

AGROTUR



## KRAŠKO OKOLJE

Simpozij AGROTUR

Nova Gorica, 30. oktober 2014

Zbornik prispevkov simpozija

[www.agrotur.si](http://www.agrotur.si)

## AMBIENTE CARSIKO

Simposio AGROTUR

Nova Gorica, 30 ottobre 2014

Atti del congresso -  
pubblicazioni scientifiche

[www.agrotur.it](http://www.agrotur.it)



2007-2013  
cooperazione territoriale europea  
programma per la cooperazione  
transfrontaliera  
**Italia-Slovenia**  
evropsko teritorialno sodelovanje  
program čezmejnega sodelovanja  
**Slovenija-Italija**



Investiamo nel  
vostro futuro!  
Naložba v vašo  
prihodnost!

[www.ita-sto.eu](http://www.ita-sto.eu)

Progetto cofinanziato dal Fondo europeo di sviluppo regionale  
Projekt sofinancira Evropski sklad za regionalni razvoj

## **Organizator**

Univerza v Novi Gorici  
Kmetijski inštitut Slovenije  
Università degli Studi di Trieste  
Università degli Studi di Udine  
Združenje Konzorcij kraških pridelovalcev terana  
Associazione dei viticoltori del Carso - Kras

## **Izdala in založila**

Univerza v Novi Gorici  
Nova Gorica, Vipavska cesta 13  
Urednika: dr. Klemen Lisjak (Kmetijski inštitut Slovenije, Univerza v Novi Gorici),  
doc. dr. Lorena Butinar (Univerza v Novi Gorici)  
Vsi prispevki v zborniku so recenzirani

## **Recenzenti prispevkov**

Prof. dr. Mladen Franko (Univerza v Novi Gorici)  
Doc. dr. Paolo Sivilotti (Univerza v Novi Gorici)  
Dr. Mateja Muršec (Univerza v Mariboru, Fakulteta za kmetijstvo in biosistemske vede)  
Dr. Dejan Bavčar (Kmetijski inštitut Slovenije)  
Doc. dr. Gregor Urek (Kmetijski inštitut Slovenije)

## **Fotografije**

Marijan Močivnik

## **Naklada 500 izvodov**

---

CIP - Kataložni zapis o publikaciji  
Narodna in univerzitetna knjižnica, Ljubljana

634.8(497.472)(082)

SIMPOZIJ Agrotur (2014 ; Nova Gorica)

Kraško okolje : zbornik prispevkov simpozija = Ambiente carsico : atti del congresso - pubblicazioni scientifiche / Simpozij Agrotur, Nova Gorica, 30. oktober 2014 = Simposio Agrotur, Nova Gorica, 30 ottobre 2014 ; [organizator Univerza v Novi Gorici ... [et al.] ; urednika Klemen Lisjak, Lorena Butinar]. - Nova Gorica : Univerza, 2014

ISBN 978-961-6311-88-5

1. Gl. stv. nasl. 2. Vzp. stv. nasl. 3. Lisjak, Klemen 4. Univerza (Nova Gorica)  
276052224

---

Zbornik prispevkov s simpozija je nastal v sklopu projekta Agrotur, ki je sofinanciran v okviru Programa čezmejnega sodelovanja Slovenija-Italija 2007–2013 iz Evropskega sklada za regionalni razvoj in nacionalnih sredstev. Gli atti del presente simposio sono stati realizzati nell'ambito del progetto Agrotur, progetto finanziato dal Programma per la Cooperazione Transfrontaliera Italia-Slovenia 2007-2013, dal Fondo europeo di sviluppo regionale e dai fondi nazionali.

Za vsebino pričujoče publikacije so odgovorni izključno projektni partnerji. Vsebina publikacije ne odraža nujno stališča Evropske unije. Il contenuto della presente pubblicazione e di esclusiva responsabilità dei partner progettuali e non prescinchia necessariamente le posizioni ufficiali dell'Unione europea.

## **KRAŠKO OKOLJE**

Simpozij AGROTUR

Nova Gorica, 30. oktober 2014

**Zbornik prispevkov simpozija**

[www.agrotur.si](http://www.agrotur.si)

## **AMBIENTE CARSICO**

Simposio AGROTUR

Nova Gorica, 30 ottobre 2014

**Atti del congresso -  
pubblicazioni scientifiche**

[www.agrotur.it](http://www.agrotur.it)

## Kazalo vsebine

<b>Jerina – preliminarni izsledki morfologije vinogradniških tal na Krasu</b>	<b>7</b>
---	----------

*Borut Vrščaj*

<b>Kraški vinogradi in vodnjaki: vsebnost ostankov fitofarmaceutskih sredstev in kovin</b>	<b>23</b>
--	-----------

*Helena Baša Česnik, Vida Žnidaršič-Pongrac, Špela Velikonja Bolta, Klemen Lisjak, Borut Vrščaj*

<b>Spremljanje žuželk, pršic in boleznih vinske trte na Krasu</b>	<b>41</b>
---	-----------

*Vojko Škerlavaj, Božidar Drovenik, Špela Modic*

<b>Vpliv vodnega stresa na kakovost grozdja v kraških vinogradih</b>	<b>53</b>
--	-----------

*Paolo Sivilotti, Lorena Butinar, Anastazija Jež, Katja Šuklje, Andreja Vanzo, Klemen Lisjak*

## Tabella dei contenuti

<b>Terra rossa - risultati preliminari della morfologia dei terreni vitati del Carso</b>	<b>67</b>
<hr/>	
<i>Borut Vrščaj</i>	
<b>Vigneti e pozzi carsici: presenza di residui di fitofarmaci e metalli</b>	<b>85</b>
<hr/>	
<i>Helena Baša Česnik, Vida Žnidaršič-Pongrac, Špela Velikonja Bolta, Klemen Lisjak, Borut Vrščaj</i>	
<b>Monitoraggio di insetti, acari e malattie della vite nel territorio del Carso/Kras</b>	<b>107</b>
<hr/>	
<i>Vojko Škerlavaj, Božidar Drovenik, Špela Modic</i>	
<b>Stress idrico nei vignetti del Carso ed effetti sulla qualità delle uve</b>	<b>121</b>
<hr/>	
<i>Paolo Sivilotti, Lorena Butinar, Anastazija Jež, Katja Šuklje, Andreja Vanzo, Klemen Lisjak</i>	



# JERINA – PRELIMINARNI IZSLEDKI MORFOLOGIJE VINOGRADNIŠKIH TAL NA KRASU

Borut VRŠČAJ<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Kmetijski inštitut Slovenije

<sup>1</sup> doc. dr., Hacquetova ulica 17, 1000 Ljubljana

## IZVLEČEK

O splošnih lastnostih terre rosse, pokarbonatnih tal oz. jerine na tržaško-komenski planoti, ki predstavlja centralni del kraškega vinorodnega področja, je precej diskusij in tudi opisov. Po pregledu strokovne literature smo ugotovili, da je o specifičnih morfoloških lastnostih tal vinogradniške jerine, ki ključno prispevajo k posebnim/h karakterističnim lastnostim vina, relativno malo znanega. Morfologija tal, torej lastnosti talnega profila, ki niso zajete v kemijskih lastnostih horizontov, a ključno prispevajo h kakovosti vina, je relativno pomanjkljivo opisana. Med cilji projekta Agrotur je natančno znanje o kraškem okolju, kamor sodituidimorfološki pregled tal kraških vinogradov, identifikacija pogoste/tipične zgradbe talnega profila ter identifikacija in povezava lastnosti zgradbe ter kemijskih lastnosti tal s specifičnimi senzoričnimi lastnostmi terana na vzorčnih lokacijah.

V prispevku predstavljamo preliminarni del ugotovitev na izbranih profilih jerine oz. kot se je izrazil eden od vinogradnikov, kremenice. V opisih smo se omejili na zgradbo tal ter bistvene morfološke lastnosti, ki smo jim dodali tudi meritve vsebnosti skeleta.

**Ključne besede:** vinogradniška tla, morfologija, jerina, terra rossa, teran

## SUMMARY

The general characteristics of Terra Rossa, Chromic cambisolsoils or Jerina in Slovenia at the Trieste- Komen Plateau, which represents the central part of the Karst wine-growing region were discussed and described in the past. After review of the scientific literature it was realised that relatively little is known about detailed specific morphological properties of the Jerina vineyard soil which are the key contribution to the special / characteristic qualities of the wine. The morphology of the soil, KL. features soil profile that are not covered by the chemical properties of horizons, a key contribution to the quality of the wine

are relatively deficient described. Among the objectives of the project Agrotur is also detailed knowledge about Karst environment, which includes a morphological examination of the soil of Karst Vineyards, identification of frequent / typical structure of 'jerina' soil profile and to identify and link morphological, physical and chemical soil properties of soils with specific sensoric properties of Teran.

The paper presents preliminary findings on selected 'Jerina' profiles or, 'kremenica' (silica) as put by one of the local vine producers . The description was limited to the essential morphological features of soil profile that we have added the measured quantities of mixed carbonate and chert skeleton.

**Keywords:** Vineyard soils, morphology, 'jerina', Terra Rosa, Teran

## UVOD

Prostor tržaško-komenske planote imenujemo Kras. Zaradi natančnih opisov prvih raziskovalcev velja za matični Kras. Nanj smo Slovenci posebej ponosni in ga povezujemo z nacionalnimi atributi; v veliki meri tudi zaradi tistega, kar nudijo tla te geološke formacije v povezavi s klimo in načinom pridelave kraškega pršuta ter vina teran. Tla te geološke formacije so posebne zgradbe in lastnosti. Gre za tip tal, v katerih se prepletajo lastnosti sedimentne kamnine apnenca z bistvenim mineralom kalcitom oz. kalcijevim karbonatom ( $\text{CaCO}_3$ ). Apnenec vsebuje tudi večji ali manjši delež primesi, mineralov glin, pogosto pa tudi večje količine silikatnih materialov, kar je še posebej pomembno za ta prispevek. V primeru Krasa gre za kremen oz. roženec, drobnozrnato amorfnu silikatno sedimentno kamnino s prevladujočo kemično zgradbo  $\text{SiO}_2$ . Nastaja s kristaljenjem kremenice, silikatne raztopine, ki v kislih medijih polimerizira v  $\text{SiO}_2$  oz. otrdi v amorfnu kremen, roženec. Zaradi primesi, predvsem kovin in mineralov glin, jeroženec različno obarvan: belo, sivo, rjavo, svetlo zeleno oz. rjasto rdeče. Roženec je v večjih ali manjših količinah pogosta primes drugih sedimentnih kamnin, tipično apnenca. Tako so na Krasu značilne formacije ploščastih apnenecv z vložki (gomolji in pole) sivih, rjavih in črnih roženecv (tomajski apneneci in komenski skrilavci). Roženec oz. kremen se bistveno razlikuje od kalcita oz. apnenca. V tleh je praktično inerten in se raztaplja le v zelo kislem okolju. Apnenec (oz. kalcit) se relativno lahko raztaplja in oskrbuje tla s kalcijevimi ioni. Ti so rastlinsko hranilo, vplivajo oz. določajo kislost tal, so temelj dobre in obstojne strukture, s tem zračnosti, odcednosti in bistveni kazalec kakovosti tal. Naj naštejemo le nekaj pomembnih posledic prisotnosti večje količine kalcija v tleh: roženec je obstojen, zato se kopiči v tleh; njegov delež se povečuje z erozijo lažjih, zlasti drobnozrnatih mineralov glin ter predvsem zaradi preperevanja apnenca in izpiranja kalcija. Roženec ima po Mohsovi lestvici trdoto  $\sim 7$  (razi steklo in jeklo). Je bistveno trši



od kalcita (trdota po Mohsu 3), ki ne razi stekla in ne jekla. Posredno in deloma neposredno vpliva tudi na kislost tal.

Zaradi prisotnosti in obstojnosti roženca se tudi v tleh, ki so nastala na formacijah tržaško-komenske planote, povečuje delež kremenca. Mestoma se zaradi koluvialnih in deluvialnih ter erozijskih procesov nakopiči v večjih količinah in lahko zasede večji del volumna tal, tudi 20 % in več. Posledično tla – jerino pogosto imenujejo tudi kremenica.

Natančnejši morfološki in pedogenetski opisi kraških tal so relativno redki. Marija Kodrič v kratkem prispevku pojasnjuje dva talna tipa: ilovko, ki nastaja na radiolitnih apnencih, in kremenico, ki nastaja na apnencih z vložki kremenca. Kot prevladujočo rabo tal na ilovki navaja njive in travinje, medtem ko je na kremenici prevladujoča kultura vinograd in 'čuveno vino teran' (Kodrič, 1958). Profesor Sušin (1964) je svoji doktorski disertaciji opisal nekaj različnih (pod)vrst, pri čemer se je osredotočil na

- a) ilovko: kot tla na spodnjekrednih, sivih in temno sivih apnencih ter
- b) močno izprano *terro rosso* – kremenico: kot tla temno sivih gornjekrednih apnencev z vložki kremenca.

Učitelji pedologije v Sloveniji pogosto kot primer vpliva tal na kmetijsko pridelavo in pridelke navajamo zgled refošk – teran. Znano je, da trta sorte refošk na karbonatnih tleh flišev slovenske Istre daje vino refošk in ista trta na posebnih tleh Krasa – jerini daje vino teran, slovensko vinsko posebnost. Zadnje se po svojih organoleptičnih lastnostih in kemijski sestavi bistveno razlikuje od refoška in je zato lahko prepoznavno tudi laiku.

Teran ni samo gospodarsko pomemben proizvod na Krasu, s svojo posebnostjo predstavlja tudi atribut identitete tega obmejnega in deloma čezmejnega prostora. Slovenija ga je zavarovala na trgu EU na podlagi vrste trte, geografske lege ter senzoričnih in kemijskih lastnosti vina. Geografska opredelitev je prostorsko sicer določena, kaj je posebnega v morfologiji tal tega prostora, pa je še vedno neustrezno pojasnjeno in manj raziskano.

V okviru projekta Agrotur želimo izboljšati vinogradniške tehnologije na čezmejnem Krasu, zato je ključno poznavanje specifičnih lastnosti jerine – tal vina teran. Ta prispevek predstavlja preliminarne rezultate raziskav kraških tal v okviru projekta, predvsem osnovno predstavitev morfoloških in kemijskih lastnosti jerine v reprezentativnih vinogradih refoška.

## MATERIAL IN METODE

Za izkop profila smo uporabljali standardni set pedološkega orodja in pripomočkov. Opis talnega profila smo opravili s pomočjo obrazcev Kmetijskega inštituta Slovenije. Pri morfološkem opisu tal smo uporabljali FAO-navodilo (FAO, 2006), ki smo ga prilagodili za potrebe vpisa v baze talnega informacijskega sistema (Vrščaj and Vernik, 2010). Za določitev barve tal smo uporabili Munsell Soil Color Chart. Laboratorijske analize (KIS, 2013) je opravil akreditirani Centralni laboratorij Kmetijskega inštituta Slovenije. Ustreznost založenosti površinskih horizontov tal z rastlinam dostopnim fosforjem in kalijem smo ocenili na podlagi razdelitve v razrede A–D, in sicer: A – siromašna tla, B – srednje preskrbljena tla, C – dobro preskrbljena tla (=cilj – optimalno), D – pretirano preskrbljena tla in E – ekstremno preskrbljena tla (Leskošek and Mihelič, 1998; Leskošek, 1993; Mihelič et al., 2010).

