

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA AGRONOMIJO

Kaja KRŽAN

**VODNA BILANCA IN FOTOSINTEZA CEPLJENK ŽLAHTNE
VINSKE TRTE (*Vitis vinifera* L.) SORTE 'REBULA' CEPLJENIH NA
IZBRANE PODLAGE**

DIPLOMSKO DELO
Univerzitetni študij

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

GRADUATION THESIS
University Studies

Ljubljana, 2006

Diplomsko delo je zaključek univerzitetnega študija agronomije. Delo je potekalo na Katedri za aplikativno botaniko in fiziologijo rastlin Oddelka za agronomijo Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani in v Selekcijsko trsničarskem središču (STS) Vrhpolje pri Vipavi.

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. Ivan KREFT
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:
29.10.2006

Naloga je rezultat lastnega raziskovalnega dela.

Kaja KRŽAN

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD Dn
DK UDK 634.842.71:631.541.11:581.11:631.432.(043.2)
KG vinska trta/*Vitis vinifera*/podlage/cepljenke/fotosinteza/vodna bilanca/namakanje
KK AGRIS F60/F06
AV KRŽAN, Kaja
SA VODNIK, Dominik (mentor)/KOROŠEC-KORUZA, Zora (somentorica)
KZ SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
ZA Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo
LI 2006
IN VODNA BILANCA IN FOTOSINTEZA CEPLJENK ŽLAHTNE VINSKE TRTE (*Vitis vinifera* L.) SORTE 'REBULA' CEPLJENIH NA IZBRANE PODLAGE
TD Diplomsko delo (univerzitetni študij)
OP X, 41 str., 2 pregl., 20 sl., 36 vir.
IJ sl
JI sl/en
AI Enoletne cepljenke žlahtne vinske trte (*Vitis vinifera* L.) sorte 'Rebula', cepljene na tri različne podlage ('Boerner', '420 A' in 'SO4') ter na ključ žlahtne vinske trte sorte ('Rebula'), smo v poljskem poskusu na Slapu pri Vipavi, leta 2004 izpostavili dvema različnima količinama razpoložljive vode v tleh. Domnevali smo, da lastnosti podlag, povezane s sprejemom in oddajanjem vode, vplivajo na vodno bilanco cepljenk ter da razlike v vodnem statusu vplivajo na fotosintetsko aktivnost. Z zalivanjem polovice cepljenk in omejevanjem dostopa padavin (prekrivanje) pri drugi polovici smo v sredini rastne sezone dosegli razlike v vsebnosti vode v tleh in v vodnem potencialu cepljenk med obravnavanjema zalivano in nezalivano. Fotosintezo smo merili 28. julija, 19. avgusta in 2. septembra s prenosnim merilnim sistemom LiCor-6400. Ugotovili smo statistično značilno razliko v stomatalni prevodnosti in fotosintezi med zalivanimi in nezalivanimi cepljenkami. Pri danem deficitu tlaka vodne pare je bila stomatalna inhibicija fotosinteze večja pri nezalivanih kot pri zalivanih rastlinah. Vpliva podlag na fotosintezo in stomatalno prevodnost nadzemnega dela ni bilo moč dokazati, kar je najverjetneje povezano z dejstvom, da nismo dosegli ravnih sušnega stresa. Predvidevamo, da lahko različen vpliv podlag na fotosintezo in vodno bilanco nadzemnega dela cepiča, pričakujemo le v stresnih razmerah.

KEY WORDS DOCUMENTATION

DN Dn
DC UDC 634.842.71:631.541.11:581.11:631.432.(043.2)
CX grapevine/*Vitis vinifera*/rootstocks/grafts/photosynthesis/water balance/irrigation
CC AGRIS F60/F06
AU KRŽAN, Kaja
AA VODNIK, Dominik (supervisor)/KOROŠEC-KORUZA, Zora (co-supervisor)
PP SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
PB University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Agronomy
PY 2006
TI WATER BALANCE AND PHOTOSYNTHESIS OF GRAPEVINE GRAFTS OF
(*Vitis vinifera* L.) CULTIVAR 'REBULA' GRAFTED ON DIFFERENT
ROOTSTOCK
DT Graduation Thesis (University Studies)
NO X, 41 p., 2 tab., 20 fig., 36 ref.
LA sl
AL sl/en
AB In 2004 one year old grapevine grafts of *Vitis vinifera* L. cv. 'Rebula' grafted on 3 different rootstocks ('Boerner', 'SO4', '420A') 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 rootstocks, related to the water uptake and water loss, could influence the water balance of grafts and that the differences in the water status of the vines could affect photosynthetic activity. By irrigating one half of the grafts and by limiting the access of water (covering) in other half, a clear difference in soil water content and plant water potential was achieved in two treatments (irrigation, no irrigation) in the middle of the season. Leaf photosynthesis was measured on July 28, August 19 and September 2 by using a LiCor-6400 measuring system. There were significant differences in stomatal conductance and photosynthesis between irrigated and non-irrigated grafts. Under given water vapor pressure deficit the stomatal inhibition of photosynthesis was much severe in non-irrigated seedlings than in irrigated ones. We were, however, not able to find any effect of rootstock on photosynthetic performance and stomatal action. This could be related to the fact that the level of water stress was not reached in our experiment. We can therefore speculate that the expected differences between the rootstocks, influencing carbon and 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 IZHODIŠČA	1
1.2 NAMEN	1
1.3 HIPOTEZE	1
2 PREGLED OBJAV	2
2.1 PODLAGE V VINOGRADNIŠTVU	2
2.2 FIZIOLOŠKI ODZIV CEPIČA NA PODLAGO	2
2.3 VODNA BILANCA IN FOTOSINTEZA CEPLJENK	4
2.3.1 Vodna bilanca	4
2.3.2 Fotosinteza	6
3 MATERIAL IN METODE	9
3.1 LASTNOSTI PROUČEVANIH PODLAG	9
3.1.1 Sorta 'Rebula' <i>Vitis vinifera</i> L.	9
3.1.2 Podlaga 'Boerner'; <i>Vitis riparia</i> Michx. x <i>Vitis cinerea</i> Engelmann	10
3.1.3 Podlaga '420A MGt'; <i>Vitis berlandieri</i> Plan. x <i>Vitis riparia</i> Michx.	10
3.1.4 Podlaga 'SO4'; <i>Vitis berlandieri</i> Plan. x <i>Vitis riparia</i> Michx.	10
3.2 POSTAVITEV POSKUSA	11
3.2.1 Priprava cepljenk	11
3.2.2 Priprava zemljišča in postavitvev poskusa	12
3.2.2.1 Potrebna oprema za poljski del poskusa	13
3.2.3 Oskrba trsnice	13
3.3 MERITEV FOTOSINTEZNIH PIGMENTOV IN PIGMENTOV KSANTOFILNEGA CIKLA TER MERITEV VODNEGA POTENCIALA	14
3.4 MERITVE FOTOSINTEZE	14
3.4.1 Prenosni merilni sistem LiCor-6400	15
3.4.2 Potek meritev z merilnim sistemom LiCor - 6400	17
3.5 MERITVE METEOROLOŠKIH PARAMETROV IN VODE V TLEH	18
3.5.1 Temperatura zraka	19
3.5.2 Padavine	20
3.5.3 Pritisk vodne pare	22
3.5.4 Voda v tleh	22
3.6 STATISTIČNE METODE	23

4	REZULTATI	24
4.1	MERITVE 28. JULIJ 2004	24
4.1.1	Dnevni potek neto fotosinteze	24
4.1.2	Dnevni potek deficita tlaka vodne pare	25
4.1.3	Rezultati meritev neto fotosinteze	26
4.1.4	Rezultati meritev stomatalne prevodnosti	27
4.2	MERITVE 19. AVGUST 2004	28
4.2.1	Rezultati meritev neto fotosinteze	29
4.2.2	Rezultati meritev stomatalne prevodnosti	30
4.3	MERITVE 2. SEPTEMBER 2004	31
4.3.1	Rezultati meritev neto fotosinteze	31
4.3.2	Rezultati meritev stomatalne prevodnosti	32
5	RAZPRAVA IN SKLEPI	34
6	POVZETEK	38
7	VIRI	39
	ZAHVALA	

KAZALO PREGLEDNIC

	str.
Preglednica 1: Kronološki pregled škropljenja proti boleznim v trsnici na poskusnem polju Slap, Vrhpolje 2004.	14
Preglednica 2: Kronološki pregled meritev, ki so bile opravljene v okviru širše zasnove poskusa na poskusnem polju - Slap pri Vipavi 2004.	15

KAZALO SLIK

	str.
Slika 1: Blok obravnavanja nezalivano na poskusnem polju Slap pri Vipavi 2004 (Kržan K.)	12
Slika 2: Poskusna parcela s konstrukcijo za zaščito pred padavinami, Slap pri Vipavi 2004 (Kržan K.)	13
Slika 3: LiCor-6400 sestavni deli merilnega sistema (LI-COR, 1999)	15
Slika 4: Absorpcijski spekter ogljikovega dioksida in vode (Parcy in sod., 1989)	16
Slika 5: Spreminjanje koncentracij hitrosti toka zraka ter molskega deleža ogljikovega dioksida in vode pri prehodu zraka skozi merilno komoro z listom v odprtem diferencialnem sistemu (Vodnik, 2005a)	17
Slika 6: Merilna kiveta med merjenjem fotosinteze, sestavni del merilnega sistema LiCor – 6400, poskus Slap pri Vipavi 2004 (Kržan K.)	18
Slika 7: Povprečne (T povp), maksimalne (T max) in minimalne (T min) temperature za meteorološko postajo Slap pri Vipavi od prve dekade maja do tretje dekade septembra 2004 (Cegnar, 2004a, 2004b, 2004c, 2004d, 2004e)	19
Slika 8: Količina padavin (mm) in število padavinskih dni za meteorološko postajo Slap pri Vipavi za obdobje od prve dekade maja do tretje dekade septembra 2004 (Cegnar, 2004a, 2004b, 2004c, 2004d, 2004e)	20
Slika 9: Prikaz padavin (mm) za meteorološko postajo Slap pri Vipavi od prve dekade maja do tretje dekade septembra za leto 2004 in za dolgoletno povprečje (1961-1990) (Cegnar, 2004a, 2004b, 2004c, 2004d, 2004e)	21
Slika 10: Prikaz povprečnega tlaka vodne pare za meteorološko postajo Slap pri Vipavi od maja do septembra 2004 (Cegnar, 2004a, 2004b, 2004c, 2004d, 2004e)	22
Slika 11: Prikaz dinamike vode v tleh za obravnavanji zalivano in nezalivano, poskus Slap pri Vipavi 2004	23
Slika 12: Dnevni potek fotosinteze pri podlagah 'Boerner', '420 A', 'SO4' in pri 'Rebuli', za obravnavanje zalivano (modra barva ◊) in nezalivano (zelena barva ◊), Slap pri Vipavi 2004	25
Slika 13: Dnevni potek deficita tlaka vodne pare VpdL za podlage, 'Boerner', '420 A', 'SO4' in za 'Rebulo' za obravnavanje zalivano (modra barva ◊) in nezalivano (zelena barva ◊), Slap pri Vipavi 2004	26

- Slika 14: Prikaz fotosinteze v odvisnosti od deficita tlaka vodne pare (VpdL) za 28. julij 2004, za podlage 'Boerner', '420 A', 'SO4' in za 'Rebulo', za obravnavanje zalivano (modra barva \diamond) in nezalivano (zelena barva \diamond) 27
- Slika 15: Prikaz stomatalne prevodnosti v odvisnosti od deficita tlaka vodne pare (VpdL), 28. julij 2004, za podlage 'Boerner', '420 A', 'SO4' in za 'Rebulo', za obravnavanje zalivano (modra barva \diamond) in nezalivano (zelena barva \diamond) 28
- Slika 16: Neto fotosinteza v odvisnosti od deficita tlaka vodne pare za 19. avgust 2004, za podlage "Boerner", '420 A', 'SO4' in za 'Rebulo', za obravnavanje zalivano (modra barva \diamond) in nezalivano (zelena barva \diamond). 29
- Slika 17: Stomatalna prevodnost v odvisnosti od deficita tlaka vodne pare za 19. avgust 2004, za podlage 'Boerner', '420 A', 'SO4' in za 'Rebulo', za obravnavanje zalivano (modra barva \diamond) in nezalivano (zelena barva \diamond) 30
- Slika 18: Prikaz neto fotosinteze v odvisnosti od deficita tlaka vodne pare za 2. september 2004, za podlage 'Boerner', '420 A', 'SO4' in za 'Rebulo', za obravnavanje zalivano (modra barva \diamond) in nezalivano (zelena barva \diamond) 31
- Slika 19: Prikaz stomatalne prevodnosti v odvisnosti od deficita tlaka vodne pare za 2. september 2004, za podlage 'Boerner', '420 A', 'SO4' in za 'Rebulo', za obravnavanje zalivano (modra barva \diamond) in nezalivano (zelena barva \diamond) 32
- Slika 20: Neto fotosinteza v odvisnosti od prevodnosti listnih rež, cepljenk na podlagah \diamond 'Boerner', \diamond '420 A', \diamond 'SO4' in na \diamond 'Rebuli', obravnavanji zalivano in nezalivano, 2. september 2004, poskus Slap pri Vipavi 37

OKRAJŠAVE IN SIMBOLI

ABA	abscizinska kislina
HPLC	sistem za tekočinsko kromatografijo visoke ločljivosti (high performance liquid chromatography)
IRGA	infra-rdeči plinski analizator (infra-red gas analyser)
MWP	opoldanski vodni potencial (midday water potential)
PS II	fotosistem II.
PWP	vodni potencial pred zoro (predawn water potential)
SO4	selekcija Oppenheim številka 4
SWP	debelni vodni potencial (stem water potential)
VpdL	deficit tlaka vodne pare
WUE	učinkovitost izrabe vode (water use efficiency)
STS	seleksijsko trsničarsko središče
MGt	Millardet et de Grasset

1 UVOD

Ekonomske razmere in spremembe okolja narekujejo nova merila in postavljajo nove potrebe v kmetijstvu. S prilagoditvijo ustreznih dejavnikov lahko delno blažimo vplive teh sprememb. Prav s selekcijo sort in podlag v vinogradništvu iščemo najprimernejše kombinacije cepič/podlaga, ki bi v nekem okolju optimalno uspevale. Podlage se med seboj razlikujejo tako po arhitekturi korenin, fizioloških parametrov in vplivu na nadzemni oziroma žlahtni del, ki je posrednik med tlemi, podlago, okoljem in pridelkom.

1.1 IZHODIŠČA

Sprememba klime in več sušnih dni nas sili k temu, da iščemo najbolj prilagojene rastline na pomanjkanje vode, saj lahko le tako optimiziramo kmetijsko pridelavo. V poskusu smo obravnavali različne podlage. Podlaga '420 A' je med starejšimi križanci *V. berlandieri* x *V. riparia* in rezultat francoske selekcije, podlaga 'SO4' je križanec *V.berlandieri* x *V. riparia*, selekcioniran v Nemčiji (Openheim), podlaga 'Boerner', pa je bila prav tako selekcionirana v Nemčiji (Geisenheim). Je rezultat novejših selekcij, križanec *V. riparia* in *V. cinerea*, ki naj bi bila popolnoma odporna na listno obliko trtne uši.

1.2 NAMEN

Namen poskusa je bil ugotoviti, kako se nadzemni del rastline odziva na obravnavane podlage, kako na fiziološke parametre v listih vpliva različna razpoložljivost vode v tleh ter kako se s tem sooča podlaga kot posrednik med tlemi in cepičem. Meritve so bile opravljene v okviru širše zasnove poskusa, ki je zajemala tudi meritve vodnega potenciala, fotosintetskih pigmentov in pigmentov ksantofilnega cikla.

1.3 HIPOTEZE

Pričakovali smo, da se bodo fiziološki parametri med zalivanimi in nezalivanimi rastlinami razlikovali. Glede na dosedanja znanja smo pričakovali različne fiziološke parametre med cepljenkami na različnih podlagah ter razlike v fotosintezi in stomatalni prevodnosti med podlagami znotraj posameznega obravnavanja; zalivano, nezalivano. Pri ugotavljanju časovnega poteka fotosinteze smo pričakovali opoldansko zmanjšanje fotosintetske aktivnosti, kot posledice zmanjšanja stomatalne prevodnosti.

2 PREGLED OBJAV

Selekcija in žlahtnjenje podlag vinske trte potekata že od leta 1880, ko se je na evropskih tleh pojavila trtna uš. Od takrat pa vse do danes je bilo na področju trsničarstva narejenih veliko raziskav, predvsem v smeri uspešnosti samega cepljenja. Dosti manj objav je posvečenih odbiri podlag za bolj kakovostno in ekonomično gojenje trt.

2.1 PODLAGE V VINOGRADNIŠTVU

Cepljenje žlahtne vinske trte na ameriške podlage kot najučinkovitejše sredstvo proti trsni uši (*Daktulosphaira vitifoliae* Fitch) so prvi začeli uporabljati v Franciji, kjer se je trsna uš v Evropi najprej pojavila. Ugotovili so namreč, da škodljivec ameriškim trtam ne škoduje dosti in jih v normalni rasti pravzaprav ne ovira. Zaradi novih načinov pridelovanja grozdja in zaradi pojavov boleznin in škodljivcev se je pridelovanje grozdja sicer podražilo, vendar je uvajanje tehnike sčasoma občutno zmanjšalo pridelovalne stroške in reševalo ljudi težaškega dela (Hrček in Korošec-Koruza, 1996).

Selekcija in žlahtnjenje podlag poteka že več kot 100 let (Lavrenčič, 2002). Vsaka izmed danes razširjenih podlag ima vsaj eno šibko lastnost. Univerzalne podlage ni, saj so klimatske, pedološke, biotske in ekonomske značilnosti svetovnih vinogradniških pokrajin tako zelo različne, da je skoraj nemogoče določiti univerzalno optimalno interakcijo genotip (podlaga/cepič) x okolje (Mullins s sod., 1992 po Lavrenčič, 2002).

Osnovne značilnosti za dobro podlago so naslednje:

- odpornost proti trsni uši,
- dobra afiniteta z žlahtno trto, ki jo cepimo na ameriško podlago,
- sposobnost adaptacije v danih talnih in podnebnih razmerah,
- prenašanje apna v tleh,
- dobro ukoreninjenje,
- ustrezna bujnost.

Glede na to, da ameriške vrste vinske trte največkrat nimajo vseh navedenih lastnosti dovolj izraženih, so za izboljšanje vzgojili nove hibride s križanjem raznih vrst med seboj (Hrček in Korošec-Koruza, 1996), pri čemer so se kot najprimernejše, bodisi kot križanci ali čiste podlage izkazale tri ameriške vrste: *Vitis riparia* Mchx., *Vitis berlandieri* Plan. in *Vitis rupestris* Scheele. V zadnjem času pa je v križanje vključenih še nekaj drugih podlag med njimi sta: *Vitis cinerea* Engelm. in *Vitis champinii* Planch.

