyselina stearová, palmitová, linolová. Z hlediska chuťových vlastností vína jsou nejdůležitější látky v semenech fenolické látky (Farkaš 1980, Kraus 2010).

**Složení třapin**

Třapiny představují 3-5% hmotnosti hroznů. Na začátku zrání jsou zelené a obsahují velké množství tříslovin a vody. Během dozrávaní ztrácí zelený chlorofyl a dřevnatí, snižuje se množství cukrů a kyselin (Farkaš 1980). Zelené, nedozrálé třapiny mají nepříznivý vliv na kvalitu a chuť vína, způsobují tzv. chuť po třapinách, která není

žádaná. Naopak zdřevnatělé třapiny dodávají vínu trpkou příchuť, která je u některých odrůd žádaná (Kraus 2010).

## 3.5. Chemické složení bobule révy vinné

**Obsah cukrů**

Nejvýznamnějšími cukry v bobulích révy vinné jsou glukóza a fruktóza, které tvoří 99% cukrů. Vznikají enzymatickým štěpením sacharózy. Ve velmi malém množství se zde nachází i další cukry jako jsou rafinóza, maltóza, galaktóza, arabinóza a xylóza. Obsah cukrů určuje tzv. cukernatost hroznů, která je základním ukazatelem pro určení doby sklizně a pro zatřídění vín do jakostních stupňů, jelikož představuje potencionální obsah alkoholu vyrobeného vína (Kuttelvašer, 2003).

**Obsah organických kyselin**

Mezi nejdůležitější organické kyseliny patří kyselina vinná a kyselina jablečná. Tyto kyseliny představují 70-90% ze všech organických kyselin. V malém množství se v bobulích vyskytuje kyselina citronová. Kyselina vinná se v bobulích hromadí především ve slupce a ve vnější části dužniny. Kyselina jablečná se nachází převážně ve středu dužniny. Koncentrace a složení kyselin se odvíjí od odrůdy a podmínek okolního prostředí (Pavloušek, 2005; Pavloušek 2006).

**Obsah minerálních látek**

Na obsah minerálních látek v hroznech má velký vliv půda, její geologický původ a zároveň počasí v daném roce. Mezi makroprvky vyskytující se v bobulích révy vinné jsou: dusík (N), draslík (K), vápník (Ca), hořčík (Mg), fosfor (P) a síra (S). Jednou z hlavních minerálních látek je draslík, který se nachází v buňkách dužniny a působí jako aktivátor enzymatických procesů (Pavloušek, 2005; Pavloušek 2006).

**Obsah fenolických látek**

Fenolické látky najdeme v třapině, slupce, dužnině i v semenech. Jejich obsah ovlivňuje zejména pěstitelské podmínky, mezi ně můžeme zařadit jak klimatické tak půdní vlastnosti stanoviště, tak i agrotechnické zásahy používané na vinici. U modrých odrůd révy vinné obsahují 30-40% fenolických látek slupka a 60-70% semena. Ze skupiny fenolických látek mají největší význam anthokyaninová barviva. Hlavním anthokyaninovým barvivem v bobulích je malvidin. Dále se zde vyskytuje delphidin, cyanidin, petunidin, peonidin. U většiny odrůd se anthokyaniny nachazejí pouze

v horních vrstvách buněk slupky. Jen málo odrůd obsahuje tyto barviva i v dužnině. Odrůdy obsahují vyšší množství anthokyanových barviv v dužnině nazýváme „barvířky“.

Další skupinu fenolických látek tvoří taniny, mezi něž zařazujeme sloučeniny patřící mezi flavan-3-oly. Patří sem katechin, epikatechin, jejich dimery, trimery a různé vyšší oligomery, které jsou obsažené zejména ve slupkách a semenech. Taniny způsobují trpkou a hořkou chuť hroznů (Pavloušek, 2005; Pavloušek 2006).

**Obsah aromatických látek**

Aroma vína je určeno vzájemným působením řady aromatických látek, které se u příslušné odrůdy vyskytují v určitém poměru. Aromatické látky v bobulích lze rozdělit do několika skupin podle jejich chemického složení i podle aromatického projevu.

**Monoterpeny a jejich deriváty** – důležité aromatické sloučeniny především u „muškátových“ a příbuzných odrůd, ale senzoricky významné jsou i u odrůdy Ryzlink rýnský a Müller Thurgau.

**Norisoprenoidy** – produkty odbourávání různých karotenoidů, které u některých odrůd v průběhu dozrávání silně ubývají, kdežto obsah nosoprenoidů se současně zvyšuje. Karotenoidy jsou uloženy zejména ve slupce a v menší míře i v dužnině.

**Methoxypyrazny** – základním methoxypyrazinem u révy vinné je isobutylpyrazin, jehož aroma je bylinné až travnaté. Jsou typické hlavně pro odrůdy Sauvignon a Cabernet Sauvignon.

**Těkavé fenoly** – ve víně mohou způsobovat většinou nežádoucí aroma, které rozhodujícím způsobem poškozuje kvalitu vína. Důležitá je jejich koncentrace v bobulích a následně ve víně, protože v nižších koncentracích se mohou stát z aromatického pohledu žádoucí.

Aromatické látky a jejich prekurzory se převážně vytváří ve vinici při zrání hroznů (Pavloušek 2010).

**Obsah dusíkatých látek**

V bobulích se dusík může vyskytovat v anorganické i organické formě. Dusíkaté látky jsou důležitým zdrojem výživy pro kvasinky během fermentace. A přímo ovlivňují kvalitu vína pomocí nich se tvoří aromatické látky. Hlavní dusíkaté sloučeniny jsou bílkoviny, aminokyseliny a sloučeniny obsahující dusík v amonné formě.

## 3.6. Zralost ovoce

Ovoce obecně ve svém fyziologickém období podléhá stálým změnám. Na počátku růstu mají plody podobné složení jako listy. Postupem růstu se začínají odlišovat a trvale se v nich zvyšuje obsah glycidů, převážně škrob, buničina a protopektin. Zároveň se zvyšuje obsah kyselin, které však klesají po dosažení klimakterickéh minima dané rostliny. V prvopočátku zrání jsou plody kyselé, bez vůně, chuti a tvrdé. Tvrdost plodů způsobuje protopektin a celulóza, jež se nachází v buněčných stěnách ovoce. Polysacharidy se z velké části tvoří v listech a následně se hromadí v plodech. Plody v tomto období silně dýchají a zvětšují svůj objem. Ke konci období plody méně dýchají a dochází k hydrolyse zásobních polysacharidů (škrobu, protopektinu a buničiny).

Množství vydýchaného oxidu uhličitého vzrůstá až do klimakterického maxima. Polysacharidy se postupně hydrolyzují na jednoduché cukry (monosacharidy, glukózu a fruktózu). Souběžně dochází k úbytku organických kyselin a oxidaci tříslovin**.** Těmito chemickými změnami se plod mění na sladký díky přírůstku sacharózy a měkkým díky hydrolýze protopektinu, který se mění na rozpustný pektin. Také se tvoří celá řady složitých esterů (alkoholů a kyselin), které dávají plodu charakteristickou chuť a vůni. Při zrání se ovoce vybarvuje tvorbou a vzrůstem karotenoidních a anthokyanových barviv. Po dosažení vyrovnaného poměru kyselin a cukrů, ústupu tříslovin a tvorbě aromatických látek, plod dospívá k svým typickým charakteristickým vlastnostem.

Během dozrávaní ovoce dochází ke zvýšení obsahu cukrů, aromatických kyselin a nárůstu objemu plodu, naopak se snižuje obsah kyselin, škrobu a tříslovin. Konzumní zralost odpovídá dosažení klimakterického maxima, v tomto období probíhají nežádoucí rozkladné procesy. Během zrání ovoce na mateřské rostlině dochází k transportu cukrů z listů do plodů, změně cukru v plodech na škrob, zpětné změně škrobu opět na cukry a následné spotřebě cukrů pro dýchání (Jelínek, 2001; Hrabě, 2006).

### 3.6.1. Stanovení stupně zralosti

**Senzorické znaky zralosti**

Při tomto hodnocení se sleduje vývin plodů, vytváření typického tvaru a velikosti, vybarvování plodů, oddělování stopky od plodonoše, barva semen. Hodnocení je u každého druhu i odrůdy jiné a správné určení zralosti je závislé na zkušenostech a znalostech hodnotitele.

**Mechanické znaky zralosti**

Změny konzistence dužniny v procesu zrání jsou jedním z ukazatelů, který lze měřit pomocí jednoduchých přístrojů. Většina z těchto přístrojů je zaměřena na měření tlaku, který je potřebný ke vtlačení tělesa do dužniny nebo tlaku potřebného pro deformaci plodu. Nejčastěji se používají přístroje jako penetrometr, texturometr, tenderometr. (Hrabě, 2006)

**Chemické znaky zralosti**

Stupeň zralosti sledujeme podle změn obsahu cukrů, škrobu, vitamínu, kyselosti šťáv (pH) a obsahu veškerých kyselin (Hrabě, 2006).

Obsah cukrů dosáhne maxima v konzumní zralosti. Obsah škrobu klesá zejména ke konci klimakteria. Také změny v obsahu vitaminu C mohou být ukazatelem zrání, maximum vitamínu C bývá obvykle těsně před konzumní zralostí. Vzestup pH během hlavního vybarvování je důvěryhodnějším ukazatelem než změna v obsahu cukru. Obsah kyselin se zjišťuje titrací pomocí odměrného roztoku hydroxidu sodného a vyjadřuje se v procentech převládající ovocné kyseliny (Hrabě, 2006).

### 3.6.2. Rozdělení zralosti ovoce

**Fyziologická zralost**

Ve fázi fyziologické zralosti končí dělení buněk. Buňky se nadále zvětšují a na základním barevném podkladě se začínají vytvářet krycí zbarvení. Semena jsou vyvinuta a schopna reprodukce. (Dvořák, 1980)

**Průmyslová zralost**

Průmyslová zralost se také nazývá zralostí sklizňovou. Závisí na jistých klimatických faktorech, které se každoročně opakují. U klasického ovoce je důležité brát na zřetel, že plody během dopravy a skladovaní ještě dozrávají. Předčasně sklizené plody vadnou, hnijí a ztrácí svojí charakteristickou vůni a chuť. U hroznů révy vinné se bere na vědomí pouze vysoký obsah cukrů. (Blažek, 2001)

**Konzumní zralost**

Konzumní zralost nastává tehdy, kdy plod dosáhne správného poměru jednotlivých složek. Prodloužením této zralosti dosáhneme správným skladováním. U letních odrůd navazuje na sklizňovou zralost, a u zimních odrůd se dostavuje později. Při posuzování konzumní zralosti se pozoruje zbarvení plodů, pevnost dužniny,

tmavnutí semen, korková zralost a chuť plodů.

**Technologická zralost**

Plody mají v této fázi odpovídat normám pro konzervárenský a lihovarnický průmysl. U hroznů révy vinné se přihlíží na to, jaké víno z nich bude vyrobeno a jakou technologií. Důležitá je především aromatická a fenologická zralost.

### 3.6.3. Růstové fáze bobulí

Stupeň zralosti je jedním z rozhodujících činitelů o době sklizně, možnosti využití plodů, uchovatelnosti, obsahu chuťových látek atd. Stupeň zralosti můžeme posuzovat z různých hledisek. Patřičná zralost je určena účelem, ke kterému mají být plody použity. Obecně ovoce rozdělujeme do čtyř stupňů zralosti a to fyziologická zralost, sklizňová zralost, konzumní zralost a technologická zralost. Podle toho určujeme, ke kterému účelu má být ovoce použito (Valášek, 2007).

U révy vinné se obvykle rozlišují tři fáze dozrávání hroznů. Je to fáze růstu hroznů, fáze dozrávání a fáze přezrávání. Počáteční fází růstu je buněčné dělení zvětšování buněk. Jednotlivé odrůdy révy vinné vyžadují individuální dobu na dozrávání, kdy vše je ovlivněno klimatickými podmínkami, půdou či možností napadení hroznu mikroorganismy.

**Fáze růstu hroznů**

Na začátku této fáze jsou bobule vína malé, zelené, a tvrdé. Postupem času a při ideálních klimatických podmínkách dozrávají a zvětšují svůj objem. V této fázi jsou velice důležité klimatické podmínky jako teplé počasí, dostatek vláhy a živin, které mají vliv na další etapy vývoje. Bobule v této etapě zrání převážně obsahují kyseliny – kyselinu jablečnou, v menším množství kyselinu vinnou, dále se zde vyskytují kyselina jantarová (butandiová), šťavelová (ethandiová) a citrónová (2-hydroxyl-1,2,3-trikarboxylová). Obsah cukrů je v této fázi nepatrný.

Fáze zrání je charakteristická od doby zaměkání bobulí do sklizně hroznů. V této fází dochází ukončení růstu letorostů, intenzivní asimilaci a proudu asimilátů do plodenství. V plodenství se začínají rychle hromadit cukry, ubývají kyseliny a rozkládají se pektinové látky.

Počátek fáze zrání je odvislý od odrůdy (ranná, poloranná, pozdní) a podle vlastnosti stanoviště. Při dostatku vody a slunečném záření se akumuluje více cukrů a

méně kyselin. Primárním znakem zaměkání je pružnost bobule při stlačení, dále změna barvy podle dané odrůdy z tmavě zelené na světlezelenou, zelenožlutou, zlatožlutou nebo modrou. Po zaměknutí se bobule mírně zvětšuje až do zatvrdnutí stopky. Bobule se mírně zmenšuje odparem vody a dochází k zahušťování šťávy. (Kraus, 2010; Farkaš, 1980; Kindl, 1981).

**Fáze dozrávání**

V tomto období již hrozny nezvětšují svůj objem, ale mění se jejich barva a bobule začínají měknout. Měknutí je způsobeno přeměnou protopektinu na pektin. Dále se během této fáze zvyšuje obsah cukrů. Nejvíce je v hroznech zastoupena glukóza, ale postupným dozráváním se vyrovnává poměr mezi ní a fruktózou a to tak, že ve zralých bobulích je více obsažena fruktóza. Dochází ke snížení obsahu kyselin, které je způsobeno oxidací. Oxidačním procesům podléhají hlavně volné kyseliny (jablečná, vinná, jantarová a šťavelová). Nejvýraznější z kvantitativního hlediska je oxidace u kyseliny jablečné. Vysoké teploty mají vliv na snížení množství z oxidované kyseliny jablečné. Volná kyselina vinná je oproti jablečné stálejší, ale přesto se její množství v etapě dozrávaní také snižuje, váže se jako volná do špatně rozpustných vínanů (vínan draselný a vápenatý). Během zrání vznikají v hroznech i aromatické látky, které jsou uloženy ve slupce. Jejich množství se v různých odrůdách liší (Kraus, 2010; Farkaš, 1980; Kindl, 1981).

**Fáze přezrávání**

V tomto období se zastaví příjem živin, začne se vypařovat voda, bobule se začínají scvrkávat a zvyšuje se koncentrace cukrů. Při velkém odpaření vody vznikají „cibetky“. Při této fázi dochází ke snižování respirační intenzity bobulí a zvýšení enzymatických dějů. Dochází k nahromadění cukrů, aminokyselin, fenolů, minerálních látek, a snižuje se obsah kyseliny jablečné. U modrých odrůd není přezrávaní vhodné, protože dochází k postupné oxidaci barviv (Kraus, 2010; Farkaš, 1980; Kindl, 1981).

### 3.6.4. Význam vodivých pletiv pro zásobování bobulí révy vinné

Zrání je podmíněno respirací bobule. Způsobuje zaměkávání a změnu respiračního substrátu v dužnině bobule.

Při zrání probíhá soustava biochemických procesů vyzrávání od transformace zelené, kyselé, tvrdé bobule na barevný, sladký a voňavý plod. Tyto procesy mohou

probíhat, jestliže je plod spojen přímo s celou rostlinou. V plodu může docházet ke zvýšení koncentrace určité substance. Toto je podmíněno importem nebo ztrátou vody z rostlinné tkáně. Naopak, pokles může vyplývat z exportu, odbourávání nebo přívodu vody do tkání.

Během vyzrávání plodu se shromažďuje ve vodě velké množství rozpuštěných látek, hlavně cukrů. Živiny se dostávají do bobule pomocí třapiny a stopečky, které jsou napojeny na vodivá pletiva rostliny [ xylém (dřevo) a floém (lýko)].

Množství vody, která se shromažďuje každodenně v hroznech, je součet toků vyprodukovaných floémových a xylémových míz.

Xylémem probíhá transport vody, rozpuštěných minerálních látek, růstových látek a živin z kořenového systému do ostatních částí rostliny. Floém transportuje především produkty fotosyntézy z listového aparátu do zbývajících částí révového keře.

Na začátku vyzrávání přenáší xylém v bobuli vodu souběžně s cukry. Ale podíl transpirované vody rychle klesá znehodnocením průduchů a transpirace potom probíhá výhradně kutikulárním voskem. Tímto způsobem dochází k vysokým koncentracím cukrů, které odpovídají velmi intenzivní osmotické aktivitě. Přívod xylémové mízy po zaměkání výrazně klesá. Tento jev zapříčiňuje ucpávání vodivých cév „míznic“, který má dopad na akumulaci některých složek, zejména minerálních substancí. K úplnému ucpání kanálku nedochází, tok vody se může obrátit na směr z bobule do rostliny.

Floém zabezpečuje tedy převládající část zásobování bobule. Bobule si zachovává během vyzrávání funkci akumulačního orgánu, a to intenzivní aktivity respiračních i biochemických transformací. Při zaměkávání bobulí se pravděpodobně přerušuje nebo výrazně tlumí tok látek xylémem. Což vede k přeměně metabolismu bobule.

