

Mendelova univerzita v Brně
Zahradnická fakulta v Lednici

VLIV RŮZNÝCH METOD ODKALENÍ NA VLASTNOSTI MOŠTU A VÍNA
Bakalářská práce

Vedoucí práce:
doc. Ing. Mojmír Baroň, Ph.D.

Vypracoval:
Josef Licek

Lednice 2016

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Zpracovatel : **Josef Licek**
Studijní program: Zahradnické inženýrství
Obor: Vinohradnictví a vinařství
Název tématu: **Vliv různých metod odkalení na vlastnosti moštu a vína**
Rozsah práce: 35-40

Zásady pro vypracování:

1. Prostudovat dostupnou literaturu. Sestavit literární část práce.
2. Vybrat vhodnou surovinu pro realizaci pokusů. Založení experimentu. Odběry pokusných vzorků.
3. Rozbory moštů a vín. Statistické zhodnocení získaných dat. Vyvodit vhodné závěry a navrhnout doporučení pro praxi a návazný výzkum.



Seznam odborné literatury:

1. BRANCO, J M. – RIBÉREAU-GAYON, P. Handbook of enology. : The chemistry of wine stabilization and treatments. volume 2. Chichester, West Sussex, England. 2006. ISBN 97804700103962, 97804700103722. URL: <http://dx.doi.org/10.1002/0470010398>.
2. RIBÉREAU-GAYON, P. – BRANCO, J M. Handbook of enology. : The microbiology of wine and vinifications. volume 1. Chichester, West Sussex, England. 2006. ISBN 97804700103651, 97804700103411. URL: <http://dx.doi.org/10.1002/0470010363>.
3. STEIDL, R. *Sklepní hospodářství*. Valtice: Národní salon vín, 2002. 307 s. ISBN 80-903201-0-4.
4. POLO, C M. – MORENO-ARRIBAS, V M. *Wine chemistry and biochemistry*. 1. vyd. New York: Springer, 2008. 735 s. ISBN 978-0-387-74116-1.

Datum zadání bakalářské práce: listopad 2014

Termín odevzdání bakalářské práce: květen 2016

L. S.



Josef Licek
Autor práce



doc. Ing. Mojmír Baroň, Ph.D.
Vedoucí práce



doc. Ing. Mojmír Baroň, Ph.D.
Vedoucí ústavu



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

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma „Vliv různých metod odkalení na vlastnosti moštu a vína“ vypracoval 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 ve znění pozdějších předpisů a v souladu s platnou *Směrnicí o zveřejňování vysokoškolských závěrečných prací*.

Jsem si vědom, 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 Lednici dne:

.....

podpis

Tímto bych rád poděkoval vedoucímu mé bakalářské práce doc. Ing. Mojžíru Baroňovi, Ph.D. za cenné rady a připomínky, které mi při vypracování této práce i během celého studia poskytl. Rovněž bych chtěl za projevenou podporu poděkovat celé své rodině.

Obsah

1. Úvod.....	7
2. Cíl práce.....	8
3. Literární přehled	9
3.1 Odkalení moštu	9
3.2 Složení a tvorba kalů	10
3.3 Čiřost a koloidní jevy vína	11
3.3.1 Koloidní systém moštu a vína	12
3.3.2 Reakce koloidů a koloidní stabilita	13
3.4 Vliv odkalení na složení vína	14
3.4.1 Tvorba vyšších alkoholů.....	14
3.4.2 Tvorba sirných sloučenin	16
3.5 Vliv odkalení na průběh alkoholové fermentace	17
3.6 Metody odkalení	19
3.6.1 Sedimentace	19
3.6.2 Flotace	20
3.6.3 Odstředění	22
3.6.4 Filtrace	24
3.6.5 Využití bentonitu při odkalení	28
3.6.6 Použití ostatních čiřících látek.....	30
4. Experimentální část.....	33
4.1 Surovina	33
4.2 Zpracování hroznů a příprava moštů a vín	33
4.3 Analytické metody	35
4.3.1 Stanovení pH moštu.....	35
4.3.2 Stanovení titrovatelných kyselin v moštu	35
4.3.3 Stanovení cukernatosti moštu	35
4.3.4 Stanovení asimilovatelného dusíku v moštu	36
4.3.5 Stanovení turbidity moštu.....	36
4.3.6 Stanovení základních parametrů vína	37
4.3.7 Senzorické hodnocení.....	37
5. Výsledky.....	38
5.1 Výsledky laboratorních rozborů	38

5.2 Výsledky senzoričké analýzy	39
6. Diskuze	43
7. Závěr	45
8. Souhrn a Resume	46
9. Zdroje	47

1. Úvod

Víno je součástí lidské společnosti již několik tisíc let. Je to kulturní nápoj využívaný při společenských událostech, náboženských rituálech, v gastronomii či při příjemném posezení s přáteli. Nezpochybnitelnou snahou většiny vinařů je tvorba dokonalého nápoje, který je odrazem jejich zkušeností, vědomostí a nekonečné práce, tvorba vína, jež si dobude uznání mezi ostatními vinaři a především mezi konzumenty. V dnešní době jsou však kladeny stále vyšší nároky na jeho kvalitu, která je podmíněna jeho čírostí, čistotou ve vůni i chuti a celkovou vyvážeností. Poslední dobou také přibývá požadavku, který byl v naší společnosti dlouhá léta opomíjen, na zachování vlastností typických pro místo vzniku vína, projevu odrůdovosti a jakéhosi rukopisu vinaře, navíc při omezení přídatku nejrůznějších aditiv. Souhrnně můžeme označit tyto aspekty jako projev „terroir“. Splnění všech výše popsaných požadavků však není jednoduché a klade vysoké nároky na vědomosti a zkušenosti vinaře při volbě a načasování jednotlivých kroků při celé výrobě vína.

Jedním z těchto důležitých kroků při zpracování hroznů, především na bílá a růžová vína, je odkalení moštu, stojící spolu s macerací a lisováním na samém počátku výrobního procesu. Tato operace má významný vliv na průběh kvašení, kdy neodkalené mošty bouřlivě kvasí, přičemž se zvyšuje teplota, což s sebou nese určitá rizika. Odkalení má také vliv na tvorbu nejrůznějších skupin látek. Ve vínech z neodkalených moštů se mohou vyskytovat sirné defekty, bylinné pachy či tóny přiboudliny. Celková struktura a styl vína jsou také do značné míry ovlivňovány způsobem a intenzitou odkalení. Volba mezi různými technikami odkalení také zásadně ovlivňuje následující technologii výroby, školení a finalizace vína. Odkalení je tedy jednou z nejdůležitějších křížovatek při výrobě vína, proto by měl být citlivě zvolen způsob jeho provedení tak, aby bylo dostatečně účinné, ale zároveň šetrné k ošetřovanému moštu.

2. Cíl práce

Cílem této práce bylo prostudování dostupné literatury a shromáždění dosavadních poznatků týkajících se problematiky odkalení a jeho vlivu na vlastnosti moštu a vína. Hlavním cílem bylo navržení a uskutečnění vhodného pokusu, ve kterém měla být připravena vína s využitím různých technik odkalení moštu. Získaná vína měla být laboratorně a sensoricky analyzována. Na základě získaných a vyhodnocených výsledků měly být potvrzeny či vyvráceny dosavadní poznatky o této problematice, popřípadě měly být nashromážděny a vysloveny podněty pro návazný výzkum.

3. Literární přehled

3.1 Odkalení moštu

Odkalení je jednou z nejdůležitějších operací při výrobě vín, při které se z vylisovaného moštu odstraňují nežádoucí příměsi, především slupky, dužnina, pečičky, úlomky třapin, půda, rezidua pesticidů atd. Odkalení by mělo proběhnout co nejdříve po vylisování, ještě před zahájením alkoholové fermentace, aby nedocházelo k negativnímu ovlivnění kvality moštu a následně vína. Zvláště nezbytné je odkalení nahnilých hroznů (Steidl, 2010).

U neodkalených moštů dochází k rychlému kvašení, ztrátám aroma, vytváří se vhodné podmínky pro vznik reduktivních defektů (Steidl, 2010). Vína z takových moštů mohou vykazovat těžké vůně, bylinné tóny, reduktivní vady. Mají také vyšší obsah fenolových sloučenin, což způsobuje vyšší barvu a její nižší stabilitu vůči oxidaci. Naopak z dobře odkalených moštů vznikají čistá vína s výraznější ovocností a nižším obsahem vyšších alkoholů (Michlovský, 2014c).

Nelze však striktně tvrdit, že nejlepší vína vznikají z moštů, které byly získány vylisováním ihned po drcení nebo odstopkování bez jakékoliv macerace, dokonalým odkalením, často podpořeným celou řadou preparátů, a u nichž byly důsledně kontrolovány teplota a průběh fermentace. Singleton a kol. (1975) provedl pokus na moštech několika odrůd, během kterého porovnával vliv odkalení na celkové vlastnosti vína a potvrdil skutečnost, že mošty s příliš vysokou turbiditou poskytují vína, u nichž lze nalézt stopy reduktivních a těžkých pachů. Celkově byla lépe hodnocena vína získaná z odkaleného moštu, ačkoliv byla lehčí a více uniformní. Williams a kol. (1978) však poukazuje na skutečnost, že při pokusu s víny vyrobenými z různých odkalených moštů byla kvalita hodnocena rozdílně podle preferencí jednotlivých skupin hodnotitelů. Lze tedy tvrdit, že požadovaný styl vína a cílová skupina konzumentů má zásadní vliv na volbu technologických postupů uplatňovaných během celé výroby vína. Striktním odkalením na velmi nízký podíl kalů spolu s přísně řízenou technologií celé výroby lze docílit technologicky dokonalých vín,

plných ovocnosti a svěžesti, avšak za cenu určité uniformity, jednoduchosti, kratší chuti a sníženého potenciálu k zrání. Jedná se o dnes velmi žádaná lehká, někdy také označovaná jako „freshová“, vína bez hlubšího charakteru. Naopak lehčím odkalením prostou sedimentací po několik hodin se spolu s dalšími odpovídajícími technologickými zásahy může získat mošt, který má předpoklady pro vznik plných, extraktivních, mnohvrstevnatých vín, často zrajících několik let v sudu a láhvi, odrážejících vlastnosti odrůdy a místa vzniku (Houtman, 1983; Ribéreau-Gayon a kol. 2006a, b; Singleton a kol., 1975; Williams a kol., 1978).

3.2 Složení a tvorba kalů

Množství kalů, které vzniká během získávání moštu, je závislé především na způsobu zpracování, odrůdě, zdravotním stavu hroznů a jejich vyzrálosti. Šetrné zpracování bez zbytečného mechanického namáhání hroznů či rmutu je základním předpokladem pro získání kvalitního moštu. Prvořadý význam na tvorbu kalů má lisování, které by mělo probíhat za nízkého tlaku, pomalu, přerušovaně a s minimálním počtem rozrušování lisované hmoty. Standardem jsou již dnes pneumatické lisovací stroje, které tyto požadavky splňují (Ribéreau-Gayon a kol., 2006a).

Během vyzrání kalnost moštů zpravidla klesá, což je způsobeno hydrolýzou pektinových složek bobule činností pektolytických enzymů (endopolygalakturonázy, pektinmetylesterázy a pektinlyáz), které zvyšují obsah frakce rozpustných pektinů. V suchém počasí však zůstávají bobule dužnaté a mošt se obtížně číří, v důsledku snížené pektolytické aktivity (Michlovský, 2014a).

Zvýšený podíl hroznů napadených hnilobou ovlivňuje turbiditu a ztěžuje odkalení moštu, vlivem ochranného koloidního efektu β -D-glukanů produkovaných plísní *Botrytis cinerea*. Jedná se o glycidické makromolekuly, které zabraňují flokulaci a sedimentaci kalových částic. Způsobují také problémy s koloidní stabilitou vín a snižují filtrovatelnost. Nízký podíl napadených hroznů (méně než 5 %) však má pozitivní vliv na číření, vlivem

pektinázy nahníých hroznů, jež má stokrát vyšší aktivitu než u hroznů zdravých (Ribéreau-Gayon a kol., 2006a).

Kaly obsahují z chemického hlediska třísloviny, dusíkaté látky, pektiny, celulózy, hemicelulózy. Dusíkaté látky jsou zastoupeny především nerozpustnými bílkoviny, které kvasinky nejsou schopné využít. Nezanedbatelnou část tvoří také lipidy, pocházející pravděpodobně z buněčných membrán. Větší část lipidické frakce tvoří nenasycené mastné kyseliny, menší podíl pak nasycené mastné kyseliny. Nejčastějšími mastnými kyselinami jsou kyselina palmitová, kyselina linolová, kyselina olejová a kyselina stearová. Částečně se vyskytují ve volném stavu adsorbované na kalových částicích, tento podíl je využitelný kvasinkami. Větší část však vstupuje do reakcí s fosfolipidy z buněk bobulí. Z fyzikálního hlediska jsou kaly částicemi o různé velikosti, avšak menší než 2 mm (Michlovský, 2014c).

3.3 Čiřost a koloidní jevy vína

Čiřost je v dnešní době jedním ze základních měřítek kvality vína. Konzument má možnost posuzovat barvu a čistotu již v láhvi ještě před zakoupením. Stejně tak je celkový vzhled při degustaci posuzován nejdříve a může zásadním způsobem ovlivnit následné hodnocení chuti a vůně. Proto bývá zajištění čiřosti základním předpokladem pro přípravu žádaného produktu. K dosažení těchto požadavků však nestačí odstranit pouze okem viditelné částice, je třeba zajistit také stabilitu vůči zákalům, které jsou způsobeny působením různých chemicko-fyzikálních vlivů na koloidní částice obsažené ve víně. V dřívějších dobách bylo běžné dosahovat tohoto stavu dlouhým ležením vína v dřevěných sudech, během kterého docházelo k vysrážení koloidních látek a jejich odstranění stáčením. Dnes však není v možnostech většiny producentů ponechat víno několik let přirozeně stabilizovat. Navíc je tu požadavek trhu na mladá svěží vína, která tímto způsobem ani připravovat nelze. Při školení vín tedy dochází k čiření a filtrování, kterým lze víno stabilizovat. Správně zvoleným způsobem a použitím vhodných prostředků však

Ize již při odkalení pozitivně ovlivnit následnou čistotu a koloidní stabilitu vína (Farkaš, 1983; Ribéreau-Gayon a kol., 2006b).