2.2 FIZIOLOŠKI ODZIV CEPIČA NA PODLAGO

Cepljenje za cepič predstavlja stres, saj pride ob cepljenju do prekinitve žilnega sistema in s tem posledično tudi do prekinitve vodnega toka, ki je nujen za večino procesov, ki se dogajajo v celici. Uspešna in hitra vzpostavitev žilnih povezav pomeni tudi uspešno

cepljenje. Dobra povezanost prevodnih tkiv cepljenih rastlin bo omogočala rastlinam, da vzdržujejo vodni status, ki je nujno potreben za nadaljnjo rast in neoviran proces transpiracije in fotosinteze.

Pogosto se dogaja, da se spremeni vodni status cepiča, ko ga cepimo na določeno podlago, ki je odpornejša na pomanjkanje vode v tleh. Posredno je s tem povezana tudi aktivnost fotosinteze cepljene rastline in nenazadnje tudi pridelek (Taiz in Zeiger, 2002).

Vpliv podlag vinske trte na fiziološke parametre in razvoj nadzemnega dela trte ter kakovost mošta in vina so proučevali številni raziskovalci, med drugimi tudi Ollat in sod., (2003) v poskusnem vinogradu blizu Bordeaux-ja. Poskus je bil izveden na sorti Cabernet Sauvignon, cepljeni na treh različnih podlagah; '101-14 Mgt', 'Riparia Gloire de Montpellier' in 'SO4'. Trte stare okoli 25 let pa so bile posajene na dveh različnih vrstah tal (plitva in globoka peščena tla). Rezultati so pokazali različen vpliv podlag na naslednje parametre (Ollat in sod., 2003):

- vegetativni razvoj; v omenjenem poskusu so s tehtanjem enoletnega lesa dokazali vpliv podlage na vegetativni razvoj nadzemnega dela trte,
- fotosintetsko aktivnost; rezultati poskusa so pokazali razlike v fotosintetski aktivnosti med cepljenkami na različnih podlagah, vendar razlike niso bile statistično značilne,
- pridelek; v poskusu se je pridelek med trtami na različnih podlagah značilno razlikoval, največji pridelek je bil zabeležen pri trtah na podlagi 'SO4',
- analizo mošta; omenjen poskus ni pokazal statistično značilne razlike v koncentraciji sladkorja v moštu med podlagami, zabeležena pa je bila značilna razlika v koncentraciji antocianov, ta je bila največja pri moštu iz trt na podlagi 'Riparia Gloire de Montpellier', sledila je '101-14 Mgt', najmanj antocianov pa je bilo izmerjenih v moštu iz trte na podlagi 'SO4',
- senzorično kakovost vina; ugotovili so tudi razlike v senzoričnih lastnostih vina, ki jih je ocenjevalo 11 degustatorjev. Vino iz grozdja na podlagi 'Riparia Gloire de Montpellier' je bilo najboljše ocenjeno in označeno kot najbolj sadno in uravnoteženo. Najslabše ocene pa je dobilo vino iz grozdja na podlagi 'SO4'.

Podlaga pomembno vpliva na maso lesa nadzemnega dela vinske trte ter na razmerje masa korenin : masa nadzemnega dela (Korošec in sod., 2004). Kovač (2004) je v diplomski nalogi ugotavljal vpliv podlage na maso in število korenin ter na maso cepljenk v prvem letu v trsnici. Uporabil je dva selekcionirana klona sorte 'Rebula', cepljene na štiri podlage ('1103 P', '420 A', 'SO4', in '3309 C'). Rezultati so pokazali vpliv podlage na omenjene parametre pri dveh izkopih, ki so jih opravili v začetku oktobra in konec novembra. Največjo povprečno maso poganjkov ter veliko maso korenin je imela cepljenka na podlagi 'SO4', najmanjšo pa cepljenka na podlagi '420 A', ki je imela tudi najmanjše povprečno število korenin.

Main in sod. (2002) so dokazali vpliv podlage vinske trte na pridelek in sestavo grozdja in vina. Pri trtah na podlagah 'Kober 5BB' in '110 Richter' je bil zabeležen 40 % in 19 % večji pridelek kot pri trtah na lastnih koreninah.

Vpliv podlage na pridelek so ugotavljali tudi Abu-Hilal in sod. (2000), ko so sorto Cabernet Sauvignon cepili na tri različne podlage. Izkazalo se je da ima podlaga 'Teleki 5C' več jagod na grozd in da sta teža grozda in pridelek značilno večja v primerjavi z ostalima podlagama ('3309 Couderc'in '110 Richter').

Dokazano je, da sta fotosintetska aktivnost cepiča in prevodnost listnih rež specifična glede na cepič, vendar pa ima pomemben vpliv na te dejavnike prav genotip podlage (Iacono in sod., 1998). Kolikšen vpliv ima podlaga na žlahtni del trte pa je sortno značilno (Düring, 1994).

2.3 VODNA BILANCA IN FOTOSINTEZA CEPLJENK

Fotosintezo in transpiracijo povezujejo iste difuzijske poti za CO₂ in H₂O, zato sta velikost fotosinteze in transpiracije nekakšen kompromis med obema procesoma glede na dane razmere v okolju. Oba procesa namreč uravnava sprememba prevodnosti difuzijskih poti, pri čemer je najpomembnejša sprememba prevodnosti listnih rež (Vodnik, 2001).

2.3.1 Vodna bilanca

Voda prehaja iz lista v atmosfero predvsem skozi listne reže. Mehanizem tega transporta je difuzija, osnova pa koncentracijski gradient vodne pare, ki ga lahko izrazimo tudi z deficitom tlaka vodne pare. Na osnovi razmerja med tlakom vodne pare v listu in zraku poteka transpiracija (Likozar, 2005). Ta je regulirana preko listnih rež – stomata, katerih regulacija poteka preko naslednjih dejavnikov (Vodnik, 2005b):

- koncentracija CO₂ v celicah (pri zmanjšanju koncentracije CO₂ se listne reže odprejo),
- svetloba (posredno preko fotosintetske aktivnosti, neposredno),
- vodni potencial lista (hormonalna kontrola preko abscizinske kisline),
- temperatura (hlajenje),
- veter.

Vse kopenske rastline so izpostavljene izsuševanju zaradi izgub vode v atmosfero. Uspeh rastline, ki je izpostavljena pomanjkanju vode, je odvisen od njene prilagoditvene sposobnosti ter uporabe vode na tak način, da bosta rast in fotosinteza v sušnih razmerah kar najboljše vzdrževani. Pri rastlinah, ki so izpostavljene pomanjkanju vode, pride do sprememb vodnega potenciala. Posledično pride do zmanjšanja fotosinteze in transpiracije, saj rastlina skuša vzdrževati vodni status na račun zmanjšane prevodnosti listnih rež, kar omeji omenjena procesa (Taiz in Zeiger, 2002).

Rastlina se na pomanjkanje vode odzove tudi z zapiranjem listnih rež (z zmanjševanjem stomatalne prevodnosti). V primeru, ko zapiranje povzroči izguba turgorja, pravimo temu hidropasivno zapiranje, hidroaktivno zapiranje listnih rež pa se zgodi, ko je celotna rastlina dehidrirana in je odvisna predvsem od metabolizma prevodnih celic. Pri hidroaktivnem zapiranju igra pomembno vlogo abscizinska kislina (ABA), ki se sintetizira v koreninah in

prenese v nadzemne dele rastline. Z zmanjševanjem vodnega potenciala v listih pride do povečanja koncentracije ABA v rastlini in s tem do povečanja upornosti listnih rež. Znano je tudi, da se v sušnejših razmerah preusmeri rast na korenine, kar regulira hormon ABA, hkrati pa ustavi rast nadzemnega dela (Taiz in Zeiger, 2002).

Iacono in sod., (1998), so pri preučevanju vpliva podlage (rodu *Vitis*) na odpornost na vodni stres, iskali povezavo med abscizinsko kislino in osnovnimi fiziološkimi procesi v listu. Cepiče *Vitis vinifera* cv. Muller Thurgau (Rizvanec) so cepili na tri različne podlage (H1: 93-5 Couderc X 99Richter, H8: 41 B Millardet X Teleki 8B, H26: 161/49 X *Vitis berlandieri*). Izvajali so lončni poskus in kot kontroli v enakih razmerah opazovali tudi rastline žlahtne vinske trte (*Vitis vinifera* L.) in hibride rastoče na lastnih koreninah. Merili so izmenjavo plinov, fluorescenco klorofila in vsebnost abscizinske kisline v listih. Meritve so izvajali med 7. in 14. dnevom po vzpostavitvi vodnega stresa. V omenjenem poskusu so ugotovili, da so imele trte *Vitis vinifera* na lastnih koreninah in zgoraj omenjene cepljenke, izmerjene večje vrednosti fotosinteze (okoli $7 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), kot podlage z lastnim nadzemnim delom (okoli $4 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$). Omenjene razlike pa so se s stopnjevanjem sušnih razmer povečevale (do 30 % večja fotosintetska aktivnost cepljenk z žlahtnim nadzemnim delom v primerjavi s hibridi z lastnim nadzemnim delom). Cepljenke *V. vinifera* na različnih podlagah so imele veliko fotosintetsko aktivnost, ki se je zmanjševala šele okoli 14 dne sušnega stresa. Z veliko fotosintezo pa sta povezani tudi velika stomatalna prevodnost (okoli $0,03 \text{ mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) in velika učinkovitost izrabe vode (WUE = fotosinteza / transpiracija). Rezultati poskusa so pokazali, da genotip podlage pomembno vpliva na fiziološke procese v listih, med drugim tudi na neto fotosintezo in stomatalno prevodnost. Omenjen poskus je pokazal tudi, da se stomatalna prevodnost odziva na koncentracijo abscizinske kisline v listih, ki je regulirana s strani nadzemnega dela rastline, vsekakor pa količino abscizinske kisline v listih uravnava tudi podlaga.

Poleg abscizinske kisline je pri regulaciji stomatalne prevodnosti pomemben hormon citokinin. Citokinin je rastlinski hormon, ki se tvori v koreninskih vršičkih in se po ksilemu transportira v nadzemne dele rastline, kjer deluje med drugim tudi na sintezo klorofila in razvoj kloroplastov ter pospešuje odpiranje listnih rež (Taiz in Zeiger, 2002). Navedeni dejavniki delujejo pozitivno na fotosintetsko aktivnost cepiča, tvorba citokinina pa je najverjetneje vrstno značilna in se med podlagami najverjetneje razlikuje.

Stomatalna prevodnost je veliko bolj povezana z vodnim potencialom tal kot pa z vodnim potencialom v listu. Da so prav korenine tiste, ki lahko regulirajo stomatalno prevodnost pove dejstvo, da v primeru dehidracije le dela koreninskega sistema rastlina zmanjša prevodnost kljub dobri preskrbljenosti z vodo (Taiz in Zeiger, 2002).

V poskusu sta Novello in de Palma (1997) preizkušala tri različne podlage ('140 Ru', '420 A' in 'Kober 5BB') na dveh kultivarjih ('Verdeca', 'Negroamaro') v razmerah namakano in nenamakano, preko merjenja fizioloških parametrov (stomatalna prevodnost, fotosinteza, WUE-učinkovitost izrabe vode) in vodnega potenciala v nadzemnem delu trte. Povečanje deficita tlaka vodne pare v opoldanskem času je povzročilo zapiranje listnih rež pri obeh obravnavanjih, pri čemer se je stomatalna prevodnost namakanih rastlin zmanjšala na $0,19 \text{ mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, nenamakanih pa na $0,11 \text{ mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ (razlika je statistično značilna).

Rezultati so pokazali, da podlagi '420 A' in '140 Ru' inducirata večjo učinkovitost izrabe vode (WUE), medtem ko je bil pri podlagah '420 A' in 'Kober 5BB' zabeležen nižji vodni potencial v listu. V tem poskusu se fiziološki parametri, merjeni pri namakanih trtah različnih podlag, niso značilno razlikovali, medtem ko je pri nenamakanih rastlinah opaziti večje razlike med podlagami. Podlaga '140 Ru' se je izkazala za najbolj prilagojeno na pomanjkanje vode, saj njene vrednosti niso dosti odstopale od vrednosti namakanih rastlin. Pomanjkanje vode je najbolj prizadelo podlago 'Kober 5BB'. Tako avtorja zaključujeta, da so kombinacije 'Negroamaro'/'140 Ru', 'Verdeca'/'140 Ru' in 'Verdeca'/'420 A' najprimernejše za gojenje brez namakanja v semi-aridnih področjih Sredozemlja. Omenjene podlage so imele v obravnavanju nenamakano najvišji debelni vodni potencial (SWP) (Novello in de Palma, 1997).

2.3.2 Fotosinteza

Pri fotosintezi rastline izrabljajo energijo sončnega sevanja za oksidacijo vode in redukcijo ogljikovega dioksida v organske spojine. Okoljski dejavniki, ki vplivajo na proces fotosinteze so (Vodnik, 2005b):

- svetloba – svetloba se absorbira s pomočjo fotosintetskih pigmentov: klorofila, glavnega pigmenta in karotenoidov, pomožnih pigmentov (karoteni in ksantofili: β -karoten, lutein, violaksantin, anteraksantin, ...),
- koncentracija ogljikovega dioksida – fotosinteza se z večanjem koncentracije ogljikovega dioksida povečuje do nasičenja,
- temperatura – vpliva na difuzijo plinov, hitrost biokemičnih reakcij ...,
- vodni status – učinkovitost izrabe vode:
 $WUE = \text{asimiliran } CO_2 / H_2O$, oddana s transpiracijo,
- prehranjenost z mineralnimi hranili.

Manjša vsebnost vode v tleh povzroči omejitev fotosinteze, ta je lahko inhibirana z omejeno absorpcijo vode preko korenin – nestomatalna inhibicija fotosinteze ali zaradi zmanjšanja stomatalne prevodnosti (omejen sprejem CO_2 skozi listne reže) – stomatalna inhibicija fotosinteze (Vodnik, 2005b).

Zapiranje listnih rež v začetku sušnega stresa povzroči povečanje učinkovitosti izrabe vode – WUE, kar je posledica zmanjšane stomatalne prevodnosti, to zavira transpiracijo, medtem ko se CO_2 porablja iz intercelularnega prostora. Z daljšanjem stresnega obdobja dehidracija mezofilnih celic, ki so fotosintetsko najaktivnejše, inhibira fotosintezo, mezofilni metabolizem slabi in učinkovitost izrabe vode se manjša. Raziskave so pokazale, da sušni stres močnejše vpliva na stomatalno prevodnost kot na fotosintezo (Taiz in Zeiger, 2002).

Iz nekaterih poskusov je razvidno, da je nivo stomatalne omejitve fotosinteze ob omejeni preskrbi z vodo odvisen od kultivarja in podlage. Pri zmernem do večjem sušnem stresu de Souza in sod. (2005), pri kultivarjih 'Muškat' in 'Castelao', niso zaznali negativnih vplivov na fotosintezo (aktivnost Kalvinovega cikla, maksimalna karboksilacija) kar kaže, da je vinska trta dobro prilagojena na sušne razmere.

Pri cepljenih rastlinah je fotosintetska aktivost cepiča pogojena s kombinacijo cepič/podlaga in s fotosintezo povezanimi fiziološkimi parametri, ki so od te kombinacije odvisni.

Novello in de Palma (1997) ugotavljata, da ima največjo fotosintetsko aktivnost kombinacija cepič/podlaga, ki ima tudi največji debelni vodni potencial (SWP) in učinkovitost izrabe vode (WUE). Pri proučevanju trt izpostavljenih pomanjkanju vode sta ugotovila podobno relativno inhibicijo transpiracije (-27 %) in neto fotosinteze (-34 %), kar je posledica zapiranja listnih rež. Neto fotosinteza namakanih ($20,52 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) in nenamakanih ($13,52 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) trt se je statistično značilno razlikovala.

Raziskava vpliva podlage *Vitis riparia* na vodno bilanco in izmenjavo plinov pri žlahtnem delu (*Vitis vinifera* 'Carignane') v razmerah nenamakano, je pokazala, da v določenih razmerah podlaga lahko modificira izmenjavo plinov v nadzemnem delu, kljub nespremenjenem vodnem statusu rastline. Poskus, ki je trajal dve leti (1992 in 1993) je bil izveden v vinogradu in je obravnaval omenjeno kombinacijo cepič/podlaga ter kontrolni rastlini (*Vitis vinifera* 'Caignane') na lastnih koreninah in podlag (*Vitis riparia*) z lastnim nadzemnim delom. Ugotovitve, da so stomatalna prevodnost, fotosintetska aktivnost in učinkovitost izrabe vode (WUE) podobne pri cepljenki in rastlini *Vitis riparia*, in da se omenjeni parametri teh dveh rastlin značilno razlikujejo od meritev kontrolnih rastlin *Vitis vinifera* 'Carignane', kaže tesno povezanost podlage s fiziološkimi parametri v listih nadzemnega dela (Padgett-Johnson in sod., 2000).

Pomemben vpliv vodnega režima na fotosintezo trte so ugotovili Iacono in sod. (1998), ko so vzpostavili 14 dni sušnih razmer in izmerili sledeče: neto fotosinteza je bila pred stresom $6,5 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, po 7-ih dneh sušnih razmer $5,5 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ in po 14-ih dneh sušnega stresa $2,9 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, podoben trend je bil zabeležen pri fotorespiraciji in stomatalni prevodnosti. Fotorespiracija izražena kot delež neto fotosinteze je predstavljala 24,6 % le te pred vodnim stresom in 27,3 ter 31 % po 7-ih in 14-ih dneh sušnih razmer.

Aktivnost fotosinteze se lahko zmanjša kljub veliki stomatalni prevodnosti, temu pa je vzrok inaktivacija fotosistema II (PSII) z delovanjem rastlinskega pigmenta ksantofila. Ksantofilni cikel je vključen v fotoprotekcijo listov pred visokim svetlobnim sevanjem Düring (1999).

Düring (1999) je meril aktivnost fotosinteze in stomatalno prevodnost namakanih in nenamakanih rastlin pri različnih virih svetlobe. Rezultati so pokazali velike razlike med namakanimi in nenamakanimi trtami. Maksimalna fotosinteza zalivanih trt je zabeležena okoli $10 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ pri okoli $800 \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ svetlobni intenziteti, nezalivanih pa okoli $4 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ pri približno $500 \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ svetlobe. Po omenjenih maksimalnih vrednostih je začela fotosinteza naglo padati in pri $1300 \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ svetlobe pri nenamakanih rastlinah padla na $0 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, medtem ko se je pri namakanih vzdržala na okoli $8 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$. Stomatalna prevodnost nenamakanih rastlin se je gibala med 0 in $0,02 \text{ mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, namakane rastline pa so stomatalno prevodnost z večanjem svetlobe nenehno povečevale in ob največji osvetljenosti okoli $1300 \text{ mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ dosegale maksimalno odprtje listnih rež ($0,2 \text{ mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$).

