

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA ŽIVILSTVO

Tina ŠTOKELJ

PRIDELAVA VINA V DOLIJIH

DIPLOMSKO DELO

Univerzitetni študij

Ljubljana, 2009

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA ŽIVILSTVO

Tina ŠTOKELJ

PRIDELAVA VINA V DOLIJIH

DIPLOMSKO DELO
Univerzitetni študij

MAKING WINE IN DOLIA

GRADUATION THESIS
University studies

Ljubljana, 2009

Diplomsko delo je zaključek univerzitetnega študija živilske tehnologije. Večinoma je bilo opravljeno v laboratoriju Katedre za tehnologije, prehrano in vino na Oddelku za živilstvo Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani. Analizo vsebnosti pepela, kalcija, magnezija, železa, bakra, cinka in svinca ter posameznih organskih kislin smo opravili na Kmetijskem inštitutu Slovenije v Ljubljani. Analizo vsebnosti natrija in kalija pa smo opravili v laboratoriju Katedre za analizo kemijo na Oddelku za kemijo in biokemijo Fakultete za kemijo in kemijsko tehnologijo Univerze v Ljubljani.

Odbor za študijske zadeve Oddelka za živilstvo Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani je dne 28. 5. 2008 odobril temo diplomskega dela "Pridelava vina v dolijih" in za mentorja imenoval doc. dr. Mojmirja Wondro, za somentorico doc. dr. Vereno Vidrih Perko, za recenzentko pa doc. dr. Milico Kač.

Mentor: doc. dr. Mojmir Wondra

Somentorica: doc. dr. Verena Vidrih Perko

Recenzentka: doc. dr. Milica Kač

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik:

Član:

Član:

Datum zagovora:

Diplomsko delo je rezultat lastnega raziskovalnega dela.

Tina Štokelj

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD Dn

DK UDK 663.221:663.251/.256 (043)=163.6

KG vinarstvo / vino / vino v dolijih / doliji / amfore / zgodovina vinske trte / razvoj vinogradništva na Slovenskem / razvoj vinarstva na Slovenskem / izdelava dolijev / pridelava vina v dolijih / pH vrednost / organske kisline / hlapne kisline / biološki razkis / fenolne spojine / pepel / težke kovine / senzorična analiza / zorenje vina na drožeh

AV ŠTOKELJ, Tina

SA WONDRA, Mojmir (mentor) / VIDRIH PERKO, Verena (somentorica) / KAČ, Milica (recenzentka)

KZ SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101

ZA Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo

LI 2009

IN PRIDELAVA VINA V DOLIJIH

TD Diplomsko delo (univerzitetni študij)

OP IX, 63 str., 11 pregl., 25 sl., 48 vir.

IJ sl

JI sl/en

AI

Dolij je keramična posoda, v kateri poteka predelava grozdja za pridelavo vina. V dolijih potekajo: maceracija, alkoholna fermentacija in tudi zorenje vina. Izdelava dolijev se je vse do danes ohranila v Gruziji, kjer smo iskali primarni izvor te tehnologije pridelave vina. Kulturno zgodovinska raziskava je razkrila razvoj vinogradništva in vinarstva v preteklosti ter obseg uporabe dolijev in amfor v naših krajih. Praktični (kemijski) del diplomske naloge obsega določitev različnih fizikalno-kemijskih in senzoričnih parametrov kakovosti v belem vinu pridelanem v dolijih (letnik 2005), vinarja Jean Michel Morel Kabaja iz Goriških Brd. Ugotavljali smo ustreznost tako pridelanega vina glede na zakonsko določene ali ustaljene zahteve za kakovost vina. Ta tehnologija pridelave vina izvira iz Bližnjega vzhoda (6000 let pr. n. št.), v naših krajih pa je bila znana že pred prihodom Rimljanov. Vino iz dolijev ustreza vsem zahtevam po veljavnih pravilnikih, se pa razlikuje od klasično pridelanih belih vin. Zanj so značilne: višja pH vrednost, manjša vsebnost skupnih kislin in večja vsebnost hlapnih kislin. Zaradi ekstremno dolge maceracije je v tako pridelanem vinu večja tudi vsebnost skupnih fenolnih spojin in pepela. Vsebnost težkih kovin v nobenem primeru ne dosega zakonsko predpisane vrednosti, niti vrednosti, ki bi omogočala nastanek različnih nestabilnosti (lomov). Zorenje vina na drožeh v dolijih zmanjšuje potrebo po dodatku žveplovega dioksida. Senzorična analiza je pokazala posebnosti teh vin po barvi, vonju in okusu. Vino je doseglo oceno za vrhunsko kakovost.

KEY WORDS DOCUMENTATION

DN Dn

DC UDC 663.221:663.251/.256(043)=163.6

CX winemaking / wines / wine from dolia / dolia / amphoras / history of viticulture / development of viticulture in Slovenia / development of winemaking in Slovenia / production of dolia / making wine in dolia / pH value / organic acids / volatile acids / malolactic fermentation / phenolic compounds / ash / heavy metals / sensory analysis / wine ageing on lees

AU ŠTOKELJ, Tina

AA WONDRA, Mojmir (supervisor) / VIDRIH PERKO, Verena (co-advisor) / KAČ, Milica (reviewer)

PP SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101

PB University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Food Science and Technology

PY 2009

TI MAKING WINE IN DOLIA

DT Graduation Thesis (University studies)

NO IX, 63 p., 11 tab., 25 fig., 48 ref.

LA sl

AL sl/en

AB

Dolium is a ceramic vessel, which is used for grape processing in order to produce wine. In dolia maceration, alcoholic fermentation and also further ageing of wine take place. Dolia are still made in Georgia, where we have been searching for primary origin of this technology of wine production. Further research discovered the development of viticulture and of winemaking in the past, as well as how dolia and amphoras were produced and used in today's Slovenia. Different physico-chemical and organoleptic quality parameters of white wine produced in dolia (vintage 2005), by winemaker Jean Michel Morel Kabaj from Goriška Brda, were determined. A compliance of wine made in dolia with all regulations currently valid in Slovenia was established. This technology, nearly 8000 years old, originating from the Near East came to our region before the Romans. It is still able to give wine which complies with all the regulations, though it has some characteristics which make it distinctly different from classical white wines. It has a higher pH value, a lower content of organic acids and a higher content of volatile acids. The extremely long maceration results in a higher content of phenolic compounds and ash. Content of heavy metals is far below the values which are permitted by law and also below the values which would allow occurrence of different instabilities. In dolia wine ageing on lees decreases need for sulfur dioxide. Sensorically wine from dolia has a specific colour, smell and taste. It got an assessment of top quality wine.

KAZALO

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA	III
KEY WORDS DOCUMENTATION	IV
KAZALO	V
KAZALO PREGLEDNIC	VII
KAZALO SLIK	VIII
OKRAJŠAVE IN SIMBOLI	IX
1 UVOD	1
1.1 CILJ DELA	1
1.2 DELOVNE HIPOTEZE	2
2 PREGLED OBJAV	3
2.1 POJAV VINSKE TRTE	3
2.2 NAJZGODNEJŠA PRIDELAVA VINA	4
2.3 ZAČETKI VZGOJE VINSKE TRTE IN S TEM POVEZANO POSODJE.....	5
2.3.1 Začetki vzgoje vinske trte	5
2.3.2 Amfore	6
2.3.3 Doliji.....	8
2.4 ZNANSTVENE RAZISKAVE IZVORA KULTURE VINSKE TRTE.....	12
2.5 RAZVOJ VINOGRADNIŠTVA IN VINARSTVA NA SLOVENSKEM.....	15
2.6 NAJDBE AMFOR IN DOLIJEV NA SLOVENSKIH TLEH.....	17
2.7 STARODAVNE METODE PRIDELAVE VINA	211
2.7.1 Starodavne metode pridelave vina v antiki.....	211
2.7.2 Tradicionalna gruzinska metoda pridelave belih vin.....	23
2.7.3 Tradicionalna gruzinska metoda pridelave rdečih vin	24
3 MATERIAL IN METODE	25
3.1 MATERIAL	25
3.1.1 Grozdje	25
3.1.2 Metoda pridelave belega vina (letnik 2005) v dolijih	25
3.2 METODE	27
3.2.1 Kemijske analize	27
3.2.2 Senzorična analiza	32
4 REZULTATI.....	34
4.1 REZULTATI KEMIJSKIH ANALIZ	34

4.2	REZULTATI SENZORIČNE ANALIZE	36
4.2.1	Rezultati senzorične analize po Buxbaumovi metodi.....	36
4.2.2	Rezultati opisne ali deskriptivne senzorične analize	36
4.2.3	Rezultati določanja barve s spektrofotometrom.....	37
5	RAZPRAVA.....	38
5.1	RELATIVNA GOSTOTA.....	38
5.2	SKUPNI IN SLADKORJA PROSTI EKSTRAKT	38
5.3	ETANOL	38
5.4	METANOL.....	38
5.5	REDUCIRAJOČI SLADKORJI	39
5.6	KISLINE, PUFRNA KAPACITETA IN VREDNOST pH	39
5.7	BIOLOŠKI RAZKIS	41
5.8	ETILACETAT, ACETALDEHID, OCETNA KISLINA	43
5.9	FENOLNE SPOJINE	44
5.10	ŽVEPLOV DIOKSID	47
5.11	OKSIDACIJSKO-REDUKCIJSKI POTENCIAL (rH vrednost)	48
5.12	PEPEL IN TEŽKE KOVINE	49
5.13	VIŠJI ALKOHOLI	52
5.14	ESTRI	52
5.15	SENZORIČNA ANALIZA	53
5.16	ZORENJE VINA NA DROŽEH.....	54
6	POVZETEK IN SKLEPI.....	55
6.1	POVZETEK	55
6.2	SKLEPI.....	56
7	VIRI.....	58

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Razmerje sort v belem vinu pridelanem v dolijih (letnik 2005).....	25
Preglednica 2: Rezultati za relativno gostoto, vsebnost ekstrakta, etanola, metanola in reducirajočih sladkorjev v belem vinu pridelanem v dolijih (letnik 2005)	34
Preglednica 3: Rezultati za pH vrednost, pufrno kapaciteto, vsebnost skupnih in posameznih organskih kislin ter vsebnost hlapnih kislin v belem vinu pridelanem v dolijih (letnik 2005)	34
Preglednica 4: Rezultata za vsebnost acetaldehida v belem vinu pridelanem v dolijih (letnik 2005).....	35
Preglednica 5: Rezultati za vsebnost žveplovega dioksida in oksidacijsko-redukcijski potencial belega vina pridelanega v dolijih (letnik 2005)	35
Preglednica 6: Rezultati za vsebnost fenolnih spojin v belem vinu pridelanem v dolijih (letnik 2005)	35
Preglednica 7: Rezultati za vsebnost pepela in posameznih kationov v belem vinu pridelanem v dolijih (letnik 2005)	35
Preglednica 8: Rezultati za vsebnost nekaterih višjih alkoholov in estrov v belem vinu pridelanem v dolijih (letnik 2005)	36
Preglednica 9: Rezultati senzorične analize belega vina pridelanega v dolijih (letnik 2005) po Buxbaumovi metodi	36
Preglednica 10: Rezultati merjenja barve vzorca (belo vino pridelano v dolijih, letnik 2005) s spektrofotometrom.....	37
Preglednica 11: Vsebnost pepela in posameznih kationov v vzorcu (belo vino pridelano v dolijih, letnik 2005) in vsebnosti predpisane v ULRS	49

KAZALO SLIK

Slika 1: Bejrutska in egejski vinski amfori iz Ribnice pri Brežicah, kjer je bilo v rimski dobi rečno pristanišče in cestna postaja Romula; 1. – 3. stol (Vidrih Perko, 2003b).....	7
Slika 2: Amfore so bile primerne za zlaganje v trebuh ladij (Brun, 2003).	7
Slika 3: Gruzinska kvevrija	8
Sliki 4 in 5: Oblikovanje dolijev v Gruziji	10
Slika 6: Sušenje dolijev	10
Slika 7: Gruzinski doliji po pečenju	10
Slika 8: Nekateri doliji na zunanji strani premažejo z betonom	11
Slike 9, 10 in 11: Različni pripomočki za čiščenje in pridelavo vina v dolijih (Chiaureli, 1989) ...	11
Sliki 12 in 13: V nekaterih okoljih se organska snov lahko dobro ohrani (Brun, 2003).	12
Slika 14: Odlomki in rekonstrukcija dolija iz Bilj (hrani Goriški muzej, Kromberk).....	19
Slika 15: Odlomek manjše amfore najden v Biljah (hrani Goriški muzej, Kromberk).....	19
Slika 16: Odlomki amfor izkopani v Neblem v Goriških Brdih (hrani Goriški muzej, Kromberk). 19	
Slika 17: Maketa v gruzinskem muzeju, ki ponazarja pridelavo vina pred več tisočletji	21
Slika 18: "Preša" v gruzinskem samostanu	23
Slika 19: Dolij zaprt s peskom	24
Slika 20: Dolij zaprt z mokro glino	24
Slika 21: Po osmih mesecih je vino na vrhu dolija bistro	26
Slika 22: Ko dolije odpremo, so grozdne jagode že precej razpadle.....	26
Slika 23: Po prešanju je bilo vino iz dolija podobno moštu	27
Slika 24: Delež različnih oblik vinske kisline pri temperaturi 25 °C v odvisnosti od pH vrednosti vina (Margalit, 2004b: 93)	40
Slika 25: Potreben dodatek žveplovega dioksida za zaščito vina glede na njegovo pH vrednost (Margalit, 2004a: 258).....	48

OKRAJŠAVE IN SIMBOLI

AAS....atomska absorpcijska spektrometrija

AES....atomska emisijska spektrometrija

antika....obdobje od 5. stoletja pr. n. št. - 6. stoletja n. št. (na Slovenskem zajema obdobje od prihoda Rimljanov do poselitve Slovanov oz. od 1. stoletja pr. n. št. - 6. stoletja n. št.)

DNK....deribonukleinska kislina

kvartar....obdobje, ki se je začelo pred 2,6 milijoni let

M....molarost (mol/L)

mezolitik....obdobje srednje kamene dobe (10000 - 6500 let pr. n. št.)

MKB....mlečnokislinske bakterije

MKF....mlečnokislinska fermentacija

mlajša železna doba....obdobje 300 - 35 let pr. n. št.

n. št....našega štetja oz. po Kristusu

neolitik....obdobje mlajše kamene dobe (6500 - 3500 let pr. n. št.)

OIV....Mednarodni urad za trto in vino

paleolitik....obdobje starejše kamene dobe (2,5 miliona let - 11000 let pr. n. št.)

PCR...verižna reakcija s polimerazo (Polymerase Chain Reaction)

PGO....priznana geografska oznaka

pr. n. št....pred našim štetjem oz. pred Kristusom

SO₂....žveplov dioksid

starejša železna doba.... obdobje 1000 - 300 let pr. n. št.

stol....stoletje

terciar....obdobje pred 64 do 1,6 milijoni let

ULRS....Uradni list Republike Slovenije

ZGP....zaščiteno geografsko poreklo

železna doba....na Slovenskem zajema 1. tisočletje pr. n. št.

1 UVOD

Vino se prepleta s človeško zgodovino od njenega samega začetka. Poznamo tudi druga živila v vsakdanji uporabi, katerim lahko sledimo do kamene dobe (Johnson, 1998). Nekatere vrste fermentiranih pijač so že vsaj 7000 let pr. n. št. poznali na Kitajskem; surovine so bile riž, med in različno sadje (Jackson, 2008). Vino pa je imelo tudi sakralen pomen in je bilo povezano z zdravilnimi močmi oz. s temeljnimi življenjskimi rituali (Johnson, 1998).

Zakaj je vino tako posebno? Delno zato, ker je bilo vedno vir ugodja in poguma, zdravilo in antiseptik, pijača, ki je obnovila utrujenega duha in človeka povzdignila nad mučen vsakdan. Vino je bilo skozi zgodovino človeškega obstoja predvsem znak prestiža (Johnson, 1998).

V starih časih privlačnost vina ni bila posledica niti sestavljene cvetice ali dolgotrajnega pookusa, ampak njegovega opojnega učinka. V nevarnem, krutem in kratkem življenju so bili tisti, ki so prvi okusili vino, gotovo prepričani, da so doživeli raj. Njihove tegobe in strahovi so izginili, lažje so dobili navdih za mnoge ideje. Grki so trgovali z vinom za drage kovine in druge surovine, Rimljani za sužnje. V antični družbi je imelo vino pomemben socialni vidik in je olajšalo vzpostavljanje stikov z oddaljenimi kulturami. Vino je pripomoglo k napredku civilizacije (Johnson, 1998).

Tudi danes je vino pomembna dobrina na trgu. Pridelava vina v dolijih je postala trend v vinarski tržni niši. Tradicija uporabe dolijev in/ali amfor sega na območju Bližnjega vzhoda v obdobje neolitika (6500 - 3500 pr. n. št.) (McGovern, 2003), v naših krajih pa je znana že iz rimske dobe (Vidrih Perko, 2003a). Danes pogosto enačimo ta dva izraza, čeprav ne pomenita iste vrste posode. Amfore so posode, ki so v preteklosti služile predvsem transportu dobrin in so bile manjše od dolijev. V večjih keramičnih posodah, v dolijih, pa je običajno potekala predelava grozdja, ki je vključevala tehnološki postopek maceracije in alkoholne fermentacije, lahko pa tudi nadaljnje zorenje vina. Sicer pa ni bistveno ali je vino fermentiralo oz. zorelo v amforah ali v dolijih. Senzacionalni sta ponovni odkritji: "novega" tipa vinske posode ter "nove" tehnologije pridelave vina!

Do danes se je izdelava dolijev (oz. gruzinskih *kvevrijev*) in pridelava vina v njih ohranila v Gruziji, od tam pa se ponovno razširja v svet. Tudi pri nas se nekateri večji vinarji odločajo za to tehnologijo pridelave vina, ker prinaša drugačnost v ponudbi in ima tradicijo ter zgodbo, ki sta za trženje zelo pomembni. Vina pridelana po tej metodi imajo specifično barvo, vonj in okus, kar jim daje poseben značaj.

1.1 CILJ DELA

Zanimalo nas je, od kod izvira tradicija pridelave vina v dolijih in ali je vino pridelano po tej starodavni metodi, ustrezno glede na kemijsko-fizikalne in senzorične parametre kakovosti, ki za vina veljajo danes.

Primarni izvor te tehnologije pridelave vina smo iskali v Gruziji, kulturno zgodovinska raziskava pa je razkrila ali in koliko so bili doliji razširjeni tudi v naših krajih. Praktični (kemijski) del diplomske naloge obsega kemijsko in senzorično analizo v dolijih pridelanega belega vina (letnik 2005). Iz teh meritev smo ocenili, ali vino pridelano v dolijih po parametrih kakovosti ustreza zakonsko določenim standardom in ustaljenim zahtevam za vina.

1.2 DELOVNE HIPOTEZE

Z ozirom na zgodovino udomačevanja in kulture vinske trte smo predvidevali, da se je pridelava vina v keramičnih dolijih začela na območju Bližnjega vzhoda in se v naše kraje razširila v času rimske zasedbe našega ozemlja (1. stol. pr. n. št.). Pričakovali smo, da bo vino ustrezalo vsem zakonsko predpisanim in ustaljenim zahtevam za kemijske in fizikalne parametre, ter na podlagi senzorične analize doseglo oceno za kakovostno ali celo vrhunsko vino.

2 PREGLED OBJAV

2.1 POJAV VINSKE TRTE

Vinska trta (*Vitis vinifera*) je ena najpomembnejših kulturnih rastlin v mediteranskem prostoru. Skupaj z oljko, figo in datljevo palmo predstavlja najstarejšo skupino rastlin, iz katere se je razvilo mediteransko kmetijstvo (Cunja, 1995).

Ime *Vitis vinifera* pomeni rastlino vrste *vinifera*, rodu *Vitis*. Latinsko vrstno ime podaja pomembno značilnost rastline. Tako pomeni *vinifera* vinorodna (vinonosna). Ostale vrste tega rodu so npr.: *Vitis rupestris* (skalnata, *rupus* = skala), *Vitis riparia* (obrežna, *ripa* = breg) in *Vitis aestivalis* (poletna, *aestivalis* = poleten); nobena od teh pa nima tolikšne sposobnosti akumulacije sladkorja (Coultate in sod., 2002) in osvežilne kislosti kot *Vitis vinifera*, iz katere pridelamo danes 99 % vina (Johnson, 1998).

Razlikujemo dve podvrsti vrste *Vitis vinifera*: divjo *sylvestris* in kultivirano *sativa*. Slednja je rezultat selekcije, oz. kultivirana različica (Johnson, 1998). Mala flora Slovenije omenja dve podvrsti rodu *Vitis*: *Vitis vinifera* L. (vinska trta) in *Vitis labrusca* L. (izabela). *Vitis vinifera* L. obsega dve različici: *Vitis vinifera sylvestris* (divja vinska trta) in *Vitis vinifera vinifera* L. (Martinčič in sod., 2007).

Najstarejše dokaze o pojavu trte na Zemlji nam ponuja paleontologija. Fosilni ostanki trti sorodne rastline iz družine *Vitaceae* so znani že iz plasti spodnje krede, iz časa pred okoli 100 milijoni let; pripadajo že izumrlemu rodu *Cissetes* (*Cissetes parvifolius*). Najdeni so bili v Ameriki, Evropi in Aziji. Iz istega časa so znani tudi fosili trti sorodnih rodov *Ampelopsis*, *Parthenocissus* in *Tetrastigma* (Cunja, 1995).

Najstarejši zanesljivi dokazi o obstoju rodu *Vitis*, v katerega sodi tudi vinska trta, so prav tako iz terciarja in so zelo običajni v Evropi, Ameriki in Aziji. Zanimivo je, da so bili ostanki rodu *Vitis* iz terciarne dobe najdeni tudi na področjih, kjer danes trta zaradi hladnega podnebja ne raste (npr. na Aljaski, na Grenlandiji, na Islandiji, v Sibiriji in na Kamčatki). Številnejše fosilne najdbe rastline *Vitis vinifera* pa so znane iz začetka kvartarja iz južne Francije, Švice, ter severne in srednje Italije (Cunja, 1995).

Pomembno zarezo v razvoju flore in favne v Evropi predstavlja ledena doba – pleistocen (t.j. doba, ki se je začela pred okoli 1,8 milijona let in končala pred 13.000 leti). Za pleistocen so bila značilna velika temperaturna nihanja oz. menjava izrazito hladnih obdobij – glacialov, z vmesnimi toplejšimi obdobji – interglaciali. Močne ohladitve so povsem spremenile vegetacijsko in favnistično podobo tedanje Evrope. Tako kot vrsta drugih toplodobnih rastlin, je tudi trta takrat izginila iz obsežnih predelov in se ohranila le v toplejših južnejših predelih, kot so: Iberski polotok, srednji in južni Apeninski polotok, Egejski otoki in Grčija, Mala Azija, Kavkaz ipd. Zaradi otoplitve podnebja se je po končani ledeni dobi trta ponovno razširila po velikem delu Evrope in izven nje proti severnim hladnejšim predelom (predvsem odpornejša divja vinska trta *Vitis vinifera sylvestris*) (Cunja, 1995).

2.2 NAJZGODNEJŠA PRIDELAVA VINA

Zgodbe o izvoru vinogradništva in vinarstva so zanimive, vendar jih ne smemo razumeti dobesedno. Mnoge knjige o zgodovini vina pripisujejo prevelik pomen tej ali oni legendi, povzeti po starih pisnih virih in prepisih, ki jih danes različno interpretirajo. Boljša izhodiščna točka za postavljanje hipotez o začetkih kulture vinske trte so arheološke najdbe, ki s pomočjo naravoslovnih znanosti (geologije, paleontologije, arheobotanike) in rastlinskih ostankov, kljub omejenemu številu izkopanin nudijo dragocene podatke o preteklosti (McGovern, 2003).

