

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA AGRONOMIJO

Janja ČERNELIČ

**VODNI POTENCIAL CEPLJENK ŽLAHTNE VINSKE
TRTE (*Vitis vinifera* L.) SORTE 'REBULA',
CEPLJENIH NA IZBRANE PODLAGE**

DIPLOMSKO DELO

Univerzitetni študij

Ljubljana, 2007

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA AGRONOMIJO

Janja ČERNELIČ

**VODNI POTENCIAL CEPLJENK ŽLAHTNE VINSKE TRTE (*Vitis
vinifera* L.) SORTE 'REBULA', CEPLJENIH NA IZBRANE PODLAGE**

DIPLOMSKO DELO
Univerzitetni študij

**WATER POTENTIAL OF GRAPEVINE GRAFTS OF (*Vitis vinifera* L.)
CULTIVAR 'REBULA' GRAFTED ON DIFFERENT ROOTSTOCK**

GRADUATION THESIS
University studies

Ljubljana, 2007

Diplomsko delo je zaključek univerzitetnega študija agronomije. Poskus je potekal v Seleksijsko trsničarskem središču (STS) Vrhpolje pri Vipavi in na poskusnem polju na Slapu pri Vipavi. Raziskave so bile opravljene na Katedri za aplikativno botaniko in fiziologijo rastlin Oddelka za agronomijo Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani.

Študijska komisija-senat Oddelka za agronomijo je za mentorja diplomske naloge imenovala izr. prof. dr. Dominika VODNIKA in za somentorico izr. prof. dr. Zoro KOROŠEC-KORUZA

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik: prof. dr. Katja VADNAL
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Odd. za agronomijo

Član: izr. prof. dr. Dominik VODNIK
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Odd. za agronomijo

Članica: izr. prof. dr. Zora KOROŠEC-KORUZA
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Odd. za agronomijo

Član: prof. dr. Franc BATIČ
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Odd. za agronomijo

Datum
zagovora:

Naloga je rezultat lastnega raziskovalnega dela. Podpisana se strinjam z objavo svoje naloge v polnem tekstu na spletni strani Digitalne knjižnice Biotehniške fakultete. Izjavljam, da je naloga, ki sem jo oddala v elektronski obliki, identična tiskani verziji.

Janja ČERNELIČ

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD	Dn
DK	UDK 634.8:631.541.11:581.1 (043.2)
KG	vinska trta/fiziologija rastlin/podlage/vodni potencial
KK	AGRIS F60
AV	ČERNELIČ, Janja
SA	VODNIK, Dominik (mentor)/KOROŠEC-KORUZA, Zora (somentorica)
KZ	SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
ZA	Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo
LI	2007
IN	VODNI POTENCIAL CEPLJENK ŽLAHTNE VINSKE TRTE (<i>Vitis vinifera</i> L.) SORTA 'REBULA', CEPLJENIH NA IZBRANE PODLAGE
TD	Diplomsko delo (univerzitetni študij)
OP	IX, 39, [1] str., 3 pregl., 15 sl., 44 vir.
IJ	sl
JI	sl/en
AI	Enoletne cepljenke žlahtne vinske trte (<i>Vitis vinifera</i> L.) sorte 'Rebula' smo v letu 2004 cepili na tri različne podlage ('420 A', 'Boerner' in 'SO4') ter na ključ vinske trte sorte 'Rebula' in jih izpostavili dvema različnima količinama razpoložljivosti vode v poljskem poskusu na Slapu pri Vipavi. Predvidevali smo, da lastnosti podlag, ki so povezane s sprejemanjem in oddajanjem vode, vplivajo na vodno bilanco cepljenk. Cepljenke smo dvema različnima količinama razpoložljivosti vode v tleh izpostavili tako, da smo polovico cepljenk namakali in pri drugi polovici preprečili dostop padavinske vode s prekritjem cepljenk v času padavin. Sredi rasti smo tako dosegli razliko v razpoložljivosti vode v tleh med dvema različnima obravnavanjema ('namakano', 'nenamakano'). S tehniko tlačne komore izmerjen vodni potencial cepljenk (PWP, MWP in SWP) se je statistično značilno razlikoval glede na obravnavanje 'namakano' in 'nenamakano'. Konec avgusta so bile izmerjene vrednosti SWP, v rangu med -0,81 in -0,42 MPa pri obravnavanju 'namakano' in med -1,31 in -0,79 MPa pri obravnavanju 'nenamakano'. Vpliva podlage na vodni potencial cepljenk nismo uspeli dokazati, z izjemo pri meritvah SWP 'nenamakanih' cepljenk, kjer smo v terminih 12., 19. in 26. avgusta potrdili statistično značilen vpliv različnih podlag na debelni vodni potencial. Glede na to, da v poskusu nismo dosegli resnejšega sušnega stresa, je možno, da se bi različen vpliv podlage na vodno bilanco cepljenke, izrazil le v stresnih razmerah.

KEY WORDS DOCUMENTATION

DN Dn
DC UDC 634.8:631.541.11:581.1 (043.2)
CX grapevine/*Vitis vinifera*/rootstocks/water potential/plant physiology
CC AGRIS F60
AU ČERNELIČ, Janja
AA VODNIK, Dominik (supervisor)/KOROŠEC-KORUZA, Zora (co-supervisor)
PP SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
PB University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Agriculturae
PY 2007
TI WATER POTENTIAL OF GRAPEVINE GRAFTS OF (*Vitis vinifera* L.)
CULTIVAR 'REBULA' GRAFTED ON DIFFERENT ROOTSTOCK
DT Graduation Thesis (University Studies)
NO IX, 39, [1] p, 3 tab., 15 fig., 44 ref.
LA Sl
AL sl/en
AB In 2004 one year old grapevine grafts of (*Vitis vinifera* 'Rebula') grafted on 3 different rootstocks ('420 A', 'Boerner', 'SO4') and on 'Rebula' itself were grown under two different water availability levels in the field experiment at Slap (Vipava valley). We assumed that the properties of the rootstocks, the ones related to the water uptake and water loss, could influence the water balance of grafts. Plants were exposed to two different levels of water supply by irrigating one half of the grafts and by limiting the access of water (covering) in other half. Clear difference in soil water content was achieved in two treatments (irrigation, no irrigation) in the middle of the season. Water status of the grafts (predawn-, midday- and stem water potential), measured by using pressure chamber technique, responded to different water availability in the soil. The values for SWP ranged from -1.31 to -0.79 MPa and from -0.81 to -0.42 MPa for non-irrigated and irrigated grafts respectively, at the end of August. We were, however, not able to find any clear effect of rootstock on plant water availability. This could be related to the fact, that the level of water stress was not reached in our experiment. The only differences are indicated for SWP of non-irrigated grafts (12th, 19th and 26th August). It is therefore to presume that the differences between the rootstocks, influencing water balance of the scion, could be expressed only under severe water stress conditions.

KAZALO VSEBINE

	str.
Ključna dokumentacijska informacija (KDI)	III
Key Words Documentation (KWD)	IV
Kazalo vsebine	V
Kazalo preglednic	VII
Kazalo slik	VIII
Okrajšave in simboli	X
1 UVOD	1
1.1 NAMEN	1
1.2 HIPOTEZE	1
2 PREGLED OBJAV	2
2.1 VODA IN VINSKA TRTA	2
2.1.1 Sprejem in prevajanje vode pri vinski trti	3
2.1.2 Vodni potencial in stomatarna prevodnost	5
2.2 PODLAGE IN VODNA BILANCA VINSKE TRTE	6
2.3 MERJENJE VODNEGA POTENCIALA	8
2.3.1 Tlačna (Scholandrova) komora	9
3 MATERIAL IN METODE	10
3.1 ZNAČILNOSTI PREUČEVANE SORTE IN PODLAG	10
3.1.1 Sorta 'Rebula' (<i>Vitis vinifera</i> L.)	10
3.1.2 Podlaga 'Boerner' (<i>Vitis riparia</i> Michx. x <i>Vitis cinerea</i> Engelman)	10
3.1.3 Podlaga 'SO4' (<i>Vitis berlandieri</i> Plan. x <i>Vitis riparia</i> Michx.)	11
3.1.4 Podlaga '420A MGt' (<i>Vitis berlandieri</i> Plan. x <i>Vitis riparia</i> Michx.)	11
3.2 IZVEDBA POSKUSA	11
3.2.1 Priprava cepilnega materiala	12
3.2.2 Poljski del poskusa	12
3.3 MERJENJA VODNEGA POTENCIALA	14
3.3.1 Potek meritev s tlačno (Scholandrovo) komoro	15
3.4 VREMENSKE RAZMERE V ČASU IN KRAJU POSKUSA	16
3.4.1 Temperatura zraka	16
3.4.2 Padavine	17
3.5 STATISTIČNE METODE	19
4 REZULTATI	20
4.1 MERITVE VODE V TLEH	20
4.2 MERITVE VODNEGA POTENCIALA	20
4.2.1 Meritve listnega vodnega potenciala pred zoro (PWP)	21
4.2.2 Meritve listnega vodnega potenciala ob poldnevu (MWP)	22
4.2.3 Meritve debelnega vodnega potenciala (SWP)	23
4.2.4 Primerjava vrednosti vodnih potencialov (PWP, MWP, SWP)	25

5	RAZPRAVA IN SKLEPI	28
5.1	RAZPRAVA	28
5.2	SKLEPI	33
7	POVZETEK	35
8	VIRI	36
	ZAHVALA	

KAZALO PREGLEDNIC

	str.
Preglednica 1: Vodni status vinske trte in listni vodni potencial merjen pred zoro (cit. po Deloire in sod., 2004)	9
Preglednica 2: Kronološki pregled tretiranja s fitofarmaceutskimi sredstvi na poskusnem polju, Slap pri Vipavi 2004	14
Preglednica 3: Vrsta in čas opravljanja meritev na poskusnem polju, Slap pri Vipavi 2004	15

KAZALO SLIK

	str.
Slika 1: Poskusna parcela s tunelsko konstrukcijo in datalogerjem za merjenje meteoroloških parametrov, Slap pri Vipavi 2004 (foto: Kržan 2004)	13
Slika 2: Shema tlačne (Scholandrove) komore (Taiz in Zeiger, 2006)	15
Slika 3: Povprečne, maksimalne in minimalne temperature za meteorološko postajo Slap pri Vipavi od prve dekade maja do tretje dekade septembra 2004 (Cegnar, 2004a, 2004b, 2004c, 2004d, 2004e)	17
Slika 4: Količina padavin (mm) v obdobju od maja do septembra za leto 2004 in za dolgoletno povprečje (1961-1990) za meteorološko postajo Slap pri Vipavi (Cegnar, 2004a, 2004b, 2004c, 2004d, 2004e)	18
Slika 5: Količina padavin (mm) od prve dekade maja do tretje dekade septembra za leto 2004 in za dolgoletno povprečje (1961-1990) za meteorološko postajo Slap pri Vipavi ter s puščicami označeni termini meritev (Cegnar, 2004a, 2004b, 2004c, 2004d, 2004e)	19
Slika 6: Dinamika vode v tleh na poskusnem polju za obravnavanji 'namakano' in 'nenamakano', Slap pri Vipavi 2004	20
Slika 7: Grafični prikaz izmerjenih vrednosti listnega vodnega potenciala cepljenk na podlagah '420 A', 'Rebula', 'Boerner' in 'SO4' za obravnavanji 'nenamakano' (V0-polni stolpci) in 'namakano' (V1-pikčasti stolpci) merjenega pred zoro (PWP), Slap pri Vipavi 2004	21
Slika 8: Grafični prikaz izmerjenih vrednosti listnega vodnega potenciala cepljenk na podlagah '420 A', 'Rebula', 'Boerner' in 'SO4' za obravnavanji 'nenamakano' (V0-polni stolpci) in 'namakano' (V1-pikčasti stolpci) merjenega ob poldnevu (MWP), Slap pri Vipavi 2004	22
Slika 9: Grafični prikaz izmerjenih vrednosti debelnega vodnega potenciala (SWP) cepljenk na podlagah '420 A', 'Rebula', 'Boerner' in 'SO4' za obravnavanji 'nenamakano' (V0-prekinjena črta) in 'namakano' (V1-polna črta), Slap pri Vipavi 2004	24
Slika10: Prikaz vodnega potenciala lista opoldan (MWP) v odvisnosti od vodnega potenciala lista pred zoro (PWP) za meritve 28.7., 12.8. in 2.9.2004 ('namakano': polna črta elipse; 'nenamakano': prekinjena črta elipse)	25
Slika 11: Prikaz vodnega potenciala debla (SWP) v odvisnosti od vodnega potenciala lista pred zoro (PWP) za meritve 28.7., 12.8. in 2.9.2004 ('namakano': polna črta elipse; 'nenamakano': prekinjena črta elipse)	26

- Slika 12: Prikaz vodnega potenciala debla (SWP) v odvisnosti od vodnega potenciala lista ob poldnevu (MWP) za meritve 28.9., 12.8. in 2.9.2004 ('namakano': polna črta elipse; 'nenamakano': prekinjena črta elipse) 27
- Slika 13: Shematski prikaz postopnega padanja vodnega potenciala listov, korenin in tal (bar) v sedmih dneh pomanjkanja vode (povzeto po Larcher, 2003) 28
- Slika 14: Stomatarna prevodnost v odvisnosti od debelnega vodnega potenciala (SWP) cepljenk na izbranih podlagah obravnavanj 'namakano' (polni kvadrati) in 'nenamakano' (prazni kvadrati) za meritev 2.9.2004 32
- Slika 15: Neto fotosinteza v odvisnosti od debelnega vodnega potenciala (SWP) cepljenk izbranih podlag obravnavanj 'namakano' (polni kvadrati) in 'nenamakano' (prazni kvadrati) za meritev 2.9.2004 33

OKRAJŠAVE IN SIMBLI

ABA	abscizinska kislina
HPLC	sistem za tekočinsko kromatografijo visoke ločljivosti (high performance liquid chromatography)
MGt	Millardet et de Grasset
MWP	opoldanski vodni potencial (midday water potential)
PWP	vodni potencial pred zoro (predawn water potential)
SO4	selekcija Oppenheim 4
STS	seleksijsko trsničarsko središče
SWP	debelni vodni potencial (stem water potential)
WUE	učinkovitost izrabe vode (water use efficiency)
Ψ	(gr. psi) oznaka za vodni potencial, ki je merilo za razpoložljivost vode v sistemu

1 UVOD

Za ekonomično pridelavo v vinogradništvu moramo pri načrtovanju zasaditve vinograda izbrati primerne podlage vinske trte. Slednje se ne razlikujejo samo po odpornosti na bolezni in škodljivce, ampak tudi po prilagodljivosti na rastne razmere. Med abiotскими dejavniki, ki močno vplivajo na rast in razvoj vinske trte ter s tem tudi na kvaliteto in kvantiteto pridelka, je zelo pomembna razpoložljivost vode. Podlage vinske trte se med seboj razlikujejo v absorpcijskih lastnostih pri sprejemu vode v korenine in v prevajanju vode. Preko vpliva na rast cepiča in oblikovanje transpiracijske površine močno pogojujejo tudi hitrost oddajanja vode. S tem bistveno vplivajo na obe glavni komponenti vodne bilance vinske trte.

1.1 NAMEN

Namen naloge je bil ugotoviti, kakšen je vpliv podlage na vodno bilanco cepljenk žlahtne vinske trte sorte 'Rebula' ob različni razpoložljivosti vode v tleh. Želeli smo primerjati cepljenke na različnih podlagah ('420 A', 'Boerner', 'SO4') in na ključu sorte 'Rebula'. Različno preskrbljenost cepljenk z vodo smo poskušali doseči z namakanjem dela poskusnih cepljenk oziroma z omejevanjem dostopa padavinske vode pri preostalih cepljenkah. Glavni cilj del v okviru diplomske naloge je bil ovrednotiti vodni status cepljenk z meritvami vodnega potenciala, ki je dober pokazatelj razpoložljivosti vode v rastlini. Pri tem smo v okviru širše zasnove poskusa spremljali oziroma merili tudi fotosintezno in stomatarno prevodnost cepljenk, fotosintezne pigmente in med njimi pigmente ksantofilnega cikla.

1.2 HIPOTEZE

Predvidevali smo, da se bodo uporabljene podlage razlikovale v lastnostih, ki vplivajo na sprejemanje in oddajanje vode. Zaradi tega smo pričakovali, da se bo vodni status cepljenk v razmerah različne oskrbe z vodo razlikoval glede na uporabljeno podlago. V primeru namakanih rastlin smo tekom vegetacijske sezone pričakovali manj negativne vodne potenciale oziroma ohranjanje podobne razpoložljivosti vode skozi obravnavano obdobje. Poglavitni namen naloge naj bi bil dosežen s prikazano razliko med posameznimi podlagami glede na izmerjen vodni potencial v času, ko je razpoložljivost vode v tleh zmanjšana.

2 PREGLED OBJAV

Manjša občutljivost na pomanjkanje vode je v vinogradništvu zelo iskana lastnost, saj trto mnogokrat gojimo v sušnih razmerah. Voda je postala dobrina, za katero tekmuje vse več različnih porabnikov, med katerimi je tudi kmetijstvo. V selekciji in žlahtnjenju lahko odpornost rastline na pomanjkanje vode preučujemo predvsem preko odziva v razmerah vodnega stresa. Ta odziv poskušamo ovrednotiti z merjenjem nekaterih fizikalnih in biokemičnih dejavnikov, kot so vodni potencial rastline, izmenjava plinov, transpiracija, določanje asimilacijskih pigmentov, vsebnost abscizinske kisline, merjenje fluorescence, itd. (Lavrenčič, 2002). V vinogradništvu selekcijo na boljšo toleranco pri pomanjkanju vode opravljamo predvsem z izbiro bolj tolerantnih podlag (Iacono in Peterlunger, 2000).