V lončnem poskusu, kjer so cepili sorto 'Rebula' na različne podlage, med njimi tudi 'SO4' in '420 A', se je pokazala statistično značilna povečana neto fotosinteza (povprečje okoli $11 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), transpiracija (povprečna okoli $3 \text{ mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) in stomatalna prevodnost (povprečna vrednost okoli $0,16 \text{ mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) pri cepljenkah na podlagi '420A', medtem ko so ostale podlage dosegle naslednje povprečne vrednosti: neto fotosinteze okoli $8,5 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, transpiracije okoli $2 \text{ mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ in stomatalne prevodnosti okoli $0,09 \text{ mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$. Meritve so bile opravljene 16. avgusta po daljšem obdobju brez padavin, pri izenačenih razmerah koncentracije CO_2 (350 ppm CO_2) in svetlobnega sevanja ($1000 \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) (Lavrenčič, 2002).

Da podlaga značilno vpliva na fotosintetske parametre v listih cepljenke, so dokazali tudi Bica in sod. (2000), ko so cepili sorto 'Pinot noir' (Modri pinot) na podlage 'Kober 5BB', 'SO4', '41B' in '1103 P' ter sorto 'Chardonnay' na podlagi '1103 P' in 'SO4'. Meritve so izvajali na enoletnih cepljenkah pri temperaturi med 33 in 37 °C in saturacijski svetlobi. Pri obeh sortah so imele cepljenke na podlagi '1103 P' večjo listno površino, večjo vsebnost klorofila, stomatalno prevodnost in transpiracijo kot cepljenke na podlagi 'SO4'. Prav tako se cepljenke na podlagi '1103 P' izkazale kot najodpornejše na sušni stres, saj so dosegale največje vrednosti neto fotosinteze (okoli $10 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) ob najmanjši razpoložljivosti vode, v primerjavi z ostalimi podlagami (okoli $8 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$). Statistično značilna razlika v fotosintezi med podlagami je bila le pri sorti 'Chardonnay' (fotosinteza cepljenk na podlagi 'SO4' je bila $8,2 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, na podlagi '1103 P' pa $9,3 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$). Cepljenke sorte 'Pinot noir' na obravnavanih podlagah so pokazale podoben trend neto fotosinteze, izstopale so le cepljenke na podlagi '1103 P'.

Povzamemo lahko, da je uspevanje rastlinskih vrst oziroma njihova kompetitivna zmožnost odvisna od tega, kako so sposobne preživeti nekatere stresne razmere. Osnova za toleranco v takšnih razmerah so določene fiziološke lastnosti. V kmetijstvu se s selekcijo odbirajo kultivarji, ki dobro uspevajo v določenih ekoloških razmerah. Prav z namenom pridobiti rastlinski material, ki bi bil v določenih rastnih razmerah še bolj uspešen, pa se uporablja tudi cepljenje. Pričakovati je torej, da se bodo nekatere posebne lastnosti, ki so povezane s kombinacijo podlaga/cepič izrazile v rastnih razmerah, ki so izven optimuma. Takšne primere poznamo tudi iz poskusov z vinsko trto. Novello in de Palma (1997) navajata, da se v poskusu fiziološki parametri, merjeni pri namakanih trtah različnih podlag, niso značilno razlikovali, medtem ko je pri nenamakanih rastlinah opaziti večje razlike med podlagami.

3 MATERIAL IN METODE

Poskus smo izvedli v trsnici na Slapu (Vipavska dolina) na parceli pod Žoržem. Enoletne cepljenke sorte 'Rebule' na treh različnih podlagah 'Boerner', 'SO4', '420 A' in na sorto 'Rebula' (kontrolna cepljenka) smo posadili v 10 blokih. Polovico cepljenk smo zalivali, polovico pa ne (5 blokov na obravnavanje). V treh obdobjih smo s prenosnim merilnim sistemom za merjenje fotosinteze merili fotosintezo, transpiracijo, prevodnost listnih rež in koncentracijo CO₂ v listih, ob natančni meritvi okoljskih dejavnikov, ki različno vzpodbujajo transpiracijo (različne vrednosti deficita tlaka vodne pare). Ob meritvah fotosinteze so paralelno potekale meritve vodnega potenciala rastlin.

3.1 LASTNOSTI PROUČEVANIH PODLAG

Naša naloga je bila spremljanje fizioloških lastnosti sorte 'Rebula' cepljene na tri različne podlage; 'Boerner', 'SO4' in '420 A' ter na sorto 'Rebula'. Slednje cepljenke so nam služile za kontrolo, cepili smo jih zato, da smo si zagotovili izenačen izhodiščni material, kar pomeni, da smo pri vseh cepljenkah upoštevali vpliv cepljenja.

3.1.1 Sorta 'Rebula'; *Vitis vinifera* L.

Sorto 'Rebula', predstavnico evropske vinske trte (*Vitis vinifera* L.) smo uporabili v poskusu kot cepič za vse obravnavane podlage in za ključ pri kontrolni rastlini ('Rebula' cepljena na 'Rebulo'). Žlahtna trta *Vitis vinifera* L. ima kot podlaga večino lastnosti, ki jih iščemo pri ameriških podlagah (sposobnost adaptacije v danih talnih in podnebnih razmerah, zelo dobro prenašanje apna v tleh, dobro ukoreninjenje in ustrezna bujnost), nima pa pglavitne lastnosti, to je odpornosti proti trsni uši (*Dactulosphaira vitifolia* Fitch). V poskusu smo jo uporabili kot kontrolno podlago.

Sorta 'Rebula' spada v zahodnoevropsko skupino sort – Proles occidentalis. Njena domovina je Italija (Verona, Vicenca), kjer jo zgodovinarji omenjajo od 14. stoletja naprej, pri nas pa jo štejemo med udomačene sorte. V Primorski vinorodni deželi je priporočena sorta v vinorodnem okolju Goriška Brda, Vipavskem in Kraškem vinorodnem okolju (Hrček in Korošec-Koruza, 1996), kjer je bila leta 2001 po zastopanosti na drugem mestu z deležem 14% (Škvarč in sod., 2002). Pojavlja se v treh različnih: rumena 'Rebula', zelena 'Rebula' in rumena 'Rebula' z debelejšimi jagodami. Je srednje bujna sorta, grozdje dozoreva srednje pozno, rodi obilno in redno, na boleznih ni posebno odporna, je pa dokaj odporna proti pozebi (Hrček in Korošec-Koruza, 1996).

Za cepič smo uporabili material klonskega kandidata sorte 'Rebula' z oznako 3/84, za podlago pa 1/24. Material je bil na razpolago vzporedno s preizkušanjem v klonski selekciji v STS Vrhpolje.

3.1.2 Podlaga 'Boerner'; *Vitis riparia* Michx. x *Vitis cinerea* Engelmann

Križanec 'Boerner' je nastal v Geisenheimu v Nemčiji s križanjem podlag *V. riparia* in *V. cinerea*. Podlaga je odporna na nematode (*Xiphinema* sp.), na njo se ne more prenesti virus 'fanleaf'. Odporna je tudi na peronosporo (*Plasmopara viticola* Berl. & de Toni). 'Boerner' je edina podlaga, ki je nastala s križanjem z vrsto *Vitis cinerea*, ki je odporna na vse biotipe trtne uši (Cindrić, 2000). Prenese 15 % apna v tleh (Lešnik in Vršič, 2001). V poskusu, kjer so primerjali tvorbo kalusa in uspešnost ukoreninjenja podlage 'Kober 5BB' in podlage 'Boerner', je slednja slabše tvorila kalus, predvsem takrat, ko je bil les slabše dozorel, prav tako je cepljenka na podlagi 'Boerner' tvorila manj korenin, ki so bile tanjše, posledica tega pa je bila manjša zaloga hrane v cepljenkah. Ugotovljeno je bilo, da je podlaga 'Boerner' primerna za matične nasade, saj lahko na ta način zmanjšamo reinfekcijo trt v novo posajenih nasadih. Omogoča tudi biološki način obrambe proti trtni uši in je primerna za površine okužene s trtno ušjo in z nematodami brez dodatne dezinfekcije tal (Vršič, 2002).

3.1.3 Podlaga '420A MGt'; *Vitis berlandieri* Plan. x *Vitis riparia* Michx.

Podlaga '420 A' je prvi komercializirani križanec *V. berlandieri* x *V. riparia* (Galet, 1988 po Cindrić, 2000). Vzgojila sta jo Millardet in Grasset v Franciji leta 1887. Najbolj je bila razširjena v Franciji, saj so jo imeli za najboljšo med podlagami, kasneje pa jo je zamenjala podlaga '161-49 Cauderc'. Pri nas so jo pogosto uporabljali v Istri. Podlaga se slabše ukoreninja in je zato neprijetna pri vinogradnikih, sicer pa se dobro cepi. Rast te podlage je bujna, uspeva v rahlih plitvejših tleh, prenese 20 % fiziološko aktivnega apna v tleh. Priporoča se za rdeče sorte v primorski vinorodni deželi. Ker vpliva na šibkejšo rast, je primerna za gostejše sajenje v vinogradu (Hrček in Korošec-Koruza, 1996). Cepljenke na podlagi '420 A' se v trsnici zelo pozno ukoreninijo, zato se porabijo rezervne snovi v podlagi za tvorbo mladik. Prav zaradi poznega odganjanja korenin veliko število cepljenk v trsnici propade. Lastnost slabega ukoreninjenja podlaga najverjetneje podeduje od vrste *V. berlandieri* Plan. (Tozan, 1997).

3.1.4 Podlaga 'SO4'; *Vitis berlandieri* Plan. x *Vitis riparia* Michx.

Podlaga 'SO4' je nastala iz Telekijevega križanca '4A', ki so ga leta 1912 poslali v Openheim v Nemčijo in dalje selekcionirali. Uporablja se predvsem v kontinentalnih področjih zahodne in srednje Evrope (Cindrić, 2000). Vpliva na zgodnejše dozorevanje lesa in grozdja, zato jo priporočajo v podravski in posavski vinorodni deželi. Uspeva v vsakih tleh primernih za vinogradništvo, prenese 15 do 17 % fiziološko aktivnega apna. Občutljiva je na antagonizem med kalijem, magnezijem in kalcijem (Hrček in Korošec-Koruza, 1996). Podlaga 'SO4' slabše prenaša sušo in je odporna na trtno uš (Cindrić, 2000). Cepljenke na podlagi 'SO4' v začetnih tednih rasti poženejo veliko maso korenin in mladik in majhno število cepljenk propade (Tozan, 1997).

3.2 POSTAVITEV POSKUSA

S postavitvijo poskusa smo začeli že v novembru 2003, ko smo pripravili ključe za cepljenje, nadaljevali smo spomladi 2004 s cepljenjem, siljenjem cepljenk, pripravo zemljišča, sajenjem in oskrbo cepljenk, v poletnem času pa smo skrbeli za zalivanje oz. prekrivanje trt. V treh terminih: 28. julija, 19. avgusta in 2. septembra smo izvajali meritve. V jeseni 2004 je sledila še obdelava rezultatov meritev.

3.2.1 Priprava cepljenk

Potrebna oprema za pripravo cepljenk:

- ključi vseh obravnavanih podlag,
- cepiči sorte 'Rebula',
- cepilni stroj,
- raztopina Bavistina,
- parafin,
- zaboji za siljenje,
- žagovina.

Poskus se je začel v trsnici Vrhpolje, kjer smo pripravili sadilni material. Ker vemo, da je povprečni izplen cepljenja 60-70 %, smo pripravili skupno 470 cepljenk. V novembru 2003 smo pripravili ključe, tako da smo jih narezali na primerno dolžino in shranili pri temperaturi okoli 3 °C in relativni zračni vlagi 90 %. Pred cepljenjem smo razkuževali ključe v raztopini Bavistina 24 ur, nato pa 48 ur v vodi.

Trte za poskus smo cepili 13. aprila 2004 v trsnici Vrhpolje. Ključe smo pripravili tako, da smo jim odstranili očesa ter jih odrezali na spodnjem delu tik pod očesom, na zgornjem delu pa na mestu cepljenja. Pri cepljenju smo bili pozorni, da smo izbirali ključe in cepiče približno enakih debelin ter, da se orientacija očesa cepiča ujema z orientacijo oslepljenih oče ključa. Cepili smo s cepilnim strojem na omega rez. Postopek cepljenja poteka v dveh potezah, najprej smo z ene strani vstavili cepič, stroj je vanj zarezal obliko grške črke Ω (omega) in ga zadržal, z druge strani pa smo zarezali ključ in ga spojili s cepičem.

Po končanem cepljenju smo cepljenke namočili v parafin, od vrha cepljenke do sredine podlage in s tem zaščitili cepljeno mesto pred izsuševanjem. Nato smo cepljenke ohladili v hladni vodi in zložili v lesene zaboje za siljenje, kjer smo med plasti cepljenk dali plasti žagovine. Omočene zaboje smo dali na siljenje, ki je trajalo od 16. aprila do 7. maja.

Siljenje je potekalo v dveh fazah. V prvi fazi so bile cepljenke izpostavljene temperaturi 30 °C, v drugi fazi pa smo temperaturo znižali za 5 °C. 7. maja smo končali siljenje in pregledali spojna mesta. Izločili smo cepljenke, ki niso imele popolnega kalusnega obročka. Odbrane cepljenke smo ponovno parafinirali. Od 7. do 17. maja so bile na prilagajanju, kar pomeni utrjevanje pri nižji temperaturi v skladišču.

3.2.2 Priprava zemljišča in postavitvev poskusa

Poskus smo izvedli v vasi Slap pri Vipavi na parceli, katere lastnik je Dominik Žorž, najemnik pa STS Vrhpolje.

Parcela je del polja, na katerem STS Vrhpolje vzgaja svoje cepljenke. Polje se nahaja na ravnem in dokaj izenačenem terenu ob dveh poljskih poteh. Nadmorska višina polja je 137 m.



Slika 1: Blok obravnavanja nezalivano na poskusnem polju Slap pri Vipavi 2004 (Kržan K.)

Poskus je bil zastavljen kot split plot poskus z dvema preučevanima dejavnikoma: podlaga in vodni režim. Poskusno polje smo razdelili na dve glavni parceli: namakano in nenamakano. Na vsaki parceli smo naredili pet blokov in v vsakem bloku posadili po šest rastlin za vsako izmed štirih obravnavanih podlag. Na začetku in koncu vsakega bloka smo posadili po dve robni rastlini, ki jih v izogib robnem efektu nismo vključevali v meritve.

Rastline posajene v blokih 1-5 smo varovali pred padavinami s tunelsko konstrukcijo, ki smo jo v primeru dežja prekrili s plastično folijo, rastline od 6-10 pa smo dodatno zalivali. Zalivanje smo izvedli dvakrat in sicer 15. in 25. avgusta. V vsakem terminu smo porabili 500 L vode na celotno parcelo (obravnavanje zalivano) oziroma 100 L vode na vsako od parcelic 6, 7, 8, 9, 10.

10. maja smo položili v zemljo folijo, ki je obravnavanju nezalivano preprečevala stik z vodo. Folija je bila položena od površja do globine 1m na treh straneh, med obravnavanjema (zalivano, nezalivano) ter levo in desno ob celotni dolžini parcele.

Cepljenke smo vložili v grebene 17. maja. Zemljišče je bilo predhodno zorano in obdelano s prekopalnikom. Na pripravljeno površino je bila strojno položena zastirna črna folija, primerno preluksnjana. Cepljenke smo sadili v razdalji 12 cm. Pred sajenjem smo jih namakali v vodi.

27. maja smo nad obravnavanje nezalivano postavili konstrukcijo za tunel, ki je bila pripravljena za zastrtje v primeru dežja. Na ta način smo želeli doseči različno razpoložljivost vode med obravnavanja.



Slika 2: Poskusna parcela s konstrukcijo za zaščito pred padavinami, Slap pri Vipavi 2004 (Kržan K.)

3.2.2.1 Potrebna oprema za poljski del poskusa:

- folija za podzemno zaščito,
- tunnelska konstrukcija z možnostjo prekrivanja pred nevihto,
- 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).

3.2.3 Oskrba trsnice

Med rastno dobo so bile cepljenke redno škropljene proti boleznim. Časovni pregled škropljenja je prikazan v preglednici 1.

Preglednica 1: Kronološki pregled škropljenja proti boleznim v trsnici na poskusnem polju - Slap, Vrhpolje 2004

DATUM TRETIRANJA	PREPARAT
2.junij	Ridomil Gold 0,25%, Demitan 0,06%
13.junij	Ridomil Gold 0,30%, Kumulus0,30%
18.junij	Bravo 0,25%,Topas 0,025%
28.junij	Bravo 0,25%,Topas 0,025%
7.julij	Bravo 0,25%
15. julij	Antracol Combi 0,25%, Melody duo 0,20%
23.julij	Mikal 0,3%
2.avgust	Mikal 0,4%
16.avgust	Mikal 0,3%
27.avgust	Mikal 0,4%

3.3 MERITEV FOTOSINTEZNIH PIGMENTOV IN PIGMENTOV KSANTOFILNEGA CIKLA TER MERITEV VODNEGA POTENCIALA

6. avgusta, 27. avgusta in 6. septembra 2004 so bili vzeti vzorci listov vinske trte za določanje vsebnosti rastlinskih pigmentov, prav tako je potekalo v navedenih terminih merjenje vodnega potenciala rastlin. Analiza biokemijskih parametrov je bila izvedena po HPLC metodi v laboratoriju na Biotehniški fakulteti v Ljubljani, Oddelek za agronomijo, Katedra za aplikativno botaniko, ekologijo in fiziologijo rastlin.

Meritve vodnega potenciala so potekale na poskusnem polju s Scholanderjevo komoro pred zoro in opoldne. V opoldanskem času je bil izmerjen tudi vodni potencial debla (SWP: stem water potential), po predhodnem 30 minutnem zakrivanju listov z alu- in PVC folijo.

Meritve so bile opravljene v okviru širše zasnove poskusa in diplomskih nalog Lupinc (2006) in Černelič (2006). Podatke teh meritev bomo delno uporabili pri razlagi rezultatov meritev fotosinteze in vodne bilance rastlin.

3.4 MERITVE FOTOSINTEZE

Meritve smo izvajali v treh terminih: 28. julij, 19. avgust in 2. september, v dopoldanskem času. Preglednica 2 prikazuje kronološki potek meritev, na poskusnem polju, ki so bile opravljene v okviru širše zasnove poskusa.