Kdaj je človek spoznal vinsko trto, ni znano, vsekakor pa že v obdobju paleolitika – t.j. v starejši kameni dobi. Takrat je prehrano, ki je temeljila pretežno na lovu, dopolnjeval z nabiranjem divjih sadežev, gomoljev, zelišč ipd. Morda je že v tem času pripravljaval vino ali vinu sorodne pijače iz grozdja divje vinske trte in drugih sadežev, vendar o tem nimamo zanesljivih dokazov (Cunja, 1995).

Prisotnost divje vinske trte in njena povezanost s človekom sta z arheološkimi najdbami dokazana od mlajšega paleolitika (čas od 35.000 do 11.000 let pr. n. št.) dalje. Iz tega časa so take najdbe še zelo redke, enako v naslednjem obdobju mezolitika. Iz mezolitika velja omeniti najdišče Grotta dell'Uzzo na Siciliji, kjer je najstarejša kulturna plast z najdbami rastlinskih ostankov vinske trte datirana v 8. tisočletje pr. n. št. (Cunja, 1995).

Prvo srečanje človeka in vinske trte v paleolitiku je povezano z domnevami o odkritju vina. Na divji vinski trti so se takrat bohotile sladkokisle jagode, nad katerimi je bil človek gotovo navdušen. Zato je skušal nabrati čimvečjo zalogo grozdja, ki ga je verjetno shranjeval v odrti živalski koži ali celo v izdolbenemu lesenemu deblu ali v kamnu. Hipoteza predvideva, da so se jagodne kožice globlje ležečega grozdja v posodi pretrgale zaradi teže grozdja nad njim. Iz jagod je iztekel grozdni sok, ki je zaradi naravne prisotnosti kvasovk na jagodnih kožicah začel spontano fermentirati. Anaerobno, z ogljikovim dioksidom bogato okolje, je sprožilo spremembo v metabolizmu kvasovk, tako da so sladkorje začele spreminjati v alkohol. Nastalo je šibko, aromatično vino z malo alkohola, nad katerim so bili takratni ljudje najbrž prijetno presenečeni. Odkritje vina je praljudi verjetno navduševalo večkrat in na več krajih znotraj geografskega območja, kjer je uspevala divja vinska trta. Zagotovo pa lahko trdimo, da so se ljudje, ki so spoznali dobre lastnosti vina, vsako leto ponovno vračali k rastiščem divje vinske trte (McGovern, 2003).

Seveda je to le hipoteza, katere najbrž ne bomo mogli nikoli dokazati. Nemogoče je namreč, da bi našli ohranjene paleolitske organske ostanke, saj kamnite posode nimajo por, v katerih bi se ostanki zadrževali. Nobena od najdenih kamnitih posod do sedaj še ni bila analizirana s pomočjo molekularnih arheoloških metod. Večina teh posod je bila odprtih in brez ozkega vratu, ki bi ga ljudje namenoma zapirali, s tem preprečili izpostavljenost organskega materiala vremenskim razmeram in tako usmerjali njegovo razgradnjo (McGovern, 2003).

Številnejše so najdbe iz obdobja neolitika – t.j. mlajše kamene dobe. Ob tem se postavlja vprašanje, ali gre zgolj za nabiranje grozdja v naravi ali že tudi za načrtno vzgojo vinske

trte. Ob odsotnosti drugih najdb, je odgovor na to vprašanje vezan izključno le na najdene pečke vinske trte, ki so po sferični obliki v večini primerov še vedno bliže pečkam divje vinske trte (Cunja, 1995).

Na žalost ne moremo točno določiti kraja in časa, ko je bilo vino prvič pridelano, skoraj gotovo pa se je to zgodilo neodvisno na mnogih krajih. Za odkritje vina ni bilo treba dolgo čakati. Grozdje je bilo del prehrane ljudi, ki so živeli v deželah, kjer je uspevala divja vinska trta. Ti ljudje niso mogli spregledati, da je grozdni sok nabranih sadežev sčasoma izgubil sladkost in postal vse močnejša alkoholna pijača (Johnson, 1998). Človek je s fermentacijo grozdja iz pokvarljivega in periodično dosegljivega živila pridobil relativno stabilno pijačo z novimi, celo zdravilnimi lastnostmi (Jackson, 2008).

2.3 ZAČETKI VZGOJE VINSKE TRTE IN S TEM POVEZANO POSODJE

2.3.1 Začetki vzgoje vinske trte

Kot vzpenjalka si je divja vinska trta (*Vitis vinifera sylvestris*) poiskala oporo ob drevesih; tako listavcih kot iglavcih. Praviloma je dvodomna (obstajajo rastline z moškimi in rastline z ženskimi cvetovi). Na ženskih rastlinah se po oploditvi s pelodom moških rastlin razvijajo sadeži. Moške rastline so samo vir peloda. Redko je enodomna (obstajajo rastline z moškimi in ženskimi enospolnimi cvetovi oz. rastline z dvospolnimi cvetovi). Enodomne rastline so vir peloda in hkrati vir sadežev (Johnson, 1998).

Prvi ljudje, ki so poskušali vzgojiti vinsko trto v današnjem smislu, so gojili izbrane rastline, na katerih so dozorevale jagode. Najprimernejše so bile enodomne rastline in to tiste z dvospolnimi cvetovi. Z vegetativnim razmnoževanjem so rastline dedovale enodomnost in dvospolne cvetove. Vzgojena vinska trta *Vitis vinifera sativa* oz. *Vitis vinifera vinifera* se je tako postopoma vedno bolj razlikovala od divje vinske trte (*Vitis vinifera sylvestris*) (Johnson, 1998; Martinčič in sod., 2007). Značilnosti kultivirane vinske trte so izključno dvospolni cvetovi in glede na divjo vinsko trto trikrat večje jagode, ki so različno obarvane (zelene, rumene, temno škrlatne, modrovijoličaste) in sladke. Raste gojena in le redko podivjana (Martinčič in sod., 2007).

Čeprav je obstoj nasadov vzgojene vinske trte dokazan šele od 4. tisočletja pr. n. št. v Egiptu in v Mezopotamiji in 2500 let pr. n. št. v Grčiji, lahko načrtno vzgojo vinske trte na Bližnjem vzhodu potrdimo že v zgodnjem 6. tisočletju pr. n. št. Najstarejša orodja in posode za pridelavo vina so poznane z območja severnega Kavkaza (današnji Gruzija in Armenija); izdelane so bile v 5. in 6. tisočletju pr. n. št. (Dominé, 2003).

V obdobju neolitika je pridelava vina postala načrtna aktivnost človeka na Bližnjem vzhodu. Botaniki in arheologi so odkrili, da je prišlo do pomembnega agrikulturnega napredka prav na tem področju, zato zelo verjetno sem sodijo tudi začetki kulture vinske trte. V tej dobi so se ljudje začeli stalno naseljevati, gojiti rastline in rediti živali (žita, drobnica in govedo). Z različnimi tehnološkimi postopki (fermentacija, namakanje,

toplota obdelava, dodajanje začimb itd.) so tudi predelovali živila in kot prvi pripravljali kruh, pivo ter mesne in žitne jedi, od katerih mnoge poznamo še danes (McGovern, 2003).

Vsaj od 4. tisočletja pr. n. št. je bila tako v Mezopotamiji, kakor tudi v drugih deželah Bližnjega vzhoda, pomembna tudi druga alkoholna pijača – pivo, katerega so s fermentacijo pridobivali iz žitnega škroba in vode. Ob tem pa ne gre pozabiti, da je bilo uživanje vina vse do starogrške dobe (8. stoletje pr. n. št.) privilegij vladarjev in vodilnih slojev v tedanji družbi, medtem ko je bilo manj cenjeno pivo pijača ljudskih množic (Cunja, 1995).

Vzporedno s kulinariko so se razvijala tudi rokodelska znanja in proizvodi, ki so olajšali oz. sploh omogočili pripravo, shranjevanje in serviranje hrane. Za vinarstvo so bile še posebej pomembne keramične posode, ki so se na Bližnjem vzhodu prvič pojavile 6000 let pr. n. št. Keramično posodje je primerno za pridelavo, zorenje in serviranje vina, zato je bilo bistveno tudi za začetek vinogradništva in vinarstva. Za molekularno arheologijo je najpomembnejša struktura keramičnih posod oziroma pore, v katerih se lahko ohrani organska snov. Glina je učinkovit ionski izmenjalec, saj so večinska sestavina gline alumosilikati. Polarne organske snovi so močno vezane na silikatni matriks in se lahko ohranijo stoletja dolgo (McGovern, 2003).

2.3.2 Amfore

Amfore so značilni antični vrči iz žgane gline, posebej prilagojeni transportu (slika 1). Iznašli so jih predniki Feničanov – Kanaanci, 1500 let pr. n. št. na Bližnjem vzhodu. Pred tem so bile egipčanske vinske posode enake oblike, vendar brez ročajev. Ime amfora izhaja iz grščine in pomeni posodo, ki ima dva ročaja (gr. *amphi* = dvo, *pherein* = ročaj, nositi) (Johnson, 1998). Vitek zaključek je pri transportu služil kot tretji ročaj in je hkrati olajšal izlivanje. Z njim je bila amfora bolj prilagojena prenašanju udarcev med natovarjanjem in prevozom (Lipanjan, 2003).

Amfora je bila večkratno uporaben, močan, poceni, lahko prenosljiv in za skladiščenje primeren "zabojnik". Njihova velikost je bila različna; grška je držala okrog 40, rimska pa 26 L tekočine (Johnson, 1998). Uporabljali so jih kot embalažno posodje za transport tekočih in razsutih prehrambenih izdelkov. Posebej primerne so bile za zlaganje v trebuh ladij (slika 2) in za shranjevanje v kletih, kjer so jih zapičili v pesek ali v zemljo. V njih so tovorili in shranjevali vino, olje, ribje omake in razne konzervirane ribe, kis, sokove, suho sadje in semena, včasih tudi žito in čisto, pitno vodo (Vidrih Perko, 2000). Pitno vodo so v vročih poletnih mesecih na ladjah težko ohranili. Voda je skozi porozne stene amfor počasi izhlapevala, se s tem istočasno hladila in tako ohranjala vsebino primerno hladno. Stene amfor, ki so bile namenjene za vino, pa so premazali z različnimi smolami. Smole so zagotavljale nepropustnost posode, onemogočale so vstop bakterij in hkrati delovale kot konzervansi (Lipanjan, 2003).



Slika 1: Bejrutska in egejski vinski amfori iz Ribnice pri Brežicah, kjer je bilo v rimski dobi rečno pristanišče in cestna postaja Romula; 1. – 3. stol. (Vidrih Perko, 2003b).



Slika 2: Amfore so bile primerne za zlaganje v trebuh ladij (Brun, 2003).

Vemo, da so bile nekatere amfore značilnih oblik, namenjene izključno za en sam izdelek. To potrjuje že najstarejša in temeljna študija žigov odkritih na amforah. Druge amfore pa so uporabljali za več vrst izdelkov; amfore so pogosto večkrat uporabili. Za vinske amfore značilen smolnat premaz so odstranili z ožigom. Posodo so lahko uporabili bodisi za shranjevanje drugih živil ali vode. Prežagana amfora je lahko služila kot žara ali posoda za prdatke v revnejših grobovih. Cele posode so včasih uporabili za pokop otrok. Odrezane amfore so bile neredko del kanalizacijskih sistemov, črepinje pa so bile uporabne za meliorizacijo zemljišča in kot drenaža (Vidrih Perko, 2000).

V pravilno zaprti amfori se je vino dolgo ohranilo. Brez amfor antični svet ne bi spoznal čarov zorenega vina (Johnson, 1998). V času Rimljanov so bile amfore običajno zaprte s pluto. Pokrov iz plute so na obod amfore pritrdili s smolo in ga zaščitili z dodatnim pokrovom iz vulkanske gline (*pozzuolana*). Tako so zadostili minimalnim pogojem za daljše staranje vina. Podaljšano zorenje vina je v tistem času dokazano v številnih pisnih virih, ki opisujejo kakovostne razlike vin različnih trgov, vinogradov in regij (Jackson, 2008).

Amfore imajo neprecenljivo vrednost za arheologe. Opremljene z žigi in napisi nam lahko veliko povejo o trgovskih poteh in o antičnem gospodarstvu. Posamezne regije so sčasoma razvile značilne oblike amfor, zato lahko že s pomočjo majhne črepinje, dela vrata ali ročaja, natančno identificiramo tip amfore. V antiki so izdelali na desetine milijonov amfor (Johnson, 1998).

2.3.3 Doliji

2.3.3.1 Splošno o dolijih

Doliji (lat. *dolium*, mn. *dolia*) so podobno kot amfore iz žgane gline, so pa večji, praviloma brez ročajev in namenjeni predvsem shranjevanju. Gruzinci, ki jih tradicionalno še vedno uporabljajo za pridelovanje vina, jim pravijo kvevriji (ed. slov. transk. kvevrij; rus. transk. квеври; angl. transk. *kvevri* oz. *kwevri*; slika 3) (Chiaureli, 1989; Johnson, 1998). Grki so podobno veliko posodo, ki pa je imela tudi ročaja, imenovali *pithos* (McGovern, 2003). Armenski izraz za dolijem podobne posode je "*karani*" (Chichua, 2008). Slovenski izraz dolij (mn. doliji) je izpeljan iz latinske besede in pomeni veliko posodo iz žgane gline, ki so jo uporabljali za vrenje mošta in shranjevanje vina v kletih. V dolijih so pogosto shranjevali tudi druge vrste živil; predvsem oljčno olje in žita (Vidrih Perko, 2004).

Najbolj očitno se ta vrsta keramične posode od amfore razlikuje po velikosti in obliki. V preteklosti so bili doliji za shranjevanje vina običajno visoki 1,5 metra in v najširšem delu gotovo tudi enako široki. Premer ustja dolijev je bil okrog 70 centimetrov, lahko pa tudi več (Matijašič, 1998). Doliji so bili torej večje keramične posode, v katerih je potekala maceracija, alkoholna fermentacija in nadaljnje zorenje vina; običajno so bili v kletih do vratu zakopani v zemljo. Seveda pa je zorenje vina lahko potekalo tudi v manjših amforah.



Slika 3: Gruzinska kvevrija

Z naraščanjem trgovanja z vinom v zgodnji rimski dobi, je postala velika prostornina dolijev bolj ekonomična tudi za morski transport vina, saj so amfore takrat tehtale skoraj toliko kot njihova vsebina. Transportni doliji so bili fiksirani v trupih ladij, nemogoče jih je

bilo premikati. Polnili in praznili so jih s pomočjo živalskih mehov (Johnson, 1998). Skoraj gotovo pa je šlo v teh primerih za cenena vina, ki vinom v amforah z žigi in zagotovljenim poreklom po kakovosti niso bila konkurenčna (Vidrih Perko, 2000).

Zaradi velikih dimenzij dolijev niso izdelovali na lončarskem kolesu, pač pa s pomočjo okvirjev in kalupov. Obliko so počasi in postopoma nadgrajevali več dni. Izdelovali so jih v toplejših prostorih, kar je pripomoglo k hitrejšemu sušenju. Zmes gline za dolije je bila manj prečiščena kot tista za amfore. Zmleta opeka, slama in druge primesi so pripomogle k večji trdnosti dolijev (Matijašič, 1998). Arheološke raziskave so pokazale, da so v rimski dobi, dolije in amfore izdelovali tudi v Istri (Fažana, Loren), v Vipavski dolini (Bilje) in v Goriških Brdih (Neblo) (Vidrih Perko in Žbona Trkman, 2005; Vidrih Perko, 2004).

Zaradi zapletene izdelave in velike uporabne vrednosti so bili doliji zelo cenjeni. Lastniki so jih zato redno vzdrževali in popravljali, o čemer danes lahko sklepamo na podlagi kovinskih sponk na površini nekaterih najdenih dolijev (Matijašič, 1998).

2.3.3.2 Izdelava dolijev (kvevrijev) v Gruziji

Gruzija je država, ki je vse do danes ohranila tradicijo izdelave dolijev, ima pa tudi zelo dolgo zgodovino kulture vina. Fosili listov vinske trte, pecljev in semen pa tudi drugi paleobotanični in arheološki podatki, pričajo o dolgi tradiciji in široki razširjenosti gruzinskega vina. Akademik Vavilov je menil, da so mnoge različne gruzinske avtohtone različice vinske trte dokaz, da je Gruzija izvorno mesto vinske kulture (Chiaureli, 1989).

Vinske posode vseh oblik in velikosti, izkopane v Gruziji, kažejo, da so keramične posode izdelovali ročno. Izdelki pričajo o veččinah gruzijskih lončarjev: iz gline in vode so s pomočjo ognja naredili edinstvene posode, ki so tudi danes vredne občudovanja (Chiaureli, 1989).

Izdelava dolijev je zelo zahtevna in naporna, zato je na žalost tudi v Gruziji vse manj lončarjev na tem področju. Najprej je pomembna izbira in priprava gline, saj majhni kamenčki po žganju lahko povzročijo pokanje dolijev (Chichua, 2008).

Izdelava poteka postopoma. Najprej lončar oblikuje dno, kateremu postopoma vsak dan doda nov 10 centimetrov širok trak (sliki 4 in 5). Ko je dolij končan, se mora glina posušiti (slika 6), temu pa sledi žganje v skrbno nadzorovanih razmerah (temperatura, čas; slika 7) (Chichua, 2008).

Po žganju dolije v notranjosti premažejo s čebeljim voskom. Namen premaza je zamašitev večjih por keramike, da vino ne hlapi zaradi poroznosti keramične posode. Manjše pore pa ostanejo odprte, zato v doliju med zorenjem vina poteka mikrooksidacija. Nekateri proizvajalci dolije na zunanji strani premažejo še z betonom (slika 8) zato, da posode lažje vzdržijo teža vina. Vendar s tem onemogočijo proces mikrooksidacije, zato so taki doliji manj cenjeni (Chichua, 2008).



Sliki 4 in 5: Oblikovanje dolijev v Gruziji



Slika 6: Sušenje dolijev



Slika 7: Gruzinski doliji po pečenju



Slika 8: Nekatere dolije na zunanji strani premažejo z betonom

Doliji so običajno zakopani v zemljo, ker je vino tako manj izpostavljeno temperaturnim nihanjem. Sestava zemlje je pomembna zaradi sposobnosti hlajenja, pa tudi zato, ker lahko absorbira vino. Boljše je, da je zemlja vlažna, ker so tako izgube vina in možnosti za poslabšanje njegove kakovosti manjše (Chichua, 2008).

2.3.3.3 Čiščenje dolijev

Ljudje so kmalu spoznali pomembnost čiščenja vinskih posod in v ta namen razvili posebna orodja (slike 9, 10 in 11). V Gruziji dolije najprej grobo očistijo z lubjem, nato pa temeljiteje s krtačo in suhim koruznim listjem (ličkanje). Čistijo rahlo, da ne obrusijo lončenine, ki je v tanjšem delu debela le 1,5 centimetra (Chichua, 2008).



Slike 9, 10 in 11: Različni pripomočki za čiščenje in pridelavo vina v dolijih (Chiaureli, 1989)

2.4 ZNANSTVENE RAZISKAVE IZVORA KULTURE VINSKE TRTE

Kot dokaz za pridelavo vina arheologi priznavajo najdbe akumulacij grozdnih pečk. Pri pečki lahko določimo več kot le starost. Oblika nam pove, za katero podvrsto vinske trte gre. Kot glavni indikator udomačitve vinske trte arheologi upoštevajo razmerje med širino in dolžino pečke. Pečke divje vinske trte (*Vitis vinifera sylvestris*) so bolj okrogle, za pečke kultivirane vrste vinske trte (*Vitis vinifera sativa*) pa je značilna bolj podolgovata oblika. Izkopavanja v Turčiji, Siriji, Libanonu in Jordanu so prinesla grozdne pečke divje vinske trte iz mlajše kamene dobe 8000 let pr. n. št. (Johnson, 1998).

Trenutno najstarejše pečke kultivirane vinske trte *Vitis vinifera sativa* so poznane iz Gruzije in pripadajo obdobju poznega neolitika 7000-5000 let pr. n. št. Te pečke dokazujejo začetek domestifikacije, selekcije, vzgoje in oskrbe vinske trte za povečanje količine in predvsem kakovosti grozdja ter posledično skoraj gotovo tudi vina (Johnson, 1998).

V zadnjih 25 letih so se z odkritjem vse bolj občutljivih analiznih metod možnosti za določanje starodavnih organskih ostankov bistveno povečale. Analiziranje vzorcev z infrardečo spektrometrijo, plinsko in tekočinsko kromatografijo, masno spektrometrijo, nuklearno magnetno resonanco in DNK sekvenciranjem, je danes dostopno že mnogim laboratorijem. Nova tehnologija znanstvenikom omogoča, da izvedejo analize minimalnih količin starodavnih organskih ostankov. Odpiramo lahko nova poglavja o izvoru, genskem razvoju, prehrani, boleznih, kulinariki in obdelavi materialov v preteklosti. Organski ostanki (npr. maščobe, smole, barve, sestavine parfumov) se lahko v nekaterih okoljih dovolj dobro ohranijo (sliki 12 in 13), saj sta procesa mikrobiološkega kvara in avtooksidacije minimalna (McGovern, 2003).



Sliki 12 in 13: V nekaterih okoljih se organska snov lahko dobro ohrani (Brun, 2003).

S pomočjo infrardeče spektrometrije so ostanke vina prvič dokazali v keramični posodi iz sredine 5. tisočletja pr. n. št., ki so jo našli v mestu Hajji Firuz Tepe v Iranu. V notranjosti vrča so našli rumene ostanke kalcijeve soli vinske kisline in rumena vlakna rastline *Pistacia atlantica* (tereblinta), ki je precej razširjena po Bližnjem vzhodu (Plahuta, 1996).

Organsko snov so iz keramičnega posodja ekstrahirali z vrelim acetonom in dobili smolnato snov, ki je bila več tisočletij ujeta v porah lončene posode. Različne organske spojine (zaradi različnih funkcionalnih spojin) absorbirajo infrardečo svetlobo različnih valovnih dolžin in tako tvorijo značilen absorpcijski spekter (McGovern, 2003).

Pri raziskavah organskih ostankov v domnevno vinskem posodju so še posebej pozorni na vinsko kislino, ki se v velikih količinah nahaja le v grozdju. Grozdje evrazijske trte *Vitis vinifera* je na Srednjem vzhodu edin bogat naravni vir vinske kisline (McGovern, 2003). Vinska kislina se v majhnih količinah nahaja tudi v vegetativnih delih nekaterih drugih rastlin, vendar le redko v sadju (Jackson, 2008). Zato predstavlja "prstni odtis" oziroma glavno sled za grozdje in ostala živila pridelana iz grozdja. Kot referenčni vzorec pri analizi uporabljajo L(+) izomero vinske kisline, saj se v tej obliki pojavlja tudi v naravi (McGovern, 2003). Znanstveniki razvijajo nove tehnike za identifikacijo pradavnih ostankov vina tudi na osnovi analize taninov (Jackson, 2008).

Večina raziskovalcev meni, da se je pridelava vina začela na južnem predelu Kavkaza, ki vključuje današnje območje severozahodne Turčije, severnega Iraka, Azerbajdžana in Gruzije. Splošno velja, da se je prav tako tudi udomačitev vinske trte začela na tem območju, čeprav nekateri znanstveniki domnevajo, da je vzgoja vinske trte takrat neodvisno potekala tudi v Španiji in drugod po Sredozemlju (Jackson, 2008).