2.1 VODA IN VINSKA TRTA

Trta pridobiva vodo, ki je zelo pomemben dejavnik habitata, iz tal. Razpoložljivost vode v tleh je odvisna od količine padavinskih voda, od dosegljive podtalne vode in od lastnosti tal. Če pride do pomanjkanja vode, se v vinogradništvu lahko odločimo za namakanje ali se soočamo s posledicami sušnega stresa. Intenzivnost pomanjkanja vode, čas trajanja in obdobje, v katerem je prišlo do pomanjkanja pomembno vpliva na rast trte, trgateg in na samo proizvodnjo vina. Klima in tla sta nujna, a ne edina elementa, ki sodelujeta v navezi voda-trta. Kot navajajo Deloire in sod. (2004) so pomembni tudi naslednji aspekti:

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

Dober pokazatelj vodnega statusa rastline je vodni potencial, ki je merilo za razpoložljivost vode v določenem sistemu. Odraža prosto energijo vode in ga izražamo v tlačnih enotah (MPa). Navadno ga podajamo kot razliko med potencialom v danih razmerah in potencialom, izmerjenim v standardnih razmerah (Taiz in Zeiger, 2002). Biološki sistemi imajo negativne vodne potenciale. Na vodni potencial vplivajo štiri glavni dejavniki:

- koncentracija raztopine (potencial raztopine ali osmotski potencial Ψ_s),
- tlak (turgorski potencial Ψ_p),
- gravitacija (gravitacijski potencial Ψ_g),
- interakcije vodnih molekul z močljivimi površinami v rastlini (matrični potencial Ψ_m).

Za vodni potencial žive rastlinske celice sta pomembna zlasti osmotski potencial in potencial tlaka (turgor) (Vodnik, 2001, 2005b). V listu rastline, ki je dobro preskrbljena z vodo, se vodni potencial giblje med -0,2 do -1,0 MPa, medtem ko imajo rastline sušnih območji vodni potencial dosti manjši, med -2 do tudi -5 MPa. V povprečju lahko mejno vrednost vodnega potenciala, ki pomeni za rastlino nepovratno izgubo turgorja (točka venenja), postavimo pri -1,5 MPa.

Pri vinski trti nastopi sušni stres pri listnem vodnem potencialu, izmerjenem opoldan (MWP) pod -1,0 MPa. Med -1,0 in -1,2 MPa naj bi bila trta v rahlem sušnem stresu in pri vrednosti pod -1,6 MPa navajajo, da je trta že v hudem sušnem stresu (Bogart, 2000). Glede na splošno postavljeno točko venenja lahko trto smatramo za rastlino, ki je precej tolerantna na zmanjšanje razpoložljivosti vode.

2.1.1 Sprejem in prevajanje vode pri vinski trti

Pri uravnavanju vodne bilance rastline je pomembno razmerje med sprejemom in oddajanjem vode. Pri prvem procesu igrajo ključno vlogo korenine. Tla pogojujejo razvoj koreninskega sistema in globino, do katere se bodo korenine razvile. Dostopnost vode za rastlino je odvisna od lastnosti tal, količine padavin, gravitacijske vode ter od koreninskega in prevajalnega sistema rastline. Pri trti je gostota sajenja v vrsti pomemben dejavnik, ki določa volumen korenin in kot penetracije korenin v tla, medtem ko je razdalja med vrstami bolj ali manj že določena zaradi drugih dejavnikov, predvsem svetlobe (Carbonneau, 2002, cit. po Deloire in sod., 2004; Riou, 1998, cit. po Deloire in sod., 2004; Archer in Strauss, 1989, cit. po Deloire in sod., 2004).

Rast in razvoj koreninskega sistema pri trti traja od pet do deset let in v tem času rastlina doseže končno gostoto koreninskega sistema, ki je v primerjavi z ostalimi lesnatimi rastlinskimi vrstami relativno slabo razvit. Gostota korenin trte v tleh dosega vrednost med 100 in 1000 g suhe mase korenin/m³, odvisna je od podlage, gostote in vlažnosti tal (Delrot in sod., 2001).

Poleg gostote koreninskega sistema je za vodno bilanco pomembno tudi razmerje med maso korenin in maso listov vinske trte. Na to razmerje lahko vpliva tudi podlaga. V poskusu Paranychianakisa in sod. (2004) so razmerje med omenjenima površinama proučevali pri sorti 'Soultanina' (*Vitis vinifera*), cepljeni na podlage '41B' (*V. vinifera* x *V. berlandieri*), '1103P' (*V. berlandieri* x *V. rupestris*) in '110R' (*V. berlandieri* x *V. rupestris*). Pri določenih kombinacijah s podlago je bilo doseženo ugodnejše razmerje med maso korenin in listno maso vinske trte za njeno rast in razvoj. Manjše razmerje med maso korenin in listno maso je imela trta v kombinaciji s podlagama '41B' in '110R' v primerjavi s podlago '1103P', ob podobni celoletni transpiracijski izgubi, kar nakazuje na boljšo hidravlično prevodnost korenin pri podlagah '41B' in '110R' (Paranychianakis in sod., 2004).

Za učinkovit sprejem vode skozi korenine je zelo pomemben kontakt med tlemi in površino korenin (rizosfera). K povečanju absorpcijske površine pripomorejo tudi koreninski laski, ki so diferenciacije rizodermalnih celic. Najlažji vstop vode je skozi absorpcijsko cono korenine, to je tisti apikalni del korenin, ki ima koreninske laske. Na tem delu je vstopanje vode najhitrejše. Za tem delom sledi pri lesnatih rastlinah sekundarna debelitev – olesenitev dolgih korenin, medtem ko ostanejo kratke korenine neolesenele, mikorizirane in opravljajo absorbcijo še naprej (Taiz in Zeiger, 2002).

Absorpcija vode v rastlino poteka na osnovi razlike v vodnem potencialu tal in korenine z masnim oziroma volumskim tokom. Rastlina s črpanjem vode v bližini korenin zmanjša vodni potencial tal, nastala tlačna razlika je osnova za masni tok. Hitrost toka je odvisna od velikosti tlačne razlike in od hidravlične prevodnosti tal, ta je odvisna od teksture in od vsebnosti vode v tleh, hidravlične prevodnosti koreninskega apoplasta in transporta vode preko membrane (Vodnik, 2005b).

Pot vode znotraj korenine skozi skorjo poteka po treh poteh (Taiz in Zeiger 2002):

- apoplastni transport je transport vode skozi celične stene pri tem pa ne prečka plazmaleme,
- simplastni transport je prehajanje vode iz ene celice v drugo skozi plazmalemo,
- transcelična pot je pot vode skozi plazmalemo in skozi prostore celične stene.

Radialni transport vode poteka skozi rizoderm, skorjo, endodermis in pericikel do ksilema. Pri tem lahko določimo prispevek vsake strukture k radialni prevodnosti (Moreshead in Huck, 1991, cit. po Delrot in sod., 2001). Pri trti je najpomembnejši in najaktivnejši transport po apoplastni poti. Simplastna pot je pomembna zgolj v času, ko trta ne transpirira, in zgodaj spomladi, ko ksilemski transport poganja koreninski tlak. Ko trta transpirira, tok vode po ksilemu navzgor omogoča zelo negativen vodni potencial listov, ki nastane zaradi izhlapevanja vode iz površine celičnih sten mezofilnih celic. S tem nastajajo v ksilemu debela majhni meniski vode, katerih polmeri se s povečanim izsuševanjem manjšajo, posledično pa narašča negativni tlak - tenzija v njem. Bolj negativen vodni potencial na vrhu rastline v primerjavi z deblom in koreninami, tako omogoča vlek vode po rastlini navzgor vse do listov (Taiz in Zeiger, 2002; Vodnik, 2005b).

Transport vode po ksilemu v splošnem omogočata dva tipa prevodnih elementov ksilema, in sicer traheje in traheide, ki so kot prevodni sistem brez membran in celičnih organelov t.i. mrtve celice. Obliko trahejam in traheidam dajejo tanke lignificirane celice, ki tvorijo votle cevi, skozi katere lahko voda potuje. Pri vinski trti ksilem sestavljajo traheje. Zaradi njihovega velikega števila in velikosti je hidravlična prevodnost ksilema trte velika. To preprečuje večje upadanje vodnega potenciala debla ob poldnevu, ko je po drugi strani listni vodni potencial najmanjši. Zaradi tega anatomskega razloga lahko pride tudi do debelnih embolij, ko pade debelni vodni potencial pod kritično točko. Slaba hidravlična prevodnost je v rastnem delu zaznana, ko listni vodni potencial merjen pred zoro, pade do vrednosti -1,2 MPa (Liu in sod., 1978, cit. po Delrot in sod., 2001; Tyree in sod., 1994, cit. po Delrot in sod., 2001).

Voda prehaja iz lista v atmosfero predvsem skozi listne reže v procesu transpiracije. Mehanizem tega transporta je difuzija, ki poteka kot posledica deficita tlaka vodne pare v atmosferi, ki obdaja list. Regulatorni dejavniki, ki uravnavajo zapiranje in odpiranje listnih rež so:

- koncentracija CO₂ v celici,
- svetloba,
- vodni potencial lista (zapiranje pri vodnem potencialu -0,7 do -1,5 MPa tudi podnevi, hormonalna kontrola preko abscizinske kisline),
- temperatura,

- veter.

Transpiracija in fotosinteza imata iste difuzijske poti: na eni strani izhod vode in na drugi vhod ogljikovega dioksida. Te poti so regulirane preko listnih rež oziroma prevodnosti listnih rež. Večja prevodnost listnih rež pomeni lažjo izmenjavo plinov z okoljem (Hladnik in Vodnik, 2007).

Zaradi izgube vode v atmosfero s transpiracijo so rastline malokdaj popolnoma preskrbljene z vodo. Slaba preskrbljenost rastline z vodo se med drugim odraža v upočasnjeni rasti. Pri pomanjkanju vode je najbolj prizadeta celična rast, izgradnja celične stene, sinteza proteinov, redukcija nitratov, akumulacija hranil, itd. Pomanjkanje vode zavira proces fotosinteze, kot tudi onemogoča potek ostalih biokemičnih procesov, ki jim voda služi kot potreben medij (Taiz in Zeiger, 2002).

2.1.2 Vodni potencial in stomatarna prevodnost

Ob pomanjkanju vode rastlina zmanjša stomatarno prevodnost z zaprtjem listnih rež, kar poveča učinkovitost izrabe vode (Taiz in Zeiger, 2002). Vpliv na stomatarno prevodnost ima abscizinska kislina (ABA), katere sinteza se sproži v koreninah na podlagi zmanjšane vodnega potenciala tal oziroma korenin (Pedgett-Johnson in sod., 2000). Stomatarna prevodnost naj bi bila bolj povezana z vodnim potencialom tal, kot z vodnim potencialom lista, saj rastlina zmanjša stomatarno prevodnost, tudi kadar je dehidriran le del korenin, kljub siceršnji dobri preskrbljenosti z vodo (Taiz in Zeiger, 2002). Ob izsuševanju tal se lahko zgodi, da celotne korenine nimajo enakega vodnega potenciala, kar je odvisno od dehidracijskega gradienta tal. To je lahko razlog, da povezave med stomatarno prevodnostjo in deficitom tlaka vodne pare v zraku večkrat ni, kar ugotavljajo tudi nekatere raziskave na vinski trti, ki so jih izvajali Correia in sod. (1995, cit. po Delrot in sod., 2001).

O stomatarni regulaciji transpiracije vinske trte obstaja veliko raziskav (Jones, 1998, cit. po Delrot in sod., 2001; Tardieu in Simonneau, 1998, cit. po Delrot in sod., 2001). Kirkham (1990, cit. po Padgett-Johnson in sod., 2003) navaja stomatarno regulacijo transpiracije kot enega od načinov, kako se rastlina lahko suši izogne. Zmanjšanje odpiranja listnih rež in krajši intervali odpiranja se povečujejo z naraščanjem vodnega deficita tekom rastne sezone (Loveys, 1984, cit. po Delrot in sod., 2001; Correia in sod., 1995, cit. po Delrot in sod., 2001; Schultz in sod., 1998, cit. po Delrot in sod., 2001).

Povezavo med vodnim stanjem trte in izmenjavo plinov so raziskovali Patakas in sod. (2005) na vinski trti (*Vitis vinifera* L.) sorte 'Malagouzia' pri različnih ravneh pomanjkanja vode. Stomatarna prevodnost in fotosinteza sta bili v stresnem obravnavanju manjši, medtem ko je bila zaznana večja občutljivost listnih rež pri spremembah relativne zračne vlažnosti. Ugotovili so tudi, da se je proces fotosinteze upočasnil, ko se je debelni vodni potencial, merjen opoldan, spusti pod vrednost $-0,6$ MPa, neodvisno od namakalnega režima. Fotosinteza se na spremembe debelnega vodnega potenciala ni odzivala, vse dokler je bil ta večji od $-0,6$ MPa. Ta vrednost naj bi predstavljala kritično mejo debelnega

vodnega potenciala, ki bi jo lahko uporabljali pri načrtovanju namakanja, da bi trta ostajala znotraj ugodnega vodnega režima.

Povezavo med vsebnostjo abscizinske kisline in stomatarno prevodnostjo ter fotosintezo vinske trte so proučevali Iacono in sod. (1998). S povečanjem vodnega stresa se je povečevala tudi vsebnost ABA, ki se je iz vrednosti 15,2 mg/g suhe snovi ob dobri preskrbljenosti z vodo povečala na 38,6 mg/g suhe snovi po samo 14-ih dneh vodnega stresa. V poskus so bile vključene cepljenke na različnih podlagah in necepljene rastline. Pri trtah, ki so bile cepljene na lastne korenine in na različne podlage, je bila fotosintezna aktivnost večja kot na podlagah z lastnim nadzemnim delom, kljub podobni vsebnosti ABA v listih. Pri stopnjevanju sušnega stresa je prišlo do povečanja stomatarne prevodnosti in s tem do 30 % povečanja fotosintezne aktivnosti cepljenk z žlahtnim nadzemnim delom v primerjavi s hibridi z lastnim nadzemnim delom. S poskusom so dokazali močan vpliv podlage na fiziološke procese v listih žlahtnega nadzemnega dela ob pomanjkanju vode.

Gomez-del-Campo in sod. (2007) so v primerjalnem poskusu, kjer je del poskusnih trt rasel v pomanjkanju vode in del trt pri dobri razpoložljivosti vode, spremljali odziv listnih rež pri ponovnem namakanju. Medtem ko se dan po ponovnem namakanju vsebnost vode v tleh ni bistveno razlikovala med obravnavanjema, je bil zaznan mnogo večji listni vodni potencial (merjen pred zoro - PWP), večja stomatarna prevodnost, transpiracija in neto fotosinteza pri trtah brez pomanjkanja vode kot pri trtah s predhodnim pomanjkanjem vode. Tretji dan ponovnega namakanja je bilo ravno obratno, saj so bile stomatarna prevodnost, transpiracija in neto fotosinteza znatno večje pri trtah, ki so predhodno rasle pri pomanjkanju vode. Trte, izpostavljene sušnemu stresu, so pri ponovnem namakanju kazale bolj enakomerno stomatarno aktivnost kot trte, ki stresu niso bile izpostavljene. Avtorji predpostavljajo, da k temu pripomore zmanjšanje listne površine pri trtah, ki so bile izpostavljene sušnemu stresu. Z zmanjšano transpiracijsko površino ohranjajo večjo razpoložljivost vode kot tudi večjo stomatarno prevodnost.

Izpostavljenost suši lahko vodi tudi do dolgotrajnejših prilagoditev na pomanjkanje vode. Trte, ki so rasle v zmernem in močnem pomanjkanju vode, so v prihodnji rastni sezoni močno zmanjšale transpiracijo pri večji temperaturi zraka. Pri tem so imele izmerjeno večjo vsebnost vode v tleh. Zmanjšale so koreninski sistem in s tem črpanje vode, kar je povzročilo manjši vodni potencial, le-ta je povzročil zapiranje listnih rež, zmanjšanje transpiracije, koncentracije CO₂ in fotosinteze. S tem ukrepom so se trte izognile popolni dehidraciji in trajnemu zmanjšanju fotosintezne aktivnosti (Sivilotti in sod., 2005).

2.2 PODLAGE IN VODNA BILANCA VINSKE TRTE

O vplivu podlage na nadzemni del trte so poročali mnogi znanstveniki. Dokazali so vpliv podlage na žlahtni del vinske trte preko spremljanja naslednjih parametrov:

- fiziološki parametri, kot npr. stomatarna prevodnost, vodni potencial, fotosinteza, transpiracija, vsebnost klorofila (During, 1994; Iacono in sod., 1998; Novello in de Palma, 1997; Pedgett-Johnson in sod., 2000; Paranychianakis in sod., 2004; itd.),

- rast in razvoj nadzemnega dela trte (Lavrenčič in sod., 2004; Climaco in sod., 2003; Paranychianakis in sod., 2004),
- količina pridelka in grozdna sestava (Main in sod., 2002; Ollat in sod., 2003; Ezzahouani in Williams, 1995; Climaco in sod., 2003),
- vsebnost sladkorjev in antocianov (Ollat in sod., 2003; Deloire in sod., 2004)
- kakovost mošta (Climaco in sod., 2003; Ollat in sod., 2003),
- senzorično kakovost vina (Ollat in sod., 2003).

Paranychianakis in sod. (2004) so dokazali vpliv podlage na vodno bilanco trte pri različni vsebnosti vode v tleh (lončni poskus). Ugotovili so tudi vpliv podlage na stomatarno prevodnost in fotosintezo ter s tem povezan vpliv podlage na listno površino in maso korenin.

