



UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA AGRONOMIJO

Silva VIVODINAC

**VPLIV SUŠNEGA STRESA NA RAST IN RODNOST
ŽLAHTNE VINSKE TRTE (*Vitis vinifera* L.)**

DIPLOMSKI PROJEKT

Univerzitetni študij - 1. stopnja

Ljubljana, 2011

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA AGRONOMIJO

Silva VIVODINAC

**VPLIV SUŠNEGA STRESA NA RAST IN RODNOST ŽLAHTNE
VINSKE TRTE (*Vitis vinifera* L.)**

DIPLOMSKI PROJEKT
Univerzitetni študij - 1. stopnja

**INFLUENCE OF DROUGHT STRESS ON GROWTH AND YIELD OF
GRAPEVINE (*Vitis vinifera* L.)**

B. SC. THESIS
Academic Study Programmes

Ljubljana, 2011

Diplomski projekt je zaključek Univerzitetnega študija Kmetijstvo – agronomija – 1. stopnja. Delo je bilo opravljeno na Katedri za sadjarstvo, vinogradništvo in vrtnarstvo.

Študijska komisija Oddelka za agronomijo je za mentorja diplomskega dela imenovala doc. dr. Denisa RUSJANA.

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik: prof. dr. Borut BOHANEČ
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, oddelek za agronomijo

Član: doc. dr. Denis RUSJAN
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, oddelek za agronomijo

Član: doc. dr. Irena MAČEK
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, oddelek za agronomijo

Datum zagovora: 26. 9. 2011

Diplomski projekt je rezultat lastnega dela. Podpisani se strinjam z objavo svojega diplomskega projekta na spletni strani Digitalne knjižnice Biotehniške fakultete. Izjavljam, da je delo, ki sem ga oddal v elektronski obliki, identično tiskani verziji.

Silva Vivodinac

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

- ŠD Du1
- DK UDK 634.8:632.112:631-559 (043.2)
- KG suša / stres / rast / rodnost / žlahtna vinska trta
- AV VIVODINAC, Silva
- SA RUSJAN, Denis (mentor)
- KZ SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
- ZA Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo
- LI 2011
- IN VPLIV SUŠNEGA STRESA NA RAST IN RODNOST ŽLAHTNE VINSKE TRTE (*Vitis vinifera* L.)
- TD Diplomski projekt (Univerzitetni študij - 1. stopnja)
- OP VII, 20 str., 1 pregl., 7 sl., 28 vir.
- IJ sl
- JI sl/en
- AI Žlahtna vinska trta (*Vitis vinifera* L.) je rastlina, pri kateri pojav sušnega stresa ni pogost. Vzroki za sušni stres so spremembe okoljskih dejavnikov, kot npr. pomanjkanje vode, visoke temperature. Indikator sušnega stresa pri žlahtni vinski trti je zmanjšanje vodnega potenciala listov, stomatalne prevodnosti in transpiracije. Na sušni stres se vinska trta odzove tudi s povečanjem količine hormona abscizinske kisline, ki se tvori ob zmanjšanju vodnega potenciala in vpliva na odpiranje listnih rež. Winkler in sod. (1974), Polling (2007) in Zsofi in sod. (2010) so ugotovili, da blagi sušni stres dobro vpliva na primarne metabolite v grozdju. Vpliv sušnega stresa na presnovo fenolov je odvisen od količine pomanjkanja vode, časa v katerem pride do pomanjkanja in njegovo trajanje. Za blaženje sušnega stresa izvajamo različne agro-ampelotehnične ukrepe, v primeru, ko imamo možnost namakanja vinograda, se odločimo za kapljični namakalni sistem. Pred začetkom postavitve nasada raziskovalci svetujejo uporabo podlag, ki so bolj tolerantne na pomanjkanje vode, in sicer 1103 P, 110 R, 140 R in 99 R. Podlage, ki so primerne za sušne lege, običajno podaljšajo tudi zorenje grozdja, to pa lahko vpliva na boljšo kakovost grozdja. Pomembnejši ukrepi za zmanjšanje vpliva sušnega stresa so tudi večanje sadilnih razdalj, redčenje grozdja ter rahljanje tal. Diplomski projekt je pregled dosedanjih raziskav na področju ugotavljanja vpliva sušnega stresa na rast in rodnost žlahtne vinske trte (*Vitis vinifera* L.).

KEY WORDS DOCUMENTATION

- ND Du1
- DC UDC 634.8:632.112:631-559 (043.2)
- CX drought / stress / growth / yield / grapevine
- AU VIVODINAC, Silva
- AA RUSJAN, Denis (supervisor)
- PP SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
- PB University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Agronomy
- PY 2011
- TY INFLUENCE OF DROUGHT STRESS ON GROWTH AND YIELD OF
GRAPEVINE (*Vitis vinifera* L.)
- DT B. Sc. Thesis (Academic Study Programmes)
- NO VII, 20 p., 1 tab., 7 fig., 28 ref.
- LA sl
- Al sl/en
- AB At grapevine (*Vitis vinifera* L.) the drought stress is not common. Main reasons for appearing of drought stress are environmental factors, such as lack of water and high temperatures. The most indicative response of vine to drought stress is change in water potential in leaves, stomatal conductance and in transpiration. At drought stress vine usually increases also the amount of the hormone ABA, which is formed after decreasing water potential, and impacts the regime of stomata on leaves. Winkler et al. (1974), Polling (2007) and Zsofi et al. (2010) have found that mild drought stress has a beneficial effect on primary metabolites in grape. Impact of drought stress on the metabolism of phenols depends on lack of water, period when it is present and its duration. The avoidance of drought stress can be performed by various agro-ampelotehnic practices. If there is a possibility of vineyard irrigation, we can use a drip irrigation system. The second most used arrangement is use of more tolerant rootstocks on drought stress, such as 1103 P, 110 R, 140 R, 99 R. The mentioned rootstock usually prolong the grape ripening what usually positively influences grape quality. Other mentioned practices are also increasing of spaces between vines and their rows, but also grape and leaves thinning. This project is an overview of previous reports of impact of drought stress on growth and yield of vine (*Vitis vinifera* L.).

