Utjecaj folijarnih gnojidbenih tretmana na osnovni kemijski sastav mošta i baznog vina cv. Malvazije istarske (Vitis vinifera L.)

Peršurić Palčić, Ana

Doctoral thesis / Disertacija

2023

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Agriculture / Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:204:200196

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-29**



Repository / Repozitorij:

Repository Faculty of Agriculture University of Zagreb





Sveučilište u Zagrebu

AGRONOMSKI FAKULTET

Ana Peršurić Palčić

UTJECAJ FOLIJARNIH GNOJIDBENIH TRETMANA NA OSNOVNI KEMIJSKI SASTAV MOŠTA I BAZNOG VINA CV. MALVAZIJE ISTARSKE (*VITIS VINIFERA* L.)

DOKTORSKI RAD

Zagreb, 2022.

University of Zagreb

FACULTY OF AGRICULTURE

Ana Peršurić Palčić

THE EFFECT OF FOLIAR FERTILIZATION TREATMENTS ON THE BASIC CHEMICAL COMPOSITION OF MUST AND BASE WINE CV. ISTRIAN MALVASIA (*VITIS VINIFERA* L.)

DOCTORAL THESIS

Zagreb, 2022.

Sveučilište u Zagrebu

AGRONOMSKI FAKULTET

Ana Peršurić Palčić

UTJECAJ FOLIJARNIH GNOJIDBENIH TRETMANA NA OSNOVNI KEMIJSKI SASTAV MOŠTA I BAZNOG VINA CV. MALVAZIJE ISTARSKE (*VITIS VINIFERA* L.)

DOKTORSKI RAD

Mentor:
Prof. dr. sc. Mirjana Herak Ćustić

Zagreb, 2022.

University of Zagreb

FACULTY OF AGRICULTURE

Ana Peršurić Palčić

THE EFFECT OF FOLIAR FERTILIZATION TREATMENTS ON THE BASIC CHEMICAL COMPOSITION OF MUST AND BASE WINE CV. ISTRIAN MALVASIA (*VITIS VINIFERA* L.)

DOCTORAL THESIS

Supervisor:
PhD Mirjana Herak Ćustić, full professor

Zagreb, 2022

Bibliografska stranica

Bibliografski podaci:

• Znanstveno područje: Biotehničko područje

• Znanstveno polje: Poljoprivreda

• Znanstvena grana: Vinogradarstva i vinarstva

• Institucija: Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet, Zavod za ishranu bilja

• Voditelj doktorskog rada: prof. dr. sc. Mirjana Herak Ćustić

• Broj stranica: 95

• Broj slika: 9

• Broj tablica: 25

• Broj grafikona: 12

• Broj priloga: 0

• Broj literaturnih referenci: 151

• Datum obrane doktorskog rada: 15.12.2022.

• Sastav povjerenstva za obranu doktorskog rada:

1. prof. dr. sc. Ana Jeromel

2. prof. dr. sc. Marija Pecina

3. dr. sc. Igor Palčić

Rad je pohranjen u:
Nacionalnoj i sveučilišnoj knjižnici u Zagrebu, Ulica Hrvatske Bratske Zajednice 4 p.p. 550, 10 000 Zagreb,
Knjižnici Sveučilišta u Zagrebu Agronomskog fakulteta, Svetošimunska cesta 25, 10 000 Zagreb.

Tema rada prihvaćena je na sjednici Fakultetskog vijeća Agronomskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, održanoj 10. maja 2019. te odobrena na 12. sjednici Senata Sveučilišta u Zagrebu, održanoj 9. srpnja 2019.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

AGRONOMSKI FAKULTET

IZJAVA O IZVORNOSTI

Ja, Ana Peršurić Palčić, izjavljujem da sam samostalno izradila doktorski rad pod naslovom:

UTJECAJ FOLIJARNIH GNOJIDBENIH TRETMANA NA OSNOVNI KEMIJSKI SASTAV MOŠTA I BAZNOG VINA CV. MALVAZIJE ISTARSKE (*VITIS VINIFERA* L.)

Svojim potpisom jamčim:

- da sam jedina autorica ovoga doktorskog rada;
- da je doktorski rad izvorni rezultat mojeg rada te da se u izradi istoga nisam koristila drugim izvorima osim onih koji su u njemu navedeni;
- da sam upoznata s odredbama Etičkog kodeksa Sveučilišta u Zagrebu (Čl. 19).

Zagreb, _____ 2022. godine

_____

Potpis doktorandice

Ocjena doktorskog rada

Ovu disertaciju je ocijenilo povjerenstvo u sastavu:

1. Prof. dr. sc. Ana Jeromel
Redovita profesorica u trajnom zvanju Agronomskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu

2. Prof. dr. sc. Marija Pecina
Redovita profesorica u trajnom zvanju Agronomskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu

3. Dr. sc. Igor Palčić
Viši znanstveni suradnik Instituta za poljoprivredu i turizam u Poreču

Disertacija je obranjena na Agronomskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu,
15. 12. 2022. godine pred povjerenstvom u sastavu:

1. Prof. dr. sc. Ana Jeromel
_____
Redovita profesorica u trajnom zvanju Agronomskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu

2. Prof. dr. sc. Marija Pecina
_____
Redovita profesorica u trajnom zvanju Agronomskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu

3. Dr. sc. Igor Palčić
_____
Viši znanstveni suradnik Instituta za poljoprivredu i turizam u Poreču

Informacije o mentoru:

Prof. dr. sc. Mirjana Herak Ćustić, rođena 14.10.1957. u Novom Mestu, redoviti je profesor u trajnom zvanju na Agronomskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu. Diplomirala je 1980. godine na temu „Tehnološki postupci u proizvodnji crnih vina na primjeru Metliške črnine“ te magistrirala 1989. godine obranom magistarskog rada naslova „Akumulacija nitrata u salati u ovisnosti o intenzitetu ishrane dušikom“ na Agronomskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu. Na istom fakultetu, 1996. godine stječe znanstveni stupanj doktora biotehničkih znanosti obranivši disertaciju naslova „Djelovanje gnojidbe dušikom na aminokiselinski sastav glavatog radiča“. Kao asistent zapošljava se na Agronomskom fakultetu 1980.godine gdje i danas radi.

Prof. dr. sc. Mirjana Herak Ćustić osobito se ističe u nastavnoj aktivnosti visokoškolskog obrazovanja na Agronomskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu. Kreator je 5 modula po Bolonjskom procesu od čega dva na preddiplomskom studiju (Smjernice ishrane bilja u hortikulturi i Značaj ishrane bilja u krajobraznoj arhitekturi), dva modula na diplomskom studiju (Principi i perspektive ishrane u hortikulturi i Ishrana bilja i kvaliteta hrane) te jednog modula na poslijediplomskom doktorskom studiju Poljoprivrednih znanosti (Primjena ishrane bilja u hortikulturi i krajobraznoj arhitekturi). Na 4 modula je i danas nositelj. Tijekom višegodišnje nastavne aktivnosti, prof. dr. sc. Mirjana Herak Ćustić bila je mentor na ukupno 37 ocjenskih radova od čega na 3 završna rada, 24 diplomska, 2 magistarska i 8 doktorskih radova, kao i predsjednik ili član povjerenstva u mnogim drugim radovima. Koautor je udžbenika iz područja povrćarstva („Ishrana povrća i gnojidba“, izdanja 2002. i 2004. i 2016), autor internih skripata iz navedenih kolegija te urednik dvije knjige („Svi naši VIP-projekti – All ARC Projects“, 2002. i 2004.).

Znanstveni interesi prof. dr. sc. Mirjane Herak Ćustić vezani su uz utjecaj ishrane bilja u hortikulturi i krajobraznoj arhitekturi te utjecaj ishrane bilja na kvalitetu hrane i njezinu nutritivnu vrijednost. Sudjeluje u većem broju znanstvenih i stručnih projekata, od kojih je u više bila nositelj. Optimalna gnojidba povrća visoke nutritivne kvalitete, Smjernice za kontroliranu ishranu vinove loze i proizvodnju vina, Učinak terroira i biogenih elemenata na kvalitetu i konkurentnost Malvazije istarske. Kao dokaz znanstvene i stručne djelatnosti prof. dr.sc. Mirjana Herak Ćustić objavila je ukupno 220 radova, sažetaka te znanstvenih i/ili stručnih publikacija (kao autor ili suautor), na skupovima u zemlji i inozemstvu, od kojih je 89 izvornih znanstvenih radova.

Obnašala je funkciju predstojnika Zavoda za ishranu bilja (1999.-2003.), voditelja poslijediplomskog magistarskog studija Ishrana bilja u okviru studijskog programa Agroekologija (1994.-2004). na Agronomskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu, te voditelja preddiplomskog međusveučilišnog studija Mediteranska poljoprivreda u Splitu (2006.-2008.). Član je Hrvatskog tloznanstvenog društva, International Union of Soil Science te International Society for Horticultural Science (ISHS).

Dobitnica je priznanja Agronomskog fakulteta 2002. godine za promidžbu znanstveno-istraživačkog rada njegovih znanstvenika te Medalje Agronomskog fakulteta za izniman doprinos u znanstveno-istraživačkoj, nastavnoj i stručnoj djelatnosti 2013. godine. Također joj je 2016. dodijeljena Plaketa Općine Brtonigla za iznimna postignuća i doprinos unaprijeđenju i razvoju Općine Brtonigla u području znanosti, poljoprivrede i gospodarstva. Udruga prehrambenih tehnologa, biotehnologa i nutricionista Zadarske županije dodjeljuje joj 2017. godine nagradu Dr. Ante Medin“ za unaprijeđenje znanosti, poljoprivrede i gospodarstva.

Zahvala

Ovaj doktorski rad nastao je iz velike ljubavi prema vinogradarstvu i pjenušavim vinima, te želje da znanost bude sastavni dio mojega života. Bio je moj san, a da to ne bi ostao samo san mnogi su pomogli i pružili mi mogućnost da ga ostvarim…

Stoga od srca hvala prof.dr.sc. Mirjani Herak Ćustić koja je pristala preuzeti ulogu moje mentorice. Hvala za sav trud, nesebičnu pomoć, neprocjenjivo razumijevanje, iskrene poticanje i bezbrojne savjete koji mi su omogućili da uspijem na ovome putu.

Želim se zahvaliti izv. prof. dr. sc. Marku Peteku i na svim savjetima, konstruktivnim kritikama, pomoći prilikom objave radova. Hvala što je svoje bogato znanje i iskustva podijelio sa mnom kao i svi članovi Povjerenstva, te time omogućili da uspješno privedem kraju ovo istraživanje i doktorski studij.

Također, zahvalila bih se dr.sc. Davidu Gluhiću na potpori i svim resursima kojima je pomogao da se realizira ovo istraživanje.

Veliko hvala svim djelatnicima moje tvrtke Pjenušci Peršurić d.o.o. na pruženim resursima, svim slobodnim danima, podršci i financijskoj pomoći čime su mi omogućili doktorski studij i završetak istoga.

Iskreno hvala mojoj majci Nadi i sestri Katarini na svoj pruženoj pomoći i brizi tijekom svih godina studiranja. Posebno hvala mom suprugu Frani na beskrajno puno razumijevanja, strpljenu, podrške i poticanja kada je bilo najteže kroz sve godine moje posvećenosti doktorskom studiju. I najposebnije hvala mojoj djevojčici što je bila moj najveći poticaj zadnjih godina.

Za kraj najveće hvala mom ocu, dr.sc. Đordanu Peršuriću, na svemu što me naučio. Hvala na ideji za ovo istraživanje od čega je sve i krenulo. Hvala na potpori koju mi je za svojega života pružao. Hvala za to što mi je pokazao kako se voli zemlja, loza i vino, te vodio kroz početke ovog istraživanja, bio oslonac i pomoć na svakom koraku sve do kraja svojega života.

Doktorski rad posvećujem mom ocu, jer bez njega se snovi o ovom studiju ne bi ni rodili…

Ana Peršurić Palčić

SAŽETAK

'Malvazija istarska' *(Vitis vinifera L.*) jedna je od najznačajnijih bijelih sorata u Hrvatskoj. Njezina kvaliteta prepoznata je kako u Hrvatskoj, tako i šire, stoga se domaći proizvođači sve češće odlučuju za ovu sortu. Razvojem tehnologije i sve većom potražnjom tržišta za pjenušavim vinima, raste i interes lokalnih proizvođača za proizvodnjom pjenušca od 'Malvazije istarske'. Mošt za proizvodnju baznoga vina za pjenušce po svom sastavu treba zadovoljavati svojstva kao što su niža pH vrijednost i koncentracija šećera, te viša ukupna kiselost s većim udjelom vinske kiseline, naspram jabučne. S obzirom na to da se 'Malvazija istarska' uzgaja pretežito u Istri, gdje je klima mediteranska, a najzastupljenije tlo crvenica, teško je zadovoljiti sva navedena svojstva potrebna za proizvodnju baznoga vina, posebice u suhim i vrućim godinama. Poznato je da sastav i dostupnost minerala iz tla ima značajan utjecaj na kemijski sastav mošta. Posebno je to važno za dostupnost kalija, za koji je dokazano da utječe na porast pH vrijednosti mošta i smanjuje koncentraciju ukupne kiselosti što ima nepovoljan utjecaj na kakvoću baznog vina. Također višak kalija često blokira usvajanje magnezija, te dolazi do njihovog nepovoljnog međuodnosa. Kako nedostatak vode tijekom vegetacije može usporiti i smanjiti dostupnost minerala, posebice magnezija bitnog za proces fotosinteze, a time i utjecati na kvalitetu baznoga vina, folijarna gnojidba jedan je od načina da se taj nedostata nadoknadi. Unatoč ovim važnim saznanjima mali broj autora se bavio istraživanjima utjecaja folijarne gnojidbe na sastav i kvalitetu baznoga vina u proizvodnji pjenušca. Stoga je cilj ovog istraživanja bio utvrditi utjecaj folijarne gnojidbe na količinu biogenih elemenata i suhu tvar u lišću vinove loze, te na svojstva mošta (ukupnu kiselost, organske kiseline, pH vrijednost, koncentraciju šećera) i baznoga vina (alkohol, ukupni suhi ekstrakt, pepeo, pH vrijednost, ukupnu kiselost, hlapljivu kiselost). Istraživanje je uključivalo četiri gnojidbena tretmana (T1, T2, T3 i T4) u tri repeticije. Pokus je bio postavljen po slučajnom bloknom rasporedu (*RCBD*) na sorti 'Malvazija istarska', podloga SO4, kroz dvije godine (2013. i 2014.). Tretmani su bili: T1 - NPK, T2 - NPK + Agromag (6 % MgO), T3 - NPK + Agromag + Fosforo (30 % P_20_5) i T4 - NPK + Agromag + Fosforo + Bio Prot). Dobiveni rezultati ukazuju na postojanje značajnog utjecaja gnojidbenih tretmana na količinu kalija, kalcija, magnezija, željeza, cinka i bakra u lišću 2013., te kalija 2014. godine. Najveći utjecaj na smanjenje kalija u obje godine istraživanja imao je tretman T2 odnosno tretman magnezijem. Pozitivan utjecaj folijarnih tretmana na koncentraciju šećera, pH vrijednost i ukupnu kiselost mošta zabilježen je u 2013. godini, te na pH vrijednost i koncentraciju šećere u 2014. godini. Viši udio vinske kiseline i najniži udio jabučne kiseline imali su tretmani T3 i T4 u obje godine. Istraživanjem je utvrđena pozitivna korelacija između suhe tvari s pH vrijednosti i prinosom, te kalija i kalcija s ukupnom kiselosti u sušnoj 2013. godini. U vlažnoj 2014. godini utvrđena je pozitivna korelacija ukupne kiselosti i kalija, te negativna ukupne kiselosti i magnezija, što dodatno upućuje da je međuodnos kalija i magnezija za vinovu lozu bitniji od njihovih apsolutnih količina. Iako nije utvrđen značajan utjecaj tretmana na kemijski sastav baznoga vina, iz dobivenih rezultata vidljiv je trend opadanja pH vrijednosti i rasta ukupne kiselosti 2013. godine, te trend rasta ukupnog suhog ekstrakta u obje godine. Iz dobivenih rezultata vidljivo je da postoji povoljan utjecaj gnojidbenih tretmana na svojstva mošta i baznoga vina, a kako su se u istraživanju koristile minimalne doze preporučene od proizvođača za pojedina folijarna gnojiva, ostaje mogućnost daljnjih istraživanja. Dobiveni rezultati mogli bi biti znanstveni temelj pri dizajniranju folijarnih gnojidbenih tretmana u vinogradima sličnih agroekoloških karakteristika, gdje se grožđe ciljano koristi za proizvodnju pjenušavog vina.

Ključne riječi: Malvazija istarska, folijarni tretman, bazno vino, pjenušavo vino, pH vrijednost, ukupna kiselost, organske kiseline

ABSTRACT

'Istrian Malvasia' (*Vitis vinifera* L.) is one of the most important white cultivars in Croatia. Its quality is recognized both in Croatia and throughout the world, which is the reason why domestic producers are increasingly opting for this cultivar. With the development of technology and an increase in the market demand for sparkling wines, there is also a growing interest of local producers in the production of sparkling wines from 'Istrian Malvasia'. In 2018., sparkling wine production accounts for an average of 7 % of global wine production and the volume of global exports accounted for 9 % of the total wine exported worldwide, representing 20 % of the total value of exported wine. That indicate sparkling wines are was increasingly produced in warmer and drier regions of the world, so it is difficult to achieve satisfactory parameters in the chemical composition of the base wine, which limits their production despite the adaptation of agricultural techniques and earlier harvest dates. The composition of must for the production of base wine for sparkling wine should satisfy components such as a lower pH value and sugar concentration, as well a higher content of total acidity with a higher proportion of tartaric acid, compared to malic acid. A high pH in the must is not desirable because it directly affects the wine by reducing the quality and stability of the color, negatively affecting the freshness and aging potential, and giving the wines an inharmonious taste. These negative effects are undesirable in the production of base wines for sparkling wine, because sparkling wines need freshness and a long aging potential. Preferably, base wines have a pH between 2,90 and 3,10. In base wine, a total acidity of 6,00 – 8,00 g/L is desirable, and this level is reduced by the precipitation of potassium bitartrates during must vinification. Since a high alcohol content in base wines is not desirable and an addi-tional 1,3 – 1,5 % vol. alcohol is formed during secondary fermentation, it is important that the sugar content in the must is not too high. The preferred alcohol content in the base wine is up to 11,5 %. vol. Given that 'Istrian Malvasia' is grown mainly in Istria, where the climate is Mediterranean, and the most common soil is red, it is difficult to satisfy all the mentioned components required for the production of base wine, especially during dry and hot years. It is known that the composition and availability of minerals from the soil have a significant influence on the chemical composition of the must. This is especially important for the availability of potassium, which has been proven to increase the pH value of the must and reduce the concentration of total acidity, which are unfavorable components for base wine. The idea of the possible positive effect of foliar fertilization with magnesium, phosphorus and amino acid-based biostimulants on the potassium decrease of leaves and, consequently, on the chemical composition of must arose from the knowledge of the strong antagonistic effect of potassium and magnesium. Potassium blocks the uptake and especially the translocation of magnesium in the plant much more than vice versa. Therefore, in soils with excess potassium or excessive application of potassium fertilizers, magnesium deficiency often occurs due to their antagonistic relationship and large K/Mg ratio. Foliar application of magnesium decreases the K/Mg ratio. Since the lack of water during growing season can slow down and reduce the availability of minerals, especially magnesium, which is essential for the photosynthesis process, and thus affect the quality of the base wine, foliar fertilization is one of the possibilities which can compensate for this lack. Also, foliar application of magnesium decreases the K/Mg ratio. Despite this important knowledge, a small number of authors have done research on the influence of foliar fertilization on the composition and quality of the base wine in the production of sparkling wines. Therefore, the aim of this research was to determine the influence of foliar treatments on the amount of plant nutrients and dry matter in the leaves, as well as on the properties of the must (total acidity, organic acids, pH value, sugar concentration) and base wine (alcohol, total dry extract, ash, pH

value, total acidity, volatile acidity). The research included four fertilization treatments (T1, T2, T3 and T4) in three repetitions. The experiment was set up according to a randomized block arrangement (*RCBD*) on the cultivar 'Istrian Malvasia', rootstock SO4, for the duration of two years (2013 and 2014). The treatments were as follows: T1 - NPK, T2 - NPK + Agromag (6 % MgO), T3 - NPK + Agromag + Fosforo (30 % P_20_5) and T4 - NPK + Agromag + Fosforo + Bio Prot). The obtained results indicate that there is a significant influence of fertilization treatments on the amount of potassium, calcium, magnesium, iron, zinc and copper in the leaves in 2013, and potassium in 2014. Treatment T2, treatment with magnesium, had the greatest influence on the decrease of potassium in both years. A positive influence of foliar treatments on the sugar concentration, pH value and total acidity of must was recorded in 2013, and on pH value and sugars concentration in 2014. Treatments T3 and T4 had a highest proportion of tartaric acid and the lowest proportion of malic acid in both years. A positive correlation between dry matter with pH value and yield was established by this research, and potassium and calcium with total acidity in the dry year of 2013. In the wet year of 2014, a positive correlation of total acidity and potassium, and a negative correlation of total acidity and magnesium was determined, which additionally indicates that the relationship between potassium and magnesium is more important for grapevine than their absolute amounts. Although no significant influence of the treatment on the chemical composition of the base wine was determined, the obtained results show a trend of a decrease in pH values and an increase of total acidity in 2013, as well as a trend of growth of total dry extract in both years. From the obtained results, it is evident that there is a certain favorable influence of fertilization treatments on the components of the must and the base wine, and as minimum dosages recommended by the manufacturer for individual foliar fertilizers were used in the research, this leaves room for additional research. This approach to the application of foliar fertiliza-tion aimed at correcting the chemical composition of the must could reduce the need for corrective measures in the must and wine during the production process. The obtained results could be a scientific foundation for designing foliar fertilization treatments in vineyards with similar agroecological characteristics, where grapes are targeted for the production of sparkling wines.

Keywords: Istrian Malvasia, foliar treatment, base wine, sparkling wine, pH value, total acidity, organic acids

SADRŽAJ

1. UVOD 1

1.1. Hipoteze 2

1.2. Ciljevi 3

2. PREGLED LITERATURE 4

2.1. Ishrana vinove loze 4

2.1.1. Tlo 5

2.1.1.1. Crvenica 5

2.1.2. Biogeni elementi 7

2.1.2.1. Dušik 7

2.1.2.2. Fosfor 8

2.1.2.3. Kalij 8

2.1.2.4. Kalcij 10

2.1.2.5. Magnezij 11

2.1.2.6. Sumpor 12

2.1.2.7. Željezo 13

2.1.2.8. Cink 13

2.1.2.9. Mangan 14

2.1.2.10. Bakar 15

2.1.2.11. Bor 15

2.1.2.12. Odnos kalija i magnezija 16

2.1.3. Folijarna gnojidba 17

2.1.4. 'Malvazija istarska' 17

2.2. Pjenušavo vino 19

2.3. Bazno vino 21

2.3.1. Kemijski sastav mošta za bazno vino 22

2.3.1.1. Šećeri 22

2.3.1.2. Ukupna kiselost 22

2.3.1.3. pH vrijednost 25

2.3.2. Kemijski sastav baznoga vina 26

2.3.2.1. Alkoholi 26

2.3.2.2. Ekstrakt 27

2.3.2.3. Pepeo 27

3. MATERIJAL I METODE 29

3.1. Lokalitet pokusa 29

3.1.1. Kemijska analiza tla 30

3.2. Klimatski i vremenski uvjeti 31
3.3. Postavljanje pokusa 34
3.3.1. Gnojidbeni tretmani 35
3.4. Uzimanje uzoraka i analiza lišća 37
3.5. Berba grožđa i vinifikacija 37
3.6. Uzorkovanje i analiza grožđa, mošta i baznoga vina 39
3.6.1. Uzorkovanje i analiza grožđa 39
3.6.2. Uzorkovanje i analiza mošta 39
3.6.3. Uzorkovanje i analiza baznoga vina 39
3.7. Statistička analiza podataka 40
4. REZULTATI 41
4.1. Biogeni elementi (minerali) i suha tvar u lišću vinove loze 41
4.1.1. Prosječne vrijednosti biogenih elementa u fenofazi šare 46
4.1.2. Omjer kalija s magnezijem i kalcijem 49
4.2. Grožđe 51
4.2.1. Broj grozdova i prinos 51
4.2.2. Korelacija prinosa s biogenim elementima i suhom tvari u lišću vinove loze 52
4.2.3. Organske kiseline u grožđu 53
4.3. Mošt 57
4.3.1. Korelacija osnovnog kemijskog sastava mošta s biogenim elementima i suhom tvari u lišću vinove loze 57
4.3.2. Osnovna kemijska analiza mošta 60
4.4. Bazno vino 66
4.4.1. Osnovna kemijska analiza baznoga vina 66
5. RASPRAVA 70
6. ZAKLJUČAK 82
7. LITERATURA 84
8. ŽIVOTOPIS 95

POPIS KRATICA

Kratica	Puni naziv
T	Tretman
RCBD	Slučajni blokni raspored
pH	Mjera kiselosti i bazičnosti
NPK	Složeno mineralno kruto gnojivo na bazi dušika, fosfora i kalija
O.I.V	International Organisation of Vine and Wine
t	Tona
kg	Kilogram
cm	Centimetar
kg/ha	Kilogram po hektaru
K^+	Pozitivno nabijen ion kalija
CO_2	Ugljikov dioksid
Ca^{2+}	Kalcijev ion
Mg^{2+}	Magnezijev ion
NH^{4+}	Amonijev ion
RNK	Ribonukleinska kiselina
mg/kg	Miligram po kilogramu
g/ha	Gram po hektaru
N	Dušik
P	Fosfor
K	Kalij
Ca	Kalcij
Mg	Magnezij
Fe	Željezo
Zn	Cink
Mn	Mangan
Cu	Bakar
ST	Suha tvar
min.	Minimalno
opt.	Optimalno
maks.	Maksimalno
m	Metar
g/L	Gram po litri
% vol.	Alkoholna jakost

POPIS KRATICA

Kratica	Puni naziv
°Oe	Stupnjevi Oechsle – mjerna jedinica za specifičnu težinu mošta
mg/L	Miligram po litri
UK	Ujedinjeno Kraljevstvo
H_2O	Voda
KCl	Kalijev klorid
g/hL	Gram po hektolitru
mL/hL	Mililitar po hektolitru
mm	Milimetar
MgO	Magnezijev oksid
P_2O_5	Fosfor pentoksid
K_2O	Kalijev oksid
ANOVA	Analiza varijance
°C	Celzijev stupanj
SMT	Srednja mjesečna temperatura zraka (°C)
MSO	Mjesečne sume oborina (mm)
ns	Nije signifikantno

POPIS SLIKA

Slika 1. 'Malvazija istarska' u fenofazi šare
Slika 2. 'Malvazija istarska' u berbi
Slika 3. Pjenušava vina od različitih sorata grožđa
Slika 4. Vinograd u kojem je postavljen pokus – lokalitet Vala
Slika 5. Slika lokaliteta iz zraka – označeno narančastom bojom (Đ. Peršurić)
Slika 6. Postavljanje pokusa – rezidba 2013. godine
Slika 7. Shema rasporeda gnojidbenih tretmana
Slika 8. Folijarna gnojidba vinograda
Slika 9. Mlado vino po završetku alkoholne fermentacije, prije pretoka

POPIS TABLICA

Tablica 1. Rezultati analize tla lokaliteta Vala 2013. godine.
Tablica 2. Višegodišnji klimatski podaci za postaju Poreč (1981.-2010.) za period od ožujka do rujna.
Tablica 3. Klimatski podaci za postaju Poreč u periodu od ožujka do rujna 2013. godine.
Tablica 4. Klimatski podaci za postaju Poreč u periodu od ožujka do rujna 2014. godine.
Tablica 5. Rezultati analize varijance za količinu suhe tvari i biogenih elementa u lišću vinove loze 2013. godine.
Tablica 6. Rezultati analize varijance za količinu suhe tvari i biogenih elementa u lišću vinove loze 2014. godine.
Tablica 7. Prikaz rezultata Tukey testa za ukupne prosječne količine biogenih elemenata i suhe tvari u lišću vinove loze po tretmanima i po uzorkovanjima za 2013. godinu.
Tablica 8. Prikaz rezultata Tukey testa za ukupne prosječne količine biogenih elemenata i suhe tvari u lišću vinove loze po tretmanima i po uzorkovanjima za 2014. godinu.
Tablica 9. Prosječne vrijednosti biogenih elemenata u fenofazi šare za 2013. godinu, uz preporučene vrijednosti prema Fregoni-u (1998), te minimalne, optimalne i maksimalne vrijednosti prema García-Escudero i sur. (2013).
Tablica 10. Prosječne vrijednosti biogenih elemenata u fenofazi šare za 2014. godinu, uz preporučene vrijednosti prema Fregoni-u (1998), te minimalne, optimalne i maksimalne vrijednosti prema García-Escudero i sur. (2013).
Tablica 11. Omjer kalija i magnezija po tretmanima i fenofazama za 2013. i 2014. godinu.
Tablica 12. Omjer kalija i kalcija po tretmanima i fenofazama za 2013. i 2014. godinu.
Tablica 13. Rezultati analize varijance za broj grozdova i prinosa u 2013. i 2014. godini.
Tablica 14. Rezultati odnosa prinosa grožđa s količinom biogenih elemenata u lišću vinove loze za 2013. i 2014. godinu.
Tablica 15. Koncentracija organskih kiselina u grožđu 'Malvazije istarske' za 2013. godinu.
Tablica 16. Koncentracija organskih kiselina u grožđu 'Malvazije istarske' za 2014. godinu.
Tablica 17. Rezultati analize varijance za pH vrijednost, ukupnu kiselost i koncentraciju šećera u moštu za 2013. godinu.
Tablica 18. Rezultati analize varijance za pH vrijednost, ukupnu kiselost i koncentraciju šećera u moštu za 2014. godinu.
Tablica 19. Rezultati odnosa pH vrijednosti s količinom biogenih elemenata i suhe tvari u lišću vinove loze za 2013. i 2014. godinu.
Tablica 20. Rezultati odnosa ukupne kiselosti mošta s količinom biogenih elemenata i suhe tvari u lišću vinove loze za 2013. i 2014. godinu.

Tablica 21. Rezultati odnosa koncentracije šećera u moštu s količinom biogenih elemenata i suhe tvari u lišću vinove loze za 2013. i 2014. godinu.
Tablica 22. Rezultati analize varijance za osnovnu kemijsku analizu baznoga vina u 2013. godini.
Tablica 23. Rezultati analize varijance za osnovnu kemijsku analizu baznoga vina u 2014. godini.
Tablica 24. Rezultati Tukey testa za osnovnu kemijsku analizu baznoga vina za 2013. godinu.
Tablica 25. Rezultati Tukey testa za osnovnu kemijsku analizu baznoga vina za 2014. godinu.

POPIS GRAFIKONA

Grafikon 1. Usporedba srednjih mjesečnih temperatura za period vegetacije u godinama istraživanja 2013. i 2014. s višegodišnjim prosjekom (1981.-2010.).
Grafikon 2. Usporedba mjesečne sume oborina za period vegetacije u godinama istraživanja 2013. i 2014. s višegodišnjim prosjekom (1981.-2010.).
Grafikon 3. Prikaz prosječnih vrijednosti prinosa po tretmanima za 2013. i 2014. godinu.
Grafikon 4. Prikaz prosječnih vrijednosti broja grozdova po tretmanima za 2013. i 2014. godinu.
Grafikon 5. Postotni udio vinske, jabučne i limunske kiseline u grožđu u ukupnoj koncentraciji organskih kiselina za uzorkovanja 22.08.2013. i 02.09. 2013.
Grafikon 6. Postotni udio vinske, jabučne i limunske kiseline u grožđu u ukupnoj koncentraciji organskih kiselina za uzorkovanja 29.08.2013. i 09.09. 2014.
Grafikon 7. Rezultati Tukey testa za pH vrijednost mošta po tretmanima za 2013. godinu.
Grafikon 8. Rezultati Tukey testa za ukupnu kiselost mošta po tretmanima za 2013. godinu.
Grafikon 9. Rezultati Tukey testa za koncentraciju šećera u moštu po tretmanima za 2013. godinu.
Grafikon 10. Rezultati Tukey testa za pH vrijednost mošta po tretmanima za 2014. godinu.
Grafikon 11. Rezultati Tukey testa za ukupnu kiselost mošta po tretmanima za 2014. godinu.
Grafikon 12. Rezultati Tukey testa za koncentraciju šećera u moštu po tretmanima za 2014. godinu.

1. UVOD

Pjenušava vina danas su vrlo popularna pića, za kojima raste interes potrošača. U razdoblju od 2002. do 2018. proizvodnja pjenušca je porasla za 57 % i prosječno 3 % godišnje. U 2018. svjetska proizvodnja pjenušca po prvi je put dosegla 20 milijuna hektolitara (mhL). Prosječno čini oko 7 % svjetske proizvodnje vina sa rekordnih 8 % u 2017. Proizvodnja u Europskoj uniji predstavlja između 70 i 80 % globalne proizvodnje. Stabilna putanja rasta od tada - sa prosječnom godišnjom stopom rasta od 3 % - dosegnula je vrhunac 2018., kada je svjetska potrošnja pjenušavih vina dosegla 19 milijuna hL. U 2018. obujam globalnog izvoza pjenušca činio je 9 % ukupno izvezenog vina u svijetu, što predstavlja 20 % ukupne vrijednosti izvezenog vina (O.I.V., 2020). Upravo zbog povećanog i rastućeg interesa sve veći broj vinara odlučuje se za proizvodnju pjenušca posebice od autohtonih sorata.

Pjenušava vina se proizvode sekundarnom fermentacijom baznih vina, metodom vrenja u tankovima ili bocama (Moreno-Arribas, 2009; Grainger i Tattersall, 2016). Kvaliteta i užitnost pjenušavih vina, te kvaliteta pjenjenja i potencijal starenja ovise upravo o karakteristikama mošta i baznoga vina. Iz tog razloga iznimno je važno da grožđe odnosno mošt i bazna vina po svom kemijskm sastavu zadovoljavaju osnovne preduvjete koji vode ka proizvodnji pjenušavog vina iznimne kakvoće.

Najvažnija svojstva mošta i baznoga vina o kojima se posebno vodi briga u proizvodnji pjenušca su niska pH vrijednost, viša ukupna kiselost i niska koncentracija šećera u moštu, odnosno niski alkohol u baznome vinu. Niža pH vrijednost i viša ukupna kiselost, naročito viša koncentracija vinske kiseline, povoljno utječu na svježinu, stabilnost i potencijal starenja vina, pa samim time i na pjenušce (Ribéreau-Gayon i sur., 2000). Niska koncentracija šećera u grožđu i moštu osigurava niže alkohole što je važno svojstvo za bazno vino obzirom da se u proizvodnji pjenušca sekundarnom fermentacijom proizvede dodatno od 1,3 do 1,5 5 % vol. alkohola (Toressi i sur., 2011; Grainger i Tattersall, 2016).

O.I.V. (2020) istraživanja ukazuju da se pjenušava vina sve više proizvode u toplijim i sušnijim krajevima svijeta. U takvim uvjetima teško je postići zadovoljavajuće parametre u kemijskom sastavu baznoga vina, što ograničava njihovu proizvodnju unatoč prilagodbi agrotehnike i ranijim terminima berbe. Stoga su i mediteranske toplije regije prilično limitirane u proizvodnji pjenušca (Zoecklein, 2002). Jedan o limitirajućih faktora u tim regijama je nedostatak vode u toku vegetacije koji usporava ili onemogućava apsorpciju minerala iz tla za koje je utvrđeno da direktno utječu na kemijski sastav mošta i vina. Grainger i Tattersall (2016) navode kako je u razdoblju od cvatnje do berbe potrebno

najmanje 300 mm vode za dozrijevanje bijelog grožđa, te prosječne minimalne temperature od 18 °C.