3.3.1 Koloidní systém moštu a vína

Jak již bylo naznačeno výše, víno či mošt je systémem tvořeným několika typy částic, z nichž každá má schopnost tvořit určitý disperzní systém. Tedy má určitou schopnost rozptylu v jiné látce, v případě vína se jedná o rozpustnost ve vodně - alkoholovém roztoku. Nejmenší částice do velikosti 1 nm tvoří tzv. molekulární disperze. Nesedimentují, prochází ultrafiltry a nejsou viditelné ani ultramikroskopy. Částice o velikosti nad 1000 nm vytváří suspenzi čili heterogenní směs, jejímž znakem je postupné oddělování pevných částic od kapaliny, tedy sedimentace. Zároveň jsou tyto částice oddělitelné běžnými filtry a viditelné pod mikroskopem, často i pouhým okem. Při stabilizaci vína většinou nezpůsobují problémy, neboť jsou lehce odstranitelné stočením nebo filtrací. Částice o velikosti 1-1000 nm jsou nazývány koloidy a tvoří koloidní roztoky. Neprocházejí ultrafiltry, jsou viditelné pod ultramikroskopy a velice pomalu sedimentují. Koloidní částice jsou často nestabilní a způsobují problémy ve vínech, neboť jsou odpovědné za tvorbu zákalů. Existují však ochranné koloidy, které naopak koloidní stabilitu podporují. Koloidní částice v kapalině jsou schopné tvořit koloidní roztoky (soly), flokulací vznikají gely neboli krystalické koloidy (Ribéreau-Gayon a kol., 2006b).

Koloidní částice dělíme do dvou základních skupin: micelární koloidy a makromolekulární koloidy. Micelární koloidy vznikají slučováním částic složených z velkého množství jednotlivých molekul. Jednotlivé částice jsou na sebe vázány nekovalentními interakcemi, jako jsou Van der Waalsovy síly, hydrofóbní interakce nebo vodíkové můstky. Koloidní stabilita bývá zvyšována díky tomu, že jsou elektricky nabitě a odpuzují ostatní. Dojde-li k potlačení těchto sil, dochází ke srážení jednotlivých koloidů a vypadávání. Tak vzniká většina zákalů ve víně. Nestabilita micelárních koloidů je také způsobena jejich hydrofóbním charakterem. Makromolekulární koloidy obsažené ve víně jsou většinou složené z molekul, jako jsou bílkoviny nebo polysacharidy, vázaných

kovalentními vazbami. Mají hydrofilní charakter, což spolu s působením elektrického náboje zajišťuje jejich větší stabilitu (Ribéreau-Gayon a kol., 2006b).

Elektrický náboj koloidních částic má zásadní vliv na jejich vlastnosti a chování v moštu a víně. Částice mohou být nabitý buď kladně, nebo záporně, popřípadě mohou být neutrální. V případě nabitých polymerních částic je náboj určován disociací bazických nebo kyselých funkčních skupin. U koloidních částic složených z neutrálních molekul je jejich náboj dán fixací nebo adsorbací iontů na jejich povrchu. Fixované ionty jsou distribuované ve dvou vrstvách. Kladně nabitými koloidy jsou v podmínkách moštu především bílkoviny, které mají sice amfoterní charakter, ale oblast pH moštu se nachází pod jejich izoelektrickým bodem. Záporně nabitými částicemi jsou například kvasinkové buňky nebo polymerizované taniny (Ribéreau-Gayon a kol., 2006b).

3.3.2 Reakce koloidů a koloidní stabilita

Koloidní nestabilita je způsobována flokulací jednotlivých koloidních částic, při které vznikají koloidní krystaly, které vypadávají z koloidního roztoku a způsobují různé zákaly a sraženiny. Flokulace je ovlivněna společným působením několika faktorů. Jde především o velikost Van der Waalových sil, působení elektrostatických sil, koncentraci solí (přítomnost elektrolytu) a Brownův pohyb, který úzce souvisí s teplotou. V praxi je však pro nastolení koloidní stability vína důležitá především znalost reakcí bílkovin a taninů. Bílkoviny, které jsou kladně nabité, reagují se záporně nabitými taniny. Vznikají komplexy tanin - bílkovina, které se vysrážejí z koloidního roztoku. Hovoříme zde o tzv. společné flokulaci, při které dochází k agregaci dvou opačně nabitých koloidů. Toho bývá v praxi využíváno při čiření, kdy lze použitím bílkovinných čiřidel odstranit nežádoucí polyfenoly. Stejně tak dochází k eliminaci termolabilních bílkovin. U červených vín probíhá tato reakce spontánně vlivem vyššího obsahu fenolických látek, v bílých a růžových vínech se snižuje obsah bílkovin použitím záporně nabitého čiřidla, většinou bentonitu. Zde se však nejedná o vzájemnou flokulaci, ale spíše o adsorbci na pevnou látku

(viz kap. 3.6.5). Na principu vzájemné flokulace funguje také odstraňování kovů tzv. modrým čiřením či eliminace sirných sloučenin pomocí síranu měďnatého.

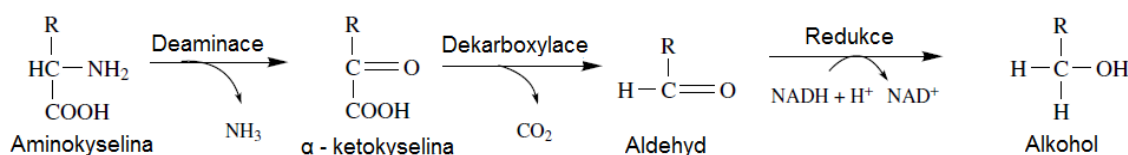
Ve víně a moštu se však vyskytují také tzv. ochranné koloidy, které většinou nezpůsobují koloidní zákaly, ale naopak zvyšují koloidní stabilitu. Jejich působením se vytváří obal na koloidních částicích, který brání jejich flokulaci. Zároveň je však třeba dodat, že vyšší obsah těchto koloidů ztěžuje sedimentaci a zhoršuje filtrovatelnost. Asi nejznámějšími ochrannými koloidy jsou polysacharidy manoproteiny, které pozitivně působí na stabilitu bílkovin a vinného kamene. Mezi ochranné koloidy patří také glukany, vyskytující se v hroznech napadených botrytidou, které způsobují značné problémy s čiřením a filtrací. Jejich obsah lze snížit během odkalení použitím glukánáz (viz kap. 3.6.6) (Ribéreau-Gayon a kol., 2006b).

3.4 Vliv odkalení na složení vína

3.4.1 Tvorba vyšších alkoholů

Vyšší alkoholy jsou ve víně zastoupeny zhruba v množství 200 - 600 mg.l⁻¹. Jde o alkoholy, jejichž uhlíkatý skelet obsahuje tři a více atomů uhlíku. Nejzastoupenějšími vyššími alkoholy jsou n-propanol, izobutylalkohol, izoamylalkohol a aktivní izoamylalkohol. Vznikají dekarboxylací a deaminací aminokyselin (především valin, leucin a izoleucin) s následnou redukcí vzniklé ketokyseliny. Souhrnně lze tento proces nazvat Ehrlichovou reakcí (obr. 1). Jejich vliv na sensorické vlastnosti je dán jejich koncentrací. Uvádí se, že zhruba do obsahu 400 mg.l⁻¹ pozitivně ovlivňují aromatický profil vína a naopak se stoupajícím obsahem se mohou objevovat tóny přiboudliny. Určení této hranice je však obtížné, podobně jako u většiny sensoricky aktivních látek, a závisí na celkovém složení vína (Michlovský, 2014b). Spolu s obsahem dusíkatých látek a teplotou kvašení má odkalení moštu zásadní vliv na jejich obsah ve víně. Farkaš (1983) uvádí hodnotu 423 mg.l⁻¹ ve víně z neodkaleného moštu a zhruba poloviční množství ve víně z odkaleného moštu. Rozdíly byly zaznamenány i se změnou teploty kvašení, nebyly však tak významné jako vliv odkalení. Zároveň byl sledován vliv odkalení a teploty kvašení na tvorbu esterů,

látek podporujících ovocné aroma a vznikajících esterifikací alkoholů a mastných kyselin. Byl prokázán jejich pokles ve víně z neodkaleného moštu, avšak vliv teploty se ukázal jako důležitější. K podobným výsledkům při sledování obsahu vyšších alkoholů dospěl i Ancín a kol. (1996), který uvádí hodnotu 257 mg.l⁻¹ při turbiditě 200 NTU, získané statickou sedimentací, a hodnotu 134 mg.l⁻¹ při poloviční turbiditě po filtraci. Hodnota kontrolního vzorku, který měl turbiditu 695 NTU, se však oproti vzorku získaného sedimentací již výrazně nezvýšila. Podobně nedošlo k výraznému zvýšení obsahu vyšších alkoholů v porovnání se vzorkem odkaleným sedimentací ani u druhé měřené odrůdy, kde hodnota turbidity neodkaleného vzorku činila dokonce 1460 NTU. Z toho lze vyvodit, že při dosažení určité turbidity se ani při jejím dalším zvyšování již obsah vyšších alkoholů výrazně nemění. Ancín a kol. (1996), Klingshrin a kol. (1987) a Ferrando a kol. (1998) shodně uvádí nejvyšší podíl izoamylalkoholu na celkovém obsahu vyšších alkoholů.



Obrázek 1: Ehrlichova reakce (Ribéreau-Gayon a kol., 2006a)

Ve vínech z neodkalených moštů se mohou vyskytovat také zelené, bylinné pachy, které jsou způsobovány obsahem alkoholů na C₆. Ty jsou ve víně zastoupeny hexanolem a hexen-2-olem. Tyto látky vznikají řadou enzymatických reakcí. V první fázi dochází působením acylhydrolázy k uvolnění mastných kyselin (kyselina linolová a kyselina linolenová) z membránových lipidů. Následuje jejich oxidace katalyzovaná lipoxygenázou, která přednostně vytváří hydroperoxidové skupiny na C₁₃ těchto kyselin. Ty jsou dále enzymaticky štěpeny na C₆ aldehydy, které jsou činností alkoholdehydrogenázy redukovány na příslušné alkoholy. C₆ aldehydy se váží na membránové frakce kalů a jejich koncentrace je tedy přímo úměrná množství kalů v moštu. Kvasinky je jsou schopné redukovat na příslušné alkoholy a přenášet do vína. Pro zachování čisté vůně bez bylinných pachů by měla být zajištěna dostatečná

čistota moštu, která by neměla přesáhnout 200 NTU (Ribéreau-Gayon a kol., 2006a).

3.4.2 Tvorba sirných sloučenin

Těkavé sirné sloučeniny jsou většinou produktem metabolismu kvasinek, vznikají tedy nejčastěji během alkoholové fermentace. Mnoho z těchto sloučenin, zejména těch s nižší molekulovou hmotností, má negativní vliv na sensorické vlastnosti vín. Příkladem lehkých těkavých sirných sloučenin je sirovodík H_2S , charakteristický svým pachem po zkažených vejcích, metantiol CH_3SH nebo etantiol CH_3CH_2SH , páchnoucí po cibuli. Tyto sloučeniny jen zřídka způsobují vážné a neřešitelné redukční problémy, neboť jsou během alkoholové fermentace unášeny oxidem uhličitým a ve víně zůstávají v nízkých koncentracích, popřípadě jsou snadnou odvětratelné z vína stočením (Michlovský, 2014b).

Byl však prokázán vliv turbidity na tvorbu lehkých sirných sloučenin, zejména dimetyldisulfidu a již zmiňovaného metantiolu. Ve víně, pocházejícího z moštu fermentovaného při turbiditě 510 NTU, byly pozorovány výrazné redukční pachy. Ve víně ze stejného moštu, ale odkaleného na hodnotu 270 NTU nebyly degustací pozorovány žádné vady při stejné koncentraci dimetyldisulfidu a výrazně nižší koncentraci metantiolu. Z toho lze usuzovat, že metantiol hraje hlavní roli při redukčních vadách vín z nedokonale odkalených moštů.

Turbidita moštu má vliv také na produkci těžkých sirných sloučenin produkovaných kvasinkami, z nichž svým vlivem na organoleptické vlastnosti vína má význam především metionol (metyltiol-3-propanol). Metionol způsobuje pach po vařené kapustě, který se objevuje, je-li kalnost moštu vyšší než 250 NTU. Ve víně je stálý a neodstranitelný provzdušněním. Metionol vzniká během fermentace z metioninu podle Ehrlichovy reakce. Jeho zvýšená tvorba není způsobena vyšším obsahem metioninu uvolňovaného z kalů, protože ty žádné rozpustné aminokyseliny neobsahují. Obsahují však lipidické frakce,

kteřé pravděpodobně podporují přijímání metioninu kvasinkami, kteřé ho transformují na metionol (Ribéreau-Gayon a kol., 2006a).

3.5 Vliv odkalení na průběh alkoholové fermentace

Odkalením se odstraňují nejen kalové částice ale i velká část mikroflóry, což způsobuje pomalejší kvašení odkaleného moštu. Ani po přidání čisté kultury kvasinek však nedochází k tak intenzivnímu kvašení, jako u neodkalených moštů (Farkaš, 1983). Dodání čisté kultury kvasinek urychlí začátek fermentace, její délka, ani množství zbytkového cukru po jejím skončení se však výrazněji nemění. Naopak známými důsledky silného odkalení jsou zpomalení fermentace či její úplné zastavení ještě před vyčerpáním všech zkvasitelných cukrů. Odkalení tedy nepůsobí pouze jako odstranění mikroflóry z moštu, ale ukazuje se, že příliš silným odkalením se snižují stimulační účinky na průběh alkoholové fermentace, které s sebou nesou kaly (Michlovský, 2014c).

