

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA ŽIVILSTVO

Samo PERGAR

**VPLIV KLIMATSKIH SPREMEMB NA VSEBNOST
ALKOHOLA V SLOVENSKIH VINIH**

DIPLOMSKO DELO

Univerzitetni študij

Ljubljana, 2016

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA ŽIVILSTVO

Samo PERGAR

**VPLIV KLIMATSKIH SPREMEMB NA VSEBNOST ALKOHOLA V
SLOVENSKIH VINIH**

DIPLOMSKO DELO
Univerzitetni študij

**IMPACT OF CLIMATE CHANGE ON THE CONTENT OF
ALCOHOL IN SLOVENIAN WINES**

GRADUATION THESIS
University studies

Ljubljana, 2016

Diplomsko delo je zaključek univerzitetnega študija Živilska tehnologija. Opravljeno je bilo na Katedri za tehnologije, prehrano in vino Oddelka za živilstvo Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani.

Za mentorico diplomskega dela je imenovana prof. dr. Tatjana Košmerl, in za recenzentko prof. dr. Lea Demšar.

Mentorica: prof. dr. Tatjana Košmerl

Recenzentka: prof. dr. Lea Demšar

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik:

Član:

Član:

Datum zagovora:

Podpisani izjavljam, da je naloga rezultat lastnega raziskovalnega dela. Izjavljam, da je elektronski izvod identičen tiskanemu. Na univerzo neodplačno, neizključno, prostorsko in časovno neomejeno prenašam pravici shranitve avtorskega dela v elektronski obliki in reproduciranja ter pravico omogočanja javnega dostopa do avtorskega dela na svetovnem spletu preko Digitalne knjižnice Biotehniške fakultete.

Samo Pergar

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD	Dn
DK	UDK 663.2(497.4):504.7:543.9(043)=163.6
KG	vinarstvo / vino / kakovost vina / vsebnost alkohola / klima / klimatske spremembe / globalno segrevanje / fizikalno-kemijske lastnosti
AV	PERGAR, Samo
SA	KOŠMERL, Tatjana (mentorica)/ DEMŠAR, Lea (recenzentka)
KZ	SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
ZA	Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo
LI	2016
IN	VPLIV KLIMATSKIH SPREMEMB NA VSEBNOST ALKOHOLA V SLOVENSKIH VINIH
TD	Diplomsko delo (univerzitetni študij)
OP	XI, 51 str., 8 pregl., 7 sl., 18 pril., 150 vir.
IJ	sl
JI	sl/en
AI	Namen našega raziskovalnega dela je bil ugotoviti trend povečevanja vsebnosti alkohola glede na klimatske razmere v Republiki Sloveniji v preteklih letih. V diplomski nalogi smo obdelali 107351 vzorcev vin letnikov 2001-2015 ter njihove fizikalno-kemijske parametre, ki smo jih pridobili iz evidence registra pridelovalcev vina in grozdja (RPGV), ki ga vodi Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano. Podatke vremenskih razmer smo pridobili iz arhiva meteoroloških podatkov za Republiko Slovenijo, Ministrstva za okolje in prostor, Agencija RS za okolje. Ugotovili smo, da v povprečju temperature v Sloveniji naraščajo, vključno s številom toplih in vročih dni ter vse manjšim številom oblačnih dni. S statistično obdelavo glede na leto ocenjevanja, razlik med belimi in rdečimi sortami, ter ocenjenimi vini po posameznih vinorodnih deželah, smo ugotovili povečane vsebnosti reducirajočih sladkorjev in alkohola, katerega povprečna vsebnost znaša $11,72 \pm 1,15$ vol.%. Poleg alkohola naraščajo tudi povprečne koncentracije pepela, skupnih kislin ter vrednosti relativne gostote. Po posameznih vinorodnih deželah smo ugotovili odstopanje med vsemi fizikalno-kemijskimi parametri, predvsem pa v alkoholu, katerega vsebnost se je najbolj povečala v vinorodni deželi Podravje. Rezultati primerjave med belimi in rdečimi vini so prav tako pokazali povečanje vsebnosti alkohola in pH. Rdeča vina imajo v povprečju višji pH kot bela, rdečkasta pa nižjega od belih. V sklopu rezultatov vidimo tudi odstopanja med senzoričnimi ocenami po letih, ki sovpadajo z nihanjem vsebnosti alkohola, reducirajočih sladkorjev in skupnih kislin.

KEY WORDS DOCUMENTATION

- ND** Dn
- DC** UDC 663.2(497.4):504.7:543.9(043)=163.6
- CX** enology / wine / wine quality / alcohol content / climate / climate change / global warming / physicochemical properties
- AU** PERGAR, Samo
- AA** KOŠMERL, Tatjana (supervisor) / DEMŠAR, Lea (reviewer)
- PP** SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
- PB** University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Food Science and Technology
- PY** 2016
- TY** IMPACT OF CLIMATE CHANGE ON THE CONTENT OF ALCOHOL IN SLOVENIAN WINES
- DT** Graduation Thesis (University studies)
- NO** XI, 51 p., 8 tab., 7 fig., 18 ann., 150 ref.
- LA** sl
- AI** sl/en
- AB** The purpose of our research was to determine the trend of increasing alcohol content depending on climatic conditions in Slovenia in recent years. In this thesis, we processed 107,351 wine samples of vintages from 2001 to 2015 and their physico-chemical parameters, which were obtained from the evidence of Register of grape and wine producers, Ministry of Agriculture, Forestry and Food. Weather data was obtained from the archives of meteorological data for the Republic of Slovenia, Ministry of Environment and Spatial Planning, Slovenian Environment Agency. We found out that the temperatures in Slovenia are increasing, including the number of warm and hot days, and the number of cloudy days is decreasing. With the statistical analysis in relation to the year of assessment, the difference between red and white wines assessed by individual wine-growing regions, we proved increased content of reducing sugars and alcohol, which average concentration is $11,72 \pm 1,15$ vol.%. In addition to the alcohol we showed increase in average concentration of ash, total acidity and relative density. In comparison to wine samples for each wine-growing regions, we found derogation among all the physico-chemical parameters, particularly alcohol, where the the greatest was noticed in the Podravje region. The results of the comparison between the white and red wines are also show the increase in alcohol content and pH level. Red wines have a higher pH level than white wines, and reddish lower than the white. Within the results we see deviations between sensory evaluations over the inestigated years, which coincide with the variations in content of alcohol, reducing sugars and total acidity.

KAZALO VSEBINE

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA.....	III
KEY WORDS DOCUMENTATION.....	IV
KAZALO VSEBINE	V
KAZALO PREGLEDNIC	VII
KAZALO SLIK	VIII
KAZALO PRILOG	IX
OKRAJŠAVE IN SIMBOLI.....	XI
1 UVOD.....	1
1.1 DELOVNE HIPOTEZE	2
2 PREGLED OBJAV	3
2.1 DEFINICIJA IN VZROKI GLOBALNEGA SEGREVANJA	3
2.1.1 Moderne klimatske spremembe v Sloveniji.....	5
2.1.2 Spremembe podnebja in vpliv na kmetijstvo.....	6
2.1.3 Vpliv globalnega segrevanja na vinogradniške regije in gojenje različnih sort grozdja.....	6
2.1.4 Vpliv podnebnih sprememb na povečane vsebnosti alkohola v vinih	7
2.2 SPREMEMBE V KAKOVOSTI GROZDJA IN PRIDELAVI	8
2.2.1 Datumi trgatve in podnebni modeli.....	9
2.2.2 Zorenje grozdja	10
2.2.3 Vpliv temperature	10
2.2.4 Učinek ogljikovega dioksida.....	11
2.3 POSLEDICE V VINARSTVU.....	12
2.3.1 Pogoji za trgatve in kakovost grozdja	12
2.3.2 Spremembe v kemijski sestavi vin	12
2.3.3 Mikrobiološki in senzorični učinki manjše vsebnosti kislin ter povečane vsebnosti kalija in povišane vrednosti pH.....	13
2.3.4 Učinki večje vsebnosti sladkorja in koncentracije alkohola.....	14

3 MATERIAL IN METODE.....	17
3.1 VZORCI IN PODATKI ZA STATISTIČNO OBDELAVO	17
3.2 POOBLAŠČENE ORGANIZACIJE ZA OCENJEVANJE VIN.....	18
3.3 METODE ZA DOLOČANJE POSAMEZNIH FIZIKALNO-KEMIJSKIH PARAMETROV	21
3.3.1 Metoda za določanje reducirajočih sladkorjev v vinu po Rebeleinu.....	21
3.3.1.1 Določanje reducirajočih sladkorjev v vzorcu vina	21
3.3.2 Metoda določanja relativne gostote, ekstrakta in alkohola v vinu.....	22
3.3.2.1 Merjenje relativne gostote vzorca vina.....	24
3.3.2.2 Destilacija vina in merjenje relativne gostote alkoholnega destilata.....	25
3.3.2.3 Izračun relativne gostote in vsebnost skupnega ekstrakta	25
3.4 STATISTIČNA ANALIZA.....	26
3.4.1 Srednje vrednosti.....	26
3.4.2 Mere variabilnosti.....	26
3.4.2.1 Razmiki.....	26
3.4.2.2 Odkloni	27
4 REZULTATI Z RAZPRAVO.....	28
4.1 PODATKI O POVPREČNIH LETNIH TEMPERATURAH IN TRAJANJU SONČNEGA OBSEVANJA ZA POSAMEZNE VINORODNE DEŽELE V SLOVENIJI	28
4.2 REZULTATI FIZIKALNO-KEMIJSKIH PARAMETROV VZORCEV VIN V LETIH 2001-2015.....	32
5 SKLEPI.....	40
6 POVZETEK.....	41
7 VIRI.....	43
 ZAHVALA	
 PRILOGE	

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Povprečne letne temperature za meteorološko postajo Letališče Edvarda Rusjana Maribor v letih 2001-2015 (ARSO, 2016).....	28
Preglednica 2: Povprečne letne temperature za meteorološko postajo Novo mesto v letih 2001-2015 (ARSO, 2016).....	28
Preglednica 3: Povprečne letne temperature za meteorološko postajo Bilje v letih 2001-2015 (ARSO, 2016).....	29
Preglednica 4: Primerjava trajanja sončnega obsevanja v letih 2001-2015 za mesece julij, avgust in september za meteorološke postaje Bilje, Novo mesto in Letališče Edvarda Rusjana Maribor (ARSO, 2016).....	30
Preglednica 5: Rezultati fizikalno-kemijskih parametrov ocenjenih vin po letih z izračunanimi osnovnimi statističnimi parametri med leti 2001-2015 (MKGP, 2016).....	32
Preglednica 6: Povprečne letne temperature (°C) v Sloveniji in povprečna koncentracija alkohola (vol.%) med leti 2001-2015 (ARSO, 2016; MKGP, 2016).....	33
Preglednica 7: Povprečna vsebnost skupnih kislin (g/L) v letih 2001-2015 (MKGP, 2016)....	35
Preglednica 8: Razlike povprečnih vrednosti alkohola in pH med belimi, rdečimi in rdečkastimi vini (MKGP, 2016)	38

KAZALO SLIK

Slika 1: Primer spremljanja dozorevanja grozdja za Vinorodni podokoliš Ljutomer-Ormož (Kmetijsko gozdarski zavod Maribor, 2016).....	19
Slika 2: Primer povprečne sladkorne stopnje grozdja v Ljutomersko Ormoškem podokolišu v letih 2013-2016 (Kmetijsko gozdarski zavod Maribor, 2016)	20
Slika 3: Zahteve za minimalni naravni, minimalni dejanski in maksimalni skupni alkohol posameznih kakovostnih razredov vin, ki jih predpisuje veljavni Pravilnik o pogojih... (2004)	22
Slika 4: Analizirana vina v letu 2014 glede na letnik	34
Slika 5: Povprečna vsebnost alkohola (vol.%) glede na enoletni zamik povprečnih letnih temperatur zraka v Sloveniji med leti 2001-2015	35
Slika 6: Povprečna ocena slovenskih vin v letih 2001-2015	36
Slika 7: Povprečne vsebnosti alkohola (vol.%) po posameznih vinorodnih deželah	37

KAZALO PRILOG

PRILOGA A: Povprečne temperature in povprečne maksimalne temperature v letih 2001-2015 za meteorološko postajo Letališče Edvarda Rusjana Maribor.

PRILOGA B: Število toplih in število vročih dni v letih 2001-2015 za meteorološko postajo Letališče Edvarda Rusjana Maribor.

PRILOGA C: Povprečne temperature in povprečne maksimalne temperature v letih 2001-2015 za meteorološko postajo Novo mesto.

PRILOGA D: Število toplih in število vročih dni v letih 2001-2015 za meteorološko postajo Novo mesto.

PRILOGA E: Povprečne temperature in povprečne maksimalne temperature v letih 2001-2015 za meteorološko postajo Bilje.

PRILOGA F: Število toplih in število vročih dni v letih 2001-2015 za meteorološko postajo Bilje.

PRILOGA G: Primerjava povprečnih letnih temperatur v letih 2001-2015 za meteorološke postaje Maribor, Novo mesto in Bilje.

PRILOGA H: Primer trajanja sončnega obsevanja (h) za meteorološko postajo Bilje za mesec avgust v letih 2001-2015.

PRILOGA I: Povprečna koncentracija reducirajočih sladkorjev v slovenskih vinih med leti 2001-2015.

PRILOGA J: Povprečna koncentracija ekstrakta brez sladkorja v slovenskih vinih med leti 2001-2015.

PRILOGA K: Primerjava števila oblačnih dni v letih 2001-2015 za meteorološke postaje Bilje, Novo mesto in Letališče Edvarda Rusjana Maribor (MKGP, 2016).

PRILOGA L: Povprečna vsebnost alkohola glede na povprečne letne temperature zraka v Sloveniji med leti 2001-2015.

PRILOGA M: Vrednosti relativne gostote (/) vzorcev vin v letih 2001-2015 (MKGP, 2016).

PRILOGA N: Povprečne koncentracije pepela (g/L) vzorcev vin v letih 2001-2015 (MKGP, 2016).

PRILOGA O: Povprečne koncentracije skupnih kislin (g/L) v letih 2001-2015.

PRILOGA P: Povprečne vsebnosti alkohola (vol.%) glede na barvo vina v letih 2001-2015.

PRILOGA R: Povprečne vrednosti pH glede na barvo vina med leti 2001-2015.

PRILOGA S: Povprečna fizikalno-kemijska sestava in senzorična kakovost slovenskih vin v letih 2001-2015 (MKGP, 2016).

OKRAJŠAVE IN SIMBOLI

AOAC	Združenje kmetijskih kemikov (angl. Association of Official Agricultural Chemists)
°BRIX	sladkorna stopnja
CH ₄	metan
IPCC	medvladni forum o podnebnih spremembah (angl. Intergovernmental Panel on Climate Change)
MKF	mlečno-kislinska fermentacija
N _x O	dušikovi oksidi
O ₃	ozon
°Oe	Oechslejeva stopinja
O.I.V.	Mednarodna organizacija za trto in vino (angl. International Organisation of Vine and Wine)
OTA	ohratoksin A
PTP	priznано tradicionalno poimenovanje
RPGV	evidenca Registra pridelovalcev vina in grozdja
SPE	sladkorja prosti ekstrakt
UNEP	program Združenih Narodov za okolje (angl. United Nations Environment Programme)
WMO	Svetovna meteorološka organizacija (angl. World Meteorological Organization)

1 UVOD

Podnebje na Zemlji je posledica številnih medsebojno soodvisnih procesov v podnebnem sistemu. Na ozračje, vodo, led, zemeljsko površje in živo naravo vplivajo različni dejavniki, med katerimi so najpomembnejši sončno obsevanje, sestava ozračja, lastnosti zemeljskega površja (nagib, lega, odbojnost za sončno sevanje), cirkulacija ozračja in oceanov. Zaradi naravne spremenljivosti dejavnikov podnebja so se podnebne razmere v preteklosti pogosto spreminjale. V zadnjem času igra pomembno vlogo pri oblikovanju podnebja tudi človeštvo preko spreminjanja sestave ozračja. Z veliko zanesljivostjo lahko trdimo, da je izrazitemu dvigu temperature v zadnjih nekaj desetletjih botroval predvsem človek z emisijami plinov tople grede (ogljikov dioksid – CO_2 , metan – CH_4 , dušikovi oksidi – N_xO) in ozona O_3 , ter aerosolov, ki spreminjajo sestavo ozračja in s tem vplivajo na energijsko bilanco zemlje kot celote. Naraščajoče koncentracije naštetih plinov tople grede spreminjajo energijsko bilanco površja, tako da prejme zemeljsko površje preko sevanja več energije, kot jo oddaja. Posledica je globalno ogrevanje planeta, ki vodi v podnebne spremembe (Spremembe podnebja in kmetijstvo v Sloveniji, 2004).

Vsa kmetijska dejavnost je nedvomno odvisna od klimatskih sprememb, in grozdje ni izjema. Kratkoročne in dolgoročne podnebne spremembe predstavljajo tako veliko tveganje za samo kultivacijo in posledično doseganje najboljše kakovosti (Jones in Webb, 2010). Vsaka sprememba v podnebnih in vremenskih vzorcih lahko potencialno vpliva na vinsko industrijo. Kot stalni spremljevalec človekovega razvoja in pomemben sestavni del gospodarske dejavnosti, sta vinska trta kot del kmetijskega proizvoda, in vino kot gospodarsko blago, ogrožena zaradi podnebnih sprememb (Mozell in Thach, 2014).

Večina svetovnih visoko kakovostnih vinorodnih področij se je v zadnjem stoletju soočila z zvišanjem temperatur v povprečju za $2\text{ }^{\circ}\text{C}$ (Jones, 2004). Vsak premik navzgor v sezonskih temperaturah dramatično premakne rastno dobo, s čimer se spreminja normalen vzorec razvoja trte proti zgodnejšem pojavu cvetenja, spremembi barve in trgatve (Keller, 2010). Večja vsebnost ogljikovega dioksida lahko povzroči premike v kemijski sestavi grozdja, kar pomeni manjše koncentracije kislin, več sladkorja ter posledično več alkohola (Santisi, 2011), to pa lahko privede do številnih mikrobioloških, tehnoloških, senzoričnih in finančnih izzivov (Mira de Orduña, 2010).

Čeprav se trta goji po vsem svetu, pa najboljše grozdje raste znotraj zelo ozkih podnebnih območij. Na našem območju se prepleta vpliv celinske klime z alpsko in sredozemsko. Glede temperatur in njihove razporeditve med vegetacijo so, z izjemo Slovenske Istre, delno Bele Krajine in vipavskega vinorodnega okoliša, v Sloveniji območja za pridelavo kakovostnih belih vin, samo pod vplivom nekaterih mikroklimatskih dejavnikov tudi rdečih. Kakovostna rdeča vina potrebujejo višje temperature, ki dajejo z alkoholom bogata in s kislinami siromašna vina, kar se glede na kemijsko sestavo bolj skladno izoblikuje in pristaja rdečim in ne belim vinom. Najboljša rdeča vina imajo 11,5 do 13,5 vol.% alkohola in ne previsoko kislino, medtem ko imajo bela vina druge dimenzije. Optimalno se izoblikujejo v severnih pridelovalnih območjih, kjer ustvarijo bogastvo in fineše v cvetici in aromi ter skladen okus. Optimalna vsebnost alkohola je med 10 do 11,5 vol.% (Šikovec, 1996).

S klimatske karte Evrope izvemo zanimiv podatek, da vinogradniki na Siciliji pridelajo vino pri povprečni letni temperaturi 17 °C, na severu ob pritokih Rena pri povprečni letni temperaturi 9 do 10 °C in pri nas v Sloveniji od 9 do 13,7 °C (Slovenska Istra). V severni Franciji so te vrednosti od 9 do 10 °C, v Burgundiji 11 °C, v Bordeauxu 12,5 °C in na jugu Francije 14 °C. Že iz tega podatka spoznamo, da spadajo naše vinorodne dežele Podravje, Posavje in del Primorske med najbolj severna vinogradniška območja ne samo po geografski širini. Pojmovanje, da čim več sonca pomeni toliko boljše vino, je zgrešeno. Prej velja: čim več sonca, čim višje srednje dnevne temperature, toliko močnejše in navadno konzumno vino dobimo. Najboljša kakovost se pri belih sortah izoblikuje v severnem pridelovalnem območju, in to v Franciji, Italiji, Nemčiji in tudi pri nas (Šikovec, 1996).

Namen našega raziskovalnega dela bo preveriti trend povečanja vsebnosti alkohola v vinih glede na klimatske spremembe v Republiki Sloveniji v preteklih letih, ugotavljali bomo vpliv višanja temperatur na vsebnost alkohola, ter primerjali vsebnost alkohola med belimi in rdečimi vini po posameznih vinorodnih območjih.

1.1 DELOVNE HIPOTEZE

Postavili smo tri delovne hipoteze:

- vsebnost alkohola v vinih se z leti povečuje,
- vsebnosti alkohola in ostalih kemijskih parametrov po posameznih vinorodnih deželah bo odstopala glede na podnebne razmere v zadnjih letih,
- vsebnost alkohola med belimi ter rdečimi vini se bo razlikovala glede na podnebne spremembe v zadnjih letih.

2 PREGLED OBJAV

2.1 DEFINICIJA IN VZROKI GLOBALNEGA SEGREVANJA

Globalno segrevanje je opredeljeno kot povišanje povprečne temperature na Zemlji. To vključuje tako atmosfersko in oceansko temperaturo. Od začetka dvajsetega stoletja se je povprečna globalna temperatura dvignila za okrog 0,8 °C, od tega dve tretjini od leta 1960 naprej (IPCC, 2013a, 2013b). Medvladni forum o podnebnih spremembah (IPCC) je vodilna mednarodna organizacija za oceno podnebnih sprememb, katera se sreča vsake dve leti. Leta 1988 sta program Združenih Narodov za okolje (UNEP) ter Svetovna meteorološka organizacija (WMO) strnila vso dotedanje svetovno znanje na področju podnebnih sprememb, hkrati pa so opisali tudi vpliv teh klimatskih sprememb na okolje in socialno-ekonomske razmere (IPCC, 2013a, 2013b). Čeprav se napovedi zelo razlikujejo, IPCC meni, da bi se v 21. stoletju povprečna svetovna temperatura lahko dvignila za 6,4 °C, če ljudem ne bo uspelo ublažiti antropoloških vzrokov globalnega segrevanja. Tudi ob minimalnem zvišanju se planet sooča z resnim, če ne katastrofalnim rezultatom (Mozell in Thach, 2014).

Primarni vzrok globalnega segrevanja je "učinek tople grede". Po Venkataramanenu (2011), ko Zemlja seva energijo nazaj proti vesolju, je poslana v daljših valovnih dolžinah od prejete energije. Medtem ko se večina teh daljših valovnih dolžin izgubi v vesolju, pa del zajame več atmosferskih plinov, kar povzroča gretje atmosfere. Poleg tega se nekaj te reflektirane energije plinov odbije nazaj na Zemljo, kar povzroča dodatno ogrevanje zemeljskega površja, še posebej oceanov (Tate, 2001). Ta proces razporeja toploto in ohranja relativno konsistenco zemeljskega podnebja, vremena ter trenutnih oceanskih vzorcev. Primarno prisotni naravni toplogredni plini, najdeni v ozračju, so vodna para, katera povzroča približno 36-70 % učinka tople grede, ogljikov dioksid (CO₂) 9-26 %, metan (CH₄) 4-9 % in ozon (O₃) 3-7 % (IPCC, 2013a). Drugi toplogredni plini so saje, žveplov heksafluorid, dušikov oksid in kloroflouroogljikovodiki, najdeni v aerosolu (Venkataramanan, 2011). Vsako povečanje koncentracije toplogrednih plinov bi stanjšalo ozračje, okrepilo zajetje ponovno emitirane toplote in segrelo Zemljo, kar beležimo vse od začetka industrijske revolucije, še posebej v zadnjem stoletju, ko se je povečalo število prebivalstva in poraba energije (Mozell in Thach, 2014).

Povečanje atmosferskih toplogrednih plinov, ki povzročajo globalno segrevanje ima doprinos tudi od drugod: zgorevanje fosilnih goriv, razširjeno krčenje gozdov, izguba naravnih ponorov kisika, oceansko zakisanje, zakopavanje odpadkov v tla in obsežna govedoreja ter ovčjereja (Tate, 2001; Burney in sod., 2013; National Geographic, 2013). Največji dejavnik dviga toplogrednih plinov je zagotovo zgorevanje fosilnih goriv (IPCC, 2013a). Fosilna goriva so ogljikovodiki, ki nastanejo iz zakopanih ostankov odmrlih rastlin in živali, ki so bile konvertirane v surovo nafto, premog, zemeljski plin ali težka olja, zaradi več sto milijonov let izpostavljeni vročini in pritisku v zemeljski skorji (Science Daily, 2013). Kot navaja IPCC (2013a, 2013b): "Kurjenje fosilnih goriv je od človeških dejavnosti v zadnjih dvajsetih letih proizvedlo približno tri četrtino povečanje CO₂." Poleg tega je kurjenje premoga, predvsem zaradi ustvarjanje električne energije, prispevalo 43 % vseh emisij, olje za ogrevanje 34 %, bencin, predvsem za prevoz 18 %, preostanek pa je posledica različnih dejavnikov. Krčenje gozdov je drug učinkovit doprinos k povečanju atmosferskega CO₂. Vse rastline so na osnovi ogljika, in ko odmrejo, se razgradijo ter sprostijo CO₂ nazaj

v ozračje. Obsežno odstranjevanje obstoječih gozdnih površin, zlasti v državah tretjega sveta za kmetijstvo pomeni ogromne količine izpuščenega shranjenega ogljika (Venkataramanan, 2011).

Med dvigovanjem Zemljine temperature, nastopi tudi drugi dogodek: izguba "ponorov ogljika" (naravni sistemi, kot so arktične tundre, kontinentalna šotišča in oceanski fitoplankton, ki shranjujejo ogljik več kot tisoč let). Tundra in šote so občutljive na rahlo povišanje temperature; njihova smrt in razpad bo izpustila še več CO₂. Po Venkataramanenu (2011) so največji ponori ogljika fitoplanktonske rezerve oceanov, ki imajo 50-krat toliko ogljika kot ozračje. Naraščanje temperature oceanov bi povišalo kislinsko stopnjo vode ("zakisanje") v obliki ogljikove kisline, katera bi povzročila "znatno zmanjšanje" fitoplanktona in s tem sprostitev potencialno katastrofalnih izpustov CO₂, ko bi ta fitoplanktonska rezerva umrla. Trenutne ocene kažejo, da je prišlo do znižanja oceanskega površinskega pH (povečanje kislosti) do 8,2 (na raven, ki lahko ubija fitoplankton), kateri mejnik ni bil dosežen v zadnjih dveh milijonih let (IPCC, 2013a).

Metan, je ne-CO₂ toplogredni plin, ki ga sproščajo domače živali, zlasti živina. Glede na njegovo sposobnosti zadrževanja toplote, je molekula metana sposobna za več kot dvajsetkrat segreti ozračje za razliko od molekule CO₂ (National Geographic, 2013). Saje in drugi kontaminanti, ki niso CO₂, predvsem izpusti iz tovarn in druge industrijske emisije, prispevajo k ravnotežnemu stanju (Burney in sod., 2013). Celovito gledano, količina atmosferskih toplogrednih plinov strmo narašča in Zemlja se segreva (Mozell in Thach, 2014).