Pored vremenskih prilika, značajan utjecaj na kvalitetu i stil vina, pa tako i baznoga vina, ima tlo. Cataldo i sur. (2017) navode kako upravljanje tlom, uključujući i poboljšanje stanja hraniva u tlu povoljno utječe na kvalitetu vina. Od 17 različitih hraniva koja imaju utjecaj na rast i razvoj vinove loze (Roubelakis-Angelakis, 2009), Christensen (2011) navodi kako su najznačajniji elementi dušik, kalij i fosfor od primarnih makroelemenata, te magnezij i kalcij od sekundarnih. Isti autor navodi da za 1 t grožđa godišnje iz tla se iznese 2,24 kg kalija, 0,25 kg fosfora i 1,32 kg dušika, što ukazuje na potrebu njihove nadoknade. Međutim to u toplijim i sušim godinama može predstavljati problem upravo zbog loše apsorpcije hraniva iz tla.

Uz to dostupnost minerala ovisi i o tipu tla, te fiziološkom stanju vinove loze (Fregoni, 2008), zbog čega je folijarna gnojidba jedan od načina kako vinovoj lozi osigurati dostatne količine minerala. Njome se poboljšava usvajanje i učinkovitost hranivih tvari.

Obzirom da se mali broj autora bavio istraživanjem utjecaja folijarne gnojidbe na sastav mošta i vina, pa u nama dostupnoj literaturi nije nađeno mnogo informacija o istraživanju tog utjecaja na bazno vino, cilj ovog istraživanja bio je utvrditi utjecaj folijarne gnojidbe na kemijski sastav baznoga vina.

Sve navedeno, uz eventualne manje korekcije, pomoći će u kreiranju gnojidbenih tretmana za prihranu vinograda namijenjenih za proizvodnju grožđa od kojeg se proizvode bazna vina za pjenušce, naročito sa autohtonim sortama i u toplijim regijama.

1.1. Hipoteze

Pretpostavlja se da će folijarni gnojidbeni tretmani utjecati:

1. na povećanje dušika, fosfora i magnezija, a na smanjenje kalija, kalcija i mikroelemenata u lišću

2. na povećanje vinske kiseline, a na smanjenje pH vrijednosti i jabučne kiseline u moštu

3. na povećanje ukupne kiselosti i suhog ekstrakta te na smanjenje ukupne alkoholne jakosti u baznom vinu

1.2. Ciljevi

Utvrditi:

1. makro i mikroelemente u lišću vinove loze nakon primjene tretmana

2. koncentraciju organskih kiselina u moštu te utjecaj tretmana na osnovni kemijski sastav mošta i baznoga vina

3. najučinkovitiji tretman na kemijski sastav baznog vina sa što nižim pH-om, a što višim kiselinama, posebice vinskom

2. PREGLED LITERATURE

2.1. Ishrana vinove loze

Vinovoj lozi (*Vitis vinifera* L.) za normalan rast i razvoj neophodni su makro i mikroelementi koji se osiguravaju pravilno dizajniranom ishranom, što utječe na prinos i kvalitetu grožđa, a time i na kvalitetu vina (Perez-Alvarez i sur., 2013, Cataldo i sur., 2017). Roubelakis-Angelakis (2009) navodi kako postoji 17 različitih hranivih tvari odnosno biogenih elemenata koje imaju utjecaj na rast i razvoj vinove loze. Po važnosti se mogu svrstati u primarne makro elemente koje čine: dušik, fosfor i kalij, zatim sekundarne makro elemente: magnezij, kalcij i sumpor, te mikro elemente: željezo, cink, mangan, bor, bakar i molibden (Christensen, 2011).

Međutim ishrana vinove loze ne ovisi samo o količini tih hraniva u tlu, već na nju utječe niz čimbenika. Utjecaj na ishranu vinove loze uvelike ovisi o faktorima kao što su dostupnost minerala, vlaga u tlu, mikroklima, podloga i sorta vinove loze, tip tla u vinogradu te fiziološko stanje vinove loze (Fregoni, 2008). Ravnotežu u ishrani bilja, pa tako i vinove loze, nije moguće postići samo prihranom u cilju postizanja opskrbljenosti biljke biogenim elementima u optimalnim vrijednostima, već je jako važno u kojemu se obliku elementi nalaze u tlu. Posebno značajni su kationi u ishrani, naročito kalija, kalcija i magnezija te njihovi međusobni omjeri (Ćosić i sur., 2010). Pored toga kako navode Olson i Kurtz (1982) zahtjevi vinove loze za hranivima su skromniji nego kod drugih biljaka, te ima sposobnost i akumuliranja hraniva u drvenastim dijelovima. Smart i Coombe, (1983) izvještavaju da slaba opskrbljenost tla hranivima, te nedostatak vode u tlu smanjuju broj bobica u grozdu i masu grožđa.

Gnojidba vinograda putem tla osnovni je način ishrane vinove loze. Međutim folijarna gnojidba je jedan od način kako se može poboljšati usvajanje i učinkovitost hranivih tvari (Brataševec, 2013). Palčić (2015) navodi da folijarna primjena minerala i aminokiselina pozitivno utječe na minerale i organoleptička svojstva vina 'Malvazije istarske'. Folijarna gnojidba vinove loze ima poseban značaj na karbonatnim tlima, jer je tako moguće smanjiti negativan utjecaj kloroza, te značajno povećati ukupnu količinu sintetizirane suhe tvari po pojedinom trsu što povećava kvalitetu grožđa (Gluhić, 2011).

Upravo zbog svega navedenoga nije moguće kreirati jedinstven plan gnojidbe i prihrane vinove loze već treba uzeti u obzir sve navedene čimbenike za svaki pojedini vinograd i time stvoriti specifičan dizajn ishrane.

2.1.1. Tlo

Tlo je heterogen, dinamičan i neobnovljiv sustav koji vinovoj lozi osigurava stanište, ali i direktno utječe na kvalitetu grožđa i vina (Wiesmeier i sur., 2009; Guerra i sur., 2012). Kvalitetno gospodarenje tlom podrazumijeva povoljan statusa hraniva, vode i biološke raznolikosti, suzbijanje korova i štetočina u tlu, a predstavlja važan aspekt u kontroli rasta vinove loze i njezinom fiziološkom stanju, uz direktan utjecaj na poželjna kvalitativna svojstva vina (Fregoni, 2008; Cataldo i sur., 2017). Palčić (2015) navodi kako svojstva tla koja najviše utječu na kvalitetu vina kroz minerali sastav su pH vrijednost tla, struktura tla i količina fiziološki aktivnog vapna.

Reakcija tla najvažniji je čimbenik koji utječe na topljivost i dostupnost fosfora, kalcija, magnezija i kalija biljkama obzirom da se njihova količina može smanjiti i na kiselim i na alkalnim, vapnenačkim tlima (Čoga i sur., 2009). U slabo alkalnim do pH neutralnim tlima hraniva se lakše apsorbiraju te to dovodi do poboljšanog vegetativnog rasta vinove loze i veće kvalitete grožđa (Wang i sur., 2006). Pored toga važan utjecaj na usvajanje hraniva ima i temperatura tla, jer je utvrđeno postojanje pozitivne korelacije između visoke temperature tla i usvajanja dušika, kalija, kalcija i magnezija (Bogoni i sur., 1995).

Vinova loza se relativno lako prilagođava različitim tipovima tla (Wang i sur., 2015). Različiti tipovi tla, čak i pod istim klimatskim uvjetima mogu dovesti do odstupanja u sastavu vina (Wang i sur., 2006), a posebno imaju utjecaj na fenolne spojeve u grožđu (Gambelli i Santaroni, 2004). Poznato je da sastav grožđa kontrolira interakcija tlo-biljka-atmosfera (Tramontini i sur., 2013). Prema navodima Gómez-Míguez i sur. (2007) količina dostupnog kalija i kalcija u tlu, te mikroorganizmi mogu utjecati na koncentraciju šećera i tanina u grožđu.

2.1.1.1. Crvenica

Crvenica ili *terra rossa* je automorfni tip tla razvijen na čvrstim mezozojskim vapnencima i dolomitima kao matičnim podlogama. Ima ohrični horizont koji je humusno akumulativan, a leži neposredno na kambičnom horizontu, što znači da je A – (B)rz – R tip građe profila. Po Munsellovom atlasu boja crvenica je 2,5YR i 10R, value i chroma > 3.

Klima u područjima sa crvenicom najčešće je mediteranska ili sredozemna, sa karakterističnim suhim i toplim ljetima, te blagim i vlažnim zimama (Bogunović i sur., 2009). Takva klima pogodovala je nastanku crvenice. Njezin postanak i razvoj istraživali su mnogi istraživači, te iako su sporna neka tumačenja njezinog postanka smatra se kako je nastala

kao rezultat triju procesa: dekarbonizacije, rezidualne akumulacije netopivog ostatka rubifikacije, te stvaranje glinenih minerala karakteristične crvene boje (Durn, 2003). Nastala je miješanjem netopivih ostataka karbonatnih stijena s trošnim i erodiranima naslagama lesa i fliša (Benac i Durn, 1997). Također jedan dio crvenice nastao je i raspadanjem boksita. Sam postanak crvenice je vrlo dugotrajan proces i za 1 cm tla potrebno je otopiti 5 m debeli sloj stijene, a za to je potrebno oko 10.000 godina. Crvenica je tipično tlo mediteranskog i submediteranskog područja. Na području poluotoka Istre nalazi se ukupno 14 različitih tipova tla (Racz, 2003), a crvenica je jedno od najzastupljenijih tipova, stoga se taj dio Istre naziva i ''Crvena Istra''.

Prema teksturi može biti glinasta ili ilovasta, a struktura joj je poliedrična. Tlo je većinom nekarbonatno, a pH vrijednost u vodi je neutralne reakcije. Slabo je opskrbljena humusom – prosječno na dubini 30 – 60 cm ima 2,03 % humusa (Gluhić, 2005) te je generalno siromašna fosforom, a dobro opskrbljena kalijem (Bogunović i Bensa, 2005).

Dubina crvenice varira od 30 cm pa sve do preko 1 m. Dubokim crvenicama smatraju se tla s profilom većim od 70 cm. Prisutnost skeleta također može varirati od neznatnih 2 % pa sve do preko 50 %. Smatra se dobro propusnim i aeriranim tlom, iako kod velikih količina oborina može doći do otežane profilne drenaže što uzrokuje duže zadržavanje površinske vode koja se sporo ocjeđuje (Škorić i Bogunović, 1980).

Crvenica iako možda nema idealne predispozicije za uzgoj grožđa za proizvodnju pjenušca zbog lošeg vodozračnog odnosa, veće količine kalija, te nižih količina fosfora i magnezija. Pravilno prilagođenom gnojidbom može postati poželjan tip tla za ovu vrstu uzgoja. Prvenstveno treba voditi računa da se gnojidbom ne nagomilavaju zalihe kalija kako se ne bi u vinu stvarali kalijevi bitartarati. Također gnojidba dušikom i humusom mora biti umjerena, no ne preniska, jer u toploj klimi za očuvanje kiselina u moštu i vinu poželjna je veća lisna masa, što zahtjeva i veće količine dušičnih spojeva dostupnih biljci. Iz istog razloga poželjno je održavati količine fosfora u granicama dobre opskrbljenosti kako kvaliteta grožđa ne bi opadala s obzirom na povećanu lisnu masu i nešto više prinose. Prihrana magnezijem važan je faktor u smanjenju negativnog utjecaja kalija na koncentraciju ukupnih kiselina, a gnojidbu provoditi na način da ne dođe do prevelikog zakiseljavanja niti alkalizacije tla. Naime, Slunjski i sur. (2013) navode kako povećanjem pH vrijednosti tla povećava se i koncentracija šećera u moštu, samim time i koncentracija alkohola, a smanjuje se kiselina, te povećava pH vrijednost.

2.1.2. Biogeni elementi

2.1.2.1. Dušik

Dušik je najvažniji makroelement u tlu za vinovu lozu. Obzirom da ima najveći utjecaj na rast i razvoj biljke. On je sastavni dio proteina koji sačinjavaju molekule klorofila stoga utječe na prinos (Keller i sur. 1998) i sastav mošta (Ough i Bell 1980). Nitrati i amonijevi ioni najčešći su oblici dušika dostupni biljkama, a mogućnost iskorištavanja ovisi o razvojnom i fiziološkom statusu vinove loze, te o svojstvima tla kao što su tekstura, struktura, količina dostupne vode i pH vrijednost (Roubelakis-Angelakis, 2009).

Suvišak dušika se rijetko javlja, jer vinova loza može akumulirati visoke koncentracije. Međutim Peacock i sur. (1991) navode da prevelika opskrba dušikom može reducirati koncentraciju šećera, nepovoljno utjecati na dozrijevanje, povećati malate i pH vrijednost. Također vinova loza je podložnija bolestima. Nepovoljan učinak na smanjenje razine vinske kiseline, unatoč značajno višoj koncentraciji ukupne kiselosti, može imati intenzivnija gnojidba dušičnim gnojivima (Karoglan, 2009). Spayd i sur. (1994) iznose kako se broj dana od cvatnje do berbe linearno povećavao sa dozama dušičnog gnojiva.

S druge pak strane, Christensen (2000) iznosi da se nedostatak dušika teže prepoznaje sve dok ne postane ozbiljan problem. Očituje se prvenstveno na mladicama i listovima što utječe na smanjenu bujnost. Dolazi do žućenja vegetativnih dijelova zbog oslabjelog fotosintetskog potencijala vinove loze, što za uzrok ima i smanjenu sintezu šećera (Coombe i Dry, 1992).

Vinova loza iskoristi čak 30 % dostupnog dušika u fenofazama između pupanja i cvatnje, kada se najviše koristi dušik koji je akumuliran prethodne jeseni (Christensen, 2011). Njegova količina se prema kraju vegetacije smanjuje (Petek i sur., 2008). Prema Fregoni-u (1998) vinovoj lozi u lišću je potrebno u fenofazi šare 1,60 - 2,65 % dušika. Skupina autora (García-Escudero i sur., 2013) iznosi pak da u istoj fenofazi u lišću (cv. Tempranillo) je potrebno najmanje 2,08 % dušika, te se ispod tog postotka smatra manjak, dok se iznad 2,42 % dušika smatra suvišak. Optimalna količina je 2,19 do 2,29 % dušika. Porro i sur. (2007) navode da je vinovoj lozi godišnje, u agroekološkim uvjetima sjeverne Italije, potrebno oko 82,00 kg/ha dušika, a prinosom se iznese oko 41,60 kg/ha. Primjena gnojiva na bazi dušika preporuča se tijekom cijelog vegetacijskog ciklusa (Alexander, 1986). Mnogi autori navode da gnojidba dušikom i dušičnim gnojivima izravno utječe na količinu suhe tvari u biljnom materijalu različitih biljnih vrsta (Đurovka i sur. 1997, Kashem i sur. 2015; itd.).

2.1.2.2. Fosfor

Fosfor je važna strukturna komponenta nukleinskih kiselina i membranskih lipida, aktivira enzime i metaboličke međuprodukte te osigurava višekratnu pohranu energije u ATP-u, što ga čini ključnim za fotosintezu, glikolizu i disanje biljaka, a time i za metabolizam šećera (Santos i sur., 2004; Pessarakli, 2020). Čoga i sur. (2009) iznose da povećanjem količine fosfora u lišću raste koncentracija šećera u moštu, te se smanjuje koncentracija ukupne kiselosti. Fosfor je unutar biljke vrlo mobilan i kreće se do mjesta rasta, a njegov nedostatak se rjeđe očituje zbog manjih zahtjeva i dostupnosti organskog i anorganskog fosfora u vinogradarskim tlima (Jackson, 2014). Wolf (2004) navodi da nedostatak fosfora se češće javlja na kiselim tlima, zbog toga što je u njima vrlo nepokretan ili pak u tlu stvara netopive spojeve sa željezom i aluminijem dok u alkalnom tlu sa kalcijem tvori netopive kalcijeve fosfate te tako postaje biljci nedostupan.

Višak fosfora može utjecati na nedostatak kalija, te mikroelemenata naročito željeza i cinka obzirom da dovodi do njihovog taloženja (Goldammer, 2018).

Nedostatak fosfora očituje se prvo na starijem lišću pojavom tamnozelenih dijelova lista, usporenim i smanjenim rastom, a također dolazi do ranije zriobe grožđe te do smanjenja prinosa (Skinner i Matthews, 1989). Isti autori u drugom istraživanju (1990) navode kako u vinogradarskim tlima kisele reakcije uslijed niske količine fosfora može doći do nedostatka magnezija obzirom da fosfor utječe na translokaciju magnezija iz korijena u nadzemne organe biljaka. Coradie i Saayman (1989) iznose da je evidentirani antagonizam između fosfora i kalija, uslijed pretjerane gnojidbe fosforom.

Primjena fosfornih gnojiva preporučljiva je od fenofaze razvoja bobica, kada u lišću treba 0,150 - 0,380 % fosfora do šare kada je potreba za fosforom 0,120 - 0,280 % (Alexander, 1986; Fregoni, 1998). Optimalna količina fosfora u lišću u fenofazi šare po García-Escudero i sur. (2013) je 0,148 % - 0,163 %, uz minimalnu vrijednost od 0,134 % i maksimalnu od 0,183 % fosfora. Petek i sur. (2008) navode da se količina fosfora prema kraju vegetacije smanjuje. Vinova loza godišnje prinosom iznese oko 4,8 kg/ha, a godišnja potreba je oko 11,3 kg/ha u agroklimatskim uvjetima sjeverne Italije (Porro i sur., 2007).

2.1.2.3. Kalij

Kalij je vrlo važan element u ishrani vinove loze obzirom da je kalijev kation (K^+) najzastupljeniji kation u staničnoj stijenci (Roubelakis-Angelakis, 2009). Kalij ima mnogo funkcija u biljci: sudjeluje u aktivaciji mnogih enzima koji su odgovorni za metabolizam i

bionsintezu, otvaranje i zatvaranje pučija, sintezu proteina, translokaciju šećera, neutralizaciju organskih kiselina, te toleranciju na biotičke i abiotičke stresove (Mengel i Kirkby, 1987; Bergmann, 1992; Ahmad i Maathuis, 2014; Barker i Pilbeam, 2015). On je jedan od najzastupljenijih elemenata u tlu koji uslijed razgradnje vrlo brzo i lako se veže za adsorpcijski kompleks, u većini tipova tla, pa je njegova pokretljivost niska kao i mogućnost ispiranja (Vukadinović i Vukadinović, 2011).

Nakupljanje kalija u bobicama povezano je sa nakupljanjem suhe tvari i težinom mesa bobice u odnosu na status vode u biljci, jer kako navode Véry i Sentenac (2003) kalij doprinosi protoku floemskog soka i sudjeluje u uspostavi osmotskog gradijenta između lišća i bobice. Na povećanje suhe tvari u mladicama, lišću i vinu utječe kalij prema navodima Conradie i Saayman-u (1989). Vinova loza ima velike zahtjeve prema kaliju, naročito u fenofazi zriobe grožđa (Mpelasoka i sur., 2003.). Isti autori navode da prevelika koncentracije K^+ u bobicama ima negativan učinak na kvalitetu vina, uglavnom zato što smanjuje koncentraciju vinske kiseline, a to rezultira povišenjem pH grožđa, mošta i vina. U toplijim klimatskim uvjetima ioni K^+ se nakupljaju i povećavaju tijekom razvoja i dozrijevanja grožđa, što dovodi do prekomjerne neutralizacije organskih kiselina (Villette i sur., 2020). Jedan od mogućih razloga za to su visoke temperature koje pospješuju potrošnju jabučne kiseline kao respiratornog supstrata, što rezultira niskom ukupnom kiselosti mošta, čime se narušava pH i dovodi do nestabilnosti vina.

Mnogi autori smatraju kako je vinova loza biljka kalija, čemu u prilog ide činjenica da godišnje treba oko 91,3 kg/ha, po čemu je potreba za kalijem najveća od svih makroelemenata, a prinosom se iznese 53,7 kg/ha kalija (Porro i sur., 2007). No visoka količina kalija u lišću i bobicama povezan je sa visokim pH mošta (White, 2003). Uz to može dovesti do smanjenog omjera vinske naspram jabučne kiseline, što je negativno svojstvo za visokokvalitetna vina.

Suvišak kalija dovodi do smanjena magnezija u vinovoj lozi, zbog antagonističkog djelovanja (Bérud i sur., 2003). Osim toga suvišak kalija može otežati i usvajanje magnezija te kalcija, mangana, bora i cinka posebice kod zaslanjenih tala ili obilne gnojidbe (Vukadinović i Vukadinović, 2011). Povećanje količine kalija u lišću folijarnom gnojidbom kalijem ne utječe se značajno na ukupnu kiselost i pH mošta, dok se koncentracija šećera pri tome smanjuje (Lošák i sur., 2020).

Preporučene količine kalija u lišću prema Fregoni-u (1998) u fenofazi šare iznose 0,500 - 1,600 %. García-Escudero i sur. (2013) iznose da u fenofazi šare u lišću vinove loze je optimalno 0,767 % - 0,907 % kalija, dok je sve iznad 1,130 % suvišak, a 0,630 % manjak.

Njegova količina se prema kraju vegetacije neznatno mijenja prema navodima Petek i sur. (2008).

Nedostatak kalija kod vinove loze izaziva usporen rast loze i korijena, te korjenovih dlačica. Prvo se nedostatak vidi kao žutilo starijih listova na rubovima, koji kasnije nekrotiziraju i uvijaju se, te dobivaju brončanu boju (White, 2003). Nedostatak također dovodi do osjetljivosti vinove loze na sušu i niske temperature (Ruhl, 1989), a može biti uvjetovan ne samo manjkom tog elementa u tlu, već i nedostatkom vlage u tlu, jer je on pokretan samo u dovoljno vlažnim tlima (Christensen i sur., 1990).

2.1.2.4. Kalcij

Kalcij je uključen u neutralizaciju organski kiselina i stabilnost staničnih stjenki, zajedno s drugim kationaima (kalija, magnezija) kako navode Bérud i sur. (2003), te aktivira oko dvadesetak enzima (Vukadinović i Vukadinović, 2011). Kalcij je sporo pokretan, što se reflektira na niske stope akumulacije, transport između stanica i u floemskom transportu (Roubelakis-Angelakis, 2009). Kalcij koji se nalazi u kožici bobica povezan je s rezistencijom grožđa na patogene bio-agresore (Chardonnet i Donèche 1995). Utvrđena je pozitivna korelacija kalcija sa koncentracijom šećera u moštu i negativna korelacija tog elementa s ukupnom kiselosti (Čoga i sur., 2009).

Nedostatak kalcija rijetko se javlja, osim na jako kiselim tlima (Jackson, 2014). Vukadinović i Vukadinović (2011) navode kako se simptomi prvo pojavljuju na mladim listovima kao kloroza koja se širi od vrhova prema rubovima, a lišće se u kasnijim fazama uvija, te postoji mogućnost pojave vršne truleži grozdova. Sporiji je rast nadzemnog i podzemnog dijela biljke. Izrazito suho vrijeme u periodu od fenofaze cvatnje do dozrijevanja može utjecati na smanjeno usvajanje kalcija (Chardonnet, 1994).

Vukadinović i Vukadinović (2011) iznose da višak kalcija može dovesti do problema usvajanja ostalih biogenih elemenata, pa se simptomi očituju kao nedostatak tih elemenata. Poznat je antagonizam između kalija i kalcija, koji se još naziva i 'Ehrenbergov zakon'. Optimalan međusobni odnos kalija i kalcija je 0,45, a sve ispod i iznad predstavlja nepovoljan utjecaj (Fregoni, 1998). Na usvajanja kalcija negativno utječe povećana količina kalija (Christensen i sur., 1990).

Neki autori (Schaller i sur., 1992; Ollat i Gaudillère, 1996; Rogiers i sur., 2000; Cabanne i Donèche, 2003) navode kako se kalcij nakuplja u bobicama tijekom cijelog njezinog razvoja, odnosno da se prema kraju vegetacije ta količina povećava (Petek i sur., 2008). Drugi pak

iznose da nakupljanje kalcija prestaje nakon šare (Hrazdina i sur, 1984; Possner i Kliewer, 1985; Creasy i sur., 1993). Utvrđeno je da je najveća potrošnja kalcija između šare i zriobe (Roubelakis-Angelakis, 2009). Fregoni (1998) navodi da je za vinovu lozu-u lišću u fenofazi šare preporučena količina 2,20 - 4,50 %. Minimalna količina kalcija u lišću u fenofazi šare po García-Escudero i sur. (2013) je 2,82 %, optimalna 3,10 - 3,34 %, a maksimalna količina je 3,62 %.

2.1.2.5. Magnezij

Magnezij je sekundarni makroelement koji je vrlo važan elektrolit u biljkama i lako se premješta iz starijih listova u mlade (Christensen, 2011). Nalazi se u sastavu klorofila stoga je izuzetno važan za fotosintezu. Pored toga aktivator je velikog broja enzima: peptidaze, dehidrogenaze, karboksilaze, dekarboksilaze, enzima asimilacije CO_2. Sudjeluje u izgradnji Mg-pektinata koji služi u izgradnji stanične stjenke, te Mg-oksalata koji neutraliziraju višak kiselina. Stabilizira ribosome u biosintezi proteina i aktivira prijenos aminokiselina na polipeptidni lanac. Važan je za sintezu pigmenata ksantofila i karotena, stabilizaciju stanične membrane i ishranu biljke fosforom (Vukadinović i Vukadinović, 2011). Čoga i sur. (2009) utvrdili su postojanje pozitivne korelacije između magnezija i šećera u moštu, te negativnu korelaciju s ukupnom kiselosti.

Magnezij se ne nalazi u tlu u velikim količinama, a zbog svog relativno malog ionskog radijusa i velikog radijusa hidratacije, magnezij se slabo veže na tlo i lako se ispire iz tla (Chen i sur., 2015). Isti autori napominju da je manjak magnezija sve veći problem u poljoprivredi, posebno na kiselim tlima koja su visoko zasićena drugim kationima, posebice u područjima s velikom količinom oborina. Štoviše, nedostatak magnezija javlja se u pjeskovitim tlima sa velikom količinom padalina, slabo dreniranim tlima i tlima vinograda sa jakom alkalnom reakcijom (Herak Ćustić i sur., 2008). Iz tog razloga, folijarna gnojidba magnezijem je dobra mjera za poboljšanje statusa u biljci, budući da primjena magnezija povećava koncentraciju klorofila u lišću i vegetativnom prinosu (Chen i sur., 2015). Prema Christensen-u (2011) potrebe vinove loze za magnezijem je 25 puta manja nego potreba za kalijem, dok Porro i sur. (2007) navode da je ta razlika manja, jer vinova loza u agroekološkim uvjetima sjeverne Italije treba godišnje oko 25,0 kg/ha, uz iznošenje prinosom od 10,4 kg/ha.

Unatoč maloj potrebi vinove loze za magnezijem ponekad se javlja nedostatak. Prvi simptomi nedostatka vidljivi su na starom lišću, na kojem se pojavljuje kloroza zbog razgradnje klorofila. Kasnije se kloroza pojavljuje i na mladim listovima. Na listovima su

vidljivi znakovi tipične intervenozne kloroze koja se kod vinove loze širi prstoliko čineći tzv. "mramorne vene", nakon čega zbog odumiranja tkiva nastupa nekroza (Vukadinović i Vukadinović, 2011). Nedostatak može biti vidljiv i na bobicama koje se nisu potpuno razvile. Nepovoljan utjecaj na njegovo usvajanje u biljku može imati i niski pH tla. S obzirom da su K^+ i Ca^{2+} ioni snažniji i biljka ih brže upija, često istisnu Mg^{2+} koji je dostupan biljci, pa se javlja njegov nedostatak (Hannan, 2011).

Suvišak magnezija nije česta pojava, a najčešće se zapažaju na tlima nastalim na dolomitima i serpentinama. Vukadinović i Vukadinović (2011) iznose da viška magnezija je vidljiv kao specifične morfoze. U slučaju suviška magnezij ima toksično djelovanje na vinovu lozu, zbog čega trs vrlo brzo propada. Magnezij ima puno antagonista poput kalija, kalcija, mangana, aluminija, te NH^{4+} iona.

Vinova loza ima potrebe za magnezijem tijekom cijele vegetacije, no najveće potrebe su tokom šare (Roubelakis-Angelakis, 2009). Preporučene količine magnezija u lišću u fenofazi šare su od 0,180 % do 0,600 % (Fregoni, 1998). Druga skupina autora (García-Escudero i sur., 2013) navodi da je optimalna količina u fenofazi šare od 0,384 % do 0,455 % magnezija. Manjak se smatra ispod 0,315 %, a suvišak iznad 0,558 % magnezija. Primjena magnezijevog gnojiva preporučljiva je folijarno, a moment prihrane razlikuje se ovisno da li postoji pojava kloroze pa se tretira u fazi rasta bobice, ili je došlo do pojave sušenja peteljkovine pa se preporuča provesti 3 tretmana (nakon zatvaranja grozda, početkom šare i 10 - 14 dana nakon 2. tretiranja kako navodi Alexander (1986). Petek i sur. (2008) navode kako se količina magnezija povećava prema kraju vegetacije. Također folijarna primjena magnezija smanjuje omjer K/Mg (Zatloukalová i sur., 2011).

2.1.2.6. Sumpor

Sumpor je potreban za sintezu raznih aminokiselina u prvom redu cisteina i metionina, koji su sastavni dio proteina. Unatoč tome što nije sastavni dio klorofila potreban je za njegovu sintezu (Sharma, 2005; Vukadinović i Vukadinović, 2011).

Nedostaci sumpora najčešće se ne javljaju u vinogradima, jer se on u elementarnome obliku koristi kao zaštitno sredstvo. Također se nalazi u nekim gnojivima koja se često primjenjuju u vinogradima (Sharma, 2005).

2.1.2.7. Željezo

Željezo je važan mikroelement za fotosintezu s obzirom da sudjeluje u razvoju kloroplasta i sintezi klorofila, utječe na rast lišća, ulazi u sastav nekoliko enzima (katalaze, peroksidaze, citokromoksidaze i raznih citokrom enzima), te je kofaktor za redoks-reakcije (Mengel i Kirkby, 1987). Vinova loza godišnje treba oko 1324,1 g/ha željeza, a prinosom iznese do 123,8 g/ha (Porro i sur., 2007).

Problem s opskrbom vinove loze željezom, najčešće se javlja na tlima s većim količinama fiziološki aktivnog vapna (Bergmann, 1992). Prema Jackson-u (2014) njegov nedostatak se uočava kao kloroza mladoga lišća, koja se prvo pojavljuje na vrhovima mladica početkom vegetacije, a kasnije dolazi do sušenja i opadanja lišća vinove loze.

Nedostatak željeza utječe također na promjenu omjera fosfora i željeza što korelira sa pojavom kloroze. Pri tome dolazi do inaktivacije funkcije željeza zbog povećanje količine fosfata, a rezultat toga je smanjena sinteza proteina, porast sadržaja slobodnih aminokiselina i pad sadržaja proteina, RNK i ribosoma. Također dolazi do porasta limunske kiseline zbog smanjene aktivnosti akonitaze (Vukadinović i Vukadinović, 2011).

Suvišak željeza dovodi do toksičnog djelovanja na vinovu lozu, međutim on se vrlo rijetko javlja (Jackson, 2000), osim u vrlo kiselim, slabo prozračenim tlima.

Preporučeno vrijeme primjene željeznih gnojiva je prije cvatnje i u fenofazi razvoja bobica (Alexander, 1986), a preporučene količine u listu vinove loze u fenofazi šare su 80 - 300 mg/kg (Fregoni, 1998). García-Escudero i sur. (2013) navode kako u fenofazi šare maksimalna količina željeza u lišću na bi smjela prelaziti 205 mg/kg, a optimalan je količina od 134 do 164 mg/kg.

2.1.2.8. Cink

Cink je važan mineral, čija je fiziološka uloga vrlo značajna i opsežna. Utječe na metabolizam mnogih tvari, posebno proteina, te je sastavni dio mnogih enzima u biljkama (Vukadinović i Vukadinović, 2011).

Nedostatak cinka najrasprostranjeniji je nedostatak mikroelemenata u vinogradarstvu (Christensen, 2000). Isti autor navodi da se nedostatak javlja najčešće na pjeskovitim tlima, te vapnenačka tla sa visokim pH koji smanjuje dostupnost cinka, a pogoduje i niska količina organske tvari (Gluhić, 2013). Nedostatak utječe prvenstveno na grožđe na način da su bobice tvrde i zelene, te sporo dozrijevaju, dok kod većih nedostataka utjecaj je vidljiv i na

lišću. Jackson (2014) iznosi da se nedostatak primjećuju i na lišću koje je deformirano, manje i često asimetrično na vršim mladicama.

Vinova loza godišnje iznese prinosom 124,3 g/ha, a godišnja potreba je oko 629,6 g/ha. Preporučene količine cinka u lišću u fenofazi šare su 14 - 160 mg/kg (Fregoni, 1998) s time da su potrebe u fenofazi rasta bobice veće prema navodima istog autora. Upravo zbog toga druga skupina autora preporučaju primjenu cinkovih gnojiva, naročito folijarnih u fenofazi cvatnje (Alexander,1986; Herak Ćustić i sur., 2011). Jackson (2014) sugerira primjenu nakon vršikanja, a prije zametanja bobica kako bi se spriječila pojava nezrelih bobica. Prema García-Escudero i sur. (2013) u fenofazi šare optimalnim vrijednostima smatra se 16 – 19 mg/kg uz maksimalnu vrijednost od 23 mg/kg što je mnogo manje nego prema Fregoni-u (2006).

Suvišak cinka rijetko se javlja, i to samo na kiselim tlima i rudištima, a očituje se smanjenim rastom, te može dovesti do toksičnosti, a tada su simptomi slični nedostatku (Mengel i Kirkby, 1987). Visoke koncentracije u otopini tla mogu dovesti do smanjenog usvajanja fosfora i željeza (Gluhić i Deklić, 2018).

2.1.2.9. Mangan

Mangan iako nije gradivi element sastavni je dio i aktivator velikog broja enzima. Značajnu ulogu ima u oksido-redukcijskim procesima, a nezamjenjiv je u fotosintetskom transportu elektrona fotosustava II, proces fotooksidcije vode, te u redukciji nitrata (Vukadinović i Vukadinović, 2011). Isti autori navode da dobra raspoloživosti mangana smanjuje potrebu za dušikom, fosforom, kalijem i kalcijem bez da utječe na smanjivanja prinosa. Preporučena količina mangana u listu vinove loze u fenofazi šare je 55 - 400 mg/kg (Fregoni, 1998), dok je kod García-Escudero i sur. (2013) u istoj fenofazi taj raspon puno manji i iznosi minimalno 77 mg/kg, optimalno od 99 do 124 mg/kg, te maksimalno 156 mg/kg.