## REZULTATI IN RAZPRAVA

### Opisi profilov z analitskimi podatki

Vse profile smo izkopali v vinogradih refoška v območju tržaško-komenske planote – matičnega Krasa.

#### Opis in podatki Jerine 1

Lokacija profila je v vinogradu starejšega datuma. Gre za lokacijo v dolgotrajni vinogradniški rabi – pridelovalca terana v Dutovljah. Gradnja profila je **Ap – P/Ab – P1 – P1 – Brz**.

#### Opis horizontov

1. Redno oran horizont **Ap 0–25 (30) cm** je svež, na površini delno suh oz. izsušen. Gost, drobljiv; na otip meljasto-glinasto-ilovnat do glinasto-ilovnat; poliedrične, dobro izražene strukture; slabo humozen. Prevladuje intenzivna rdeča barva 2,5YR 4/6; prekoreninjenost je slaba, z drobnimi koreninami. Skelet je pogost, pretežno silikaten, ostrorob, prevladujoče velikosti do 3 cm, ploščat, na pogled zaseda 1 % skupnega volumna horizonta. Prehod v spodnji P/Ab je oster, valovit, mestoma jarkasto poglobljen.
2. **P/Ab 25 (30)–43 cm** je svež do vlažen; drobljiv, mestoma celo dobro drobljiv in ni gosto zložen. Na otip je meljasto-ilovnat do meljasto-glinasto-ilovnat, vsekakor opazno manj glinast kot Ap; poliedrična struktura je dobro do izrazito izražena; temnejši in bistveno bolj humozen kot gornji Ap; dobro prekoreninjen. Barva je rdeča do rdeče-rjava - 2,5YR 3/4, mestoma 2,5YR 3/3. Delež skeleta je opazno manjši od deleža skeleta v zgornjem Ap in spodnjem P1. Prehod v P1 je jarkast, a vodoraven. Prisotni so ostanki žice.

3. **P1 43–69 (72) cm** je svež; gost, lomljiv; na otip meljasto-glinasto-illovnat do glinasto ilovnat; izrazito poliedrična, dobro izražena struktura; rdeče do rdeče-rjave barve (2,5YR 3/4 in 2,5YR 3/3). Vsebuje Mn/Fe-konkrecije. Horizont je heterogen; prevladuje zemlja z več organske snovi (horizonta Ap), z vmesnimi vložki čistega, močno glinastega in gostega, a še drobljivega Brz. Delež skeleta je na pogled podoben kot v Ap. Prisotne so debele korenine trte. Horizont v ravni, a poševni liniji ostro prehaja v P2.
4. **P2** od globine 69 (72) cm do 90 (95) cm je svež; zelo gost, drobljiv, a mestoma zbit in lomljiv. Na otip meljasto-glinasto-illovnat do glinasto-illovnat; ostrorobe, poliedrične, dobro izražene strukture. Material izrazito rdeče barve Brz-horizonta se meša z bolj humozno zemljo P/Ab- oz. Ap-horizonta rdeče barve (2,5YR 3/6 in 2,5YR 3/4). Prehod v Brz je vodoraven.
5. **Brz** sega od 90 (95) do globine 110 cm in se še nadaljuje. Svež do vlažen; gost, lomljiv, drobljiv; na otip glinast do glinasto-illovnat; dobro izražene poliedrične strukture; v celoti mineralen; izrazito rdeč (2,5YR 3/6), po obstojnih ploskvah strukturnih agregatov so pogoste in dobro izražene prevleke gline ter črne prevleke Mn/Fe. Na globini 110 cm vrh apnene skale, ki je kompaktna in na vrhu dobro preperela ter mehka. Predvidevamo, da gre za večjo samostojno skalo in ne matično podlago; Brz se nadaljuje v globino in verjetno ni zadnji horizont.



*Slika 1:  
Talni profil Jerine  
1; globoko rigolana,  
antropogenizirana  
(foto: B. Vrščaj)*

## Analitski podatki Jerine 1

Hor	Globina		pH		Telstura (Ameriška teksturna klasifikacija)										N	C	OS	C/N		
	Od cm	Do cm	H <sub>2</sub> O	CaCl <sub>2</sub>	KCl	Grobi pesek (200-2000µm)	Fini pesek (60-200µm)	Grobi melj (40-60µm)	Fini melj (10-40µm)	Skupni melj	Glina (<2µm)	Tež. razred	Al ekstr. mg/100g	%					%	%
Ap	0	25(30)		6,7		9,6	5,5	11,5	25,9	37,4	47,5	G	21,0	36,0	0,2	2,1	3,6	10,4		
P/Ab	25(30)	43		6,1		5,8	6,9	14,1	33,5	47,6	39,7	MGI	27,0	34,0	0,3	3,3	5,6	10,9		
P1	43	69(72)		7,0		10,1	7,9	12,0	24,9	36,9	45,1	G	26,0	50,0	0,2	2,1	3,6	9,9		
P2	69(72)	90(95)		6,7		7,4	6,9	7,9	17,9	25,8	59,9	G	3,3	30,0	0,1	1,1	2,0	8,1		
Brz	90(95)	110		6,7		1,6	3,2	2,2	8,1	10,3	84,9	G	2,1	16,0	0,1	0,5	0,9	6,4		
Hor	Globina		bazični kationi				Kislost				delež kationov na sorptivnem delu						Karbonati			
	Od cm	Do cm	Ca	Mg	K	Na	S	T	V	mmole./100g tal	Ca	Mg	K	Na	H	%	%	Distričen/ Evrinčen	Interpretacijska	
Ap	0	25(30)	20,0	1,7	0,8	0,1	22,5	28,5	79,0	6,0	6,0	0,1	0,1	0,8	21,0	1,1	1,1	0,8	1,2	evrinčen
P/Ab	25(30)	43	20,2	2,0	0,8	0,1	23,0	32,9	69,9	9,9	9,9	0,1	0,1	0,8	30,1	1,3	1,3	0,8	1,3	evrinčen
P1	43	69(72)	23,5	2,0	1,0	0,1	26,5	33,0	80,3	6,5	6,5	0,1	0,1	0,8	19,7	1,5	1,5	0,8	1,3	evrinčen
P2	69(72)	90(95)	23,0	2,2	0,8	0,1	26,1	32,1	81,3	6,0	6,0	0,1	0,1	0,9	18,7	1,1	1,1	0,9	1,3	evrinčen
Brz	90(95)	110	29,8	2,7	0,4	0,1	32,9	40,7	80,9	7,8	7,8	0,1	0,1	1,2	19,1	0,6	0,6	1,2	1,8	evrinčen

Preglednica 1: Jerina 1 – kemijsko-fizikalne lastnosti tal

Tla so nevtralne kislosti. Založenost s fosforjem je po pričakovanjih nižja od tiste s kalijem, a glede na razrede založenosti uvrščamo tla v optimalno založena, z rastlinam dostopnim fosforjem (C razred, 13–25 mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/100 g). Vsebnost rastlinam dostopnega kalija uvrščamo glede na teksturo tal v začetek D-razreda (34–45 mg K<sub>2</sub>O/100 g).

*Preglednica 2: Jerina 1 – vsebnost skeleta po horizontih*

horizont	terenska ocena deleža skeleta (%)	suha teža vzorca (g)	teža skeleta (g)	delež vsega skeleta (%)	volumen (cm <sup>3</sup> )	volumen skeleta (seštevek frakcij)	volumni deleži (%)
Ap	15	285,0	58,3	20,5	203,6	32,4	15,9
P/Ab	5	253,2	27,3	10,8	180,9	15,2	8,4
P1	25	344,5	108,4	31,5	246,1	60,2	24,5
P2	25	247,1	67,0	27,1	176,5	37,2	21,1
Brz	1	262,3	4,7	1,8	187,4	2,2	1,2

Profil je skeleten skozi vso globino, z izjemo Brz-horizonta. Horizont nekdanje površine tal (P/Ab) vsebuje manj skeleta; manj ga je tudi v sedanjem Ap-horizontu (15 %). Volumski delež skeleta v horizontih, ki jih pedogenetsko umeščamo v sredino talnega profila, izkazujejo večjo količino mešanega karbonatnega in silikatnega skeleta (21 in 24 %).

### **Jerina 1: Interpretacija opazovanj in podatkov**

Zgornji del talnega profila je v celoti antropogeniziran. Glede na reliefno-gemorfološke razmere gre za presenetljivo globok profil tal. Videti je, da je bila manjša depresija rekultivirana in nasuta. Ap je dobro premešan, po poreklu intenzivno rdeč Brz-horizont, mestoma lisast zaradi primesi bolj humoznega horizonta. Jarkast in valovit prehod v spodnji P/Ab nakazuje, da je bil Brz nasut preko neravne, grudaste ali s kolesnicami poglobljene površine humoznega Ap nekdanje površine tal na sedanjni globini 25 oz. 30 cm. Morfološke ugotovitve potrjujejo tudi analitski rezultati kemijskih in fizikalnih lastnosti, saj sedanji Ap vsebuje manj skupnega melja, več glin, manj organske snovi, manj fosforja in več kalija kot nekdanji površinski, sedaj spodaj ležeči P/Ab. Na mestu kolesnic je gosto zložen in močno zbit. Skelet je pogost, mešan, bolj ali manj silikaten. Blago valovit in manj jarkast prehod med horizontoma Ap in P/Ab kaže, da gre za mejo nekdanje globine oranja, do cca. 18 cm. Kislost tal med 6,1 in 6,7 je glede na pedogenezo pričakovana in optimalna za rast trte. Enako velja za vsebnost Ca, medtem ko je vsebnost Mg majhna. Tla so optimalno založena s fosforjem. Založenost s kalijem je povišana v zgornjih horizontih in v manjši meri presega optimalno založenost. Z visoko vsebnostjo kalija izstopa P1-horizont (50 mg/100 g tal), ki z optimalno založenostjo s fosforjem lahko nakazuje na založno/meliorativno gnojenje in glede na pH tudi apnjenje ob vzpostavitvi vinograda. To nakazuje

tudi zelo nizka vsebnost fosforja v spodnjem horizontu P2 in predvsem v Brz-horizontu (3,3 mg in 2,1 mg/100 g tal), kar ustreza nizkim naravnim vsebnostim fosforja v pokarbovatnih tleh. Naravna vsebnosti kalija je v zelo glinastih pokarbovatnih tleh višja in se odraža v Brz-horizontu (16 mg/100 g tal), medtem ko je v P2 zaradi gnojenja in procesov izpiranja ta povišana na 30 mg/100 g tal. Tla so težka, saj je vsebnost gline visoka v vseh horizontih in z 80 % izrazito odstopa v Brz-horizontu. Izrazita in stabilna poliedrična struktura z makroporami med agregati omogoča dobro odcednost tal in dobre vodno-zračne razmere. Obdelava tal (rigovanje) sega do sedanje globine 90 (95) cm, vendar so antropogeni vplivi na površini zaradi nasutja najbolj izraziti. Spodaj ležeči Brz-horizont je intakten, brez kakršnih koli znakov vplivov človeka. Ta horizont izkazuje tudi zelo majhno vsebnost skeleta.



*Slika 2: Talni profil Jerine 2  
(Foto: B. Vrščaj)*

### **Opis in podatki Jerine 2**

Lokacija profila je v vinogradu starejšega datuma, na vzhodnem obrobju vasi Pliskovica. Gre za blago terasirano pobočje z vinogradom refoška, z vzgojno obliko latnik. Gradnja profila je **Ap-P-Brz-R**.

### **Opis horizontov**

1. **Ap 0–17 cm** je svež do vlažen; drobljiv, skoraj rahel; srednje do dobro humozen, dobro so izražene oreškasto-poliedrične strukture; agregati so manjši in se združujejo zaradi vlažnosti. Primarna barva je intenzivno rdeče-rjava 7,5YR 4/3; ocenjena ske-

letnost je 15 %, skelet je velikosti do 3 cm, pretežno ploščat, mešan, apnen in silikaten, prevladuje temni apnenec. Prehod v P-horizont je raven.

2. **P 17–40** cm, vlažen, gost, a drobljiv; glinasto-illovnate teksture; struktura je poliedrična, dobro izražena; slabo humozen. Barva: 2,5YR 5/3, mestoma prehaja v sekundarno rdečo barvo 10R 3/4. Apneni skelet je velik do 4 cm, ploščat, na pogled do 10%, po analitskih podatkih je delež večji. Prehod v spodnji Brz-horizont je nejasen in nepravilen oz. valovit, širok ~ 17 cm. V horizontu so še vidni znaki rigolanja, a zabrisani. Meja do spodnjega horizonta ni jasna, zabrisana. Prehod horizonta v Brz je žepast, na globini na 40 cm.
3. **Brz 40–50 (68)** cm je vlažen, z mokrimi površinami strukturalnih agregatov; gost, a drobljiv, deloma kompakten in lomljiv; glinasto-illovnat; dobro izražena poliedrična struktura; mineralen oz. zelo slabo humozen zaradi organske snovi po rovih korenin. Barva: 2,5YR 4/4; sekundarna barva: 2,5YR 4/6. Apneni skelet ploščat, do 3 cm, ploščat do P05/2 %. pH na terenu: 7. Prehod horizonta v R je raven, poševen, oster.
4. **R 50–70 cm**, kompaktna poševna ploskev – skala temnega apnenca, ki površinsko prepereva.

## Analitski podatki

Hor	Globina		pH		Tekstura (Ameriška teksturna klasifikacija)							P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	C	OS	C/N	
	Od cm	Do cm	H <sub>2</sub> O	CaCl <sub>2</sub>	KCl	Grobi pesek (200-2000 µm)	Fini pesek (60-200 µm)	Fini melj (2-20 µm)	Skupni melj	Glina (<2 µm)	Tekst. razred							Al ekstr.
Ap	0	17		7.1		8,8	6,4	10,3	32,1	42,4	MG	mg/100g						
P	17	40		7.3		8,1	7,7	8,6	26,3	34,9	G	49,0	48,0	0,3	2,7	4,7	11,0	
Brz	40	50(68)		7.5		8,2	8,6	9,2	26,8	36	G	12,0	23,0	0,2	1,6	2,8	10,1	
R	50	70+									G	6,0	16,0	0,1	1,4	2,4	10,0	
Hor	Globina		bazični kationi			kislost			delež kationov na sorptivnem delu							Karbonati	Disriven/ Evriven	Interpratacij a
Od cm	Do cm	Ca	Mg	K	Na	H	S	T	V	Ca	Mg	K	Na	H	%			
Ap	0	17	25,2	2,9	1,0	0,1	5,0	29,1	34,1	85,3	73,9	8,4	1,3	0,7	14,7	12	evriven	
P	17	40	26,3	3,0	0,5	0,1	5,0	29,9	34,9	85,7	75,3	8,7	0,7	0,7	14,3	1,6	evriven	
Brz	40	50(68)	27,5	3,1	0,3	0,1	4,3	31,0	35,3	87,9	77,9	8,9	0,4	0,6	12,1	2	evriven	
R	50	70+															evriven	
																	evriven	

Preglednica 3: Jerina 2 – kemijsko-fizikalne lastnosti tal



Kislost tal je nevtralna do blago alkalna (pH 7,1–7,5) in se zmanjšuje od površine v Brz-horizont. Površinski Ap-horizont je ekstremno založen s fosforjem in kalijem. Glede na razrede založenosti ga lahko tako na osnovi fosforja kot kalija uvrstimo v ekstremni E-razred ( $E > 40 \text{ mg P}_2\text{O}_5/100\text{g}$  oz.  $E > 40 \text{ mg K}_2\text{O}/100 \text{ g}$ ). Vsebnost glin je visoka, med 42–47 %. Visoka vsebnost Ca je pričakovana (74–78 % na sorptivnem delu), glede na matično podlago (apnenec) izstopa tudi relativno dobra založenost z magnezijem (~ 8 % na sorptivnem delu).