Čeprav nekateri strokovnjaki zanikajo vpliv človeštva na globalno segrevanje, so spremembe v ozračju nesporne. Nanašajoč na IPCC (2013a, 2013b), "se je koncentracija CO₂ in metana povečala za 36 % in 148 %" oziroma je med leti 1750 do leta 2007 večja kot kadarkoli v zadnjih 600.000 letih. Odčitavanja na Mauna Loa, svetovni "merilni točki" za odčitavanje CO₂, nakazujejo na preseganje CO₂ nad 400 ppm prvič v zadnjih 4,5 milijona let, kar predstavlja alarmantno stanje (IPCC, 2013a). IPCC opozarja, da sedanji modeli nakazujejo možnost velikih atmosferskih koncentracij CO₂ do leta 2100 v razponu med 541 in 970 mg/L, kar je za skoraj 250 % povečanje od leta 1750. Od leta 1990 se je letna emisija "ekvivalenta ogljikovega dioksida" povzpela do šest milijard metričnih ton na leto, kar pomeni povečanje za več kot dvajset odstotkov (National Geographic, 2013). Skoraj 100 % opazovanega porasta temperature v zadnjih 50 letih je bilo zaradi povečanja teh plinov v ozračju in primarni vzrok tega globalnega segrevanja je CO₂, povzročen v veliki meri z zgorevanjem fosilnih goriv (Venkataramanan, 2011).

Posledice nebrzdanega globalnega segrevanja so katastrofalne: poplavljanje morja, ekstremni vremenski dogodki, spreminjajoče se vremenske razmere inducirajo pomanjkanje vode in sušo, hudo zmanjšanje kmetijskih površin, salinizacija sveže vode, porast razmnoževanja žuželk, izumrtje vrst, premik prebivalstva, prekinitev gospodarskih odnosov, bolezni, lakote in smrti (Tate, 2001; Venkataramanan, 2011; IPCC, 2013a). Te težave imajo neposredno posledice v mnogih kmetijskih panogah, predvsem pa v vinogradništvu po vsem svetu in nenazadnje tudi v Sloveniji.

2.1.1 Moderne klimatske spremembe v Sloveniji

Z vidika podnebnih enot ima Slovenija zmerno toplo vlažno podnebje kot drugod po Evropi, z izjemo njenih gorskih območij. Značilnost tega podnebja je, da se povprečne temperature najhladnejšega meseca ne spustijo pod $-3\text{ }^{\circ}\text{C}$, in da imajo vsaj štirje meseci povprečno temperaturo nad $10\text{ }^{\circ}\text{C}$. Vsi letni časi prejmejo približno enako količino padavin brez značilnih suhih ali mokrih obdobj. Kljub svoji skromni geografski velikosti se na slovenskem ozemlju srečajo tri vrste podnebja: alpsko, sredozemsko in kontinentalno (Ogrin, 1996). V primerjavi s standardnim alpskim, sredozemskim in celinskim podnebjem, znaki vseh treh podnebij niso tipično izraženi zaradi prepletenosti njihovih glavnih značilnosti in zato pogosto dobimo predpono "sub-", submediteransko, subkontinentalno, predalpsko podnebje (Ogrin, 2016).

Tudi v Sloveniji se je povprečna temperatura zraka v zadnjih 50 letih dvignila za $1,1 \pm 0,6\text{ }^{\circ}\text{C}$, v zadnjih 30 letih (1975–2004) pa je ogrevanje že preseglo mejo $1,5\text{ }^{\circ}\text{C}/30\text{ let}$. V zadnjih 50 letih se je količina padavin zmanjšala v povprečju za nekaj manj kot 10 %, vendar pa gibanja zmanjševanja količine padavin niso statistično značilna. Zato ne moremo z veliko gotovostjo trditi, da gre za očitno spremembo v količini padavin (Kajfež - Bogataj, 2001).

Podobno kot povprečna temperatura zraka sta se zvišala tudi oba dnevna temperaturna ekstrema: najnižja in najvišja temperatura zraka. Stopnja ogrevanja je pri obeh spremenljivkah primerljiva s stopnjo trenda povprečne temperature. Prav tako kot pri povprečni temperaturi, je tudi pri obeh ekstremnih temperaturah zaznati nižjo razliko v ogrevanju med vzhodom in zahodom države. Zaradi sprememb temperaturnih ekstremov so opazne tudi spremembe temperaturnih podnebnih kazalcev. Znatno se je povečalo število toplih dni (ko dnevna najvišja temperatura preseže $25\text{ }^{\circ}\text{C}$) poleti in pomladi, na severovzhodu države pa tudi jeseni. Poleti se je po vsej Sloveniji povečalo tudi število vročih dni (ko dnevna najvišja temperatura preseže $30\text{ }^{\circ}\text{C}$). Zelo vročih dni (ko najvišja dnevna temperatura preseže $35\text{ }^{\circ}\text{C}$) je v našem podnebju zelo malo, zato povečanje števila teh dni ni statistično značilno (Podnebne spremembe v Sloveniji, 2014).

Čeprav so regionalni scenariji prihodnjih podnebnih sprememb še manj zanesljivi kot globalni, je elaborirana napoved za Slovenijo podnebja v 21. stoletju, ki predvideva spremembe v cirkulaciji atmosfere in preteklih trendov v podnebnih elementih (Kajfež - Bogataj 2001). Bolj zanesljiva je napoved temperature, ki naj bi se povišala za $1\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ do leta 2025, in na dolgi rok za $2\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ do 2075. Napoved predvideva tudi bolj intenzivno segrevanje v hladni polovici leta, manjše dnevne temperaturne razpone, manj dni s snežno odejo, intenzivnejše padavine in spremenjen padavinski režim ter pogostejše in intenzivnejše ekstremne vremenske pojave, kot so suša, poplave in nevihte (Ogrin, 2016).

2.1.2 Spremembe podnebja in vpliv na kmetijstvo

Globalne ocene predvidevajo, da bo zaradi podnebnih sprememb cena kmetijske proizvodnje višja vsaj za 10 do 20 %. Študije kažejo, da se bodo močno povečala razna tveganja, ki spremljajo kmetijstvo, predvsem bo večja verjetnost vremenskih ujm, kot so vročina, suša, neurja, in poplave. Pri rastlinski pridelavi bo treba uvesti določene prilagoditve, kot so na primer: sprememba datuma setve, spremenjeni kultivarji (zamenjava zgodnejših sort s poznimi), namakanje ali izbira sort, ki na sušo niso občutljive ter verjetno intenzivnejše gnojenje za kompenzacijo skrajšane rastne dobe in potencialen vodni stres. Meteorološke meritve in opazovanja so osnova za spremljanje, razumevanje in predvidevanja razvoja vremena ter za vse podnebne analize. Obdobje instrumentalnih meritev meteoroloških spremenljivk je v večjem delu Evrope dolgo okrog 150 let. V Sloveniji sega meteorološki arhiv v sredino 19. stoletja. Pri ugotavljanju podnebnih sprememb vse bolj uporabljamo tudi fenološke podatke (Spremembe podnebja in kmetijstvo v Sloveniji, 2004).

Spremembe v fenološkem razvoju (sezonska sprememba živalske ali rastlinske aktivnosti pod vplivom okoljskih spremenljivk) iz leta v leto so lahko občutljiv in opazen pokazatelj sprememb v biosferi. Številne indikacije premika v rastlinski in živalski fenologiji so bile opazne v Evropi in v vseh zmernih in hladnih conah severne hemisfere. Podobna je tudi ugotovitev za Slovenijo. Približno polovica spomladanskih fenoloških faz (začetek cvetenja, splošno cvetenje, olistanje), nastopi zadnja leta statistično značilno bolj zgodaj, ostala polovica pa ne kaže značilnega trenda. Globalno ogrevanje torej vpliva na zgodnejši začetek rastne dobe in hitrejši razvoj rastlin. Ugotovljeno dejstvo je, da razlogi za spreminjanje podnebja na celotni zemeljski polobli niso več samo velika in normalna podnebna nihanja (Spremembe podnebja in kmetijstvo v Sloveniji, 2004).

2.1.3 Vpliv globalnega segrevanja na vinogradniške regije in gojenje različnih sort grozdja

Premik globalnih toplotnih vzorcev lahko premakne regije namenjene rasti trte, izven območij trenutno namenjenih za te dejavnosti, hkrati pa povzroči premik v sedanjem načinu gojenje sort grozdja. Globalno segrevanje ni enotno: obstaja večje segrevanje na višjih zemljepisnih širinah, predvsem na severni polobli (IPCC, 2013a). Naraščanje temperatur bo še naprej spodbujalo taljenje polarnega ledu in snežnih odej na višjih nadmorskih višinah, kar ne bo vplivalo samo na svetovno raven morja, ampak v veliki meri na oceanske tokove in podnebne vzorce (Tate, 2001). Modeli sprememb dosledno kažejo na zmanjšanje padavin v subtropskih kopenskih območjih in povečanje količine padavin v severnih zemljepisnih širinah in ob ekvatorju. Poleg tega bodo spreminjajoče se vremenske razmere prinesle večji pritisk na oskrbo s svežo vodo, medtem ko se bodo nekatere regije še dodatno sušile (Hannah in sod., 2013). Nasprotno pa bo taljenje ledene plošče na Grenlandiji zadrževalo topel zalivski tok, ki ustvarja hladnejši severni Atlantik, ohlajale se bodo severne evropske obale, kar bo vplivalo na segrevanje v notranjosti. Naraščanje temperatur po vsem svetu bo imelo izjemen vpliv tudi na kmetijstvo; vendar vse rastline niso tako občutljive na spremembe v podnebjju kot grozdje (Tate, 2001; Furer, 2006; Hannah in sod., 2013).

Povprečna temperatura vseh podnebnih območij na svetu, kjer uspeva grozdje, je približno 10 °C, za nekatere sorte grozdja, kot je modri pinot, je območje še za 2 °C ožje (Santisi, 2011). Nacionalna akademija znanosti ZDA nakazuje, da bo splošen premik višjih temperatur proti polu privedel do velikega pretresa v geografski porazdelitvi proizvodnje vina (Lallanilla, 2013) v naslednji polovici stoletja (Hannah in sod., 2013). Praktične in ekonomske ovire bi bile ogromne. Kakovostne vinogradniške regije bi premaknilo proti polu, mnoge kakovostne vinogradniške regije na robu za varno proizvodnjo vina bodo ostale varne, druge bodo lahko razširile svoj sortni izbor (Tate, 2001), na nekaterih območjih pa bi prenehali pridelovati grozdje (Tate, 2001; Kay, 2006). Kadar pridelava grozdja ne bi bila v celoti zamrla, bi lahko zasadili bolj toplotno tolerantne sorte grozdja slabše kakovosti (Kirkpatrick, 2011; Santisi, 2011).

V Evropi bi bil lahko vpliv globalnega segrevanja na pridelavo grozdja v vinorodnih območjih velik. Izguba zalivskega toka bi ohladila Bordeaux in dele Španiji, zaradi česar bi bili prisiljeni zasaditi hladnejše podnebne sorte, medtem ko bi druge regije postajale toplejše. Alzacija je na primer že doživela skrajšanje rastne sezone in premik trgatve iz oktobra na september v zadnjih treh desetletjih. Burgundija bi bila lahko kmalu podobna Bordeauxu. V notranjost Španije bi višje temperature pripeljale do manjše razpoložljivosti vode (Furer, 2006). Toskanska regija Chianti se že sooča z veliko prezgodnim zorenjem, kar sili pridelovalce v izbiro drugih sort (Global ..., 2006). Ogromna območja Evrope vzdolž sredozemske obale, zlasti Italija, Grčija in Francija, lahko do leta 2050 v celoti postanejo neprijazna za pridelavo grozdja (Lallanilla, 2011).

2.1.4 Vpliv podnebnih sprememb na povečane vsebnosti alkohola v vinih

Splošni vplivi kakovosti vina in izzivi, povezani s podnebnimi spremembami ter premiki v klimatskem zrelostnem potencialu, so verjetno dokaz predvsem hitrejše rasti rastlin. Na primer, če regija trenutno doživlja obdobje zorenja, ki omogoča kopičenje sladkorjev do ugodnih stopenj, vzdržuje kislinsko sestavo in daje optimalen okus za to sorte vina, potem posledično sledi uravnoteženo vino. V toplejših okoljih kot je idealno okolje, bo vinska trta šla skozi njene fenološke faze hitreje in posledica bo verjetno večja vsebnost sladkorja in višja stopnja alkohola (Jones, 2007).

Kot posledico podnebnih sprememb so opazili povečane koncentracije alkohola v mnogih regijah, na primer Duchêne in Schneider (2005) sta pokazala, da se je vsebnost alkohola sorte renski rizling v Alzaciji v zadnjih 30 letih povečala za 2,5 vol.% in je bila povezana z bistveno toplejšim obdobjem zorenja in zgodnejšo fenologijo. Godden in Gishen (2005) povzemata trende v sestavi avstralskih vin, in čeprav ne pripisujeta nobenega vpliva na veliko toplejše razmere v Avstraliji danes, pa vina kažejo na povečano vsebnostjo alkohola iz 12,3 vol.% na 13,9 vol.% pri rdečih vinih in iz 12,2 vol.% na 13,2 vol.% za bela vina med letniki 1984-2004. Za Napo velja, da so se povprečne vsebnosti alkohola povečale z 12,5 vol.% na 14,8 vol.% od 1971-2001, medtem ko se je vsebnost kislin zmanjšala in vrednost pH zvišala (Jones, 2007).

Čeprav visoke temperature pospešijo zorenje grozdja, je po poročanjih, relativno majhen temperaturni vpliv na končno kopičenje sladkorja. Višje temperature (30 °C), lahko privedejo do večje količine suspendiranih trdnih delcev, vendar sladkorne stopnje višje od 24-25 °Brix verjetno niso razlog povišane fotosintetske aktivnosti ter sladkorja, prenesenega iz listov in lesa, ampak so posledica izgub z izhlapevanjem. Zato so izredno velike koncentracije sladkorja, dosežene ob trgatvi danes, še posebej v toplih podnebjih, prej povezane z željo, da bi optimizirali tehnološko ali polifenolno in/ali aromatično zrelost (Mira de Orduña, 2010).

Uravnoteženje previsokega alkohola v vinih bo potrebovalo nove kvasovke, ki lahko fermentirajo sladkorje brez tvorbe alkohola. To se lahko stori razmeroma enostavno z gensko spremenjenimi kvasovkami ali z uporabo adaptivne evolucije in hitro izbiro sevov kvasovk, ki imajo želene lastnosti. Alternativna inženirska rešitev je obratna osmoza za odvzem alkohola vinu, vendar to lahko odstrani tudi okusne spojine (Anderson in sod., 2008).

2.2 SPREMEMBE V KAKOVOSTI GROZDJA IN PRIDELAVI

Premiki v ozračju in spremljajoče spremembe v vremenskih vzorcih in nivoju ogljikovega dioksida lahko povzročijo premike v kemijski sestavi grozdja, kar se posledično odraža na kakovosti vina. To je že opaziti po vsem svetu. Tate (2001) opozarja: "za proizvodnjo vina, se že najmanjše spremembe v deležih odražajo kot pomembne spremembe v okusu", kar pomeni razliko med slabim, dobrim ali odličnim letnikom. Hladnejše temperature od normalnih vodijo do nepopolnega zorenja grozdja z visoko kislino, nizkim sladkorjem in nezrelih okusov, medtem ko toplejše temperature od normalnih ustvarjajo prezrelo grozdje z nizko kislino, visokim deležem sladkorja, visokim alkoholom in okusi po kuhanem (Santisi, 2011).

Premiki v sezonskih temperaturah navzgor bodo dramatično premaknili rastno dobo, s čimer se spreminja normalen vzorec razvoja trte proti zgodnejšemu pojavu cvetenja, zorenja in trgatve. Keller (2010) opozarja: "Časovni okvir zorenja je lahko še posebej pomemben, ker zgodnejše zorenje pomeni, da se v kritičnem obdobju zorenje premakne v smeri proti vročemu delu sezone." Posledice kemijske sestave grozdja bi bile precejšnje: povišan sadni sladkor, majhna koncentracija kislin (predvsem jabolčne kisline) in manjše vsebnosti antocianov in metokspirazinov. Manjše koncentracije kislin, bi med pridelavo lahko zahtevale dodajanje vinske kisline za izboljšanje občutka v ustih in večjo mikrobiološko stabilnost (Keller, 2010).

Poleg tega se domneva, da bo dvig CO₂ spremenil kakovost vina. Schultz (2010) navaja, da dvig CO₂, povezan z dvigom temperatur in premikom relativne vlažnosti, lahko poveča biomaso, vsebnost sladkorja (torej alkohol) ter zmanjša koncentracijo kislin, kar bo vplivalo na sortno aromo in okus. Tate (2001) navaja, da povečani CO₂ povzroči hitrejšo rast in posledično večje koncentracije sladkorja ter razvoj debelejšje kože (torej večjo vsebnost taninov). Zato je gotovo, da bo sprememba klime, ne glede na to kako majhna bo, premaknila kemijsko sestavo grozdja, katera je trenutno v veljavi (Mozell in Thach, 2014).

2.2.1 Datumi trgatve in podnebni modeli

Temperatura je splošen dejavnik, ki vpliva na trto, vegetativne cikle in kakovost mošta (Winkler in sod., 1974; Jackson in Lombard, 1993). V zadnjih letih so ugotovitve iz različnih svetovnih vinogradniških regij predložile dokaze spremenjenega razvoja vinske trte in vzorce zorenja grozdja. Datumi za nastanek očes, cvetenje in zrelosti grozdja so zdaj zgodnejši v različnih regijah (Mira de Orduña, 2010).

Razširjena ugotovitev je, da so datumi trgatve sedaj zgodnejši. Še posebej v zadnjih 10-30 letih, čeprav arhivski podatki segajo več kot sto let nazaj, v nekaterih tradicionalnih območjih pridelave vin potrjujejo te trende skozi daljše obdobje. Iz informacij v Johannisbergu (Rheingau, Nemčija) je razvidno, da se je prvi dan trgatve zdaj pripetil v povprečju 2-3 tedne prej, kot je bilo med koncem 18. stoletja in na začetku 20. stoletja (Stock in sod., 2005). Ganichot (2002) je opazoval rok trgatve, ki so 18 in 21 dni prej v primerjavi z obdobjem od leta 1945 do 2000 za Chateaufeuf du Pape in Tavel (južna Francija). V Alzaciji (vzhodna Francija), so bile povprečne letne temperature višje za 1,8 °C od leta 1972 do leta 2002 in to povečanje je še posebej pomembno v fazi zorenja. V letu 2002 je bilo 33 dni več s povprečno dnevno temperaturo nad 10 °C v primerjavi z 1972, in trgatve pridelka je bila dva tedna prej (Duchêne in Schneider, 2005). V Badnu (jugovzhodna Nemčija) so bile povprečne letne temperature v zadnjih 10 letih za 1,2 °C višje od povprečja 1961-1990 (Sigler, 2008). Povprečen datum za začetek zorenja grozdja sorte modri pinot v Badnu je med leti 1976 do 2006 postal zgodnejši za tri tedne (Sigler, 2008). V Pfalzu (Nemčija) se je povprečna letna temperatura od leta 1970 do 2005 povišala za 1,2 °C in je trgatve zgodnejša za dva tedna (Petgen, 2007). Na obalnih območjih Kalifornije se je povprečna letna temperatura povišala za 1,13 °C in je začetek rastne sezone od leta 1951 do 1997 postal zgodnejši za 18-24 dni (Nemani in sod., 2001).

Datume trgatve je treba obravnavati previdno, saj temeljijo na subjektivnih ocenah optimalne sestave grozdja in kasnejše kakovosti vina. V zadnjih letih je prišlo do jasnega nagiba k večjemu poudarku na arome ali polifenolno zrelost poleg tradicionalnega merjenja tehnoloških spremenljivk, tj. vsebnosti sladkorjev in kislin, kar vodi do daljšega zorenja. Vendar pa so kljub trendu daljšega zorenja, datumi trgatve zgodnejši in dozorelost grozdja nastopi prej (Mira de Orduña, 2010). Na primer, med letoma 1980 in 2001 se je na 1. september v vseh sortah grozdja v južni Franciji koncentracija potencialnega alkohola povečala za 2 vol.% (od 9,7 do 22,7 vol.%), medtem ko se je skupna kislost znižala od 6 do 4 g/L H₂SO₄ in pH povečal iz 3,0 na 3,3 (Ganichot, 2002). Čeprav je treba kratek časovni okvir z razpoložljivimi podatki razlagati previdno, je dozorelost, normalizirana na sladkor, napredovala za 0,5-3,1 dni na leto med letoma 1993 in 2006 v Avstraliji za tri ključne sorte, to je cabernet sauvignon, chardonnay in shiraz (Petrie in Sadras, 2008).

Predstavljenih je bilo več regionalnih klimatskih modelov, z namenom napovedi skupnih ali individualnih učinkov spremenljivk povezanih s podnebnimi spremembami. Stock in sod. (2005) so predstavil metodo za regionalni podnebni model, ki upošteva temperaturo zraka, druge spremenljivke (npr.: padavine, vlago, sevanje, veter) in zgodovinske vinogradniške podatke. White in sod. (2006) so na modelu primernosti regij v ZDA za proizvodnjo vina, ki temelji na vinogradniških podatkih, povezanih s temperaturo, ugotovili, da bi se do konca 21. stoletja lahko območja za pridelavo grozdja zmanjšala za 81 %. Eni tretjini

sedanjih avstralskih vinskih regij se obeta, da bodo do leta 2070 dosegla neprimerno sezonsko temperaturo za pridelavo kakovostnega vina (Hall in Jones, 2009). Kombiniran temperaturni in fenološki model v šestih avstralskih regijah do leta 2050 za dve sorti grozdja predvideva bistveno zgodnejše datume trgatve (do 45 dni prej kot leta 1990 za Coonawarr, Avstralija). Z uporabo temperaturnega modela je Lebon (2002) izračunal, da bo v južni Franciji začetek zorenja postal zgodnejši za 3-5 tednov s povišanjem temperatur za 2-4 °C v primerjavi z izhodiščno povprečno temperaturo izračunano v letih od 1973-1992.

2.2.2 Zorenje grozdja

V družini vinikovk (*Viticaea*) je poznanih približno 10.000 sort grozdja, ki zagotavljajo pomembno biološko raznolikost (Mullins in sod., 1992). Medtem ko obstoječe študije kažejo na pomanjkanje enotnosti sort vinske trte na stopnjo odziva na zunanje dejavnike, so številne pretekle in več aktualnih študij pregledale skupne učinke dejavnikov, povezanih s podnebnimi spremembami na fenologiji vinske trte in dozorevanju grozdja. V času zorenja grozdja so se koncentracije sladkorjev, aminokislin, fenolnih spojin in kalija povečale, medtem ko se je vsebnost organskih kislin, predvsem jabolčne kisline, zmanjšala (Coombe, 1987; Ollat in sod., 2002; Adams, 2006). Za vsako vinogradniško območje je zemlja, in do neke mere tudi sorta, ostala konstantna. Če vinogradniške spremenljivke ostanejo nespremenjene, bodo podnebne razlike imele velik vpliv na zorenja grozdja in kakovost (Mira de Orduña, 2010).

2.2.3 Vpliv temperature

Višje temperature so podaljšale obdobje, v katerem je bilo potrebno doseči minimalne temperature, potrebne za fiziološko dejavnost trt, in s tem povišano metabolno stopnjo in kopičenje metabolitov (Winkler in sod., 1974; Coombe, 1987). To je res v določenih mejah, saj se pri temperaturah nad 25 °C, neto fotosinteza zmanjšuje tudi pri stalni izpostavljenosti soncu (Huglin in Schneider, 1998). Pri tako visokih temperaturah v listnatih kloroplastih pride do zamenjave škroba z lipidi (Buttrose in Hale, 1971; Hawker, 1982), zmanjšane velikosti mase jagod nad 30 °C (Hale in Buttrose, 1974), upočasnenih presnovnih procesov, zato se lahko kopičenje sladkorja popolnoma ustavi (Kriedemann in Smart, 1971; Coombe, 1987).

Vpliv temperature na aminokisline naj bi bil manjši. Z izjemo prolina, ki se v vinu ne razgradi (Ingledew in sod., 1987), na vsebnost aminokislin temperature ne vplivajo (Buttrose in sod., 1971). Značilno temperatura vplival le na skupno kislost (Coombe, 1987; Tarara in sod., 2008). Medtem ko je glavna kislina v grozdju, vinska kislina, relativno stabilna na temperaturne vplive, je jabolčna kislina močno odvisna od zrelosti in temperatur, njena koncentracija pa se zmanjša z višjimi temperaturami (Buttrose in sod., 1971; Kliewer, 1971; Ruffner in sod., 1976; Koblet in sod., 1977; Huglin in Schneider, 1998).

Nižje stopnje kislosti so običajno povezane tudi z višjim pH mošta, čeprav razmerje vpliva na akumulacijo kalija, ki je odvisna od same temperature. Med dozorevanjem grozdja še posebej bistveno naraste koncentracija kalija, ki se prerazporedi iz drugih nadzemnih

vegetativnih organov vinske trte (Hale, 1977; Williams in Biscay, 1991). Boulton (1980d) je predlagal, da kalij vstopi v jagodne celice v neposredni izmenjavi protonov, kar vpliva na same jagode in pH oziroma kislost (Boulton, 1980b, 1980c). Domnevni mediator za to izmenjavo je membransko vezana kalij/vodikova ATP-aza v vegetativnem in reproduktivnem tkivu vinske trte (Boulton, 1980a), ki je bila odkrita v koreninah sadik različnih sort grozdja (Pinton in sod., 1990). Vpliv temperatur na akumulacijo kalija v jagodah še ni bil temeljito proučen, vendar več avtorjev predlaga, da višje temperature vodijo do povečanih koncentracij (Hale, 1981; Coombe, 1987), katera je verjetno odvisna od vinogradniških spremenljivk tako podlag (Huglin in Schneider, 1998) kot sort (Pinton in sod., 1990). S tem povezane povečane vsebnosti kalija in manjše vsebnosti skupnih kislin imajo tako združen učinek na povišano vrednost pH. Vrednosti pH nad 4 se zlahka dosežejo v vročem podnebju, zabeležili pa so jih tudi v tradicionalno hladnih podnebjih (Sigler, 2008).

2.2.4 Učinek ogljikovega dioksida

Atmosferska koncentracija CO₂ se povečuje že od časov industrializacije naprej. V grozdju, bogatem s hranili, sta hitrost fotosintetskih reakcij in rast grozdja odvisna od CO₂ (Long in Drake, 1992; Mullins in sod., 1992; Schultz, 2000). Zasnovali so metodo, imenovano "prosti CO₂ obogatitvena metoda" (FACE), katera vključuje uporabo kmetijskih pridelkov, dreves in drugih rastlin, z namenom proučevanja učinka povečane koncentracije CO₂ na fenologijo vinske trte in fiziologije rastlin v realnih razmerah na terenu (Bindi in sod., 2001).