Nedostatak se uočava kao međužilna kloroza sa zelenim rubom uz glavne žile lista (Jackson, 2014), a kod velikog nedostatka dolazi do pojave smeđih nekrotičnih pjega, opadanja lišća, te kasnijeg dozrijevanja (Gluhić, 2013). Isti autor navodi da se češće javlja na organskim tlima, tlima sa visokim pH, pjeskovitim tlima sa niskom količinom organske tvari i na tlima na kojima je izvršena kalcifikacija sa visokim dozama kalcija. Folijarna gnojidba najbolje rješava nedostatak mangana, koja se najčešće javlja početkom vegetacije i to na alkalnim tlima (Herak Ćustić i sur., 2009). Porro i sur. (2007) navode da godišnja potreba vinove loze za manganom je 680,60 g/ha, dok se prinosom iznese 308,20 g/ha.

Do pojave viška mangana i njegove toksičnosti može doći na slabo prozračnim kiselim tlima (White, 2003).

2.1.2.10. Bakar

Bakar je mikroelement koji sudjeluje u oksidativnim reakcijama, sintezi proteina, ugljikohidrata i klorofila (Mengel i Kirkby, 1987). Značajna mu je uloga u metabolizmu dušikovih spojeva (Vukadinović i Vukadinović, 2011).

García-Escudero i sur. (2013) navode da u fenofazi šare vinovoj lozi treba minimalno 59 mg/kg, optimalno od 117 do 221 mg/kg, te maksimalno 350 mg/kg s time da napominju kako raspon s fiziološkim značenjem ne može se odrediti zbog ostataka fungicida. Obzirom da je bakar sastavni dio mnogih sredstava koja se koriste u zaštiti vinograda, nedostatak se vrlo rijetko javlja (Jackson, 2014).

Simptomi manjka bakra su kloroza i nekroza lišća, odumiranje vršnih izdanaka, uvenuće, uvijanje lišća i odumiranje mlađeg lišća (Vukadinović i Vukadinović, 2011).

Do viška bakra najčešće dolazi zbog intenzivne primjene zaštitnih sredstava, a to može dovesti do smanjenog rasta korijena, kloroze starijeg lišća i crvenkaste rubne nekroze. Također može dovesti do smanjenja prinosa i direktno utjecati na kvalitetu vina (Mirlean i sur., 2005; Garcia-Esparza i sur., 2006). Zbog svega navedenoga prihrana bakrom u vinogradima najčešće se uopće ne provodi

2.1.2.11. Bor

Bor je jedini mikroelement koji nema ulogu u fotosintezi ili enzimima kod biljaka, no povezan je s ugljikohidratima i reproduktivnosti (klijanjem polena) vinove loze.

Njegov nedostatak očituje se prvo na mladim listovima koji se naboraju, pojavljuje se nekroza, a bobice ne rastu do pune veličine. Nedostatak je često povezan s niskom vlagom tla. Na suvišak je vinova loza jako osjetljiva (Sharma, 2005).

2.1.2.12. Odnos kalija i magnezija

Kalij i magnezij imaju snažno međusobno antagonističko djelovanje. Budući da su koncentracije kalijevih i magnezijevih iona u otopini tla različite, oni također zahtijevaju različite sustave prijenosa kroz biološke membrane korijena.

Kalij puno više blokira usvajanje, a posebno translokaciju magnezija u biljci nego obrnuto (Barker i Pilbeam, 2015). Jedan od mogućih razloga za smanjeno usvajanje magnezija mogao bi biti taj što neki prijenosnici iona Mg^{2+} (kao što su proteini obitelji CNGC) također mogu transportirati druge ione kao što su K^+ ioni (Chen i sur., 2018). Povišena količina magnezija djeluje na smanjeno primanje kalija, pa je i njegova količina u lišću manja (Bišof, 1991). S druge strane pretjerano gnojenje kalijem dovodi do nedostatka magnezija (Bérud i sur., 2003). Stoga se u tlima s viškom kalija ili prekomjernom primjenom K^+ gnojiva često javlja manjak magnezija zbog njihovog antagonističkog odnosa i velikog omjera K/Mg (Chen i sur., 2018; Zatloukalová i sur., 2011). Omjer K/Mg često je mnogo važniji za kvalitetu mošta od same količine magnezija i kalija, jer utječe na organoleptička svojstva, pH i ukupnu kiselost (Gerendás i Führs, 2013), što navode i Peršurić Palčić i sur. (2022).

Simptomi nepovoljnog omjera K/Mg vidljivi su kao nekroza peteljke te sušenje i smežuravanje bobica, kao posljedica gubitka turgora. Također dolazi do smanjenja koncentracije šećera u grožđu te istovremeno rasta ukupne kiselosti (Bondada i Keller, 2012). Na njihov međusoban odnos značajan utjecaj ima reakcija tla, fenofaza i interakcijski učinak reakcije i fenofaze (Jurkić, 2017). Također ista autorica navodi da je najširi odnos K/Mg u lišću vinove loze bio u fenofazi cvatnje (5,12 - 5,45), te se on smanjivao prema kraju vegetacije (2,48 - 2,85). Fregoni (2006) iznosi da je optimalni odnos za K/Mg 3,00 – 7,00, te da vrijednost < 3,00 upućuje na nedostatak kalija, a vrijednosti > 7,00 na nedostatak magnezija. Prema Hannan (2009) kod omjera kalija i magnezija 1:3 listovi vinove loze izgledaju kao da imaju opržotine te odumiru, dok kod omjera 1:1 su simptomi znatno manji. Visok pH tla utječe na usvajanje kalija i magnezija, te pogoršava antagonističko djelovanje K/Mg. Na alkalnim tlima antagonistički odnos kalija i magnezija dovodi do povećanja ukupnih kiselina u grožđu i moštu (Garcia i sur., 2008).

Na tlima s visokim udjelom vapna utvrđena je negativna korelacija između iona magnezija i kalija u listu (Gluhić i sur., 2009). Prekomjerne količine kalija u grožđu, koja se javlja kod neadekvatne primjene u vinogradu (Daudt i Fogaca, 2008) zbog blokiranja usvajanja magnezija, a samim time i fotosinteze dovodi do visokog pH mošta. Antagonizam između kalija i magnezija utječe na prinose prema navodima Zlamalove i sur. (2015), obzirom da je do povećanja prinosa došlo prilikom odvojene primjene magnezijevog i kalijevog gnojiva, dok je kod tretmana sa kombiniranim gnojivom (K + Mg) taj porast bio mnogo manji.

2.1.3. Folijarna gnojidba

Folijarna gnojidba podrazumijeva primjenu i usvajanje hraniva putem lišća. Ovakav način prihrane biljaka omogućava brzu i učinkovitu asimilaciju primijenjenih biogenih elemenata (Lasa i sur., 2012). Također ovakva primjena gnojiva omogućava pravilniju ishranu biljaka odnosno dostupnost hraniva u kritičnim fazama i brzu mogućnost djelovanja kod pojave simptoma nedostataka, a dobra je i s ekološkog aspekta (Akasairi i sur., 2022). Osim usvajanja biogenih elemenata ovim putem moguće je biljke pa tako i vinovu lozu putem lišća tretirati i različitim biostimulatorima (hormoni rasta, organski materijal i/ili mikroorganizmi). Primjer je primjena ekstrakta smeđih morskih algi (*Ascophyllum nodosum* L.) koje se danas često koriste u vinogradarstvu zbog učinka na rast i prinose, te otpornost na abiotske stresove (Battacharyya i sur., 2015). Pored toga biostimulatori pozitivno utječu na usvajanje hraniva i kvalitetu prinosa kod biljaka (van Oosten i sur., 2017). Poznato je da prevelike doze dušika u tlu utječu na pretjerani vegetativni rast biljaka što može biti negativno. No ciljana primjena dušičnih gnojiva folijarno u vrijeme šare ima pozitivan efekt na količinu dušika u grožđu i moštu što je važno za alkoholnu fermentaciju (Cheng i sur., 2020).

Unatoč tome što je poznat pozitivan utjecaj folijarne gnojidbe na biljke naročito u pogledu rasta i prinosa, utjecaj takvog tipa gnojidbe na vinovu lozu, njezinu fiziologiju i produktivnost, još uvijek je nedovoljno istražen (Sabir i sur., 2014).

Folijarna gnojiva često se primjenjuju u ekološkom sustavu uzgoja kao i aplikacija uz zaštitna sredstva što ih čini jednostavnima za primjenu.

2.1.4. 'Malvazija istarska'

'Malvazija istarska' smatra se autohtonom sortom Istre (Maletić i sur., 2015). Isti autori navode kako je to najrasprostranjenija i vodeća sorta u podregiji Hrvatska Istra. Međutim osim u Istri uzgaja se na cijelo istarskom poluotoku sve do talijanske regije Friuli. Gospodarski je to najvažnija autohtona bijela vinska sorta u Hrvatskoj (9,1 % svih vinograda u Hrvatskoj). Prema posljednjim podacima Hrvatskog Zavoda za statistiku (2016) u Hrvatskoj je zasađeno 1.688,85 ha 'Malvazije istarske', dok je na području slovenskog dijela Istre 738 ha (Reščič i sur., 2016).

Sorta 'Malvazija istarska' je vrlo rodna i bujnog rasta. S vegetacijom započinje kasno, a grožđe dozrijeva u III. razdoblju. Dobro uspijeva na crvenici i flišnim, naročito brežuljkastim položajima, posebice u tlima sa većom dostupnošću vode (Ilak Peršurić i sur., 2006; Maletić

i sur., 2015). Skupina autora (Peršurić i sur., 2011) navodi kako 'Malvazija istarska' ima ukupnu kiselost od 4,20 do 8,50 g/L, sa srednjom vrijednosti od 5,66 g/L. Dok Maletić i sur. (2015) iznose kako je prosječna ukupna kiselost od 5,00 do 6,50 g/L s time da visoke temperature i male količine oborina u vegetaciji rezultiraju nižim udjelom pojedinačnih organskih kiselina. Sortu karakterizira visok udio šećera u grožđu, pri čemu udio alkohola u vinu iznosi od 12,0 do 14,0 vol.%. Međutim on može drastično varirati ovisno o mnogim čimbenicima kao što su tlo, podloga, nagib terena, dostupna količina vlage tokom vegetacije, ishranjenost trsa mineralima, kondicija trsa i ostalo. Prema skupini autora (Radeka i sur., 2005) alkohol u 'Malvaziji istarskoj' kod različitih terroira varira od 10,8 do 14,3 vol.%. Koncentracija šećera može varirati od 64,80 ºOe do 102,50 ºOe, uz prosječne vrijednosti 82,70 ºOe (Peršurić i sur., 2011). Isti autori navode da prosječna pH vrijednost je 3,1, sa varijacijom od 3,00 do 3,56. Radeka i sur. (2005) navode kako je pH varirala u različitim terriorima od 3,06 do 3,20, a pepeo od 1,6 do 3,3 g/L i ekstrakt bez šećera 17,8 do 24,5 g/L.



Slika 1. 'Malvazija istarska' u fenofazi šare



Slika 2. 'Malvazija istarska' u berbi

Obzirom na navedeno sorta 'Malvazija istarska' izuzetno je interesantna domaćim proizvođačima kao sirovina za proizvodnju vina i pjenušca. Međutim prema svojim svojstvima kakvoće, iako je visokokvalitetna za proizvodnju mirnih vina, prosječno niska ukupna kiselost i relativno visoka pH vrijednost grožđa i mošta, te viša koncentracija šećera koja rezultira previsokim alkoholima u proizvodnji baznoga vina, mogu biti ograničavajući faktori u proizvodnji pjenušavih vina. Međutim Palčić (2015) navodi da folijarna primjena minerala i aminokiselina pozitivno utječe na minerale i organoleptička svojstva vina 'Malvazije istarske'.

2.2. Pjenušavo vino

Pjenušava vina ili pjenušci proizvode se kroz dvije fermentacije. Primarnom koja transformira mošt u bazno vino i sekundarnom koja transformira bazno vino u pjenušavo (Commission Regulation, 2009). Sekundarnom fermentacijom nastaje ugljikov dioksid koji otvaranjem boce uzrokuje intenzivno pjenjenje. Pjenušci se mogu proizvoditi dvjema tehnologijama, metodom vrenja u tankovima ili metodom vrenja u boci (Moreno-Arribas, 2009; Grainger i Tattersall, 2016). Metoda vrenja u tankovima brža je i jednostavnija tehnologija, dok metoda vrenja u bocama je dugotrajna i zahtjeva više rada do konačnog proizvoda. Upravo zbog te dugotrajnosti proizvodnje pjenušca metodom vrenja u bocama jedan od osnovnih uvijete za kvalitetu je potencijal starenja baznoga vina i njegova svježina.

Do 2008. godine pjenušava vina činila su oko 5 % svjetske proizvodnje vina. Kako se povećavala potražnja za pjenuščima, tako se povećavala i proizvodnja. Tako je od 2002. do 2018. zabilježen ukupni porast proizvodnje od 57 % i prosječno 3% godišnje (O.I.V. 2020). Da popularnost potrošnje ovih proizvoda raste u prilog ide statistički podatak O.I.V. – a (2019) prema kojima pjenušava vina predstavljaju 9 % svjetskog izvoza, što predstavlja 20% ukupne vrijednosti izvezenog vina. Isti izvor navodi kako pjenušava vina čine značajan udio u izvozu zemalja kao što su Italija (20 %) i Francuska (13 %). U zadnjih nekoliko godina proizvodnja pjenušca tako čini prosječno 7 % svjetske proizvodnje vina, a s rekordnih 8 % u 2017. Pri tome zemlje Europske Unije predstavljaju između 70 i 80 % globalne proizvodnje.



Slika 3. – Pjenušava vina od različitih sorata grožđa

Pjenušava vina danas se proizvode po cijelom svijetu, a među vodećim proizvođačima su brojne mediteranske zemlje čija je klima topla i suha. U takvim je klimama ponekad vrlo teško, unatoč ranijoj berbi i određenim agro i ampelotehničkim zahvatima postići da bazna vina imaju poželjni pH od 2,9 do 3,1 i niži alkoholi od 10,5 do 11,5 % vol. (Zoecklein 2002), te niski rezidualni šećer i hlapljivu kiselost, uz veću ukupnu kiselost (Toressi i sur. 2011). Ova svojstva baznoga vina pjenuščima daju svježinu i veći potencijal starenja prilikom skladištenja.

Toplija mediteranska područja prilično su limitirana u proizvodnji pjenušca (Zoecklein, 2002), stoga je raniji termin berbe jedan od načina kako postići željena svojstva baznoga vina. Važnost ranijeg termina berbe grožđa za proizvodnju pjenušca navode i Ribéreau-

Gayon i sur. (2000). Međutim ponekad niti ranija berba ne osigurava željena svojstva baznoga vina, nego su potrebne određene korekcije u vinarijama tokom vinifikacije. Također ranija berba može osigurati nižu koncentraciju šećera, ali tada grožđe može imati nepovoljan omjer jabučne i vinske kiseline (Michelini i sur., 2021).

2.3. Bazno vino

Bazno vino predstavlja vino od kojeg se proizvode pjenušci. Ono se svojim kemijskim sastav zakonski ne razlikuje od kemijskog sastava mirnih vina međutim u praksi je poznato da postoje neka odstupanja (Moreno-Arribas, 2009). Vino kao takvo je proizvod nastao složenim biokemijskim procesima tijekom alkoholne fermentacije radom mikroorganizama te u periodu dozrijevanja i stabilizacije (Fleet, 2003). Također vrsta mikroorganizama kao i sojeva koji su prirodno prisutni od trenutka berbe pa sve do trenutka punjenja vina u boce mogu svojom metaboličkom aktivnošću značajno utjecati na kvalitetu krajnjeg proizvoda tj. vina (Jolly i sur., 2006).

Da bi proizveli kvalitetno pjenušavo vino obavezno je provesti filtraciju baznoga vina i sve ostale postupke vinifikacije u skladu sa Zakonom o vinu (NN 32/19) i pripradajućim Pravilnicima kao i specifikacijama proizvoda sukladno Uredbi 1308/2013, članak 94. za zaštitu oznake izvornosti (ZOI). Pri tome treba voditi računa da se spriječi oksidacija, jer bazna vina moraju imati što nižu koncentraciju hlapljive kiselosti i što manju koncentraciju sumpornog dioksida (O.I.V., 1980). Ribéreau-Gayon i sur. (2000) navode da za pjenušava vina je važno da bazno vino ima nižu pH vrijednost i višu ukupnu kiselost, naročito višu koncentraciju vinske kiseline, jer ova svojstva povoljno utječu na svježinu, stabilnost i potencijal starenja vina. Isti autori navode kako je od fizikalno-kemijskih parametara najvažniji pH baznoga vina. Bazno vino zahtjeva niže alkohole, zbog sekundarne fermentacije gdje se proizvede još do 1,5 % alkohola, stoga je važno da grožđe odnosno mošta od kojega se ono proizvodi ima nižu koncentraciju šećera (Toressi i sur., 2011).

Osnovni kemijski sastav mošta podrazumijeva analizu šećera, pH vrijednosti i ukupne kiselosti. Dok se kod kemijskog sastav vina, pa tako i baznoga vina, pored pH vrijednosti i ukupne kiselosti još određuje od važnijih svojstva hlapljiva kiselost, nehlapljiva kiselost i alkoholi, te dodatno ukupni suhi ekstrakt, reducirajući šećer, ekstrakt bez šećera, pepeo i relativna gustoća. Na kemijski sastav vina velik utjecaj ima gnojidba vinove loze (Bell i sur., 1979).

2.3.1. Kemijski sastav mošta za bazno vino

2.3.1.1. Šećeri

Šećeri nastaju u grožđu fotosintezom, a prekursori su organskih kiselina (Ribéreau-Gayon i sur., 2000). Osnovni šećeri u grožđu su glukoza i fruktoza, a njihov udio u grožđu je preko 95 % (Radovanović, 1986; Herjavec, 2019). Ribéreau-Gayon i sur. (2000) navode također da kvasci koriste šećere tokom alkoholne fermentacije kako bi stvori alkohol i ostale sekundarne proizvode. Za proizvodnju 1 % vol. alkohola potrebno je 16,5 – 18,0 g/L šećera, (Moreno-Arribas, 2009). Budući da visoka koncentracija alkohola u baznim vinima nije poželjna i da se tijekom sekundarne fermentacije stvara dodatnih 1,3 - 1,5 % vol. alkohola, važno je da koncentracija šećera u moštu ne bude previsoka (Grainger i Tattersall, 2016). Poželjna koncentracija alkohola u baznom vinu je do 11,5 % vol., što znači da koncentracija šećera u moštu ne smije prelaziti 87,60 ºOe (Zoecklein, 2002).

Šećer se koristi i prilikom pripreme tiražnog likera (*liqueur de tirage*), koji se dodaje u bazno vino, a njegova uloga je poticanje sekundarne fermentacije. Inače za proizvodnju pjenušca s pritiskom od 5 - 6 bara potrebno je dodati u tiražni liker 20 - 24 g/L šećera odnosno 4 g/L za 1 bar (Zoecklein, 2002). Međutim tijekom sekundarne fermentacije kvasac iskoristi taj šećer za proizvodnju CO_2 i alkohola, do maksimalno 1,5 %vol., tako da po završetku sekundarne fermentacije pjenušac ima manju koncentraciju šećera (do 1 g/L). Dio autora navodi kako ugljikohidrati imaju pozitivan učinak na pjenjenje, kao jedno od važnih svojstva pjenušavih vina (Pueyo i sur., 1995; Moreno-Arribas i sur.,2000), drugi navode (Girbau-Sòla i sur., 2002) kako upravo ugljikohidrati imaju suprotan učinak.

2.3.1.2. Ukupna kiselost

Ukupna kiselost je vrlo važna u proizvodnji pjenušca, a čine ju zapravo organske kiseline (Torresi i sur., 2011). Dijele se na nehlapljive i hlapljive. Nehlapljive kiseline u vinu jesu organske kiseline koje iz grožđa i mošta prelaze u vino (vinska, jabučna i limunska) i njihov udio je velik. Zajedno čine oko 90 % ukupne kiselosti (Fregoni i sur., 2008). Drugu skupinu čine takozvane hlapljive kiseline koje nastaju tijekom alkoholne i jabučno-mliječne fermentacije (mliječna, jantarna, octena i dr.). Njihov udio je vrlo mali, međutim mogu imati utjecaj na kvalitetu vina i pjenušca. U tu se skupinu ubrajaju i masne kiseline. Za kvalitetu vina, a posebice pjenušca, organske kiseline imaju jako velik značaj, jer utječu na svježinu pjenušca, te na percepciju drugih okusa, kao što su slatko i gorko (Jackson, 2000; Ribéreau-Gayon i sur., 2006), kao i na postojanost vina (Herjavec, 2019). Oko 50 % organskih kiselina

u grožđu nastane u procesu fotosinteze (Meynhardt, 1963). Ukupna kiselosti (titracijska) predstavlja sve organske i anorganske kiseline, te njihove soli, a izražena je kao vinska u g/L. U vinu mora biti najmanje 3,5 g/L (Commission Regulation, 2009). U baznom vinu poželjna je koncentracija ukupne kiselosti od 6,0 – 8,0 g/L, a ta se razina smanjuje taloženjem kalijevih bitartarata tijekom vinifikacije mošta (Zoecklein, 2002).

Nehlapljive kiseline se stvaraju u grožđu razgradnjom šećera tijekom fotosinteze. Njihova koncentracija se mijenja tokom dozrijevanja pod utjecajem sorte (Jeromel i sur., 2007). U grožđu i u moštu najzastupljenije su vinska, jabučna i limunska kiselina, a njihov omjer varira ovisno o sorti, ekološkim uvjetima, položaju vinograda, agrotehnici u vinogradu i stupnju dozrelosti grožđa, te protjecanju alkoholne fermentacije (Ribéreau-Gayon i sur., 2000; Jeromel i sur., 2007). Te tri kiseline sačinjavaju više od 90 % ukupnih kiselina u moštu (Jeromel i sur., 2007). Prema Ribéreau-Gayonu i sur. (2000) odnos vinske i jabučne kiseline je od 1,27 do 5,20 u fiziološki zrelom grožđu, a taj odnos prvenstveno je karakteristika sorte. Poželjno je da mošt ima više vinske nego jabučne kiseline. Razlog tome je što je jabučna kiselina povezana s oštrim i metalnim okusom vina i obično je povezana s nezrelim notama ili notama zelene jabuke (Michelini i sur., 2021).

Vinska kiselina je najviše zastupljenija i najjača kiselina u grožđu, moštu i vinu. Nastaje na dva načina - sintezom askorbinske kiseline preko pentoza fosfatnog ciklusa u toku rasta bobice i oksidacijom glukoze u procesu glikolize (Herjavec, 2019). U pravilu je ima od 2,0 – 6,0 g/L, te ima najveći utjecaj na pH i ukupnu kiselost, obzirom da najjače otpušta H^+ ione. To je stabilna kiselina s mikrobiološkog gledišta, međutim njezina koncentracija u vinu se smanjuje tijekom alkoholne fermentacije zbog vrlo niske topivosti kalijevog bitartarata u hidro-alkoholnoj otopini, odnosno u vinu (Fregoni i sur., 2008). Iz tog razloga se ona u obliku soli taloži na stjenkama tankova i bačvi, zbog čega dolazi do smanjenja ukupne kiselosti vina. Soli vinske kiseline koje nastaju vezivanjem s kalijevim i kalcijevim ionima, glavni su uzrok fizikalne i kemijske nestabilnosti vina (Herjavec, 2019). Stoga je bitno prije sekundarne fermentacije provesti u baznome vinu hladnu stabilizaciju s ciljem stabilizacije tartarata, kako kasnije u tijeku starenja pjenušavog vina ne bi došlo do izdvajanja vinskog kamena (Torresi i sur., 2011).

Ista skupina autora navodi da jabučna kiselina se nalazi u moštu u manjem postotku nego vinska. Jabučna kiselina nastaje pri nepotpunoj oksidaciji šećera u lišću pri čemu služi kao energetski materijal za proces disanja u bobicama (Herjavec, 2019). Njezina koncentracija može biti od 0,01 – 6,0 g/L, ali ukoliko je njezina koncentracija u odnosu na vinsku prevelika takva vina će imati nepoželjnu gorčinu i oporost, te može biti pokazatelj slabe dozrelosti (Fregoni i sur., 2008). Prema navodima Jackson (2014) koncentracija jabučne kiseline

opada u grožđu tijekom dozrijevanja, pri čemu u fazi zelene bobice je njezina koncentracija do 25 g/L, dok u punoj zrelosti bobica ima prosječno 3 – 5 g/L, za razliku od vinske čija koncentracija ostaje pretežito isti. To potvrđuje i Michelini i sur. (2021) koji navode da jabučna kiselina ima tendenciju smanjivanja kako grožđe dozrijeva te da može činiti do polovice ukupne kiselosti u vrijeme berbe. Međutim moguće su i promjene u koncentracijama uslijed povećanja volumena bobice. Brzo se razgrađuje stoga njezina koncentracija opada pred kraj dozrijevanja grožđa. Razlog tome je metabolizam disanja koji se u bobicama sa šećera prebacuje na jabučnu kiselinu, uslijed čega se ona troši. No kod hladnijih i vlažnijih klima dolazi do izostanka tog procesa te u grožđu tada ostaje visoka koncentracija jabučne kiseline i nizak pH (Volschenk i sur., 2006). To je također vrlo stabilna kiselina no može uzrokovati mikrobiološku nestabilnost vina obzirom da ju slučaju visoke koncentracije i povoljnog pH razgrađuju mliječno-kisele bakterije, pa se njezina koncentracija u vinu može smanjiti tijekom malolaktične fermentacije. Upravo zato se u slučaju previsoke ukupne kiselosti vino podvrgava kontroliranoj malolaktičnoj fermentaciji sa ciljem smanjena ukupne kiselosti.

Limunska kiselina je najmanje zastupljena od ovih triju važnih kiselina u vinu. Njezina koncentracija je od 0,1 – 1,0 g/L (Ribéreau-Gayon i sur., 2000). U grožđu nastaje kao produkt Krebsovog ciklusa, procesu glikolize, ciklusima glioksalne i šikiminske kiseline. Također mogu je sintetizirati plijesni iz šećera (Herjavec, 2019). Međutim, njezina koncentracija je posebno važna prilikom pripreme tiražnog likera, jer utječe na razgradnju ugljikohidrata u tijeku sekundarne fermentacije. Njezina koncentracija se tijekom proizvodnje pjenušavog vina ne mijenja od koncentracije koji je u moštu i baznom vinu, a maksimalno u vinu i pjenušcu može biti 1,0 g/L limunske kiseline (NN 02/2005). Sa mikrobiološkog stajališta ona je nestabilna, jer ju neke bakterije koriste u svom metabolizmu.

Skupina autora (Ruhl i sur., 1989) navodi kako na povećanje koncentracije jabučne i limunske kiseline u vinu utječe dušična gnojidba, dok druga skupina autora (Spayd i sur., 1994) su utvrdili da dušična gnojidba nema značajan utjecaj na koncentracije jabučne kiseline, ali ni na koncentraciju vinske, te na ukupnu kiselost. Májer (2004) iznosi kako primjena magnezijevog gnojiva nema utjecaj na ukupnu kiselost mošta.

Od nehlapljivih kiselina još je u grožđu i vinu prisutna jantarna, no njena koncentracija se povećava fermentacijom, uslijed čega može imati utjecaj na ukupnu kiselost i okus, dok na pH vrijednost nema značajnijeg utjecaja. Također ova kiselina je dokazana u nezrelom grožđu (Herjavec, 2019). Osim nje nehlapljive kiseline koje su još prisutne u grožđu, moštu i vinu u manjim količinama su oksalna, glukonska i glukuronska.

Najznačajnija hlapljiva kiselina je octena, pa se i koncentracija ukupne hlapljive kiselosti u vinu izražava kao koncentracija octene kiseline. Ona nastaje kao sekundarni produkt alkoholne fermentacije. Ukoliko fermentacija teče "uredno" sa mikrobiološkog gledišta njezina koncentracija u vinu je 0,2 - 0,6 g/L, a kvalitetna vina i pjenušci ne smiju imati više od 1,1 g/L za alkoholnu jakost od 10 % vol. (NN 02/2005). Povećana koncentracija octene kiseline može se pojaviti ako se u proizvodnji koristilo trulo grožđe ili ako se nije odvijala "uredna" fermentacija u pretežito anaerobnim uvjetima (Ribéreau-Gayon i sur., 2000).

Ukupna kiselost vina znatno se mijenja u odnosu na mošt. Razlog tome je što se tokom procesa fermentacije stvaraju nove kiseline. Do značajne razlike u ukupnoj kiselosti mošta i vina najčešće dolazi iz razloga što jabučnu kiselinu mogu djelomično ili potpuno razgraditi mikroorganizmi, dok vinska kiselina opada zbog niske topljivosti (Fregoni i sur., 2008).

2.3.1.3. pH vrijednost

pH vrijednost je fizikalno-kemijski parametar, a naziva se i realna kiselost vina. pH je negativan dekadski logaritam koncentracije vodikovih iona (Hulanicki, 2005), a u vinima se kreće od 2,8 – 3,9. Za bijela vina vinari često preporučuju pH vrijednosti između 3,10 i 3,20, a ako je pH previsok (> pH 3,4), to može biti znak da je grožđe prezrelo (Chidi i sur., 2018). pH vina ovisi o koncentraciji pojedinih kiselina i njihovom stupnju disocijacije. Najveći stupanj disocijacije ima vinska kiselina, stoga ona ima i najveći utjecaj na pH vrijednost.

Boulton i sur. (1996) navode kako pH utječe na mikrobiološku stabilnost vina. Primjerice, niski pH inhibira rast i razvoj nepoželjnih patogenih mikroorganizama u vinu. Također pH ima utjecaj na malolaktičnu fermentaciju, a može utjecati i na alkoholnu, te sekundarnu fermentaciju. pH vrijednost se tokom sekundarne fermentacije ne bi smjela mijenjati. Visoki pH mošta sve je češći, osobito na niskim geografskim širinama, a postupak dokiseljavanja može postati neizbježan enološki tretman. Pri tome se dodavanje vinske kiseline često koristi s nedosljednim rezultatima (Dequin i sur., 2017). Prema Bauer-u (2004) vina sa visokim pH, tipičnim za tople vinogradarske regije, podložna su nekontroliranoj malolaktičnoj fermentaciji koja može dovesti do neukusnih i lako kvarljivih vina. Na organoleptičku percepciju vina mogu značajno utjecati male promjene pH vrijednosti vina (do 0,05 jedinica), te promjene ukupne kiselosti (0,2 - 0,5 g/L) (Margalit, 1997). Pored toga pH utječe na ravnotežu tartarata, i to posebice kalijevih i kalcijevih soli vinske kiseline (Boulton i sur., 1996). Isti autori navode da pH određuje učinkovitost dodavanja sumpornog dioksida i enzima, utječe na topivost proteina i učinkovitost bentonita, a važan je faktor i za reakcije oksidacije vina.

U pravilu vina sa nižom pH vrijednosti su kiselija, pa su stoga puno svježija. Pri tome vina sa nižim pH je lakše čuvati i bistriti, što je poželjnije svojstvo u proizvodnji pjenušca. Osim na kakvoću vina pH ima utjecaj i na biokemijske i fizikalno-kemijske procese tokom starenja i dozrijevanja vina. Dodatno pH utječe i na rad kvasca, jer ukoliko je ispod 2,5 može doći do zastoja rada kvasca u toku fermentacije, a to je vrlo nepoželjno svojstvo za pjenušava vina, naročito za sekundarnu fermentaciju.

Na pH vrijednost vina utjecaj ima povećana gnojidba dušikom, uslijed čega pH vina raste (Spayd i sur., 1994). Ruhl i sur. (1992) utvrdili su da je primjena magnezijevog gnojiva kod sorte 'Chardonnay' utjecala na smanjenje pH vrijednosti za svega 0,02 dok na ostalim sortama (Cabernet Sauvignon i Rizling) nije imala utjecaja.

2.3.2. Kemijski sastav baznoga vina

2.3.2.1. Alkoholi

Alkoholi u vinu imaju različito porijeklo odnosno put nastajanja. Najveći dio alkohola nastaje metabolizmom šećera tokom alkoholne fermentacije kao produkt anaerobnog procesa u kojem uz pomoć kvasaca, ili u nekim slučajevima i bakterija, dolazi do pretvorbe šećera, pretežito glukoze i fruktoze u etanol, više alkohole, glicerol i butan-2-3-diol (Moreno-Arribas i Polo, 2009; Herjavec, 2019). Dio viših alkohola nastaju i kataboličkim putem deaminacije aminokiselina, dok se metanol stvara razgradnjom pektina (Herjavec, 2019.)

Ukupna koncentracija prirodnog alkohola u vinu je određena Pravilnikom (NN 02/05) kao i specifikacijama proizvoda sukladno Uredbi 1308/2013, članak 94. za zaštitu oznake izvornosti (ZOI). te ona se može razlikovati ovisno o regiji i kakvoći vina. Ukupni alkohol u baznom vinu poželjno je da je niži (10,5 – 11,5 % vol.). U regiji Champagne u Francuskoj, koncentracija alkohola u baznim vinima općenito je između 8,0 % vol. i 11,0 % vol., što je više u skladu s osobnim odabirom vinara (Liu i sur., 2018).

Metanol spada u skupinu nižih alkohola, zbog svoje male molekulske mase. To je najjednostavniji alkohol, koji je u većim količinama otrovan za čovjeka. Nastaje kao produkt hidrolize pektinskih tvari prisutnih u središnjoj lameli. Te pektinske tvari oslobađaju se prilikom prerade grožđa uslijed gnječenja i tiještenja peteljkovine (Herjavec, 2019). Koncentracija metanola u vinu prema O.I.V.-u (2004) ne smije biti veća od 400 mg/L kod crnih vina te 250 mg/L kod bijelih i ružičastih vina.

Etanol je najznačajniji i najzastupljeniji alkohol u ukupnim alkoholima u vinu. Nastaje u tijeku alkoholne fermentacije aktivnošću kvasaca pri čemu dolazi do redukcije acetaldehida uz

pomoć enzima alkohol-dehidrogenaza. Pri tome dolazi do oslobađana ugljikovog dioksida (Herjavec, 2019). U proizvodnji pjenušca se određena količina stvori i tijekom sekundarne fermentacije. Za 1,0 % vol. alkohola potrebno je 16 - 17 g šećera.

Glicerol je nehlapljiv alkohol, čija koncentracija u vinu ovisi o koncentraciji šećera u moštu, soju kvasaca, temperaturi te tijeku fermentacije (Redžepović i sur. 2001a, Redžepović i sur. 2001b). Količina glicerola u odnosu na etanol iznosi oko 10 %, pri čemu u vinu što ima više alkohola to je i veći udio glicerola (Herjavec, 2019). Vina mogu sadržavati od 1 g/L kod zdravog grožđa do čak 12 g/L (Margalit, 1997) pa čak i više kod predikatnih vina. To je jedan od spojeva koji vinu daje punoću, slatkoću i zaobljenost okusa.

2.3.2.2. Ekstrakt

Ukupan suhi ekstrakt ili ukupna suha tvar uključuje sve tvari koje nisu hlapive pod specifičnim fizičkim uvjetima. Ekstrakte odnosno suhu tvar u analitici vina predstavljaju sve organske i mineralne tvari u vinu koje pod određenim fizičkim uvjetima ne isparavaju. Ukupni suhi ekstrakt čine minerali, ugljikohidrati, polifenoli, viši alkoholi, tvari boje i nehlapljive kiseline. Njega u bijelim suhim vinima ima manje od 25 g/L, a u crvenim oko 25 do 30 g/L, a na njegovu koncentraciju utječe sorta grožđa, klimatske prilike i tehnologija proizvodnje (Prce, 2014). Tople i sušnije godine utječu na višu koncentraciju ekstrakta, kao i maceracija prije fermentacije, jačina prešanja i duljina stajanja na komini (Pozderović i sur., 2010; Prce, 2014). Koncentracija ukupnog ekstrakta smanjuje se tokom odležavanja, hladne stabilizacije i naplavne filtracije (Pozderović i sur., 2010).