Během vývoje bobulí se mění i tlak vody v dužnině (mezokarpu). Na počátku vývoje bobule byl zjištěn tlak kolem 0,17 MPa, přechodně se zvyšuje až na 0,35 MPa a v konečné fázi zaměkávání poklesne na 0,1 MPa. Snížení tlaku významně souvisí se zvýšeným hromaděním cukrů, takže se lze domnívat, že tlak v dužnině může být signálem pro spouštění mnoha jiných procesů spojený se zráním (Thomas et al., 2008). Slupka bobule je metabolicky aktivní během celého vývoje i zrání a tvoří fyzickou překážku mezi vnějším prostředím a vnitřními tkáněmi bobule, tím hraje velkou roli v ochraně proti patogenům. Funguje jako zdroj signálů pro imunitní reakce při napadení patogenem. Během vývoje bobule se zvyšuje na povrchu i obsah kutikulárních vosků, aby byla chráněna před houbovou infekcí.

V bobulích i listech existují póry uzavíratelné mezi dvěma buňkami „průduchy“,

které řídí transpiraci a výměnu plynů. Pro četné mikrobi existují průduchy jako přírodní otvor k přímému přístupu do tkáně listu. Průduchy se časem uzavírají nedokonalou voskovou vrstvou.

Během první fáze vývoje bobule, trvající asi 60 dnů od odkvětu, se slupka bobule chová jako list. Bobule již existuje, jsou vytvořena embrya semen, probíhá rychlé dělení buněk, kdy v konečném období vznikne finální počet buněk. Tímto procesem začne bobule zvětšovat svůj objem. V první fázi je podstatné, aby se vytvořilo životaschopné semeno a začali se tvořit sloučeniny (organické kyseliny, taniny, pyraziny), které synergickým působením ochraňují plod před škůdci až do doby zralosti.

Mezi 8-14 týdnem nastává přechod z první fáze do druhé. Tato se nazývá zaměkání. Dochází k ukončení syntézy stilbenů. Během zaměkání bobule nahromadí cukr, změkne a vybarví se do typického zbarvení. Zbarvení se týká jen slupky, ale výjimkou jsou odrůdy „barvířky“ které vytváří barvivo i v dužnině. Od zaměkávání až do sklizně zdvojnásobí bobule svůj obsah.

Přímí vliv na dynamiku mikrobiální populace mají v prvé řadě chemické události např. metabolické změny bobule, uvolňování nestálých organických sloučenin, kdy může dojít obousměrnému narušení nepropustnosti slupky (Michlovský, 2014).

## 3.7. Biochemie zrání hroznů révy vinné

V bobulích révy vinné probíhá neskutečné množství biochemických procesů. Znalost biochemických změn, které probíhají v bobulích a hroznech, by měla být samozřejmostí každého vinaře a pěstitele. Podle nich lze určit, kdy ve vinici uplatnit konkrétní agrotechnické zásahy. Správné pochopení anatomie bobule révy vinné je významné z pohledu hodnocení kvality hroznů. Pro pěstitele je rovněž důležitá znalost obsahových látek z hlediska jejich tvoření a změn v jednotlivých částech bobule.

### 3.7.1. Změna obsahu vody

Nejvýznamnější součástí bobule révy vinné je voda, která je z 99% celkového obsahu přijata kořenovým systémem z půdy.

V důsledku hromadění vody se zvětšuje objem plodů. Regulace růstu plodu vyžaduje určité uspořádání mezi transportem vody a roztoků. Jednou z hypotéz růstu bobule je příznivý gradient celkového vodního potenciálu mezi bobulí a zbývajícími části rostliny. Tento gradient je odvozen od transpirace a osmotického gradientu

(Matthews a Shackel, 2005). Transpiraci bobulí podmiňuje odrůda, vývojové stádium a umístění bobulí v hroznu (Pavloušek, 2011).

### 3.7.2. Tvorba cukrů

Sacharidy představují výchozí materiál pro většinu metabolismů v bobuli. Mezi základní cukry nacházející se v hroznech a víně patří D-glukóza a D-fruktóza. Poměr těchto dvou hlavních cukrů se mění během zrání hroznů. Mezi další cukry, které se ve stopovém množství vyskytují v bobulích, jsou L-arabinóza, D-xylóza, D- ribóza a L-rhamnóza.

Denně importované cukry jsou metabolizované pro rozvoj plodu, ale především pro růst a vyzrávání semen. Obsah cukrů není důležitý pro tvorbu druhotných metabolitů. Cukry také poskytují osmotickou hnací sílu pro růst buněk.

Cukry se nalézají především ve vakuolách buněk dužniny, pouze malé množství i v buňkách slupky. Vakuoly jsou hlavním akumulátorem sacharidů a dalších substituentů v bobuli během fáze zaměkávání. Tato fáze je doprovázené masivním hromaděním hexóz a syntézou fenolických látek a prekurzorů vůně a hromaděním glukózy a fruktózy.

Réva hromadí sacharidy pro počáteční růst a ochranu proti mrazům pro následující rok a dokonce i během zaměkávání bobulí. Koncem vegetačního období se ukládá škrob v kořenech, kmínku a mladém dřevě. Během zimy je škrob hydrolyzován na cukry, které se pak přetvářejí s blížícím se jarem zpět na škrob. Zásoba škrobu je považována za startér v počátku vegetačního období.

Před fází zaměkávání je většina sacharidů v bobuli metabolizována a ukládána jen v minimálním množství. Během dozrávání se cukry hromadí a ukládají v relativně stejném poměru glukózy a fruktózy.

Cukry syntetizované v listech migrují floémem k bobuli ve formě sacharózy. Sacharóza je transportním cukrem produktů fotosyntézy, ale v hroznech se již po rozštěpení ukládá jako glukóza a fruktóza, což umožňuje enzym invertáza. Aktivace invertázy je zpuštěna osluněním hroznů (Davies et al, 2012).

Změny metabolických drah nastávají v období zaměkání a ulehčují tak nevyužití přenesených cukrů. Během první fáze růstu se zvyšuje respirační intenzita. Dužnina a semena jsou před zaměkáním odpovědné za respiraci, avšak během vyzrávání je to především slupka, která má velkou respirační aktivitu. Respirační kvocient neboli

poměr mezi uvolněným oxidem uhličitým a spotřebovaným kyslíkem se během zaměkání mění a signalizuje změnu respiračního substrátu. Během celé první fáze rychlého růstu zůstává respirační kvocient blízký jedné. Respirace u semen probíhá na úkor mastných kyselin, zatímco u perikarpu je tento kvocient primárně výsledkem hlavního spalování cukrů a sekundárně organických kyselin. Po zaměkání hodnota respiračního kvocientu roste a dosahuje koncem vyzrávání hodnotu 1,5. Dodatečné informace o přeměnách metabolických procesů během vývoje bobule poskytuje vývoj poměru glukóza/fruktóza. Poměr mezi glukózou a fruktózou je v rozpětí 0,7-1:1-1,4. V zelené bobuli v začátcích vývoje však převládá glukóza a představuje 85% redukujících cukrů bobule. Tento respirační kvocient blízký 5 klesá a v etapě zaměkání dosáhne hodnoty 2, v začátcích vyzrávání dosáhne hodnoty mezi 1 a 0,9. Do syntetických buněčných reakcí je přednostně zapojena fruktóza, protože má vyšší citlivost na buněčnou respiraci. Tento jev vysvětluje vyšší hodnotu poměru glukóza/fruktóza během první rychlé fáze růstu hroznu a jeho pokles po zaměkání a vztah ke zpomalení biosyntetické aktivity (Michlovský, 2014).

### 3.7.3. Tvorba organických kyselin

V akumulaci organických kyselin: vinné a jablečné exceluje druh Vitis vinifera, tyto kyseliny tvoří v bobulích přes 90% acidity a nejvíce ovlivňují pH vína. V bobulích se celkově vyskytuje přes 20 kyselin, ale většina jen v nepatrném množství. K majoritním organickým kyselinám hroznů révy vinné patří L(+)-kyselina vinná, L(-)-kyselina jablečná a kyselina citrónová. Obsah a složení kyselin nejsilněji ovlivňují klimatické podmínky, zejména teplota v době po zaměkání bobulí. V době zrání hroznů převyšují především kyselina vinná a kyselina jablečná. Rozdílnost ve složení kyselin koresponduje s odrůdovými vlastnostmi.

**Kyselina vinná**

Kyselina vinná není v rostlinách z botanického hlediska běžnou součástí, nachází se jen v několika druzích a to při nízké koncentraci. Běžná koncentrace v bobulích je okolo 7,5 g/l ale podle odrůdových vlastností kolísá od 6 do 11g/l bez ohledu na vyzrálost bobule. Nahromadění kyseliny vinné probíhá ve vakuolách dozrávající bobule asi 40 až 50 dnů po odkvětu. Syntéza kyseliny vinné probíhá hlavně v bobulích. Kyselina vinná se vyskytuje v květech révy vinné a bobulích v počátcích kvetení, teprve během zaměkávání bobulí koncentrace narůstá.

Kyselina vinná je vedlejším produktem metabolismu cukrů. V průběhu první bylinné fáze vlivem intenzivního buněčného dělení narůstá koncentrace kyseliny vinné. V dalších stádiích vyzrávání bobulí zůstává obsah neměnný. U kyseliny vinné není zatím prokázán katabolický děj během vyzrávání. A změny koncentrace lze nejspíš připisovat ke vztahu obsahu vody v rostlinách (Michlovský, 2014; Pavloušek, 2011).

**Kyselina jablečná**

Jedná se o druhou nejvýznamnější kyselinu v bobuli révy vinné a dalších rostlinných druzích. Kyselina jablečná je aktivním metabolickým meziproduktem. Tato kyselina na rozdíl od kyseliny vinné podléhá katabolickým reakcím během růstových fází bobule. Při vyšším stupni zralosti se projevuje koncentrace malátu 1,5g/l, což je z hlediska metabolismu důležité, podle odrůdových vlastností se v období zaměkávání může obsah snižovat nebo být neměnný. Syntéza malátu pokračuje a i v období zaměkání, kdy začne kyselina jablečná zpravidla ustupovat. Obecně dochází k rozkladu malátu v bobulích od začátku zaměkání a dochází k metabolizaci enzymů. Kyselina jablečná, stejně jako vinná vzniká přímo v bobulích a není tedy dopravována z jiných částí rostliny. Nejvyšší obsah je ve vnitřní části dužniny a směrem ke slupce jí ubývá. Tento obsah se v průběhu zrání mění na opačné poměry, takže u zralých bobulí je nevyšší koncentrace kyseliny jablečné ve slupce. Významný vliv na koncentraci kyseliny jablečné má teplota. Hromadění nastává před zaměkání bobulí a bývá nejrychlejší při teplotách 20-25°C, naopak po zaměkání vlivem vyšší teploty klesá.

V procesu vyzrávání bobulí dochází ke značným metabolickým změnám kyseliny jablečné. Pokles obsahu nastává oxidací kyseliny jablečné, kdy se vlivem fotosyntézy mění na fruktózu a glukózu, a stává se hlavním energetickým vektorem (Michlovský, 2014; Pavloušek, 2011).

### 3.7.4. Tvorba minerálních látek

Minerální látky ovlivňují v rostlině fyziologické děje jako růst a vývoj. Příjem minerálních látek u révy vinné probíhá především rozsáhlým kořenovým systémem a jen z částí listovou plochou. Celý rostlinný souhrn je tvořen čtyřmi základními prvky: uhlík, vodík, kyslík a dusík a to z celých 97%. Čtvrtý z těchto prvků „dusík“ je významný pro vytváření proteinů, enzymů, koenzymů, nukleových kyselin, chlorofylu, vitamínů, hormonů a alkaloidů. Ve formě vody vstupují do rostliny uhlík, vodík, kyslík. Molekulových prvků „kyslíku a uhlíku“ těchto prvků má réva vinná neomezené

množství, naopak „dusík“ musí odebírat z půdy, kde je limitující množství a tím ovlivňuje vývoj révového keře.

**Draslík**

Draslík jako kladný iont spadá k základním prvkům všech rostlin, obzvláště révy vinné. Tento prvek je zapojen do série fyziologických procesů, jako je aktivace enzymů, transportní procesy přes membránu, podpora potenciálu membrány, přeprava asimilátů, osmotická stabilizace potenciálu. Kationty jako $Na^{+}$, $Ca^{2+}$, $Mg^{2+}$, $Mn^{2+}$ mohou draslík v některých funkcích nahradit nebo společným synergickým působením podpořit. Draslík snadno proniká membránami a má vysokou mobilitu v těle rostlin. Mezi listy (zdrojem) a bobulemi (příjemcem) vytváří osmotický rozdíl a tím včleňuje do transportu cukry. Proto se hrozen během vyzrávání obohacuje kinetikou blízkou kinetice akumulace cukrů. Během vývoje až do fáze zaměkávání bobule s obsaženým draslíkem, sacharidy a organickými kyselinami snižuje osmotický potenciál buňky bobule, což má za následek vzestup rozdílu vodního tlaku mezi bobulí a rostlinou. Tím je umožněn zvýšený příjem vody do bobulí a její navýšení objemu.

Ukládání draslíku v bobuli se během jejího vývoje zvyšuje, koncem fáze zaměkání může být až 3,5x vyšší než před započetím. Celkový obsah může dosáhnout až 3mg/g bobule v čerstvé váze. Nejvyšší koncentrace draslíku ve všech vývojových fázích je ve slupce bobule, a to až 15mg/g čerstvé váhy při 15,5°NM. Tato koncentrace je 2 až 7 krát vyšší než v dužnině či semenech. V samotné dužnině je nejnižší množství v tkáních přiléhajících ke slupce a nejvyšší u oplodí.

Značné rozdíli však nastávají uvnitř buňky. V cytoplazmě je koncentrace $K^{+}$ 5 až 10 krát vyšší ve srovnání k vakuole.

Samotný transport draslíku probíhá floémovou mízou. Příjem draslíku je ovlivňován několika faktory:

- Vývojové stádium bobulí
- Jeho dostupnost v půdě
- Úroveň hormonů
- Transport z kořenů do nadzemní části a zpět do kořenů

**Vápník**

Vápník ve formě $Ca^{2+}$ řídí fyziologii rostlinných buněk. V cytoplazmě buňky musí být jeho obsah nízký, ale stálý a musí se umět i rychle měnit v reakci na vnější

podněty, ať už biotické či abiotické. V bobulích, kde představuje floém hlavní cestu pro zásobování živinami, se musí kationt $Ca^+$ získávat prostřednictvím xylému. Mohou se tak vyskytovat příznaky dostatku od té doby, co absorpce začne být silně závislá na transpiraci, která je v mladých listech nízká. Zdá se, že nízké koncentrace $Ca^+$ podporují zaměkání dužniny, což je typický projev zrání bobule. Naopak vysoké hodnoty $Ca^+$ mohou být vyžadovány pro spuštění aktivity enzymů zpomalujících stárnutí. V oplodí je zvýšený obsah $Ca^+$ až do počátku zrání, následné snížení souvisí se snížením průtoku xylémem. Obdobný trend byl zaznamenán v dužnině, obsah vápníku dosahoval asi 0,1 mg/bobuli před zaměkáním a pak se postupně snižoval. Na rozdíl od toho slupka a semena vykazují stoupající koncentraci vápníku během zrání.

Vysoké hodnoty vápmíku mohou být potřebné v počátečních fázích vývoje bobule k tomu, aby zabránily jejímu předčasnému zaměkání a změnám barvy, zatímco následné snížení obsahu vápníku umožňuje plné vyzrání bobule. V protikladu k jiným prvkům (např. N, P, K) bobule v období mezi počátkem zrání a sklizní vápník nevyžadují a vápníku je uložen převážně v listech. Zatím co při sklizní obsahují hrozny jen 7,7% veškerého vápníku rostliny, listy ho obsahují ze všech orgánů nejvíce (46,4%).

Podobně jako kationty K, i ionty vápníku mohou reagovat s kyselinou vinnou za vzniku krystalů vinanu vápenatého, které se vysráží během kvašení, ovlivňují tak organoleptické vlastnosti a potenciál stárnutí vína.

**Fosfor**

Celkový obsah fosforu v bobuli se při sklizni blíží 0,3 mg. Rostliny nemohou růst bez fosforu. Iniciace a vývoj zárodků hroznů uvnitř oček jsou bez fosforu prakticky nemožné. Na fosforu závisí i hmotnost hroznu. Rostlina ho přijímá z půdy v anorganické ortofosforečnanové formě a réva má velkou schopnost přerozdělit tento prvek na podporu růstu v období, kdy je to potřeba (aby nebyl ukládán do dřeva a kořenů). Podobně jako u draslíku tvoří hlavní dopravní cestu z listů do bobulí floém, jen malé množství putuje přes xylém, když se hlavní cesty floému uzavřou. Během vývoje bobule se vstřebávání fosforu z listů do plodu mění, nejvyšší rychlost vstřebávání byla pozorována v období růstu plodů.

V kořenech bylo 27 dnů před počátkem rašení nalezeno (Conradie,1981) 80% veškerého fosforu keře. I když obsah fosforu mezi počátkem zaměkání bobulí a sklizní zůstal neměnný, v bobulích probíhala jen rychlá akumulace. Jde o přesun fosforu z listů do bobulí. Tento přesun je rozdílný v době rašení révy a zaměkávání bobuli a asi pět

týdnů po sklizni do opadu listů. Takže druhé období je určeno pro akumulaci rezerv pro příští rok.

**Síra**

Tento prvek je od bobule transportován přes floém a akumuluje se v ní během růstu a zrání. Největším příjemcem S v bobuli jsou semena. Síra je zapojena do několika buněčných procesů, jako jsou například oxidační stres, stres z těžkých kovů atd. S je využívána i k vnější obraně keře proti některým houbovým chorobám.

Síra se vyskytuje převážně ve formě $SO_4^{2-}$. V porovnání s uhlíkem (45%) a dusíkem (1,5%) se vyskytuje v sušině rostlin jen v 0,1% hmotnosti. Rostliny mohou pohotově redukovat $SO_4^{2-}$ na sulfid, který je pak asimilovaný do cysteinu a ten je následně použit pro syntézu proteinu.

Společní transport vodíku a síry přes protoplasmovou membránu kořenových buněk je prvním krokem k absorpci $SO_4^{2-}$ rostlinou z půdy.