KAZALO VSEBINE

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA	III
KEY WORDS DOCUMENTATION	IV
KAZALO SLIK	VI
SIMBOLI IN OKRAJŠAVE	VI
1 UVOD	1
1.1 VZROK ZA RAZISKAVO	1
2 SUŠNI STRES	2
3 VODA	4
3.1 VODA IN VINSKA TRTA	5
3.1.1 Fiziologija vinske trte	6
3.1.2 Biokemija vinske trte	7
4 AGRO-AMPELOTEHNIČNI UKREPI ZA BLAŽENJE SUŠNEGA STRESA	10
4.1 SORTE IN PODLAGE	11
4.2 GOJITVENE OBLIKE	11
4.3 NAMAKANJE	11
5 SKLEP	13
6 VIRI	14

KAZALO SLIK

Slika 1: Sušni stres na listih vinske trte (<i>Vitis vinifera</i> L.) (Gleizes, 2009)	2
Slika 2: Shematski prikaz hormonske regulacije sušnega stresa: (+) - povečana aktivnost, (-) - zmanjšana aktivnost (Larcher, 1995).....	3
Slika 3: Sprememba vodnega potenciala v listu in na površini korenin v odvisnosti od padca vode (Larcher, 1995)	5
Slika 4: Vodni potencial pri vinski trti sorte 'Savatiano', pri trtah v kontroli in pri trtah, ki so bile v sušnem stresu (Patakas in sod., 2002)	7
Slika 5: Prikaz velikosti jagod in koncentracija sladkorjev v njih, na lokaciji 1 in lokaciji 2 (Zsofi in sod., 2011)	8
Slika 6: Aktivnost fotosinteze (a) in stomatalna prevodnost (b) v določeni uri v dnevu, merjeno pri vinskih trtah, ki so bile kontrola ter pri vinskih trtah, ki so bile v sušnem stresu (Patakas in sod., 2002)	9

KAZALO PREGLEDNIC

Tabela 1: Opis lastnosti nekaterih najbolj priporočljivih podlag za blaženje sušnega stresa (Maljevič, 2003).....	11
---	----

SIMBOLI IN OKRAJŠAVE

ABA – abscizinska kislina

WUE – učinkovitost izrabe vode

Ψ_w - vodni potencial

MPa – mega Pascal

LWP – vodni potencial

1 UVOD

Klimatske spremembe imajo velik vpliv na kmetijske rastline, med katerimi je tudi žlahtna vinska trta (*Vitis vinifera* L.). Narašča predvsem število poplav, neurij s točo in na drugi strani je vse več tudi daljših obdobj brez padavin, ki povzročajo t.i. sušo. Vsi ti abiotiski dejavniki pri rastlinah povzročajo stres. Pomanjkanje vode je definirano kot sušni stres, vzrok zanj je kakršnakoli sprememba okoljskih dejavnikov, ki ima za posledico zmanjšano rast rastline oziroma motnje v njenem razvoju (Vodnik, 2010a). Kmetijska suša se pojavi takrat, ko v rastni dobi rastlinam primanjkuje talne vlage za optimalen razvoj, padavin je premalo, ali pa so ob nepravem času, zaradi česar pride do poškodbe rastlin in v skrajni fazi do trajne uvelosti, to je kmetijska definicija suše (Matajc, 1991). Največji vir vode v kmetijstvu so padavine, če seveda nimamo urejenega namakanja. Voda je v rastlini raztopina in snov za transport, potrebna je pri fotosintezi, ohranja napetost celic in pomembna je pri hidrolizi škroba. Voda je v rastlinskih celicah shranjena v veziklih in vakuoli, v protoplazmi je kemično vezana sestavina, povezana je z ioni makromolekul in raztopljenih organskih snovi (Larcher, 1995). Vinska trta je rastlina dolgega dne, pojav sušnega stresa pri vinski trti je relativno redek pojav. Trta je med gojenimi rastlinami dokaj tolerantna na pomanjkanje vode (Štabuc, 2007). V daljšem obdobju suše posledično zmanjka vode za izhlapevanje in hlajenje vinske trte in pride do sončnega ožiga, na biokemijskem nivoju vinske trte pa sušni stres vpliva na različne spojine v vinu (Winkler, 1974). Kako močno bo sušni stres vplival na vinsko trto ter kakovost grozdja in vina pa ima pomemben vpliv fenofaza vinske trte, v kateri se suša pojavi.

1.1 VZROK ZA RAZISKAVO

Voda v današnjem času postaja vedno bolj omejujoč okoljski dejavnik, vedno pogostejše smo priča daljšim obdobjem suše v času, ko bi kmetijske rastline potrebovale za svojo rast in razvoj vodo.

V diplomskem projektu smo poskušali zbrati dosedanje ugotovitve o vplivu sušnega stresa na rast in rodnost vinske trte, kar bi bilo lahko v pomoč vinogradnikom pri pridelavi grozdja v t. i. sušnih letih. Zanimal nas je odziv trte v rasti mladik, razvoju in dozorevanju grozdja ter kakovosti le tega.

Vinska trta je pomembna kmetijska rastlina. V Sloveniji imamo 16350 ha vinogradov (Popis ..., 2009), ki se razprostirajo v treh vinorodnih deželah in sicer v Posavju, Podravju ter Primorskem. In v vseh lahko v določenem obdobju leta zadnje čase zaznamo vpliv sušnega stresa. V primeru vročega in sušnega julija in avgusta, ob 30-50 dnevem izostanku učinkovitih padavin, postane vprašljiva pridelava prav v vseh kmetijskih panogah (Štabuc, 2007). Prav tako Štabuc (2007) navaja, da ko sušo opazimo in če nimamo učinkovitega namakalnega sistema je žal velikokrat za učinkovite rešitve prepozno.

Pomanjkanje vode je po svetu obravnavan kot eden večjih problemov, z namakanjem v kmetijstvu se porabi največji del pitne vode v svetovnem merilu (Edwards in sod., 2011).

2 SUŠNI STRES

Vzrok, ki povzroča abiotični stres je kakršnakoli sprememba okoljskih dejavnikov, ki ima za posledico zmanjšano rast rastline oziroma motnje v njenem razvoju. Stres je fiziološko stanje rastline, ki ga povzročajo stresni dejavniki (suša, zmrzal, težke kovine, itd.). Suša je fizikalni stresni dejavnik, posledično pa so prisotni pri sušnem stresu še dejavniki kot so suh zrak, vročina in presežek sevanja (Vodnik, 2010a). Najboljši pokazatelj sušnega stresa je sprememba v vodnem potencialu tkiva, in sicer zmanjšanje potenciala tlaka – turgorja v rastlini. Posledice primanjkljaja vode v rastlini, ki jih navaja Vodnik (2010a) so:

