

**MENDELOVA UNIVERZITA V BRNĚ
AGRONOMICKÁ FAKULTA**

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BRNO 2017

ANETA FENDRYCHOVÁ



**Mechanické vlastnosti bobulí révy vinné a metody jejich
stanovení**
Bakalářská práce

Vedoucí práce:
doc. Ing. Šárka Nedomová, Ph.D.

Vypracovala:
Aneta Fendrychová



ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Zpracovatelka: **Aneta Fendrychová**
Studijní program: Chemie a technologie potravin
Obor: Technologie potravin
Název tématu: **Mechanické vlastnosti bobulí révy vinné a metody jejich stanovení**
Rozsah práce: 30 – 40 stran

Zásady pro vypracování:

1. Prostudování odborné tuzemské i zahraniční literatury týkající se fyzikálních vlastností bobulí révy vinné
2. Vypracování literární rešerše se zaměřením na vlivy působící na fyzikální vlastnosti bobulí révy vinné ve vztahu k jejich jakostním parametrům
3. Vypracování literární rešerše se zaměřením na vlivy působící na mechanické vlastnosti bobulí révy vinné
4. Vypracování literární rešerše se zaměřením na metody hodnocení mechanických vlastností bobulí révy vinné

Seznam odborné literatury:


1. KILCAST, D. *Texture in food*. 1. vyd. Cambridge: Woodhead Publishing, 537 s. ISBN 1-85573-724-8.
2. SHAROBA, A M. – EL-MANSY, H A. – SENGE, B. *Rheological and mechanical properties of some selected foods : tomato, cherry and apricot fruits and their products (puree, juice, nectar, ketchup, paste and concentrate)*. Saarbrücken: Lap LAMBERT academic publishing, 2012. 188 s. ISBN 978-3-659-10885-3.
3. JONGEN, W. *Fruit and vegetable processing : improving quality*. Boca Raton: CRC Press, 2002. 388 s. Woodhead publishing in food science and technology. ISBN 0-8493-1541-7.
4. *Postharvest biology and technology*. Amsterdam: ISSN 0925-5214.
5. *Improving the safety of fresh fruit and vegetables*. 1. vyd. Cambridge: Woodhead Publishing, 639 s. ISBN 1-85573-956-9.
6. VALPUESTA, V. *Fruit and vegetable biotechnology*. Boca Raton, Fla.: CRC Press, 2002. 338 s. Woodhead Publishing in food science and technology. ISBN 0-8493-1436-4.
7. *Journal of Horticulture*. ISSN 2376-0354.
8. *Journal of Texture Studies*. ISSN 0022-4901.


Datum zadání bakalářské práce: říjen 2015

Termín odevzdání bakalářské práce: duben 2017


Aneta Fendrychová
Autorka práce




doc. Ing. Šárka Nedomová, Ph.D.
Vedoucí práce


prof. Ing. Alžběta Jarošová, Ph.D.
Vedoucí ústavu


doc. Ing. Pavel Ryant, Ph.D.
Děkan AF MENDELU

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem práci: *Mechanické vlastnosti bobulí révy vinné a metody jejich stanovení* vypracovala samostatně a veškeré použité prameny a informace uvádím v seznamu použité literatury. Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněna v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon 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, 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 Brně dne: 27. 4. 2017

.....
F. Ondrychová

podpis

PODĚKOVÁNÍ

Děkuji doc. Ing. Šárce Nedomové Ph.D., za odborné a vstřícné vedení při vypracovávání bakalářské práce, za cenné připomínky a rady a za ochotu při zpracování informací. Dále bych chtěla poděkovat své rodině, která mě podporovala během celého studia.

ABSTRAKT

Cílem práce bylo vypracování literární rešerše na téma Mechanické vlastnosti bobulí a metody jejich stanovení. Mechanické vlastnosti bobulí jsou ovlivněny již jejich stavbou (charakterem buněčné stěny, její pevností, soudržností sousedních buněk, obsahem vlákniny a velikostí buněk) a genotypem odrůdy. U stolních hroznů je textura významnou sensorickou vlastností (zejména křupavost). Mechanické vlastnosti hroznů jsou ovlivněny i klimatickými, půdními a topografickými podmínkami, zejména tvrdost a tloušťka slupky. Dále jsou ovlivněny termínem sklizně a způsobem sklizně (ruční nebo mechanizované). Mezi metody stanovení mechanických vlastností ovoce patří penetrační test, kompresimetrie, zkouška tahem, a zkouška stříhem. Mechanické vlastnosti se dají nepřímou metodami chemickými (obsah cukrů, extrahovatelnost polyfenolů).

Klíčová slova: Mechanické vlastnosti, hrozny, punkční test, textura, vinná réva.

ABSTRACT

The aim of the work was to develop a literally research on the mechanical properties of berries and their determination methods. The mechanical properties of berries are influenced by their structure (cell wall characteristics, strength, cohesiveness of neighboring cells, fiber content and cell sizes) and genotype of the variety. For table grapes, the texture is a significant sensory property (particularly crispness). The mechanical properties of grapes are also affected by climatic, soil and topographical conditions, in particular the hardness and thickness of the skin. They are further influenced by harvest and harvesting (manual or mechanized). Methods for determining mechanical properties of fruit include penetration test, compression, tensile test, and shear test. Mechanical properties can be determined indirectly by chemical methods (sugar content, extractability of polyphenols).

Key words: Mechanical properties, grapes, puncture test, texture, grape wine.

OBSAH

1	ÚVOD	9
2	CÍL PRÁCE	10
3	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	11
3.1	Botanická charakteristika vinné révy.....	11
3.1.1	Vliv struktury a stavby bobule révy vinné na mechanické vlastnosti.....	11
3.1.2	Instrumentální parametry textury jako odrůdové znaky	13
3.2	Technologie pěstování vinné révy	15
3.2.1	Klimatické, půdní a topografické podmínky jako faktor ovlivňující fyzikální vlastnosti bobulí révy vinné	15
3.2.2	Vliv termínu sklizně na mechanické vlastnosti bobulí révy vinné	18
3.2.3	Faktory sklizňových termínů ovlivňující mechanické vlastnosti bobulí	19
3.2.4	Způsoby sklizně révy vinné	20
3.3	Mechanické vlastnosti bobulí révy vinné	23
3.3.1	Textura potravin	24
3.3.2	Senzorická analýza hroznů	27
3.3.3	Instrumentální analýza bobulí.....	30
3.3.3.1	Podmínky pro stanovení mechanických vlastností bobulí révy vinné	32
3.3.3.2	Odběr vzorků pro stanovení mechanických vlastností bobulí révy vinné	32
3.3.3.3	Způsoby stanovení mechanických vlastností bobulí révy vinné	32
3.3.4	Srovnání instrumentálního a senzorického hodnocení bobulí révy vinné	33
3.3.5	Metody stanovení mechanických vlastností ovoce.....	35
3.3.5.1	Penetrační test (punkční test)	35
3.3.5.2	Kompresimetrie.....	36
3.3.5.3	Zkouška tahem	39
3.3.5.4	Zkouška stříhem	39
3.3.6	Shrnutí hlavních vlivů působících na mechanické vlastnosti bobulí	39
3.3.6.1	Zrání jako faktor ovlivňující mechanické vlastnosti hroznů	39
3.3.6.2	Instrumentální parametry textury a extrahovatelnost fenolů.....	44
3.3.7	Možnosti a limity instrumentální analýzy textury	46
4	ZÁVĚR	47
5	LITERATURA	49

1 ÚVOD

Vinná réva je celosvětově nejvýznamnější ekonomickou plodinou. Bobule révy vinné mají důležitý význam v potravinářství. Jejich lisováním vzniká mošt, ze kterého se dalšími kroky vyrobí vína různé kvality. Jsou tedy spotřebiteli velmi oblíbené jako surovina, ale i jako ovoce ke konzumaci. Pěstováním vinné révy se lidstvo zabývá již několik tisíc let. První náznaky o výrobě vína se datují až 4000 let před naším letopočtem. První odrůdy vinné révy vznikaly pravděpodobně v Asii. S hnojením začali jako první Egypťané, začali chápat význam šlechtění a získávali nové odrůdy. Nejrychlejší a nejlepší pěstitelé byli odjakživa Římané, kteří byli známí tím, že vysazovali vinnou révu všude, kam se jejich legie dostaly a na čas se usadily (pravděpodobně ji donesli i na Moravu). Vinná réva se pěstuje po celém světě, a to jak v tropickém, tak i subtropickém a mírném pásmu. Způsoby výsadby, sklizně a celkové technologie zpracování vinné révy se značně časem vyvinuly ve srovnání s těmi, které se provádějí dnes. Historie vinic u nás je dohledatelná hlavně z darovacích listin, které jsou prvními písemnostmi, ve kterých se u nás o vinařství vůbec mluví.

Dnes se vinice v ČR vysazují jen v určitých oblastech, které odpovídají vhodnému klimatu pro rostlinu. Tak je tomu už od dávných dob, kdy se u nás vinařství udrželo pouze v nejpříhodnějších oblastech, aby došlo ke správnému průběhu pěstování vlivem parcelového efektu. Největší množství vinic najdeme v Evropě, poté v Asii a nejméně v Americe. V rámci Evropy spadá Česká republika mezi severně položené vinařské oblasti. Kvalita hroznů je široký pojem, do kterého spadají i mechanické vlastnosti bobulí révy vinné, kterými se zabývám ve své bakalářské práci.

2 CÍL PRÁCE

Cílem mé bakalářské práce bylo vypracování literární rešerše se zaměřením na vlivy působící na fyzikální vlastnosti bobulí révy vinné ve vztahu k jejich jakostním parametrům, dále na vlivy působící na mechanické vlastnosti bobulí révy vinné. Bakalářská práce se také zabývá metodami hodnocení mechanických vlastností bobulí révy vinné.

3 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

3.1 Botanická charakteristika vinné révy

3.1.1 Vliv struktury a stavby bobule révy vinné na mechanické vlastnosti

Pro pochopení toho, jak se bobule chová při mechanických testech, je nutné znát její strukturu (Jackman a Stanley, 1995). Hrozen se skládá ze dvou základních částí. Hlavní část tvoří bobule (95 – 97 %) a druhou část trápina (3 – 5 %). Bobule rozlišujeme na několik částí. Bobule je složena z oplodí, tedy perikarpu, jedná se o skupinu pletiv. Perikarp se rozděluje na exokarp – slupku, která je na povrchu bobule. Je tvořena kutikulou, epidermis a hypodermis. Kutikulou nazýváme vrstvu na povrchu bobule. Její tloušťka závisí na odrůdě. Na vnějším povrchu kutikuly je vosková vrstva (povlak), může být různě tlustá, zbarvená. Opět je to ovlivněno odrůdovou příslušností. Vosková vrstva na povrchu bobule plní ochrannou funkci, je tenká a zabraňuje nadměrnému vypařování a mechanickému poškození, zejména při sklizni hroznů. Chrání každou jednotlivou bobuli před ostatními – odíráním, odpařováním látek z jedné a přestup do druhé bobule. Vosková vrstva má vliv na pohlcování okolních nepříznivých pachů. Slupka (tvořena hypodermis a epidermis) je velmi důležitá část bobule, hned po voskové vrstvě plní také ochrannou funkci. Slupka musí být pevná a hladká. Tvoří ji většinou deset, někdy až dvanáct vrstev tvořených buňkami o velikosti 7 – 15 μm , které jsou zodpovědné za mechanickou pevnost a s ní související ochranu před mechanickým poškozením. Slupka bobule může být různě silná, různě zbarvená (zelená, žlutá, červená). Každá buňka navazuje na vedlejších čtrnáct buněk, je složena z mikrofibril (základních vláken) celulózy pro dosažení pevnosti v tahu a ze základní hemicelulózové hmoty, proteinů a pektinových látek, které dodávají bobuli pružnost. Obsahují největší podíl tříslovin a barviv (tzv. fenolických látek), dále pektinů, hroznových enzymů, proteinů a minerálních látek (draslík a vápník) (Steidl, 2002; Kopec a Horčín, 1997; Musil a Menšík, 1966; Pavloušek, 2011).

Další pletivo vycházející z perikarpu je mezokarp – dužnina oproti slupce má buňky daleko větší (180 μm), které mají slabé stěny. To vysvětluje rozplývavý charakter dužniny. Buňky vytvářejí 20 – 30 rozdělených vrstev. Zatímco slupka při stisku rukou nemusí jevit patrné známky deformace, dužnina vlivem nestability a slabosti stěn jeví velmi patrné známky deformace. Dužnina obsahuje v první řadě dostatek cukrů

jako je glukóza a fruktóza, dále kyselinu jablečnou, vinnou a fosforečnou (Steidl, 2002; Pavloušek, 2011).

Uvnitř jsou semena, zpravidla bývají dvě a tvoří 2 – 5 % z celkového podílu hroznu, vnitřek bobule je vyplněn dužninou, která tvoří 70 – 80 %. Třápina je stopka, ze které vycházejí menší vedlejší stopečky. Vzniká změnou osy květenství. Je to soustava latovitě rozvětvených stopek a stopeček plodenství vinné révy. Dle jejího větvení, stavby, velikosti a počtu bobulí se určuje charakter hroznu. Slouží jako rozvaděč pro přísun živin jako jsou kyseliny, voda, cukry. Obsahuje velké množství tříslovin (Steidl, 2002; Musil a Menšík, 1966). Semena by měla být malé hmotnosti, aby v ústech nebo při zpracování hroznů byla lehce zpracovatelná, případně polykatelná konzumentem tak, aby v ústech nepůsobila rušivě. Semena jsou primárním zdrojem tříslovin, mohou jich obsahovat přes 50 % z celkové bobule. Tvarem je můžeme přirovnat k hrušce, délka je okolo 4 mm a šířka okolo 3 – 5 mm (Steidl, 2002; Záruba, 1990; Kopec a Horčín, 1997).

Rostlinné tkáně ovoce obsahují různé typy buněk parenchym, collenchym, sklerenchym a cévní svazky (Jackman a Stanley, 1995). Buňky jsou spojeny spolu navzájem díky vzájemnému tlaku, který vyplývá z jejich rozmístění ve slupce. Rostlinné orgány jsou složité, protože jsou tvořeny řadou odlišných útvarů, které jsou tvořeny z tkání o různé velikosti a tvaru. Skládají se z rostlinných buněk a mezibuněčných vzdušných prostor, které se vzájemně liší velikostí, tvarem a funkcí (Kilcast, 2004; Jackman a Stanley, 1995). Rostlinné buněčné stěny představují klíčové složky struktury rostlin v mnoha potravinách rostlinného původu. Jsou významné pro organoleptické vlastnosti (Waldron et al., 2003). Každá buňka je výrazně individuální. Má vlastní buněčnou stěnu, která může nabývat různých rozměrů a může mít různý rozsah přilnavosti k další buněčné stěně (ta je ovlivněna turgorem buněčné stěny a buněčného obsahu) (Kilcast, 2004; Jackman a Stanley, 1995).

Mechanické vlastnosti závisí na charakteru buněčné stěny, její pevnosti, soudržnosti sousedních buněk a tlaku v buňce (Goliáš a Němcová, 2009). A také vnitřním turgorem a vzájemnou přilnavostí mezi buňkami (Brett a Waldron, 1990).

Velikost buněk v dužině a obsah vlákniny v ní souvisí s řadou vnitřních i okolních vlivů (Krkošková, 1989). Pevnost pletiva je geneticky podmíněna a současně ovlivněna klimatickými podmínkami během zrání (Nedomová, 2012). Velký vliv má odrůda a druh

rostliny, je ale také ovlivněna způsobem pěstování rostliny jako takové, tím je zejména myšlen dostatek živin pro správný růst a vývoj, tedy i chemické složení a správný průběh chemických reakcí a podobně. Skelet buněčné stěny tvoří tzv. celulózové mikrofibrily. Mezi nimi je prostor, který je zaplněn látkami, jako je například pektin, lignin, hemicelulóza aj. Struktura buněčné stěny je tvořena více různými vrstvami, které způsobují přirozenou tuhost, pevnost a odolnost tkaniva proti deformaci. Celulóza je velmi důležitá látka ovlivňující texturní charakteristiku tuhost. Lignin výrazně ovlivňuje vytrvalost a tuhost biologického materiálu (Krkošková, 1989). Vlákňitost bobulí vzniká jako důsledek zhrubnutí buněčné stěny díky navrstvení tkaniva (parenchymu, sklerenchymu a kolenchymu). Zhrubnutí obsahují množství pektinů. Při mechanickém napínání (působení síly) zůstává část vláken natáhnutá (trvalá deformace) nebo se vrací do původního stavu (pružná deformace) (Krkošková, 1989). Měknutí bobulí, tedy snížení přirozené pevnosti, tuhosti a vytrvalosti vůči mechanickému působení je zapříčiněno vlivem změn pektinů díky ektolytickým enzymům, jako jsou i změny ligninu a hemicelulózy v buněčné stěně (Krkošková, 1989). Bobule vlivem procesu zrání měknou, jsou křehčí. Měknutí je také ovlivněno degradací vnější epidermis. Dochází k jejich praskání. Mechanické vlastnosti potravin rostlinného původu lze přičíst především na strukturální neporušenost stěny a střední lamely, a i na tlaku vytvářeného uvnitř buněk vlivem osmózy (Jackman a Stanley, 1995).