S preučevanjem razmerja površine korenin in površine listov v sušnih razmerah sta se ukvarjala Iacono in Peterlunger (2000). Spremljanje različnih fizioloških parametrov (meritve izmenjave plinov, fotosinteze in koncentracije abscizinske kisline) ju je pripeljalo do ugotovitve, da podlaga vpliva na nadzemni del rastline. Določene kombinacije cepič/podlaga so po določenem času izpostavitve sušnemu stresu imele dosti bolj ugodno razmerje med maso korenin in maso listov za rast in razvoj, kar podkrepi razumevanje pomembnosti korenin oziroma podlage pri oskrbi celotne rastline z vodo.

Genotip podlage vpliva na fotosintezno aktivnost cepiča in prevodnost listnih rež, vendar je vpliv podlage odvisen tudi od cepiča, saj je vpliv sortno značilen. Podlaga vpliva na izmenjavo plinov, vendar razlogi učinka ostajajo neznani. Razlogi se lahko skrivajo v kompleksni interakciji med morfološkimi dejavniki (razširjenost in gostota korenin, hidravlična prevodnost korenin, razmerje med listno površino in površino korenin), absorpcijo vode, vsebnostjo hranil, relacijo vir/ponor in učinkovitostjo zrasti podlage in cepiča (During, 1994). Dokazano je, da lahko podlaga prilagodi oziroma spremeni izmenjavo plinov cepiča ob sicer nespremenjenem vodnem statusu trte (Padgett-Johnson in sod., 2000).

Silva (2002, cit. po Deloire in sod., 2004) dokazuje vpliv podlage na različno občutljivost trte sorte 'Carignan' pri sušnem stresu. Podlagi 'SO4' in '140 Ruggieri' sta bili cepljeni na sorto 'Carignan' in posajeni na enaka tla. Meritve vodnega potenciala lista so pokazale pomembne razlike med obema podlagama glede na vodni status trte. To potrjuje vpliv podlage na različno preskrbo trte z vodo ob sicer enakih rastnih razmerah.

Novello in de Palma (1997) sta vodni potencial, stomatarno prevodnost, fotosintezo in učinkovitost izrabe vode (WUE) merila na treh podlagah ('140 Ru', '420 A' in 'Kober 5BB') v razmerah namakano in nenamakano. Za cepiče sta uporabila sorti 'Nagroamaro' in 'Verdeca'. Interakcija med cepičem in podlago pri 'Verdeca'/'140 Ru' se je na podlagi meritev debelnega vodnega potenciala izkazala za najboljšo, saj je dosegla največjo vrednost (-0,54 MPa), prav tako je imela največjo WUE (5,52 $\mu\text{mol}/\text{mmol}$). Največja fotosinteza je bila izmerjena pri kombinaciji 'Verdeca'/'140 Ru', najmanjšo sta imeli sorti na podlagi 'Kober 5BB'. Pri obravnavanju 'namakano' se merjeni fiziološki parametri niso značilno razlikovali. V obravnavanju 'nenamakano' je izstopala podlaga '140 Ru', ki je kazala boljšo prilagojenost na pomanjkanje vode, saj so se izmerjene vrednosti v obeh

obravnanih le malo razlikovale. Podlaga 'Kober 5BB' je bila v 'nenamakanem' obravnavanju najmanj uspešna pri premagovanju sušnega stresa. Njena učinkovitost izrabe vode je bila pri obravnavanju 'nenamakano' zelo slaba (2,44 $\mu\text{mol}/\text{mmol}$), prav tako je imela ta podlaga najmanjši debelni vodni potencial (-1,39 MPa) in vodni potencial lista (-1,52 MPa). Rezultati kažejo, da je podlaga '140 Ru' najprimernejša med obravnavanimi za gojenje trte proučevanih sort brez namakanja, saj se z namakanjem ni dosti spremenil oziroma izboljšal vodni status rastline in z njim povezani fiziološki procesi. Razlog dobre prilagoditve na pomanjkanje vode je tudi v ohranjanju večjega debelnega vodnega potenciala.

Natali in sod. (1985, cit. po Poni in sod., 2007) pri vinski trti cepljeni na podlagi 'Kober 5BB' in '140 Ru' tekom večkratnih ponovitev ciklusov 'namakano' in 'nenamakano', niso zaznali bistvenih razlik med obravnavanjema pri meritvah listnega vodnega potenciala v najtoplejšem času dneva, ko je bila na drugi strani transpiracija močno zmanjšana.

V Toskani sta na sušnih tleh Mattii in Storchi (2002, cit. po Poni in sod., 2007) pri trti 'Sangiovese', cepljeni na različne podlage, ugotovila negativno linearno korelacijo med fotosintezo in listnim vodnim potencialom izmerjenem opoldan (MWP). Pri 35 % zmanjšanju fotosinteze se je listni vodni potencial zmanjšal iz -1,0 do -1,5 MPa, pri tem avtorja ne navajata podatkov za vsebnost vode v tleh.

Silvestroni in sod. (2005, cit. po Poni in sod., 2007) so prav tako na sorti 'Sangiovese', cepljeni na podlago '420 A', v izjemno sušnem letu 2003 s spremljanjem nekaterih fizioloških parametrov ugotavljali genotipski odziv sorte pri sušnem stresu, saj naj bi sorta 'Sangiovese' na osnovi ekološke klasifikacije po Jones-u, spadala v kategorijo trt, ki se suši 'izognejo'.

2.3 MERJENJE VODNEGA POTENCIALA

Preskrbljenost rastline z vodo lahko ovrednotimo z meritvijo vodnega potenciala, ki temelji na dejstvu, da je v ravnotežju vodni potencial enak nič. Če vzpostavimo ravnotežje vodnih potencialov rastline in merilnega prostora, lahko določimo vodni potencial rastline. Sistem z velikim vodnim potencialom bo vodo oddajal sistemu z manjšim vodnim potencialom. Tudi v celico in iz nje voda prehaja glede na gradient vodnega potenciala. Sprememba v vodnem potencialu tkiva oziroma padec potenciala tlaka - turgorja, ki je potreben za normalen potek fizioloških procesov, je najboljši kazalec vodnega stresa rastline (Vodnik, 2005a).

Carbonneau (1998, cit. po Deloire in sod., 2004) je na podlagi številnih opazovanj in meritev vodnega potenciala na listih vinske trte v Bordeaux-ju določil naslednje kritične vrednosti tega parametra (preglednica 1 na str. 9).

Preglednica 1: Vodni status vinske trte in listni vodni potencial merjen pred zoro (cit. po Deloire in sod., 2004)

Listni vodni potencial merjen pred zoro	Vodni status vinske trte
$0 \text{ MPa} \geq \Psi \geq -0.2 \text{ MPa}$	brez vodnega stresa oziroma blag vodni stres
$-0.2 \text{ MPa} > \Psi \geq -0.4 \text{ MPa}$	blag do zmeren vodni stres
$-0.4 \text{ MPa} > \Psi \geq -0.6 \text{ MPa}$	zmeren do močen vodni stres
$-0.6 \text{ MPa} > \Psi$	močen vodni stres

Za merjenje vodnega potenciala obstaja več meritvenih tehnik, kot naprimer: tlačna komora, psihrometer, krioskopski osmometer in tlačna sonda. Izmed naštetih tehnik so meritve s tlačno komoro daleč najprimernejše in najpogosteje uporabljene pri meritvah vodnega potenciala vinske trte v vinogradu, kot tudi pri ostalih lesnatih rastlinah.

2.3.1 Tlačna (Scholandrova) komora

S pomočjo tehnik tlačnih komor lahko dobimo realen podatek o vodnem potencialu lista oziroma vodni preskrbljenosti rastline. Referenčna meritev je meritev listnega vodnega potenciala, merjenega pred zoro, ko so listne reže še zaprte in je merjena rastlina preko noči izenačila svoj vodni potencial z vodnim potencialom tal. Ta meritev predstavlja dobro povezavo med vodnim statusom rastline in razpoložljivo vodo v območju tal, v katerih rastejo korenine. Podatek listnega vodnega potenciala, merjenega pred zoro, nam pomaga razumeti, kako vinska trta tekom vegetativne rasti in razvoja uporablja dostopno vodo. Dnevne meritve listnega vodnega potenciala vključujejo liste, katerih transpiracija je regulirana z odpiranjem in zapiranjem listnih rež. Meritev debelnega vodnega potenciala temelji tudi na tej tehniki, pri čemer merimo liste, ki ne transpirirajo, kar dosežemo s prikrivanjem listov z alu- in PVC folijo (Deloire in sod., 2004).

S tlačno komoro merimo tlačni ksilemski potencial - tenzijo, saj naj bi bila vrednost le tega blizu vrednosti vodnega potenciala rastline. Ta predpostavka je verjetna zaradi (Vodnik, 2001):

- zanemarljivo majhnega prispevka osmotske komponente h ksilemskemu potencialu,
- ravnotežja ksilemskega vodnega potenciala z vodnim potencialom večine celic v listu.

Vodni potencial lista je enak v vsem listu, čeprav so prispevki različnih komponent vodnega potenciala (osmotski potencial, potencial tlaka) v različnih celicah različni. V ksilemu je najpomembnejša komponenta Ψ negativni potencial tlaka, t.j. podtlak oziroma tenzija.

3 MATERIAL IN METODE

Poskus je bil izveden v trsnici na Slapu v Vipavski dolini. Enoletne cepljenke sorte 'Rebula' na treh podlagah ('Boerner', 'SO4', in '420 A') in na samo sorto 'Rebula', ki nam je služila kot kontrolna cepljenka, smo posadili v 10 blokih. Poskus je bil zastavljen kot split-plot poskus. Vsak blok je vseboval po 6 sadik vsake podlage. Pet blokov smo v mesecu avgustu zalivali, ostalih pet blokov pa ne. Vsebnost vode v tleh smo kontinuirano merili s TDR senzorji. Vzporedno z meritvijo vode v tleh smo beležili tudi meteorološke parametre (temperaturo zraka in tal, sončno sevanje, vlažnost zraka). V različnih obdobjih leta smo s Scholandrovo komoro merili vodni potencial rastlin. Vodni potencial smo merili pred zoro in opoldne. Prav tako smo na predhodno zastrtih listih trte opravili meritve vodnega potenciala debla (stem water potential - SWP) v izbranem času dneva.

3.1 ZNAČILNOSTI PREUČEVANE SORTE IN PODLAG

V poskus, pri katerem smo spremljali nekatere fiziološke parametre, smo vključili tri različne podlage ('420 A', 'Boerner' in 'SO4') na katere smo cepili sorto 'Rebula'. Za kontrolo smo cepili še sorto 'Rebula' na lastne korenine. Tako smo pri vseh cepljenkah upoštevali vpliv cepljenja.

3.1.1 Sorta 'Rebula' (*Vitis vinifera* L.)

Sorta 'Rebula' kot predstavnica evropske vinske trte (*Vitis vinifera* L.), spada v zahodnoevropsko skupino sort - Proles occidentalis. Njena domovina je Italija (Verona, Vicenca), kjer jo zgodovinarji omenjajo že od 14. stoletja naprej. Pri nas jo štejemo med udomačene sorte. Sorta 'Rebula' je v vinorodnem okolišu Vipavska dolina zasajena na 322 ha, t.j. 970 tisoč trt (Register pridelovalcev grozdja in vina..., 2006).

Sorto 'Rebula' smo v poskusu uporabili kot cepič in kot ključ pri kontrolni rastlini ('Rebula' cepljena na 'Rebulo'). Kot podlaga ima žlahtna vinska trta dobre lastnosti, saj se dobro ukoreninja, dobro prenaša apno v tleh in ima ustrezno bujnost. Kljub temu pa kot podlaga ni odporna na trtno uš (*Dactulosphaira vitifoliae* Fitch), zato se žlahtna vinska trta cepi na odporne ameriške podlage.

3.1.2 Podlaga 'Boerner' (*Vitis riparia* Michx. x *Vitis cinerea* Engelman)

Podlaga 'Boerner' je bila vzgojena s križanjem *Vitis riparia* '183 Gm' x *Vitis cinerea* Arnold. (Vršič in sod., 2002) v Geisenheimu v Nemčiji. Podlaga je odporna na nematode (*Xiphinema* sp.), peronosporo (*Plasmopara viticola* Berl. & de Toni) in nanjo se ne more prenesti virus 'fanleaf' (kompleks kužne izrojenosti) (Cindrić, 2000). Podlaga 'Boerner' je zaradi popolne odpornosti na trtno uš in toleranco na viruse primerna za matične nasade,

saj se na ta način zmanjša reinfekcija trt v novo posajenih vinogradih. Omogoča tudi biološki način obrambe proti trtni uši in je primerna za površine okužene s trtno ušjo in nematodami brez dodatne dezinfekcije tal. Pri tej podlagi je tvorba korenin slabša, zato imajo cepljenke cepljene na podlago 'Boerner' v naših razmerah manj korenin, ki so tudi tanjše (Vršič in sod., 2002). Podlaga se dobro adaptira na tla, vendar ne v tleh z veliko apna (Lešnik in Vršič, 2001).

3.1.3 Podlaga 'SO4' (*Vitis berlandieri* Plan. x *Vitis riparia* Michx.)

Podlaga 'SO4' je selekcija Telekijevih križancev podlag. Vzgojena je bila v Vinogradniški šoli v Oppenheimu v Nemčiji, kar je poudarjeno tudi v samem imenu (Selektion Oppenheim 4). Iz Nemčije se je ta podlaga širila tudi v Francijo, od koder so jo leta 1950 uvozili k nam. Vpliva na zgodnejše dozorevanje lesa in grozdja, zato jo priporočajo v vinorodnih deželah Podravje in Posavje (Hrček in Korošec-Koruza, 1996). Podlaga se zelo dobro adaptira na tla, primerna je za težka, humozna in z apnom bogata tla, saj prenese 17 % aktivnega apna v tleh. Kot podlaga je primerna za bujne in k osipavanju nagnjene sorte (Lešnik in Vršič, 2001).

3.1.4 Podlaga '420A MGt' (*Vitis berlandieri* Plan. x *Vitis riparia* Michx.)

To podlago sta vzgojila Millarder in Grasset v Franciji leta 1887. Najbolj je bila razširjena v Franciji, saj je veljala za najboljšo med podlagami. Kasneje jo je zamenjala podlaga '161-49 Cauderc'. Prav tako je bila priljubljena tudi v Italiji, kjer so jo kasneje zamenjali Koberjeva in Telekijeva podlaga. K nam je kot brezvirusna podlaga prišla iz Davisa (ZDA) in je bila razmnožena v Ampelografskem vrtu v Kromberku. Kljub mnogim dobrim lastnostim, ki jih ta podlaga ima, je trsničarji in vinogradniki ne cenijo preveč zaradi slabše sposobnosti ukoreninjenja. To slabo lastnost naj bi dobila podlaga od vrste *V. berlandieri*, katere križanec je. Rast podlage je bujna, uspeva v rahlih plitvejših tleh in prenese 20 % fiziološko aktivnega apna v tleh (Hrček in Korošec-Koruza, 1996).

3.2 IZVEDBA POSKUSA

Poskus se je pričel s pripravo ključev za cepljenje v trsnici Vrhpolje leta 2003. Vsa nadaljnja dela, ki so povezana s pripravo cepilnega materiala, so potekala spomladi 2004 v prostorih trsnice Selekcijsko-trsničarsko središče Vrhpolje.

Poljski del poskusa je bil lociran v vasi Slap pri Vipavi v Vipavski dolini. Parcela, katere lastnik je Dominik Žorž, se nahaja na nadmorski višini 136 m. Zaradi nižinske lege, izenačenosti terena in dobrih klimatskih razmer jo tudi najemnik STS Vrhpolje uporablja za vzgajališče cepljenk.

3.2.1 Priprava cepilnega materiala

Potrebna oprema za pripravo cepilnega materiala:

- ključi 4 proučevanih podlag,
- cepiči sorte 'Rebula',
- cepilni stroj na omega rez,
- raztopina Bavistina,
- parafin,
- žagovina.

Pripravljene podlage in cepiče, ki so bili narezani na primerno dolžino, smo od novembra 2003 do začetka aprila 2004 skladiščili na temperaturi okoli 3 °C in relativni zračni vlagi 90 %. Nekaj dni pred cepljenjem smo ključe razkužili tako, da smo jih za 24 ur namočili v raztopini Bavistina in nato še namakali 48 ur v vodi.

Cepljenje je potekalo 13. aprila 2004. Ključe, ki smo jim predhodno odstranili očesa, smo na spodnjem mestu odrezali tik pod oslepljenim očesom, na zgornjem delu pa na mestu cepljenja. Za cepljenje smo izbirali ključe in cepiče enakih debelin, prav tako smo bili med samim cepljenjem pozorni na orientacijo očesa cepiča, ki naj bi se ujema z orientacijo oslepljenih oces ključa. Cepili smo s cepilnim strojem na omega rez. Stroj, v katerega smo z ene strani vstavili cepič, zareže vanj rez v obliki grške črke Ω (omega). Z druge strani smo vstavili ključ, ki ga je stroj prav tako zarezal in nato spojil s cepičem.

Po končanem cepljenju je sledilo parafiniranje. Cepljenke smo namočili v parafin od vrha cepljenke do sredine podlage z namenom, da zaščitimo cepljeno mesto pred izsušitvijo. Sledilo je hlajenje v hladni vodi in tako pripravljene cepljenke smo zložili med plasti žagovine v lesene zaboje.

Sledilo je siljenje, ki je potekalo od 16. aprila do 7. maja. Samo siljenje je potekalo v dveh fazah, in sicer so bile cepljenke najprej na temperaturi 30 °C, nakar smo v drugi fazi siljenja temperaturo spustili na okoli 25 °C. Siljenje je bilo končano 7. maja s pregledom uspešnosti cepljenja, kar pomeni, da mora imeti cepljenka lepo zarasel kalusni obroček.