Na splošno lahko fotosintezo merimo s spremljanjem spreminjanja koncentracij CO₂ ali O₂ v določeni omejeni atmosferi. Pri tem moramo upoštevati tudi druge fiziološke procese pri katerih prihaja do izmenjave teh dveh plinov med rastlino in okoljem. To sta dihanje (respiracija) in svetlobno dihanje (fotorespiracija), pri katerih se O₂ porablja, CO₂ pa tvori. Pri meritvah fotosinteze gre torej za določanje neto fotosinteze (asimilacija + disimilacija)

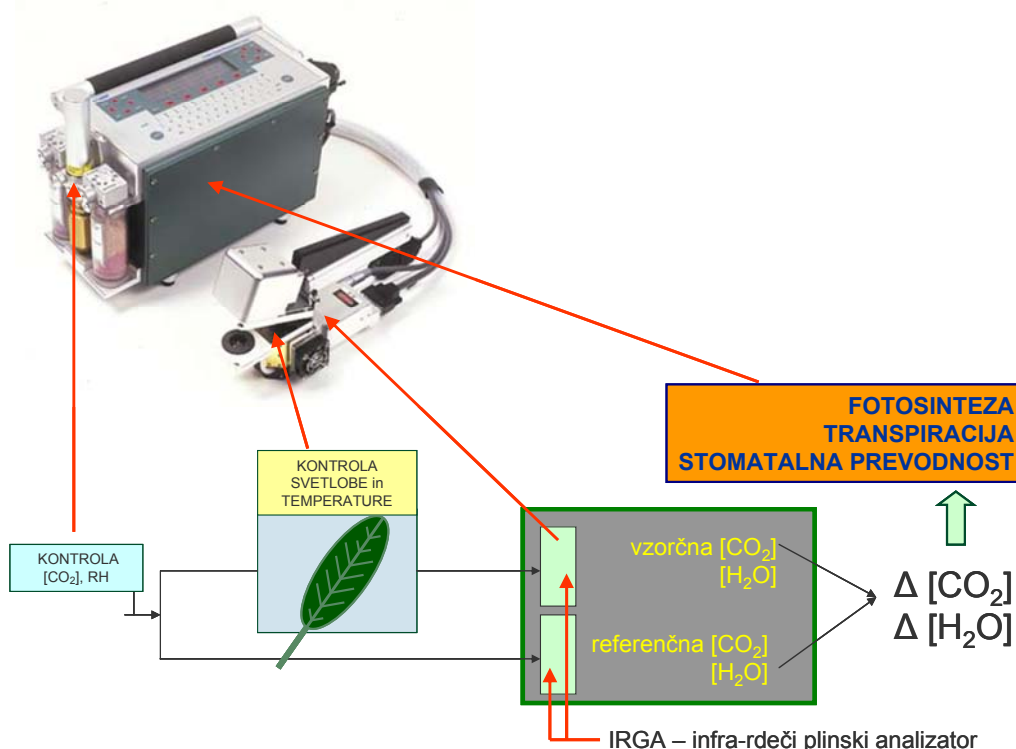
(Vodnik, 2001). Naša raziskovalna oprema je bil prenosni merilni sistem LiCor-6400, ki meri CO₂ s pomočjo infra-rdečega plinskega analizatorja – IRGA.

Preglednica 2: Kronološki pregled meritev, ki so bile opravljene na poskusnem polju - Slap pri Vipavi 2004
 SWP-stem water potential, MWP-midday water potential, PWP-predawn water potential

DATUM	VRSTA MERITVE
21. junij	Vlažnost tal
28. julij	Vlažnost tal, SWP, PWP, fotosinteza
6. avgust	Vlažnost tal, vzorčenje listov za določanje vsebnosti rastlinskih pigmentov
12. avgust	Vlažnost tal, SWP, MWP, PWP
19. avgust	Vlažnost tal, SWP, fotosinteza
26. avgust	Vlažnost tal, SWP
27. avgust	Vzorčenje listov za določanje vsebnosti rastlinskih pigmentov
2. september	Vlažnost tal, SWP, MWP, PWP, fotosinteza
6. september	Vzorčenje listov za določanje vsebnosti rastlinskih pigmentov

3.4.1 Prenosni merilni sistem LiCor-6400

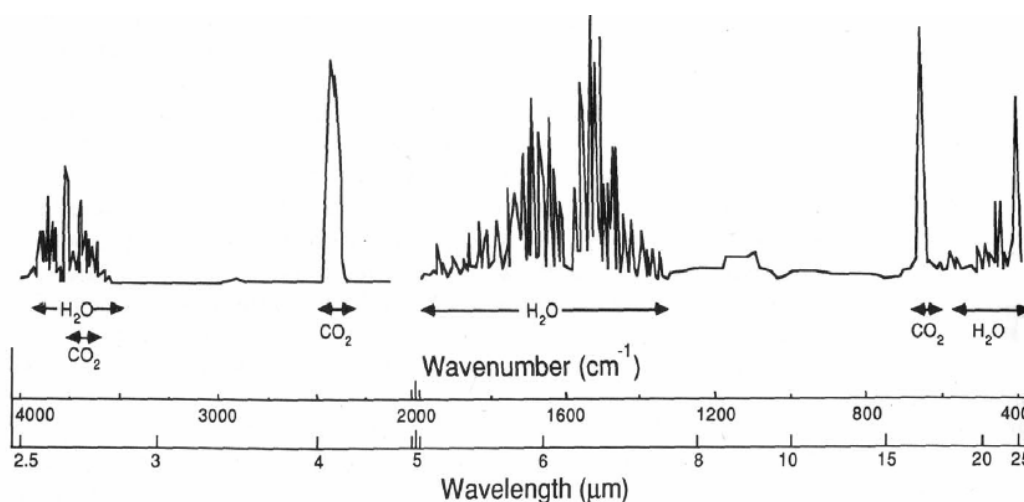
Prenosni merilni sistem LiCor-6400 je odprt sistem, pri čemer merjenje fotosinteze in transpiracije sloni na razlikah CO₂ in H₂O v zračnem toku, ki potuje skozi kiveto z listom (LI-COR, 1999).



Slika 3: LiCor-6400 sestavni deli merilnega sistema (LI-COR, 1999:)

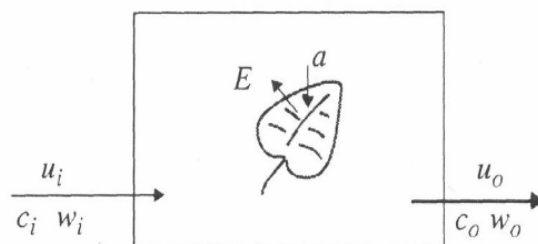
Aparat za merjenje imenujemo 'sistem' zaradi tega, ker je fotosinteza posredno merjeni parameter ter dejstva, da hkrati s koncentracijo CO₂ (O₂) spremljamo tudi različne druge parametre, ki vplivajo na fotositezo. Tako je nujno spremljanje nekaterih abiotskih dejavnikov (svetloba, temperatura, relativna vlažnost) in drugih parametrov, pri katerih opravljamo meritev. Po drugi strani nam sočasno spremljanje fotosinteze, transpiracije in stomatalne prevodnosti omogoča celovitejši vpogled v dejansko fiziološko stanje rastline.

Princip delovanja sistema za merjenje fotosinteze – IRGA, sistem z infrardečim analizatorjem CO₂, je absorpcija infrardeče svetlobe. Molekuli H₂O in CO₂ močno absorbirata infrardečo svetlobo in če kiveto z vzorcem zraka presvetlimo z virom IR svetlobe in izmerimo energijo sevanja po prehodu skozi vzorec, lahko iz razlike izračunamo absorpcijo in ob primerni kalibraciji tudi koncentracijo CO₂ v vzorcu (Vodnik, 2001).



Slika 4: Absorpcijski spekter ogljikovega dioksida in vode (Parcy in sod., 1989)

Poleg analizatorja je bistveni sestavni del sistema merilna komora, v katero damo list. Komora je opremljena s senzorjem za svetlobo in ventilatorjem, ki preprečuje nastajanje zastojne plasti zraka na listni površini (Vodnik, 2001).



s	površina lista (m^2)
a	asimilacija CO_2 ($mol\ CO_2\ m^{-2}\ s^{-1}$)
E	transpiracija ($mol\ CO_2\ m^{-2}\ s^{-1}$)
u_i, u_o	hitrost vstopnega in izstopnega toka zraka ($mol\ s^{-1}$)
c_i, c_o	molski delež ogljikovega dioksida v zraku ($mol\ CO_2\ mol^{-1}$ zraka)
w_i, w_o	molski delež vode v zraku ($mol\ H_2O\ mol^{-1}$ zraka)

Slika 5: Spreminjanje koncentracij hitrosti toka zraka ter molskega deleža ogljikovega dioksida in vode pri prehodu zraka skozi merilno komoro z listom v odprtem diferencialnem sistemu (Vodnik, 2005a)

Transpiracija (E) in fotosinteza (a) spremenita koncentraciji vode in CO_2 zraka, ki prehaja skozi komoro. Zaradi transpiracije se poveča tudi hitrost toka zraka (u_o). Iz teh parametrov lahko izračunamo fotosintezo, transpiracijo in prevodnost listnih rež (Vodnik, 2005a).

$$sE = u_o w_o - u_i w_i \quad \dots (1)$$

$$sa = u_i c_i - u_o c_o \quad \dots (2)$$

Izračuni neto fotosinteze transpiracije in stomatalne prevodnosti slonijo na meritvah razlik koncentracij ogljikovega dioksida in vode med referenčno celico in vzorčno celico. V listno komoro dovajamo zrak z določeno koncentracijo ogljikovega dioksida. Koncentracija CO_2 , ki zapušča komoro, je zaradi fotosinteze rastline manjša, delež vodne pare pa zaradi transpiracije večji. Sistem ima dva analizatorja, eden meri CO_2 v zraku iz listne komore, drugi meri primerjalno (referenčno) vrednost CO_2 v zraku, ki ga vodimo mimo listne komore. S primerjavo obeh vrednosti lahko izračunamo velikost neto fotosinteze rastline (Vodnik, 2001).

3.4.2 Potek meritev z merilnim sistemom LiCor - 6400

Meritve smo izvedli na prvih polnorazvitih listih od vršička navzdol, v naključno izbranih blokih. Izbrani listi so morali biti popolnoma osvetljeni. V merilno kiveto smo vstavili list tako, da je bila celotna površina 'okna' merilne kivete pokrita z listom (Slika 6).



Slika 6: Merilna kiveta med merjenjem fotosinteze, sestavni del merilnega sistema LiCor – 6400, poskus Slap pri Vipavi 2004 (Kržan K.)

28. julija smo izvajali meritve brez zunanjega svetlobnega vira in uravnavanja temperature. Koncentracija ogljikovega dioksida je bila uravnana na $360 \mu\text{mol CO}_2 \text{ mol}^{-1}$. Relativna zračna vlažnost je bila v rangu od 40 do 45 %. Z meritvami smo začeli ob 7.00 zjutraj in merili do 13.00 ure. Sledili smo dnevni poteku fotosinteze, transpiracije in stomatalne prevodnosti, vendar zaradi oblačnosti po 13.00 uri ni bilo mogoče nadaljevati z meritvami.

19. avgusta smo opravljali meritve od 9.00 do 11.30 ure, 2. septembra pa od 11.00 do 15.00 ure. V obeh terminih smo uporabili zunanji svetlobni vir (6400-02B LED, Licor, ZDA) in ga uravnali na $1500 \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, prav tako smo uravnavali koncentracijo CO_2 v vstopnem zraku na $360 \mu\text{mol CO}_2 \text{ mol}^{-1}$. Temperatura bloka je merila $25 - 27 \text{ }^\circ\text{C}$, relativna zračna vlaga pa je bila od 40 % do 45 %.

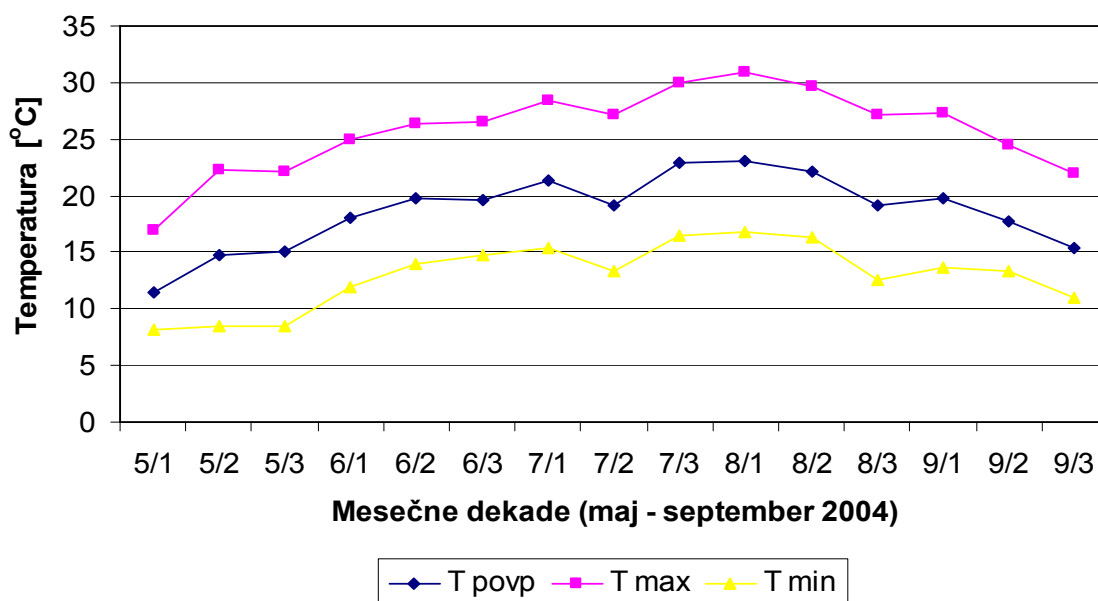
3.5 MERITVE METEOROLOŠKIH PARAMETROV IN VODE V TLEH

Vzporedno z merjenjem fotosinteze, transpiracije in stomatalne prevodnosti smo opazovali tudi meteorološke parametre, ki lahko vplivajo na preučevane dejavnike. V nadaljevanju bomo predstavili meteorološke parametre: temperaturo zraka, količino padavin in povprečni pritisk vodne pare za meteorološko postajo Slap pri Vipavi, ki se nahaja v neposredni bližini poskusnega polja. Podatke smo dobili v Mesečnem biltenu Agencije Republike Slovenije za okolje (Cegnar, 2004a, 2004b, 2004c, 2004d, 2004e).

Meritve vode v tleh smo izvedli na poskusnem polju s pomočjo sistema za volumetrično merjenje vlažnosti tal na osnovi dielektrične konstante.

3.5.1 Temperatura zraka

Poljski del našega poskusa se je začel 17. maja z vlaganjem cepljenk v zemljo, končal pa se je 2. septembra z zadnjo meritvijo fotosinteze. Podrobneje si bomo ogledali temperature zraka, ki so spremljale naš poskus, saj so eden ključnih dejavnikov fiziološkega stanja rastlin.



Slika 7: Povprečne (T povp), maksimalne (T max) in minimalne (T min) temperature za meteorološko postajo Slap pri Vipavi od prve deкаде maja do tretje deкаде septembra 2004 (Cegnar, 2004a, 2004b, 2004c, 2004d, 2004e)

Slika 7 prikazuje povprečne temperature ter povprečne minimalne in maksimalne temperature v času obravnavanja našega poskusa. Povprečne temperature so od prve deкаде maja naraščale vse do prve deкаде avgusta, ko je bilo temperaturno povprečje najvišje. Izjema je druga dekada julija, ko se je povprečna temperatura spustila za 2,1 °C glede na prejšnjo dekada. Od druge deкаде avgusta naprej opazimo trend padanja povprečnih temperatur posameznih dekad v mesecu, z izjemo prve deкаде v septembru, ko se temperaturno povprečje dvigne za 0,7 °C glede na prejšnjo dekada.

V maju je bila povprečna temperatura zraka 13,8 °C in je bila 1,4 °C nižja od dolgoletnega povprečja (1961-1990), absolutni minimum je bil 4,0 °C, absolutni maksimum pa 26 °C. Število dni z maksimalno temperaturo $\geq 25^{\circ}\text{C}$ je bilo 4. Povprečna temperatura v prvi tretjini meseca je bila 2,4 °C pod dolgoletnim povprečjem, v drugi tretjini 0,8 °C pod dolgoletnim povprečjem, v zadnji tretjini meseca pa 1,1 °C pod dolgoletnim povprečjem (Cegnar, 2004a).

V juniju so izmerili povprečno temperaturo zraka 19,1 °C, ta je bila 0,7 °C višja od dolgoletnega povprečja (1961-1990). Absolutni minimum je bil 8,0 °C, absolutni maksimum pa 31,0 °C. Število dni s povprečno temperaturo $\geq 25^{\circ}\text{C}$ se je povečalo na 19.

V prvi dekadi je bila temperatura zraka 1,0 °C višja od dolgoletnega povprečja, v drugi dekadi 1,5 °C višja ter v tretji dekadi 0,3 °C nižja (Cegnar, 2004b).

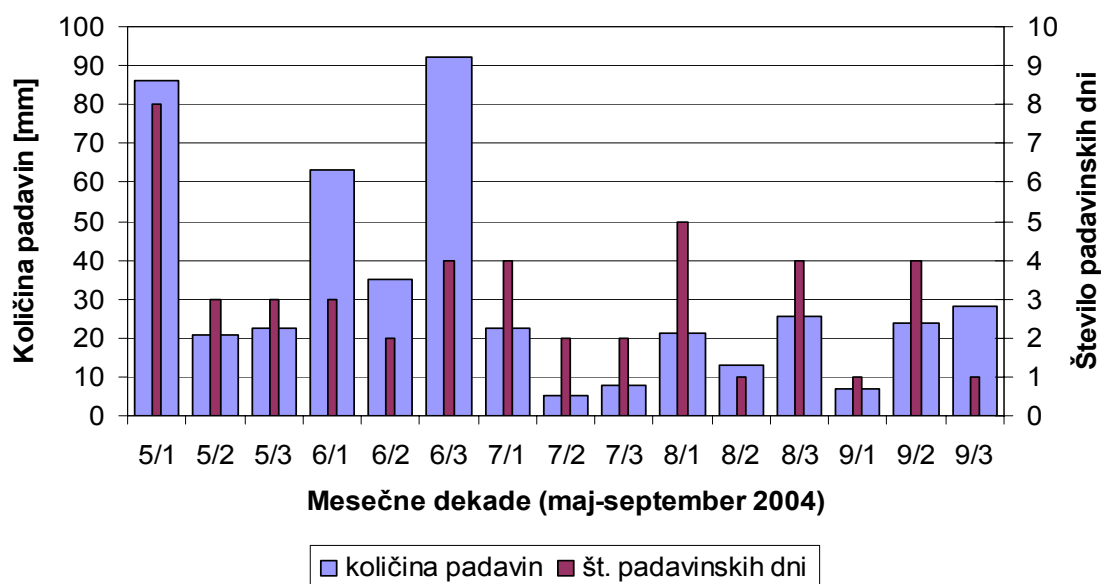
Mesec julij ima izmerjeno povprečno temperaturo zraka 21,2 °C. Ta je 0,4 °C višja od večletnega povprečja (1961-1990). Absolutni minimum 10,0 °C in absolutni maksimum 34 °C. 27 dni je bilo s povprečno temperaturo ≥ 25 °C. V prvi dekadi je bila povprečna temperatura 1,1 °C višja od povprečja, v drugi dekadi 2,0 °C nižja in v zadnji dekadi 0,1 °C višja od večletnega povprečja (Cegnar, 2004c).