Prema O.I.V. (2009) ekstrakt bez šećera je razlika između ukupnog suhog ekstrakta i ukupnih šećera. Reducirani ekstrakt je razlika između ukupnog suhog ekstrakta i ukupnih šećera iznad 1 g/l, kalijeva sulfata iznad 1 g/l, prisutnog manitola ili drugih kemijskih supstancija koje su možda bile dodane vinu. Rezidualni ekstrakt je ekstrakt bez šećera i nehlapljive kiselosti izražene kao vinska kiselina.

2.3.2.3. Pepeo

Pepeo predstavlja svu anorgansku tvar vina koju čine minerali u vinu, a na čiji sastav direktno utječe količina minerala u tlu i lišću. Određuje se izgaranjem ekstrakta (taloga) koji je preostao nakon isparavanja vina. Izgaranje se provodi na takav način da svi kationi (osim amonijevog) se pretvaraju u karbonate ili druge bezvodne anorganske soli (O.I.V., 2009). Obično uključuje kalij, kalcij, magnezijeve i natrijeve soli, kao i sumporne, fosforne,

klorovodične i ugljične kiseline (Košmerl i Bavčar, 2003). Određivanje koncentracije pepela u vinu obavezana je analiza za vina koja se stavljaju u promet (O.I.V., 2017). Koncentracija pepela u vinu prosječno iznosi 1,5 do 3,0 g/L (Ribéreau-Gayon i sur., 2000). Pepeo u vinu je učinkovita tvar za neutralizaciju kiselosti (Bai i sur., 2019). Prema Palčiću (2015) postoji trend porasta koncentracije pepela u vinu primjenom gnojidbenih tretmana. Pozderović i sur. (2010) navode kako koncentracija pepela u vinu se smanjuje tijekom odležavanja vina, hladnom stabilizacijom i filtracijom vina.

3. MATERIJAL I METODE

3.1. Lokalitet pokusa

Za istraživanje je odabran mladi vinograd u punoj rodnosti starosti 4 godine (godina sadnje vinograda 2009). Vinograd se koristi isključivo za uzgoj grožđa namijenjenog proizvodnji pjenušavih vina. Nalazi se na zapadnom dijelu Istre u Općini Višnjan (koordinate: X=45,143018, Y=13,423322). Na lokalitetu naziva Vala tip tla je duboka crvenica. Prosječna nadmorska visina je 101 m, nagib terena je oko 3 %, smjer redova u vinogradu istok - zapad.



Slika 4. Vinograd u kojem je postavljen pokus – lokalitet Vala



Slika 5. Slika lokaliteta iz zraka – označeno narančastom bojom (Đ. Peršurić)

3.1.1. Kemijska analiza tla

Neposredno prije postavljanja pokusa, 2013. godine, odrađena je osnovna kemijska analiza tla u pedološkom laboratoriju Instituta za poljoprivredu i turizam u Poreču. Kemijskom analizom tla određena su slijedeća svojstva: reakcija tla (pH) - HRN ISO 10390 (2005), humus (JDPZ, 1966), ukupni dušik (AOAC, 1995), fiziološki aktivni fosfor (P_2O_5) i kalij (K_2O) (Egner, 1960). Koncentracija fosfora određena je spektrofotometrom (UV-1800, Shi-madzu, Kyoto, Japan), dok je koncentracija kalija pomoću plamenog fotometra (M410, Sherwood Scientific, Cambridge, UK). Količina magnezija određena je tehnikom ICP-OES (ICPE-9820, Shimadzu, Kyoto, Japan) nakon mikrovalne digestije (Ethos up, Milestone, Bergamo, Italija).

Tablica 1. Rezultati analize tla lokaliteta Vala 2013. godine

Parametar	*Dubina 0-30 cm*	*Dubina 30-60 cm*	*Prosječna vrijednost*
pH (H_2O)	6,40	6,37	6,39
pH (KCl)	5,86	5,51	5,69
N $_{ukupni}$ %	0,22	0,22	0,22
P_2O_5 (mg/100g tla)	< 1	< 1	< 1
K_2O (mg/100g tla)	21,50	21,00	21,25
Organska tvar %	2,01	2,10	2,06
Mg (mg/100 g tla)	14,00	14,00	14,00

Rezultati analize tla ukazuju da je tlo na lokalitetu slabo kisele reakcije, dobro opskrbljeno dušikom, kalijem i magnezijem, a siromašno fosforom i humusom (Tablica 1.). Udio skeleta je vrlo mali (2%).

3.2. Klimatski i vremenski uvjeti

Klima na lokalitetu je umjerena mediteranska koju karakteriziraju duga i sušna ljeta, te kratke i vlažne zime. Kako bi se klima i vremenski uvjeti na lokalitetu lakše opisali korišteni su meteorološki podaci postaje Poreč, kao najbliže mjerne postaje. Podaci su dobiveni od Državnog hidrometeorološkog zavoda, a analizirani i obrađeni su podaci za srednju mjesečnu temperaturu zraka (°C) i mjesečne sume oborina (mm). Iz dobivenih podataka učinila se usporedba višegodišnjih klimatskih podataka (1981. – 2010.) u periodu od ožujka do rujna, odnosno u toku vegetacije, s istim periodom u toku 2013. i 2014. godine kad je provedeno istraživanje.

Tablica 2. Višegodišnji klimatski podaci za postaju Poreč (1981. - 2010.) za period od ožujka do rujna

MJESEC	*Ožujak*	*Travanj*	*Svibanj*	*Lipanj*	*Srpanj*	*Kolovoz*	*Rujan*
SMT*	7,9	11,9	17,0	20,6	23,3	22,7	18,4
MSO**	51,5	60,9	65,8	72,1	43,3	80,5	95,0

*SMT - srednju mjesečnu temperaturu zraka (°C)
**MSO – mjesečne sume oborina (mm)

Iz prosječnih višegodišnjih podataka (1981. - 2010.) za period od ožujka do rujna vidljivo je da je srednja mjesečna temperatura zraka se kretala od najniže u ožujku sa 7,9 °C do najviše u srpnju 23,3 °C, dok je mjesečna suma oborina najmanja bila u srpnju sa 43,3 mm, a najviša u rujnu s 95,0 mm (Tablica 2.).

Tablica 3. Klimatski podaci za postaju Poreč u periodu od ožujka do rujna 2013. godine

MJESEC	*Ožujak*	*Travanj*	*Svibanj*	*Lipanj*	*Srpanj*	*Kolovoz*	*Rujan*
SMT*	7,8	13,5	16,6	20,9	24,7	23,7	19,3
MSO**	135,2	33,1	78,4	73,7	10,5	112,0	80,2

*SMT - srednju mjesečnu temperaturu zraka (°C)
**MSO – mjesečne sume oborina (mm)

Tablica 3. prikazuje klimatske podatke za vegetacijski period 2013. godine u kojoj je srednja mjesečna temperatura zraka bila najniža u ožujku sa 7,8 °C, a najviša u srpnju s 24,7 °C. Mjesečna suma oborina u 2013. godini najniža je bila u srpnju sa svega 10,5 mm, a najviša u ožujku sa 135,2 mm.

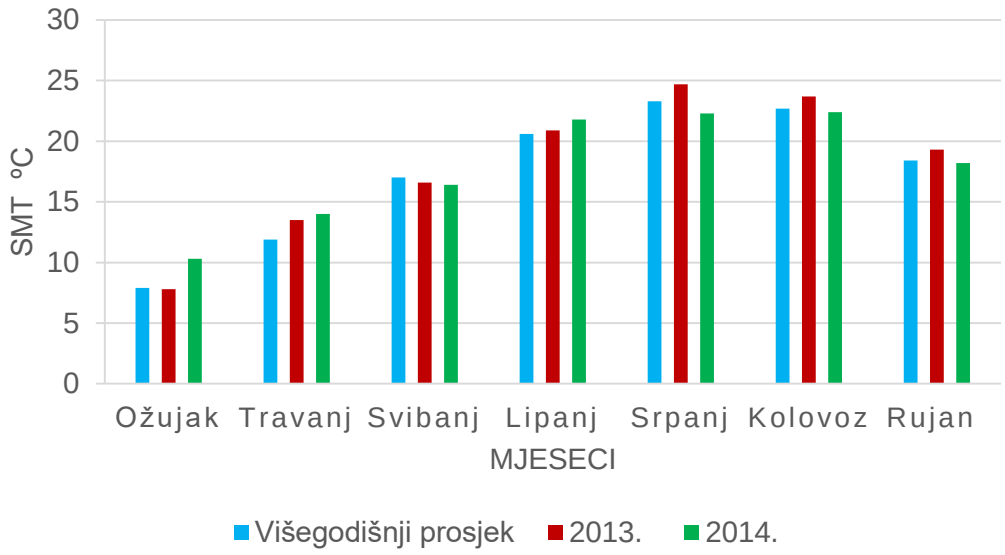
Tablica 4. Klimatski podaci za postaju Poreč u periodu od ožujka do rujna 2014. godine

MJESEC	*Ožujak*	*Travanj*	*Svibanj*	*Lipanj*	*Srpanj*	*Kolovoz*	*Rujan*
SMT*	10,3	14,0	16,4	21,8	22,3	22,4	18,2
MSO**	59,0	75,0	70,7	45,9	154,3	84,7	145,1

*SMT - srednju mjesečnu temperaturu zraka (°C)
**MSO – mjesečne sume oborina (mm)

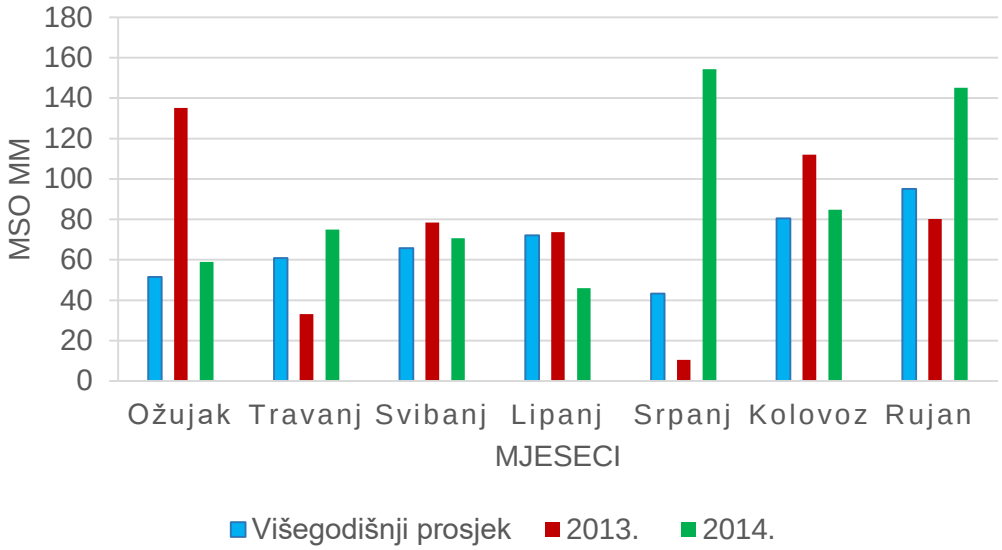
Klimatski podaci za 2014. godinu za period od ožujka do rujna, prikazuju da su najviše srednje mjesečne temperature bile u kolovozu sa 22,4 °C , a najniže u ožujku sa 10,3 °C (Tablica 4.). Iz iste tablice je vidljivo da je suma mjesečnih oborina u 2014. za srpanj bila najviša sa 154,3 mm, a najniža za ožujak sa 59,0 mm.

Usporedba srednjih mjesečnih temperatura u periodu vegetacije za 2013. i 2014. godinu sa višegodišnjim prosjekom (1981. - 2010.) za isti period prikazana je na grafikonu 1.



Grafikon 1. Usporedba srednjih mjesečnih temperatura za period vegetacije u godinama istraživanja 2013. i 2014. s višegodišnjim prosjekom (1981. - 2010.).

Iz navedenog grafikona vidljivo je da je srednja mjesečna temperatura u vegetaciji 2013. bila vrlo slična višegodišnjem prosjeku (1981. - 2010.) u ožujku, svibnju i lipnju dok su u travnju, srpnju, kolovozu i rujnu bile više. Međutim 2014. godine su prosječne mjesečne temperature bile više od višegodišnjeg prosjeka (1981. - 2010.) u ožujku, travnju i lipnju, a niže u srpnju, dok su u ostalim mjesecima bile slične višegodišnjem prosjeku.



Grafikon 2. Usporedba mjesečne sume oborina za period vegetacije u godinama istraživanja 2013. i 2014. s višegodišnjim prosjekom (1981. - 2010.).

Grafikon 2. prikazuje usporedbu mjesečne sume oborina u 2013. i 2014. godini sa višegodišnjim prosjekom (1981. - 2010.). Iz grafikona je vidljivo da je mjesečna suma oborina u 2013. godini bila puna niža od višegodišnjeg prosjeka u travnju i srpnju, dok je u ožujku, svibnju i kolovozu bila viša. S time da je u ožujku bila gotovo 3 puta više oborina od višegodišnjeg prosjeka, a u srpnju 4 puta manja od višegodišnjeg prosjeka. U lipnju i rujnu je ta količina bila slična višegodišnjem prosjeku. U 2014. godini u svim mjesecima je mjesečna suma oborina bila viša nego kod višegodišnjeg prosjeka, s time da je najveće odstupanje bilo u srpnju kada je bilo 3,5 puta više oborina nego kod višegodišnjeg prosjeka. Jedino je u lipnju suma oborina bila manja od višegodišnjeg prosjeka.

Grainger i Tattersall (2016) navode da je u razdoblju od cvatnje do berbe potrebna prosječna minimalna temperatura od 18 °C i najmanje 300 mm vode za sazrijevanje bijelog grožđa.

3.3. Postavljanje pokusa

Pokus je postavljen s četiri gnojidbena tretmana (T1, T2, T3 i T4) na sorti 'Malvazija istarska', klona VCR 115 na podlozi SO4, kroz dvije godine – 2013. i 2014. Tlo na kojemu je pokus postavljen je crvenica. Svaki tretman proveo se u tri repeticije. Uzgojni oblik bio je Guyot, s ostavljena 22 pupa po trsu u svakoj godini. Pokus je bio stacionarni, postavljen po slučajnom bloknom rasporedu (RCBD) u tri repeticije. Svaki tretman je u svakoj repeticiji bio zastupljen na 14 trsova, ujednačene kondicije i zdravstvenog stanja. Analizirano je ukupno 168 trsova. Između repeticija odnosno gnojidbenih tretmana unutar reda ostavilo se po 6 - 7 trsova odnosno 6 - 7 metara za izolaciju, te između redova na kojima se vršila gnojidba također se ostavljao po 1 red izolacije.



Slika 6. Postavljanje pokusa – rezidba 2013. godine

3.3.1. Gnojidbeni tretmani

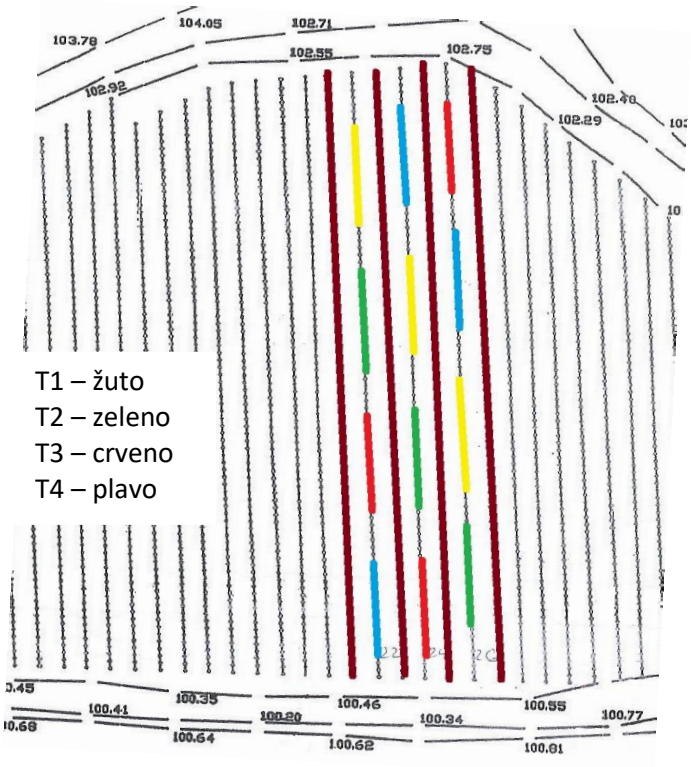
Obzirom na postavljene hipoteze i ciljeve odabrana su četiri gnojidbena tretmana, koja su predstavljala slijedeće:

1. T1 (žuto) - NPK

2. T2 (zeleno) - NPK + Mg

3. T3 (crveno) - NPK + Mg + P

4. T4 (plavo) - NPK + Mg + P + biostimulator



Slika 7. Shema rasporeda gnojidbenih tretmana

Svi tretmani u osnovnoj gnojidbi gnojeni su s 500 kg/ha NPK gnojivom formulacije 7-14-21, koje je ujedno i najčešće primjenjivano gnojivo u suvremenom vinogradarstvu Istre. Gnojidba kombiniranim NPK gnojivom je obavljena jednokratno u veljači 2013., odnosno 2014. godine. Tretmani T2, T3 i T4 gnojili su se još folijarno pripravcima magnezija, fosfora i biostimulatora. Tretman T2 uz NPK gnojivo folijarno se prihranjivao s magnezijevim pripravkom Agromag 6L (6 % MgO), u dozi od 5 kg/ha. U tretman T3 uz NPK i Agromag 6L

gnojivo dodao se i pripravak fosfora Fosforo 30L (30 % P_2O_5) u količini od 3 kg/ha. Dok se tretmanu T4 uz navedene pripravke dodao još i biostimulator Bio Prot u dozi od 2 kg/ha. Bio Prot je tekući pripravak s ekstraktom algi iz roda *Ascophyllum Nodosum*, na bazi organskog dušika (4 %), organskog ugljika (12 %) i aminokiselina. Sastav aminokiselina u Bio Prot-u je slijedeći: lizin 1,3 %, asparaginska kiselina 1,7 %, glutaminsku kiselinu 3,2 %, hidroksiprolina 2,5 %, valin 0,8 %, izoleucin 0,5 %, fenilalanin 0,7 %, histidin 0,3 %, treonin 0,3 %, prolin 4,2 %, alanin 2,8 %, metionin 0,2 %, triptofan 0,02 %, arginin 2 %, serin 0,5 %, glicin 7,8 %, cistein 0,09 %, leucin 1,1 %, tirosin 0,4 %. Svi pripravci za folijarnu prihranu koristili su se u minimalno preporučenim dozama od strane proizvođača za vinovu lozu. Svaki trs u pokusu bio je označen ceduljama s rednim brojem i oznakom tretmana i repeticije te pripadajućom bojom (T1 – žuto, T2 – zeleno, T3 – crveno, T4 – plavo) za svaki pojedini tretman.

Tretiranje je provedeno u 2013. godini četiri puta tijekom vegetacije u ključnim fenofazama za vinovu lozu: prije cvatnje (svibanj), u fazi zametanja bobica (srpanj) i u šari (kolovoz), te nakon berbe. Dok se u 2014. tretiralo tri puta tijekom vegetacije u istim fenofazama, no nije se tretiralo nakon berbe.



Slika 8. Folijarna gnojidba vinograda

Tretiranje se provodilo leđnom pumpom sa barometrom kako bi bio ujednačeni pritisak (2,6 bara) odnosno kako bi trsovi bili tretirani s ujednačenim dozama (Slika 8.). Svaki tretman se tretirao s obje strane jednako vrijeme od 14 sekundi mjereno štopericom.

3.4. Uzimanje uzoraka i analiza lišća

Kako bi se izvršila analiza lišća, uzimali su se dobro razvijeni, neoštećeni cjeloviti listovi zajedno sa peteljkom, sa nodija nasuprot cvata ili grozda. Uzorkovanje je provedeno prema preporuci Fregoni-a (2001) za klimatske uvijete slične onima u vinogradu gdje je pokus postavljen. Listovi su se uzimali neposredno prije svakog tretiranja, po tretmanima i po repeticijama, 2013. i 2014. godine, odnosno tri puta. Prve godine pokusa 2013., uzimao se i četvrti uzorak neposredno iza berbe. Nakon uzimanja uzoraka, listovi su se sušili i samljeli. Tako pripremljeni homogenizirani uzorci dalje su se obradili prema standardnoj metodi za analizu biljnog materijala (AOAC, 2015) u Analitičkom laboratoriju Zavoda za ishranu bilja na Agronomskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu.

Uzorci su se analizirani prema sljedećim metodama:

- dušik modificiranom metodom po Kjeldahlu (HRN ISO 11261:1995),
- fosfor – nakon digestije koncentriranom HNO_3 i $HClO_4$ spektrofotometrijski (AOAC, 2015),
- kalij – nakon digestije koncentriranom HNO_3 i $HClO_4$ plamenfotometrijski (AOAC, 2015),
- kalcij, magnezij, željezo, cink, mangan, bakar – nakon digestije koncentriranom HNO_3 i $HClO_4$ atomskom apsorpcijskom spektrometrijom (AOAC, 2015).

Suha tvar određivana je sušenjem biljnog materijala do konstantne mase u sušioniku na 105 °C.

3.5. Berba grožđa i vinifikacija

Berbi grožđa pristupilo se u trenutku tehnološke zrelosti grožđa za proizvodnju baznoga vina za pjenušce. Obzirom na željena svojstva termini berbe su bili nešto raniji od berbe za mirna vina. Grožđe se bralo ručno, u plastične sanduke.

Prilikom berbe brojali su se grozdovi po tretmanima i po repeticijama, te se vagala ubrana količina grožđa kako bi se odredili prinosi. Nakon berbe grožđe je odmah transportirano u vinariju Pjenušci Peršurić d.o.o. kako bi se obavila prerada. Vinarija je udaljena svega 2 km od vinograda stoga je omogućena brza prerada kako bi se osigurali optimalni uvjeti za preradu grožđa za bazna vina sa što manjim utjecajem vanjskih uvjeta.

Vinifikacija je provedena jednako za sve gnojidbene tretmane i za sve repeticije. Prerada grožđa uključivala je postupke runjanja - muljanja i prešanja pneumatskom prešom, nakon čega se dobio mošt koji je potom sulfitiran sa Sumpovinom u dozi od 20 mL/hL mošta. Prvotno je stavljen na vrenje u staklene boce velike zapremine 'demižonke' od 25 litara, sa selekcioniranim komercijalnim kvascem Lalvin QA – 23 (*Saccharomyces cerevisiae* L.) u dozi od 30 g/hL, uz dodatak hrane za kvasac Fermaid E (40 g/hL). Alkoholna fermentacija provela se na kontroliranoj temperaturi od 16 do 18 ˚C. Po završetku fermentacije mlado vino otočeno je u staklene 'demižonke' od 10 litara i ponovno sulfitirano sa Sumpovinom (20 ml/hL vina), te podvrgnuto procesu bistrenja s bistrilom Bentolit Super u dozi od 120 g/hL vina. Nakon bistrenja bazno vino napunilo se u staklene boce, dodatno sulfitirano sa Sumpovinom u dozi od 10 mL/hL, te se pohranilo za potrebe analize na 16 ˚C.



Slika 9. Mlado vino po završetku alkoholne fermentacije, prije pretoka

3.6. Uzorkovanje i analiza grožđa, mošta i baznoga vina

3.6.1. Uzorkovanje i analiza grožđa

Za potrebe analize pojedinačnih organskih kiselina uzeti su uzorci grožđa odnosno bobica dva puta tokom svake godine pokusa. Po svakom tretmanu uzeto je 100 bobica s 20 grozdova i to po pet bobica po grozdu s različitih pozicija. Prvi puta uzeti su uzorci 7 dana nakon 3. tretiranja, a drugi put u trenutku berbe (Zoecklein i sur., 1995). Organske kiseline (vinska, jabučna i limunska) određene su tekućinskom kromatografijom visoke djelotvornosti, Agilent 1050 (Palo Alto, SAD). Uzorak je prethodno filtriran pomoću PTFE membranskih filtera (0,45 μm). Kao pokretna faza korištena je 0,075 % fosforna kiselina uz protok od 0,6 mL/min. Identifikacija i kvantifikacija provedena je pri valnoj duljini λ=210 nm na Aminex HPX-87H (BioRad, Hercules, CA, SAD).

3.6.2. Uzorkovanje i analiza mošta

Uzorci mošta uzeti su nakon prerade grožđa, za svaki tretman u tri repeticije po dva uzorkovanja. Osnovna analiza mošte napravljena je u sklopu vinarskog laboratorija vinarije Pjenušci Peršurić d.o.o. Za potrebe analize uzeto je po 300 mL mošta za svako uzorkovanje. Iz uzetih uzoraka određivala se pH vrijednost mjerena digitalnim pH metrom (Portable meter ProfiLine pH 3110, Xylem Analytics Germany Sales GmbH & Co, Weilheim, Njemačka), za čije potrebe je mošt temperiran na 20 ºC. Koncentracija šećera određivala se digitalnim refraktometrom (Atago, WM-7, Saitama, Japan) u °Oe. Svi digitalni uređaji prethodno su baždareni i servisirani od strane ovlaštenog servisa. Koncentracija ukupne kiselosti u moštu odredila se titracijski u uzorku od 10 ml. U uzorak se doda 1 kap indikatora bromtimol modrog, te se postepeno dodaje 0,1 M otopine natrijevog hidroksida (NaOH) do promjene boje uzorka u modrozelenu. Na isti način uzorkovanje je provedeno za 2013. i 2014. godinu.

3.6.3. Uzorkovanje i analiza baznoga vina

Za analizu vina koristili su se uzorci vina napunjeni u boce volumena 0,75 litara. Analizirao se svaki tretman i svaka repeticija za obje godine. Osnovna analiza vina provedena je u certificiranom vinarskom laboratoriju Instituta za poljoprivredu i turizam u Poreču. Provedena je osnovna analiza koja uključuje svojstva alkohol, ukupni suhi ekstrakt,

reducirajući šećer, ekstrakt bez reducirajućeg šećera, pepeo, pH vrijednost, ukupna kiselost i hlapljivu kiselost. Koristile su se O.I.V. metode za analizu mošta i vina (O.I.V., 2007).

3.7. Statistička analiza podataka

Statistička analiza učinka različitih folijarnih gnojidbenih tretmana (Tretman) testirala se za podatke dobivene analizama lišća, mošta i vina 'Malvazije istarske', te prinosa i broja bobica prema:

a) osnovnom modelu RCBD
b) prema modelu dvosmjerne analize varijance (ANOVA) ponovljenih mjerenja (Uzorkovanje).

Testiranje razlika u prosječnim vrijednostima učinaka provelo se primjerenim testovima za višestruke usporedbe – Tukey test.

Odnos svojstava mošta i vina s količinom biogenih elemenata i suhe tvari, te prinosom analiziralo se Pearsonovim koeficijentom korelacije na razini značajnosti $p \leq 0.05$.

Statistička obrada podataka provela se uz primjenu statističkih softvera CoStat (2005.) i SAS Institute Inc. (2015).

4. REZULTATI

4.1. Biogeni elementi (minerali) i suha tvar u lišću vinove loze

Rezultati analize varijance za količinu suhe tvari i biogenih elemenata (minerala) u lišću vinove loze za 2013. godinu prikazane su u tablici 5., a za 2014. godinu u tablici 6.

Tablica 5. Rezultati analize varijance za količinu suhe tvari i biogenih elementa u lišću vinove loze 2013. godine.

Minerali i suha tvar u lišću	**Izvori varijabilnosti**	
	Tretman	***Tretman x uzorkovanje***
	p-vrijednost	*p-vrijednost*
N	0,4090	0,2478
P	0,0615	**0,0072***
K	**0,0026***	**0,0001***
Ca	**0,0007***	**0,0005***
Mg	**0,0287***	**0,0447***
Fe	**0,0400***	0,1802
Zn	**0,0235***	**0,0105***
Mn	0,8788	0,8040
Cu	**0,0035***	**0,0023***
Suha tvar	0,2438	**0,0057***

* signifikantno na razini 0,05; n = 48

Iz dobivenih rezultata za 2013. godinu vidljivo je da su statistički značajan utjecaj na količinu kalija, kalcija, magnezija, cinka i bakra u lišću vinove loze imali tretmani te interakcija tretmana i uzorkovanja. Dodatno tretmani su imali značajan utjecaj na količinu željeza, a interakcija tretmana i uzorkovanja imala je statistički značajan utjecaj na količinu fosfora i suhe tvari.

Tablica 6. Rezultati analize varijance za količinu suhe tvari i biogenih elementa u lišću vinove loze 2014. godine.

Minerali i suha tvar u lišću	Izvori varijabilnosti	
	Tretman *p-vrijednost*	***Tretman x uzorkovanje*** *p-vrijednost*
N	0,5753	0,3318
P	0,0980	0,1673
K	**0,0013***	**0,0001***
Ca	0,2426	0,5395
Mg	0,1975	0,6237
Fe	0,4860	0,9609
Zn	0,6510	0,7505
Mn	0,8992	0,8898
Cu	0,7441	0,6886
Suha tvar	0,7342	0,7368

* signifikantno na razini 0,05; n = 36

Iz tablice 6. vidljivo je da je u 2014. godini utvrđen značajan utjecaj tretmana, te interakcija tretmana i uzorkovanja samo na količinu kalija u lišću vinove loze, dok na ostale biogene elemente, te suhu tvar izvori varijabilnosti nisu imali značajan utjecaj.

Rezultati Tukey testa za količinu dušika, fosfora, kalija, kalcija, magnezija, željeza, cinka, mangana, bakra i suhe tvari u lišću vinove loze po tretmanima i po uzorkovanjima za 2013. godinu prikazani su u tablici 7., dok su prosječne vrijednosti za 2014. prikazane u tablici 8.

Tablica 7. Prikaz rezultata Tukey testa za ukupne prosječne količine biogenih elemenata i suhe tvari u lišću vinove loze po tretmanima i po uzorkovanjima za 2013. godinu.

Tretman	Uzorkovanje	%						mg kg $^{-1}$			
		ST	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Zn	Mn	Cu
T1	1	19,83	3,20	0,34	1,25	1,52	0,14	180,33	30,13	20,73	10,30
	2	17,81	2,11	0,14	0,89	3,05	0,23	384,00	42,17	37,83	3,90
	3	22,59	1,95	0,12	0,96	3,05	0,31	357,03	33,33	314,60	1,00
	4	23,91	1,76	0,11	0,88	3,25	0,32	288,03	24,60	260,83	0,50
	prosjek	**21,04**	**2,26**	**0,18 a**	**0,99 b**	**2,72 b**	**0,25 b**	**302,35**	**32,56 ab**	**158,50**	**3,93 b**
T2	1	21,15	3,06	0,33	1,18	1,38	0,14	166,33	29,73	18,63	10,60
	2	21,60	2,04	0,13	0,80	3,27	0,28	369,67	38,57	38,50	3,80
	3	22,70	1,89	0,11	0,96	3,22	0,37	332,37	30,03	334,07	1,20
	4	24,88	1,75	0,11	0,76	3,56	0,36	260,07	23,20	286,53	0,57
	prosjek	**22,58**	**2,19**	**0,17 b**	**0,93 b**	**2,86 b**	**0,29 a**	**282,11**	**30,38 b**	**169,43**	**4,04 b**
T3	1	20,57	3,00	0,33	1,13	1,36	0,13	166,67	33,63	20,67	10,03
	2	21,18	2,07	0,14	0,96	3,34	0,25	350,33	42,47	40,40	3,60
	3	22,53	1,86	0,13	0,97	3,21	0,32	353,67	31,97	329,93	1,87
	4	24,32	1,81	0,11	0,82	3,36	0,33	246,70	22,40	249,10	1,00
	prosjek	**22,15**	**2,18**	**0,18 a**	**0,97 b**	**2,82 b**	**0,26 ab**	**279,34**	**32,62 ab**	**160,03**	**4,13 b**
T4	1	20,00	3,00	0,34	1,18	1,45	0,14	188,67	38,80	22,53	11,33
	2	20,67	2,13	0,15	1,02	3,64	0,23	364,33	45,00	37,93	4,77
	3	22,66	1,92	0,12	1,14	3,59	0,30	354,60	32,73	331,10	1,43
	4	23,43	1,78	0,11	1,00	3,73	0,32	272,23	24,50	246,97	1,03
	prosjek	**21,69**	**2,21**	**0,18 a**	**1,09 a**	**3,10 a**	**0,25 b**	**294,96**	**35,26 a**	**159,63**	**4,64 a**

Prosjeci uzorkovanja pojedinih tretmana s različitim slovima u stupcima značajno se razlikuju prema Tukey HSD testu ($p \leq 0.05$); n = 48

Iz podataka prikazanih u tablici 7. vidi se da postoji trend opadanja količine dušika, fosfora i bakra u lišću vinove loze od prvog do četvrtog uzorkovanja odnosno od fenofaze cvatnje do iza berbe. Količine kalcija, magnezija i suhe tvari imaju trend povećanja sa najnižom količinom u cvatnji (prvo uzorkovanje) do najviše količine iza berbe (četvrto uzorkovanje). Količina kalija opada u prva dva uzorkovanja (fenofazi cvatnje i zametanja bobica), nakon toga dolazi do blagog porasta količine kalija u fenofazi šare (treće uzorkovanje), te potom opet do pada u zadnjem uzorkovanju nakon berbe (četvrto uzorkovanje). Željeza u lišću vinove loze ima najviše u drugom i trećem uzorkovanju (fenofaza zametanja bobica i šare), dok se pad količine bilježi iza berbe (četvrto uzorkovanje). Slična situacija je i sa cinkom kojega najviše ima u fenofazi zametanja bobica (drugom uzorkovanju), dok je najmanja količina nakon berbe (četvrtom uzorkovanju). Najveća količina mangana utvrđena je u fenofazi šare odnosno trećem uzorkovanju.

Tablica 8. Prikaz rezultata Tukey testa za ukupne prosječne količine biogenih elemenata i suhe tvari u lišću vinove loze po tretmanima i po uzorkovanjima za 2014. godinu.