*Preglednica 4: Jerina 2 – vsebnost skeleta po horizontih*

horizont	terenska ocena deleža skeleta (%)	suha teža vzorca (g)	teža skeleta (g)	delež vsega skeleta (%)	volumen (cm <sup>3</sup> )	volumen skeleta (seštevek frakcij)	volumni deleži (%)
Ap	15	690,0	227,5	33,0	492,9	126,4	25,6
P	25	627,0	210,0	33,5	447,9	116,7	26,0
Brz	25	595,0	163,2	27,4	396,7	90,7	22,9

Profil je ~ enakomerno skeleten (~ 25 %) skozi vso globino, z manjšim znižanjem v Brz-horizontu (23 %).

### **Jerina 2: Interpretacija opazovanj in podatkov**

Tla so težja, glinasta in skeletna, a kljub temu zaradi dobre strukture in zloženosti dobro nosilna, propustna in predvsem dobro odcedna. Dobra odcednost omogoča obdelavo v krajšem času po padavinah.

Površinsko neskalovit, a dobro kamnit; kamnitost ocenjena na 35 %. V celotnem profilu neenakomerno razporejen, pretežno apnen skelet. Fiziološka globina profila sega do globine 70 oz. 90 cm, kar je zgornja meja kompaktne skale temnega apnenca. Celoten profil je relativno plitev, zaradi skeletnosti manjša kapaciteta za vodo, kljub večjemu deležu glin. V sušni dobi lahko pride do izrazitega sušnega stresa. Tla so v površinskem horizontu pretirano založena s fosforjem in kalijem. Predvidoma zaradi uporabe mineralnih gnojil s povišano vsebnostjo Ca in predvsem Mg so tla dobro založena s tema elementoma, pri čemer glede na matično podlago izstopa magnezij. Pregnojenost ne zmanjšuje kakovosti tal za pridelavo trte, bi pa bilo treba za nekaj let opustiti dodajanje fosforja in kalija.



Slika 3: Talni profil Jerine 3  
(Foto: B. Vrščaj)

### Opis in podatki Jerine 3

Talni profil Jerina 3 je bil izkopan na obrobju večjega vinograda, vzhodno od Komna, na blagem južnem pobočju s 3° nagibom.

#### Opis horizontov

1. **Ap 0–20 cm** je vlažen; drobljiv, gost, meljasto-glinasto-ilovnat. Struktura je srednje izražena, oreškasta do poliedrična; srednje humozen. Primarna barva je intezivno rdeče-rjava: 7,5YR 3/4; skeletnost je ocenjena na 5 %, skelet pretežne velikosti do 3 cm, predvsem ploščat, mešan, apnen in silikaten. Prehod v P1-horizont je jasen, vodoraven.
2. **P 120–52 cm**, vlažen; gost, a drobljiv; glinasto-ilovnate teksture; struktura je poliedrična, dobro izražena; slabo humozen. Barva: 7,5YR 2,5/3. Na oceno do 20 %, predvsem ploščatega apnenega skeleta velikosti ~ 4 cm; po analitskih podatkih je delež ~ 25 %. Prehod v P2- horizont je zabrisan, nejasen, širok ~ 20 cm, raven.
3. **P 252–70 (68) cm** je svež; drobljiv, a gost; na otip meljasto-ilovnat; srednje izražena poliedrična do oreškasta struktura; mineralen oz. slabo humozen po površini agregatov in rovih korenin, zaradi organske snovi. Primarna barva je rjava: 10YR 3/4. Apneni skelet je ploščat, velikosti do 3 cm, ocenjen na 10 %. pH na terenu: 7. Prehod horizonta v Brz je raven, dokaj jasen.
4. **Brz 70–90+ cm** je svež; gost, a drobljiv, meljasto-ilovnat; srednje izražena poliedrična do oreškasta struktura; mineralen oz. zelo slabo humozen zaradi organske snovi po rovih korenin. Prevladuje barva 7,5YR 3/4. Vsebnost ostrorobega in pretežno ploščatega apnenega skeleta, velikega do 3 cm, je ocenjena na 20 %. pH, izmerjen na terenu, je 7.

## Analitski podatki Jerine 3

Hor	Globlina		pH			Tekstura (Ameriška teksturna klasifikacija)										C	OS	C/N	
	Od cm	Do cm	H <sub>2</sub> O	CaCl <sub>2</sub>	KCl	Grobni pesek (200-2000µm)	Fini pesek (60-200µm)	Grobni meji (20-50µm)	Fini meji (2-20µm)	Skupni meji (< 5µm)	Glina (< 5µm)	Tekst. razred	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N				C
			%	%	%	%	%	%	%	%	%	mg/100g	mg/100g	%	%	%	%	%	%
Ap	0	20		7,2		14,9	5,7	9,6	31,7	41,3	38,1	GI	17,0	28,0	0,2	1,7	3,0	11,4	razmerje
P1	20	52		7,3		15,7	7,2	10,6	34,6	45,2	31,9	GI	9,9	11,0	0,1	1,4	2,5	11,8	razmerje
P2	52	70		7,3		20,1	5,9	10,1	34	44,1	29,9	GI	7,7	10,0	0,1	1,3	2,3	12,2	razmerje
Brz	70	90+		7,4		18,5	7,4	10,2	33,7	43,9	30,2	GI	8,7	11,0	0,1	1,0	1,8	10,2	razmerje
Hor	Globlina		bazični kationi				kislost				delež kationov na sorptivnem delu						Karbonati		
Od cm	Do cm	Ca	Mg	K	Na	Ca	H	S	T	V	Ca	Mg	K	Na	H	Ca	%	Interpretacijska	%
		mmol <sub>e</sub> / 100 g tal				mmol <sub>e</sub> / 100 g tal				mmol <sub>e</sub> / 100 g tal						%			
Ap	0	20	19,7	0,9	0,6	0,0	4,0	21,3	25,3	84,2	78,1	3,7	0,7	0,8	15,8	1,2	1,2	evriten	1,2
P1	20	52	19,8	0,6	0,2	0,0	4,0	20,7	24,7	83,8	80,1	2,6	0,3	1,2	16,2	1,2	1,2	evriten	1,2
P2	52	70	19,1	0,6	0,2	0,0	3,5	19,9	23,4	85,1	81,4	2,6	0,3	1,2	14,9	0,8	0,8	evriten	0,8
Brz	70	90+	21,3	0,7	0,2	0,0	3,5	22,3	25,8	86,4	82,6	2,8	0,3	1,4	13,6	1,6	1,6	evriten	1,6
																		evriten	

Preglednica 5: Jerina 3 - kemijsko-fizikalne lastnosti tal

Tla so nevtralna do blago alkalna: pH 7,2–7,4, ki se nekoliko povečuje od površine v Brz-horizont. Površinski Ap-horizont je dobro založen s fosforjem in kalijem. Glede na razrede založenosti ga lahko na podlagi vsebnosti fosforja in kalija uvrstimo v optimalni C-razred (13–25 mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/100g oz. 23–33 mg K<sub>2</sub>O/100g). Vsebnost glin je nižja v primerjavi z drugimi profili, med 30–38 %. Visoka vsebnost Ca je pričakovana (74–78 % na sorptivnem delu), glede na matično podlago (apnenec) izstopa tudi relativno dobra založenost z magnezijem (~ 8 % na sorptivnem delu).

Preglednica 6: Jerina 3 – vsebnost skeleta po horizontih

horizont	terenska ocena deleža skeleta (%)	suha teža vzorca (g)	teža skeleta (g)	delež vsega skeleta (%)	volumen (cm <sup>3</sup> )	volumen skeleta (seštevek frakcij)	volumni deleži (%)
Ap	10	865,0	380,2	44,0	617,9	211,2	34,2
P1	30	761,2	309,6	40,7	543,7	172,0	31,6
P2	20	499,0	197,7	39,6	356,4	109,8	30,8
Brz	15	194,0	86,0	44,3	138,6	47,8	34,5

Profil je enakomerno skeleten ( $\pm 33$  %) skozi vso globino, z nebitvenim znižanjem v P2-horizontu.

### Jerina 3: Interpretacija opazovanj in podatkov

Profil je skeleten skozi celo globino. Povprečno vsebuje ~ 33 % črnega ostrorobega roženca. Glede na skelet, ostanke opeke v P1 in P2 ter oglja v P1 in deloma P2 sklepamo, da gre za nanesen in premešan material. Ob zasaditvi vinograda so verjetno požgali grmičevje in izravnali površino tal, s tem pa zamešali oglje in delce keramike globlje v profil. Celoten profil je močno antropogeniziran in zaradi primesi do neke mere netipičen. Vsebnost glin po horizontih ne odraža spiranja in kopičenja glin v spodnjih horizontih, predvsem zaradi mešanja in nasipanja – antropogenizacije profila. Tako je delež glin v Ap-horizontu največji, v P2 in Brz pa podobno manjši, kar kaže na globoka, deloma sprana tla pred posegom človeka. Vsebnost hranil odraža primerno, pravilno gnojenje, saj sta tako fosfor kot kalij v optimalnem C-razredu založenosti. Tla so v primerjavi z drugimi, bolj tipičnimi profili jerine, manj glinasta, manj gosta in z manj izrazito poliedrično strukturo, ki meji na oreškasto. So odcedna, zračna in globoka, glede na vrsto rabe primerno humozna in nosilna.

## ZAKLJUČKI

Gre predvsem za težka tla, saj je vsebnost gline visoka v vseh horizontih in po navadi izrazito izstopa v intaktnih Brz-horizontih. Vsebnost gline je manjša v izrazito mešanih horizontih in na tistih lokacijah, kjer so tla izvorno globoka ter je glina sprana, s tem pa je povečan delež melja. Zaradi visoke vsebnosti kalcijevega ionov in njihovega vpliva na stabilnost strukturnih agregatov se je izoblikovala izrazita in stabilna poliedrična struktura z vertikalnimi obstojnimi in stalnimi ploskvami agregatov – makro- in mezoporami, po katerih odteka voda v podtalje. V teksturno lažjih oblikah jerine je prisotna poliedrična oz. oreškasta struktura, tudi v globljih P1- in P2-horizontih. V obeh primerih so tla dobro odcedna, z dobrimi vodno-zračnimi razmerami. V primerjavi z drugimi talnimi tipi s podobno in celo manjšo vsebnostjo gline v bistvenih horizontih se jerina težje zablata in izkazuje dobro nosilnost. Obdelava je možna v relativno kratkem času po padavinah.

Volumski delež skeleta v horizontih, ki jih pedogenetsko umeščamo v sredino talnega profila (P, Brz) izkazuje večjo količino mešanega karbonatnega in silikatnega skeleta (tipično okoli 25–35 %). Redkeje intaktni Brz-horizonti izkazuje nekoliko nižjo vsebnost, kar pa bi bilo možno potrditi le z večjim številom meritev volumskega deleža skeleta. Sestava skeleta je mešana, karbonatno-silikatna. Predvidevamo, da glede na lokacijo specifično izražene koluvialno-deluvialne in erozijske procese izmenično dominirata kremen v obliki črnega in rjavega roženca ter ostrorob, zaradi preperevanja blago zaobljen siv in temen apneni skelet. Prevladujoča velikost skeleta se giblje med 3 in 5 cm.

Fiziološka globina tal variira glede na globino matične podlage. Če ni ovir (skala – R-horizont), je koreninski sistem trte dobro razvit in sega globoko, glavnina tipično v globino 80 cm in več. Sušnost tal je tako odvisna predvsem od globine, zaradi večjega deleža gline pa je kapaciteta tal za zadrževanje vode velika, zmanjšuje jo relativno velik delež skeleta. Kljub temu ne gre pozabiti, da so zaradi obstojne poliedrične strukture ta tla zračna in dobro drenirana ter lahko sušna v poletnih mesecih z manj padavinami, kar omogoča/povzroča sušni stres.

## ZAHVALA

Zahvaljujemo se kraškimi vinogradnikom, ki so nam omogočili izkop talnih profilov. Eksperimentalno delo je del dejavnosti, ki jih predvideva projekt AGROTUR, Kraški agroturizem, sofinanciran v okviru Programa čezmejnega sodelovanja Slovenija-Italija 2007–2013 iz sredstev Evropskega sklada za regionalni razvoj in iz nacionalnih sredstev.

## VIRI

- FAO, 2006. Guidelines for soil description, 4th edition. ed. FAO, Rome.
- KIS, C., 2013. Centralni laboratorij KIS - analitske metode [WWW Document]. Anal. Metode Cent. Lab. Kmetijskega Inštituta Slov. URL <http://www.kis.si/pls/kis/kis.web?m=259&j=SI#nav> (accessed 5.18.14).
- Kodrič, M., 1958. Crvenica na slovenskom Krasu. Zemlj. Biljka VIII, 41–45.
- Leskošek, M., 1993. Gnojenje: za velik in kakovosten pridelek, za izboljšanje rodovitnosti tal, za varovanje narave. Kmečki glas, Ljubljana.
- Leskošek, M., Mihelič, R., 1998. Smernice za strokovno utemeljeno gnojenje, 1. del-Poljedelstvo in travništvo. Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano Republike Slovenije, Ljubljana.
- Mihelič, R., Čop, J., Jakše, M., Štampar, F., Majer, D., Tojnko, S., Vršič, S., 2010. Smernice za strokovno utemeljeno gnojenje. Republika Slovenija, Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano, Ljubljana.
- Sušin, J., 1964. Doprinos k poznavanju terre rosse v Slovenskem Primorju. Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Ljubljana, Slovenija.
- Vrščaj, B., Vernik, T., 2010. Algoritmi digitalne kartografije in pretvorbene funkcije za potrebe nacionalnega talnega informacijskega sistema. Delovni sklop 3; Zasnova nacionalnega talnega informacijskega sistema (Raziskovalno poročilo = Research Report), Raziskovalna poročila Kmetijskega inštituta Slovenije = Agricultural Institute of Slovenia Research Reports. Kmetijski inštitut Slovenije, CL, Center za tla in okolje = Agricultural Institute of Slovenia, CL, Centre for Soil and Environment Research, Ljubljana, Slovenija = Slovenia.

# KRAŠKI VINOGRADI IN VODNJAKI: VSEBNOST OSTANKOV FITOFARMACEVTSKIH SREDSTEV IN KOVIN

Helena BAŠA ČESNIK<sup>1</sup>, Vida ŽNIDARŠIČ-PONGRAC<sup>2</sup>,  
Špela VELIKONJA BOLTA<sup>3</sup>, Klemen LISJAK<sup>4</sup>, Borut VRŠČAJ<sup>5</sup>

<sup>1,2,3,4,5</sup> Kmetijski inštitut Slovenije

## IZVLEČEK

Kmetijska pridelava vključuje tudi zaščito rastlin s fitofarmacevtskimi sredstvi (FFS); ta zatirajo plevele in ščitijo rastline pred boleznimi ter škodljivci. Med škropljenjem FFS zanaša v atmosfero, kasneje pa se posedajo na tla in rastline, tako ciljne kot neciljne. Del FFS t. i. drift zanese v okolico po zračni poti, na neciljne organizme in površine, med drugim tudi vodo. Težke kovine so prisotne v tleh kot produkt preperevanja matične podlage (kamenine) in drugih pedogenetskih procesov. Matične podlage se močno razlikujejo tako po mineraloški kot po kemijski sestavi; posledično je tudi vsebnost kovin v tleh lahko zelo različna. Tla in pedosfera so prostor, v katerem se srečuje atmosfera in zemeljska skorja in so samostojen ekosistem. Na ta način so podvržena tudi vnosu kovin iz različnih virov (industrija, kmetijstvo, promet ...). Delujejo kot filter, ki ščiti podtalnico pred onesnaženjem s potencialno nevarnimi snovmi.