Avgust je bil mesec z najvišjo povprečno temperaturo 21,3 °C. Ta je bila 0,9 °C višja od večletnega povprečja. Maksimalna absolutna temperatura je bila 33,0 °C, minimalna absolutna temperatura pa 9,5. Ta mesec pa je imel tudi največ, kar 29 dni s povprečno temperaturo ≥ 25 °C. Prva tretjina je preseгла večletno povprečje za 1,6 °C, druga za 1,3 °C in tretja za 0,1 °C (Cegnar, 2004d).

Septembra se je začelo ohlajanje, povprečna temperatura tega meseca je bila 17,6 °C in je za 0,5 °C preseгла dolgoletno povprečje (1961-1990). Absolutna minimalna temperatura se je spustila na 8,0 °C, absolutna maksimalna temperatura zraka pa je bila 30,0 °C. Število dni s povprečno temperaturo ≥ 25 °C se je povečalo na 15 dni. V prvi dekadi je bila povprečna temperatura 1,5 °C višja od dolgoletnega povprečja, v drugi dekadi 0,6 °C in v tretji dekadi meseca 0,7 °C nižja (Cegnar, 2004e).

3.5.2 Padavine

Fiziološko stanje rastlin je močno odvisno tudi od vode. Ker smo poskus izvajali na polju, so podatki o padavinah med poskusom za nas zelo pomembni.



Slika 8: Količina padavin (mm) in število padavinskih dni za meteorološko postajo Slap pri Vipavi za obdobje od prve dekade maja do tretje dekade septembra 2004 (Cegnar, 2004a, 2004b, 2004c, 2004d, 2004e)

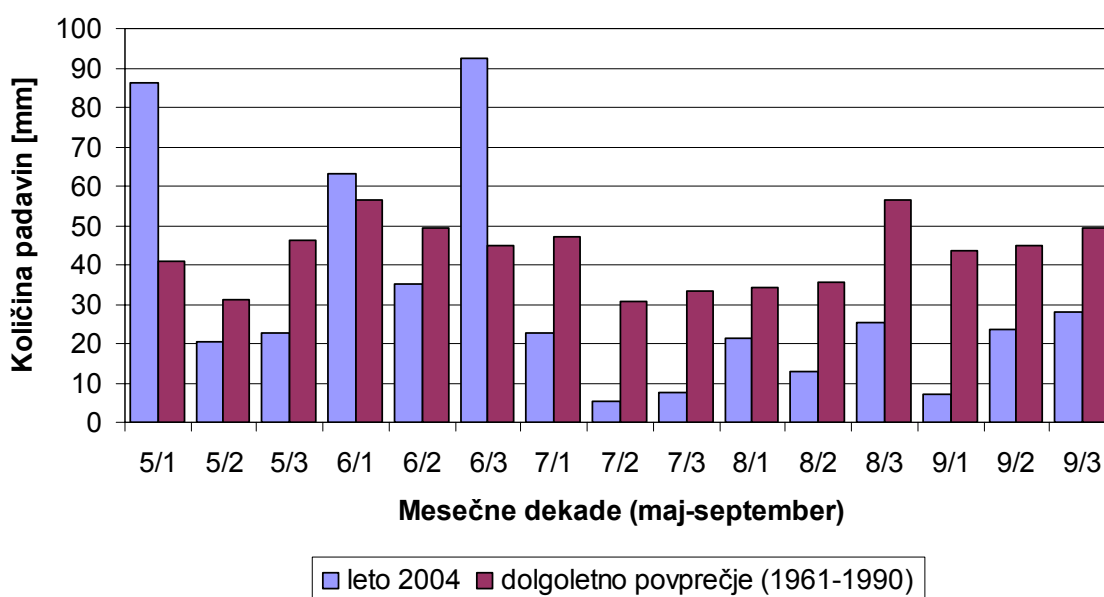
V mesecu maju je padlo skupaj 129,6 mm dežja v 14 padavinskih dneh (ko pade vsaj 0,1 mm padavin v dnevu). Največ, 86,3 mm, ga je padlo v prvi dekadi, ko je bilo število padavinskih dni tudi največje (8 dni). V tem mesecu so bili 4 dnevi z nevihtami. V prvi dekadi maja je padlo približno dvakrat več padavin v primerjavi z dolgoletnim povprečjem, v drugi in tretji dekadi pa približno 50 % manj (slika 9) (Cegnar, 2004a).

Mesec junij je bil najbolj deževen mesec v obravnavanem obdobju. Zapadlo je kar 190,5 mm dežja v devetih dneh, največ v tretji dekadi, 92,4 mm (v 4 dneh). V tem mesecu je bilo 5 dni z nevihtami. V primerjavi z dolgoletnim povprečjem je v prvi dekadi padlo 112 % padavin, v drugi 71 % in v tretji 205 % (slika 9) (Cegnar, 2004b).

Meseca julija je zapadlo le 35,5 mm dežja v osmih dneh, od tega je bilo največ padavin v prvi dekadi, 22,6 mm v 4 dneh. V celotnem mesecu sta bila dva nevihtna dneva. V primerjavi z dolgoletnim povprečjem je v prvi dekadi padlo 48 % dežja, v drugi 17 % in v tretji 23 % (slika 9) (Cegnar, 2004c).

V avgustu je bilo skupaj 59,8 mm padavin in 10 padavinskih dni. V drugi dekadi je bil samo 1 padavinski dan, ko je zapadlo 13,1 mm dežja. V mesecu so bili trije dnevi z nevihtami. Iz slike 9 je razvidno, da je bilo v prvi dekadi tega meseca 62 % padavin v primerjavi z dolgoletnim povprečjem, v drugi 37 % in v tretji 45 % (Cegnar, 2004d).

September je bil mesec z najmanj padavinskimi dnevi. V celem mesecu je padlo 58,9 mm dežja v šestih dneh. Največ padavinskih dni je bilo v drugi dekadi meseca (4 dnevi), v prvi in tretji pa je bil po en padavinski dan. V tem mesecu ni bilo neviht. V primerjavi z dolgoletnim povprečjem je v prvi dekadi padlo 16 % padavin v drugi 53 % in v tretji 57 % (Cegnar, 2004e).

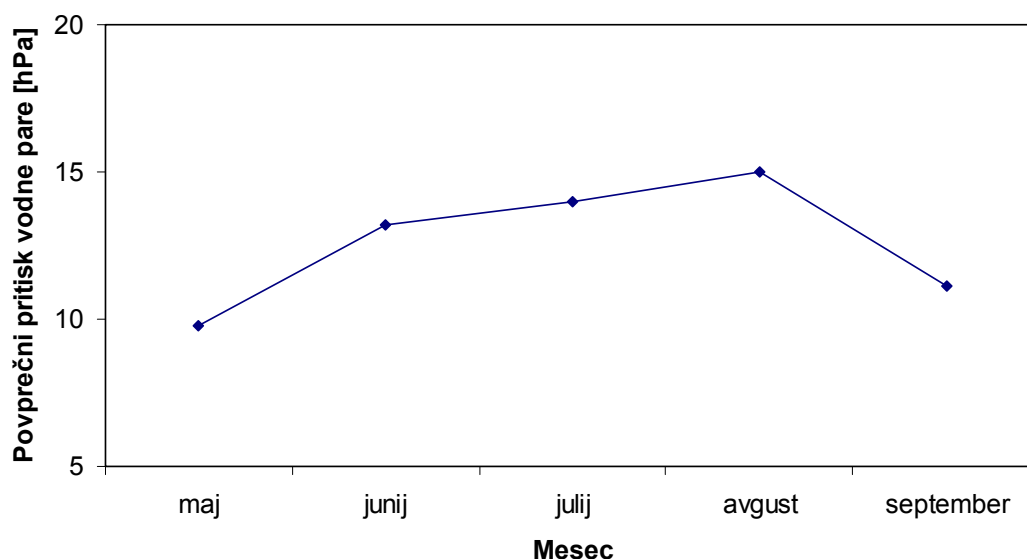


Slika 9: Prikaz padavin (mm) za meteorološko postajo Slap pri Vipavi od prve dekade maja do tretje dekade septembra za leto 2004 in za dolgoletno povprečje (1961-1990) (Cegnar, 2004a, 2004b, 2004c, 2004d, 2004e)

Iz slike 9 je razvidno, da sta bila meseca maj in junij 2004 bolj deževna v primerjavi z dolgoletnim povprečjem, julij, avgust in september pa so bili bolj sušni. Skupna količina dežja v obdobju maj-september 2004 je znašala 474,3 mm, medtem ko je za enako obdobje dolgoletno povprečje 594,8 mm.

3.5.3 Pritisk vodne pare

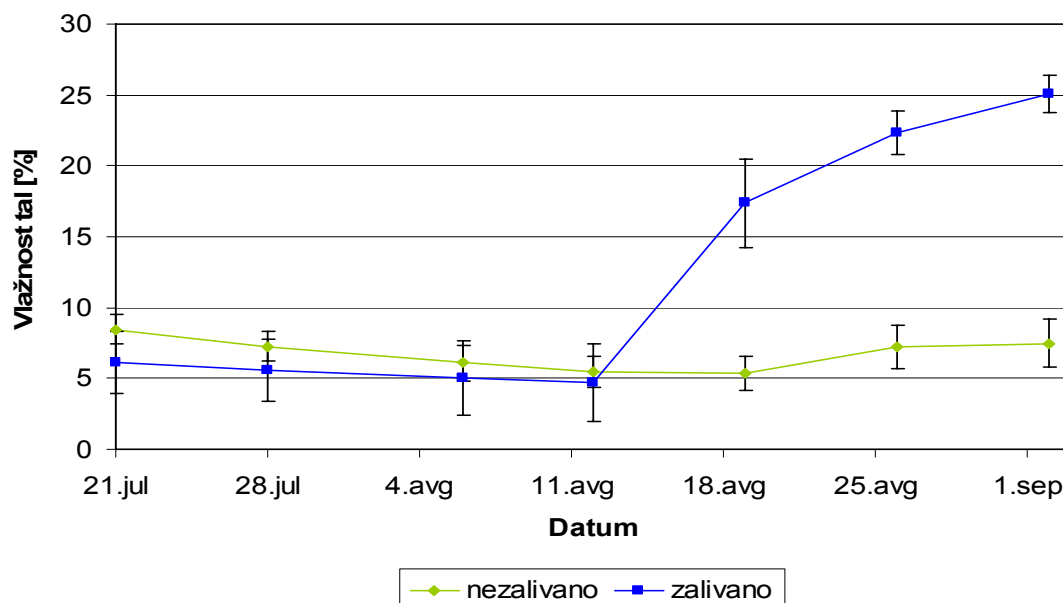
Slika 10 prikazuje povprečni tlak vodne pare v obravnavanem obdobju. Povprečne vrednosti tlaka so naraščale od 9,8 hPa (maj) do 15,0 hPa v avgustu, ko je bila vrednost tlaka vodne pare najvišja. V septembru se je povprečna vrednost tlaka vodne pare zmanjšala na 11,1 hPa.



Slika 10: Prikaz povprečnega tlaka vodne pare za meteorološko postajo Slap pri Vipavi od maja do septembra 2004 (Cegnar, 2004a, 2004b, 2004c, 2004d, 2004e)

3.5.4 Voda v tleh

Meritve vode v tleh smo opravili osemkrat v času našega poskusa. Prve štiri meritve so bile opravljene v enakih razmerah za obe obravnavanji, 15.8. pa smo začeli z namakanjem 6., 7., 8., 9. in 10. bloka.



Slika 11: Prikaz dinamike vode v tleh za obravnavanja zalivano in nezalivano, poskus Slap pri Vipavi 2004

Kot je razvidno s slike 11 je bil v prvem obdobju meritev prisoten skoraj enak trend upadanja vode v tleh pri obeh obravnavanjih. Po začetku namakanja lahko opazimo strmo naraščanje vlage v tleh obravnavanja zalivano, medtem ko pri obravnavanju nezalivano skoraj ni sprememb v vlažnosti tal. Medtem, ko se povprečni delež vode pri obravnavanju nezalivano giblje med 5,4 % in 8,5 %, se pri obravnavanju zalivano giblje med 4,7 % in 6,1 % pred pričetkom zalivanja ter med 17,4 % in 25,1 % med zalivanjem.

3.6 STATISTIČNE METODE

Podatke o fotosintezi, stomatalni prevodnosti in transpiraciji smo obdelali z dvosmerno analizo variance (ANOVA), pri čemer sta bila faktorja oskrba cepljenk z vodo (zalivano, nezalivano) in vrsta podlage, kovariabla v drugem in tretjem terminu meritev pa deficit tlaka vodne pare (VpdL). Upoštevali smo 5% tveganje. Pri prikazu povezanosti fotosinteze in stomatalne prevodnosti z deficitom tlaka vodne pare smo uporabili trendne črte izračunane z linearno regresijo. Vse statistične analize smo opravili s programom Statgraphics (Manugistic, ZDA).

4 REZULTATI

Rezultate meritev prikazujemo po posameznih terminih. V prvem terminu prikazujemo časovni potek fotosinteze in dnevni potek deficita tlaka vodne pare. V vseh treh terminih pa prikazujemo neto fotosintezo in stomatalno prevodnost v odvisnosti od deficita tlaka vodne pare.

4.1 MERITVE 28. JULIJ 2004

Ob meritvah konec julija cepljenke še niso bile različno oskrbovane z vodo (začetek zalivanja 15. 08. 2006), vendar smo s tunelsko konstrukcijo pri obravnavanju nezalivano preprečevali neposreden dostop padavinski vodi. Tako so rezultati že ločeni, glede na kasnejši obravnavanji zalivano in nezalivano.

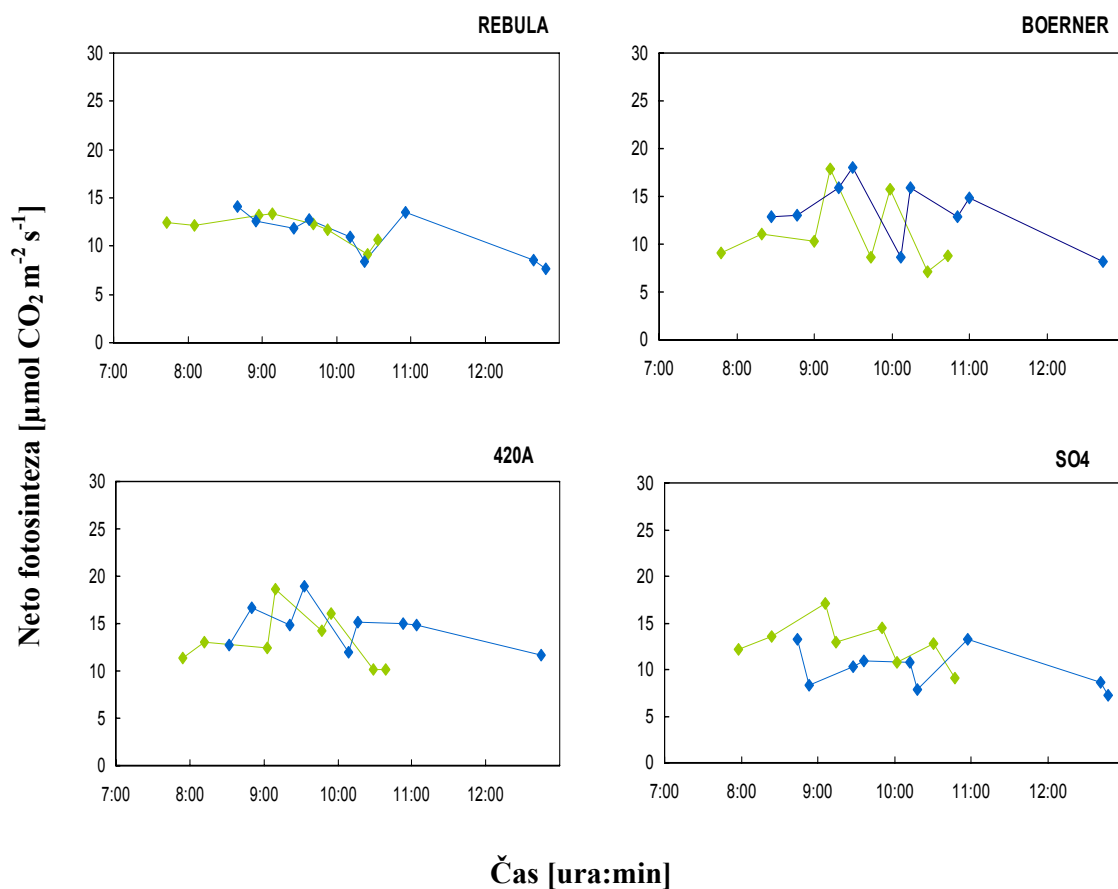
28. julija je bilo na Primorskem delno jasno z zmerno oblačnostjo, najvišje dnevne temperature so bile od 20 °C do 27 °C (Markošek, 2004a).

4.1.1 Dnevni potek neto fotosinteze

Na sliki 12 je prikazana dinamika fotosintetske aktivnosti cepljenk na izbranih podlagah, obravnavanj zalivano in nezalivano. Cepljenke obeh obravnavanj, cepljenih na 'Rebuli' se tekom dneva precej enako odzivata s fotosintetsko aktivnostjo, medtem ko je pri cepljenkah na ostalih podlagah opaziti večjo variabilnost med zalivanimi in nezalivanimi. Pri podlagi 'SO4' dosegajo nezalivane cepljenke večje vrednosti neto fotosinteze, kot zalivane.

Minimalna fotosinteza je pri vseh cepljenkah med 8 in 9 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, razen pri cepljenkah na podlagi '420 A', ki imajo minimum okoli 11 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$.