Tretman	Uzorkovanje	%						mg kg $^{-1}$			
		ST	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Zn	Mn	Cu
T1	1	17,39	3,11	0,22	1,08	2,54	0,22	268,67	43,23	102,20	9,13
	2	18,69	2,58	0,17	0,95	4,05	0,31	344,00	97,57	182,53	7,47
	3	20,02	2,27	0,18	1,12	4,89	0,33	351,33	126,50	173,73	6,10
	prosjek	**18,70**	**2,65**	**0,19**	**1,05 a**	**3,83**	**0,29**	**321,33**	**89,10**	**152,82**	**7,57**
T2	1	17,81	3,03	0,21	0,79	2,61	0,23	281,67	39,40	112,13	8,47
	2	19,18	2,44	0,17	0,74	4,06	0,35	351,00	96,47	206,10	7,10
	3	20,75	2,17	0,17	0,96	5,05	0,33	368,67	102,30	202,90	6,23
	prosjek	**19,25**	**2,55**	**0,18**	**0,83 c**	**3,91**	**0,30**	**333,78**	**79,39**	**173,71**	**7,27**
T3	1	17,55	3,16	0,21	0,77	2,60	0,23	263,67	47,87	117,40	9,10
	2	19,48	2,40	0,18	0,76	4,06	0,36	340,33	106,63	195,17	6,30
	3	20,13	2,21	0,18	1,10	4,54	0,35	357,00	122,23	179,60	5,97
	prosjek	**19,06**	**2,59**	**0,19**	**0,88 bc**	**3,73**	**0,31**	**320,33**	**92,24**	**163,06**	**7,28**
T4	1	17,97	3,24	0,23	0,83	2,54	0,21	269,00	60,33	110,93	9,40
	2	18,92	2,60	0,19	0,86	4,02	0,32	322,00	100,83	188,43	7,10
	3	20,53	2,42	0,18	1,22	4,78	0,33	318,67	123,87	181,17	6,13
	prosjek	**19,14**	**2,75**	**0,20**	**0,97 ab**	**3,78**	**0,29**	**303,22**	**95,01**	**160,18**	**7,54**

Prosjeci uzorkovanja pojedinih tretmana s različitim slovima u stupcima značajno se razlikuju prema Tukey HSD testu (p≤0.05); n = 36

U tablici 8. prikazana je količina biogenih elemenata, te suhe tvari u lišću vinove loze za 2014. godinu. Iz rezultata je vidljivo da postoji trend opadanja količine dušik, fosfor i bakar, dok trend rasta kroz fenofaze postoji za kalcij, cink i suhu tvar. Količina kalija različita je po tretmanima. Kod tretmana T1, T2 i T4 opada između prva dva uzorkovanja odnosno kroz fenofaze cvatnje i zametanje bobica, dok u šari raste. Količina kalija u lišću kod T4 tretmana raste od prvog (fenofaze cvatnje) do trećeg uzorkovanja (fenofaza šare). Količina magnezija u lišću u prvom uzorkovanju kod cvatnje je najniža i raste do fenofaze zametanja bobica odnosno drugog uzorkovanja. No između drugog i trećeg uzorkovanja (fenofaza šare) količine su gotovo nepromijenjene. Razlika u količinama željeza u lišću vidljiva je kod tretmana T4 gdje ta količina prvo raste, a iza zametanja bobica opada te je niža u fenofazi šare nego u fenofazi zametanja bobica. Kod svih ostalih tretmana ta količina željeza ima trend raste. Mangana u svim tretmanima ima najviše u fenofazi zametanja bobica odnosno u drugom uzorkovanju.

4.1.1. Prosječne vrijednosti biogenih elementa u fenofazi šare

Prosječne vrijednosti biogenih elemenata u fenofazi šare za 2013. prikazani su u tablici 9., dok su za 2014. godinu prikazani u tablici 10. U tablicama su prikazane preporučene vrijednosti količine biogenih elemenata u lišću vinove loze u fenofazi šare prema Fregoni-u (1998) i García-Escudero i sur. (2013).

Tablica 9. Prosječne vrijednosti biogenih elemenata u fenofazi šare za 2013. godinu, uz preporučene vrijednosti prema Fregoni-u (1998), te minimalne, optimalne i maksimalne vrijednosti prema García-Escudero i sur. (2013).

Biogeni elementi	**Prosječne vrijednosti po tretmanima**				**Preporučene vrijednosti prema Fregoni-u (1998)**	**Preporučene vrijednosti prema García-Escudero i sur. (2013)**		
	T1	***T2***	***T3***	***T4***		*min.*	*opt.*	*maks.*
N (%)	1,95	1,89	1,86	1,92	1,60 – 2,65	2,080	2,190 - 2,290	2,420
P (%)	0,12	0,11	0,13	0,12	0,12 – 0,28	0,134	0,148 - 0,163	0,183
K (%)	0,96	0,96	0,97	1,14	0,50 – 1,60	0,630	0,767 - 0,907	1,130
Ca (%)	3,05	3,22	3,21	3,59	2,20 – 4,50	2,820	3,100 - 3,340	3,620
Mg (%)	0,31	0,37	0,32	0,30	0,18 – 0,60	0,315	0,384 – 0,455	0,558
Fe (mg/kg)	357,03	332,37	353,67	354,60	80 – 300	99	138 - 164	205
Zn (mg/kg)	33,33	30,03	31,97	32,73	14 – 160	14	16 - 19	23
Mn (mg/kg)	314,60	334,07	329,93	331,10	55 – 400	77	99 - 124	156
Cu (mg/kg)	1,00	1,20	1,87	1,43	/	59	117 - 221	350

min. – minimalno; opt. – optimalno; maks. - maksimalno

Tablica 9. prikazuje rezultate opskrbljenosti vinove loze hranivima prema kojima su u usporedbi s Fregoni-em (1998) svi tretmani u granicama dobre opskrbljenosti dušikom. Dok u usporedbi s García-Escudero i sur. (2013) rezultati ukazuju na nedostatak dušika. Količina fosfora u tretmanima T1, T3 i T4 ukazuje da su u graničnim vrijednostima dok je kod tretman T2 zabilježen nedostatak u usporedbi s oba izvora. Prema Fregoni-u (1998) svi tretmani su u granicama preporučenih vrijednosti za kalij, dok su prema García-Escudero i sur. (2013) tretmani T1, T2 i T3 prema gornjoj granici preporučenih vrijednost, a tretman T4 bilježi suvišak kalija u fenofazi šare. Količina kalcija u lišću vinove loze kod svih tretmana nalazi se unutar preporučenih vrijednosti za oba izvora, s time da se tretmani T2 i T3 nalaze unutar optimalnih vrijednosti prema García-Escudero i sur. (2013). Iako prema Fregoni-u (1998) svi tretmani imaju dostatne količine magnezija u lišću vinove loze u fenofazi šare, u

usporedbi s drugim izvorom svi tretmani su oko minimalnih vrijednosti. Odnosno tretmani T1 i T4 nalaze se ispod donje granice, a tretman T3 je vrlo blizu donje granice. Dok je tretman T2 bliži optimalnim vrijednostima. Količina željeza u svim tretmanima se nalazi u suvišku u usporedbi s oba izvora. Prema Fregoni-u (1998) količina cinka i mangana u lišću u fenofazi šare je unutar preporučenih granica, međutim u usporedbi s García-Escudero i sur. (2013) svi tretmani bilježe suvišak za oba mikroelementa. Za količinu bakra u lišću vinove loze Fregoni (1998) nema dostupnih podataka, a prema drugom izvoru vidljiv je značajan nedostatak.

Tablica 10. Prosječne vrijednosti biogenih elemenata u fenofazi šare za 2014. godinu, uz preporučene vrijednosti prema Fregoni-u (1998), te minimalne, optimalne i maksimalne vrijednosti prema García-Escudero i sur. (2013).

Biogeni elementi	**Prosječne vrijednosti po tretmanima**				**Preporučene vrijednosti prema Fregoni-u (1998)**	**Preporučene vrijednosti prema García-Escudero i sur. (2013)**		
	T1	***T2***	***T3***	***T4***		*min.*	*opt.*	*maks.*
N (%)	2,27	2,17	2,21	2,42	1,60 – 2,65	2,080	2,190 - 2,290	2,420
P (%)	0,18	0,17	0,18	0,18	0,12 – 0,28	0,134	0,148 - 0,163	0,183
K (%)	1,12	0,96	1,10	1,22	0,50 – 1,60	0,630	0,767 - 0,907	1,130
Ca (%)	4,89	5,05	4,54	4,78	2,20 – 4,50	2,820	3,100 - 3,340	3,620
Mg (%)	0,33	0,33	0,35	0,33	0,18 – 0,60	0,315	0,384 – 0,455	0,558
Fe (mg/kg)	351,33	368,67	357,00	318,67	80 – 300	99	138 - 164	205
Zn (mg/kg)	126,50	102,30	122,23	123,87	14 – 160	14	16 - 19	23
Mn (mg/kg)	173,73	202,90	179,60	181,17	55 – 400	77	99 - 124	156
Cu (mg/kg)	6,10	6,23	5,97	6,13	/	59	117 - 221	350

min. – minimalno; opt. – optimalno; maks. - maksimalno

Iz tablice 10. vidljivo je da je opskrbljenost dušikom, fosforom, kalijem i magnezijem u preporučenim granicama prema oba izvora. Količina kalcija u lišću vinove loze u fenofazi šare za sve tretmane bilježi suvišak prema oba izvora, isto kao i količina željeza. Prema Fregoni-u (1998) svi tretmani imaju dobru opskrbljenost cinkom i manganom, dok prema García-Escudero i sur. (2013) dobivene količine predstavljaju značajan suvišak naročito cinka. U svim tretmanima je količina bakra u lišću vinove loze daleko ispod minimalnih vrijednosti prema García-Escudero i sur. (2013).

4.1.2. Omjer kalija s magnezijem i kalcijem

Omjer kalija sa magnezijem za 2013. i 2014. godinu prikazan je u tablici 11. za prosječnu vrijednost po tretmanima i po fenofazama, dok je omjer kalija sa kalcijem za obje godine prikazan u tablici 12.

Tablica 11. Omjer kalija i magnezija po tretmanima i fenofazama u 2013. i 2014. godinu.

	Tretman	**2013.**	**2014.**
	T1	**3,96**	**3,67**
Fenofaza	*Cvatnja*	8,92	4,90
	Zametanje bobica	3,86	3,06
	Šara	3,09	3,39
	Berba	2,75	/
	T2	**3,20**	**2,71**
Fenofaza	*Cvatnja*	8,42	3,43
	Zametanje bobica	2,85	2,11
	Šara	2,59	2,90
	Berba	2,11	/
	T3	**3,70**	**2,81**
Fenofaza	*Cvatnja*	8,69	3,34
	Zametanje bobica	3,84	2,11
	Šara	3,03	3,14
	Berba	2,48	/
	T4	**4,36**	**3,39**
Fenofaza	*Cvatnja*	8,42	3,95
	Zametanje bobica	4,43	2,68
	Šara	3,80	3,69
	Berba	3,12	/

Vrijednost predstavlja omjer K/Mg i označava koliko puta K ima više u odnosu na Mg u lišću.

Omjer K/Mg prikazan u tablici 11. najveći je kod tretmana T4 za obje godine (2013. – 4,36; 2014. – 3,39), dok je najmanji za tretman T2 također u obje godine (2013. – 3,20; 2014. – 2,71). Pri tome omjeri su u 2014. godini manji nego u 2013. Rezultati u obje godine ukazuju da je najviši omjer K/Mg za sve tretmane u fenofazi cvatnje. Tokom 2013. godine taj omjer se smanjivao do kraja vegetacije, no u 2014. godini u svim tretmanima vrijednost je veća u fenofazi šare nego u fenofazi zametanja bobica.

Tablica 12. Omjer kalija i kalcija po tretmanima i fenofazama za 2013. i 2014. godinu.

	Tretman	**2013.**	**2014.**
	T1	**0,36**	**0,27**
Fenofaza	*Cvatnja*	0,82	0,41
	Zametanje bobica	0,29	0,23
	Šara	0,31	0,22
	Berba	0,27	/
	T2	**0,32**	**0,21**
Fenofaza	*Cvatnja*	0,85	0,30
	Zametanje bobica	0,24	0,18
	Šara	0,29	0,19
	Berba	0,21	/
	T3	**0,34**	**0,23**
Fenofaza	*Cvatnja*	0,83	0,29
	Zametanje bobica	0,28	0,18
	Šara	0,30	0,24
	Berba	0,24	/
	T4	**0,35**	**0,25**
Fenofaza	*Cvatnja*	0,81	0,32
	Zametanje bobica	0,28	0,21
	Šara	0,31	0,25
	Berba	0,26	/

Vrijednost predstavlja omjer K/Ca i označava koliko puta K ima više u odnosu na Ca u lišću.

Iz tablice 12. vidljivo je da je najveći omjer K/Ca imao tretman T1 sa 0,36 u 2013. godini i 0,27 u 2014. godini. Najmanji omjer K/Ca imao je tretman T2 u obje godine i to 0,32 za 2013., te 0,21 za 2014. godinu. Njihov međusobni omjer je najširi u fenofazi cvatnje kod svih tretmana i u obje godine. S time da je u 2013. godini izrazito veći u fenofazi cvatnje nego u istoj fenofazi 2014. godine.

4.2. Grožđe

4.2.1. Broj grozdova i prinos

Rezultati analize varijance za broj grozdova i prinose 'Malvazije istarske' za 2013. i 2014. godinu prikazane su u tablici 13.

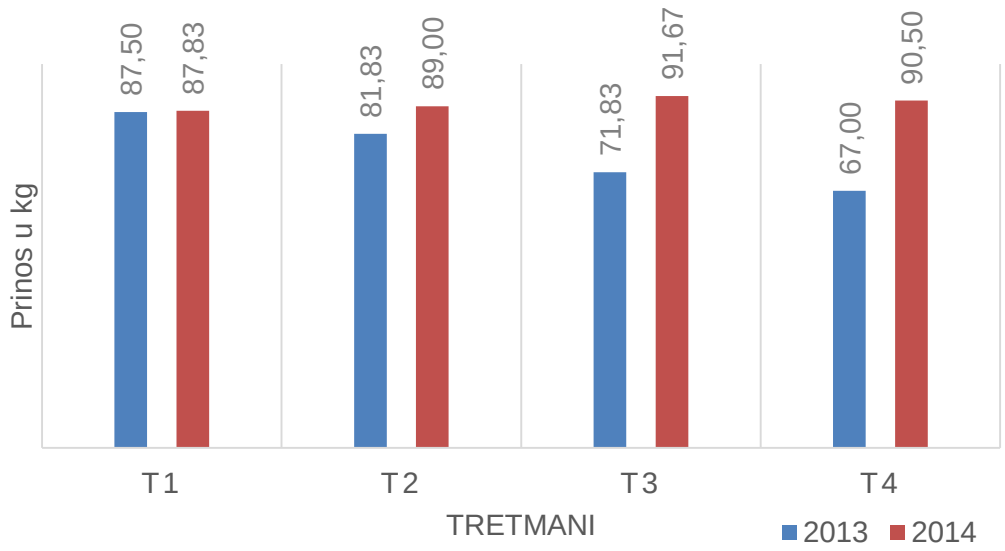
Tablica 13. Rezultati analize varijance za broj grozdova i prinosa u 2013. i 2014. godini.

Svojstvo	**2013.** *p-vrijednost*	**2014.** *p-vrijednost*
Prinos	0,7344	0,9880
Broj grozdova	0,5006	0,2433

ns nije signifikantno; n = 12

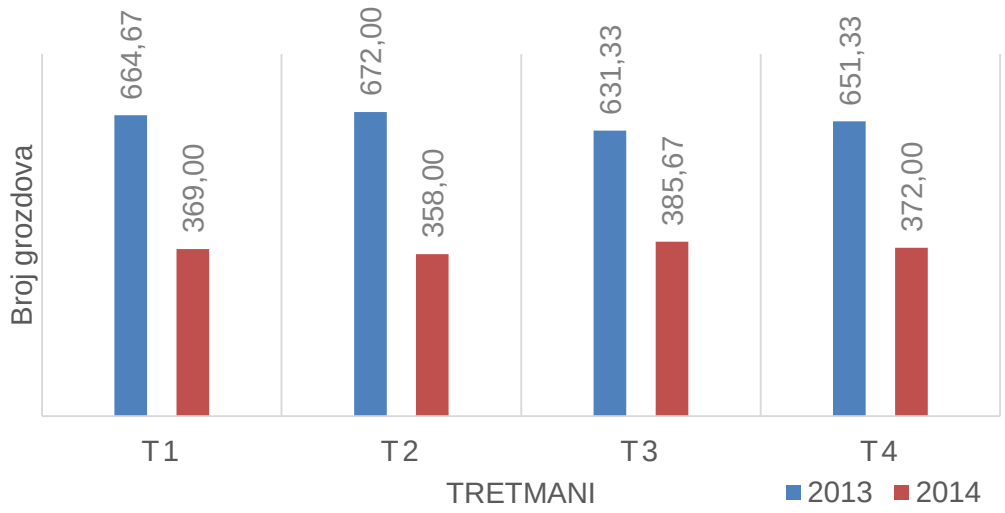
Iz rezultata prikazanih u tablici 13. vidljivo je da niti za 2013. niti za 2014. godinu nije utvrđena značajna razlika između tretmana za prinose kao ni za broj grozdova.

Prosječne vrijednosti prinosa u kilogramima po tretmanima (42 trsa/tretman) za 2013. i 2014. godinu prikazane su na grafikonu 3., dok je za iste godine prosječan broj grozdova prikazan na grafikonu 4.



Grafikon 3. Prikaz prosječnih vrijednosti prinosa po tretmanima za 2013. i 2014. godinu.

Grafikon 3. prikazuje da iako ne postoji značajna razlika u prinosima po tretmanima u 2013. i 2014. godini ipak je zabilježen relativni pad prinosa po tretmanima u 2013. godini. Pri tome tretman T1 je imao najveći prinos od 87,50 kg, zatim tretman T2 je imao 81,83 kg, T3 je imao 71,83 kg, dok najniži prinos je izmjeren za tretman T4 67,00 kg. U 2014. godini pak zabilježen je porast prinosa naspram kontrolnog tretmana T1 (87,83 kg) kod tretmana T2 (89,00 kg), T3 (91,67 kg) i T4 (90,50 kg). Također može se uočiti da kontrolni tretman T1 je imao skoro isti prinos u obje godine, dok su velike razlike u prinosima kod tretmana kod kojih se primjenjivalo neko od folijarnih gnojiva.



Grafikon 4. Prikaz prosječnih vrijednosti broja grozdova po tretmanima za 2013. i 2014. godinu.

Iz grafikon 4. može se vidjeti da niti u 2013. niti u 2014. godine nije bilo značajnih razlika u broju grozdova po tretmanima s time da je broj grozdova bio mnogo veći u sušnoj 2013. godini, naspram vlažnije 2014.

4.2.2. Korelacija prinosa s biogenim elementima i suhom tvari u lišću vinove loze

Odnos prinosa grožđa s količinom biogenih elemenata, te suhom tvari u lišću vinove loze određen je Pearsonovim koeficijentom korelacije na razini značajnosti $p \leq 0.05$, te su dobivene vrijednosti i njihova značajnost prikazani u tablici 14. za obje godine.

Tablica 14. Rezultati odnos prinosa grožđa s količinom biogenih elemenata u lišću vinove loze za 2013. i 2014. godinu.

Prinos	**2013.**		**2014.**	
	p-vrijednost	*r-vrijednost*	*p-vrijednost*	*r-vrijednost*
Suha tvar	**0,0021***	**0,7918**	0,6098	0,1643
N	0,7799	-0,0903	0,4833	-0,2243
P	0,5107	-0,2108	0,7904	-0,0860
K	0,4098	-0,2625	0,8767	-0,0502
Ca	0,5397	-0,1968	0,5081	0,2121
Mg	0,4948	-0,2186	0,1517	0,4405
Fe	0,8025	-0,0809	0,0928	0,5066
Zn	0,5703	0,1824	0,6691	0,1378
Mn	0,4741	0,2289	0,4959	0,2181
Cu	0,6474	0,1474	0,3352	-0,3049

r > 0 = pozitivna korelacija, r < 0 = negativna korelacija; 0,64 – 1 jaka korelacija; *signifikantno na razini 0,05; n = 12

Iz tablice 14. uočava se da postoji jaka pozitivna korelacija prinosa sa suhom tvari u 2013. godini, dok za biogene elemente korelacija s prinosom nije utvrđena. Za 2014. godinu rezultati su pokazali da ne postoji korelacija suhe tvari i biogenih elementima s prinosom grožđa.

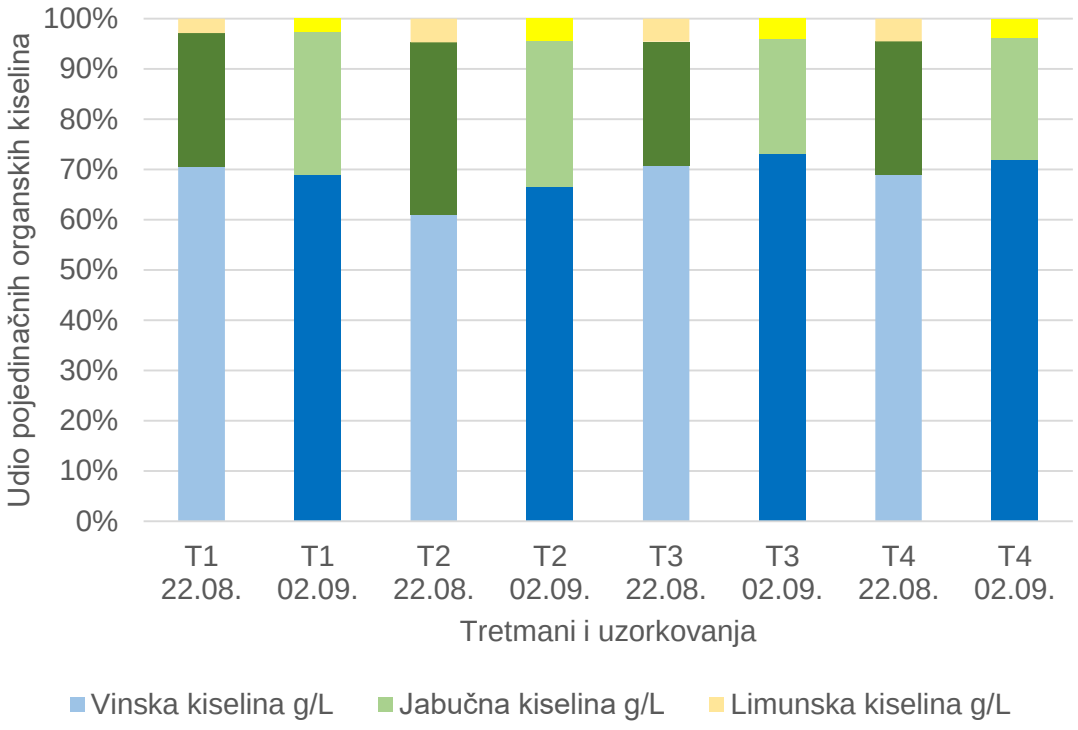
4.2.3. Organske kiseline u grožđu

Koncentracija organskih kiselina (vinske, jabučne i limunske kiseline) u grožđu 'Malvazije istarske' za 2013. godinu prikazan je u tablici 15., dok je za 2014. godinu prikazan u tablici 16. Postotni udio pojedine organske kiseline u ukupnoj koncentraciji po tretmanima i prema terminima uzorkovanja grožđa za 2013. godinu prikazan je u grafikonu 5. , te u grafikonu 6. za 2014. godinu.

Tablica 15. Koncentracija organskih kiselina u grožđu 'Malvazije istarske' za 2013. godinu.

Tretman	*Vinska kiselina g/L*		*Jabučna kiselina g/L*		*Limunska kiselina g/L*		*Ukupno organskih kiselina g/L*	
	22.08.	*02.09.*	*22.08.*	*02.09.*	*22.08.*	*02.09.*	*22.08.*	*02.09.*
T1	4,86	*4,07*	1,83	1,67	*0,20*	*0,16*	*6,89*	*5,90*
T2	*4,53*	4,09	**2,55**	**1,79**	**0,35**	**0,27**	**7,43**	**6,15**
T3	**5,07**	**4,49**	1,76	1,40	0,33	0,25	7,16	6,14
T4	4,86	4,41	1,87	1,49	0,32	0,23	7,05	6,13

Iz tablice 15. vidljivo je da najvišu koncentraciju vinske kiselinu u grožđu imao tretman T3, koji je ujedno imao i najmanju koncentraciju jabučne kiseline u oba uzorkovanja. Najnižu koncentraciju vinske kiseline u grožđu u prvom uzorkovanju imao je tretman T2. Međutim u momentu berbe (drugom uzorkovanju) najnižu koncentraciju imao je tretman T1. Najvišu koncentraciju jabučne kiseline imao je tretman T2 u oba uzorkovanja. Najvišu koncentraciju limunske kiseline u oba uzorkovanja imao je tretman T2, dok je najnižu imao tretman T1. Najveću ukupnu koncentraciju organskih kiselina u 2013. godini imao je tretman T2, dok je najmanju imao tretman T4.



Grafikon 5. Postotni udio vinske, jabučne i limunske kiseline u grožđu u ukupnoj koncentraciji organskih kiselina za uzorkovanja 22.08.2013. i 02.09. 2013.

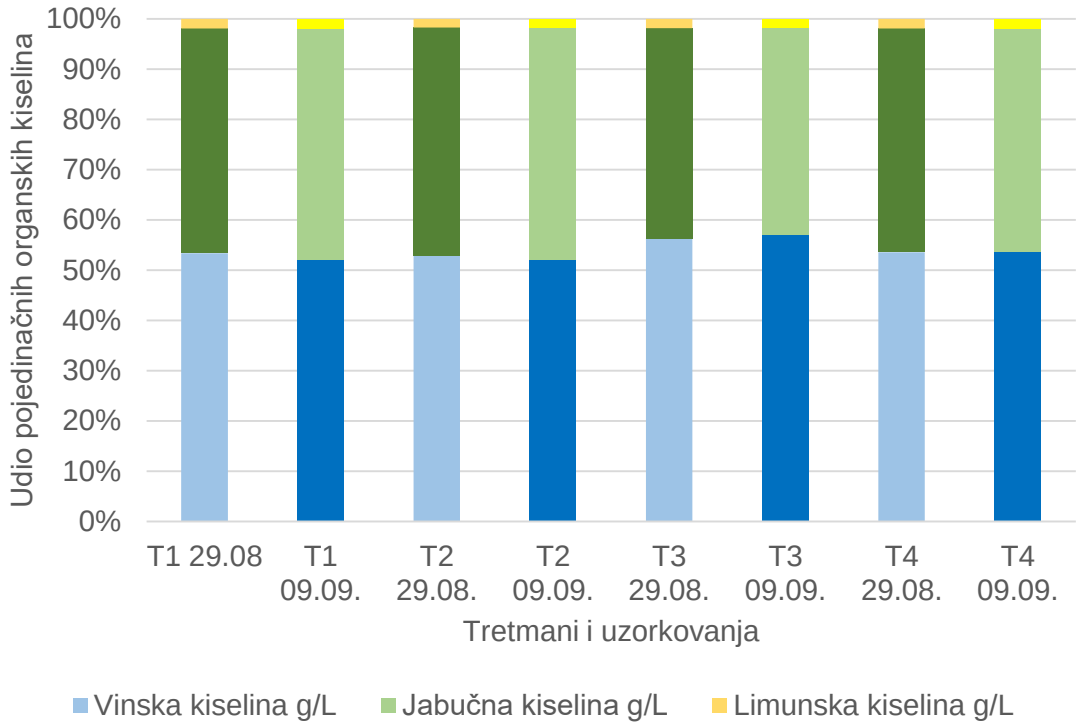
Tretman T1 kod uzorkovanja 22.08.2013. godine u grožđu ima 70,54 % vinske kiseline, 26,56 % jabučne kiseline, te 2,90 % limunske kiseline od ukupnih 6,89 g/L. Kod drugog uzorkovanja kod tretman T1 u ukupnoj koncentraciji organskih kiselina od 5,90 g/L smanjio se udio vinske kiseline na 68,98 % i limunske na 2,71 %, dok se povećao udio jabučne kiseline na 28,31 %. Tretman T2 imao je najveća koncentracija organskih kiselina s 7,43 g/L, od toga 60,97 % vinske kiseline, 34,32 % jabučne i 4,71 % limunske kod prvog uzorkovanja. U usporedbi s tim uzorkovanjem kod drugog uzorkovanja došlo je do povećanja udjela vinske kiseline (66,50 %) u ukupnoj koncentraciji organskih kiselina (6,15 g/L), a do smanjenja koncentracije jabučne (29,11 %) i limunske (4,39 %). Tretman T3 ukupno je imao 7,16 g/L organskih kiselina, od čega je 4,61 % limunske, 24,58 % jabučne i 70,81 % vinske kiseline pri prvom uzorkovanju 22.08.2013. Međutim tretman T3 u drugom uzorkovanju imao je 6,14 g/L organskih kiselina. Koncentracija u usporedbi s onim izmjerenom u prvom uzorkovanju se povećala kod vinske kiseline na 73,13 %, dok se kod jabučne smanjila na 22,80 % i limunske na 4,07 %. U ukupnoj koncentraciji organskih kiselina od 7,05 g/L kod prvog uzorkovanja tretman T4 imao je 68,94 % vinske, 26,52 % jabučne i 4,54 % limunske kiseline. Kod drugog uzorkovanja 02.09.2013. u trenutku berbe kod tretmana T4 ukupna koncentracija organskih kiselina iznosila je 6,13 g/L, pri tom se udio vinske uvećao u ukupnoj koncentraciji na 71,94 %, dok se udio jabučne smanjio na 24,31 %, odnosno za limunsku na 3,75 %. Iz rezultata je vidljivo da je jedino kod tretmana T1 došlo do povećanja koncentracije jabučne naspram vinske, te time se povećao udio jabučne u ukupnoj koncentraciji organskih kiselina. Kod ostalih tretmana se udio jabučne smanjivao u ukupnoj koncentraciji. Kod tretmana T1, T3 i T4 koncentracija vinske i limunske kiseline rastala je odnosno padala za oko 2 % između prvog i drugog uzorkovanja, dok je kod tretmana T2 vinska kiselina povećala se u ukupnom udjelu za 5,53 %, a jabučna se smanjila za čak 5,22 %.

Tablica 16. Koncentracija organskih kiselina u grožđu 'Malvazije istarske' za 2014. godinu.

Tretman	*Vinska kiselina g/L*		*Jabučna kiselina g/L*		*Limunska kiselina g/L*		*Ukupno organskih kiselina g/L*	
	29.08.	*09.09.*	*29.08.*	*09.09.*	*29.08.*	*09.09.*	*29.08.*	*09.09.*
T1	*5,29*	*4,77*	4,43	4,22	**0,19**	**0,18**	9,91	*9,17*
T2	5,50	4,82	**4,72**	**4,27**	0,18	*0,16*	**10,40**	**9,25**
T3	**5,51**	**5,43**	4,08	3,92	0,18	0,17	9,77	9,52
T4	5,37	4,94	4,46	4,09	**0,19**	0,17	10,02	9,20

Iz tablice 16. vidljivo je da je najveću koncentraciju vinske kiseline u oba uzorkovanja u 2014. godini imao tretman T3, a isti tretman imao je i najmanju koncentraciju jabučne

kiseline u oba uzorkovanja. Najmanju koncentraciju vinske kiseline imao je tretman T1, koji je imao najveću koncentraciju limunske u oba uzorkovanja. Najveću koncentraciju jabučne imao je tretman T2, koji je ujedno imao i najmanju koncentraciju limunske u drugom uzorkovanju. Kod tretmana T4 limunska kiselina imala je najveću koncentraciju samo u prvom uzorkovanju. Najmanju ukupnu koncentraciju organskih kiselina u 2014. godini imao je tretman T1, dok je najveću imao tretman T3.



Grafikon 6. Postotni udio vinske, jabučne i limunske kiseline u grožđu u ukupnoj koncentraciji organskih kiselina za uzorkovanja 29.08.2014. i 09.09. 2014.

Iz prikazanog grafikona 6. vidljivo je da tretman T1 je imao ukupno 9,91 g/L organskih kiselina u prvom uzorkovanju 29.08.2014., od čeka je 53,38 % bilo vinske, 44,70 % jabučne i 1,96 % limunske kiseline. Kod istog tretmana koncentracija organskih kiselina se smanjivala do momenta berbe na ukupno 9,17 g/L, od čega se koncentracija vinske smanjila na 52,02 %, dok se koncentracija jabučne (46,02 %) i limunske 1,96 % se povećala. Kod tretmana T2 koncentracija vinske kiseline kod prvog uzorkovanja bila je 52,88 %, jabučne 45,38 % i 1,73 % limunske od ukupnog zbroja organskih kiselina od 10,40 g/L. Ukupna koncentracija se do drugog uzorkovanja smanjila na 9,25 g/L, pri čemu je limunska ostala na istoj vrijednosti od 1,73 % dok se koncentracija jabučne povećala na 46,16 %, a vinske nešto malo smanjila na 52,11 %. Koncentracija organskih kiselina u tretmanu T3 iznosila je kod prvog uzorkovanja 9,77 g/L, dok je kod drugog se smanjila na

9,52 g/L. Pri tome je vinska kiselina s 56,40 % narasla na 57,04 % u drugom uzorkovanju, a jabučna je nešto malo se smanjila s 41,76 % na 41,18 %. Limunska se kod tretmana T3 s 1,84 % u prvom uzorkovanju smanjila na 1,79 %. Tretman T4 u uzorkovanju 29.08.2014. imao je ukupno 10,02 g/L organskih kiselina, od čega je vinske kiseline bilo 53,59 %, jabučne 44,51 %, a limunske 1,90 %. U drugom uzorkovanju 09.09.2014. ukupna koncentracija organskih kiselina se smanjila na 9,20 g/L. Pri tome je došlo do minimalnog smanjenja koncentracije jabučne na 44,46 %, dok se limunska smanjila na 1,85%, s time da se udio vinske kiseline minimalno povećao na 53,70 %. Iz rezultata je vidljivo da je koncentracija vinske kiseline dozrijevanjem grožđa rastala kod tretmana T3 i T4, dok je kod tretmana T1 i T2 opadala. Suprotno je bilo s jabučnom kiselom koja je kod tretmana T3 i T4 opadala, dok je kod T1 i T42 rasla. Limunska kiselina se smanjila kod tretmana T3 i T4, ostala jednaka kod tretmana T2, te porasla kod tretmana T1.

4.3. Mošt

4.3.1. Korelacija osnovnog kemijskog sastava mošta s biogenim elementima i suhom tvari u lišću vinove loze

Rezultati odnosa osnovnog kemijskog sastava mošta (pH vrijednost, ukupna kiselost i koncentracija šećera) s količinom biogenih elemenata, te suhom tvari u lišću određen je Pearsonovim koeficijentom korelacije na razini značajnosti $p \leq 0.05$. Dobivene vrijednosti za 2013. i 2014. godinu i njihova značajnost prikazani su tablici 19. za pH vrijednost mošta, tablici 20. za ukupnu kiselost i tablici 21. za koncentraciju šećera.

Tablica 19. Rezultati odnosa pH vrijednosti s količinom biogenih elemenata i suhe tvari u lišću vinove loze za 2013. i 2014. godinu.

pH	2013.		2014.	
	p-vrijednost	*r-vrijednost*	*p-vrijednost*	*r-vrijednost*
Suha tvar	**0,0101***	**-0,7072**	0,3367	-0,3039
N	0,1510	0,4412	0,0645	0,5490
P	0,6624	-0,1408	0,4111	0,2617
K	0,4566	-0,2378	0,0730	0,5351
Ca	0,4349	-0,2491	0,7792	-0,0907
Mg	0,3159	0,3167	0,2384	-0,3686
Fe	0,9119	0,0358	0,0823	-0,5211
Zn	0,6577	-0,1429	0,7147	0,1181
Mn	0,8144	-0,0759	0,1031	-0,4934
Cu	0,1690	-0,4245	0,1423	0,4498

r < 0 = negativna korelacija; 0,64 – 1 jaka korelacija; * signifikantno na razini 0,05; n = 12

Iz tablice 19. dobiveni rezultati ukazuju da postoji jaka negativna korelacija između pH vrijednosti mošta i suhe tvari u 2013. godini, dok s biogenim elementima korelacija nije utvrđena. U 2014. godini korelacija pH vrijednosti s biogenim elementima i suhom tvari nije utvrđena.

Tablica 20. Rezultati odnosa ukupne kiselosti mošta s količinom biogenih elemenata i suhe tvari u lišću vinove loze za 2013. i 2014. godinu.