V prispevku predstavljamo rezultate raziskav ostankov FFS in izbranih težkih kovin v kraških vinogradniških tleh in vodah iz vodnjakov. Za analizo ostankov FFS smo uporabili multirezidualno metodo GC/MS in multirezidualno metodo LC/MS/MS. Kovine v tleh in vinu smo analizirali s plamensko in elektrotermično atomsko absorpcijsko spektrometrijo (FAAS, GFAAS), kovine v vodah pa z induktivno sklopljeno plazmo z masnim spektrometrom (ICP-MS).

Vinogradniška tla smo vzorčili spomladi l. 2012 in v vzorcih določili 7 aktivnih spojin. Vse, z izjemo DDT, so bile v letu 2011 dovoljene v integrirani pridelavi grozdja. Vsebnost DDT je bila pod kritično emisijsko vrednostjo. DDT je v kmetijski rabi prepovedan insekticid, a je zaradi njegove obširne uporabe v preteklosti in svoje dolgoživosti v okolju ter seveda v tleh še vedno prisoten.

Tla vinogradov so onesnažena predvsem z Ni in Cu. Povprečne vsebnosti Ni, Cu in Co presegajo opozorilne vrednosti, medtem ko kritično vsebnost presega le Cu, v enem vzorcu. Tla so v manjši meri onesnažena z Mo in mestoma s Pb ter neonesnažena z Zn. Porazdelitev in variabilnost onesnaženja nakazujeta na povišane vrednosti zaradi naravnih ozadij (Ni, Cd) in antropogenih vplivov/virov onesnaženja (Cu, Cr, Pb).

Vode kraških vodnjakov, ki smo jih vzorčili decembra l. 2013, ne vsebujejo ostankov sodobnih FFS. Rezultati analiz torej kažejo, da voda v vodnjakih ni kontaminirana z aktivnimi spojinami ali razgradnimi produkti FFS. Izmed analiziranih kovin smo določili v vodah kraških vodnjakov le Cu in Mn. Izmerjene vsebnosti za Cu niso bile presežene, mejnih vrednosti za Mn pa ni (Ur. l. RS št. 19/2004).

Tla vinogradov na Krasu, ki smo jih zajeli v raziskavi, kakor tudi voda iz vodnjakov, razen posameznih lokacij, večinoma ne vsebujejo analiziranih kovin nad mejnimi vrednostmi, ki bi predstavljale tveganje za pridelavo vina in okolje.

**Ključne besede:** vino teran, vodnjaki, tla, Kras, okolje, ostanki fitofarmaceutskih sredstev, kovine

<sup>1</sup> dr., Kmetijski inštitut Slovenije, Hacquetova ulica 17, 1000 Ljubljana

<sup>2</sup> mag., Kmetijski inštitut Slovenije

<sup>3</sup> dr., Kmetijski inštitut Slovenije

<sup>4</sup> dr., Kmetijski inštitut Slovenije

<sup>5</sup> doc. dr., Kmetijski inštitut Slovenije

## Karst vineyards and wells: content of pesticide residues and heavy metals

### ABSTRACT

Agricultural production includes the plant protection activities. Plant protection products (PPPs) suppress weeds and protect against plant diseases and various pests. During the application the PPPs are drifted to the atmosphere and deposited on the ground, targeted and non-target organisms – plants as well as surface waters. Heavy metals are present in the soil as a product of weathering of parent material. Inherited heavy metal concentrations in soil (natural backgrounds) vary significantly in both, the mineralogical form and the chemical composition. Consequently, the total content in the soil and the metal bioavailability to plants significantly vary. Additionally to the natural background the



heavy metal concentrations of soils raised by anthropogenic sources – mainly through the contamination (industry, agriculture, traffic...). Soil buffering and filtering capacities protects groundwater from contamination with metals and PPP, but at certain level of contamination the soil itself become a source of pollution.

The paper presents research results of PPP residues and heavy metals in selected karst vineyard soil and water from wells. For the analysis of pesticide residues were used the multiresidual GC/MS method and the multiresidual LC/MS /MS method. Metals in the soil and wine were analyzed by flame and graphite furnace atomic absorption spectrometry (FAAS, GFAAS) and metals in waters, by inductively coupled plasma mass spectrometry (ICP-MS).

Vineyard soils were sampled in spring 2012 and in these samples 7 active compounds were determined. With the exception of DDT all of them were allowed the integrated production of grapes in 2011. The detected DDT concentrations were below the critical immission value. The DDT was banned from agricultural production several years ago, but due to its extensive use in the past and its persistence in the environment and of course the soil it is still present.

Heavy metal concentrations in vineyard soils are increased predominantly by Ni and Cu. The averages of Ni, Cu and Co concentrations exceed warning values while the critical Cu concentration (critical value) was exceed by one sample only. Soils are marginally contaminated with Mo and Pb, and not contaminated with Zn. The distribution and variability indicates the natural background (Ni, Cd) and anthropogenic (Cu, Cr, Pb) sources of contamination.

Water from karst wells, sampled in December 2013 does not contain residues of modern PPPs. The analysis thus show that the water in the wells is not contaminated with the active compounds or degradation products of PPPs. Among the metals analyzed in the Karst wells waters only Cu and Mn were determined. The measured levels of Cu did not exceed warning levels while the threshold level values for Mn are not set by the Slovenian legislation (OG. RS, no.19/2004).

Vineyard soil in the Karst region included in the study as well as water from Karst wells with the exceptions of very few specific locations do not contain analyzed metals above the levels that would pose a risk to wine production and the environment safety.

**Keywords: wine Teran, wells, soil, karst environment, pesticide residues, heavy metals**

## 1 UVOD

### 1.1 Ozadja in pretekle raziskave

Kras je kmetijsko področje Slovenije, na katerem na prepustnih tleh gojijo vinsko trto, sadje, zelenjavo in tudi žita. Za uspešno kmetijsko pridelavo je treba varovati in zdraviti kmetijske rastline pred boleznimi ter škodljivci, torej najpogosteje uporabljati fitofarmacevtska sredstva (FFS). Uporaba FFS je odvisna tako od pojavljanja bolezni in škodljivcev kot vrste pridelave (konvencionalna, integrirana, ekološka). Kljub osveščanju kmetovalcev in njihovi skrbi za okolje, ostanki uporabljenih FFS delno preidejo v okolico. Kmetijska dejavnost z uporabo mineralnih in živinskih gnojil ter FFS na bazi kovin tudi lahko prispeva k povečanju vsebnosti kovin v tleh. Vsebnosti težkih kovin v tleh tržaško-komenske planote (Krasa) so naravno povišane. To posebej velja za nikelj (Ni) (Zupan in sod., 2008). Vsebnost kovin in točkovnih onesnaženj povezujemo tudi z aktivnostmi na fronti in njenem zaledju v času I. svetovne vojne. V desetletjih po II. svetovni vojni so k povišanim vsebnostim kovin prispevali industrija, promet in kmetijstvo preko rabe FFS (baker (Cu) – modra galica v vinogradih) in tudi nečistih mineralnih gnojil (kadmij (Cd)).

Tla vinogradov so zaradi dolgotrajne rabe bakrenih pripravkov, kasneje drugih FFS in mineralnih gnojil, pogosto onesnažena s to kovino in tudi drugimi. Pridelano vino posledično pogosto vsebuje povišane vsebnosti težkih kovin. Nekatero raziskavo so pokazale, da je povprečna vsebnost svineca (Pb) v evropskih vinih  $63 \mu\text{g/l}$ , v avstralskih  $28 \mu\text{g/l}$  ter v ameriških  $24 \mu\text{g/l}$  (Ribéreau-Gayon in sod., 2000). Madžarski raziskovalci (Ajtony in sod., 2008) poročajo o povišanih vsebnostih Cd ( $1,06 \mu\text{g/l}$ ), medtem ko vina južne Italije vsebujejo od  $0,25$  do  $0,38 \mu\text{g/l}$  Cd (Galgano in sod., 2008). Vendar to ne velja na splošno za vse kovine. Tako izmerjene koncentracije arzena (As) na Madžarskem ali v Grčiji (Galani-Nikolakaki in sod., 2002) ne presegajo ( $\text{LOQ} = 10 \mu\text{g/l}$ ) (Ajtony in sod., 2008). Ugotovimo lahko, da je izbor (in koncentracije) težkih kovin, ki so povišane v tleh, praviloma specifičen in odraža zgodovinsko rabo zemljišč, naravna ozadja kot vplive industrije in prometa.

Podobno velja za površinske vode, ki v območjih intenzivne kmetijske pridelave, kot so vinogradniška območja, pogosto vsebujejo povišane vsebnosti ali celo prekoračene mejne vrednosti kovin, ki lahko izvirajo tudi iz vinogradniške pridelave. Tako sta Tamasi in Cini (2004) v pitni vodi v pokrajini Toskana (Italija) določila vsebnosti As (maksimalna določena vsebnost  $14,4 \mu\text{g/L}$ , mejna vrednost v Ur. l. RS št. 19/2004 je  $10 \mu\text{g/L}$ ), Cd (maksimalna določena vsebnost  $0,003 \mu\text{g/L}$ ), kobalta (Co, maksimalna določena vsebnost  $1,4 \mu\text{g/L}$ ), Cu (maksimalna določena vsebnost  $24 \mu\text{g/L}$ ), kroma (Cr, maksimalna vsebnost  $0,8 \mu\text{g/L}$ ), mangana

(Mn, maksimalna določena vsebnost 48  $\mu\text{g/L}$ ), Ni (maksimalna določena vsebnost 11,3  $\mu\text{g/L}$ ), Pb (maksimalna določena vsebnost 2  $\mu\text{g/L}$ ) in vanadija (V, maksimalna določena vsebnost 1,8  $\mu\text{g/L}$ ). Karavoltsov in sod. (2008) so v pitni vodi v različnih pokrajinah Grčije določili vsebnosti Cu (maksimalna določena vsebnost 536  $\mu\text{g/L}$ ), Cd (maksimalna določena vsebnost 1,13  $\mu\text{g/L}$ ), Cr (maksimalna določena vsebnost 47,9  $\mu\text{g/L}$ ), Ni (maksimalna določena vsebnost 350,1  $\mu\text{g/L}$ , mejna vrednost v Ur. l. RS št. 19/2004 je 20  $\mu\text{g/L}$ ) in Pb (maksimalna določena vsebnost 24,3  $\mu\text{g/L}$ , mejna vrednost v Ur. l. RS št. 19/2004 je 10  $\mu\text{g/L}$ ).

Urad za hidrologijo in stanje okolja Agencije Republike Slovenije za okolje je v okviru imisijskega monitoringa kakovosti voda ugotavljal onesnaženost podzemnih voda s kovinami na območju Obale in Krasa z Brkini. V Ilirski Bistrici so v letu 2012 izmerili 0,58  $\mu\text{g/L}$  Mn, 0,2  $\mu\text{g/L}$  antimona (Sb), 0,12  $\mu\text{g/L}$  As, 0,31  $\mu\text{g/L}$  Cu, 0,14  $\mu\text{g/L}$  Co, 0,56  $\mu\text{g/L}$  molibdena (Mo), 0,88  $\mu\text{g/L}$  Ni in 0,57  $\mu\text{g/L}$  V. V Brestovici so v letu 2012 izmerili 0,47  $\mu\text{g/L}$  Mn, 0,25  $\mu\text{g/L}$  Sb, 0,3  $\mu\text{g/L}$  As, 2,1  $\mu\text{g/L}$  Cu, 20  $\mu\text{g/L}$  barija (Ba) 0,16  $\mu\text{g/L}$  Co, 0,45  $\mu\text{g/L}$  Cr, 1,3  $\mu\text{g/L}$  Mo, 1,3  $\mu\text{g/L}$  Ni, 0,44  $\mu\text{g/L}$  selena (Se) in 0,52  $\mu\text{g/L}$  V.

## 1.2 Namen študije

Namen študije v okviru projekta Agrotur je tudi pridobiti podatke onesnaženosti tal, pridelkov (vina) in površinskih voda ter oceniti stanje onesnaženosti tal in vodnjakov vinogradniškega območja Kras s težkimi kovinami in ostanki FFS.

Mejne vrednosti koncentracij kovin (in s tem stopnja onesnaženosti) so opredeljene v Uradnem listu Republike Slovenije št. 68/1996 (mejne, opozorilne in kritične imisijske vrednosti kovin in ostankov FFS v tleh). Med ostanki FFS so opredeljene mejne vrednosti le za insekticide na osnovi dolgoživih kloriranih ogljikovodikov (DDT, drini, HCH-spojine), atrazin in simazin. V kmetijstvu uporabljajo tudi druge sodobnejše herbicide, fungicide in insekticide, ki pa imajo praviloma kratko razpolovno dobo, tj. pod vplivom sončne svetlobe (UV-sevanja), temperature in vlage hitro razpadejo. Mejne vrednosti kovin in ostankov FFS v vodi so predpisane v Pravilniku o pitni vodi (Ur. l. RS št. 19/2004) in Uredbi o stanju podzemnih voda (Ur. l. RS št. 25/2009).



*Slika 1: Vinograd refoška (Foto: B. Vrščaj)*

*Figure 1: Refošk vineyard*

## 2 MATERIAL IN METODE

### 2.1 Vzorčenje tal in voda

Vzorčili smo tla vinogradov na Krasu, vode iz kraških vodnjakov in vino teran.

Vzorčenje tal v 35 vinogradih je potekalo spomladi l. 2012, v več fazah. Po določitvi orientiranosti vinograda smo izbrali mesta izkopov talnih profilov za odvzem vzorcev tal. V vinogradih smo odvzeli po dva povprečna vzorca tal iz globine 0–20 cm ter 20–40 cm, in sicer v vsakem vinogradu iz šestih vzorčnih mest, ki so bila enakomerno razporejena po celotnem nasadu. Na vsaki lokaciji vzorčenja smo izkopalili vzorčno jamo globine 40 cm ter širine 25 cm. Vzorce smo odvzeli iz neporušene stranice profila v vertikalni smeri na širini 10 cm, z lesenim orodjem ali PE-orodjem (preprečevanje kontaminacije s kovinami). Shranjevali smo jih v povoščenih papirnatih vrečkah. Iz šestih vzorcev za vsako globino smo s homogenizacijo pridobili povprečni, reprezentativni vzorec. S tem smo zagotovili reprezentativnost talnega vzorca za površino posameznega vinograda.

Vzorce vode smo odvzeli decembra l. 2013 v 13 vodnjakih na Krasu. Zajeli smo več tipov vodnjakov: betonske, stare: iz kamna in ilovice ter

pokrite, delno pokrite in nepokrite. Vzorce smo shranili v čistih, z deionizirano vodo opranih steklenicah.