Študije, ki so jih v letih 1996 in 1997 izvajali Bindi in sod. (1997, 2001) z 20 let starimi vinskimi trtami sorte sangiovese, so pokazale, da je povečana vsebnost CO₂ v ozračju od normalne vplivala na zvišanje pridelka za 40-50 %, prav tako je bilo moč zaslediti višjo kislinsko stopnjo ter večjo vsebnosti sladkorjev. Vendar pa ob popolni zrelosti ni bilo moč najti razlik v parametrih kakovosti vin, obravnavanimi s to metodo, opaziti je bilo edino trend večjih koncentracij rdečih vinskih barvil, katere pa so bile lahko povezane v vinifikacijskimi spremenljivkami. Ugotovili so, da je učinek povečanih koncentracij CO₂ na grozdje in kakovost vina omejen in da lahko ovržemo vpliv višjih temperatur na večji pridelek (Bindi in sod., 2001). Goncalvesa in sod. (2009) so predstavili študijo, v kateri so primerjali na eni strani izpostavljene vzorce grozdja in vina CO₂, na drugi strani pa v njegovi popolni odsotnosti. Na splošno so bili razlike med zrelostnimi spremenljivkami grozdja in aromatičnimi spojinami majhne oziroma jih ni bilo. Vendar pa večina analiz ni bila izvedena z grozdom ampak s fermentiranimi vini, razlogi so mogoče fermentacijski dejavniki. Ugotovljene so bile edino razlike med visoko in nizko CO₂ tretiranimi vini v vsebnosti etil acetata ($p = 0,01$, $N = 3$) in diacetila ($p = 0,063$, $N = 3$), ki sta stranska produkta fermentacije.

2.3 POSLEDICE V VINARSTVU

V kombinaciji z daljšim časom zorenja, namenjenim optimizaciji sedanjega dojetja aromatične zrelosti grozdja, podnebne spremembe prinašajo številne pomembne vinogradniške izzive, ki izhajajo iz sestave grozdja. Glavni mikrobiološki in tehnološki izzivi so višje temperature pridelanega grozdja, ki je dostavljeno v kleti, višje okoljske temperature v času fermentacije, višji grozdni sladkor in spremljajoče koncentracije kalija, nižje kislinske stopnje in višje vrednosti pH (Mira de Orduña, 2010).

2.3.1 Pogoji za trgatve in kakovost grozdja

Med ali po trgatvi ter začetnimi postopki predelave grozdja, se lahko grozdje poškoduje in okuži z avtohtono floro mikroorganizmov, ki prebivajo na jagodah ali na vinogradniški opremi kot tudi s kemijsko oksidacijo. Te procese spodbuja povišana temperatura in višje vrednosti pH, kateri pogoji bodo s svetovnim dvigom temperatur in zgodnejšimi datumi trgatve vse pogostejši (Mira de Orduña, 2010).

Nenadzorovano širjenje mikroorganizmov lahko privede do številnih neželenih posledic. Hiter začetek fermentacije lahko zmanjša učinkovitost ali celo prepreči hladno usedanje, tj. predfermentacijsko sedimentacijo, preko tvorbe CO₂, inducirane z mešanjem mošta. Tekmovanje avtohtonih organizmov za hranila s kvasovkami lahko povzroči počasno ali zaustavljeno alkoholno fermentacijo (Bayrock in Ingledew, 2004). Medtem ko je to mogoče obravnavati z dodatki hranil, se lahko tvorba metabolitov, kot je očetna kislina, izkaže za problematično z organoleptičnega vidika in lahko moti preživetje kvasovk in učinkovitost fermentacije (Rasmussen in sod., 1995; Huang in sod., 1996; Edwards in sod., 1998; Edwards in sod., 1999). Drugi metaboliti, kot sta acetaldehid in piruvat (Liu in Pilone, 2000), v kombinaciji z zaščitnim SO₂ ali mikotoksini lahko predstavljajo nevarnost za zdravje ljudi. Mikotoksini so sekundarni metaboliti, ki jih tvorijo nekatere glive in so potencialno kancerogeni (Leong in sod., 2006). Objavljena raziskava je pokazala, da je pojav mikotoksinov povezan s toplimi vinogradniškimi regijami in se bo verjetno širil s povišanjem globalnih temperatur. Blesa in sod. (2006) so nakazali na povezavo med podnebjem, grozdem in vsebnostjo ohratoksina A (OTA) v vinu. Raziskava 942 vin regulativnega laboratorija je pokazala, da so OTA koncentracije večje v vinih iz južno evropskih kot iz severno evropskih držav (Soleas in sod., 2001).

2.3.2 Spremembe v kemijski sestavi vin

Višje temperature, pH in kalij imajo v povezavi z večjimi koncentracijami sladkorja/alkohola neposreden vpliv na kemijsko sestavo vina. Povišane temperature pospešijo kemijske reakcije in tako vplivajo na številne učinke med pridelavo, staranjem, transportom ali skladiščenjem vina (Mira de Orduña, 2010). Dokazana je bila temperaturno odvisna povečana poraba kisika (White in Ough, 1973; Ribéreau-Gayon in sod., 1998), porjavenje (Berg in Akiyoshi, 1956) in zmanjšanje koncentracije SO₂ (Ough, 1985). Povišane vrednosti pH prav tako vplivajo na oksidacijske reakcije (Boulton in sod., 1996) ter posledično na barvo, okus in aromo vina. Visok pH je odgovoren za nastanek

brezbarvnega hemiketala antocianina z zmanjšanjem barve v mladih rdečih vinih (Ribéreau-Gayon in sod., 1998). Skupaj z zmanjšano tvorbo antocianov pod vročimi vinogradniškimi pogoji to lahko pomeni znaten učinek na vina, pridelana v vročem podnebjju. pH vpliva tudi na reaktivnost vinskih fenolov glede na reakcijski čas nastanka produktov (Monagas in Bartolomé, 2009). Višje vrednosti pH znižajo hitrost kislinsko kataliziranih hidroliziranih reakcij, ki vodijo k večji stabilnosti fermentacijskih estrov v vinih z visokim pH (Ramey in Ough, 1980) in tudi upočasnijo sproščanje aromatičnih glikozidno vezanih prekurzorjev (Williams in sod., 1980; Baumes, 2009).

Neto naboj proteinov in njihova topnost sta odvisna od izoelektrične točke mošta ali vina. Pri tvorbi beljakovinske motnosti lahko pH vina vpliva na učinkovitost delovanja bentonita, ki se uporablja za beljakovinsko stabilizacijo vina (Waters in Colby, 2009). Znano je, da je dejavnost encimov mošta in vina odvisna od sprememb pH. Medtem ko so nekateri oksidacijsko pomembni encimi, kot je lakaza, stabilni v vinu, pa optimalen pH glikozidaze grozdja in K-liaze presega vrednost pH mošta in vina (Ugliano, 2009). Treba je še proučiti, ali bi lahko povišanje vrednosti pH mošta imelo pomemben vpliv na sproščanje aromatičnih spojin, ki jih povzročajo ti encimi. Posledice podnebnih sprememb na stabilnost tartratov (vinskega kamna) v vinu so lahko dvolične, saj povzročijo povečani vsebnosti kalija in alkohola, ki znižujeta topnost kalijevega tartrata v vinu in njegovo pospešeno izločanje (Boulton in sod., 1996). S tem bi se morda bilo potrebno posluževati dodatnih stabilizacij vina pred stekleničenjem za preprečevanje kasnejšega nastanka motnosti in usedlin.

Etil karbamat, katerega koncentracija je lahko indikator podnebnih sprememb, je naraven karcinogen v fermentiranih živilih (Battaglia in sod., 1990). Njegov nastanek je z reakcijo etanola in mikrobiološko tvorjenih prekurzorjev pogojen z visokimi temperaturami in koncentracijami etanola, vendar manj s povišano vrednostjo pH (Ough in sod., 1988). Raziskava na 90,684 belih in rdečih vinih in 2516 alkoholiziranih vinih nekega regulativnega laboratoriju je pokazala, da je bil od leta 1997 do leta 2001 v vseh namiznih vinih padajoči trend, z rahlim povečanjem od leta 2002 do leta 2006, ki je bilo še posebej izrazito pri arhivskih vinih (Soleas, 2007).

2.3.3 Mikrobiološki in senzorični učinki manjše vsebnosti kislin ter povečane vsebnosti kalija in povišane vrednosti pH

Nizke vrednosti pH so temelj mikrobiološke stabilnosti, zato lahko naraščajoči trend v smeri višjih vrednosti postane dejavnik tveganja kontaminacije z mikroorganizmi. To tveganje lahko še posebej prevladuje v zgodnjih fazah fermentacije, preden večje koncentracije alkohola povečajo mikrobiološko stabilnost. Z anaerobnimi razmerami sicer preprečimo rast aerobnih oacetnokislinskih bakterij, vendar hkrati omogočimo nenadzorovano rast mlečnokislinskih bakterij ali kvasovk kvarljivk, npr. rod *Dekkera/Brettanomyces*, to pa lahko privede do številnih organoleptičnih odstopanj (Lonvaud-Funel, 1999; Fugelsang in Edwards, 2007), vključno s tvorbo biogenih aminov in hlapnih fenolov (Arvik in Henick-Kling, 2002; Couto in sod., 2006; Renouf in sod., 2007).

Kudo in sod. (1998) so ugotovili, da večja vsebnost kalija v sintetičnem grozdnem soku neposredno inhibira fermentacijo, še posebej, če so bile vrednosti pH nizke in prisotno

visoko razmerje med kalijem in vodikom. Ker inhibicije ni bilo mogoče preprečiti z dodatkom dušika, lahko znižanje pH z dodatkom kisline, brez sočasne odstranitve kalija, prispeva k ovirani fermentaciji. Mikrobiološka stabilnost v končnih vinih je lahko izziv tudi pri višjih vrednostih pH, še posebej, če se povečane koncentracije alkohola, katere običajno spremljajo ta pojav, enostransko zmanjšajo ali pa reducirajoči sladkorji ostanejo v vinu, da bi preprečili velike koncentracije alkohola (Mira de Orduña, 2010).

Preprečevanje rasti in razmnoževanja mikroorganizmov je povezano s prosto obliko žveplovega dioksida. Vpliv vezane oblike je minimalen. Od prostih oblik je molekularna najbolj toksična za mikroorganizme, saj že 1,5 mg/L zadostuje za preprečevanje rasti bakterij, predvsem oacetnokislinskih bakterij in kvasovk rodu *ne-Saccharomyces*. Nasprotno so kvasovke rodu *Saccharomyces* relativno neobčutljive na SO₂, kar je posledica tvorbe acetaldehida pri nizkem pH (Bavčar, 2006). Obstaja premalo dokazov, ki bi nakazovali, da je povečana učinkovitost SO₂ oblik pri nizkih vrednostih pH, izključno posledica mikrobicidne aktivnosti molekularnega SO₂.

Fischer in Wilke (2000) ter von Nida in Fischer (1999) so izpostavili korelacijo med vsebnostjo titrabilnih kislin in senzorično zaznavo kislosti, medtem ko je bilo to manj uporabno za vrednosti pH. V drugi študiji sta Fischer in Noble (1994) našla prispevek povišanih vrednosti pH k višji grenkobi v območju spodnje vrednosti pH vina (2,9-3,2). Študija z več kot 400 nemškimi belimi vini je pokazala, da potrošniki dajejo prednost vinom z blago in harmonično kislino v nasprotju s kislimi variantami (Fischer in Wilke, 2000), kar kaže na pozitiven učinek podnebnih sprememb, povezane z nižjimi kislinami v hladnejših podnebjih.

2.3.4 Učinki večje vsebnosti sladkorja in koncentracije alkohola

Velike vsebnosti sladkorja in posledično večje koncentracije etanola lahko privedejo do številnih mikrobioloških, tehnoloških, senzoričnih in finančnih izzivov. Povečane koncentracije sladkorja lahko povzročijo zavirano rast ali lizo mikroorganizmov, kar pa rezultira v počasni in ovirani alkoholni fermentaciji, o kateri poročajo, da se močno poveča v vročih letih (Coulter in sod., 2008), in predstavlja velik problem za vinarsko industrijo. Razlogi za ovirano fermentacijo so lahko zapleteni in vključujejo številne dejavnike (Bisson, 1999; D'Amato in sod., 2006; Malherbe in sod., 2007; Santos in sod., 2008), vendar pa zraven težav z učinkovitostjo fermentacije, velike, vendar ne smrtne koncentracije sladkorja povzročijo osmotski stres v mikroorganizmih in vplivajo na kakovost vina. Hiperosmotski stresni odziv kvasovk vrste *Saccharomyces cerevisiae* v alkoholni fermentaciji je odvisen od seva (Erasmus in sod., 2004; Ferreira in sod., 2006) in je bil dobro raziskan v okviru raziskav mošta z veliko vsebnostjo sladkorja, ki se uporablja pri pridelavi botricidnih (Bely in sod., 2005) in ledenih vin (Kontkanen in sod., 2004; Pigeau in Inglis, 2005b, 2007), fermentiranih iz mošta z vsebnostjo sladkorja med 32 in ne več kot 40 °Brix. Ugotovljen je bil visok "sladkorni" stres, ki zvišuje glikolizo in pentoza-fosfatno pot (Erasmus in sod., 2003) in vodi do povečane tvorbe stranskih produktov fermentacije, vključno z glicerolom in očetno kislino, ki lahko presega 1,5 g/L (Erasmus in sod., 2004; Kontkanen in sod., 2004; Nurgel in sod., 2004; Pigeau in Inglis, 2005a). Te ugotovitve si zaslužijo posebno pozornost, saj nekatera terenska poročila in neuradni podatki kažejo, da so okuženo grozdje z očetno in

mlečno-kislinskimi bakterijami, in nekaj kvasovk rodu ne-*Saccharomyces* kvasovke, ne pa kvasovke vrste *S. cerevisiae*, še vedno splošno veljavni kot najpomembnejši vir očetne kisline. Dokaz monoseptične fermentacije predhodno sterilno filtriranega mošta (Kontkanen in sod., 2004; Ferreira in sod., 2006) in posledično večje koncentracija očetne kisline, ki je produkt metabolizma kvasovk *S. cerevisiae*, jasno nakazuje, da se koncentracija lahko doseže pri pridelavi namiznih vin, ki so blizu ali presegajo zakonske omejitve (približno 1 g/L v večini zakonodaj) (Mira de Orduña, 2010).

Jabolčno-mlečnokislinska fermentacija (MKF), je sekundarna fermentacija, ki poteka s pomočjo mlečnokislinskih bakterij v večini rdečih in nekaterih belih vinih (Henick-Kling, 1993; Liu, 2002) in je prav tako lahko odvisna od naraščajoče povečane vsebnosti alkohola, povezane s podnebnimi spremembami. Počasna in ovirana mlečnokislinska fermentacija ogroža vinarsko učinkovitost in kakovost vina z upočasnjnim staranjem in stabilizacijskimi procesi, kar poveča tveganje za senzorična odstopanja (Lonvaud-Funel, 1999). Tradicionalno je MKF inducirana v vinih po koncu alkoholne fermentacije, kjer lahko poteka spontano z naravno prisotnimi mikroorganizmi (Costello in sod., 1983). Med dejavniki, ki omejujejo MKF, so nizke vrednosti pH, pomanjkanje hranil, velike koncentracije SO₂ ali drugi zaviralniki, in velike vsebnosti etanola, kar se je izkazalo, da vpliva na membransko integriteto (Ribereau-Gayon in sod., 1998; Graca da Silveira in sod., 2002; Guzzo in Desroche, 2009). Z dekarboksilacijo jabolčne v mlečno kislino in potencialno tvorbo amonijaka iz presnove aminokislin (Liu in sod., 1996), pa uspešna MKF vodi k povišanju pH, kateri lahko poslabša že tako visoke vrednosti pH v vinih z vročim podnebjem, ki niso kislinsko prilagojena. Poleg tega lahko nastanek očetne kisline iz sladkorja in presnove citronske kisline, doda očetno kislino količinam, ki že izvirajo iz grozdja in alkoholne fermentacije (Henick-Kling, 1993). Zaradi kombiniranega učinka različnih zaviralnih dejavnikov, lahko MKF ne le vpliva na vroče podnebje v prihodnosti, ampak tudi na hladnejša podnebja, kjer lahko nekoliko povečane vsebnosti alkohola privedejo do inhibicije v povezavi z visoko kislinsko stopnjo (Mira de Orduña, 2010).

Alkoholne fermentacije so eksotermni procesi, ki vodijo k varčevanju z energijo v obliki toplote, zato je potrebno učinkovito hlajenje, zlasti v primeru aromatičnih belih vin, ki se običajno predelajo pri nižjih temperaturah (10-15 °C). Vrednost približno 24 kcal/mol sladkorja je splošno sprejeta sproščena toplota med alkoholno fermentacijo, ampak tudi drugi dejavniki vplivajo na skupni prenos toplote, kot so izguba z izhlapevanjem, razmerje med volumnom in površino posod, kot tudi izbrana temperatura fermentacije (pri temperaturno kontroliranih fermentacijah) in njena povezava z zunanjo temperaturo (Colombie in sod., 2007). Goelzer in sod. (2009) so predstavili simulacijo programske opreme, ki temelji na kombiniranem fiziološkem (Colombie in sod., 2005) in toplotnem modelu (Colombie in sod., 2007), katera upošteva empirične podatke iz večjega števila fermentacij (Bely in sod., 1990). Uporabljen je bil program simulacije alkoholne fermentacije imenovan SOFA (Goelzer in sod., 2009) za simulacijo najvišje in skupne energije, potrebne za hlajenje številnih fermentacij, kjer so spremenljivke povezane s podnebnimi spremembami. Spremenjeni sta bili koncentracija sladkorja in zunanja temperatura. Z uporabo niza spremenljivk, je model predlagal linearno povečanje za približno 5 % skupnih zahtev hladilne energije za vsako povišanje zunanje temperature za 1 °C ali 10 g/L v koncentraciji grozdnega sladkorja. Kombinirano povišanje zunanjih temperatur in večja koncentracija sladkorja sta imela ustrezen vzajemen učinek.

Koncentracije sladkorja, ki se uporabljajo za to simulacijo (približno 22-27 °Brix), so v mejah normale za grozdje, pridelano v toplih podnebjih. Medtem ko je bila zunanja temperatura 20 °C, previsoka za hladno podnebje, se celo 24 °C ne more šteti za pretirano toplo podnebje, zlasti v zvezi z zgodnejšimi datumi trgateg, ki smo jim priča danes. Povečane zahteve za hlajenje je treba obravnavati kot posledico podnebnih sprememb, kot tudi nadaljni prispevek, razen če bi uporabili trajnostne vire energije. Če bo opazovana kompresija datumov trgateg za različne sorte grozdja po vročinskih valovih (Coulter in sod., 2008) bolj pogosta, bomo v prihodnje za maksimalno hlajenje potrebovali več zahtev in vedno večjo hladilno opremo (Mira de Orduña, 2010).

Jones (2007) je pregledal poročila o povečanih vsebnostih alkohola v vinih iz Alzacije in Avstralije in predlagal, da je treba 50 % povečanje pripisati podnebnim spremembam. Na trgu je zaznati povečanje števila vin s koncentracijo alkohola nad 13, 14 in celo 15 vol.%, kot tudi pritožbe vinskih kritikov o alkoholno pekočih ali "vročih" vinih. Senzorične študije so zagotovile podrobnejše podatke o vlogi etanola. V študiji s 24 šolanimi degustatorji sta Martin in Pangborn (1970) ugotovila, da etanol (4-24 vol.%) poveča sladkost saharoze ter zmanjša dožemanje kislosti in slanosti v raztopini citronske kisline in NaCl. Podobne rezultate so poročali za fenolne spojine, ki izhajajo iz grenkih angleških jabolčnih vin, kjer je etanol povečal grenkobo, vendar zmanjšal trpkost in ostrino (Lea in Arnold, 1978). V študiji, v kateri je bil belemu vinu predhodno odvzet alkohol in ponovno prilagojen različnim stopnjam etanola (8-14 vol.%), se je zmanjšal trend zaznavanja kislosti iz vina s povišanimi stopnjami etanola (Fischer in Noble, 1994). Še pomembneje je bilo zaznati velik in pomemben učinek etanola na zaznavo grenkobe pri 3 % povečanju v alkoholu, kar je enakovredno dodatku 1400 mg/L katehina k osnovnem vinu, ki že vsebuje 100 mg/L katehina.

Učinek etanola v območju vin z 10-14 vol.% na hidrolizo hlapnih estrov v modelnih raztopinah je domnevno nizek (Ramey in Ough, 1980). Več skupin je proučevalo vpliv etanola na nestanovitnost aromatičnih spojin v vinu. Ugotovljene je bilo, da povečane koncentracije etanola zmanjšajo ravnotežje koncentracij v plinski fazi večine vinskih hlapov vključno z višjimi alkoholi, estri, monoterpeni in pirazini (Robinson in sod., 2009). Fischer (2010) je poročal o manjših koncentracijah nekaterih estrov, vključno z etil oktanoatom, 4-etil-fenolom in 2-feniletanolom pri velikih koncentracijah etanola, in to v korelaciji z zmanjšano senzorično zaznavo. Ugotovljeno je bilo da so nekatere pomembne aromatične spojine, vključno z linaloolom in 3-merkaptotheksan-1-olom bolj hlapne pri velikih koncentracijah alkohola in imajo nižji prag zaznave (Fischer, 2010).

3 MATERIAL IN METODE

3.1 VZORCI IN PODATKI ZA STATISTIČNO OBDELAVO

V diplomski nalogi so bila obdelana vina letnikov 2001-2015, fizikalno-kemijsko analizirana in senzorično ocenjena na vseh petih pooblaščenih organizacijah v Sloveniji. Vsega skupaj je bilo ocenjenih 107351 vzorcev vin. Obdelovala so se rdeča, bela, rose in rdečkasta vina, vključena pa so bila tudi vina z oznako priznana tradicionalno poimenovanje (PTP). V nalogi so se glede na vsebnost reducirajočih sladkorjev obdelala suha, polsuha, polsladka in sladka vina. Rezultate ocenjenih vin smo pridobil iz evidence Registra pridelovalcev vina in grozdja (RPGV), ki ga vodi Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano.

Zakon o vinu (2006) določa, da se kot vino PTP lahko označijo vina, ki izpolnjujejo s tem zakonom in predpisi, izdanimi na njegovi podlagi, določene pogoje za uporabo dodatnega tradicionalnega izraza "teran" ali "cviček". Izraza teran in cviček se lahko uporabljata kot sestavni del geografske označbe. Vinu PTP se lahko priključi dodatni tradicionalni izraz, če je tako opredeljeno v elaboratu in v predpisu, ki ureja podrobnejše pogoje za pridelavo in označevanje tega vina. Druga vina iz razreda kakovostnih vin pridelana na določenem pridelovalnem območju, razen vina "cviček vino PTP Dolenjska" in "teran vino PTP Kras", imajo lahko označbo vino PTP, če je za tako vino predhodno izdelan elaborat, ki določa naziv vina PTP, ki je besedna izpeljanka geografske označbe s seznama geografskih označb po tem zakonu, in ki določa pogoje pridelave, vključno z opredelitvijo geografskega območja pridelave, ne manjšega od vinorodnega ožjega okoliša, in ki določa tehnologijo pridelave in lastnosti vina. Lastnosti morajo biti tradicionalno značilne za vino s tega območja, zato morajo biti sestavni del elaborata tudi podatki, dokazujoči tradicijo pridelave, ki ne sme biti krajša od 25 let. Takšno vino mora zajeti najmanj 15 % v register prijavljene pridelave vina na tem območju. Navedeni elaborat na svoje stroške pripravijo zainteresirani pridelovalci, ki pridelajo večino vina na označenem geografskem območju, in ga predložijo v potrditev ministrici ali ministru, pristojnemu za kmetijstvo. V obdelavi so bila naslednja vina PTP: Cviček PTP, Teran PTP, Beli Bizeljčan PTP, Rdeči Bizeljčan PTP in Belokranjec PTP.

Rezultati vzorcev, pridobljeni iz RPGV, so imeli določene naslednje fizikalno-kemijske parametre: relativna gostota, dejanski vol.% alkohola, skupni ekstrakt, skupne kisline, nehlapne kisline, hlapne kisline, pepel, prosta žveplova(IV) kislina, reducirajoči sladkor, ekstrakt brez sladkorja, skupna žveplova(IV) kislina, citronska kislina, senzorična ocena ter vrednost pH. Zanimala nas je predvsem vrednost pH, povprečna koncentracija alkohola, povprečna koncentracija reducirajočih sladkorjev, povprečna koncentracija ekstrakta brez sladkorja ter senzorična ocena vin.

Podatki vremenskih razmer v letih 2001-2015, so bili pridobljeni iz arhiva opazovanih ter merjenih meteoroloških podatkov za Republiko Slovenijo, Ministrstva za okolje in prostor, Agencija RS za okolje. V diplomsko nalogo smo zajeli podatke treh mest iz vseh treh vinorodnih dežel Slovenije. Za vinorodno deželo Podravje smo si izbrali mesto Maribor, za vinorodno deželo Posavje Novo mesto, ter za vinorodno deželo Primorska naselje Bilje v občini Miren. Zanimala me je povprečna temperatura zraka na 2 m (°C), povprečna

maksimalna temperatura zraka na 2 m ($^{\circ}\text{C}$), število toplih dni (maksimalna temperatura $\geq 25^{\circ}\text{C}$), število vročih dni (maksimalna temperatura $\geq 30^{\circ}\text{C}$), število oblačnih dni (oblačnost > 80) in trajanje sončnega obsevanja (h).

3.2 POOBLAŠČENE ORGANIZACIJE ZA OCENJEVANJE VIN

Postopek in način ocenjevanja grozdnega in vinskega mošta, vina, žganja iz vina oziroma iz drugih proizvodov iz grozdja in drugih proizvodov iz grozdja in vina ureja Pravilnik o postopku... (2000). Ocenjevanje pridelkov in proizvodov opravljajo le pooblašcene organizacije.

Pooblašcene organizacije morajo izpolnjevati naslednje zahteve:

- neodvisnost in nevtralnost ocen;
 - ustrezne kadre, najmanj enega zaposlenega z visoko izobrazbo kmetijske ali živilsko tehnološke fakultete z najmanj 5 let delovnih izkušenj v analitiki vina ter opravljen predpisan preizkus senzoričnih sposobnosti ter poznavanja enologije in predpisov o vinogradništvu in vinarstvu;
 - ustrezne prostore za laboratorij in degustacijske prostore, ki izpolnjujejo s tem pravilnikom predpisane pogoje, predvsem pa omogočajo anonimnost ocenjevanja;
 - laboratorijsko opremo za opravljanje analiz po predpisanih metodah oziroma metodah, katerih rezultat je enak meritvam narejenim po predpisanih metodah;
 - možnost priključitve na bazo podatkov registra pridelovalcev grozdja in vina Ministrstva za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano;
 - predpisana primerljivost in ponovljivost rezultatov analiz.
- (Pravilnik o postopku..., 2000).

Pooblašcene organizacije na osnovi razpisa izbere in z odločbo imenuje minister, pristojen za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano. Trenutno so pri nas pooblašcene organizacije Kmetijski inštitut Slovenije, Kmetijsko gozdarski zavod (KGZ) Maribor, KGZ Nova Gorica, KGZ Novo mesto in Andreja Brglez s.p., Enološko svetovanje Analiza, Ptuj. Na pooblaščenih organizacijah se vzorce senzorično oceni, prav tako pa se analizirajo predpisani fizikalno-kemijski parametri.

Način spremljanja dozorevanja grozdja zaradi določitve roka trgatve grozdja, način določanja roka trgatve ter kontrole grozdja namenjenega predelavi v vrhunsko vino ureja Pravilnik o kontroli kakovosti grozdja... (1999). Pooblašcene organizacije določijo tehnološko zrelost grozdja tako, da opravijo periodične ocene zdravstvenega stanja grozdja in analize vzorcev grozdja oziroma grozdnega soka glede na vsebnost sladkorja, skupnih titracijskih kislin, pH vrednosti mošta in njegove puferne kapacitete, razmerja med vinsko in jabolčno kislino, mase 100 grozdnih jagod in primerjave podatkov iz preteklih let.