Tyto změny textury předpokládají ztráty tlaku turgoru a modifikace ve struktuře buněčné stěny (Goulao a Oliveira, 2008). Rolle et al. (2011a) uvádí, že napětí v tlaku se zvyšuje za snížení potenciálu vody, a tedy i s poklesem potenciálu turgoru, který odpovídá osmotickému tlaku generovaného v buňce (Roudot, 2006).

3.1.2 Instrumentální parametry textury jako odrůdové znaky

Texturní charakteristiky odrůdy závisí na struktuře tkání při zralosti (Roudot, 2006), s genotypem je to hlavní limitující faktor ve vývoji plodů a složení. Efektivnost instrumentálních parametrů textury jako odrůdových znaků stolních odrůd hroznů byla zkoumána nedávno. Síla porušení slupky a energie, k tomu potřebná, představují významné mechanické vlastnosti pro charakterizaci a diferenciaci odrůd. Tyto parametry textury slupky umožnily rozlišení 13 červených odrůd vinné révy z Haliče (severozápad Španělska) (Río Segade et al., 2008), které jsou málo ovlivněny fází zrání hroznů (Torchio et al., 2010; Río Segade et al., 2011a; Zouid et al., 2010).

Río Segade et al., (2008a) uvádí, že tloušťka slupky bobule nemůže být považována za dobré kritérium pro rozlišení, protože je shodná pro všechny studované galicijské červené odrůdy. V červených odrůdách vinné révy pěstovaných v Itálii, jako je Barbera, Brachetto, Cabernet Sauvignon, Dolcetto, Freisa, Nebbiolo a Pinot noir, se významně liší jak tvrdost, tak i tloušťka slupky bobule (Letaief et al., 2008a). Větší rozdíly v tloušťce slupky italských odrůd ve vztahu ke španělským odrůdám mohou být připsány různým místům pěstování sledovaných italských odrůd, zatímco všechny španělské odrůdy byly shromážděny na stejné vinici. Kromě toho u hroznů Nebbiolo, může být variace ve stejném kultivaru přičítána klonovým rozdílům (Rolle et al., 2011a).

Vzhledem k tomu, vliv odrůdy na tvrdosti slupky bobule závisí na poloze vpichu (Letaief et al., 2008a), test punkce byl proveden na spodní, boční a horní straně bobule s cílem určit optimální znaky pro odrůdu. Síla pro porušení slupky a energie stanovená na boční straně hroznů nejlépe popisuje rozdíly mezi galicijskými červenými odrůdami révy vinné, a to zejména Mencía, Brancellao a Merenzao (Río Segade et al., 2011b).

Ve srovnávacích studiích mechanických vlastností slupky, byla síla přerušení slupky odrůdovým znakem pro bílé a barevné stolní hrozny, protože je to rozhodující způsob, který přispívá k odrůdové diferenciaci. V deseti italských bílých stolních odrůdách byla síla potřebná k porušení slupky v rozmezí od 0,560 N pro Delizia del Vaprio do 0,425 N a pro Matilde (Rolle et al., 2011b). U pěti mezinárodních červených stolních odrůdách byla provedena analýza za použití stejných instrumentálních metod textury, nejnižší hodnota byla 0,329 N pro Black Magic a nejvyšší hodnota byla 0,585 N pro Alphonse Lavallée (Rolle et al., 2012). I přes vysokou variabilitu tloušťky slupky, byly nalezeny mnohé rozdíly mezi odrůdami stolních hroznů (Rolle et al., 2011a).

Na druhé straně, tloušťka a houževnatost slupky jsou faktory, které přispívají k odolnosti stolních hroznů proti houbovým patogenům (Rosenquist a Morrison, 1988) a proti poškození při manipulaci při sklizni, balení, dopravě a skladování (Kök a Çelik, 2004). Bílé stolní hrozny jako Regina (tloušťka slupky 266 μm), Sublima bez semen (tloušťka slupky 264 μm), a Pizzutello Bianco (tloušťka slupky 260 μm) a barevné stolní hrozny jako Perlou (tloušťka slupky 305 μm) a Alphonse Lavallée (tloušťka slupky 269 μm) měly vyšší hodnoty tloušťky slupky (Rolle et al., 2011b, 2012). Obecně bylo zjištěno, že žádná korelace nebyla prokázána (Rolle et al., 2011a).

Použití kompresní metody pro stlačení celé bobule byly rovněž spojeny s odrůdovými vlastnostmi hroznů. Hroznové kultivary dokládají různé reakce v testu dvojité komprese, a proto by mohla být texturní profilová analýza vhodná pro vysvětlení rozdílů mezi odrůdami než mechanické vlastnosti slupky a semen. Tvrdost bobule, gumovitost, pružnost, a žvýkatelnost jsou užitečné odrůdové nejrepresentativnější diskriminující faktory pro italské červené odrůdy vinné révy (Letaief et al., 2008b). Na druhé straně, významný vliv odrůdy byl pozorován u tvrdosti bobule, gumovitosti, pružnosti, žvýkatelnosti, a odolnosti v galicijských červených odrůdách vinné révy (Río Segade et al., 2011b).

U stolních hroznů se zvláštní pozornost soustředila na mechanické vlastnosti dužiny, protože křupavost je významnou vlastností pro využití stolních odrůd a kultivary s křupavou texturou dužiny jsou důležitý genetický materiál (Sato et al., 1997). Bílé a barevné stolní odrůdy byly také sledovány při pokusu rozlišit TPA metodou pro celé bobule. Gumovitost, žvýkatelnost a odolnost jsou pravděpodobně nejlepší mechanické vlastnosti pro charakterizaci stolní odrůdy (Rolle et al., 2011b, 2012). Parametry TPA umožňují rozlišení těchto dvou typů hroznů. Textura dužiny stolních hroznů je významnější u stolních hroznů než u hroznů pro výrobu vína (Sato a Yamada, 2003).

3.2 Technologie pěstování vinné révy

3.2.1 Klimatické, půdní a topografické podmínky jako faktor ovlivňující fyzikální vlastnosti bobulí révy vinné

Vinná réva se pěstuje po celém světě, a to jak v tropickém, tak i subtropickém a mírném pásmu. Česká republika spadá do tzv. cool climate viticulture, tedy chladného podnebí. Vinohradnictví chladného podnebí je charakteristické vlídným průběhem teplot při zrání hroznů, tedy střídání chladných nocí a teplých dnů (Pavloušek, 2011).

Klimatické činitele lze ovlivnit tím, že se vyhýbáme polohám, ve kterých je nedostatek světla, a tepla. Při výběru pozemku pro pěstování rostliny se klade také důraz na složení půdy (Pavloušek, 2011).

Vztah mezi změnou klimatu a vlastnostmi bobulí přitahuje značnou pozornost. Teplota je uznávána jako hlavní klimatická proměnná ovlivňující ročník kvality (Hall a Jones, 2009). Nicméně, vliv teploty na kvalitu sklizených hroznů se může lišit pro různé odrůdy révy vinné jako důsledek interakce genotypu a prostředí. Délka vegetačního

období je také rozhodujícím faktorem pro složení hroznů (Webb et al., 2007). Někteří autoři potvrdili, že kratší doba zrání v sezóně může mít negativní účinky na složení hroznu, a proto také na kvalitu vína (Hall a Jones, 2009). Kromě toho, je struktura spojena s umístěním rostliny, což odráží vliv terroir na kvalitu hroznů (Le Moigne et al., 2008).

Význam ročních změn v klimatu je výrazný, protože se jedná zejména o umístění vinice. Obvykle mnohonásobně převýší případné změny ve vlastnostech bobulí a dokonce i ty, které vyplývají z rozdílů v půdních podmínkách (van Leeuwen et al., 2004; Pereira et al., 2006).

Nedávné studie řešily vztah mezi klimatickými a bioklimatickými indexy pro různé doby zrání hroznů (90 až 120, 45, 31, 15, 7 a 3 dny před sklizní) v období data sklizně, a charakteristikami slupky bobule během sklizně (Rolle a al., 2011b). Vliv ročních změn v klimatu na tvrdost slupky byl hodnocen z třiceti barevných a bílých odrůd révy vinné v důsledku interakce mezi genotypem a životním prostředím. Nejvýznamnější vztah mezi klimatickými indexy a mechanickými vlastnostmi slupky odpovídal sezónním teplotním parametrům, zejména absolutní maximální teplotě. Vliv pěstitelského areálu byl také hodnocen v jedné sezóně spolu s parametry srážek v posledních týdnech zrání pro nejlepší korelaci s tvrdostí slupky bobule (Rolle et al., 2011a).

Nedávno byla hodnocena účinnost instrumentálních parametrů textury pro diferenciaci produkčních oblastí a dokonce i vinic. V rámci stejné odrůdy, typu půdy, místa pěstování v údolí Loiry, ovlivnila hodnoty TPA (např., tvrdost bobule, soudržnost a gumovitost) u hroznů odrůdy Cabernet Franc. Písečná půda s nízkou úrovní odvodnění uspořádala zralost v suchém létě (Le Moigne et al., 2008). Další práce potvrdily význam TPA pro popis texturní charakteristiky odrůd bobulí Cabernet Franc pěstovaných v údolí Loiry, které byly také ovlivněny místem pěstování (Maury et al., 2009).

Parametry pevnosti punkce slupky, zejména energie pro propíchnutí a Youngův modul, spolu se soudržností bobule determinovali odrůdy hroznů Cabernet Franc, které patří do různých vinic údolí Loiry, nezávisle na obsahu cukru v dužině bobulí (Zouid et al., 2010). Z tohoto důvodu jsou mechanické vlastnosti odrůdy hroznů Cabernet Franc závislé na procesu zrání. Fyziologicky, textura hroznu, a zejména slupky je více ovlivněna terroir než zralostí v okamžiku sklizně (Maury et al., 2009).

Možné využití charakteristik struktury jako markerů hrozny Mencia byly sledovány ve studii Río Segade et al. (2011b). Výsledky ukázaly, že tvrdost slupky bobule a i její tuhost jsou účinné nástroje k diskriminaci různých podoblastí, vzhledem k tomu, že tloušťka slupky bobule byla málo využívána jako diferenční parametr. Účinek umístění vinic byl také významný ve všech parametrech komprese, s výjimkou pružnosti bobule. Podobně, byly nejlepší mechanické parametry pro diferenciaci podoblastí energie pro porušení slupky bobule a soudržnost bobule (Rolle et al., 2011a).

Mechanické vlastnosti slupky bobule, zejména síla pro porušení, usnadnila rozčlenění čtyř vinic v různých provinciích Piemontu (severozápad Itálie) u hroznů Barbera. Bobule, které patří do různých oblastí pěstování byly rovněž rozlišeny v závislosti na jejich semenné texturní charakteristice (Torchio et al., 2010). Tito autoři uvádí, že faktory životního prostředí hrají dominantní roli v charakterizaci atributů textury slupky a semen s ohledem na ukládání cukru. Tyto výsledky souhlasí s vyšším vlivem umístění vinic na mechanické parametry (Río Segade et al., 2011a), ale není v souladu s dominantním účinkem data sklizně na umístění pozemku (Le Moigne et al., 2008).

Rozdíly v instrumentálních parametrech textury bobulí pěstovaných v horských a kopcovitých vinicích v Piemontu byly hodnoceny na odrůdách Nebbiolo (Rolle et al., 2011a). Hrozny z horské oblasti se vyznačují vyšší silou pro porušení slupky bobule (+ 28,7 %), přerušením energie slupky (+ 47,3 %), a tloušťkou slupky (+ 20,4 %) ve srovnání s hrozny z kopcovitého terénu. Vyšší tvrdost (+ 61,2 %), gumovitost (+ 57,0 %), pružnost (+ 42,3 %), a žvýkatelnost (+ 75,2 %) celé bobule byly nalezeny také v horských odrůdách hroznů Nebbiolo (Rolle et al., 2011a).

Ve studii sedmi červených odrůd hroznů pěstovaných v Piemontu byly sledovány vpichy a komprese (Letaief et al., 2008b). Vliv srážek byl také zjištěn pro mechanické vlastnosti bobulí odrůdy Cabernet Franc, která poskytuje pevnější a více odolné hrozny (Maury et al., 2009) a na tloušťce slupky hroznů Mondeuse během sušení vinné révy (Rolle et al., 2011a), což způsobuje pokles v tomto parametru vpichu (Rolle et al., 2011a).

Elementární klimatické faktory stanoviště jsou srážky, sluneční svit, teplota a proudění vzduchu. Srážky jsou významným zdrojem zavlažování vinice, nejvíce důležité jsou srážky v období vegetace (Záruba, 1990). Nedostatek vody má negativní vliv pro rostlinu, ve většině případů se projeví nekvalitním vývoji bobulí. Pokud je extrémní nadbytek

vody, může dojít k zvýšení pravděpodobnosti rizika postihnutí houbovými chorobami rostliny. Sluneční záření je základní podmínka pro existenci. Díky slunečnímu záření se uskutečňuje fotosyntéza. Teplota je nejdůležitější faktor, a to zejména pro vývoj a růst bobulí. Teplota společně se slunečním zářením mají vliv na tvorbě kvalitních parametrů hroznů. Pro správné chování hroznu při příjmu záření je důležitý obsah flavonolů, který působí protektivně před UV zářením. Průběh teplot v noci a ve dne má stěžejní vliv na jakost hroznů. Nízké teploty nepříznivě vyzrávání hroznů vinné révy (Pavloušek, 2011, 2009; Záruba, 1990). Souhrn klimatických podmínek má vliv na obsah kyselin v hroznu. Vysoké množství kyseliny jablečné bývá při teplotách 20 – 25 °C (Pavloušek, 2011).

Mechanické vlastnosti Cabernet Franc hroznů závisí na vinici prostřednictvím procesu zrání. Textura hroznů, zejména slupky, je více ovlivněn terroir než zralostí v okamžiku sklizně (Maury et al., 2009).

3.2.2 Vliv termínu sklizně na mechanické vlastnosti bobulí révy vinné

Změny ve složení, fyzikálních a mechanických vlastnostech se vyskytují v bobulích během procesu zrání, ale heterogenita hroznů sklizených v různých stádiích zrání ovlivňuje spolehlivost získaných výsledků. Charakterizace mechanických vlastností bobulí se zdá být důležitým parametrem pro vývoj zrání hroznu. V této práci byly studovány tyto změny u sedmi odrůd révy vinné (Ryzlink, Frankovka, Rulandské modré, Cerason, Malverina, Laurot a Hibernal) sklizených v šesti po sobě jdoucích týdnech. Mechanické chování bylo měřeno pomocí testu komprese a penetračního testu za použití TIRATEST 27025 zkušebního stroje. Mechanické vlastnosti slupky byly hodnoceny pomocí testu vpichu prováděné na rovníkové straně. Byla hodnocena závislost těchto vlastností na chemické kompozici. Korelace mezi pevností slupky a obsah cukru je významná zejména pro odrůdy: Hibernal, Riesling, Malverina a Cerason (Nedomová et al., 2017). Vinné hrozny podstupují četné fyziologické a biochemické změny v průběhu zrání vyvolávající změny barvy (Nedomová et al., 2017). V průběhu zrání, změny ve složení a struktuře buněčné stěny, jakož i ve struktuře tkáň, mohou stanovit mechanickou odolnost a textury ovoce (Abbott, 2004). Hrozny s nízkou úrovní mechanických vlastností a poškození mohou být kontaminovány houbami (například *Penicillium expansum*) (Nedomová et al., 2017). Z tohoto hlediska se charakterizace mechanických vlastností hroznů bobule zdá být důležitým parametrem porozumění zrání hroznů

(Nedomová et al., 2017). Předchozí studie použila testu propíchnutí k charakterizaci a porovnání texturu různých stolních hroznů (Sato a Yamada, 2003) a následovala zrání bílých hroznů, jako je Chardonnay a Riesling. Bylo zjištěno, že mechanické vlastnosti slupky hroznu se mění během zrání a významně korelují s °Brix pro většinu hroznů (Nedomová et al., 2017).