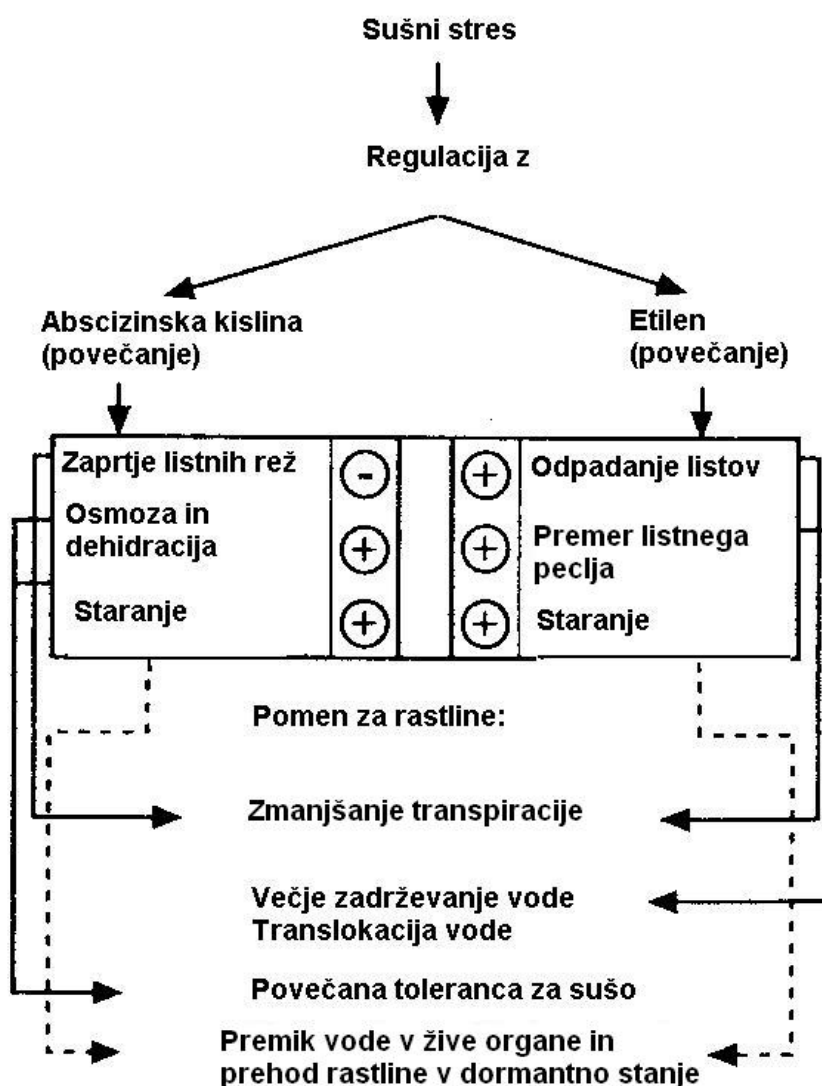
- spremembe v hidrationskem ovoju okoli proteinov,
- prerazporeditev celičnih organelov,
- spremembe na plazmalemi,
- moten transport preko plazmodezem,
- spremembe koncentracije različnih molekul,
- vpliv na rast (sekundarni učinek),
- vpliv na fotosintezo,
- vpliv na dihanje,
- vpliv na presnovo dušika.

Zaradi sušnega stresa se pri vinski trti zaustavi rast mladik in zalistnikov, listi postanejo usnjati in rahlo zavihani navznoter in pričenejajo dobivati kovinski sijaj, jagode na grozdju se več ne debelijo in postanejo rahlo modrikaste barve. V nadaljevanju sušnega stresa se prične prisilno dozorevanje enoletnega lesa, kar lahko vpliva na nastavek grozdja in tudi na uspešno prezimovanje v naslednjem letu, odmirati začno vitice in vrhovi mladik, napetost v jagodah popušča – grozdje veni in celotna trta prične odmirati (Štabuc, 2007).



Slika 1: Sušni stres na listih vinske trte (*Vitis vinifera* L.) (Gleizes, 2009)

Hormonska regulacija sušnega stresa se kaže tudi s povečanjem količine hormonov kot sta abscizinska kislina (ABA) in etilen (Slika 2). Vse rastline, ki živijo v enakih razmerah pa niso enako dovzetne za sušni stres. Pri podobnem obsegu korenin, ki črpajo vodo, so rastline z manjšo listno površino boljše založene s hranili in tudi izhlapevanja je manj. Takojšnji a kratkoročni mehanizem uravnavanja pomanjkanja vode se iz listov pomakne proti dobro založenim tkivom drugih delov rastline (grozdju, daljšim rozgam, deblu) (Larcher, 1995).



Slika 2: Shematski prikaz hormonske regulacije sušnega stresa: (+) - povečana aktivnost, (-) - zmanjšana aktivnost (Larcher, 1995)

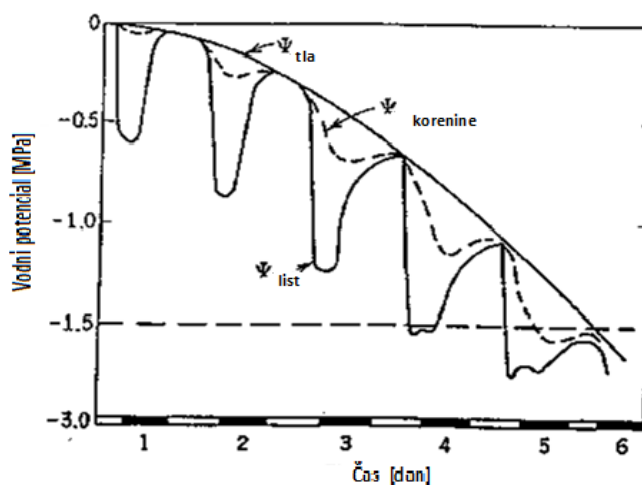
3 VODA

Voda je najpomembnejši vir za življenje živih bitij in rastlin. Molekula vode je polarna in povezana z vodikovimi vezmi. Prisotna je v večini pomembnejših fizioloških procesih, je glavni medij za transport metabolitov in je dobro topilo za ione in različne polarne organske metabolite. Pomembna je tudi za ohranjanje znotrajceličnega tlaka (turgor), ki je potreben za nemoten potek fizioloških procesov, mehansko stabilnost. Voda je v rastlinski celici tudi reaktant oziroma substrat (fotoliza vode v fotosintezi, hidroliza škroba) (Vodnik, 2008b).

Vodni potencial [Ψ_w] je mera razpoložljivosti vode v nekem sistemu. Enota za vodni potencial je mega pascal (MPa). Ψ_w izražamo kot razliko med potencialom v danih razmerah in potencialom, izmerjenim v standardnih razmerah (Vodnik, 2008b).

Točka venenja je tisti vodni potencial tal, pri katerem rastlina ne more več vzpostaviti turgorja, četudi popolnoma omeji transpiracijo. To pomeni, da je vodni potencial tal manjši ali enak osmotskemu potencialu rastline (Vodnik, 2008b). V povprečju lahko mejno vrednost vodnega potenciala, ki pomeni za rastlino nepovratno izgubo turgorja (točka venenja), postavimo pri -1,5 MPa (Bogart, 2000). Točka venenja je načeloma enaka za vse rastline.

Rastlina se na pomanjkanje vode odzove tudi z zmanjšanjem stomatalne prevodnosti oziroma z zapiranjem listnih rež. V primeru, ko zapiranje povzroči izguba turgorja, pravimo temu hidropasivno zapiranje, hidroaktivno zapiranje listnih rež pa se zgodi, ko je celotna rastlina dehidrirana in je odvisna predvsem od presnovo prevodnih celic. Pri hidroaktivnem zapiranju igra pomembno vlogo abscizinska kislina (ABA), ki se sintetizira v koreninah in se prenese v nadzemne dele rastline. Za zmanjševanjem vodnega potenciala v listih pride do povečanja koncentracije ABA v rastlini in s tem do povečanja upornosti listnih rež. Znano je tudi, da se v sušnih razmerah preusmeri rast na korenine, kar regulira hormon ABA, hkrati pa ustavi rast nadzemnega dela (Taiz in Zeiger, 2010).



Slika 3: Sprememba vodnega potenciala v listu in na površini korenin v odvisnosti od padca vode (Larcher, 1995)

3.1 VODA IN VINSKA TRTA

Vodo, ki je pomembna za rast in rodnost vinske trte, trta pridobiva iz tal. Razpoložljivost vode v tleh je odvisna od dosegljive podtalne vode, od lastnosti tal in od količine padavinskih voda.