Odkalením se také zmenšuje kvasný povrch, který poskytují kalové částice obsažené v moštu. Kvasinky jsou unášeny na kalech, což jim umožňuje být neustále rozptýlené v celém objemu moštu. Odstraněním kalů jako podpory pro kvasinky se tedy snižuje zkvasitelnost moštu (Farkaš, 1983). Michlovský (2014c) však uvádí, že přidávání různých podpor do moštu, jako je celulóza nebo bentonit, zvyšuje rychlost fermentace intenzivně odkalených moštů, ale účinek je při stejné turbiditě lepší po přidání čerstvých kalů.

Kalové částice pozitivně působí na uvolňování CO₂, který má inhibiční účinky na kvasinky. Kaly totiž poskytují prostor pro nukleaci bublinkám plynu a ty snáze unikají z kvasícího moštu. Tento efekt je však omezován při tlacích panujících v kvasném tanku při fermentaci (Ribéreau-Gayon a kol., 2006a).

Kaly také pozitivně působí, díky hydrofóbnímu obsahu lipidů, adsorpcí mastných kyselin, které působí jako toxické inhibitory na kvasinky. Jde o mastné kyseliny se středním řetězcem (kyselina kapronová, kyselina kaprilová a kyselina kaprinová), které jsou v malém množství obsaženy již

v hroznech, zejména v nedostatečně vyzrálých, ale jejich podíl se zvyšuje během fermentace, kdy jsou tvořeny samotnými kvasinkami (Michlovský, 2014b, c), jako vedlejší produkt metabolismu nasycených mastných kyselin (Polo a Moreno-Arribas, 2008).

Zároveň však kaly uvolňují mastné kyseliny s dlouhým řetězcem, které jsou kvasinky schopné zabudovat do vlastních membránových fosfolipidů (Ribéreau-Gayon a kol., 2006a). Tím se zlepšuje transportní systém mezi buňkou a okolním prostředím. Dochází také ke zvýšení tolerance kvasinek vůči etanolu a k regulaci membránových enzymů. Působí tedy jako růstové aktivátory pro kvasinky. Největší podíl na obsahu lipidických frakcí v moštu mají nenasycené mastné kyseliny s dlouhým řetězcem, především kyselina linolová, kyselina olejová, kyselina linolenová a kyselina palmitolejová. Z nasycených mastných kyselin je v moštu nejvíce zastoupena kyselina palmitová (Varela a kol., 1999).

Varela a kol. (1999) provedl pokus, při kterém byl zkoumán obsah mastných kyselin v moštu a v kalech získaných odkalením příslušných moštů. V získaných kalech byl naměřen vyšší obsah mastných kyselin než v příslušných odkalených moštech. Rozdíl byl tím větší, čím intenzivněji bylo odkalení provedeno, tedy čím nižší byla turbidita odkaleného moštu. Nejvyšší podíl mastných kyselin byl naměřen u kontrolního neodkaleného moštu. Tím lze dokázat uvolňování mastných kyselin s dlouhým řetězcem z moštových kalů.

Projevem nízkého obsahu kalových částic může být také zvýšená tvorba kyseliny octové. Její zvýšený obsah je většinou ukazatelem přítomnosti určitého stresového faktoru pro kvasinky. V tomto případě jde o nedostatek mastných kyselin s dlouhým řetězcem a sterolů (Delfini a Costa, 1993). Ferrando a kol. (1998), který provedl pokus na odrůdách Macabeo a Parellada, uvádí také vyšší obsah ethylacetátu ve vínech kvašených při nižší turbiditě. Ethylacetát je látkou způsobující od určité koncentrace vjem těkavosti a jeho obsah je závislý na obsahu kyseliny octové, ze které vzniká esterifikací s etanolem.

Vyčiření moštu prodlužuje trvání alkoholové fermentace, v případě malého množství kalů může vést až k zastavení kvašení. Kombinace účinků, adsorpce toxických mastných kyselin a uvolňování dlouhých mastných kyselin, tedy růstových aktivátorů, dodává kalům roli faktoru přežití pro populace kvasinek (Ribéreau-Gayon a kol., 2006a).

3.6 Metody odkalení

3.6.1 Sedimentace

Statická sedimentace je jednoduchá, avšak vysoce účinná metoda odkalení (Michlovský, 2014c). Principem je usazení kalů, obsažených v moštu, na dno nádoby a následné stočení čistého moštu do nádoby jiné. Účinnost je dána dobou sedimentace, během které se mošt ponechá v klidu. Hrubého odkalení dosáhneme 3-4 hodinovou sedimentací, kvašení tím není výrazně ovlivněno. Sedimentace po dobu 8-10 hodin poskytuje dobré odkalení, zajišťující pomalé kvašení a vína bez nežádoucích tónů. Odkalením trvajícím 12-24 hodin se získají velice čisté mošty (Steidl, 2010). K přesnému určení intenzity odkalení se však využívají turbidimetry, měřící podíl pevných částic v moštu. Zakalení neboli turbidita je vyjadřována v jednotkách NTU (Nephelometric turbidity unit) a její optimální hladina se pohybuje mezi 100 až 250 NTU, což odpovídá 0,3 - 0,5 % kalových částic v moštu (Ribéreau-Gayon a kol., 2006a).

Má-li se získat dobře odkalený kvalitní mošt pro výrobu vysoce jakostních vín, je doporučováno provádět sedimentaci samotoků a jednotlivých podílů moštů z lisování zvlášť. Samotok a mošt z prvního lisování za nízkého tlaku se krátce po vylisování zbaví již sedimentovaných hrubých kalů. Vhodné jsou mělčí nádoby, u kterých má obsluha možnost provést odkalení pomocí čerpadla s hadicí, kterou odsává čistý mošt nad sedimentem. Tyto hrubé kaly se co nejdříve filtrují, neboť jsou poměrně dobře zkvasitelné. K jejich filtraci se nejčastěji využívají křemelinové filtry nebo kalolisy. Filtrát se může přidávat zpět do již odkaleného moštu. Vykazuje-li mošt po prvním odkalení příliš vysokou

turbiditu, může se ještě přistoupit k dodatečné sedimentaci a druhé dekantaci. Mošty z druhého lisování, tedy lisované za vyšších tlaků, obsahují vyšší množství, často zoxidovaných, fenolických látek, vázaných i na lehké kaly. Často tedy bývají zpracovávány zvlášť. Dojde-li však k dokonalému odstranění hrubých i lehkých kalů za pomoci pektolytických enzymů, je možné je k prvnímu moštu připojit. Takto získané kaly se již nefiltrují a většinou se odstraňují. Jednotlivé frakce z lisování se doporučuje spojovat ještě před alkoholovou fermentací. Je-li výsledný mošt příliš čirý, zvedá se jeho turbidita přidáním jemných kalů z příslušných samotoků (Ribéreau-Gayon a kol., 2006a).

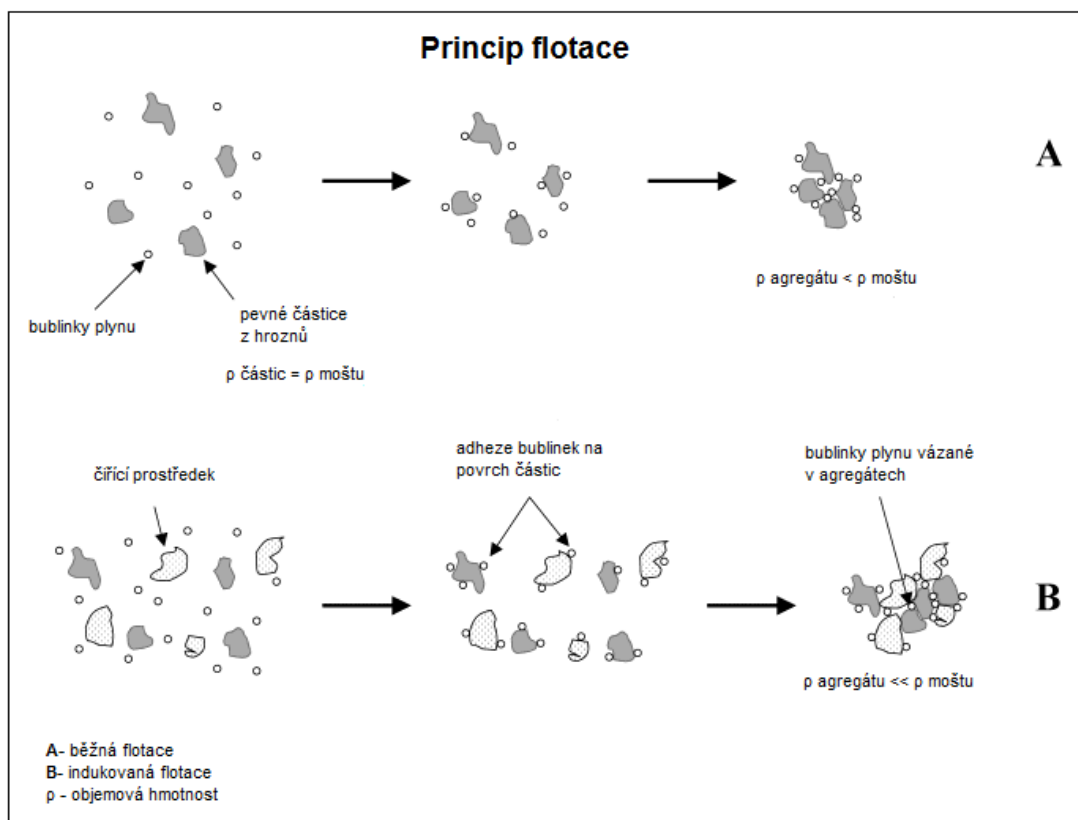
Základem pro úspěšnou realizaci odkalení je oddálení nástupu alkoholové fermentace. Během kvašení je již téměř nemožné mošt efektivně odkalit, protože unikající oxid uhličitý, jenž kvasinky produkují, zabraňuje sedimentaci kalových částic. Nástupu kvašení se nejčastěji zabraňuje zchlazením moštu na 5-10 °C a přidávkem oxidu siřičitého. Kromě zpomalení nárůstu populace kvasinek se tím zároveň omezuje oxidace moštu (Farkaš, 1983).

K provedení statické sedimentace není třeba žádného speciálního vybavení. Standardně jsou využívány běžné typy nádob a čerpadel. Nejvhodnější jsou však širší nádoby s nižší hladinou odkalovaného moštu. Ve vysokých nádobách je sedimentace pomalejší. Výhodné jsou také nádoby umožňující chlazení, neboť teplota je důležitým faktorem ovlivňujícím dobu sedimentace (Burg a Zemánek, 2014).

3.6.2 Flotace

Principem flotace je odkalení moštu působením plynu (vzduchu, oxidu uhličitého nebo dusíku), který je pod tlakem vstřikován do moštu. V moštu vznikají malé bublinky, které přilnou ke kalovým částicím a společně vyplavou na hladinu. Vrstva kalů, která je unášena na hladině, je následně odstraněna. Hlavní výhodou je poměrně rychlé provedení odkalení. Běžně se flotací získá čirý mošt do 2 hodin (Steidl, 2010).

Během flotace se využívá rozdílné objemové hmotnosti kapalné části moštu a pevných částic, které chceme odstranit (Obr. 1). Protože však má většina pevných částic vyšší objemovou hmotnost než mošt, musí uměle získat nižší, aby došlo k jejich unášení na hladinu. Toho se docílí právě vpouštěním plynu do moštu, jedná se o běžnou flotaci. Přídavkem čířících prostředků se může zvýšit účinnost. Čířící prostředky mají velmi nízkou objemovou hmotnost oproti moštu, flokulují s bublinkami plynu a pevnými částicemi, čímž se vytváří agregáty o nižší objemové hmotnosti, které jsou snáze unášeny na hladinu. Tento způsob se nazývá indukovaná flotace. Nejčastěji se využívá želatina nebo gel kyseliny křemičité. Jsou však zkoumána také bílkovinná čířidla rostlinného původu. Flokulaci také podporuje přídavek pektolytických enzymů (Marchal a kol., 2003).



Obrázek 2: Princip běžné a indukované flotace (Marchal a kol., 2003).

Sindou a kol. (2008) poukazuje na to, že flotací nedochází pouze k odstranění kalových částic, ale může docházet i ke změnám složení moštů a vlastností z nich vznikajících vín. V závislosti na použitém plynu může

docházet k výrazným změnám v celkovém obsahu fenolických látek. Při použití vzduchu dochází k vyššímu stupni oxidace a polymerizace fenolických látek, které jsou následně odstraňovány jako oxidační produkty spolu s kaly. V porovnání s moštem odkalovaným běžnou sedimentací či moštem flotovaným s využitím dusíku vykazuje mošt flotovaný vzduchem poloviční množství celkových fenolů, což by mělo víno zajistit vyšší stabilitu vůči oxidaci, neboť větší množství oxidovatelných sloučenin se vysráželo již při výrobě. Sensoricky bylo víno hodnoceno pozitivně, pouze s mírně oxidativní pachutí, avšak bez typických odrůdových znaků. Víno z moštu flotovaného dusíkem se sensoricky příliš nelišilo od kontrolního vzorku a bylo hodnoceno jako typicky odrůdové. Z toho lze usuzovat, že flotace vzduchem má větší vliv na analytické i sensorické vlastnosti, než při užití dusíku.