Další práce ukázaly rozdíly v mechanických vlastnostech odrůd hroznů červeného vína na vybrané úrovni zrání v době sklizně (Rolle et al., 2011a) a rozdíly v tvrdosti slupky bobule (Río Segade et al., 2008). Nicméně, neexistují publikované práce zabývající se posouzením mechanické metody určené pro sledování zrání vinných hroznů. Předběžný průzkum o změně textury hroznů ukázal, že měření komprese bylo schopno rozpoznat stádium pro optimální termín sklizně. Dříve než se projevil vizuálně pro bílé hrozny, pro něž je změna barvy nízká (Grotte et al., 2001).

Bernstein a Lustig (1985), měřili pevnost hroznu a prokázaly vztah mezi turgorem (tlakem) a pevností. Zouid et al., (2010) ukazují, že instrumentální analýza textury může být velmi užitečná pro studování dopadu heterogenity hroznů v souladu s hladinou cukru na fyzikální a mechanické vlastnosti hroznů Cabernet Franc a vybrat tak nejlepší instrumentální parametry celých bobulí nebo slupky spojené s extrahovatelností antokyanů. Další výsledky o instrumentální analýze textury uvádí Rolle et al., (2012).

3.2.3 Faktory sklizňových termínů ovlivňující mechanické vlastnosti bobulí

Valpuesta (2002) tvrdí, že ovoce by mělo být sklizeno v optimálním okamžiku jeho kvality. Stanovení termínu sklizně se odvíjí od jejich zralosti, která se hodnotí pomocí několika ukazatelů kvality, a to (Pavloušek, 2011):

1. Cukernatost,
2. hodnota pH,
3. obsah asimilovaného dusíku v moštu,
4. aromatická a fenolitická zralost hroznů,
5. obsah titrovatelných kyselin, obsah kyseliny vinné a jablečné.

Ve vinohradnictví se rozlišují tři typy zralosti. Průmyslová, fyziologická a technologická. U průmyslové zralosti se hledí na co největší výnos hroznů při co největší cukernatosti. U fyziologické zralosti se hledí na zbarvení slupky hroznu, kdy se celá bobule

zprůhlední a uvnitř hroznu jsou zřetelně viditelná semena, v bobulích začne být silně patrné aroma, které je vždy typické pro danou odrůdu (Pavloušek, 2011). U technologické zralosti se nejprve stanoví, pro jaký typ vína jsou hrozny určeny, pro různé druhy vína jsou požadována různá složení hroznů. Je to shrnutí více uvedených parametrů. Za správný termín sklizně je zodpovědný pěstitel, který provádí pravidelný monitoring vinice (Pavloušek, 2011).

Hodnocení parametrů zralosti se provádí průběžně ve vinici. Průhledná bobule, dobrá viditelnost semen a špatná oddělitelnost semen od dužniny je znak fyziologické zralosti. Pěstitel se ohlíží také na znaky ampelografické (slouží k popisu odrůd révy vinné, pro rychlejší hodnocení přímo na vinici). Stanovení chemického složení se provádí v laboratořích (Pavloušek, 2011).

Velmi důležitý je obsah fenolických látek v bobuli, tedy zralost bobule a její vztah s vlastnostmi textury, který vede k správnému rozhodování o optimálním termínu, aby se co nejlépe využil potenciál dozrání přímo na vinici (Xianduo et al., 2017). Karoglan (2016) provedl studii na vliv termínu sklizně na obsah antokyanů a fenolů v červených odrůdách hroznového vína.

Čtyři červené hroznové odrůdy byly zkoumány s cílem studovat vliv data sklizně hroznů (dozrávání hroznů) na běžné parametry, jako je obsah titrovatelných kyselin, celkového obsahu polyfenolů a antokyanů. Byly sledovány odrůdy pěstované v různých regionech na pobřežních, ve třech různých termínech sklizně, a ve dvou po sobě jdoucích ročnících. Výsledky ukázaly nespolehlivost tradičních ukazatelů vyspělosti (zralosti) jako jediný parametr pro stanovení termínu sklizně, protože maximální koncentrace rozpustných pevných látek není ve vzájemném vztahu s celkovým obsahem polyfenolů a antokyanů ve většině termínů sklizně (Karoglan et al., 2016).

3.2.4 Způsoby sklizně révy vinné

Sklizeň je poslední část zpracování ve vinici. Provádí se v daném vegetačním období. Je to jedna z nejdůležitějších operací celého pěstitelského postupu. Pro správný termín sklizně je důležitý obsah titrovatelných kyselin. Pokud je sklizeň provedena nesprávně, může dojít k poškození úrody. Rychlost, a intenzita sklizně má velký význam na kvalitu hroznů. Při sklizni se musí dbát velký zřetel na zdravotní stav. Během sklizně mohou být

hrozny napadeny a následně negativně ovlivněny kvasinkami, bakteriemi a houbovými chorobami (Pavloušek, 2011; Jobbágy a Findura, 2013).

Existují různé způsoby sklizně, a to: částečně mechanizovaná sklizeň, plně mechanizovaná sklizeň nebo tradiční ruční sklizeň. Při sklizni musí být zařízení a nádoby k tomu určené naprosto čisté, aby nedošlo ke kontaminaci. Používají se proto zařízení nebo nádoby z nerezového materiálu, který je považován za nejvhodnější materiál, dále se může použít plastový materiál, který je také vhodný.

Nejjemnější způsob je sklizeň ruční do plastových beden, kdy dochází k minimálnímu poškození hroznů (Pavloušek, 2011). Při tomto způsobu sklizně musíme dbát na správné provedení, v souvislosti času od sklizně a jejich transportu do sklepa. Hrozny je nejvhodnější přímo sklízet do nádob, které souží k jejich dalšímu transportu. Tento způsob je nejnáročnější z hlediska spotřeby lidské práce (Jobbágy a Findura, 2013; Pavloušek, 2011).

Mechanizovaná sklizeň (Jobbágy a Findura, 2013):

Mechanizovaný sběr hroznu je založený na principu práce obkročného stroje, který se pohybuje nad řadou rostlin révy vinné ve vinici. Při plynulém pohybu dochází k oddělování bobulí spolu s třapinou od celkové rostliny. Ústrojí strojů na sběr hroznů může být řešené na několik způsobů, a to setřásání a ocesávání. V praxi se uplatňuje pouze vibrační způsob, protože je nejšetrnější. Základem sběrového stroje je setřásací ústrojí, které funguje na principu oklepávání (setřásání). Jde o laminát upravený plastovou hmotou. Může zaujímat různých tvarů, a to prodloužený, obloukový a kapkový. Dnes se používá efektivnější dvoubodové uchycení, protože nedochází k takovému poškození listů rostliny. Součástí konstrukce na setřásání je i způsob zachycení bobulí hroznu, který je nejčastěji řešený formou pohyblivého dna plastových talířů. Pohyb plastových talířů se zároveň využívá na odkládání setřesených hroznů na dopravní pásy, umístěné po stranách pohyblivého dna. Z bočních dopravníků je hrozno vynášené kapsovým dopravníkem. K nevýhodám kapsovitých dopravníků patří vyšší náklady na údržbu a čištění (Jobbágy a Findura, 2013).

Princip sběru hroznu je takový, že Samohybný sběrač hroznu využívá úderový vibrační princip sběru. Stroj má portálový podvozek a jede obkročmo okolo řady. Stroj má kabinu pro obsluhujícího řidiče, který celý proces kontroluje. Údery jsou střídavé, svislé,

horizontální nebo přechodné. Tyče jsou upevněné na hřídeli. Dvě až tři hřídele jsou rozmístěné po každé straně stroje, jejich úderem dochází k odtrhávání bobulí i s malými kousky listí, které padají na pro ně určené dopravníky a jsou odsávané ventilátorem. Hrozny se dopravníky dostávají až na dopravní prostředek v meziřadí (Jobbágy a Findura, 2013).

Pro sběr hroznu mohou být použité různé stroje. Stroj se volí podle velikosti bobulí, a také finančních možností podniku. Existují stroje více nebo méně samostatné. Dnes se používá sklizeň mechanizovaná, máme dva způsoby, a to sklizeň plně a částečně mechanizovaná (Jobbágy a Findura, 2013).

Částečně mechanizovaná sklizeň lze rozdělit na několik způsobů

(Jobbágy a Findura, 2013):

- a.** Sběr ruční, do plastových beden
Hrozny se sbírali ručně do beden, které byly umístěné ve vinici v meziřadích. Sběrači procházeli vinice a sbírali hrozny do připravených beden, které se následně dali na návěs.
- b.** Sběr ruční, do traktorových
Nasbírané hrozny se přímo naskladňovali do přívěsů/návěsů, které je vyvezli z meziřadí a připravili ke zpracování. Z hlediska lidské práce byl tento způsob méně náročný.
- c.** Ruční sběr do traktorových kontejnerů
Sesbírané hrozny se vyklopili rovnou do kontejnerů, které „nesl“ traktor. Pro člověka byl tento způsob fyzicky nejméně náročný.
- d.** Sběr do van
Sesbírané hrozny se vyklopili přímo do vany, jejíž výška je menší než výška přívěsů/návěsů traktoru, pro člověka byl tento způsob opět fyzicky méně náročný.
- e.** Sběr do lisů, tahaných traktory

Částečně mechanizovaná sklizeň, je náročná na lidskou práci a může vést k zvýšeným finančním nákladům. Efektivnost závisí na několika faktorech, zejména na sklizené odrůdě, klimatu, a použitém stroji. Plně mechanizovaná sklizeň je založena na principu

portálového podvozku, ve kterém je uloženo zařízení pro sběr, dopravu a nakládání do zásobníků. Stroje jsou řešené jako návěsné a samohybné (Jobbágy a Findura, 2013).

Plně mechanizovaná sklizeň se uskutečňuje vždy pouze jedenkrát. Princip spočívá v oddělení bobulí od třapin. Oddělení probíhá mechanicky, vibračně. Bobule jsou setřásány působením vibrací na rostlinu. Bobule se od třapiny oddělí, když vzniklá vibrační síla je větší než poutací síla bobule k třapině. Je ve srovnání se sklizní ruční levnější. Sklizeň i následný transport je většinou rychlý. Dnes se používají sklízeče, které odstopkovávají hrozny. Ve výsledku nám sklídí samotné bobule. Pro tuto sklizeň jsou vhodné pouze některé odrůdy, vzhledem k poutací síle stopky a bobule (Jobbágy a Findura, 2013; Pavloušek, 2011).

Poutací síla stopky k bobulím umožňuje sklizeň pouze zdravých bobulí. Během sklizně, se do nádob mohou dostat např.: lístky, úlomky kůry (k jejich odstranění slouží třídící stoly) (Pavloušek, 2011).

3.3 Mechanické vlastnosti bobulí révy vinné

První hroznové studie založené na analýze textury byly provedeny na stolních odrůdách hroznů v roce 1980 (Bernstein a Lustig, 1981; Lang a During, 1990). Instrumentální posouzení kompaktnosti dužiny a konzistence slupky bobule poskytuje důležité informace pro přijatelnost zákazníkem (Sato et al., 1997; Sato a Yamada, 2003). Pevnost bobule je považován za ukazatel čerstvosti (Rolle et al., 2011a). Pro stolní hrozny révy vinné je zaměřena zvláštní pozornost na mechanické vlastnosti dužiny. Křupavost je nejvíce žádoucí textura pro stolní použití hroznů a kultivary s křupavou texturou jsou důležité genetické materiály pro šlechtění stolních hroznů (Sato et al., 2006). Instrumentální parametry textury jsou také často používány ke sledování úrovně prací ve vinici (Sato et al., 2004), ke zhodnocení posklizňové manipulace a dalších postupů (Valero et al., 2006).

Mechanické vlastnosti jsou znaky, které jsou v úzké korelaci s reakcí potraviny na působení vnější síly (zahrnují parametry jako tvrdost, žvýkatelnost, pružnost a apod.). Hlavní mechanickou vlastností je pevnost, tedy schopnost materiálu odolat deformaci. Pevnost, také označovanou mez pevnosti vyjadřuje hraniční zatížení, díky jehož překročení nastane destrukce materiálu. Elasticita (pružnost) je schopnost materiálu vrátit

se po odeznění vnější síly do tvaru před působením. Plasticita (tvárnost) je schopnost materiálu zachovat si následky deformace po přestání působení vnější síly. Mez pružnosti je hraniční hodnota pro přechod mezi deformací plastickou a pružnou. Mechanické vlastnosti dělíme na parametry primární a to tvrdost, soudržnost, viskozita, pružnost, přilnavost a na sekundární parametry, jako je křehkost, žvýkatelnost a gumovitost (Szczesniak, 2002). Z tohoto tvrzení lze vyvodit, že mechanické vlastnosti ovlivňují sensorický vjem konzumenta. Sensorické hodnocení, které hodnotí vlastnosti mechanické a strukturní označujeme jako hodnocení textury. Zde se odborníci shodují, že hodnocení probíhá nikoli instrumentálně nýbrž hodnocením lidskými vjemy (hmat, chuť) (Kadlec et al., 2012). Mechanické vlastnosti jsou důležitým ukazatelem jakosti potravin, ze které dále vyplývá jejich využití. Jongen (2002) tvrdí, že pevnost produktů je velmi dobrým ukazatelem texturních vlastností, přičemž je snadno mechanicky měřitelná. Jde posoudit i zrakem-vizuálně, například velikost bobule hroznu, napjatost slupky na povrchu hroznu, kdy lze určit stádium zrání. V tomto případě je zásadní, aby byl posuzovatel zkušený (Jongen, 2002). Pro hodnocení textury vznikla norma ISO 11036, která definuje složky textury (viskozita, tvrdost, soudržnost apod.) a jejich správné hodnocení (Kadlec et al., 2012). Texturní charakteristiky ovoce nejsou zas tak závislé na teplotě okolí. Energie, která je potřebná k přivedení bobule do stavu, ve kterém bude schopna chemických reakcí, je nižší než třeba u svaloviny. U rostlin je textura ovlivněna hydrolyzou všech složek buněčné stěny, nevhodné bobtnání bobule vlivem uvolňování plynů a změny vyvolané teplem (změna vaznosti vody) (Krkošková, 1989).

Ačkoli studie textury vinných hroznů započali již v roce 1980 s cílem popsat změny mechanických vlastností během zrání v bobulích (Rolle et al., 2011a). Při výrobě vína je velmi důležitý složení bobule v okamžiku sběru, je to důležitým určujícím faktorem kvality hroznů (Rolle et al., 2011a). Zejména produkce vysoce kvalitních červených vín vyžaduje posouzení fenolické zralosti hroznů prostřednictvím stanovení koncentrace fenolové sloučeniny a jejich extrahovatelnost při výrobě vína. Znalost hroznové fenolové charakteristiky, obsah a extrahovatelnost může umožnit vinaři, aby co nejlépe využil hroznový potenciál dosažený ve vinici (Sacchi et al., 2005).

3.3.1 Textura potravin

Krkošková (1989) tvrdí, že termínem textura označujeme ty vlastnosti potravin, které vyvolávají hmatový vjem, a to bez ohledu na skupenství. Podle hmatového vjemu

rozlišujeme pocit dotyku, tepla, tlaku a bolesti. Hmatové receptory, které slouží pro hodnocení textur, jsou umístěny v dutině ústní. Dále můžeme pro senzorní hodnocení použít i hodnocení dotykem prstu nebo hmatem ruky. Podle Krkoškové lze tedy texturu definovat také jako způsob uspořádání a kombinování složek a strukturálních prvků potravin v mikrostruktuře a makrostruktuře a vnější projev této struktury ve formě toku a deformace. Mechanická struktura potravin určuje texturní vlastnosti (Krkošková, 1989).

Znalost mechanických vlastností potravin hraje důležitou roli pro jejich další zpracování (Sharoba et al., 2012).

Kopec a Hořčin (1997) uvádějí, že textura je soubor mechanických strukturálně látkových, u rostliny orgánů také anatomických a morfologických vlastností, které vnímáme svalovými orgány a tlakovými receptory v ústech, případně v prstech, někdy také zrakem. Jde o soubor mechanických a fyzikálních strukturálně látkových charakteristik, jejichž vnímání souvisí s deformací a pohybem vzorku působením síly svalů v prstech nebo při hryzáni, žvýkání a polykání (Kopec a Horčin, 1997).