**Hořčík**

Oproti draslíku, vápníku a fosforu je hořčík přijímán rostlinou průběžně. Zvýšený příjem $Mg^{2+}$ byl pozorován v období 45 dnů do konce květu a následně další zvýšení až do počátku zaměkání. Většinou se akumuluje do kořenů, dřeva, letorostů a listů. Před sklizní hroznů nastává další nepatrné zvýšení akumulace hořčíku, ale opět nejde o hrozny. Bobule obsahuje jen 15% veškerého $Mg^{2+}$ keře, zatímco většina se ukládá do listů. Zralá bobule obsahuje přibližně 0,15 mg hořčíku (Schaller, 1999).

Hromadění hořčíku ovlivňuje i přísun vody, zavlažováním se jeho akumulace zvyšuje. V rámci tkání bobule je obsah Mg na počátku zaměkání bobule stejný u dužniny a semen, kdy je podstatně vyšší než u slupky a semen během zrání. V období dozrávání se hromadění hořčík v semenech výrazně snižuje. Během dozrávaní se množství hořčíku v semenech a dužnině nemnění.

### 3.7.5. Tvorba dusíkatých látek

Dusík je limitující prvek růstu, výnosu a kvality hroznů. Dusík se jako stavební látka zúčastňuje produkce mnoha sloučenin v rostlinném organismu. Dusík je významnou živinou pro rostliny a mikroorganismy. Dusík je součástí aminokyselin, bílkovin, nukleových kyselin, nukleotidů, enzymů, alkaloidů a dalších sloučenin.

Dusík cirkuluje mezi půdou, atmosférou a živými organismy v rozdílných

formách. Může se vyskytovat ve formě izotopů $^{14}N$, $^{15}N$, elementárního plynného dusíku $N^2$, oxidů dusíku $NO_x$ či ve formě amoniaku. Koloběh dusíku je ovlivňován mnoha faktory- fyzikálními, chemickými nebo biologickými. Tento koloběh jako biologický proces popisuje přeměnu dusíku a jeho sloučenin v přírodě.

Zásoby dusíku proudí vodivými pletivy floémem a xylémem. Dusík je těmito pletivy transportován ve formě amonných iontů, aminokyselin či nitrátů.

Syntéza dusíkatých látek při zrání hroznů probíhá dvěma způsoby a to v období tvorby bobulí a druhá syntéza probíhá v období zaměkávání bobulí a koncem zrání (Baroň, 2013).

Pro kvalitu hroznů je klíčový obsah asimilovatelného dusíku, jenž se skládá z volných aminokyselin, které jsou hlavní složkou a amonných iontů.

K nejvíce zastoupeným aminokyselinám v hroznech patří arginin a prolin. Arginin je dominantní aminokyselinou, která tvoří 6-40% celkového obsahu moštu během zpracování zralých hroznů.

Zvyšování aminokyselin začíná v období zaměkání bobulí. Aminokyselina prolil se hromadí v bobulích po období zaměkání a postupně se jeho obsah navyšuje. Hromadění argininu nastává před zaměkáním a ve druhé polovině zrání hroznů postupně klesá.

V nezralých hroznech je více jak polovina dusíkatých látek zastoupena amonnými ionty. Po zaměkání bobulí se obsah amonných iontů snižuje a započne se růst organických dusíkatých látek. Během procesu zrání se obsah aminokyselin zdvojnásobuje a ve zralém moštu zastupují aminokyseliny 50-90% celkového dusíku. Koncem zrání se tedy obsah dusíku zvyšuje (Baroň, 2013)

### 3.7.6. Tvorba fenolických látek

Fenoly jsou sloučeniny s hydroxylovou skupinou vázanou na uhlík aromatického jádra. Fenoly jsou většinou krystalické látky, omezeně rozpustné ve vodě. Řada jednoduchých fenolů denaturuje bílkoviny, a některé jsou významně toxické. Ve srovnání s alkoholy se fenoly chovají ve vodném prostředí jako velmi slabé kyseliny. Ve vodě nerozpustné fenoly lze rozpustit ve vodném roztoku silného hydroxidu, přičemž vzniká fenolátový anion (Dostál a kol., 2008).

Fenoly, které v rostlinách tvoří velmi širokou skupinu látek, se rozdělují na:

- fenolové kyseliny,
- třísloviny,
- flavonoidy (flavonoly, flavanoly, proanokyany, anthokyany, leukoanthokyany, flavanony, isoflavonoidy),
- stilbeny,
- ligany.

V hroznech jsou nejčastěji zastoupeny:

- fenolové kyseliny (k.protokatechová, k.gallová, k.digalová),
- flavony a flavonoly,
- anthokyany,
- třísloviny.

Hlavním a současně i nejpočetněji zastoupeny hroznech jsou anthokyany a třísloviny, které jsou obsaženy hlavně v hroznech modrých odrůd. Jedná se o flavonoly, významné v odrůdách bílých a červených. Mají většinou žlutou a žlutozelenou barvu. Flavon-3-oly jsou katechiny, vyskytující se hlavně jako polymerované třísloviny. Anthokyany jsou zbarveny v rozmezí barev modré, fialové či červené v závislosti na pH prostředí, a na příslušném aglykonu a přítomnosti kovů, s nimiž jsou v komplexu. V našich podmínkách hromadění anthokyanů trvá 60 - 70 dnů a začíná při asi 60 g.l-1 cukrů v dužnině. Jejich tvorbu nepříznivě ovlivňuje nedostatek vody v půdě, přebytek přijatelného dusíku v půdě a nedostatek slunečního svitu (Anonym, 2015).

**Anthokyany**

Obsah anthokyanů v bobulích révy vinné se zvětšuje od fáze zaměkání k fázi zralosti. U většiny odrůd révy vinné se antokyany nacházejí pouze v horních vrstvách buněk slupky. Pouze odrůdy nazývané „barvířky“ obsahují anthokyonová barviva i v dužině.

Ústředním antokyanovým barvivem v bobulích hroznů je malvidin. Bobule také obsahuje delphinidin, kyaniduj, perunicin a peonidin. Zpravidla se tyto látky vyskytují ve formě 3-glukosidu, také jako estery s kyselinou octovou, kyselinou koumarovou a kyselinou kávovou. Antokyany jsou podstata barevnosti červených a růžových vín (Anonym, 2015).

**Třísloviny**

Další důležitou skupinou fenolických sloučenin jsou taniny neboli třísloviny. Do těchto skupin se řadí sloučeniny jako flavan-3-oly, kam začleňujeme katechin, epikatechin, jejich dimery, trimery a různé vyšší oligomery. Taniny se nacházejí v třapině, slupkách a semenech hroznů. Důležité jsou taniny obsažené ve slupkách a semenech, které ovlivňují konečné vlastnosti vína. Koncentrace a struktura tříslovin se v průběhu dozrávání mění. Nejvyšší obsah tříslovin je v hroznech začátkem zrání. Během dalšího zrání a přezrávání jejich obsah postupně klesá. V semenech obsah taninů klesá během vybarvování hroznů do doby zralosti. Třísloviny obsažené ve slupce mají složitější strukturu a jsou stálejší v průběhu dozrávání. Syntézu a kumulaci tříslovin ovlivňuje odrůda, půdní, klimatické a agrotechnické podmínky (Anonym, 2015).

### 3.7.7. Tvorba aromatických látek

Nejobsáhlejší koncentrace aromatické látky je ve slupce bobuli révy vinné. Jsou to těkavé látky, které jsou směsí aromatických a alifatických alkoholů, jejich esterů s kyselinami, aldehydů a heterocyklických sloučenin. Syntetizují se ze sacharidů nebo jako produkty odbourávání bílkovin. Složení aromatických látek a jejich poměrů je závislé na odrůdě. Monoterpeny, Norisopronoidy, Methoxypyraziny, Thioly tato skupina aromatických látek je jedna z nejčastějších u hroznů révy vinné.

Vývoj aromatických látek je závislí na volné a vázané formě, tyto formy monoterpenolů se hromadí v průběhu zrání. Skupina monoterpenů se začíná snižovat souběžně se zvyšováním cukrů v bobulích a nepřetržitě se akumulují i v období přezrávání hroznů. Aromatické látky ze skupiny $C_{13}$ – norisoprenoidy se vyvíjí podobným způsobem jako monoterpeny. Obsah karotenoidů klesá v závisloti se změnou barvy hroznů, což souvisí se vzrůstající akumulací derivátů $C_{13}$ – nerisoprenoidů obzvláště v jejich glykosidických formách. Tyto změny jsou podpořeny činností enzymu, a to nejprve v oxidačním rozkladu karotenoidů a poté v glykosilačním mechanismu. Jestliže jsou hrozny vystaveny slunečnímu záření v průběhu zrání dochází k urychlení narušení hromadění karotenoidů, které je doprovázeno nárůstem obsahu glykosidačních derivátů C13 – norisoprenoidů.

Nezralé hrozny obsahují také aromatickou látku methoxypyrazin, který je v tomto nezralém období v největší koncentraci. Postupem dozrávání však klesá díky vlivu slunečního záření. Odbourávání methoxypyrazinu je zřejmě způsobeno citlivostí těchto

sloučenin na světlo (Ribéreau-Gayon et al., 2000).

### 3.7.8. Tvorba rostlinných hormonů a jejich úloha při zrání hroznů

Hormony jednoznačně ovlivňují proces zrání bobule již od oplodnění do fáze zaměkávání. Mezi rostlinné hormony řadíme především - etylén, kyselina abscisová, brassinostroidy, gibereliny, auxiny, cytokininy, kyselina salicylová, jasmonáty. Tyto hormony se podílejí na buněčném dělení, akumulaci cukrů, akumulaci fenolických látek, vývoji chuti a aromatu atd. Většina hormonu dosahuje nejvyšší koncentrace ve fázi před zaměkáním, během procesu dozrávání se koncentrace postupně snižuje. (Symons, a kol. 2006).

**Etylen**

Hrozny jsou charakterizované jako neklimakterické plody a při dozrávaní nezvyšují produkci $CO_2$ a etylenu. V bobulích nebyl prokázán přímý vliv etylenu na zrání bobulí jako u jiných ovocných druhů. Nejvyšší koncentrace etylenu je během kvetení, týden po odkvětu se jeho obsah v bobuli snižuje. Během zrání bobulí je koncentrace v bobuli neměnná. Nejvyšší citlivost k etylenu v bobulích bývá spojována s úbytkem auxinů (Tesniéret a kol. 2004; Michlovský, 2014).

**Kyselina abscisová**

Tato kyselina je považována za majoritní rostlinný hormonů ovlivňující zrání bobulí. Obsah kyseliny abscisové bývá vysoký na počátku vývoje a později klesá až do doby zaměkání. Následně dochází ke zvýšení obsahu v počátečních fázích akumulace cukrů. Ve slupce a semenech je její hladina vyšší než v dužnině. Kyselina abscisová se účastní na biosyntéze antokyanů a hromadění cukrů v bobulích. Obsah této kyseliny se zvyšuje stresem vyvolaný suchem nebo při vodním stresu. Také má pozitivní účinky na tvorbu sekundárních metabolitů (antokyanů a taninů), (Davies a Böttcher, 2009; Zhang, 2003).

**Brassinosteroidy**

Tyto rostlinné hormony ovlivňují růstové a i reprodukční procesy, podněcují růst i dělení buněk, vyvolávají kvetení, zrání plodů, klíčení semen, tvorbu a růst kořenů, působí na fotosyntézu, asimilaci uhlíku a fixaci dusíku. Vysoký obsah se nachází při kvetení a v mladých bobulích, před zaměkáním se jejich obsah snižuje. Během fáze zaměkání koncentrace brassnosteroidů znovu vzrůstá (Symons, a kol. 2006).

**Gibereliny**

Gibereliny podněcují dělení, prodlužování buněk a kvetení. Koncentrace je nejvyšší v období kvetení a na počátku vývoje bobule postupně klesá (Michlovský, 2014)

**Auxiny**

Auxiny urychlují růst mladých částí stonků, podporují prodlužování buněk. Nejvýznamnějším zástupcem auxinů v bobuli je indol-3-kyselina octová. Nejvyšší množství obsahuje bobule v počátku vývoje, postupně klesá až do zanedbatelného množství, které je při zaměkání. Nachází se více v dužnině než v semenech. Brzdí zrání a snižují kyseliny, obsah chlorofylu v bobuli.

**Cytokininy**

Jsou transportovány vodivými pletivy jak xylémem, tak floémem. Tvoří se převážně v kořenech, odkud jsou rozváděny do ostatních části rostliny a do bobulí. Stimulují dělení buněk, růst kořenů a fotosyntézu. Inhibují apikální dominanci. Nachází se převážně v dužnině a brzdí vývoj bobule.

**Kyselina salicylová**

V rostlině plní funkci obranných mechanismů zvláště vůči stresu. Oddaluje vývoj barvy bobule a celkově její zrání.

**Jasmonáty**

V rostlinách se kyselina jasmonátová obecně vyskytuje při biotickém i abiotickém stresu. První náznaky obsahu jsou v době buněčného dělení a intenzivního růstu. Po třicátém dni od květu se koncentrace snižuje a zůstává tak až do období počátku zrání. (Michlovský, 2014).

## 3.8. Fyzikální vlastnosti ovoce

Příjemná chuť ovce je do jisté míry závislá na fyzikálních vlastnostech buněk plodu. Při procesu zrání rostlinné buňky narůstají a vytváří dužninu ovoce. Díky zvětšování buněk ztrácí ovoce svou pevnost a stává se křehčím a chutnějším. Tedy ubývá protoplasmy a vakuoly se zvětšují. Složení a fyzikální vlastnosti buněčných stěn jsou v blízké souvislosti s pevností plodů. Když plod zraje nerozpustný protopektin se mění na rozpustný pektin. Buněčné stěny jsou bez protopektinu velmi tenké a křehké,

takže popraskají a jejich obsah prostupuje do mezibuněčných prostorů. Vlastnosti takových to plodů jsou velmi šťavnaté a rozplývavé. Ovoce s malými mezibuněčnými prostory, rychleji přezrávají. Většina buněk je ve styku s mezibuněčnými prostory, které jsou vyplněny vzduchem.

Fyzikální vlastnosti bobulí hroznů révy vinné tvoří především velikost, tvar, objem, hustota a textura.

Velikost, tvar a objem spolu úzce souvisejí, jelikož se tyto vlastnosti během zrání mění, mohou sloužit k určení sklizňové zralosti (Thompson, 2003; Serpil a Servet, 2006).

### 3.8.1. Textura ovoce

Textura je jedním z nejdůležitějších atributů, kterou spotřebitelé používají k posouzení kvality potravin. Textura ovlivňuje, jaký pocit v ústech výrobek vyvolává. Týká se hustoty, viskozity, povrchového napětí a dalších fyzikálních vlastnosti výrobku. Změna ve způsobu, jakým se pohybuje či plyne potravina v ústní dutině, má silný vliv na vnímání kvality výrobku (McKenna, 2003).

Textura je soubor mechanických strukturně-látkových, u rostlinných orgánů též anatomických a morfologických vlastnosti, které vnímáme svalovými orgány a tlakovými receptory v ústech, případně prstech, či při kousání, žvýkání a polykání (Kopec a Horčin, 1997). Textura souvisí se smyslovými, strukturálními a fyzikálními parametry. Při analýze texturních vlastností se využívají instrumentální metod, které nemusí být vždy zaměřené pouze na strukturu, ale také na zralost ovoce.

Pevnost ovoce či produktu je v mnoha případech poměrně dobrým ukazatelem texturních vlastností a je snadno mechanicky měřitelný (Jongen, 2002).

### 3.8.2. Texturní vlastnosti ovoce

Texturní vlastnosti jsou skupinou fyzikálních vlastností, které vyplývají ze stavebních prvků potravin, jsou vnímány dotykem, souvisí s deformací, rozkladem potravin (Bourne, 2002). Texturní vlastnosti se dělí do tří skupin: mechanické, geometrické a ostatní.

**Mechanické vlastnosti**

a) Primární

- **Pevnost** – síla potřebná ke stlačení sousta mezi stoličkami nebo mezi jazykem a patrem. Nejpoužívanější metodou hodnocení pevnosti ovoce je pentrometr. Tato metoda je založena na síle, která je potřebná k propíchnutí ovoce pomocí sondy (Jongen, 2002).
- **Soudržnost** – rozsah, ve kterém může být sousto deformováno předtím, než praskne.
- **Pružnost** – také „elasticita“ je stupeň obnovení deformovaného sousta po odstranění deformující síly. Pro hodnocení pružnosti ovoce se požívá koeficient pružnoti. Tento koeficient definuje pružnost jako poměr namáhání tlakem ku deformaci. Hodnota deformace se pohybuje pod inflexním bodem stresové křivky, ovoce je tedy možné měřit nedestruktivními metodami. Měřící přistroj, který se používá je penetrometr. Výsledný koeficient se používá pro určení pevnosti ovoce (Fekete, 2011).
- **Přilnavost** – síla potřebná k odstranění sousta, které se přilepí k ústům v průběhu jeho normálního procesu pozření.
- **Viskozita** – síla potřebná na stáhnutí tekutiny ze lžíce na jazyk nebo rozetření na podklad (Kopec, 2008; Štětina, 2007).

b) Sekundární

- **Křehkost**- síla, při které se sousto drobí, praská nebo roztříští v průběhu jeho deformace. Křehkost nebo také lomivost je výsledkem vysokého stupně pevnosti a nízkého stupně přilnavosti.
- **Žvýkatelnost**- doba nebo počet žvýknutí potřebné k rozmělnění potravy do potřebného stavu pro polknutí.
- **Gumovitost** – hustota, která přetrvává v průběhu rozžvýkání tedy energie potřebná k rozložení sousta do ustáleného stavu pro polknutí (Kopec. 2008).

**Geometrické vlastnosti**

Geometrické vlastnosti jsou ty, které lze odvodit z geometrie pevného tělesa nebo částice. Slouží jako prostředek k vyčíslení velikosti tvaru a nepravidelného tvaru částic.