Pro provedení flotace je třeba flotačního zařízení, které se skládá ze směšovacího čerpadla, tlakové láhve, flotačního tanku a spojovacího potrubí. Ve směšovacím čerpadle, které je tvořeno tlakovou láhví s inertním plynem, směšovací nádrží a přívodním a odvodním potrubím, dochází k sycení moštu plynem. Tlak, při kterém je mošt sycen, činí asi 0,5-0,6 MPa. Dále je mošt potrubím veden do flotačního tanku, jenž je ze spodu plněn tryskami. Po naplnění tanku je přívod moštu uzavřen. V horní části tanku, těsně u hladiny, je umístěn odtokový kanál, do kterého jsou přepadem odváděny kaly. Odvodu kalů napomáhá mechanické míchadlo. Jiné konstrukční řešení nahrazující odtokový kanál představují ploché odsávací hubice. Odkalený mošt je odčerpáván a plnění se může zopakovat. Množství vytvořené pěny je asi 10 - 15 %, z toho zhruba polovina připadá na kaly. Výkonnost flotačních zařízení se pohybuje v rozmezí 5000 až 20000 l.h⁻¹ (Burg a Zemánek, 2014).

3.6.3 Odstředění

Odstředění je další dynamickou metodou využívanou k odstranění kalových částic z moštu, jejímž principem je separace kalů pomocí odstředivé síly. Využitím odstředivky dochází k omezení potřeby velkého množství nádob potřebných ke statické sedimentaci. Rychlost odkalení odstředěním je tisíckrát

větší než rychlost statické sedimentace. Jedná se tedy o metodu, která výrazně snižuje kapacitní i časovou náročnost odkalení. Další výhodou je poměrně krátký kontakt moštu s kaly, což snižuje riziko negativních vlivů na kvalitu moštu. Na druhou stranu kvalita takto získaného moštu a tedy i vína je nižší než u moštů získaných statickou sedimentací, proto není využívána pro produkci vín vyšší jakosti (Burg a Zemánek, 2014; Farkaš, 1983).

Existují dva základní typy odstředivek: komorové a talířové. Liší se svou konstrukcí a především průběhem odstředování, pracují buď kontinuálně, nebo diskontinuálně. Farkaš (1983) uvádí rozdíl v jejich využití. Komorové jsou vhodné spíše pro čistší mošty, s nižším obsahem kalů. Talířové pracují spolehlivě do obsahu 2-3 % kalů v moštu, se zvyšujícím se zakalením však jejich účinnost klesá.

Komorové odstředivky pracují diskontinuálně, po zaplnění kalových prostor je nutné zastavit chod a odstranit odstředěné kaly. Těleso odstředivky je opatřeno otevíratelným víkem, přívodním a odvodním potrubím. Uvnitř tělesa je umístěn rotující buben s komorami. Rotací bubnu je vyvíjena odstředivá síla, která způsobuje usazování kalů na stěnách jednotlivých komor, kterými prochází mošt. Velikost komor se směrem k obvodu postupně zmenšuje, neboť podíl kalů se snižuje. Čistý mošt se dostává k obvodu bubnu, odkud je odváděn. Stupeň zaplnění komor kaly lze pozorovat podle chodu odstředivky. Čištění je prováděno ručně, trvá asi 0,5-1 hodiny. Diskontinuální provoz a náročnost čištění jsou hlavními nevýhodami komorových odstředivek (Burg a Zemánek, 2014).

Těleso talířové odstředivky je také složeno z rotujícího bubnu. Mošt je však přiváděn osou bubnu a ve spodní části je rozváděn do kalového prostoru pomocí lopatek. V kalovém prostoru je instalována soustava kuželových talířů, které jsou po obvodu opatřeny otvory. Mezerami mezi talíři prochází mošt, který je působením rotace zbavován kalů, jež se usazují na obvodové straně bubnu. Čistý mošt stoupá do vrchní části bubnu, odkud je vypouštěn přes přetlakový ventil. Usazené kaly jsou postupně odstřelovány krátkým otevřením uzavíratelných otvorů umístěných po obvodu bubnu. Činnost talířových

odstředivek je tedy kontinuální. Vzhledem k vyšším pořizovacím nákladům jsou však využívány především velkými provozy (Burg a Zemánek, 2014).

Společným rysem obou typů odstředivek je, vzhledem k vysokému přetížení a vysokým otáčkám, požadavek na dostatečnou stabilitu základů, vysokou kvalitu ložisek, masivní rám nesoucí těleso odstředivky a dokonalé vyvážení bubnu. Otáčky běžně dosahují 6500 min^{-1} a závisí na nich velikost odstředivé síly, která se s počtem otáček kvadraticky zvětšuje. Průměr bubnu mění velikost odstředivé síly lineárně. Odstředivky mohou dosáhnout až 14000 násobného přetížení (Burg a Zemánek, 2014).

Kromě již zmiňovaných typů odstředivek jsou ještě v praxi využívány dekantační odstředivky. Jedná se o zařízení s horizontálně umístěným rotujícím bubnem, uvnitř je po obvodu uložena šnekovice, která slouží k posouvání a odstraňování kalů usazených po obvodu bubnu. Čistý mošt je přes přepad odváděn opačným směrem než kaly (Burg a Zemánek, 2014).

3.6.4 Filtrace

Filtrace je separační technikou využívající filtrační plochu k odstranění pevných částic z kapaliny. Póry filtračního materiálu musí být menší než pevné částice, popřípadě musí mít opačný elektrický náboj, aby došlo k jejich zachycení. Ve vinařství se využívá několik typů filtračních médií nesených na různém vybavení. Nejčastěji se používá: filtrace přes naplavenou vrstvu křemeliny nebo perlitu; filtrace s využitím celulózových desek; filtrace membránami o dané pórovitosti; tangenciální filtrace, kde se využívá dutých vláken s póry. Existuje několik mechanismů zachytávání pevných částic na filtračním médiu, podle nichž lze filtraci dělit na povrchovou a hloubkovou. Při povrchové filtraci se využívá filtračních médií, jejichž póry mají menší velikost než kalové částice, které jsou tak zachytávány na povrchu filtrační vrstvy. Na tomto principu pracuje křemelinová a membránová filtrace. U hloubkové filtrace dochází k zachytávání pevných částic uvnitř filtrační látky, většinou se jedná o celulózové desky. K zachycení dochází buď mechanicky v užších místech

kapilár, nebo adsorpcí na stěny kapilár vlivem rozdílného elektrického náboje kalů a filtrační látky, případně se mohou oba způsoby doplňovat. Existuje řada konstrukčních provedení filtrů. Pro filtraci moštu se nejčastěji využívají vakuové rotační filtry, tlakové naplavovací filtry a plachetkové filtry (Ribéreau-Gayon a kol., 2006b).

Tlakové naplavovací filtry i vakuové rotační filtry využívají jako filtrační hmotu křemelinu nebo perlit. Křemelina se získává povrchovou těžbou usazenin mořských řas a skládá se z 85 - 90 % z oxidu křemičitého a z 5 - 10 % z oxidu hlinitého, zbytek připadá na oxid vápenatý, oxid měďnatý a další méně zastoupené látky. Její vlastnosti jsou dány složením a úpravami při výrobě. V závislosti na zrnitosti se dělí na hrubou, střední a jemnou. Perlit je filtrační látka vyráběná z hornin vulkanického původu. Upravuje se zahříváním na 1000°C, čímž se zvýší objem a pórovitost. Jeho hmotnost je asi o 20 % nižší než u křemeliny. Oproti křemelině má však nižší adsorpční kapacitu a filtrační účinek. Využívá se tedy k filtraci moštů nebo předfiltracím, kde není očekáváno dosažení vysoké čistoty. Jeho výhodou je však nižší cena a vyšší filtrační rychlost (Ribéreau-Gayon a kol., 2006b; Farkaš 1983).

Vakuové rotační filtry jsou určeny především pro filtrování kapalin s vysokým obsahem kalových částic, tedy špatně odkalených moštů, moštových kalů a vinných kalů. K filtraci vína se využívají méně, protože během tohoto typu filtrace může docházet k vyšším ztrátám aromat a oxidu uhličitého a dochází také k silné aeraci. Vakuové rotační filtry pracují na principu křemelinové filtrace. Na rotující buben, který je perforovaný a opatřený filtrační tkaninou, se naplavuje 5 - 10 cm silná vrstva perlitu nebo křemeliny, přes kterou bude následně mošt filtrován. Častěji se využívá perlit, neboť jeho cena je nižší než u křemeliny a výsledky jeho použití jsou dobré. Filtrovaný mošt je nasáván z nádrže pod bubnem, do kterého je rotující buben ponořen. Nasávání je zajištěno vývěvou, jež vytváří podtlak. Vyfiltrovaný mošt je odváděn dutým hřídelem umístěným v ose rotace bubnu. Vrstva kalů, která se vytváří na povrchu naplavené křemeliny, je průběžně odstraňována plochým nožem. Do nádoby s moštem je průběžně přidávána křemelina či perlit tak, aby se filtrační vrstva stále obnovovala. Spotřeba křemeliny nebo perlitu činí u moštu asi

0,75 - 1,5 kg.hl⁻¹, u vína je spotřeba zhruba poloviční. Výkonnost je závislá na velikosti aktivní plochy filtru, druhem filtračního média a charakterem filtrované kapaliny. U moštů činí asi 3-5 hl.h⁻¹.m⁻² (Ribéreau-Gayon a kol., 2006b; Steidl, 2010).

Tlakové naplavovací filtry, běžně označované jako křemelinové, jsou v praxi využívány především na filtraci vína, a to jak hrubou tak i jemnou, lze je však použít i na filtraci moštu. Existuje několik typů křemelinových filtrů, dnes se nejvíce využívají komorové a svíčkové naplavovací. Princip filtrace je u všech stejný, liší se však svým konstrukčním provedením. Na nosné elementy se nejprve oběhovým čerpadlem naplavuje určité množství křemeliny rozmíchané v moštu tak, aby se vytvořila dostatečná filtrační vrstva. Někdy se k naplavení využívá hrubší křemelina popřípadě celulóza. Poté může být provedena vlastní filtrace. Do filtrovaného moštu je pomocí dávkovacího čerpadla po celou dobu filtrace přidávána křemelina, čímž se zajišťuje neustálá obnova filtrační plochy. Pokud filtr neobsahuje dávkovací čerpadlo, rozmíchá se vypočítaná dávka křemeliny do celého objemu filtrovaného moštu. Při přerušení filtrace je nutné uzavřít vstupní a výstupní ventil, aby se zachoval oběh přes filtrační vrstvu a nedošlo k rozpadu filtračního koláče. Po ukončení filtrace se filtrační koláč odstraní zpětným oplachem. Svíčkové filtry využívají tzv. svíčky tvořené perforovanou trubkou, která je ovinuta jemným drátkem lichoběžníkového průřezu, jenž vytváří ve směru filtrace rozšíření a zabraňuje tak zaklínění křemeliny a problémům při čištění. Filtrační svíčka je uložena ve válcovém pouzdře. Jsou vyráběny i vícesvíčkové filtry. U komorových křemelinových filtrů jsou nosnými elementy talířová nebo válcová síta uložená ve válcové nádobě. Síta jsou vyráběna z hustě tkaného tenkého ocelového drátku nebo z přírodní či syntetické tkaniny. Uspořádání nosných elementů může být horizontální, dnes více využívané, nebo vertikální. Nevýhodou talířových křemelinových filtrů je možná deformace nosných elementů při zvyšujícím se odporu filtračního koláče. U svíčkových filtrů je tlaková odolnost výrazně vyšší. Potřeba křemeliny při filtraci moštu činí 3 - 4 kg na 1000 litrů (Burg a Zemánek, 2014; Steidl, 2010).

Plachetkové filtry, známé také jako kalolisy, nejsou primárně využívány k odkalení moštů, ale pro zpracování kalů získaných při odkalení, stáčení nebo

čiření. Jsou tvořené ocelovým rámem s dvojicí bočních vedení, na kterých jsou zavěšeny filtrační desky čtvercového tvaru. Desky, které na sebe dosedají zesíleným okrajem, vytvářejí filtrační komory o tloušťce 10 - 40 mm. Pevné sevření je zajišťováno centrálním šroubem nebo hydraulickým pístem. Jako filtrační médium je zde využíváno filtračních plachetek vyrobených z monofilní nebo multifilní příze, které jsou zavěšeny na povrchu desek. Odvod filtrátu je zajištěn kanálky vyprofilovanými na povrchu desek. U komorových kalolisů dochází k plnění naplavovacím kanálkem procházejícím průběžně celou sestavou desek. Během filtrace dochází ke zvyšování pracovního tlaku vlivem zvyšujícího se filtračního odporu. Filtrace je ukončena zhruba při tlaku 1,2 MPa. Membránové kalolisy jsou navíc vybaveny pružnou membránou umístěnou mezi rámem a plachetkou. Při dosažení maximálního filtračního tlaku je do prostoru za membránou přiváděna pod tlakem voda nebo vzduch, čímž dochází k lisování filtračního koláče. Pomocí membránového kalolisu je možné dosáhnout dokonalého vylisování kalů bez zbytkové vlhkosti. Sušina vyfiltrovaného kalu může dosahovat až 70 %. Pro zvýšení čistoty filtrátu se do kalů může přidávat křemelina. Podobně jako kalolisy mohou sloužit k filtrování kalů i deskové naplavovací filtry. Mají podobnou konstrukci jako běžné deskové filtry, jsou však doplněné o drátěná síta nebo plachetky, které jsou vloženy mezi čtvercové filtrační desky. V první fázi dochází k naplavení křemeliny nebo perlitu, většinou vodou. Poté se přistupuje k samotné filtraci, která probíhá při pracovních tlacích 0,4 - 0,6 MPa. Vyrovnávání tlaku zajišťuje automatické čerpadlo (Burg a Zemánek, 2014).