Cepljenke, izbrane glede na zaraslost spojnega mesta, smo ponovno parafinirali in do 17. maja utrjevali pri nižjih temperaturah v skladišču.

3.2.2 Poljski del poskusa

Potrebna oprema za poljski del poskusa:

- tunnelska konstrukcija z možnostjo prekrivanja pred nevihto,
- folija za podzemno zaščito,
- dataloger za merjenje meteoroloških parametrov: temperatura, hitrost vetra v višini rastlin, vlažnost,

- planimeter za merjenje listne površine ADC,
- sistem za volumetrično merjenje vlažnosti tal na osnovi dielektrične konstante (ECH20 Decagon Devices, Inc. Pullman USA).



Slika 1: Poskusna parcela s tunelsko konstrukcijo in datalogerjem za merjenje meteoroloških parametrov, Slap pri Vipavi 2004 (foto: Kržan, 2004)

Poskus je bil zastavljen kot split-plot poskus. Preučevana dejavnika sta bila podlaga in vodni režim. Poskusno polje smo razdelili na dve glavni parceli, in sicer na 'namakano' in 'nenamakano' parcelo. Znotraj obeh glavnih parcel smo naredili pet blokov, ki so vsebovali po šest rastlin vsake izmed štirih obravnavanih podlag. Prav tako smo v izogib robnemu efektu na začetku in koncu vsakega od desetih blokov posadili po dve robni rastlini, ki jih nismo vključili v naše meritve. Na poskusnem polju smo tako posadili 200 proučevanih cepljenk.

Poljska dela smo pričeli 10. maja s polaganjem folije, ki nam je služila kot prepreka vdora vode in preprečitvijo stika z njo. Položena je bila na globino enega metra s treh strani; levo in desno ob celotni dolžini parcele in med glavnima parcelama ('namakano', 'nenamakano').

Zemljišče je bilo predhodno zorano in obdelano s prekopalnikom. Strojno položena je bila tudi zastirna črna folija, ki je bila na razdalji 12 cm preluknjana. Na podlagi predhodno izdelanega plana sajenja znotraj blokov smo 17. maja vložili cepljenke, ki smo jih pred tem namakali v vodi.

Tunelsko konstrukcijo z možnostjo prekrivanja v primeru padavin smo postavili 27. maja nad parcelo 'nenamakano', z namenom doseči različno razpoložljivost vode med glavnima parcelama. Razpoložljivost vode v tleh smo merili s pomočjo sistema za volumetrično merjenje vlažnosti tal na osnovi dielektrične konstante z metodo ECH₂O (Decagon devices).

Cepljenke so bile med rastno dobo tretirane s fitofarmaceutskimi pripravki za varstvo vinske trte, kot je prikazano v preglednici 2. na str. 14.

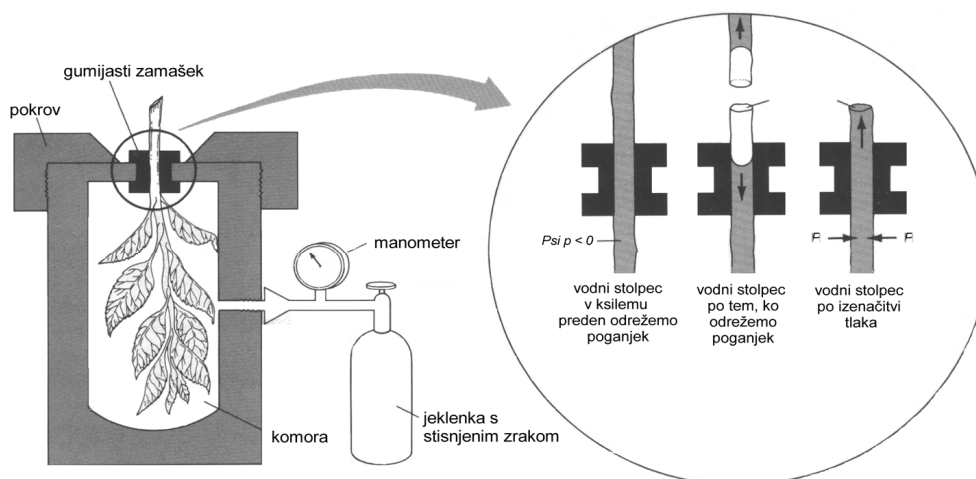
Tabela 2: Kronološki pregled tretiranja s fitofarmaceutskimi sredstvi na poskusnem polju, Slap pri Vipavi 2004

DATUM TRETIRANJA	FITOFARMACEVTSKO SREDSTVO
2. junij	Ridomil Gold 0,25 %, Demitan 0,06 %
13. junij	Ridomil Gold 0,25 %, Kumulus 0,30 %
18. junij	Bravo 0,25 %, Topas 0,025 %
28. junij	Bravo 0,25 %, Topas 0,025 %
7. julij	Bravo 0,25 %
15. junij	Antracol Combi 0,25 %, Melody duo 0,20 %
23. junij	Mikal 0,3 %
2. avgust	Mikal 0,4 %
16. avgust	Mikal 0,3 %
27. avgust	Mikal 0,4 %

3.3 MERJENJE VODNEGA POTENCIALA

Pri vinski trti je listni pecelj izbrani del, na katerem merimo vodni potencial. Najprimernejši listi za merjenje so mladi, popolnoma razviti in tudi popolnoma osvetljeni listi. Pomembno je tudi, da pravilno izberemo vzorčne rastline. Te naj ne bodo na koncu vrst oziroma robne rastline in naj ne kažejo bolezenskih znakov. V vinogradu naj pri dejanskem ocenjevanju sušnega stresa za potrebe določitve namakalnega režima vzorčne trte določi vinogradnik sam, ki je najbolj seznanjen s stanjem v vinogradu. Najprimernejši čas za opravljanje meritev je med enajsto in trinajsto uro, ko so trte v največjem pomanjkanju vode. Meritve naj bi potekale ob sončnem vremenu in v obdobju, v katerem je trta izpostavljena največjem sušnem stresu.

Tlačna (Scholandrova) komora je najprimernejši merilni instrument za določanje vodnega stanja pri vinski trti. Je prenosljiva, omogoča ponavljanje meritev in je primerna za poljske poskuse. Pred pričetkom meritev smo preveriti čistočo merilne komore, še posebej stik med komoro in pokrovom ter opravili tlačni preizkus, s čimer preverimo delovanje varnostnega ventila. Vzorčne liste smo sproti odrezali z ostrim rezilom, da je rez čimbolj raven. Odrezan list smo vstavili v luknjico gumijastega tesnila, namestili v pokrov in vse skupaj vstavili v komoro ter dobro zaprli pokrov. Na zgornjem koncu skozi pokrov gleda odrezani listni pecelj. Odrezano površino smo opazovali s povečevalnim steklom in hkrati s počasnim odpiranjem ventila za dovod inertnega plina smo povečevali tlak v komori. Ko se je na odrezani površini pojavila ksilemska tekočina, smo ventil zaprli in odčitali tlak. Ta po velikosti ustreza ksilemskemu negativnemu tlaku, ki je bil v listu preden smo ga odrezali.



Slika 2: Shema tlačne (Scholandrove) komore (Taiz in Zeiger, 2006)

3.3.1 Potek meritev s tlačno (Scholandrovo) komoro

Meritve vodnega potenciala lista pred zoro in opoldan smo izvajali v treh terminih, medtem ko smo meritve debelnega vodnega potenciala izvajali v petih in vlažnost tal v sedmih terminih. Preglednica 3 prikazuje opravljene meritve in čas izvajanja meritev pri širše zasnovanem poljskem poskusu.

Preglednica 3: Vrsta in čas opravljenih meritev na poskusnem polju, Slap pri Vipavi 2004

OPRAVLJENE MERITVE	DATUM
Vlažnost tal	21. junij 28. julij 6., 12., 19. in 26. avgust 2. september
Debelni vodni potencial - SWP	28. julij 12., 19. in 26. avgust 2. september
Listni vodni potencial (merjen pred zoro - PWP in opoldan - MWP)	28. julij 12. avgust 2. september

3.4 VREMENSKE RAZMERE V ČASU IN KRAJU POSKUSA

Tekom trajanja poskusa smo spremljali naslednje meteorološke parametre: temperaturo zraka, količino padavin in relativno vlažnost zraka. Podatki so bili zabeleženi na meteorološki postaji Slap pri Vipavi, ki se nahaja v neposredni bližini poskusnega polja, kar je velik doprinos k natančnosti pridobljenih podatkov. Kot vir podatkov nam je služil

Mesečni bilten Agencije Republike Slovenije za okolje (Cegnar, 2004a, 2004b, 2004c, 2004d, 2004e).

3.4.1 Temperatura zraka

V mesecu maju je bila povprečna temperatura zraka nekoliko nižja od dolgoletnega povprečja. Znašala je 13,8 °C, kar je za -1,4 °C nižje od dolgoletnega temperaturnega povprečja za obdobje od leta 1961 do leta 1990. Na Primorskem so maja prevladovali negativni temperaturni odkloni, saj je bilo v prvi dekadi odstopanje za -2,4 °C, v drugi za -0,8 °C in v tretji dekadi za -1,1 °C glede na dolgoletna povprečja. Povprečna najvišja temperatura je bila 20,6 °C in povprečna najnižja temperatura 8,6 °C. Meseca maja so zabeležili 4 dni z maksimalno temperaturo ≥ 25 °C (Cegnar, 2004a).

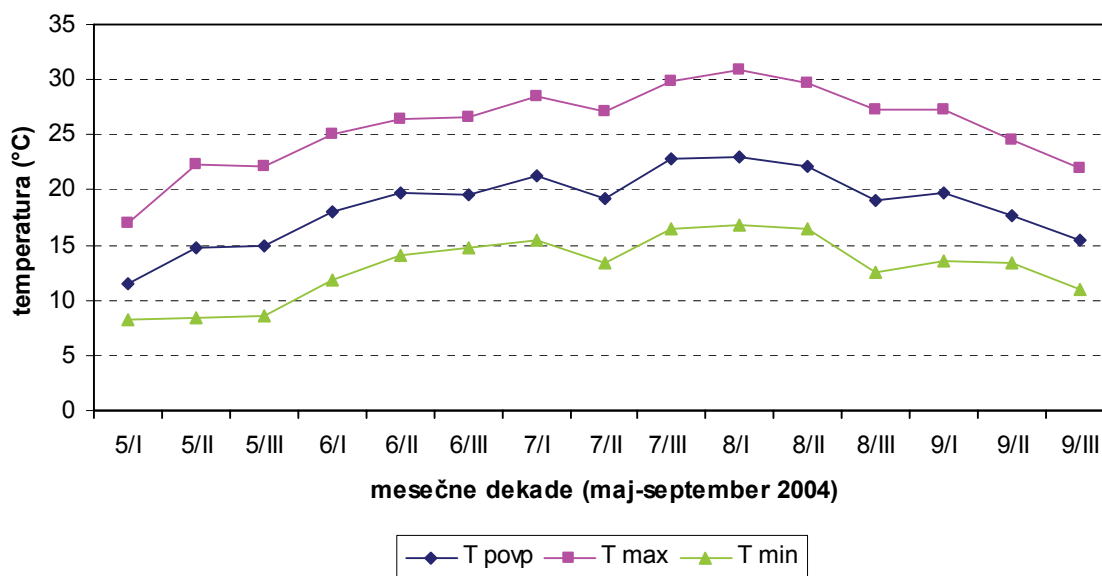
V mesecu juniju je bila povprečna temperatura zraka le malo nad dolgoletnim povprečjem in povsem v mejah običajne spremenljivosti. Znašala je 18,0 °C, kar je za 0,7 °C višje od dolgoletnega povprečja za obdobje od leta 1961 do leta 1990. Na Primorskem je bilo za okoli 10 % več sončnega vremena kot običajno. Povprečna najvišja temperatura je bila 26,0 °C in povprečna najnižja temperatura 13,6 °C. Zabeleženih je bilo 19 dni z maksimalno temperaturo ≥ 25 °C (Cegnar, 2004b).

V mesecu juliju je bila povprečna temperatura zraka nekoliko nad dolgoletnim povprečjem in povsod v mejah običajne spremenljivosti. Znašala je 21,2 °C, kar je v povprečju za 0,4 °C višje od dolgoletnega povprečja, in sicer so odstopanja v prvi dekadi za 1,1 °C, v drugi za -2 °C in v tretji dekadi za 1,9 °C. Prav tako je bilo na Primorskem v mesecu juliju za desetino več sončnega vremena kot običajno. Povprečna najvišja temperatura je bila 28,5 °C z absolutno maksimalno temperaturo 34 °C in povprečna najnižja temperatura 15,1 °C z absolutnim temperaturnim minimumom 10 °C. Število dni z maksimalno temperaturo ≥ 25 °C je bilo 27 (Cegnar, 2004c).

V mesecu avgustu je bil povsod po državi toplejši od dolgoletnega povprečja. Povprečna temperatura zraka je znašala 23 °C, kar je v povprečju za 0,9 °C višje od povprečja v obdobju od leta 1961 do leta 1990. Odklon od dolgoletnega povprečja je bil v prvi dekadi za 1,6 °C, v drugi 1,3 °C in v tretji dekadi za 0,1 °C. Najvišje izmerjena temperatura v Vipavski dolini je dosegla 33 °C. Povprečna najvišja temperatura je bila 29,2 °C in najnižja temperatura 15,2 °C. V mesecu avgustu je bilo 29 dni z maksimalno temperaturo ≥ 25 °C (Cegnar, 2004d).

V mesecu septembru so bile povprečne temperature povsod po državi v mejah običajne spremenljivost, pozitivni odkloni so bili največji na Primorskem. Povprečna temperatura zraka je znašala 19,8 °C, kar je za 0,5 °C višje od dolgoletnega povprečja. Na Primorskem so prevladovali nadpovprečno topli dnevi, v Vipavski dolini je temperatura zraka dosegla 30 °C. Povprečna najvišja temperatura je znašala 24,6 °C z absolutnim temperaturnim maksimumom 30 °C in povprečno najmanjšo temperaturo 12,7 °C z absolutnim minimumom 8 °C. Zabeleženih je bilo 15 dni z maksimalno temperaturo zraka ≥ 25 °C (Cegnar, 2004e).

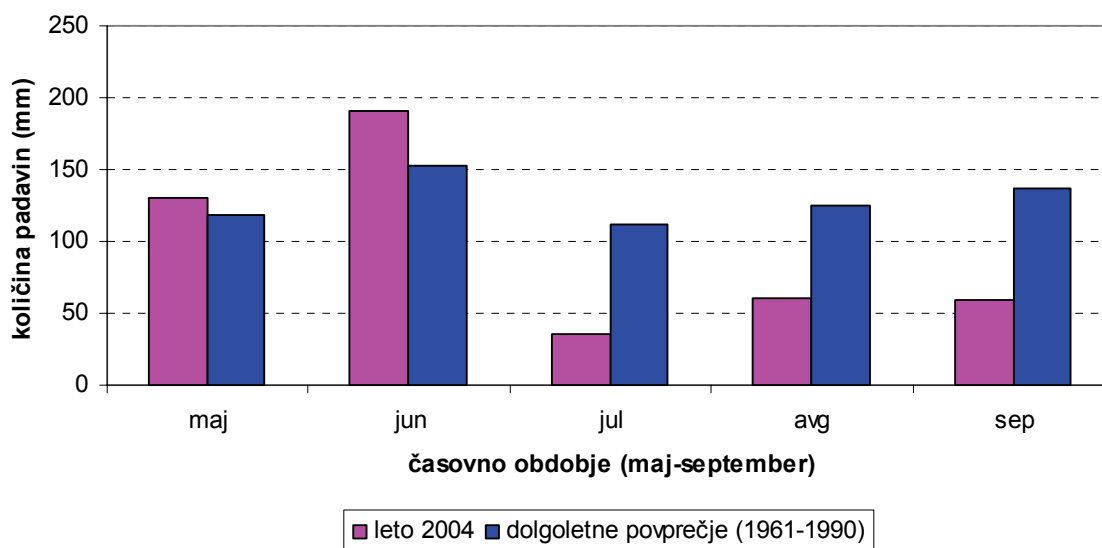
Na sliki 3 so prikazane povprečne, maksimalne in minimalne temperature v času obravnavanja našega poskusa. Največjo temperaturo smo imeli v prvi dekadi meseca avgusta. Temperature so bile v večini nad dolgoletnim temperaturnim povprečjem, z izjemo druge dekade julija, ko je bila povprečna temperatura za 2 °C nižja od povprečja temperatur merjenih v obdobju od leta 1961 do leta 1990.



Slika 3: Povprečne, maksimalne in minimalne temperature za meteorološko postajo Slap pri Vipavi od prve dekade maja do tretje dekade septembra 2004 (Cegnar, 2004a, 2004b, 2004c, 2004d, 2004e)

3.4.2 Padavine

Zaradi poljskega poskusa je bilo spremljanje količine padavin v našem primeru zelo pomembno, saj je voda pomemben dejavnik fiziološkega stanja rastlin. Slika 4 kaže količino padavin v obdobju trajanja našega poskusa (maj-september).