Ukupna kiselost	2013.		2014.	
	p-vrijednost	*r-vrijednost*	*p-vrijednost*	*r-vrijednost*
Suha tvar	0,2464	0,3627	0,3318	-0,3069
N	0,3120	-0,3191	0,7483	-0,1037
P	0,7245	-0,1138	0,4484	-0,2420
K	**0,0373***	**0,6045**	**0,0201***	**0,2062**
Ca	**0,0427***	**0,5916**	0,2446	-0,3640
Mg	0,6736	0,1359	**0,0080***	**-0,7218**
Fe	0,2873	-0,3348	0,5185	-0,2070
Zn	0,6030	0,1674	0,6022	0,1677
Mn	0,2448	0,3639	0,9639	-0,0146
Cu	0,8636	-0,0556	0,1000	0,4972

r > 0 = pozitivna korelacija, r < 0 = negativna korelacija; 0 – 0,25 slaba korelacija, 0,25 – 0,64 srednje jaka korelacija, 0,64 – 1 jaka korelacija; * signifikantno na razini 0,05; n = 12

Postojanje srednje jake korelacije između ukupne kiselosti s količinom kalija i kalcija u lišću vinove loze utvrđeno je u 2013. godini. Slaba pozitivna korelacija 2014. godine utvrđena je između ukupne kiselosti s količinom kalija, te jaka negativna korelacija s količinom magnezija. Za ostale biogene elemente i suhu tvar nije utvrđena korelacija s ukupnom kiselosti za obje godine (tablica 20.).

Tablica 21. Rezultati odnosa koncentracije šećera u moštu s količinom biogenih elemenata i suhe tvari u lišću vinove loze za 2013. i 2014. godinu.

Šećer °Oe	2013.		2014.	
	p-vrijednost	*r-vrijednost*	*p-vrijednost*	*r-vrijednost*
Suha tvar	0,7814	0,0897	0,6690	-0,1379
N	0,8493	0,0615	0,3026	-0,3250
P	0,0510	-0,5740	0,4020	-0,2667
K	0,0806	-0,5235	0,5957	0,1707
Ca	0,1123	-0,4823	0,4193	-0,2573
Mg	0,0517	0,5725	0,3842	-0,2765
Fe	0,0662	-0,5460	0,9298	0,0285
Zn	0,0663	-0,5459	0,7338	0,1099
Mn	0,7599	-0,0988	0,7779	0,0912
Cu	0,2384	-0,3685	0,4849	0,2235

r > 0 = pozitivna korelacija, r < 0 = negativna korelacija; 0 – 0,25 slaba korelacija, 0,25 – 0,64 srednje jaka korelacija, 0,64 – 1 jaka korelacija; n = 12

Rezultati iz tablice 21. pokazali su da koncentracija šećera u °Oe nema korelaciju niti sa suhom tvari niti sa količinom minerala u lišću u 2013. i 2014. godini.

4.3.2. Osnovna kemijska analiza mošta

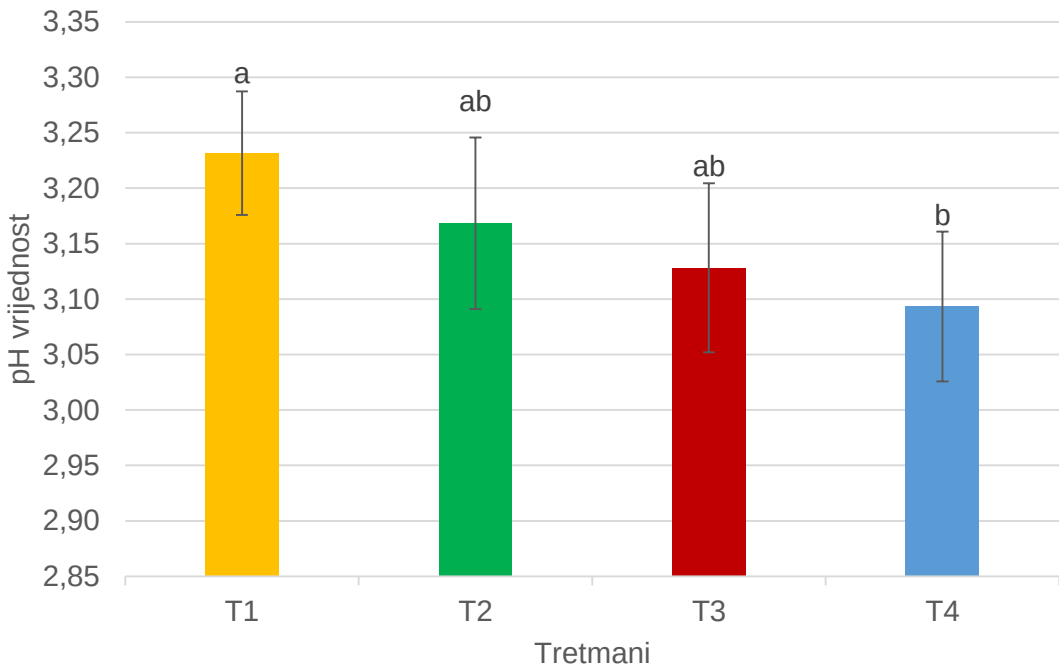
Rezultati analize varijance za osnovnu kemijsku analizu mošta: pH vrijednost, ukupnu kiselost i koncentracija šećera prikazani su u tablici 17. za 2013. godinu. Rezultati za 2014. godinu prikazani su u tablici 18. Rezultati prosječnih vrijednosti svojstava mošta testiranih Tukey testom za 2013. godinu prikazani su u grafovima 7. (pH vrijednost), 8. (ukupna kiselost) i 9. (koncentracija šećera). Za 2014. godinu isti rezultati prikazani su u grafovima 10. (pH vrijednost), 11.(ukupna kiselost) i 12. (koncentracija šećera).

Tablica 17. Rezultati analize varijance za pH vrijednost, ukupnu kiselost i koncentraciju šećera u moštu za 2013. godinu.

Svojstvo	*p-vrijednost*
pH vrijednost	**0,0242***
Ukupna kiselost	**0,0006***
°Oe	**0,0021***

* signifikantno na razini 0,05; n = 24

Iz rezultata analize varijance prikazanih u tablici 17. za 2013. godinu vidljivo je da postoji značajan utjecaj tretmana na pH vrijednost i koncentracija šećera u moštu. Također rezultati ukazuju na visoko značajan utjecaj tretmana na ukupnu kiselost u moštu. Dakle primjena folijarnih gnojiva imala je utjecaj na osnovna kemijska svojstva mošta u 2013. godini.

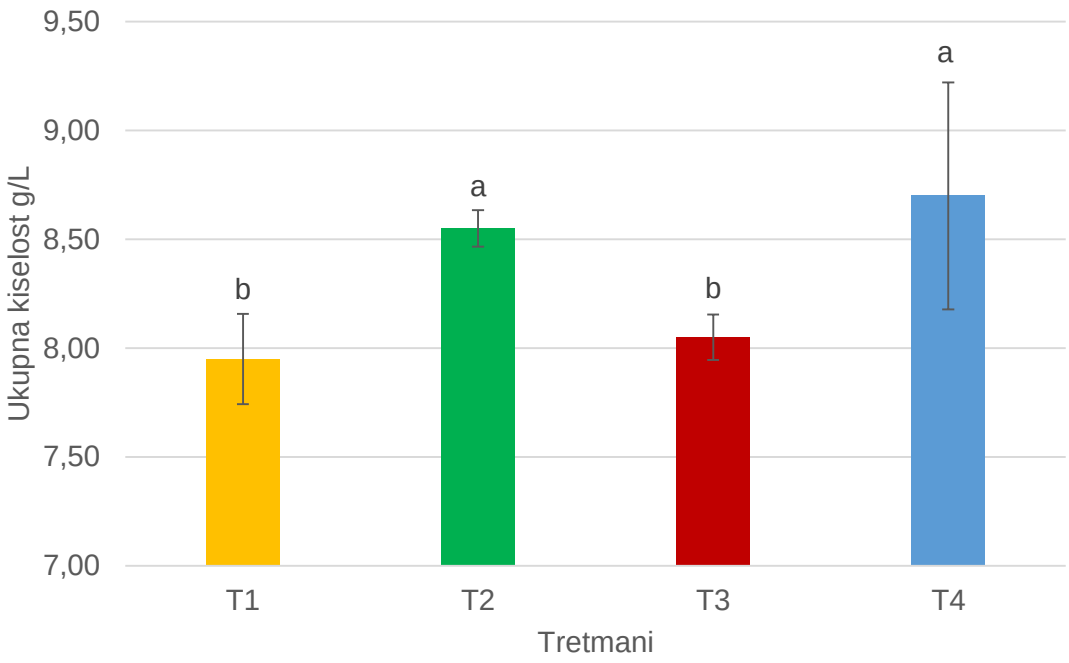


Različita slova predstavljaju statistički značajne razlike pH vrijednosti između tretmana prema Tukey HSD testu (p≤0.05); n = 12

Grafikon 7. Rezultati Tukey testa za pH vrijednost mošta po tretmanima za 2013. godinu.

Iz grafikona 7. jasno je vidljivo da postoji značajna razlika u pH vrijednosti među tretmanima. Najviša pH vrijednost zabilježena je kod tretmana T1 (3,23), dok je najniža zabilježena kod

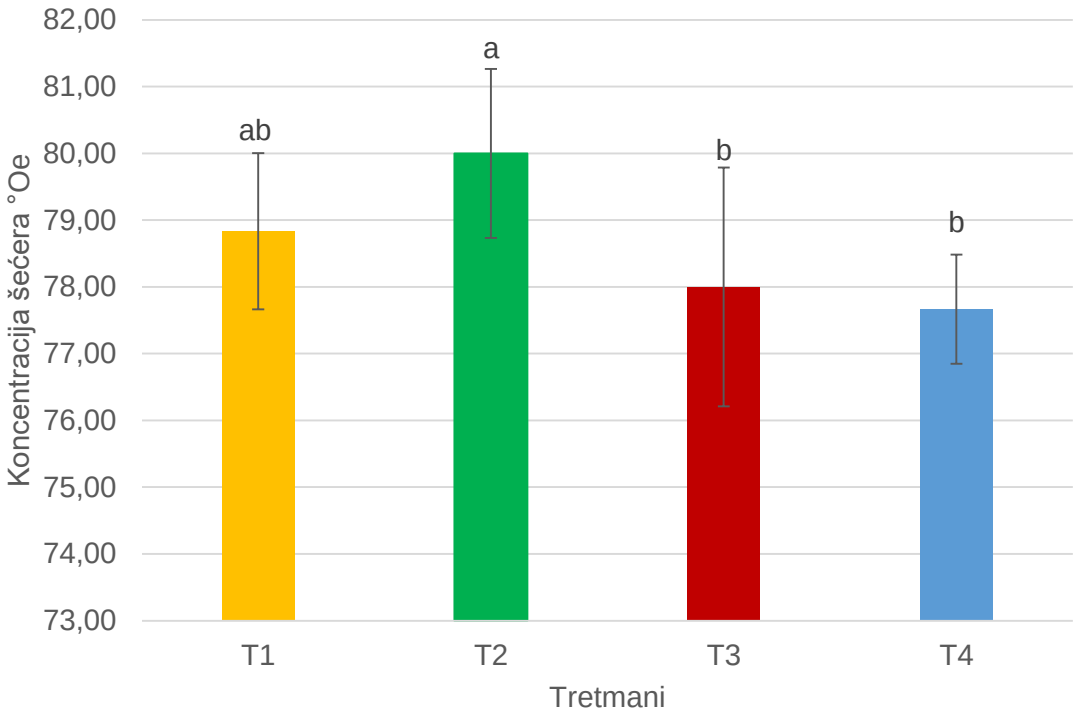
tretmana T4 (3,09). Tretman T2 imao je 3,17, a tretmanu T3 određena je 2013. godine prosječna pH vrijednost od 3,13.



Različita slova predstavljaju statistički značajne razlike ukupne kiselosti između tretmana prema Tukey HSD testu (p≤0.05); n = 12

Grafikon 8. Rezultati Tukey testa za ukupnu kiselost mošta po tretmanima mošta za 2013. godinu.

Dobiveni rezultati prikazani u grafikonu 8. ukazuju da postoji značajna razlika ukupne kiselosti kod tretmana, pri čemu je najveću vrijednost imao tretman T4 sa 8,70 g/L ukupne kiselosti. Nakon njega druga najviša vrijednost je određena za tretman T2 (8,55 g/L), dok je kod tretmana T3 određena 8,05 g/L. Najnižu prosječnu vrijednost ukupne kiselosti imao je tretman bez folijarne gnojidbe T1 (7,95 g/L).



Različita slova predstavljaju statistički značajne razlike koncentracija šećera između tretmana prema Tukey HSD testu (p≤0.05); n = 12

Grafikon 9. Rezultati Tukey testa za koncentraciju šećera u moštu po tretmanima mošta za 2013. godinu.

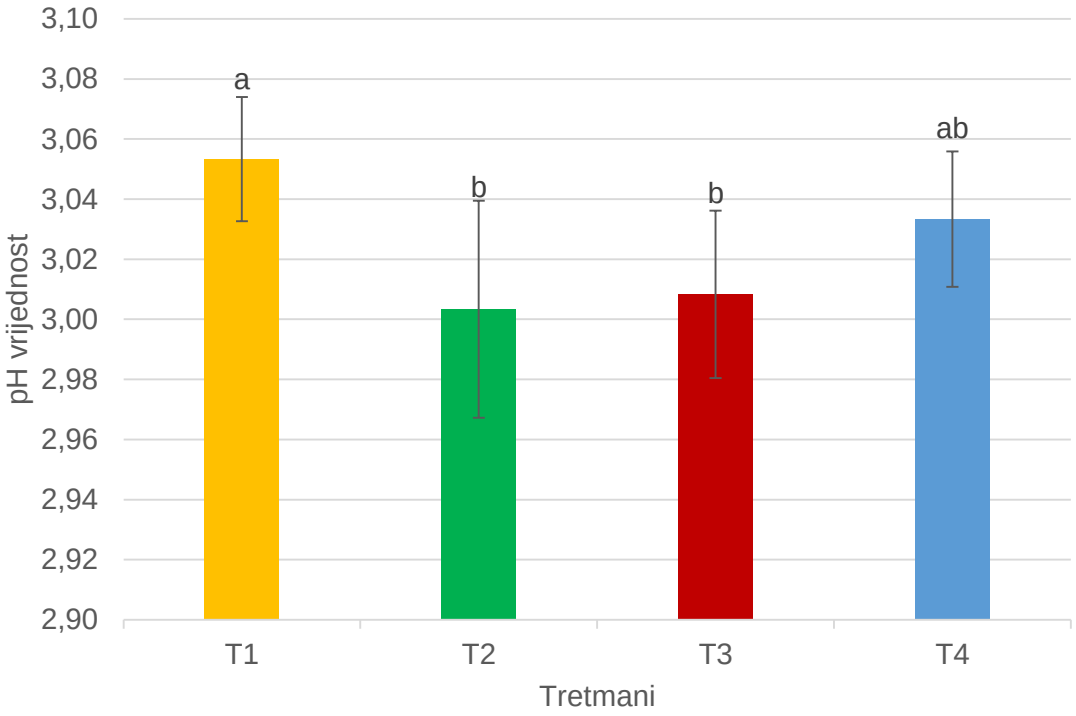
Grafikon 9. ukazuje da je tretman T2 imao najveću prosječnu koncentraciju šećera u moštu 2013. godine sa 80,00 °Oe, dok je tretman T4 imao najmanju sa 77,67 °Oe. Koncentracija šećera u tretmanu T1 bila je 78,83 °Oe, a kod tretmana T3 određena je 78,00 °Oe. Iz grafikona 9. jasno je vidljivo da postoji značajna razlika u koncentraciji šećera po tretmanima.

Tablica 18. Rezultati analize varijance za pH vrijednost, ukupnu kiselost i koncentraciju šećera u moštu za 2014. godinu.

Svojstvo	***p-vrijednost***
pH vrijednost	**0,0171***
Ukupna kiselost	0,7956
°Oe	**0,0001***

* signifikantno na razini 0,05; n = 24

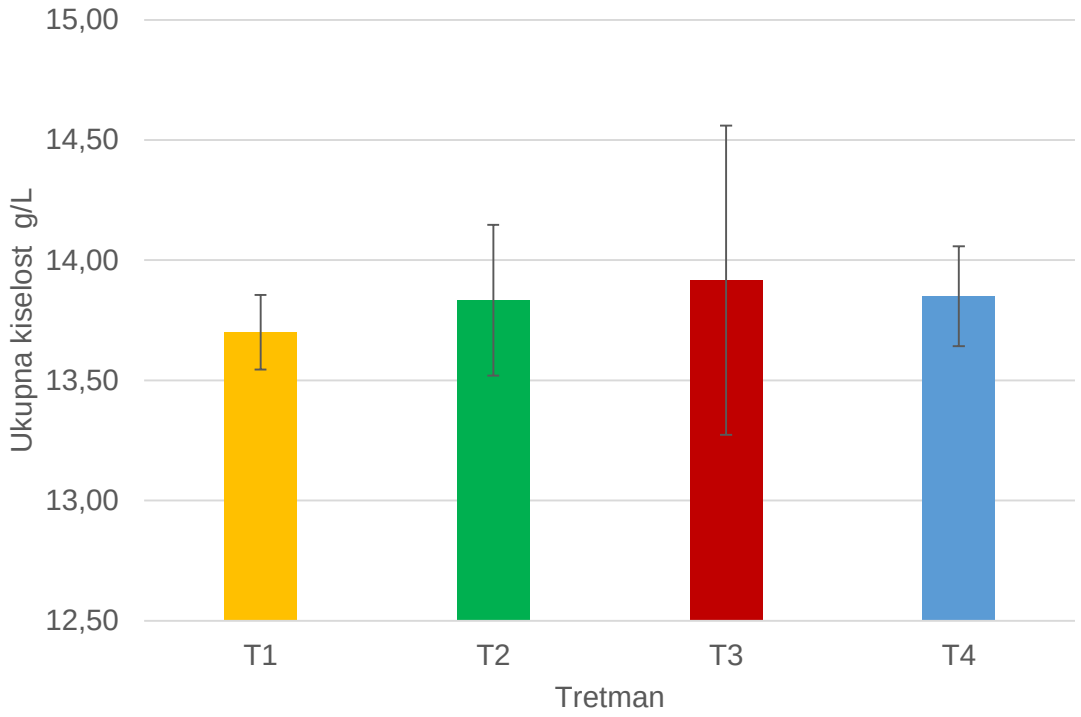
Rezultati analize varijance za osnovna kemijska svojstva mošta prikazani u tablici 18. ukazuju da u 2014. godini tretmani nisu imali značajan utjecaj na ukupnu kiselost, dok su na pH vrijednost imali značajan, a na koncentraciju šećera u moštu visoko značajan. Iz rezultata se može zaključiti da folijarna gnojidba u 2014. godini je imala utjecaj na neka od analiziranih svojstava.



Različita slova predstavljaju statistički značajne razlike pH vrijednosti između tretmana prema Tukey HSD testu (p≤0.05); n = 12

Grafikon 10. Rezultati Tukey testa za pH vrijednost mošta po tretmanima za 2014. godinu.

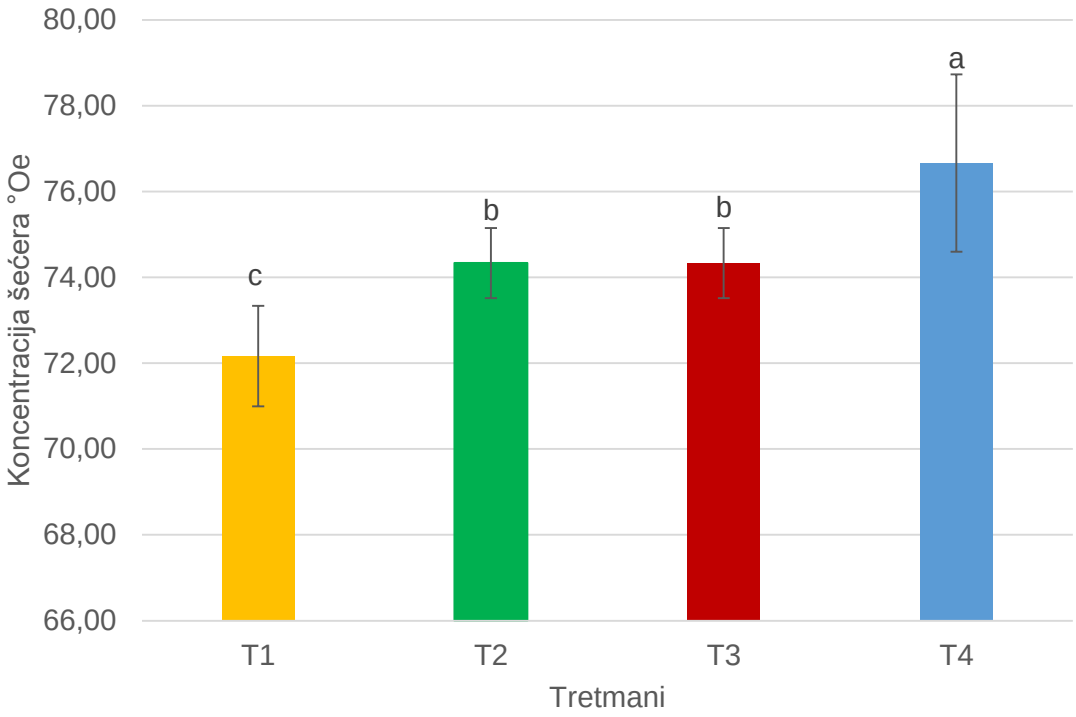
Iz grafikona 10. vidljivo je da najvišu prosječnu vrijednost pH mošta je imala kontrola bez primjene folijarnih gnojiva tretman T1 (3,05), dok su svi tretmani na kojima se primjenjivalo neko od folijarnih gnojiva imali značajno nižu pH vrijednosti. Tako je tretman T2 imao najnižu s 3,00, T3 je imao 3,01, a T4 je imao 3,03.



Različita slova predstavljaju statistički značajne razlike ukupne kiselosti između tretmana prema Tukey HSD testu (p≤0.05); n = 12

Grafikon 11. Rezultati Tukey testa za ukupnu kiselost mošta po tretmanima za 2014. godinu.

Iz grafikona 11. vidi se da kod ukupne kiselosti mošta nije bilo značajne razlike u prosječnim vrijednostima određivanim Tukey testom, no najviša ukupna kiselost bila je kod tretmana T3 koji je imao prosječno 13,92 g/L. Tretman T2 je imao 13,83 g/L, a tretman T3 13,85 g/L. Najnižu ukupnu kiselost u 2014. godine imao je tretman T1 kod kojega je to bilo 13,70 g/L.



Različita slova predstavljaju statistički značajne razlike koncentracije šećera između tretmana prema Tukey HSD testu (p≤0.05); n = 12

Grafikon 12. Rezultati Tukey testa za koncentraciju šećera u moštu po tretmanima za 2014. godinu.

Grafikon 12. prikazuje da se u moštu 2014. godine koncentracija šećera u °Oe po tretmanima značajno razlikovala pri čemu je najniža koncentracija bila kod tretmana T1 (72,17 °Oe). Svi ostali tretmani imali su višu koncentraciju i to tretman T2 je imao 74,33 °Oe isto kao i tretman T3. Najvišu koncentracija određena je u tretmanu T4 sa 76,67 °Oe u moštu.

4.4. Bazno vino

4.4.1. Osnovna kemijska analiza baznoga vina

Rezultati analize varijance za osnovnu kemijsku analizu baznoga vina 'Malvazije istarske' uključivali su ukupni alkohol, stvarni alkohol, ukupni suhi ekstrakt, reducirajući šećer, ekstrakt bez šećera, pepeo, pH vrijednost, ukupnu i hlapljivu kiselost, a prikazani su u tablici 22. za 2013. godinu, te u tablici 23. za 2014. godinu.

Tablica 22. Rezultati analize varijance za osnovnu kemijsku analizu baznoga vina u 2013. godini.

Svojstvo	*p-vrijednost*
Ukupni alkohol	0,2646
Stvarni alkohol	0,2073
Ukupni suhi ekstrakt	0,6841
Reducirajući šećer	0,2497
Ekstrakt bez šećera	0,6262
Pepeo	0,6192
pH	0,7803
Ukupna kiselost	0,7163
Hlapljiva kiselost	0,6661

n = 12

Iz rezultata analize varijance za 2013. godinu prikazanih u tablici 22. vidljivo je da ne postoji statistički značajna razlika u kemijskom sastavu baznoga vina po tretmanima.

Tablica 23. Rezultati analize varijance za osnovnu kemijsku analizu baznoga vina u 2014. godini.

Svojstvo	*p-vrijednost*
Ukupni alkohol	**0,0483***
Stvarni alkohol	0,4592
Ukupni suhi ekstrakt	0,9153
Reducirajući šećer	0,5720
Ekstrakt bez šećera	0,8953
Pepeo	0,5776
pH	0,5311
Ukupna kiselost	0,2940
Hlapljiva kiselost	0,0531

* signifikantno na razini 0,05; n = 12

Iz tablice 23. vidljivo je iz prikazanih rezultata analize varijance za osnovna kemijska svojstva baznoga vina u 2014. godini da postoji značajna razlika između tretmana za ukupni alkohol, dok za sva ostala testirana svojstva ne postoji statistički značajna razlika između tretmana.

Rezultati Tukey testa za ukupni alkohol, stvarani alkohol, ukupni suhi ekstrakt, reducirajući šećer, ekstrakt bez šećera, pepeo, pH vrijednost, ukupnu i hlapljivu kiselost u baznome vino

'Malvazije istarske' po tretmanima prikazani su u tablici 24. za 2013. godinu, dok su isti podaci za 2014. prikazani u tablici 25.

Tablica 24. Rezultati Tukey testa za osnovnu kemijsku analizu baznoga vina za 2013. godinu.

Svojstvo	T1	T2	T3	T4
Ukupni alkohol (% vol)	10,75	10,95	10,87	10,81
Stvarni alkohol (% vol)	10,68	10,87	10,81	10,72
Ukupni suhi ekstrakt (g/L)	17,36	18,03	18,93	18,53
Reducirajući šećer (g/L)	1,47	1,23	1,07	1,43
Ekstrakt bez šećera (g/L)	17,20	17,80	18,87	18,10
Pepeo (g/L)	1,50	1,53	1,59	1,52
pH vrijednost	3,02	3,00	2,97	2,96
Ukupna kiselost (g/L)	5,93	6,23	6,47	6,53
Hlapljiva kiselost (g/L)	0,20	0,21	0,18	0,19

Iz tablice 25. vidljivo je da ne postoji statistički značajna razlika između tretmana u 2013. godini za osnovnu kemijsku analizu baznoga vina. Unatoč tome iz dobivenih podataka može se vidjeti trend povećanja ukupne kiselosti, pri čemu tretman T1 ima najmanju vrijednost, a tretmani kod kojih su se primjenjivala folijarna gnojiva imaju veću prosječnu vrijednost ukupne kiselosti od 0,30 g/L do 0,60 g/L. Trend rasta kod tretmana T2, T3 i T4 naspram T1 vidljiv je i za ukupni suhi ekstrakt i ekstrakt bez šećera dok je za pH vrijednost uočen trend opadanja kod folijarno gnojenih tretmana u usporedbi sa T1 tretmanom koji je predstavljao kontrolu.

Tablica 25. Rezultati Tukey testa za osnovnu kemijsku analizu baznoga vina za 2014. godinu.

Svojstvo	T1	T2	T3	T4
Ukupni alkohol (% vol)	10,13 **b**	10,52 **ab**	10,54 **ab**	10,70 **a**
Stvarni alkohol (% vol)	10,07	10,46	10,48	10,64
Ukupni suhi ekstrakt (g/L)	22,67	22,90	23,50	23,07
Reducirajući šećer (g/L)	1,10	1,10	1,07	1,00
Ekstrakt bez šećera (g/L)	22,57	22,80	23,43	23,07
Pepeo (g/L)	1,67	1,64	1,68	1,77
pH vrijednost	2,92	2,91	2,94	2,92
Ukupna kiselost (g/L)	9,70	9,43	9,74	9,50
Hlapljiva kiselost (g/L)	0,14	0,14	0,20	0,20

Različita slova predstavljaju statistički značajne razlike između tretmana prema Tukey HSD testu ($p \leq 0.05$); n = 12

Iz tablice 25. vidljivo je da postoji utjecaj tretmana na ukupni alkohol, pri tome T1 ima najnižu vrijednost, dok tretman T4 ima najvišu vrijednost. Sva ostala svojstva statistički nemaju značajnu razliku. Međutim vidljiv je trend rasta stvarnih alkohola kod tretiranih tretmana, također ukupnog suhog ekstrakta i ekstrakta bez šećera.

5. RASPRAVA

Dvogodišnje istraživanje primjene folijarnih gnojidbenih tretmana na bazi magnezija, fosfora i biostimulatora imalo je za cilj utvrditi utjecaj tih tretmana na suhu tvar i biogene elemenata u lišću vinove loze, te na osnovni kemijski sastav mošta i baznoga vina u proizvodnji pjenušca. Također istraživanjem se željelo utvrditi jesu li biogeni elementi u lišću povezani s prinosima.

Istraživanje je provedeno u vinogradu namijenjenom isključivo uzgoju grožđa za proizvodnju pjenušca. Prilikom analize dobivenih rezultata u obzir je uzeta i kemijska analiza tla (crvenice) na kojoj je vinograd zasađen. Pokazalo se da je tlo na lokalitetu slabo kisele reakcije (pH_{H2O} – 6,39; pH_{KCl} – 5,69), dobro opskrbljeno dušikom (N – 0,22%), magnezijem (14,00 mg/100 g tla Mg) i kalijem (21,25 mg/100g tla K_2O), a siromašno fosforom (<1 mg/100 g tla P_2O_5) i humusom (2,06 %) sa malim udjelom skeleta. Također prilikom analize rezultata uzeti su u obzir i vremenski uvjeti u godinama istraživanja. Obzirom da klimatske prilike naročito količine oborina odnosno vlaga imaju utjecaja na pokretljivost minerala u tlu.

U usporedbi s višegodišnjim prosjekom (1981.-2010.) 2013. godina imala je gotovo u svim mjesecima višu srednju mjesečnu temperaturu, te je imala izrazito sušno razdoblje u travnju (33,1 mm) i srpnju (10,5 mm). Zbog čega je 2013. godine u Općini Višnjan proglašena elementarna nepogoda uzrokovana sušom. Druga godina istraživanja (2014.) je pak u usporedbi s višegodišnjim prosjekom imala puno veće količine oborina posebice tokom travnja (75,0 mm) i srpnja (154,3 mm), dok su srednje mjesečne temperature bile vrlo slične višegodišnjem prosjeku. Stoga se može smatrati vlažnijom godinom od prosjeka. Uspoređujući godine sa navodima Grainger i Tattersall (2016) obje su u periodu od cvatnje do berbe imale prosječne minimalne temperature od 18 °C osim u svibnju kad su bile manje (2013. – 16,6 °C; 2014. – 16,4 °C). Prema istom izvoru 2014. godina imala je dostatne količine oborina za dozrijevanje bijeloga grožđa (355,60 mm od svibnja do kolovoza), dok je u 2013. zabilježen nedostatak ukupne količine oborina u istom periodu (275,00 mm).

Iako nije dokazano da su tretmani statistički značajno utjecali na prinose u ovome istraživanju, dobiveni rezultati su u skladu sa navodima Perez-Alvarez i sur. (2013) prema kojima prihrana direktno utječe na prinose. To se djelomice nazire u 2014. godini gdje je vidljivo da postoji trend povećanja prinosa u folijarno gnojenim tretmanima (T2 - 89,00 kg, T3 – 91,67 kg, T4 – 90,50 kg) u usporedbi s kontrolom (T1). Također prinosi su kod tretmana T1 bili vrlo slični za obje godine (2013. – 87,50 kg; 2014 – 87,83 kg).

Broj grozdova je za sve tretmane bio mnogo veći u 2013.(631/T3 – 672/T2) , nego u 2014. godini (358/T2 – 285/T3). Pri tome je prosječna težina grozda u 2013. bila 2 (T2 i T3) odnosno skoro 2,5 (T4) puta veća za tretmane sa folijarnom gnojidbom, dok je kontrola imala 1,8 puta veću prosječnu težinu grozda u vlažnoj 2014. naspram sušne 2013. Razlika u masi grozdova između 2013. i 2014. godine u skladu je s tvrdnjom Smart i Coombe, (1983) prema kojima pri nedostatku vode u tlu dolazi do smanjenja mase grozda. Obzirom da je 2013. godina u usporedbi sa višegodišnjim prosjekom i 2014. godinom bila sušna uzrok manjoj masi grozdova može biti upravo taj nedostatak vode u 2013. godini. U ovom istraživanju nije utvrđena povezanost primjene folijarnih gnojiva i suhe tvari kako navodi Gluhić (2011), u čijem se istraživanju značajno povećava količina suhe tvari primjenom folijarne gnojidbe. Mogući uzrok tome je različiti tip tla obzirom da je Gluhić (2011) to utvrdio na karbonatnom tlu, a crvenica je u cijelom profilu nekarbonatni tip tla. Količina suhe tvari u lišću bila je značajno različita kod interakcije tretmana i uzorkovanja u 2013. godini (0,0057). Značajnost za količinu suhe tvari nije utvrđena kod tretmana niti za jednu godinu istraživanja, kao ni za interakciju tretmana i uzorkovanja u 2014. godini. Najvišu količinu suhe tvari imao je tretman T2 u obje godine (2013. - 22,58 %; 2014. - 19,25 %), dok je najnižu imao tretman T1 također u obje godine istraživanja (2013. - 21,04 %; 2014. - 18,70 %). Količina suhe tvari u obje godine je rastala od početka vegetacije prema kraju.

U ovim istraživanjima nije utvrđena statistički značajna razlika u količini dušika između folijarno gnojenih tretmana i kontrole. Također nije utvrđena povezanost količine dušika u lišću sa prinosom što je suprotno navodima Keller i sur. (1998) prema kojima dušik utječe na prinose. Isto tako nije utvrđena korelacija s brojem grozdova, kao ni sa sastavom mošta odnosno sa pH, ukupnom kiselosti i koncentracija šećera što je suprotno Ough i Bell (1980). Količina dušika u fenofazi šare u ovom istraživanju (2013. - 1,860 – 1,950 %; 2014. – 2,170 – 2,420 %) je prema Fregoni-u (1998) u preporučenim količina (1,600 – 2,650 %), dok je prema García-Escudero i sur. (2013) zabilježen nedostatak u 2013. godini (2,080 – 2,420 %). U 2014. godini prema García-Escudero i sur. (2013) tretman T4 je na gornjoj granici blizu suviška, dok su tretmani T1, T2 i T3 unutar preporučenih vrijednosti. Unatoč tome što je kod tretmana T4 u 2014. godini zabilježena povećana količina dušika u fenofazi šare nije utvrđena povezanost s ukupnom kiselosti. Također nije utvrđen utjecaj na smanjenje vinske kiseline u grožđu što je suprotno navodima Karoglan (2009) prema kojemu prevelika opskrba može imati nepovoljan učinak na smanjenje vinske kiseline unatoč višoj ukupnoj kiselosti. Isto tako kod tretmana T4 nije došlo do utjecaja dušika na koncentraciju šećera što je suprotno navodu Peacock i sur. (1991) prema kojima se šećer može reducirati zbog suviška dušika. Primjena gnojiva na bazi organskog dušika kod tretmana T4 nije uvjetovala korelaciju dušika i suhe tvari kod vinove loze što je u suprotnosti s navodima Đurovka i sur.