Filtraci moštů je samozřejmě možné provádět i jinými typy filtrů, jako například cross-flow filtrem nebo běžným deskovým filtrem. Z časových, ekonomických a technologických důvodů však nebývají tyto filtry k filtraci moštu běžně využívány. Celkově se dá říci, že filtrace za účelem odkalení moštu bývá využívána jen okrajově, a to v problematických případech. Jiná je však situace při již zmiňované filtraci moštových kalů. Jedná se o operaci, která minimalizuje ztráty vznikající při odkalení. Filtrací kalů s podílem 10 % pevných částic je možné získat téměř 90 % moštu o turbiditě nižší než 20 NTU, který je možné dále využít (Ribéreau-Gayon a kol., 2006b). Využití této frakce moštů vyvolává rozpor mezi některými autory. Steidl (2010) v žádném případě nedoporučuje

takto získaný mošt použit dále pro výrobu vína, ale využít jej například k výrobě destilátu. Michlovský (2014c) naopak uvádí, že tuto frakci moštu je možné přidat zpět k podílu získaného statickou sedimentací, aniž by byly negativně ovlivněny analytické či senzorické vlastnosti získaného vína.

3.6.5 Využití bentonitu při odkalení

Bentonit je jedním z nejčastěji používaných čířidel ve vinařství. Jde o zeminu pocházející z rozkladu vulkanického popela obsahující silikáty hliníku, sodíku a vápníku. Bentonit je čířicí látkou se záporným nábojem, je tedy primárně určen ke snižování obsahu bílkovin, které v podmínkách vína mají kladný náboj. Využívá se jak v moštech, kde přispívá k následné stabilitě vína vůči termolabilním bílkovinám, snižuje aktivitu oxidáz a má schopnost vázat rezidua pesticidů, tak ve vínech, kde odstraňuje termolabilní bílkoviny, způsobující bílkovinné zákaly (Kraus a kol., 2008).

Schopnost bentonitu vázat bílkoviny vychází z jeho složení. Kvalitní bentonity obsahují alespoň 75 % montmorilonitu, jílového minerálu s dvouvrstevnatou strukturou. Jednotlivé vrstvy jsou složeny z dvou řad tetraedrů SiO_2 , mezi kterými se nachází řada oktaedrů Al_2O_3 a $\text{Al}_2(\text{OH})_6$. Do krystalické struktury jsou dále začleněny kationty Al^{3+} nebo Mg^{2+} . Na povrchu vrstev směřujících navzájem směrem k sobě je silný záporný náboj. Při bobtnání, vázání vody, dochází ke změnám ve struktuře, při kterých dochází ke zvětšování mezer mezi vrstvami krystalické struktury, čímž se zesiluje účinnost záporných nábojů. Proto je důležitou vlastností bentonitů jejich bobtnavost. Uvádí se, že nejlepší bentonity mají schopnost navázat vodu až v desetinásobném množství své hmotnosti. Existují dva základní typy bentonitů lišící se svými vlastnostmi a využitím. Sodné bentonity vykazují vysokou bobtnavost spojenou s dobrou adsorbí bílkovin. Vápenaté bentonity mají bobtnavost nižší, rychle sedimentují, tvoří malé množství kalů ale jejich schopnost vázat bílkoviny je nižší. V praxi se často používají směsné sodnovápenaté bentonity (Kraus a kol., 2008; Ribéreau-Gayon a kol., 2006b).

Ošetření moštu bentonitem s sebou nese několik výhod. Jak již bylo zmíněno výše, přidavkem bentonitu lze snížit jeho následné dávky ve víně, což působí pozitivně na kvalitu vína (Ribéreau-Gayon a kol., 2006b). Obecně lze říci, že operace prováděné před alkoholovou fermentací jsou šetrnější nežli operace prováděné v již prokvašeném víně. Pockok a kol. (2011) ve své studii potvrzují tuto skutečnost, avšak upozorňuje, že většího snížení celkové dávky lze docílit přidavkem bentonitu během alkoholové fermentace, následovaného dočištěním nižší dávkou ve víně po alkoholové fermentaci. Se snížením obsahu bílkovin souvisí i snížení aktivity enzymů, které jsou také bílkovinné povahy. Pozitivní je vliv na částečné odstranění polyfenoloxidázy tyrosinázy, způsobující enzymatickou oxidaci moštu (Ribéreau-Gayon a kol., 2006b).

Byl také zkoumán vliv bentonitu na obsah asimilovatelného dusíku (YAN), tedy dusíkaté výživy ve formách využitelných pro kvasinky, jde především o aminokyseliny a amonné ionty. Zde panuje mírný rozkol mezi některými autory. Guitart a kol. (1998) stejně jako Burin a kol. (2016) poukazují na mírné snížení obsahu aminokyselin po použití bentonitu. Naopak Weiss a Bisson (2002) při svém pokusu neprokázali pokles asimilovatelného dusíku vlivem použití bentonitu. Upozorňují však na skutečnost, že jeho vlivem klesá obsah mastných kyselin, což může způsobovat problémy během fermentace. Lze tedy konstatovat, že zásadním problémem ve změně podmínek pro kvasinky po použití bentonitu do moštu před fermentací zřejmě není pokles YAN ale změna v obsahu kalových částic a s nimi spojených růstových faktorů pro kvasinky.

Vlivem bentonitu však nedochází jen ke změnám v obsahu dusíkatých látek, ale může docházet k negativnímu ovlivnění sensorických vlastností, neboť bentonit je schopen vázat vonné látky. Navázání probíhá buď přímo na bentonit, nebo se může jednat o vedlejší účinek odstranění bílkovin, které jsou schopné vonné sloučeniny vázat v moštu, respektive ve víně (Armada a Falqué, 2007). Stejní autoři provedli pokus na odrůdě Albariño, při kterém zkoumali vliv bentonitu na obsah odrůdových aromatických látek. Byl prokázán pokles obsahu C₁₃-norisoprenoidů a terpenů o 13 % v moštu odkaleném statickou sedimentací s přidavkem bentonitu v dávce 60 g.hl⁻¹ v porovnání s kontrolním vzorkem, u kterého bentonit přidáván nebyl. K podobnému výsledku dospěl

i Lambri a kol. (2011), který prokázal snížení obsahu terpenů po použití bentonitu v dávce 100 g.hl⁻¹ u odrůdy Muškát žlutý. Jako pozitivní skutečnost při použití bentonitu však lze považovat snížení obsahu C₆ alkoholů a některých těkavých sirných sloučenin (Burin a kol. 2016; Armada a Falqué, 2007)

Využití bentonitu při odkalení s sebou tedy nese určitá pozitiva i negativa. Ribéreau-Gayon a kol. (2006a, b) doporučují použití bentonitu do moštu pouze u vín, která mají být krátce po fermentaci lahvována. U vín, u nichž se předpokládá ležení na kvasničných kalech, varuje před možným negativním ovlivněním organoleptických vlastností. Zároveň je zde připomínána schopnost kvasničných kalů přirozeně snižovat množství termolabilních bílkovin, vlivem manoproteinů uvolňujících se během autolýzy kvasinek. Dávky bentonitu se pak mohou dvojnásobně až čtyřnásobně snižovat. Preventivní dávka bentonitu do moštu se pak může stát nadbytečnou.

3.6.6 Použití ostatních čířících látek

Při odkalení bývá využívána, kromě již výše popsaného bentonitu, ještě celá řada látek, respektive komerčních preparátů, které různými způsoby ovlivňují průběh odkalení nebo analytické vlastnosti moštu či vína. Mezi nejpoužívanější preparáty patří komerční enzymy, želatina, PVPP a v krajním případě aktivní uhlí.

Z enzymů využívaných při odkalení se nejčastěji využívají pektolytické enzymy, které snižují viskozitu moštu a urychlují tak jeho čištění. Tyto enzymy jsou získávané z *Aspergillus niger*. Jejich činností dochází k narušení koloidní rovnováhy, což má za následek velice rychlý průběh sedimentace, která může vyústit až v příliš silně odkalený mošt, jehož rizika jsou popsána výše. Zvýšený rozklad pektinů vlivem užití pektolytických enzymů však nepůsobí pouze na urychlení sedimentace ale má pozitivní vliv i na koloidní stabilitu a filtrovatelnost vín. Samozřejmě lze rozkladem pektinů zvýšit výlisnost a také podíl samotoku, proto bývají pektolytické enzymy často přidávány již na rmut ještě před lisováním (Ribéreau-Gayon a kol., 2006a). Byl také prokázán pozitivní vliv

pektolytických enzymů na zvýšení obsahu dusíkatých látek v moštu, důležitých jako výživa kvasinek (Burin a kol., 2016; Guitart a kol. 1998). Další skupinou enzymů využívaných při odkalení jsou glukonázy, vyráběné z *Trichoderma sp.* K jejich aplikaci se přistupuje, jsou-li hrozny napadené šedou hnilobou, jejíž činností se v hroznech vytváří glukany, které ztěžují odkalení a způsobují problémy s filtrovatelností vína. Pozitivně působí na rozklad glukanu, ale také na autolýzu kvasinek, čímž zlepšují koloidní stabilitu vína. Mohou být přidávány do moštu i vína. Je třeba také připomenout skutečnost, že použité enzymy mohou být inaktivovány přídavkem bentonitu. Jsou-li tedy do moštu používány enzymy i bentonit zároveň, aplikují se enzymy alespoň 2 - 4 hodiny před přídavkem bentonitu. Většina komerčních enzymů se vyskytuje přirozeně v hroznech či v moštu. Jejich přídavkem tedy sice lze urychlit či usnadnit některé technologické operace, ale většinou jejich použití není nutné, je-li výrobní postup zvolen správně. Lze je však s úspěchem použít při zpracování méně kvalitních či nezdravých hroznů (Ribéreau-Gayon a kol., 2006a; Pavloušek, 2010; Steidl, 2010).

K úpravě obsahu tříslovin se využívají čířící látky s kladným nábojem. Většinou se využívá želatiny, polypeptidu připravovaného hydrolýzou kolagenu z kostí a kůží, kaseinu, bílkoviny získávané srážením z odstředěného mléka, nebo polyvinylpyrrolidonem (PVPP), který se vyrábí polymerizací vinylpyrrolidonu a má také kladný náboj (Ribéreau-Gayon a kol., 2006b). K jejich aplikaci dochází především u moštů, u kterých se dá předpokládat vyšší obsah tříslovin. Jedná se tedy hlavně o mošty získané nešetrným zpracováním hroznů nebo dlouhým kontaktem s pevnými částmi hroznů. Použitím těchto přípravků je také možné snížit obsah polyfenolů u moštů z hroznů zasažených sluneční spálou. Po jejich přídavku dochází k flokulaci s tříslovinami a následnému vysrážení do sedimentu, který se při odkalení odstraní (Pavloušek, 2010; Steidl, 2010).

V krajních případech se může přistoupit k aplikaci aktivního uhlí, látky se silnou adsorbční schopností, která je na sebe schopna vázat chuťové a vonné látky a také barviva. Použitím aktivního uhlí lze odstranit pachův po hnilobě. Je tedy využíváno především v případě silně nahnílých hroznů. Orientačně se

počítá s dávkou 1 g.l^{-1} na každé procento napadených hroznů. Použití aktivního uhlí by mělo být voleno jen v případech, že jiné preparáty nepomáhají, neboť silně zasahuje do sensorických vlastností vína. Má-li však být použito je vždy lepší ho aplikovat již v moštu, kde nezpůsobuje tak negativní změny a neodstraňuje kvasné aroma, které ještě není vytvořeno (Steidl, 2010).

K usnadnění sedimentace je také možné použít gel kyseliny křemičité, známý také jako tosil, který má negativní náboj. Většinou se používá v kombinaci s bílkovinnými čířidly. Reaguje s kladně nabitými bílkovinami, dochází k flokulaci a následné sedimentaci, při které zároveň strhává kalové částice. Toho je využíváno při čiření moštů a vín s nízkým obsahem taninů, u kterých výrazně urychluje čištění. Zároveň odstraňuje z vína a moštu bílkoviny (Ribéreau-Gayon a kol., 2006b). Někteří autoři však poukazují na negativní vliv jeho použití na snížení obsahu dusíkatých látek (Guitart a kol., 1998; Burin a kol., 2016).

4. Experimentální část

4.1 Surovina

K uskutečněnému pokusu byly použity hrozny odrůdy Veltlínské zelené. Veltlínské zelené je pozdní moštovou odrůdou využívanou k výrobě bílých vín, která je se svou výměrou zhruba 1650 ha nejpěstovanější odrůdou v České republice. Největší plochy osázené touto odrůdou se nacházejí v Rakousku, kde jejich výměra činí asi 13500 ha. Veltlínské zelené je starou odrůdou s nejasným původem, většina autorů se však shoduje, že pochází právě z Rakouska. Vína se vyznačují vůní lipového květu, bílého pepře a světlého ovoce, chuť je svěží, lehce hořkomandlová s příjemnou kyselinou. Redukcí násady je možné získat hrozny mající parametry pro vznik plných extraktivních vín vysoké jakosti (Kraus a kol., 2005; Sedlo a Ludvíková, 2014).

Použité hrozny pocházejí z vinařské obce Sedlec, nacházející se v Mikulovské podoblasti. Viniční trať, ve které byly hrozny vypěstovány, je situována jihovýchodně a leží na sprašových půdách s vápenitým podložím. Vedení je střední, rýnsko-hesenské.

4.2 Zpracování hroznů a příprava moštů a vín

Sběr hroznů proběhl 7. 10. 2015 dopoledne. Sklizeň byla ruční do traktorové vlečky s vanou. Příjem hroznů byl zajištěn příjmovou vanou, odkud byly hrozny dopravníkem transportovány do mlýnkoodstopkovače, kde došlo k jejich odstopkování a pomletí. Získaný rmut byl přečerpáván pomocí rmutového čerpadla do pneumatického lisu, ve kterém byl ihned vylisován. Ze získaného moštu byl ještě před odkalením odebrán vzorek do 250ml lahvičky, který byl použit ke stanovení základních parametrů moštu před odkalením. Zároveň byly z celého objemu odebrány vzorky moštu do dvou plastových nádob, do každé po 100 litrech.