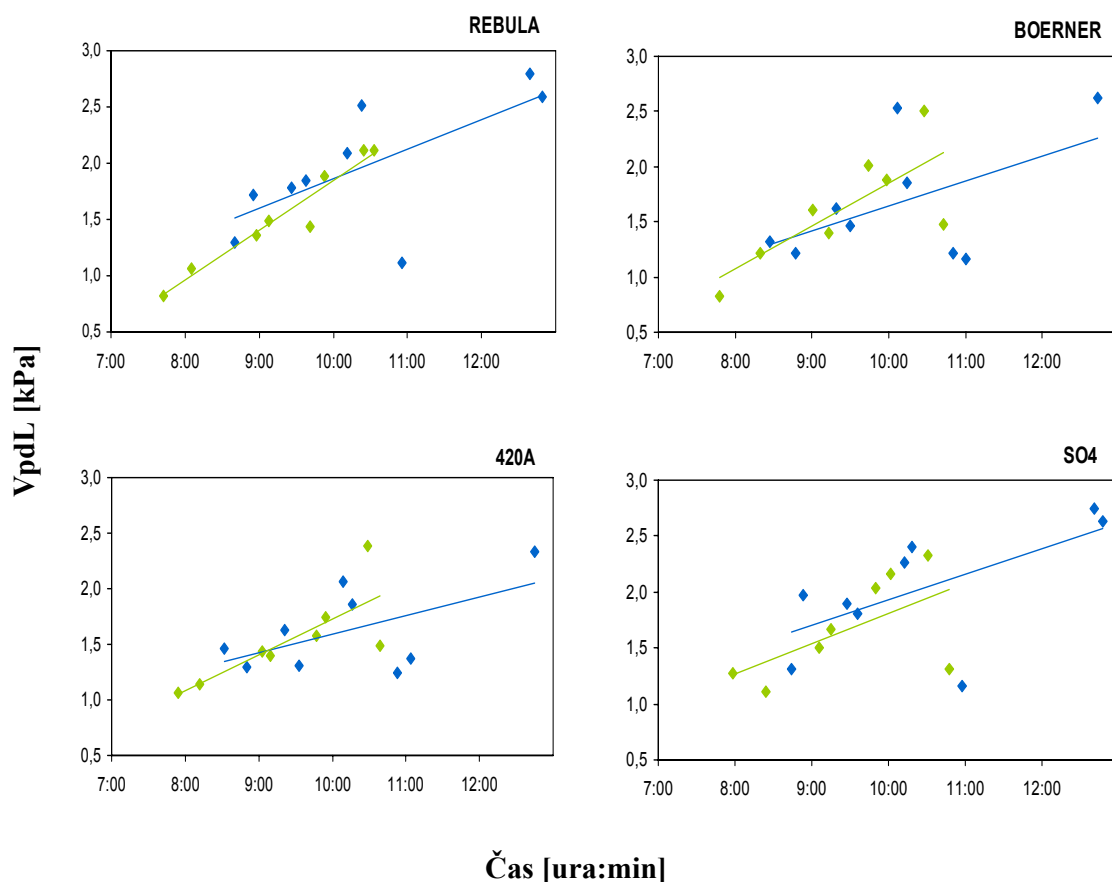
Maksimalne vrednosti fotosinteze so bile pri večini cepljenk v razponu med 18 in 19 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, razen pri obeh obravnavanjih cepljenk na 'Rebuli' in zalivanih cepljenkah na podlagi 'SO4', kjer smo zabeležili največje vrednosti med 13 in 14 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$. Maksimalne vrednosti nezalivanih cepljenk smo zabeležili okrog devete ure dopoldan.



Slika 12: Dnevni potek fotosinteze pri podlagah 'Boerner', '420 A', 'SO4' in pri 'Rebuli', za obravnavanje zalivano (modra barva \diamond) in nezalivano (zelena barva \diamond), Slap pri Vipavi 2004

4.1.2 Dnevni potek deficita tlaka vodne pare

Na sliki 13 je prikazana dinamika deficita tlaka vodne pare tekom dopoldneva. Pri vseh podlagah opazimo hitrejše večanje deficita tlaka vodne pare skozi čas pri nezalivanih rastlinah. Maksimalne vrednosti deficita tlaka vodne pare so bile od 2,5 do 3,0 kPa, okoli poldneva, minimalne pa zjutraj, od 1 do 1,5 kPa.



Slika 13: Dnevni potek deficita tlaka vodne pare VpdL za podlage, 'Boerner', '420 A', 'SO4' in za 'Rebulo' za obravnavanje zalivano (modra barva \diamond) in nezalivano (zeleno barva \diamond), Slap pri Vipavi 2004

4.1.3 Rezultati meritev neto fotosinteze

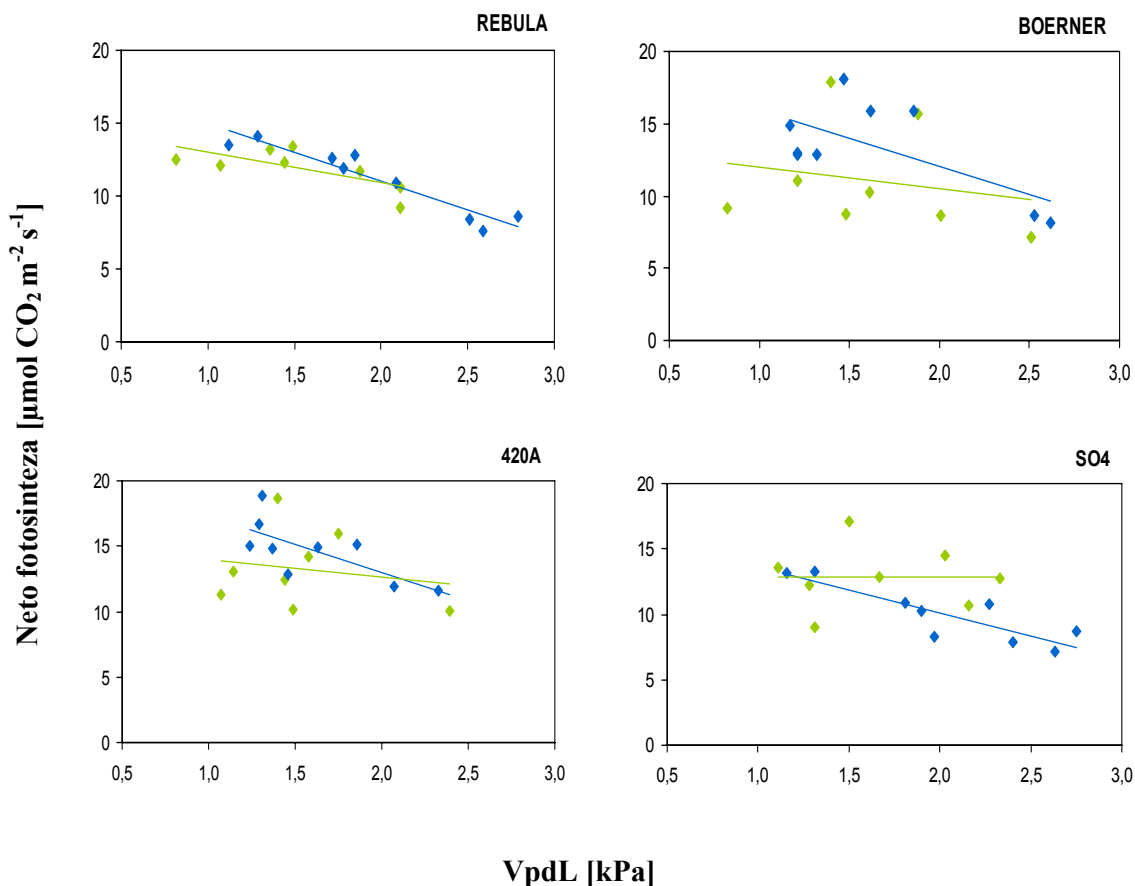
Na sliki 14 so prikazani rezultati meritev neto fotosinteze, za 28. julij 2004, v odvisnosti od deficita tlaka vodne pare VpdL.

Analiza variance je pokazala, da ni bilo statistično značilnega vpliva podlage ($p = 0,08$) na fotosintetsko aktivnost.

Neto fotosinteza se je z večanjem deficita tlaka vodne pare zmanjševala, večji trend upadanja opazimo pri zalivanih rastlinah, medtem ko je fotosinteza pri nezalivanih bolj stabilna. Pri vseh cepljenkah dosega obravnavanje zalivano večje vrednosti fotosinteze, izjema so cepljenke na podlagi 'SO4', pri katerih smo izmerili večje vrednosti pri obravnavanju nezalivano. Cepljenke na 'Rebulo' kažejo dokaj stabilno fotosintezo in v primerjavi s cepljenkami na ostalih podlagah dokaj izenačena obravnavanja.

Največje vrednosti neto fotosinteze smo izmerili pri deficitu tlaka med 1,0 in 1,5 kPa in sicer okoli $18 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, izjema so cepljenke na 'Rebulo', ki so dosegle največje

vrednosti pri sicer enakem deficitu tlaka vodne pare, vendar nekoliko manjše, okoli $13 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$. Najmanjše vrednosti fotosinteze so izmerjene med 2,5 in 3 kPa deficita tlaka vodne pare in sicer okoli $8 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$.

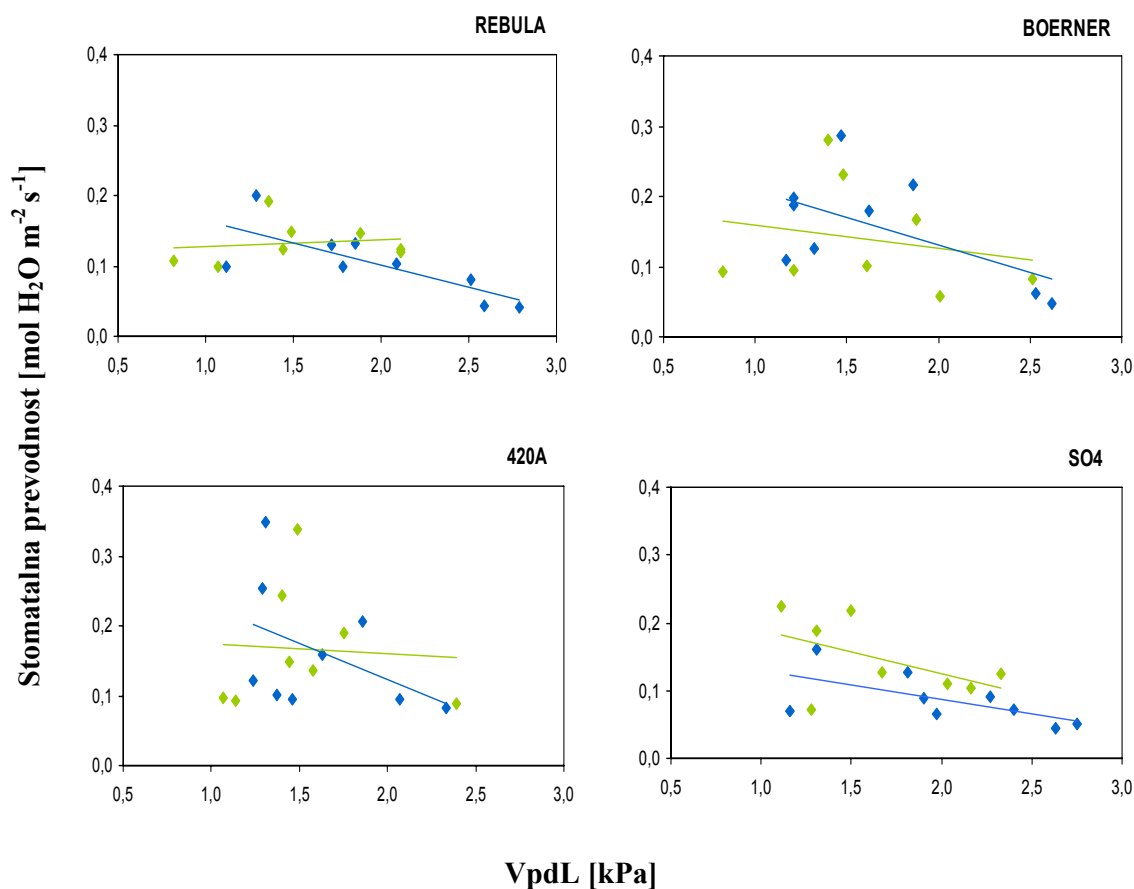


Slika 14: Prikaz fotosinteze v odvisnosti od deficita tlaka vodne pare (VpdL) za 28. julij 2004, za podlage 'Boerner', '420 A', 'SO4' in za 'Rebulo', za obravnavanje zalivano (modra barva \diamond) in nezalivano (zelena barva \diamond)

4.1.4 Rezultati meritev stomatalne prevodnosti

Slika 15 prikazuje stomatalno prevodnost obravnavanih cepljenk, izmerjeno 28. julija 2004, v odvisnosti od deficita tlaka vodne pare VpdL.

Analiza variance ni pokazala statistično značilne razlike, med stomatalno prevodnostjo zalivanih in nezalivanih cepljenk ($p = 0,65$), tudi med cepljenkami na različnih podlagah ni bilo statistično značilnih razlik ($p = 0,28$) ter prav tako ne pri interakciji obravnavanje in podlaga ($p = 0,53$).



Slika 15: Prikaz stomatalne prevodnosti v odvisnosti od deficita tlaka vodne pare (VpdL), 28. julij 2004, za podlage 'Boerner', '420 A', 'SO4' in za 'Rebulo', za obravnavanje zalivano (modra barva \diamond) in nezalivano (zelena barva \diamond).

Iz slike 15 je razvidno, da v večini primerov stomatalna prevodnost z naraščanjem deficita tlaka vodne pare upada. Izjema je obravnavanje nezalivano pri 'Rebuli', kjer opazimo trend rahlega povečevanja stomatalne prevodnosti z rastjo deficita vodne pare. Pri podlagah 'Boerner' in '420 A' ter pri 'Rebuli' opazimo hitrejše zmanjševanje stomatalne prevodnosti z večanjem razlike v tlaku med okoljem in rastlino pri obravnavanju zalivano, medtem ko je pri podlagi 'SO4' večji koeficient zmanjševanja fotosinteze pri obravnavanju nezalivano.

Največje vrednosti stomatalne prevodnosti so bile izmerjene pri VpdL med 1,0 in 1,5 kPa in sicer okoli 0,2 mol H₂O m⁻² s⁻¹ pri cepljenkah na 'Rebuli' in 'SO4' ter 0,3 mol H₂O m⁻² s⁻¹ pri cepljenkah na podlagi 'Boerner' in '420 A'. Najmanjše vrednosti pa med 2,5 in 3,0 kPa deficita tlaka vodne pare in sicer pod 0,1 mol H₂O m⁻² s⁻¹ prevodnosti listnih rež.

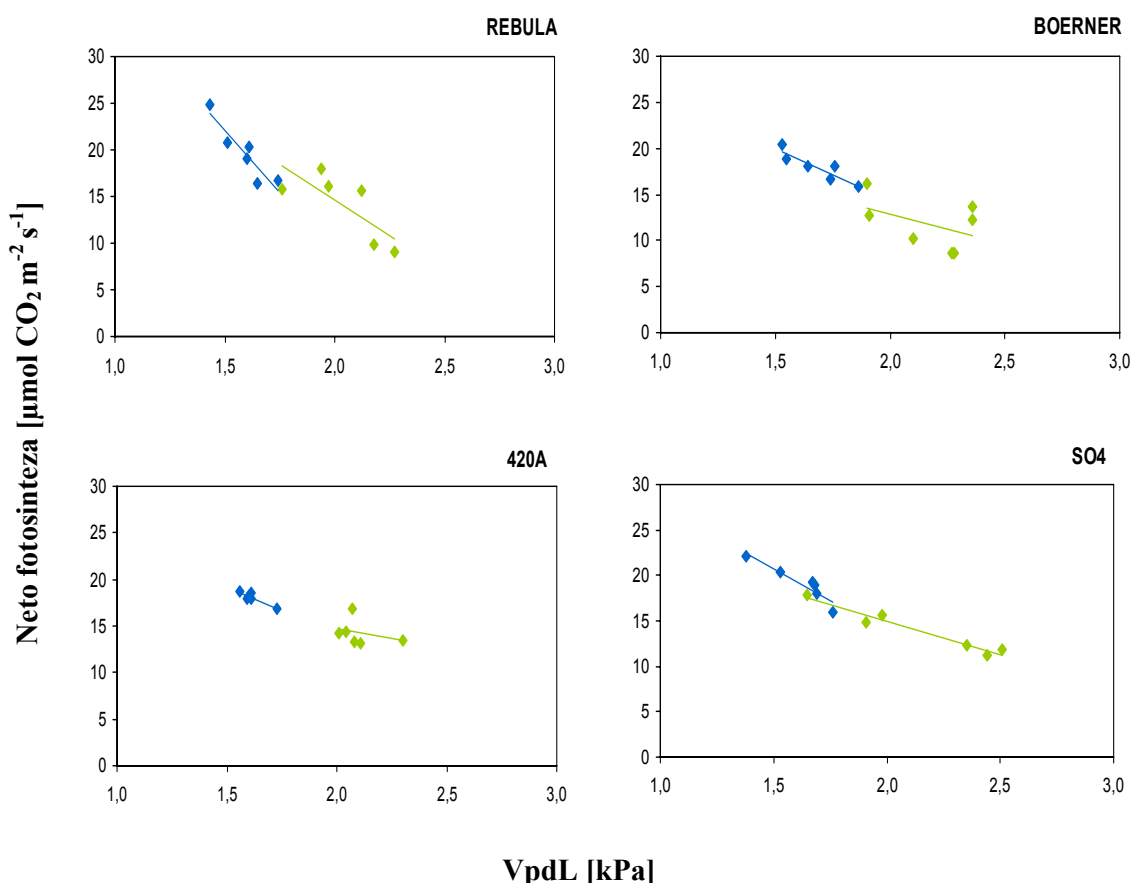
4.2 MERITVE 19. AVGUST 2004

19. avgusta je bilo pretežno jasno z občasno oblačnostjo. Pihal je jugozahodni veter. Najvišje dnevne temperature so bile 26 do 33 °C (Markošek, 2004b).

4.2.1 Rezultati meritev neto fotosinteze

Neto fotosinteza, izmerjena 19. avgusta 2004, je prikazana v odvisnosti od deficita tlaka vodne pare VpdL.

V danih razmerah oskrba z vodo (zalivano, nezalivano) ($p = 0,61$) in vrsta podlage ($p = 0,35$) nista vplivala na fotosintezo, prav tako ni bilo statistično značilne interakcije obeh faktorjev ($p = 0,83$).