- Částice podle velikosti a tvaru – krupičné, zrnité, hrubé.
- Částice podle tvaru a orientace- vláknité, buněčné, krysalické.

**Ostatní vlastnosti**

- **Stupeň vlhkosti –** suchý, vlhký, mokrý, vodnatý.
- **Obsah tuků –** olejnatost (olejovitý), mastnost (mastný), (Kopec, 2008).

Vlastnosti vztahující se k textuře bobulí révy vinné jsou především pevnost, křehkost, pružnost a šťavnatost (Salunkhe, 2000).

### 3.8.3. Hodnocení textury

Texturní analýza je analytická technika používaná k vymezení a kontrole fyzikálních vlastností potravin (Bourne, 2002).

**Senzorické hodnocení textury**

Senzorická analýza, je metoda objektivního hodnocení subjektivních vlastností. Pro přesný způsob zhodnocení je potřeba kvantifikace smyslových pocitů. Pro účely senzorického hodnocení se nejčastěji využívá test profilu textury. Při určování texturního profilu se sledují pocity při žvýkání a analyzují se jednotlivé vnímané pocity. V tomto případě se hodnotí tlak potřebný na rozkousnutí vzorku, zachycuje se postup drcení vzorku a změna textury při žvýkání. Dílčí znaky textury daného produktu se hodnotí bodovacím systémem a průměry údajů všech kvalifikovaných hodnotitelů se statisticky zpracovávají. Tento tes se uplatňuje při výběru nových odrůd, zjišťování náchylnosti na poškození a při určování optimálního termínu sklizně (Ústav konzervace potravin a technologie masa, 2007).

**Instrumentální hodnocení textury**

V poslední době se vyskytují snahy o zvedení použití instrumentálních metod pro hodnocení senzorické jakosti, které poskytují dobře opakovatelné a snadno reprodukovatelné výsledky. Časové nároky na analýzu jsou poměrně malé a výsledky lze jednoduše zpracovat statistickými parametrickými metodami (Kinclová et. al, 2004). Instrumentální metody se dělí na základní, empirické a imitativní.

**Základní metody** – stanovení dobře definovaných reologických veličin (viskozita, modul pružnosti, relaxační čas). Jsou přesně definovatelné rozměry vzorku, plocha a směr působení. U přístroje je nutná doba kalibrace. Mezi negativa této metody patří špatná korelace se senzorickými metodami, neúplná charakterizace textury, nehomogennost vzorku (Krkošková, 1986).

**Empirické metody** – stanovení mechanické veličiny jako (síla, rozměr, rychlost, deformace), mající podle zkušenosti vztah k textuře. Jsou jednoduché, rychlé, vhodné pro rutinní kontrolu. Mají dobrou korelaci se senzorickými metodami. Lze jimi měřit velký vzorek. Obvykle se měří jen jedna veličina. Metoda je závislá na přípravě vzorku, vlastnostech sondy a rychlosti. Negativní je obtížná kalibrace (Krkošková, 1986).

**Imitativní metody** – měření mechanických veličin za podmínek imitujících namáhání vzorku při konzumaci a manipulaci. Dobrá je korelace se senzorickými metodami a charakterizace textury. Měřitelné veličiny nemají fyzikální ekvivalent. Záleží na přípravě vzorku, vlastnostech sondy, způsobu deformace a rychlosti. Síla, deformace a čas jsou základní proměnné při studiu mechanických vlastností potravin (Krkošková, 1986).

Pevnost ovoce je jedním z nejdůležitějších ukazatelů zralosti ovoce. Používá se pro zhodnocení míry zralosti a stavu ovoce. Pro toto stanovení se používají měřicí přístroje jako Magness-Taylorův penetrometr, Effegiho penetrometr, Taylorův penetrometr, Durofel a Zwick densimeter. Penetrometr zaznamenává maximální sílu, která je nezbytná k protlačení kovové sondy do dužniny plodu do určité hloubky nebo k prasknutí bobule. Zatímco densimeter téměř nedestruktivně zjišťuje rozsah síly použitě na tlak odpruženého jazýčku proti povrchu plodu. Nevýhoda těchto ručně ovládaných přístrojů je, že jsou závislé na uživateli. Tento nedostatek se však dá ovlivnit použitím univerzálního zkušebního přístroje, a dále v nastavení rychlosti a provedení kontrolních testů.

Pevnost a další mechanické vlastnosti jsou určeny především vlastnostmi stěny buňky, jejich mechanickou pevností, vzájemnou kohezí mezi stěnami sousedních buněk a buněčným napětím (turgorem). Pevnost pletiva je geneticky podmíněna a současně ovlivněna klimatickými podmínkami během zrání. Studium deformace bobulí umožňuje získat informace o chování buněk, především pak jejich stěn pod napětím.

Fyzikální vlastnoti bobulí révy vinné a jejich změny během zrání jsou velmi významné z hlediska určení optimálního vývinu bobulí, výběru vhodného data sklizně a v neposlední řadě mohou ovlivnit také kvalitu budoucího vín (Nedomová, 2012).

## 3.9. Faktory ovlivňující kvalitu a zrání hroznů révy vinné

Kvalita hroznů není spojována jen s cukernatostí, ale je tvořena komplexem rozmanitých látek. Jejich poměr v bobulích je ovlivněn mnoha faktory jako odrůda révy lokalitou, zralosti hroznů, agrotechnickými zásahy a choroby i škůdci.

Počasí a fenologie révy vinné jsou společně velmi úzce spojeny. Výkyvy kvality v jednotlivých letech se téměř vždy vysvětlují přes proměnlivosti, které jsou způsobeny klimatickými faktory a nástupy jednotlivých fenofází.

Evropa má různé klimatické oblasti, ale na většině území Evropy panuje mírné klima. Na základě klimatických podmínek jsou evropské vinohradnické oblasti klasifikovány do tří různých zón. V každé z těchto tří zón jsou specifické podmínky pro pěstování vinné révy. Různá je jak kvalita hroznů (např. obsah cukru), tak intenzita infekčního tlaku chorob. Klima není stálé, ale neustále se mění. S těmito změnami se mění regionální podmínky pro pěstování révy především v hraničních oblastech

### 3.9.1. Klimatické podmínky

Klima nám udává teplotní, srážkové a světelné poměry v dané oblasti. Klimatický průběh a délka vegetačního období má přímý vliv na fenologická stádia révy vinné. Nejvýznamnější fenologická stadia pro kvalitu hroznů je kvetení, vývoj hroznů a zrání.

**Teplotní podmínky**

Teplota je klíčovým faktorem růstu kvalitních hroznů révy vinné – dýchání rostliny, transpirace a fotosyntézy. Příliš vysoké teploty nežádoucím způsobem urychlují zrání, nicméně při správné volbě odrůdy vzniká kvalitní hroznový materiál pro výrobu sladkých vín. Kvetení je nejvíce ovlivňováno teplotou. Teplota okolo 15°C může zpomalit průběh oplození. Teploty ještě nižší způsobují sprchávání květenství, a pylová zrna nedokáží klíčit a tím pádem ovlivnit celkovou úrodu. Teploty ovlivňují kvalitu hroznů v závislosti na odrůdě. Obecně vhodnější jsou nižší teploty 17-23°C, které podporují tvorbu aromatických látek a kumulaci anthokyaninových barviv a taninů ve slupce, ale příliš nízká teplota brání transportu látek pletivy.

Zaměkání hroznů je jednou z prvních fází zrání. Během zaměkání bobulí klesá koncentrace organických kyselin a zvyšuje se obsah cukru, anthokyaninových barviv, aromatických látek a klesá obsah taninů. (Ackermann a kol. 2002). Během této fenologické fáze má významný vliv vyšší teplota (Dominé a kol. 2005). Ta podporuje

tvorbu aromatických látek a společně se světlem podporuje prodýchání kyselin.

**Vlhkostní podmínky**

Dešťové srážky, resp. jejich průměrný úhrn, je dalším klíčovým faktorem v růstu a zrání révy vinné. Zásadně ovlivňují vlastní kubický objem sklizně a zásadně i kvalitu bobulí. Při vývoji hroznů dochází k růstu bobulí, hromadění kyselin, prekurzorů taninů, barviv a aromatických látek. V počátcích tohoto období má nedostatek vláhy příznivý vliv na kvalitu hroznů. Podporuje růst menších bobulí a tvorbu některých aromatických látek. U červených odrůd podporuje syntézu barviv. Na druhou stranu nadměrný nedostatek vody zpomaluje růst, fotosyntézu a příjem živin (Šafránková 2007). Zimní srážky zlepšují kvalitu sklizně, zatímco mírné úhrny letních dešťů pomáhají vytvářet bohaté hrozny bobulí, i když ne nutně nejvyšší kvality. Nejlepší kvalita hroznů je dosažena v případě, že jsou horká a relativně suchá léta (Anonym 2016). Aby se zamezilo zasychání hroznů nebo úpalu, musí mít réva dostatek vláhy. Stres způsobený suchem vede ke zvýšení terpenických sloučenin a k tvorbě norisoprenoidů. Naproti tomu nadbytek vláhy může vést až k praskání bobulí. Velké množství vody snižuje obsah cukrů a ovlivňuje charakter aromatických látek (Keller 2005).

**Sluneční podmínky**

Vývoj hroznů zásadně ovlivňují světelné a tepelné podmínky. Světlo podporuje fotosyntetické procesy, hromadění a tvorbu cukrů, aromatických látek jako terpenolů, karotenodidů a fenolických látek. Světlo podporuje tvorbu methoxypyrazinů, které jsou ve vyšších koncentraci odpovědné za nepříjemné aroma (Jackson, 2008). Sluneční záření přímo podporuje tvorbu barviv, cukru a některých aromatických látek, především norisoprenoidy vznikají fotolýzou karotenoidů (Orduňa, 2010).

### 3.9.2. Půdní podmínky

Při výběru pozemku je třeba dbát na využitelnost a dostatek, ale nikoli přebytek, makroprvků a mikroprvků v půdě. Množství anorganických živin je dáno mateční horninou, člověk je může prostřednictvím hnojiv doplňovat. Využitelnost živin v půdě je dána texturou. Réva pěstovaná na hlubší, úrodné půdě s vysokou zásobou vody je často velmi úrodná, ale poskytuje hrozny s nižší kvalitou. Zatímco půdy méně úrodné s hrubší texturou umožňují révě tvorbu rozsáhlého kořenového systému v hlubších vrstvách, čímž se keř stává odolnější a jeho úroda je kvalitnější. Při výběru stanoviště

musí být zohledněny typy půd. Méně vhodné jsou těžké, jílovité půdy, jejichž částice mají velký povrch a záporný náboj, takže na sebe váží kationty a vodu, tím pádem se stávají pro révu vinnou nevyužitelné.

Půdy s jemnou strukturou špatně zadržují teplo, protože obsahují drobné kapiláry obvykle plné vody. Při absorbování tepla se voda začne odpařovat a zemina ochlazovat. Pevnost jílovité půdy brání provzdušnění, kořeny révy tak zůstávají na povrchu a rostlina je citlivější na stres.

Kamenité půdy jsou méně povrchově aktivní. Kationty jsou tedy pro rostliny lépe využitelné. Nevýhodou je však nízká zádržnost vody. Voda z lehčích půd snadno odnáší živiny (Dominé a kol. 2005, Stevenson 2002). Kamenité půdy dokáží lépe kumulovat teplo. Tato vlastnos je velmi příznivá hlavně v podzimních měsících, během chladnějších nocí, kdy se z půdy uvolňuje přes den nahromaděné teplo a napomáhá zrání bobulí (Jackson 2008).

Půdní fauna a flóra vytváří humus, zpřístupňuje a napomáhá vstřebávání některých živin pro rostliny, především dusík. Půdní organismy napomáhají erozi hornin a upravují pH půdy, to ovlivňuje rozpustnost minerálních látek. Živá, zdravá a přístupná půda je nezbytným předpokladem pro správné vyzrávání hroznů. (Ackermann a kol. 2002).

### 3.9.3. Vliv výživy na kvalitu hroznů

Významné prvky, které ovlivňují metabolismus celé rostliny, jsou základním kamenem pro stavbu důležitých látek a fungování organismu. Tyto důležité makoelementy (dusík, fosfor, draslík, hořčík, vápník) vytváří společně s dalšími faktory kvalitu hroznů.

Dusík je důležitý prvek k výstavbě organických sloučenin. Je nepostradatelný především při růstu vegetačních orgánů, vývoji bobulí a při fotosyntéze. Nedostatek dusíku způsobuje hořkou chuť vína. Naopak nadbytek podporuje bujný růst a bohaté olistění, v případě nadměrného množství blokuje proces zrání, snižuje obsah fenolických látek a norisoprenoidů v bobulích (Keller 2005).

Fosfor podporuje tvorbu barviv (chlorofylu a anthokyaninů) v listech. Také ovlivňuje příjem některých mikroprvků, stavbu buněk, nukleových kyselin a účastní se přenosu energie organismu (Steidle, Renner 2004).

Síra se podílí na metabolismu cukrů, využití draslíku a ovlivňuje růst révy vinné,

syntézu bílkovin a chlorofylu.

Hlavní funkce draslíku spočívá při tvorbě a transportu asimilátů a fenolických látek. Při nedostatku draslíku jsou rostliny náchylné, především při vyzrávání hroznů a dřeva. Nedostatek se projevuje jak zhoršení kvality hroznů, tak nižším obsahem cukernatosti.

Hořčík je součástí chlorofylu, podílí se na syntéze proteinů a enzymatických reakcí. Při nedostatku dochází k odbourávání chlorofylu.

Vápník napomáhá při tvorbě buněčných stěn, membrán, protoplastů. Při nedostatku dochází k špatnému vývoji kořenů. (Keller 2005).

### 3.9.4. Zelené práce ve vinici

Zelené práce jsou preventivním předpokladem pro zajištění kvalitního rostlinného materiálu. Při včasném a kvalitním zásahu, dochází k správnému vývoji hroznů. Všechny zásahy jsou závislé na fyziologických pochodech rostliny v jednotlivých fenologických stádiích, z toho důvodu musí být vykonávány v přesně vymezeném období. V případě ideální aplikace může být ovlivněna tvorba a akumulace cukrů, aromatických a fenolických látek v hroznech. Mezi zelené práce řadíme operace, kterými regulujeme používání chemických přípravků, regulujeme výnos, upravujeme mikroklima a v neposlední řadě působíme preventivně proti poranění a chorobám či škůdcům révy vinné. Konkrétními operacemi, jako je podlom můžeme zamezit vysilování rostliny. Správné a přiměřené odstranění zálistků vede k optimálnímu upravení mikroklimatu keře, správné regulaci růstu výhonů a k hospodaření s živinami, především ke zvýšenému hromadění cukrů v hroznech (Jackson 2008; Stevenson 2002). Osečkování letorostů urychluje vyzrávání dřeva i hroznů, současně se zvýší výživa a regulace mikroklimatu ve vinici. Dosažení optimálního množství hroznů na keři a zvýšení kvality hroznů je docíleno regulací hroznů. Hlavní operací ovlivňující regulaci výnosu je řez révy vinné. Řez redukuje plodné dřevo, tím i listovou plochu i násadu hroznů a udává tvar keře. Pro tvorbu zásobních látek je důležitá celková listová plocha, která ovlivňuje jak zdraví a růst keře, tak množství i kvalitu úrody. Odlistění umožňuje provzdušnění révového keře, tím působí preventivně proti plísním. Je základní operací zlepšující světelné podmínky uvnitř révového keře a tím pádem ovlivňuje obsah cukrů, aromatických látek, barviv, fenolických látek a minerálních látek (Šafránková 2007).

# 4. MATERIÁL A METODIKA

Celkový plán experimentální části byl založen na srovnání tří odrůd révy vinné. Na těchto odrůdách byly sledovány základní kritéria pro stanovení stupně zralosti. Tyto hrozny byly sklizeny ve třech termínech podle stádia zralosti: nezralé v termínu sklizně 5. 9. 2015, zralé v termínu sklizně 15. 9. 2015, přezrále v termínu sklizně 25. 9. 2015. Kdy byly vždy u každé odrůdy a termínu sklizně odebrány tři hrozny. Hrozny byly vizuálně zhodnocené, a bylo na nich provedeno měření hmotnosti celého hroznu, hmotnost 10 bobulí, pevnost slupky, refraktometrické sušiny a titrační kyselost. K celkovému hodnocení bylo použito 27 hroznů révy vinné. Pokusy byly řešeny od 5. září 2015 až do 25. září 2015

## 4.1. Materiál

K experimentální části bylo použito tří odrůd révy vinné *Perun, Hibernal a Malverina*. Vzorky hroznů pochází ze školní akademické vinice v Lednici, která leží v Mikulovské vinařské podoblasti.

## 4.2. Metodika

Pro sklizeň a zpracování hroznů révy vinné je podstatné znát základní ukazatele zralosti. Jakou jsou refraktometrická sušina, pevnost slupky a dužniny plodu a veškeré kyseliny, hmotnost deseti bobulí, zralostní index.

Pro zjištění těchto ukazatelů bylo použito pomůcek a chemikálií: mechanický pákový penetrometr TESTES, refraktometr ATAGO, analytická váha, gáza, laboratorní sklo, hydroxid sodný 0,1 M roztok o známém faktoru, indikátor fenolftalein.

### 4.2.1. Vizuální hodnocení hroznů révy vinné

Vizuální zhodnocení je primárním faktorem při zhodnocení zralosti hroznu. Pro následující měření bylo potřeba zhodnotit ideální vzorek hroznu. Vzorky byly odebrány o průměrné velikosti a počtu bobulí 100-200 bobulí. Bobule a celý hrozen musely být v dobrém zdravotním stavu, bez napadení houbovými chorobami a škůdci. Vzorek byl odebrán z celé homogenní plochy vinice. Hrozen musel být vybírán tak aby bobule byly rovnoměrně vyzrálé. Odebrané vzorky byly převedeny do laboratoře bez známek poškození a následně na nich bylo provedeno měření.