Voda je v tleh vezana kot higroskopska voda, ali pa je odtekla kot gravitacijska voda. Higroskopska voda je, ko so vodni hlapi v tleh adsorbirani na površini talnih delcev kot posledica privlačnih sil na površini teh delcev. Gravitacijska voda je tista, ki odteče pod vplivom mase v podtalnico in se v zgornjih plasteh tal zadržuje le začasno (Kajfež-Bogataj, 2008).

Klima in tla sta nujna, a ne edina elementa, ki sodelujeta v navezi voda–trta, pomembni elementi so tudi (Deloire in sod., 2004):

- vegetativna rast,
- koreninski sistem,
- biokemična sestava grozdne jagode glede na vodni status trte,
- in povezava med arhitekturno obliko trte in vodnim statusom trte.

Kakšen je vodni status rastline nam pove vodni potencial. Rastlinska celica ima negativni vodni potencial. V listu rastline, ki je dobro poskrbljena z vodo, je vodni potencial med -0,2 in -1,0 MPa, medtem ko imajo rastline, ki so v sušnem stresu vodni potencial dosti manjši, med -2,0 do tudi -5,0 MPa. Pri vinski trti je sušni stres pri listnem vodnem potencialu, izmerjenem opoldan pod -1,0 MPa. Med -1,0 in -1,2 MPa naj bi bila trta v

rahem sušnem stresu in pri potencialu pod $-1,6$ MPa navajajo, da je trta že v sušnem stresu, ki pusti posledice (Bogart, 2000).

Glede na splošno postavljeno točko venenja, lahko vinsko trto smatramo za rastlino, ki je precej tolerantna na zmanjšanje razpoložljivosti vode (Černelič, 2007).

Stomatalna prevodnost je veliko bolj povezana z vodnim potencialom tal kot pa z vodnim potencialom v listu. Da so prav korenine tiste, ki lahko regulirajo stomatalno prevodnost pove dejstvo, da v primeru dehidracije le dela koreninskega sistema, rastlina zmanjša prevodnost kljub dobri preskrbljenosti z vodo. Zapiranje listnih rež v začetku sušnega stresa povečan učinkovitosti izrabe vode (WUE), kar je posledica zmanjšane stomatalne prevodnosti, to zavira transpiracijo, medtem ko se ogljikov dioksid porablja iz intercelularnega prostora. Z daljšanjem stresnega obdobja dehidracija mezofilnih celic, ki so fotosintetsko najaktivnejše, inhibirajo fotosintezo, mezofilni presnovo slabi in učinkovitost izrabe vode se manjša. Raziskave so tako pokazale, da sušni stres močneje vpliva na stomatalno prevodnost kot na fotosintezo (Taiz in Zeiger, 2010).

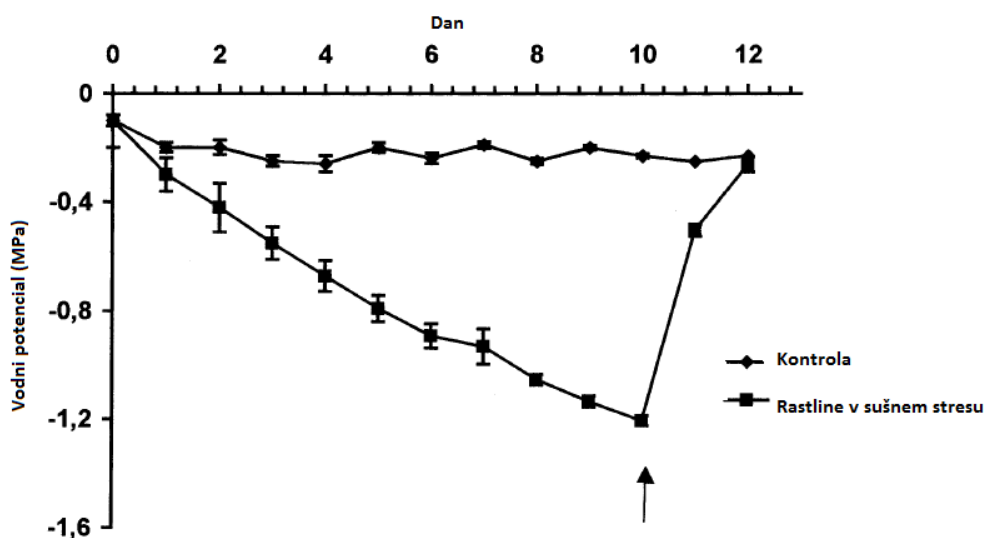
Voda je najbolj omejujoč dejavnik za rast kmetijskih rastlin v Sredozemlju, padavine so tam neredne skozi celotno leto in modeli klimatskih sprememb za prihodnost napovedujejo še pogostejše sušne razmere v naslednjih desetletjih (Jones in sod. 2005). Zaradi takšnih razmer so Serrano in sod. (2010) delali raziskavo kako, vodni indeks na območju Sredozemlja vpliva na vodni status v vinogradu, pri rastlinah *Vitis vinifera* L. sorta 'Chardonnay'. Več fizioloških indikatorjev so uporabili za ocenitev rastlinskega vodnega statusa, oziroma stresa. Indikatorji ki so v vinogradništvu najbolj v uporabi za merjenje sušnega stresa so listni vodni potencial (LWP), stomatalna prevodnost in transpiracija. Vinska trta je bila prva rastlinska vrsta, pri kateri so odkrili, da ima glavno vlogo pri stomatalni prevodnosti hormon abscizinske kisline (ABA) (Loveys and Kriedemann, 1974). Ko je vinska trta izpostavljena vodnemu stresu se ji zmanjša hidravlična prevodnost zaradi vpliva suše. Vse to kaže, da je stomatalna prevodnost dober indikator vodnega statusa vinske trte (Cifre in sod., 2005). V rezultatih navajajo, da z namakanjem dosežemo spremembe pri vodnem indeksu in pri stomatalni prevodnosti (Serrano in sod., 2010).

3.1.1 Fiziologija vinske trte

Gomez-del-Campo in sod. (2007) so primerjali koreninski sistem trte, ki je rasel v pomanjkanju vode in del vinskih trt pri dobri razpoložljivosti vode ter spremljali odziv listnih rež pri ponovnem namakanju v poskusu. V začetku poskusa je bil večji vodni potencial listov, transpiracija, stomatalna prevodnost in neto fotosinteza pri koreninskem sistemu vinske trte, ki je rasel pri dobri razpoložljivosti vode. Tretji dan ponovnega namakanja je bilo ravno obratno, saj so bile transpiracija, stomatalna prevodnost in neto fotosinteza znatno večje pri trtah, ki so predhodno rasle v pomanjkanju vode. Vinske trte, izpostavljene sušnemu stresu, so pri ponovnem namakanju kazale bolj enakomerno delovanje listnih rež, kot trte ki temu stresu niso bile izpostavljene. Avtorji članka

predpostavljajo, da do tega pride zaradi zmanjšanja listne površine pri trtah, ki so bile izpostavljene sušnemu stresu. Z zmanjšano transpiracijsko površino ohranjajo večjo razpoložljivost vode kot tudi večjo stomatalno prevodnost.