Roki trgatve za isto sorto vinske trte se znotraj posameznih določenih delov vinorodnega okoliša določijo različno, če je bil del vinorodnega okoliša podvržen izjemnim vremenskim vplivom oziroma, če sladkorna stopnja grozdja iste sorte vinske trte v različnih delih istega vinorodnega okoliša niha za več kot 10°Oe .

Prvi vzorec za analizo grozdja v laboratoriju se odvzame v času mehčanja grozdne jagode, nadaljnji pa se vršijo vsakih 7 dni oziroma pogosteje, če to zahteva zorenje grozdja. Vzorec za analizo grozdja se vsakokrat odvzame na istih petindvajsetih trsih, ki ležijo na različnih delih vinograda, na različnih delih trsov, z različnih delov grozda, in sicer najmanj 100 grozdnih jagod. Sok vzorca grozdja iz vsakega posameznega vinograda se analizira, kot sledi:

- pred stiskanjem jagod se izmeri masa 100 jagod grozdja,
- sladkorna stopnja z refraktometrom,
- skupne titracijske kisline,
- pH,
- puferna kapaciteta,
- vinska kislina in jabolčna kislina (le za vzorce, vzete v zadnjih dveh terminih jemanja vzorcev).

Datum:

16. avgust, 2016

C-Ljutomersko -Ormoški vinorodni podokoliš

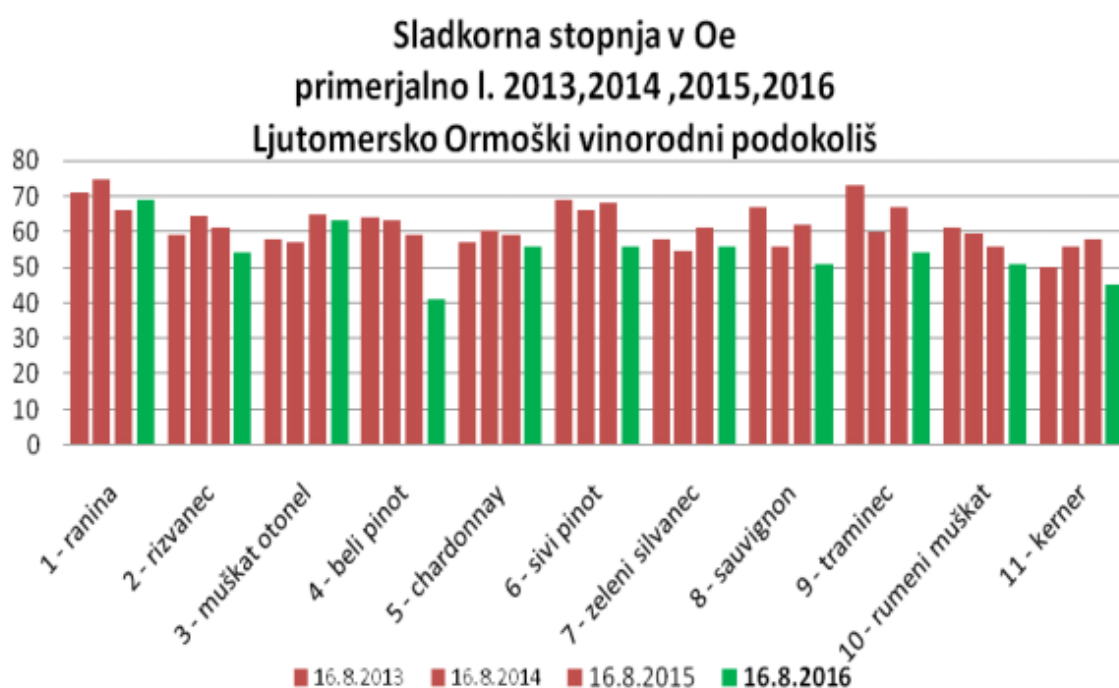
	sorta	masa(g)	Oe	Brix	pH	kislina (g/l)	Faktor zrelosti po Benvegninu R
RANE SORTE							
	1 - ranina	237,5	69	16,3	3,00	9,70	71
	2 - rizvanec	180,4	54	12,9	2,88	12,48	44
	3 - muškati otonec	209,8	63	14,9	3,03	8,99	72
SREDNJE POZNE SORTE							
	4 - beli pinot	135,8	41	9,7	2,70	25,01	17
	5 - chardonnay	153,1	56	13,3	2,85	16,27	39
	6 - sivi pinot	123,3	56	13,2	2,79	18,26	31
	7 - zeleni silvanec	171,0	56	13,2	2,83	17,51	32
	8 - sauvignon	122,5	51	12,1	2,88	23,50	22
	9 - traminec	146,9	54	12,8	2,99	17,82	30
	10 - rumeni muškati	210,1	51	12,1	2,93	17,25	29
	11 - kerner	141,2	45	10,8	2,87	22,00	21
	12 - modri pinot	154,6	60	14,4	2,96	18,81	32
	rane sorte	209,2	62	14,7	2,98	10,40	62
	sr. pozne sorte	148,6	52	12,4	2,86	19,65	28
	vse sorte	161,5	54	12,9	2,89	17,67	36
R>100 ZELO DOBRA KAKOVOST							
R=70 do 100 DOBRE KAKOVOSTI							
R<70 SLABE KAKOVOSTI							

Slika 1: Primer spremljanja dozorevanja grozdja za Vinorodni podokoliš Ljutomer-Ormož
(Kmetijsko gozdarski zavod Maribor, 2016)

Trgatev za posamezno sorto vinske trte v posameznem vinorodnem okolišu se ne dovoli, če najmanj štiri od petih vzorcev ne dosežejo najmanj 64 °Oe in če skupno povprečje vzorcev za posamezno sorto vinske trte znotraj posameznega pridelovalnega območja hkrati ne doseže najmanj 64 °Oe.

Če so razmere za dozorevanje grozdja v posameznem letu, za posamezno sorto vinske trte, znotraj posameznega pridelovalnega območja, ki je enako ali manjše od vinorodnega okoliša, izrazito neugodne in grozdje ne doseže 64 °Oe in tudi ni pričakovati, da bi lahko doseglo 64 °Oe, pooblaščen organizacija v dogovoru s pridelovalci o slabi stopnji dozorelosti pisno obvesti Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano. V obvestilu morajo biti navedeni natančni razlogi za tako stanje grozdja in predlog pooblaščen organizacije pri kateri najnižji sladkorni stopnji, ki ne sme biti nižja od 52 °Oe, se tako grozdje lahko trga.

Ministrstvo, na podlagi obvestila iz prejšnjega odstavka, v roku dveh delovnih dni lahko dovoli predčasno trgatev za določeno količino grozdja določenega pridelovalca. Trgatev se v primeru naravne nesreče lahko dovoli za določeno sorto vinske trte in za območje, ki ni večje od vinorodnega okoliša, za več pridelovalcev skupaj.



Slika 2: Primer povprečne sladkorne stopnje grozdja v Ljutomersko Ormoškem podokolišu v letih 2013-2016 (Kmetijsko gozdarski zavod Maribor, 2016)

3.3 METODE ZA DOLOČANJE POSAMEZNIH FIZIKALNO-KEMIJSKIH PARAMETROV

3.3.1 Metoda za določanje reducirajočih sladkorjev v vinu po Rebeleinu

Titracijska metoda za določanje reducirajočih sladkorjev (Košmerl in Kač, 2010)

Prevladujoča sladkorja v grozdju, moštu in vinu sta glukoza in fruktoza, manj je saharoze in ostalih sladkorjev, posebno nefermentativnih pentoz. Vsebnost sladkorja v dozorevajočem grozdju je pomemben dejavnik pri določanju časa trgatve in kakovosti pridelka. Med alkoholno fermentacijo poteče encimska hidroliza (naravno prisotne ali dodane) saharoze v glukozo in fruktozo, ki ju kvasovke lahko povrejo.

Opis metode: Številni reagenti (Luffov, Soxhletov, Fehlingov) kvantitativno oksidirajo reducirajoče sladkorje v karboksilne kisline. Oksidacija je odvisna od uporabljenega reagenta in od pogojev (razmer) oksidacije. S segrevanjem do vrenja poteče v reakcijski zmesi oksidacija reducirajočih sladkorjev v kisline, dvovalentni bakrovi ioni iz reakcijske zmesi pa se reducirajo do bakrovega(I) oksida. Iz raztopine se izloči oborina netopnega bakrovega (I) oksida (Cu_2O). Preostali Cu^{2+} ioni se v raztopini kalijevega jodida v kislem (dodatek žveplove (VI) kisline) reducirajo, nastali jod (I_2) pa titrimetrično določimo z raztopino natrijevega tiosulfata ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) s škrobovico kot indikatorjem. Koncentracijo reducirajočih sladkorjev (g/L) odčitamo direktno z birete ob upoštevanju slepega vzorca (to vrednost odštejemo od rezultata).

Potrebna oprema: laboratorijska ura, stojalo, 300 W električni grelec, bireta (25 mL), pipete (merilne 5 mL in 10 mL; polnilna 2 mL), erlenmajerica (250 mL), puhalka z deionizirano vodo, (po potrebi vrelni kamenčki).

Reagenti: glukoza, raztopina bakrovega sulfata (S1), raztopina kalijevega-natrijevega tartrata (S2), raztopina kalijevega jodida (S3), 16 % raztopina žveplove (VI) kisline (S4), raztopina škrobovice (S5), raztopina natrijevega tiosulfata (S6), 0,5 M raztopina žveplove (VI) kisline.

3.3.1.1 Določanje reducirajočih sladkorjev v vzorcu vina

- električni grelec predhodno ogrevamo vsaj 5 minut;
- bireto z raztopino S6 napolnimo brez zračnih mehurčkov do vrha;
- v 250 mL erlenmajerico odpipetiramo 10 mL raztopine S1, 5 mL raztopine S2 in 2 mL vzorca vina;
- raztopino premešamo; paziti moramo, da erlenmajerico postavimo na (ne nad) ogret električni grelec in segrevamo do vrenja točno 1,5 minute (čas je enak kot pri segrevanju slepega vzorca oziroma standardne raztopine!);
- takoj po segrevanju erlenmajerico ohladimo pod tekočo vodo in k ohlajeni raztopini s pipeto dodamo po 10 mL raztopin S3, S4 in S5; temeljito premešamo;
- erlenmajerico postavimo na osvetljeno magnetno mešalo, dodamo magnet in titriramo z raztopino S6 do prehoda temno modro obarvane raztopine v slamnato rumeno barvo; barva naj bo obstojna vsaj 3-5 sekund;

- g) ker so koncentracije reagentov takšne, da so porabljeni volumni titranta številčno enaki koncentraciji reducirajočih sladkorjev (g/L), le-to odčitamo direktno z birete.
h) samo v primeru, da nimamo originalne birete, uporabimo izračun:

$$RS = 28 - 28 \times \left(\frac{V_V}{V_{SV}} \right) \quad \dots (1)$$

kjer pomeni RS koncentracijo reducirajočih sladkorjev (g/L), V_V volumen raztopine natrijevega tiosulfata, porabljen pri titraciji vzorca vina (mL) in V_{SV} volumen raztopine natrijevega tiosulfata, porabljen pri titraciji slepega vzorca (mL).

3.3.2 Metoda določanja relativne gostote, ekstrakta in alkohola v vinu

Denzimetrija (Košmerl in Kač, 2009)

POJEM ALKOHOLA V VINU

NARAVNI ALKOHOL = količina alkohola, ki je nastala iz sladkorja v grozdju

DEJANSKI (ali prisotni) ALKOHOL = alkohol, ki ga vsebuje vino; nastal je bodisi iz sladkorja v grozdju ali iz sladkorja, ki je bil v okviru dovoljenih predpisov dodan v mošt (obogatitev ali po starem dosladkanje)

POTENCIALNI ALKOHOL = v alkohol preračunana količina nepovretega sladkorja (vsebnost reducirajočih sladkorjev), ki bi eventualno lahko povrel v alkohol, pa ni

SKUPNI ALKOHOL = vsota vsebnosti dejanskega in potencialnega alkohola

Delež alkohola po vinogradniških conah	Namizno vino pridelano v RS, ki ni deželno vino		Deželno vino PGO		Kakovostno vino ZGP	
	Cona B	Cona CII	Cona B	Cona CII	Cona B	Cona CII
Minimalni volumenski delež naravnega alkohola v %	6,3	8,5	8,1	8,5	8,5	9,5
Minimalni volumenski delež dejanskega alkohola v %	8,5	9,0	8,5	9,0	8,5	9,5
Maksimalni volumenski delež skupnega alkohola v %	15,0	15,0	15,0	15,0	–	–

Slika 3: Zahteve za minimalni naravni, minimalni dejanski in maksimalni skupni alkohol posameznih kakovostnih razredov vin, ki jih predpisuje veljavni Pravilnik o pogojih... (2004).

Nadaljevanje Slike 3: Zahteve za minimalni naravni, minimalni dejanski in maksimalni skupni alkohol posameznih kakovostnih razredov vin, ki jih predpisuje veljavni Pravilnik o pogojih... (2004)

Delež alkohola	Vrhunsko vino	Vrhunska vina ZGP posebnih kakovosti				
	vrhunsko vino ZGP	pozna trgatve	izbor	jagodni izbor	ledeno vino	suhi jagodni izbor
Minimalni volumenski delež naravnega alkohola v %	11,4	12,5	14,2	18,0	18,0	22
Minimalni naravni alkohol (°Oe)	84	91	102	127	127	154
Minimalni volumenski delež dejanskega alkohola v %	9,0	9,0	9,0	7,0	7,0	7,0

Z d_{20} označujemo gostoto mošta ali vina pri 20 °C (enota: $\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$). Relativna gostota ($d \frac{20}{20}$) pa je razmerje med gostoto mošta ali vina pri 20 °C in gostoto vode pri isti temperaturi. (Obvezna je temperaturna korekcija!) Suha vina imajo relativno gostoto blizu 1; izjema so le suha in hkrati alkoholno zelo bogata vina, ki imajo relativno gostoto občutno manjšo od 1. Mošt in vina s preostankom sladkorja imajo praviloma relativno gostoto večjo od 1. Na gostoto vzorca mošta ali vina vplivajo vse raztopljene snovi. Te so bodisi specifično težje (sladkorji, kisline, glicerol) ali specifično lažje od vode (alkohol).

Skupni suhi ekstrakt vina (oz. krajše skupni ekstrakt) sestavljajo po definiciji O.I.V. pri 100 °C nehlapne komponente vina (sladkorji, fiksne kisline, organske soli idr.). Na osnovi vsebnosti ekstrakta vina lahko sklepamo na začetno vsebnost sladkorja v moštu, iz katerega je bilo vino pridelano.

Sladkorja prosti ekstrakt (SPE) je po definiciji razlika med (skupnim) ekstraktom in reducirajočimi sladkorji. Rdeča vina imajo več sladkorja prostega ekstrakta (oz. ekstrakta brez sladkorja) v primerjavi z rdečkastimi, rosé in belimi vini. Vsebnost ekstrakta je odvisna od sorte, zrelosti, načina trgatve in razmer ali pogojev vinifikacije. Vpliv različnih sevov čiste kulture kvasovk v primerjavi s spontano fermentacijo po literaturnih podatkih ni statistično značilen.

Ko govorimo o alkoholu v vinu pomeni to etanol, ki nastane kot glavni produkt alkoholne fermentacije s kvasovkami iz glukoze in fruktoze v moštu. Razen etanola vsebuje vino tudi druge monohidroksialkohole: metanol, 1-propanol, 1-butanol, izoamilalkohol, 2-feniletanol in nekatere poliole: glicerol, butandiol, manitol in sorbitol.

Koncentracija etanola v vinu je odvisna od številnih dejavnikov:

- sorte,
- načina trgatve (ročna ali mehanska),
- vsebnosti fermentativnih sladkorjev (zrelost in zdravstveno stanje grozdja),
- seva kvasovk,
- fermentacijske temperature,

- vsebnosti hranilnih snovi v grozdnem moštu,
- razmer med alkoholno fermentacijo.

Običajno ves razpoložljiv sladkor v moštu ne povre v etanol, zato je njegova koncentracija manjša od pričakovane (nekaj sladkorja je potrebno za nastajanje ogljikovih skeletov molekul med rastjo kvasovk; znane so tudi izgube etanola zaradi izhlapevanja in izhajanja CO₂). Približno koncentracijo (volumenski delež, vol.%) etanola v vinu izračunamo po formuli:

$$c \text{ (vol. \%)} = {}^{\circ}\text{Brix} \cdot 0,59 \quad \dots (2)$$

razen za rdeča vina iz toplih vinogradniških področij, za katere velja:

$$c \text{ (vol. \%)} = {}^{\circ}\text{Brix} \cdot 0,54 \quad \dots (3)$$

Opis metode: Termostatiranemu vzorcu vina (20 °C) izmerimo relativno gostoto z denzimetrom. Nato točno določen volumen (100 mL) ponovno termostatiranega vzorca predestiliramo z destilacijsko napravo v 100 mL merilno bučko. Po destilaciji vzorca dobljeni alkoholni destilat termostatiramo in izmerimo njegovo relativno gostoto z denzimetrom. Poleg relativne gostote odčitamo tudi koncentracijo (volumenski delež) alkohola.

Potrebna oprema: destilacijska naprava, denzimeter, merilna bučka (100 mL), kapalka, puhalka z deionizirano vodo.

Reagenti: 12 % raztopina kalcijevega oksida, 20 % raztopina protipenilca

3.3.2.1 Merjenje relativne gostote vzorca vina

- a) pred meritvijo prvega vzorca je potrebno umerjanje denzimeta z deionizirano vodo ali komercialno dostopnim standardom, ki mora pokazati vrednost gostote 0,998201 g/cm³;
- b) vzorec vina prefiltriramo in nalijemo v 50 mL čašo. Z vzorcem vina (3-5 mL) 2- do 3-krat speremo resonančno U-cevko v denzimetru s pomočjo injekcijske brizge. Nato previdno in počasi (brez zračnih mehurčkov) ponovno napolnimo cevko z vzorcem vina in pritismo na gumb "meritev" (Measure). Čas meritve je odvisen od temperature vzorca v celici (Cell), ki je prikazana na zaslonu denzimeta. Dokler nista izenačeni vrednosti nastavljene (Set) in dejanske temperature, aparat sploh ne meri, temveč le ohlaja ali ogreva vzorec. Šele po izenačitvi temperature se začne merjenje relativne gostote (v nadaljevanju **dv**), ki je podana kot povprečna vrednost desetih meritev. Z zvočnim signalom denzimeta smo opozorjeni na zaključek meritve;
- c) rezultat odčitamo na zaslonu denzimeta na ta način, da z gumbom "prikaži" (Display) poiščemo vrednost relativne gostote, ki je označena kot "SG (t/t)";
- d) če želimo pospešiti meritev, predhodno prefiltriran vzorec krajši čas termostatiramo na vodni kopeli (20 °C).

3.3.2.2 Destilacija vina in merjenje relativne gostote alkoholnega destilata

a) 100 mL merilno bučko, napolnjeno nad oznako, postavimo v vodno kopel in termostatiramo 20 minut (20 °C). S kapalko odvajamo toliko vina, da je vsebina točno do oznake (spodnji menisk). Vsebino točno 100 mL vina iz merilne bučke kvantitativno prenesemo v destilacijsko posodo (trikrat speremo merilno bučko z deionizirano vodo) in merilno bučko podstavimo pod cevko, kjer priteka destilat. V destilacijsko posodo dodamo 5 mL 12 % raztopine kalcijevega oksida (boljša električna prevodnost), 2-3 kapljice protipenilca in speremo steno destilacijske posode z deionizirano vodo. Vzorec destiliramo v 100 mL merilno bučko do končnega volumna destilata 75-80 mL; dopolnimo (pod oznako) z deionizirano vodo in alkoholni destilat ponovno termostatiramo v vodni kopeli 20 minut (20 °C);

b) merilno bučko dopolnimo točno do oznake z deionizirano vodo in izmerimo relativno gostoto alkoholnega destilata (v nadaljevanju d_A) z denzimetrom. Odčitamo vrednost relativne gostote alkoholnega destilata, ki je označena kot "SG (t/t)" in koncentracijo alkohola v vol.%, ki je označena kot "Alcohol (%)";

c) iz izmerjene koncentracije alkohola v vzorcu vina in enačbe premice umeritvene krivulje izračunamo točno ali dejansko koncentracijo etanola v vzorcu vina (vol.%, v/v).

3.3.2.3 Izračun relativne gostote in vsebnost skupnega ekstrakta

a) po AOAC relativno gostoto skupnega ekstrakta vina (d_{SE}) izračunamo s pomočjo Tabariejevega obrazca:

$$d_{SE} = d_V - d_A + 1,0000 \quad \dots (4)$$

kjer pomeni d_V relativno gostoto vzorca vina in d_A relativno gostoto alkoholnega destilata

b) na podlagi znane relativne gostote skupnega ekstrakta vina (d_{SE}) iz preglednic odčitamo masno koncentracijo skupnega ekstrakta v vinu (g skupnega ekstrakta/L vina). Rezultat izrazimo na dve decimalni mesti;

c) Mednarodna organizacija za trto in vino (O.I.V.) predpisuje korekcijo relativne gostote skupnega ekstrakta vina zaradi očetne kisline (hlapnih kislin) in skupnega žveplovega dioksida:

$$d_{SE} = d_{SE} - \frac{HK \cdot 0,0086}{1000} - \frac{SO_2 \cdot 0,6}{1000} \quad \dots (5)$$

kjer pomeni d_{SE} korigirano relativno gostoto skupnega ekstrakta vina, d_{SE} izračunano relativno gostoto skupnega ekstrakta vina po Tabariejevem obrazcu, HK koncentracijo hlapnih kislin (mmol CH_3COOH/L vina = mekv CH_3COOH/L vina) in SO_2 koncentracijo skupnega žveplovega dioksida (g SO_2/L vina). Iz tabele ponovno odčitamo korigirano koncentracijo skupnega ekstrakta (g/L).

3.4 STATISTIČNA ANALIZA

Zbrane podatke smo pripravili, uredili in izračunali s programom MICROSOFT EXCEL 2013. Pri nekaterih podatkih smo s pomočjo operacijskega sistema izračunali povprečne, največje in najmanjše vrednosti, standardni odklon ter jih prikazali v preglednicah ali na slikah.

3.4.1 Srednje vrednosti

Povprečje se računa samo za številske spremenljivke. Povprečje je vrednost, za katero velja: če bi bili vsi podatki enaki, bi bili enaki povprečju.

Za izračun povprečja uporabljamo tri načine izračunavanja:

- aritmetično sredino,
- geometrijsko sredino,
- harmonično sredino.

Standardna oznaka za aritmetično sredino podatkov $x_1, x_2, \dots, x_n$ je $\bar{x}$. Aritmetična sredina leži med vrednostmi $x_1, x_2, \dots, x_n$. Vsaka posamezna vrednost x_i se od $\bar{x}$ odklanja navzgor ali navzdol: odklon $x_i - \bar{x}$ je pozitiven ali negativen (Košmelj, 2007)

Aritmetična sredina je postavljena tako, da je vsota odklonov enaka 0 (Košmelj, 2007):

$$\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x}) = 0 \quad \dots (6)$$

Iz tega izraza dobimo izraz za aritmetično sredino:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad \dots (7)$$

Aritmetično sredino izračunamo tako, da seštejemo vse vrednosti spremenljivke in nato vsoto delimo s številom naših podatkov n . Je najpogostejše uporabljena srednja vrednost in na aritmetično sredino vplivajo vse vrednosti. Izjemno velike oz. majhne vrednosti – osamelci, močno vplivajo na vrednost aritmetične sredine. Najbolje je, da se aritmetična sredina izračuna z osamelci in brez njih (Košmelj, 2007).

3.4.2 Mere variabilnosti

Absolutne mere variabilnosti razdelimo v dve skupini glede na to, kako vrednotijo variabilnost spremenljivke.

- razmiki: variacijski razmik, kvartilni razmik;
- odkloni: povprečni absolutni odklon, povprečni kvadrirani odklon.

3.4.2.1 Razmiki

Najpreprostejša mera variabilnosti je variacijski razmik VR, ki je razlika med maksimalno in minimalno vrednostjo:

$$VR = x_{max} - x_{min} \quad \dots (8)$$

Variacijski razmik pove, za koliko je največja vrednost večja od najmanjše vrednosti.

3.4.2.2 Odkloni

Pri izračunu razmikov določata mero variabilnosti le dve vrednosti: najmanjša in največja oz. prvi in tretji kvartil. Za izhodišče vrednotenja variabilnosti, kjer upoštevamo vse vrednosti spremenljivke, se uporablja odklone vrednosti od aritmetične sredine $(x_i - \bar{x})$, $i = 1, 2, \dots, n$. Nekateri odkloni so pozitivni, drugi negativni. Kot že vemo, je vsota odklonov enaka nič:

$$\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x}) = 0 \quad \dots (9)$$

Zato vsota odklonov od aritmetične sredine ni dobro izhodišče za mero variabilnosti. Nadomestimo jo z vsoto absolutnih odklonov:

$$\sum_{i=1}^n |x_i - \bar{x}| = 0 \quad \dots (10)$$

Najpomembnejši meri variabilnosti sta varianca in standardni odklon. Opredeljeni na osnovi vsote kvadriranih odklonov od aritmetične sredine, ki jo krajše označimo VKO:

$$VKO = \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \quad \dots (11)$$

Varianca vzorca (s^2) je merilo razpršenosti podatkov oz. variiranje okoli aritmetične sredine. Izračunamo jo po enačbi, kot povprečje kvadratov odklonov posameznih vrednosti od aritmetične sredine. Kadar je število statističnih enot vzorca manjše od 30, je imenoalec v enačbi zmanjšan za eno (Adamič, 1989).