Vzorce terana smo odvzeli leta 2012 (letnik 2011) in 2013 (letnik 2012) pri pridelovalcih vina na Krasu. Vzorci terana niso iz istih vinogradov kot odvzeti vzorci tal.

V vseh primerih vzorčenja je šlo za naključni monitoring na Krasu, ki nam je dal sliko o povprečju stanja na Krasu.

## **2.2 Analitske metode**

Ostanke FFS smo iz zračno suhega vzorca tal ekstrahirali z acetonom, petroletrom in diklorometanom, ostanke FFS v vodah pa smo ekstrahirali s petroletrom in diklorometanom. Vse ekstrakte smo analizirali s plinskim kromatografom, sklopljenim z masnim spektrometrom (GC/MS) in s tekočinskim kromatografom, sklopljenim s tandemskim masnim spektrometrom (LC/MS/MS).

Priprava vzorcev tal za analizo kovin je vključevala razkroj vzorca z zlatotopko, vsebnost kovin v izvlečku pa smo določili s plamensko atomsko absorpcijsko spektrometrijo (FAAS) in z elektrotermično atomsko absorpcijsko spektrometrijo (ETAAS). Vzorce vina smo razkrojili s pomočjo mešanice dušikove kisline in vodikovega peroksida, vsebnost kovin pa smo določili s plamensko atomsko absorpcijsko spektrometrijo (FAAS) in z elektrotermično atomsko absorpcijsko spektrometrijo (ETAAS). Analiza kovin v vzorcih vode je potekala z induktivno sklopljeno plazmo z masnim spektrometrom (ICP-MS).

## **3 REZULTATI Z DISKUSIJO**

### **3.1 Ostanke FFS v tleh in vodah**

V vzorcih tal smo določili 7 aktivnih snovi. Glede na najdene aktivne snovi smo sklepali, da so kmetje v vinogradih uporabljali komercialno dostopne in v integrirani pridelavi dovoljene FFS za zatiranje oidija vinske trte (*Uncinula necator*), sive grozdne plesni (*Botrytis cinerea*), peronospore vinske trte (*Plasmopara viticola*), pasastega grozdnega sukača (*Eupoecilia ambiguella*), križastega grozdnega sukača (*Lobesia botrana*) in ameriškega škržatka (*Scaphoideus titanus*). Pregled je prikazan v Preglednici 1. V enem vinogradu smo na globini 20–40 cm določili tudi vsebnost aktivne snovi DDT, ki ga ne vsebuje nobeno registrirano sredstvo. Verjetno smo ga v tleh določili kot posledico pretekle rabe. DDT je namreč zelo perzistenten v tleh.

Preglednica 1: Trgovsko ime fitofarmacevtskega sredstva (FFS) in uporaba v vinogradih za aktivne snovi, določene v vzorcih tal

Aktivna snov	FFS – trgovsko ime*	Uporaba proti*
Boskalid	COLLIS, CANTUS WG	Oidij, siva plesen
Dimetomorf	FORUM STAR , ACROBAT MZ WG	Peronospora
Klorotalonil	BRAVO 500 SC	Peronospora
Klorpirifos	PYRINEX 25 CS	Križasti in pasasti grozdni sukač, ameriški škržatek
Kvinoksifen	CRYSTAL	Oidij
Tetrakonazol	DOMARK 100 EC	Oidij

\* Tehnološka navodila za integrirano pridelavo grozdja za leto 2011, MAFF, 2011

Ostanke FFS smo določili predvsem v zgornjem sloju tal. Rezultati so prikazani v preglednici 2.

Preglednica 2: Vsebnost ostankov fitofarmacevtskih sredstev v vinogradniških tleh

	Tla globina  (cm)	Tla vsebnost  (mg/kg)	Tla št. vzorcev	Tla kritična imisijska vrednost** (mg/kg)
Boskalid – fungicid	0–20	0,008	1	/
Boskalid – fungicid	20–40	-	/	/
DDT – insekticid	0–20	-	/	4
DDT – insekticid	20–40	0,03	1	4
Dimetomorf – fungicid	0–20	0,001–0,005	5	/
Dimetomorf – fungicid	20–40	0,002	3	/
Klorotalonil – fungicid	0–20	0,001–0,004	3	/
Klorotalonil – fungicid	20–40	-	/	/
Klorpirifos – insekticid	0–20	0,002–0,018	12	/
Klorpirifos – insekticid	20–40	0,002–0,006	5	/
Kvinoksifen – fungicid	0–20	0,002–0,004	3	/
Kvinoksifen – fungicid	20–40	0,002	1	/
Tetrakonazol – fungicid	0–20	0,002	1	/
Tetrakonazol – fungicid	20–40	-	/	/

- pod mejo kvantitativne določitve (LOQ), ki je za boskalid 0,004 mg/kg, za DDT 0,01 mg/kg, za dimetomorf 0,001 mg/kg, za klorotalonil 0,001 mg/kg, za klorpirifos 0,002 mg/kg, za kvinoksifen 0,002 mg/kg in za tetrakonazol 0,002 mg/kg.

\*\*Uradni list Republike Slovenije št. 68/1996

V tleh smo torej določili naslednje aktivne spojine: boskalid, DDT, dime-tomorf, klorotalonil, klorpirifos, kvinoksifen ter tetrakonazol. Aktivne spojine smo v večjem številu vzorcev določili v zgornji plasti (globina 0–20 cm). Izjema je bil DDT, ki smo ga določili le na globini 20–40 cm. V predhodnih raziskavah Agencije Republike Slovenije za okolje na območju Krasa so v oktobru l. 2001 ugotavljali vsebnost ostankov FFS v tleh, na globini 0–5 cm, v Šepuljah (občina Sežana) in v Vojščici (občina Miren – Kostanjevica). V vzorcih so analizirali vsebnosti DDT-ja, drinov, HCH-spojnin, atrazina in simazina. DDT-ja, drinov, HCH-spojnin, atrazina in simazina ni bilo v vzorcih.

Podatki tujih raziskav Gonçalves in sod. (2006) kažejo, da vzorci tal, odvzeti avgusta l. 2004 na globini 0–20 cm na severu Portugalske, ravno tako vsebujejo insekticida klorpirifos (v koncentracijskem območju od 0,0013 do 0,0027 mg/kg). Poleg ostalih aktivnih snovi, ki jih je zajemala tudi naša raziskava, so določili še vsebnost insekticidov lindana (v koncentracijskem območju od 0,0009 do 0,0036 mg/kg), endosulfana-alfa (v koncentracijskem območju od 0,0043 do 0,25 mg/kg), endosulfana-beta (v koncentracijskem območju od 0,027 do 0,44 mg/kg) in endosulfan sulfata (v koncentracijskem območju od 0,096 do 0,55 mg/kg) ter vsebnost herbicida pendimetalina (v koncentracijskem območju od 0,0012 do 0,1 mg/kg).

V vzorcih vode, odvzetih v vodnjakih na Krasu, nismo določili nobenega ostanka FFS. Mejne vrednosti v pitnih in podzemnih vodah so v Sloveniji za aldrin, dieldrin, heptaklor in heptaklor epoksid 0,030  $\mu\text{g/L}$ , za ostale posamezne pesticide 0,10  $\mu\text{g/L}$  in za vsoto vseh posameznih najdenih ter količinsko določenih pesticidov 0,50  $\mu\text{g/L}$  (Ur. l. RS št. 19/2004 in Ur. l. RS št. 25/2009). Urad za hidrologijo in stanje okolja Agencije Republike Slovenije za okolje je ugotavljal v okviru imisijskega monitoringa kakovosti voda onesnaženost podzemnih voda z ostanki FFS na območju Obale in Krasa z Brkini. Na odzemnih mestih v Ilirski Bistrici in Brestovici niso določili ostankov FFS, na odzemnem mestu v Rižani pa so določili vsebnosti dveh fungicidov: azoksistrobina (0,03  $\mu\text{g/L}$ ) in metalaksila (0,03  $\mu\text{g/L}$ ).

Raziskave vsebnosti ostankov herbicidov, insekticidov in fungicidov v površinskih vodah in vodnjakih so opravili tudi v tujini. Herrero-Hernández in sod. (2013) so v podzemni in površinski vodi na kmetijskih območjih Španije, kjer so gojili predvsem vinsko trto, pa tudi zelenjavo, sadje in žita, določili visoke vsebnosti nekaterih herbicidov in fungicidov. Izstopala sta herbicida etofumesat (maksimalna vsebnost 0,133  $\mu\text{g/L}$ ) in terbutilazin (maksimalna vsebnost 12,6  $\mu\text{g/L}$ ) ter fungicidi krezoksime-til (maksimalna vsebnost 0,574  $\mu\text{g/L}$ ), metalaksil (maksimalna vsebnost 8,015  $\mu\text{g/L}$ ), penkonazol (maksimalna vsebnost 18,72  $\mu\text{g/L}$ ), pirime-tanil (maksimalna vsebnost 0,234  $\mu\text{g/L}$ ), tebukonazol (maksimalna vseb-

nost 3,236  $\mu\text{g/L}$ ) in triadimenol (maksimalna vsebnost 3,103  $\mu\text{g/L}$ ). Oldal in sod. (2006) so na Madžarskem v podzemnih in površinskih vodah določili herbicid prometrin (v koncentracijskem območju od 0,42 do 2,89  $\mu\text{g/L}$ ) in insekticid diazinon (v koncentracijskem območju od 0,015 do 1,364  $\mu\text{g/L}$ ).

### 3.2 Vsebnost kovin v tleh in vodah ter vinu

#### 3.2.1 Kovine v tleh

##### **Presoja onesnaženosti tal s kovinami**

Vsebnost težkih kovin v tleh v Sloveniji presojamo po Uredbi o mejnih, opozorilnih in kritičnih imisijskih vrednostih nevarnih snovi v tleh (Uradni list RS, 68/1996 – dalje v besedilu: Uredba/Decree), ki določa mejne, opozorilne in kritične imisijske vrednosti za posamezne nevarne snovi, razen za radioaktivne snovi, v tleh in velja za celotno območje Slovenije, ne glede na sestavo ali vrsto rabe tal. Zgolj zaradi primerljivosti podatkov smo z mejnimi vrednostmi slovenske uredbe vrednotili tudi vzorce vinogradov Italije. Mejne vrednosti prikazuje preglednica 3.

*Preglednica 3: Mejne vrednosti kovin v tleh v Uredbi (Uradni list RS, 68/1996)*

	Ni	Cu	As	Cd	Co	Cr	Mo	Pb	Zn
Mejna vrednost (mg/kg)	50	60	20	1	20	100	10	85	200
Opozorilna vrednost (mg/kg)	70	100	30	2	50	150	40	100	300
Kritična vrednost (mg/kg)	210	300	55	12	240	380	200	530	720

##### **Kovine v tleh vinogradov globine 0–20 cm**

Povišana vsebnost kovin v 69 talnih vzorcih globine 0–20 cm in tudi v 69 vzorcih globine 20–40 cm je bila pričakovana. Odraža tako naravne vsebnosti nekaterih kovin v matičnih kamninah in posledično tleh tržaško-komenske planote kakor tudi vplive človeka v vinogradih, predvsem zaščite rastlin in gnojenja.

##### **Globina tal 0–20 cm**

V površinskem Ap-horizontu tal (0–20 cm), ki je praviloma ob vzpostavitvi vinograda globoko oran/rigolan in letno redno oran, smo izmerili povišane vsebnosti težkih kovin. Preglednica 6 podaja osnovne statistike izmerjenih vsebnosti kovin v talnih vzorcih vinogradov globine 0–20 cm.



Preglednica 4: Osnovna statistika vsebnosti težkih kovin v vzorcih tal globine 0–20 cm.

	Ni	Cu	As	Cd	Co	Cr	Mo	Pb	Zn
Absolutna vsebnost (mg/kg)									
Minimum	39,7	35,0	13,9	0,1	12,3	70,6	2,0	29,1	73,8
Povprečje	66,9	95,3	19,7	0,9	24,1	94,4	5,2	43,0	103,2
Maksimum	102,0	304,0	33,2	4,1	41,0	145,0	10,8	162,0	197,0
Standardna deviacija	14,2	68,2	4,5	0,8	5,4	18,2	2,2	23,7	23,8

Mejno vrednost v povprečju presegajo vsebnosti Ni, Cu in Co. Maksimalne vsebnosti Ni, As, Cd in Pb presegajo opozorilno vrednost, medtem ko kritično vrednost presega le maksimalna vsebnost Cu.

Preglednica 5 podaja razvrstitev v razrede onesnaženosti tal vinogradov globine 0–20 cm s kovinami, glede na Uredbo. Po prekomernih vsebnostih bistveno izstopata Ni in Cu, ki smo ju zato uvrstili v prvo skupino. Vsebnost Ni v 50,7 % vzorcev presega mejno, 39% opozorilno vrednost, medtem ko noben vzorec ni presegal kritične vrednosti. Pri Cu 13 % vzorcev presega mejno, 20% opozorilno vrednost in 1 vzorec (1,4 %) kritično vrednost. Vsebnosti Ni ne presegajo kritične vrednosti, medtem ko Cu v enem primeru to rahlo presega. V drugo skupino smo razvrstili kovini As in Cd, ki presegata opozorilne vrednosti, v tretjo pa Co in Cr, pri katerih veliko vzorcev presega mejno vrednost (Co 78 % in Cr 34 %). V četrto skupino, za katero velja, da so prekomerne vsebnosti redke ali jih ni, smo uvrstili Mo, Pb in cink (Zn). Vsebnosti zadnjega niso presegle mejne vrednosti v nobenem vzorcu.

Preglednica 5: Razvrstitev vsebnosti kovin glede na Uredbo (Uradni list RS, 68/1996)

	Ni	Cu	As	Cd	Co	Cr	Mo	Pb	Zn
št. vzorcev	69	69	69	69	69	69	69	69	69
št. vz. < mejna vrednost	7	35	43	49	15	45	65	66	69
delež vz. < mejna vrednost	10,1%	50,7%	62,3%	71,0%	21,7%	65,2%	94,2%	95,7%	100,0%
št. vz. ≥ mejna vrednost	35	13	18	16	54	24	4	0	0
delež vz. ≥ mejna vrednost	50,7%	18,8%	26,1%	23,2%	78,3%	34,8%	5,8%	0,0%	0,0%
št. vz. ≥ opozorilna vrednost	27	20	4	4	0	0	0	3	0
delež vz. ≥ opozorilna vrednost	39%	29%	6%	6%	0%	0%	0%	4%	0%
št. vz. ≥ kritična vrednost	0	1	0	0	0	0	0	0	0
delež vz. ≥ kritična vrednost	0,0%	1,4%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%

Število in delež talnih vzorcev, ki presegajo mejno/opozorilno/kritično vrednost sta pomembni informaciji, ki pa v celoti ne pojasnita onesnaženosti zemljišč. V primeru razvrščanja glede na mejne vrednosti Uredbe gre za porazdelitev v razrede onesnaženja, ne glede na obseg odstopanja merjene vrednosti; namreč: vrednost, ki minimalno presega mejno vrednost, je uvrščena v višji razred in obratno; vrednost, ki je minimalno nižja od meje razreda, je uvrščena v nižji razred onesnaženja, ne glede na to, da je razlika v koncentraciji med njima lahko manjša od merilne negotovosti. Zato v preglednici 6 podajamo relativno vrednotenje vsebnosti kovin glede na opozorilno vrednost. Opozorilna vrednost je tista, za katero velja, da so tla onesnažena do te mere, da lahko v okviru splošne kmetijske pridelave nastopijo tveganja za zdravje in okolje. Pogojno so sicer dovoljene vse rabe tal, a je zaradi večjega prehoda kovin v nekatere zelenjadnice odsvetovana pridelava zelenjave in omejena pridelava drugih pridelkov.