Patakas in sod. (2002) so preučevali dve leti star vinograd v Grčiji, opazovali so vinsko trto sorte 'Savatiano' (*Vitis vinifera* L.). Klima na območju, kjer je potekal eksperiment je značilno sredozemska. Letna količina padavin je bila 450 mm, maksimalna temperatura 36 °C in minimalna 15,5 °C. Dvajset trt v kontrolnem obravnavanju je bilo so kontinuirano namakali, medtem ko drugih dvajset trt niso namakali. Rezultati so pokazali, da se je vodni potencial listov zmanjševal postopoma med trajanjem sušnega stresa in po desetih dneh brez namakanja dosegel -1,2 MPa. Ko so vinski trtam v sušnem stresu dodali vodo, so se te opomogle v dveh dneh (Slika 4). Prav tako so rastline v sušnem stresu imele manjše vrednosti delovanja fotosinteze in stomatalne prevodnosti. Ugotovili so, da se vinska trta prilagodi na sušo z večjo togostjo celične stene. Mehanizma sta torej preverjena na aridnih tleh, kjer vinska trta absorbira vodo učinkovito in vzdržuje optimalno aktivnost v sušnem stresu.



Slika 4: Vodni potencial pri vinski trti sorte 'Savatiano', pri trtah v kontroli in pri trtah, ki so bile v sušnem stresu (Patakas in sod., 2002)

3.1.2 Biokemija vinske trte

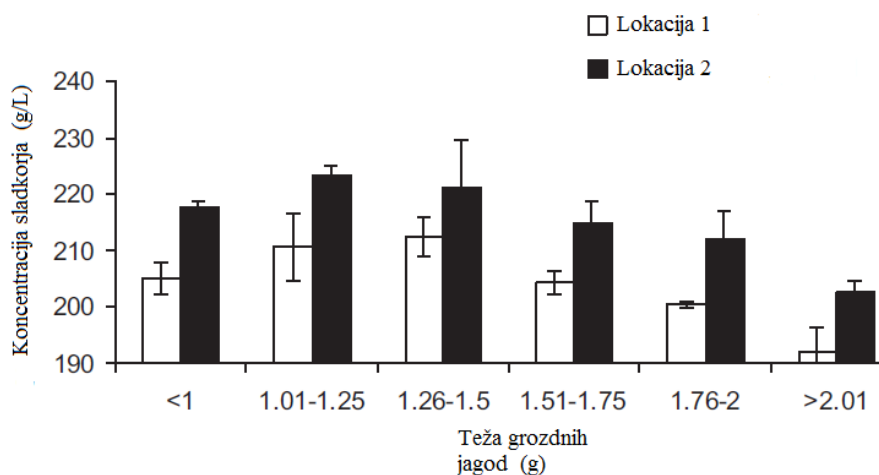
V grozdju imamo primarne in sekundarne metabolite. Najpomembnejši primarni metaboliti so sladkorji in organske kisline, pomembni sekundarni metaboliti pa so fenoli in aromatične spojine.

Najpomembnejša ogljikova hidrata v grozdnih jagodah sta glukoza in fruktoza, ki sta enostavna sladkorja. Sladkorji v vinski trti nastajajo pri fotosintezi v zelenih delih rastline. Rahlo pomanjkanje vode lahko dejansko pospeši kopičenje sladkorja in povečanje rodnosti vinske trte, kar povzroča listna stena vinske trte, ki je odprta in z veliko svetlobe. Grozdje,

ki je izpostavljeno svetlobi hitreje kopiči sladkor, kot grozdne jagode ki so v senci. Sušni stres upočasni vegetativno rast poganjkov in korenin, s tem pa se sladkorji kopičijo v grozdnih jagodah (Poling, 2007).

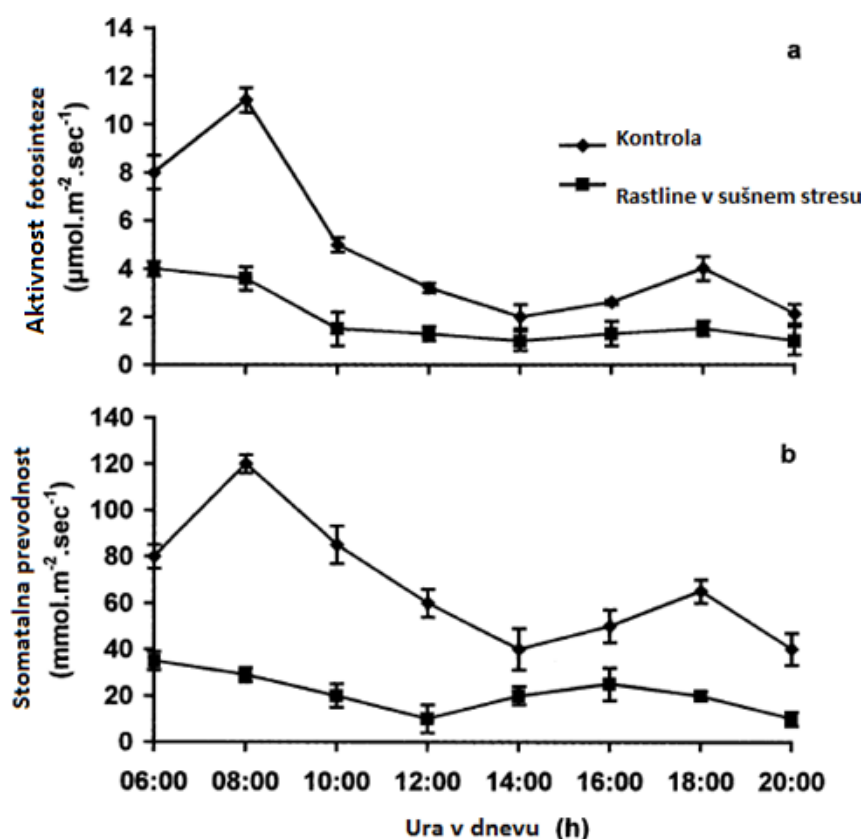
V zgodnjem poletju vinska trta raste hitro, večino ogljikovih hidratov se torej porabi za rast mladik, listov in korenin ter za povečanje grozdnih jagod. Ko dosežejo jagode polovico svoje velikosti ali tri četrtine celotne velikosti jagod vinska trta, preneha z aktivno rastjo. Listi še vedno opravljajo svojo funkcijo opravljanja fotosinteze, ogljikovi hidrati, ki pa so akumulirani v listih in lesenih delih vinske trte se preusmerijo v grozdne jagode, kjer se pospešeno začne povečevati vsebnost sladkorjev. V začetku dotikanja jagod je v zelenih jagodah največ glukoze, v zadnji stopnji dozorevanja in ob dokončni velikosti grozdne jagode je količina fruktoze in glukoze enakovredna, ko pa je grozdna jagoda prezrela se vsebnost fruktoze poveča, glukoze pa je manj. V fenofazi, ko se začne pospešena rast grozdnih jagod je vsebnost sladkorjev majhna, manj kot 2% sveže mase jagode (Winkler in sod., 1974).