Varianca je za statistično analizo podatkov zelo pomembna. Kot opisni parameter je manj pomembna, saj kvadrat merske enote ene spremenljivke pogosto nima pravega smisla. Pogosto se uporablja standardni odklon ali standardna deviacija, ki je kvadratni koren variance. Izračunamo ga po enačbi (Adamič, 1989).

$$s^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{(n-1)} \quad \dots (12)$$

$$SD = s = \sqrt{s^2} \quad \dots (13)$$

4 REZULTATI Z RAZPRAVO

4.1 PODATKI O POVPREČNIH LETNIH TEMPERATURAH IN TRAJANJU SONČNEGA OBSEVANJA ZA POSAMEZNE VINORODNE DEŽELE V SLOVENIJI

Vinorodna dežela Podravje

Preglednica 1: Povprečne letne temperature za meteorološko postajo Letališče Edvarda Rusjana Maribor v letih 2001-2015 (ARSO, 2016)

LETALIŠČE EDVARDA RUSJANA MARIBOR	povp. T [°C]	povp. max. T [°C]	*št. toplih dni	**št. vročih dni
2001	10,50	15,90	70	25
2002	11,30	16,40	67	15
2003	10,60	16,40	103	50
2004	9,90	14,90	53	10
2005	9,50	14,60	65	12
2006	10,20	15,50	63	24
2007	11,10	16,90	78	21
2008	11,10	16,50	77	13
2009	10,80	16,10	75	11
2010	10,10	14,80	65	18
2011	10,80	16,40	89	21
2012	11,20	16,90	90	36
2013	10,90	15,70	75	30
2014	11,90	16,70	59	10
2015	11,40	16,90	76	36

* število toplih dni (maksimalna temperatura ≥ 25 °C)

** število vročih dni (maksimalna temperatura ≥ 30 °C)

Vinorodna dežela Posavje

Preglednica 2: Povprečne letne temperature za meteorološko postajo Novo mesto v letih 2001-2015 (ARSO, 2016)

NOVO MESTO	povp. T [°C]	povp. max. T [°C]	*št. toplih dni	**št. vročih dni
2001	11,1	16,3	74	30
2002	11,5	16,5	67	12
2003	11,1	16,9	112	58
2004	10,2	15,2	57	14
2005	9,9	14,7	63	15
2006	10,9	16,1	69	25
2007	11,6	16,9	77	23
2008	11,3	16,5	80	16

"se nadaljuje"

Nadaljevanje preglednice 2: Povprečne letne temperature za meteorološko postajo Novo mesto v letih 2001-2015 (ARSO, 2016)

NOVO MESTO	povp. T [°C]	povp. max. T [°C]	*št. toplih dni	**št. vročih dni
2009	11,3	16,5	87	22
2010	10,2	14,9	69	23
2011	11,2	17,0	101	31
2012	11,5	17,2	93	39
2013	11,1	16,0	78	31
2014	12,3	17,2	68	12
2015	11,9	17,2	89	45

* število toplih dni (maksimalna temperatura ≥ 25 °C)

** število vročih dni (maksimalna temperatura ≥ 30 °C)

Vinorodna dežela Primorska

Preglednica 3: Povprečne letne temperature za meteorološko postajo Bilje v letih 2001-2015 (ARSO, 2016)

BILJE	povp. T [°C]	povp. max. T [°C]	*št. toplih dni	**št. vročih dni
2001	13,00	18,60	99	39
2002	13,30	18,80	93	26
2003	13,30	19,70	122	79
2004	12,50	18,10	95	26
2005	12,00	17,80	95	35
2006	12,90	18,80	99	43
2007	13,40	19,70	119	39
2008	13,00	18,80	97	39
2009	13,40	19,20	125	45
2010	12,30	17,80	98	32
2011	13,30	19,80	139	46
2012	13,30	19,40	107	59
2013	13,30	18,80	93	56
2014	14,00	19,40	84	18
2015	13,50	19,60	105	52

* število toplih dni (maksimalna temperatura ≥ 25 °C)

** število vročih dni (maksimalna temperatura ≥ 30 °C)

Iz preglednic 1, 2 in 3 in prilog A, B, C, D, E, F je možno razbrati trend naraščanja povprečnih letnih temperatur. Do manjšega odstopanja pride v letu 2004 ter 2005, kjer je moč opaziti tudi najmanjše število toplih in vročih dni. Povprečne letne temperature za meteorološko postajo Maribor ter Novo mesto so približno enake, pričakovano pa za 2 °C v povprečju višje za postajo Bilje v primorskem vinorodnem okolju (priloga G).

Trta miruje od decembra do februarja. Konec maja ali v začetku junija je čas cvetenja, odvisno od sorte in vremenskih razmer. Po starem vinogradniškem pravilu potrebuje trta od cvetenja do zrelega grozdja najmanj 100 dni, često tudi več (Šikovec, 1996). Brž ko trta odcvete, začno grozdne jagode rasti. Rast traja približno do sredine ali do konca avgusta.

Celice kože so polne klorofila in lahko asimilirajo, tj. z vodo, sončno energijo, ogljikovim dioksidom in listnim zelenilom omogočajo nastajanje različnih ogljikovih hidratov.

Dokler jagode rastejo, je kisline čedalje več, količina sladkorja pa se ne spremeni (Judež, 1981). Faza zorenja je najdaljša faza in traja od trenutka, ko se v grozdnih jagodah izenači gostota soka v °Oe z grami titracijskih kislin. Od tedaj naprej se zmanjšujejo kisline in se povečuje sladkor do polne zrelosti (Šikovec, 1996). Za vsak lep sončni dan ob koncu zorenja, se količina sladkorja lahko v treh dneh poveča za 1% (Judež, 1981). Takoj ko ugotovimo dva do tri dni isto vsebnost sladkorja, nastopi čas trgatve. Trta ustvarja največ sladkorja, pri temperaturi 28 do 29 °C (Colnarič in Vrabl, 1991).

Vendar pa pričakovana višja stopnja alkohola zaradi višjih povprečnih temperatur v vinih ni odvisna le od temperature. Pomembno je pogledati tudi trajanje sončnega obsevanja (h), predvsem v mesecu juliju, avgustu in septembru, ko v začetku zorenja prevladuje kopičenje sladkorja, ko pa prehaja jagoda v fazo polne zrelosti, se dotok sladkorja zmanjša, dokler za kratek čas proces dihanja, to je porabe sladkorja, ne prevlada nad količino novo dospelega sladkorja. V fazi prezrelosti, ko ni več dotoka vode in hranilnih snovi, pa se zaradi izgube vode skozi površino grozdne jagode, t.i. transpiracije, ponovno kopičijo vse sestavine, tudi sladkor.

Preglednica 4: Primerjava trajanja sončnega obsevanja v letih 2001-2015 za mesece julij, avgust in september za meteorološke postaje Bilje, Novo mesto in Letališče Edvarda Rusjana Maribor (ARSO, 2016)

Bilje (leto/ mesec)	Trajanje sonca (h)	Maribor (leto/ mesec)	Trajanje sonca (h)	Novo mesto (leto/ mesec)	Trajanje sonca (h)
2001/07	291,6	2001/07	270,4	2001/07	265,5
2001/08	328,8	2001/08	284,6	2001/08	299,6
2001/09	148,2	2001/09	134,3	2001/09	122,9
2002/07	293,0	2002/07	281,0	2002/07	273,9
2002/08	248,5	2002/08	193,9	2002/08	222,9
2002/09	189,4	2002/09	170,2	2002/09	157,5
2003/07	316,2	2003/07	289,2	2003/07	286,9
2003/08	327,6	2003/08	290,2	2003/08	305,6
2003/09	230,6	2003/09	220,3	2003/09	210,2
2004/07	310,6	2004/07	235,9	2004/07	250,0
2004/08	286,3	2004/08	256,1	2004/08	259,6
2004/09	228,3	2004/09	186,2	2004/09	155,7
2005/07	288,1	2005/07	230,7	2005/07	238,5
2005/08	207,4	2005/08	162,0	2005/08	148,5
2005/09	190,2	2005/09	190,2	2005/09	152,8
2006/07	324,0	2006/07	314,1	2006/07	308,0
2006/08	177,9	2006/08	170,4	2006/08	153,0
2006/09	246,0	2006/09	230,8	2006/09	225,0
2007/07	347,3	2007/07	319,3	2007/07	331,0
2007/08	253,3	2007/08	228,1	2007/08	214,6
2007/09	226,1	2007/09	185,4	2007/09	204,1
2008/07	292,7	2008/07	265,4	2008/07	255,4
2008/08	323,8	2008/08	285,0	2008/08	289,5
2008/09	199,3	2008/09	148,5	2008/09	133,8

"se nadaljuje"

Nadaljevanje preglednice 4: Primerjava trajanja sončnega obsevanja v letih 2001-2015 za mesece julij, avgust in september za meteorološke postaje Bilje, Novo mesto in Letališče Edvarda Rusjana Maribor (ARSO, 2016)

Bilje (leto/ mesec)	Trajanje sonca (h)	Maribor (leto/ mesec)	Trajanje sonca (h)	Novo mesto (leto/ mesec)	Trajanje sonca (h)
2009/07	301,4	2009/07	296,2	2009/07	300,6
2009/08	325,6	2009/08	270,8	2009/08	284,1
2009/09	221,3	2009/09	201,1	2009/09	198,1
2010/07	319,1	2010/07	284,8	2010/07	274,4
2010/08	282,5	2010/08	221,3	2010/08	231,6
2010/09	190,3	2010/09	126,2	2010/09	116,0
2011/07	275,9	2011/07	220,6	2011/07	231,1
2011/08	339,9	2011/08	305,7	2011/08	315,7
2011/09	263,8	2011/09	237,8	2011/09	236,5
2012/07	331,6	2012/07	285,9	2012/07	273,7
2012/08	336,1	2012/08	311,7	2012/08	331,3
2012/09	158,3	2012/09	178,8	2012/09	157,5
2013/07	343,8	2013/07	327,7	2013/07	338,5
2013/08	315,8	2013/08	261,4	2013/08	277,4
2013/09	177,9	2013/09	154,6	2013/09	136,6
2014/07	220,6	2014/07	226,5	2014/07	206,3
2014/08	240,9	2014/08	207,3	2014/08	203,6
2014/09	152,3	2014/09	108,7	2014/09	93,2
2015/07	334,0	2015/07	277,9	2015/07	284,1
2015/08	293,4	2015/08	285,6	2015/08	251,7
2015/09	204,1	2015/09	152,3	2015/09	142,5

V prilogi H je primer trajanja sončnega obsevanja za meteorološko postajo Bilje za mesec avgust. Če bi primerjali katerokoli postajo v vseh treh opazovanih mesecih, bi opazili enak trend rasti trajanja sonca (h). Proti pričakovanju se razvoj jagod pri visokih temperaturah podaljša, hitreje padajo tudi kisline. Sončna svetloba ugodno deluje na življenje trte, saj je trta rastlina dolgega dne in zahteva intenzivno osvetlitev. Najboljšega vina ne pridelamo v najtoplejših pokrajinah in državah, temveč v bolj severno ležečih, kjer je zmerno toplo podnebje s primernim številom sončnih ur, ki jih vinska trta potrebuje v rastni dobi, kar znaša glede na sorto in podnebno območje med 1500 do 2500 sončnih ur na leto (Colnarič in Vrabl, 1991).

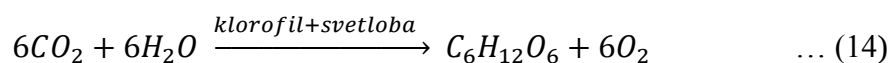
4.2 REZULTATI FIZIKALNO-KEMIJSKIH PARAMETROV VZORCEV VIN V LETIH 2001-2015

Preglednica 5: Rezultati fizikalno-kemijskih parametrov ocenjenih vin po letih z izračunanimi osnovnimi statističnimi parametri med leti 2001-2015 (MKGP, 2016)

Leto analize	Dejanski alkohol (vol.%)	Reducirajoči sladkorji (g/L)	Skupni ekstrakt brez sladkorja (g/L)	Ocena (točke)	Št. analiziranih vzorcev
2001	11,74	8,15	22,22	16,87	4837
2002	11,58	8,80	22,52	16,90	8268
2003	11,63	7,79	23,05	16,80	8410
2004	11,77	8,50	22,03	16,83	7591
2005	11,42	6,88	22,48	16,68	7191
2006	11,44	7,62	23,07	16,70	7151
2007	11,82	8,28	23,37	16,90	7319
2008	11,75	9,30	22,95	16,93	7373
2009	11,79	8,82	22,84	16,92	7318
2010	11,89	8,22	22,85	16,95	7062
2011	11,70	8,13	22,96	16,87	6909
2012	12,07	9,07	22,52	17,03	6831
2013	12,00	7,94	22,15	16,92	6977
2014	11,74	8,49	22,47	16,91	7022
2015	11,49	7,80	22,17	16,82	7092

V preglednici 5 imamo zbrane povprečne koncentracije fizikalno-kemijskih parametrov, izvzete iz RPGV, kateri je bil vzpostavljen leta 2001, kar je razlog nižjemu številu analiziranih vzorcev tistega leta.

Sladkorji nastajajo v pojavu t.i. asimilacije, do katere pride zaradi klorofila kot katalizatorja ob sodelovanju sončne svetlobe (Šikovec, 1993). Splošna formula, po katerem poteka pretvorba sladkorja, je:



Heksoze so najpomembnejši in tudi količinsko najbolj zastopani ogljikovi hidrati v vinu, in so glavni substrat za kvasovke pri alkoholni fermentaciji kot vir energije, za tvorbo etanola, višjih alkoholov, estrov maščobnih kislin in aldehydov. Pomembni heksozi sta glukoza in fruktoza. Kvasovke so sposobne fermentirati oba monosaharida, vendar enostavneje izkoriščajo glukozo. Skupna koncentracija v zrelem grozdju je med 150 in 300 g/L. Oba monosaharida reducirata Fehlingovo raztopino in ju zato imenujemo reducirajoča sladkorja, njun ostanek pa skupaj s pentozami v vinu po alkoholni fermentaciji imenujemo reducirajoči sladkorji (Bavčar, 2006). V prilogi I je prikazana povprečna koncentracija reducirajočih sladkorjev, v prilogi J pa povprečna koncentracija ekstrakta brez sladkorja v slovenskih vinih med leti 2001-2015. Opazimo rast povprečja reducirajočih sladkorjev ter padec povprečja

ekstrakta brez sladkorja, kar si lahko obrazlagamo z višjimi povprečnimi temperaturami, povečano fotosintezo ter povečano transpiracijo, kot je bilo obrazloženo zgoraj.

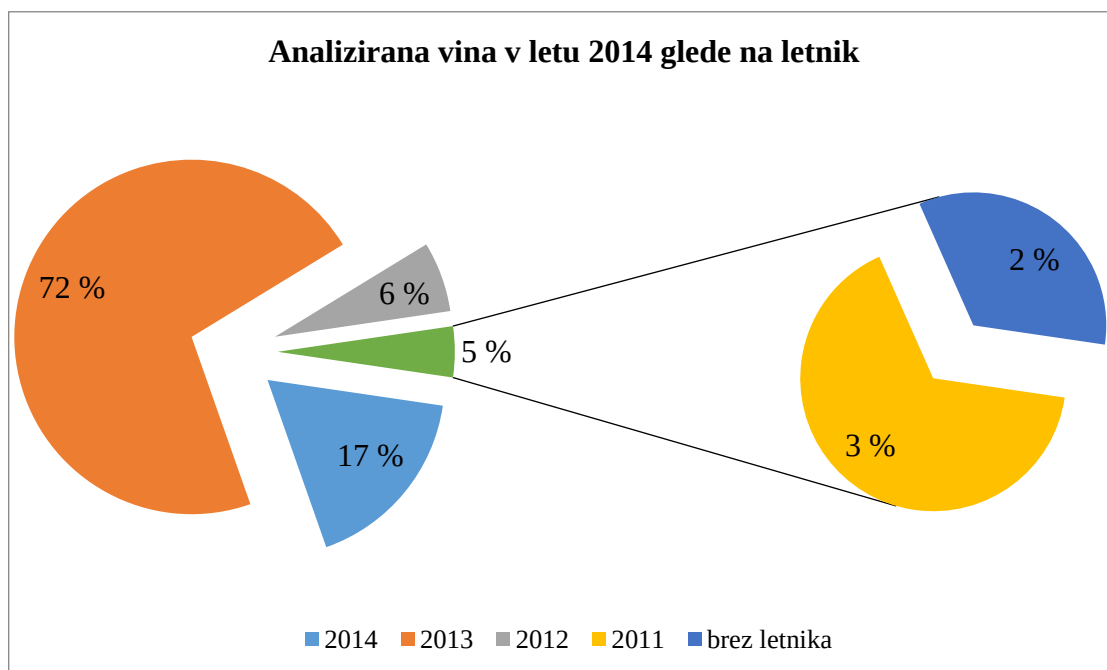
Skupni suhi ekstrakt vključuje sladkorje, nehlapne kisline, glicerol, 2,3 butandiol, fenole, del mlečne in očetne kisline. Sladkorja prosti ekstrakt se izračuna tako, da se od skupnega ekstrakta odšteje reducirajoče sladkorje, ki se jih prej zmanjša za 1 g/L. Ta 1 g/L predstavljajo po dogovoru pentoze, ki jih kvasovke ne morejo uporabiti kot substrat. Splošno večji ekstrakt brez sladkorja pomeni boljše kakovosti. Takšna vina so bolj harmonična in polna, večja koncentracija alkohola v takšnih vinih pride manj do izraza. Bele sorte imajo konstantno manj ekstrakta od rdečih, že zaradi drugačnih tehnoloških postopkov (Bavčar, 2006).

Z naraščajočimi povprečnimi letnimi temperaturami, večanjem števila ur sončnega obsevanja, sočasemu vpadanju števila oblačnih dni (Priloga K) ter vedno večjimi koncentracijami reducirajočih sladkorjev, je posledično pričakovana tudi večja povprečna vsebnost alkohola v slovenskih vinih (preglednica 6, priloga L). Etanol je nedvomno najpomembnejši alkohol v vinu, in nastane kot posledica delovanja kvasovk vrste *Saccharomyces cerevisiae* v času alkoholne fermentacije. V vinu ga najdemo v povprečju med 7 in 11 vol.%, v večjih koncentracijah pa deluje pekoče.

Preglednica 6: Povprečne letne temperature (°C) v Sloveniji in povprečna koncentracija alkohola (vol.%) med leti 2001-2015 (ARSO, 2016; MKGP, 2016)

Leto	Povprečna letna temperatura v Sloveniji (°C)	Povprečna koncentracija alkohola (vol.%)
2001	9,3	11,74
2002	9,8	11,58
2003	9,5	11,63
2004	8,6	11,77
2005	8,3	11,42
2006	9,1	11,44
2007	9,7	11,82
2008	9,4	11,75
2009	9,4	11,79
2010	8,5	11,89
2011	9,5	11,70
2012	9,7	12,07
2013	9,3	12,00
2014	10,3	11,74
2015	Še ni podatka	11,49

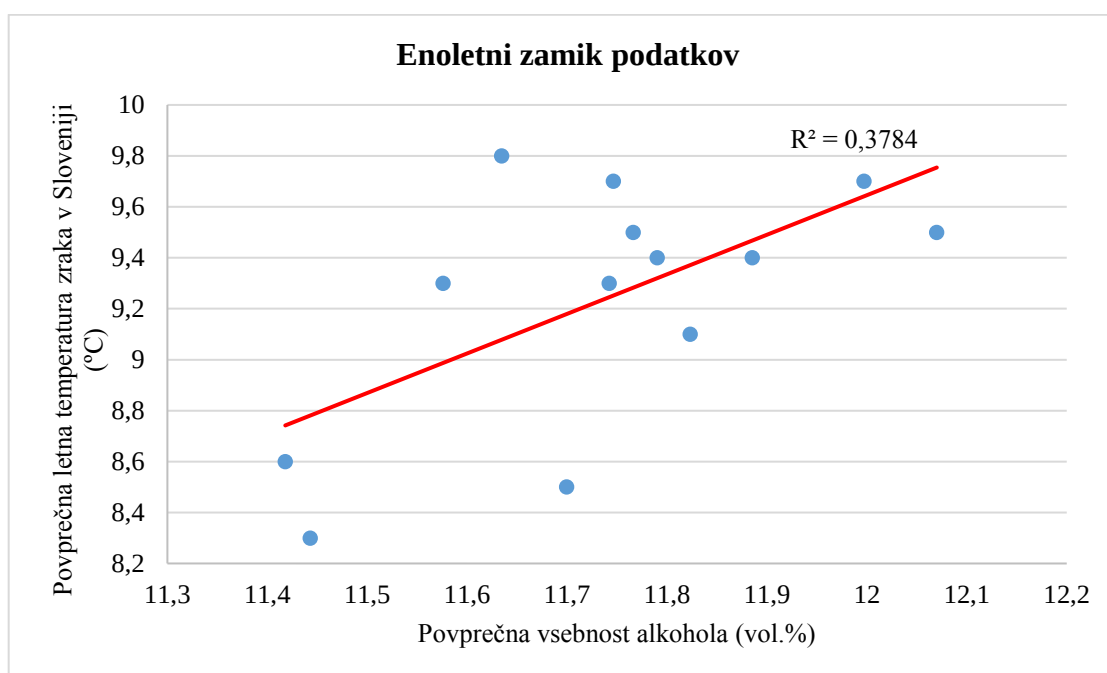
Zanimivo je opaziti manjše vsebnosti reducirajočih sladkorjev ter alkohola v letih 2005 in 2006, v primerjavi z nižjimi temperaturami in manjšim številom ur sončnega obsevanja v letih 2004 in 2005. To nakazuje na dejstvo, je večina ocenjenih vin v letu 2005, dejansko vin letnika 2004, in ocenjena vina v 2006, večina vin letnika 2005, kar je razvidno tudi iz slike 4, kjer so za primer podana analizirana vina v letu 2014 glede na letnik.



Slika 4: Analizirana vina v letu 2014 glede na letnik

V letu 2014 je bilo analiziranih 7021 vzorcev vina. Od tega je 17 % analiziranih vin letnika 2014, 72 % vin letnika 2013, 6 % vin letnika 2012, ostalih 5 % pa vina letnika 2011 ter vina brez letnika.

Glede na enoletni zamik podatkov lahko iz slike 5 razberemo dejansko povečano vsebnost alkohola glede na letnik vina, in ne na leto analize/ocenjevanja, kot je to razvidno iz preglednice 6 in priloge K ($R^2 = 0,0568$). Iz tega je jasno razvidna zmerna korelacija ($R^2 = 0,3784$) med manjšo vsebnostjo alkohola v povezavi z nižjimi povprečnimi letnimi temperaturami in obratno. Če bi naredili primerjavo med celotnim številom vzorcev ($n = 107351$), bi najverjetneje dobili višjo korelacijo, kot v tem primeru, kjer smo primerjali le povprečne vsebnosti alkohola ($n = 15$).



Slika 5: Povprečna vsebnost alkohola (vol.%) glede na enoletni zamik povprečnih letnih temperatur zraka v Sloveniji med leti 2001-2015

Poleg višje alkoholne stopnje in večje koncentracije reducirajočih sladkorjev, pričakujemo tudi povečanje vrednosti specifične teže oziroma relativne gostote (priloga M) in koncentracije pepela (priloga N), ter spremembe v skupnih in hlapnih kislinah. Evropska unija definira skupne kisline kot vsoto titracijskih kislin, dobljenih s titracijo vzorca do pH 7,0 s standardno raztopino natrijevega hidroksida. CO₂ v skupno kislost ni vštet. V vinu so količinsko najbolj zastopane vinska, jabolčna, mlečna in citronska kislina. Skupna koncentracija kislin v vinu je običajno v intervalu med 5,5 do 8,5 g/L. Hlapne kisline definira kot vse kisline, ki izkazujejo lastnosti, podobne očetni kislini v prosti obliki ali vezane kot soli. Med njimi je najpomembnejša očetna, pa tudi mravljična in propionska. Nehlapne kisline predstavljajo razliko med skupnimi in hlapnimi kislinami. Koncentracija skupnih kislin se z dozorevanjem grozdja zmanjšuje, medtem ko se vrednost pH zvišuje, na katerega imajo kisline odločilen vpliv (Bavčar, 2006). Iz preglednice 7 in priloge O, opazimo padec skupnih kislin v povprečju, kar lahko pripišemo spremembam v temperaturi. Če pogledamo vrednost skupnih kislin v letu 2005 in 2006, spet najdemo povezavo z zamikom ocenjevanja vin in nižjimi temperaturami v letih 2004 in 2005, saj hladnejše temperature vodijo do visokih kislin.

Preglednica 7: Povprečna vsebnost skupnih kislin (g/L) v letih 2001-2015 (MKGP, 2016)

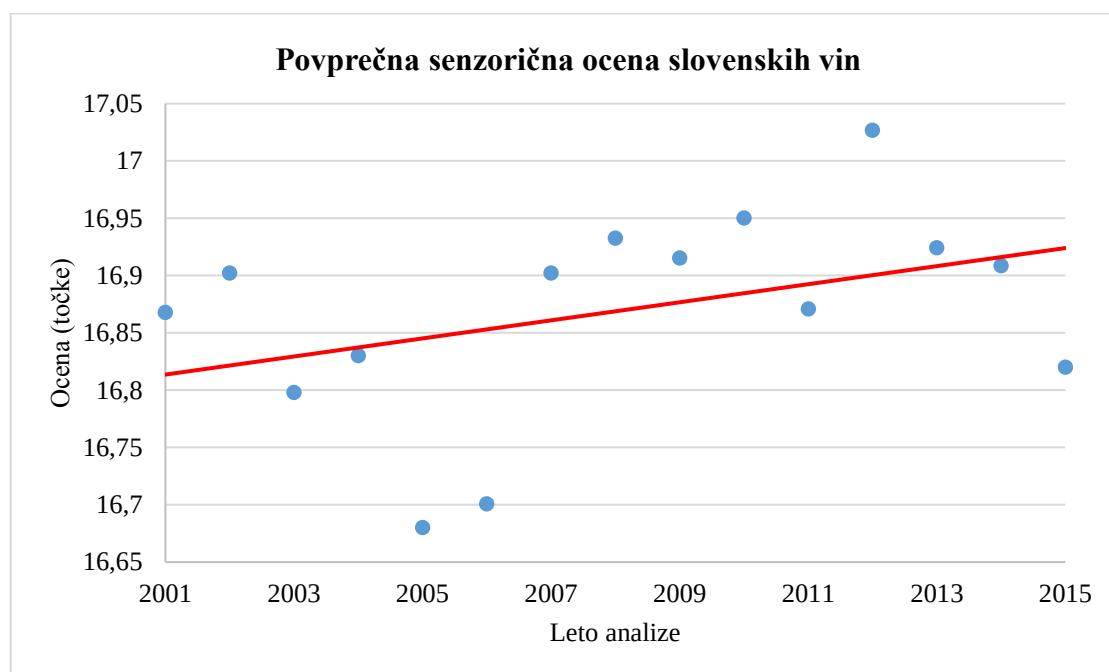
leto	$\bar{x}$	so	min	max	n
2001	6,35	1,24	2,90	14,70	4774
2002	6,61	1,33	3,15	14,70	8264
2003	6,74	1,35	3,72	23,10	8399
2004	6,17	1,32	3,12	12,95	7580

"se nadaljuje"

Nadaljevanje preglednice 7: Povprečna vsebnost skupnih kislin (g/L) v letih 2001-2015 (MKGP, 2016)

leto	$\bar{x}$	so	min	max	n
2005	7,03	1,47	3,50	13,90	7182
2006	7,05	1,34	3,50	14,60	7145
2007	6,71	1,23	3,50	22,10	7315
2008	6,47	1,18	3,50	12,96	7368
2009	6,55	1,17	3,50	12,76	7310
2010	6,23	1,16	3,02	12,40	7055
2011	6,53	1,24	3,30	13,44	6898
2012	6,02	1,02	3,50	14,80	6816
2013	6,20	1,16	2,80	12,50	6963
2014	6,67	1,25	3,50	13,10	7010
2015	6,80	1,20	3,50	13,79	7075

n – število obravnavanj; $\bar{x}$ – povprečna vrednost; min – minimalna vrednost; max – maksimalna vrednost; so – standardni odklon;

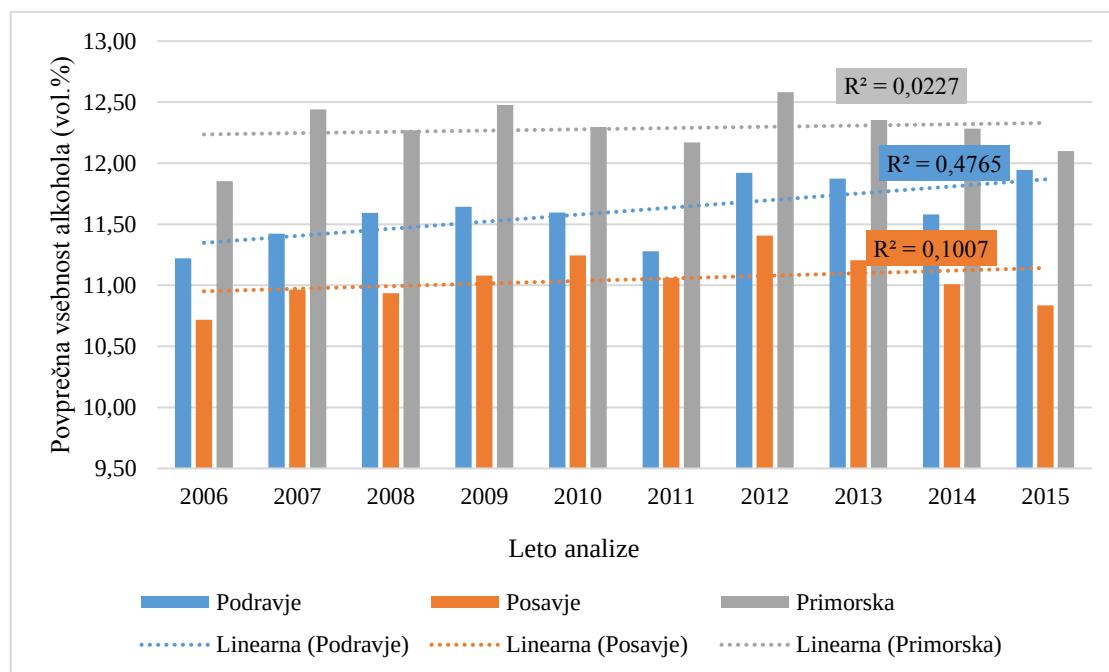


Slika 6: Povprečna ocena slovenskih vin v letih 2001-2015

Na sliki 6 imamo povprečne ocene senzoričnega ocenjevanja. Leta 2003, 2005, 2006, in 2015 so vina dosegla najnižje povprečne ocene, leta 2012 pa najvišje. V teh letih imamo v povprečju tudi največje oziroma najmanjše vsebnosti alkohola, reducirajočih sladkorjev in skupnih kislin, vendar samih ocen z gotovostjo ne moremo pripisati posledici tem parametrom.