*Preglednica 6: Relativne vsebnosti glede na opozorilno vrednost (opozorilna vrednost = 1) (Uredba – Uradni list RS, 68/1996)*

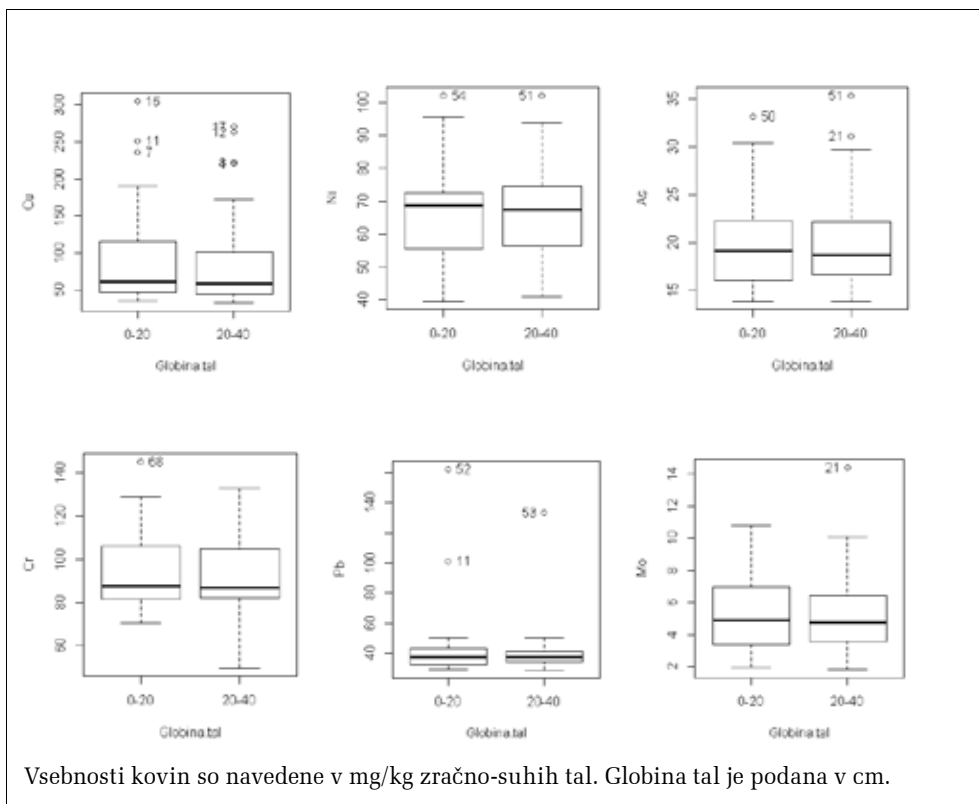
	Ni	Cu	As	Cd	Co	Cr	Mo	Pb	Zn
minimum	0,57	0,35	0,46	0,25	0,07	0,47	0,05	0,29	0,25
povprečje	0,96	0,95	0,66	0,48	0,44	0,63	0,13	0,43	0,34
maksimum	1,46	3,04	1,11	0,82	2,06	0,97	0,27	1,62	0,66
st. deviacija	0,20	0,68	0,15	0,11	0,39	0,12	0,06	0,24	0,08

Na podlagi relativnega vrednotenja ugotavljamo, da so tla vinogradov glede na Uredbo v povprečju najbolj onesnažena z Ni in Cu, manj onesnažena z As, Cr in Cd ter mestoma s Co, Pb in Zn.

Vsebnosti Ni so skoraj povsod povišane, kar pripisujemo visokemu naravnemu ozadju in povišanim vsebnostim v spodnjem horizontu, ne glede na to, da so ti lahko rigolani. Podobno velja za As in Cr. Onesnaženost z Cu izkazuje večjo variabilnost, kar pripisujemo variabilnosti med vinogradi glede na intenzivnost zaščite trte z bakrenimi pripravki v posameznih vinogradih. Podobno variabilnost izkazujejo vsebnosti/onesnaženja s Co in Pb.

### **Kovine v tleh globine 20–40 cm**

Vsebnost kovin v spodnjem horizontu globine 20–40 cm do neke mere izkazuje pravilo, da so kovine v tleh posledica antropogenega vpliva in naravnega ozadja. Kljub rigolanju ali globokem oranju, ki se praviloma izvede ob vzpostavitvi vinograda – torej vsakih nekaj deset let, so koncentracije težkih kovin antropogenega izvora (Cu, Pb, Mo) v vrhnjem horizontu praviloma višje in izkazujejo večjo variabilnost. Kovine naravnega ozadja (Ni, As, Cr) pa izkazujejo nižjo variabilnost in manjše razlike med vrhnjim in spodnjim horizontom.



Slika 2: Osnovne statistike vsebnosti kovin v tleh glede na globino tal

Ne glede na visoke koncentracije težkih kovin zaradi naravnega ozadja ali človekovega vpliva in vrednotenje onesnaženosti na podlagi Uredbe ugotavljamo, da se onesnaženost tal ne odraža na produktu vinogradniške pridelave – vinu. Razlogi manjšega prehajanja v rastlino/trto in plod/grozd so v zadrževalni sposobnosti tal za kovinske katione, fizioloških procesih in sposobnosti sprejema/prehajanja kovin v rastlino, transportu ter različni porazdelitvi kovin po rastlinskih tkivih. K zadrževanju težkih kovin v tleh močno pripomorejo specifične lastnosti jerine – tal refoška. Ta imajo namreč visoko vsebnost glin in izkazujejo ustrezno/dobro založenost s  $\text{Ca}^{2+}$ , kar v veliki meri otežuje sproščanje kovinskih kationov v talno raztopino in prehajanje v rastlino. To potrjujejo tudi meritve težkih kovin v teranu, ki ne izkazujejo onesnaženosti vina s kovinami.

### 3.2.2 Kovine v vinu teran

Potrdili smo, da se (visoka) vsebnost kovin v tleh nujno ne odraža v tudi v (visokih) vsebnostih kovin v vinu. Tako so analize kovin v enainšestdesetih vzorcih vina Teran PTP letnikov 2011 in 2012 pokazale, da so koncentracije Zn, Pb, Cd in As v vinu pod predpisanimi najvišjimi dopustni-

mi vrednostmi. Samo v treh od enainšestdesetih vzorcev (5 % vzorcev) smo izmerili vsebnost Cu, ki je višja od maksimalno dopustne. Zadnje je zelo verjetno posledica uporabe prevelike količine bakrovega sulfata za odpravljanje napak vina, kot je vodikov sulfid (H<sub>2</sub>S) in ne posledica povišane koncentracije Cu v tleh ali rabe FFS na osnovi Cu. Najvišja dopustna vrednost za Fe v vinu ni predpisana, ker pa povišana vsebnost Fe lahko povzroča napako vina (lom), v literaturi navajajo priporočeno največjo vsebnost 20000 µg/l za rdeča vina (Fiket in sod., 2011). Vendar pa prisotnost feri in fero (Fe<sup>2+</sup>/Fe<sup>3+</sup>) ionov v vinu ni zaželena, saj delujejo v vinu kot katalizatorji oksidacije in negativno vplivajo na kakovost vina (Danilewicz, 2003). Rezultati analiz kovin v vinu teran so zbrani v preglednici 7.

*Preglednica 7: Vsebnosti kovin v vzorcih terana (letnik 2011 in 2012)*

2011 (n=39)	maksimalna dovoljena koncentracija* (µg/l)	povprečna koncentracija v vzorcih vin teran PTP (µg/l)	najnižja koncentracija v vzorcih vin teran PTP (µg/l)	najvišja koncentracija v vzorcih vin teran PTP (µg/l)	število vzorcev, ki presegajo maksimalno dovoljeno koncentracijo
baker - Cu	1000	300	20	1890	2
železo - Fe		1450	540	4560	
cink - Zn	5000	680	90	2680	0
svinec - Pb	150	14	5	59	0
kadmij - Cd	10	0,2	0,1	0,7	0
arzen - As	200	<10	-	-	0

2012 (n=22)	maksimalna dovoljena koncentracija* (µg/l)	povprečna koncentracija v vzorcih vin teran PTP (µg/l)	najnižja koncentracija v vzorcih vin teran PTP (µg/l)	najvišja koncentracija v vzorcih vin teran PTP (µg/l)	število vzorcev, ki presegajo maksimalno dovoljeno koncentracijo
baker - Cu	1000	280	20	1500	1
železo - Fe		1140	320	4170	
cink - Zn	5000	410	80	850	0
svinec - Pb	150	10	5	31	0
kadmij - Cd	10	0,2	0,1	0,4	0
arzen - As	200	<10	-	-	0

\* Compendium of International Methods of Analysis – OIV, Annex C: Maksimum acceptable limits of various substances

Zmerjene koncentracije Cu in Zn v vinih teran so v skladu s pričakovanji ter ugotovitvami tujih raziskav (Ribéreau-Gayon in sod., 2000, Paneque in sod., 2010). Povprečna vsebnost težkih kovin (Pb, Cd, As) v vzorcih terana l. 2011 in 2012 je bila precej nižja od maksimalne dovoljene koncentracije, kar je zelo pozitivno za potrošnike terana. V vinih teran l. 2011 je bila določena povprečna koncentracija Pb 14  $\mu\text{g/l}$  in tudi najvišja izmerjena vrednost (59  $\mu\text{g/l}$ ) je pod evropskim povprečjem. Podobno velja za teran l. 2012. Določena povprečna koncentracija Pb v teranu l. 2012 je bila 10  $\mu\text{g/l}$  in tudi najvišja izmerjena vrednost (31  $\mu\text{g/l}$ ) je pod evropskim povprečjem. Povprečna koncentracija Cd v vzorcih vina teran (0,2  $\mu\text{g/l}$ ) je kar 50-krat nižja od maksimalno dovoljene, kar 5-krat nižja od povprečne koncentracije, ki jo v svoji študiji navajajo madžarski raziskovalci (1,06  $\mu\text{g/l}$ ); (Ajtony in sod., 2008) ter nekoliko nižja od navedene v raziskavi vin iz južne Italije (0,25 do 0,38  $\mu\text{g/l}$ ); (Galgano in sod., 2008). Izmerjene koncentracije As so bile v vseh vzorcih vin teran pod mejo kvantitativne določitve – LOQ (LOQ = 10  $\mu\text{g/l}$ ), kar se ujema tudi s podatki študije madžarskih (Ajtony in sod., 2008) in grških raziskovalcev (Galani-Nikolakaki in sod., 2002).

Vystavna in sod. (2014) so ugotovili, da je nivo akumulacije Cu in Zn iz tal v liste signifikantno višji kot iz tal v grozdje. Poleg tega so ostanki kovin v vinih odvisni od sestave tal in biološke posebnosti sort.

### 3.2.3 Kovine v vodah

V vodah vodnjakov na Krasu smo ugotovili vsebnost Cu v treh vzorcih in Mn v dveh vzorcih. Mejne vrednosti v pitnih vodah so v Sloveniji za Sb 5,0  $\mu\text{g/L}$ , za As 10  $\mu\text{g/L}$ , za Cu 2000  $\mu\text{g/L}$ , za Cd 5,0  $\mu\text{g/L}$ , za Cr 50  $\mu\text{g/L}$ , za Ni 20  $\mu\text{g/L}$ , za Se 10  $\mu\text{g/L}$ , za Pb 10  $\mu\text{g/L}$  in za živo srebro (Hg) 1,0  $\mu\text{g/L}$  (Ur. l. RS št. 19/2004). Nobeden vzorec vode ni imel presežene vsebnost Cu, za Mn pa mejne vrednosti niso določene v zakonodaji.

Literaturni podatki kažejo, da so v Grčiji ugotovili precej višjo vsebnost Cu v pitni vodi (536  $\mu\text{g/l}$ ) kot v Sloveniji (Karavoltos in sod., 2008). Podobno velja za Mn. Zadnjega so v pitni vodi v Italiji določili kar 48  $\mu\text{g/l}$  (Tamasi in Cini, 2004). V podzemnih vodah v Sloveniji (Urad za hidrologijo in stanje okolja Agencije Republike Slovenije) oziroma v pitni vodi v Italiji in Grčiji so ugotovili vsebnost kovin, ki jih v vodah vodnjakov na Krasu nismo: Sb, As, Ba, Cd, Co, Cr, Mo, Ni, Pb, Se in titana (Ti).

Preglednica 8: Vsebnosti kovin v vzorcih voda

oznaka vzorca	LOQ	Vsebnost (ug/L)																					
		Sb	As	Ba	Be	Cd	Co	Cu	Cr	Sn	Li	Mn	Hg	Mo	Ni	Pb	Se	Ti	Te	Ti	U	V	
1	Grahovo brdo	-	-	-	-	-	-	22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	Avber	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	Tomaj	-	-	-	-	-	-	19	-	-	-	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	Tomaj	-	-	-	-	-	-	45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	Godnje	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	Dutovlje	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7	Dutovlje	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	Krajna vas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	Praprot	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	Praprot	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	Praprot	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	Brestovica pri Komnu	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13	Hruševica	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

	Maksimalne vsebnosti (ug/L)													
	Sb	As	Ba	Cd	Co	Cu	Cr	Mn	Mo	Ni	Pb	Se	Ti	V
Slovenija (Ilirska Bistrica)	0,2	0,12	n.d.	n.d.	0,14	0,31	n.d.	0,58	0,56	0,88	n.d.	n.d.	n.d.	0,57
Slovenija (Brestovica)	0,25	0,3	20	n.d.	0,16	2,1	0,45	0,47	1,3	1,3	n.d.	0,44	n.d.	0,52
Slovenija (Rižana)	0,21	0,16	15	n.d.	0,19	7,3	0,51	0,71	0,53	1,3	n.d.	0,24	0,84	1
Italija (Toskana)	n.a.	14,4	n.a.	0,003	1,4	24	0,8	48	n.a.	11,3	2	n.a.	n.a.	1,8
Grčija	n.a.	n.a.	n.a.	1,13	n.a.	536	47,9	n.a.	n.a.	350,1	24,3	n.a.	n.a.	n.a.
n.a. pomeni ni analizirana														
n.d. pomeni ni določena														

## 4 SKLEPI

Analize ostankov FFS so pokazale, da onesnaženost z ostanki FFS v tleh in vodah na Krasu ni zaskrbljujoča. V vzorcih tal, vzorčenih spomladi l. 2012, smo določili 7 aktivnih snovi. Vse, razen DDT, so bile v letu 2011 dovoljene v integrirani pridelavi grozdja. DDT je insekticid, katerega uporaba je prepovedana, a se ga včasih zaradi njegove perzistentnosti še vedno najde v tleh. Aktivne snovi smo določili v 19 vinogradih, kar pomeni 54,3 % vseh pregledanih vinogradov. Aktivne snovi so se v večji meri zadržale v zgornjem sloju tal (0–20 cm), z izjemo enega vinograda, za aktivno snov klorpirifos. Najpogosteje določena aktivna snov v tleh je bil klorpirifos, ki smo ga določili v 12 vinogradih, kar pomeni 34,3 % vseh pregledanih vinogradov. Klorpirifos je insekticid, ki se ga uporablja v vinogradih za zatiranje križastega in pasastega grozdnega sukača ter ameriškega škrdatka.