Jongen (2005) tvrdí, že stanovení chuti, textury a barvy se dělá z důvodu uspokojení potřeb spotřebitele. Textura je jednou z nejdůležitějších atributů kvality potravin rostlinného původu (vinné révy). Odborníci říkají, že struktura rostliny má klíčový vliv na hodnocení její textury a zakládá se na smyslovém vnímání (Kilcast, 2004). Textura je jednou z nejdůležitějších vlastností kvalitního ovoce a zeleniny. Textura zahrnuje všechny fyzikální vlastnosti sledované hmatem, které se vztahují k deformaci vlivem působící síly a mohou být měřeny objektivně z hlediska síly, vzdálenosti a času. Je známo, že rostlinná struktura hraje klíčovou roli při určování struktury, která vzniká z uspořádání různých chemických druhů, fyzikálními silami do různých mikro a makro struktur, textury je tedy vnějším projevem těchto struktur (Letaief et al., 2008a). Deformací struktury rostliny se posuzuje chování buněčných stěn a následně i textura. Nejdříve se provádí senzorní hodnocení textury pomocí lidských smyslů, kdy je cílem zjistit mechanické znaky, jako je například křehkost, před spolknutím gumovitost, žvýkatelnost a přilnavost. K objektivnímu stanovení se používají instrumentální metody, které mají destruktivní charakter a jsou založeny na objektivním stanovení určování deformace a pohybových znaků daného druhu ovoce. Těmito metodami lze určit pevnost slupky a tvrdost plodu, šťavnatost

potraviny, lze zhodnotit také stupeň zralosti. Textura se používá v současnosti k senzorické analýze, je to soubor strukturně-mechanických vlastností biologického materiálu (Krkošková, 1989; Kadlec et al., 2012).

Při měření fyzikálních vlastností biologického rostlinného materiálu je důležité použít standardní terminologie. U pevných potravin vystavených tahu, budou tlakové nebo smykové napětí měnit rozměr materiálu (délka) a dojde k jeho přetvoření. V ideálním případě pro určitá elastická pevná tělesa vztah mezi vyvinutým napětím na materiál a následnou deformací je lineární křivka ve výsledném grafu. Vzhledem k tomu, že potraviny jsou anizotropního a heterogenního charakteru, tak k tomuto případu nikdy nemůže dojít (Jackman a Stanley, 1995).

Mezinárodní organizace pro standardizaci definuje potravin texturu (v ústech) jako všechny mechanické, geometrické, vnímatelné atributy povrchu těla produktu prostřednictvím kinestetických a některých estetických receptorů, a (kde je to vhodné), hodnocení zrakovými a sluchovými receptory od prvního kousnutí až po konečné polykání. Tato definice potravin textury je podobná předchozí sensorické a funkční projevy strukturálních, mechanických a povrchových vlastností potravin detekované skrze smysly zrak, sluch, hmat a kinestetiku (Szczeniak, 2002).

Mechanické vlastnosti, jsou ty, které souvisí s reakcí produktu na stres: tvrdost, soudržnost, viskozita, pružnost a přilnavost. Geometrické vlastnosti jsou ty, které se nevztahují na velikost, tvar a uspořádání částic v produktu. Povrchové atributy zahrnují pocity produkované vlhkostí úst. Atributy těla jsou ty, které souvisejí s pocity vyvolanými v ústech podle vlhkosti. Vzhledem k tomu že, struktura se skládá z řady různých fyzických pocitů, je vhodnější hovořit o „texturní vlastnosti“, které odvozují skupinu souvisejících vlastností spíše než jeden parametr, jako textura (Bourne, 2002).

Definice parametrů textury (Krkošková, 1989):

1. Mechanické parametry

- Soudržnost = síla vnitřních vazeb, které tvoří skelet produktu.
- Viskozita = rychlost toku za jednotku síly.
- Tvrdost = síla potřebná na dosáhnutí dané deformace.
- Pružnost=rychlost, kterou se deformovaný materiál vrací do původní formy po odstranění deformační síly.

- Křehkost = síla, při které se materiál láme. Křehkost souvisí se soudržností a tvrdostí.
 - Žvýkatelnost = energie potřebná k rozžvýkání tuhé potraviny do stavu, který je vhodný k polknutí.
 - Gumovitost = energie potřebná k desintegraci polotuhé potraviny, která je vhodná k polknutí.
 - Přílnavost = práce potřebná k překonání přitažlivých sil mezi povrchem potraviny a povrchem materiálu, se kterým přichází do kontaktu.
2. Geometrické parametry
- Znaky týkající se velikosti a tvaru částic (celulární, hladký).
 - Znaky, které souvisí s formou a orientací (vláknitý).
3. Ostatní parametry
- Tato skupina se týká obsahu vlhkosti a tuku, zahrnuje například parametry, jako jsou: mazlavý, sušší, olejovitý apod.

3.3.2 Senzorická analýza hroznů

U ovoce a zeleniny zahrnuje kvalita výrobků sensorické vlastnosti (vzhled, texturu, chuť a aroma), výživové hodnoty, chemické složení, mechanické vlastnosti, funkční vlastnosti a vady (Abbott, 1999). Nicméně, zejména pokud jde o spotřebu čerstvých plodů, je textura důležitým atributem v přijatelnosti pro spotřebitele (Tunick, 2011). Mnoho přístrojových měření je v korelaci se sensorickými deskriptory a preferencemi spotřebitelů a mohou být použity jako prediktory přijatelnosti pro spotřebitele (Abbott, 1999). Z tohoto důvodu je instrumentální analýza textury dobře zavedenou analytickou technikou v potravinářském průmyslu pro hodnocení kontroly kvality mechanických a fyzikálních vlastností, a to jak surovin, tak i hotových výrobků, před i po vaření, a pro sledování kvality v průběhu zrání, a trvanlivost. Tyto instrumentální měření struktury jsou výhodné pro sensorické hodnocení, protože snižují variabilitu spojenou se subjektivností a mohou být snadno provedeny (Sato a Yamada, 2003).

Jarošová (2001) uvádí, že sensorické posuzování potravinářských výrobků může poskytnout zásadní informace o kvalitě, pokud budou zabezpečeny optimální podmínky hodnocení (teplota místnosti, čistota vzduchu, osvětlení apod.), přičemž se musí brát

v potaz, že výsledky mohou být ovlivněny celou řadou činitelů, které se musí v průběhu hodnocení odstranit nebo snížit na minimum.

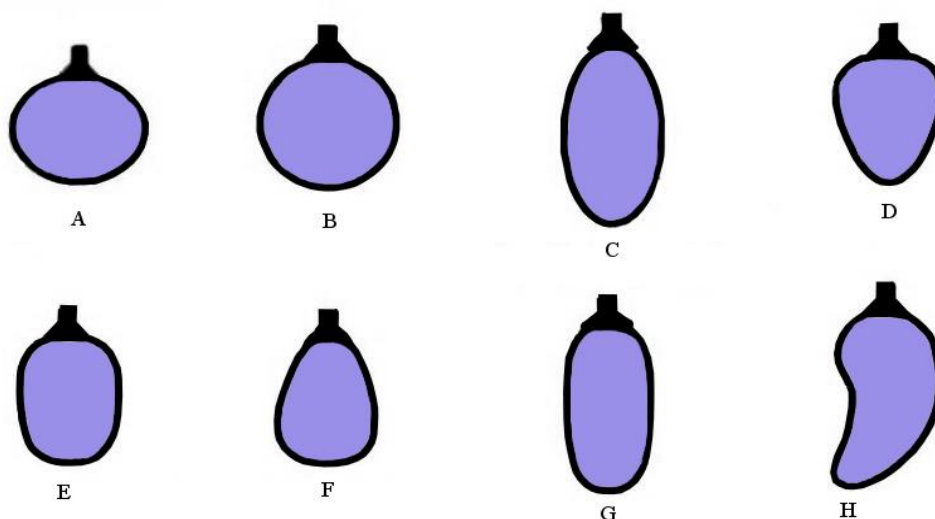
Stolní hrozny se hodnotily podle normy STN 46 3041. Po sensorické analýze se sleduje zdravotní stav, celistvost, pevnost, čerstvost, chuť a vůně. První, co se sensoricky hodnotí je celkový vzhled, a sním související tvar a velikost bobulí, střapce. Zahuštění střapce bobulemi, pevnost slupky a další. Velikost je v I. třídě jakosti min. 150 gramů, 100 g při menších odrůdách, přičemž je povolena odchylka 10 %. Na dužině se hodnotí pevnost, viskozita, rozplývavost. Slupka musí být pevná a hladká. Semena mají být malé hmotnosti, a v ústech působit nerušivě (Kopec a Horčín, 1997). Při tomto hodnocení můžeme hodnotit i zralost (dle změny barvy slupek, měknutí bobulí a změny jejich chuti), kdy bezpečně zjistíme stupeň zralosti bobule podle obsahu cukru ve vylisované šťávě bobulí, a to moštoměrem nebo refraktometrem (Nedomová, 2012).

Při hodnocení vůně a chuti hroznu se hodnotí poměr kyselin a cukrů, tedy sladkost. V hroznech se nachází až 150 aromatických složek, jejich složení je odrůdovým znakem (Kopec a Horčín, 1997).

Na přesnou sensorickou analýzu textury je potřebný vhodný způsob kvalifikace smyslových pocitů. V tomto případě je nejlépe osvědčený text profilu textury, přičemž se texturní znaky při profilové analýze posuzují komplexně, tzn., definují se hlavně jednotlivé znaky (Kopec a Horčín, 1997). Při stanovení profilu se hodnotí geometrické a mechanické vlastnosti, dále se určuje obsah tuku a vlhkosti (viz kapitola textura potravin). Hodnocení probíhá při prvním hryznutí, žvýkání a nakonec při polykání. Mechanické vlastnosti se vnímají hned při zahryznutí do potraviny (Krkošková, 1989). Posuzování profilu textury se používá při výběru nových odrůd, určování zralosti hroznu, termínu sklizně apod. (Kopec a Horčín, 1997). Texturní vlastnosti by mohli hrát důležitou roli při uvolnění fenolických sloučenin, které jsou kritické parametry kvality vína. To znamená, že dobrá křehkost slupky buněčné stěny by mohl usnadnit extrakci anthocyaninu do vína, který je syntetizován ve vakuolách buněk slupky v červených hroznech. Texturní profil celých bobulí může mít vliv na uvolňování kyseliny hydroxyskořicové, která je důležitá vína bílá (Xianduo et al., 2017).

Deskriptory pro hodnocení stolového hroznu (devíti bodová stupnice) podle Kopec a Horčín (1997) viz. obr.1:

1. Sřrapec.
2. Velikost a tvar bobulí.
 - 9- bobule lehké (větší jako 23 mm, uniformní, všechny tvary kromě plochých (a), kulatých (b) a ohnutých do oblouku (i), neopadavé
3. Semena.
4. Barva bobulí.
5. Textura.
 - 9 - velmi pevná, nepoškozená, masitá, šřavnatá
 - 7 – pevná, nepoškozená, dost masitá, přiměřeně šřavnatá
 - 5 – středně pevná nebo málo poškozená nebo masitě rozplývavá
 - 3 – měkká nebo dost poškozená nebo rosolovitá
 - 1 – velmi měkká, tekutá nebo velmi poškozená
6. Slupka.
 - 9 – přirostlá k masité dužině, dostatečně pevná, pružná, přiměřeně jemná
 - 5 – příliš jemná, náchylná k poškození nebo hrubší, nepříjemná při jezení
 - 1 – velmi hrubá a velmi drsná, při jezení je velmi nepříjemná
7. Vůně.
8. Chuť.



Obrázek 1 Tvary bobulí révy vinné, (Kopeck a Horčín, 1997)

Tvary bobulí hroznů: (A) sploštělý, (B) kulatý, (C) krátký eliptický, (D) vejčitý, (E) tupě vejčitý, (F) opakvejčitý, (G) cylindrický, (H) obloukově ohnutý

3.3.3 Instrumentální analýza bobulí

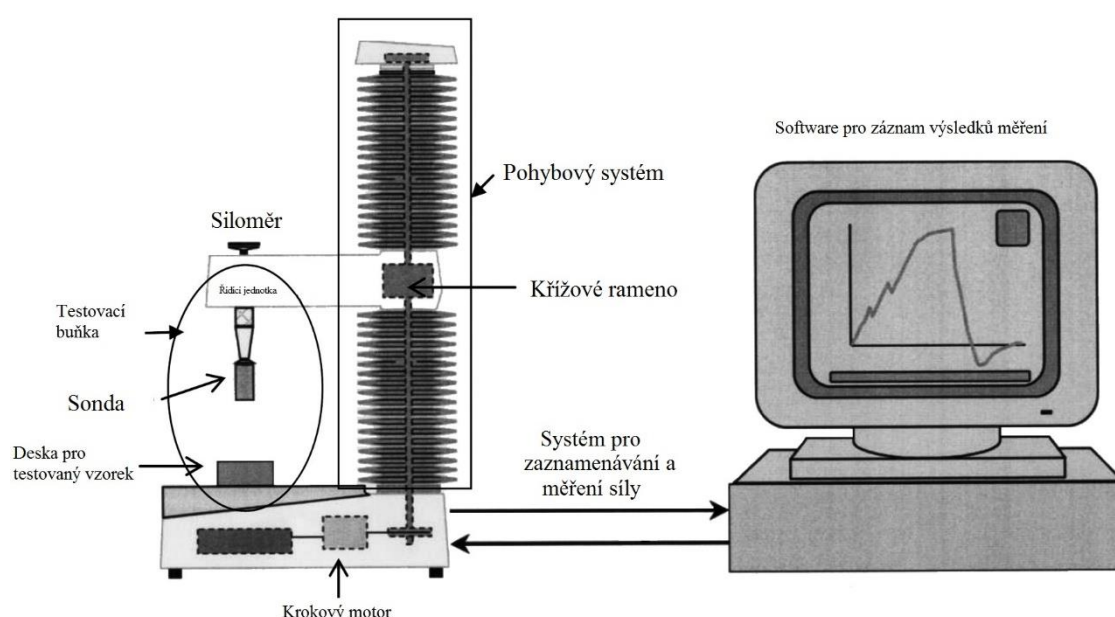
Instrumentální metody hodnocení textury jsou založeny na hodnocení deformace, tedy mechanických testech. Pevnost, tuhost a vytrvalost bobule révy vinné lze určit několika způsoby. Jedním z nich je například přeříznutí bobule. V tomto případě se zjišťuje velikost síly, která je potřebná k přeříznutí. Mechanické testy obecně zahrnují testy, které potravinu zkouší v odolnosti vůči působící síle (Krkošková, 1989). Pro instrumentální hodnocení se zpravidla používá několik vzorků. Testy mají totiž ničivý charakter. Síla aplikovaná na potravinu přesahuje hranici pevnosti potraviny, která se vlivem toho poruší (Krkošková, 1989).

Metody potravin textury jsou prováděny za dobře definovaných a kontrolovaných podmínek v laboratoři, i když se některé konkrétní měření buněčného turgoru hroznové bobule může provádět přímo na vinici (Matthews et al., 2009). Některé z těchto podmínek jsou zabezpečeny použitými nástroji: viskozimetry, reometry, práškové průtokové testery a analyzátoři textury (Bourne, 2002). Posledně jmenované nástroje, obecně zvané univerzální zkušební stroje (UTMS), jsou ty, které se v současné době používají ve strukturálních testech aplikovaných ve studiích hroznů a poskytují přesné zaznamenání síly, času, vzdálenost a deformace (Rolle et al., 2011a).

Při instrumentální analýze struktury je texturní chování hroznů ovlivňováno strukturou zejména slupky a dužiny (Xianduo et al., 2017).

Analýza textury je dobře zavedenou analytickou technikou v potravinářském průmyslu pro hodnocení mechanických a fyzikálních vlastností jak surovin, tak i hotových výrobků. Instrumentální mechanické vlastnosti stolních hroznů, získané pomocí univerzálních zkušebních strojů vybavených specifickými sondami, mohou být předmětem zájmu v odvětví vinařství, případně při rozpoznání potenciálu každé odrůdy, přičemž pomáhají uspokojovat požadavky trhu. Měřené parametry jsou ve spojení s některými senzorickými vlastnostmi a nepřímo spojené s přijatelností výrobku spotřebitelem. Analýza textury je rychlá a nízkonákladová analytická technika, může být také příznivě uplatňována ve vinařství jako rutinní nástroj pro sledování kvality vinné révy. Z různých měřitelných mechanických parametrů, jako je tloušťka bobule s pevností slupky jsou indexy, které odrážejí extrahovatelnost antokyanů s dostatečnou spolehlivostí (Rolle et al., 2011a).