Predpostavili smo tudi, da bo prišlo do odstopanja med vsebnostjo alkohola in ostalimi kemijskimi parametri po posameznih vinorodnih deželah. Od vzpostavitve RPGV leta 2001

do 2007, imamo na razpolago le podatke o barvi vina (belo, rdeče, rose, rdečkasto, cviček, teran), leta 2008 se pojavijo še oznake metliška črnina, bizeljčan PTP ter belokranjec. Po letu 2006 pa so se vzorcem začela navajati tudi imena vinorodnih dežel, okolišev in krajev oziroma leg.



Slika 7: Povprečne vsebnosti alkohola (vol.%) po posameznih vinorodnih deželah

Na sliki 7 vidimo vsebnost alkohola po posameznih vinorodnih deželah v letih 2006-2015. Za vsako posamezno vinorodno deželo smo vzeli povprečne vrednosti treh naključno izbranih pripadajočih vinorodnih okolišev. V skladu z zgoraj ugotovljenimi rezultati, se vsebnost alkohola povečuje. Največje povečanje opazimo v vinorodni deželi Podravje, sledi Posavje in razmeroma majhna rast v vinorodni deželi Primorska, kar je najverjetneje posledica previsokih povprečnih temperatur in z njimi povezana upočasnjena fotosintetska aktivnost in ovirana alkoholna fermentacija.

Pričakovati je tudi odstopanja v vsebnosti alkohola ter pH med belimi in rdečimi vini. Pozorni moramo biti na to, da za vse vzorce nismo imeli podatka o pH, saj se vrednost določa samo pri kakovostnih vinih. Kislost mošta ali vina povezujemo z vsebnostjo skupnih kislin, s pH, z relativno vsebnostjo disociiranih in nedisociiranih kislin, puferno kapaciteto in relativno vsebnostjo vsake posamezne kisline. Med dozorevanjem grozdja je značilno zmanjševanje vsebnosti kislin in s tem posledično višanjem vrednosti pH. Pri opisu posameznega letnika se z ozirom na vremenske razmere med dozorevanjem grozdja in njegovo zrelostjo ob trgatvi pogosto srečujemo s pojmom, ki okarakterizira letnik kot bolj ali manj kislinski (Košmerl, 2005).

Preglednica 8: Razlike povprečnih vrednosti alkohola in pH med belimi, rdečimi in rdečkastimi vini (MKGP, 2016)

Leto analize	Bela vina		Rdeča vina		Rdečkasta vina	
	vol.% alkohola	pH	vol.% alkohola	pH	vol.% alkohola	pH
2001	11,89	3,34	11,73	3,38	10,13	3,25
2002	11,71	3,25	11,65	3,32	10,17	3,29
2003	11,81	3,30	11,70	3,38	11,62	3,24
2004	11,93	3,29	11,80	3,40	10,98	3,22
2005	11,54	3,31	11,62	3,37	10,76	3,23
2006	11,54	3,32	11,69	3,38	10,76	3,39
2007	11,93	3,31	12,05	3,41	11,49	3,22
2008	11,81	3,31	12,04	3,45	11,03	3,33
2009	11,93	3,39	12,11	3,49	12,01	3,44
2010	12,01	3,39	12,29	3,55	11,86	3,30
2011	11,78	3,36	12,24	3,51	11,19	3,29
2012	12,18	3,36	12,48	3,51	11,74	3,29
2013	12,14	3,33	12,44	3,49	11,62	3,26
2014	11,77	3,31	12,30	3,47	11,90	3,31
2015	11,53	3,36	12,01	3,49	11,49	3,26

Iz preglednic 8 in prilog P in R, razberemo povečevanje vsebnosti alkohola in višje vrednosti pH glede na barvo vina. Rdeča vina imajo v povprečju višjo vrednost pH kot bela, rdečkasta pa na drugi strani nižjo od belih. Vsebnost alkohola je pričakovano večja v rdečih vinih, že zaradi same tehnologije pridelave. V letih 2005 in 2006 imamo v povprečju zopet najmanjše vsebnosti alkohola in nižje vrednosti pH pri vseh treh barvah vin, kar lahko pripišemo nižjim povprečnim letnim temperaturam v letu 2004 in 2005. pH je definiran kot negativni logaritem aktivnosti H_3O^+ ionov, je merilo kislosti, saj splošno več kislin pomeni nižji pH, ter njihove stopnje disociacije (Bavčar, 2006). Vpliv H_3O^+ ionov se kaže v selektivnem delovanju na mikroorganizme, v intenzivnosti in odtenku barve, okusu, oksidacijsko-redukcijskem potencialu, razmerju med prostim in vezanim žveplovim dioksidom, v občutljivosti za pojav motnosti (zaradi železovih spojin), idr. Med naštetimi parametri je prav pH odločilen za pojav napak in bolezni vina. Vrednost pH mošta normalnih trgatev je med 3,1 in 3,6; za desertna vina med 3,4 in 3,8. Običajno je pH vina manjši od 3,6. Praviloma je pH mladega vina (brez ogljikovega dioksida) večji od pH mošta, iz katerega je vino pridelano (Košmerl in Kač, 2009).

Iz dobljenih rezultatov lahko zaključimo, da povprečne letne temperature počasi naraščajo in s tem drastično vplivajo na fizikalno-kemijsko sestavo grozdja. Podnebne spremembe, povezane s spremembami v kakovosti grozdja, bodo v prihodnosti predstavljale pomembne izzive za vinarstvo in s tem končno kakovost vina, predvsem v aromi grozdnih sort, mikrobiološki in kemijski stabilnosti ter senzoričnem ravnotežju. Poleg tega je treba učinke, povezane s podnebnimi spremembami in s tem zgodnejšimi datumi trgatve in pridelave vin, ločiti od načrtovano daljšega zorenja grozdja, kateri je zdaj vse pogostejše razširjen v praksi, kar še dodatno poslabša nastalo situacijo (Jones, 2007). Raziskave kažejo, da je večina

vinogradniških območij, še posebej tiste s hladnim podnebjem, delovala pod relativno idealnimi pogoji (Jones in sod., 2005), nanašajoč se na ocene letnikov in spremembe iz leta v leto (Jones in Davis, 2000). Vendar pa se ekstremne razmere že občutijo v toplejših regijah, kjer bodo v prihodnosti najverjetneje imele negativen učinek na kakovost vina (Webb in sod., 2008). Več evropskih regij bo trebalo dobro proučiti sedanje koncepte pridelovalnih območij v zvezi z izbiro sort in vinarske tehnologije (Seguin in Garcia de Cortazar, 2005 in White in sod., 2009). Tudi v hladnejših podnebjih poročajo o koristih podnebnih sprememb do sedaj (Jones in Davis, 2000), in mogoče bo v prihodnosti treba spremeniti vinarski stil/slog/tehnologijo, ki vključuje dodatke vode, prilagoditev kislin in zmanjšanje vsebnosti alkohola. Posebne metode in tehnologije, ki so primerne in dostopne vinarjev za reševanje izzivov podnebnih sprememb, bodo odvisne od želenega sloga vina in zakonskih okoliščin.

5 SKLEPI

Za klimatske in fizikalno-kemijske parametre ter senzorično kakovost proučevanih slovenskih vin v vinorodnih deželah Podravje, Posavje in Primorska od leta 2001 do 2015 lahko podamo naslednje sklepe:

- povprečne letne temperature za celotno področje Slovenije naraščajo
- število toplih in število vročih dni v vinorodnih deželah Podravje, Posavje in Primorska narašča
- povprečne letne temperature za vinorodno deželo Primorska so v povprečju za 2 °C višje kot za vinorodni deželi Podravje in Primorska, prav tako opazimo trend večanja števila toplih in vročih dni
- za mesec avgust za meteorološko postajo Bilje opazimo trend naraščanja števila ur sončnega obsevanja
- število oblačnih dni se zmanjšuje
- povprečna vrednost pH, koncentracija reducirajočih sladkorjev, pepela in relativna gostota v vinih se povečuje
- povprečna koncentracija ekstrakta brez sladkorja in skupnih kislin v vinih se zmanjšujeta
- povprečna senzorična ocena vin se rahlo izboljšuje
- rdeča vina imajo v povprečju višje vrednosti pH in večjo vsebnost alkohola kot bela in rdečkasta vina
- v opazovanem obdobju smo ugotovili zmerni trend (R^2 , rdeča vina 0,69, rdečkasta vina 0,52, bela vina 0,03) naraščanja povprečne vsebnosti alkohola ($11,72 \pm 1,15$ vol.%)
- povprečne koncentracije reducirajočih sladkorjev in vsebnosti alkohola v vinih so v zmerni pozitivni korelaciji s povprečno letno temperaturo in številom ur sončnega obsevanja ($R^2 = 0,38$)
- med posameznimi vinorodnimi deželami v Sloveniji je odstopanje v vsebnosti alkohola in ostalimi kemijskimi parametri
- največje povečanje vsebnosti alkohola smo opazili v vinorodni deželi Podravje ($R^2 = 0,48$)
- v določenem letniku so dejansko večinoma vina prejšnjega letnika trgatve

6 POVZETEK

Namen našega raziskovalnega dela je bil ugotoviti trend povečevanja vsebnosti alkohola glede na klimatske razmere v Republiki Sloveniji v preteklih letih. Primerjali smo vsebnosti alkohola med belimi in rdečimi vini po posameznih vinorodnih območjih. Glede na objavljene strokovne članke vidimo, da v povprečju globalne temperature naraščajo, vključno s Slovenijo, kjer naj bi se do 2075 v povprečju povišala za $2\text{ °C} \pm 1\text{ °C}$. Vsa kmetijska dejavnost je nedvomno odvisna od klimatskih sprememb in pridelava grozdja ni izjema. Povprečna temperatura vseh podnebnih območij na svetu, kjer uspeva grozdje, je približno 10 °C , zato bi premiki v ozračju in spremljajoče spremembe v vremenskih vzorcih in nivoju ogljikovega dioksida lahko povzročile spremembe kemijske sestave grozdja, kar bi se posledično odražalo na kakovosti vina. V toplejših okoljih kot je idealno okolje, bo šla vinska trta hitreje skozi fenološke faze in posledici bosta verjetno večja vsebnost sladkorja in višja stopnja alkohola. Čeprav visoke temperature pospešijo zorenje grozdja, je po poročanjih, relativno majhen temperaturni vpliv na končno kopičenje sladkorja. Višje temperature (30 °C), lahko privedejo do večje količine suspendiranih trdnih delcev, vendar sladkorne stopnje višje od $24\text{--}25\text{ °Brix}$ verjetno niso razlog povišane fotosintetske aktivnosti ter sladkorja, prenesenega iz listov in lesa, ampak so posledica izgub z izhlapevanjem. Višje temperature se tudi podaljšale obdobje, v katerem je bilo potrebno doseči minimalne temperature, potrebne za fiziološko dejavnost trt, in s tem povišano metabolno stopnjo in kopičenje metabolitov. V kombinaciji z daljšim časom zorenja, namenjenim optimizaciji sedanjega dožemanja aromatične zrelosti grozdja, podnebne spremembe prinašajo številne pomembne vinogradniške izzive, ki izhajajo iz sestave grozdja. Glavni mikrobiološki in tehnološki izzivi so višje temperature pridelanega grozdja, ki je dostavljeno v kleti, višje okoljske temperature v času fermentacije, višji grozdni sladkor in spremljajoče koncentracije kalija, nižje kislinske stopnje, višje vrednosti pH in nenazadnje tudi večja vsebnost alkohola.

V diplomski nalogi so bila obdelana vina letnikov 2001-2015, fizikalno-kemijsko analizirana in senzorično ocenjena na vseh petih pooblaščenih organizacijah v Sloveniji. Vsega skupaj je bilo ocenjenih 107351 vzorcev vin. Obdelovala so se rdeča, bela, rose in rdečkasta vina, vključena pa so bila tudi vina z oznako priznana tradicionalno poimenovanje (PTP). V nalogi so se glede na vsebnost reducirajočih sladkorjev obdelala suha, polsuha, polsladka in sladka vina. Rezultate ocenjenih vin sem pridobil iz evidence Registra pridelovalcev vina in grozdja (RPGV), ki ga vodi Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano.

Podatki vremenskih razmer v letih 2001-2015, so bili pridobljeni iz arhiva opazovanih ter merjenih meteoroloških podatkov za Republiko Slovenijo, Ministrstva za okolje in prostor, Agencija RS za okolje. V diplomsko nalogo sem zajel podatke treh mest iz vseh treh vinorodnih dežel Slovenije.

Zbrane podatke smo pripravili, uredili in izračunali s programom MICROSOFT EXCEL 2013. Pri nekaterih podatkih smo s pomočjo operacijskega sistema izračunali povprečne, največje in najmanjše vrednosti, standardni odklon ter jih prikazali v preglednicah ali na slikah.

Iz preglednic 1, 2 in 3 in prilog A, B, C, D, E, F je možno razbrati trend naraščanja povprečnih letnih temperatur. Do manjšega odstopanja pride v letu 2004 ter 2005, kjer je moč opaziti tudi najmanjše število toplih in vročih dni. Sklepali smo, da pričakovana višja stopnja alkohola ni odvisna le od temperature, temveč tudi od trajanja sončnega obsevanja (h) in števila oblačnih dni (preglednica 4 in priloga K).

V preglednici 5 imamo zbrane povprečne koncentracije fizikalno-kemijskih parametrov izvzete iz RPGV, kateri je bil vzpostavljen leta 2001, kar je razlog nižjemu številu analiziranih vzorcev tistega leta. Z naraščajočimi povprečnimi letnimi temperaturami, večanjem števila ur sončnega obsevanja, sočasnemu vpadanju števila oblačnih dni ter rahlo večjimi koncentracijami reducirajočih sladkorjev, smo posledično pričakovali tudi večjo povprečno vsebnost alkohola v slovenskih vinih (preglednica 6, priloga L). Glede na enoletni zamik podatkov lahko iz slike 5 razberemo dejansko povečano vsebnost alkohola glede na letnik vina, in ne na leto analize/ocenjevanja kot je to razvidno iz preglednice 6 in priloge K ($R^2 = 0,0568$). Iz tega je jasno razvidna tesnejša korelacija ($R^2 = 0,3784$) med vsebnostjo alkohola in povprečnimi letnimi temperaturami.

Poleg višje alkoholne stopnje smo v prilogi M in prilogi N, nakazali tudi na povečanje relativne gostote in povprečne koncentracije pepela. Vsebnost skupnih kislin se je v povprečju zmanjšala, kar lahko opazimo v preglednici 7 in prilogi O. Na sliki 6 imamo povprečne ocene senzoričnega ocenjevanja. Leta 2003, 2005, 2006, in 2015 so vina dosegla najnižje povprečne ocene, leta 2012 pa najvišje. V teh letih imamo v povprečju tudi največje oziroma najmanjše vsebnosti alkohola, reducirajočih sladkorjev in skupnih kislin, vendar samih ocen ne moremo z gotovostjo pripisati tem parametrom.

Predpostavili smo tudi, da bo prišlo do odstopanja med vsebnostjo alkohola in ostalimi kemijskimi parametri po posameznih vinorodnih deželah, kar je razvidno iz slike 7, kjer imamo podatke po posameznih vinorodnih deželah v letih 2006-2015. Največje povečanje vsebnosti alkohola smo opazili v vinorodni deželi Podravje, sledi Posavje, razmeroma manjše povečanje pa v vinorodni deželi Primorska, kar je najverjetneje posledica previsokih povprečnih temperatur in z njimi povezano upočasnjeno fotosintetsko aktivnostjo in ovirano alkoholno fermentacijo.

Pričakovali smo tudi odstopanja v vsebnosti alkohola in vrednostjo pH med belimi in rdečimi vini. Iz preglednic 8 in prilog P in R, razberemo povečevanje vsebnosti alkohola in vrednosti pH glede na barvo vina. Rdeča vina imajo v povprečju višjo vrednost pH kot bela, rdečkasta, na drugi strani pa nižjo od belih. Zbrana povprečna fizikalno-kemijska sestava in senzorična kakovost slovenskih vin v letih 2001-2015 je prikazana v prilogi S.

Najbolj nazorno povezavo med temperaturami in fizikalno-kemijskimi parametri smo opazili v letih 2005 in 2006, kjer so z enoletnim zamikom v povprečju najnižje temperature, najnižje število toplih in vročih dni, najmanjše povprečne koncentracije alkohola, reducirajočih sladkorjev, ekstrakta brez sladkorja, pH ter povečane koncentracijo skupnih kislin, kar je tudi v skladu s predstavljenimi hipotezo.

7 VIRI

- Adamič Š. 1989. Temelji biostatistike. 2. izd. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Medicinska fakulteta: 195 str.
- Adams D.O. 2006. Phenolics and ripening in grape berries. *American Journal of Enology and Viticulture*, 57: 249-256
- Anderson K., Findlay C., Fuentes S., Tyerman S., 2008. Garnaut climate change review: viticulture, wine and climate change. Adelaide, University of Adelaide: 9 str.
- ARSO. 2016. Tabele o arhivu opazovanih in merjenih meteoroloških podatkov za Republiko Slovenijo. Ljubljana, Republika Slovenija, Ministrstvo za okolje in prostor, Agencija RS za okolje: 5 str.
<http://meteo.arso.gov.si/met/sl/archive/> (5. avg. 2016)
- Arvik T., Henick-Kling T. 2002. *Brettanomyces bruxellensis* occurrence, growth, and effect on wine flavor. *Practical Winery and Vineyard*, May/June: 117-123
- Battaglia R., Conacher H.B.S., Page B.D. 1990. Ethyl carbamate (urethane) in alcoholic beverages and foods. *Food Additives and Contaminants*, 7: 477-496
- Baumes R. 2009. Wine aroma precursors. V: *Wine chemistry and biochemistry*. Moreno-Arribas M.V., Carmen Polo M. (eds.). New York, Springer: 251-274
- Bavčar D. 2006. Kletarjenje danes. Ljubljana, Kmečki glas: 286 str.
- Bayrock D.P., Ingledew W.M. 2004. Inhibition of yeast by lactic acid bacteria in continuous culture: nutrient depletion and/or acid toxicity? *Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology*, 31: 362-368
- Bely M., Sablayrolles J.M., Barre P. 1990. Description of alcoholic fermentation: its variability and significance. *American Journal of Enology and Viticulture*, 41: 319-324
- Bely M., Masneuf-Pomarede I., Dubourdieu D. 2005. Influence of physiological state of inoculum on volatile acidity production by *Saccharomyces cerevisiae* during high sugar fermentation. *Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin*, 39: 191-197
- Berg H.W., Akiyoshi M. 1956. Some factors involved in browning of white wines. *American Journal of Enology and Viticulture*, 7: 1-7
- Bindi M., Fibbi L., Gozzini B., Orlandini S., Miglietta F. 1996. Modelling the impact of future climate scenarios on yield and yield variability of grapevine. *Climate Research*, 7: 213-224
- Bindi M., Fibbi L., Gozzini B., Orlandini S., Seghi L. 1997. The effect of elevated CO₂ concentration on grapevine growth under field conditions. *Acta Horticulturae*, 427: 325-330
- Bindi M., Fibbi L., Miglietta F. 2001. Free air CO₂ enrichment (FACE) of grapevine (*Vitis vinifera* L.): II. growth and quality of grape and wine in response to elevated CO₂ concentrations. *European Journal of Agronomy*, 14: 145-155
- Bisson L. F. 1999. Stuck and sluggish fermentations. *American Journal of Enology and Viticulture*, 50: 107-119
- Blesa J., Soriano J. M., Molto J. C., Manes J. 2006. Factors affecting the presence of ochratoxin A in wines. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 46: 473-478
- Boulton R. 1980a. A hypothesis for the presence, activity, and role of potassium- hydrogen, adenosine triphosphatases in grapevines. *American Journal of Enology and Viticulture*, 31: 283-287

- Boulton R. 1980b. Relationships between total acidity, titratable acidity and pH in wine. *American Journal of Enology and Viticulture*, 31: 76-80
- Boulton R. 1980c. The general relationship between potassium, sodium and pH in grape juice and wine. *American Journal of Enology and Viticulture*, 31: 182-186
- Boulton R. 1980d. The relationships between total acidity, titratable acidity and pH in grape tissue. *Vitis*, 19: 113-120
- Boulton R.B., Singleton V.L., Bisson L.F., Kunkee R.E. 1996. Principles and practices of winemaking. New York, Chapman & Hall: 604 str.
- Burney J.A., Kennel C.F., Victor D.G., 2013. Getting serious about the new realities of global climate change. *Bulletin of Science*, 69, 4: 49-57
- Buttrose M.S., Hale C.R. 1971. Effects of temperature on accumulation of starch or lipid in chloroplasts of grapevine. *Planta*, 101: 166-170
- Colnarič J., Vrabl S., 1991. Vinogradništvo. Ljubljana, Kmečki glas: 327 str.
- Colombie S., Malherbe S., Sablayrolles J.M. 2005. Modeling alcoholic fermentation in enological conditions: feasibility and interest. *American Journal of Enology and Viticulture*, 56: 238-245
- Colombie S., Malherbe S., Sablayrolles J.M. 2007. Modeling of heat transfer in tanks during wine-making fermentation. *Food Control*, 18: 953-960
- Coombe B. 1987. Influence of temperature on composition and quality of grapes. *Acta Horticulturae*, 206: 23-35
- Costello P.J., Morrison G.J., Lee T.H., Fleet G.H. 1983. Numbers and species of lactic acid bacteria in wines during vinification. *Food Technology in Australia*, 35: 14-18.
- Coulter A.D., Henschke P.A., Simos C.A., Pretorius I.S. 2008. When the heat is on, yeast fermentation runs out of puff. *Australian and New Zealand Wine Industry Journal*, 23: 26-30
- Couto J.A., Campos F.M., Figueiredo A.R., Hogg T.A. 2006. Ability of lactic acid bacteria to produce volatile phenols. *American Journal of Enology and Viticulture*, 57: 166-171
- D'Amato D., Corbo M.R., Del Nobile M.A., Sinigaglia M. 2006. Effects of temperature, ammonium and glucose concentrations on yeast growth in a model wine system. *International Journal of Food Science and Technology*, 41: 1152-1157
- Duchêne E., Schneider C. 2005. Grapevine and climatic changes: a glance at the situation in Alsace. *Agronomy for Sustainable Development*, 24: 93-99
- Edwards C.G., Haag K.M., Collins M.D. 1998. Identification and characterization of two lactic acid bacteria associated with sluggish/stuck fermentations. *American Journal of Enology and Viticulture*, 49: 445-448
- Edwards C.G., Reynolds A.G., Rodriguez A.V., Semon M.J., Mills J.M. 1999. Implication of acetic acid in the induction of slow/stuck grape juice fermentations and inhibition of yeast by *Lactobacillus* sp.. *American Journal of Enology and Viticulture*, 50: 204-210
- Erasmus D.J., van der Merwe G. K., van Vuuren H.J. 2003. Genome-wide expression analyses: metabolic adaptation of *Saccharomyces cerevisiae* to high sugar stress. *FEMS Yeast Research*, 3: 375-399
- Erasmus D.J., Cliff M.A., van Vuuren H.J. 2004. Impact of yeast strain on the production of acetic acid, glycerol, and the sensory attributes of icewine. *American Journal of Enology and Viticulture*, 55: 371-378

- Ferreira J., du Toit M., du Toit W.J. 2006. The effects of copper and high sugar concentrations on growth, fermentation efficiency and volatile acidity production of different commercial wine yeast strains. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 12: 50-56
- Fischer U., Noble A.C. 1994. The effect of ethanol, catechin concentration, and pH on sourness and bitterness of wine. *American Journal of Enology and Viticulture*, 45: 6-10.
- Fischer U., von Nida E., 1999. Säuremanagement II: genuß ohne reue (acid management. II. consumption without regret). *Das Deutsche Weinmagazin*, 10: 28-33
- Fischer U., Wilke A. 2000. Acidity structure and consumer preferences: consumers do not enjoy acidity. *Das Deutsche Weinmagazin*, 22: 24-29
- Fischer U. 2010. Sensorische Bedeutung des Alkohols im Wein. Eine unterschätzte Einflussgröße. *Das Deutsche Weinmagazin*, 5/6: 108-110
- Fugelsang K.C., Edwards C.G. 2007. *Wine microbiology. practical applications and procedures*. New York, Springer: 394 str.
- Furer D. 2006. Why the wine industry should care about global warming? *California, Wine Business Monthly*: 3 str.
<http://www.winebusiness.com/wbm/?go=getArticleSignIn&dataId=43868> (01. avg. 2016)
- Ganichot B. 2002. Evolution de la date des vendanges dans les Côtes du Rhône méridionales. Orange, Institut Rhodanien: 38-41
- Global warming and wine. 2006. *Wine News*: 42 str.
<http://winenews.com/blog/> (01. avg. 2016)
- Godden P., Gishen M. 2005. Trends in the composition of Australian wine. *The Australian and New Zealand Wine Industry Journal*, 20, 5: 21-46
- Goelzer A., Charnomordic B., Colombie S., Fromion V., Sablayrolles J.M. 2009. Simulation and optimization software for alcoholic fermentation in winemaking conditions. *Food Control*, 20: 635-642
- Goncalves B., Falco V., Moutinho-Pereira J., Bacelar E., Peixoto F., Correia C. 2009. Effects of elevated CO₂ on grapevine (*Vitis vinifera* L.): volatile composition, phenolic content, and *fisc* antioxidant activity of red wine. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57: 265-273
- Graca da Silveira M., Vitoria San Romao M., Loureiro-Dias M.C., Rombouts F.M., Abee T. 2002. Flow cytometric assessment of membrane integrity of ethanol - stressed *Oenococcus oeni* cells. *Applied and Environmental Microbiology*, 68: 6087-6093
- Guzzo J., Desroche N. 2009. Physical and chemical stress factors in lactic acid bacteria. V: *Biology of microorganisms on grapes, in must and in wine*. König H., Uden G., Fröhlich J., (eds.). Mainz, Springer Berlin Heidelberg: 293-306
- Hale C.R., Buttrose M.S. 1974. Effect of temperature on ontogeny of berries of *Vitis vinifera* L. cv. Cabernet Sauvignon. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 99: 390-394
- Hale C.R. 1977. Relation between potassium and malate and tartrate contents of grape berries. *Vitis*, 16: 9-19
- Hale C.R. 1981. Interaction between temperature and potassium and grape acids. V: *CSIRO division of horticultural research report for 1979-81*. Glen Osmond, CSIRO: 87-88