(1997), te Kashem i sur. (2015) koji to navode za različite biljne vrste. Količina dušika u lišću vinove loze u ovom istraživanju ima trend opadanja kroz fenofaze vegetacije bez obzira na utjecaj godine što je u skladu sa navodima Petek i sur. (2008).

Količina fosfora u lišću nije imala statistički značajne razlike među tretmanima u 2013. i 2014. godini, međutim interakcija tretmana i uzorkovanja bila je značajna u 2013. godini (.0072). Iz dobivenih rezultata uočljivo je da najnižu prosječnu vrijednost fosfora u lišću ima tretman T2 u obje godine (2013. – 0,17 %; 2014. – 0,18 %). Kontrolni tretman (T1) imao je iste rezultate kao T3, odnosno tretman gdje se primjenjivalo fosforno folijarno gnojivo (2013. – 0,18 %; 2014. – 0,19 %). Najveća količina fosfora u lišću je u obje godine zabilježena u početku vegetacije, odnosno prilikom prvog uzorkovanja u fenofazi cvatnje. Ta količina se smanjuje prema kraju vegetacije što je u skladu sa Petek i sur. (2008). U 2013. godini je količina fosfora u lišću u fenofazi šare (2013. – 0,11 - 0,13 %; 2014. – 0,17 - 0,18%) blizu donjih preporučenih granica prema Fregoni-u (1998) (0,120 - 0,280 %), odnosno na samoj granici ili ispod donje granice prema García-Escudero i sur. (2013) (0,134 - 0,183 %). Na nedostatak fosfora u ovoj godini osim kisele reakcije tla koja utječe na topivost fosfora (Palčić, 2015), utjecaj je mogla imati i smanjena količina oborina zbog čega je on slabije pokretan u tlu te je eventualno moglo doći do stvaranja netopivih spojeva (Wolf, 2004). Pored toga crvenice je tlo generalno siromašan fosforom (Bogunović i Bensa, 2005; Gluhić, 2005). Količina fosfora u fenofazi šare u 2014. godini nalazi se za sve tretmane na gornjoj preporučenoj granici. Na temelju toga možemo zaključiti da je vinova loza u 2014. godini bila dobro opskrbljena tim mineralom. Obzirom da su 2013. godine zabilježeni niži prinosi nego 2014. godine, unatoč tome što nije zabilježena statistički značajna korelacije između količine fosfora i prinosa, jedan od razloga osim vremenskih prilika mogao bi biti i utjecaj količine fosfora u lišću kojega je u 2013. godini nedostajalo u fenofazama nakon cvatnje. Ovo je u skladu s navodima Skinner i Matthews (1989) prema kojima je smanjenje prinosa jedan od simptoma nedostatka fosfora. Obzirom na to preporuka bi bila primjena fosfornih gnojiva od fenofaze razvoja bobice naročito u toplijim godinama (Alexander, 1986). Utjecaj količine fosfora na ukupnu kiselost i koncentraciju šećera, kao ni na pH vrijednost nije utvrđena za niti jedan tretman ni u jednoj godini što je suprotno navodima Čoga i sur. (2009). Prema navedenim autorima uslijed povećanja fosfora u lišću dolazi do pozitivne korelacije sa šećerom u moštu, te negativne korelacije s ukupnom kiselosti.

Razlika količine kalija u lišću po tretmanima (2013. – 0,0026; 2014. – 0,0013) kao i interakcija tretmana i uzorkovanja (2013. – 0,0001; 2014. – 0,0000) u obje godine je bila statistički vrlo značajna. Iz toga se može zaključiti da su tretmani imali utjecaj na kalij u lišću, a njegova količina razlikovala se u godinama istraživanja. U prvoj godini (2013.) istraživanja najviše prosječnu količinu kalija imao je tretman T4 (1,09 %), dok je najniža bila kod

tretmana T2 (0,93 %). U drugoj godini istraživanja najviša prosječna količina kalija zabilježena je kod tretmana T1 (1,05 %), a najmanja također kod T2 (0,83 %). Ovime se može zaključiti da je kod tretman T2 došlo do antagonističkog odnosna K/Mg, pri čemu se primjenom magnezijevog folijarnog gnojiva smanjila apsorpcija kalija. Iako se količina kalija u lišću u fenofazi šare u obje godine nalazi unutar preporučenih vrijednosti po Fregoni-u (1998) (0,50 - 1,60 %), prema skupini autora García-Escudero i sur. (2013) vrijednosti za tretmane T1 (0,96 %), T2 (0,96%) i T3 (0,97 %) su unutar preporučenih vrijednosti (0,630-1,130 %), dok je T4 pokazao suvišak (1,14 %). U 2014. godini taj suvišak u fenofazi šare isto je zabilježen prema García-Escudero i sur. (2013) kod tretmana T4 (1,22 %), tretman T1 je vrlo blizu gornje granice (1,12 %), dok su T2 (0,96 %) i T3 (1,10 %) unutar preporučenih vrijednosti. Unatoč sušnim prilikama u 2013. godini nije zabilježen nedostatak kalija u lišću, što je suprotno tvrdnjama Christensen i sur. (1990) prema kojima nedostatak može uslijediti i zbog nedovoljno vlage u tlu. Mogući razlog tome je što je crvenica kao tlo bogata kalijem (Bogunović i Bensa, 2005; Gluhić, 2005) te činjenica da postoji pozitivna korelacija visokih temperatura i usvajanja kalija (Bogoni i sur., 1995). Utvrđeno je da je količina kalija u lišću u fenofazi zametanja bobica za sve tretmane 2013. godine, te tretmane T1, T2 i T3 2014. godine niža nego u fenofazi cvatnje. Uspoređujući prosječne vrijednosti količine kalija u lišću u fenofazi šare naspram fenofaze zametanja bobica zabilježen je porast količine kalija što je u skladu s rezultatima koje su dobili Villette i sur. (2020) prema kojima se ta količina nakuplja i povećava u tijeku razvoja i dozrijevanja grožđa. Ti rezultati suprotni su navodima Petek i sur. (2008) u čijemu istraživanju je promjena kalija bila neznatna u vegetaciji. Nije utvrđeno da količina kalija u lišću ima statistički značajnu korelaciju sa prinosima. Količina kalija u lišću imala je statistički značajan utjecaj na ukupnu kiselost mošta pri čemu je utvrđena pozitivna korelacija ukupne kiselosti i kalija za obje godine (2013. – 0,0373; 2014. – 0,0201). Ovo je u suprotnosti sa navodima Lošák i sur. (2020) kod kojih nije došlo do utjecaja na ukupnu kiselost unatoč povećanju količine kalija uslijed folijarne primjene. Korelacija između kalija u lišću sa koncentracijom šećera u moštu i pH vrijednost mošta nije utvrđena za niti jednu godinu. To je suprotno navodu White (2003) prema kojemu visoka količina kalija u lišću utječe na visok pH mošta.

U ovom istraživanju utvrđena je statistički značajna razlika u količini kalcija u lišću između tretmana (0,0007), kao i kod interakcije između tretmana i uzorkovanja (0,0000) u 2013. godini, dok kod druge godine (2014.) istraživanja ta značajnost nije potvrđena. Najveća količina kalcija utvrđena je u tretmanu T4 (3,10 %) u 2013. godini, dok je najmanja u tretmanu T1 (2,72 %), s time da su T2 i T3 imali vrlo slične prosječne vrijednosti. Pri tome najnižu vrijednost kod svih tretmana vinova loza ima u početku vegetacije odnosno prije cvatnje. U 2013. godini, kada se uzorkovanje provelo i nakon berbe, utvrđeno je da se kalcij

nastavljao nakupljati u lišću i nakon fenofaze šare, odnosno da je njegova količina najviša nakon berbe u zadnjem (4.) uzorkovanju (T1 – 3,25 %; T2 – 3,56 %; T3 – 3,36 %; T4 – 3,73 %). Ti rezultati su u skladu sa navodima skupine autora (Schaller i sur., 1992; Ollat i Gaudillère, 1996; Rogiers i sur., 2000; Cabanne i Donèche, 2003), da se kalcij nakuplja tokom cijelog razvoja bobice. No to je suprotno tvrdnji da se nakon fenofaze šare kalcij prestaje nakupljati (Hrazdina i sur., 1984; Possner i Kliewer, 1985; Creasy i sur., 1993). U 2014. godini najviša prosječna količina kalcija bila je kod tretmana T2 (3,91 %), dok je najniža bila kod tretmana T3 (3,73 %). Količina je također najniža kod svih tretmana u prvom uzorkovanju (fenofazi cvatnje) te se nakuplja kroz fenofaze zametanja bobica i šare. U 2014. godini nije rađeno 4. uzorkovanje nakon berbe te se ne može utvrditi da li se kalcij nakon fenofaze šare nastavlja nakupljati ili ne. No u obje godine vidljivo je da se količina kalcija povećavala tokom vegetacije te je to u skladu sa navodima Petek i sur. (2008). Kod svih tretmana je utvrđeno da je količina kalcija u fenofazi šare u preporučenim vrijednostima u 2013. godini (T1 – 3,05 %; T2 – 3,22 %; T3 – 3,21 %; T4 – 3,59 %), dok je u 2014. godini utvrđeno da je u svim tretmanima zabilježen suvišak (T1 – 4,89 %; T2 – 5,05 %; T3 – 4,54 %; T4 – 4,78 %) prema oba autora (Fregoni, 1998; García-Escudero i sur., 2013). Pri tome najveći suvišak zabilježen je kod tretmana T2, dok je najmanji kod T3. Količina kalcija u lišću u ovom istraživanju nije pokazala povezanost sa prinosima. Unatoč različitim količinama kalcija u vegetaciji tokom 2013. i 2014. godine nije utvrđena povezanost količine kalcija sa koncentracijom šećera što je suprotno navodima Čoge i sur. (2009) prema kojima postoji pozitivna korelacija. Isto tako suprotno navodima Čoge i sur. (2009) jesu i rezultati korelacije količine kalcija i ukupne kiselosti. Kod njih je utvrđena negativna korelacija dok je u ovom istraživanju u 2013. godini utvrđena pozitivna korelacija (0,0427), a u 2014. nije potvrđena.

Kod svih tretmana utvrđen je omjer K/Ca od 0,32 do 0,35 za 2013. godinu, odnosno od 0,21 do 0,27 za 2014. godinu što prema navodima Fregoni-a (1998) predstavlja nepovoljan odnos za sve tretmane u obje godine obzirom da je preporučen 0,45. U 2014. godini zabilježen je suvišak kalcija kod svih tretmana (4,54 – 5,05) prema istom autoru. Stoga je vjerojatno upravo taj suvišak kalcija uzrok još nepovoljnijem omjeru K/Ca, nego što je to u 2013. godini, pri čemu je suvišak kalcija mogao uzrokovati probleme usvajanja kalija kako navode Vukadinović i Vukadinović (2011). Uspoređujući početak vegetacije 2013. godine i 2014. godine vidljivo je da je početni omjer kod svih tretmana bio puno veći i to najmanje 2 puta pa do skoro 3 puta u 2013. godini nego u 2014. godini. Razlog tome može biti u suhom vremenu odnosno u nedostatku oborina u travnju, kada su bile izrazito niže količine oborina od višegodišnjeg prosjeka, što je moglo utjecat na smanjeno usvajanje kalcija (Chardonnet, 1994).

Istraživanjem je utvrđeno da količina magnezija u lišću se značajno razlikovala između tretmana (.0287) u 2013. godini kao i interakcija tretmana i uzorkovanja (.0447), dok za 2014. godinu nije zabilježen utjecaj tretmana na količinu magnezija. Pri tome je najveću količinu magnezija u lišću imao tretman folijarno gnojen samo s magnezijskim pripravkom (T2 – 0,29 %) u 2013. godini, odnosno drugu najvišu količinu u 2014. godini (T2 – 0,30 %), dok je najvišu imao tretman T3 (0,31 %). Ovi rezultati u skladu su s istraživanjem Chen i sur. (2015) prema kojima folijarna gnojidba magnezijem je dobra mjera poboljšava statusa magnezija u biljci. Obzirom da se kroz primjenu folijarnih tretmana količina magnezija u lišću povećava kod tretmana na bazi magnezija i fosfora. Kod svih tretmana je zabilježena najniža vrijednost magnezija u prvom uzorkovanju (fenofazi cvatnje) te je tokom vegetacije došlo do njegovog nakupljanja u lišću. U periodu od cvatnje do berbe u 2013. godini najviše vrijednosti magnezija u lišću zabilježe su u fenofazi šare (T1 – 0,31 %; T2 – 0,37 %; T3 – 0,32 %; T4 – 0,30 %) te su one u skladu sa preporučenim vrijednostima prema Fregoni-u (1998) (0,18 – 0,60 %). Prema García-Escudero i sur. (2013) (0,315 – 0,558 %) kod tretmana T4 se očituje blagi nedostatak, a najbliži optimalnim vrijednostima je tretman T2. U 2014. godini količina magnezija u fenofazi šare (T1 – 0,33 %; T2 – 0,33 %; T3 – 0,35 %; T4 – 0,33 %) je unutar preporučenih vrijednosti prema oba autora (Fregoni-u, 1998; García-Escudero i sur., 2015), pri čemu najvišu vrijednost ima tretman T3 kod kojega je uz magnezij folijarno korišten i fosfor. Obzirom da je u 2013. godini kod tretmana T4 zabilježen blagi nedostatak magnezija u fenofazi šare, tijekom koje vinova loza ima najveće potrebe za magnezijem (Roubelakis-Angelakis, 2009) razlog bi mogla biti količina kalcija koji je vrlo blizu gornje granice i prekomjerna količina kalija prema García-Escudero i sur., 2015. Obzirom da do nedostatka može dovesti nemogućnost biljke da upije magnezij, jer su kationi kalija i kalcija snažniji i biljka ih lakše upija, što je posebno uočljivo na tlima sa niskim pH obzirom da reakcija tla utječe na topivost magnezija u tlu (Hannan, 2011; Palčić, 2015). Uspoređujući količinu magnezija u lišću između 2013. kao sušne i toplije godine i 2014. kao vlažnije godine, količina je veća u 2014. godini za 0,01 % (T2) do 0,05 % (T3) nego u 2013. godini. To je suprotno navodima Chen i sur. (2015) prema kojima se nedostatak magnezija češće javlja na kiselim tlima s velikom količinom oborina. Dobiveni rezultati u skladu su s navodima Petek i sur. (2008) prema kojima se količina magnezija povećava prema kraju vegetacije što je i u ovom istraživanju utvrđeno. Količina magnezija u lišću nema korelacija sa prinosima za niti jednu godinu. Povezanost količine magnezija sa pH vrijednosti mošta nije utvrđena za niti jednu godinu, dok je značajna negativna korelacija s ukupnom kiselosti potvrđena samo za 2014. godinu (0,0080), što je djelomično u skladu sa navodima Čoga i sur. (2009). Međutim istraživanje je pokazalo da nema korelacije između šećera u moštu i količine magnezija te je to suprotno rezultatima koje su dobili Čoga i sur. (2009).

Omjer K/Mg u ovome istraživanju u 2013. godini prema Fregoni-u (1998), nalazi se u optimalnom odnosno unutar vrijednosti 3,00 – 7,00. Najveći utjecaj blokiranja kalija od strane magnezija uočen je kod tretmana T2 kojemu je taj omjer od 3,20 najmanji u 2013. godini. Najviši omjer zabilježen je kod tretmana T4 unatoč tome što je kod tretmana korišteno folijarno gnojivo koje uz magnezij ima fosfor i biostimulatore, kod njega je zabilježen i suvišak kalija. Uzrok ovakvom omjeru mogao bi biti upravo suvišak kalija u fenofazi šare obzirom da on mnogo više blokira usvajanje magnezija, nego obrnuto kako navode Barker i Pilbeam (2015). Najviši omjer iako unutar optimalnih vrijednosti i u 2014. godini imao je tretman T4, kod kojega je zabilježen u fenofazi šare suvišak kalija i kalcija, koji su mogli blokirat usvajanje magnezija. U prilog tome zaključku ide navod Bérud i sur. (2003) prema kojima kalij blokira magnezij prilikom prekomjerne gnojidbe kalijem. Najniži omjer imali su tretmani T2 i T3 isto kao i u 2013. godini. Prema kojem rezultatu bi se mogao utvrditi nedostatak kalija kod ta dva tretmana. U ta dva tretmana zabilježena je i najviša količina magnezija u obje godine te najniža prosječni količina kalija čime se može zaključiti da je došlo do antagonističkog djelovanja magnezija na kalij što je u skladu s rezultatima Bišof (1991). Najveći omjer K/Mg utvrđen je kod tretmana T4 za obje godine unatoč primjeni magnezijevog folijarnog gnojiva. Taj tretman je uz kontrolni (T1) osim najniže količine magnezija u fenofazi šare, imao i najmanju prosječnu količinu magnezija. Ta smanjena količina magnezija u odnosnu na tretmane T2 i T3 može biti uzrokovana većim omjerom K/Mg što je u skladu sa skupinom autora Zatloukalová i sur. (2011) i Chen i sur. (2018). Omjer K/Mg po fenofazama u 2013. godini u skladu je sa tvrdnjom Jurkić (2017) prema kojoj se omjer smanjuje od fenofaze cvatnje (8,42 - 8,92) prema kraju vegetacije (2,11 – 3,12). Pri tome u 2013. godini u fenofazi cvatnje je zabilježen izrazito visok omjer K/Mg (8,42 – 8,92) što je prema Fregoni-u (1998) znak nedostatka magnezija unatoč povoljnoj količini magnezija u lišću. Tokom druge godine istraživanja (2014.) dobiveni rezultati djelomično su suprotni navodima Jurkić (2017), jer omjer K/Mg se smanjuje od fenofaze cvatnje do zametanja bobica, no povećava se kod fenofaze šare za sve tretmane. Pri tome veća odstupanja od 0,79 do 1,03 imaju tretmani kod kojih se primjenjivalo neko od folijarnih gnojiva, dok kod tretmana T1 odnosno kontrole to povećanje je 0,33.

Istraživanjem je utvrđeno da postoji statistički značajna razlika u količini željeza (.0400) između tretmana u 2013. godini, dok u 2014. godini ona nije potvrđena. Također u obje godine nije vidljiva statistički značajna razlika kod interakcije tretmana i uzorkovanja. U 2013. godini prosječno najvišu količinu željeza je imao tretman T1 (302,25 mg/kg), dok je u 2014. najviša zabilježena kod tretmana T2 (333,78 mg/kg). Količina željeza po svim tretmanima u 2013. i 2014. u fenofazi šare bilježi suvišak (2013. – 332,37 – 357,03 mg/kg; 2014. - 318,67 – 368,67 mg/kg) prema oba izvora (Fregoni, 1998/ 80 – 300 mg/kg ; García-

Escudero i sur., 2013/ 99 – 205 mg/kg). Uzrok suviška željeza mogla bi biti blago kisela pH reakcija tla te slabo prozračeno tlo prema navodima Jackson (2000). Unatoč tome što crvenica kao tlo se smatra dobro propusnim prilikom većih oborina dolazi do otežane drenaže te to može uzrokovati duže zadržavanje vode, odnosno slabiju prozračenost tla (Škorić i Bogunović, 1980).

U 2013. godini utvrđena je statistički značajna razlika između količine cinka u lišću kod tretmana (0,0235), te interakcija tretmana i uzorkovanja (0,0105). U 2014. nije utvrđena značajnost tretmana na količinu cinka u lišću. Najveća količina cinka u obje godine zabilježena je kod tretman T4 (2013. - 35,26 mg/kg; 2014. – 95,01 mg/kg), dok je najniža bila kod T2 (2013. - 30,38 mg/kg; 2014. – 79,39 mg/kg). S time da su prosječne vrijednosti u 2013. godini bile 2 - 3 puta manje nego u 2014. godini. Količina cinka je najviša kod svih tretmana u 2013. godini u fenofazi zametanja bobica, dok u 2014. je najviša u fenofazi šare. Iako su u obje godine prema Fregoni-u (1998) u fenofazi šare (14 – 160 mg/kg) svi tretmani bili unutar optimalnih vrijednosti za vinovu lozu. U 2013. su vrijednosti gotovo 4 puta niže nego u 2014. godini. Prema drugoj skupni autora García-Escudero i sur. (2013) (14 – 23 mg/kg) zabilježen je suvišak u obje godine s time da su vrijednosti u 2013. godini 3 - 4 puta manje. U ovome istraživanju nije utvrđen nedostatak niti u jednoj godini istraživanja unatoč niskom sadržaju humusa u tlu (Gluhić, 2013), iako je to jedan od najčešćih nedostataka mikroelemenata u vinogradima prema navodima Christensena (2000). Suvišak cinka mogao bi biti uzrokovan kiselim tlom obzirom da se prema navodima Mengela i Kirkbya (1987) suvišak javlja upravo na kiselim tlima.

Mangan nije pokazao značajnu statističku razliku među tretmanima u niti jednoj godini. Njegova količina tokom vegetacije se povećavala i to u 2013. je najveća u fenofazi šare (314,60 – 334,07 mg/kg), dok je u 2014. godini u fenofazi zametanja bobica (182,53 – 206,10 mg/kg). Lošija prozračenost kiselog tla prema navodima Whitea (2003) mogla bi biti uzrok i suviška mangana u fenofazi šare prema preporučenim vrijednostima García-Escudero i sur. (2013).

Bakar u lišću pokazao je značajnu razliku između tretmana za 2013. godinu (.0035) kao i za interakciju tretmana i uzorkovanja (.0023), dok za 2014. nije utvrđena značajnost. Pri tome najnižu prosječnu količinu bakra imao je tretman T1 (3,93 mg/kg) u 2013. godine, dok je u 2014. taj tretman imao najvišu vrijednost (7,57 mg/kg). Količina se smanjuje od početka vegetacije odnosno od prvog uzorkovanja prema berbi. Unatoč primjeni zaštitnih sredstava u vinogradu tokom vegetacije u obje godine je utvrđen nedostatak što je suprotno navodima Jacksona (2014). Također količina je puno viša, gotovo dvostruko za neke tretmane, u 2014. godini nego u 2013. godini.

Suvišak željeza, cinka i mangana u lišću mogao bi biti uzrokovan i primjenom fungicida tokom zaštite vinograda. Za niti jedan mikroelement nije utvrđena korelacija sa prinosom.

Kako su se u pokusu ispitivala svojstva mošta za proizvodnju baznoga vina za pjenušce, čije grožđe se uzgaja u mediteranskoj klimi sami zahtjevi koje takva bazna vina, a i mošt moraju zadovoljiti teže je postići u toplijim klimama (Zoecklein 2002). Stoga je jedan od načina postizanja cilja ranija berba grožđa što je u ovom slučaju i učinjeno, te se tehnološka zrelost razlikovala od fiziološke zrelosti samoga grožđa (Ribéreau-Gayon i sur., 2000).

Evaluacijom rezultata dobivenih statističkom obradom osnovnog kemijskog sastava mošta utvrđeno je da su folijarni gnojidbeni tretmani statistički značajno utjecali na pH vrijednost (0,0242), koncentraciju šećera (0,0021) i ukupnu kiselost (0,0006) u 2013. godini. U 2014. godini statistički značajno se razlikovala pH vrijednost (0,0171) te koncentracija šećera (0,0001). Utjecaj gnojidbenih tretmana vidljiv je u rezultatima statističke obrade prema kojima je tretman T1 imao najvišu pH vrijednost u odnosno na druge tretmane u obje godine (2013. – 3,23; 2014. – 3,05). Svi ostali tretmani imali su značajno niži pH u odnosu na T1, kod kojega je u obje godine izmjerena i najniža količina magnezija, cinka i suhe tvari u lišću unatoč tome što su se u fenofazi šare nalazili u preporučenim vrijednostima. Poznato je da se pH vrijednost u vinifikaciji može mijenjati uslijed taloženja dijela vinske kiseline, a do promjene pH može doći i uslijed sekundarne fermentacije iako se to ne bi smjelo događati. Upravo je zato jako bitno da je pH vrijednost mošta što niža odnosno što bliže preporučenima. To je važno kako se uslijed svih ostalih utjecaja ta vrijednost ne bi značajnije mijenjala odnosno povisila, jer kako navode Ribéreau-Gayon i sur. (2000) to je jedan od najvažnijih fizikalno-kemijskih parametara u proizvodnji pjenušca. Previsok pH je negativno svojstvo za sva vina općenito pa tako i bazna (Boulton i sur., 1996; Bauer, 2004). Uzevši u obzir činjenicu može se zaključiti da je u 2013. godini pH vrijednost mošta kod kontrolnog tretmana T1 (3,23) bila nešto iznad poželjnih vrijednosti za bazna vina (2,9 – 3,1) kao i za bijela (3,10 – 3,20) (Zoecklein, 2002; Chidi i sur., 2018). Kod tretmana T4 (3,09) ta vrijednost je bila unutar preporučljivih za bazna vina, dok su T2 i T3 unutar vrijednosti za bijela vina. U drugoj godini istraživanja (2014.) pH vrijednost pokazala je značajnu razliku unatoč tome što se radi o malim razlikama između najviše određene (T1 - 3,05) i najmanje određene (T2 – 3,00) vrijednosti. Vjerojatno su između ostaloga na to učinak imale vremenske prilike u toj godini. No prema Margalit-u (1997) na organoleptičku percepciju vina značajno mogu utjecati i tako male promjene pH (do svega 0,05) i ukupne kiselosti (0,2 – 0,5 g/L) te je stoga ova razlika vrlo važna posebno ako se u obzir uzme i činjenica da se pH mijenja tokom vinifikacije te da male razlike mogu imati veliki utjecaj. Kako je pH vrijednost u svim tretmanima u obje godine gdje je korišteno magnezijsko folijarno gnojivo pokazalo značajno niže vrijednosti nego kod tretmana bez magnezija

gnojiva može se zaključiti da je na sorti 'Malvaziji istarskoj' primjena imala pozitivan učinak. To je u skladu s dobivenim rezultatima Ruhl i sur. (1990) kod kojih je taj učinak zabilježen samo na sorti 'Chardonnay'. Također izmjerene vrijednosti pH kod sorte 'Malvazije istarske' u skladu su s navodima raznih autora i nalaze se u rasponu od 3,00 do 3,56 (Radeka i sur., 2005; Peršurić i sur., 2011). Iako statistički nije utvrđena korelacije između pH mošta i minerala u lišću za niti jednu godinu, nešto viša pH vrijednost 2014. godine kod tretmana T4 (3,03) mogla je imati utjecaja nešto viša količina dušika u fenofazi šare obzirom da je bila na gornjoj granici prema García-Escudero i sur. (2013). To je u skladu sa navodima Spayd i sur. (1994) prema kojima pH raste uslijed povećane gnojidbe dušikom.

Ukupna kiselost još je jedno od važnih svojstava baznoga vina obzirom da je poželjno da je ta koncentracija između 6,00 – 8,00 g/L (Zoecklein, 2002), jer kako navodi isti autor njihova se koncentracija tokom vinifikacije smanjuje uslijed taloženje kalijevih bitartarata. Niža ukupna kiselost mošta, te manji udio jabučne kiseline u ukupnoj koncentraciji organskih kiselina u 2013. godini može biti uvjetovan visokim temperaturama u periodu dozrijevanja. Uslijed visokih temperatura dolazi do nakupljanja kalijevih iona što je u ovom slučaju bilo u periodu od fenofaze zametanja bobica do šare, čime se pospješuje potrošnja jabučne kiseline kao respiratornoga supstrata (Villette i sur., 2020). Kod svih tretmana u obje godine određivanjem organskih kiselina utvrđeno je da je omjer vinske veći naspram jabučne. Međutim u 2013. taj omjer je mnogo veći te se za sve tretmane (T1 – 2,43; T2 – 2,28; T3 – 3,20; T4 – 2,96) nalazi unutar raspona 1,27 – 5,20 kojega kao poželjnim navodi Ribéreau-Gayonu i sur. (2000). U 2014. godini taj odnos između vinske i jabučne je puno niži, obzirom da je koncentracija jabučne vrlo visoka u odnosu na 2013. godinu, vjerojatno zbog hladnijeg vremena uslijed kojega nije došlo do potrošnje jabučne kiseline u metabolizmu bobica. Pri tome kod tretmana T1 (1,13), T2 (1,12) i T4 (1,20) moglo bi se zaključiti da grožđe nije bilo u potpunosti zrelo, za razliku od tretmana T3 (1,38) kod kojega je došlo do fiziološke zrelosti grožđa prema navodima Ribéreau-Gayonu i sur. (2000). Odnosno ranija berba može uvjetovati nepovoljan omjer vinske i jabučne kiseline (Michelini i sur., 2021). U 2013. godini za ukupnu kiselost utvrđeno je postojanje razlika između tretmana pri čemu je najniža vrijednost određena kod tretmana T1 (7,95 g/L), dok je najviša određena kod tretmana T4 (8,70 g/L). U 2014. godini najniža vrijednost izmjerena je kod tretmana T1 (13,70 g/L), a najviša izmjerena je kod tretmana T3 (13,92 g/L). Općenito kod svih folijarno gnojenih tretmana je koncentracija ukupne kiselosti bila veća, a obzirom da je kod svih korišteno magnezijsko folijarno gnojivo to je suprotno navodima Majera (2004) prema kojemu nema utjecaja. Koncentracija ukupne kiselosti za sortu 'Malvaziju istarsku' nalazi se u 2013. godini na gornjoj granici prema Peršurić i sur. (2011), dok je prema Maletić i sur. (2015) izmjerena vrijednost u obje godine izrazito viša, a razlog tome je raniji termin

berbe. U prvoj godini istraživanja utvrđena je i pozitivna korelacija s kalijem (0,0373) i kalcijem u lišću (0,0427) i ukupnom kiselosti. Kod 2014. godine nije utvrđena statistički značajna razlika između tretmana u koncentraciji ukupne kiselosti. Međutim utvrđena je pozitivna korelacija s kalijem u lišću (0,0201) i negativna korelacija s magnezijem u lišću (0,0080). Koncentracija vinske i jabučne kiseline u moštu u trenutku berbe u skladu je sa navodima Moreno-Arribas i sur. (2009) prema kojemu vinske ima do 6,0 g/L, kao i jabučne. Koncentracija jabučne kiseline je opadala dozrijevanjem grožđa kod svih tretmana u rasponu od 0,16 g/L (T1) do 0,76 g/L (T2) u 2013. godini odnosno od 0,16 g/L (T3) do 0,45 g/L (T2) u 2014. godini, te je to u skladu sa Jacksonom (2014). No kod vinske kiseline rezultati su suprotni njegovim navodima prema kojima koncentracija vinske ostaje pretežito ista, jer je pri dozrijevanju došlo i do smanjenja vinske kiseline u 2013. od 0,44 g/L (T2) do 0,79 g/L (T1), te u 2014. od 0,08 g/L (T3) do 0,68 g/L (T2). Limunska kiselina izmjerena u moštu u trenutku berbe 2013. godini bila je viša kod folijarno tretiranih trsova (T2 – 0,27 g/L; T3 – 0,25 g/L; T4 – 0,23 g/L) u usporedbi sa T1 tretmanom (0,16 g/L). Dok je u 2014. koncentracija limunske kiseline bila manja kod tretmana T2 (0,16 g/L) T3 (0,17 g/L) i T4 (0,17 g/L) nego kod tretmana T1 (0,18 g/L). Kod svih tretmana u obje godine došlo je do opadanja limunske tokom dozrijevanja grožđa.

Koncentracija šećera izmjerena u 2013. i 2014. godini pokazala je statistički značajnu razliku za tretmane (2013. – 0,0021; 2014. – 0,0001). Pri tome najniža koncentracija šećera u 2013. godini izmjerena je kod tretmana T4 (77,67 °Oe) dok je najviša kod tretmana T2 (80,00 °Oe). Razlog većoj koncentraciji šećera kod tretmana T2 mogao bi biti u pojačanoj fotosintezi obzirom da magnezij je izuzetno važan za nju. Iz tih rezultata je vidljivo da folijarna gnojidba fosforom i biostimulatorima je povoljno utjecala na smanjenje koncentracije šećera u godini sa smanjenom količinom oborina što je značajan rezultat. Sa druge strane 2014. godine najviše koncentracije šećera određene su u tretmanima s folijarnom gnojidbom. Međutim kako u toj berbi je koncentracija šećera bila vrlo niska (72,17 – 76,67 °Oe) može se zaključiti da je upravo primjena folijarnih tretmana u vlažnoj godini (2014.) osigurala bolju dozrelost grožđa. Korelacija s biogenim elementima u lišću nije potvrđena.

Svojstva baznoga vina pod utjecajem su ne samo svojstava mošta već i niza drugih čimbenika koji utječu na biokemijske procese tokom fermentacije. U ovom istraživanju utvrđeno je da tretmani nemaju statistički značajan utjecaj na osnovni kemijski sastav vina za niti jedno ispitivano svojstvo, osim za ukupne alkohole 2014. godine. Međutim u 2013. godini vidljiv je trend povećanja ukupnog i stvarnog alkohola, ukupnog suhog ekstrakta, ekstrakta bez šećera, pepela i ukupne kiselosti kod folijarno gnojenih tretmana u usporedbi s kontrolom (T1) te trend smanjenja pH vrijednosti vina. Trend rasta ukupne kiselosti i trend

opadanja pH u skladu su sa vrijednostima dobivenim za mošt. U baznome vinu najvišu pH vrijednost je imao tretman T1 (3,02), a najnižu T4 (2,96), dok je ukupnu kiselost najvišu imao tretman T4 (6,53 g/L), a najnižu T1 (5,93 g/L). Ovi rezultati u skladu su s rezultatima dobivenim za mošt. Također porast pepela pod utjecajem folijarne gnojidbe u skladu je sa rezultatima istraživanja Palčića (2015) kod kojega je prisutan isti trend. U 2014. godini tretmani sa folijarnom gnojidbom imaju trend rasta ukupnih i stvarnih alkohola, ukupnog suhog ekstrakta i ekstrakta bez šećera. Pri tome samo kod kontrolnog tretmana (T1) u 2013. godini zabilježeno je da je koncentracija ekstrakta bez šećera manja od uobičajenih vrijednosti za sortu 'Malvaziju istarsku' prema navodima Radeka i sur. (2005) čime se može zaključiti da su folijarni tretmani u obje godine imali utjecaja na ta četiri svojstva vina. Kako ukupan suhi ekstrakt utječe na okus i miris vina, a kod tretmana T2, T3 i T4 je došlo do povećanja koncentracije u obje godine može se ustvrditi da folijarna gnojidba bi poželjno mogla utjecati na organoleptička svojstva vina. To je u skladu sa navodima Palčića (2015) koji je to isto utvrdio posebno kod primjene minerala i aminokiselina na sorti 'Malvazija istarska'. Koncentracija alkohola u vinu također se povećavala i sukladna je sa dobivenim vrijednostima koncentracije šećera u moštu. Svi tretmani u 2013. godini imali su alkohol u skladu sa zahtjevima za bazno vino (10,5 – 11,5 % vol.) prema navodima Zoecklein (2002). Unutar tih poželjnih vrijednosti u 2014. godini je koncentracija alkohola bila za sve tretmane osim za tretman T1 (10,07 % vol.) čija je vrijednost bila niža od preporučenih. Hlapljiva kiselost u baznome vinu je u 2013. godini bila u usporedbi sa T1 tretmanom najviša kod tretmana T2 (0,21 g/L), dok su druga dva tretmana gnojena folijarno imala nižu vrijednost od T1. U 2014. godini tretman T1 i T2 imali su nižu hlapljivu kiselost nego tretmani T3 i T4. U svim tretmanima u obje godine određena vrijednost hlapljive kiselosti je ispod donje granice ili na samoj donjoj granici (0,2 g/L) prema navodima Ribéreau-Gayon i sur. (2000) što je naročito važno za pjenušava vina (O.I.V., 1998; Toressi i sur., 2011). Na promjene svojstva baznoga vina u odnosnu na svojstva mošta svakako je utjecaj imala i alkoholna fermentaciji, odnosno različiti biološki i biokemijski procesi koji se odvijaju tokom tog procesa (Fleet, 2003; Jolly i sur., 2006).