Obecně platí, že instrumentální techniky pro zkoumání reologického chování potravin mohou být rozděleny do tří skupin, a to podle typu informací získaných v testu: základní, empirické a imitativní (Rolle et al., 2011a; Bourne, 2002). Základní testy určí jednu nebo více fyzikálních konstant a přesně popisují vlastnosti potravin, pokud jde o dobře definované reologické parametry. Empirické testy obvykle měří parametry, které jsou špatně definované v reologických podmínkách. Napodobující testy mají za cíl reprodukovat mechanické operace použité v lidském hodnocení potravin, které jsou v úzké korelaci se sensorickým hodnocením (Bourne, 2002). Schématické znázornění univerzálního testovacího zařízení je na obrázku 2.:



Obrázek 2 Schématické znázornění univerzálního testovacího zařízení (Rolle et al., 2011a).

Analyzátor textury může být vybaven různým typem sondy a příslušenstvím podle požadavků metody. Každá sonda nebo přípravek je určen pro určitou skupinu aplikací a může být připojena k podkladu nebo na rameno analyzátoru textury. Vzorky byly umístěny na základně UTM, a to ve spodním držáku, nebo mezi dvěma příslušenstvími. Rameno analyzátoru textury, které obsahuje siloměr se obvykle pohybuje dolů a penetruje slupku bobule/dužiny (test penetrace), nebo stlačuje celé bobule/semena (tlakové zkoušky), nebo se pohybuje nahoru, aby se posoudila odpor oddělení hroznu od stopky (zkouška tahem). Ačkoliv byla pro analýzu ovoce vyvinuta řada metod textury, tak jen málo z nich je určeno pro použití na hrozny (Abbott, 1999; Bourne, 2002).

3.3.3.1 Podmínky pro stanovení mechanických vlastností bobulí révy vinné

V současné době je nezbytné mít dostatek informací k popsání texturních metod, protože odlišné podmínky při zkoušce textury mohou přinést odlišné výsledky. Vliv teploty bobule, počet plodů nebo jejich částí (slupka, semena) od vzorku, a polohou bobule na plošině, jsou jedním z nejdůležitějších podmínek, ale podrobná experimentální podmínky nejsou vždy. Bobulí jsou obecně analyzovány při pokojové teplotě (20 ± 2 ° C) a před zkouškou doporučuje, temperování v termostatované komory (Rolle et al., 2011a).

3.3.3.2 Odběr vzorků pro stanovení mechanických vlastností bobulí révy vinné

Přesný a reprezentativní odběr vzorků hroznových moštů je třeba provádět v terénu. (Rolle et al., 2011a). Velikost vzorku musí být pečlivě vybrána pro zajištění požadovaného stupně důvěry ve výsledky a závěry. Velikost vzorku testu se pohybuje v rozmezí od 5 (Sato et al., 2004) až 50 bobulí (Le Moigne et al., 2008), a udává, že vzorek o velikosti 20 plodů už byl dostatečný pro prokázání kompresního testu hroznů Cabernet Franc (Maury et al., 2009).

Stejní autoři uvádějí, že 15 bobulí by mohlo být dostačující pro úspěšné dokončení testu propíchnutí slupky bobule. Počet plodů určených k testování se zakládá na zkušenostech, protože nejsou žádné předchozí pomocné údaje pro odhad správné hodnoty.

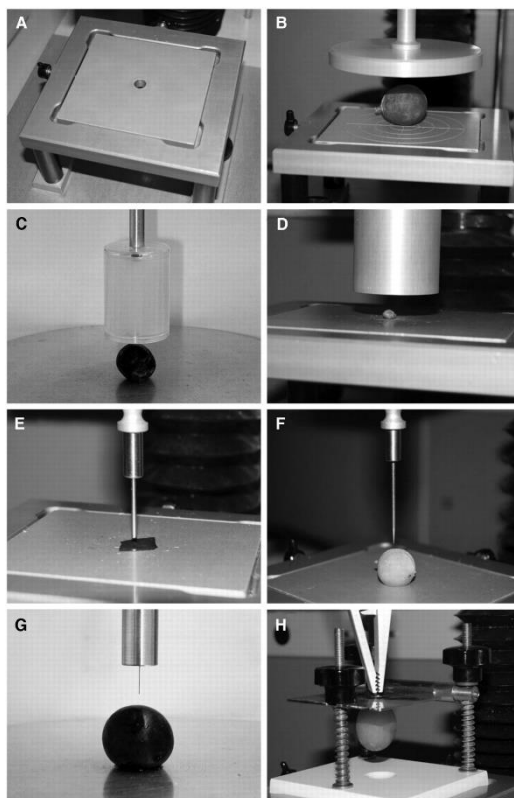
Z toho vyplývá, že příliš velký vzorek by vyžadoval nadměrné množství času a prostředků, ale příliš malý vzorek nezaručuje význam statistických výsledků (Rolle et al., 2011a).

3.3.3.3 Způsoby stanovení mechanických vlastností bobulí révy vinné

Obecně platí, že testy komprese (stlačení) a penetrace(propíchnutí) se provádí na boční straně celé bobule, která je umístěna na spodní části analyzátoru textury (stopky umístěné vodorovně) (Letaief et al. 2008b;Maury et al., 2009). Pro získání informací o mechanických vlastnostech pouze dužiny, mohou být bobule částečně (Rolle et al., 2011a), nebo zcela loupané (Deng et al., 2005).

Na Obrázku 3. jsou znázorněny hlavní nástroje a sondy pro analýzu textury (A) UTM základna s perforovanou plošinou; (B) s plochou sondou (průměr 100 mm) použita v kompresním testu stolních hroznů; (C) s plochou sondou (25 mm), použitý v kompresním testu hroznů; (D) plochá sonda (průměr 35 mm), použitá v kompresním testu semen;

(E) plochá sonda (průměr 2 mm) použitá pro vyhodnocení tloušťky slupky; (F), jehla nebo kuželová sonda (průměr 2 mm) používaná pro stolní hrozny a vyhodnocení tvrdosti slupky hroznů; (G) zaoblená sonda (průměr 0,16 mm) používaná pro vyhodnocení tvrdosti slupky hroznů; (H) sonda a platforma používaná tažném testu u stopek.



Obrázek 3 Hlavní nástroje a sondy pro analýzu textury (Rolle et al., 2011a).

3.3.4 Srovnání instrumentálního a senzorického hodnocení bobulí révy vinné

Textura je senzorická vlastnost, jejíž dominantní část vnímání se vyskytuje převážně v ústech. To je ovlivněno teplotou a žvýkáním, tedy zředěním materiálu slinami v ústech (Szczeniak, 2002). Senzorické vlastnosti, jako zrnitost, žvýkatelnost, lepivost a vlhkost se používají k popisu senzorických vlastností bobulí (Angulo et al., 2007). Senzorické atributy jako zrnitost, žvýkatelnost, lepivost a vlhkost jsou popsány v senzorických charakteristikách hroznů (Angulo et al., 2007). Senzorický popis jako drobivost, tloušťka lupky a pevnost slupky byly vyhodnoceny jako charakterizující prvky pro komerční stolní hrozny (Cliff et al., 1996).

Textura podzimních hroznů (Artés-Hernández et al., 2004), křehkost Crimsonových bezsemenných hroznů (Rolle et al., 2011a), nebo křupavost a pevnost Autumn Royal

(Valero et al., 2006) jsou sensorické deskriptory použity pro vyhodnocení kvality stolních hroznů v různých posklizňových podmínkách (Rolle et al., 2011a).

Na druhé straně, se stejným cílem, byla měřena pevnost bobulí jako pomocný parametr za použití různých mechanických vlastností, jako je poměr mezi silou, která dosáhla 1 % deformaci bobule a průměru bobule ($N \cdot mm^{-1} \times 100$) (Rolle et al., 2011a) nebo modul pružnosti, vyjádřen v $N \cdot mm^{-1}$, po aplikaci síly 3 N (Rolle et al., 2011a). V dalších studiích, jak již bylo uvedeno, byla textura bobule stolních hroznů měřena samostatnou kompresí (Rolle et al., 2011a), nebo TPA (Deng et al., 2005). Obecně platí, že vědecké práce samostatně vykazují buď sensorické vlastností nebo instrumentální vlastnosti. Žádné specifické práce na vztah mezi instrumentálními a sensorickými parametry použitými k definování vlastností textury stolních hroznů nebyli zveřejněny (Rolle et al., 2011a).

Několik studií se snažil sladit terminologii deskriptorů použitou pro *Vitis vinifera* a *Vitis labruscana* ve starších ampelografických textech (mírně dužnaté, dužnaté, pevné, velmi pevné, křupavé, rozplývavé, křehké) s parametry přístroje získaných během testu vpichu dužiny (Sato a Yamada 2003; Sato et al., 1997). Byly zjištěny korelační koeficienty ($R > 0,84$) mezi hodnocením obtížnosti žvýkání v sensorických testech (Rolle et al., 2011a).

Senzorickou analýzu vinného hroznů používá mnoho profesionálních vinařů, a zdá se být dobrým nástrojem pro usnadnění rozhodování stupně zralosti a data sklizně. To umožňuje celkovou charakterizaci produktu, pokud jde o texturu, chuť, vůně a příchuť. Na sensorické analýzy bobulí byly provedeny některé studie, včetně deskriptorů textury (Rolle et al., 2011a).

Metoda vyvinutá Institutem Coopératif du Vin (ICV, Francie) pro pěstitele a vinaře je založen na analýze segmentace tří hlavních oddílů bobule: dužina, slupka a semena. Každý deskriptor se kvantifikuje podle strukturované hodnotící stupnice (1 až 4). Sensorická analýza zahrnuje tři dávky bobulí současně ochutnaných segmentací analýzy: vizuální a hmatové vyšetření bobulí, analýza dužiny a slupky, a vizuální kontrolu a analýza semen (Rousseau a Delteil, 2000).

Nedávná metoda kombinovaného sensorického a instrumentálního měření struktury (TPA) sledovala zralosti hroznů Cabernet Franc na třech pozemcích

(Le Moigne et al., 2008). Stejné vzorky vinné révy byly předloženy do obou sensorických a instrumentálních metod pro hodnocení účinků zrání a typu pozemku (Rolle et al., 2011a). Při školení se nechali členové, aby vyvinuli konečnou slovní zásobu na základě 30 deskriptorů souvisejících s texturou hodnocení hmatem, texturou vyhodnocenou v ústech, zápachem, aroma a chutí podle úplné charakterizaci bobule, slupky a semena. Tyto popisy byly klasifikovány do čtyř typů zralosti, včetně 12 atributů pro strukturní zralosti (vyblednutí slupky, pružnost, odolnost proti stisku, síla nutná k oddělení stopky od bobule, křupavost bobule, pevnost bobule, šťavnatost dužiny, konzistence, tloušťka slupky, povrch slupky, tvrdost semen a popraskání semen). Sensorické deskriptory spojené do textury byly vysoce korelované s parametry komprese (Le Moigne et al., 2008).

3.3.5 Metody stanovení mechanických vlastností ovoce

K měření mechanických vlastností, se používají zmenšené přístroje, které se v plné velikosti používají spíše k hodnocení plastů, případně kovů. Při měření je požadována rychlost a jednoduchost měření (Krkošková, 1989).

3.3.5.1 Penetrační test (punkční test)

Penetrometry jsou nejstarší přístroje, které slouží k hodnocení textury potravin (Krkošková, 1989).

Co se týče vinných hroznů, texturní vlastnosti se obvykle stanoví pomocí testu vpichu a testu dvojitě komprese, které se vyznačují odrůdovou rozdílností. Texturní vlastnosti bobulí se používají také jako ukazatelé kvality vinné révy (Xianduo et al., 2017). Princip je takový, že sonda proniká (penetruje) skrz bobuli révy vinné. Měří se síla, která je potřebná k proniknutí sondy do dané hloubky, nebo do celkové hloubky. Sondou může být jehla, píst nebo jakékoliv těleso kuželovitého tvaru. Méně pevnou bobuli poznáme tak, že vynaložená síla je menší a zároveň hloubka průniku větší (penetrometr pronikne do biologického materiálu rychle, hluboko a nebude muset vynaložit velkou sílu) (Krkošková, 1989; VFU, 2011). Chování potravin při reologických zkouškách závisí na typu struktury materiálu. Testem vpichu můžeme hodnotit například konzistenci šlehačky nebo pro určení tuhosti gelů. Penetrometry mohou použít jeden i více vzorků. Pro hodnocení mechanických vlastností ovoce se používá penetrometr tzv. tlakový tester například Magnessův-Taylorův přístroj (Krkošková, 1989).

Existují 2 způsoby stanovení (VFU, 2011):

1. měření potřebné síly potřebné k proniknutí do dané hloubky při konstantní (neměnné) rychlosti sondy.
2. měření hloubky vpichu v daném čase, nebo za působení konstantní síly, která působí na sondu.

Penetrační test se obecně aplikuje na studium mechanických vlastností slupky a dužiny. Geometrie pístu (tj., velikosti a tvar), musí být v testu vpichu pečlivě zvaženy, protože výsledky mohou být velmi odlišné. V důsledku zakřivení konkrétních vyráběných sond je pevnost měřena jako kombinace smyku a tlaku, a není možné převést nebo porovnávat měření získané s ostatními za použití různých forem sond (Abbott, 1999; Roudot, 2006).

3.3.5.2 *Kompresimetrie*

Pomocí testu pevnosti v tlaku shrneme vliv dužniny a vlastnosti slupky na mechanické vlastnosti bobule. Tento test může být invazivní s jednoduchým destruktivním stlačením vzorku, nebo neinvazivní (Grotte et al., 2001). Analýza profilu textury (TPA) je typická nedestruktivní tlaková zkouška (Deng et al., 2005; Letaief et al., 2008b), nazývaná také dvojitá tlaková zkouška (Maury et al., 2009). Musí být specifikována čekací doba mezi dvěma cykly komprese. Pro studie hroznů, to jsou 2 s (Letaief et al., 2008b), nebo 3 s (Deng et al., 2005).

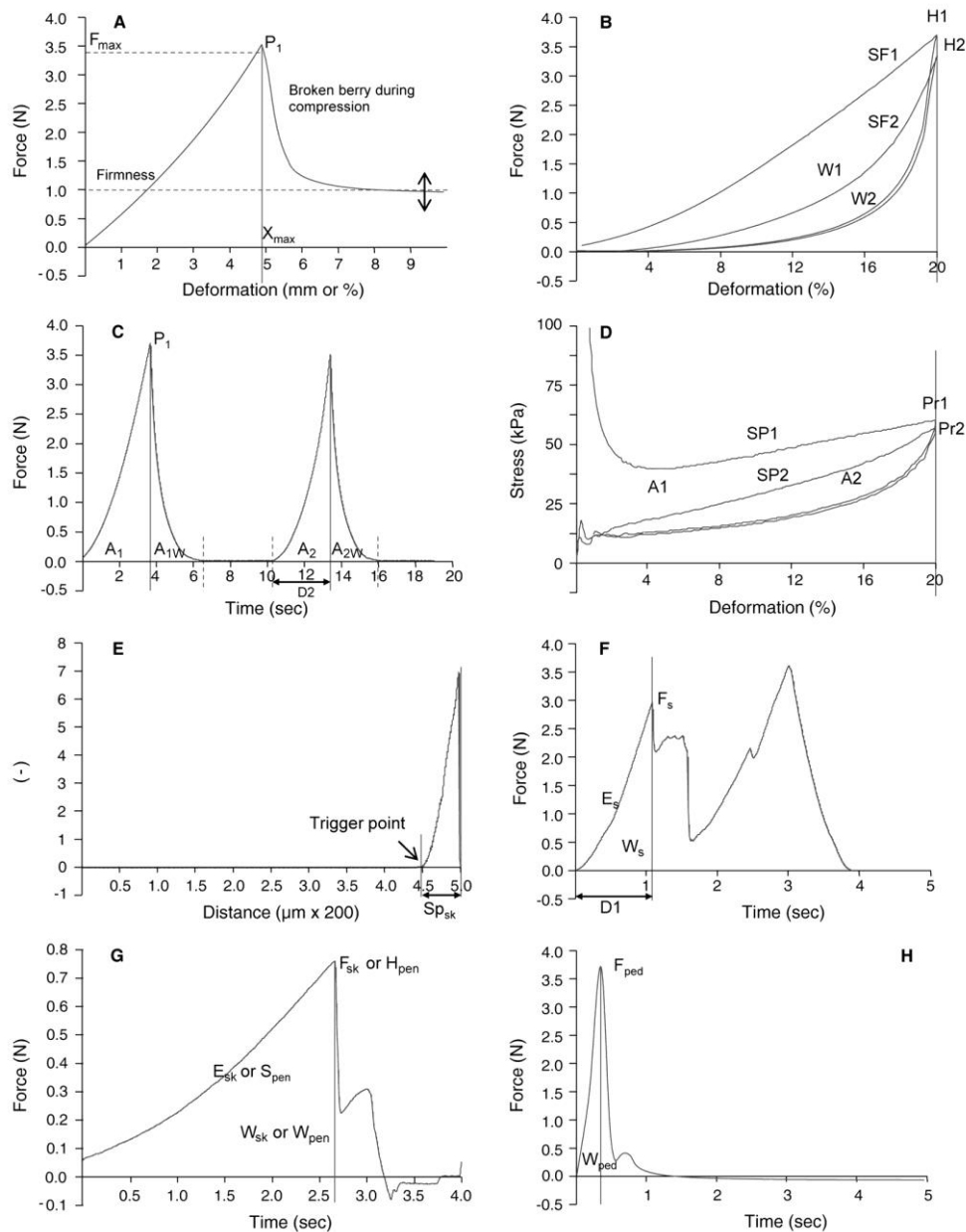
Princip je stlačení bobule mezi dvěma deskami (napodobení stlačení potravin mezi zuby, jazykem a patrem). Biologický materiál odolává stlačení. Hlavní používaný způsob je stlačování biologického materiálu deskou, při konstantní rychlosti desky, a zároveň probíhajícím měření, které ale působí na desku (VFU, 2011; Krkošková, 1989). Hodnotí se opět síla potřebná k deformaci nebo deformace způsobená danou silou. Dle typu kontaktu povrchů vzorku se sondou rozdělujeme: Plochý píst větší než vzorek s hladkým nebo zakřiveným povrchem a zakřivený píst, který stlačí povrch plochý. Na porovnávací zkoušky je nutné vzít vzorek s identickou plochou a výškou a nejlépe i velikostí (VFU, 2011; Krkošková, 1989).