V první nádobě byl mošt ponechán přirozeně sedimentovat po dobu 24 hodin. Poté byl pomocí hadice samospádem stočen odkalený mošt do Keg sudu. Zároveň byl odebrán vzorek do láhve o objemu 250 ml.

Do moštu v druhé nádobě byl přidán moštový bentonit Seporit PORE-TEC v dávce 150 g.l^{-1} . Opět následovala sedimentace po dobu 24 hodin, po které byl odkalený mošt nad sedimentem stočen samospádem hadicí do Keg sudu a byl odebrán vzorek 250 ml na rozbor.

U zbylého moštu byla provedena flotace s přidavkem želatiny Flottogel v dávce 15 g.l^{-1} . Flotovaný mošt byl pomocí flotačního zařízení sycen vzduchem. Nasycený mošt byl čerpán do ocelového tanku. Po ukončení flotace a vyčištění moštu byl čirý mošt odčerpáván ventilem umístěným u dna tanku až do poklesu kalového koláče na úroveň ventilu, poté byl ventil uzavřen. Z vyflotovaného moštu byl odebrán vzorek o objemu 50 litrů, potřebných k provedení pokusu, do Keg sudu. Zároveň byl opět odebrán vzorek do 250ml lahvičky. Zbylý objem moštu byl využit podnikem k běžné výrobě vína.

Odebrané vzorky moštu byly převezeny v Keg sudech do školního sklepa, kde byly čerpadlem přečerpány do skleněných demižonů o objemu 50 litrů a zakvašeny kulturou ušlechtilých kvasinek. K vinifikaci byly využity kvasinky Tropical White v dávce 30 g.l^{-1} . Po ukončení fermentace bylo víno hadičkou samospádem stočeno z hrubých kalů do skleněných demižonů o objemu 35 litrů a zasyřeno dávkou $40 \text{ mg.l}^{-1} \text{ SO}_2$. K síření byl během celé výroby používán roztok 40% hydrogensířičitanu amonného. Po týdnu byl změřen obsah volného SO_2 a upraven na hodnotu zhruba 30 mg.l^{-1} . Po celou dobu zrání vína byl obsah volného SO_2 udržován v rozmezí $25\text{-}30 \text{ mg.l}^{-1}$. 21. 2. 2016 byly odebrány vzorky již spontánně vyčištěných vín k sensorické analýze, zároveň byla provedena laboratorní analýza základních parametrů vín.

4.3 Analytické metody

4.3.1 Stanovení pH moštu

Hodnota pH je záporným dekadickým logaritmem aktivity vodíkových iontů. K jejímu stanovení bývá využíváno měření potenciálu skleněné elektrody, který je závislý na aktivitě vodíkových kationtů, k referenční elektrodě pomocí milivoltmetru (pH-metru). Ke kalibraci se používá roztoků o známé hodnotě pH (Balík, 2004). Ke stanovení byl použit pH metr WTW 526. Samotné měření se provádí ponořením elektrody do moštu.

4.3.2 Stanovení titrovatelných kyselin v moštu

Titrovatelné kyseliny představují sumu kyselin a kyselých solí titrovatelných alkalickým roztokem. Do titrovatelných kyselin se nezahrnuje kyselina uhličitá. Ke stanovení se odebírá vzorek 10 ml moštu do kádinky, ke kterému je přidáno 10 ml destilované vody. K titraci byl použit automatický titrátor TitroLine Easy, který stanovuje bod ekvivalence potenciometricky. Zředěný mošt je titrován odměrným roztokem 0,1 mol.l⁻¹ NaOH. Titrace je ukončena při dosažení pH 8. Hodnota titrovatelných kyselin se vypočítá pomocí vzorce:

$$x = a * f * 0,75$$

x = g.l⁻¹ titrovatelných kyselin vyjádřených jako kyselina vinná

a = ml spotřebovaného roztoku 0,1 mol.l⁻¹ NaOH

f = faktor roztoku 0,1 mol.l⁻¹ NaOH

4.3.3 Stanovení cukernatosti moštu

Cukernatost byla stanovena refraktometricky. Principem je měření indexu lomu světla jako rozpustné sušiny vyjádřené v hmotnostních % sacharózy.

K měření byl použit digitální refraktometr Atago PAL-1. Na čidlo stačí kápnout 3 kapky přes gázu přefiltrovaného moštu a stisknout příslušné tlačítko, výsledek je udáván v °Brix. Teplotní korekce je prováděna automaticky digitálním refraktometrem.

4.3.4 Stanovení asimilovatelného dusíku v moštu

Asimilovatelný dusík (YAN) je souhrnem amonných iontů a volných aminokyselin. Ke stanovení byla použita formaldehydová titrace, jejímž principem je navázání formaldehydu na aminoskupiny aminokyselin, čímž dojde k uplatnění kyselého charakteru karboxylových skupin, které jsou poté titrovatelné zásaditými roztoky. Zároveň se titruje část amonných iontů. Výsledkem je poměrně přesný odhad obsahu asimilovatelného dusíku v moštu (Baroň, 2010). Při stanovení se nejprve k 10 ml moštu přidá 10 ml destilované vody. Připravený vzorek se neutralizuje roztokem 0,1 mol.l⁻¹ NaOH. Po neutralizaci se přidá 5 ml 40% roztoku formaldehydu a titruje se roztokem 0,1 mol.l⁻¹ NaOH. K titraci byl opět použit automatický titrátor TitroLine Easy. Obsah asimilovatelného dusíku se pak vypočítá podle vzorce:

$$x = (a1 - a2) * 140 * f$$

x = obsah asimilovatelného dusíku v mg.l⁻¹

a1 = spotřeba roztoku 0,1 mol.l⁻¹ NaOH

a2 = titr formaldehydu

f = faktor 0,1 mol.l⁻¹ NaOH

4.3.5 Stanovení turbidity moštu

Ke stanovení turbidity byl použit turbidimetr WTW Turb 550, který stanovuje hodnotu turbidity nefelometricky, tedy měřením rozptylu světla procházejícího moštem v kolmém směru. Výsledkem je turbidita vyjádřená v jednotkách NTU (Nephelometric turbidity unit). Měření se provádí naplněním

čirých nádobek měřeným moštem a vložením do turbidimetru. Před měřením se provádí kalibrace pomocí příslušných kalibrovacích vzorků.

4.3.6 Stanovení základních parametrů vína

Základní parametry vína jako je obsah alkoholu, titrovatelných kyselin, redukujících cukrů, kyseliny octové a pH byly stanoveny na FTIR spektrometru Alpha Bruker. Spektrometrie je založena na měření odražené vlnové délky světla a jeho adsorbci. Samotné měření je prováděno dávkováním vína injekční stříkačkou do spektrometru. Každý vzorek je měřen třikrát. Vyhodnocení a zprůměrování výsledků je zajištěno příslušným softwarem.

4.3.7 Senzorické hodnocení

Hodnocení senzorických vlastností proběhlo 21. 2. 2016 v prostorách Zahradnické fakulty v Lednici. Komise hodnotitelů byla složena z 8 členů, mezi kterými byli zastoupeni akademičtí pracovníci Ústavu vinohradnictví a vinařství a studenti oboru Vinařství a vinohradnictví. Hodnotilo se stobodovou stupnicí, přičemž čirost a barva byla po domluvě hodnocena u všech vzorků stejně, nejvyšším hodnocením. Důraz byl kladen na chuťové a čichové vlastnosti. Dále byla samostatnou tabulkou hodnocena struktura a mohutnost vína na stupnici 1 – 10 (Tab. 1). Jednotlivé varianty pokusu byly odtajněny až po proběhlé degustaci.

Tabulka 1: Hodnocené parametry struktury a mohutnosti vína

Struktura a mohutnost vína
Intenzita vůně
Chuťová intenzita
Tělo
Komplexnost
Rovnováha

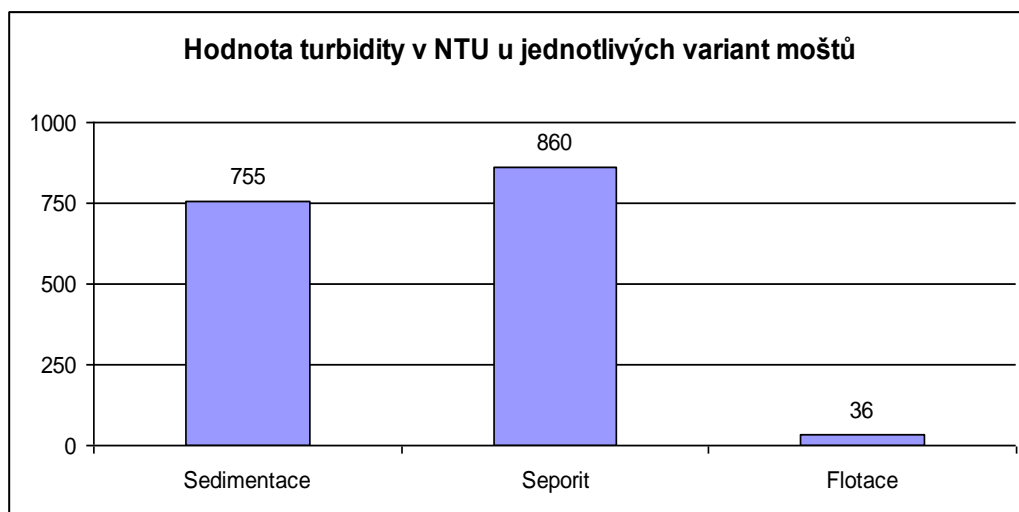
5. Výsledky

5.1 Výsledky laboratorních rozborů

Tabulka 2: Hodnoty základních parametrů jednotlivých variant moštů

Varianta	Cukernatost °Brix	pH	Titrovatelné kyseliny g.l ⁻¹	Asimilovatelný dusík mg.l ⁻¹
Před odkalením	20,8	3,35	6,58	208
Sedimentace	20,9	3,39	6,65	207
Seporit	20,8	3,39	6,66	211
Flotace	20,8	3,39	6,57	205

Tabulka č. 2 znázorňuje hodnoty základních parametrů měřených u jednotlivých variant moštů. Měřena byla cukernatost, pH, titrovatelné kyseliny a asimilovatelný dusík. Jak lze vyčíst z tabulky, tak při tomto pokusu nebyl zaznamenán výrazný vliv na změnu hodnot jednotlivých měřených parametrů.



Graf 1: Hodnoty turbidity u jednotlivých variant moštů

Dalším sledovaným parametrem byla hodnota turbidity uváděná v jednotkách NTU (Graf 1). Turbidita neodkaleného moštu činí více než

1000 NTU. Nebyla však přesně stanovena, neboť použitý turbidimetr zaznamenává turbiditu pouze do hodnoty 1000 NTU. Hodnota přes 1000 NTU poukazuje na velmi vysokou turbiditu, zřejmě způsobenou nešetrnou sklizní nebo zpracováním hroznů v podniku. Nejvyšší hodnotu turbidity po odkalení, která činila 860 NTU, měl mošt odkalovaný s použitím bentonitu. Turbidita moštu odkalovaného sedimentací se však této hodnotě blížila také. Naopak velmi nízkou turbiditu vykazoval mošt odkalený flotací.

Tabulka 3: Základní parametry vína

Varianta	Alkohol obj. %	pH	Tit. kyseliny g.l ⁻¹	Red. cukry g.l ⁻¹	Kys. octová g.l ⁻¹
Sedimentace	12,23	3,19	7,27	4,91	0,17
Seporit	12,19	3,17	7,23	4,86	0,21
Flotace	12,26	3,2	6,98	5,14	0,22

(Tab. 3) znázorňuje základní parametry vína měřené na spektrometru Alpha. Podobně jako u hodnot základních parametrů moštu nebyly zaznamenány významné rozdíly mezi měřenými parametry jednotlivých variant.

5.2 Výsledky senzorické analýzy

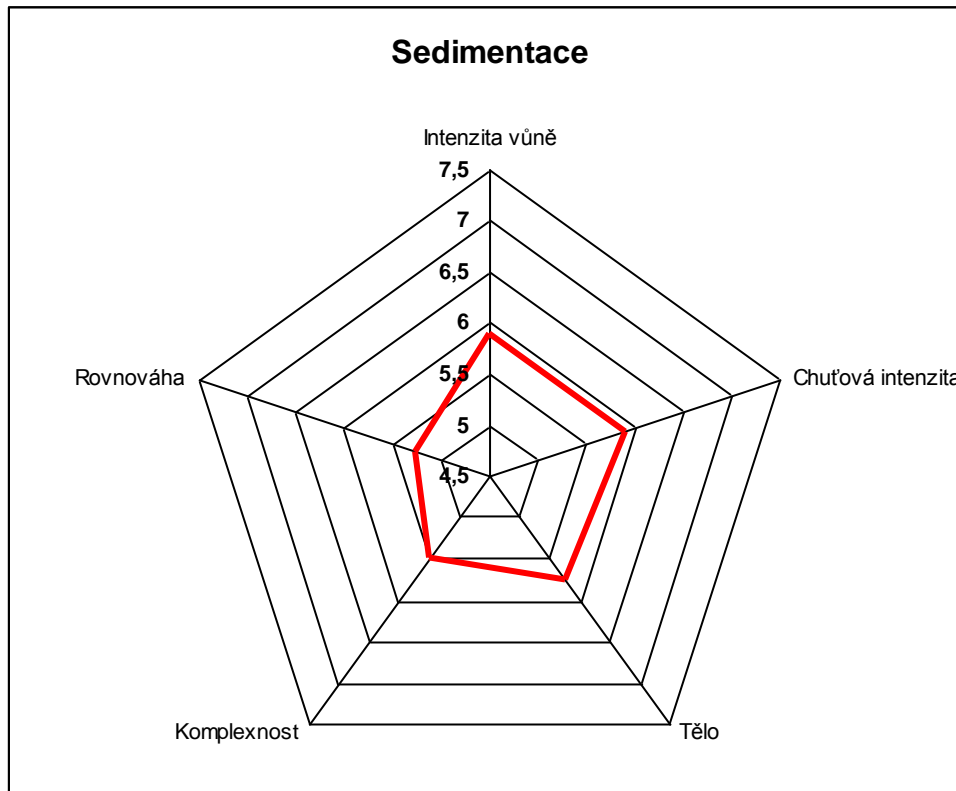
Tabulka 4: Hodnocení stobodovou stupnicí