Izvor vinske trte na Bližnjem vzhodu znanstveniki potrjujejo na podlagi različnih dokazov. Poleg že prej omenjenih, v Gruziji najdenih najstarejših pečk kultivirane vinske trte (*Vitis vinifera vinifera* oz. *Vitis vinifera sativa*), opozarjajo tudi na podobnost izrazov za vino v večini indoevropskih jezikov, ki se izvorno povezujejo s tem prostorom. Dodatno večina mediteranskih mitov izvor pridelave vina pripisuje severozahodnim azijskim ljudstvom (Jackson, 2008). V Gruziji najden vrč iz 6. tisočletja pr. n. št. (še starejši kot izkopani v Hajji Firuz Tepe) je dokazano vseboval vinsko kislino in smolo (McGovern, 2003). Naslednji dokaz iz tistega časa je kvevrij (dolij), datiran v obdobje vsaj 5000 - 6000 let pr. n. št., ki ga hranijo v gruzinskem nacionalnem muzeju. V bistvu je njegova oblika bolj podobna širšemu in nižjemu grškemu *pithosu* ali rimskemu doliju, kot pa današnjim bolj ozkim in amforam podobnim kvevrijem. Na vsaki strani ima reliefen okras v obliki trikotnika, ki ga lahko interpretiramo kot shematično upodobitev grozda (Johnson, 1998).

Območje Transkavkazije služi kot primer, kako se kultura vinske trte razvije in kako se lahko skozi tisočletja ohrani kot ena najpomembnejših gospodarskih kultur. Če je to območje res tudi domovina vinske trte, pa bo v prihodnosti potrebno dokazati z dodatnimi raziskavami (McGovern, 2003).

Poleg tehničnih problemov pri identifikaciji vinskih ostankov, je sporno tudi vprašanje, ali lahko spontano fermentirani grozni sok enačimo z vinom ali gre zgolj za fermentirani sok, ki so ga shranjevali in s tem hkrati ohranjali njegove "vinske" lastnosti (Jackson, 2008). Ostanke vinske kisline namreč niso trden dokaz, da je bil produkt predelave grozdja ravno vino. Arheologi so na podlagi najdb predvidevali, da je šlo za tekočo snov, iz katere se je na dno posode izločila usedlina. Vprašati pa se moramo, ali so ljudje pridelovali morda kis ali celo grozdni sirup (McGovern, 2003).

Analiza oblike in tipa posode je pomembna, saj nam pove, ali se je posoda uporabljala za tekoče, poltrdne ali trdne materiale. Ozke in višje posode so bile primernejše za shranjevanje tekočin, široke in nižje posode pa za bolj viskozne in trdne materiale. Na žalost je alkohol iz starodavnih organskih vzorcev že zdavnaj izhlapel in tako ne more biti temelj za razločevanje med vinom, kisom in grozdnim sokom. Mnogo verjetnejša pa je domneva, da je imela pridelava vina ali sirupa bistveno prednost pred pridelavo kisa (McGovern, 2003).

Vsekakor je bil kis že v starem veku pomemben del kulinarike. Uporabljali so ga kot sredstvo za mariniranje in konzerviranje različnih živil. Vendar je le malo verjetno, da so potrebovali toliko kisa, kot lahko danes sklepamo iz najdenih posod. Nekaj vina je kljub trudu vinarjev gotovo oksidiralo in tega je bilo za gospodinje dovolj (McGovern, 2003).

Za rast in razmnoževanje kvasovk vrste *Saccharomyces cerevisiae* je potreben kisik. Posledica nadaljnje prisotnosti kisika pa je razmnoževanje oacetnokislinskih bakterij iz rodu *Acetobacter*, ki etanol metabolizirajo v očetno kislino. To "bolezen vina" so preprečevali s premazovanjem posod s čebeljim voskom in drevesnimi smolami. Enako pomembno je bilo pri tem neprodušno zapiranje posod. Tesno prilegajoči pokrovi za posode in ostanki premazov na površini posod so dokaz, da je bil namen takratnih ljudi pridelava vina. Zamaške iz nežgane gline so zmočili, da so se razširili in tesno zaprli posodo ter tako preprečevali dostop kisika (McGovern, 2003).

S smolami niso samo premazali posod, ampak so smole vinu tudi načrtno dodajali. Večinoma so uporabljali drevesne smole bora, cedre, mirte, najpogosteje pa terebinte (*Pistacia atlantica*), ki je v času rimskega imperija veljala za kraljico smol. Smole so uporabljali tudi v ljudskem zdravilstvu za celjenje ran. Drevo izloča smolo zato, da se zaščiti, ko ga sekamo ali žagamo. Na ta način onemogoča patogenim mikroorganizmom, da bi ga napadli, pa tudi izguba rastlinskega soka je minimalna (McGovern, 2003).

Ljudje so vlogo smol v zdravilstvu poznali že od nekdaj in so jih uporabljali kot konzervanse. Ker se smole nabirajo istočasno kot grozdje, je lahko do tega prišlo tudi naključno ali pa so prednosti dodajanja smol odkrili še kako drugače. Edina država, ki še ohranja tradicijo pridelave vina z dodajanjem smol, je Grčija. *Retsina* je vino, kateremu dodajo smolo avtohtone vrste pinijske (*Pinus halepensis*) in ciprese (*Tetraclinis articulata*). Slednjo uvozijo iz obale severne Afrike (McGovern, 2003).

S HPLC metodo danes lahko dokažemo prisotnost smol. So nenasičene polifenolne spojine, ki nastanejo s polimerizacijo izoprena. V smoli borovcev prevladujejo triterpenoidi in diterpenoidi s protimkrobnimi lastnostmi. Preprečujejo razmnoževanje oacetnokislinskih in drugih bakterij, smole pa so tudi dodatno pripomogle k izboljšanju vonja in okusa vina (McGovern, 2003).

Današnja *Vitis vinifera vinifera* je rezultat tisočletnih naključnih mutacij in križanj ter načrtovane selekcije človeka. Jedrna DNK vinske trte je sestavljena iz 38 kromosomov, posamezni deli DNK pa so tudi v mitohondrijih in kloroplastih. S primerjavo današnje in starodavne DNK, izolirane iz pečk, lahko ugotovimo, kako se je DNK skozi čas spreminjala. Najboljša metoda, s pomočjo katere bi lahko ločili posamezne kultivarje

vinske trte, je analiza mikrosatelitov v jedrni DNK. To so kratka zaporedja DNK, ki so razpršena med geni in nimajo nobene funkcije. Zato se pogosteje podvajajo in izbrišejo iz genoma. Nespolno (vegetativno) razmnoževanje kultivarjev pa omogoča, da ostanejo mikrosateliti nespremenjeni skozi stoletja. Na podlagi 30 značilnih mikrosatelitov (njihovo število se z nadaljnjim raziskovanjem še večja) so znanstveniki razkrili starševstvo nekaterih zelo znanih sort (McGovern, 2003).

Nekateri znanstveniki trdijo, da je iskanje izvora prve kultivirane vinske trte nesmiselno. Glede na genetsko spremenljivost divje evrazijske trte (*Vitis vinifera sylvestris*) in dejstvo, da je trta po končani ledeni dobi uspevala v širokem območju Evrope in Srednjega vzhoda z zmerno klimo, lahko domnevamo, da so procesi domestifikacije vinske trte potekali neodvisno na več krajih in v različnem času. Za PCR metodo razvijajo nove primerje in učinkovitejše statistične metode. Potrebno je podrobno sekvenciranje genomov iz jedra, kloroplastov in mitohondrijev divjih sort iz Srednjega vzhoda. Mogoče pa se redki gen ali alel, ki ga vsebuje divja različica iz enega območja, ponavlja v vseh udomačenih trtah, ki so danes razširjene po svetu. Potrjevanje ali zavračanje teh hipotez bo verjetno trajalo še kar nekaj časa (McGovern, 2003).

Glede na dosedanje rezultate arheoloških raziskav procesov domestifikacije velja, da se je vzgoja vinske trte in pridelava vina začela v obdobju neolitika na Bližnjem vzhodu. Od tam se je 3500-3000 let pr. n. št. razširila v Egipt in v Mezopotamijo. Nekoliko kasneje (2200 pr. n. št.) so vino po zaslugi Feničanov pridelovali na Kreti. Svojo pot je 1000 let pr. n. št. kultura vinske trte z Etruščani nadaljevala zahodno proti Rimu. Rimljani pa so vinogradništvo in vinarstvo razširili po celi Evropi oz. povsod, kjer so klimatske razmere sajenje vinske trte dopuščale. Bakhova in Liberova božanska pijača je rimski vojski olajšala mnoga bremena trdega vojaškega vsakdana (Callec, 2002). V Grčiji je bil zavetnik vina bog Dioniz, v Rimu pa sta bila zavetnika vina Bakh in Liber (Vidrih Perko in Vomer Gojkovič, 2005).

2.5 RAZVOJ VINOGRADNIŠTVA IN VINARSTVA NA SLOVENSKEM

Za najstarejše pečke vrste *Vitis vinifera* na slovenskem območju veljajo grozdne pečke iz Hočevarice na Ljubljanskem barju. Pripadajo obdobju poznega neolitika 3700-3600 let pr. n. št. (bakrena doba). Z različnimi biometričnimi metodami so ugotavljali ali gre za pečke divje ali že kultivirane vinske trte. V študijo so poleg neolitskih pečk iz Hočevarice vključili tudi pečke iz rimskega obdobja izkopane na Vrhniki (1. stol. n. št.) in pečke današnje kultivirane vinske trte. Vzorce pečk so primerjali glede na različne morfološke karakteristike in ugotovili, da so neolitske pečke pripadale divji vrsti *Vitis vinifera* ssp. *sylvestris*. V primeru pečk z Vrhnike je bilo nemogoče določiti, ali so pripadale divji ali kultivirani različici, čeprav je verjetnejše, da so pripadale slednji (Tolar Korenčan in sod., 2008).

Zgolj morfološka identifikacija podvrst vinske trte (*Vitis vinifera* ssp. *sylvestris/vinifera*) je nezanesljiva. Zato so raziskavo dopolnili z uporabo molekularnih metod za analizo DNK. Opravili so začetne postopke izolacije arheološke DNK in podvojevanja kloroplastne DNK

z metodo PCR, vendar bodo potrebni še dodatni optimizacijski postopki (Tolar Korenčan in sod., 2008).

Čeprav arheološke najdbe dokazujejo že zelo zgodnje stike jadranskega prostora s širšim mediteranskim, se je splošno poznavanje in uživanje vina na severni Jadran in globlje v Evropo razširilo šele z intenzivnejšimi trgovskimi in kulturnimi povezavami z grško-mediteranskim prostorom v starejši železni dobi ali halštat (8. – 5. stol. pr. n. št.). Tedanja ljudstva Evrope so spoznavala in doživljala grško-mediteranski svet skozi upodobitve na uvoženem ali doma izdelanem posodju. Zato ni naključje, da se je prav na stiku teh dveh svetov razmahnila specifična oblika figuralnega izražanja – t. i. situlska umetnost, ki nam na najbolj živ in neposreden način odseva podobo tedanje družbe (Cunja, 1995). Iz železnodobnih likovnih upodobitev na situlah in po prisotnosti pivskega posodja v tedanjih grobovih vemo, da so vino v naših krajih poznali že dolgo pred prihodom Rimljanov (Vidrih Perko in Župančič, 1999). Poraba in uživanje vina sta bila na Slovenskem v tem času vezana še izključno na uvoz. Zanesljivih arheoloških dokazov, ki bi pričali o tako zgodnji vzgoji vinske trte in o domači pridelavi vina, ni (Cunja, 1995).

O običajih staroselskega prebivalstva govorijo številni motivi na situlah, ki upodabljajo obredno pitje vina in konje natovorjene z živalskimi mehovi. Uživanje alkoholnih pijač dokazujejo tudi odkritja številnih primerov pivskega posodja v grobovih iz železne dobe na Dolenjskem in v Posočju (Vidrih Perko in Vomer Gojkovič, 2005). Vino je tedaj predstavljalo pomemben del trgovske izmenjave, vendar je bila njegova poraba gotovo omejena na družbeno elito oz. na krog ljudi z visokim socialnim položajem (Vidrih Perko, 2003a).

V predrimski dobi so v Istro prihajala razna ljudstva, med njimi tudi Feničani, Grki in Italiki, ki so se v iskanju kovin in jantarja odpravili na odprto morje. Ti prišleki so staroselcem Histrom prinesli nova znanja, izpopolnjena orodja, sadike vinske trte, oljk in sadja, semena različnih kultur ter svoje znanje in izkušnje. Histri so bili prav tako znani kot dobri mornarji, zato so novosti iz ozemlja Bližnjega vzhoda v domače kraje mogoče prinesli tudi sami. Ko so Rimljani v 2. stol. pr. n. št. osvojili Istro, je bilo vinogradništvo in oljkarstvo tam že poznano. Poznali so dosežke helenske civilizacije in izpopolnjena proizvodna sredstva starega veka, odkrita na obalah Male Azije in Egipta (Vitolovič, 1971).

Pri razvoju evropskega vinogradništva in vinarstva so pomembno vlogo odigrali tudi Kelti. Kelti so bili veliki porabniki vina, s katerim so jih oskrbovali Grki. Sami pa so razvili veliko poljedelskega orodja, kar je pripomoglo k pospešenemu razvoju antičnega kmetijstva. Prav tako moramo velik delež zaslug za širjenje vinarstva v Evropi pripisati redni državni oskrbi rimske vojske s prehrabnenimi izdelki in z vinom. Rimljani so pospešili trgovanje z vinom, saj je bila pridelava vina ob žitu in olju ena izmed temeljnih gospodarskih dejavnosti (Callec, 2002). K splošnemu tehnološkemu napredku je v dobi zgodnjega rimskega cesarstva pripomogel tudi razvoj železarstva, izdelava kakovostnega orodja, vzgoja novih vrst vinske trte v južni Italiji ter nastanek prvih kmetijskih priročnikov (Marccone, 2004).

Razširitev vinogradništva in vinarstva na današnje slovensko ozemlje je povezana s procesom romanizacije v zadnjih dveh stoletjih pr. n. št. (Cunja, 1995). Leta 181 pr. n. št. je nezadržno širjenje rimskega nadzora nad sosednjimi ozemlji sprožila ustanovitev kolonije Akvileje (današnji Oglej v Italiji). Akvileja je z obsežnim mestnim ozemljem postala center agrarne proizvodnje usmerjene v oljkarstvo in vinarstvo. Bila je glavni emporij in pristanišče ter najpomembnejša severno jadranska strateška točka z velikim številom delavnic za vojaške potrebe. Po velikosti in blišču je za Rimom, Aleksandrijo in Antiohijo veljala za četrti največji center rimskega imperija (Vidrih Perko in Žbona Trkman, 2005). O prvih stikih Rima s starim prebivalstvom na današnjih slovenskih tleh lahko najprej sklepamo iz Strabonovih zapisov o Keltih, ki so v akvilejskem pristanišču pretakali vino iz amfor v sode in jih nato vozili preko alpskih prelazov (Vidrih Perko in Vomer Gojkovič, 2005).

Od 2. stol. pr. n. št. dalje je potekal pospešen razvoj vinogradništva in vinarstva. Vinska trta se je močno razširila in skupaj z oljko in z žitom postala zelo pomembna kulturna rastlina na tleh rimskega imperija. Povečanje obdelanih kmetijskih površin so spremljale tudi izboljšave v načinu obdelave zemlje in gojenju kulturnih rastlin ter izpopolnitve kmetijskega orodja in naprav za predelavo pridelkov. To se je zgodilo po zaslugi hitrega razvoja prometa, širjenja latinskega jezika pa tudi pisanja agrarnih priročnikov, ki so jih napisali Katon (*De Agricultura*), Varon (*De Re Rustica*), Kolumela (*De Re Rustica*), Plinij (*Naturalis Historia*) in drugi (Cunja, 1995). Ključna sta bila tudi napredek keramične industrije, ki je proizvedla milijone amfor za transport, in gradnja tovornih ladij, ki so bile temeljnega pomena za promet in trgovino v antiki (Vidrih Perko, 2000).

Posode za transport in skladiščenje živil nam z različnimi oblikami, odtisnjenimi žigi in naslikanimi ali vpraskanimi napisi nudijo precej podatkov o njihovi provenienci, o času njihove izdelave, o vsebini, pa tudi o obsegu trgovanja z njimi in o trgovskih poteh. Izpraznjenih amfor se zaradi njihove teže in velikih razdalj ni splačalo vračati nazaj, zato so jih bodisi zavrgli ali pa ponovno uporabili (Cunja, 1995).

2.6 NAJDBE AMFOR IN DOLIJEV NA SLOVENSКИH TLEH

Pridelava vina v antiki je dokazana z arheološkimi najdbami mlinov, stiskalnic, ter ostankov vinskega posodja in orodja za gojenje vinske trte (Matijašič, 1998). V času rimskih vojaških posegov konec 3. in skozi 2. stoletje pr. n. št. so na vzhodnem Jadranu uporabljali grško-italske amfore, ki so najstarejše najdene posode iz rimskega obdobja v Jadranskem prostoru. Ta tip amfor je služil za trgovanje z vinom iz južne Italije in se je razširil v ozkem obalnem pasu srednjega in zahodnega Mediterana. Grško-italske amfore so bile odkrite vzdolž južne in zahodne istrske obale. Na slovenskem ozemlju so znana tri najdišča: Sermin ob ustju Rižane, Fornače in Punta v Piranu (Kirigin, 1994).

V 1. stol. pr. n. št. so pozne grško-italske amfore na jadranskem prostoru zamenjali s prvo pravo obliko jadranske vinske amfore imenovano Lamboglia 2, kar nam potrjuje razvoj jadranskih agrarnih proizvodnih centrov. S hitrim širjenjem romanizacije se je povečala tudi kmetijska proizvodnja in s tem količina pridelanega vina. Medtem ko so bile najdbe

grško-italskih amfor omejene na manjše število istrskih krajev, je bil poznejši tip vinskih amfor Lamboglia 2 razširjen na širšem območju. Amfore tega tipa so bile najdene na Razdrtem, na Vrhniki in v Ljubljani. Najdbe več antičnih vinskih amfor v krajih vzdolž jantarjeve poti (npr. Devin, Emona, Celeia, Poetovio proti Bratislavi) nam kažejo živahne trgovske stike in napredujoč proces romanizacije v 1. stol. pr. n. št. (Vidrih Perko, 2003a).

V antičnih mestih (Emona, Celeia, Poetovio) so najdbe vinskih amfor pogoste. Material, ki so ga našli v zgodnjericinskih plasteh Emone iz 1. stol. n. št., je večinoma italsko in istrsko posodje za vino. Iz gradiva je razvidno, da so starejšo, težko in okorno posodo tipa Lamboglia 2 razvili v sodobnejši tip Dressel 6A, ki so ga izdelovali v številnih lončarskih delavnicah v severni Italiji in Istri. Novejša posoda je bila lažja in bolj prilagojena povečanim potrebam tržišča po italskem in istrskem vinu. Med uvoženimi egejskimi (grškimi) posodami za vino so zelo pogoste rodoške amfore, ne manjkajo pa niti amfore iz grških otokov Knidosa, Kosa in Krete. Od tod so uvažali zelo kakovostna vina z zaščiteno obliko amfore in s poreklom, katerega je dokazoval žig na ročaju posode. Podobno stanje nam kažejo tudi amfore najdene v Poetoviu in Celeii. Prisotnost vinskih egejskih amfor na tem območju pa priča o konstantnem uvozu dragocenih vin v rimska mesta in je do določene meje lahko tudi dokaz za prisotnost priseljencev iz vzhodnega Mediterana. Občasno so na ozemlju današnje Slovenije prisotni tudi nekateri primerki galskega posodja, saj je Galija (današnja Francija) že v 1. stol. postala ekonomsko najmočnejša in agrarno zelo razvita provinca rimskega imperija (Vidrih Perko, 2003a).

V drugi polovici 2. stol. n. št. se je uvoz vin iz Egeje (Grčije) nadaljeval. Iz tega časa so odkrite tudi amfore za vino z ravnim dnom jadranskega in galskega porekla. Amfore z ravnim dnom so se prilegale rečnim ladjicam in dokazujejo kako pomemben je bil v tem času rečni transport. Gotovo pa amfore niso bile edino transportno posodje tega časa. Poleg lesenih sodov in mehov so ta čas že na veliko uporabljali tudi stekleno posodje (Vidrih Perko, 2003a).

Za Vipavsko dolino je bila v rimskem času odločilna bližina Akvileje, saj je Vipavska dolina predstavljala njeno naravno gospodarsko zaledje; reka Vipava je omogočala hitro in poceni oskrbo s surovinami. Tako kot danes, je bila Vipavska dolina tudi v rimskem času primeren prostor za gojenje vinske trte, sadja, številnih vrst zelenjave in žitaric. Še vse do polpretekle dobe pa so tu gojili tudi oljke in pridelovali olje (Vidrih Perko in Žbona Trkman, 2005).

Bogata nahajališča gline in bližnje zaloge lesa so omogočile razcvet opekarske obrti v Biljah. Ostanki lončarskih izdelkov, opekarske peči in tudi dolija (sliki 14 in 15) opredeljujejo najdišče kot lončarsko-opekarski obrat, ki je datiran v 1. stol. n. št. (Vidrih Perko in Žbona Trkman, 2005).

Tudi vas Neblo v Goriških Brdih je imela odlične možnosti za nastanek lončarsko-opekarskega obrata: bogata ležišča gline, obsežni gozdovi in bližina vode. Tedanji prebivalci Goriških Brd so po vsej verjetnosti zalagali akvilejsko tržišče z vinom, sadjem, oljem in drugimi kmetijskimi proizvodi. Zaradi sodobnega intenzivnega vinogradništva so bile arheološke plasti precej uničene. Izkopavanja pa so kljub temu z gotovostjo potrdila obstoj lončarskega obrata na podlagi odlomkov, ki imajo razen par izjem enake

makroskopske značilnosti. Naslednji trden dokaz pa so ostanki ekspandiranega keramičnega posodja, ki se je zaradi previsoke temperature med žganjem sesedlo in izgubilo prvotno obliko. Med izkopanim drobnim gradivom so prevladovali najdbe opek in odlomki različnih vrst keramičnega posodja (slika 16). Posebno pozornost so zbudili odlomki ostenja velikega dolija in precejšnje število ustij majhnih amfor za transport olja. Obstoj opekarskega obrata je datiran v 1. - 4. stol. n. št. (Vidrih Perko in Žbona Trkman, 2005). To pomeni, da je bila uporaba dolijev v Vipavski dolini in Goriških Brdih pogosta in povezana s pridelavo vina.



Slika 14 (levo): Odlomki in rekonstrukcija dolija iz Bilj (hrani Goriški muzej, Kromberk)

Slika 15 (desno): Odlomek manjše amfore najden v Biljah (hrani Goriški muzej, Kromberk)



Slika 16: Odlomki amfor izkopani v Neblem v Goriških Brdih (hrani Goriški muzej, Kromberk)

Medtem ko so bile amfore in doliji primernejši za morski oz. ladijski transport, se je na kopnem razširil promet vina v mehovich in sodih, kar nam dokazujejo tudi upodobitve na situlah – t.j. na bronastem pivskem posodju. V rimskodobnih vodnjakih je bilo odkritih mnogo lesenih sodov (npr. v Ptujju, Suhadolah pri Kamniku itd.), kar je sicer posreden

dokaz, da so sode poznali in jih tudi uporabljali za transport (Vidrih Perko in Vomer Gojkovič, 2005).