### 4.2.2. Stanovení hmotnosti celého hroznu a 10 bobulí

Stanovení hmotnosti hroznů se provádělo pomocí analytických vah. Při vlastním vážení byla zjišťována také hmotnost 10 bobulí a hmotnost jednotlivých odrůd hroznů révy vinné.

### 4.2.3. Stanovení pevnosti bobule ručním penetrometrem

Při stanovení pevnosti bobule byl použit ruční penetrometr TESTES. Při vlastním měření se zpustil přístroj, nastavil na požadované jednotky. Pro stanovení bylo použito 30 bobulí od každé odrůdy. Každá z jednotlivých bobulí byla vložena mezi podstavcovou část a razidlo válcovitého tvaru o průměru 8mm. Následně je plod stlačován razidlem až po dobu prasknutí bobule. Naměřena hodnota x se použije k výpočtu penetračního napětí bobule.

Pevnost bobule se stanoví dle rovnice:

$$A = \frac{\pi d^2}{4}$$

$$F = x \cdot 9{,}806$$

$$P = \frac{F}{A}$$

A = plocha razidla [$mm^2$]

F = síla penetrometru [N]

PB = pevnost bobule [MPa]

x = hodnota odečtená z penetrometru odpovídající pevnosti bobule [kg]

d = průměr razidla [mm]

### 4.2.4. Stanovení obsahu veškerých kyselin

Z chemického hlediska se jedná o alkalimetrickou metodu, využívanou nejčastěji v potravinářství. Veškerými kyselinami ve vzorku se rozumí všechny kyseliny (volné, těkavé a kyselé soli) zjištěné titračně. U silně zbarvených roztoků se užije potenciometrické indikace bodu ekvivalence. U nezbarvených roztoků lze použít jako indikátor fenolftalein, který při pH 8,1 barví titrovaný roztok do růžova až červena.

**Příprava vzorku**

Bobule byly zhomogenizovány a jejich částice byly přefiltrovány přes gázu. Z tekutého podílu bylo odebráno potřebné množství k titraci. Do titrační baňky se odpipetovalo 2ml homogenátu, vzorek se zředil podle potřeby destilovanou vodou. K roztoku se přidaly 3-4 kapky fenolftaleinu a titrovalo se 0,1 NaOH za stálého míchání do prvního postřehnutelného světlerůžového zbarvení, které bylo stabilní.

Vypočet obsahu veškerých kyselin se vyjádřil na převládající organickou kyselinu, v tomto případě se jedná o kyselinu vinnou. 1ml 0,1 M NaOH odpovídá 0,0075 g kyseliny vinné.

Obsah titrovaných kyselin se stanoví dle rovnice:

$$\mathrm{TK} = \frac{\mathrm{a} \times \mathrm{f} \times 0{,}0075 \times 100}{\mathrm{n}}$$

TK = titrační kyseliny [%]

a = spotřeba 0,1M NaOH [ml]

n = množství použitého vzorku k titraci [ml]

f = faktor 0,1 M NaOH [mol]

## 4.2.5. Stanovení refraktometrické sušiny

Vzorky bobulí byly před vlastní analýzou ručně homogenizovány a šťáva byla přefiltrována přes gázu do kádinky. Před samotným měřením bylo potřeba seřídit refraktometr. Pro měření byly dostačující tři kapky vymačkané šťávy a po 3 s byl zobrazen výsledek [°Brix]. Přístroj je vybaven automatickou teplotní kompenzací a kalibruje se pomocí čisté vody stisknutím jednoho tlačítka. Metoda je založena na průchodu světla vzorkem.

Index lomu je fyzikální konstanta, využívající se k identifikaci a kontrole čistoty organických kapalných látek. Metoda vyvinutá k měření indexu lomu se nazývá refraktometrie. Základem této metody je zjištění mezního úhlu lomu. Index lomu v cukerném roztoku je závislý na koncentraci roztoku, kterou určujeme změřením indexu lomu. Každá z látek obsažená ve šťávě z ovoce se podílí na výsledném indexu lomu. Při takovém měření většinou převažují jednoduché cukry a sacharóza, organické kyseliny, rozpustné pektiny, které jsou v látce zastoupeny méně. Výsledek se tedy

vyjadřuje jako rozpustná sušina (RS) měřená refraktometricky ve °Rf nebo °Brix.

### 4.2.6. Stanovení zralostního indexu

Pro výpočet zralostního indexu jednotlivých odrůd bylo použito poměru mezi obsahem titračních kyselin, pevnosti bobule a refraktometrické sušiny u jednotlivých odrůd v závislosti na čase.

Zralostní index se stanoví dle rovnice:

$$\mathrm{ZI} = \frac{\mathrm{RS}}{\mathrm{TK} \times \mathrm{PB}}$$

ZI = zralostní index [-]

RS = refraktometrická sušina [°Brix]

TK = titrační kyseliny [%]

PB = pevnost bobule [MPa]

### 4.2.7. Statistické vyhodnocení

Pro zpracování jednotlivých údajů z experimentální části byly použity programy Microsoft Excel a Statistica. Statistické vyhodnocení bylo provedeno jednofaktorovou analýzou variance. Byly vyhodnoceny následující statistické veličiny: střední hodnota, směrodatná odchylka, interval spolehlivosti, F-test, hladina významnosti, korelační koeficient.

Střední hodnota $\bar{x}$ byla stanovena rovnicí:

$$\bar{\mathrm{x}} = \frac{1}{\mathrm{N}} \sum_{\mathrm{i}=1}^{\mathrm{N}} \mathrm{x_i}$$

kde $x_i$ označuje jednotlivá měření z celkového počtu $N$ měření. Pomocí střední hodnoty byla následně vypočtena směrodatná odchylka $\sigma$ pomocí následující rovnice:

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^{N} (x_i - \bar{x})^2}$$

Testové kritérium $F$ bylo stanoveno rovnicí:

$$F = \frac{\frac{1}{K-1}\sum_{i=1}^{L} n_i (x_i - \bar{x})^2}{\frac{1}{M-K}\sum_{j=1}^{K}\sum_{i=1}^{L}\left(x_{ij} - \bar{x}_j\right)^2}$$

kde $K$ označuje počet skupin měření, L označuje počet měření pro každou skupinu, M označuje celkový počet měření a $n_i$ značí počet měření ve skupině $i$. Následně byla pro každý test stanovena hladina významnosti $p$, pro kterou by se konkrétní uvažovaná hypotéza zamítla. Korelační koeficient $r$ byl pro veličiny $x$ a $y$ stanoven rovnicí:

$$r = \frac{\sum_{i=1}^{N}(x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^{N}(x_i - \bar{x})^2 \sum_{i=1}^{N}(y_i - \bar{y})^2}}$$

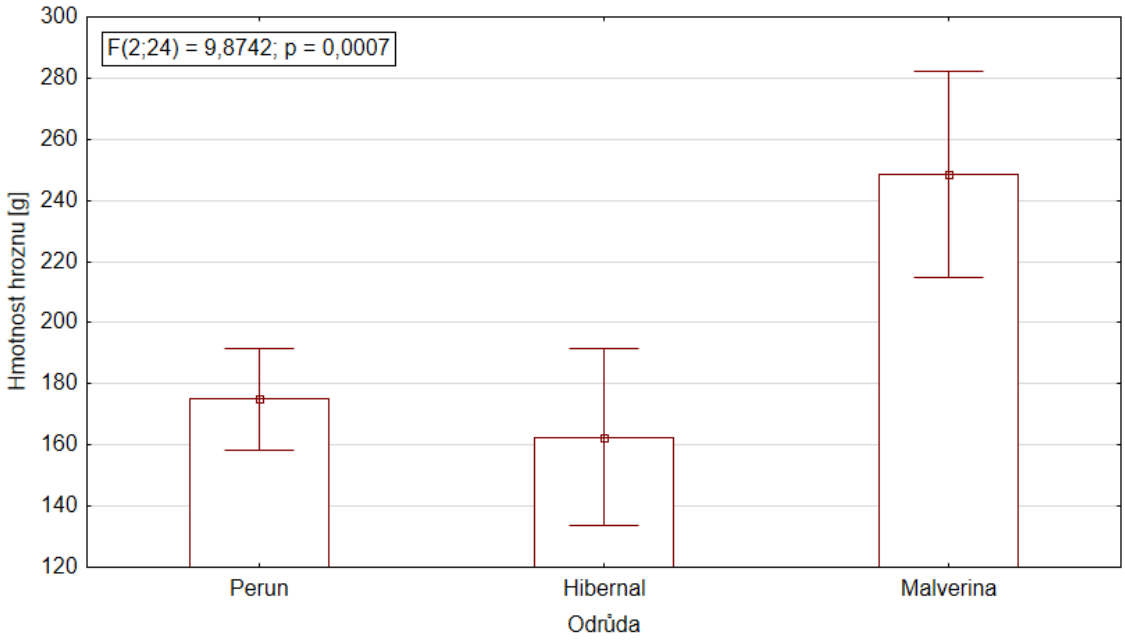
# 5. VÝSLEDKY A DISKUZE

V experimentální části byly zkoumány změny a vztahy mezi jednotlivými fyzikálně chemickými parametry hroznů révy vinné během procesu zrání. Změny byly pozorovány u již zmíněných odrůd Perun, Hibernal a Malverina. U výsledných grafů a tabulek je možné pozorovat statisticky průkazný nárůst obsahu cukrů, pokles titračních kyselin a snížení pevnosti slupky během procesu zrání a odlišný průběh dozrávní u všech zkoumaných odrůd. Dále byly naměřené rozdíly mezi jednotlivými odrůdami v hmotnosti hroznů, počtu bobulí na hroznu a jejich hmotnosti. Následující tabulky vždy obsahují průměrné naměřené hodnoty spolu s vypočtenými směrodatnými odchylkami. Grafy znázorňují vizuální reprezentaci jednotlivých tabulek. Je zde vždy zobrazena buď časová závislost zkoumané veličiny pro všechny testované odrůdy, závislost zkoumané veličiny na konkrétní odrůdě nebo závislost jednotlivých veličin u konkrétní odrůdy. Spolu s průměrnými hodnotami je v grafech znázorněn také intervalem spolehlivosti pro $\alpha = 0{,}95$.

## 5.1. Porovnání hmotnosti hroznů u jednotlivých odrůd

*Tabulka 2*: Průměrná hmotnost hroznu během zrání u jednotlivých odrůd.

| Hmotnost celého hroznu [g] | | | |
|---|---|---|---|
| Termín sklizně | Perun | Hibernal | Malverina |
| 5. 9. 2015 | 166,16±31,06 | 146,60±22,45 | 249,13±55,85 |
| 15. 9. 2015 | 170,96±14,45 | 193,43±60,73 | 272,23±55,38 |
| 25. 9. 2015 | 187,66±23,15 | 147,33±13,57 | 224,00±24,77 |
| **Průměr** | **174,93±25,59** | **162,46±44,03** | **248,46±51,52** |



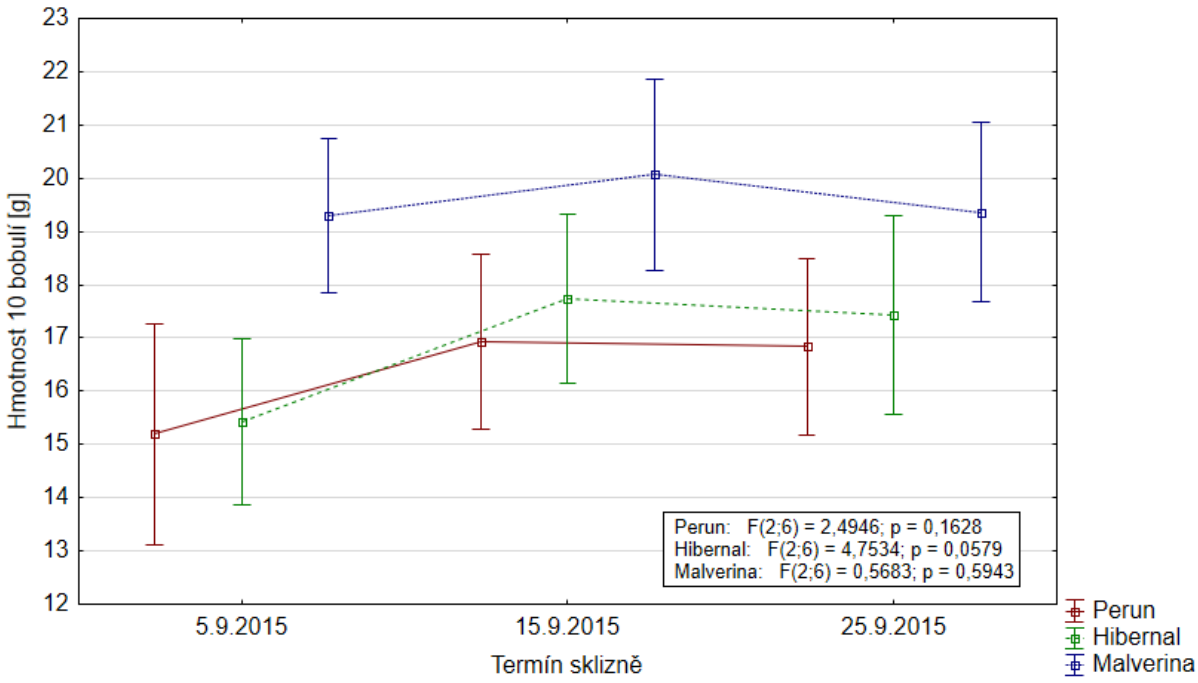

*Graf 1:* Průměrná hmotnost hroznu u jednotlivých odrůd.

Graf 1 jednoznačně prokazuje významný hmotnostní rozdíl hroznu odrůdy Malverina oproti odrůdám Perun a Hibernal. Průměrná hmotnost hroznu odrůdy Malverina je 245g, což je o 74g více než u odrůdy Perun a o 86g více než u odrůdy Hibernal. U této veličiny nebyla pozorována závislost na čase, protože by bylo třeba zkoumat vývoj hmotnosti konkrétního hroznu, což nebylo v tomto případě možné.

## 5.2. Změna hmotnosti deseti bobulí během zrání

*Tabulka 3:* Změna hmotnosti deseti bobulí během zrání u jednotlivých odrůd

| Hmotnost 10 bobulí [g] | | | |
|---|---|---|---|
| Termín sklizně | Perun | Hibernal | Malverina |
| 5. 9. 2015 | 15,20±2,19 | 15,46±1,86 | 19,30±1,10 |
| 15. 9. 2015 | 16,93±0,95 | 17,73±1,32 | 20,06±1,54 |
| 25. 9. 2015 | 16,83±1,17 | 17,43±1,71 | 19,36±0,81 |



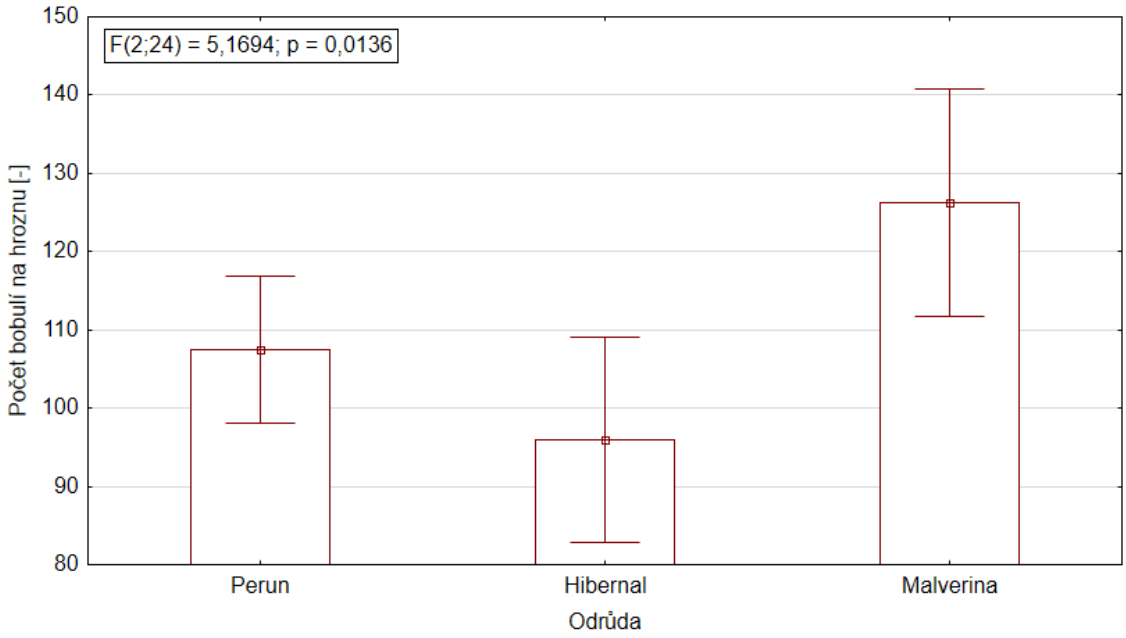

*Graf 2:* Vývoj hmotnosti 10 bobulí v závislosti na termínu sklizně pro všechny tři zkoumané odrůdy

V Graf 2 je možné sledovat mírný nárůst hmotnosti bobulí u odrůd Hibernal a Perun v období od 5. 9. 2015 do 15. 9. 2015. U odrůdy Malverina je v tomto období také možné vidět nárůst průměrné hmotnosti deseti bobulí, který ovšem není statisticky průkazný.