Tla vinogradov refoška – jerine izkazujejo nizko (Zn), srednjo (Co, Cd) in posamezno visoko stopinjo onesnaženja (Ni, Cu), ko vsebnosti kovin v tleh primerjamo z Uredbo o mejnih, opozorilnih in kritičnih imisijskih vrednostih nevarnih snovi v tleh (Uradni list RS, 68/1996). Stopnja onesnaženosti v zgornjem horizontu glede na stopnjo onesnaženja spodnjega horizonta do neke mere nakazuje antropogeni izvor težkih kovin (Cu, Pb, Co) in povišano naravno ozadje (Ni, As, Cr). Ne glede na visoke vsebnosti

nekaterih težkih kovin zaradi naravnega ozadja ali človekovega vpliva je uporaba Uredbe za vrednotenje onesnaženosti tal vinogradov vprašljiva, saj se visoke (Ni) koncentracije težkih kovin v tleh ne odražajo na produktu vinogradniške pridelave – vinu. Razlog manjšega prehajanja v rastlino/trto in plod/grozd so poleg fizioloških procesov trte/rastline tudi specifične lastnosti jerine – visoka vsebnost gline in ustrezna/dobra založenost za bazičnimi kationi, predvsem s  $\text{Ca}^{2+}$ , kar otežuje prehajanje kovin v rastlino.

Glede na rezultate analiz kovin v vinu lahko zaključimo, da so vina teran za potrošnika varna, saj so bile izmerjene koncentracije kovin precej pod predpisanimi najvišjimi dopustnimi vrednostmi. Izjema je presežena vsebnost Cu v dveh vzorcih, kar je verjetno posledica uporabe prevelike količine bakrovega sulfata za odpravljanje napak vina ( $\text{H}_2\text{S}$ ).

V vzorcih vode nismo določili ostankov FFS. Analize kovin v vodah so pokazale, da so od 13 pregledanih vzorcev vode le 4 vsebovali kovine (30,8 %). Izmed 21 analiziranih kovin smo v vzorcih vode določili le dve: Cu in Mn. Vsebnost Cu ni bila presežena, za Mn pa ni mejne vrednosti (Ur. l. RS št. 19/2004). Zato je s stališča kemijskih parametrov pesticidov in kovin voda neoporečna. Rezultati kažejo na to, da v vodnjakih ni prišlo do kontaminacije z ostanki FFS in kovinami iz okolja.

## 5 ZAHVALA

Zahvaljujemo se kraškim vinogradnikom, ki so nam omogočili vzorčenje tal in vodnjakov. Predmetno eksperimentalno delo je del dejavnosti, ki jih predvideva projekt AGROTUR, Kraški agroturizem, sofinanciran v okviru Programa čezmejnega sodelovanja Slovenija-Italija 2007–2013 iz sredstev Evropskega sklada za regionalni razvoj in iz nacionalnih sredstev.

## 6 LITERATURA

- Compendium of International Methods of Analysis – OIV, Annex C: Maksimum acceptable limits of various substances. Fiket Ž., Mikac N., Kniewald G. 2011. Arsenic and other trace elements in wines of eastern Croatia. *Food Chemistry* 126: 941-947.
- Gonçalves C., Carvalho J.J., Azenha M.A., Alpendurada M.F. 2006. Optimization of supercritical fluid extraction of pesticide residues in soil by means of central composite design and analysis by gas chromatography–tandem mass spectrometry. *Journal of Chromatography A* 1110: 6–14.
- Danilewicz J.C. 2003. Review of Reaction Mechanisms of Oxygen and Proposed Intermediate Reduction Products in Wine: Central Role of Iron and Copper. *American Journal of Enology and Viticulture* 54: 73-85.

- Herrero-Hernández E., Andrades M.S., Álvarez-Martín A., Pose-Juan E., Rodríguez-Cruz M.S., Sánchez-Martín M.J. 2013. Occurrence of pesticides and some of their degradation products in waters in a Spanish wine region. *Journal of Hydrology* 486: 234–245.
- <http://soil.bf.uni-lj.si/rots/index.php?page=gis/o5>
- <http://www.arso.gov.si/vode/podatki/>
- ISO 11464:2006 Soil quality - Pretreatment of samples for physico-chemical analyses
- ISO 11466:1995 Soil quality - Extraction of trace elements soluble in aqua regia
- ISO 11047:1995 Soil quality - Determination of cadmium, chromium, cobalt, copper, lead, manganese, nickel and zinc in aqua regia extracts of soil - Flame and electrothermal atomic absorption spectrometric methods
- ISO 20280:2007 Soil quality - Determination of arsenic, antimony and selenium in aqua regia soil extracts with electrothermal or hydride-generation atomic absorption spectrometry
- Karavoltos S., Sakellari A., Mihopoulos N., Dassenakis M., Scoullou M.J. 2008. Evaluation of the quality of drinking water in regions of Greece. *Desalination* 224: 317–329.
- Oldal B., Maloschik E., Uzinger N., Anton A., Székács A. 2006. Pesticide residues in Hungarian soils. *Geoderma* 135: 163–178.
- Pravilnik o pitni vodi (Uradni list Republike Slovenije št. 19/2004).
- Tamasi G., Cini R. 2004. Heavy metals in drinking waters from Mount Amiata (Tuscany, Italy). Possible risks from arsenic for public health in the Province of Siena. *Science of the Total Environment* 327: 41–51.
- Tehnološka navodila za integrirano pridelavo grozdja za leto 2011, MAFF, 2011.
- Uredba o mejnih, opozorilnih in kritičnih imisijskih vrednosti nevarnih snovi v tleh (Uradni list RS, 68/1996).
- Uredba o stanju podzemnih voda (Uradni list Republike Slovenije št. 25/2009).
- Vystavna Y., Drozd O., Maksymishyna O., Klymenko O. 2014. Trace metals uptake by Chardonnay and Muscat white grape varieties in vineyards of southern Ukraine. International conference wine active compounds 2014, March 26-28, Beaune, France.
- Zupan, M., Grčman, H., Lobnik, F., 2008. Raziskave onesnaženosti tal Slovenije. Agencija RS za okolje; Center za pedologijo in varstvo okolja, Ljubljana.



# SPREMLJANJE ŽUŽELK, PRŠIC IN BOLEZNI VINSKE TRTE NA KRASU

Vojko ŠKERLAVA<sup>2</sup>, Božidar DROVENIK<sup>3</sup>, Špela MODIC<sup>1</sup>

<sup>1,2</sup> Kmetijski inštitut Slovenije

<sup>3</sup> Biološki inštitut Jovana Hadžija – ZRC SAZU

<sup>1</sup> mag., univ. dipl. inž. agr.

<sup>2</sup> univ. dipl. inž. agr.

<sup>3</sup> dr., univ. dipl. inž. biol.

## IZVLEČEK

Na Krasu se soočajo pridelovalci terana s številnimi boleznimi in škodljivci vinske trte. Za obvladovanje teh organizmov mora vsak vinogradnik pravočasno prepoznati bolezenska znamenja, povzročitelje poškodb in fiziološke motnje. Pri obvladovanju škodljivih organizmov imajo pomembno vlogo tudi koristni organizmi, ki prehajajo v vinograd iz okolice. V okviru projekta Agrotur smo v letih 2011, 2012 in 2013 na sedmih izbranih lokacijah spremljali hkrati razvoj ter pojavljanje škodljivih in koristnih organizmov. Poseben poudarek smo namenili spremljanju vinogradnikom manj znanih koristnih vrst hroščev. Rezultati ulovov so pokazali pogosto zastopanost predatorskih vrst hroščev iz družine krešičev (Carabidae), kratkokrilcev (Staphylinidae) in mehkokrilcev (Cantharidae). Od domorodnih zaščitnih vrst smo našli velikega moškatnika (*Calosoma sycophanta* L.), skopolijevega kozlička (*Cerambyx scopolii* F.) in kraškega poljskega kozlička (*Pedestredorcadion arenarium* S.).

**Ključne besede:** bolezni in škodljivci vinske trte, refošk, hrošči (Coleoptera), Kras

## ABSTRACT

The growers of Teran in the Karst region are confronted with a number of diseases and pests of vine. In order to control those organisms they have to recognise the disease symptoms, pests and physiological disorders in time. Beneficial organisms in vineyards and their surroundings have an important role in control of harmful organisms. In the Agrotur project we monitored development and incidence of harmful and beneficial organism at seven locations in the years 2011, 2012 and 2013. More attention was given to the beneficial predatory beetles which are less known to the growers. The monitoring results show that prevailing species of predatory beetles were from the families

of ground beetles (Carabidae), rove beetles (Staphylinidae) and soldier beetles (Cantharidae). We found also *Calosoma sycophanta* Linne, *Cerambyx scopolii* Fuessly, and *Pedestredorcadion arenarium* Scopoli which are listed as protected species in Slovenia.

**Keywords:** pest and diseases in vine, Refošk, beetle (Coleoptera), Karst

## UVOD

Obvladovanje bolezni in škodljivcev vinske trte na sorti refošk za pridelavo terana je pomemben tehnološki dejavnik vinogradnikov na Krasu. Za doseg teh ciljev mora vinogradnik vsako leto redno spremljati vremenske razmere, razvoj vinske trte (fenofaze) ter pojave bolezni in škodljivcev. Prav tako je pomembno prepoznavati poškodbe vinske trte, ki jih povzročajo številne vrste žuželk, pršic, gliv, bakterij, virusov in fitoplazem. Vinogradnik z vsakokratnimi posegi na vinski trti, predvsem s škropljenjem in gnojenjem, bolj ali manj posega v razvojne kroge omenjenih vrst organizmov. Poleg tega lahko negativno vpliva tudi na številne koristne organizme. Za optimizacijo, zmanjševanje in s tem ohranjanje kraškega okolja je ključnega pomena ustrezno spremljanje škodljivcev in bolezni vinske trte. Trendi današnjega potrošnika namreč zahtevajo zdravo hrano in čisto okolje, brez ostankov FFS-jev. V sklopu projekta smo poleg spremljanja bolezni in proučevanja entomofavne vinske trte v kraških vinogradih namenili posebno pozornost tudi spremljanju pojavljanja koristnih vrst hroščev, kot so krešiči (družina Carabidae) in kratkokrilci (družina Staphylinidae), pa tudi endemičnim vrstam. Posebnost kraških travšč je kraški poljski kozliček, *Dorcadion* = *Pedestredorcadion arenarium* (Scopoli 1763), katerega ličinke živijo v zemlji in se hranijo s koreninami trav.

## MATERIAL IN METODE:

Vinogradi, kjer pridelujejo predvsem sorto refošk za pridelavo vina teran, ležijo v različnih mikroklimatskih razmerah na območju čezmejnega Krasa. Za opazovanja smo izbrali lokacije, ki zajemajo raznolikost klimatskih razmer na kraški planoti. Pregledovali smo dva vinograda v Dutovljah, po enega pa v Krajni vasi, v Svetem, v Kostanjevici na Krasu, v Lipi in v vasi Praprot/Prepotto. Opazovanja smo opravljali v času rasti vinske trte, v vinogradih in njihovi bližnji okolici.

### 1. Vzorčenje s talnimi pastmi

Talne pasti za ulov hroščev (Coleoptera) smo nastavili v vinograde in njihovo bližnjo okolico (travniki, gozdni rob) maja 2012. V posamezni

vinograd oziroma v njegovo okolico smo namestili po 5 talnih pasti v oddaljenosti 20 m. To so prozorni, plastični lončki velikosti 0,5 l, zakopani v zemljo do roba. Za zaščito pred dežjem smo položili na pasti plastične podstavke, ki smo jih dvignili od tal z distančniki, da so lahko hrošči vstopali v past. Podstavke smo obtežili s kamenjem, da bi jih zaščitili pred vetrom. V vsak lonček smo natočili približno 0,1 l vinskega kisa in dodali fiksativ etilen glikol. Ob vsakem pregledu smo zamenjali vsebino lončka. Hrošče, ki so se ulovili v vabe v času razvoja vinske trte, smo ustrezno shranili za nadaljnjo identifikacijo. Posamezne primerke vrst smo preparirali in etikirali za entomološko zbirko Kmetijskega inštituta Slovenije ter potrebe projekta Agrotur.



*Slika 1:  
Postavitev talne  
pasti v vinogradu  
(foto: Š. Modic).*

## **2. Vzorčenje z rumenimi lepljivimi ploščami**

V vsakega od izbranih vinogradov smo postavili tudi 3 rumene lepljive plošče za spremljanje populacije ameriškega škržata in drugih vrst škržatov ter krilatih žuželk.



*Slika 2:  
Rumena lepljiva  
plošča v vinogradu  
(foto: Š. Modic).*

### 3. Terenska opazovanja vinogradov

V izbranih vinogradih smo spremljali razvojno stanje vinske trte (refošk), s pregledovanjem trsov pa boleznin in škodljivcev.

## REZULTATI IN RAZPRAVA

### Opazovanja boleznin vinske trte

Vremenske razmere preko zime 2011/12 ter spomladi in poleti 2012 so krojile dogajanje v vinogradih in njihovi okolici. Prevladovala je suha zima z malo padavinami, kar je vplivalo na razvojni krog boleznin in škodljivcev. Peronospora vinske trte in oidij, ki sta najpomembnejši boleznin v kraških vinogradih, pridelovalcem to leto nista povzročali večjih težav.

V letu 2013 smo po deževni zimi 2012/13, ko so bila tla dobro založena z vlago in so bile razmere spolnih plodišč oospore ugodne, pričakovali zgoden in močan pojav boleznin. Prva polovica leta je bila deževna, zato so bile razmere ugodne za primarne okužbe s peronosporo vinske trte. Inkubacije so bile dolge zaradi razmeroma nizkih temperatur, kar je omogočalo vinogradnikom uspešno varstvo pred boleznijo.



Slika 3: Peronosporne pege na vinski trti, 27. 6. 2013 (foto: V. Škerlavaj).

V primorskem vinorodnem območju navadno preživi oidij vinske trte zimo v nespolnem (konidijskem) stadiju na rozgah, zato lahko povzroča škodo že zgodaj. Nizke zimske temperature v januarju 2012 so vplivale

na odmrtje konidijev oidija vinske trte, zato je gliva preživela v spolnem stadiju v obliki kleistotecija. To je omogočalo poznejše okužbe vinske trte z oidijem, zato je bilo varstvo pred omenjeno boleznijo lažje. Tudi v letu 2013 niso bile posebno ugodne razmere za širjenje oidija, saj je bila prva polovica leta deževna in hladna, v juliju in v avgustu pa so prevladovala ekstremno visoke temperature.

V poletnih mesecih smo opazili venenje trte, grozdov in sončne ožige. Odmiranje trt (*esca*) in bolezenska znamenja, ki jih povzročajo različne vrste lesnih gliv (*Phaeacremonium oleophilum*, *Phaemoniella chlamidospora* in *Fomitiporia punctata*), smo opazili predvsem v mlajših kraških vinogradih.



Slika 4: Bolezenska znamenja okuženih trsov (*Esca*) na listu refoška (foto: Š. Modic).