Našli so tudi železna orodja za obdelavo lesa, npr. iz 4. stol. n. št. na Grdavovem hribu nad Radomljami pri Kamniku. Med tesarskim orodjem, ki so ga verjetno uporabljali uspešnejši obrtniki, so našli tudi majhno rezilo – utorovnik. Z njim so oblikovali utore za dna sodov (Vidrih Perko, 2003a).

Na podobna orodja so naleteli tudi na drugih najdiščih na slovenskem območju. Na Ptujju so našli ostanke stavb, za katere predvidevajo, da so bili deli vinske kleti. Številni ostanki lesenih dog povezanih s srobotom podpirajo predpostavko o lokalni proizvodnji vina. Izdelava sodov sama po sebi ni ekskluziven dokaz o obstoju vinogradništva in pridelavi vina. Podpira pa jo tudi odlok cesarja Proba, ki je dovolil vzgojo vinske trte tudi na podeželju. Sodi so bili brez dvoma prilagojeni transportu na vozovih, manjši in bolj ploski pa tudi transportu s konji (Vidrih Perko, 2003a). Očitno so sodi in druge lesene posode v notranjosti današnjega slovenskega prostora nadomestili keramične dolije in amfore, katere so uporabljali v Sredozemlju.

Domača proizvodnja vina je zadoščala predvsem za lokalne potrebe. Boljša vina (npr. egejska) pa so še naprej prihajala v amforah, vendar so bila namenjena bogatejšim kupcem (Vidrih Perko in Župančič, 1999). Večina manj premožne populacije se je morala zadovoljiti z bolj kislimi in cenovno ugodnejšimi lokalnimi vini, ki so jih tedaj nedvomno že pridelovali (Vidrih Perko, 2003a).

Evropsko vinogradništvo je močno nazadovalo po propadu zahodnega rimskega imperija leta 476, do katerega je prišlo zaradi notranje krize in vdorov germanskih barbarov s severa. S prodorom arabskih, muslimanskih ljudstev z vzhoda v 7. stol. se je razširila muslimanska kultura, ki je iztrebila obsežne nasade vinske trte v severni Afriki in v Španiji. Muslimani so zatirali gojenje vinske trte in trgovanje z vinom. Kljub temu se je gojenje vinske trte ohranilo na tleh bizantinskega cesarstva, na bogatih predelih Bližnjega vzhoda, Sirije in Egejskih otokov, v južni Italiji in v obalnih predelih Jadrana (Callec, 2002).

Posledice pogostih vojn so bile izčrpanost gospodarstva, lakota in revščina prebivalstva ter zmanjšanje zanimanja za trgovanje z vinom. Vinogradništvo in vinarstvo je delno rešila katoliška cerkev, ki je vino uporabljala v sakralne namene. Duhovniki in menihi so Evropo ponovno posadili z vinsko trto. Njihov namen seveda ni bila pridelava kakovostnih vin temveč masovna pridelava vina. Od cerkvenih obredov pa se je vino kmalu spet razširilo in postalo že v času renesanse del vsakdanje prehrane (Callec, 2002).

2.7 STARODAVNE METODE PRIDELAVE VINA

2.7.1 Starodavne metode pridelave vina v antiki

Pridelana vina so bila v preteklosti zelo preprosta. Po spontani fermentaciji so vina shranjevali v večje ali manjše keramične posode in jih nato hitro porabili (Callec, 2002). Večina vin je bila verjetno podobna današnjim suhim in plosuhim vinom, ki so se do pomladi pokvarila zaradi očetnega cika. Zaščita pred oksidacijo ni bila dobra in pomembna vloga žveplovega dioksida pri tem še neznana (Jackson, 2008). Vina namenjena trgovanju oz. transportu pa so morala biti nekako zaščitena pred kvarom, zato so uporabljali različne dodatke: zelišča, začimbe, med, drevesne smole, cvetje, korenine, listje, lubje, sadne sokove in celo parfume. Tako so vino zaščitili pred kvarom, mu dali specifičen okus ali pa prekrili neprijetne priokuse. S segrevanjem so vina koncentrirali in z dimljenjem dosegli, da so se hitreje starala (Callec, 2002).

Priprave v kleti so se začele konec avgusta. Velike in male dolije so očistili in premazali s smolo 40 dni pred trgatvijo. Premazovanje s smolo je bilo potrebno, ker so s tem preprečili uhajanje vina skozi porozno keramično posodo. Zaradi višjih temperatur so dolije v južnejših predelih zakopali cele v zemljo, v severnejših predelih pa so njihova ustja pustili malo nad zemljo. Očistili so tudi posamezne dele lesene preše in drugo opremo (koše, vozove, nože), ki so jih pospravili dovolj visoko nad zemljo, da ne bi vpijali vlage. Med temi pripravami je grozdje dozorelo (Caro, 1994).

Trgatev se je začela prve dni oktobra (slika 17). Grozdje so nabirali v koše; z manjšimi koši so polnili večje. Zbirali so ga v lesenih posodah (*linterjih*), ki so jih z vozovi prevažali do kmetij, ali pa so grozdje prepeljali v številne vile rustike in zidanice ter se tako izognili dolgi in nevarni poti do domačij (Caro, 1994). Grozdje so z nogami pretlačili v širokih lesenih kadeh (Johnson, 1998).



Slika 17: Maketa v gruzinskem muzeju, ki ponazarja pridelavo vina pred več tisočletji

Pozneje so Rimljani stiskalnice tako izpopolnili, da so ostale skoraj nespremenjene do sodobnega časa. Tropine v košarah so med stiskanjem povezali z vrvjo, da se niso premikale, za pritiskanje pa so jim služili veliki trami (Johnson, 1998). Kontinuiteto rimskih oblik stiskalnic in tehnologije pridelave olja in vina potrjujejo najdbe ostankov stiskalnic v Kopru in Piranu, ter na številnih krajih v Istri, še posebej na Brionih (Cunja, 1995).

Mošt je iz preše stekel v dolij, iz katerega so zajemali mošt in tako napolnili še druge dolije. Fermentacija je potekala v odprtih dolijih. Nato so jih zaprli na različne načine: z deskami, pluto, kamnitimi ploščami, mokro glino, peskom itd. Na mestu zapiranja so dolije še skrbneje premazali s smolami iglavcev, kar je natančno opisal Plinij (Caro, 1994).

Boljša vina so pustili v dolijih, kjer so jih starali tudi do 5 let. Doliji za zorenje vina niso bili nujno vkopani v zemljo. Pogosto je proces staranja vina potekal v dolijih, ki so bili postavljeni v toplejše prostore, npr. v kuhinjo ali v prostor, kjer so z dimom sušili les. S tem so proces staranja vina skrajšali, vendar je bil ta način manj cenjen kot klasičen. Starana vina so bila zelo redka (Caro, 1994).

Kolumela je napisal, da bi marsikatero vino lahko pridelali naravno, brez dodatkov. Vendar so bila namizna vina in vina mladih trt premalo močna, zato so jih z različnimi dodatki naredili močnejše in jim podaljšali življenjsko dobo. To takratnim poznavalcem vina ni bilo preveč všeč, ker je spremenilo okus vina (Caro, 1994).

Del mošta so prevrevali v bronastih posodah in s tem pridobivali *defrutum*. *Defrutum* je bil splošni izraz za pijačo po toplotni obdelavi mošta, s katero so zmanjšali količino mošta in povečali njegovo sladkost. *Defrutum* so prevrevali skupaj z različnimi drugimi naštetimi dodatki in ga dodajali bolj praznim in manj kakovostnim vinom (Caro, 1994). Ta postopek je bil pogosto uporabljen za slabe letnike; z mešanjem z dobrimi letniki so tako izenačili kakovost (Johnson, 1998). *Defrutum* so uporabljali tudi kot sladilo in sirup za konzervirano sadje (Caro, 1994).

Mulsum je bilo filtrirano vino, ki so mu dodali med, in je bilo namenjeno predvsem ženskam. Tem je bilo pitje naravnih, nefiltriranih vin prepovedano. Ta prepoved nam odkriva najgloblji pomen Liberovega kulta. Liber je bil božanska sila vseh rastlinskih in telesnih sokov (tudi semenske tekočine), bog plodnosti in vina. Žensko, ki je pila naravna vina, so lahko obdolžili nečistovanja z Liberom, kar so po rimskem pravu lahko kaznovali s smrtjo. Pridelava sladkih in filtriranih vin je bila zaradi tega velika. Glede na število najdenih epigrafskih spomenikov lahko sklepamo, da je bil kult boga Libera močno razširjen tudi v Poetoviu, ter da sta gojenje vinske trte in vinarstvo v rimskem času tu predstavljala pomembno gospodarsko panogo. (Vidrih Perko in Vomer Gojkovič, 2005)

Tehnologije pridelave vina so se tudi v preteklosti razlikovale. Na Slovenskem se je vino običajno pridelovalo brez dodatka vode. Mošt so eno ali dve noči pustili na tropinah in ga nato pretočili. Drugi način je bil zelo razširjen za občutljiva muškata vina. Pobrano grozdje muškata so polagali na deske pokrite s slamo, kjer so ga pustili kak dan. Nato so grozdje stisnili, mošt in tropine dali v starejše belo vino ter pustili, da je skupaj vrelo nekaj dni. Na ta način je vino pridobilo vonj muškata (Vitolovič, 1971).

Nekateri so na tropine nalili vodo in s tem dobili "*malo vino*", ki so ga imenovali "*vicina*" ali "*zonta*" (dodatek ali podaljšek). V Izoli, kjer so po prvem vinu pridelali še drugo vino z dodatkom vode, so kasnejši nastanek močnega kisa pripisovali tamkajšnji vodi. V Završju, v Oprtju in v drugih primorskih in dalmatinskih mestih pa niso pridelovali "*malega vina*". Mošt so skupaj s tropinami pustili vreti več kot sedem ali osem dni. To so bila običajno zelo dobra vina, vendar se med letom niso obdržala, ker je prišlo do očetnega cika. Za domače potrebe so temu vinu pred uživanjem dodali vodo in ga imenovali "*scavezzini*" ali "*scavazzi*". V Kopru so proizvajali dobre muškate iz čistega mošta in jih izvažali, saj je bilo po njih veliko povpraševanje. To so bila zelo priljubljena vina, ki so se kosala z vini iz Grčije (Vitolovič, 1971).

Domnevati smemo, da bi nekaj antičnih vin ustrezalo našim sodobnim okusom, vendar je bila večina verjetno takih, za katere tega ne bi mogli trditi. Količina grozdja na trti je bila velika, kar je dalo kisel grozdni sok z majhno vsebnostjo sladkorja. Doliji in amfore za pridelavo vina so bili premazani s smolo, ki je prekrila nežne vinske vonje. Smole so vinom dodajali zato, da so prekrili napake vina in ga zaščitili pred kvarom. Manjvrednim vinom so pogosto dodajali toplotno obdelan mošt, med, zelišča, mirto itd. Vina slabše kakovosti so bila pogosto pridelana iz zmesi vode in v njej namočenih tropin. Poleg tega so vina pred uživanjem pogosto mešali z morskovo vodo ali celo s kisom (Jackson, 2008).

2.7.2 Tradicionalna gruzinska metoda pridelave belih vin (Chichua, 2008)

Ta tehnologija je stara okrog 8000 let in jo danes večinoma uporabljajo le še menihi v gruzinskih samostanih in nekateri kmetje, ki se vračajo k tradiciji. Metoda, s katero je bilo pridelano vino izbrano za analizo, je podobna, a prilagojena sodobni tehnologiji.

V notranjosti gruzinske vinske kleti (*marani*) je dolga kad v obliki čolna, ki se uporablja kot preša (slika 18). Izdolbena je iz celega drevesnega debla, ponavadi lipovega zaradi specifičnih elektrostatskih lastnosti. Dno preše je prekrito z rogoznic, ki je spletena iz drenovih vezik (bek, vejic). Med stiskanjem grozdja mošt zapusti prešo skozi perforirano dno in pot po lesenih brazdah nadaljuje do dolijev (kvevrijev), ki so vkopani v zemljo (Chiaureli, 1989).



Slika 18: "Preša" v gruzinskem samostanu

Drozgo na mreži dvignejo iz preše in jo pustijo stati v kleti 24 ur, da oksidira. Tako z oksidacijo nastanejo značilne arome po suhem sadju. Nato preverijo, če drozga ni plesniva ali kisla, jo združijo z moštom ter počakajo, da se začne alkoholna fermentacija.

Po fermentaciji se grozdje z vrha posede in istočasno bistri vino. Dolije takrat zaprejo na različne načine: z deskami, s tankimi kamnitimi ploščami, s plastično folijo in s plastjo zemlje, peska ali mokre glin (sliki 19 in 20).



Slika 19 (levo): Dolij zaprt s peskom

Slika 20 (desno): Dolij zaprt z mokro glino

Čez štiri do šest mesecev dolije odprejo, da vino pretočijo. Bistro vino ločijo od drozge, to pa stisnejo posebej za drugo, manj kakovostno vino. Tako pridelano vino lahko ustekleničijo ali pa pretočijo v drug dolij, kjer lahko zori tudi do 25 let (seveda ob redni senzorični analizi, pretakanju in žveplanju).

2.7.3 Tradicionalna gruzinska metoda pridelave rdečih vin (Chichua, 2008)

Metoda za pridelavo rdečih vin v dolijih se bistveno ne razlikuje od današnje klasične pridelave. Pecljanju in drozganju sledi spontana fermentacija drozge, ki traja približno 14 dni. Temu sledi prešanje. Koncentracija sladkorja v tem mladem vinu je še vedno okrog 2 %. Mlado vino pretočijo v drug dolij in ga pustijo tam en mesec (tako pridelano vino je glede na vsebnost sladkorja suho vino). Zaradi usedline na dnu dolija (vinski kamen, fenolne spojine,..) vino nato ponovno pretočijo.

3 MATERIAL IN METODE

3.1 MATERIAL

3.1.1 Grozdje

Vino je bela zvrst (letnik 2005) pridelana iz grozdja iz vinorodnega okoliša Goriška Brda (vinar Jean Michel Morel Kabaj). Sortno sestavo belega vina podaja preglednica 1.

Preglednica 1: Razmerje sort v belem vinu pridelanem v dolijih (letnik 2005)

Sorta	Vsebnost
Rebula	60 %
Zeleni Sauvignon	20 %
Chardonnay	10 %
Sauvignon	5 %
Malvazija	5 %

3.1.2 Metoda pridelave belega vina (letnik 2005) v dolijih

Prebrano (brez gnilih jagod) in specljano grozdje smo hitro prenesli v dolije, da se grozdje ni segrelo. Pri tem smo pazili, da so bile jagode čim manj poškodovane. Jagodne kožice globlje ležečega grozdja se zaradi teže grozdja nad njim pretrgajo – iz njih izteče grozdni sok. Zaradi naravno prisotnih kvasovk začne grozdni sok spontano fermentirati. Podobno kot pri maceraciji rdeče drozge se takrat pojavi klobuk.

Fermentacija belih vin navadno poteka pri nižjih temperaturah, od 15 do 17 °C, kar povečuje sadnost belih vin (posledica sinteze estrov). Alkoholna fermentacija rdečih vin pa običajno poteka pri višjih temperaturah, od 24 do 27 °C. Med maceracijo sta poglavitna dejavnika, ki vplivata na ekstrakcijo fenolov iz kožic in pečk (tako barvnih snovi kot taninov), temperatura in vsebnost alkohola. Neželene posledice višjih temperatur, npr. večja vsebnost očetne kisline in acetaldehida ter manjša vsebnost estrov, so v rdečih vinih manj zaznavne (Bavčar, 2006). V primeru pridelave belega vina v dolijih poteka alkoholna fermentacija pri temperaturi okrog 25 °C, saj doliji niso opremljeni s hladilnim sistemom. Namen dolijev ni pridelava sortnih, svežih belih vin, zato izguba aromatičnih snovi in manjša tvorba sadnih estrov pridelovalcev ne skrbi. Toplota iz dolija izhaja z ogljikovim dioksidom in skozi posodo.

V času alkoholne fermentacije smo trikrat dnevno opravili *batonage* (potapljanje klobuka in mešanje drozge). Temperaturna razlika med klobukom ter zgornjim in spodnjim delom dolija je lahko 10 do 15 °C. Potapljanje klobuka je pomembno tudi zaradi preprečevanja izpostavljenosti klobuka zračnemu kisiku (oksidacija in rast očetnokislinskih in drugih bakterij), hkrati pa je delno vnašanje kisika po celotnem volumnu drozge potrebno za

razmnoževanje kvasovk. Po končani alkoholni fermentaciji se klobuk posede na dno posode in hkrati bistri vino. Takrat vinarji dolije zaprejo za štiri do osem mesecev. V našem primeru smo dolije zaprli za osem mesecev.

Postfermentativna maceracija vpliva na ekstrakcijo taninov iz trdnih delov grozdja, na polnost in na kompleksnost okusa. S podaljševanjem maceracije se večja vsebnost ekstrakta in stopnja polimerizacije fenolov, iz katerih nastanejo tanini z večjo molekulsko maso. To se odraža v mehkejšem in bolj zaokroženem okusu ter v velikem potencialu vina za staranje (Zoecklin, 1995).

Po osmih mesecih smo dolije odprli (slika 21). Sledilo je centrifugalno odcejevanje vina oz. prešanje drozge. Vino smo tako ločili od delov precej razpadlih jagod (pečke, kožice in drugi trdni deli grozdja; slika 22). Po prešanju drozge je bilo vino podobno moštu (slika 23). Vino lahko pretočimo v drug dolij, v našem poskusu pa je belo vino zorenje nadaljevalo v velikih hrastovih sodih (3000 L). Namen tega postopka ni bil pridobitev novih, lesnih not, ampak polimerizacija, mehčanje oz. zorenje taninov ter s tem zaokroženje okusa, ki je posledica mikrooksidacije. V sodih smo vino pustili zoreti, dokler se s senzorično analizo nismo prepričali, da so tanini zreli (v našem primeru eno leto). Sledilo je stekleničenje.



Slika 21: Po osmih mesecih je vino na vrhu dolija bistro



Slika 22: Ko dolije odpremo, so grozdne jagode že precej razpadle



Slika 23: Po prešanju je bilo vino iz dolija podobno moštu

3.2 METODE

3.2.1 Kemijske analize

S kemijskimi analizami smo določili nekatere fizikalno-kemijske parametre za vino iz dolijev. Analize vzorcev smo opravili v treh ponovitvah in rezultat predstavili kot aritmetično sredino.

Analize smo večinoma opravili na Katedri za tehnologije, prehrano in vino na Oddelku za živilstvo Biotehniške fakultete v Ljubljani. Analizo vsebnosti pepela, kalcija, magnezija, železa, bakra, cinka in svinca ter posameznih organskih kislin smo opravili na Kmetijskem inštitutu Slovenije v Ljubljani. Analizo vsebnosti natrija in kalija pa v laboratoriju Katedre za analizo kemijo na Oddelku za kemijo in biokemijo Fakultete za kemijo in kemijsko tehnologijo v Ljubljani.

3.2.1.1 Določanje relativne gostote, (skupnega) ekstrakta in etanola

Relativna gostota je razmerje med gostoto vina pri 20 °C in gostoto vode pri enaki temperaturi.

Skupni ekstrakt vina sestavljajo po definiciji OIV pri 100 °C nehlapne komponente vina (sladkorji, fiksne kisline, organske soli idr.).

Ekstrakt brez sladkorja je po definiciji razlika med (skupnim) ekstraktom in reducirajočimi sladkorji.

Relativno gostoto vina in vsebnost etanola smo v vzorcu izmerili s hidrostatsko tehtnico Mettler Toledo DE45. Relativno gostoto skupnega ekstrakta (d_{SE}) pa smo izračunali s pomočjo Tabariéjevega obrazca:

$$d_{SE} = d_V - d_A + 1,0000 \quad \dots(1)$$

kjer pomeni d_V relativno gostoto vzorca vina in d_A relativno gostoto alkoholnega destilata. Na podlagi znane relativne gostote skupnega ekstrakta d_{SE} smo iz tabele odčitali masno koncentracijo skupnega ekstrakta v vinu (g skupnega ekstrakta/L vina) (Košmerl in Kač, 2004).

3.2.1.2 Določanje metanola

Vsebnost metanola (pa tudi višjih alkoholov in estrov 3.2.1.16) smo določili s plinsko kromatografijo na aparatu Agilent Technologies 7890 A. Ta metoda omogoča zanesljivo identifikacijo in kvantitativno določitev nekaterih hlapnih komponent na koloni HP FFAP (50 m × 0,2 mm × 0,3 mm). Izbrani pogoji za optimalno ločbo hlapnih spojin so: mobilna faza – nosilni plin He s pretokom 1 mL/min; aktivni so tudi plini N₂ s pretokom 45 mL/min, H₂ s pretokom 40 mL/min in zrak s pretokom 450 mL/min; FID detektor s temperaturo 300 °C; temperatura injektorja 200 °C; začetna temperatura kolone 40 °C (6 min); končna temperatura kolone 220 °C (5 min) in temperaturni gradient 25 °C/min; tlak na injektorju 2,18 bar in volumen injiciranja 1,0 µl (Priatelj, 2002).

3.2.1.3 Določanje reducirajočih sladkorjev

Reducirajoče sladkorje smo določili s titracijsko metodo po Rebeleinu. Fehlingov reagent kvantitativno oksidira prisotne reducirajoče sladkorje do karboksilnih kislin. Divalentni bakrovi ioni iz Fehlingove raztopine pa se reducirajo do enovalentnega bakrovega oksida. Iz raztopine se izloči oborina netopnega bakrovega(I) oksida (Cu₂O). Preostali Cu²⁺ ioni se v raztopini kalijevega jodida v kislem (dodatek žveplove(VI) kisline) reducirajo, nastali jod (I₂) pa titrimetrično določimo z raztopino natrijevega tiosulfata (Na₂S₂O₃) v prisotnosti škrobovice kot indikatorja. Koncentracijo reducirajočih sladkorjev v g/L odčitamo direktno z birete ob upoštevanju slepega vzorca (Košmerl in Kač, 2004).

3.2.1.4 Določanje pH vrednosti

pH vrednost vina merimo potenciometrično s pH metrom. Merimo razliko v potencialu med dvema elektrodama, ki sta potopljeni direktno v vzorec vina. Ena elektroda (referenčna) ima stalen potencial, druga (steklena) elektroda pa ima potencial, ki je funkcija aktivnosti H₃O⁺ ionov v raztopini. Večina pH metrov ima kar kombinirano referenčno elektrodo (Košmerl in Kač, 2004). Tudi pH meter DL50 Graphix znamke Mettler Toledo, s katerim smo izmerili pH vrednost vina iz dolija.

3.2.1.5 Določanje pufne kapacitete

Pufna kapaciteta vina je definirana kot število molov H₃O⁺ ali OH⁻ ionov, ki jih moramo dodati 1 L vzorca, da se njegova pH vrednost spremeni za eno enoto. Opišemo jo kot

sposobnost vina, da se njegova pH vrednost ob dodatku znatnih količin kislin ali baz bistveno ne spremeni. Določamo jo potenciometrično, z merjenjem pH ob vsakokratnem dodatku titranta (kisline ali baze). Številčna vrednost pufrne kapacitete je obratno sorazmerna naklonu titracijske krivulje v območju pH vina. Za izračun dejanske pufrne kapacitete narišemo krivulji pufrne kapacitete za dodajanje kisline in za dodajanje baze. Zaradi majhnih vrednosti jo izražamo v mmol/L/pH (Košmerl in Kač, 2004). Po vsakokratnem dodatku kisline ali baze smo pH vrednost vzorca izmerili z aparatom Mettler Toledo DL50 Graphix.