Pro tuto zkoušku, se používají vzorky, které jsou vykrojeny do tvaru válce. Deformace se provádí do porušení soudržnosti vzorku. Index tvrdosti je zde vyjádřen silou, která je

potřebná k deformaci materiálu. Index měkkosti je vyjádření mírou stlačení při neměnném zatížení (VFU, 2011; Krkošková, 1989). Rozdíl oproti peneometru je, že se vzorek nepropichuje ani nerozřezává (Krkošková, 1989). Tímto způsobem analýzy nedochází k penetraci vzorku pístem (VFU, 2011).

Mechanické parametry celé bobule lze získat po jedné zkoušce tlakem nebo TPA získány pomocí analýzy křivky získané při zkouškách. Stejně mechanické vlastnosti jsou často označovány různě různými autory, tedy porovnání výsledků může být obtížné (Rolle et al., 2011a).

Mechanické parametry celého bobule lze získat po jedné zkoušce tlakem nebo TPA se extrahují pomocí analýzy křivky získané při zkouškách (obrázek 4). Stejně mechanické vlastnosti jsou často označovány různě různými autory; tedy porovnání výsledků může být obtížné.



Obrázek 4 Typické křivky získané pomocí testu UTM při testech textury (Rolle et al., 2011a).

(A) samostatný test komprese celé bobule (síla / deformace); (B) dvojitá komprese nebo TPA test celé bobule (síla / deformace); (C) test dvojitě komprese nebo TPA test celé bobule (síla / čas); (D) test dvojitě komprese nebo TPA test celé bobule (stres / kmen); (E) tlaková zkouška pro stanovení tloušťky slupky (síla / vzdálenost); (F) jednoduchý kompresní test semen bobule (síla / čas); (G), penetrační test slupky bobule (síla / čas); (H), zkouška tahu pro posouzení odolnosti oddělení stopky od bobule (síla / čas).

Někteří autoři se domnívají, že vliv velikosti bobulí má velký význam na vyvinutou sílu a údaje musí být vyjádřeny ve stresu (Grotte et al. 2001; Le Moigne et al. 2008; Maury et al., 2009).

TPA se provádí na přístroji Instron nebo Texture test system. TPA je v současnosti dosti oblíbené vzhledem ke své přesnosti a všestrannosti. Princip je měření textury na základě několika parametrů. Testovaný vzorek se ve dvou cyklech stlačuje (napodobuje se žvýkání). Výsledkem je závislost síly na čase. Z této závislosti lze určit texturní parametry jako tvrdost, křehkost, pružnost, žvýkatelnost, přilnavost apod. (VFU, 2011).

3.3.5.3 Zkouška tahem

Test textury se provádí především pro posouzení odolnosti stopky, respektive odolnosti jejího oddělení od bobule, i když jedna studie také popisuje tahové síly slupky bobulí (Rolle et al., 2011a). V trakčním testu vinných hroznů je stopka ukotvena do kleští sondy.

3.3.5.4 Zkouška stříhem

Měří se síla potřebná k přestříhnutí vzorku. Uplatňuje se nejčastěji při zkoumání textury masa. Nejznámější je Warner-Bratzlerův přístroj. Vzorek by měl mít tvar válce. Přístroj může mít i více nožů, pro hodnocení textury bobulí révy vinné se používá Kramerův stříhový lis. Skládá se z komory, kde probíhá stlačení, stříh a přetlačení. Výsledky měření se odvíjí od ostrosti nožů a různé rychlosti síly. Pokud jsou nože tupější, proces stříhu trvá déle a tím pádem i výsledek bude jiný (Krkošková, 1989).

3.3.6 Shrnutí hlavních vlivů působících na mechanické vlastnosti bobulí

Mechanické vlastnosti, tedy i jejich textura je ovlivněna zejména chemickým složením. Obsahem vody, tuku, sacharidů, bílkovin (Kadlec et al., 2012). Na chemické složení má vliv způsob pěstování a klimatické podmínky. Samozřejmě je také lehce ovlivněno meziodrůdovou rozdílností. Vlákňitost bobulí vzniká jako důsledek zhrubnutí buněčné stěny díky navrstvení tkaniva (parenchymu, sklerenchymu a kolenchymu). Zhrubnutí obsahují množství pektinů, které ovlivňují soudržnost buněk, tedy jak moc „drží při sobě“ a vlivem toho jsou neochotny podlehnout deformaci (Krkošková, 1989).

3.3.6.1 Zrání jako faktor ovlivňující mechanické vlastnosti hroznů

Celá bobule prochází během zrání celou řadou fyziologických a biochemických změn, které vyvolávají modifikaci textury (Rolle et al., 2011a).

V senzorické analýze, jsou deskriptory textury schopné rozlišit stupeň zrání bobule (Rousseau a Delteil, 2000; Le moigne et al., 2008), což ukazuje na strukturní zralosti souběžné s technologickou vyspělostí. Takové texturní zralosti mohou být vymazatelné mechanickými zkouškami. Proto tyto posledně jmenované testy mohou zvýraznit důležité informace o vývoji kvality hroznů během zrání a pomáhají identifikovat preferovaný termín sklizně.

Zrání hroznů je komplikovaný proces, při kterém se složení bobule a texturní vlastnosti synchronně mění (Xianduo et al., 2017). Spolu s těmito změnami se bobule hroznů změkčují, díky degradaci buněčné stěny vlivem hydrolýzy enzymů (Xianduo et al., 2017).

Dle Pavlouška (2011) můžeme biochemické procesy bobule chápat jako přeměnu kyselé, tvrdé a zelené bobule do měkké a barevné. Změny bobulí během zrání ovlivňují faktory jako odrůda, umístění bobulí v hroznu a fáze vývojového stádia bobule. Základní cukry v bobulích jsou D-glukóza a D-fruktóza. Jejich poměr se mění během zrání hroznů. Cukry najdeme především v dužině, malé množství i ve slupce. Po změknutí bobule je větší obsah glukózy než fruktózy (Pavloušek, 2011). Modifikace polysacharidů je nejzákladnějším faktorem, který ovlivňuje pevnost slupky během zrání (Xianduo et al., 2017).

Při sklizni, tedy ve chvíli, kdy pěstitel usoudí, že hrozen dosáhl požadované zralosti je poměr glukózy a fruktózy vyrovnaný. Obsah kyselin má vliv na senzorickou kvalitu hroznů. Složení a obsah kyselin ovlivňují klimatické podmínky, zejména teplota. V hroznu jsou za hlavní kyseliny považovány kyselina jablečná, vinná a citronová. V době zrání je větší obsah kyselin jablečné a vinné. Množství kyselin a jejich složení je odrůdovým znakem. V průběhu dozrávání začíná klesat obsah organických kyselin v bobuli díky oxidaci kyseliny jablečné za vzniku glukózy a fruktózy. Změna obsahu kyseliny vinné je minimální. Organické kyseliny mají významný vliv na tvorbu aromatických a chuťových látek. Dalšími významnými látkami bobule jsou látky fenolické. Jejich složení a obsah je dán dle odrůdy. Fenolické látky jsou rozhodující pro barvu a chuť (Pavloušek, 2011). Obsah fenolických sloučenin v bobuli při sklizni významně přispívá k organoleptickým vlastnostem vína (jemná chuť bílých vín) (Xianduo et al., 2017). Fenolické látky rozdělujeme na flavonoidy (antokyany, flavan-3 - oly a flavonoly) a neflavonoidy (hydroxybenzoová, hydroxyskořicová kyseliny a stilbeny) (Rodríguez Montealegre et al., 2005).

Podle Pavlouška (2011) jsou hydroxykyselinové kyseliny hlavními sloučeninami. Jsou to látky bezbarevné. Snadno podléhají oxidaci a můžou až zhnědnout. V bobulích je najdeme jako estery kyseliny vinné ve vakuolách buněk, dále v dužině a slupce. Hydroxybenzoové kyseliny najdeme v hroznech jako glykosidy a estery (elastické a gallové taniny). Kyselina gallová je jediná hydroxybenzoová kyselina, která se nalézá přímo v bobuli. Dalšími látkami jsou stilbeny. Jsou to antimikrobiální látky vznikající vzájemným působením mikroorganismu a rostliny. Flavonoidy jsou nejdůležitější fenolické látky v hroznu. V hroznu najdeme tři skupiny – flavonoly (např.: quercetin, myricetin), flavanoly a antokyany. Flavonoly se vyskytují ve formě galaktosidů, glukuronidů a glykosidů (Pavloušek, 2011). Fenolické sloučeniny mají významný vliv na barvu a sensorické vlastnosti vína (Rolle et al., 2011a). Fenolická zralost a její vztah s vlastnostmi textury je rozhodující pro stanovení o optimálního termínu sklizně (Xianduo et al., 2017).

Antokyanová barviva nalezneme zejména u modrých odrůd ve vakuolách buněk slupky. Někdy je zbarvena také dužnina – odrůdy zvané barvířky. Antokyany jsou vytvářeny během zrání. Obsah v bobuli je ovlivněn pěstitelskými podmínkami a ročníkem. Složení vzniklého antokyanu v průběhu zrání závisí na odrůdě. Pro chuťové charakteristiky jsou významné flavan-3-oly a jejich polymery neboli taniny (třísloviny) označované také jako proantokyanidiny. V semenu a slupce najdeme jednoduché flavan-3-oly, a to například katechin. Flavan-3-oly v průběhu zrání polymerizují na třísloviny (Pavloušek, 2011).

Barva červených vín a její vývoj závisí nejen na koncentraci antokyanů. Koncentrace ostatních nebarvených polyfenolů je stejně důležitá. V důsledku toho bylo navrženo řešení – kofermentace červených hroznů různých odrůd, když některé z hroznů nepředstavují dobrou rovnováhu mezi koncentracemi antokyanů a dalšími polyfenoly. To může platit i pro kofermentace červených hroznů červených odrůd s hrozny odrůd bílých, které přispívají polyfenolickými látkami (Rodríguez Montealegre et al., 2005).

Třísloviny dělíme na hydrolyzovatelné jako je kyselina gallová, hydroxykyselinové kyseliny a elagová kyselina. Nemají původ v hroznu, pocházejí z dřevěných sudů. Dále na kondenzované třísloviny, tedy flavan-3-oly, které jsou biologicky syntetizovány z fenylalaninu nalezneme ve slupce a semenech bobule, dále v třapínách. V semenech se nachází taniny na vnějším a vnitřním obalu semene, kdy množství taninů uvnitř semene klesá v průběhu zrání. Změny v obsahu závisí na pěstitelské agrotechnice

(Pavloušek, 2011). Taniny ze semen přispívají k hořké chuti vína (Xianduo et al., 2017). Hrozny s vysokým obsahem antokyanů mají vysoký obsah tříslovin ve slupce. Pokud má bobule nízký obsah antokyanů, může být nedostatečně zralá. Taniny v semenech a ve slupce mají stejné organoleptické vlastnosti.

Bobule prochází během zrání četnými fyziologickými a biochemickými změnami, které vyvolávají modifikaci textury (Rolle et al., 2011a). V senzorické analýze jsou deskriptory textury schopné rozlišit stupeň zrání bobule (Rousseau a Delteil, 2000), což ukazuje na strukturní zralost souběžně s technologickou vyspělostí. Texturní zralosti můžou být pozměněné mechanickými zkouškami. Proto tyto testy mohou zvýraznit důležité informace o vývoji kvality hroznů během zrání a pomáhají identifikovat ideální termín sklizně.

Několik studií na měření textury zkoumalo jejich efektivitu pro odhad jakostních parametrů bobulí prostřednictvím procesu zrání (Abbal et al., 1992; Grotte et al., 2001). Jedna studie potvrdila, že mechanické vlastnosti slupky hroznu, jako je síla vpichu, se vyvinula během zrání a že významně koreluje s obsahem rozpustných pevných pro většinu hroznů odrůd Chardonnay a Riesling (Rolle et al., 2011a). Toto pozorování nemusí být za všech okolností použitelné pro všechny odrůdy (Letaief et al., 2008b). Vodní stres a různé výživové podmínky mohou vyvolat různé chování v mechanických parametrech hroznů, a to zejména v tloušťce slupky bobule (Porro et al., 2010).

I když studie uvádějí vliv polohy hroznové bobule během kompresního testu (Grotte et al., 2001), a to i na velikost bobulí v testu vpichu (Letaief et al., 2008a), neexistuje žádná publikovaná práce zabývající se posouzením mechanických metod vyvinutých pro sledování zrání hroznů. Maury et al. (2009) definoval nejlepší podmínky měření pro posouzení zralosti hroznů použitím dvojité komprese a testu vpichu, aby rozlišil zralosti o fázích zrání hroznů.

Některé studie ukázaly, že síla k porušení slupky bobule krátce před sklizní by mohla omezit výběr tohoto mechanického parametru jako ukazatele zralosti bobule (Maury et al., 2009).

V této poslední práci byl hodnocen vývoj tvrdosti slupky pomocí penetračního testu za použití plochého povrchu sondy, který zahrnuje instrumentální měření kombinací komprese (pod pístem) a hodnoty stříhání. Namísto sondy v podobě jehly (Stable Micro

Systems, Godalming, UK), který se používá v novějších punkčních testech, umožňuje vyhodnocení mechanických vlastností slupky minimalizovat možné interference o výsledcích pevnosti dužiny. Vzhledem k tomu, že hodnoty Youngova modulu se lišily v průběhu procesu zrání pro hrozny odrůd Cabernet Franc sklizených v různých termínech (Zouid et al., 2010). Tyto výsledky dohodnuté s ostatními (Rolle et al., 2011a), kteří dospěli k závěru, že součinitel gradientu nebo elasticity může být považován za dobrý index pevnosti dužiny bobule tyčinky pro Thompsonovy bezsemenné hrozny.

Tvrdost semen bobule se také mění v průběhu procesu zrání, protože se stává těžší, a proto vysoká tvrdost semen bobule ukazuje zralost. Tvrdší semena by měla být více zdřevnatělá na nejvnitřnější vrstvě, v důsledku úplnější fáze zrání (Letaief et al., 2008b).

Vzhledem k tomu, že vlastnosti textury celé bobule závisí na různých vlastnostech, jako je složení buněčné stěny, struktura buněk, dochází během zrání k změkčování ovoce. Test dvojité komprese nebo TPA test může být také užitečný pro monitorování zrání jak dužiny, tak i slupky, přičemž údaje jsou agregovány. Kompresní parametry bobule odlišily fáze zrání odrůd hroznů Cabernet Franc na různých pěstebních místech, to ale nemůže předvídat zrání každé bobule v důsledku variability hroznů (Le Moigne et al., 2008). Proto tito autoři navrhli, že je nezbytné pracovat s průměrnými hodnotami pro měření kompresních parametrů namísto posuzování každé hroznové bobule zvlášť. Většina studií instrumentální analýzy textury označuje střední hodnoty mechanických parametrů. Ačkoli se účinek data sklizně na tyto reologické vlastnosti odrůd hroznů Cabernet Franc liší mezi jednotlivými vinicemi, všechny dvojité kompresní parametry, kromě soudržnosti, se obvykle snižují během procesu zrání, kdy byly vyjádřeny jako průměrné hodnoty, a těžko se opět zvyšují až do data sklizně (Zouid et al., 2010). Poslední dvě studie prokázaly interakci mezi účinkem zrání a účinkem vinic pro většinu parametrů komprese.