- Hall A., Jones G.V. 2009. Effect of potential atmospheric warming on temperature-based indices describing Australian winegrape growing conditions. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 15: 97-119
- Hannah L., Roehrdanz P., Ikegami M., Shepard A., Shaw M., Tabo G., Zhi L., Marquet P., Hijmans R. 2013. Climate change, wine, and conservation. V: *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, Austin, 23. april 2013. Dickinson R.E. (eds.). Austin, University of Texas, 110, 17: 6907-6912
- Hawker J.S. 1982. Effect of temperature on lipid, starch and enzymes of starch metabolism in grape, tomato and broad bean-leaves. *Phytochemistry*, 21: 33-36
- Henick-Kling, T. 1993. Malolactic fermentation. V: *Wine microbiology and biotechnology*. Fleet G.H., (eds.). Chur, Harwood Academic Publishers: 289-326
- Huang Y.C., Edwards C.G., Peterson J.C., Haag K. M. 1996. Relationship between sluggish fermentations and the antagonism of yeast by lactic acid bacteria. *American Journal of Enology and Viticulture*, 47: 1-10
- Huglin P., Schneider C. 1998. *Biologie et Écologie de la Vigne*. 2nd ed. Cachan, Éditions Tec and Doc Lavoisier: 370 str.
- Ingledeu W.M., Magnus C.A., Sosulski F.W. 1987. Influence of oxygen on proline utilization during the wine fermentation. *American Journal of Enology and Viticulture*, 38: 246-248
- IPCC. 2013a. Climate change 2013. the physical science basis - summary for policy makers, observed changes in the climate system. Cambridge, Cambridge University Press: 2-10
<http://www.ipcc.ch/report/ar5/wg1/> (5. avg. 2016)
- IPCC. 2013b. Fifth assessment report. Cambridge, Cambridge University Press: 1-255
http://www.climatechange2013.org/images/report/WG1AR5_ALL_FINAL.pdf (01. avg. 2016)
- Jackson D.I., Lombard P.B. 1993. Environmental and management practices affecting grape composition and wine quality. *American Journal of Enology and Viticulture*, 44: 409-430
- Jones G.V., Davis R.E. 2000. Climate influences on grapevine phenology, grape composition, and wine production and quality for Bordeaux, France. *American Journal of Enology and Viticulture*, 51: 249-261
- Jones G.V., 2004. Making wine in a changing climate. *Geotimes*, 49: 24-28
- Jones G.V., White M.A., Cooper O.R., Storchmann K. 2005. Climate change and global wine quality. *Climatic Change*, 73: 319-343
- Jones G.V., 2007. Climate change: Observations, projections, and general implications for viticulture and wine production. *Practical Winery and Vineyard*: 55-64
- Jones G.V., Webb, L.B., 2010. Climate change, viticulture, and wine: challenges and opportunities. *Journal of Wine Research*, 21, 2/3: 103-106
- Judež M., 1981. *Klasično in sodobno vinarstvo*. Ljubljana, Državna založba Slovenije: 391 str.
- Kajfež-Bogataj L. 2001: *Klimatske spremembe in njihove posledice - dejstva in predvidevanja*. Ljubljana, Gozdarski vestnik, 59: 4 str.
- Kay J., 2006. Now's the time to cellar wine. San Francisco, SFGATE: 3 str.
<http://www.sfgate.com/politics/article/Now-s-the-time-to-cellar-wine-Scientists-fear-2493071.php> (01. avg. 2016)

- Keller M.M., 2010. Managing grapevines to optimise fruit development in a challenging environment: a climate change primer for viticulturists. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 16: 4-69
- Kirkpatrick N., 2011. Will global warming affect the wine industry? Atlanta, Mother Nature Network: 2 str.
<http://www.mnn.com/food/beverages/stories/will-global-warming-affect-the-wine-industry> (01. avg. 2016)
- Kliewer W.M. 1971. Effect of day temperature and light intensity on concentration of malic and tartaric acids in *Vitis vinifera* L. grapes. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 96: 372-377
- KGZM. 2016. Spremljanje dozorevanja grozdja. Maribor, Kmetijsko gozdarski zavod Maribor: 2 str.
http://www.kmetzav-mb.si/nasveti/16_08_16_B.pdf (20. avg. 2016)
- Koblet W., Zanier C., Tanner H., Vautier P., Simon J.-L., Gnägi, F. 1977. Reifeverlauf von sonnen und schattentrauben. *Schweizerische Zeitschrift für Obst und Weinbau*, 113: 558-567
- Kontkanen D., Inglis D.L., Pickering G.J., Reynolds A. 2004. Effect of yeast inoculation rate, acclimatization, and nutrient addition on icewine fermentation. *American Journal of Enology and Viticulture*, 55: 363-370
- Košmelj K. 2007. Uporabna statistika. 2. dop. izd. Ljubljana, Biotehniška fakulteta: 239 str.
http://www.bf.uni-lj.si/fileadmin/groups/2721/Uporabna_statistika_okt_2007/Uporabna_statistika_01.pdf (2. avg. 2016)
- Košmerl T. 2005. Uravnavanje belih in rdečih vin s kemijskim razkisolom. *Acta Agriculturae Slovenica*, 85: 227-237
- Košmerl T., Kač M. 2009. Osnovne kemijske in senzorične analize mošta in vina. laboratorijske vaje pri predmetu tehnologije predelave rastlinskih živil – vino. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 74 str.
- Košmerl T., Kač M. 2010. Kemijske analize in postopki čiščenja vina: laboratorijske vaje pri izbirnem predmetu vinarstvo. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 72 str.
- Kriedemann P., Smart R. 1971. Effect of irradiance, temperature and leaf water potential on photosynthesis of vine leaves. *Photosynthetica*, 5: 6-15
- Kudo M., Vagnoli P., Bisson L.F. 1998. Imbalance of pH and potassium concentration as a cause of stuck fermentations. *American Journal of Enology and Viticulture*, 49: 295-301
- Lallanilla M. 2013. Will global warming crush the wine industry? New York, Live Science: 3 str.
<http://www.livescience.com/28577-wine-global-warming.html> (01. avg. 2016)
- Lea A.G.H., Arnold G.M. 1978. Phenolics of ciders - bitterness and astringency. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 29: 478-483
- Lebon E. 2002. Changements climatiques: quelles conséquences pour la viticulture. Orange, Institut Rhodanien: 31-36
- Leong S.L., Hocking A.D., Pitt J.I., Kazi B.A., Emmett R.W., Scott E.S. 2006. Australian research on ochratoxigenic fungi and ochratoxin A. *International Journal of Food Microbiology*, 111: 10-17

- Liu S.Q., Pritchard G.G., Hardman M.J., Pilone G.J. 1996. Arginine catabolism in wine lactic acid bacteria: is it via the arginine deiminase pathway or the arginase-urease pathway? *Journal of Applied Bacteriology*, 81: 486-492
- Liu S.Q., Pilone G.J. 2000. An overview of formation and roles of acetaldehyde in winemaking with emphasis on microbiological implications. *International Journal of Food Science and Technology*, 35: 49-61
- Liu S.Q. 2002. Malolactic fermentation in wine - beyond deacidification. *Journal of Applied Microbiology*, 92: 589-601
- Long S.D., Drake B.G. 1992. Photosynthetic CO₂ assimilation and rising atmospheric CO₂ concentrations. V: *Crop photosynthesis: spatial and temporal determinants*. Baker N.R., Thomas H. (eds.). Amsterdam, Elsevier: 69-101
- Lonvaud-Funel A. 1999. Lactic acid bacteria in the quality improvement and depreciation of wine. *International Journal of General and Molecular Microbiology*, 76: 317-331
- Malherbe S., Bauer F.F., du Toit M. 2007. Understanding problem fermentations - a review. *South African Journal of Enology and Viticulture*, 28: 169-186
- Martin S., Pangborn R.M. 1970. Taste interaction of ethyl alcohol with sweet, salty, sour and bitter compounds. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 21: 653-655
- Mira de Orduña R. 2010. Climate change associated effects on grape and wine quality and production. *Food Research International*, 43: 1844-1855
- MKGP. 2016. Podatki o evidenci Registra pridelovalcev grozdja in vina. Ljubljana, Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano: 10 str.
- Monagas M., Bartolomé B. 2009. Anthocyanins and anthocyanin-derived compounds. V: *Wine chemistry and biochemistry*. Moreno-Arribas M.V., Carmen Polo M. (eds.). New York, Springer: 439-462
- Mozell M.R., Thach L. 2014. The impact of climate change on the global wine industry: challenges and solutions. *Wine Economics and Policy*, 3: 81-89
- Mullins M.G., Bouquet A., Williams L.E. 1992. *Biology of the grapevine*. Cambridge, Cambridge University Press: 239 str.
- National Geographic. 2013. Causes of global warming. Washington, National Geographic: 1 str.
<http://environment.nationalgeographic.com/environment/global-warming/gw-causes/> (01. avg. 2016)
- Nemani R. R., White M. A., Cayan D. R., Jones G. V., Running S. W., Coughlan J. C. 2001. Asymmetric warming over coastal California and its impact on the premium wine industry. *Climate Research*, 19: 25-34
- Nurgel C., Pickering G.J., Inglis D.L. 2004. Sensory and chemical characteristics of Canadian ice wines. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 84: 1675-1684
- Ogrin D. 1996. Podnebni tipi v Sloveniji. *Geografski vestnik*, 68: 39-56
- Ogrin D. 2016. Modern climate change in Slovenia. Ljubljana, Slovenska akademija znanosti in umetnosti: 45-50
http://zgs.zrc-sazu.si/Portals/8/Slo_Geo_Over/9.pdf (4. avg. 2016)
- Ollat N., Diakou-Verdin P., Carde J.P., Barrieu F., Gaudillere J.P., Moing A. 2002. Grape berry development. *Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin*, 36: 109-131
- Ough C.S. 1985. Some effects of temperature and SO₂ on wine during simulated transport or storage. *American Journal of Enology and Viticulture*, 36: 18-22

- Ough C.S., Crowell E.A., Gutlove B.R. 1988. Carbamyl compound reactions with ethanol. *American Journal of Enology and Viticulture*, 39: 239-242
- Petgen M. 2007. Möglichkeiten und Grenzen der Reifesteuerung: Wie flexibel reagiert die Rebe? *Das Deutsche Weinmagazin*, 7/8: 42-47
- Petrie P.R., Sadras V.O. 2008. Advancement of grapevine maturity in Australia between 1993 and 2006: putative causes, magnitude of trends and viticultural consequences. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 14: 33-45
- Pigeau G.M., Inglis D.L. 2005a. Upregulation of ALD3 and GPD1 in *Saccharomyces cerevisiae* during icewine fermentation. *Journal of Applied Microbiology*, 99: 112-125
- Pigeau G.M., Inglis D.L. 2005b. Yeast metabolic implications of icewine fermentation. *American Journal of Enology and Viticulture*, 56: str. 418
- Pigeau G.M., Inglis D.L. 2007. Response of wine yeast *Saccharomyces cerevisiae* aldehyde dehydrogenases to acetaldehyde stress during icewine fermentation. *Journal of Applied Microbiology*, 103: 1576-1586
- Pinton R., Varanini Z., Maggioni A. 1990. Properties of potassium uptake by seedling roots of grape cultivars. *Plant and Soil*, 123: 175-179
- Podnebne spremembe v Sloveniji 2014. Ljubljana, Ministrstvo za okolje in prostor RS: 18 str.
http://www.mop.gov.si/fileadmin/mop.gov.si/pageuploads/podrocja/podnebne_spremembe/porocilo_podnebne_spremembe1_2.pdf (3. avg. 2016)
- 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. 2004. Uradni list Republike Slovenije, 14, 43: 5336–5358
- Pravilnik o postopku in načinu ocenjevanja vina in drugih proizvodov iz grozdja in vina. 2000. Uradni list Republike Slovenije, 10, 32: 3857–3862
- Pravilnik o kontroli kakovosti grozdja v času trgatve. 1999. Uradni list Republike Slovenije, 9, 68: 8887-8891
- Ramey D.D., Ough C.S. 1980. Volatile ester hydrolysis or formation during storage of model solutions and wines. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 28: 928-934
- Rasmussen J.E., Schultz E., Snyder R.E., Jones R.S., Smith C.R. 1995. Acetic acid as a causative agent in producing stuck fermentations. *American Journal of Enology and Viticulture*, 46: 278-280
- Renouf V., Lonvaud-Funel A., Coulon J. 2007. The origin of *Brettanomyces bruxellensis* in wines. *Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin*, 41: 161-173
- Ribéreau-Gayon P., Glories Y., Maujean A., Dubourdieu D. 1998. *Traité d'Oenologie II*. Paris, Dunod: 520 str.
- Robinson A.L., Ebeler S.E., Heymann H., Boss P.K., Solomon P.S., Trengove R.D. 2009. Interactions between wine volatile compounds and grape and wine matrix components influence aroma compound headspace partitioning. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57: 10313-10322
- Ruffner H.P., Hawker J.S., Hale C.R. 1976. Temperature and enzymic control of malate metabolism in berries of *Vitis vinifera*. *Phytochemistry*, 15: 1877-1880
- Santisi J., 2011. Warming up the wine industry. *E-the Environmental Magazine*, 22, 6: 15-17

- Santos J., Sousa M.J., Carcloso H., Inacio J., Silva S., Spencer-Martins I. 2008. Ethanol tolerance of sugar transport, and the rectification of stuck wine fermentations. *Microbiology*, 154, 2: 422-430
- Schultz H.R. 2000. Climate change and viticulture: a European perspective on climatology, carbon dioxide and UV-B effects. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 6: 2-12.
- Schultz H.R. 2010. Climate change and viticulture: research needs for facing the future. *Journal of Wine Research*, 21, 2/3: 113-116
- Science Daily. 2013. Fossil fuel. Rockville, Scienc Daily: 1 str.
https://www.sciencedaily.com/terms/fossil_fuel.htm (01. avg. 2016)
- Seguin B., Garcia de Cortazar I. 2005. Climate warming: Consequences for viticulture and the notion of terroirs in Europe. *Acta Horticulturae*, 689: 61-69
- Sigler J. 2008. In den zeiten des klimawandels: von der suereserve zur sauerreserve? *Der Badische Winzer*, 33: 21-25
- Soleas G.J., Yan J., Goldberg D.M. 2001. Assay of ochratoxin A in wine and beer by high-pressure liquid chromatography photodiode array and gas chromatography mass selective detection. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49: 2733-2740
- Soleas G.J. 2007. A global survey of levels of undesirable metabolites in wine. V: *International Symposium on Microbiology and Food Safety of Wine - Microsafetywine*. Barcelona, 20-21 November 2007. Aguado J., Albert E.M., Minguez S., de la Torre C., Guamis B., Guevara O. (eds.). Barcelona, Institut Català de la Vinya i el Vi: 5 str.
- Spremembe podnebja in kmetijstvo v Sloveniji. 2004. Ljubljana, Ministrstvo za okolje, prostor in energijo RS: 6-16
- Stock M., Gerstengarbe F., Kartschall T., Werner P. 2005. Reliability of climate change impact assessments for viticulture. *Acta Horticulturae*, 689: 29-39
- Šikovec S. 1993. Vinarstvo: od grozdja do vina. Ljubljana, Kmečki glas: 284 str.
- Šikovec S. 1996. Vino, pijača, doživetja. Ljubljana, Kmečki glas: 80-84
- Tarara J.M., Lee J., Spayd S.E., Scagel C.F. 2008. Berry temperature and solar radiation alter acylation, proportion, and concentration of anthocyanin in merlot grapes. *American Journal of Enology and Viticulture*, 59: 235-247
- Tate A.B., 2001. Global warming's impact on wine. *Journal of Wine Research*, 12, 2: 95-109
- Ugliano M. 2009. Enzymes in winemaking. V: *Wine chemistry and biochemistry*. Moreno-Arribas M.V., Carmen Polo M. (eds.). New York, Springer: 103-126
- Venkataramanan M. 2011. Causes and effects of global warming. *Indian Journal of Science and Technology*, 4, 3: 226-229
- Waters E.J., Colby C.B. 2009. Proteins. V: *Wine chemistry and biochemistry*. Moreno-Arribas M.V., Carmen Polo M. (eds.). New York, Springer: 213-230
- Webb L.B., Whetton P.H., Barlow E.W.R. 2008. Climate change and winegrape quality in Australia. *Climate Research*, 36: 99-111
- Williams P.J., Strauss C.R., Wilson B. 1980. Hydroxylated linalool derivatives as precursors of volatile monoterpenes of muscat grapes. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 28: 766-771
- Williams L.E., Biscay P.J. 1991. Partitioning of dry-weight, nitrogen, and potassium in Cabernet Sauvignon grapevines from anthesis until harvest. *American Journal of Enology and Viticulture*, 42: 113-117

- Winkler A.J., Cook J.A., Kliewer W.M., Lider L.A. 1974. General viticulture. Los Angeles, University of California Press: 710 str.
- White B.B., Ough C.S. 1973. Oxygen uptake studies on grape juice. *American Journal of Enology and Viticulture*, 24: 148-152
- White M.A., Diffenbaugh N.S., Jones G.V., Pal J.S., Giorgi F. 2006. Extreme heat reduces and shifts United States premium wine production in the 21st century. V: *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 103: 11217-11222
- White M.A., Whalen P., Jones G.V. 2009. Land and wine. *Nature Geoscience*, 2: 82-84
- Zakon o vinu. 2006. Uradni list Republike Slovenije, 16, 105: 10616-10629

ZAHVALA

Iskreno se zahvaljujem mentorici prof. dr. Tatjani Košmerl za strokovno vodenje, vzpodbudo, pomoč, potrpežljivost in predvsem čas namenjen izdelavi diplomske naloge.

Zahvaljujem se recenzentki prof. dr. Lei Demšar za hitro in temeljito recenzijo diplomske naloge.

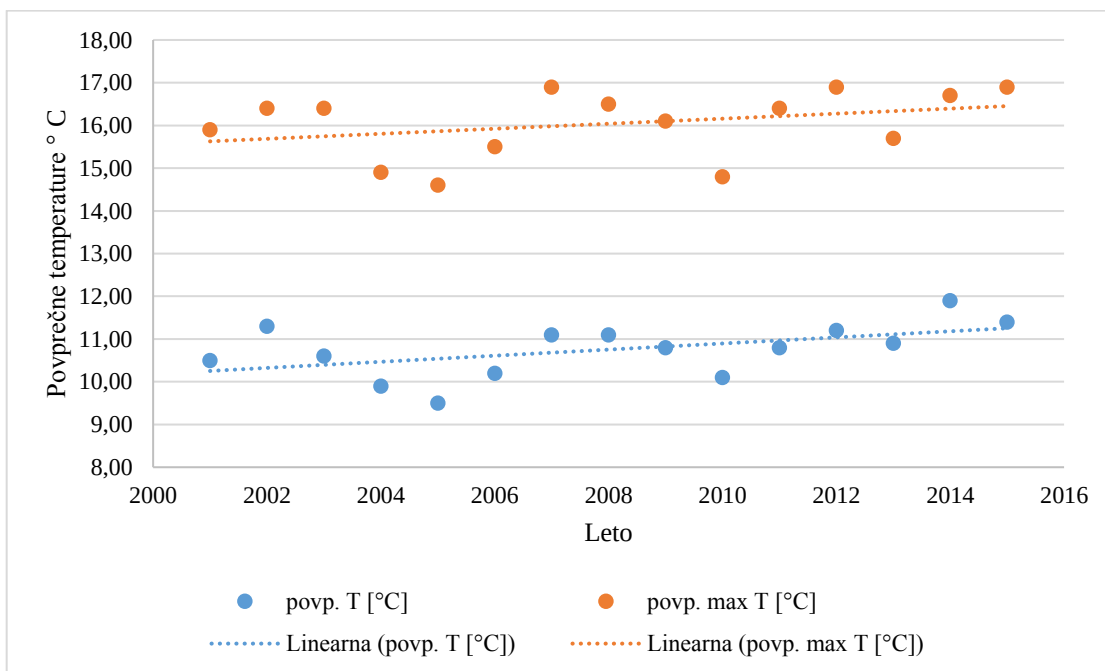
Zahvaljujem se gospe Barbari Slemenik za temeljit pregled in pomoč pri urejanju diplomske naloge.

Zahvaljujem se staršem za finančno podporo in izjemno potrpežljivost v času mojega študija.

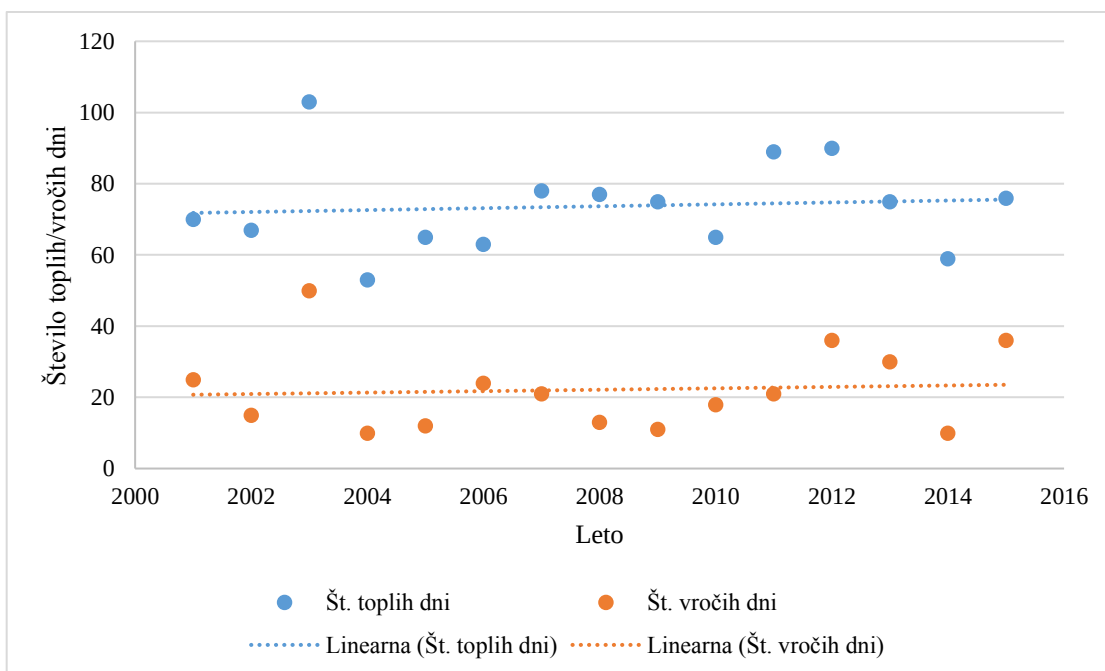
Predvsem pa se zahvaljujem puncu Kaji za nešteto skuhanih kosil v času učenja ter pisanja diplomske naloge in to, da je verjela vame.

PRILOGE

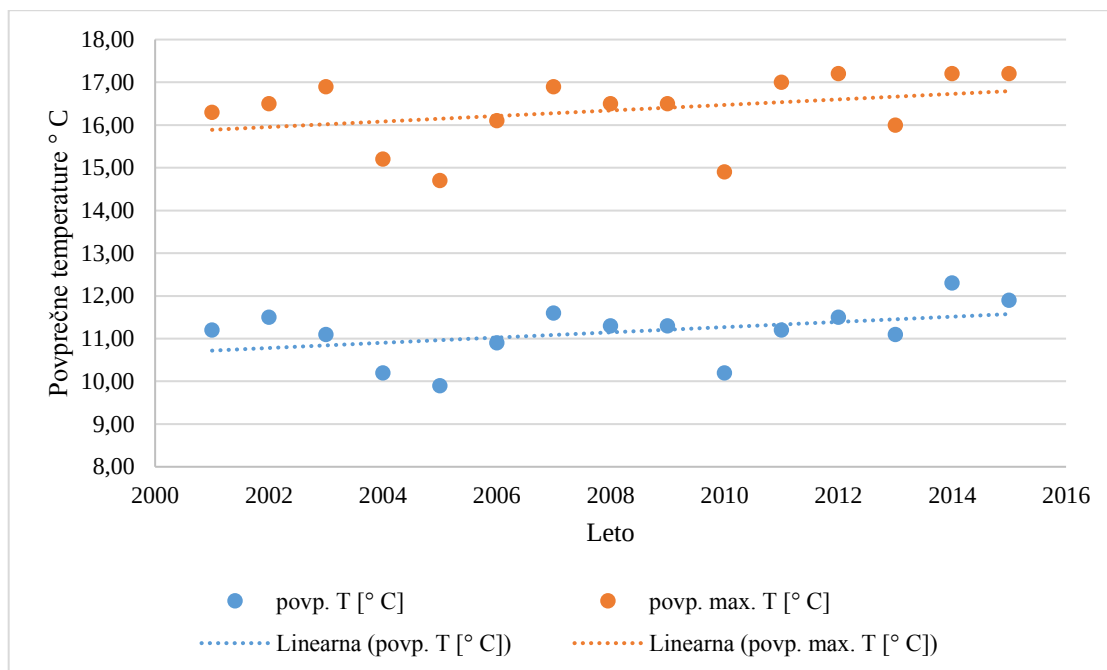
PRILOGA A: Povprečne temperature in povprečne maksimalne temperature v letih 2001-2015 za meteorološko postajo Letališče Edvarda Rusjana Maribor



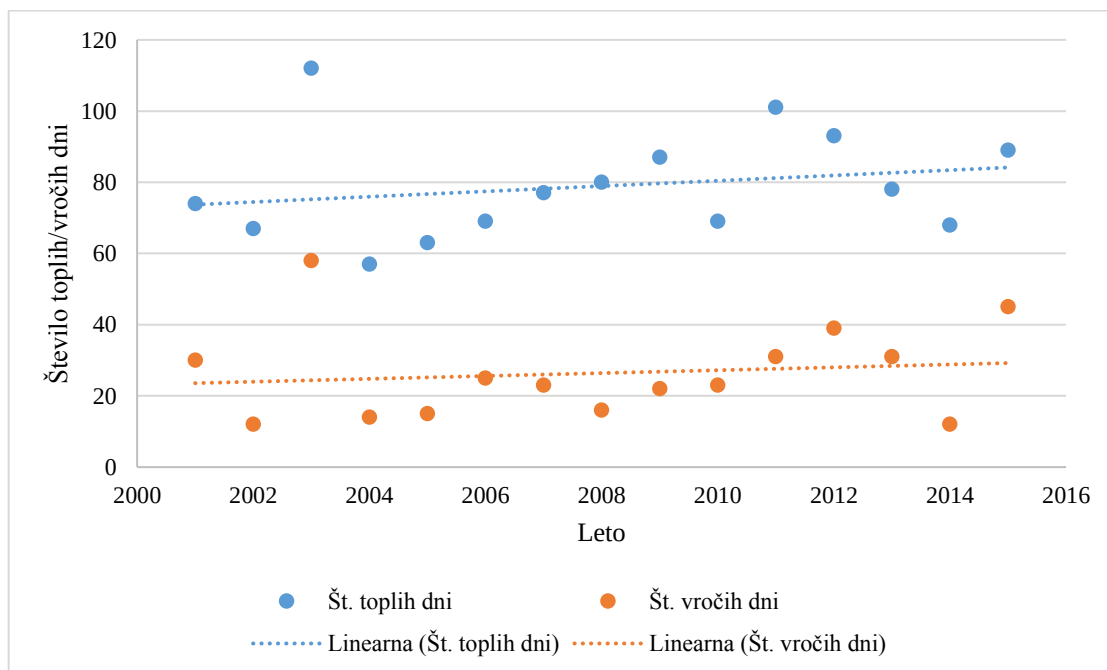
PRILOGA B: Število toplih in število vročih dni v letih 2001-2015 za meteorološko postajo Letališče Edvarda Rusjana Maribor