3.2.1.6 Določanje skupnih (titrabilnih) kislin

Skupne kisline smo določili s titracijo (nevtralizacijo) z 0,1 M raztopino NaOH, z avtomatskim titratorjem Mettler Toledo DL50 Graphix. OIV (Mednarodni urad za trto in vino) definira skupno kislost vina kot vsoto vseh šibkih kislin, določenih s titracijo z močno bazo do pH 7,00, medtem ko AOAC (Association of Official Analytical Chemists) definira kot končno točko titracije pH 8,20. Rezultata sta podana v g skupnih titrabilnih kislin/L vina, izraženih kot vinska kislina (Košmerl in Kač, 2004).

3.2.1.7 Določanje posameznih organskih kislin

Koncentracije vinske, jabolčne, citronske in mlečne kisline smo določili z visokotlačno tekočinsko kromatografijo (HPLC) na aparatu Agilent Technologies HP 1100 Series. Princip metode je ločba organskih kislin s pomočjo tekočinskega kromatografa visoke ločljivosti na ionsko-izmenjevalni koloni in detekcija posameznih kislin z UV/VIS absorpcijsko spektrometrijo (Tusseau in Benoit, 1987).

3.2.1.8 Določanje hlapnih kislin

Vsebnost hlapnih kislin v vinu smo določili z destilacijsko metodo. Destilaciji vzorca vina z vodno paro je sledila titracija s standardizirano 0,1 M vodno raztopino natrijevega hidroksida. Rezultat je izražen kot očetna kislina v g/L (Košmerl in Kač, 2004).

3.2.1.9 Določanje acetaldehida

Določili smo ga s spektrofotometrično metodo po Rebeleinu. Količino na SO₂ vezanega acetaldehida smo določili tako, da smo vino najprej razbarvali z aktivnim ogljem. V filtrat smo dodali piperidin in natrijev nitroprusid, pri čemer je nastal obarvan reakcijski produkt. Absorbanco obarvanega reakcijskega produkta smo izmerili pri valovni dolžini 570 nm in masno koncentracijo acetaldehida v mg/L določili iz enačbe umeritvene krivulje. Za določanje skupnega acetaldehida moramo predhodno vezati še prosti acetaldehid, saj opisana reakcija poteče le z vezanim acetaldehidom. Vežemo ga z dodatkom prebitne količine SO₂ oziroma K₂S₂O₅ (kalijevega metabisulfita) (Košmerl in Kač, 2004).

3.2.1.10 Določanje skupnih fenolnih spojin

Vsebnost skupnih fenolnih spojin smo določili s spektrofotometrično metodo po Singletonu in Rosiju. V vzorec vina smo dodali Folin-Ciocalteujev reagent, ki v alkalni raztopini (dodatek natrijevega karbonata) oksidira fenolne snovi. Reagent Folin-Ciocalteu je vodna raztopina natrijevega volframata(VI), natrijevega molibdata(VI) in litijevega sulfata(VI); slednji prepreči obarjanje Folin-Ciocalteujevega reagenta. Redukcija volframata(VI) in molibdata(VI) poteče le v prisotnosti fenolatnega aniona. Raztopina, ki vsebuje reducirani volframat(VI) in/ali molibdat(VI) je modro obarvana, medtem ko je raztopina nereducirane oblike rumene barve. Absorbanco reakcijske mešanice izmerimo pri valovni dolžini 765 nm. Masno koncentracijo skupnih fenolnih snovi odčitamo iz umeritvene krivulje in rezultat izrazimo kot mg galne kisline/L. Galno kislino uporabimo kot standardno referenčno spojino za določanje skupnih fenolnih snovi (Košmerl in Kač, 2004).

3.2.1.11 Določanje flavonoidov in neflavonoidov

Vsebnost flavonoidov smo določili iz razlike med vsebnostjo skupnih fenolnih spojin (3.2.1.10) in vsebnostjo neflavonoidov. S formaldehidom smo oborili flavonoide in po metodi 3.2.1.10 določili vsebnost neflavonoidnih fenolov v filtratu. Razlika je vsebnost flavonoidov (Ough in Amerine, 1988).

3.2.1.12 Določanje taninov in netaninov

Vsebnost taninov in netaninov smo določili spektrofotometrično. Princip metode temelji na reakciji metilceluloze in diamonijevega sulfata s tanini vzorca, pri čemer se tanini oborijo. V filtratu pa po metodi 3.2.1.10 določimo koncentracijo netaninskih fenolov, ki jo odčitamo iz umeritvene krivulje za skupne fenole in jo izrazimo v mg galne kisline/L. Koncentracijo taninskih fenolov izračunamo iz razlike med vsebnostjo skupnih fenolnih snovi in netaninskih fenolov (Boulton in sod., 1996).

3.2.1.13 Določanje žveplovega dioksida

Žveplov dioksid v vzorcu smo določili z Ripperjevo jodometrično titracijsko metodo, ki temelji na oksidacijsko-redukcijski reakciji z raztopino joda (I_2).

Za določitev prostega SO_2 vzorec vina najprej nakisamo z dodatkom žveplove(VI) kisline; s tem zmanjšamo oksidativni vpliv vina pri titraciji z raztopino joda. Dodamo indikator (škrobovico) in titriramo s standardno raztopino joda. Jod oksidira žveplovo(IV) kislino v žveplovo(VI) kislino in v končni točki titracije prebitna količina joda obarva raztopino modro.

Za določitev skupnega SO_2 pa vzorcu vina najprej dodamo 1 M raztopino NaOH, da dosežemo hidrolizo vezanega SO_2 (tj. acetaldehid-hidroksisulfonata in drugih bisulfitnih

kompleksov). Nato sledi dodatek ostalih reagentov in jodometrična titracija, kot pri določanju prostega SO_2 . Koncentracijo vezanega SO_2 izračunamo iz razlike koncentracij skupnega in prostega SO_2 v vzorcu vina. Rezultati so podani v mg/L (Košmerl in Kač, 2004).

3.2.1.14 Določanje oksidacijsko-redukcijskega potenciala

S kombinirano elektrodo (prirejena platinska elektroda) izmerimo oksidacijsko-redukcijski potencial; odčitamo rH vrednost ($\text{rH} = -\log p_{\text{H}_2}$) (Kokholm, 2008). Oksidacijsko-redukcijski potencial smo izmerili na aparatu Mettler Toledo Pt865-50-SC-S7.

3.2.1.15 Določanje pepela in posameznih kationov

Pepel predstavlja anorganski ostanek vzorca po sušenju in sežigu pri 525 ± 25 °C v žarilni peči. Izražamo ga v g/L (Ough in Amerine, 1988).

Vsebnost posameznih kationov smo določili z atomskimi spektroskopskimi metodami. Atomske spektroskopske metode se uporabljajo za kvalitativno in kvantitativno določitev. Spektroskopska določitev atomov se izvaja v plinu, v katerem so posamezni atomi ali elementarni ioni dobro ločeni med sabo. Prvi in ključni korak vseh atomskih spektroskopskih metod je atomizacija, pri kateri vzorec uparimo in dobimo vzorec v plinskem agregatnem stanju (Skoog in sod., 2004).

Z atomsko emisijsko spektroskopijo (AES) smo z aparatom Perkin Elmer 11008 določili koncentraciji kalija in natrija (Kralj in sod., 2006). Z atomsko absorpcijsko spektroskopijo (AAS), z aparatom Aanalyst 800 in Aanalyst 600 (oba znamke Perkin Elmer), pa smo določili koncentracije kalcija, magnezija, železa, bakra, cinka in svinca (Perkin Elmer, 1982; Determining community..., 1990).

Metoda AES temelji na lastnosti atomov, da pri določenih pogojih, elektroni zunanjih orbital prehajajo na energetsko višje nivoje. Ta vzbujena stanja so za atome neugodna in so zato kratkotrajna (10^{-8} s). Pri spontanem prehodu v nižja (osnovna) energetska stanja se sprošča energija v obliki svetlobe. Valovna dolžina emitirane svetlobe je odvisna od razlike energij osnovnega in vzbujenega stanja. Vsak element ima značilna energetska stanja oz. karakteristične elektronske prehode, zato je tudi spekter emitirane svetlobe za vsak element specifičen in ga lahko uporabljamo za identifikacijo elementov v vzorcu (kvalitativna analiza). Intenziteta emitirane svetlobe je odvisna od števila vzbujenih atomov in je v neposredni zvezi z množino elementa v vzorcu in s pogoji pri vzbujanju (kvantitativna analiza) (Skoog in sod., 2004).

Metoda AAS je analizna metoda, ki je osnovana na pojavu, da prosti nevzbujeni atomi absorbirajo svetlobo karakterističnih valovnih dolžin. Iz deleža absorbirane svetlobe sklepamo na množino elementa v raztopini (kvantitativna analiza), valovna dolžina absorbirane svetlobe pa določa element (kvalitativna analiza) (Skoog in sod., 2004).

3.2.1.16 Določanje višjih alkoholov in estrov

Vsebnost nekaterih višjih alkoholov in estrov smo določili s plinsko kromatografijo na aparatu Agilent Technologies 7890 A (metoda 3.2.1.2; Prijatelj, 2002)

3.2.2 Senzorična analiza

3.2.2.1 20-točkovna Buxbaumova metoda

Ocenjevalno komisijo je predstavljalo pet degustatorjev, končna senzorična ocena pa je podana kot povprečna ocena vseh degustatorjev.

Buxbaumova metoda je v Sloveniji uradno veljavna metoda. Po pravilniku o postopku in načinu ocenjevanja mošta, vina in drugih proizvodov iz grozdja (Pravilnik..., 2000), poteka ocenjevanje po dopolnjenem sistemu, kjer ocenjujemo:

1. bistrost (od 0 do 2 točki)
2. barvo (od 0 do 2 točki)
3. vonj (od 0 do 4 točke)
4. okus (od 0 do 6 točk)
5. in harmonijo (od 0 do 6 točk).

Ocene so podane na 0,1 točke. Po tem pravilniku lahko vino pridobi naslednje oznake:

- vino, ocenjeno z najmanj 12,1 točke: namizno vino z nekontroliranim geografskim poreklom
- vino, ocenjeno z najmanj 14,1 točke: namizno vino z geografsko oznako oziroma deželno vino PGO
- vino, ocenjeno z najmanj 16,1 točke: kakovostno vino z zaščitenim geografskim poreklom oziroma kakovostno vino ZGP ali kakovostno vino
- vino, ocenjeno z najmanj 18,1 točke: vino, ki ima zaradi ocene v prometu lahko oznako vrhunsko vino ZGP oziroma za uvožena vina ekvivalentno oznako najvišje kakovosti.

Če vino dobi manj kot 12,1 točke, ni primerno za promet.

3.2.2.2 Opisna ali deskriptivna senzorična analiza

Po definiciji je opisna analiza postopek opisovanja zaznanih senzoričnih lastnosti izdelka, običajno v takem vrstnem redu, kot jih zaznamo. Je popoln senzorični opis, ki upošteva vse občutke, zaznane med ocenjevanjem izdelka (vidne, slušne, vohalne, tipne, itd.). Opisna analiza temelji na uporabi opisovanja senzoričnih vtisov pri ocenjevanju vzorca z izrazi, besedami ali deskriptorji (Golob in sod., 2005).

3.2.2.3 Določanje barve s spektrofotometrom

Barvo smo ovrednotili tudi na spektrofotometru UV-160A znamke Shimadzu.

Obarvanost belih vin s spektrofotometrom merimo direktno (brez razredčitve). Merimo absorbanci vzorca pri dveh valovnih dolžinah: 420 nm in 520 nm. Po tej metodi velja (Tanner in Brunner, 1979):

$$\text{Intenzivnost barve} = A_{420 \text{ nm}} + A_{520 \text{ nm}} \quad \dots(2)$$

$$a = A_{520 \text{ nm}} - A_{420 \text{ nm}} \quad \dots(3)$$

$$\text{Ton barve} = \arctang a = \alpha \quad \dots(4)$$

Ton barve oz. kot α je za bela vina vedno negativen. Kot blizu vrednosti 0 pomeni svetlejši ton barve, bolj negativna vrednost pa pomeni jantarne, opečnate odtenke barve.

4 REZULTATI

4.1 REZULTATI KEMIJSKIH ANALIZ

Preglednice 2 do 8 podajajo rezultate kemijskih analiz belega vina pridelanega v dolijih (letnik 2005).

Preglednica 2: Rezultati za relativno gostoto, vsebnost ekstrakta, etanola, metanola in reducirajočih sladkorjev v belem vinu pridelanem v dolijih (letnik 2005)

Fizikalni ali kemijski parameter	Rezultat analize
Relativna gostota vina (d_V)	0,99257
Relativna gostota destilata (d_A)	0,98387
Relativna gostota skupnega ekstrakta (d_{SE})	1,00870
Skupni ekstrakt	22,40 g/L
Ekstrakt brez sladkorja	21,60 g/L
Reducirajoči sladkorji	0,80 g/L
Volumenski delež alkohola (etanola)	12,21 vol %
Metanol	103,24 mg/L

Preglednica 3: Rezultati za pH vrednost, pufrno kapaciteto, vsebnost skupnih in posameznih organskih kislin ter vsebnost hlapnih kislin v belem vinu pridelanem v dolijih (letnik 2005)

Fizikalni ali kemijski parameter	Rezultat analize
pH vrednost	3,71
Puferna kapaciteta	36,80 mmol/L/pH
Titribilne kisline ₁ (titracija do pH 7,0)	4,98 g/L (izražene kot vinska kislina)
Titribilne kisline ₂ (titracija do pH 8,2)	5,41 g/L (izražene kot vinska kislina)
Vinska kislina	1,20 g/L (izražena kot vinska kislina)
Jabolčna kislina	0,10 g/L (izražena kot jabolčna kislina)
Citronska kislina	0,14 g/L (izražena kot citronska kislina)
Mlečna kislina	3,40 g/L (izražena kot mlečna kislina)
Hlapne kisline	0,77 g/L (izražene kot očetna kislina)

Preglednica 4: Rezultata za vsebnost acetaldehida v belem vinu pridelanem v dolijih (letnik 2005)

Kemijski parameter	Rezultat analize
Acetaldehid prosti	16,6 mg/L
Acetaldehid vezani	17,9 mg/L

Preglednica 5: Rezultati za vsebnost žveplovega dioksida in oksidacijsko-redukcijski potencial belega vina pridelanega v dolijih (letnik 2005)

Fizikalni ali kemijski parameter	Rezultat analize
SO ₂ skupni	44,7 mg/L
SO ₂ prosti	20,3 mg/L
Oksidacijsko-redukcijski potencial	19,9

Preglednica 6: Rezultati za vsebnost fenolnih spojin v belem vinu pridelane v dolijih (letnik 2005)

Vsebnost fenolnih spojin	Rezultat analize (izraženo kot mg galne kisline/L)
Skupne fenolne spojine	1169 mg/L
Flavonoidi	1108 mg/L
Neflavonoidi	61 mg/L
Tanini	858 mg/L
Netanini	311 mg/L

Preglednica 7: Rezultati za vsebnost pepela in posameznih kationov v belem vinu pridelanem v dolijih (letnik 2005)

Vsebnost pepela ali posameznih kationov	Rezultat analize (mg/L)
Pepel	3210 mg/L
Natrij	20 mg/L
Kalij	1262 mg/L
Kalcij	84 mg/L
Magnezij	74 mg/L
Železo	3,40 mg/L
Baker	< 0,05 mg/L
Cink	0,50 mg/L
Svinec	< 0,01 mg/L

Preglednica 8: Rezultati za vsebnost nekaterih višjih alkoholov in estrov v belem vinu pridelanem v dolijih (letnik 2005)

Vsebnost višjih alkoholov in estrov	Rezultat analize
1-propanol	23 mg/L
Izobutanol	0 mg/L
Izoamil alkohol (3-metilbutan-1-ol)	236 mg/L
2-feniletanol	24 mg/L
Etilacetat	36 mg/L
Izoamilacetat	60 mg/L
2-fenilacetat	0 mg/L

4.2 REZULTATI SENZORIČNE ANALIZE

4.2.1 Rezultati senzorične analize po Buxbaumovi metodi

Preglednica 9 podaja rezultate za senzorično analizo vina iz dolijev (letnik 2005) po Buxbaumovi metodi.

Preglednica 9: Rezultati senzorične analize belega vina pridelanega v dolijih (letnik 2005) po Buxbaumovi metodi

Parameter	Bistrost	Barva	Vonj	Okus	Harmonija	Skupna ocena
Ocena	2,0	1,8	3,8	5,5	5,2	18,3

4.2.2 Rezultati opisne ali deskriptivne senzorične analize

4.2.2.1 Bistrost in barva

Vzorec je bister. Barva vina je globoka, intenzivna, zlato-rjava. Rjavi odtenki so malo preveč intenzivni. Glede na to, da je bilo grozdje potrgano leta 2005, so rjavi odtenki barve malo preveč intenzivni, zato so se ocenjevalci odločili za nižjo oceno.

4.2.2.2 Vonj/cvetica

Cvetica vina je izredno bogata, intenzivna, sestavljena in dolgotrajna. Najprej pridejo v ospredje arome suhega sadja, vanilje, ličija, tropskega sadja. V nadaljevanju vonj deluje še bolj zrelo; sledijo zaznave bogate palete začimbnih arom (žajbelj) in arom, ki spominjajo na kavo, lešnikovo čokolado in mandlje.

4.2.2.3 Okus

Okus je poln, bogat, dolg, dopolnjuje vonj oziroma aromo. Je rahlo pikanten s poudarjeno grenčico, viskozen. Vino ni omledno, deluje toplo alkoholno, prijetno sveže, na jeziku deluje še rahlo kosmato. Pookus je trajen.

4.2.2.4 Harmonija

Okus je rahlo neharmoničen, s preveč poudarjeno grenčico. Fenolno bogato vino, mora se še razviti.

4.2.3 Rezultati določanja barve s spektrofotometrom

Preglednica 10 podaja rezultate merjenja barve pri 420 nm in 520 nm.

Preglednica 10: Rezultati merjenja barve vzorca (belo vino pridelano v dolijih, letnik 2005) s spektrofotometrom

Valovna dolžina	Absorbanca
420 nm	0,325
520 nm	0,087

$$\text{Intenzivnost barve} = 0,325 + 0,087 = 0,412 \quad \dots (5)$$

$$a = 0,087 - 0,325 = -0,238 \quad \dots (6)$$

$$\text{Ton barve} = \alpha = \arctang(-0,238) = -13^\circ 23' \quad \dots (7)$$

5 RAZPRAVA

5.1 RELATIVNA GOSTOTA

Relativna gostota odseva skupni vpliv raztopljenih snovi; npr. sladkorjev in kislin, ki so gostejše od vode ter alkohola, ki je redkejši od vode. Relativna gostota suhih vin je manjša od gostote vode pri 4 °C (1,00000); slajša vina z vsaj 25 g reducirajočih sladkorjev/L pa imajo relativno gostoto že večjo kot voda (Bavčar, 2006). V analiziranem vzorcu smo določili relativno gostoto 0,99257, kar ustreza običajnim vrednostim za suha vina.

5.2 SKUPNI IN SLADKORJA PROSTI EKSTRAKT

Ekstrakt je odvisen od sorte grozdja in tehnologije pridelave vina. Pecljanje, drozganje in predvsem dolga maceracija povečujejo količino mineralnih in organskih snovi (Ribéreau-Gayon in sod., 2006). Daljši stik z drozgo in tudi povišana fermentacijska temperatura se kaže kot višji pH, večja vsebnost kalija, proteinov in ekstrahiranih fenolov, torej kot večja vsebnost ekstrakta v moštu oz. vinu. Suha bela vina imajo običajno 20-30 g skupnega ekstrakta/L, rdeča pa več kot 30 g/L zaradi fenolnih snovi (Zoecklin, 1995). Da bi lažje primerjali vina po ekstraktu, se od skupnega suhega ekstrakta odšteje sladkorje, tako dobimo vrednost za sladkorja prosti ekstrakt. Najmanjša zahtevana vsebnost sladkorja prostega ekstrakta je v belih vinih in rosejih vrhunske kakovosti ZGP 20 g/L (Pravilnik o spremembah..., 2004b). Izmerjeni koncentraciji skupnega ekstrakta (22,4 g/L) in sladkorja prostega ekstrakta (21,6 g/L) se ujemata z običajnimi in zahtevanimi vrednostmi za bela vina, vendar smo glede na dolgotrajno maceracijo pričakovali večje vrednosti.

5.3 ETANOL

Etanol nastane kot posledica metabolizma kvasovk *Saccharomyces cerevisiae* med alkoholno fermentacijo. Vinu daje stabilnost, deluje kot topilo in mu zagotavlja posebne senzorične lastnosti (Bavčar, 2006). Minimalni zahtevani volumenski delež naravnega in dejanskega alkohola v Sloveniji je za vrhunsko vino ZGP 9,5 vol % (Pravilnik o pogojih..., 2004a). V analiziranem vzorcu smo določili 12,21 vol % alkohola, kar ustreza zakonskim omejitvam in glede na vsebnost alkohola vino uvršča med srednje močna vina.

5.4 METANOL

Metanol je strupen alkohol, ki povzroča bruhanje in krče. Zastrupitev z metanolom se v težkih primerih lahko konča tudi s smrtjo. V vino prehaja iz kožic, ki vsebujejo pektin. Pektin je polisaharid iz verige molekul α -D-galakturonske kisline, ki je zaestrena z

metanolom. Metanol torej prehaja v vino zaradi deesterifikacije pektina. V belih vinih ga najdemo v koncentracijah 100-200 mg/L, v rdečih vinih pa tudi v koncentracijah 750 mg/L (Plahuta, 2004). V analiziranem vzorcu smo določili 103 mg metanola/L, kar je manj kot smo pričakovali glede na dolgotrajni kontakt vina s kožicami.

5.5 REDUCIRAJOČI SLADKORJI

Po alkoholni fermentaciji so reducirajoči sladkorji v suhem vinu večinoma nefermentativne pentoze: arabinoza, ksiloza in ramnoza, delno pa lahko tudi heksozi fruktoza in glukoza (Margalit, 2004b). V Sloveniji opredeljujemo suha vina kot vina, kjer vsebnost reducirajočih sladkorjev ne presega 9 g/L in hkrati izpolnjujejo pogoj, da vsebnost skupnih kislin, izražena v g vinske kisline/L, ni več kot za 2 g/L manjša od vsebnosti reducirajočih sladkorjev (Bavčar, 2006). Glede na določeno vsebnost reducirajočih sladkorjev (0,8 g/L) lahko analizirano vino uvrstimo med suha vina.

5.6 KISLINE, PUFRNA KAPACITETA IN VREDNOST pH

Vsebnost kislin je eden najpomembnejših dejavnikov za kakovost vina, saj vpliva na njegovo mikrobiološko stabilnost, potek mlečnokislinske fermentacije, barvo, potencial za staranje, izločanje vinskega kamna in proteinov in ne nazadnje tudi na senzorično zaznavo. Kislost vina je posledica šibkih organskih kislin, ki nastanejo med zorenjem grozdja (vinska, jabolčna in citronska kislina) ali pa med procesom pridelave vina (mlečna, jantarna, očetna kislina in druge) (Margalit, 2004a).

pH vrednost je merilo kislosti: večja vsebnost kislin in večja stopnja disociacije posameznih kislin pomenita nižji pH. pH vrednost vpliva na potek številnih kemijskih reakcij in mikrobioloških aktivnosti kot so: delovanje SO_2 , izločanje vinskega kamna, delovanje mlečnokislinskih bakterij, potrebne količine čistilnih sredstev ipd. (Bavčar, 2006). Vpliva tudi na obarvanost vina.