## 5.3. Porovnání počtu bobulí na hroznu u jednotlivých odrůd

*Tabulka 4*: Počet bobulí na hroznu u jednotlivých odrůd

| Počet bobulí na hroznu | | | |
|---|---|---|---|
| Termín sklizně | Perun | Hibernal | Malverina |
| 5. 9. 2015 | 109±06 | 94±04 | 128±22 |
| 15. 9. 2015 | 102±14 | 107±26 | 136±27 |
| 25. 9. 2015 | 112±18 | 86±17 | 115±08 |
| **Průměr** | **107±14** | **96±20** | **126±22** |



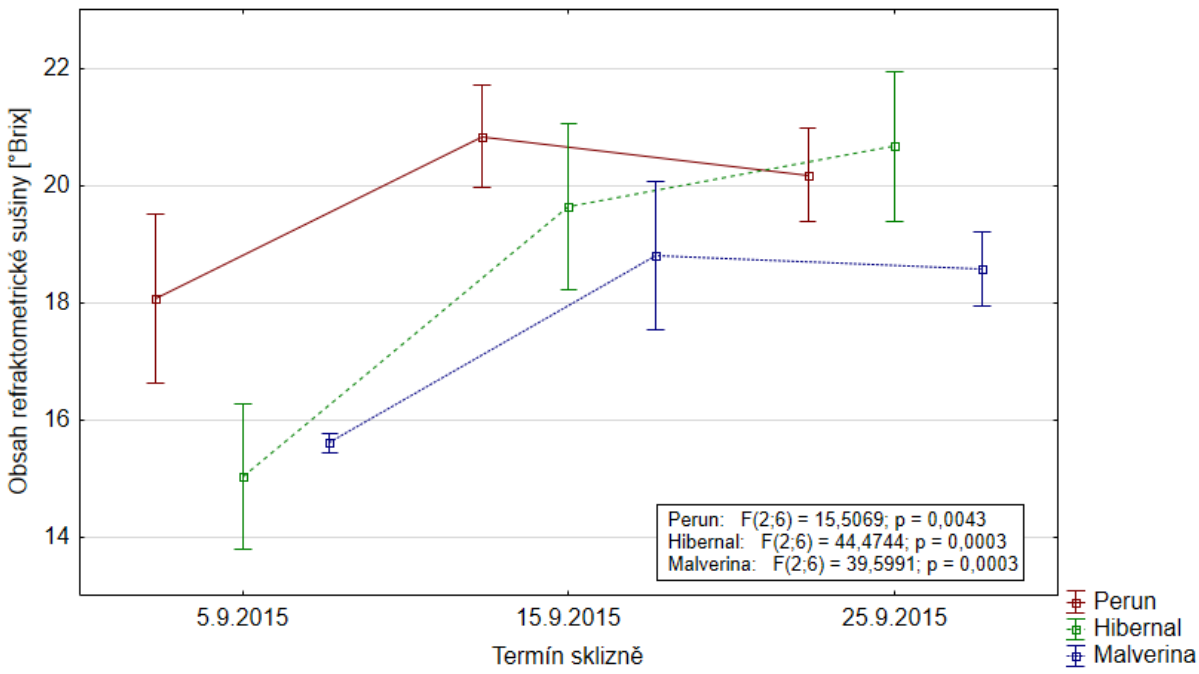

*Graf 3:* Průměrný počet bobulí na hroznu u jednotlivých odrůd

Při stanovení počtu bobulí na hroznu hráli roli ukazatelé hmotnost celého hroznu a hmotnost deseti bobulí, z nichž byl vypočítán průměrný počet bobulí na hroznu. Podle výpočtu je odrůda Malverina nejpočetnější v obsahu bobulí na hroznu, což je vidět v Graf 3. Průměrný počet bobulí u této odrůdy je 126. U odrůdy Perun je průměrný počet bobulí 107. Statisticky nejnižší počet bobulí má odrůda Hibernal, a to 96.

## 5.4. Zvyšování cukernatosti během zrání

*Tabulka 5:* Zvyšování cukernatosti během zrání u jednotlivých odrůd

| Cukernatost RS [°Brix] | | | |
|---|---|---|---|
| Termín sklizně | Perun | Hibernal | Malverina |
| 5. 9. 2015 | 18,07±1,10 | 15,03±0,99 | 15,6±0,08 |
| 15. 9. 2015 | 20,83±0,41 | 19,63±0,68 | 18,80±0,61 |
| 25. 9. 2015 | 20,16±1,75 | 20,66±0,97 | 18,56±0,30 |




*Graf 4:* Vývoj obsahu refraktometrické sušiny v závislosti na termínu sklizně pro všechny tři zkoumané odrůdy

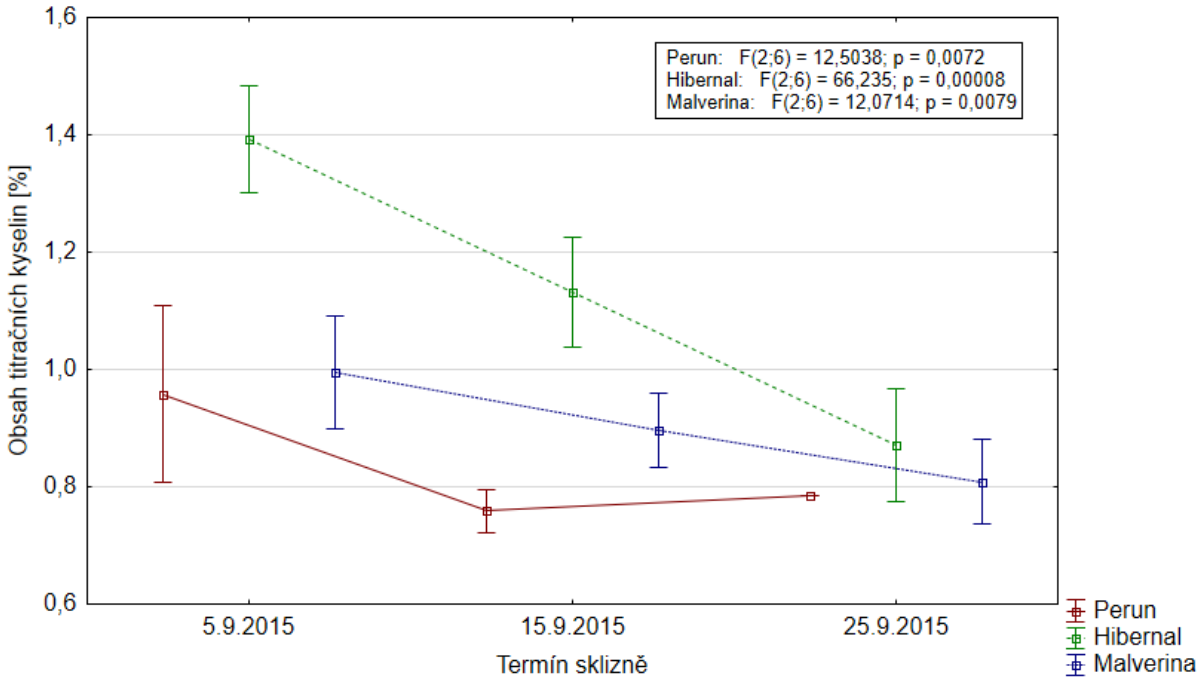
V Graf 4 je možné vidět u všech tří sledovaných odrůd průkazný nárůst refraktometrické sušiny od prvního termínu sklizně (5. 9. 2015) do druhého termínu sklizně (15. 9. 2015). Odrůda Hibernal vykazovala statisticky průkazný nárůst obsahu refraktometrické sušiny i v následujícím období, kdy u odrůdy Perun byl pozorován pokles obsahu refraktometrické sušiny, zatímco u odrůdy Malverina nedošlo k žádné výrazné změně.

Podle Gellera a Kurtutala (2013) je obsah cukrů ovlivňován také velikostí listové plochy, principem práce bylo porovnání obsahu rozpustné sušiny u letorostů se zásahem do listové plochy a bez zásahu. Prokázali že, nejvyšší obsah refraktometrické sušiny vykazovali ty odrůdy, které byly na keřích s nejrapidnějším zásahem do listové plochy.

## 5.5. Pokles obsahu titračních kyselin během zrání

*Tabulka 6:* Pokles titračních kyselin během zrání u jednotlivých odrůd.

| Titrační kyseliny TK [%] | | | |
|---|---|---|---|
| Termín sklizně | Perun | Hibernal | Malverina |
| 5. 9. 2015 | 0,95±0,19 | 1,39±0,17 | 0,99±0,04 |
| 15. 9. 2015 | 0,75±0,01 | 1,13±0,28 | 0,89±0,03 |
| 25. 9. 2015 | 0,78±0,00 | 0,87±0,04 | 0,80±0,03 |




*Graf 5:* Vývoj obsahu titračních kyselin v závislosti na termínu sklizně pro všechny tři zkoumané odrůdy

Z Graf 5 je možné u odrůd Hibernal a Malverina vyčíst lineární pokles titračních kyselin během celého zkoumaného období. U odrůdy Hibernal byl zaznamenán pokles titračních kyselin o 26mg/100g za den. U odrůdy Malverina byl tento pokles menší, konkrétně o 10mg/100g denně. Odrůda Perun vykazovala pokles titračních kyselin pouze v první polovině zkoumaného období a následně se obsah titračních kyselin mírně zvýšil.

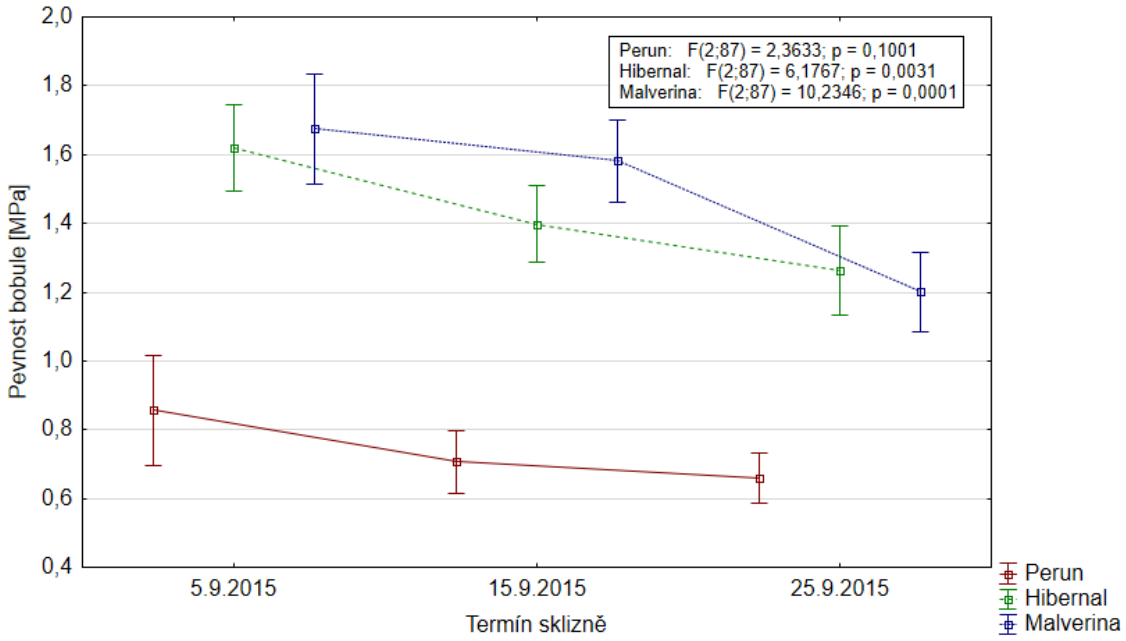
Podle Farkaše (1973) se v období růstu vlivem intenzivního dýchání obsah kyselin zvyšuje, teto jev není možné zhodnotit v závislosti na Graf 5. V průběhu zrání probíhají dva procesy, a to příliv volných i vázaných kyselin do bobulí, a také jejich

odbourávání vlivem zeslabeného dýchání a oxidace. Odbourávají se jen volné kyseliny, a to hlavně jablečná kyselina, jejíž obsah se podstatně zmenší. Obsah vázané jablečné kyseliny zůstává nezměněný. Obsah volné vinné kyseliny při zrání klesá, ale obsah vázané vinné kyseliny stoupá. Na formu a změny kyselin v období zrání hroznů mají vliv i minerální látky, a to zejména draslík, vápník, sodík, které se váží s kyselinami na soli. V období přezrávání bobulí dochází k odpařování vody, díky čemuž se šťáva v bobuli koncentruje. Po zbarvení listů a zdřevnatění třapin a stopek přestává přívod živin, a tedy i vody do bobulí. Bobule se scvrkávají, protože se z nich voda odpařuje a nenahrazuje, přitom se v nich koncentruje šťáva. Kyselin a tříslovin z důvodu různých biochemických změn ubývá. Tento jev shodný s výsledky dosaženými v této práci popisuje Laho a kol. (1970) v knize Vinárstvo.

## 5.6. Pokles pevnosti bobule během zrání

*Tabulka 7:* Pokles pevnosti bobule během zrání u jednotlivých odrůd

| Pevnost bobule [MPa] | | | |
|---|---|---|---|
| Termín sklizně | Perun | Hibernal | Malverina |
| 5. 9.2015 | 0,85±0,54 | 1,61±0,42 | 1,67±0,54 |
| 15. 9. 2015 | 0,70±0,30 | 1,39±0,42 | 1,58±0,41 |
| 25. 9. 2015 | 0,65±0,24 | 1,26±0,44 | 1,20±0,39 |




*Graf 6:* Vývoj pevnosti bobule v závislosti na termínu sklizně pro všechny tři zkoumané odrůdy

Graf 6 zobrazuje pokles pevnosti bobule během procesu zrání, který je ovšem statisticky prokazatelný pouze u odrůd Hibernal a Malverina. U odrůdy Hibernal byl zaznamenán pokles pevnosti bobule o 18 kPa za den. U odrůdy Malverina byl tento pokles větší, konkrétně o 24 kPa za den. Dále je z naměřených hodnot možné vyčíst, že odrůda Perun má výrazně nižší hodnoty pevnosti slupky než zbylé dvě odrůdy.

## 5.7. Korelace mezi jednotlivými veličinami

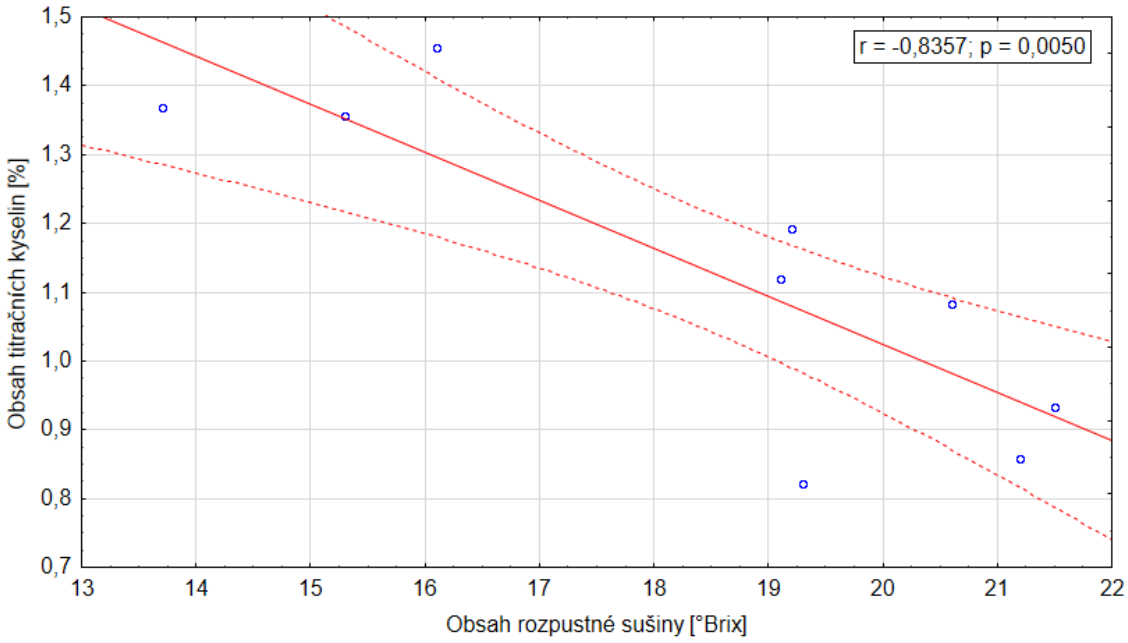
Korelace (z lat.) označuje vzájemný vztah mezi dvěma veličinami. Pokud se mezi dvěma veličinami ukáže korelace, je pravděpodobné, že na sobě závisejí, nelze z toho ovšem usoudit, že změna jedné veličiny je příčinou či následkem změny veličiny druhé. Byly zkoumány závislosti mezi všemi kombinacemi dvou různých veličin, a to u každé ze zkoumaných odrůd. Pouze u některých závislostí byla ovšem prokázána statistická významnost a ty budou blíže popsány. Do zhodnocení nebudou však zahrnuty korelace veličin spjaté s hmotností, jež nebyly statisticky průkazné ani v jednom případě. Nejvyšší korelace byla zjištěna mezi obsahem titračních kyselin a refraktometrické sušiny, konkrétně u odrůdy Hibernal. Přímou (pozitivní) korelaci mezi pevností slupky a obsahu titračních kyselin je možné vidět v Graf 9 a Graf 10. Nepřímé (negativní) korelace byly zjištěny při sledování závislosti obsahu titračních kyselin a refraktometrické sušiny a dále také u závislosti obsahu titračních kyselin a pevnosti

slupky. Ve všech následujících grafech je vidět, že korelace byla vždy určována pouze z devíti bodů, tj. tři měření pro každý termín sklizně. Pro přesnější výpočet korelačních koeficientů i zjištění statistické průkaznosti by bylo třeba více měření, což může být také jedním z důvodů, proč nebyla prokázána žádná korelace mezi libovolnými dvěma veličinami měřenými u odrůdy Perun. Pro vyvození přesnějších závěrů ohledně korelace mezi jednotlivými veličinami by také bylo nutné provést měření pro více termínů sklizně.