Slika 4: Količina padavin (mm) v obdobju od maja do septembra za leto 2004 in za dolgoletno povprečje (1961-1990) za meteorološko postajo Slap pri Vipavi (Cegnar, 2004a, 2004b, 2004c, 2004d, 2004e)

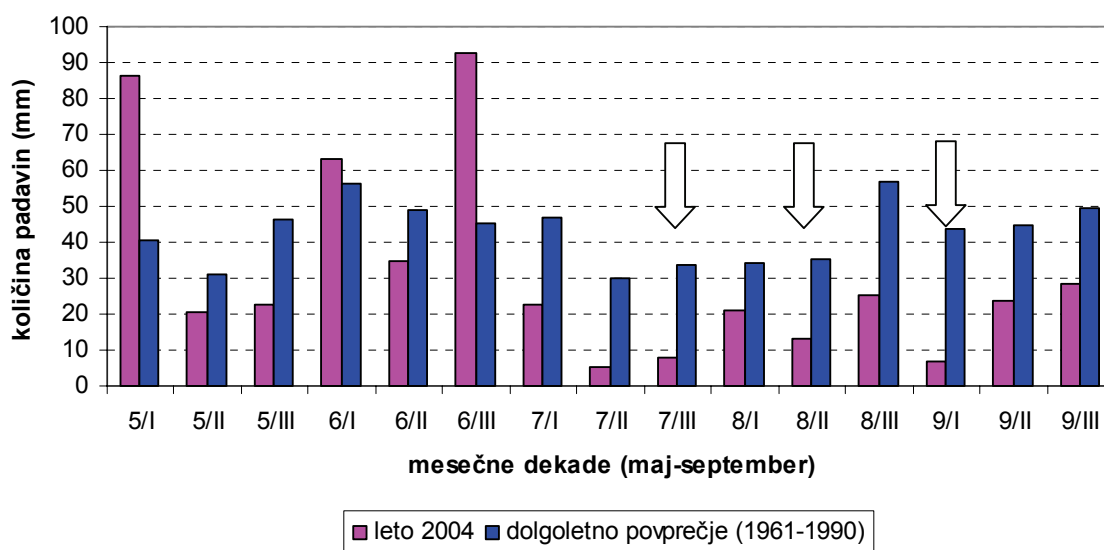
V mesecu maju je padlo 129,6 mm dežja, od tega največ v prvi dekadi (86,3 mm), kar je dvakrat več od dolgoletnega povprečja. V drugi in tretji dekadi je nasprotno padlo skoraj pol manj padavin glede na dolgoletno povprečje. Zabeleženih je bilo 14 padavinskih dni (količina padavin $\geq 1,0$ mm) in 4 dnevi z nevihtami. Do meseca maja je v letu 2004 padlo 568 mm dežja (Cegnar, 2004a).

Mesec juniju je bil po količini dežja najbolj padavinski mesec v času izvajanja poskusa. Padlo je 191 mm dežja, od tega v prvi dekadi 63,2 mm, v drugi 34,9 mm in v tretji dekadi 92,4 mm dežja v 9 padavinskih dneh. Vipavska dolina je bila s tem izjema, saj je drugod po Sloveniji padavin primanjkovalo. Celoletna količina dežja za meteorološko postajo Slap pri Vipavi je s tem znašala 758 mm (Cegnar, 2004b).

V mesecu juliju je bila Vipavska dolina prikrajšana padavin. Padlo je 36 mm dežja v 8 deževnih dneh. V drugi dekadi (5,2 mm) je padlo najmanj dežja glede na obdobje v katerem smo izvajali poljski poskus. Prav tako je v tretji dekadi padlo zelo malo dežja, zgolj 7,7 mm. Količina padavin do konca julija je znašala 794 mm (Cegnar, 2004c).

Mesec avgust je bil sušen mesec v primerjavi z dolgoletnim povprečjem. V 10 padavinskih dneh je padlo 60 mm dežja, in sicer v prvi dekadi 21,2 mm, v drugi s smo enim padavinskim dnevom 13,1 mm in v tretji dekadi 25,5 mm dežja. V avgustu so bili trije dnevi z nevihtami. Skupna količina padavin do konca avgusta je bila 854 mm (Cegnar, 2004d).

V mesecu septembru je padlo 59 mm dežja v 6 dneh brez nevihtnih dni, kar je po številu padavinskih dni v obravnavanem obdobju najmanj. V drugi dekadi so bili 4 padavinski dnevi s količino padlega dežja 23,7 mm, v prvi in zadnji dekadi je bil po en padavinski dan. Do konca septembra je bila skupna količina padavin 912 mm (Cegnar, 2004e).



Slika 5: Količina padavin (mm) od prve dekade maja do tretje dekade septembra za leto 2004 i za dolgoletno povprečje (1961-1990) za meteorološko postajo Slap pri Višavi ter s puščicami označeni termini meritev (Cegnar, 2004a, 2004b, 2004c, 2004d, 2004e)

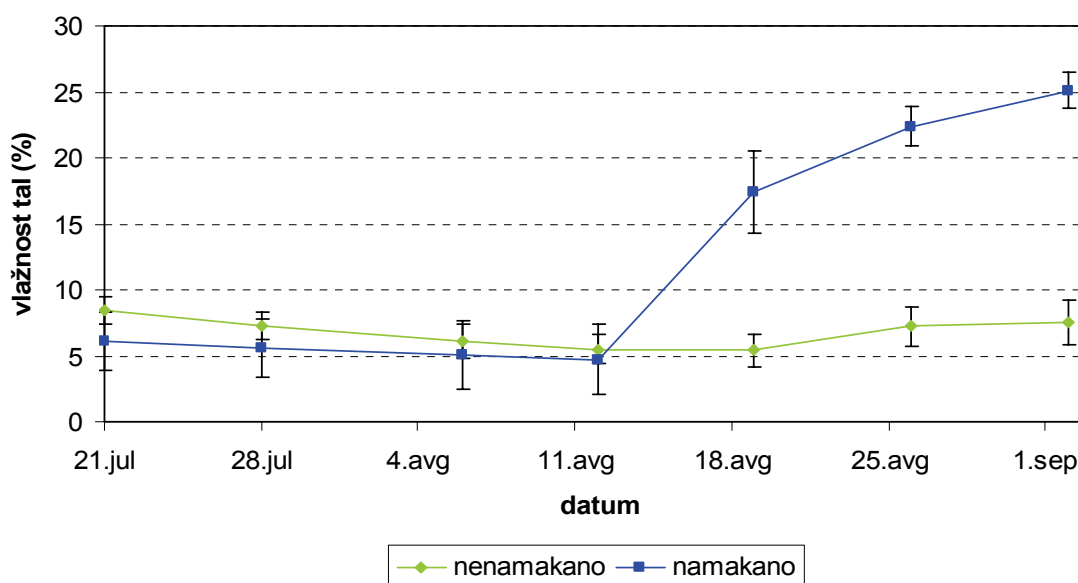
3.5 STATISTIČNE METODE

Statistično analizo podatkov smo opravili s programom Statgraphics (Manugistic, ZDA). Podatke o vodnem potencialu (PWP, MWP in SWP) smo obdelali z dvosmerno analizo variance (ANOVA), pri čemer sta bila faktorja vrsta podlage in obravnavanje 'namakano' in 'nenamakano' z upoštevanjem 5 % tveganja. Pri prikazu povezanosti med vodnima potencialoma (MWP, SWP) smo uporabili Perasonov korelacijski koeficient.

4 REZULTATI

4.1 MERITVE VODE V TLEH

Meritve smo v času trajanja poskusa opravili sedemkrat. Od tega je bil poskus do srede avgusta brez namakanja, kar se zazna na sliki 6 kot trend upadanja vode v tleh pri obeh obravnavanjih. V drugi polovici (15. avgust) smo pričeli z namakanjem, kar je tudi razvidno iz slike 6, saj opazimo strmo naraščanje vode v tleh pri obravnavanju 'namakano', medtem ko pri obravnavanju 'nenamakano' ni zaznati bistvenih sprememb v vlažnosti tal. Z namakanjem smo v vsak blok obravnavanja 'namakano' dovedli po 100 l vode. Vlažnost tal se v obdobju pred namakanjem pri obeh obravnavanjih giblje med 4,7 % in 8,5 %. S pričetkom namakanja ostaja povprečna vrednost vode v tleh pri obravnavanju 'nenamakano' nespremenjena, medtem ko pri obravnavanju 'namakano' narašča do vrednosti 25,1 %, ki je bila dosežena na zadnji dan meritev (2. september). Tedaj je razlika med obravnavanoma znašala 17,6 %.



Slika 6: Dinamika vode v tleh na poskusnem polju za obravnavanji 'namakano' in 'nenamakano', Slap pri Vipavi 2004

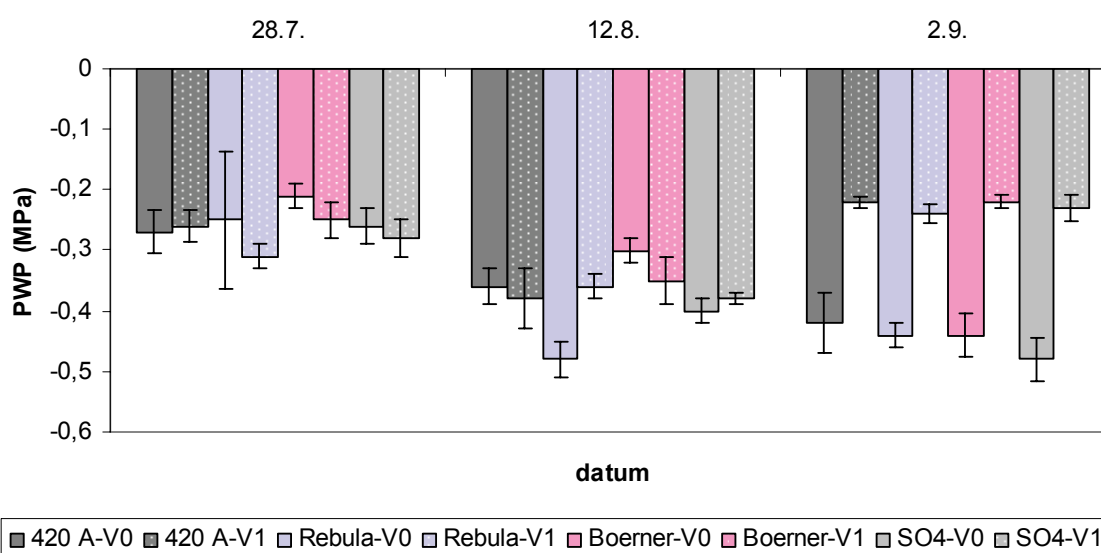
4.2 MERITVE VODNEGA POTENCIALA

Meritve vodnega potenciala so bile merjene na listih vinske trte s pomočjo Scholandrove komore. Vodni potencial lista smo merili v treh terminih, in sicer 28. julija, 12. avgusta in 2. septembra. Debelni vodni potencial smo merili v petih terminih, od tega v treh terminih merjenja listnega vodnega potenciala in še 19. avgusta ter 26. avgusta. Prva dva termina sta potekala pred načrtovanim namakanjem (15. avgust), vendar sta bili obravnavanji že ločeni

glede na različno oskrbo s padavinsko vodo. V času padavin smo prekrili obravnavanje 'nenamakano' s tunelsko konstrukcijo in s tem preprečili dostop padavinske vode. S pričetkom namakanja smo dodatno oskrbovali cepljenke obravnavanja 'namakano' z vodo.

4.2.1 Meritve listnega vodnega potenciala pred zoro (PWP)

Meritve so potekale pred sončnim vzhodom. 28. julija in 12. avgusta pred pričetkom namakanja in 2. septembra v obdobju namakanja, ki je nastopilo 15. avgusta, s čimer smo parceli razdelili na obravnavanji z različno razpoložljivostjo vode v tleh ('namakano', 'nenamakano').



Slika 7: Grafični prikaz izmerjenih vrednosti listnega vodnega potenciala cepljenk na podlagah '420 A', 'Rebula', 'Boerner' in 'SO4' za obravnavanji 'nenamakano' (V0-polni stolpci) in 'namakano' (V1-pikčasti stolpci) merjenega pred zoro (PWP), Slap pri Vipavi 2004

Vrednosti meritev listnega vodnega potenciala merjenega pred zoro v prvem terminu (28. julij) so se gibale med -0,2 do -0,3 MPa, pri čemer sta le nekoliko izstopali podlagi 'Boerner' in 'Rebula'. Podlaga 'Boerner' je v obravnavanju 'nenamakano', kar pri merjenju 28. julija in 12. avgusta dejansko pomeni obravnavanje, kateremu smo preprečili dostop padavinske vode, dosegla vrednost -0,21 MPa in 'Rebula' v obravnavanju 'namakano' z neomejenim dostopom padavinske vode vrednost -0,31 MPa. Razen tega rahlega odstopanja ni bilo zaznanih razlik vpliva podlage na PWP ($p = 0,38$), kot tudi ne vpliva različne oskrbe z vodo ($p = 0,39$).

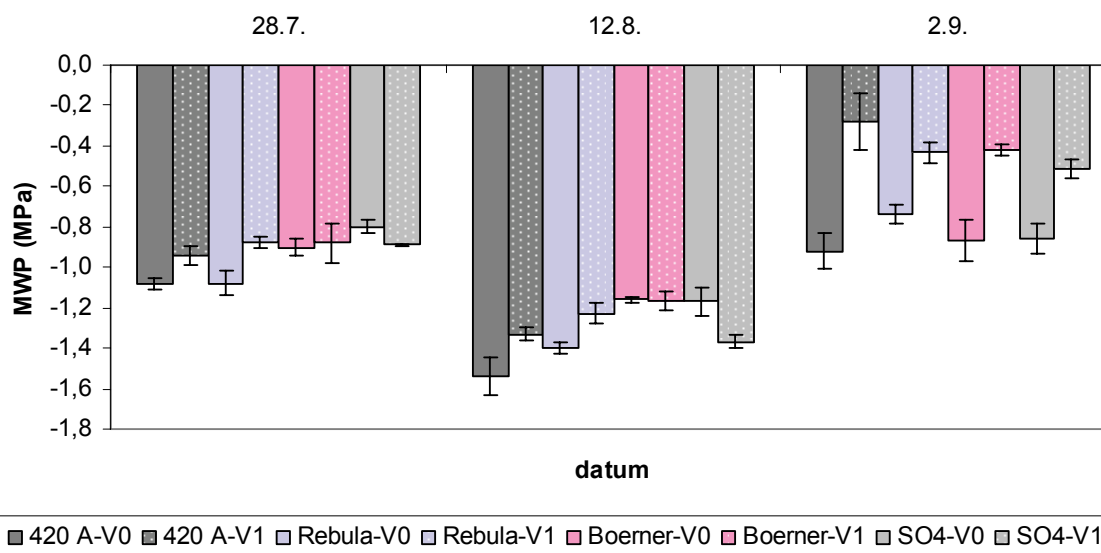
Meritve 12. avgusta so pokazale vsaj za 0,1 MPa bolj negativne vrednosti vodnega potenciala glede na predhodno meritev. Izmerjen listni vodni potencial je bil pri večini

cepljenk v razponu med -0,3 in -0,4 MPa, razen pri podlagi 'Rebula' v obravnavanju 'nenamakano', kjer je dosegel vrednost -0,48 MPa, kar je za skoraj 0,1 MPa manjši vodni potencial glede na ostale podlage obeh obravnavanj. Podlaga 'Boerner' je imela največji vodni potencial lista (-0,30 MPa) med podlagami obravnavanja 'nenamakano'. Statistična analiza z dvosmerno analizo variance ni pokazala značilnega vpliva podlage na PWP ($p = 0,36$), kot tudi ne vpliva različne oskrbe z vodo ($p = 0,15$).

Pri meritvah 2. septembra je bil zaznan trend večanja vrednosti vodnega potenciala pri cepljenkah obravnavanja 'namakano' glede na prejšnja merjenja. Vrednosti so se gibale med -0,22 do -0,24 MPa, pri tem sta bili izenačeni podlagi '420 A' in 'Boerner' z največjo doseženo vrednostjo. Pri vseh cepljenkah obravnavanja 'nenamakano' so bile izmerjene manjše vrednosti vodnega potenciala lista, v razponu med -0,42 in -0,48 MPa. Razlike med obravnavanji so bile tako v povprečju za več kot 0,21 MPa. Z dvosmerno analizo variance smo potrdili značilen vpliv različne oskrbe z vodo na PWP ($p = 0,0000$), medtem ko vpliva podlage na PWP ni bilo ($p = 0,10$).

4.2.2 Meritve listnega vodnega potenciala ob poldnevu (MWP)

Meritve listnega vodnega potenciala ob poldnevu so potekale v treh terminih (28.7., 12.8., 2.9.). Izvajali smo jih med 11-to in 13-to uro ob največjih dnevnih temperaturah.



Slika 8: Grafični prikaz izmerjenih vrednosti listnega vodnega potenciala cepljenk na podlagah '420 A', 'Rebula', 'Boerner' in 'SO4' za obravnavanji 'nenamakano' (V0-polni stolpci) in 'namakano' (V1-pikčasti stolpci) merjenega ob poldnevu (MWP), Slap pri Vipavi 2004

Meritve 28. julija so potekale, ko je bila pri obeh obravnavanih parcelah poskusnega polja izenačena vlažnost tal in pri tem smo zabeležili izenačene vrednosti izmerjenega vodnega

potenciala lista. Zaznani sta bili statistično značilni razliki glede na obravnavanje ($p = 0,02$) in med podlagami ($p = 0,0005$). Vrednost $-1,0$ MPa sta presegle podlagi '420 A' in 'Rebula', ki sta pri obravnavanju 'nenamakano' nekoliko izstopali. Ostale vrednosti so se gibale med $-0,8$ do $-0,9$ MPa pri obeh obravnavanjih (V0-'nenamakano' in V1-'namakano').