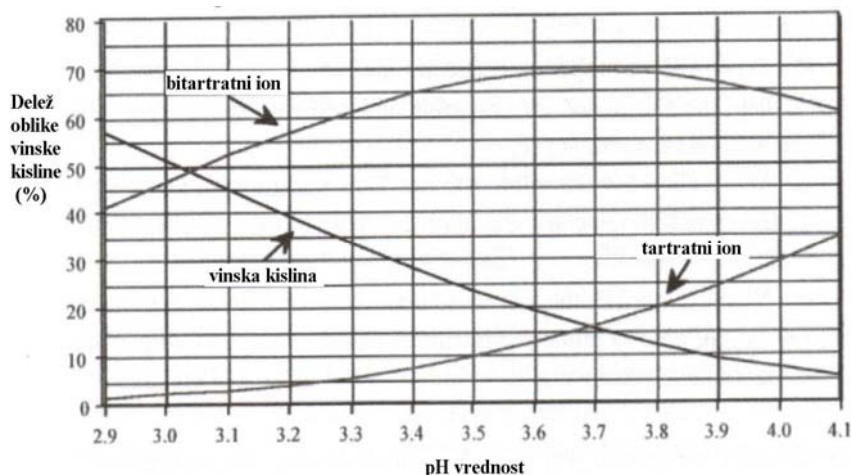
Vrednost pH je v belih vinih okrog 3,4 ali manj, višje vrednosti pa so značilne za rdeča vina (predvsem zaradi stika grozdnega soka in kožic pred fermentacijo in med fermentacijo) (Zoecklin, 1995). V analiziranem vinu smo določili pH vrednost 3,7, kar je sicer visoka vrednost za bela vina, vendar jo lahko v primeru pridelave vin v dolijih pojasnimo z že navedenim. Poleg tega je višja pH vrednost vina iz dolijev posledica biološkega razkisa in izločanja vinskega kamna, ki sta pri tej tehnologiji pridelave vin neizogibna. Vzrok višje pH vrednosti vina iz dolijev je mogoče tudi stik s keramiko, v kateri so med drugim tudi kalijeve in kalcijeve soli, ki pospešujejo izločanje vinskega kamna.

Koncentracijo titrabilnih kislin v vinu določamo s titracijo z močno bazo in v bistvu pomeni koncentracijo H_3O^+ ionov, katerih prisotnost v vinu je posledica disociacije šibkih organskih kislin. Na disociacijsko ravnotežje vplivajo tudi soli šibkih kislin z ioni alkalijskih kovin (K^+ , Na^+). Kislinski ostanki so šibke baze, ki vplivajo na vsebnost

titrabilnih kislin, od njihove vsebnosti pa je odvisna tudi pH vrednost vina. Zmes šibkih organskih kislin in njihovih soli pomeni, da je vino pufrna raztopina, za katero je značilno, da se ji kljub dodajanju kisline ali baze pH vrednost le malo spremeni (Margalit, 2004a). Običajno je pufrna kapaciteta vin od 35-50 mmol/L/pH (Košmerl in Kač, 2004). Našemu vzorcu smo določili pufrno kapaciteto 36,8 mmol/L/pH, kar je relativno majhna vrednost, je pa hkrati tudi pričakovana vrednost glede na višjo pH vrednost.

Med alkoholno fermentacijo nastajajo nove kisline, vinska kislina pa se izloča v obliki soli, kot kalijev bitartrat oz. vinski kamen. Posledica tega je enakomerno naraščanje pH vrednosti in zmanjševanje vsebnosti kislin (Margalit, 2004a). Izločanje bitartrata je lahko posledica spremembe pH vrednosti, mešanja vin ali delovanja mlečnokislinskih bakterij (Zoecklin, 1995).

pH vrednost se med zorenjem vina povečuje dokler se ne vzpostavi ravnotežje. Na sliki 24 si lahko ogledamo, kako je delež različnih oblik vinske kisline odvisen od pH vrednosti pri temperaturi 25 °C.



Slika 24: Delež različnih oblik vinske kisline pri temperaturi 25 °C v odvisnosti od pH vrednosti vina (Margalit, 2004b: 93)

Razvidno je, da je okrog pH vrednosti 3,7 količina bitartratnega iona maksimalna (70%); to pomeni, da se pri tej pH vrednosti izloči maksimalna količina vinskega kamna.

Evropska unija definira skupne kisline kot vsoto titrabilnih kislin, dobljenih s titracijo vzorca s standardno raztopino natrijevega hidroksida do pH 7,0 (Bavčar, 2006). Vendar so kisline v vinu šibke organske kisline in ko jih titramo z močno bazo je končna točka titracije v alkalnem (ponavadi med pH 7,8 in 8,3). Definicija OIV za določanje kislin s titracijo do pH 7,0 je zato nekorektna. Zato vsaj mejne vrednosti skupnih kislin določimo s titracijo do pH 8,2, ki jo predpisuje AOAC (Ough in Amerine, 1988).

Povprečna koncentracija skupnih kislin v vinu je običajno 5,5-8,5 g/L (Bavčar, 2006). Koncentracija skupnih kislin, izraženih kot vinska kislina v g/L, je zakonsko predpisana tudi v ULRS in sicer je najmanjša zahtevana koncentracija za mirna vina 3,5 g/L (Pravilnik

o spremembah..., 2004b). V vzorcu smo s titracijo do pH 7,0 določili vsebnost skupnih kislin 5 g/L, s titracijo do pH 8,2 pa 5,4 g/L, kar sta relativno majhni vsebnosti. Vrednosti sta logični, saj sta stalna spremljevalca vin pridelanih v dolijih izločanje vinskega kamna in biološki razkis.

Vinska kislina je ključna kislina v vinu. Je najmočnejša kislina v moštu in tako najbolj vpliva na kislost in pH vrednost mošta (Margalit, 2004a). V vinu je njena koncentracija od 2-10 g/L, odvisno od geo-klimatskih pogojev, sorte, zrelosti grozdja in vinogradniške tehnologije (Zoecklin, 1995). Najmanjša zahtevana koncentracija vinske kisline je za deželno vino PGO, kakovostno vino ZGP in vrhunsko vino ZGP predpisana tudi v ULRS in sicer 1,0 g/L (Pravilnik o spremembah..., 2004b). V vinu iz dolijev smo določili majhno vsebnost vinske kisline (1,2 g/L), kar je v skladu s pričakovanimi rezultati in vrednost lahko pojasnimo s procesom izločanja vinskega kamna.

Citronska kislina prehaja v mošt iz grozdnih jagod. Ker je v grozdni jagodi vezana na celične stene, je mnogo ostane v tropinah. V vinu je stabilna, neobstoja je le v primeru aktivnosti mlečnokislinskih bakterij, ki citrsko kislino oksidirajo, pri tem pa nastaja očetna kislina. Njena povprečna vsebnost v vinu je 0,7 g/L (Bavčar, 2006). Pri analizi smo v vzorcu določili relativno majhno vsebnost citronske kisline (0,14 g/L), kar lahko pojasnimo z delovanjem mlečnokislinskih bakterij, ki citrsko kislino oksidirajo.

Jabolčne kisline je v grozdju lahko 1-4 g/L, odvisno od stopnje zrelosti. Je glavni substrat mlečnokislinskih bakterij pa tudi kvasovk, zato se njena koncentracija med zorenjem vina lahko zelo spreminja (Margalit, 2004a).

Mlečna kislina nastaja kot stranski produkt med alkoholno fermentacijo (0,2-0,4 g/L) in kot glavni produkt mlečnokisliske fermentacije jabolčne kisline (0,5-3,0 g/L) (Margalit, 2004a). V vinu je njena povprečna koncentracija 1-3 g/L (Bavčar 2006).

V vinu iz dolijev smo določili vsebnost jabolčne kisline 0,1 g/L in mlečne kisline 3,4 g/L, kar je posledica mlečnokislinske fermentacije (MKF) mlečnokislinskih bakterij (MKB).

5.7 BIOLOŠKI RAZKIS

Proces MKF poteka zaradi MKB rodov *Oenococcus* (*Leuconostoc*), *Pediococcus* in *Lactobacillus*, med katerimi je najbolj pomembna vrsta *Oenococcus oeni* (*Leuconostoc oenos*). Homofermentativni mikroorganizmi tvorijo mlečno kislino, heterofermentativni pa mlečno kislino, etanol in ogljikov dioksid. V vinu lahko uspevata obe skupini, pomembnejši pa so heterofermentativni mikroorganizmi, med katere spada tudi *Oenococcus oeni* (Bavčar, 2006).

Glavna reakcija biološkega razkisa v vinu je dekarboksilacija jabolčne kisline v piruvično kislino, le-ta pa se reducira v mlečno kislino (Bavčar, 2006). Iz 1 g jabolčne kisline se tvori približno 0,67 g mlečne kisline (Wondra, 2006). Ker je mlečna kislina hkrati tudi šibkejša kislina od jabolčne, je rezultat biološkega razkisa zmanjšanje titrabilne kislosti za 1-3 g/L

in povečanje pH vrednosti za 0,15-0,2 enoti. Poleg tega MKF prispeva še druge metabolne produkte, ki lahko pozitivno ali negativno vplivajo na kakovost vina. Tretji razlog za pozitivno vrednotenje biološkega razkisa je posledično večja mikrobiološka stabilnost vina, saj MKB zmanjšajo vsebnost hranilnih snovi (vitaminov in aminokislin) za druge mikroorganizme (Margalit, 2004a).

MKF je primerna za bela vina, namenjena zorenju po daljši maceraciji bele drozge ter ležanju vina na kvasnih drožeh, predvsem zaradi tvorbe novih aromatičnih snovi. Maceracija bele in rdeče drozge poveča možnost spontanega biološkega razkisa in pospeši hitrost procesa. Polisaharidi in manoproteini iz odmrlih kvasovk zaradi ležanja na drožeh in maceracije drozge pospešujejo rast MKB. Avtoliza kvasnih celic deluje stimulatивно na rast MKB, saj se pri tem v vino sproščajo hranila (Bavčar, 2006).

Pri pridelavi vina v dolijih je MKF želena, ima pa lahko tudi negativne vplive. Povišanje pH vrednosti vpliva na mnoge že našteje lastnosti vina in lahko povzroči zmanjšanje stabilnosti vina. Drugi problem se lahko pojavi ob prepočasnem začetku ali celo zaustavitvi alkoholne fermentacije, saj ta v dolijih poteka spontano, z naravno mikrofloro in pri relativno visokih temperaturah. MKB takrat metabolizirajo enostavne sladkorje v moštu in tako povečajo vsebnost očetne kisline ter drugih neželenih snovi. Pri pridelavi vina v dolijih tudi MKF poteče spontano in z naravno prisotnimi MKB, zato je nepredvidljiva, saj lahko poteče kadarkoli so pogoji zanjo ustrezni. Poleg tega ne vemo, v kakšnem obsegu bo potekla in katera vrsta MKB bo prevladala.

Na rast MKB vplivajo različni dejavniki:

- Temperatura: do 15 °C biološki razkis praktično ne poteka. Za stimulacijo rasti MKB so potrebne višje temperature (optimalna temperatura je 20-25 °C).
- pH vrednost: MKB so občutljive za nizke vrednosti pH. Pri pH vrednostih 3,0-3,3 *Oenococcus oeni* lahko živi, za ostala dva rodova (*Pediococcus* in *Lactobacillus*) pa je rast skoraj nemogoča. Nad pH vrednostjo 3,6 vse skupine MKB rastejo dobro in vino lahko kvarijo s sekundarnimi metaboliti.
- SO₂: celo v vezani obliki močno inhibira rast MKB. pH vrednost 3,5 in 30 mg SO₂/L popolnoma inhibirata njihovo rast. Vpliva celo že 10 mg vezanega ali prostega SO₂/L.
- Pomanjkanje hranil: onemogoča rast MKB. Običajno je to v primeru, ko biološki razkis poteka po alkoholni fermentaciji.
- Velika vsebnost etanola zavira rast MKB (Margalit, 2004a).

Temperatura, pri kateri poteka alkoholna fermentacija v dolijih, je enaka optimalni temperaturi za rast MKB. Med sočasno alkoholno in mlečnikislinsko fermentacijo pa lahko pride do povečane tvorbe hlapnih kislin (še posebej ko je alkoholna fermentacija zakasnjena), saj MKB iz enostavnih sladkorjev tvorijo očetno kislino. Ugodna za delovanje MKB je kasneje tudi višja pH vrednost. Pri metodi pridelave vina v dolijih se vinarji dodatku SO₂ izognejo vse do odpiranja dolijev ob stiskanju, zato med osemmesečno maceracijo lahko pride do kvara vina z MKB.

5.8 ETILACETAT, ACETALDEHID, OCETNA KISLINA

V analiziranem vzorcu vina iz dolijev smo določili vsebnost hlapnih kislin 0,8 g/L, vendar jih v vonju in v okusu kljub veliki vsebnosti ocenjevalci senzorične niso zaznali. Velika vsebnost hlapnih kislin ni posledica oksidativnega kvara z bakterijami iz rodu *Acetobacter* in *Gluconobacter*, kar lahko potrdimo na podlagi majhne vsebnosti etilacetata in acetaldehida.

Etilacetat je ester etanola in očetne kisline in hkrati ester, ki ga je v vinu največ. Nastaja s počasno kemijsko esterifikacijo med zorenjem vina. V večjih količinah pa nastaja med tvorbo očetne kisline oz. med boleznijo vina, ki jo povzročajo predvsem očetnokislinske bakterije. Vsebnost etilacetata v vinih je med 50 in 100 mg/L. Pri manjših vsebnostih etilacetat na kakovost vina vpliva pozitivno, pri večjih (150 mg/L) pa negativno (Plahuta, 2004). V vzorcu vina iz dolijev smo določili majhno koncentracijo etilacetata (36 mg/L).

Povprečna vsebnost prostega acetaldehida v vinih je 21-105 mg/L (Košmerl in Kač, 2004). V vinu iz dolijev smo določili samo 17 mg prostega in 18 mg vezanega acetaldehida/L.

Zelo velika vsebnost acetaldehida v vinu je posledica mikrobiološke oksidacije etanola v aerobnih pogojih. Sposobnost oksidacije etanola (ali glukoze preko pentoza-fosfatne poti) v očetno kislino je značilna za dva rodova bakterij: *Acetobacter* in *Gluconobacter*. Kot intermediat pri bakterijskem proizvodnji očetne kisline se lahko acetaldehid akumulira tudi pri nizki vsebnosti kisika in/ali vsebnosti alkohola več kot 10 vol % (Zoecklin, 1995).

Acetaldehid je zelo pomemben intermediat pri alkoholni fermentaciji, saj z njegovo redukcijo nastane končni produkt – etanol. Nekaj acetaldehida ostane v vinu nezreduciranega (20-200 mg/L). V majhnih količinah nastaja med zorenjem vina zaradi počasne oksidacije etanola v prisotnosti kisika. Oksidacija poteka posredno: pri oksidaciji fenolov nastaja vodikov peroksid (H_2O_2), ki je oksidant za etanol, iz katerega nastaja acetaldehid (Margalit, 2004a). Zaradi te reakcije smo v vinu iz dolijev pričakovali večjo vsebnost acetaldehida. Vendar ne smemo pozabiti, da v dolijih poteka proces mikrooksidacije. Stik vina s kisikom povzroči nadaljnjo oksidacijo acetaldehida do očetne kisline. Zato je vsebnost acetaldehida v vinu iz dolija relativno majhna, vsebnost hlapnih kislin pa velika.

Žveplanje mošta pred fermentacijo in med fermentacijo povečuje vsebnost vezanega acetaldehida, uporaba manjših količin SO_2 v moštu pa se pokaže v relativno večjih količinah prostega acetaldehida (Ough in Amerine, 1988). Uporaba SO_2 je pri metodi pridelave vina v dolijih minimalna, zato je vsebnost prostega acetaldehida v primerjavi z vezanim acetaldehidom relativno velika.

Do kvara z oksidativnimi kvasovkami in bakterijami torej gotovo ni prišlo, zato moramo morebitne vzroke za veliko vsebnost hlapnih kislin poiskati drugod.

Očetna kislina nastaja med alkoholno fermentacijo z oksidacijo acetaldehida v obsegu 0,2-0,4 g/L (Margalit, 2004a).

Nastajanje očetne kisline v zgodnji fazi alkoholne fermentacije je tudi posledica delovanja kvasovk *Saccharomyces cerevisiae*, na kar vplivajo različni dejavniki. Tvorbo očetne kisline pospešujejo:

- nižja pH vrednost mošta (bolj kisel mošt)
- večja vsebnost sladkorjev oz. večji osmotski tlak
- manjša vsebnost dušikovih spojin
- višja temperatura fermentacije
- prisotnost drugih mikroorganizmov (Zoecklin, 1995).

Od naštetih dejavnikov bi opozorila predvsem na zadnja dva. Doliji niso opremljeni s hladilnim sistemom, zato je temperatura med alkoholno fermentacijo v dolijih relativno visoka. Poleg tega poteka alkoholna fermentacija z naravno prisotno mikrofloro, ki v nasprotju s selekcionirano kulturo vključuje tudi številne druge mikroorganizme.

Pomemben izvor očetne kisline v primeru pridelave vina v dolijih je mogoče delovanje MKB, ki očetno kislino lahko proizvajajo iz enostavnih sladkorjev pred alkoholno fermentacijo ali med alkoholno fermentacijo mošta, in z omenjeno oksidacijo citronske kisline. K večji vsebnosti hlapnih kislin gotovo pripomore tudi proces mikrooksidacije, ki omogoča oksidacijo etanola prek acetaldehida do očetne kisline.

Splošno velja, da lahko negativni vpliv očetne kisline na kakovost vina zaznamo, če je njena vsebnost večja od 0,7 g/L (Margalit, 2004a). Če se pri senzorični oceni vina ugotovi negativen vpliv hlapnih kislin, se ne glede na njihovo vsebnost vino ne sme dajati v promet in se izloči (Pravilnik o pogojih..., 2004a). Največja dovoljena koncentracija hlapnih kislin (izraženih kot očetna kislina) je predpisana v ULRS in je za bela vina in roseje 1,0 g/L (Pravilnik o spremembah..., 2004b).

Za vina iz dolijev je torej večja vsebnost hlapnih kislin značilna. Do očetnega cika lahko pri pridelavi vina v dolijih pride zaradi slabo izdelanega ali nepravilno zaprtega dolija in seveda neredko zaradi napak vinarja. Nikakor pa tehnologije pridelave vin v dolijih ne smemo avtomatsko povezovati z očetnim ciklom.

5.9 FENOLNE SPOJINE

Fenolne spojine so za vino pomembne, saj dajejo barvo, vplivajo na vonj in okus, so osnova za staranje vina, delujejo kot antioksidanti ter imajo protimikrobno aktivnost. Zaradi vseh teh lastnosti jih pospešeno proučujejo mnoge mednarodne raziskovalne skupine (Bavčar, 2006). Fenolne spojine so reaktivne in vstopajo v mnogo reakcij (Margalit, 2004a). Vsebnost fenolov v vinu ni zakonsko omejena.

Na vsebnost in vrsto fenolnih spojin v vinu močno vpliva metoda pridelave vina. Še enkrat velja poudariti, da gre tu za osem mesečno maceracijo, s čemer lahko pojasnimo veliko vsebnost skupnih fenolnih spojin (1169 mg/L) v sicer belem vinu pridelanem v dolijih.

Vsebnost skupnih fenolnih spojin v grozdju je odvisna predvsem od sorte in klimatskih razmer. Povprečna vsebnost skupnih fenolov (izraženih kot galna kislina) je 4g/kg belega in 5,5 g/kg rdečega grozdja. Fenolne snovi so v grozdju skoraj v celoti locirane v kožici in pečkih. 65 % skupnih fenolov je v pečkih, 30 % v kožici in 4-5 % v grozdnem soku (Margalit, 2004a).

V vino prehajajo fenolne snovi med maceracijo, ki je difuzijski proces odvisen od koncentracijskega gradienta in temperature (če je temperatura višja je ekstrakcija učinkovitejša). Če je maceracija dovolj dolga, se na podlagi afinitete fenolnih spojin vzpostavi ravnotežje med trdno in tekočo fazo. Gre za kompleksna ravnotežja med fenolnimi snovmi v membranah, v celični tekočini in v soku. Zato se lahko praktično izluži le 50 % vseh polifenolov v vino, ostali ostanejo v kožici, pečkih, pulpi, tartratnih kristalih, na kvasovkah itd. (Zoecklin, 1995). S tega vidika je osem mesečna maceracija v doliju nepotrebna. Mogoče bi bila primernejša krajša maceracija, s katero bi se lažje izognili tudi preveč izraziti grenkobi vina ter s tem potrebi po daljšem zorenju.

Klasično pridelana bela vina vsebujejo 100-400 mg polifenolov/L, od teh je večina ne flavonoidov (flavonoidov je le 20-40 mg/L). Ne flavonoidi se nahajajo skoraj izključno v grozdnem soku. Zaradi daljše maceracije, ki poteka tudi med alkoholnim vrenjem, je vsebnost polifenolov v rdečih vinih veliko večja (1000-2000 mg/L) kot v belih; od teh je 80-90 % flavonoidov (Margalit, 2004a). V vinu iz dolija je razmerje med flavonoidi in ne flavonoidi zaradi dolge maceracije podobno kot pri rdečih vinih. Flavonoidi so predvsem v kožici in pečkih, zato je njihova velika vsebnost v belem vinu iz dolija (1108 mg/L) primerljiva z vsebnostjo v klasično pridelanih rdečih vinih. Vsebnost ne flavonoidov v analiziranem vinu pa je relativno majhna (61 mg/L).

Potrebna bi bila seveda natančnejša analiza vsebnosti posameznih fenolnih spojin (profil fenolnih spojin), ki pa presega okvir načrtane diplomske naloge. Lahko pa rečemo, da je belo vino pridelano v dolijih glede na vsebnost skupnih fenolnih spojin in flavonoidov primerljivo z rdečimi vini.

Za ekstraktno bolj bogata vina z večjo vsebnostjo fenolnih spojin velja, da imajo večji antioksidacijski potencial. Pozitivni učinek delovanja fenolnih spojin je že dokazan, zato lahko trdimo, da vino pridelano v dolijih ugodno deluje na zdravje ljudi. S fenolnimi spojinami si lahko delno razložimo tudi relativno majhne potrebe vina iz dolijev po žveplovem dioksidu, saj so fenolne snovi pomembna zaščita pred oksidacijo.

Sposobnost oksidacije je tipična za fenolne snovi; s tem ščitijo vino pred oksidacijo. Zaradi zdravstvenih in hranilnih lastnosti so polifenoli še vedno predmet mnogih študij. Ena njihovih lastnosti je lovljenje radikalov, ki povzročajo razpad tkiva značilen za staranje in so mogoče tudi povzročitelji tumorjev. Oksidacijski mehanizmi so zelo kompleksni, še posebej v kislem mediju kot je vino (Ribéreau-Gayon in sod., 2006).

Najbolj znana sta dva mehanizma oksidacije fenolov:

- **Encimska oksidacija** poteka v prisotnosti dveh skupin encimov: polifenoloksidaz in lakaz. Je vzrok za porjavenja belih moštov, v katera so vključeni predvsem flavonoidi.

Oksidaciji sledi polimerizacija, pri kateri nastanejo polimeri, ki bela vina obarvajo rumenorjavo.

- **Neencimska oksidacija** je veliko počasnejša in najbolj izrazita v fazi zorenja (Margalit, 2004a). Ta oksidacija je v primeru pridelave vina v dolijih zelo pomembna, saj je njena posledica nastajanje polimeriziranih fenolov (taninov) ter s tem povečanje fizikalne stabilnosti vina (beljakovinske stabilnosti) in zmanjšanje astringence v okusu vina.