Zsofi in sod. (2010) so delali raziskavo, ki je temeljila na razmerju količine vode, vegetativne rast in koncentracije sladkorja v grozdnih jagodah na vinski trti sorte 'Modra frankinja'. Poskus so izvajali v dveh vinogradih na dveh različni lokacijah. Lokacija 1 se je nahajala na ravnini in vinograd ni bil v sušnem stresu, medtem ko je bila lokacija 2 na strmem pobočju in vinograd je bil v blagem sušnem stresu. Asimilacija ogljika je bila manjša v vinogradu 2, ki je bil v blagem sušnem stresu, nižjo asimilacijo pa je spremljala večja količina sladkorja v grozdnih jagodah. Na lokaciji 1 je bila velikost jagod večja kot na lokaciji 2 (Slika 5). Velikost jagod je torej ena od možnosti pojasnitve koncentracije sladkorja. Manjše jagode imajo večjo koncentracijo sladkorja tudi zaradi tega, ker sušni stres zavira rast sekundarnih korenin in pospešuje prerazopreditev sladkorjev v grozdne jagode. Pri poskusu, ki so ga izvedli Zsofi in sod. (2010) je bilo dvakrat več listne površine na vinskih trtah na lokaciji 1, ki so rastle v optimalnih razmerah. Razlog za to je, da so korenine in mladike porabile asimilate za rast in razvoj. Zaključili so, da v njihovem primeru večja listna površina nima vpliva na večjo količino sladkorja v grozdnih jagodah.



Slika 5: Prikaz velikosti jagod in koncentracija sladkorjev v njih, na lokaciji 1 in lokaciji 2 (Zsofi in sod., 2011)

V poskusu Patakas in sod. (2002), ki so ga delali na območju Sredozemlja. Merili so transpiracijo na listih vinskih trt starosti dve leti sorte 'Savatiano'. Poskus so razdelili na dva dela. V prvem delu so trte rastle v namakanih tleh, drugi del poskusa pa so bile trte, ki so rastle pod sušnim stresom. Pri rastlinah pod sušnim stresom so zaznali očitno zmanjšanje fotosinteze in stomatalne prevodnosti (Slika 6). Koncentracija škroba je bila trikrat manjša v vinski trti, ki je bila v sušnem stresu, vendar pri kopičenju glukoze in fruktoze ni bilo razlik med rastlino, ki je rasla pod v sušnim stresom in tisto, ki je rasla v namakanih tleh.



Slika 6: Aktivnost fotosinteze (a) in stomatalna prevodnost (b) v določeni uri v dnevu, merjeno pri vinskih trtah, ki so bile kontrola ter pri vinskih trtah, ki so bile v sušnem stresu (Patakas in sod., 2002)

Količinsko pomembni organski kislini v grozdnih jagodah sta vinska kislina in jabolčna kislina, več kot 90 % vseh kislin v jagodi. Ostalih kislin, ki so prisotne v manjših odstotkih je nekaj več kot 20, med njimi je tudi citronska kislina (Winkler in sod., 1974).

Pri temperaturah zraka nad 40 °C se močno zmanjša kakovost grozdja, saj se začne razkrajati jabolčna in vinska kislina, zmanjša se asimilacija in poveča se dihanje. Za nemoten razvoj trte so potrebne enakomerno razporejene padavine, najmanj 450 mm/leto in 200 do 250 mm v rastni dobi vinske trte (Štabuc, 2007).

V grozdnih jagodah se koncentracija kislin ob pomanjkanju vode zmanjša, saj se zmanjša tvorjenje malata, ki je pomemben za nastanek kislin (Mathew in Anderson, 1988).

Sekundarni metaboliti, predvsem fenoli in aromatične spojine, dajejo vinu značilno barvo, okus in vonj. Pri različnih sortah so dokazali, da sušni stres pozitivno vpliva na aromo samega vina, saj imajo vina, katerih vinske trte so bile v sušnem stresu bolj sadni okus oziroma aroma je bolj prepoznavna (Chaves in sod., 2009).

4 AGRO-AMPELOTEHNIČNI UKREPI ZA BLAŽENJE SUŠNEGA STRESA

Agrotehnična dela v vinogradu so predvsem nega tal, vzdrževanje herbicidnega pasu, mulčenje trave v medvrstnem prostoru, gnojenje tal, opravljanje varstva vinske trte s fitofarmacevstskimi sredstvi. Ampelotehnična dela, ki se opravljajo v vinogradu so zelena dela, ki se jih opravlja v rastni dobi vinske trte. Zelena dela so: krajšanje mladik, spravljjanje in razporeditev mladik med žice, odstranjevanje zalistnikov, defoliacija oziroma odstranjevanje listov v coni grozdja, redčenje grozdja in vršičkanje (Vršič in Lešnik, 2001).

Z obrezovanjem povečamo tolerantnost vinske trte tudi na sušne razmere. Pri redčenju grozdja najpogosteje odstranimo vrhnji, bolj oddaljen grozd na mladiki ali slabo razvite grozde. Tako odstranimo približno 25 % grozdja, kar ostalemu grozdju zagotavlja vsaj optimalno dozorevanje in tudi nemoten razvoj trte. Ugoden učinek redčenja je zlasti očiten v sušnih poznih poletjih, ko vode primanjkuje že za optimalno rast (Kosta, 1998).

S primernimi ukrepi je mogoče pripraviti trte, da so tolerantnejše na sušo oziroma vinogradnik z ukrepi lahko preprečuje preveliko izsuševanje tal. K dobri razrasti korenin mnogo pripomore globoko rigolanje ob urejanju vinograda. Tudi založno gnojenje s fosforjevimi gnojili pospešuje rast korenin. Pomembna je še izbira podlage, ki usmerja korenine bolj v globino (Kosta, 1998).

Cepljenke, ki so bile posajene pozno pomladi, je treba ob prvem pojavu suše dodatno zaliti, da se koreninski sistem dobro razvije. Ob poletnem okopavanju ali vsaj na jesen je nujno odstraniti rosne ali sončne korenine (Kosta, 1998).

V vinogradu poznamo več načinov obdelave medvrstnih prostorov. Imamo čisto ledino ali negovano ledino, na kateri imamo posejano travno mešanico ali mešanico trave in bele detelje. Kosta (1998) priporoča, da v vinogradih, ki so izpostavljeni suši medvrstni prostor uredimo v negovano ledino. Travo v medvrstnem prostoru kosimo malo nižje kot bi jo, če bi bile vremenske razmere optimalne. V sušnih obdobjih je zastirka iz pokošene trave najprimernejša za varovanje tal pred močno izsušitvijo.

4.1 SORTE IN PODLAGE

Glavne podlage, ki so primerne za blaženje suše so 1103 Paulsen (P), 110 Richter (R), 140 Ruggeri (Ru), 99 Richter (R) in Rupestris du Lut. Podlage, ki so primerne za sušne lege, običajno podaljšajo tudi zorenje grozdja, to pa vpliva na nekoliko boljšo kakovost grozdja (Kosta, 1998).