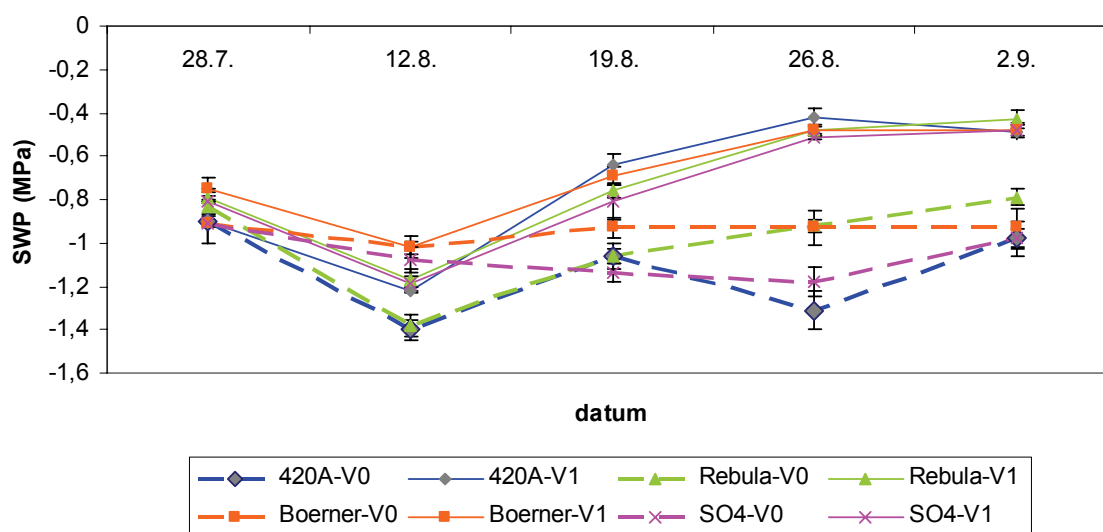
Druge meritve so potekale 12. avgusta tik pred načrtovanim namakanjem, ki je bilo 15. avgusta. Vodni potencial pri večini cepljenk je bil dokaj izenačen, vendar se je glede na predhodno meritev zmanjšal za $0,2$ MPa do vrednosti $-1,2$ MPa. Podlagi 'Rebula' in '420 A' sta kljub siceršnji izenačenosti zopet nekoliko izstopali, saj ste dosegli oziroma presegle vrednost $-1,4$ MPa z razlikama med obravnavanjema za $0,2$ MPa. Pri ostalih dveh podlagah 'Boerner' in 'SO4' je bila razlika ta, da sta bili izmerjeni vrednosti pri obravnavanju 'namakano' manjši kot pri obravnavanju 'nenamakano'. To je pomembno za spremljanje prihodnjih meritev, saj je bila pred pričetkom namakanja izmerjena vrednost vodnega potenciala pri obravnavanju 'nenamakano' ('Boerner': $-1,16$ MPa, 'SO4': $-1,17$ MPa) večja kot pri obravnavanju 'namakano' ('Boerner': $-1,17$ MPa, 'SO4': $-1,37$ MPa). Statistična analiza z dvosmerno analizo variance pokaže značilen vpliv podlage na MWP ($p = 0,0000$), značilnega vpliva različne oskrbe z vodo ni ($p = 0,16$).

Meritve 2. septembra po polmesečnem namakanju cepljenk obravnavanja 'namakano' so pokazale značilne razlike med obravnavanjema ($p = 0,0000$), medtem ko ni značilnega vpliva podlag na MWP ($p = 0,62$). Vrednosti vodnega potenciala cepljenk obravnavanja 'nenamakano' so bile v razponu med $-0,74$ in $-0,92$ MPa, pri tem je najmanjšo vrednost dosegla podlaga '420 A'. Medtem ko so vrednosti vodnega potenciala cepljenk pri obravnavanju 'namakano' dosegle vrednosti med $-0,28$ in $-0,51$ MPa, z največjim listnim vodnim potencialom pri podlagi '420 A'. Tako je podlaga '420 A' dosegle najmanjši vodni potencial pri obravnavanju 'nenamakano' in največji vodni potencial pri 'namakanju'.

4.2.3 Meritve debelnega vodnega potenciala (SWP)

Poleg meritev listnega vodnega potenciala smo spremljali tudi debelni vodni potencial v petih terminih. Izmerjen je bil na predhodno zakritih listih z alu- in PVC folijo, kar je preprečilo potek procesa transpiracije. Zakrivanje je trajalo pol ure, nato smo prav tako s pomočjo Scholandrove komore izmerili debelne vodne potenciale tik po odkrivanju listov cepljenk na različnih podlagah in pri obeh obravnavanjih. Čas meritev je bil okoli enajste in dvanajste ure.

Slika 9 prikazuje vrednosti debelnih vodnih potencialov, ki so bili izmerjeni 28. juliju, 12., 19., 26. avgustu in 2. septembru na poskusnem polju Slap pri Vipavi.



Slika 9: Grafični prikaz izmerjenih vrednosti debelnega vodnega potenciala (SWP) cepljenk na podlagah '420 A', 'Rebula', 'Boerner' in 'SO4' za obravnavanji 'nenamakano' (V0- prekinjena črta) in 'namakano' (V1-polna črta), Slap pri Vipavi 2004

Meritve 28. julija so potekale sočasno z meritvami listnega vodnega potenciala. Izmerjeni debelni vodni potenciali so bili zelo izenačeni in so se gibali med -0,75 in -0,91 MPa, s tem da so vse vrednosti obravnavanja 'nenamakano' nad -0,8 MPa. Podlaga '420 A' je imela pri obeh obravnavanjih enak debelni vodni potencial (-0,9 MPa), podlaga 'Boerner' je imela med obravnavanjema največjo razliko v izmerjenem debelnem vodnem potencialu (0,16 MPa). Statistična analiza z dvosmerno analizo variance ni pokazala značilnega vpliva podlage na SWP ($p = 0,45$), kot tudi ne značilnega vpliva oskrbe z vodo ($p = 0,07$).

Meritve 12. avgusta so prav tako potekale kot vzporedne meritve listnemu vodnemu potencialu. Zmanjšanje debelnega vodnega potenciala je bilo moč zaznati pri podlagi '420 A' in 'Rebula'. Omenjeni podlagi sta zmanjšali debelni vodni potencial za več kot 0,5 MPa pri obravnavanju 'nenamakano'. Izenačeni vrednosti glede na obravnavanje sta bili izmerjeni pri podlagi 'Boerner' (-1,02 MPa), kar je tudi največja izmerjena vrednost debelnega vodnega potenciala v terminu 12. avgust. Vrednosti debelnega vodnega potenciala so bile v razponu med -1,0 in -1,4 MPa. Statistična analiza z dvosmerno analizo variance pokaže značilen vpliv različne oskrbe z vodo na SWP ($p = 0,0000$) in tudi značilen vpliv podlage ($p = 0,02$) ter značilno interakcijo med obema faktorjema ($p = 0,0021$).

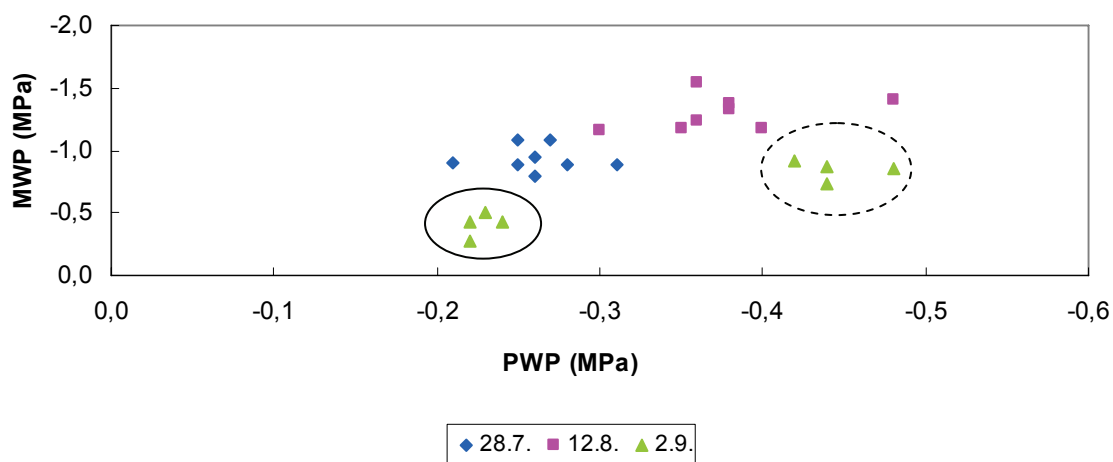
Neposredno po pričetku namakanja so 19. avgusta sledile meritve debelnega vodnega potenciala. Kot je razvidno iz slike 9 za meritev opravljeno 19. avgusta, je zaznati trend naraščanja razlik med obravnavanjema. Cepljenke obravnavanja 'nenamakano' niso presegle vrednosti -0,9 MPa (velja za vse podlage), medtem ko so vrednosti namakanih cepljenk nad vrednostjo -0,8 MPa. Med podlagami je imela 'SO4' pri obeh obravnavanjih najmanjše vrednosti SWP. Z dvosmerno analizo variance smo potrdili značilen vpliv različne oskrbe z vodo na SWP ($p = 0,0000$) in tudi značilen vpliv podlage ($p = 0,01$).

Trend naraščanja razlik med obravnavanjema je sledil tudi pri meritvah 26. avgusta. Pri podlagi '420 A' je zaznana največja razlika med obravnavanjema, saj je izmerjeni debelni vodni potencial pri obravnavanju 'nenamakano' dosegel vrednost -1,31 MPa in pri obravnavanju 'namakano' -0,42 MPa. Najmanjšo razliko med obravnavanjema je dosegla podlaga 'Rebula', katere vrednosti se razlikujeta le za 0,44 MPa ('nenamakano': -0,92, 'namakano': -0,48 MPa). Sicer so se vrednosti SWP gibale med -0,42 in -1,31 MPa. Tako kot pri prvih dveh avgustovskih merjenih smo z dvosmerno ANOVO tudi za ta termin potrdili značilen vpliv različne oskrbe z vodo na SWP ($p = 0,0000$) in tudi značilen vpliv podlage ($p = 0,02$), ter značilno interakcijo med obema faktorjema ($p = 0,02$).

Tretje meritve po pričetku namakanja so bile 2. septembra in so kazale na zmanjšanje razlik med obravnavanjema. Pri nenamakanih cepljenkah se je SWP povečeval, medtem ko pri namakanih cepljenkah ni bilo bistvenih sprememb glede na predhodno meritev. Vrednosti 'nenamakanih' cepljenk so bile v razponu med -0,79 in -0,98 MPa in namakanih med -0,43 in 0,49 MPa. Razlika vrednosti debelnega vodnega potenciala med obravnavanjema se ni razlikovala za več kot 0,5 MPa. Statistična analiza z dvosmerno analizo variance pokaže značilen vpliv različne oskrbe z vodo na SWP ($p = 0,0000$).

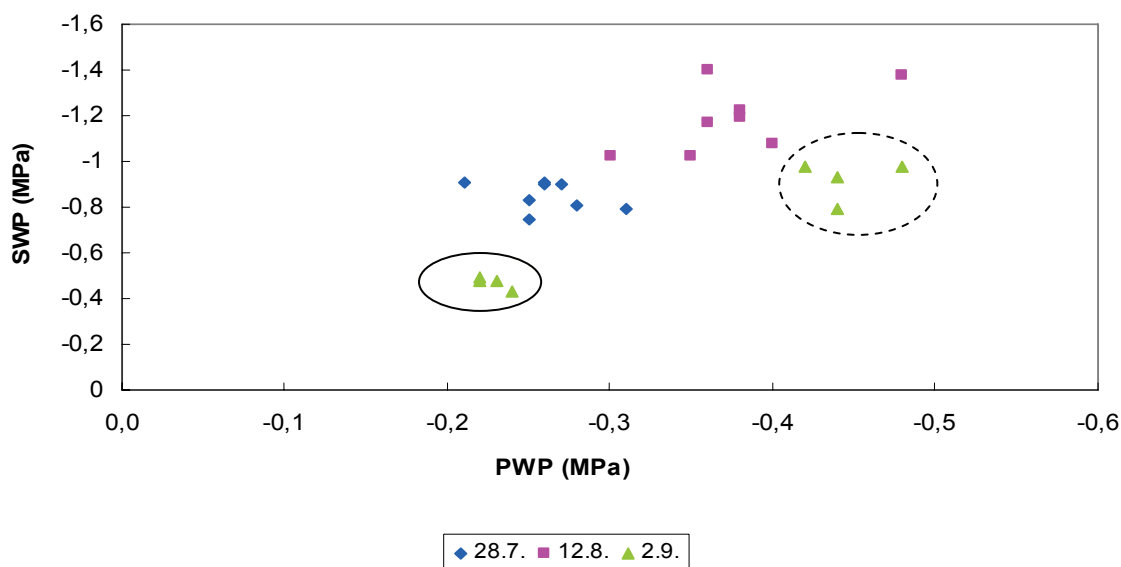
4.2.4 Primerjava vrednosti vodnih potencialov (PWP, MWP, SWP)

Odvisnost vodnega potenciala lista opoldan (MWP) od vodnega potenciala lista pred zoro (PWP) prikazuje slika 10. Linearno povezavo je zaznati pri merjenju 28.7. in 12.8., kjer se z manjšanjem PWP zmanjšuje še bolj MWP ne glede na obravnavanje. Pri merjenju 2.9. so zaznane razlike med obravnavanjema, kar se kaže na sliki 10 kot dve ločeni območji. Pri obravnavanju 'nenamakano' je PWP bolj negativen kot je bil ob prvi meritvi, pri tem da ostaja MWP v trendu rahlega povečevanja glede na prejšnje meritve. Obravnavanje 'namakano' za meritev 2.9. ostaja v linearni povezavi, saj se z zmanjševanjem MWP zmanjšuje tudi PWP.



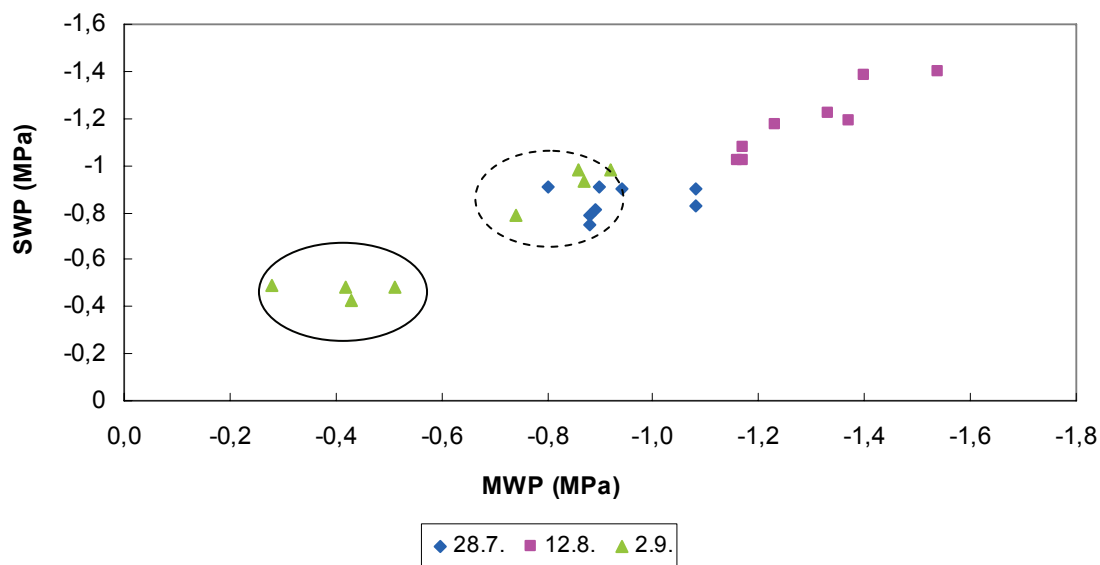
Slika 10: Prikaz vodnega potenciala lista opoldan (MWP) v odvisnosti od vodnega potenciala lista pred zoro (PWP) za meritve 28.7., 12.8., 2.9.2004 ('namakano': polna črta elipse; 'nenamakano': prekinjena črta elipse)

Slika 11 prikazuje odvisnost debelnega vodnega potenciala (SWP) od listnega vodnega potenciala pred zoro (PWP). Tudi pri tej odvisnosti je zaznati pri prvih dveh terminih merjenja linearno povezavo z rahlima odstopanjema. Pri tretjem terminu merjenja, ki je bilo po nastopu namakanja, je obravnavanje 'namakano' sledilo trendu linearnega naraščanja, medtem ko se pri obravnavanju 'nenamakano' PWP in SWP močno zmanjšata in padeta iz linearnega naraščanja, ki je sledilo času merjenja.



Slika 11: Prikaz vodnega potenciala debla (SWP) v odvisnosti od vodnega potenciala lista pred zoro (PWP) za meritve 28.7., 12.8. in 2.9..2004 ('namakano': polna črta elipse; 'nenamakano': prekinjena črta elipse)

Debelni vodni potencial (SWP) v odvisnosti od listnega vodnega potenciala opoldan (MWP) je prikazan na sliki 12 SWP in MWP kažeta linearno odvisnost, saj se ob zmanjšanju SWP prav tako zmanjšuje MWP. Odstopanj od linearne povezave ni bilo, le da se za meritev 2. september opazi razlika med obravnavanjema, vendar vrednosti le-teh ne padeta izven trenda linearnega naraščanja.