Fenoli se z avtooksidacijo spreminjajo v kinone. V tem procesu se iz kisika tvori vodikov peroksid, ki razpoložljiv etanol oksidira v acetaldehid. Kinoni se nadalje vežejo z drugimi fenoli in pospešujejo polimerizacijo fenolov. Ob tem lahko nadalje reagirajo s kisikom in tvorijo še več vodikovega peroksida. Tako nastajajo zmeraj bolj kompleksni polifenoli, ki reagirajo s kisikom, tvori se še več vodikovega peroksida in posledično iz etanola še več acetaldehida (Bavčar, 2006). Rdeča vina (oz. belo vino pridelano v dolijih) imajo večjo sposobnost asimilacije kisika, saj fenolne snovi delujejo kot antioksidanti in vežejo kisik.

Flavanoli, procianidini in posledično kondenzirani tanini bolj ali manj reagirajo s prostimi radikali, kar je odvisno predvsem od njihove konfiguracije. V teh verižnih reakcijah nastanejo rjavi polimeri različnih struktur, ki se izločijo kot usedlina. V vinu je ta fenomen odvisen od vsebnosti polifenolov (Ribéreau-Gayon in sod., 2006).

Tanini pomembno vplivajo na fizikalno stabilnost belega vina pridelanega v dolijih. V vzorcu smo določili 858 mg taninov/L, kar je zopet primerljivo s podatki za rdeča vina. Rdeča vina vsebujejo okrog 800 mg taninov/L (Margalit, 2004a).

Enološki tanini se v vino dodajajo zato, ker povzročijo delno obarvanje presežnih proteinov, olajšajo bistrenje mladih in čiščenje belih vin. Molekule taninov se povežejo z molekulami proteinov z različnimi vezmi (vodikove vezi, hidrofobne interakcije, van der Waalsove vezi) (Ribéreau-Gayon in sod., 2006). Nastajanje taninov je torej pomembno za beljakovinsko stabilnost ter zmanjšanje grenkobe in trpkosti vina iz dolijev.

Protimikrobno delovanje fenolnih snovi vina se uspešno uporablja že stoletja. Njihovo delovanje na določene bakterije in plesni je verjetno povezano z inaktivacijo encimov bakterij in plesni, s spremembami na celični membrani, s sposobnostjo želiranja ali z vezavo pomembnih proteinov (Bavčar, 2006).

Nadaljnje zorenje vina iz dolijev pripomore k mehčanju (polimerizaciji) fenolov in esterifikaciji aromatičnih snovi. Bogata fenolna sestava ščiti vino iz dolijev pred oksidacijo in mikrobiološkim kvarom, hkrati pa pripomore k polnosti okusa in večjemu potencialu za staranje.

5.10 ŽVEPLOV DIOKSID

V vrhunskih vinih ZGP z manj kot 7 g reducirajočih sladkorjev/L je največja dovoljena vsebnost skupnega SO₂ 180 mg/L in prostega SO₂ 40 mg/L (Pravilnik o pogojih..., 2004a). V dolijih pridelano vino vsebuje le 45 mg skupnega SO₂/L in 20 mg prostega SO₂/L, kar je precej manj od zakonsko predpisanih omejitev. Zaključimo torej lahko, da vina pridelana v dolijih, tudi iz tega vidika predstavljajo alternativo vinom, ki so pridelana po klasičnih metodah.

Žveplanju med drozganjem se (tudi v primeru pridelave vina v dolijih) izognemo zaradi dveh razlogov:

- Zaradi ugodne oksidativne polimerizacije in posledičnega usedanja astringentnih in grenkih fenolov v moštu (kar dodani SO₂ otežuje). Dodatek SO₂ pred alkoholno fermentacijo lahko hkrati poveča ekstrakcijo grenkih flavan-3-olov iz grozdnih jagod, kar se lahko izkaže v preveč izraziti grenkobi vina. Če SO₂ med drozganjem ne dodamo, pride do encimskega porjavenja mošta, vendar le-to med fermentacijo izgine.

- Predfermentativni dodatki SO₂ povečajo vsebnost pigmentov in vsebnost acetaldehida v vinu, kar zmanjšuje njegovo kakovost. Acetaldehid veže SO₂, vezani SO₂ pa nima antioksidativnih in protimikrobnih lastnosti in tako so kasnejše potrebe po dodatku SO₂ še večje (Zoecklin, 1995).

Žveplanju vina v dolijih se lahko izognemo vse dokler dolijev po končani maceraciji ne odpremo in vino pretočimo. To nam omogočajo predvsem droži, ki v doliju ustvarjajo reduktivno okolje in so še posebej omenjene v poglavju 5.16.

V vinu je SO₂ pomemben predvsem zaradi:

- Antioksidativnih lastnosti: direktno reagira z raztopljenim kisikom ali pa reducira druge oksidirajoče agense (H₂O₂ ali kinone). Kot antioksidant deluje sulfitna oblika žveplovega dioksida in se pri tem oksidira v sulfat.

- Protimikrobnih lastnosti: večinoma proti bakterijam (pri večjih koncentracijah pa tudi proti plesnim in nekaterim kvasovkam). Pri tem je pomemben delež molekularnega SO₂, ki je močno odvisen od pH vrednosti vina. Molekularno obliko SO₂ lahko izračunamo z naslednjo enačbo (Margalit, 2004b):

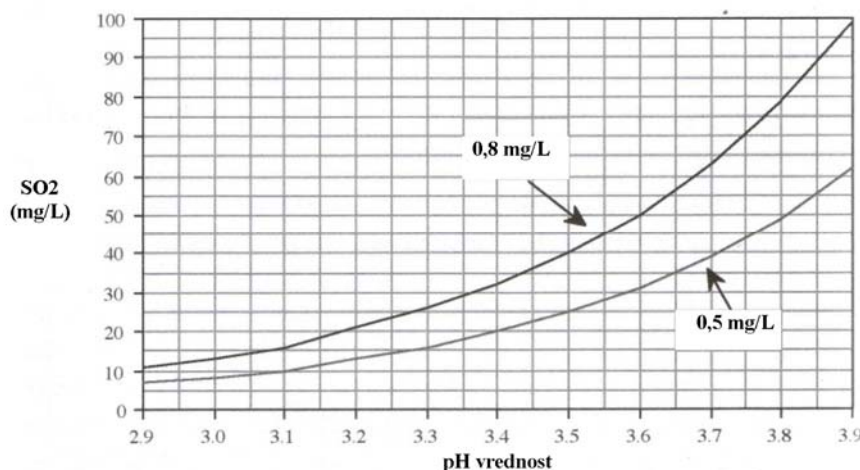
$$[SO_{2\text{molekularni}}] = [SO_{2\text{prosti}}] / \{1 + 10^{[pH-1,81]}\} \quad \dots(8)$$

V primeru vina iz dolijev je koncentracija molekularnega SO₂:

$$[SO_{2\text{molekularni}}] = [20,28 \text{ mg/L}] / \{1 + 10^{[3,71-1,81]}\} = 0,25 \text{ mg/L} \quad \dots(9)$$

Pri pridelavi vina je SO₂ skoraj nepogrešljiv. Za popolno zaščito vina je potrebna vsebnost molekularnega SO₂ od 0,5-0,8 mg/L (Margalit, 2004b). V analiziranem vinu je vsebnost

molekularnega SO_2 precej manjša, zato bi bil mogoče potreben večji dodatek SO_2 pred stekleničenjem. Tudi na sliki 25 lahko vidimo, da je v vinih s pH vrednostjo 3,7 za zaščito vina potrebna vsebnost prostega SO_2 okrog 40 mg/L, analizirano vino pa ga vsebuje le 20 mg/L. Vendar ne smemo pozabiti na veliko vsebnost fenolnih spojin, ki prav tako pomembno vplivajo na stabilnost oziroma zaščito te vrste vina.



Slika 25: Potreben dodatek žveplovega dioksida za zaščito vina glede na njegovo pH vrednost (Margalit, 2004a: 258)

5.11 OKSIDACIJSKO-REDUKCIJSKI POTENCIAL (rH vrednost)

rH vrednost je kvantitativni podatek o reduktivnosti oz. oksidativnosti okolja. rH vrednost nam torej pove, ali bodo v vinu potekale bolj reducirajoče ali bolj oksidirajoče reakcije. Za vino značilne rH vrednosti so med 16 in 24, kjer 16 pomeni izrazito reduktivno okolje, 24 pa izrazito oksidativno okolje. V celotnem postopku pridelave vina na rH vrednost odločilno vplivata dva glavna akterja: kisik in žveplov dioksid (Bavčar, 2006).

Bolj oksidativno stanje je značilno za predelavo grozdja do mošta, torej za postopek pred alkoholno fermentacijo. Alkoholna fermentacija pa je anaeroben proces, za katerega je značilno reduktivno stanje. V času od konca alkoholne fermentacije do stekleničenja se rH vrednost manj spreminja. Poskušamo jo vzdrževati na čim bolj optimalni vrednosti, ki naj bi bila med 17,5 in 20. Zorenje vina in tudi poznejše staranje lahko opišemo kot postopno oksidacijo. Njena hitrost je odvisna predvsem od pH vrednosti, pufrne kapacitete in vsebnosti oksidirajočih spojin (fenolnih spojin). Po stekleničenju nastopi postopno zmanjševanje oksidacijsko-redukcijskega potenciala zaradi relativno anaerobnih razmer in dodatka žveplovega dioksida (Bavčar, 2006).

V vinu iz dolija smo izmerili rH vrednost 19,9, kar predstavlja zgornjo mejo vrednosti rH, ki še omogoča ugodno zorenje vina. Verjetno pa bi bilo potrebno vinu pred stekleničenjem dodati več žveplovega dioksida.

5.12 PEPEL IN TEŽKE KOVINE

Notranjost dolijev premažejo s čebeljim voskom, s katerim zamašijo večje pore v lončenini in s tem preprečijo uhajanje vina iz posode. Čebelji vosek na notranji površini kmalu raztopijo alkohol in organske kisline vina. Keramika ni inerten material, torej lahko upravičeno predvidevamo, da pride med zorenjem vina v doliju do povečanja vsebnosti mineralov in težkih kovin v vinu.

Minerali imajo vlogo kot sestavni deli vitaminov in encimov, sodelujejo pri izmenjavi hranil med kvasovkami in okoljem ter reagirajo s kislinami, s katerimi tvorijo soli (Bavčar, 2006). Določanje pepela ter posameznih kationov in anionov je za enologa pomembno iz več razlogov: zaradi zakonskih omejitev, zdravja in okusa vina ter poznavanja vinogradniških tal (Ough in Amerine, 1988). Spremljanje vsebnosti kationov v vinu je potrebno tudi zaradi različnih nestabilnosti, ki jih povzročajo (izločanje vinskega kamna, železov in bakrov lom,...) (Ribéreau-Gayon in sod, 2006).

Težke kovine so v bioloških sistemih toksične, ker imajo sposobnost deaktivacije encimov. Zato so njihove vsebnosti v živilih zakonsko omejene. Vino vsebuje: železo, baker, cink, mangan, aluminij, svinec in arzen. Majhne količine težkih kovin se akumulirajo v grozdju, kamor preidejo skozi koreninski sistem ali pa izvirajo iz škropiv. Te količine niso pomembne, ker se med alkoholno fermentacijo vežejo na površino kvasnih celičnih membran. Povečane vsebnosti težkih kovin v vinu pa so posledica prehajanja iz kletarske opreme, vinske posode, čistilnih sredstev ali filtrnega sredstva (Zoecklin, 1995).

Preglednica 11 podaja vsebnost pepela in posameznih kationov v analiziranem vinu, ter največje dovoljene koncentracije, ki jih predpisuje slovenska zakonodaja oz. Uradni list Republike Slovenije (Pravilnik o pogojih..., 2004a).

Preglednica 11: Vsebnost pepela in posameznih kationov v vzorcu (belo vino pridelano v dolijih, letnik 2005) in vsebnosti predpisane v ULRS

Kemijski parameter	Koncentracija določena v vinu	Predpisana koncentracija (ULRS)
Pepel	3210 mg/L	najmanj 1200 mg/L
Kalij	1262 mg/L	ni predpisa
Kalcij	84 mg/L	ni predpisa
Magnezij	74 mg/L	ni predpisa
Natrij	20 mg/l	največ 60 mg/L
Železo	3,4 mg/L	največ 10 mg/L
Baker	< 0,05 mg/L	največ 1 mg/L
Svinec	< 0,01 mg/L	največ 0,25 mg/L
Cink	0,50 mg/L	največ 5 mg/L

Vsebnost pepela v vinu je običajno od 1,5-3,0 g/L (Ribéreau-Gayon in sod, 2006). Ker se večina mineralnih snovi nahaja v trdnih delih jagode, je zaradi tehnologije pridelave v rdečih vinih navadno večja (Bavčar, 2006). ULRS ne predpisuje največje dovoljene koncentracije pepela, določa pa najmanjšo zahtevano vsebnost – 1,2 g/L za bela vina (za deželno vino PGO, kakovostno vino ZGP in vrhunsko vino ZGP) (Pravilnik o spremembah..., 2004b).

Relativno velika vsebnost pepela v vinu pridelanem v dolijih (3,2 g/L) je bila pričakovana, saj je stik vina s trdnimi deli grozdnih jagod pri tej metodi pridelave vina ekstremno dolg. Tako stanje pozitivno prispeva k polnosti okusa te vrste vina. Iz tabele lahko razberemo, da niti ena od vsebnosti težkih kovin nikakor ne presega največje dovoljene koncentracije.

Kalija je v vinu relativno največ. Kot kation soli pomembno vpliva na pH vrednost, pa tudi na tartratno stabilnost vina. Vino ga vsebuje od 200 do 2000 mg/L. Povprečna vsebnost v belih vinih je 800 mg/L in v rdečih vinih 1100 mg/L (Margalit, 2004a). Vsebnost kalija je v rdečih vinih večja, saj fenolne snovi inhibirajo njegovo izločanje (Ribéreau Gayon in sod, 2006). Vsebnost kalija v vinu iz dolijev (1262 mg/L) je relativno velika, kar je delno posledica velike vsebnosti polifenolov, delno pa mogoče tudi stika s keramično posodo, vendar bi morali to dokazati z dodatnimi raziskavami.

Kalcij se v vinu nahaja v povezavi s tartratnim in oksalatnim ionom (Ribéreau-Gayon in sod, 2006). Tudi kalcij vpliva na tartratno stabilnost vina. Poleg grozdja lahko izvira še iz čistilnih sredstev (bentonit) ali filtrnega sredstva. Vino ga vsebuje od 30 do 200 mg/L, povprečna vsebnost je 80 mg/L (Margalit, 2004a). Določena vsebnost kalcija v vinu iz dolijev je 84 mg/L in se ujema z običajnimi vrednostmi.

Magnezij je tudi za vino pomemben kation. Vpliva na tartratno stabilnost in grenkokisel okus vina (Ough in Amerine, 1988). Magnezijeve soli so v vinu dobro topne, zato se med fermentacijo in zorenjem ne izločajo. Vino ga vsebuje od 60 do 150 mg/L (Ribéreau-Gayon in sod., 2006); s tem se ujema tudi določena vsebnost v analiziranem vzorcu vina iz dolijev (74 mg/L).

Natrij je tudi v grozdju naravno prisoten ion. V vinu ga najdemo v relativno majhnih koncentracijah 10-40 mg/L (Ribéreau-Gayon in sod., 2006). Lahko pa se njegova vsebnost zelo poveča zaradi dodajanja natrijevih enoloških sredstev: sulfita, metabisulfita, sorbata, bentonita, sulfida ali kuhinjske soli, ki jo v Franciji dodajajo za bistrenje vina. Zato je njegova vsebnost omejena na 160 mg/L (Ough in Amerine, 1988). V analiziranem vzorcu vina iz dolijev smo določili 20 mg Na⁺/L.

Železove spojine so v grozdju naravno prisotne, povečane vsebnosti pa so lahko posledica nezaščitene kletarske opreme (Margalit, 2004a). V manjših koncentracijah ima pomembno vlogo kot encimski aktivator, stabilizator in funkcionalna komponenta proteinov (Zoecklin, 1995). Kot katalizator sodeluje pri oksidaciji vina. Za vino so značilne relativno majhne vsebnosti železa (1-10 mg/L). Če doseže vsebnost 4-5 mg/L, lahko povzroča nestabilnost vina. Železov lom je posledica delovanja železovih ionov v oksidativnih pogojih. V belih vinih je meglica železov fosfat (beli lom), v rdečih vinih pa kompleks železovih ionov s tanini (modri lom). Vendar do loma ne pride, če je vsebnost železa manj kot 5 mg/L

(Margalit, 2004a). V primeru vina iz dolijev bi bila tvorba meglice lahko problematična, vendar izmerjena vsebnost železa (3,4 mg/L) ne pomeni tega tveganja.

Bakrovi ioni imajo pri oksidacijskih procesih podobno vlogo kot železovi (Margalit, 2004a). Mošt vsebuje relativno velike količine bakra 5 mg/L, ki izvirajo iz grozdja oz. iz vinograda ter predvsem iz škropiv. Med alkoholno fermentacijo se sulfati iz škropiv reducirajo v sulfide, ki so netopne soli in jih zato s prvim pretokom zlahka odstranimo. Baker dodatno vežejo tudi kvasne droži. V mladih vinih je zato vsebnost bakra le še od 0,3 do 0,4 mg/L. Vsebnost se med staranjem lahko poveča zaradi stika vina z bakreno, kositrovo ali bronasto opremo, ki se uporablja za odstranjevanje neželenega vodikovega sulfida (Ribéreau-Gayon in sod., 2006). V vinu je bakra od 0,03 do 1,50 mg/L, povprečna vsebnost je 0,2 mg/L. Ko je vsebnost bakra večja od 0,4 mg/L, deluje kot katalizator pri oksidaciji fenolnih snovi. Bakrov lom nastaja v reduktivnih pogojih (običajno med staranjem vina v steklenicah) zaradi interakcije bakrovih ionov s proteini. Ni značilen za rdeča vina in za tista bela vina, v katerih je vsebnost bakra manj kot 1 mg/L (Margalit, 2004a). Vsebnost bakra v analiziranem vzorcu vina iz dolijev je manj kot 0,05 mg/L, zato je tudi pojav bakrovega loma skoraj nemogoč.

Svinčeve spojine so zelo toksične in se v telesu akumulirajo še posebej v kosteh in v zobovju (Ribéreau-Gayon in sod., 2006). V vinu je svinca do 0,3 mg/L, povprečno pa 0,04 mg/L. Svinčeve spojine so lahko na kožici jagode (nanos od zunaj), lahko pa jih vsebujeta tako kožica kot pečke, kar kaže na akumulacijo iz zemlje. Iz pečk običajno ne prehaja v vino, iz ostalih delov jagode pa lahko in sicer je njegova vsebnost v vinu odvisna od intenzivnosti stiskanja grozdja in trajanja kontakta s kožicami (Margalit, 2004a). V primeru pridelave vina v dolijih bi sicer lahko na večjo vsebnost svinca pomembno vplival tudi osem mesečni kontakt vina s pečkami, vendar je določena vsebnost svinca v analiziranem vzorcu manj kot 0,01 mg/L in tako ne predstavlja nobenega tveganja za zdravje ljudi.

Cinka je v vinu od 0,14 do 4,00 mg/L. Njegovo vsebnost povečuje podaljševanje maceracije (Ribéreau-Gayon in sod., 2006). Kljub ekstremno dolgi maceraciji, je vsebnost cinka v vinu iz dolijev le 0,50 mg/L.

Vsebnost pepela je v vinu iz dolijev relativno velika, vendar ima pozitiven vpliv na senzorične lastnosti vina. Prav tako je tudi vsebnost kalija relativno velika, kar pa si lahko razložimo z veliko vsebnostjo fenolov v tako pridelanem vinu. V kakšni meri oz. če sploh sta večji vsebnosti pepela in kalija odvisni tudi od stika vina s keramično posodo, pa bo treba v prihodnosti pojasniti z dodatnimi raziskavami. Nobena od vsebnosti težkih kovin ne presega zakonsko dovoljene meje, niti meje, ki bi omogočala nastanek različnih nestabilnosti vina. Zato lahko zaključimo, da je vino iz dolijev tudi s tega vidika popolnoma sprejemljivo in varno.

5.13 VIŠJI ALKOHOLI

Višji alkoholi so alkoholi, katerih molekule vsebujejo več kot dva ogljikova atoma. Kvalitativno in kvantitativno predstavljajo višji alkoholi pomembno skupino alkoholov, ki vplivajo na aromo, predvsem pa na vonj vina. Nastajajo med alkoholno fermentacijo (Zoecklin, 1995).

Glavni vir za nastajanje višjih alkoholov so aminokisliline, iz katerih nastajajo v reakcijah transaminacije, dekarboksilacije in redukcije (Margalit, 2004a). Med alkoholno fermentacijo vplivajo na obseg njihove sinteze različni dejavniki: sev kvasovk (oz. mešana, naravno prisotna kultura kvasovk), temperatura fermentacije, vsebnost kisika, pH vrednost in vsebnost dušikovih spojin (aminokislin) (Zoecklin, 1995). V primeru pridelave vina v dolijih je alkoholno fermentacijo vodila naravno prisotna mikroflora pri višji temperaturi.

1-propanol je višji alkohol, ki nastaja kot stranski produkt pri MKF. V vinu ga je do 68 mg/L (Plahuta, 2004). Analizirano vino ga vsebuje 23 mg/L.

Izobutanol (2-metil-1-propanol) nastaja med MKF iz valina. V vinu ga je od 20 do 80 mg/L (Plahuta, 2004). V vinu pridelanem v dolijih ga nismo določili (0 mg/L oz. pod mejo detekcije), kar ni bilo v skladu z našimi pričakovanji.

2-feniletanol je višji alkohol, ki predstavlja pomemben del aromatičnih snovi vina. Je najpomembnejši fenolni alkohol vina. Vinu daje vonj po popru ali po vrtnicah. Med alkoholno fermentacijo ga tvorijo kvasovke iz fenilalanina. V vino se sprosti tudi med avtolizo kvasnih celic. Spada med sekundarne aromatične snovi. V vinu ga je od 10 do 75 mg/L (Plahuta, 2004). V analiziranem vzorcu smo ga določili 24 mg/L.

Izoamil alkohol (3-metilbutan-1-ol) je višji alkohol, ki nastaja kot produkt MKF in je eden izmed najpomembnejših višjih alkoholov v vinu (patoke). Na aromo vina vpliva močneje kot izobutanol in propanol. Ima neprijeten, rezek vonj. Nastane med alkoholno fermentacijo iz levcina in piruvične kisline, ter tudi acetaldehida (takrat se tvorijo najprej ketokisliline, ki so predstopnja aminokislinam in višjim alkoholom). V vinu ga je do 100 mg/L, včasih celo do 400 mg/L (Plahuta, 2004). V našem vzorcu smo ga določili 236 mg/L, kar je relativno velika vsebnost in je verjetno posledica visoke fermentacijske temperature in MKF.

5.14 ESTRI

Estri so izrednega pomena za aromo vina. Nastajajo v reakcijah med karboksilno skupino organskih kislin in hidroksilno skupino alkoholov (alifatski estri) ali fenolov (fenolni estri). Pomembnejši so alifatski estri, saj je fenolnih estrov manj in so večinoma manj hlapni. Med alifatskimi estri so najpomembnejši tisti, ki nastanejo z reakcijo med etanolom in nasičenimi maščobnimi kisljinami (etilheksanoat, etiloktanoat in etildekanoat). Enako pomembni so tisti, ki so posledica reakcije med očetno kislino in etanolom ali višjimi

alkoholi (etilacetat, izoamilacetat, izobutilacetat, 2-feniletacetat in heksilacetat). Slednje najpogosteje povezujemo s sadno cvetlično aromo (Bavčar, 2006).