Tabela 1: Opis lastnosti nekaterih najbolj priporočljivih podlag za blaženje sušnega stresa (Maljevič, 2003)

PODLAGA	ZAHTEVA ALI PRENESE	USTREZNA ZA	LASTNOSTI
Rupestris du Lot	Odcedna, revna, globoka tla.	Zgodne, šibko rastoče sorte.	Poveča bujnost, zamuja dozorevanje.
140 Ruggeri	Dobro prenaša sušo, ni za rodovitna in vlažna tla.	Zelo šibke sorte in revna sušna tla.	Povzroča osipanje bujnih sort.
99 Richter	Sušne razmere, ne prenese odvečne vlage.	Šibkejše sorte, tudi poznejše sorte.	Poveča bujnost in ne ovira zorenja.
1103 Paulsen	Revna lapornata in ilovnata tla v sušnih in deževnih letih.	Večino sort na skromnejših tleh.	Najbolj prilagodljiva in ustrezna.

4.2 GOJITVENE OBLIKE

Novello in sod. (1992) so delali poskus na različnih gojitvenih oblikah pri trti sorte 'Cortese' (*Vitis vinifera* L.) in merili vodni potencial listov, stomatalno prevodnost in vodni potencial v deblu. Gojitvene oblike so bile enoetažna T viseča listna stena, enojna zavesa, enoetažna Y viseča listna stena in dvojna zavesa. Vodni potencial debla je bil višji od ostalih gojitvenih oblikah pri enoetažni T viseči gojitveni obliki. Ravno nasprotno pa je bilo s stomatalno prevodnostjo, saj so bili rezultati pri vseh štirih gojitvenih oblikah podobni. Enoetažna T viseča oblika vinske trte ima glede na rezultate manjšo količino sladkorja. Gojitvene oblike torej vplivajo na vodni potencial, s tem pa vplivajo tudi na pridelek in kakovost grozdja. Za blaženje sušnega stresa bi bile priporočljive gojitvene oblike vinske trte kot sta enojna zavesa in dvojna zavesa.

Enoramni ali dvoramni kordon je zelo nizka gojitvena oblika, višina debla 30 cm. Predvsem jo izkoriščajo v ekstremno toplih krajih, v Grčiji, pridelek na trto pa je 1 do 2 grozda, s tem zmanjšajo vpliv sušnega stresa.

4.3 NAMAKANJE

Kosta (1998) pravi, da sušni stres v vinogradu pusti zelo veliko škode, zato priporoča namakanje v vinogradu za dober razvoj vinske trte. Ko se odločamo za namakanje sta

odločilni vprašanji, kdaj namakati in koliko namakati. Največ vode potrebuje vinska trta med debeljenjem jagod. Venenje je že znamenje, da smo z namakanjem že zamudili. Namakanje tik pred zorenjem običajno odebeli jagode, vendar je kakovost grozdja slabša zaradi prejšnje suše, razredčitve rastlinskih sokov in možnosti pokanja jagod ter pojava grozdne gnilobe. Zaradi različne lege, tal, oskrbe, podlage in sorte ter količine pridelka v naših vinogradih, je ne mogoče ugotoviti pravi čas namakanja. Za grobo oceno koliko je potrebno namakati si predstavljajmo poletni dež, ko pade 30 do 40 litrov dežja na kvadratni meter in zadostno učinkuje največ deset dni, odvisno tudi od vročine in vetra.

Pravilno delovanje namakalnega sistema zagotavlja vinski trti primerno vlago. Cilj namakanja je nadomestiti naravne padavine, če le - teh ni, tako da vinska trta raste in razvije grozdne jagode. Vinogradi so lahko opremljeni z brizgalnim, kapljičnim ali trickle namakalnim sistemom, vsak pa ima svoje prednosti in slabosti. Kapljično namakanje je od vseh treh najbolj primerno, za ta sistem potrebujemo plastične cevi in ta sistem porabi najmanjše količine vode za namakanje (Poling, 2007).

Kapljično namakanje ima veliko prednosti pred ostalimi vrstami in je namakalna tehnika, ki omogoča najintenzivnejšo rastlinsko proizvodnjo. Ideja namakanja je, da rastlini praktično vsak dan dodajamo toliko vode, kolikor jo rabi. Najpomembnejše prednosti kapljičnega namakanja pred ostalimi tehnikami so:

- Pri kapljičnem namakanju ne namakamo celotne površine, ampak samo del, kjer rastejo rastline in zato je poraba vode pri tem načinu namakanja manjša.
- Medvrstni prostori ostajajo suhi in omogočajo prehod z mehanizacijo tudi v času namakanja ali takoj po namakanju.
- Namakalna oprema deluje pri manjših tlakih (0,5-1 bara) in zato je tudi poraba energije manjša kot pri ostalih vrstah namakanja. Le kompenzacijski kapljači imajo nespremenjen pretok v območju 1-4,5 bara.
- Omogoča namakanje lahkih peščenih tal, ki zaradi majhne sposobnosti zadrževanja vode niso primerna za namakanje z ostalimi tehnikami namakanja. Omogoča tudi namakanje težkih glinenih tal, kjer tla niso primerna za namakanje zaradi majhnega koeficienta hidravlične prevodnosti v nasičenih razmerah (zaradi majhne sposobnosti prepuščanja vode) (Pintar, 2006).

Če je mogoče se prične namakanje, ko ima talni profil vodni potencial -1,2 MPa in s tem se izognemo sušnemu stresu med rastjo grozdnih jagod (Centeno in sod., 2010).

5 SKLEP

Žlahtna vinska trta (*Vitis vinifera* L.) je zmerno tolerantna na sušni stres, ki pa jo vseeno lahko prizadene. Posledice, ki jih pusti za sabo pa so bistveno zmanjšanje asimilacije in rasti, slabše dozorevanje lesa, venenje grozdja, sušenje listov, manjši donos pridelka.

Vinski trti se ob pojavu sušnega stresa poruši tudi hormonsko ravnovesje, saj se ob pomanjkanju vode začne pospešeno tvoriti hormon ABA, ki zapira listne reže in zmanjša transpiracijo.

Za ocenitev sušnega stresa pri vinski trti spremljamo predvsem naslednje tri procese v rastlini, to so vodni potencial lista, stomatalno prevodnost in transpiracijo.

Za vsebnost sladkorjev v grozdnih jagodah je blagi sušni stres ugoden, saj povzroča povečanje koncentracije sladkorjev, medtem ko zmanjšanje tako jabolčne kot vinske kisline. Na fenole in aromo samega vina sušni stres vpliva pozitivno.

Čeprav blagi stres na vinsko trto vpliva pozitivno, moramo v primeru sušnega stresa v vinogradu opraviti različna agro–ampelotehnična dela, ki blažijo vplive le–tega na vinski trti, predvsem ko je suša prisotna daljše časovno obdobje. Ko se odločamo za postavitev vinograd je zelo pomembno, da izberemo primerno sorto in podlage, ki so tolerantnejše na sušo. Poskušamo tudi z različnimi gojitvenimi oblikami enojne in dvojne zavesa, kot tudi šparonske oblike ter primernimi sadilnimi razdaljami, 1 m ali več. Na območjih, kjer pa vse to ne zadošča se je potrebno odločiti za kapljični namakalni sistem, ki ublaži oziroma prepreči suši, da bi prekomerno vplivala na vinsko trto. Namakalni sistem je zelo draga investicija in na takšne vremenske spremembe, ki smo jim priča, je vprašanje kako pametna naložba je to.