V důsledku toho je trend v této oblasti výzkumu ověřit reálné chování instrumentálních texturních vlastností v průběhu procesu zrání a vyhodnotit jejich efektivní potenciál jako prediktor zrání (Rolle et al., 2011a).

S cílem posoudit, zda změny vyskytující se v mechanických vlastnostech slupky během zrání hroznů jsou zejména v důsledku heterogenity sklizených bobulí nebo na jejich evoluci/vývoji v průběhu finálního zrání v posledních týdnech, nedávná studie zkoumala

Nebbiolo hrozny sklizeny po dobu pěti po sobě jdoucích týdnech a poté je oddělila do tří tříd hustoty (1088, 1094, a 1100 kg · m⁻³) (Rolle et al., 2011b).

3.3.6.2 *Instrumentální parametry textury a extrahovatelnost fenolů*

Zpracování vysoce kvalitních červených vín vyžaduje dostatečnou akumulaci fenolů v slupce bobule v době sklizně a odpovídající sklon slupky bobule, aby byli získány antokyany během procesu výroby vína. Různé chemické metody byly použity pro hodnocení extrahovatelnosti fenolických látek, která je silně ovlivněna extrakční metodou. V tomto smyslu, pokud je buněčný index zrání nebo index extrahovatelnosti (Rolle et al., 2011a) dostatečně spolehlivý, aby se mohla odhadnout extrahovatelnost antokyanů (Cagnasso et al., 2008).

Dvě hlavní nevýhody chemických metod je složitost a dlouhá doba zpracování (Cagnasso et al., 2008), které naštěstí byly minimalizovány u instrumentální analýzy textury. Úspěch punkční a tlakové zkoušky pro odhad extrahovatelnosti anthokyanů je skrz to, že strukturální a chemické vlastnosti buněčné stěny slupky můžeme stanovit mechanickou odolnost, texturu, a snadnost zpracování plodů (Barnavon et al., 2000). Zařízení pro uvolňování antokyanů je silně spojeno s demontáží buněčné stěny, separací buněk a prasknutím buněk, které přispívají k poškození tkáně bobule hroznu a změkčení bobule hroznu (Rolle et al., 2011a).

Podobné chování bylo pozorováno pro index extrahovatelnosti antokyanů a instrumentálních parametry textury slupky bobule, zejména tvrdost tuhost a tloušťka u vinných hroznů Barbera s různým obsahem rozpustných pevných látek ze čtyř vinic v Piemontu (Torchio et al., 2010). Tyto poslední autoři navrhli, že index extrahovatelnosti antokyanu a mechanické vlastnosti slupky jsou více ovlivněny rostoucí plochou než koncentrací cukru. Z tohoto důvodu parametry slupky bobule mohou být považovány za nejlepší mechanické vlastnosti pro předpověď indexu extrahovatelnosti antokyanů (Rolle et al., 2011a).

V poslední době se někteří autoři zaměřili na mechanické vlastnosti, jako jsou například znaky fenolové extrahovatelnosti, spolu se silou zlomu slupky bobule jsou považovány za důležitý instrumentální parametr textury pro odhad extrahovatelnosti antokyanů s přiměřenou spolehlivostí, a to u italských odrůd révy, jako je Brachetto a Nebbiolo z ně-

kolika vinic v Piemontu (Rolle et al., 2008). Dvě skupiny dobře charakterizovaných bobulí pro každou část byly stanoveny podle nižší a vyšší hodnoty, než je střední hodnota síla zlomu slupky bobule (0,428 a 0,353 pro N Brachetto a Nebbiolo, v tomto pořadí). Vyšší síla zlomu slupky bobule byla rozhodující zvýšením anthokyaninové extrakce, analyzována u dvou italských vinných odrůd, které obsahují stejný obsah cukru (184, 230, nebo 250 g L⁻¹) (Rolle et al., 2008, 2009).

U hroznů Brachetto byla tvrdost slupky bobule ovlivněna také složením antokyanů v extraktu získaných na konci macerace. Pokud jde o koncentraci a množství různých uvolněných antokyanových látek je obecně vyšší v tvrdších slupkách bobule. Nicméně, autoři navrhli, že acetylové a skořicové glykosidy jsou nezávislé na tomto mechanickém atributu (Rolle et al., 2009), což je pravděpodobně kvůli nízkému obsahu obou antokyanů. Kromě toho významné interakce mezi fází zrání a tvrdostí slupky bobule byly nalezeny v individuálním anthokyaninovém složení extraktů získaných po 48 hodinové maceraci.

Další práce potvrdily vztah mezi silou zlomu slupky bobule a výtěžkem extrakce antokyaninů pro Nebbiolo vinné hrozny z jedné vinice v Piemontu (Rolle et al., 2011a). Ty, které obsahují 242 g L⁻¹ cukru se dělí do dvou skupin podle tvrdosti slupky bobule (měkká, 0,258 ± 0,035 N, tvrdý, 0,465 ± 0,050 N). Některé významné rozdíly byly nalezeny v antokyaninovém profilu extraktů získaných z měkkých a tvrdých slupek v různých extrakčních časech extrakcí v prvních fázích antokyaninové difúze. Po 10 minutách vyšší procento petunidin-3-glukosidu (+ 0,8 %), kyanidin-3-glukosidu (+ 3,6 %), a peonidin-3-glukosidu (+ 6,0 %), derivátů a nižší obsah malvidin-3-glucosidů (-9,6 %) odpovídalo tvrdé slupce. Tento aspekt je zvláště důležitý pro odrůdy vinné révy bohaté na 3'-hydroxylované antokyany, protože tyto pigmenty jsou extrahovány přednostně v průběhu počáteční fáze macerace a mohou být snadno oxidovány enzymy přítomnými ve šťávě (Rolle et al., 2011a; González-Neves et al., 2008). Místo toho, profil antokyanů v extraktu získaném v každém v čase extrakce vyšším než 10 minut souhlasil s měkkou a tvrdou slupkou.

Vztahy mezi mechanickými parametry a výtěžkem antokyanového extraktu na změnách slupky bobule se mění v závislosti na odrůdě vinné révy. Pro potvrzení těchto počátečních přístupů, bude nutná další studie s více ročníky, stupni zrání a vinicemi. Tyto informace by měly vést k identifikaci klíčových faktorů pro úpravu textury umožňující predikci extrahovatelnosti antokyanů v průběhu zrání (Rolle et al., 2011a).

3.3.7 Možnosti a limity instrumentální analýzy textury

Úspěšná aplikace analýzy textury při monitorování průmyslových procesů lze přičíst její reprodukovatelnosti, rychlosti a nízkým nákladům, které jsou obecně v potravinářském průmyslu požadované (Rolle et al., 2011a).

Vinařství vyžaduje realizaci jednoduchých, spolehlivých, rychlých a nákladově efektivních analytických postupů pro určení parametrů složení hroznů, a to zejména polyfenoly, prediktivní index extrahovatelnosti, které mohou být v souvislosti s potenciální kvalitou vína (Rolle et al., 2011a).

V důsledku toho může být obtížná interpretace dat pro vinaře, když absolutní hodnoty proměnných textury jsou považovány mimo příslušný kontext. Navíc, vysoká variabilita mechanických dat mezi různými révami, klastry a bobulemi neukazuje jasný shodný vývoj každé proměnné během zrání hroznů (Rolle et al., 2011a).

Naopak, absolutní hodnoty dalších mechanických parametrů, jako je tloušťka slupky nebo odpor slupky při odtržení, může být přímo použita pro klasifikaci vinné révy a stolních odrůd, relativních klonů a vnitrodruhových kříženců nebo k posouzení vhodnosti odrůdy k vadnutí, a to v uvedeném pořadí. V tomto smyslu je u každé studie vhodné rozšířit data (Rolle et al., 2011a).

4 ZÁVĚR

Cílem mé bakalářské práce bylo vypracování literární rešerše na téma mechanické vlastnosti bobulí révy vinné a metody jejich stanovení.

Pro porozumnění chování bobulí při mechanických testech musíme znát jejich stavbu. Mechanické vlastnosti jsou do velké míry ovlivněny právě jí. Pevnost slupky je způsobena vlivem dostatečného navrstvení množství buněk. Vzhledem k tomu, že dužina je tvořena buňkami o větším rozměru, má rozplývavý charakter. Instrumentální posouzení soudržnosti dužiny a pevnosti slupky udává významné informace o přijatelnosti spotřebitelem. Struktura je významným ukazatelem průběhu zrání. Texturní parametry v korelaci se znaky jednotlivých odrůd, jsou důležité pro jejich charakterizaci a rozlišení. Avšak tloušťka slupky bobule není dobrým diferenciačním znakem.

Existuje propojení mezi klimatickými změnami a parametry bobulí, které se odvíjí v závislosti na odrůdě. Topografické podmínky révy vinné mohou také ovlivnit jejich mechanické vlastnosti. Změna klimatu způsobuje změny tvrdosti slupky a může mít za následek například urychlený proces zrání bobule, kdy vyzrálост hroznů ovlivní mechanické vlastnosti bobule. Aby byl zajištěn správný stupeň zralosti bobule, je stěžejní bezpečně určit termín data sklizně. Sběr hroznů je požadován provádět tak, aby došlo k co nejmenším změnám hroznů vlivem vnějších činitelů jako je změna teploty, napadení chorobami, desinfekčními prostředky apod.

To jak potravina reaguje poté, co je na ni působeno vnější silou můžeme označit jako mechanické vlastnosti dané potraviny (např. pružnost, pevnost), které navíc ovlivňují sensorický vjem konzumenta. Mechanické vlastnosti bobulí révy vinné jsou ovlivněny chemickým složením bobule. Jedním z nejvýznamnějších parametrů kvality stolních odrůd révy vinné jsou texturní vlastnosti, přičemž do této skupiny vlastností se řadí všechny vlastnosti, které lze hodnotit hmatem, zrakem apod. (křehkost, tvrdost plodu, šťavnatost dužiny).

Metody hodnocení mechanických vlastností bobulí révy vinné jsou buď sensorické analýzy nebo instrumentální hodnocení. Sensorická analýza je hojně využívána vinaři, je to dobrý nástroj pro chvíli, kdy vinař musí dle monitoringu vinice usoudit, zdali jsou hrozny dostatečně zralé a připraveny ke sklizni a také se využívá samozřejmě pro hodnocení výsledného produktu, vína.

Instrumentální měření jsou úzce spojeny se senzorickými parametry. K měření mechanických vlastností se používají přístroje, které jsou menších rozměrů, jsou efektivní a rychlé. Jsou levnější, méně složité a trvají kratší dobu oproti chemickým metodám. Chování hroznu při mechanických testech je ovlivněno strukturou zejména dužiny a slupky. Významná je metodika měření, tedy umístění bobule a zvolení správného typu sondy, teploty bobule apod. Pro punkční test se používají penetrometry, které obsahují sondu, která proniká (penetruje) skrz bobuli. Měří se síla, která je potřeba vynaložit k penetraci slupky bobule, případně bobule celé. Test je používán k zajištění mechanických vlastností jak slupky, tak i dužiny. Bylo zjištěno, že síla potřebná k porušení slupky bobule krátce před sklizní bude jiná než třeba v polovině sklizně, proto pevnost slupky jako parametr pro hodnocení zralosti hroznů nemusí být vypovídající. Kompresiometrie je tlaková zkouška, kdy se bobule tlačí mezi dvěma deskami. Hodnotí se síla, která je potřebná k stlačení bobule do okamžiku porušení soudržnosti bobule. TPA přístroje jsou v potravinářství dobře zavedené. Test TPA může sloužit například k odlišení fází zrání bobule. Zkouška tahem je založená na principu toho, jak moc velkou sílu musíme vynaložit, abychom odtrhli bobuli od stopky. U zkoušky stříhem se stanovuje síla, která je nutná vynaložit k přeříznutí vzorku.

Mechanické vlastnosti bobulí révy vinné jsou zajímavým tématem vzhledem k možností využití je k predikci optimální zralosti hroznů mimo používaných metod, dají se využít při optimalizaci mechanické sklizně a v neposlední řadě se mohou podílet na výsledné kvalitě vína, z nich vyrobeného (např. souvisí s extrahovatelností fenolů).

5 LITERATURA

ABBAL P. et al., 1992: Utilisation de paramètres physiques pour la caractérisation de la véraison des baies de raisin, Vol. 26, *OENO One*, [cit.2017-04-13]. Dostupné na: <http://oeno-one.eu/article/view/1185>, s.1-7.

ABBOTT J.A., 2004: Textural Quality Assessment for Fresh Fruit and Vegetables. In Shadidi F. et al. Quality of Fresh and Processed Food. New York, Vol. 542, *Agriculture* [cit.2017-04-19]. Dostupné na: https://link.springer.com/chapter/10.1007%2F978-1-4419-9090-7_19, s.1-2.

ABBOTT A.J., 1999: Quality measurement of fruits and vegetables, Vol. 15, *Postharvest biology and technology*, [cit.2017-04-10]. Dostupné na: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0925521498000866>, s.1-19.

ANGULO O. et. al., 2007: Grape cultivar and drying method affect sensory characteristics and consumer preference of raisins, Vol. 87, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, [cit.2017-04-13]. Dostupné na: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/jsfa.2790/epdf>, s.1-6.

ARTÉS-HERNÁNDEZ F. et al., 2004: Alternative atmosphere treatments for keeping quality of 'Autumn seedless' table grapes during long-term cold storage, Vol. 31, *Postharvest Biology and Technology*, [cit.2017-04-11]. Dostupné na: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0925521403001169>, s.1-9.

BARNAVON L. et al., 2000: Analysis of cell wall neutral sugar composition, β -galactosidase activity and a related cDNA clone throughout the development of *Vitis vinifera* grape berries, Vol. 38, *Plant Physiology and Biochemistry*, [cit.2017-04-15]. Dostupné na: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S098194280000749X>, s.1-12.

BERNSTEIN Z., LUSTIG I., 1981: A new method of firmness measurement of grape berries and other juicy fruits, Vol. 20, *VITIS-Journal of Grapevine Research*, [cit.2017-04-10]. Dostupné na: <https://ojs.openagrar.de/index.php/VITIS/article/view/6355/5989>, s.1-7.

BERNSTEIN Z., LUSTIG I., 1985: Hydrostatic methods of measurement of firmness and turgor pressure of grape berries (*Vitis vinifera L.*), Vol. 25, *Scientia Horticulturae*, [cit.2017-04-10]. Dostupné na: https://www.researchgate.net/publication/248476753_Hydrostatic_methods_of_measurement_of_firmness_and_turgor_pressure_of_grape_berries_Vitis_vinifera_L, s.1-8.

BOURNE M., 2002: *Food Texture and Viscosity: Concept and Measurement*. 2nd ed. San Diego: Academic press

BRETT, C. T., WALDRON K. W., 1990: *Physiology and biochemistry of plant cell walls*. Boston: Unwin Hyman, ISBN 0045810354.

CAGNASSO E., et al., 2008: Relationship between grape phenolic maturity and red wine phenolic composition, Vol. 20, *Italian Journal of Food*, [cit.2017-04-15]. Dostupné na: <https://aperto.unito.it/retrieve/handle/2318/57138/6464/17%20-%202008%20IJFS%20-%20Relations%20between%20grape%20phenolic%20matrity%20and%20red%20wine%20phenolic%20composition.pdf>, s.1-17.

CLIFF M. et al., 1996: Descriptive profiling of new and commercial British Columbia table grape cultivars, Vol.47, *Journal of Enology and Viticulture*, [cit.2017-04-13]. Dostupné na: <http://www.ajevonline.org/content/47/3/301.short>, s.1-7.

DENG Y. et al., 2005: Effects of high O₂ levels on post-harvest quality and shelf life of table grapes during long-term storage, Vol. 221, *European Food Research and Technology*, [cit.2017-04-11]. Dostupné na: <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs00217-005-1186-4?LI=true>, s.1-6.

GOULAO L. F., OLIVEIRA C. M., 2008: Cell wall modifications during fruit ripening: when a fruit is not the fruit, Vol. 19, *Trends in Food Science & Technology*, [cit.2017-04-13]. Dostupné na: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0924224407002051>, s.4-25.