Slika 12: Prikaz vodnega potenciala debla (SWP) v odvisnosti od vodnega potenciala lista ob poldnevu (MWP) za meritve 28.7., 12.8. in 2.9.2004 ('namakano': polna črta elipse; 'nenamakano': prekinjena črta elipse)

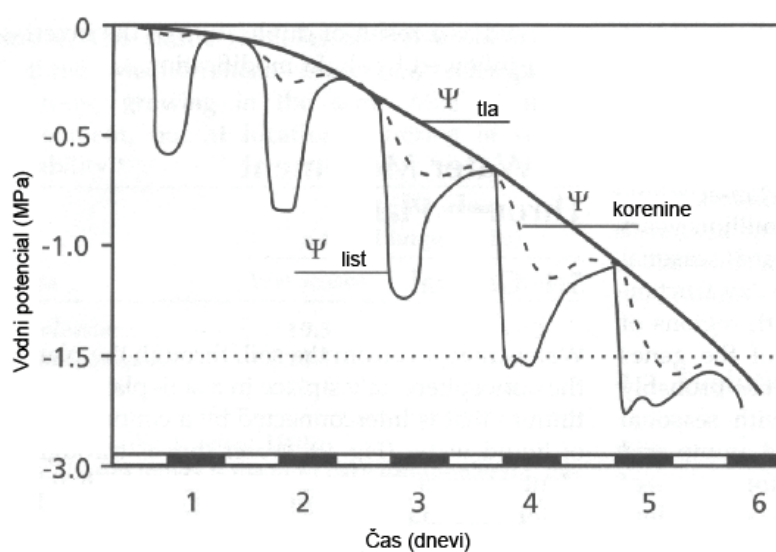
Perasonov korelacijski koeficient za MWP in SWP znaša $r = 0,95$. Linearno korelacija ($r^2 = 0,95$) med MWP in SWP je dokazal Poni s sod. (2007) v poskusu na vinski trti, cepljeni na podlago 'SO4', s tem, da je bil MWP za 10 % bolj negativen in z minimalno vrednostjo -1,46 MPa.

5 RAZPRAVA IN SKLEPI

5.1 RAZPRAVA

Poskus je bil zastavljen kot poljski poskus, v katerem smo želeli ovrednotiti odziv cepljenk v razmerah različne razpoložljivosti vode v tleh. Načrtovali smo dve obravnavanji, eno z normalno oskrbo cepljenk z vodo, drugo z zmanjšano razpoložljivostjo vode v tleh. Pri prvem smo vodo dovajali z namakanjem, pri drugem smo ob padavinah parcelice s cepljenkami zaščitili s tunelsko konstrukcijo, ki je omejila dostop padavinske vode. Z uporabljenimi ukrepi nam, tudi zaradi vremenskih okoliščin, pri obravnavanju 'nenamakano' ni uspelo doseči resnejšega pomanjkanja vode v tleh. Ob začetku poskusa je bila vlažnost tal 8,4 % in se je pri obravnavanju 'nenamakano' zmanjševala do vrednosti 5,4 %, ki je bila izmerjena 19. avgusta, nakar se je do konca trajanja poskusa povečala do 7,5 %. To povečanje vlažnosti v tleh pripisujemo možnemu zvišanju nivoja podtalne vode, katere dostopa nismo preprečili, in nekoliko povečani količini padavin v zadnji dekadi meseca avgusta glede na predhodne količine v mesecu juliju in prvi ter drugi dekadi avgusta. Naš namen zmanjševanja razpoložljivosti vode v obravnavanju 'nenamakano' do vrednosti, ki bi za cepljenke vinske trte pomenila resen sušni stres, tako ni bil v celoti dosežen. Vseeno sta se obe obravnavanji značilno razlikovali glede razpoložljivosti vode, saj je bila dosežena 18 % razlika v vlažnosti tal med obravnavanjema. Čeprav je bila vlažnost tal v obravnavanju 'nenamakano' pod 10 %, cepljenke niso kazale znakov pomanjkanja vode, kar se je odražalo tudi pri meritvah vodnega potenciala, ki velja za dobrega pokazatelja preskrbljenosti rastline z vodo.

Iz teorije je poznano, da se vodni potencial rastline tekom noči izenači z vodnim potencialom tal (Slika 13) in zato vodni potencial lista, merjen pred zoro (PWP), lahko odraža vodni potencial tal (Larcher, 2003).



Slika 13: Shematski prikaz postopnega padanja vodnega potenciala listov, korenin in tal (bar) v sedmih dneh pomanjkanja vode (Larcher, 2003).

V našem primeru bi 6 % vlažnost tal pri prvem merjenju, ob predpostavki, da je pred zoro $\Psi_{\text{list}} = \Psi_{\text{tal}}$, ustrezala -0,26 MPa. Vlažnost tal pri drugem merjenju je za obe obravnavanji zelo podobna, prav tako tudi ni razlik pri PWP, ki znaša v povprečju za obravnavanji -0,38 MPa. Ob nastopu namakanja pri zadnjem merjenju je bila vlažnost tal med obravnavanjema različna. Tako lahko glede na 7 % vlažnost pri obravnavanju 'nenamakano' ovrednotimo Ψ_{tal} z izmerjeno vrednostjo PWP -0,45 MPa, medtem ko je pri 25 % vlažnosti tal v obravnavanju 'namakano' vrednost PWP -0,23 MPa.

Med tremi različnimi načini merjenja vodnega potenciala cepljenk smo pri meritvah PWP izmerili največje vrednosti z najmanjšim nihanjem. Razlog za to je sposobnost rastline, da tekom noči nadomesti izgube vode, ki so nastopile podnevi ob transpiraciji. Manj negativne izmerjene vrednosti vodnega potenciala lista odražajo izboljšani vodni status rastline. Različno vrednost PWP pripisujemo boljši učinkovitosti sprejema in transporta vode koreninskega sistema (Moutinho-Pereira in sod., 2007).

Prvi dve meritvi PWP sta bili opravljeni pred uvedbo obravnavanj 'namakano' in 'nenamakano'. Razlik med cepljenkami, ki so bile kasneje vključene v dve obravnavanji, ni bilo, kot tudi ne razlik, ki bi jih lahko pripisali različnim podlagam. Vrednosti PWP nikoli niso bile manjše od -0,48 MPa. Ta najmanjša povprečna vrednost je bila izmerjena 12.8. pri cepljenkah na koreninskem sistemu 'Rebula' v obravnavanju 'nenamakano'. V obdobju med merjenjema smo imeli tudi majhno količino padavin (13 mm), kar je za več kot pol manj glede na dolgoletna povprečja padavin. To je lahko vzrok za zmanjšanje PWP za povprečno 0,11 MPa v terminu 12.8. V nadaljevanju poskusa smo po pričetku namakanja 15.8. pričakovali znatno zmanjšanje razpoložljivosti vode v tleh pri obravnavanju 'nenamakano' in s tem manjše vrednosti PWP. Izkazalo se je, da je bil PWP 'nenamakanih' cepljenk v rangu od -0,42 do -0,48 MPa, pri 'namakanih' pa od -0,22 do -0,24 MPa.

Z omejevanjem dostopa vode oziroma namakanjem smo dosegli razlike v PWP med obravnavanjema. Razlik ni bilo znotraj obravnavanj, torej tistih, ki bi jih lahko pripisali podlagam. Posebej pri zadnjem merjenju so bile povprečne vrednosti med podlagami znotraj obeh obravnavanj zelo izenačene. V našem poskusu je opaziti najmanjše vrednosti PWP v vseh treh terminih meritev in hkrati znotraj obravnavanj pri podlagi 'Boerner', kar nakazuje na manj uspešen sprejem vode te podlage. Podlaga 'Boerner' je hkrati pri obravnavanju 'nenamakano' vzdrževala največji in precej stabilen debelni vodni potencial, okoli -0,9 MPa.

Upoštevati je potrebno, da pri resnem pomanjkanju vode v tleh PWP ni najboljši pokazatelj dejanskega vodnega primanjkljaja pri rastlini. Na izmerjeno vrednost PWP vpliva tudi globina korenin in lahko tako kljub manj negativnemu PWP, rastlina zapre listne reže na podlagi dehidracije površinskega dela korenin (de Souza s sod., 2005).

Literatura navaja, da je SWP boljši pokazatelj dejanskega vodnega stanja trte, kot meritve MWP. Ravno razlike v meritvah SWP med dvema namakalnima nivojema, ki so v primerjavi z razlikami pri MWP večje, bolje odražajo stanje preskrbljenosti vinske trte z vodo (Novello in de Palma, 1997, Patakas in sod., 2005). Tako se je pokazalo tudi v našem poskusu, kjer so razlike po nastopu namakanja med obravnavanjema pri meritvah SWP večje v primerjavi z razlikami pri meritvah MWP.

V primeru SWP smo v terminih 12.8, 19.8., 26.8 tudi uspeli potrditi vpliv vrste podlage na vodni potencial cepljenk. Razlike v SWP cepljenk na različnih podlagah so bile sicer majhne; po pravilu se v večjem obsegu pojavljajo pri obravnavanju 'nenamakano'. Možno je, da bi se te razlike jasneje izrazile ob močnejšem vodnem stresu.

Zanimivo je, da pri nenamakanih cepljenkah razmerje med PWP in MWP (ali SWP) odstopa od sicer nakazane linearne zveze. Vzrok za to so lahko vremenske razmere v dopoldanskem oziroma opoldanskem času, ko smo izvajali meritve SWP in MWP. Na podlagi meritev temperature, relativne vlage in tudi deficita tlaka vodne pare lahko sklepamo, da so bile 12.8. razmere s stališča izgubljanja vode iz rastline bolj neugodne kot 2.9. Opoldanski potencial (MWP) oziroma debelni vodni potencial (SWP) sta zato ob septembrski meritvi manj negativna kot 12.8.

V nasprotju z letom 2003, ki je bilo zaznamovano z izredno majhno količino padavin in visokimi temperaturami zraka, ki so dosegle rekordne vrednosti v zadnjih petdesetih letih, so bile vremenske razmere v letu 2004 dosti bolj ugodne za rast in razvoj vinske trte. Za naš poskus so bile pomembne količine padavin od meseca maja, ko smo vložili cepljenke na poskusno polje, do začetka meseca septembra, ko je bilo zadnje merjenje izbranih fizioloških parametrov, s katerimi smo želeli ovrednotiti stopnjo odpornosti cepljenk na sušni stres.

V mesecu maju in juniju smo imeli nadpovprečno količino padavin glede na dolgoletna povprečja (1961-1991), pri tem pa nekoliko nižje povprečne temperature v mesecu maju, kar bi lahko vplivalo na začetno rast cepljenk vinske trte, ki ima nekoliko večji temperaturni vegetacijski prag (10 °C). Količina padavin se je v prihodnjih treh mesecih zmanjšala za več kot polovico glede na dolgoletno povprečje, vendar kljub temu nismo dosegli resnejšega vodnega primanjkljaja pri cepljenkah, kar se odraža pri vodnem potencialu, ki se ni zmanjšal do vrednosti, ki bi nakazovale na sušni stres. Pri prvih dveh meritvah smo imeli zelo izenačene vodne potenciale (PWP, MWP in SWP) pri obeh obravnavanjih, ki sta se tedaj razlikovali zgolj na podlagi preprečitve dostopa padavinske vode za obravnavanje 'nenamakano'.

Najmanjše vrednosti in največja nihanja vodnega potenciala v listih so se pojavila pri merjenju v opoldanskem času (MWP), in sicer 12.8., ob merjenju, ko so bile temperature zraka najvišje med tremi merilnimi dnevi spremljanja MWP. Vrednost -1,5 MPa, ki na splošno (ne pa tudi za vinsko trto) velja za točko venenja, je bila dosežena le pri cepljenkah na podlagi '420 A' pri obravnavanju 'nenamakano'. Cepljenke na ostalih podlagah so imele manj negativne MWP, tiste na podlagah 'Boerner' in 'SO4' celo okoli -1,2 Mpa, in sicer ne glede na razpoložljivost vode. V nasprotju s pričakovanji se je pri zadnjem merjenju (2.9.) vrednost MWP pri obeh obravnavanjih v primerjavi z meritvijo 12.8. občutno povečala. Pričakovati je bilo povečanje MWP pri obravnavanju 'namakano', ne pa tudi pri obravnavanju 'nenamakano'. Do slednjega je prišlo zaradi padavin v obdobju med meritvami (glej sliko 5).

Podobne vrednosti vodnega potenciala listov vinske trte je pri različnem obsegu namakanja v zgodnjem obdobju rastne sezone zabeležil tudi Araujo s sod. (1999). Pri dveh različnih nivojih namakanja sta bili vrednosti vodnega potenciala lista (MWP) -1,21 MPa za večjo

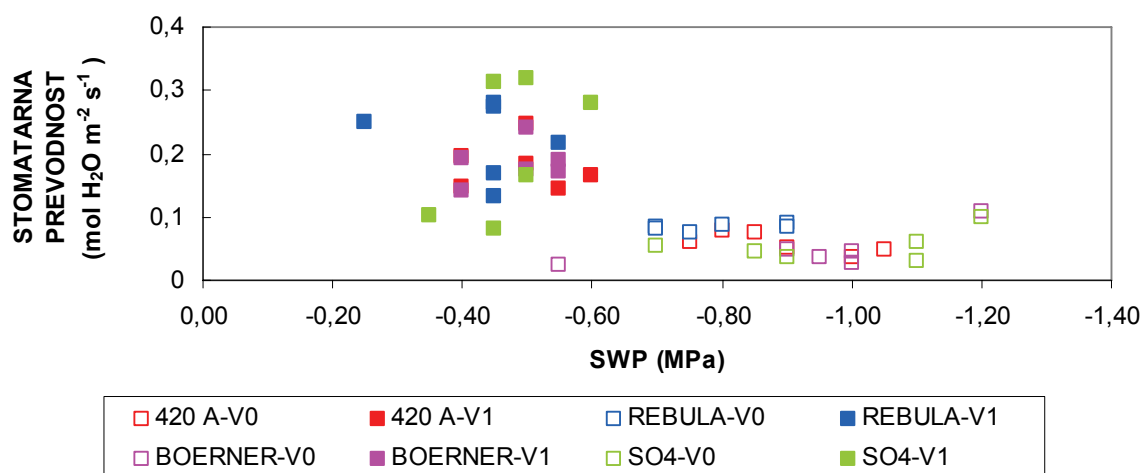
količino dodane vode in $-1,35$ MPa za manjšo količino dodane vode. Za oba namakalna nivoja so izmerili tudi podobne vrednosti PWP, katerih povprečje je znašalo $-0,26$ MPa, s to razliko, da se je pri manj intenzivnem namakanju vrednost vodnega potenciala tekom dneva zmanjšala hitreje in je dosegla tudi nekoliko manjše vrednosti kot v primeru intenzivnejše namakanih rastlin. Ne glede na režim namakanja so izgube vode tekom noči nadomestili do podobnih vrednosti.

Kljub temu, da so bile razlike v vodnem potencialu lista med različnima namakalnima režimoma majhne, so v nadaljevanju poskusa Araujo s sod. (1999) ugotovili bistvene razlike pri vegetativni in generativni rasti, kar nakazuje, da tudi majhne razlike v vodnem potencialu lista vplivajo na rast in produkcijo vinske trte. V našem poskusu nadaljnje rasti in razvoja cepljenk nismo spremljali in teh opažanj ne moremo potrditi.

Vzporedno z meritvami vodnega potenciala so potekale meritve stomatarne prevodnosti, fotosinteze in transpiracije. Povezanost merjenih parametrov je zelo velika, saj daje globlji vpogled v samo dogajanje pri rastlini ob pomanjkanju vode. Meritve fotosinteze so potekale v treh terminih (28. julij, 19. avgust in 2. september). V naključno izbranih blokih so izbrali polno razvite liste, ki so bili v času meritev popolnoma osvetljeni. Meritve so bile opravljene s prenosnim merilnim sistemom LiCor-6400 (Kržan, 2006). V okviru poskusa smo znotraj obeh obravnavanj dodelili tri bloke za meritve vodnega potencial in dva bloka za merjenje fotosinteze pri predpostavljajanju, da so rastne razmere cepljenk in razpoložljivost vode v tleh enaki.

Ugotovljeno je bilo, da različna oskrba z vodo značilno vpliva tudi na fotosintezne parametre. Statistično značilen vpliv namakanja na stomatarno prevodnost je bil ugotovljen ob merjenju 19. avgusta in 2. septembra (Kržan, 2006). 12., 19. in 26. avgusta smo ugotovili tudi statistično značilen vpliv podlage na SWP in hkrati vpliv namakanja na SWP, medtem ko statistično značilne interakcije med temi termini meritev ni bilo 19. avgusta.

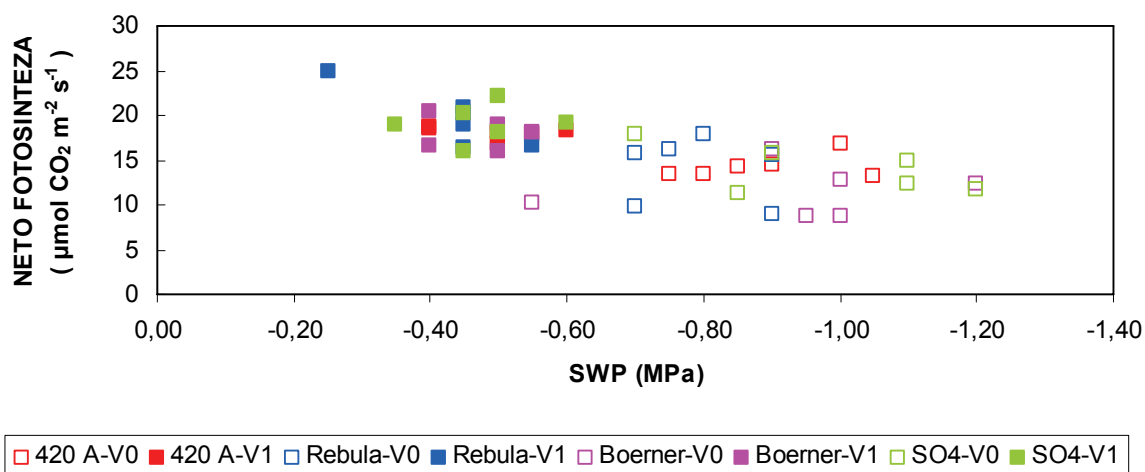
Slika 14 prikazuje odvisnost stomatarne prevodnosti od debelnega vodnega potenciala (SWP) pri hkratnem merjenju parametrov 2. septembra. Iz slike je razvidno, da se z zmanjševanjem SWP zmanjšuje stomatarna prevodnost. Opaziti je tudi razlike med obravnavanjema, saj je stomatarna prevodnost večja pri manj negativnem SWP cepljenk obravnavanj 'namakano' (obravnavanje 'namakano': polni kvadrati, obravnavanje 'nenamakano': prazni kvadrati). Za cepljenke obravnavanja 'nenamakano' so značilne bolj negativne vrednosti SWP in manjša stomatarna prevodnost.