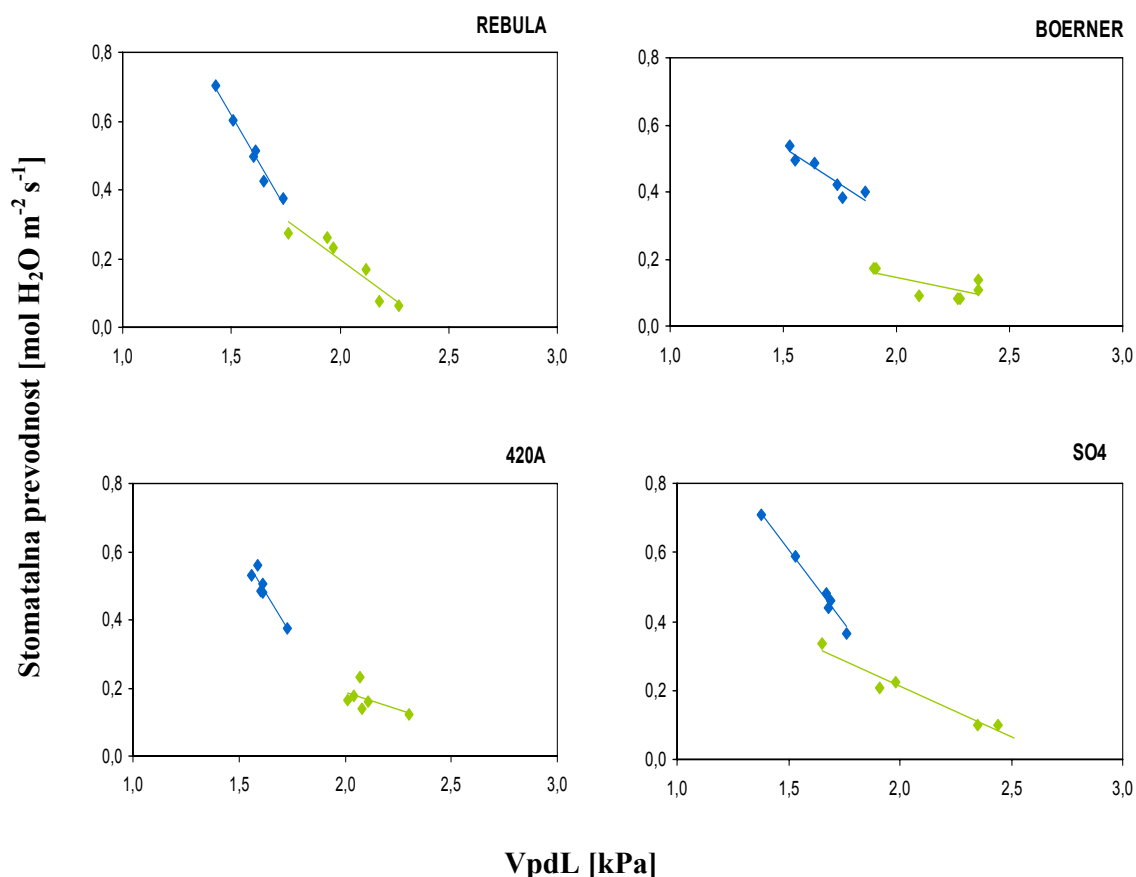
Slika 16: Neto fotosinteza v odvisnosti od deficita tlaka vodne pare za 19. avgust 2004, za podlage 'Boerner', '420 A', 'SO4' in za 'Rebulo', za obravnavanje zalivano (modra barva \diamond) in nezalivano (zelena barva \diamond)

Neto fotosinteza se je z večanjem deficita tlaka vodne pare zmanjševala, večji koeficient upadanja opazimo pri zalivanih rastlinah, medtem ko je fotosintetska aktivnost nezalivanih rastlin bolj stabilna. Največji koeficient zmanjševanja fotosinteze je opaziti pri 'Rebuli'. Največje vrednosti nezalivanih rastlin so bile izmerjene pri cepljenkah na podlagi 'SO4' in na 'Rebuli', okoli $18 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, medtem, ko je bila največja izmerjena neto fotosinteza nezalivanih cepljenk na podlagi 'Boerner' in '420 A' okoli $16 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$.

4.2.2 Rezultati meritev stomatalne prevodnosti

Rezultate meritev stomatalne prevodnosti, merjene 19. 8. 2004, smo prikazali v odvisnosti od deficita tlaka vodne pare VpdL.

Ob danih razmerah se je pokazal statistično značilen vpliv oskrbe z vodo na stomatalno prevodnost cepljenk ($p = 0,00^{***}$), značilnega vpliva podlage ($p = 0,35$) oziroma značilne interakcije med zalivanjem in podlage ($p = 0,83$) pa ni bilo.



Slika 17: Stomatalna prevodnost v odvisnosti od deficita tlaka vodne pare za 19. avgust 2004, za podlage 'Boerner', '420 A', 'SO4' in za 'Rebulo', za obravnavanje zalivano (modra barva \diamond) in nezalivano (zeleno barva \diamond)

Stomatalna prevodnost z večanjem deficita tlaka vodne pare strmo pada. Največji koeficient padanja je opazen pri 'Rebuli', najmanjši pa pri podlagi 'Boerner'. Padanje stomatalne prevodnosti z večanjem deficita tlaka vodne pare je bolj naglo pri zalivanih cepljenkah. Največje maksimalne vrednosti stomatalne prevodnosti nezalivanih rastlin smo izmerili pri cepljenkah na podlagi 'SO4' ter na 'Rebulo', in sicer okoli $0,3 \text{ mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, medtem ko je maksimalna stomatalna prevodnost cepljenk na podlagi 'Boerner' in '420 A' nekoliko manjša, okoli $0,2 \text{ mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$. Minimalne vrednosti cepljenk na podlagi

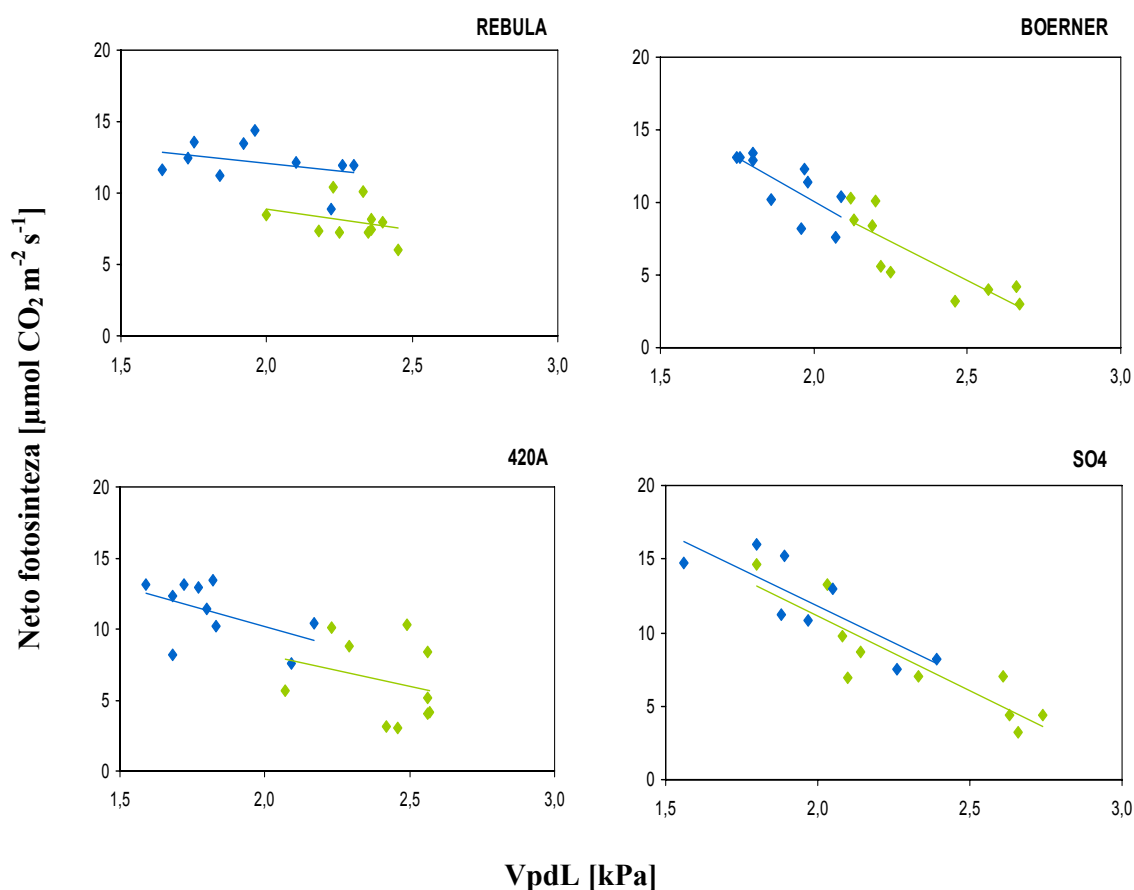
'Boerner' in na 'Rebuli' so pod $0,1 \text{ mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, cepljenke na podlagi 'SO4' in '420 A' pa nad $0,1 \text{ mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$.

4.3 MERITVE 2. SEPTEMBER 2004

2. septembra je bilo pretežno jasno, najvišje dnevne temperature so bile od 21 do 29 °C (Markošek, 2004c).

4.3.1 Rezultati meritev neto fotosinteze

Izmerjene vrednosti neto fotosinteze, meritev 2. septembra, so prikazane v odvisnosti od deficita tlaka vodne pare VpdL.



Slika 18 Prikaz neto fotosinteze v odvisnosti od deficita tlaka vodne pare za 2. september 2004, za podlage 'Boerner', '420 A', 'SO4' in za 'Rebulo', za obravnavanje zalivano (modra barva \diamond) in nezalivano (zeleno barvo \diamond)

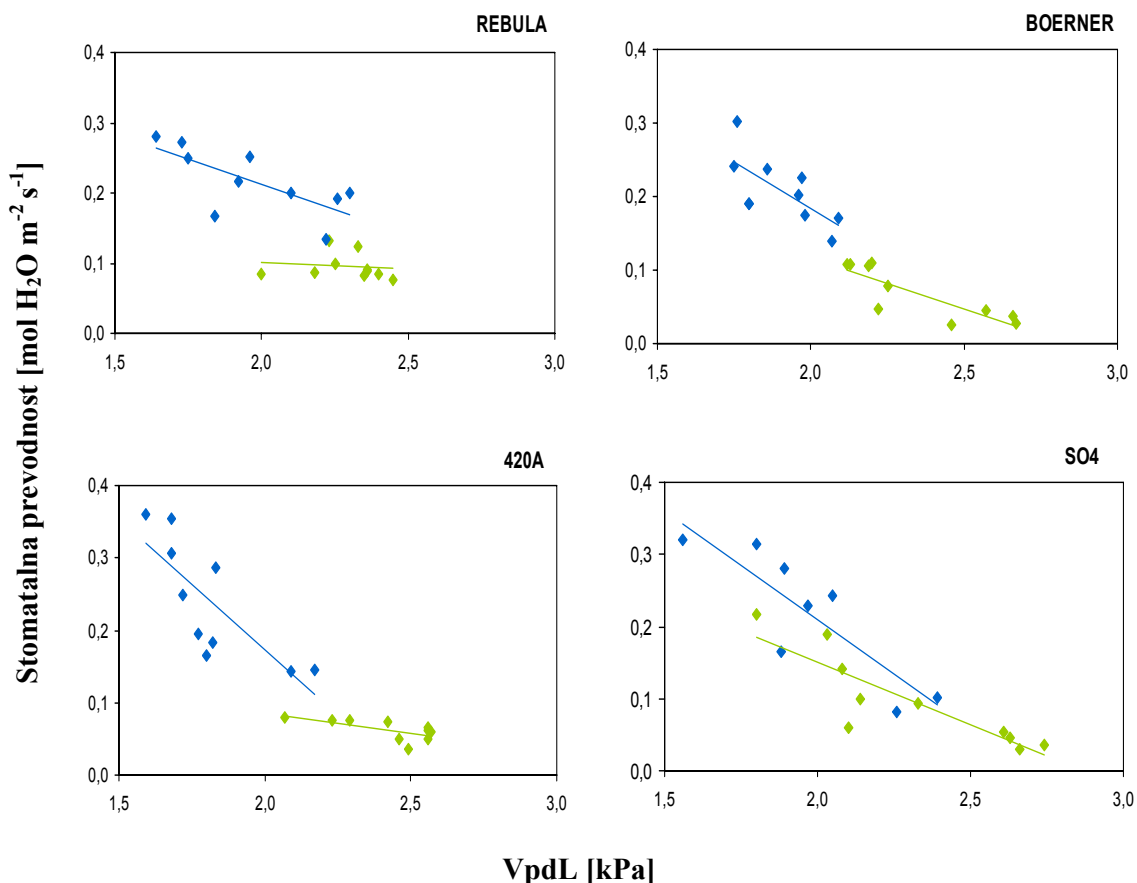
2. septembra je bila neto fotosinteza z rastjo deficita tlaka vodne pare pri cepljenkah na 'Rebuli' dokaj stabilna, medtem ko je pri ostalih cepljenkah variirala. V rangi 2,0 in 2,5

kPa deficita tlaka vodne pare so dosegle cepljenke največje vrednosti fotosinteze okoli $10 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$. Najmanjše pa okoli $3 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ pri deficitu tlaka vodne pare med 2,5 in 3,0 kPa.

Analiza variance je pokazala, da imata na fotosintezo značilen vpliv zalivanje ($p = 0,047^*$), in vrsta podlage ($p = 0,036^*$), medtem ko fotosinteza ni odvisna od interakcije zalivanja in vrste podlag ($p = 0,90$).

4.3.2 Rezultati meritev stomatalne prevodnosti

Slika 19 prikazuje meritve stomatalne prevodnosti, izmerjene 2. septembra, v odvisnosti od deficita tlaka vodne pare VpdL.



Slika 19: Prikaz stomatalne prevodnosti v odvisnosti od deficita tlaka vodne pare za 2. september 2004, za podlage 'Boerner', '420 A', 'SO4' in za 'Rebulo', za obravnavanje zalivano (modra barva \diamond) in nezalivano (zeleno barva \diamond)

Kot je razvidno iz slike 19 je koeficient zmanjševanja stomatalne prevodnosti pri zalivanih rastlinah večji kot pri nezalivanih. Najbolj je to izrazito pri cepljenkah na podlagi '420 A', najmanj pa pri cepljenkah na 'Rebulo'. Od nezalivanih rastlin ima najstabilnejšo stomatalno

prevodnost cepljenke na 'Rebuli', najbolj variabilno pa cepljenke na podlagi 'SO4'. Iz slike 19 je razvidno, da je stomatalna prevodnost pri vseh podlagah večja pri zalivanih rastlinah kot pri nezalivanih.

Med 2,0 in 2,5 kPa deficita tlaka vodne pare je bila stomatalna prevodnost nezalivanih rastlin okoli $0,1 \text{ mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, medtem ko je bila stomatalna prevodnost zalivanih v istem rangu okoli $0,2 \text{ mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, izjema so cepljenke na podlagi 'SO4', kjer se stomatalna prevodnost pri obravnavanju zalivano spusti tudi pod $0,1 \text{ mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$.

Pri stomatalni prevodnosti se je pokazal statistično značilen vpliv zalivanja ($p = 0,04^*$), vrsta podlage na prevodnost listnih rež v danih razmerah ni vplivala ($p = 0,37$), prav tako statistična analiza ne pokaže značilne interakcije obeh proučevanih faktorjev ($p = 0,22$).

5 RAZPRAVA IN SKLEPI

Posebne sposobnosti rastline se velikokrat izrazijo, ko nastopijo stresne razmere. V diplomski nalogi smo želeli ovrednotiti odziv cepljenk, vinske trte 'Rebula,' cepljenih na različne podlage ('Boerner', 'SO4', '420 A') in na ključ sorte 'Rebula' v razmerah zmanjšane razpoložljivosti vode. V nekaterih letih se tudi pri nas srečamo s sušo. Ker ne poznamo vpliva pomanjkanja vode na podlage, smo ovrednotili stopnjo odpornosti cepljenk na pomanjkanje vode z nekaterimi fiziološkimi parametri: prevodnostjo listnih rež, fotosintezo, transpiracijo, učinkovitostjo izrabe vode (WUE), meritvami debelnega vodnega potenciala (Černelič, 2006) ter meritvami asimilacijskih pigmentov (Lupinc, 2006).

Poskus smo izvajali na prostem, kar pomeni zahtevno kontrolo okoljskih dejavnikov. Obravnavanje zalivano smo poleg izpostavljenosti dežju dodatno zalivali, tako je omenjeno obravnavanje prejelo v času poskusa skupno okoli 400 mm vode (od tega okoli 300 mm od padavin in okoli 100 mm od zalivanja) v obdobju od postavitve tunela do zadnjega termina meritev. Kljub tunelu, ki smo ga postavili nad obravnavanje nezalivano in s katerim smo omejevali dostop padavin, smo s temi ukrepi dosegli le različno razpoložljivost vode v obeh obravnavanjih, ne pa tudi resnega zmanjšanja v obravnavanju nezalivano, ki bi pomenilo za rastline vinske trte tudi sušni stres. V obravnavanju zalivano smo želeli vzdrževati vodni potencial tal, parcelica nezalivano pa naj bi se postopno izsuševala in vodni potencial naj bi padal. Kot kaže slika 11 se naša pričakovanja niso uresničila, saj je vodni potencial v nezalivanih tleh ves čas poskusa stagniral. Vzroke za to lahko iščemo v visoki podtalnici, vremenu (letna količina padavin v letu 2004 je bila 1380 mm, od tega je padlo v rastni dobi 476 mm dežja) in verjetno tudi manjši evaporaciji, zaradi občasnega prekritja parcelice.

S spremembo vlažnosti tal se je spreminjal tudi vodni potencial rastlin (SWP). Debelni vodni potencial se je približal vrednosti $-1,5$ MPa, ki je v literaturi na splošno navedena kot točka venenja (Taiz in Zeiger, 2002), v sredini avgusta le pri cepljenkah na podlagah 'Rebula' in '420 A'. Nezalivane cepljenke na podlagi 'Boerner' so vzdrževale največji in precej stabilen SWP okoli $-0,9$ MPa. Zanimivo je, da smo prav pri nezalivanih cepljenkah na podlagi 'Boerner' 19. avgusta izmerili manjše vrednosti fotosinteze (med 8 in $16 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) kot pri ostalih podlagah ($12-17 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), enako opazimo pri stomatalni prevodnosti (okoli $0,1 \text{ mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$). Najmanjši debelni vodni potencial ($-1,14$ MPa), v omenjenem terminu je bil izmerjen pri cepljenkah 'SO4', ki so kljub temu vzdrževale sorazmerno veliko aktivnost fotosinteze in stomatalno prevodnost ($0,1-0,3 \text{ mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$). Meritve vodnega potenciala debela so pokazale večjo variabilnost pri nezalivanih rastlinah.

Neto fotosinteza, ki smo jo merili 28. julija tekom dneva je prikazana kot dnevni potek (slika 12). S tem smo želeli oceniti odziv rastline tekom dneva, posebno pa nas je zanimal opoldanski čas, ko se deficit tlaka vodne pare močno poveča, mnoge rastlinske vrste pa v tem času pozitivno vodno bilanco ohranjajo z zapiranjem listnih rež (povečano stomatalno upornostjo). Pogoj za nemoteno sledenje dnevnega poteka fotosinteze je jasno vreme. Pri naših meritvah smo imeli takšne razmere le v začetku dneva, kasneje pa je prihajalo do

občasne oblačnosti in s tem znižanja temperature, kar je razvidno tudi iz nihanja vrednosti deficita tlaka vodne pare in fotosinteze. Meritev dnevnega poteka fotosintetskih parametrov tako nismo uspeli dokončati.

Da bi se izognili podobnim težavam v naslednjih terminih meritev, smo se odločili za drugačen metodološki pristop. Meritve smo izvajali ob kontrolirani temperaturi in osvetlitvi (saturacijska svetloba). Cepljenke različnih obravnavanj smo izmenoma merili skozi daljše obdobje dneva, v katerem se je spreminjal deficit tlaka vodne pare. To nam je omogočilo, da smo pri različnem deficitu tlaka vodne pare primerjali stomatalno prevodnost in neto fotosintezo cepljenk na različnih podlagah v obravnavanjih zalivano in nezalivano.