6. ZAKLJUČAK

1. Od svih primijenjenih tretmana folijarne gnojidbe jedino je tretman magnezijem, fosforom i biostimulatorima utjecao na povećanje količine dušika i fosfora u lišću vinove loze i to samo u 2014. godini.

2. Prosječna količina magnezija u lišću vinove loze rasla je prema pretpostavkama kod folijarno gnojenih tretmana magnezijem i fosforom dok je u tretmanu koji je sadržavao i biostimulatore bila jednaka količinama utvrđenim u kontrolnom tretmanu.

3. Folijarna gnojidba utjecala je na smanjenje kalija u lišću vinove loze kod svih folijarnih tretmana izuzev u 2013. godini kod tretmana koji je uključivao magnezij, fosfor i biostimulatore gdje se povećao, što se može djelomično opravdati nepovoljnim omjerom K/Mg.

4. U 2013. godini suprotno očekivanjima u svim folijarno gnojenim tretmanima utvrđena je veća količina kalcija u lišću vinove loze u usporedbi s kontrolom dok su u 2014. godini u skladu s pretpostavkom tretmani magnezijem i fosforom te magnezijem, fosforom i biostimulatorima utjecali na njegovo smanjenje.

5. Tretman magnezijem, fosforom i biostimulatorima jedini je u obje godine istraživanja utjecao na smanjenje količine željeza u lišću vinove loze.

6. Svi folijarni gnojidbeni tretmani su u obje godine utjecali na povećanje ukupne kiselosti u moštu dok je na povećanje udjela vinske kiseline pozitivan utjecaj imao tretman magnezijem, fosforom i biostimulatorima. Tretman gnojen samo magnezijem suprotno očekivanju utjecao je na smanjenje udjela vinske i povećanje udjela jabučne kiseline.

7. U obje godine istraživanja u skladu s pretpostavkom utvrđeno je smanjenje pH vrijednosti mošta neovisno o korištenom folijarnom gnojidbenom tretmanu.

8. Iako nije utvrđeno statistički značajno povećanje ukupne kiselosti u baznom vinu, ipak je u 2013. godini zabilježen trend njezinog povećanja kod svih folijarno gnojenih tretmana što je u skladu s pretpostavkom.

9. Trend povećanja ukupnog suhog ekstrakta u baznom vinu utvrđen je kod svih folijarno gnojenih tretmana u usporedbi s kontrolom za obje godine, čime se potvrdila pretpostavka o utjecaju folijarnih tretmana na to svojstvo.

10. Unatoč pretpostavci da će folijarni gnojidbeni tretmani smanjiti ukupnu alkoholnu jakost u baznom vinu do tog učinka nije došlo.

Sagledavajući širu sliku može se zaključiti da folijarna gnojidba vinove loze ima pozitivan utjecaj na kvalitetu mošta za bazno vino, prvenstveno djelujući na dva vrlo važna svojstva u proizvodnji pjenušca (pH vrijednost i ukupnu kiselost). Kako bi se učvrstila ta saznanja, te proširila mogućnost primjene ovih tretmana u praksi potrebno bi bilo dodatno ispitati ove tretmane u većim dozama, kao i na drugim sortama i/ili u drugim regijama.

7. LITERATURA

1. Ahmad I., Maathuis F. J. M. (2014). Cellular and tissue distribution of potassium: Physiological relevance, mechanisms and regulation. Journal of Plant Physiolo, 171(9): 708–714.
2. Akasairi O., Safwan M, Harsányi E. (2022). Foliar fertilizer and crop production: A Review. 19th Wellmann International Scientific Conference, Hódmezővásárhely, Hungary.https://www.researchgate.net/publication/360775197_foliar_fertilizer_and_crop_production_a_review.
3. Alexander A. (1986). Foliar Fertilization. Proceedings of the First International Symposium on Foliar Fertilization, Organized by Schering Agrochemical Division, Special Fertilizer Group, Berlin (FRG) 14.–16.03., 1985. Springer, Dordrecht, Nizozemska.
4. AOAC (1995). Official methods of analysis of AOAC International, vol. I. 16th ed. AOAC: Arlington, SAD.
5. AOAC (2015). Officinal Method of Analysis of AOAC International, Gaithersburg, Maryland, SAD.
6. Bai X., Wang L., Li H. (2019). Identification of red wine categories based on physicochemical properties. 5th International Conference on Education Technology, Management and Humanities Science, 19. – 20.01.2019., Xi'an, Kina.
7. Barker A.V., Pilbeam D.J. (2015). Handbook of plant nutrition. CRC Press, Taylor & Francis Group. Boca Raton, Florida, SAD.
8. Battacharyya D., Babgohari M.Z., Rathor P., Prithiviraj B. (2015.) Seaweed extracts as biostimulants in horticulture. Sciencia Horticulturea 196: 39–48.
9. Bauer R. (2004). Control of Malolactic Fermentation in Wine. A Review. South African Journal of Enology and Viticulture 25 (2).
10. Bell A.A., Ough C.S., Kliewer W.M. (1979). Effects on must and wine composition, rates of fermentation, and wine quality of nitrogen fertilization of Vitis vinifera var. Thompson seedless grapevines. American Journal of Enology and Viticulture 30(2): 124-129.
11. Benac Č., Durn G. (1997). Terra rossa in the Kvarner area – geomorphological conditions of formation, Acta Geographica Croatica 32, str. 7-19.
12. Bergmann W. (1992). Nutritional disorders of plants. Gustav Fischer Verlag Jena, Stuttgart, New York, SAD.
13. Bérud F., Boutin F., Chantelot E., Filleron E., Jacquet O., Méjean I., Oustric J., Reynaud C., Rodriguez Lovelle B., Roustang O., Soyer J.P. (2003). Guide de la

fertilisation raisonnée - Vignobles de la Vallée du Rhône. Institut Rhodanien 2260 route du Grès 84100 Orange, Francuska.

14. Bogoni M., Panont A., Valenti L., Scienza A. (1995). Effects of soil physical and chemical conditions on grapevinenutritional status. Acta Horticulturae 383: 299–312
15. Bogunović M., Bensa A. (2005). Tla krša - temeljni čimbenik biljne proizvodnje. Zbornik radova, Hrvatski krš i gospodarski razvoj. Centar za krš, Gospić/Zagreb, str. 41-50.
16. Bogunović M., Bensa A., Husnjak S., Miloš B. (2009). Pogodnost tla Dalmacije za uzgoj maslina, Agronomski glasnik 5-6/2009., str. 367-404.
17. Bišof R. (1991). Utjecaj gnojidbe na koncentraciju biogenih elemenata u lišću Malvazije istarske bijele. Agronomski glasnik 4-5/1991, str. 179-195.
18. Brataševec K., Sivilotti P., Vodopivec B.M. (2013). Soil and foliar fertilization affects mineral contents in Vitis vinifera L. cv. 'rebula' leaves. Journal of Soil Science and Plant Nutrition 13(3): 650-663.
19. Boulton R.B., Singleton V.L., Bisson L.F., Kunkee, R.E. (1996). Principles and practices of winemaking. New York: Chapman & Hall, str. 521–253.
20. Cabanne C., Donèche B. (2003). Calcium accumulation and redistribution during the development of the grape berry. Vitis 42:19-21.
21. Cataldo E., Salvi L., Sbraci S., Storchi P., Mattii G.B. (2017). Sustainable Viticulture: Effects of Soil Managementin Vitis vinifera. Agronomy 2020(10): 1949.
22. Chardonnet C. (1994). Le calcium de la baie de raisin – Relation entre la cohesion des parois cellulaires et al sensibilitė ā Botrytis cinerea, These de Doctorate, Universitė. Victor Segalen Bordeaux.
23. Chen Z.C., Peng W., Li J., Liao H. (2018). Functional dissection and transport mechanism of magnesium in plants. Seminars in cell & developmental biology 74: 142-152.
24. Cheng X., Liang Y., Zhang A., Wang P., He S., Zhang K., Wang J., Fang Y., Sun X. (2020). Using foliar nitrogen application during veraison to improve the flavor components of grape and wine, Journal of the Science of Food and Agriculture 101(4): 1288-1300.
25. Christensen L.P., Boggero J., Bianchi M. (1990). Comparative leaf tissue analysis of potassium deficiency and disorder resembling potassium deficiency in Thompson seedless grapevines, American Journal of Enology and Viticulture 41: 77-83.
26. Christensen L.P. (2000). Raisin Production Manual - University of California Agriculature & Natural Resources; First Printed edition, str. 102-114.
27. Christensen P. (2011). Grapevine Mineral Nutrition. Department of Viticulture and Enology University of California, Davis, SAD.

28. Chidi B.S., Bauer F.F., Rossouw D. (2018). Organic Acid Metabolism and the Impact of Fermentation Practices on Wine Acidity - A Review. South African Journal of Enology and Viticulture 39 (2): 315-329.
29. Commission Regulation (EC) No 606/2009 of 10 July 2009 laying down certain detailedrules for implementing Council Regulation (EC) No 479/2008 as regards the categories ofgrapevine products, oenological practices and the applicable restrictions. OJ L 193,24.7.2009., str. 1-59
30. Conradie W.J., Saayman D. (1989). Effects of Long-Term Nitrogen, Phospgorus and Potassium Fertilization on Chenin blanc Vines; I. Nutrient Demand and Vine Performance; American Journal of Enology and Viticulture 40: 2.
31. Coombe, B. G., Dry P. R. (1992.). Viticulture. Volume 1. Resources. Winetitles, Adelaide, Australia.
32. CoStat, 2005. CoStat program, Ver. 6.4. CoHort Software, Monterey, CA, SAD.
33. Creasy G.L., Price F., Lombard P.B. (1993) Evidence for xylem discontinuity in Pinot Noir and Merlot: Dye uptake.
34. Ćosić T., Karažija T., Čoga L., Petek M., Poljak M., Herak Ćustić M., Jurkić V., Pavlović I., Slunjski S. (2010). Istraživanje biljno hranidbenog kapaciteta vinograda u Bolu folijarnom analizom, studija Zavoda za ishranu bilja, Agronomski fakultet u Zagrebu.
35. Čoga L., Slunjski S., Herak Ćustić M., Maslać J., Petek M., Ćosić T., Pavlović I. (2009). Influence of Soil Reaction on Phosphorus, Potassium, Calcium and Magnesium Dynamics in Grapevine (Vitis vinifera L.). Agriculturae conspectus Scientificus 1/2009/74 (1331-7768): 39-43.
36. Daudt C.E., Fogaça A. (2008). Effect of tartaric acid upon potassium, total acidity and pH, during the vinification of Cabernet Sauvignon grapes. Ciencia Rural 38 (8): 2345-2350.
37. Državni zavod za statistiku Republike Hrvatske. 2016. Bazno istraživanje o strukturi vinograda u 2015.– konačni podaci. Zagreb. Priopćenje broj: 1.1.34.
38. Dequin S., Escudier J.L., Bely M., Noble J., Albertin W., Masneuf-Pomarède I., Marullo P., Salmon J.M., Sablayrolles J.M. (2017). How to adapt winemaking practices to modified grape composition under climate change conditions. OENO One 51(2).
39. Durn G. (2003). Terra Rossa in the Mediterranean Region: Parent Materials, Composition and Origin, Geologia Croatica 56/1, str. 83–100.
40. Đurovka M., Marković V., Ilin Ž. (1997): The effect of nitrogen fertilizer on the dry matter content and mineral elements in radish. Acta Horticultureae, 1, 462: 139-144.
41. Egner H., Riehm H., Domingo W. R. (1960). Untersuchungüber die chemische Bodenanalyse als Grundlage für die Beurteilung des Nahrstoff zustanden der Boden.

II, Chemische Extraktionsmethoden zur Phosphor und Kaliumbestimmung - K. Lantbr. Hogsk. Annir. W.R. 26:1960, str. 199-215

42. Evans H.J., Sorger G.J. (1966) Role of mineral elements with emphasis on the univalent cations. Annual Review of Plant Physiology 17: 47-76.
43. Fleet G.H. (2003). Yeast interactions and wine flavour. International Journal of Food Microbiology 86: 11– 22.
44. Fregoni M. (1998). Viticoltura di qualita. Informatore agrario, Verona, Italija.
45. Fregoni M. (2001). Nutrizione e fertilizzazione della vite. Edizioni Agricole, Milano, Italija.
46. Fregoni M. (2006). Viticoltura di qualità. Tecniche nuove, Milano, Italija.
47. Fregoni M., Fregoni C., Ferrarini R., Spagnolli F. (2008). Chimica viticola – enologica 2a edizione; Reda Edizioni, Torino, Italjia.
48. Gambelli L., Santaroni G.P. (2004). Polyphenols content in some Italian red wines of different geographical origins. Journal of Food Composition and Analysis 17: 613–618.
49. Garcia-Esparza M.A., Capri E., Pirzadeh P., Trevisan M. (2006). Copper content of grape and wine from Italian farms, Food Additives and Contaminants, 23-3: 274- 280.
50. García-Escudero E., Romero I., Benito A., Domínguez N., Martín, I. (2013). Reference Levels for Leaf Nutrient Diagnosis of cv. Tempranillo Grapevine in the Rioja Appellation. Communications in Soil Science and Plant Analysis 44:1-4, 645-654.
51. Garcia M., Daverede C., Gallego P., Toumi M. (2008). Effect of various potassium-calcium ratios on cation nutrition of grape grown hydroponically. Journal of Plant Nutrition 22: 417-425.
52. Gerendás J., Führs H. (2013). The significance of magnesium for crop quality. Plant and Soil, 368: 101–128.
53. Gluhić D. (2005). Pogodnosti tla Istre za vinogradarsku proizvodnju, Glasnik zaštite bilja 6/2005, str. 29-54.
54. Gluhić D., Herak Ćustić M., Petek M., Čoga L., Slunjski S., Sinčić M. (2009). The Content of Mg, K and Ca Ions in Vine Leaf under Foliar Application of Magnesium on Calcareous Soils. Agriculturae Conspectus Scientificus, 74 (2009): 2.
55. Gluhić D. (2011). Folijarna gnojidba klorotičnih trsova na karbonatnim tlima podregije Plešivica. Doktorski rad. Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet.
56. Gluhić D. (2013). Mikroelementi u funkciji gnojidbe bilja. Stručni rad. Glasnik zaštite bilja 5/2013, str. 26-35.
57. Gluhić D., Deklić D. (2018). Važnost cinka u gnojidbi vinove loze. Stručan rad. Glasnik zaštite bilja 3/2018, str. 63-68.
58. Goldammer T. (2018). Grape Grower's Handbook. A Guide To Viticulture for Wine Production. Third Edition. Apex Publishers, Centreville, Virginia, SAD.

59. Girbau-Sòla T., L´opez-Barajas E., L´opez-Tamames E., Buxaderas S. (2002). From aptitude of Trepat and Monastrell red varieties in Cava elaboration. 2. Second fermentation and aging. Journal of Agricultural and Food Chemistry 50: 5600–5604.
60. Grainger K., Tattersall H. (2016). Wine Production and Quality, 2rd ed; Sparkling wines; John Wiley & Sons, Ltd. New Jersey, SAD, str.136-142.
61. Guerra B., Steenwerth K. (2012). Influence of floor management technique on grapevine growth, disease pressure, and juice and wine composition: A review. American Journal of Enology and Viticulture, 63: 149–164.
62. Hannan Joseph M. (2011). Potassium-Magnesium Antagonism in High Magnesium, High pH Solis in Upper Mississippi Valley Vineyard; Iowa State University, Ames, Iowa, SAD.
63. Herak Ćustić M., Gluhić D., Čoga L., Petek M., Gošćak I. (2008). Vine plant chlorosis on unstructured calcareous soils and leaf Ca, Mg and K content. Cereal research communications, 36(1): 439-442.
64. Herak Ćustić M., Gluhić, D., Petek M., Čoga L., Slunjski S., Karazija T. (2011). Foliar application of Zn on various calcareous vine soils and Zn leaf status. Proceedings of the 11th International Conference on the Biogeochemistry of Trace Elements. Florence, ISTEB (International Society of Trace Element Biogeochemistry).
65. Herjavec S. (2019). Vinarstvo. Nakladni Zavod Globus. Zagreb, Hrvatska.
66. Hrazdina G., Parsons G.F., Mattick L.R. (1984). Physiological and biochemical events during development and ripening of grape berries. American Journal of Enology and Viticulture, 35: 220-227.
67. HRN ISO 10390 (2005). Soil quality – Determination of pH (ISO 10390: 2005). Croatian Standards Institute, Zagreb, Croatia.
68. HRN ISO 22036 (2011). Soil quality - Determination of trace elements in extracts of soil by inductively coupled plasma-atomic emission spectrometry (ICP-AES). Croatian Standards Institute, Zagreb, Croatia.
69. HRN ISO 11261:2004 (Određivanje ukupnog dušika-Prilagođena Kjedahlova metoda (ISO 11261:1995)).
70. Hulanicki S.G. (2005): Encyclopedia of Analytical Science (Second Edition). R.E. Stringer
71. Jackson R.S. (2000). Wine Science, Principle, Practice, Perception, Academic Press, New York, SAD.
72. Jackson R.S. (2014). Wine science – Principles and Applications, 4th Edition. Academic Press, London, Oxford, Boston, New York, San Diego.
73. JDPZ. (1966). Priručnik za ispitivanje zemljišta. Knjiga I. Beograd: Kemijske Metode Ispitivanja Zemljišta.

74. Jeromel A., Herjavec S., Kozina B., Maslov L., Bašić M. (2007). Sastav organskih kiselina u grožđu, moštu i vinu klonova Chardonnay. Poljoprivreda 13: 2.
75. Jolly N.P., Augustyn O.P.H., Pretorius I.S. (2006). The role and use of nonSaccharomyces yeasts in wine production. South African Journal for Enology and Viticulture 27: 15–39.
76. Jurkić V. (2017). Utjecaj reakcije tla na dinamiku kalija u lišću vinove loze i mineralni sastav mošta, doktorska disertacija, Agronomski fakultet, Zagreb.
77. Karoglan M. (2009). Utjecaj dušične gnojidbe na kemijski sastav mošta i vina sorti Graševina, Chardonnay i Rizling rajnski (Vitis vinifera L.), doktorska disertacija, Agronomski fakultet, Zagreb.
78. Kashem M.K., Khaliq Q.A., Karim M.A., Karim A.J.M.S., Islam M.R. (2015). Effect of nitrogen and potassium on drymatter production and yield in tropicalsugar beet in bangladesh. Pakistan Suger Journal 30, 2: 6-15.
79. Keller M., Arnick K.J., Hrazdina G. (1998.) Intercation of nitrogen availability during bloom and light intensity during veraison. I. effects on grapevine growth, fruit development, and ripening. American Journal of Enology and Viticulture 49: 333-340.
80. Košmerl T., Bavčar D. (2003). Determination of ash content in Slovenian wines by empirical equations. Zbornik Biotehniske fakultete Univerze v Ljubljani. Kmetijstvo 81, 2.10.2003., str. 325 – 334.
81. Lasa B., Menendez S., Sagastizabal K., Calleja Cervantes M.E., Irigoyen I., Muro J., Aparicio-Tejo M.P., Ariz I. (2012). Foliar application of urea to “Sauvignon Blanc” and “Merlot” vines: Doses and time of application. Plant Growth Regul 67: 73-81.
82. Liu P.H., Vrigneau C., Salmon T., Hoang D.A., Boulet J.C., Jégou S., Marchal R. (2018). Influence of Grape Berry Maturity on Juice and Base Wine Composition and Foaming Properties of Sparkling Wines from the Champagne Region. Molecules 23(6): 1372.
83. Lošák T., Zezulová T., Baroň M., Elbl J., Kintl A., Ducsay L., Varga L., Torma S., Petek M. (2020). Foliar application of potassium to grapevine (Vitis vinifera L.). Agrochémia 1: 23-27.
84. Maletić E., Karoglan Kontić J., Pejić I., Preiner D., Zdunić G., Bubola M., Stupić D., Andabaka Ž., Marković Z., Šimon S., Žulj Mihaljević M., Ilijaš I., Marković D. (2015). Zelena knjiga: Hrvatske izvorne sorte vinove loze. Državni zavod za zaštitu prirode Zagreb, Hrvatska.
85. Margalit Y. (1997). Concepts in Wine Chemistry. Wine Appreciation Guild Ltd., San Fransisco, SAD, str. 16-18; 76-82.
86. Májer J. (2004). Magnesium supply of the vineyards in the Balaton-Highlands, Acta Horticulturae 652: 175-182

87. Mengel K.A., Kirkby E.A. (1987). Principles of Plant Nutrition. International Potash Institute, Bern, Švicarska.
88. Michelini S., Tomada S., Kadison A.E., Pichler F., Hinz F., Zejfart M., Iannone F., Lazazzara V., Sanoll C., Robatscher P., Pedri U., Haas F. (2021). Modeling malic acid dynamics to ensure quality, aroma and freshness of Pinot blanc wines in South Tyrol (Italy). OENO One 55(2).
89. Mirlean N., Roisenberg A., Chies J.O. (2005). Copper-based fungicides contamination and metal distribution in Brazilian grape products, Environ mental Contamination and Toxicology 75: 968-974.
90. Moreno-Arribas M.V., Polo M.C. (2009). Wine Chemistry and Biochemistry; Springer Science + Busniess Media, LLC, New York, SAD.
91. Mpelasoka B.S., Schachtman D.P., Treeby M.T., Thomas M.R. (2003). A review of potassium nutrition in grapevines with special emphasis on berry accumulation. Australian Journal of Grape and Wine Research 9: 154–168.
92. NN 96/1996. (1996). Pravilnik o vinu. Narodne novina, Zagreb, Hrvatska.
93. NN 106/2004. (2004). Pravilnik o fizikalno-kemijskim metodama analize mošta, vina, drugih proizvoda od grožđa i vina te voćnih vina. Narodne novine, Zagreb, Hrvatska.
94. O.I.V. (1980). Oenological practices: Sparkling wines. https://www.oiv.int/en/technical-standards-and-documents/oenological-practices/oenological-practices-sparkling-wines.
95. O.I.V. (2004). Resolution Oeno 19/2004. https://www.oiv.int/public/medias/644/oeno-19-2004-en.pdf.
96. O.I.V. (2007). Compendium of International Methods of Wine and Must Analysis. Vol. 1. O.I.V., Paris, Francuska.
97. O.I.V. (2009). Compendium of international methods of analysis–oiv ash. https://www.oiv.int/public/medias/2472/oiv-ma-as2-04.pdf.
98. O.I.V. (2017). International Methods of Analysis of Wines and Musts. OIV-MA-AS2-04 : R2009.
99. O.I.V. (2019). State of the vitiviniculture world market. https://www.oiv.int/public/medias/6679/en-oiv-state-of-the-vitiviniculture-world-market-2019.pdf .
100. O.I.V. (2020). The boom of sparkling wine on focus. OIV Life, 3. Available at http://www.oiv.int/en/oiv-life/2020-world-wine-production-first-estimates
101. Ollat N., Gaudillere J.P. (1996). Investigation of assimilate import mechanisms in berries of Vitis vinifera var. Cabernet Sauvignon. Acta Horticulturae 427: 141-149.
102. Olson R.V., Kurtz L.T. (1982). Crop nitrogen requirement, utilization and fertilization. In: (Ed.): F.J. Stevenson Nitrogen in agricultural soils. ASA, Madison, Wisconsin, SAD.

103. Ough C.S., Bell A.A. (1980). Effects of nitrogen fertlization of grapevines on amino acid metabolim and higher-alcohol formation during grape juice fermentation. American Journal of Enology and Viticulture 31: 122-123.
104. Palčić I. (2015). Utjecaj gnojidbenih tretmana na koncentracije minerala i organskih kiselina u vinu cv. Malvazije istarske (Vitis vinifera L.) s različitih terroira. Doktorski rad. Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet.
105. Peacock W. L., Christensen L. P., Hirschfelt D.J. (1991.). Influence of timing of nitrogen fertilizer aplication on grapevines in the San Joaquin Valley. American Journal of Enology and Viticulture 42(4): 322-326.
106. Perez-Alvarez E.P., Martinez-Vidaurre J.M., Martin I., Garcia-Escudero E., Peregrina F. (2013). Relationships among soil nitrate nitrogen and nitrogen nutritional status, yield components and must quality in semi-arid vineyards from Rioja AOC. Communications in Soil Science and Plant Analysis 44: 232-242.
107. Peršurić Đ., Ilak Peršurić A.S., Godena S., Sinčić M., Petrušić D., Užila Z. (2011). Ampelographic Description and Sanitary Analysis of Four Istrian Grapevine Varieties (Vitis vinifera L.). Agriculturae Conspectus Scientifi cus 77(2): 113-117.
108. Peršurić Palčić A., Jeromel A., Pecina M., Palčić I., Gluhić D., Herak Ćustić M. (2022). Decreased Leaf Potassium Content Affects the Chemical Composition of Must for Sparkling Wine Production. Horticulturae, 8(6): 512.
109. Pessarakli M. (2020). Handbook of Plant and Crop Stress, 4th ed; CRC Press, Taylor & Francis Group. Boca Raton, Florida, SAD.
110. Petek M., Gluhić D., Herak Ćustić M., Čoga L., Ćosić T., Slunjski S. (2008). Leaf content of macro and microelements in Vitis vinifera cv. Sauvignon Blanc. VII SHS International Symposium on Mineral Nutrition of Fruit Crops. Book of Abstracts. Faro, Portugal, str. 35.
111. Porro D., Dorigatti C., Zatelli A., Ramponi M., Stefanini M., Policarpo M. (2007). Partitioning of dry matter in grapevines during a season: estimation of nutrient requirement. Proceedings of the XV International Symposium “GESCO 2007", 20. – 23.06.2007., Poreč – Hrvatska, str. 403-411.
112. Possner D.R.E., Kliewer W.M. (1985). The localization of acids, sugars, potassium and calcium in developing grape berries. Vitis 24: 229-240.
113. Pozderović A., Pichler A. Moslavac T. (2010). Utjecaj odležavanja, hladne stabilizacija i filtracije na kemijski sastav i kakvoću bijelih vina. Glasnik zaštite bilja 4/2010, str. 100 – 109.
114. Prce V. (2014). sadržaj antocijana, polifenola, flavonoida i antioksidativna aktivnost u crnim vinima slovačkih vinogorja. Diplomski rad. Sveučilište Josip Juraj Strossmayer u Osijeku, Prehrambeno-tehnološki fakultet u Osijeku.

115. Pueyo E., Martín-Alvarez P.J., Polo M.C. (1995). Relationship Between Foam Characteristics and Chemical Composition in Wines and Cavas (Sparkling Wines); American Journal of Enology and Viticulture. 46 (4).
116. Racz Z. (2003). Pedologija za studente stručnih studija, Veleučilište u Rijeci, Hrvatska.
117. Radovanović V. (1986) Tehnologija vina, IRO Građevinska knjiga, Beograd, Srbija.
118. Redžepović S., Majdak A., Orlić S., Herjavec S. (2001a). Saccharomyces sensu stricto indigenous strains and their effect on glycerol and malic acid concentration in wine. Kemija u industriji 50 (9): 469-475.
119. Redžepović S., Majdak A., Orlić S., Herjavec S. (2001b). Saccharomyces paradoxus new species in enology. Oral presentation. 26th World Congress & 81th General Assembly in the organization of the Office International se la Vine et du Vin. O.I.V. 11-17.10.2001, Adelaide, South Australia..
120. Reščič J., Mikulic-Petkovsek M., Rusjan D. (2016). The impact of canopy managements on grape and wine composition of cv. 'Istrian Malvasia' (Vitis vinifera L.). Journal of the Science of Food and Agriculture 96(14): 4724-4735.
121. Ribéreau-Gayon P., Glories Y., Majean A., Dubourideu D. (2000). Handbook of Enology, Vol. 2., The Chemistry of Wine Stabilization and Treatments; John Wiley & Sons, LTD, England, Velika Britanija.
122. Rogiers S.Y., Keller M., Holzapfel B.P., Virgona J.M. (2000) Accumulation of potassium and calcium by ripening berries on field vines of Vitis vinifera (L) cv. Shiraz. Australian Journal of Grape and Wine Research 6: 240-243.
123. Roubelakis-Angelakis Kalliopi A. (2009). Grapevine Molecular Physiology & Biotechnology, Second Edition. Springer Science+Business Media, London, Velika Britanija.
124. Ruhl E. H. (1989). Uptake and distribution of potassium by grapevine rootstocks and its implication for grape juice pH of scion varieties. Australian Journal of Experimental Agriculture 29: 707–712.
125. Ruhl E.H., Clingeleffer P.R., Kerridge G.H. (1990). Potassium uptake of roostock varieties and hybrids – implication for wine qualitiy Vitis 42: 158.
126. Sabir A., Yazar K, Sabir F., Kara Z., Yazici M. A., Goksu N. (2014). Vine growth, yield, berry quality attributes and leaf nutrient content of grapevines as influenced by seaweed extract (Ascophyllum nodosum) and nanosize fertilizer pulverizations. Scientia Horticulturae 175: 1–8.
127. SAS Institute Inc. (2015) SAS® OnDemand for Academics: User's Guide. Cary, NC: SAS Institute Inc.

128. Santos B.M., Dusky J.A., Stall W.M., Gilreath J.P. (2004). Effects of Phosphorus Fertilization on Common Lambsquarters (Chenopodium album) Duration of Interference in Lettuce (Lactuca sativa) 1. Weed Technology 18: 179-183.
129. Sharma J. (2005). Diagnosis of nutritional disorders and management in grapevine. Technical Bulletin No. 7, NCR for Grapes, Pune, Indija.
130. Slunjski S., Čoga L., Horvat T., Biško A. (2013). Utjecaj reakcije tla na količinu šećera i ukupnih kiselina u moštu sorte Sauvignon bijeli, Glasnik zaštite bilja 5/2013., str. 65-72.
131. Smart R.E., Coombe B.G. (1983). Water relations of grapevines. In: 'Water Deficits and Plant Growth. Vol. VII. Additional Woody Crop Plants'. Ed. T. Kozlowski (Academic Press: New York), str. 37-96.
132. Schaller K., Löhnertz O., Chikkasubbanna V. (1992). Uptake of potassium by the grape berries of different cultivars during growth and development. Viticulture and Enology Science 47: 36-39.
133. Spayd S.E., Wample R.L., Evans R.G., Stevens R.G., Seymour B.J., Nagel C.W. (1994). Nitrogen fertilization of white Riesling grapes in Washington must and wine composition. American Journal of Enology and Viticulture 45: 34-42.
134. Skinner P.W., Matthews M.A. (1989). Reproductive development in grape (Vitis vinifera) under phosphorus-limited conditions. Science Horticultrae 38: 49–60.
135. Škorić A., Bogunović M. (1980). Vitisoli Istre i Kvarnera, Poljoprivredna znanstvena smotra, 53: 465-484.
136. Torresi S., Frangipane M.T., Anelli G. (2011). Biotechnologies in sparkling wine production. Interesting approaches for quality improvement: A review. Food Chemistry 129: 1232–1241.
137. Tramontini S., Leeuwen C., Domec J.C., Destrac-Irvine A., Basteau C., Vitali M., Mosbach-Schulz O., Lovisolo C. (2013). Impact of soil texture and water availability on the hydraulic control of plant and grape-berry development. Plant and soil 368: 215–230.
138. van Oosten M.J., Pepe O., Pascale S., de Silletti S., Maggio A. (2017). The role of biostimulants and bioeffectors as alleviators of abiotic stress in crop plants. Chemical and Biological Technologies in Agriculture 4.
139. Véry A.A., Sentenac H. (2003). Molecular mechanisms and regulation of K^+ transport in higher plants. Annual Review of Plant Biology 54: 575-603.
140. Villette J., Cuéllar T., Verdeil J.L., Delrot S., Gaillard I. (2020). Grapevine Potassium Nutrition and Fruit Quality in the Context of Climate Change: MINI REVIEW article. Frontiers in Plant Science 11: 123.

141. Volschenk H., Van Vuuren H.J.J., Viljoen-Bloom M. (2006). Malic acid in wine: origin, function and metabolism during vinification. South African Journal for Enology and Viticulture 27(2): 123-136.
142. Vukadinović V., Vukadinović V. (2011). Ishrana bilja. Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Hrvatska.
143. Wang X.Q., Chen X.B., Zhan J..C, Huang W.D. (2006). Effects of ecological factors on quality of wine grape and wine. Food Science 27: 791–797.
144. Wang R., Sun Q., Chang Q. (2015). Soil Types Effect on Grape and Wine Composition in Helan Mountain Area of Ningxia. PLoS One 10(2): e0116690.
145. White R.E. (2003). Soils for Fine Wine; Oxford University Press, Inc., New York, SAD.
146. Wiesmeier M., Urbanski L., Hobley E.U., Lang B., Von Lützow M., Marín-Spiotta E., Van Wesemael B., Rabot E., Ließ, M., Garcia-Franco N., Wollschläger U., Vogel H., Kögel-Knabner I. (2019). Soil organic carbon storage as a key function of soils - A review of drivers and indicators at various scales.Geoderma 333: 149–162.
147. Wolf T.K. (2004). Viticulture Notes - Vineyard and Winery Information Series. Biltena Virginia Cooperative Extension Vol. 19 No. 5.
148. Zatloukalová A., Lošák T., Hlušek J., Pavloušek P., Sedláček M., Filipčík R. (2011). The effect of soil and foliar applications of magnesium fertilisers on yields and quality of vine (Vitis vinifera, L.) grapes. Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis 59: 221-226.
149. Zlámalová T., Elbl J., Baroň M., Bělíková H., Lampíř L., Hlušek J., Lošák T. (2015). Using foliar applications of magnesium and potassiumto improve yields and some qualitative parameters of vine grapes (Vitis vinifera L.). Plant, Soil and Environment 61(10): 451–457.
150. Zoecklein B.W., Fugelsang K.C., Gump B.H., Nury F.S. (1995). Wine Analysis and Production. Chapman and Hall, New York, SAD.
151. Zoecklein B.W. (2002). A review of Méthode Champenoise Production. Food Chemistry 129, 1232–1241.

8. ŽIVOTOPIS

Ana Peršurić Palčić, dipl. ing. agronomije, rođena je 14. svibnja 1986. godine u Puli, udana je i majka jednog djeteta. Diplomirala je 2010. godine na Agronomskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu, smjer: bilinogojstvo, usmjerenje: voćarstvo, vinogradarstvo i vinarstvo. Na istome fakultetu upisala je doktorski studij Poljoprivrednih znanosti 2012. godine. Zaposlena je kao pomoćnica direktorice u obiteljskoj tvrtki Pjenušci Peršurić d.o.o. iz Višnjana od 2010. godine, te obnaša poslove voditelja vinogradarstva i vinarskog laboratorija, te menadžerice tvrtke. Voditeljica je internih istraživanja i pokusa vezanih za uzgoj grožđa u proizvodnji pjenušaca, te ispitivanja tržišta u sklopu tvrtke u kojoj je zaposlena. Radovi koje je objavila nalaze su u Hrvatskoj znanstvenoj bibliografiji CROSBI (CROSBI Profil: 41257; ORCID: 0000-0002-4557-4468). Do sada je sudjelovala kao koautorica na 6 znanstvenih radova, od čega su 2 rada a1 kategorije.