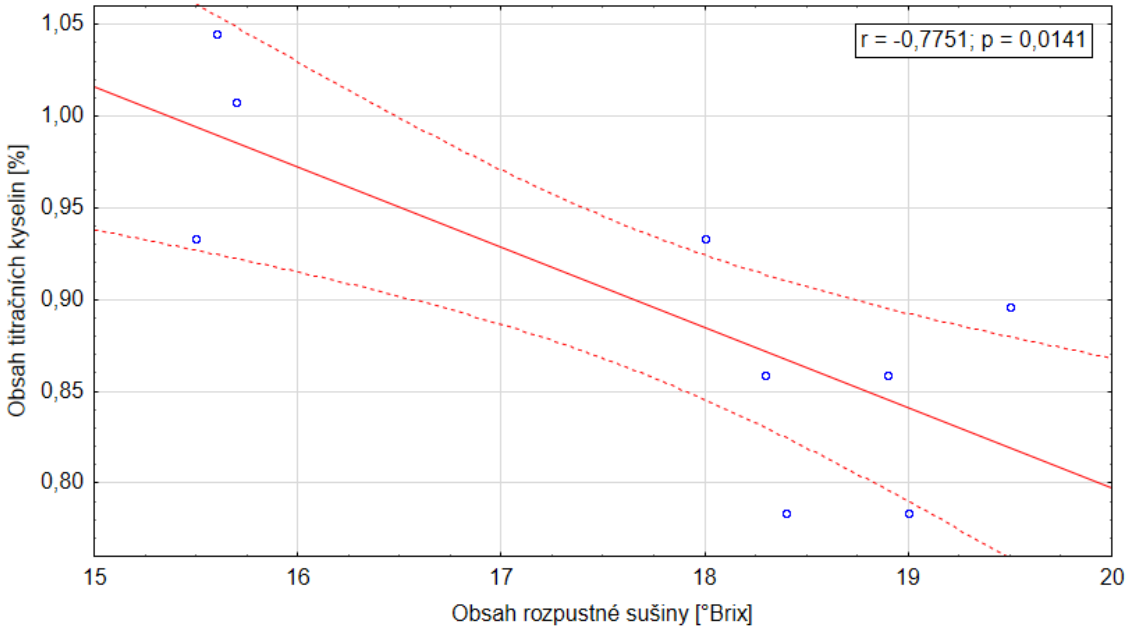
Ve všech grafech je kromě samotných bodů (modrá kolečka) znázorněna také regresní přímka (červená plná čára) spolu s intervalem spolehlivosti ($\alpha = 0{,}95$), jež je po obou stranách regresní přímky znázorněn pomocí přerušovaných červených křivek.

### 5.7.1. Korelace mezi obsahem titračních kyselin a rozpustné sušiny.

Byla prokázána nepřímá (negativní) korelace, která poukazuje na pokles obsahu titračních kyselin při zvýšení obsahu refraktometrické sušiny jak u odrůdy Hibernal, tak i u odrůdy Malverina (Graf 7 a Graf 8). U odrůdy Perun nebyla prokázána žádná korelace mezi zkoumanými veličinami. Tento poznatek korelace mezi obsahem titračních kyselin a refraktometrické sušiny odpovídá přecházejícím výsledkům, ve kterých byl zjištěn nárůst koncentrace refraktometrické sušiny a pokles titračních kyselin během zrání hroznů. Na základě těchto zjištění je možné konstatovat, že by v případě provedení více měření v různých termínech sklizně bylo s určitou pravděpodobností možné u daných odrůd odvodit hodnotu obsahu titračních kyselin z hodnoty obsahu refraktometrické sušiny a naopak.




*Graf 7*: Korelace mezi obsahem titračních kyselin a rozpustné sušiny u odrůdy Hibernal

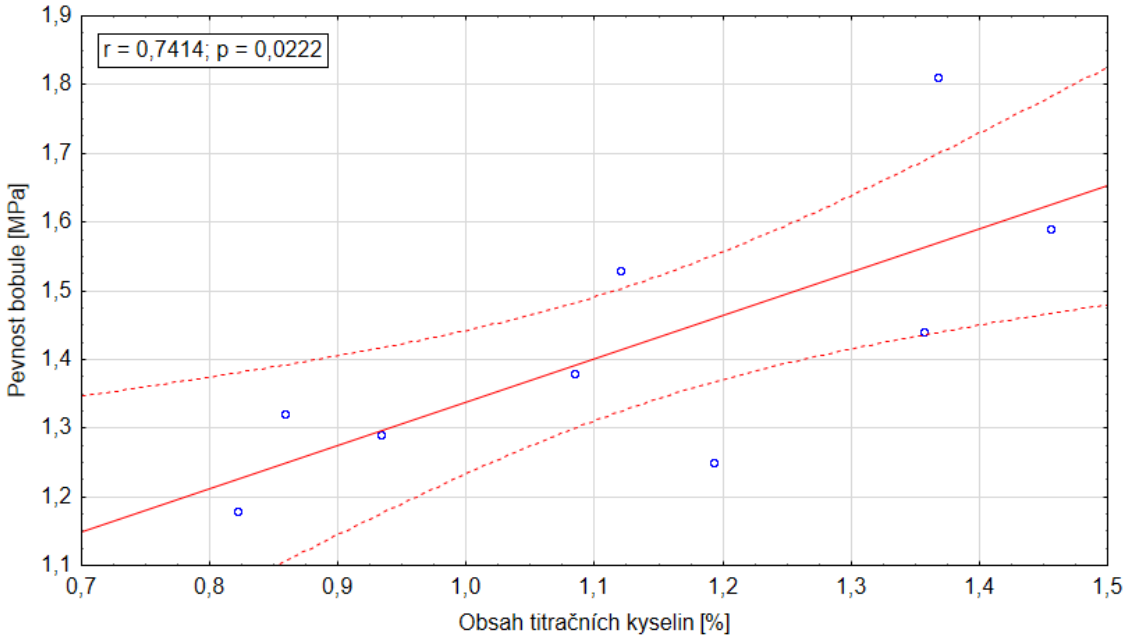



*Graf 8*: Korelace mezi obsahem titračních kyselin a rozpustné sušiny u odrůdy Malverina

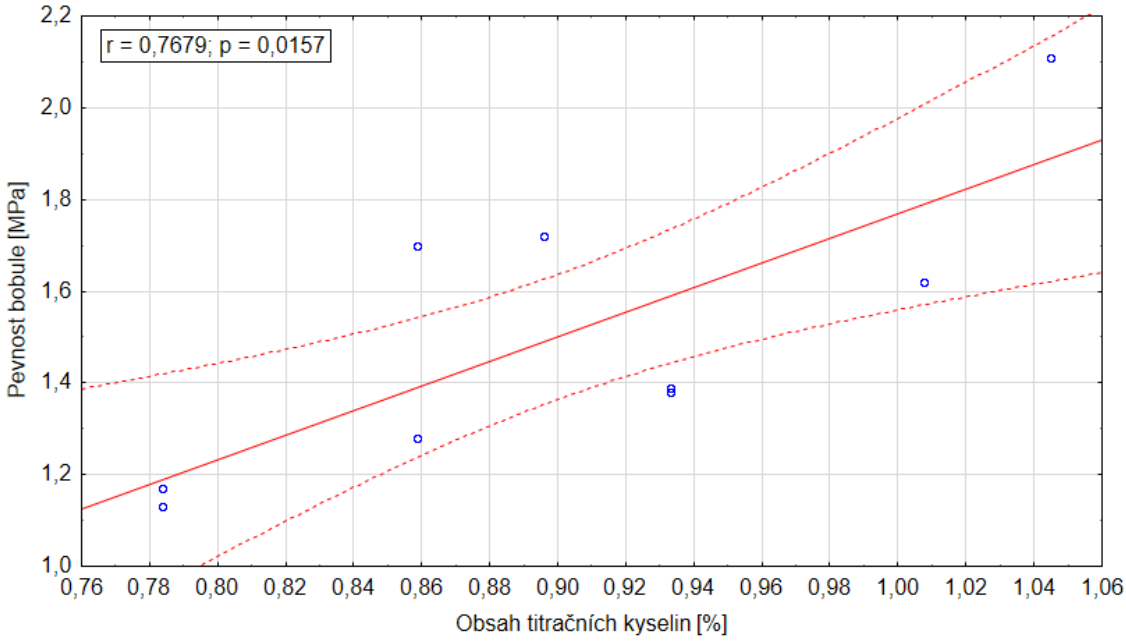
### 5.7.2. Korelace mezi pevností bobule a obsahu titračních kyselin

Graf 9 a Graf 10 znázorňují přímou (pozitivní) korelaci mezi pevností bobule a koncentrací titračních kyselin u odrůd Hibernal a Malverina. Přítomnost této korelace byla testována také u odrůdy Perun, bohužel ale nebyla statisticky průkazná. Ve

zmíněných grafech je možné vidět, že s rostoucí pevností bobule roste také obsah titračních kyselina a naopak. Stejně jako u předchozí korelace mezi obsahem refraktometrické sušiny a obsahem titračních kyselin je možné konstatovat, že by bylo teoreticky možné určit s určitou pravděpodobností hodnotu jedné veličiny při znalosti veličiny druhé a naopak. K tomu by bylo ovšem opět třeba provést více měření a ve více termínech sklizně.




*Graf 9*: Korelace mezi pevnosti bobule a obsahu titračních kyselin u odrůdy Hibernal

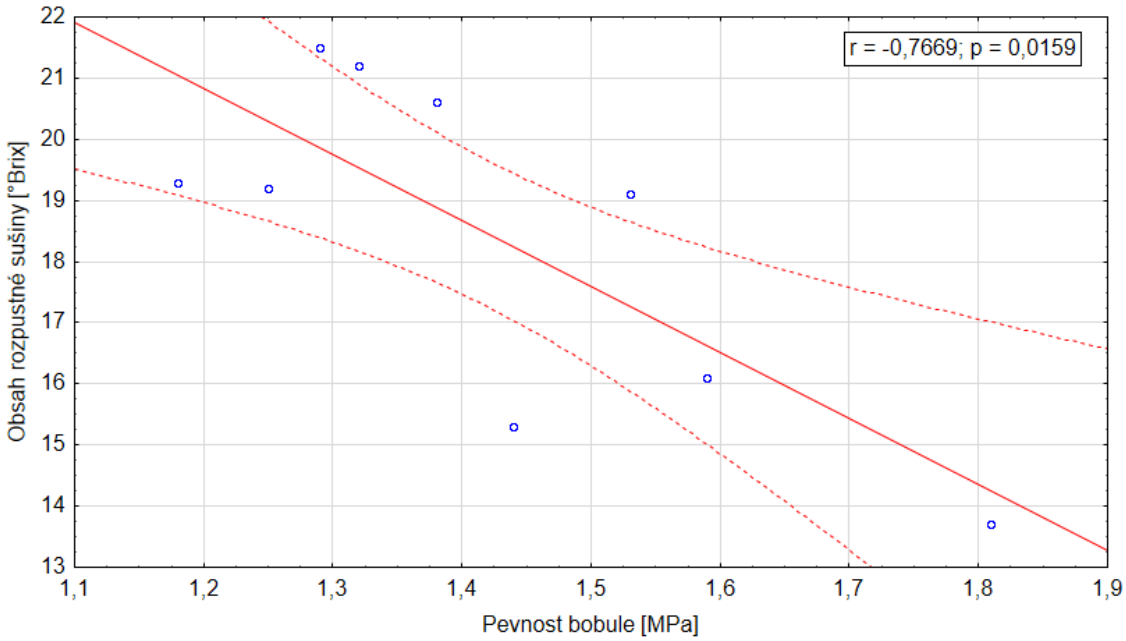



*Graf 10*: Korelace mezi pevnosti bobule a obsahu titračních kyselin u odrůdy Malverina

### 5.7.3. Korelace mezi obsahem refraktometrické sušiny a pevností bobule.

Byla prokázána nepřímá (negativní) korelace, která poukazuje na pokles pevnosti bobule se vzrůstajícím obsahem refraktometrické. Tento jev byl statisticky průkazný pouze u odrůdy Hibernal. I zde platí to, co bylo zmíněno u předchozích typů korelace, tedy teoretická možnost určit hodnotu jedné veličiny při znalosti hodnoty veličiny druhé. Tato možnost opět platí při splnění stejných předpokladů jako v předchozích případech.

Ukládání cukrů v bobuli je jednoznačně závislé na průběhu fotosyntézy a dále také na vývoji a objemu bobule. Odpařováním vody dochází ke zvyšováním obsahu vody v bobulích. Podle Schultze (2008) je přirozeně dosažený obsah cukrů v bobuli ovlivněn fyzikálně-chemickými faktory a genetickými dispozicemi dané odrůdy. Omezující faktor maximálního obsahu cukernatosti je však fyzikální vlastnost bobule. Zdravé bobule mohou obsahovat 200-250 g/l. Tyto hodnoty odpovídají osmotickému tlaku bobule 2,2 – 3,3 MPa a nemohou být překročeny, aniž by bobule nezačala praskat.




*Graf 11:* Korelace mezi obsahem rozpustné sušiny a pevnosti bobule u odrůdy Hibernal

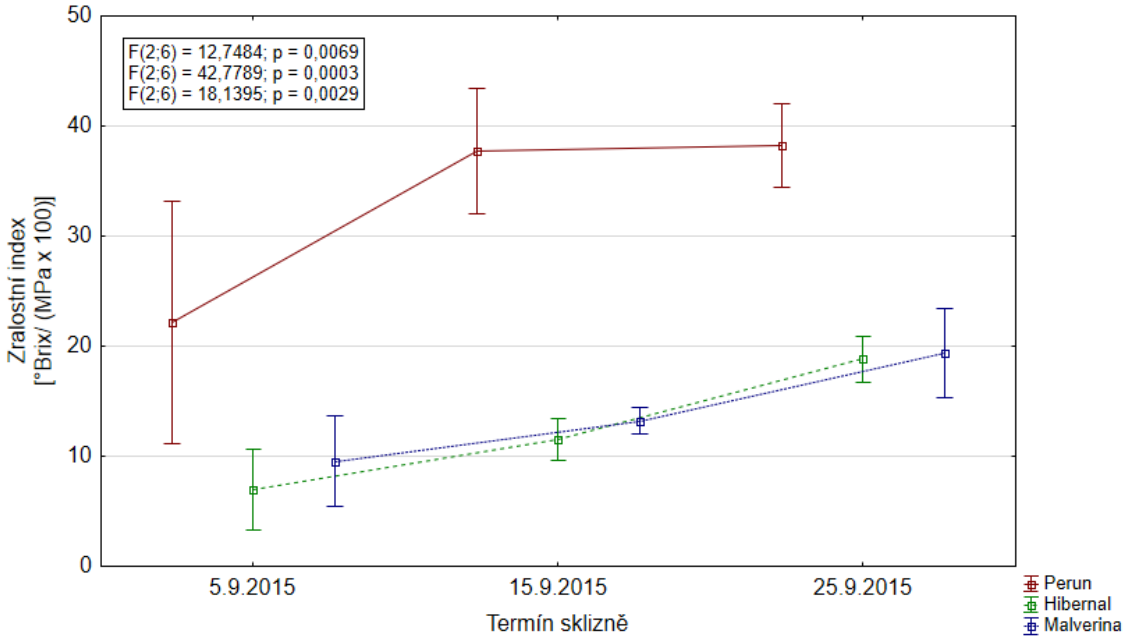
## 5.8. Zralostní index hroznů révy vinné

Souběžné stanovení refraktometrické sušiny, titračních kyselin a pevnosti bobule umožňují formulaci indexu zralosti jako třífaktorovou hodnotu, která je uvedena pro

každý termín sklizně. Z výsledů je zřejmé, že nejvyššího indexu dosáhla odrůda Perun. Odrůdy Hibernal a Malverina dosáhli velmi podobných hodnot. Teorie indexu zralosti jak uvádí (Rotaru et al, 2011) vychází z předpokladu, že v průběhu zrání má refraktometrická sušina tendenci dosahovat maximálních hodnot pro danou odrůdu a titrační kyseliny společně s pevností bobule mají tendenci snižovat svoje hodnoty na minimum. Tato teorie byla ověřena výpočtem zralostního indexu, jehož vývoj v čase je znázorněn v Graf 12*:* Srovnání jednotlivých odrůd na základě zralostního indexu.

*Tabulka 8*: Zralostní index během zrání u jednotlivých odrůd

| Zralostní index | | | |
|---|---|---|---|
| Termín sklizně | Perun | Hibernal | Malverina |
| 5. 9. 2015 | 22,15±5,32 | 6,99±1,78 | 9,54±2,01 |
| 15. 9. 2015 | 37,72±2,78 | 11,52±0,90 | 13,21±0,58 |
| 25. 9. 2015 | 36,97±0,32 | 18,82±1,00 | 19,36±1,94 |




*Graf 12:* Srovnání jednotlivých odrůd na základě zralostního indexu

# 6. ZÁVĚR

Tato práce se zabývala fyzikálně chemickými změnami hroznů révy vinné během procesu zrání, principem bylo zaměření na technologické změny a vlastnosti bobulí při procesu dozrávání. V literární části jsou popsány změny probíhající v bobuli révy vinné, chemické složení hroznu, původ révy vinné, fyzikální vlastnosti ovoce.

Experimentální část byla zaměřena na konkrétní odrůdy révy vinné Perun, Hibernal, Malverina, které sloužily pro ověření změn, ke kterým během procesu zrání dochází. Na těchto odrůdách Byly sledovány následující kvalitativní parametry: hmotnost celého hroznu, hmotnost deseti bobulí, pevnost bobule, zralostní index, obsah refraktometrické sušiny a obsah titračních kyselin. Všechny tyto parametry byly měřeny během tří různých termínů sklizně a následně vyhodnocen jejich vývoj v čase. Tyto parametry by také použity pro srovnání jednotlivých odrůd. Při srovnání jednotlivých odrůd bylo zjištěno, že odrůda Malvrina má výrazně vyšší hmotnost 248,46±51,52 jak hroznu, tak bobulí než zbylé dvě odrůdy, které jsou v těchto charakteristikách srovnatelné, a zároveň dosahuje nejvyššího počtu bobulí na hroznu 126±22. Dále bylo zjištěno, že pevnost bobule u odrůdy Perun je mnohem nižší než u dalších dvou odrůd. Obecně bylo vypozorováno, že během procesu zrání dochází k akumulaci refraktometrické sušiny v bobulích (u odrůdy Perun 20,16±1,75, u odrůdy Hibernal 20,66±0,97, u odrůdy Malverina 18,56±0,30) a k lineárnímu poklesu obsahu titračních kyselin u odrůdy Hibernal o 26mg/100g za den, u odrůdy Malverina o 10mg/100g A také poklesu pevnosti bobule u odrůdy Hibernal o 0,018 MPa za den. U odrůdy Malverina byl tento pokles větší, konkrétně o 0,024 MPa za den. Během prvního sledovaného období došlo mírnému nárůstu hmotnosti bobulí, která nebyla ovšem statisticky prokázána.