Varianta	Průměr	Max. hodnocení	Min. hodnocení
Sedimentace	80,625	87	77
Seporit	80,875	84	76
Flotace	82,625	88	76

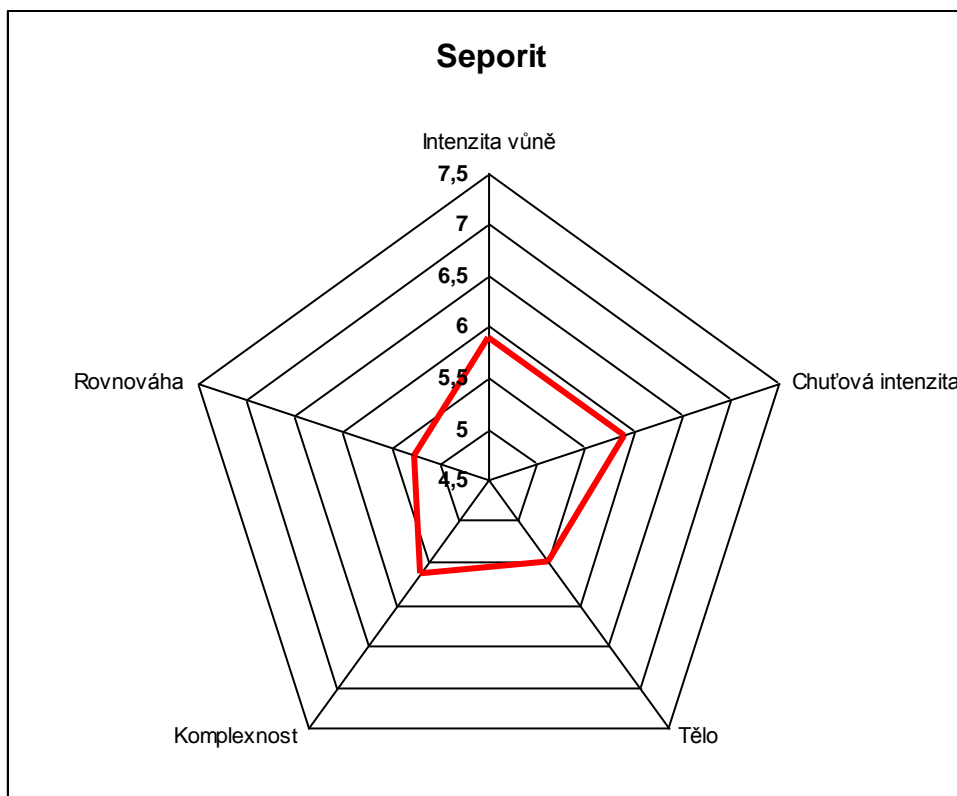
K sensorickému hodnocení byl využit stobodový systém. Nejlépe bodově ohodnoceno (Tab. 4) bylo víno připravené z flotovaného moštu. Zároveň bylo v poznámkách hodnotitelů popisováno jako nejčistší a nejovocnější. Nejnižší počet bodů obdržel vzorek odkalovaný prostou sedimentací, který byl také často hodnocen jako hrubý, nečistý či lehce sirnatý. Jeho bodové hodnocení však bylo téměř stejné jako u vzorku odkalovaného bentonitem, který však byl popisován jako čistší a odrůdovější. Obecně lze však říci, že všechny tři vzorky byly bodově ohodnoceny podobně, rozdíl činil pouhé 2 body.

Tabulka 5: Poznámky hodnotitelů a variační rozpětí

Varianta	Poznámky	Variační rozpětí
Sedimentace	hrubé, lehce sirnaté; hořké; oříškové, okurkové, nečisté; lehce CO ₂ , svěží a slušné	10
Seporit	jemnější, ovocnější, elegantní; čistější, odrůdovější ale málo; acidita převažuje	8
Flotace	tropické, krátké, štíhlé; banán; čistější, více výrazné; zelené bonpary, nahořklé	12



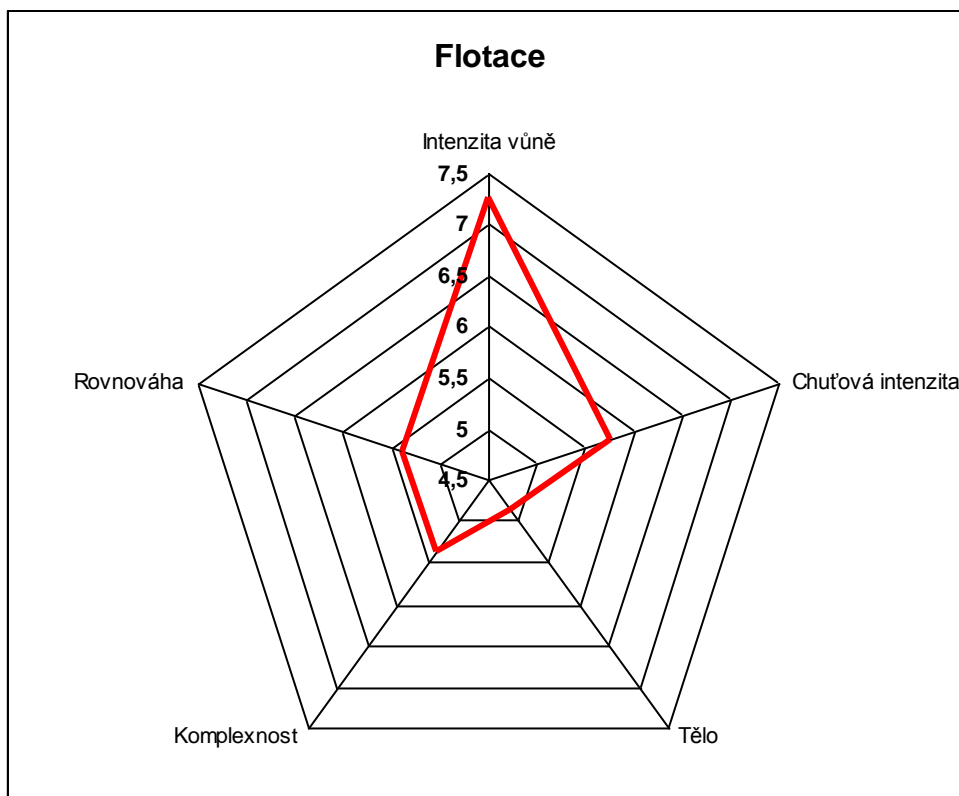
Graf 2: Paprskový graf znázorňující hodnocení struktury vína z moštu odkalovaného sedimentací



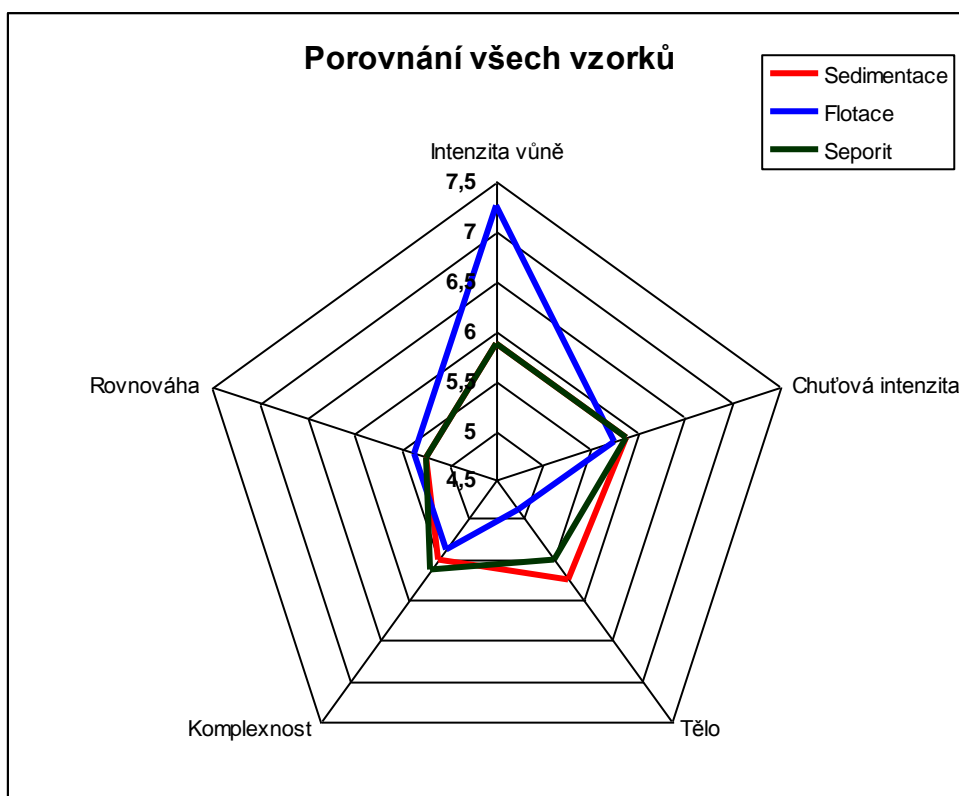
Graf 3: Paprskový graf znázorňující hodnocení struktury vína z moštu odkaleného Seporitem

Největšího rozdílu mezi minimální a maximální hodnotou udělených bodů bylo dosaženo u varianty s flotovaným moštem. Variační rozpětí zde činilo 12 bodů. Tato skutečnost zřejmě souvisí s rozdíly mezi styly jednotlivých vzorků a preferencemi hodnotitelů. Víno získané z flotovaného moštu bylo při hodnocení mohutnosti a struktury hodnoceno jako nejintenzivnější ve vůni a technologicky nejčistější (Graf 4), což může pozitivně ovlivnit bodové hodnocení. Naopak užší tělo, kratší chuťový vjem a určitá neharmoničnost mezi chutí a vůní může způsobit nižší hodnocení některými hodnotiteli.

Vzorek odkalený sedimentací (Graf 2) byl ohodnocen jako nejtělnatější, všechny hodnocené parametry struktury však obdržely podobný počet bodů. Obdobně bylo vyhodnoceno i víno z varianty odkalené bentonitem (Graf 3). (Graf 5) názorně poukazuje na výše popsané rozdíly mezi strukturou všech vzorků.



Graf 4: Paprskový graf znázorňující hodnocení struktury vína z moštu odkaleného flotací



Graf 5: Porovnání struktury vína u všech variant pokusu

6. Diskuze

Větší rozdíly mezi naměřenými hodnotami pH, cukernatostí a titrovatelných kyselin v moštu nebyly podle očekávání zaznamenány. Mírně se sice lišily některé hodnoty titrovatelných kyselin a pH, zřejmě se však, vzhledem k malému variačnímu rozpětí naměřených hodnot, jednalo o chybu měření. Sledován však byl obsah asimilovatelného dusíku, a to zejména u vzorku odkalovaného bentonitem. V této otázce panuje určitý rozkol mezi některými autory. K poklesu obsahu asimilovatelného dusíku nedošlo, což je v rozporu s výsledky, které publikoval Burin a kol. (2016). Naopak jeho hodnota byla nejvyšší, avšak se zanedbatelnými rozdíly v porovnání s ostatními variantami. V tomto směru se tedy lze přiklonit spíše ke studii Weisse a Bissona (2002), která také pokles asimilovatelného dusíku neprokázala.

Naměřené hodnoty turbidity naznačují značné rozdíly mezi jednotlivými metodami odkalení. Vzhledem k vysoké turbiditě moštu před odklením lze potvrdit vysokou účinnost flotace při odstranění kalových částic, kterou uvádí Burg a Zemánek (2014). Naopak získání velmi čistých moštů sedimentací po dobu 24 hodin, jenž je uváděn Pavlouškem (2010) a Steidlem (2010), tímto pokusem potvrzen nebyl. Velmi nízká hodnota turbidity flotovaného moštu byla v rozporu s doporučeními některých autorů. Negativní dopady na složení vína ani na průběh fermentace, které uvádí Ribéreau-Gayon a kol. (2006a) však zaznamenány nebyly. Nejvyšší obsah kyseliny octové byl sice naměřen u této varianty, rozdíl proti ostatním vzorkům byl však minimální a obecně lze říci, že její obsah by byl v praxi hodnocen jako velmi nízký a tedy přijatelný. Nelze tedy tímto pokusem potvrdit skutečnost uváděnou Michlovským (2014c) ani výsledky, které zveřejnil Ancín a kol. (1996), kde vína z moštů s nízkou turbiditou vykazovala vyšší obsah těkavých kyselin.

Jiná však byla situace při senzorické analýze jednotlivých vzorků. Vzorek s nejnižší turbiditou byl bodově ohodnocen nejlépe a také byl komentován jako nejčistší, což souhlasí s tvrzením téměř všech autorů a s obecně přijímaným faktem, že odkalením dochází ke zlepšení senzorických vlastností a k dosažení

čistoty vůně a chutě v porovnání s velmi kalnými mošty. Zároveň však výsledky této varianty potvrzují skutečnost konstatovanou Williamsem a kol. (1978), že z moštů s velmi nízkou turbiditou vznikají spíše lehčí a svěží vína. Komentáře hodnotitelů upozorňují také na přítomnost ovocných či banánových tónů ve vůni, které by mohlo naznačovat značný podíl vonných esterů na aromaticce tohoto vzorku, což souhlasí s konstatováním Farkaše (1983) o vyšší produkci esterů ze silněji odkalených moštů. Toto tvrzení však nelze podložit výsledky laboratorní analýzy. Podobná je situace i při hodnocení vzorků s vyšší turbiditou, kde se objevil i komentář poukazující na přítomnost sirných tónů, které podle Michlovského (2014c) mohou vznikat při vyšší turbiditě. Sensorickou analýzou však nebyly detekovány zelené či bylinné pachy způsobované alkoholy na C₆, ačkoliv byla výrazně překročena hodnota turbidity, nad kterou se tyto látky mohou ve zvýšené míře tvořit, na což upozorňuje Ribéreau-Gayon a kol. (2006a).