Vrednosti neto fotosinteze se gibajo v juliju okoli 10-20 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, v avgustu okoli 15-25 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ in septembru okoli 5-15 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$. Podoben trend kažejo meritve prevodnosti listnih rež; okoli 0,1-0,3 $\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ v juniju, okoli 0,1-0,8 $\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ v avgustu in okoli 0,1 in 0,3 $\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ pri septembrskih meritvah. Največje sezonske vrednosti neto fotosinteze so bile izmerjene v sredini avgusta, ko so bile rastline na meji zmernega vodnega stresa, takrat je bilo tudi največ fotosinteznih pigmentov (od 1500 do 2000 $\mu\text{g/g DW}$) (Lupinc, 2006).

Fotosintetska aktivnost cepljenk je bila v podobnem velikostnem območju, kot ga navajajo nekatere druge raziskave. Novello in de Palma (1997) sta prav tako merila fotosintezo cepljenk na različnih podlagah, med njimi tudi '420 A', ki je imela pri obravnavanju zalivano (SWP = -0,6 MPa) izmerjene okoli 20 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ neto fotosinteze in okoli 0,2 $\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ stomatalne prevodnosti, medtem ko je meritev nezalivanih cepljenk (SWP = -1,4 MPa) pokazala okoli 14 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ neto fotosinteze pri 0,1 $\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ stomatalne prevodnosti.

Tudi v našem poskusu smo lahko potrdili značilen vpliv različne oskrbe z vodo na fotosintezne parametre. Ugotovili smo statistično značilen vpliv zalivanja na stomatalno prevodnost v terminih 19. avgust in 2. september in na neto fotosintezo v terminu 2. september. Značilne razlike med podlagami (ne glede na obravnavanje) so se pokazale le pri meritvah neto fotosinteze 2. septembra.

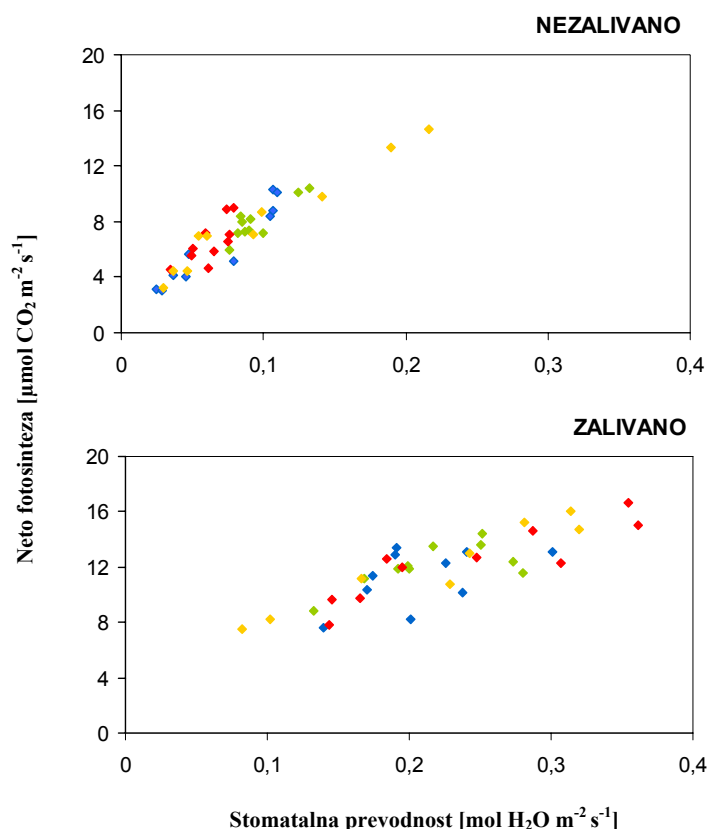
Značilne razlike med podlagami znotraj obravnavanj ni bilo moč dokazati. Čeprav je znano, da se podlage vinske trte lahko razlikujejo glede učinkovitosti sprejema in prevajanja vode (Lavrenčič, 2002). V danih poskusnih razmerah nismo uspeli potrditi, da bi uporabljene podlage bistveno vplivale na fiziološko stanje cepljenega dela. Pričakovali smo, da se bodo razlike med podlagami pokazale v obravnavanju z omejeno preskrbo z vodo. Zelo verjetno je, da pomanjkanje vode v obravnavanju nezalivano ni bilo dovolj ekstremno, da bi se posamezna kombinacija cepič podlaga lahko izkazala kot bolj uspešna. Da v poskusu nismo dosegli sušnega stresa nakazujejo tudi vodni potenciali rastlin (Černelič, 2006), saj gre pri trti za rastlino, ki je na sušo zelo dobro prilagojena (točka venenja je precej nižje kot pri -1.5 MPa).

Kljub neznačilnim rezultatom statistične analize med posameznimi podlagami lahko omenimo nekaj odstopanj, ki jih opazimo pri posameznih parametrih:

- V prvem terminu meritev opazimo rahlo odstopanje cepljenk na podlagi '420 A', ki dosegajo največjo (20-30 % večjo od ostalih cepljenk) stomatalno prevodnost (okoli $0,35 \text{ mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ pri deficitu tlaka vodne pare 1,5 kPa) in neto fotosintezo (okoli $20 \text{ } \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), medtem ko je vodni potencial cepljenk na vseh obravnavanih podlagah približno enak, okoli -0,8 MPa.
- Meritve obravnavanj zalivano nezalivano, z dne 19 avgusta, težko primerjamo med seboj, saj sta bili obravnavanji merjeni v različnem časovnem obdobju. Tako so bile nezalivane rastline merjene v zgodnjem dopoldanskem času, zalivane pa poznejšem dopoldanskem času, vendar se je kljub temu izkazalo, da so zalivane rastline vzdrževale večjo stomatalno prevodnost in posledično večjo fotosintetsko aktivnost od nezalivanih. Pri primerjavi cepljenk na različnih podlagah pa lahko opazimo večjo stomatalno prevodnost in fotosintezo ravno pri cepljenkah, ki so se v prejšnjem terminu izkazale kot najslabše ('Rebula' in 'SO4').
- Meritve 2. septembra so pokazale značilno večjo stomatalno prevodnost in neto fotosintezo zalivanih rastlin, med podlagami. Znotraj obravnavanj sicer ni značilnih razlik, vendar lahko opazimo da so cepljenke na podlagi 'SO4' dosegle največje vrednosti stomatalne prevodnosti in fotosinteze (okoli $15 \text{ } \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$). Predvsem se boljša fotosintetska aktivnost opazi pri nezalivanih cepljenkah na podlagi 'SO4'.

Rezultati meritev so pokazali, da se s povečevanjem deficita tlaka vodne pare listne reže zapirajo in omejijo prevodnost, kot za trto ugotavljajo tudi Iacono in sod. (1998).

Slika 20 prikazuje odvisnost fotosinteze od odprtja listnih rež. Prikazani rezultati so bili izmerjeni 2. septembra med 11.00 in 14.00 uro, izmenično so bile merjene zalivane in nezalivane cepljenke. Na sliki vidimo, da imajo nezalivane cepljenke manjšo stomatalno prevodnost in posledično manjšo fotosintetsko aktivnost. Opravka imamo z značilno stomatalno omejitvijo (oz. inhibicijo) fotosinteze (Taiz in Zeiger, 2002; Larcher, 2003), katere vzrok je verjetno tudi manjši vodni potencial nezalivanih cepljenk (Černelič, 2006). Da bi ugotovili neposredne povezave vodnega potenciala in stomatalne prevodnosti, bi morali izvesti meritve vodnega potenciala na istem listu, kot smo izvajali meritve fotosinteze z minimalnim časovnim razmikom. Tega v našem poskusu nismo naredili, ker bi rastline oslabili, saj je meritev vodnega potenciala s Scholanderjevo komoro destruktivna metoda. Tudi iz slike 20 je razvidno, da značilnega vpliva podlag na stomatalno inhibicijo fotosinteze pri cepljenkah ni.



Slika 20: Neto fotosinteza v odvisnosti od prevodnosti listnih rež, cepljenk na podlagah \diamond 'Boerner', \diamond '420 A', \diamond 'SO4' in na \diamond 'Rebula', obravnavanji zalivano in nezalivano, 2. september 2004, poskus Slap pri Vipavi

Po prikazanih rezultatih lahko podamo naslednje sklepe:

- V poskusu smo z omejevanjem dostopa padavin (obravnavanje nezalivano) in dodajanjem vode (obravnavanje zalivano) v danih vremenskih razmerah dosegli značilno različno razpoložljivost vode v obeh obravnavanjih, ne pa tudi resnega pomanjkanja vode v obravnavanju nezalivano, ki bi lahko za rastline pomenil sušni stres.
- Fotosinteza cepljenk, ki so bile različno oskrbovane z vodo, se je bistveno razlikovala.
- Preskrbljenost tal z vodo vpliva na vodno bilanco rastline. Ta v obrambi pred izgubo zapre listne reže, kar onemogoči vstop ogljikovega dioksida v rastlino in s tem zmanjša fotosintetsko aktivnost. Ob velikem deficitu tlaka vodne pare pride do tolikšnega zmanjšanja prevodnosti listnih rež, da povzroči stomatalno omejitev fotosinteze.
- Vrsta podlage v danih razmerah ni vplivala na fotosintetsko aktivnost cepljenk. Predvidevamo, da bi do pomembnejšega vpliva podlag lahko prišlo, če bi cepljenke izpostavili resnejšemu pomanjkanju vode – to je pravemu sušnemu stresu.

6 POVZETEK

Cepljenje žlahtne vinske trte na ameriške podlage, kot najučinkovitejše sredstvo proti trsni uši (*Daktulosphaira vitifoliae* Fitch), je s seboj prineslo tudi druge vplive na rast in razvoj žlahtnega dela vinske trte, ter raznovrstne odzive cepljenk na okoljske razmere. Da bi ugotovili vpliv podlag na vodno bilanco in fotosintezo cepiča smo izvajali meritve fizioloških parametrov na sorti 'Rebula' cepljeni na podlage 'Boerner', '420 A' in 'SO4' ter na lastni ključ ('Rebula'). Domnevali smo, da je vpliv podlag izrazitejši pri razmerah, ko je razpoložljivost vode zmanjšana, zato smo cepljenke izpostavili dejavnikoma: zalivano in nezalivano.

Poskus je bil postavljen leta 2004, na Slapu pri Vipavi, kot split plot poskus z dvema proučevanima dejavnikoma; podlaga ('Boerner', '420 A', 'SO4' in 'Rebula') ter vodni režim (zalivano in nezalivano). Poskusna parcela je bila razdeljena na dve parcelici (zalivano, nezalivano) in vsaka od njiju na pet blokov, v vsakem od njih pa je bilo posajenih po šest cepljenk vsake podlage. Zalivan del parcele je bil izpostavljen dežju ter dodatno oskrbovan z dvema zalivanjema po 500 L vode. Nezalivanemu delu parcele smo omejili tudi stik s padavinami tako, da smo postavili konstrukcijo za tunel, katerega smo zastrli le v primeru dežja. S temi ukrepi smo dosegli različno preskrbljenost tal z vodo, ki se je odražala tudi v jasnih razlikah v vodnem potencialu rastlin, vendar tega v danih vremenskih razmerah pri obravnavanju nezalivano nismo uspeli zmanjšati do te mere, da bi lahko govorili o sušnem stresu.

Meritve fotosinteze, stomatalne prevodnosti in transpiracije smo izvajali s porometrijo (Li-6400, LiCor) na prvih polno razvitih listih v treh terminih:

- 28. julija 2004 smo brez regulacije svetlobe sledili dnevnu poteku stomatalne prevodnosti in fotosinteze, vendar le do 13.00 ure. Nadaljnje meritve nam je preprečila oblačnost.
- 19. avgusta in 2. septembra smo izvajali meritve z uporabo zunanega svetlobnega vira ($1500 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), jakost svetlobe je bila na ravni nasičenja. Prav tako smo s pomočjo zunanega vira uravnavali temperaturo in koncentracijo ogljikovega dioksida.

Rezultati so pokazali, da se je fotosinteza cepljenk, ki so bile različno oskrbovane z vodo bistveno razlikovala. Največja razlika (18 %) v vlažnosti tal je bila izmerjena 2. septembra, ko je bila tudi največja razlika v stebelnem vodnem potencialu 0,6 MPa (zalivane -0,4 , nezalivane pa -1,0 MPa). V omenjenem terminu smo zabeležili pri nezalivanih cepljenkah okoli $5-10 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{s}^{-1}$ neto fotosinteze pri okoli $0,1 \text{ mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$ stomatalne prevodnosti ter pri zalivanih okoli $10-15 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{s}^{-1}$ pri $0,2-0,3 \text{ mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$ stomatalne prevodnosti. Preskrbljenost tal z vodo je vplivala na vodno bilanco rastlin, ki so v obrambi pred izgubo vode zaprle listne reže, kar onemogoči vstop ogljikovega dioksida v rastlino in s tem zmanjša fotosintetsko aktivnost. Ob visokem deficitu tlaka vodne pare pride do tolikšnega zmanjšanja prevodnosti listnih rež, da povzroči stomatalno omejitev fotosinteze. Ugotovili smo, da podlaga v danih razmerah ni vplivala na fotosintetsko aktivnost cepljenk. Predvidevamo, da bi do pomembnejšega vpliva podlag lahko prišlo, če bi cepljenke izpostavili resnejšemu pomanjkanju vode – t.j. sušnem stresu.

7 VIRI

- Abu-Hilal I., Collesano G., Williams L.E. 2000. The effect of rootstock and applied water on vine water status and gas exchange of Cabernet sauvignon. *Acta Horticulturae*, 526: 163-167
- Bica D., Gay G., Morando A., Soave E. 2000. Effect of rootstock and *Vitis vinifera* genotype on photosynthetic parameters. *Acta Horticulturae*, 526: 373 - 379
- Cegnar T. 2004a. Klimatske razmere v maju 2004. Mesečni bilten: Agencija RS za okolje, 11, 5: 3-16
- Cegnar T. 2004b. Klimatske razmere v juniju 2004. Mesečni bilten: Agencija RS za okolje, 11, 6: 3-16
- Cegnar T. 2004c. Klimatske razmere v juliju 2004. Mesečni bilten: Agencija RS za okolje, 11, 7: 3-16
- Cegnar T. 2004d. Klimatske razmere v avgustu 2004. Mesečni bilten: Agencija RS za okolje, 11, 8: 3-16
- Cegnar T. 2004e. Klimatske razmere v septembru 2004. 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.
- Černelič J. 2006. Vodni potencial cepljenk trte (*Vitis vinifera* L.) sorte 'Rebula' cepljenih na izbrane podlage. Diplomsko naloga. Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, (neobjavljeno)
- Düring H. 1999. High light and water stress in grapevines: photoinhibition and photoprotection. *Acta Horticulturae*, 493: 45-54
- Düring 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
- 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
- Korošec Z., Čuš F., Koruza B., Lavrenčič P. 2004. Rootstocks (*Vitis* spp.) performance trials in Slovenia. *Acta Horticulturae*, 652: 265-271

- Kovač M. 2004. Preizkušanje podlag za klonski cepilni material vinske trte sorte 'Rebula' (*Vitis vinifera* L. cv. 'Rebula'). Diplomsko delo. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo: 43 str.
- Larcher W. 2003. *Physiological Plant Ecology*. Springer, Berlin: 513 str.
- Lavrenčič P. 2002. Podlage vinske trte (*Vitis* spp.) - novi selekcijski izzivi. V: Vinogradi in vina za tretje tisočletje? 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
- Lešnik M., Vršič S. 2001. *Vinogradništvo*. Ljubljana, Kmečki glas: 368 str.
- Likožar T. 2005. Fotosinteza in transpiracija cepljenih sadik paradižnika (*Lycopersicon esculentum*). Diplomsko delo, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo: 46 str.
- LI-COR.: Using the LI-6400 Portable Photosynthesis System. 1999. Lincoln, ZDA
- Lupinc M. 2006. Fotosintezni pigmenti in pigmenti ksantofilnega cikla v listih trte (*Vitis vinifera* L.) sorte 'Rebula' cepljene na izbrane podlage. Diplomaska naloga. Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo: 54 str.
- Main G., Morris J., Striegler. 2002. Rootstock effects on Chardonnay productivity, fruit, and wine composition. *American Journal of Enology and Viticulture*, 53, 1: 37–40
- Markošek J. 2004a. Razvoj vremena v juliju 2004. Mesečni bilten: Agencija RS za okolje, 11, 7: 17-23
- Markošek J. 2004b. Razvoj vremena v avgustu 2004. Mesečni bilten: Agencija RS za okolje, 11, 8: 17-23
- Markošek J. 2004c. Razvoj vremena v septembru 2004. Mesečni bilten: Agencija RS za okolje, 11, 9: 17-23
- Novello V., de Palma L. 1997. Genotype, rootstock and irrigation influence on water relations, photosynthesis and water use efficiency in grapevine. *Acta Horticulturae*, 449, 2: 467-473
- Ollat N., Tandonnet J.P., Lafontaine M., Shultz H.R. 2003. Short and long term effects of three rootstocks on Cabernet Sauvignon vine behaviour and wine quality. *Acta Horticulturae* 617: 95-99
- Parcy R.W., Ehleringer J., Mooney H.A., Rundel P.W. 1989. *Plant physiological ecology. Field methods and instrumentation*. London. Chapman and Hall,: 457 str.

- 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
- 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: 261-274
- Škvarč A., Ozimič D., Maljevič J., Štabuc R., Novak E., Carlevaris B. 2002. Vinogradi za tretje tisočletje. 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: 11-13
- Taiz L., Zeiger E. 2002. *Plant physiology*, Third Edition. Sunderland, Sinauer Associates Inc. Publishers: 690 str.
- Tozan D. 1997. Spremljanje rasti in razvoja cepljenke vinske trte (*Vitis* sp.) v prvem letu po cepljenju. Diplomaska 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 iz vaj: 5. Vaje 2005/2006
<http://www.bf.uni-lj.si/ag/botanika/gradiva/VAJA%205.pdf>
(20.6.2006): 13 str.
- Vodnik D. 2005b. Študijska gradiva iz predavanj
http://www.bf.uni-lj.si/ag/botanika/Gradiva_predavanja.html
(20.6.2006): 145 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

ZAHVALA

Mentorju izr. prof. dr. Dominiku Vodniku se iskreno zahvaljujem za strokovno pomoč in koristne nasvete pri nastanku diplomske naloge.

Hvala tudi somentorici izr. prof. dr. Zori Korošec-Koruza.

Hvala družini in prijateljem, za vso podporo.

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA AGRONOMIJO

Kaja KRŽAN

**VODNA BILANCA IN FOTOSINTEZA CEPLJENK
ŽLAHTNE VINSKE TRTE (*Vitis vinifera* L.) SORTE
'REBULA' CEPLJENIH NA IZBRANE PODLAGE**

DIPLOMSKO DELO

Univerzitetni študij

Ljubljana, 2006