Estri lahko izvirajo iz grozdja, vendar v zelo majhnih količinah. Nastanejo lahko z encimsko reakcijo kot stranski produkt fermentacijskega procesa – nevtralni estri (acetat, butirat, oksanoat,...). Nevtralni estri so hlapni, zato vplivajo na aromo vina. Tretji način nastanka pa je zelo počasna kemijska esterifikacija med staranjem vina, ko nastajajo kisli estri. Kisli estri niso hlapni in zato manj vplivajo na aromo vina (Margalit, 2004a).

Vsebnosti hlapnih estrov so v vinu majhne, vendar odločilno vplivajo na sadne arome, ki so pomembne predvsem pri mladih vinih. Izjema je etilacetat (poglavje 5.8), ki ga je več, in v velikih koncentracijah negativno vpliva na kakovost vina (Margalit, 2004a).

Izoamilacetat je ester očetne kisline in 3-metilbutanola (3-metilbutilacetat, $\text{CH}_3\text{COOC}_5\text{H}_{11}$). Njegova vsebnost se veča z zrelostjo grozdja, tvorijo ga tudi kvasovke. Ima vonj po bananah. V vinu ga je od 136 do 392 mg/L (Plahuta, 2004). V našem vzorcu smo ga določili 60 mg/L.

2-feniletacetat je ester, ki ga je v vinu le nekaj mg/L. Vinu daje vonj po vrtnicah ali po španskem bezgu. V vino se sprosti ob avtolizi kvasnih celic. Spada med sekundarne aromatične snovi (Plahuta, 2004). V našem vzorcu ga nismo določili (0 mg/L oz. pod mejo detekcije).

5.15 SENZORIČNA ANALIZA

Bistrost vina iz dolijev je zadovoljiva, za barvo pa je značilen rjavkast odtenek. Barva vina iz dolijev je intenzivna, kar sta pokazala tudi rezultata merjenja absorbance pri 420 nm (0,325) in 520 nm (0,087). Vsota obeh absorbanc je 0,412, kar je za bela vina velika vrednost.

Ton barve (α) smo izračunali iz enačbe (7) in dobili negativni kot $-13^\circ 23'$. Kot α je za bela vina vedno negativen. Kot blizu 0 pomeni svetlejši ton barve, manjša vrednost kota pa pomeni jantarne, opečnate odtenke barve.

V belih vinih je porjavenje v veliki meri posledica oksidacije fenolnih spojin (katehinov in levkoantocianidinov) (Zoecklin, 1995). Posledica dolgotrajne postfermentativne maceracije je velika vsebnost fenolnih snovi, ki vinu iz dolija dajejo intenzivnejšo barvo. Delno se te fenolne snovi oksidirajo do kinonov, ki povzročajo rjavkast odtenek barve.

Grenkoba in astringenca vina sta posledica prisotnih fenolnih spojin. Z grenkobo so tesneje povezani flavanoli (npr. katehin), medtem ko k astringenci vina poleg flavanolov prispevajo tudi neflavonoidi. Zaznava grenkobe in astringence je zelo odvisna od stopnje polimerizacije fenolnih spojin. Do nastanka tetramer naraščata grenkoba in astringenca približno enakomerno z vsebnostjo, nadaljnja polimerizacija pa povzroči intenzivnejšo zaznavo grenkobe (Margalit, 2004a). Grenak okus vina iz dolija je posledica velike

vsebnosti fenolnih snovi. Vendar ima analizirano vino velik zorilni potencial, zato predvidevamo, da bo z nadaljnjim zorenjem v steklenici, okus lahko postal bolj harmoničen. Ko vino ustekleničimo, se zorenje nadaljuje praktično brez kisika. Med mnogimi spremembami poteka tudi zelo počasna polimerizacija fenolnih spojin.

Med staranjem vina potekajo transformacije taninov, ki se kažejo kot sprememba barve, mehčanje okusa in zmanjšanje astringence. Iz procianidinov v kislem nastajajo karbokationi, ki se povežejo z drugimi flavanoli in tvorijo homogene polimere. Polimerizacija (drugačna struktura) vpliva na senzorične lastnosti taninov (mehčanje okusa) (Ribéreau-Gayon in sod., 2006).

5.16 ZORENJE VINA NA DROŽEH

Tehnologija pridelave vina v dolijih je v bistvu zelo tesno povezana z zorenjem vina na drožeh. V doliju potekajo procesi, ki so podobni tistim pri ležanju vina na kvasovkah, dodatno pa se iz trdnih delov grozdja izloči tudi več fenolnih spojin in aromatičnih snovi.

V doliju poteka zorenje hkrati na grobih in finih drožeh. Seveda je veliko več grobih droži. Zaradi morebitnih negativnih vplivov grobih droži na senzorične lastnosti vina, vsebine zaprtih dolijev ne mešamo.

Grobe droži so sestavljene iz:

- rastlinskega materiala
- skupkov kristalov vinskega kamna, odmrlih kvasnih celic in izločenih koloidnih delcev
- izločenih taninov
- kosmičev, ki nastajajo pri reakcijah med beljakovinami, polisaharidi in tanini med maceracijo drozge (Bavčar, 2006).

Grobe droži se v vinu neprestano tvorijo. Zaradi njihove sestave običajno niso zaželeni, saj imajo lahko negativne vplive:

- lahko poudarijo rastlinski (vegetalni) značaj vina
- lahko potencirajo okus trpkosti in grenkobe (Bavčar, 2006).

Fine droži predstavljajo predvsem neaktivne ali odmrle celice kvasovk in mlečnokislinskih bakterij. Ocenjuje se, da je v vinu po končani alkoholni fermentaciji od 30 do 100 g kvasovk na liter. Ta količina predstavlja zelo pomemben vir polisaharidov, manoproteinov, aminokislin, nukleinskih kislin in estrov, kar poudari tako vonj kot okus vina (Bavčar, 2006). V tako pridelanih vinih postopek ne poudari sortnosti, ampak pridobimo vina z izredno kompleksno aromo, poudarjenim telesom in dobro sposobnostjo zorenja (staranja).

Sicer pa imajo droži v doliju še eno zelo pomembno vlogo. Predvsem zaradi droži lahko temu vinu dodamo zelo malo SO₂, saj ustvarjajo droži v vinu reduktivno okolje. Izredno majhno potrebo po SO₂ kažejo ta vina tudi po pretoku in po stabilizaciji.

6 POVZETEK IN SKLEPI

6.1 POVZETEK

Najstarejši zanesljivi dokazi o obstoju rodu *Vitis*, v katerega sodi vinska trta, segajo v obdobje terciarja in so zelo široko razprostranjeni po Evropi, Ameriki in Aziji. Številnejše fosilne najdbe vrste *Vitis vinifera* pa so znane iz začetka kvartarja iz južne Francije, Švice, ter severne in srednje Italije (Cunja, 1995).

Kdaj je človek spoznal vinsko trto ni znano, vsekakor pa že v obdobju paleolitika. Prehrano, ki je temeljila pretežno na lovu, je dopolnjeval z nabiranjem divjih sadežev, gomoljev, zelišč ipd. V predelih, kjer so podnebne razmere dopuščale rast divje vinske trte, je vključeval v prehrano tudi njene jagode (Cunja, 1995).

Načrtno vzgojo vinske trte in pridelavo vina lahko na Bližnjem vzhodu potrdimo že v zgodnjem 6. tisočletju pr. n. št. Pečke kultivirane vinske trte ter najstarejša znana orodja in posode dokazujejo, da je pridelava vina v obdobju neolitika postala načrtna aktivnost človeka na območju Bližnjega vzhoda. Vzporedno so se razvijala tudi rokodelska znanja in proizvodi, ki so olajšali oz. sploh omogočili pridelavo in shranjevanje vina. Za vinarstvo je bilo še posebej pomembno odkritje keramike (McGovern, 2003).

Na tleh današnje Slovenije so vino poznali že pred prihodom Rimljanov, ker so zanj z ljudstvi iz Grčije in Italije trgovali z železom in drugim blagom. Vendar je pospešen razvoj vinogradništva in vinarstva prinesla šele rimska okupacija. Proces romanizacije je razširil kulturo vinske trte in s tem povezano lončarsko industrijo. Uporaba dolijev za pridelavo vina v rimskem času je znana iz Vipavske doline, Goriških Brd in Istre (Vidrih Perko in Žbona Trkman, 2005; Vidrih Perko, 2004).

Današnja tehnologija pridelave vina v dolijih je podobna tisti, ki se je s splošnim razvojem keramične obrti in udomačevanjem vinske trte na Bližnjem vzhodu razvila v poznem neolitiku. Marsikdo vinu pridelanem v dolijih očita, da ni bistro, da nima prave barve, da gotovo vsebuje preveč težkih kovin in hlapnih kislin, da je že mlado starikavo in celo to, da ni nič posebnega! Zaradi tehničnih ovir na žalost nismo mogli opraviti poskusa v več ponovitvah, vendar nam je uspelo dokazati, da vino iz dolijev ustreza vsem ustaljenim in zakonsko predpisanim zahtevam, ki za vina veljajo danes.

Tehnologija pridelave vina v dolijih ni v smislu splošnih priporočil in spoznanj o vinu. Vino iz dolijev odraža razmišljanje in individualnost vinarja ter njegovo željo po raziskovanju tehnoloških meja pridelave vin (v našem primeru belega vina, kjer se zdi izziv še večji). Relativno visoka cena te vrste vina je upravičena z drznostjo in tveganjem vinarja. Slabosti dolijev je več: visoka nabavna cena (predvsem zaradi dragega transporta), omejeno trajanje, težavno vzdrževanje, negativni vpliv na vino v primeru slabo vzdrževane posode in izguba vina skozi pore (če dolij ni pravilno izdelan).

Danes veliko govorimo o naravni prehrani... In o liofiliziranemu vinu... Se sploh zavedamo, kako hitro se nam zaradi napredka znanosti in tehnologij narava oddaljuje? Ta

vrsta vina nam pripoveduje zgodbo – zgodbo o zgodovini vina, ki ga že od nekdaj pridelujejo po kar najbolj naravni poti. Vino iz dolijev temelji na starodavni tradiciji in nam tako ponuja posebno doživetje. Ima specifično barvo, vonj in okus, kar mu daje poseben značaj. Drugačna metoda pridelave daje tej vrsti vina lastnosti, po katerih se loči od klasično pridelanih vin.

Mnogo novih vprašanj se je med raziskavo sproti porajalo. Kako dolga maceracija bi bila pri pridelavi vina v dolijih optimalna? V kakšni meri oz. ali sploh je večja vsebnost pepela posledica stika s keramiko? Kdaj in v kolikšni meri bi bilo žveplanje tega vina najbolj primerno? Na ta vprašanja bo potrebno odgovoriti z nadaljnjimi raziskavami.

6.2 SKLEPI

- Analiziranemu belemu vinu smo določili relativno visoko pH vrednost (3,7) in manjšo vsebnost skupnih kislin (5 g/L), kar je posledica dolge postfermentativne maceracije in dveh stalnih spremljevalcev tako pridelanega vina: izločanja vinskega kamna in biološkega razkisa.
- Večja vsebnost hlapnih kislin v vinu iz dolijev (0,8 g/L) je lahko posledica delovanja MKB, ki očetno kislino lahko tvorijo pred alkoholno fermentacijo ali med njo iz enostavnih sladkorjev, kasneje pa še z oksidacijo citronske kisline, ki je v vinu iz doljev malo (0,14 g/L). V večjem obsegu nastaja očetna kislina v doliju zaradi oksidacije etanola prek acetaldehida. Zato je tudi vsebnost acetaldehida v vinu iz dolijev relativno majhna.
- Vsebnost pepela je v vinu iz dolijev relativno velika, vendar pozitivno vpliva na sensoriko. Večja vsebnost pepela (3,2 g/L) je posledica dolgega kontakta vina s trdnimi deli jagod, v določeni meri pa mogoče tudi neposrednega stika s keramiko, vendar bi lahko to dokazali le z nadaljnjimi raziskavami. Izstopala je samo vsebnost kalija (1,3 g/L), kar si delno lahko razložimo z veliko vsebnostjo fenolnih spojin, ki izločanje kalijevih soli inhibirajo. Vsebnost nobene od težkih kovin pa nikakor ni dosegla zakonsko dovoljene meje, niti meje, ki bi omogočala pojav različnih nestabilnosti (lomov).
- Zaradi ekstremno dolge maceracije vsebuje vino iz dolija veliko fenolnih spojin. Glede na vsebnost skupnih fenolnih spojin (1169 mg/L) je analizirano belo vino primerljivo z rdečimi vini. Prav tako je tudi razmerje med flavonoidi in neflavonoidi v belem vinu iz dolijev podobno kot pri rdečih vinih – večinoma vsebuje flavonoide (1108 mg/L). Fenolne spojine so pomembne za barvo, vplivajo na vonj in okus, imajo antioksidativne in protimikrobne lastnosti, za fizično stabilnost pa je pomembna predvsem velika vsebnost taninov (858 mg/L), ki se vežejo s proteini.
- Vina iz dolijev predstavljajo alternativo klasično pridelanim belim vinom tudi zaradi minimalnih potreb po dodanem žveplovem dioksidu (45 mg skupnega

SO₂/L). To je predvsem posledica zorenja vina na drožeh, ki v doliju ustvarjajo reduktivno okolje. Zaradi relativno visoke pH vrednosti vina iz dolijev pa bi bil pred stekleničenjem mogoče potreben večji dodatek žveplovega dioksida.

- Senzorična analiza je pokazala, da je vino iz dolijev dovolj bistro. Intenzivnejša barva je posledica velike vsebnosti fenolnih spojin, rjavkasti odtенок barve pa je posledica oksidiranih fenolnih spojin – predvsem katehinov. Bogata fenolna sestava je tudi vzrok izstopajoče grenčice in kosmatega okusa, vendar lahko z nadaljnjim zorenjem v steklenicah vino doseže harmonijo.
- Vino pridelano v dolijih ima tradicijo antičnih vipavskih, briških in istrskih vin ter kupcu ponuja posebno doživetje.

7 VIRI

Bavčar D. 2006. Kletarjenje danes. Ljubljana, Kmečki glas: 286 str.

Boulton R. B., Singleton V. L., Bisson L.F., Kunkee R. E. 1996. Principles and practices of wine making. New York, Chapman and Hall: 115-151

Brun J. P. 2003. Le vin et l'huile dans la Méditerranée antique: viticulture, oléiculture et procédés de transformation. Paris, Errance: 240 str.

Callec C. 2002. The complete encyclopedia of wine. Lisse, Rebo International: 6-15

Caro S. 1994. Il vino di Boscoreale: dalla vigna al mercato (una vendemmia possibile nella villa di Boscoreale). La villa rustica in località villa Regina a Boscoreale. Pubblicazioni scientifiche del centro di studi della Magna Graecia dell'Università degli studi di Napoli Federico II, 1: 221-227

Chiaureli V. 1989. Georgian wine. Tbilisi, Vneshtorg Publishing: 1-38

Chichua D. 2008. "Izdelava in čiščenje dolijev ter tradicionalne gruzinske metode za pridelavo vina v dolijih". Telavi, Telavi State University, Faculty of Agriculture and Food Processing (osebni vir, maj 2008)

Coulter T. P. 2002. Food: the chemistry of its components. 4th ed. Cambridge, The Royal Society of Chemistry: 432 str.

Cunja R. 1995. Prispevek arheologije k zgodovini vinske trte in vina. Dežela refoška: vinogradništvo in vinarstvo slovenske Istre. Darovec D. (ur.). Koper, Zgodovinsko društvo za južno Primorsko: 37-98

Determining community methods for the analysis of wines. 1990. Official Journal of the European Communities, L272: 1-192

Dominé A. 2003. Wine. Köln, Könemann: 14-15

Golob T., Jamnik M., Bertonec J., Kropf U. 2005. Senzorična analiza: metode in preskuševalci. *Acta Agriculturae Slovenica*, 85, 1: 55-66

Jackson R. S. 2008. *Wine science: principles and applications*. 3rd ed. Amsterdam, Academic Press: 1-27

Johnson H. 1998. *Hugh Johnson's story of wine*. London, M. Beazley: 1-77

Kirigin B. 1994. Grčko-italske amfore na Jadranu. *Arheološki vestnik*, 45: 15-24

Kokholm G. [2008]. *Redox measurements: their theory and technique*. 3rd rev. ed. Copenhagen, Radiometer A/S: 29 str.

Košmerl T., Kač M. 2004. *Osnovne kemijske analize mošta in vina*. 2. izd. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 106 str.

Kralj P., Kralj Cigić I., Pompe M., Guček M., Levart A., Keber I., Veber M. 2006. *Analizna kemija. Navodila za laboratorijske vaje (Univezitetni študijski program farmacije)*. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo, Katedra za analizno kemijo: 72-73

Lipanjan M. 2003. Demejana antičkov Sredozemlja. *Magazin za plovibni plovila*, 9, 98: 82-87

Marcone A. 2004. *Storia dell'agricoltura romana*. Roma, Carocci: 237 str.

Margalit Y. 2004a. *Concepts in wine chemistry*. 2nd ed. San Francisco (CA), Wine Appreciation Guild: 476 str.

Margalit Y. 2004b. *Concepts in wine technology*. San Francisco, Wine Appreciation Guild: 263 str.

Martinčič A., Wraber T., Jogan N., Podobnik A., Ravnik V., Turk B., Vreš B., Frajman B., Strgulc-Krajšek S., Trčak B., Bačič T., Fischer M. A., Eler K., Surina B. 2007. *Mala flora Slovenije: ključ za določanje praprotnic in semenk*. Ljubljana, Tehniška založba Slovenije: 967 str.

Matijašić R. 1998. Gospodarstvo antičke Istre: arheološki ostaci kao izvori za poznavanje društveno-gospodarskih odnosa u Istri u antici: (1. st. pr. Kr. – 3. st. posl. Kr.). Povijest Istre IV. Pula, "Žakan Juri": 377-387

McGovern E. P. 2003. Ancient wine: The search for the origins of viticulture. New Jersey, Princeton University Press: 374 str.

Ough C. S., Amerine M. A. 1988. Methods for analysis of musts and wines. 2nd ed. New York (etc.), John Wiley and Sons: 377 str.

Perkin Elmer. 1982. Analytical Methods for Atomic Absorption Spectrometry. Norwalk: 300 str.

Plahuta P. 1996. Prvi znanstveni dokaz o obstoju vina v neolitiku. Primorska srečanja, 20, 187: 752-752

Plahuta P. 2004. Veliki vinski leksikon. Ljubljana, Mladinska knjiga: 515 str.

Pravilnik o pogojih, ki jih mora izpolnjevati grozdje za predelavo v vino, o dovoljenih tehnoloških postopkih in enoloških sredstvih za pridelavo vina in o pogojih glede kakovosti vina, mošta in drugih proizvodov v prometu. 2004a. Uradni list Republike Slovenije, 14, 43: 5336-5357

Pravilnik o postopku in načinu ocenjevanja mošta, vina in drugih proizvodov iz grozdja in vina. 2000. Uradni list republike Slovenije, 10, 32: 3857-3862

Pravilnik o spremembah in dopolnitvah pravilnika o pogojih, ki jih mora izpolnjevati grozdje za predelavo v vino, o dovoljenih tehnoloških postopkih in enoloških sredstvih za pridelavo vina in o pogojih glede kakovosti vina, mošta in drugih proizvodov v prometu. 2004b. Uradni list Republike Slovenije, 14, 127: 15271-15272

Prijatelj A. 2002. Določanje hlapnih komponent v sadnih destilatih. Diplomsko delo. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 66 str.

Ribéreau-Gayon P., Glories Y., Maujean A., Dubourdieu D. 2006. Handbook of enology: vol. 2: The chemistry of wine stabilization and treatments. 2nd ed. Chichester, John Wiley and Sons: 441 str.

Skoog D. A., West D. M., Holler J. F., Crouch S. R. 2004. Fundamentals of analytical chemistry. 8th ed. Belmont, Thomson-Brooks/Cole: 839-988

Tanner H., Brunner H. R. 1979. Getränke-Analytik: Untersuchungsmethoden für die Labor und Betriebspraxis. Schwäbisch Hall, Heller Chemie und Verwaltungsgesellschaft: 206 str.

Tolar Korenčan T., Jakše J., Korošec-Koruza Z. 2008. The oldest macroremains of Vitis from Slovenia. V: Proceedings of the 14th Symposium of the International Work Group for Palaeoethnobotany, Krakov 2007. Berlin; Heidelberg: Springer, 2008. (Vegetation History and Archaeobotany, 17, Suppl. 1.: S93-S102

Tusseau D., Benoit C. 1987. Routine high-performance liquid chromatographic determination of carboxylic acids in wines and champagne. Journal of Chromatography, 395: 323-333

Vidrih Perko V. 2000. Amfore v Sloveniji. Annales: Series historia et Sociologia, 10, 2=22: 421-456

Vidrih Perko V. 2003a. Il vino dell'epoca romana nell'odierno territorio sloveno. Bollettino del Gruppo Archeologico Aquileiese, 13, 13: 49-56

Vidrih Perko V. 2003b. "Sia ricordato il compratore!". Aquileia nostra, 74: 478-494

Vidrih Perko V. 2004. Oljka in olje v antiki: Columella, De re rustica, 5.8.1: Olea quae prima omnium arborum est. Annales. Series historia et Sociologia, 14, 2: 243-256

Vidrih Perko V., Vomer Gojkovič M. 2005. Pijenje vina i kult boga Libera i nalazi iz Poetovije. Histria Antiqua, 13: 323-332

Vidrih Perko V., Žbona Trkman B. 2005. Trgovina in gospodarstvo v Vipavski dolini in Goriških Brdih v rimski dobi: interpretacija na podlagi najdišč Loke, Neblo, Bilje in Ajdovščina. Goriški letnik, 30/31: 17-72

Vidrih Perko V., Župančič M. 1999. Vino in vinska trta v arheologiji. Annales. Series Historia et Sociologia, 9, 18: 512-515

Vitolovič V. 1971. Iz prošlosti poljoprivrede Istre od antike do 18. stoljeća. Poreč, Zbornik Poreštine, 1: 313-344

Wondra M. 2006. Zapiski s predavanj pri predmetu Enologija za študente živilske tehnologije v študijskem letu 2006/2007. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo

Zoecklin B. W., Fuselgang K. C., Gump B. H. Nury F.S. 1995. Wine analysis and production. New York, Chapman and Hall: 621 str.

ZAHVALA

Najprej bi se za strokovno pomoč in moralno podporo zahvalila mentorju, doc. dr. Mojmirju Wondra. Prav tako hvala somentorici, doc. dr. Vereni Vidrih Perko, za pomoč pri iskanju in razumevanju arheološke in zgodovinske literature. Posebej bi se zahvalila tudi recenzentki doc. dr. Milici Kač. Vsi ste bili nepogrešljivi.

Diplomska naloga gotovo ne bi nastala brez Jeana Michela Morela Kabaja, ki mi je velikodušno podaril vino iz dolijev. Izdal mi je skrivnosti pridelave vina v dolijih, kar za nobenega vinarja ni enostavno. Spremljal me je tudi v Gruzijo. Hvala Jean, brez tebe ne bi bilo isto.

Rada bi se zahvalila Steffenu Hansenu in dr. Davidu Chichua, ki sta mi pokazala čudovito deželo, katere ne bom nikoli pozabila.

Naslednji bi se zahvalila svoji družini, ki mi je stala ob strani v mnogih trenutkih, ko mi je zmanjkovalo poguma.

In seveda Zdenki Zupančič, Vojmirju Francetiču, Andreji Vanzo, Vidi Žnidaršič Pongrac...

Iskrena hvala vsem.