Mimo časové závislosti byly zkoumány také závislosti mezi jednotlivými veličinami. Ty byly zkoumány pro každou odrůdu zvlášť. Nebyla prokázána žádná souvislost mezi hmotností bobule a ostatními měřenými vlastnostmi bobule. U odrůd Hibernal a Malverina byla ovšem nalezena korelace mezi obsahem titračních kyselil a refraktometrické sušiny a dále také mezi pevností slupky a obsahem titračních kyselin. U odrůdy Hibernal byla navíc pozorována korelace i mezi pevností slupky a obsahem refraktometrické sušiny. U odrůdy Perun nebyla žádná korelace mezi jednotlivými veličinami statisticky prokázána.

Zralostní index je pro zkoumané odrůdy rozhodujícím faktorem a vyjadřuje

změny cukrů akumulovaných v bobuli a současně ztráty titračních kyselina a pevnosti bobule. Nejvyšší zralostní index 22,15±5,32 vykazuje odrůda Perun a to již v prvním termínu. Odrůda Malverina vykazuje zralostní index 9,54±2,01. Nejnižší zralostní index vykazuje odrůda Hibernal 6,99±1,78. Tento fakt svědčí o rozdílném počátku zrání odrůd. Sbližující zralostní index je pozorován pouze u odrůd Hibernal 18,82±1,00 a Malverina 19,36±1,94 a to až v období přezrálosti. Z provedených měření vyplývá odlišnost vyzrávaní u jednotlivých odrůd. Formulací zralostního indexu podle kritérií, které byly zvoleny v průběhu řešení diplomové práce, jasně vyplývá, že tímto kritériem lze rozlišit spíše látkové složky v odrůdě než průběh dozrávaní.

# 7. SOUHRN A KLÍČOVÁ SLOVA

Diplomová práce byla zaměřena na fyzikálně chemické změny hroznů révy vinné během zrání. Byly zkoumány tři odrůdy révy vinné, konkrétně Hibernal, Malverina a Perun. Hrozny byly sklizeny ve třech různých termínech. V průběhu zrání tří odrůd byly hodnoceny technologické vlastnosti podle šesti parametrů: hmotnost celého hroznu, hmotnost deseti bobulí, pevnost slupky, obsah refraktometrické sušiny, obsah titračních kyselin a zralostní index. Byl sledován vývoj všech kritérií v čase a rozdíl mezi jednotlivými odrůdami. Dále byla zjišťována korelace mezi testovanými veličinami. Kromě zmíněných znaků zralosti byly hrozny před sběrem hodnoceny také vizuálně. Z dosažených výsledů byl prokázán lineární pokles obsahu titračních kyselin u odrůdy Hibernal o 26mg/100g za den. Docházelo také k poklesu pevnosti bobule u odrůdy Hibernal o 0,018 MPa za den a konkrétně u odrůdy Malverina o 0,024 MPa za den. U všech odrůd byl zjištěn nárůst refraktometrické sušiny. Během sledovaného období a nebyla zjištěna žádná korelace u všech odrůd mezi hmotností bobule a měřenými veličinami. Zralostní index svědčí o rozdílném počátku zrání jednotlivých odrůd.

**Klíčová slova:** fyzikálně chemické změny, Hibernal, hmotnost hroznu, chemické složení bobule, Malverina, Perun, pevnost bobule, refraktometrická sušina, stupeň zralosti, titrační kyselost, zralostní index.

# 8. RESUME A KEYWORDS

This diploma thesis deals with the physicochemical changes of grapevines during their ripening. Three grapevine cultivars were tested – Hibernal, Malverina and Perun. Grapes were harvested at three different times and the basic criteria for defining the level of ripeness were observed namely, in particular, the weight of bunch of grapes, the weight of ten vine berries, grape berry firmness, the percentage of dry matter and the percentage of titratable acids, and the ripeness index. The changes of all criteria in time as well as the difference between particular cultivars were observed. Furthermore, the correlation between criteria was assessed. The grape berries were also assessed from the visual point of view before harvesting. Regarding all the data which was collected, the decrease of titratable acids for each grapevine cultivar was proven during the monitored period. For Hibernal, a linear decrease of 26mg/100g per day was observed. Linear decrease was also observed for grape berry firmness of 18 kPa in case of Hibernal, and 24 kPa in case of Malverina. Increase of the percentage of dry matter was observed for all three cultivars. In addition, a correlation between the weight of a grape berry and any other measured criteria was not found. The ripeness index shows a different beginning of ripening of different cultivars.

**Keywords:** physicochemical changes, Hibernal, grape weight, chemical composition of vine berry, Malverina, Perun, grape berry firmness, refractive dry matter, ripeness level, titratable acidity, ripeness index.

# 9. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY


[1] ACKERMANN, P. a kol. *Vinařský slovník*. 1.vyd. Praha: Radix, 2002. 335 s. ISBN 80-860-3134-9.

[2] ANONYM [online]. 2015 [cit. 2016-05-05]. Dostupné z: http://www.wine.cz/reva/vo1.htm.

[3] ANONYM. *Španělská rozmanitost, aneb klimatické podmínky* [online].[cit. 2016-01-28]. Dostupný z: http://www.vinospanelsko.cz/spanelska - rozmanitost - aneb-klimaticke - podminky.html .

[4] BAROŇ, M. *Vliv asimilovatelného dusíku na průběh fermentace moštů révy vinné*, 1. vydání. Brno: Ediční středisko Mendelovy univerzity v Brně. 2013. 55 str. ISBN 978-80-7375-713-7.

[5] BLAŽEK, J., *Pěstujeme jabloně*. Vyd. 8. Praha: Brázda, s.r.o., 2001. 256+ 24s. ISBN 80-209-0294-5.

[6] BOURNE, M. C., 2002: *Food texture and Viscosity: Concept and Measurement*. Academic Press, New York, 427 s., ISBN 0-12-119062-5.

[7] CONRADIE, W. J.; *Seasonal uptake of nutrients by Chenin blanc in sand culture*: II. Phosphorus, potassium, calcium and magnesium. S. Afr. J. Enol. Vitic. 1981; 2(1). S. 7-13.

[8] DAVIES, C. – BOSS, P. K. – GERÓS, H. – LECOURIEUX, F. – DELROT, S.: *Source/Sink Relationships and Molecular Biology of Sugr Accumulation in Grape Berries*. IN: The Biochemistry of the Grape Berry, Bentham Science Publishers 2012. S. 67-88. ISBN: 978-1-60805-360-5.

[9] DAVIES, C. – BÖTTCHER, C. 2009: *Hormonal control of grape berry ripening*. In: ROUBELAKIS – ANGELAKIS, K. A., 2009: *Grapevine Molecular Physiology and Biotechnology*, 2. Ed., 229- 261.

[10] DOMINÉ, A.; FABER, A.; POTHMANN, T.; et al. *Víno. Vyd 1*. Praha: Slovart, 2005. 928 s. ISBN 80-720-9347-9.

[11] DOSTÁL, J.; PAOULOVÁ, H.; SLANINA, J., *Biochemie pro bakaláře*, MU, Brno-Kraví Hora 2008, ISBN 80-210-3232-4.

[12] DVOŘÁK, A., *Pěstování jabloní*. Vyd. 1. Praha: Statní zemědělské nakladatelství, 1980. 256 s. ISBN 07-101-80.

[13] FARKAŠ, J. *Technológia a biochémia vína*. 1. Bratislava : ALFA, 1973. 776 s.

[14] FARKAŠ, J. Technologie a biotechnologie vína. NTL, Bratislava 1980.

[15] FEKETE, A., 2011*: Elasticity characteristic of fruits*, ISHS Acta Horticulture 368: International Symposium on Postharvest Treatment of Horticultural Crops. [online] citováno (8.5.2016) Dostupné z WWW.<http://www. actahort.org/books/368/368_23.htm>

[16] GELLER J. P., KURTURAL S. K. Mechanical Canopy and Crop-Load Management of Pinot gris in a Warm Climate. Am. J. Enol. Vitic. 2013, 64, 65-73.

[17] HRABĚ, J., Rop, O., Hoza, I., *Technologie výroby potravin rostlinného původu*, 1.vyd., Univerzita T.B. ve Zlíně Academia Centrum, Zlín 2006, ISBN 80-7318-372-2.

[18] JACKSON, R. S. *Wine science: principles and applications. 3. vyd*. Burlington: Elsevier Acad Press, 2008. 747 s. ISBN 978-012-3736-468.

[19] JÍLEK, J., *Učebnice zavařování a konzervace*, 1.vyd., Nakladatelství Fontána, Olomouc 2001, ISBN 80-86179-67-2 „.

[20] JONGEN, W., 2002: *Fruit and vegetables processing: improving quality*. Woodhead Publishing Ltd. and CRC Press LLC, Cambridge, 388 s., ISBN 0-8493-1541-7.

[21] KELLER, M. *Deficit Irrigation and Vine Mineral Nutrition*. American Society for Enology and Vinticulture 2005, 56, 3, [cit. 2016-02-19]. Dostupný z http://www.ajevonline.org/cgi/content/short/56/3/267/. ISSN 267-283.

[22] KINDL, H., WEBER, G.: *Biochemie rostlin. Academia*, Praha 1981, první vydání.

[23] KINCLOVÁ, V., JAROŠOVÁ, A., TREMLOVÁ, B. 2004: *Senzorická analýza potravin* [online]. Brno: Zpravodaj časopisu veterinary, (cit. 8.5. 2016). Dostupné z WWW: www.vetweb.cz/projekt/clanek.asp/pid=2§cid=2984.

[24] KRAUS, V., HUBÁČEK V., Ackermann P.: *Rukověť vinaře*. Nakladatelsví Brázda, Praha 2010.

[25] KRKOŠKOVÁ, B. 1986: *Textúra potravin*. 1. Vyd. Bratislava: vydavatelství Alfa společně s SNTL, 1986, 200 s. 63-003-86.

[26] KOPEC A., HORČIN V., 1997: *Senzorická analýza ovocia a zeleniny*. 1. Vyd., Universum, 194 s.

[27] KUTTELVAŠER, Z., *Abeceda vína*. Praha: Radix, spol s.r.o., 2003. 296 s. ISBN 80-86031-43-8.

[28] LAHO, L. - MINÁRIK, E. - NAVARA, A. *Vinárstvo: chémia, mikrobiológia a analytika vína*. 1. vyd. Bratislava: Príroda, 1970. 426 s.

[29] LETAIEF H., ROLLE L., ZEPPA G. A GERBI V., 2006: *Grape skin and seeds hardness assessment by testure analysis*. Department of Exploitation and Protection of the agricultural and Forestry Resources- Microbiology and Food Technology sector-Turin University, Italy.

[30] MATTHEWS, M. A., SHACKEL, K. A., 2005: *Growth and transport in fleshy fruit.* In: MAY, P., 1994: Using grapevine rootstocks: the Australian perspective. Winetitles Adelaide, 62 str.

[31] MCKENNA, B. M., 2003: *Texture in food: Semi-solid foods. Volume 1*. 1. vyd. Woodhead Publishing Ltd. And CRC Press LLC, Cambridage, 425s., ISBN 1-85573-673-X.

[32] MICHLOVSKÝ, Miloš. *Bobule*. Vinselekt Michlovský a. s., Luční 858, 691 03 Rakvice. Rakvice, 2014.

[33] NEDOMOVÁ. Š., *Stanovení fyzikáních vlastností bobulí vybraných odrůd révy vinné v průběhu zrání* [online]. 2012 [cit. 2016-05-08]. Dostupné z: http://www.chempoint.cz/stanoveni-fyzikalnich-vlastnosti-bobuli-vybranych-odrud-revy-vinne-v-prubehu-zrani.

[34] MZe. 2015: Situační výhledová zpráva- Réva vinná a víno. Praha, říjen 2015.

[35] ORDUŇA, de R. M. *Climate change associated effects on grape and wine quality and production*. Food Research International. 2010, 43, 7, [cit. 2016-02-10]. ISSN 0963-9969.

[36] PAVLOUŠEK, P., *Encyklopedie révy vinné*. Brno: CP Books, a. s., 2005. 152 s. ISBN 80-251-0840-6.

[37] PAVLOUŠEK, P., *Pěstování révy vinné v zahradách*: Computer Press, a. s., 2007. 316 s. ISBN 978-80-251-1704-0.

[38] PAVLOUŠEK, P., *Výroba vína u malovinařů*. druhé. Praha: GRADA Publishing a.s., 2010. ISBN 978-80-247-3487-3.

[39] PAVLOUŠEK, Pavel. *Pěstování révy vinné*: Moderní vinohradnictví. Grada Publishing, a. s. Praha 7, 2011. ISBN 978-80-247-3314-2.

[40] PRIEWE, J. *Nová škola vína* 1. Vyd. Praha. Knižní klub 2003. 256 s. 80-242-1047-9

[41] RIBÉREAU-GAYON, P. et al. – *B/Handbook of Enology*. Volume 2: The Chemistry of Wine Stabilisation and Treatments, England,. 2006. ISBN 0-471-973637.

[42] ROTARU, L., MUSTEA, M., PETREA, G., 2011: The evolution of the

maturation proces of grapes for quality white in the Copou viticultural centre from the Lasi wineyard, J. Horticulture, Forestry and Biotechnology. 15: 44-46.

[43] SALUNKHE, D. K., BOLIN, H. R., & REDDY, N. R., 2000: *Storage, Processinng and Nutritional Quality of Fruit and Vegetable, Volume 1*: Fresh Fruits and Vegetabele. CRC Press, Florida, 323 s., ISBN 0-8493-5623-7.

[44] SCHALLER, K.; Influence of different soil tillage systems on uptake of N, P, K, Mg, Ca, and organic N-compounds by grape berries during growth and development of the varity „white Riesling“. Bulletin OIV 1999; 72(823-824). S. 603-629.

[45] SERPIL S., SERVET G. S., *Physical Properties of Food*. Springer, New York, 257 s., ISBN- 13: 978-0387-30780-0.

[46] SKELTON, S., Viticulture: an introduction to commercial grape growing for those in the wine-trade, students taking the WSET Diploma and Master of Wine candidates. London: Stephen Skelton, 2007, 263 s. ISBN 978-095-1470-329.

[47] SOLEAS, G. J., DIAMANDIS E. P, GOLDBERG D. M.: J.*Clin. Lab. Anal*. 11 (1997) 287-313.

[48] STEIDLE, R.; RENNER, W. *Problémy kvašení vín. 1.* vyd. Valtice: Národní salon vín, 2004, 74 s. ISBN 80-903-2013-9.

[49] STEVENSON, T. *Nová encyklopedie vín*: Průvodce světem vína. Vyd. 1. Praha, 2002. 600 s. ISBN 80-242-0856-3.

[50] SYMONS, G. M., DAVIES, C., SHAVRUKOV, Y., DRY, I. B., REID, J. B., THOMAS, M. R. (2006) *Grapes on staroids, Brassinosteroids are involved in grape berry ripening*. Plant Physiology, 140, s. 150-158.

[51] ŠAFRÁNKOVÁ, I. *Poruchy, poškození a choroby révy vinné*. Vyd. 1. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2007, 77 s. ISBN 978-807-3751-005.

[52] ŠTĚTINA, J., 2007: *Fyzikální vlastnosti potravin*. [online] citováno (8.5.2016) Dostupné z WWW: http://eso.vscht.cz/cache_data/1201/www.vscht.cz/tmt/studium/FVP/pFVP05_Textura_print.pdf.

[53] THOMAS, T. R.- SHACKEL, K. A. – MATTHEWS, M. A.;Mesocarp cell turgor in Vitis vinifera L. berries throughout development and its relation to firmness, growth, and the onset of ripening. Planta (2008), 228(6). S. 1067-1076.

[54] THOMPSON, A. T. 2003: *Fruit and vegetables: harvesting, handling, and*

*storage*. 2. Vyd. Blackwell Publishing Ltd, Oxford, 460 s., ISBN 1- 4051-0619-0.

[55] TRONCHONI J., GAMERO A., LOPÉZ F. N. A., Querol A.: Int. J. *Food Microbiol*. 134 (2009) 237-243.

[56] ÚSTAV KONZERVACE POTRAVIN A TECHNOLOGIE MASA, 2011: *Texturního profil*. Praha, Vysoká škola chemicko-technologická, [online] citováno (8. 5. 2016) Dostupný z WWW: <http://www.svct.cz/ktk/www_324/lab/navody/fyzikalni.html>

[57] VALÁŠEK, P., ROP, O.*, Základy konzervace potravin, 1*. vyd., Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, Zlín 2007, ISBN 978-80-7318-587-9.

[58] WINE OF CEZECHREPUBLIC: *mikulovska-podoblas* [online]. 2015 [cit. 2016-05-06]. Dostupné z: http://www.wineofczechrepublic.cz/nase-vina/vinarske-regiony/vinarska-oblast-morava/mikulovska-podoblast.html.

[59] WINE OF CEZECHREPUBLIC*: odrudy-bilych-vin* [online]. 2015 [cit. 2016-05-06]. Dostupné z: http://www.wineofczechrepublic.cz/nase-vina/odrudy/odrudy-bilych-vin/4-hibernal.html.

[60] ZHANG, G. M., LUO, G. O., WANG, R. H., WANG, J., HIMERLICK, D. G., 2003: *Growth and developmental responses of seeded and seedless grape berries to shoot girdling*. J. Am. Soc. Hort. Sci., 128: 316-323.