Da bosta rast in rodnost vinske trte uspešna je odvisno od vinogradnika, ki se mora odločiti za primerno sorto in podlago, gojitveno obliko in sadilno razdaljo ter po potrebi za namakalni sistem, da mu bo vinograd dajal zaslužek v današnjem času, ko se tudi vremenske razmere relativno hitro spreminjajo.

6 VIRI

- Bogart K. 2000. Measuring wine grape water status using a pressure chamber.
<http://pmsinstrument.com/importan.htm> (6.9.2011)
- Centeno A., Baeza P., Lissarrague J. R. 2010. Relationship between soil and plant water status in wine grapes under various water deficit regimes. *HortTechnology*, 20, 3: 585-593
- Chaves M. M., Zarrouk O., Francisco R., Costa J. M., Santos T., Regalado A. P., Rodrigues M. L., Lopes C. M. 2009. Grapevine under deficit irrigation: hints from physiological and molecular data. *Annals of Botany*, 105: 661-676
- Cifre J., Bota J., Escalona J., Medrano H., Flexas J. 2005. Physiological tools for irrigation scheduling in grapevine (*Viti vinifera* L.): an open gate to improve water- use efficiency? *Agriculture Ecosystems and Environment*, 106, 159-170
- Černelič J. 2007. Vodni potencial cepljenk žlahtne vinske trte (*Viti vinifera* L.) sorte Rebula, cepljenih na izbrane podlage. Diplomaska naloga. Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo: 39 str.
- Deloire A., Carbonneau A., Wang Z., Ojeda H. 2004. Wine and water a short review. *Jurnal of International Science Vigne Vin*, 38, 1: 1-13
- Edwards E. J., Smithson L., Graham D. C., Clingeleffer P. R. 2011. Grapevine canopy response to a high-temperature event during deficit irrigation. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 17, 153-161
- Gleizes P. 2009. Borgundy vine leaves after a drought.
<http://www.greenpeace.org/international/en/multimedia/photos/burgundy-vine-leaves-after-a-d/> (30.8.2011)
- Gomez-del-Campo M., Baeza P., Ruiz C., Sotes V., Lissarrague J.R. 2007. Effect of previous water conditions on vine response to rewatering. *Vitis*, 42, 2: 51-55
- Iacono F., Buccella A., Peterlunger E. 1998. Water stress and rootstock influence on leaf gas exchange of grafted and ungrafted grapevines. *Scientia Horticulturae*, 75: 27-39
- Jones C., White M., Cooper O., Storchmann K. 2005. Climate change and global wine quality. *Climate Change*, 73, 319-343
- Kajfež-Bogataj L. 2008. Študijsko gradivo pri predmetu Agrometeorologija.
<http://web.bf.uni-lj.si/agromet/slikovno%20gradivo%205.pdf> (3.9.2011)
- Kosta H. 1998. Vinogradniški nasveti. Ljubljana, Založba Kmečki glas, 149 str.

- Larcher W., 1995. Physiological plant ecology. 3 rd ed. Berlin, Springer Verlag: 506 str.
- Lešnik M. in Vršič S. 2001. Vinogradništvo. Ljubljana, Kmečki glas: 368 str.
- Loveys B. R., Kriedemann P.E. 1974. Internal control of stomatal physiology and photosynthesis. 1. Stomatal regulation and associated changes in endogenous levels of abscisic and phaseic acids. *Australian Journal of Plant Physiology*, 1, 407-415
- Maljevič J., 2003. Naravi in ljudem prijazno vinogradništvo. Novo mesto, KGZS – Novo mesto: 93 str.
- Matajč I. 1991. Suša v kmetijstvu in namakanje. *Ujma*, 5, 153-156
- Matthewews M.A., Anderson M. M. 1988. Fruit ripening in *Vitis vinifera* L.: responses to seasonal water deficit. *American Journal of Enology and Viticulture*, 39, 313-320
- Novello V., Schubert A., Antonietto M., Boschi A. 1992. Water relations of grapevine cv. Cortese with different training systems. *Vitis*, 31, 2: 65-75
- Patakas A., Nikolaou N., Zioziou E., Radoglou K., Noitsakis B. 2002. The role of organic solute and ion accumulation in osmotic adjustment in drought – stressed grapevines. *Plant Science*, 163, 361-367
- Pintar M. 2006. Osnove namakanja s poudarkom na vrtninah in sadnih vrstah v zahodni, osrednji in južni Sloveniji. Ljubljana, Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano: 56 str.
- Pintar M. 2009. Študijsko gradivo za predmet Urejanje kmetijskih zemljišč: Namakanje. Ljubljana, Biotehniška fakulteta (Gradivo razdeljeno na predavanjih)
- Poling E. B. 2007. The North Carolina winegrape Growers guide. North Carolina, Cooperative extension service: 196 str.
- Popis vinogradov, Slovenija, 2009. Statistični urad Republike Slovenije (SURS). 2010. http://www.stat.si/novica_prikazi.aspx?id=2967 (5.5.2011)
- Serrano L., Gonzalez-Flor C., Gorchs G. 2010. Assessing vineyard water status using the reflectance based Water Index. Elsevier, 139: 490-499
- Štabuc R. 2007. Pridelava grozdja in sušni stres. Maribor, KGZS Maribor. www.kmetijski-zavod.si/docs/KGZS_novica_169.doc (30.8.2011)
- Taiz L., Zeiger E. 2010. Plant physiology. Fifth ed. Massachusetts, Publishers Sunderland: 777 str.

Vodnik D. 2010a. Študijska gradiva iz predavanj. Fiziologija rastlin: Ekofiziologija in mineralna prehrana Stres.

http://www.bf.uni.lj.si/fileadmin/groups/2711/Gradiva_Vodnik_Predavanja_Bolonja/Vodnik_P_Bolonja_AG-UNI-Ekofiziologija_in_mineralna_prehrana_Stres-P6-2010-11.pdf

Vodnik D. 2008b. Študijska gradiva iz predavanj. Fiziologija rastlin: Voda

http://www.bf.uni.lj.si/fileadmin/groups/2711/Gradiva_Vodnik_Predavanja_Bolonja/Vodnik_P_Bolonja_AG-UNI-Fiziologija_rastlin_Voda-2008-09.pdf

Winkler A. J., Cook J. A., Kliewer W. M., Lider L. M. 1974. General viticulture. California, University of California press: 710 str.

Zsofi Zs., Toth E., Rusjan D., Balo B. 2010. Terroir aspects of grape quality in a cool climate wine region: Relationship between water deficit, vegetative growth and berry sugar concentration. *Scientia Horticulturae*,

<http://dx.doi.org/10.1016/j.scienta.2010.11.014> (5.5.2011)

ZAHVALA

Hvala doc. dr. Denisu Rusjanu za potrpežljivost, pomoč in mentorstvo. Zahvaljujem se tudi recenzentki doc. dr. Ireni Maček za pregled diplomskega projekta.

Zahvala velja moji družini, fantu in prijateljem, ki so mi nudili podporo in voljo v času študija .