GONZÁLEZ-NEVES G. et al, 2008: Influence of grape variety on the extraction of anthocyanins during the fermentation on skins, Vol. 226, *European Food Research and Technology*, [cit.2017-04-13]. Dostupné na: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00217-007-0664-2>, s.1-7.

- GOLIÁŠ J., NĚMCOVÁ A., 2009: *Skladování a zpracování ovoce a zeleniny: (návody do cvičení)*. V Brně: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, ISBN 9788073753313.
- GROTTE M., et al., 2001: Determination of the maturity status of grape berry (*Vitis vinifera*) from physical measurement: methodology, Vol. 35, *OENO One*, [cit.2017-04-12]. Dostupné na: <http://oenone.eu/article/view/986>, s.1-12.
- HALL A., JONES G. V., 2009: Effect of potential atmospheric warming on temperature-based indices describing Australian winegrape growing conditions, Vol. 15, *Australian Journal of Grape and Wine Research*, [cit.2017-04-10]. Dostupné na: <http://online-library.wiley.com/doi/10.1111/j.1755-0238.2008.00035.x/full>, s.97-119.
- JAROŠOVÁ, A., 2001: *Senzorické hodnocení potravin*. V Brně: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, ISBN 8071575399.
- JACKMANN R. L., STANLEY D., 1995: *Trends in food science & technology*, Vol.6, Cambridge, UK: Elsevier Trends Journals ISSN 09242244.
- JOBBÁGY J., FINDURA P., 2013: *Mechanizácia vinárstva*. Nitra: Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, ISBN 978-80-552-0996-8.
- JONGEN W. M. F., 2005: *Improving the safety of fresh fruit and vegetables*. Boca Raton: CRC, ISBN 0849334381.
- JONGEN W. M. F., 2002: *Fruit and vegetable processing: improving quality*. Cambridge, Engand: Woodhead Pub., ISBN 0849315417.
- KADLEC P. et al., 2012: *Procesy a zařízení potravinářských a biotechnologických výroby: [technologie potravin]*. Ostrava: Key Publishing, Monografie (Key Publishing). ISBN 9788074180866.
- KAROGLAN M. et al., 2016: The effect of grape harvest date on polyphenols and anthocyanins content of different red grapes varieties, online, Vol. 17, *Journal of Central European Agriculture*, [cit.2017-04-09]. Dostupné na: <http://hrcak.srce.hr/ojs/index.php/jcea/article/view/4657>, s.1-10.
- KILCAST D., 2004: *Texture in food Volume 2: Solid foods*. [Online-Ausg.]. Cambridge: Woodhead Pub, ISBN 1855738368.

Kök D., ÇELİK S., 2004: Determination of characteristics of grape berry skin in some table grape cultivars (*V. vinifera* L.), Vol. 3, *Journal of agronomy*, [cit.2017-04-09]. Dostupné na: <http://docsdrive.com/pdfs/ansinet/ja/2004/141-146.pdf>, s.1-7.

KRKOŠKOVÁ B., 1989: *Potraviný súčasnosti*. Bratislava: Alfa, Edícia potravinárskej literatúry (Alfa).

KOPEC K., HORČIN V., 1997: *Senzorická analýza ovocia a zeleniny*. Nitra: Universum

LANG A., DÜRING H., 1990: Grape berry splitting and some mechanical properties of the skin, Vol. 29, *VITIS-Journal of Grapevine Research*, [cit.2017-04-10]. Dostupné na: <https://ojs.openagrar.de/index.php/VITIS/article/view/5439/5202>, s.1-10.

LETAIEF H. et al., 2008a: Assesment of grape skin hardness by a puncture test, online, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, Vol. 88, Turin University, [cit.2017-04-09]. Dostupné na: http://www.ajevonline.org/content/59/3/323?ijkey=cff5daf35c273a61a70ba7de7ababfb1e0f254ca&keytype2=tf_ipsecsha, s.1-5.

LETAIEF H. et al., 2008b: Mechanical behavior of winegrapes under compression tests, Vol. 59, *American Journal of Enology and Viticulture*, [cit.2017-04-11]. Dostupné na: https://www.researchgate.net/profile/Luca_Rolle/publication/235693966_Mechanical_behavior_of_under_compression_tests/links/02bfe50f86cc4bc7d4000000.pdf, s.1-7.

LE MOIGNE M. et al., 2008: Sensory and instrumental characterisation of Cabernet Franc grapes according to ripening stages and growing location, Vol. 19, *Food Quality and Preference*, [cit.2017-04-11]. Dostupné na: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950329307000341>, s.1-13.

MATTHEWS M. A. et al., 2009: Fruit ripening in *Vitis vinifera* L.: possible relation of veraison to turgor and berry softening, Vol. 15, *Australian Journal of Grape and Wine Research*, [cit.2017-04-11]. Dostupné na: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1755-0238.2009.00060.x/full>, s.1-7.

MAURY C. et al., 2009: Development of a mechanical texture test to evaluate the ripening process of Cabernet, Franc grapes, Vol 40, *Journal of Texture Studies*, [cit.2017-04-11]. Dostupné na: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1745-4603.2009.00195.x/full>, s.1-25.

- MUSIL S., MENŠÍK J., 1966: *Vinařství*. Praha: Státní zemědělské nakladatelství
- NEDOMOVÁ Š. et al., 2017: Influence of harvest day on changes in mechanical properties of grape berries., Vol.10, *Potravinářstvo*, [cit.2017-04-11]. Dostupné na: <http://www.potravinarstvo.com/journal1/index.php/potravinarstvo/article/view/600/pdf>, s.1-7.
- NEDOMOVÁ Š., 2012: *Stanovení fyzikálních vlastností bobulí vybraných odrůd révy vinné v průběhu zrání*. Chemopint, Online [cit.2017-04-06]. Dostupné na: <http://www.chempoint.cz/stanoveni-fyzikalnich-vlastnosti-bobuli-vybranych-odrud-revy-vinne-v-prubehu-zrani>.
- PAVLOUŠEK P., 2011: *Pěstování révy vinné: moderní vinohradnictví*. Praha: Grada, ISBN 9788024733142.
- PAVLOUŠEK P., 2009: *Pěstujeme stolní odrůdy révy vinné*. Praha: Grada. Česká zahrada. ISBN 9788024727875.
- PEREIRA G. E., et al., 2006: 1 H NMR metabolite fingerprints of grape berry: Comparison of vintage and soil effects in Bordeaux grapevine growing areas, Vol. 563, *Analytica Chimica Acta*, [cit.2017-04-13]. Dostupné na: https://www.researchgate.net/publication/222574205_1H_NMR_metabolite_fingerprints_of_grape_berry_Comparison_of_vintage_and_soil_effects_in_Bordeaux_grapevine_growing_areas, s.1-8.
- PORRO D. et al., 2010: Nutritional implications of water stress in grapevine and modifications of mechanical properties of berries, Vol. 868, *VI International Symposium on Mineral Nutrition of Fruit Crops*, [cit.2017-04-13]. Dostupné na: https://www.researchgate.net/publication/257923940_Nutritional_implications_of_water_stress_in_grapevine_and_modifications_of_mechanical_properties_of_berries, s.1-10.
- RÍO SEGADÉ S., et al., 2011a: Berry skin thickness as main texture parameter to predict anthocyanin extractability in winegrapes, Vol.44, *LWT-Food science and technology*, [cit.2017-04-11]. Dostupné na: https://www.researchgate.net/profile/Vincenzo_Gerbi/publication/223362361_Berry_skin_thickness_as_main_texture_parameter_to_predict_anthocyanin_extractability_in_winegrapes/links/57d5051b08ae6399a39227b4.pdf?origin=publication_detail, s.1-7.

RÍO SEGADE S., et al, 2011b: Possible use of texture characteristics of winegrapes as markers for zoning and their relationship with anthocyanin extractability index, Vol. 46, *International journal of food science & technology*, [cit.2017-04-12]. Dostupné na: https://www.researchgate.net/publication/235694931_Possible_use_of_texture_characteristics_of_winegrapes_as_markers_for_zoning_and_their_relationship_with_anthocyanin_extractability_index, s.1-10.

RÍO SEGADE S., et al., 2008: Phenolic ripeness assessment of grape skin by texture analysis, Vol. 21, *Journal of Food Composition and Analysis*, [cit.2017-04-13]. Dostupné na: https://www.researchgate.net/publication/223607730_Phenolic_ripeness_assessment_of_grape_skin_by_texture_analysis, s.1-8.

RODRÍGUEZ MONTEALEGRE R. et al., 2005: Phenolic compounds in skins and seeds of ten grape vitis vinifera varieties grown on a warm climate, Vol. 19, *Journal of food composition*, [cit.2017-04-09]. Dostupné na: <https://www.deepdyve.com/lp/elsevier/phenolic-compounds-in-skins-and-seeds-of-ten-grape-vitis-vinifera-R2HHGFNsI4>, s.687-693.

ROLLE L., et al., 2009: Relationship between skin break force and anthocyanin extractability at different ripening stages, Vol. 60, *American journal of enology and viticulture*, [cit.2017-04-11]. Dostupné na: https://www.researchgate.net/publication/235693911_Relations_between_break_skin_force_and_anthocyanin_extractability_at_different_stages_of_ripening, s.1-6.

ROLLE L. et al., 2011a: Instrumental texture analysis parameters as markers of table-grape and winegrape quality: a review, Vol. 63, *American journal of enology and viticulture*, [cit.2017-04-10]. Dostupné na: <http://www.ajevonline.org/content/63/1/11#ref-2>, s.1-18.

ROLLE L., et al., 2011b: Comparative study of texture properties, color characteristics and chemical composition of ten white table grape varieties, Vol. 62, *American Journal of Enology and Viticulture ajev*, [cit.2017-04-13]. Dostupné na: https://www.researchgate.net/publication/235695099_Comparative_Study_of_Texture_Properties_Color_Characteristics_and_Chemical_Composition_of_Ten_White_Table-Grape_Varieties, s.1-9.

ROLLE L. et al., 2012: Varietal comparison among the chemical, physical and mechanical properties of five colored table grape cultivars, Vol. 16, *Internaional Journal of Food Properties*, [cit.2017-04-13]. Dostupné na: https://www.researchgate.net/publication/235617745_Varietal_Comparison_of_The_Chemical_Physical_and_Mechanical_Properties_of_Five_Colored_Table_Grapes, s.1-17.

ROLLE L., et al., 2008: Anthocyanin extractability assesment of grape skins by texture analysis, Vol. 42, *OENO One* [cit.2017-04-15]. Dostupné na: http://oeno-one.eu/article/vi_ew/819, s.1-6.

ROUDOT A., 2006: Some considerations for a theory of plant tissue mechanics, Vol. 26, *Sciences des aliments*, [cit.2017-04-11]. Dostupné na: https://www.researchgate.net/profile/Alain-Claude_Roudot/publication/250200210_Vers_une_theorie_mecanique_des_tissus_vegetaux/links/0c960530b86e2d1b0c000000.pdf, s.1-19.

ROUSSEAU J., DELTEIL D., 2000: Présentation d'une méthode d'analyse sensorielle des raisins. Principe, méthode et grille d'interprétation, Vol. 183, *Revue française d'Enologie*, [cit.2017-04-11]. Dostupné na: http://www.oenologuesdefrance.fr/gestion/fichiers_publications/Rousseau_D.pdf, s.1-4.

ROSENQUIST J. K., MORRISON J. C., 1998: The development of the cuticle and epicuticular wax of the grape berry, Vol. 27, *Department of Viticulture and Enology, University od California*, [cit.2017-04-13]. Dostupné na: <http://www.vitis-vea.de/admin/volltext/e025863.pdf>, s.1-8.

SATO A. et al., 2006: Estimation of the proportion of offspring having genetically crispy flesh in grape breeding, Vol. 131, *Journal of the American Society for Horticultural Science*, [cit.2017-04-10]. Dostupné na: <http://journal.ashspublications.org/content/131/1/46.full.pdf+html>, s.1-7.

SATO A. et al., 2004: Quantitative and instrumental measurements of grape flesh texture as affected by gibberellic acid application, Vol. 73, *Journal of the Japanese Society for Horticultural Science*, [cit.2017-04-10]. Dostupné na: https://www.jstage.jst.go.jp/article/jjshs1925/73/1/73_1_7/_pdf, s.1-5.

SATO A., YAMADA M., 2003: Berry texture of table, wine and dual-purpose grape cultivars quantified, Vol. 38, *Hortscience*, [cit.2017-04-10]. Dostupné na: <http://hortsci.ashspublications.org/content/38/4/578.full.pdf+html>, s.1-4.

SATO A. et al.,1997: Varietal differences in the texture of grape berries measured by penetration tests, Vol. 36, *VITIS-Journal of Grapevine Research*, [cit.2017-04-10]. Dostupné na: <https://ojs.openagrar.de/index.php/VITIS/article/view/4844/4644>, s.1-4.

SACCHI K. et al., 2005: A review of the effect of winemaking techniques on phenolic extraction in red wines, Vol. 56, *American Journal of Enology and Viticulture*, [cit.2017-04-11]. Dostupné na: <http://www.ajevonline.org/content/ajev/56/3/197.full.pdf>, s.1-10.

SHAROBA A.M. et al., 2012: *Rheological and Mechanical Properties of Some Selected Foods Tomato, cherry and apricot fruits and their products (puree, juice, nectar, ketchup, paste and concentrate)*. Neue Ausg. Saarbrücken: LAP

STEIDL R., 2002: *Sklepní hospodářství*. Valtice: Národní salon vín, ISBN 8090320104.

SZCZESNIAK S. A., 2002: Texture is a sensory property, Vol. 13, *Elsevier*, [cit.2017-04-10]. Dostupné na: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950329301000398>, s.215-225.

TORCHIO F., et al., 2010: Mechanical properties, phenolic composition and extractability indices of Barbera grapes of different soluble solids contents from several growing areas, Vol. 660, *Analytica Chimica Acta*, [cit.2017-04-11]. Dostupné na: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0003267009013944>, s.183-189.

TUNICK M.H., 2011: Food texture analysis in the 21st century, Vol.59, *Journal of agricultural and food chemistry*, [cit.2017-04-10]. Dostupné na: <http://pubs.acs.org/doi/ipdf/10.1021/jf1021994>, s.1447-1480.

VALPUESTA V., 2002: *Fruit and vegetable biotechnology*. Boca Raton, Fla.: CRC Press, ISBN 0849314364.

VALERO D. et al., 2006: The combination of modified atmosphere packaging with eugenol or thymol to maintain quality, safety and functional properties of table grapes, Vol.41, *Postharvest Biology and Technology*, [cit.2017-04-10]. Dostupné na: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S092552140600113X>, s.317-327.

VAN LEEUWEN C. et al., 2004: Influence of climate, soil, and cultivar on terroir, Vol. 55, *American Journal of Enology and Viticulture*, [cit.2017-04-13]. Dostupné na: <http://www.ajevonline.org/content/55/3/207.short>, s.207-217.

Veterinární a farmaceutická univerzita Brno, 2011: *Stanovení texturních parametrů masa a masných výrobků*. Veterinární a farmaceutická univerzita Brno.

WALDRON K.W. et al., 2003: Plant cell walls and food quality, online, Vol.2, *Comprehensive reviews in food science and food safety*, [cit.2017-04-09]. Dostupné na: <http://ucanr.edu/datastoreFiles/608-137.pdf>, s.1-19.

WEBB L. B. et al., 2007: Modelled impact of future climate change on the phenology of winegrapes in Australia, Vol. 13, *Australian Journal of Grape and Wine Research*, [cit.2017-04-10]. Dostupné na: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1755-0238.2007.tb00247.x/full>, s.165-175.

XIANDUO J. et al., 2017: Varietal heterogeneity of textural characteristics and their relationship with phenolic ripeness of wine grapes, Vol.216, *Scientia Horticulturae*, [cit.2017-04-10]. Dostupné na: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304423817300262>, s.205-2014.

ZOUID I., et al., 2010: Evolution of grape berries during ripening: Investigations into the links between their mechanical properties and the extractability of their skin anthocyanins, Vol. 44, *OENO One*, [cit.2017-04-11]. Dostupné na: <http://oeno-one.eu/article/view/1466>, s.1-13.

ZEMÁNEK P., BURG P., 2003: *Speciální mechanizace*: mechanizační prostředky pro vinohradnictví. V Brně: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, ISBN 8071577391.

ZÁRUBA, F.,1990: *Vinohradnictvo*: Učeb. pre SPTŠ štud. odb. vinohradníctvo a zahradníctvo a SOU učeb. odb. pestovateľ so zameraním na vinohradníctvo. 2. upr. vyd. Bratislava: Príroda, ISBN 8007002162.