Ze získaných výsledků sensorického hodnocení lze také konstatovat, že metoda odkalení měla vliv na styl vína a na hodnocení struktury a mohutnosti. Víno z flotovaného moštu s nízkou turbiditou bylo označeno jako nejintenzivnější ve vůni, ale nejkratší v chuti a tělnatosti. Naopak vzorky s vyšší turbiditou, odkalované sedimentací, byly hodnoceny jako tělnatější a komplexnější. Tuto skutečnost uvádí i Williams a kol. (1978), zároveň lze potvrdit i další fakt uváděný stejnými autory, že preference různých stylů vín u jednotlivých hodnotitelů mají vliv na celkové hodnocení vína. Někteří hodnotitelé totiž udělili vínu z flotovaného moštu výrazně více bodů než vínu z moštu odkaleného sedimentací, jinými hodnotiteli však byla vína hodnocena přesně naopak.

7. Závěr

Cílem této práce bylo popsání jednotlivých metod odkalení a zmapování poznatků o jejich vlivu na vlastnosti moštu a vín. Zároveň byl proveden pokus na moštu odrůdy Veltlínské zelené, který měl dosavadní poznatky potvrdit či vyvrátit, případně poukázat na některé nejasnosti týkající se odkalení a přinést podněty pro další výzkum.

Výsledky pokusu byl jednoznačně potvrzen vliv odkalení a hodnoty turbidity moštu na organoleptické vlastnosti vína. Vzorek s nejnižší turbiditou byl hodnocen nejlépe a byl komentován jako nejčistší s intenzivní ovocnou vůní. Naopak vzorky s vysokým obsahem kalů byly hodnoceny jako nečisté, avšak tělnaté a intenzivní v chuti. Vliv na látkové složení prokázán nebyl. Jako limitující faktor při vyhodnocení výsledků se ukázala absence analytických rozborů obsahu některých látek, jako jsou sirné sloučeniny, vyšší alkoholy, mastné kyseliny či polyfenoly. Jejich stanovení lze tedy doporučit jako součást navazujícího výzkumu. Zároveň lze doporučit pokračování ve zkoumání vlivu bentonitu při odkalení na obsah dusíkatých látek v moštu a víně, neboť v této otázce panují neshody mezi jednotlivými autory.

Na základě získaných výsledků lze doporučit odkalení moštu a nastavení optimální turbidity jako prevenci proti tvorbě nečistých tónů během fermentace, které následně ovlivňují organoleptické vlastnosti vína. Zároveň se prokázala vhodnost využití flotace pro mošty s velmi vysokým obsahem kalů. Nastavení optimální hodnoty turbidity, jako jednoho z faktorů ovlivňujících styl připravovaného vína, však zůstává otázkou pro jednotlivé výrobce, neboť je ovlivněna preferencemi cílového segmentu trhu.

8. Souhrn a Resume

Vliv různých metod odkalení na vlastnosti moštu a vína

Tato bakalářská práce se zabývá problematikou odkalení a jeho vlivu na vlastnosti moštu a vína. Literární část popisuje vliv odkalení na složení vína, jeho koloidní stabilitu a na průběh alkoholové fermentace. Dále jsou popisovány jednotlivé metody odkalení a jejich výhody či nevýhody. Experimentální část se věnuje popisu pokusu a vyhodnocení získaných výsledků. V pokusu byl mošt odkalen třemi různými metodami: flotací, sedimentací a sedimentací s přidavkem bentonitu. Odkalený mošt a získané víno bylo analyzováno, zároveň bylo provedeno jeho senzorické hodnocení. Na základě získaných výsledků lze konstatovat, že odkalení moštu má zásadní vliv na čistotu a strukturu vína.

Klíčová slova: odkalení, sedimentace, flotace, bentonit

Influence of different clarification treatments on properties of juice and wine

This bachelor thesis deals with the juice clarification and its effect on properties of must and wine. The theoretical part describes the influence of clarification on composition of wine, colloidal stability and fermentation kinetics. Further the various methods of clarification and their advantages and disadvantages are described. The experimental part is devoted for description of the experiment and evaluates the results. In the experiment, the juice was clarified using three different treatments: flotation, settling and settling with addition of bentonite. The clarified juice and wine were analyzed, simultaneously the sensory analysis was made. Based on the results, we can say that the juice clarification has a major effect on purity and structure of wine.

Key words: clarification, settling, flotation, bentonite

9. Zdroje

ANCÍN, Carmen, Belén AYESTARÁN, Manuel CORROZA, Julián GARRIDO a Alberto GONZÁLEZ, 1996. Influence of prefermentation clarification on the higher alcohol contents of wines. *Food Chemistry* [online]. roč. 55, č. 3, s. 241–249. ISSN 03088146. Dostupné z: doi:10.1016/0308-8146(95)00125-5

ARMADA, Lourdes a Elena FALQUÉ, 2007. Repercussion of the clarification treatment agents before the alcoholic fermentation on volatile composition of white wines. *European Food Research and Technology* [online]. roč. 225, č. 3-4, s. 553–558. ISSN 14382377. Dostupné z: doi:10.1007/s00217-006-0453-3

BALÍK, Josef. *Vinařství: návody do laboratorních cvičení*. 3. vyd. / . Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2006. ISBN 80-7157-933-5.

BAROŇ, Mojmír. Obsah asimilovatelného dusíku v moštích jižní Moravy. *Vinařský obzor*. Velké Bílovice: Svaz vinařů ČR, 2010, roč. 103, č. 7-8, s. 372-376. ISSN 1212-7884.

BURG, Patrik a Pavel ZEMÁNEK. *Stroje a zařízení pro vinařství*. Olomouc: Agripint, 2014. 256 s. ISBN 978-80-87091-49-4.

BURIN, Vivian Maria; BORDIGNON-LUIZ, Marilde T. Nitrogen compounds in must and volatile profile of white wine: influence of clarification process before alcoholic fermentation. *Food Chemistry*, 2016. [online] č. 202, s. 417-425. ISSN 03088146. Dostupné z: doi: 10.1016/j.foodchem.2016.01.096

DELFINI, C. a A. COSTA, 1993. Effects of the grape must lees and insoluble materials on the alcoholic fermentation rate and the production of acetic-acid, pyruvic-acid, and acetaldehyde. *American Journal of Enology and Viticulture*. [online] roč. 44, č. 1, s. 86–92. ISSN 00029254. Dostupné z:

<http://www.ajevonline.org/content/44/1/86>

FARKAŠ, Ján. *Biotechnológia vína*. 2., preprac. vyd. Bratislava: Alfa, 978 s. 1983.

FERRANDO, M., C. GÜELL a F. LÓPEZ, 1998. Industrial Wine Making: Comparison of Must Clarification Treatments. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* [online]. roč. 46, č. 46, s. 1523–1528. ISSN 0021-8561. Dostupné z: [doi:10.1021/jf9703866](https://doi.org/10.1021/jf9703866)

GUITART, Ana, Puri Hernández ORTE a Juan CACHO, 1998. Effect of different clarification treatments on the amino acid content of chardonnay musts and wines. *American Journal of Enology and Viticulture*. [online] roč. 49, č. 4, s. 389–396. ISSN 00029254. Dostupné z: <http://www.ajevonline.org/content/49/4/389>

HOUTMAN, A. C., C. S. DU PLESSIS. The effect of juice clarity and several conditions promoting yeast growth on fermentation rate, the production of aroma components and wine quality. *S. Afr. J. Enol. Vitic*, 1981, 2.2: s. 71-81. [online]. ISSN 0253-939X. Dostupné z: <http://www.sawislibrary.co.za/dbtextimages/19983.pdf>

KLINGSHIRN, L. M.; LIU, J. R.; GALLANDER, J. F. Higher alcohol formation in wines as related to the particle size profiles of juice insoluble solids. *American journal of enology and viticulture*, 1987, 38.3: 207-210. [online] ISSN 00029254. Dostupné z: <http://www.ajevonline.org/content/38/3/207>

KRAUS, Vilém, Zuzana FOFFOVÁ, Bohumil VURM, Dáša KRAUSOVÁ. *Nová encyklopedie českého a moravského vína 1. díl*. Praha: Praga Mystica, 2005. 306 s. ISBN 80-86767-00-0.

KRAUS, Vilém, Zuzana FOFFOVÁ, Bohumil VURM. *Nová encyklopedie českého a moravského vína 2. díl*. Praha: Praga Mystica, 2008. 311 s. ISBN 978-80-86767-09-3.

LAMBRI, M., DORDONI, R., SILVA, A., DE FAVERI, D. M. (2012), Comparing the impact of bentonite addition for both must clarification and wine fining on the chemical profile of wine from Chambave Muscat grapes. *International Journal of Food Science & Technology*, 2012 [online].č 47.s. 1–12. ISSN 1365-2621. Dostupné z: doi: 10.1111/j.1365-2621.2011.02800.x

MARCHAL, Richard, Armelle LALLEMENT, Philippe JEANDET a Gérard ESTABLET, 2003. Clarification of Muscat musts using wheat proteins and the flotation technique. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* [online]. roč. 51, č. 7, s. 2040–2048. ISSN 00218561. Dostupné z: doi:10.1021/jf0207833

MICHLOVSKÝ, Miloš. *Bobule*. Vydání první. Rakvice: Vinselekt Michlovský, 2014a. 229 s. ISBN 978-80-905319-3-2.

MICHLOVSKÝ, Miloš. *Lexikon chemického složení vína: příručka praktického vinaře*. Rakvice: Vinselekt Michlovský, 2014b. 262 s. ISBN 978-80-905319-2-5.

MICHLOVSKÝ, Miloš. *Příprava bílých vín*. Vydání první. Rakvice: Vinselekt Michlovský, 2014c. 289 s. ISBN 978-80-905319-4-9.

PAVLOUŠEK, Pavel. *Výroba vína u malovinařů. 2.*, aktualiz. a rozš. vyd. Praha: Grada, 2010. 120 s. ISBN 978-80-247-3487-3.

POCOCK, K. F., F. N. SALAZAR a E. J. WATERS, 2011. The effect of bentonite fining at different stages of white winemaking on protein stability. *Australian Journal of Grape and Wine Research* [online]. roč. 17, č. 2, s. 280–284. ISSN 13227130. Dostupné z: doi:10.1111/j.1755-0238.2011.00123.x

POLO, C M. – MORENO- ARRIBAS, V M. *Wine chemistry and biochemistry*. 1. vyd. New York: Springer, 2008, 735 s. ISBN 978-0-387-74116-1.

RIBÉREAU-GAYON, Pascal, Denis DUBOURDIEU, Bernard DONECHE a Aline LONVAUD, 2006a. *Handbook of Enology: The Microbiology of Wine and Vinifications: Second Edition* [online]. Chichester, West Sussex, England. ISBN 9780470010365. Dostupné z: doi:10.1002/0470010363

RIBÉREAU-GAYON, P., Y. GLORIES, A. MAUJEAN a D. DUBOURDIEU, 2006b. *Handbook of Enology, The Chemistry of Wine: Stabilization and Treatments: Second Edition* [online]. Chichester, West Sussex, England. ISBN 9780470010396. Dostupné z: doi:10.1002/0470010398

SEDLO, Jiří a Ivana LUDVÍKOVÁ. *Přehled odrůd révy 2014*. Velké Bílovice: Svaz vinařů ČR ve spolupráci s ÚKZÚZ, 2014. 178 s. ISBN 978-80-903534-7-3.

SINDOU, Eleni, Vasilios VAIMAKIS, Tiverios VAIMAKIS a Ioannis G. ROUSSIS, 2008. Effect of juice clarification by flotation on the quality of white wine and orange juice and drink - Short communication. *Czech Journal of Food Sciences*. [online] roč. 26, č. 3, s. 223–228. ISSN 12121800. Dostupné z: <http://agriculturejournals.cz/publicFiles/01456.pdf>

SINGLETON, V. L., H. SIEBERHAGEN, P. DE WET a C. J. VAN WYK, 1975. Composition and Sensory Qualities of Wines Prepared from White Grapes by Fermentation with and without Grape Solids. *American Journal of Enology and Viticulture*. [online] roč. 26, č. 2, s. 62 – 69. ISSN 00029254. Dostupné z: <http://www.ajevonline.org/content/26/2/62>

STEIDL, Robert. *Sklepní hospodářství*. V českém jazyce vyd. 2., aktualiz. Překlad Jiří Sedlo. Valtice: Národní vinařské centrum, 2010. 309 s. ISBN 978-80-903201-9-2.

VARELA, F., F. CALDERON, M. C. GONZALEZ, B. COLOMO a J. A. SUAREZ, 1999. Effect of clarification on the fatty acid composition of grape must and the

fermentation kinetics of white wine. *European Food Research and Technology*.
[online] roč. 209, č. 6, s. 439–444. ISSN 1438-2377. Dostupné z:
<http://link.springer.com/article/10.1007/s002170050523>

WEISS, Kathryn C. a Linda F. BISSON, 2002. Effect of bentonite treatment of grape juice on yeast fermentation. *American Journal of Enology and Viticulture*.
[online] roč. 53, č. 1, s. 28–36. ISSN 00029254. Dostupné z:
<http://www.ajevonline.org/content/53/1/28>

WILLIAMS, J. T., C. S. OUGH a H. W. BERG, 1978. White Wine Composition and Quality as Influenced by Method of Must clarification. *American Journal of Enology and Viticulture* [online]. roč. 29, č. 2, s. 92–96. Dostupné z: <http://www.ajevonline.org/cgi/content/abstract/29/2/92>