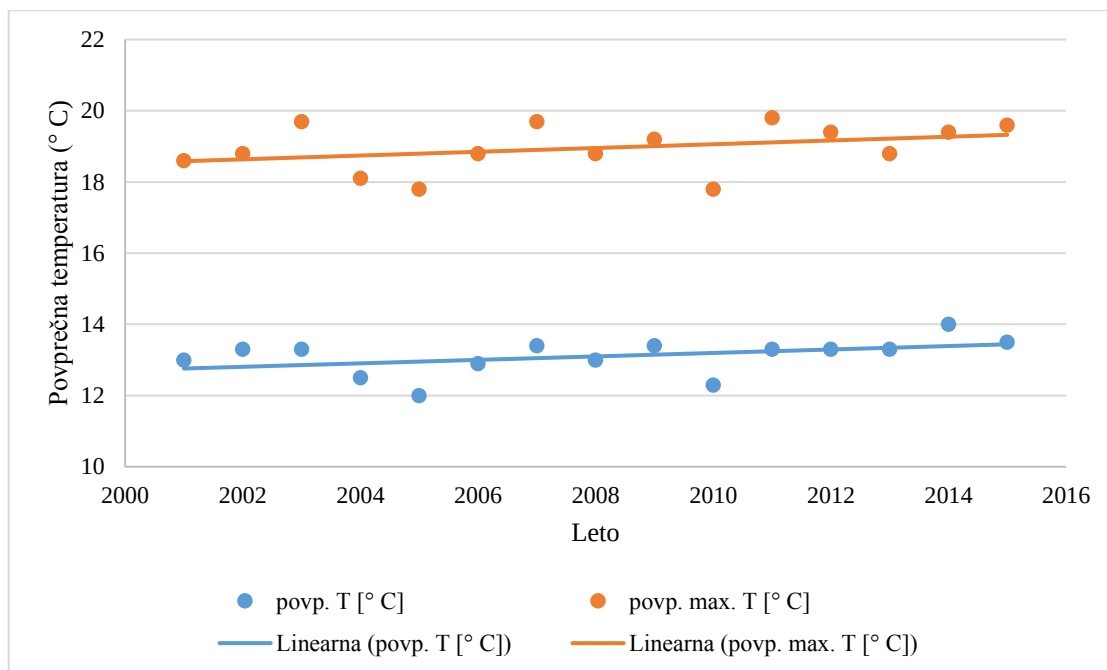
PRILOGA C: Povprečne temperature in povprečne maksimalne temperature v letih 2001-2015 za meteorološko postajo Novo mesto



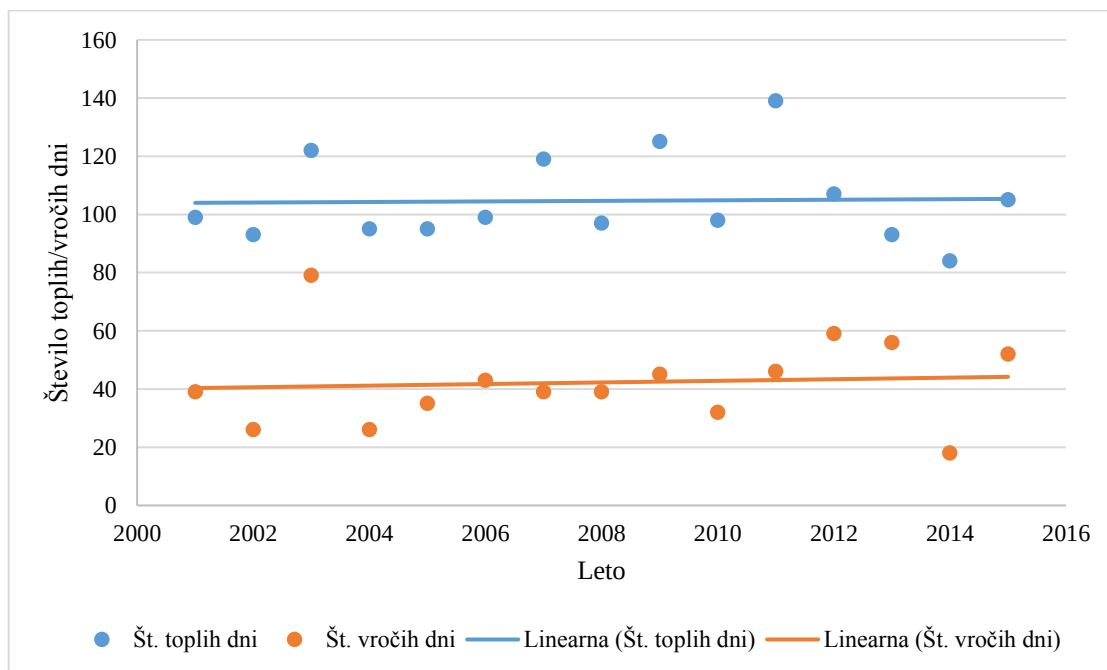
PRILOGA D: Število toplih in število vročih dni v letih 2001-2015 za meteorološko postajo Novo mesto



PRILOGA E: Povprečne temperature in povprečne maksimalne temperature v letih 2001-2015 za meteorološko postajo Bilje



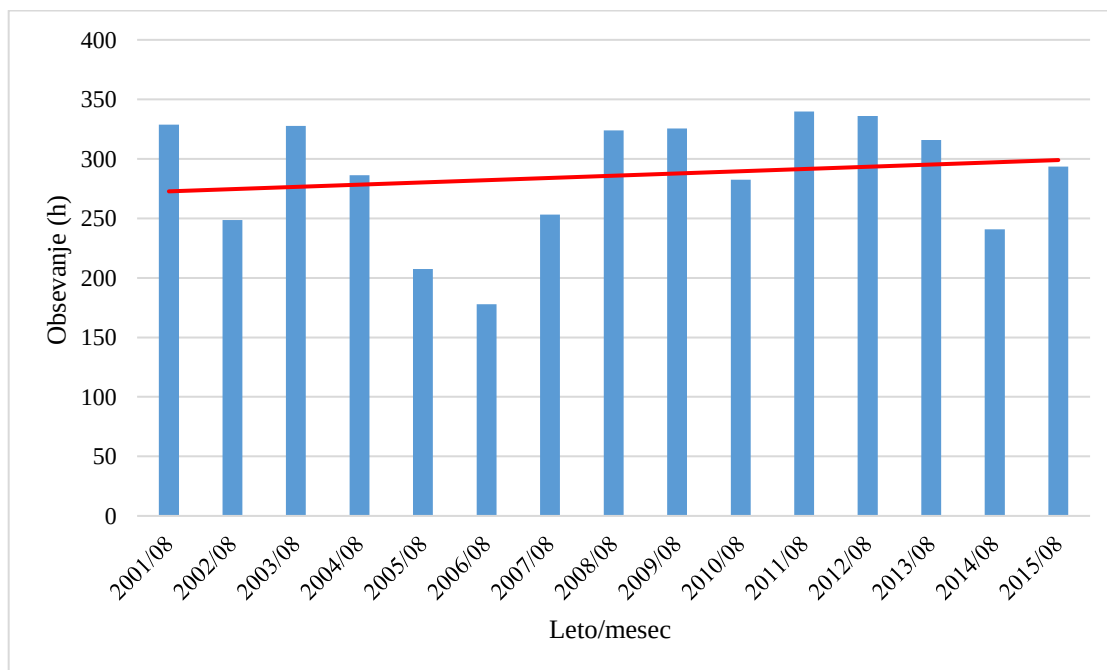
PRILOGA F: Število toplih in število vročih dni v letih 2001-2015 za meteorološko postajo Bilje



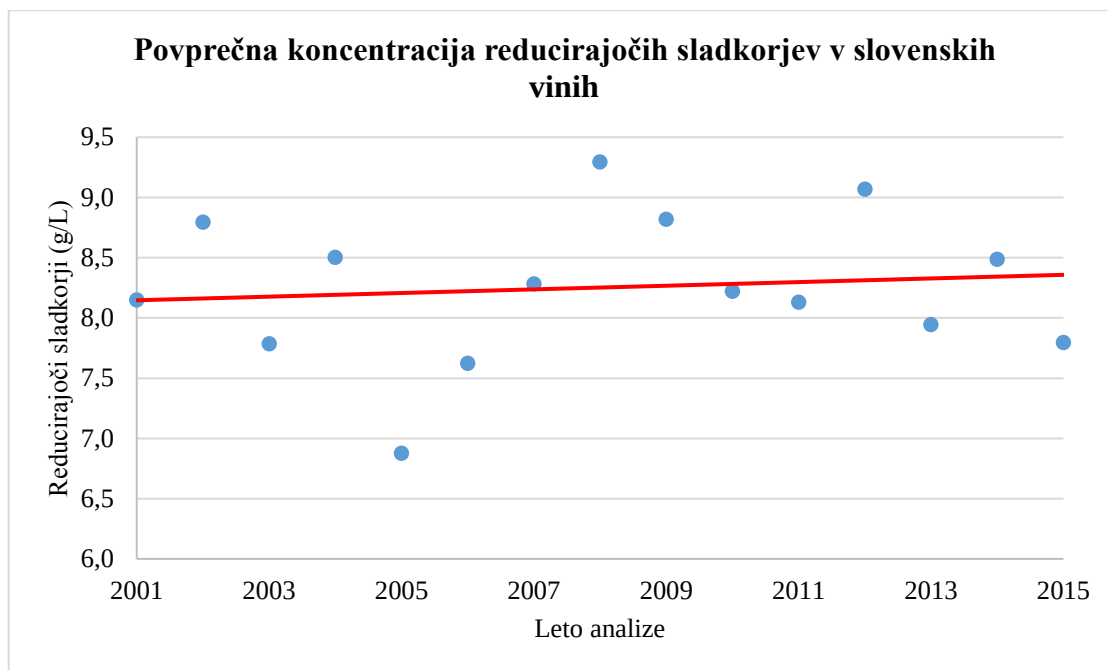
PRILOGA G: Primerjava povprečnih letnih temperatur v letih 2001-2015 za meteorološke postaje Maribor, Novo mesto in Bilje



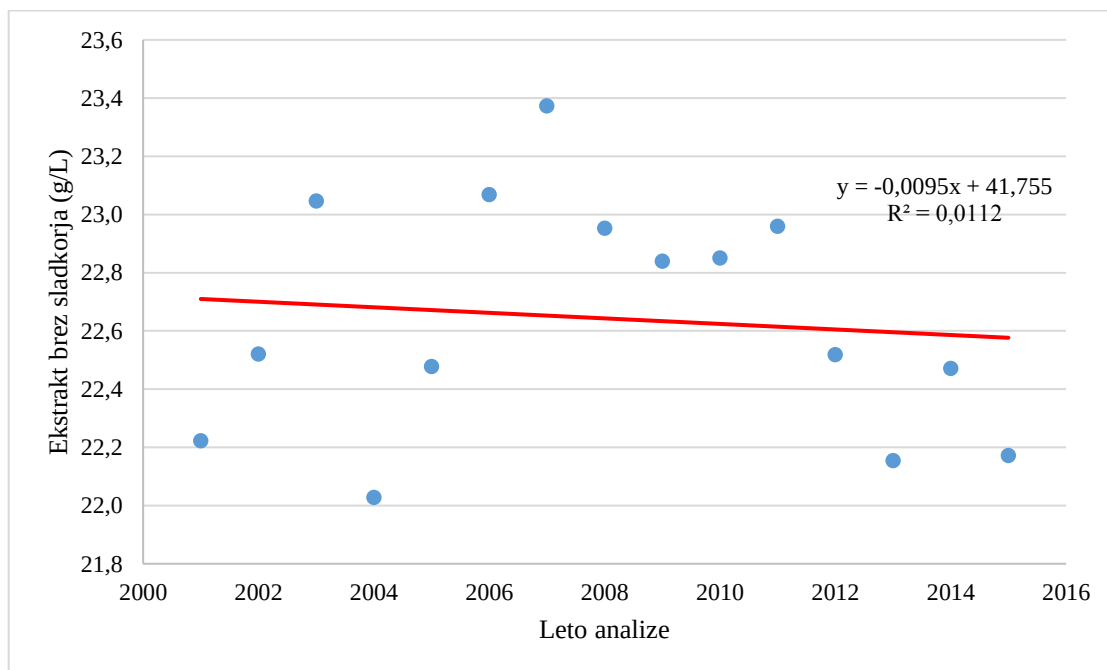
PRILOGA H: Primer trajanja sončnega obsevanja (h) za meteorološko postajo Bilje za mesec avgust v letih 2001-2015



PRILOGA I: Povprečna koncentracija reducirajočih sladkorjev v slovenskih vinih med leti 2001-2015



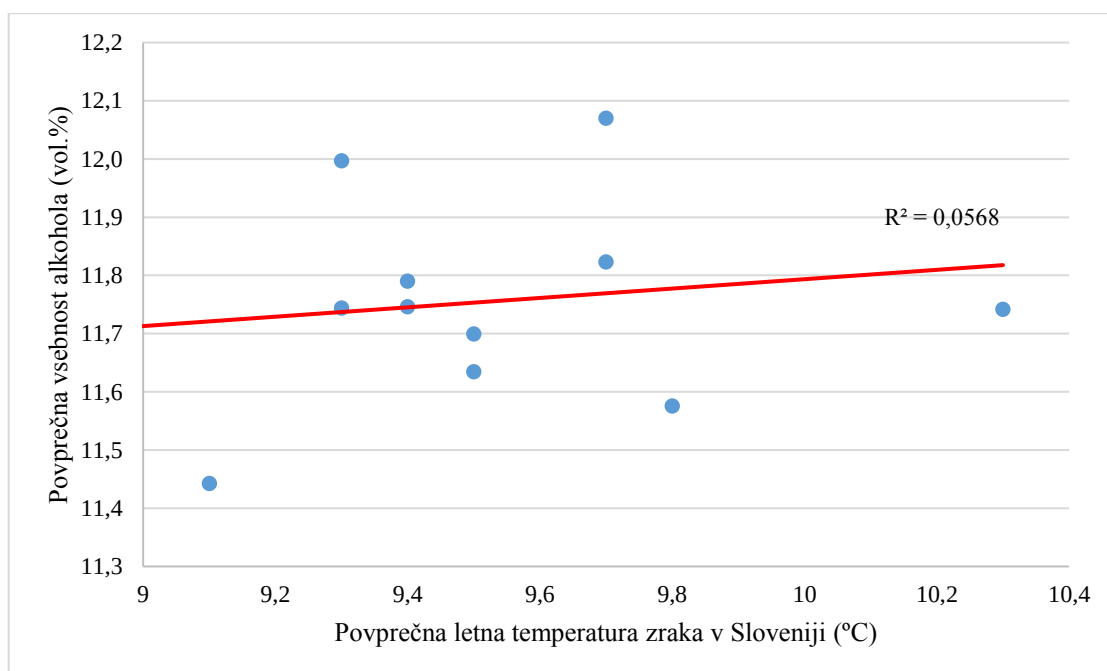
PRILOGA J: Povprečna koncentracija ekstrakta brez sladkorja v slovenskih vinih med leti 2001-2015



PRILOGA K: Primerjava števila oblačnih dni v letih 2001-2015 za meteorološke postaje Bilje, Novo mesto in Letališče Edvarda Rusjana Maribor (ARSO, 2016)

Bilje (leto)	Števil oblačnih dni (oblačnost > 80)	Maribor (leto)	Števil oblačnih dni (oblačnost > 80)	Novo Mesto (leto)	Števil oblačnih dni (oblačnost > 80)
2001	97	2001	118	2001	96
2002	112	2002	121	2002	105
2003	67	2003	95	2003	70
2004	103	2004	145	2004	122
2005	92	2005	135	2005	112
2006	87	2006	122	2006	102
2007	84	2007	113	2007	90
2008	108	2008	119	2008	91
2009	87	2009	123	2009	98
2010	106	2010	145	2010	137
2011	64	2011	116	2011	105
2012	87	2012	108	2012	81
2013	103	2013	148	2013	135
2014	129	2014	157	2014	141
2015	92	2015	124	2015	111

PRILOGA L: Povprečna vsebnost alkohola glede na povprečne letne temperature zraka v Sloveniji med leti 2001-2015



PRILOGA M: Vrednosti relativne gostote (/) vzorcev vin v letih 2001-2015 (MKGP, 2016)

leto	$\bar{x}$	so	min	max	n
2001	0,9958	0,0089	0,9075	1,1166	4774
2002	0,9963	0,0096	0,9470	1,1365	8263
2003	0,9961	0,0081	0,9320	1,1486	8399
2004	0,9958	0,0094	0,9009	1,1524	7580
2005	0,9958	0,0065	0,9880	1,1285	7182
2006	0,9963	0,0095	0,9000	1,1900	7145
2007	0,9962	0,0086	0,9821	1,1437	7315
2008	0,9966	0,0100	0,9190	1,1532	7368
2009	0,9964	0,0097	0,9210	1,1653	7310
2010	0,9961	0,0085	0,9796	1,1381	7055
2011	0,9963	0,0076	0,9859	1,1510	6898
2012	0,9959	0,0090	0,9802	1,1638	6816
2013	0,9955	0,0076	0,9842	1,1494	6963
2014	0,9962	0,0080	0,9222	1,1361	7010
2015	0,9964	0,0068	0,9100	1,1535	7075

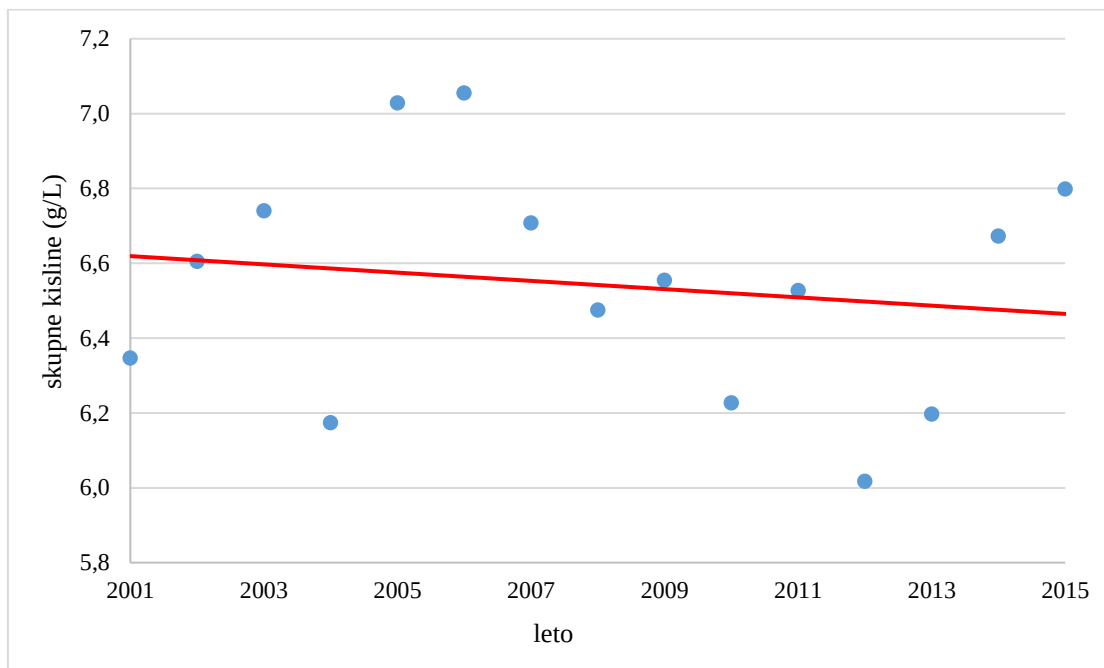
n – število obravnavanj; $\bar{x}$ – povprečna vrednost; min – minimalna vrednost; max – maksimalna vrednost;
so – standardni odklon

PRILOGA N: Povprečne koncentracije pepela (g/L) vzorcev vin v letih 2001-2015 (MKGP, 2016)

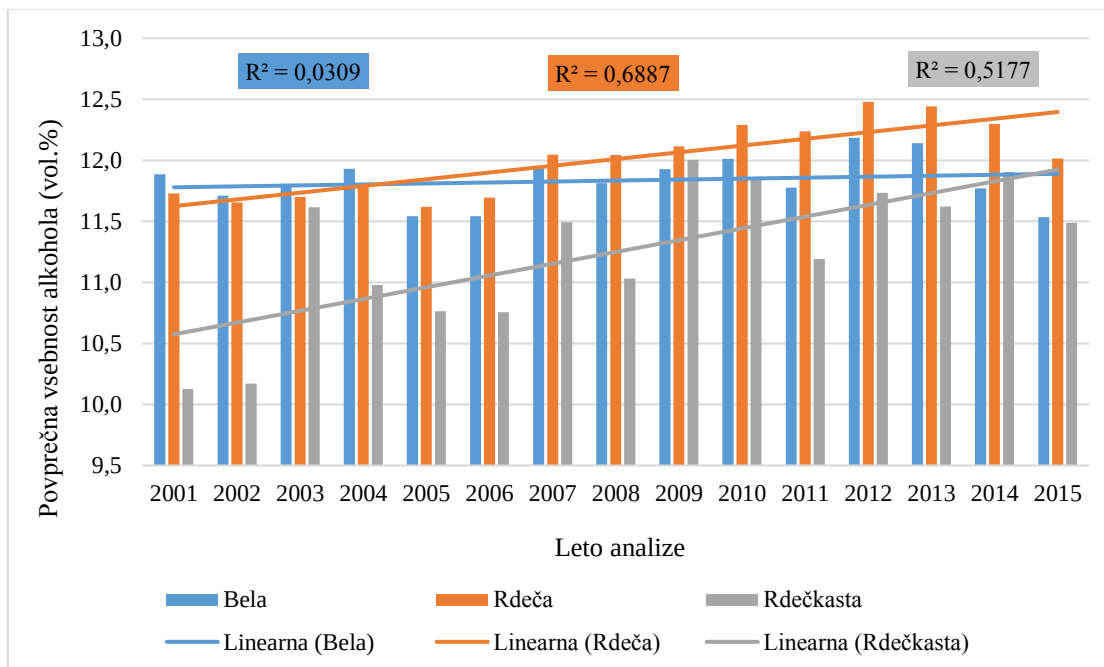
leto	$\bar{x}$	so	min	max	KV (%)	n
2001	1,96	0,41	1,10	5,00	0,17	2161
2002	2,02	0,49	0,87	5,00	0,24	4183
2003	2,19	0,51	1,09	8,01	0,26	4347
2004	2,09	0,54	1,10	7,80	0,29	3881
2005	2,17	0,51	1,20	9,00	0,26	3529
2006	2,25	0,55	0,99	9,00	0,30	3629
2007	2,25	0,56	1,20	9,00	0,31	4086
2008	2,26	0,57	1,20	7,53	0,32	4183
2009	2,46	0,63	1,39	9,00	0,39	4387
2010	2,46	0,63	1,04	9,00	0,40	4281
2011	2,40	0,57	1,20	7,53	0,33	4182
2012	2,32	0,56	1,22	7,95	0,32	4175
2013	2,27	0,55	1,20	7,56	0,30	4243
2014	2,24	0,59	1,20	8,05	0,35	4278
2015	2,41	0,53	1,20	7,92	0,28	4322

n – število obravnavanj; $\bar{x}$ – povprečna vrednost; min – minimalna vrednost; max – maksimalna vrednost; so – standardni odklon; KV (%) – koeficient variabilnost

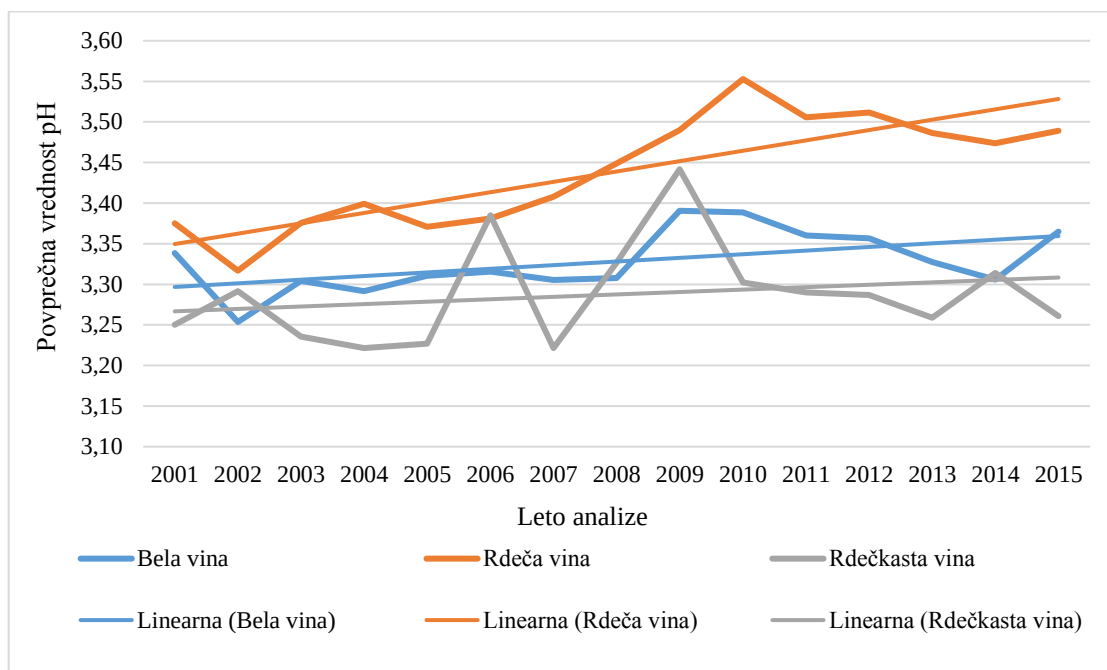
PRILOGA O: Povprečne koncentracije skupnih kislin (g/L) v letih 2001-2015



PRILOGA P: Povprečne vsebnosti alkohola (vol.%) glede na barvo vina v letih 2001-2015



PRILOGA R: Povprečne vrednosti pH glede na barvo vina med leti 2001-2015



PRILOGA S: Povprečna fizikalno-kemijska sestava in senzorična kakovost slovenskih vin v letih 2001-2015 (MKGP, 2016)

parameter (enota)	$\bar{x}$	so
dejanski alkohol (vol.%)	11,72	1,15
relativna gostota (/)	0,9961	0,0086
reducirajoči sladkorji (g/L)	8,26	18,6
skupni ekstrakt (g/L)	30,01	21,62
ekstrakt brez sladkorja (g/L)	22,72	5,03
skupne kisline (g/L)	6,55	1,28
vrednost pH (/)	3,33	0,49
hlapne kisline (g/L)	0,38	0,18
pepel (g/L)	2,26	0,57
prosti SO ₂ (mg/L)	28,03	12,67
senzorična ocena (točke)	16,87	1,23

$\bar{x}$ – povprečna vrednost; so – standardni odklon