Slika 14: Stomatarna prevodnost v odvisnosti od debelnega vodnega potenciala (SWP) cepljenk na izbranih podlagah obravnavanj 'namakano' (polni kvadrati) in 'nenamakano' (prazni kvadrati), 2.9.2004

S spremembo vodnega potenciala rastlin se spreminja tudi aktivnost fotosinteze. Kot navaja Patakas s sod. (2005), ki je poskus izvajali na vinski trti (*Vitis vinifera* L., sorte 'Malagouzia') cepljeni na podlago '110 R', nastopi zmanjšanje fotosinteze pri zmanjšanju SWP pod vrednost -0,6 MPa. To mejno vrednost SWP so določili na podlagi razmerja med neto fotosintezo in SWP, ki kaže da je bil proces fotosinteze s strani vodnega potenciala trte (SWP) neprizadet, kadar je bil SWP nad -0,6 MPa.

V našem poskusu smo opazili, da do močnejšega zmanjšanja fotosinteze pride pri malo bolj negativnih vrednostih SWP. Kot je razvidno iz slike 15, je bila neto fotosinteza cepljenk obravnavanja 'namakano' v rangu med 15 in 25 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ob tem, da je bil SWP večji od -0,6 MPa. Pri zmanjšanju SWP na -1 MPa ali celo na manjše vrednosti pri obravnavanju 'nenamakano' se je aktivnost fotosinteze zmanjšala za cca. 30 %. Razliko glede na objavljeno mejno vrednost SWP, pri kateri se zmanjša fotosinteza, je moč pripisati tudi različni kombinaciji cepič/podlaga.



Slika 15: Neto fotosinteza v odvisnosti od debelnega vodnega potenciala (SWP) cepljenk na izbranih podlagah obravnavanj 'namakano' (polni kvadrati) in 'nenamakano' (prazni kvadrati), 2.9.2004

V literaturi je zaslediti tudi pomemben vpliv dinamike rasti koreninskega sistema podlag. V poskusu spremljanja mase in števila korenin cepljenk se je podlaga '420 A' zelo pozno ukoreninjala, medtem ko je imela podlaga 'SO4' idealen razvoj koreninskega sistema skozi rastno dobo (Tozan, 1997). To lahko nakazuje, da naše cepljenke na različnih podlagah niso imele primerljivo razvitega koreninskega sistema ob nastopu pomanjkanja vode.

5.2 SKLEPI

Na podlagi rezultatov meritev vodnega potenciala in vzporednih meritev aktivnosti fotosinteze in stomatarne prevodnosti lahko podamo naslednje sklepe:

- z omejevanjem dostopa padavinske vode na obravnavanje 'nenamakano' in dodajanja vode pri obravnavanju 'namakano' smo dosegli različno razpoložljivost vode v dveh obravnavanjih poskusa. V obravnavanju 'nenamakano' zmanjšanje razpoložljivosti vode ni bilo tolikšno, da bi za cepljenke pomenilo sušni stres;
- zmanjšanje razpoložljivosti vode v tleh se je odražalo v zmanjšanju vodnih potencialov le pri PWP obravnavanja 'nenamakano', medtem ko se MWP in SWP nista zmanjšala;
- različna oskrba z vodo se je bistveno odražala pri razlikah v vodnem potencialu cepljenk (PWP, MWP in SWP) kot tudi v fotosintezi cepljenk;
- potrdili smo vpliv vrste podlage na vodni potencial SWP v treh terminih meritev (12., 19. in 26. avgust) pri obravnavanju 'nenamakano';
- vpliva podlage na vodni potencial v celoti ne moremo potrditi. Možno je, da bi do razlike med podlagami izrazile, če bi cepljenke izpostavili resnejšemu sušnemu stresu, saj je vinska trta naravno prilagojena za sušna in siromašna tla;

- pri vplivu podlage na nadzemni del vinske trte pri pomanjkanju vode v tleh, bi bilo potrebno upoštevati tudi dinamiko rasti koreninskega sistema vsake od podlag.

6 POVZETEK

Vsaka izmed danes razširjenih vinogradniških podlag je med drugim selekcionirana tudi na osnovi najboljšega odziva na določen dejavnik okolja (klimatski, pedološki, biotski, abiotski dejavniki, itd). Med abiotskimi dejavniki je tudi razpoložljivost vode v tleh. V diplomski nalogi smo primerjali odzivnost vodnega potenciala cepljenk vinske trte sorte 'Rebula', cepljene na tri različne podlage ('Boerner', 'SO4' in '420 A' in na lastne korenine), na različno oskrbo cepljenk z vodo ('namakano', 'nenamakano').

Poskus smo izvedli na Slapu pri Vipavi, kot split-plot poskus z dvema proučevanima dejavnika; podlaga in razpoložljivost vode v tleh. Enoletne cepljenke vinske trte sorte 'Rebula' smo cepili na tri različne podlage ter na korenjak (ukoreninjen ključ sorte 'Rebula') in posadili na dve ločeni parceli z različnim vodni režimom ('namakano' in 'nenamakano'). Parceli smo razdelili na pet blokov s šestimi cepljenkami na podlago v vsakega od blokov. Obravnavanje 'namakano' smo sredi avgusta pričeli namakati, medtem ko smo obravnavanju 'nenamakano' skozi ves čas ob padavinah omejevali dostop padavinske vode s pomočjo tunelske konstrukcije. Tako smo dosegli različno vsebnost vode v tleh med parcelama, ne pa takšnega zmanjšanja razpoložljivosti vode pri 'nenamakano', ki bi za cepljenke tega obravnavanja predstavljalo resnejše pomanjkanje vode in s tem sušni stres. Največja dosežena razlika (18 %) v vlažnosti tal med obravnavanjema je bila zabeležena 2. septembra.

Meritve vodnega potenciala (PWP, MWP in SWP) smo izvajali s Scholandrovo komoro na polno razvitih in osončenih listih cepljenk na izbranih podlagah. Meritve so potekale pred in po pričetku namakanja 15. avgusta v enakomernih presledkih. Meritve PWP smo izvajali pred zoro in MWP opoldan, trikrat v času trajanja poskusa. Meritve SWP so bile v dopoldanskem času in v petih terminih. Rezultati so pokazali, da se je vodni potencial cepljenk (PWP, MWP in SWP), ki so bile različno oskrbovane z vodo, bistveno razlikoval. Z 18 % razliko vlažnosti tal med obravnavanjema, ki je bila dosežena 2. septembra smo dobili tudi največje razlike v izmerjenih vodnih potencialih med obravnavanjema. Pri obravnavanju 'nenamakano' je bila najmanjša izmerjena vrednost SWP -0,98 MPa in pri obravnavanju 'namakano' -0,49 MPa. V tem terminu je bilo zaznati tudi zmanjšanje stomatarne prevodnosti obravnavanja 'nenamakano' ($0,1 \text{ mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), pri tem so bile vrednosti obravnavanja 'namakano' vsaj za $0,1 \text{ mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ večje. Zmanjšana je bila tudi fotosinteza pri različni vsebnosti vode v tleh.

Zmanjšanje razpoložljivosti vode v tleh se ni spustilo do te mere, da bi določena podlaga znotraj obravnavanja, vplivala na izboljšano vodno bilanco nadzemnega dela cepljenke te podlage. Pri SWP smo uspeli potrditi vpliv vrste podlage na vodni potencial cepljenk pri treh terminih merjenja. Te razlike so bile majhne, bolj so bile izražene pri obravnavanju 'nenamakano'. Pomembnega vpliva podlage na vodni potencial cepljenk na podlagi našega poskusa ne moremo potrditi. Na podlagi nakazanih razlik lahko predvidevamo, da bi se vpliv podlag izrazil, če bi cepljenke izpostavili resnejšemu sušnemu stresu, saj je vinska trta naravno prilagojena za sušna tla. Morda bi nastale razlike šele po daljšem obdobju, ko bi se dokončno izrazile razlike v sposobnosti ukoreninjenosti podlag, kot tudi uspešnosti zrasti cepiča in podlage.

7 VIRI

- Araujo F.J., Urdaneta T., Marin M., Williams L.E. 1999. Effect of irrigation regime on photosynthesis and leaf water potential of *Vitis vinifera* L. (cv. Alphonze Lavallé) in Venezuela. *Acta Horticulturae*, 493: 219-225
- Bica D., Gay G., Morando A., Soave E. 2000. Effects of rootstock and *Vitis vinifera* genotype on photosynthetic parameters. *Acta Horticulturae*, 526: 373-379
- Bogart K. 2000. Measuring wine grape water status using a pressure chamber. <http://www.pmsinstrument.com/kaybogart.htm> (21.1.2002)
- Cegnar T. 2004a. Mesečni bilten. Agencija RS za okolje, 11, 5: 3-16
- Cegnar T. 2004b. Mesečni bilten, Agencija RS za okolje, 11, 6: 3-16
- Cegnar T. 2004c. Mesečni bilten. Agencija RS za okolje, 11, 7: 3-16
- Cegnar T. 2004d. Mesečni bilten. Agencija RS za okolje, 11, 8: 3-16
- Cegnar T. 2004e. Mesečni bilten. Agencija RS za okolje, 11, 9: 3-16
- Cindrić P. 2000. Sorte vinove loze: metode i rezultati ispitivanja. Novi Sad, Prometej: 423 str.
- Climaco P., Lopes C.M., Carneiro L.C., Castro R. 2003. Effect of grapevine and rootstock varieties on vigour and yield. *Ciencia e Tecnica Vitivinicola*, 18, 1: 1-14
- Deloire A., Carbonneau A., Wang Z., Ojeda H. 2004. Vine and water a short review. *Journal of International Science Vigne Vin*, 38, 1: 1-13
- Delrot S., Picaud S., Gaudillère J.P. 2001. Water transport and aquaporins in grapevine. *V: Molecular biology & biotechnology of the grapevine*. Roubelakis-Angelakis K.A. (ed.). Dordrecht, Kluwer Academic Publishers: 241-262
- During H. 1994. Photosynthesis of ungrafted and grafted grapevines: effects of rootstock genotype and plant age. *American Journal of Enology and Viticulture*, 45, 3: 297-299
- Ezzahouani A., Williams L.E. 1995. The influence of rootstock on leaf water potential, yield, and berry composition of Ruby Seedless grapevines. *American Journal of Enology and Viticulture*, 46, 4: 559-563
- 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

- Hladnik J., Vodnik D. 2007. Regulacija prevodnosti listnih rež. *Acta agriculturae Slovenica*, 89, 1: 147-157
- Hrček L., Korošec-Koruza Z. 1996. Sorte in podlage vinske trte. Ptuj, Slovenska vinska akademija Veritas: 177 str.
- 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
- Iacono F., Peterlunger E. 2000. Rootstock-scion interaction may affect drought tolerance in *Vitis vinifera* cultivars. Implications in selection programs. *Acta Horticulturae*, 528: 543-549
- Kržan K. 2006. Vodna bilanca in fotosinteza cepljenk žlahtne vinske trte (*Vitis vinifera* L.) sorte 'Rebula' cepljenih na izbrane podlage. Diplomaska naloga. Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo: 42 str.
- Larcher W. 2003. *Physiological Plant Ecology*. Berlin, Springer: 513 str.
- Lavrenčič P. 2002. Podlage vinske trte (*Vitis* spp.)-novi selekcijski izzivi. V: Vinogradi in vina za tretje tisočletje? 2. slovenski vinogradniško vinarski kongres z mednarodno udeležbo, Otočec, 31.1.- 2.2.2002. Ljubljana, Strokovno društvo vinogradnikov in vinarjev Slovenije, Ljutomer, Zveza društev vinogradnikov in vinarjev Slovenije, Celje, Poslovna skupnost za vinogradništvo in vinarstvo Slovenije: 67-75
- Lavrenčič P., Koruza B., Čuš F., Korošec Z. 2004. Rootstocks (*Vitis* spp.) performance trials in Slovenia. *Acta Horticulturae*, 625: 265-271
- Lešnik M., Vršič S. 2001. *Vinogradništvo*. Ljubljana, Kmečki glas: 368 str.
- Main G., Morris J., Striegler K. 2002. Rootstock effects on Chardonnay productivity, fruit and wine composition. *American Journal of Enology and Viticulture*, 53, 1: 37-40
- Moutinho-Pereira J., Magalhães N., Gonçalves B., Bacelar E., Brito M., Correia C. 2007. Gas exchanges and water relations of three *Vitis vinifera* L. cultivars growing under Mediterranean climate. *Photosynthetica*, 45, 2: 202-207
- Novello V., de Palma L. 1997. Genotype, rootstock and irrigation influence on water relations, photosynthesis and water use efficiency in grapevine. *Acta Horticulturae*, 449: 467-473
- Ollat N., Tandonnet J.P., Lafontaine M., Schultz H.R. 2003. Short and long term effects of three rootstocks on Cabernet Sauvignon vine behaviour and wine quality. *Acta Horticulturae*, 617: 95-99

- Padgett-Johnson M., Williams L.E., Walker M.A. 2000. The influence of *Vitis riparia* rootstock on water relations and gas exchange of *Vitis vinifera* cv. Carignane scion under non-irrigated conditions. *American Journal of Enology and Viticulture*, 51, 2: 137-142
- Padgett-Johnson M., Williams L.E., Walker M.A. 2003. Vine water relations, gas exchange and vegetative growth of seventeen *Vitis* species grown under irrigated and nonirrigated conditions in California. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 128, 2: 269-276
- Paranychianakis N.V., Chartzoulakis K.S., Angelakis A.N. 2004. Influence of rootstock, irrigation level and recycled water on water relations and leaf gas exchange of Soultanina grapevine. *Environmental and Experimental Botany*, 52: 185-198
- Patakas A., Noitsakis B., Chouzouri A. 2005. Optimization of irrigation water use in grapevine using the relationship between transpiration and plant water status. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 106: 253-259
- Poni S., Bernizzoni F., Civardi S. 2007. Response of 'Sangiovese' grapevines to partial root-zone drying: Gas-exchange, growth and grape composition. *Scientia Horticulturae*. doi:10.1016/j.scienta.2007.06.003
- Register pridelovalcev grozdja in vina: za vinorodni okoliš Vipavska dolina. 2006. Ljubljana, Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano (izpis iz baze podatkov)
- Sivilotti P., Bonetto C., Paladin M., Peterlunger E. 2005. Effect of soil moisture availability on Merlot: from leaf water potential to grape composition. *American Journal of Enology and Viticulture*, 56, 1: 9-18
- de Souza C.R., Maroco J.P., dos Santos T.P., Rodrigues M.L., Lopes C., Pereira J.S., Chaves M.M. 2005. Control of stomatal aperture and carbon uptake by deficit irrigation in two grapevine cultivars. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 106, 2-3: 261-274
- Taiz L., Zeiger E. 2002. *Plant physiology*. Third Edition. Sunderland, Sinauer Associates Inc. Publishers: 690 str.
- Taiz L., Zeiger E. 2006. *A companion to Plant physiology*, Fourth edition. Sunderland, Sinauer Associates Inc. Publishers: 705 str. *Plant physiology online: Measuring water potential*.
<http://4e.plantphys.net/article.php?ch=t&id=29> (20.09.2007)
- Tozan D. 1997. Spremljanje rasti in razvoja cepljenke vinske trte (*Vitis* sp.) v prvem letu po cepljenju. *Diplomska naloga*. Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo: 153 str.

- Vodnik D. 2001. Fiziologija rastlin-praktične vaje. Ljubljana, Univerza v Ljubljani. Biotehniška fakulteta: 56 str.
- Vodnik D. 2005a. Študijska gradiva s predavanj. Fiziologija rastlin: Stres
<http://www.bf.uni-lj.si/ag/botanika/gradiva/Stres%202005-06.pdf> (6.8.2007):99 str.
- Vodnik D. 2005b. Študijska gradiva s predavanj. Fiziologija rastlin: Voda
<http://www.bf.uni-lj.si/ag/botanika/gradiva/Voda-UNI-2005-06.pdf> (7.8.2007): 105 str.
- Vršič S., Valdhuber J., Pulko B. 2002. Kompatibilnost podlage 'Boerner' z različnimi sortami vinske trte. V: Vinogradi in vina za tretje tisočletje? 2. slovenski vinogradniško vinarski kongres z mednarodno udeležbo, Otočec, 31.1.- 2.2.2002. Ljubljana, Strokovno društvo vinogradnikov in vinarjev Slovenije; Ljutomer, Zveza društev vinogradnikov in vinarjev Slovenije; Celje, Poslovna skupnost za vinogradništvo in vinarstvo Slovenije: 76-81
- Walker R.R., Blackmore D.H., Clingeleffer P.R., Correll R.L. 2002. Rootstock effects on salt tolerance of irrigated field-grown grapevines (*Vitis vinifera* L. cv. Sultana). 1. Yield and vigour inter-relationships. Australian Journal of Grape and Wine Research, 8, 1: 3-14

ZAHVALA

Iskrena hvala mentorju izr. prof. dr. Dominiku Vodniku za pomoč in vodenje skozi pisanje diplomske naloge. Hvala somentorici prof. dr. Zori Korošec-Koruza za strokovno pomoč in nenazadnje hvala staršema in prijateljem.