## SPREMLJANJE ŠKODLJIVCEV VINSKE TRTE

Spomladi smo v času razvoja prvih listov opazili v vinogradih napad trtarja *Byctiscus betulae* L. Populacije škodljivca so bile različne na posameznih lokacijah. V Dutovljah in v Kostanjevici na Krasu je bilo trtarja malo. V Praproti, v Krajni vasi, v Svetem in v Lipi pa je bila populacija hroščev številčnejša. V času, ko se je hrošč prehranjeval, je bilo v teh vinogradih veliko poškodovanih lističev. V obdobju pred cvetenjem so samice zvijale liste v obliki cigar in vanje odlagale jajčeca. Najmočnejša napada sta bila v Lipi, kjer je bilo povprečno 18 cigar na trs, in v Krajni vasi, kjer je bilo povprečno 13 cigar na trs. Pri pregledovanju trsov smo

v Krajni vasi nabrali 100 cigar. V laboratoriju smo ugotavljali navzočnost izleglih ličink v posamezni cigari. Brez ličink so bili samo 4 % cigar, v kar 96 % cigar pa smo zasledili od 1 do 9 ličink.



Slika 5: V času prehranjevanja trtar – *Byctiscus betulae* L. povzroča poškodbe na mladih listih (foto: Š. Modic).

V kraških vinogradih se pojavljajo tudi druge vrste rilčkarjev. V letu 2012 smo ugotovili na trti v Praproti tudi navzočnost vrste *Otiorrhynchus sulcatus*.

Od konca junija dalje so se lovili na rumene lepljive plošče ameriški škržati (*Scaphoideus titanus* Ball.), prenašalci zlate trsne rumenice. Julija smo na rumeno lepljivo ploščo v razmiku dveh tednov ulovili tudi preko 100 osebkov ameriškega škržata. Populacija škržatov je bila v letu 2012 največja v Svetem pri Komnu in Kostanjevici na Krasu. Poleg ameriškega škržata je bila najpogostejša vrsta *Empoasca vitis*. V letu 2013 so bili ulovi vseh škržatov znatno nižji. V obeh letih smo jeseni v vinogradih opazali tudi poškodbe v obliki rdečenja vršičkov pri refošku, ki jih povzroča rogati bivolček (*Stictocephala bisonia*).



Slika 6:  
Odrasel ameriški škržat *Scaphoideus titanus* Ball.  
(foto: Š. Modic).





*Slika 7,8:  
Trsna listna pršica  
šiškarica – Eriophyes  
vitis; (erinoza),  
(foto: Š. Modic in  
V. Škerlavaj).*



*Slika 9:  
Pršica trsne  
kodravosti –  
Calepitrimerus vitis;  
(akarinoza),  
(foto: V. Škerlavaj).*



*Slika 10:  
Gabrova pršica  
– Eotetranychus  
carpini O. na refošku  
(Dutovlje),  
(foto: Š. Modic).*

V maju leta 2012 smo opazili na listih vinske trte trsno listno pršico šiškarico *Eriophyes vitis* (erinoza), pršico trsne kodravosti *Calepitrimerus vitis* (akarinoza) in gabrovo pršico *Eotetranychus carpini* O. Zaradi hitre rasti trte to pomlad pršice niso povzročale škode. Padavine, ki so pomembne za širjenje omenjenih pršic, so bile pogostejše v prvi polovici leta 2013, ko smo opazili napade teh pršic.

Tabela 1: Vrste hroščev, ulovljenih v kraških vinogradih in okolici.

Hrošči (Coleoptera)	Vrsta	Pomen v kmetijstvu	Kraški vino- grad	Kraški trav- nik
Krešiči (Carabidae)	<i>Abax parallelepipedus (ater)</i>	koristen - predator golih polžev	+	+
	<i>Brachinus expoldens</i> Duft.	koristen - predator	-	+
	<i>Calosoma sycophanta</i> L.	koristen - predator gobarja <i>Lymantria dispar</i> L. domorodna zaščitena vrsta	+	+
	<i>Carabus caelatus caelatus</i> F.	koristen - predator golih polžev	-	+
	<i>Carabus catenulatus</i> Scop.	koristen - predator golih polžev	+	+
	<i>Carabus caelatus schreiberi</i> Kr.	koristen - predator golih polžev	-	+
	<i>Carabus convexus</i> F.	koristen - predator golih polžev	-	+
	<i>Carabus coriaceus</i> L.	koristen - predator golih polžev	+	+
	<i>Carabus violaceus</i> L.	koristen - predator golih polžev	-	+
	<i>Harpalus</i> sp.	koristen - predator	+	+
	<i>Myas chalybaeus</i> (Pallardi)	koristen - predator	-	+
	<i>Ophonus pubescens</i> (Müll.)	nevtralen	+	-
<i>Poecilus koyi</i> (G.)	koristen - predator	+	-	
Rilčkarji (Curculionidae)	<i>Byctiscus betulae</i> L.	škodljivec	+	-
	<i>Otiorrhynchus sulcatus</i> F.	škodljivec	+	+
Minice (Cetoniidae)	<i>Cetonia aurata</i> L.	nevtralen	+	+
	<i>Potosia cuprea</i> F.	nevtralen	-	+
	<i>Tropinota hirta</i> (P.)	nevtralen	+	+
Kratkokrilci (Staphylinidae)	<i>Ocypus olens</i> (O. Mull.)	koristen - predator (plenilec polža vrste <i>Helix aspersa</i> Muller - slamnati vrtni polž)	+	+



Nosorožci (Dynastidae)	<i>Pentodon</i> sp.	škodljivec (ličinke hrošča se hranijo z zelnatimi rastlinami in drevninami)	+	-
Mehkokrilci (Cantharidae)	<i>Cantharis fusca</i> L.	koristen - predator mokaste jablanove uši - <i>Dysaphis plantaginea</i>	+	+
Kozlički (Cerambycidae)	<i>Cerambyx scopolii</i> F.	nevtralen - domorodna zaščitena vrsta	-	+
	<i>Pedestredorcadion arenarium</i> Scop.	nevtralen - domorodna zaščitena vrsta	-	+
Govnači (Geotrupidae)	<i>Geotrupes vernalis</i> L.	nevtralen	-	+
	<i>Geotrupes stercorarius</i> L.	nevtralen	-	+
Lepenji (Chrysomelidae)	<i>Smaragdina cyanea</i> (F.)	nevtralen	-	+

Tabela 2: Pojavljanje odraslih hroščev (imagov) v kraških vinogradih in okolici.

Družina	Vrsta	Čas pojavljanja odraslih hroščev
Cantharidae	<i>Cantharis fusca</i> L.	april, maj, junij, julij
	<i>Abax parallelepipedus (ater)</i>	maj, junij, julij, avgust, september, oktober
	<i>Brachinus explodens</i> Duft.	junij, julij, avgust, september, oktober
	<i>Calosoma sycophanta</i> L.	maj, junij, julij
	<i>Carabus caelatus</i> L.	maj, junij, julij, avgust, september, oktober
	<i>Carabus caelatus schreiberi</i> Kr.	maj, junij, julij, avgust, september
	<i>Carabus catenulatus</i> S.	junij, julij, avgust, september, oktober
	<i>Carabus convexus</i> F.	maj, junij, julij, avgust, september, oktober
	<i>Carabus coriaceus</i> L.	junij, julij, avgust, september, oktober
	<i>Carabus violaceus</i> L.	julij, avgust, september, oktober
	<i>Harpalus</i> sp.	junij, julij, avgust, september, oktober
	<i>Myas chalybaeus</i> (Palliard) i	junij, julij, avgust, september, oktober
	<i>Ophonus pubescens</i> (Müll.)	junij, julij, avgust, oktober
	<i>Poecilus koyi</i> (G.)	junij, julij, avgust, september, oktober
Cerambycidae	<i>Cerambyx scopolii</i>	maj, junij, julij
	<i>Cetonia aurata</i> L.	junij, julij, avgust, september, oktober
Cetoniidae	<i>Potosia cuprea</i> F.	julij
	<i>Tropinota hirta</i> (P.)	april, maj, junij, julij
Chrysomeli- dae	<i>Smaragdina cyanea</i> (F.)	april, maj, junij

Curculionidae	<i>Byctiscus betulae</i> L.	april, maj
	<i>Otiorrhynchus</i> sp.	maj, junij
Dynastidae	<i>Pentodon</i> sp.	junij, julij
Elateridae	<i>Agriotes</i> sp.	maj, junij, julij
Geotrupidae	<i>Geotrupes stercorarius</i> L.	maj, junij, julij, avgust, september, oktober
	<i>Geotrupes vernalis</i> L.	maj, junij, julij, avgust, september, oktober
Staphylinidae	<i>Ocypus olens</i> (O. Mull.)	junij, julij, avgust, september, oktober



*Veliki moškatnik*  
(*Calosoma sycophanta* L.)  
12. 6. 2014, v vasi Lipa.

## ZAKLJUČKI

Oidij in peronospora sta še vedno najpomembnejši bolezni na sorti refošk. Mile zime in dobra založenost tal z vlago omogočajo razvoj oospor peronospore v tleh, medtem ko na trsih omogočajo mile zime tudi preživetje oidija v konidijskem stadiju. Obe bolezni se lahko pojavljata že zgodaj v kraških vinogradih, zato je treba spremljati modelno napovedovanje bolezni, redno pregledovati vinograde, spremljati vremenske razmere in pravočasno izvajati varstvene ukrepe (<http://www.fito-info.si>). V opazovanih letih so vinogradniki na izbranih lokacijah uspešno varovali pridelek. Ekstremni pojavi, kot so toča in obdobja visokih poletnih temperatur, so vplivali na pridelek grozdja v večjem obsegu kot omenjeni bolezni. V času opazovanj smo predvsem v mlajših vinogradih zaznavali pogostejše propadanje trsov (esca).

V raziskavi kraške favne v vinogradih in okolici smo namenili večji poudarek spremljanju vinogradnikom manj znanih vrst hroščev. V talne vabe smo lovili: krešiče (Carabidae), kratkokrilce (Staphylinidae), koz-

ličke (Cerambycidae), minice (Cetoniidae), nosorožce (Dynastidae) in govnače (Geotrupidae). Od predatorjev smo najpogosteje lovili v pasti različne vrste krešičev, ki se hranijo s polži, gosenicami in deževniki. V Krajni vasi smo zasledili tudi vrsto *Carabus caelatus schreiberi* Kratz – hrapavi krešič, ki je značilna za to območje. Na trti in v okolici smo ugotavljali še vrste iz družin lepenjcev (Chrysomelidae), rilčkarjev (Curculionidae) in mehkokrilcev (Cantharidae). Na trti je bil največkrat opažen trtar (*Byctiscus betulae*), in sicer v večjem obsegu na lokacijah v Praproti, v Krajni vasi in v Lipi.

## ZAHVALA

Zahvaljujemo se vinogradnikom, ki so nam omogočili spremljanje entomofavne na Krasu. Delo na projektu Agrotur je sofinancirano v okviru Programa čezmejnega sodelovanja Slovenija–Italija 2007–2013, iz sredstev Evropskega sklada za regionalni razvoj in iz nacionalnih sredstev.

## LITERATURA

- Reitter, E., 1994. Die Farbtafeln aus Reitter's fauna germanica käfer.
- Dücker, A., Schmüser, Heiko., Heubel, K., Borchering, R., Heubel, V., Müller-Reich, C., Pahnke, K., Gienapp, P., Nötzold, R., Nötzold, V. 1977. Laufkäfer. Deutscher Jugendbund für Naturbeobachtung.
- Ponti, I., Pollini, A., Laffi, F. 2003. Avversita difesa & vite. Edizioni L'Informatore Agrario.
- Sket, B., Gogala, M., Kuštor, V. 2003. Živalstvo Slovenije. Tehniška založba Slovenije.



# VPLIV VODNEGA STRESA NA KAKOVOST GROZDJA V KRAŠKIH VINOGRADIH

Paolo SIVILOTTI<sup>1</sup>, Lorena BUTINAR<sup>2</sup>, Anastazija JEŽ<sup>3</sup>,  
Katja ŠUKLJE<sup>4</sup>, Andreja VANZO<sup>5</sup>, Klemen LISJAK<sup>6</sup>

<sup>1,2,3</sup> Univerza v Novi Gorici

<sup>4</sup> NWGIC, Charles Sturt University

<sup>4,5,6</sup> Kmetijski inštitut Slovenije

<sup>1</sup> doc. dr., Glavni trg 8, 5271 Vipava

<sup>2</sup> doc. dr., prav tam

<sup>3</sup> univ. dipl. inž. agron., prav tam

<sup>4</sup> dr., Boorooma Street, 2650 Wagga Wagga, Australia

<sup>5</sup> izr. prof., Hacquetova ulica 17, 1000 Ljubljana

<sup>6</sup> dr., prav tam

## IZVLEČEK

Segrevanje ozračja povzroča značilne okoljske spremembe, ki se še posebej odražajo na pospešenem vodnem krogu. Pomanjkanje vode je postalo resen problem tudi na področjih, kjer je bilo to nekoč malo verjetno.

V letih 2012 in 2013 so bile v različnih vinogradih na Krasu opravljene meritve vodnega statusa vinske trte sorte Refošk (*Vitis vinifera* L.) s Scholanderjevo tlačno komoro. V obeh sezonah je poleti prišlo do močnega in zelo močnega vodnega stresa. Ta je bil še posebej izrazit v prvem letu, ko je bilo obdobje brez padavin daljše.

Z namenom določitve vpliva zmernega in močnega vodnega stresa na kakovost grozdja, je bil zastavljen poskus v Krajni vasi v vinogradu, zasajenem s sorto Refošk. Pri močnem in zelo močnem stresu je bila masa jagod nižja, prav tako je bila nižja vsebnost suhe snovi (sladkorja). Vsebnost ekstrabilnih proantocianidinov (taninov) iz pešk se je pri zmernem vodnem stresu povečala, vsebnost proantocianidinov kožic pa zmanjšala v primerjavi z močnim do zelo močnim vodnim stresom.

V primeru sorte Refošk, ki ima sortno značilno manjšo vsebnostjo proantocianidinov, je lahko večja vsebnost ekstrabilnih proantocianidinov v grozdju ključnega pomena za daljšo obstojnost vina.

Zaradi tipičnega pomanjkanja vode v kraških tleh lahko v prihodnje le z rednim namakanjem vinogradov in s preprečevanjem vodnega stresa na Krasu ohranimo tako produktivnost vinogradov kot kakovost grozdja.

**Ključne besede:** Refošk, *Vitis vinifera*, vodni stres, vodni potencial, proantocianidini

# Water stress in karst vineyards and effects on grape quality

## SUMMARY

Global warming has created significant environmental changes, especially related to the acceleration of the water cycle. Thus water stress has become a real problem even in climates where the problem was previously uncommon.

In years 2012 and 2013 some measurements of vine water status were carried out in different vineyards of the Karst wine-growing area using the Scholander pressure chamber. In both seasons, during the summer situations of strong-to-severe water stress occurred. They were especially obvious in the first year, when there was no rain for a very long period of time.

An experiment was set up in a vineyard of 'Refošk' (*Vitisvinifera L.*) located in Krajna vas in order to verify the effect of moderate and severe water stress on the quality of the grapes. Under severe water stress a lower berry weight was found, but also the accumulation of sugar was reduced. As regard the phenolic component, the condition of moderate water stress showed a higher extraction of proanthocyanidins from grape seeds and lower from skins. Since tannins found in 'Refošk' variety are usually low, their increase is determinative to prolong the wine shelf-life.

Because of the typical Karst water shortage problem, the irrigation management will be needed in the future in order to avoid situations of excessive water stress and to maintain both the vineyard productivity and the grape quality.

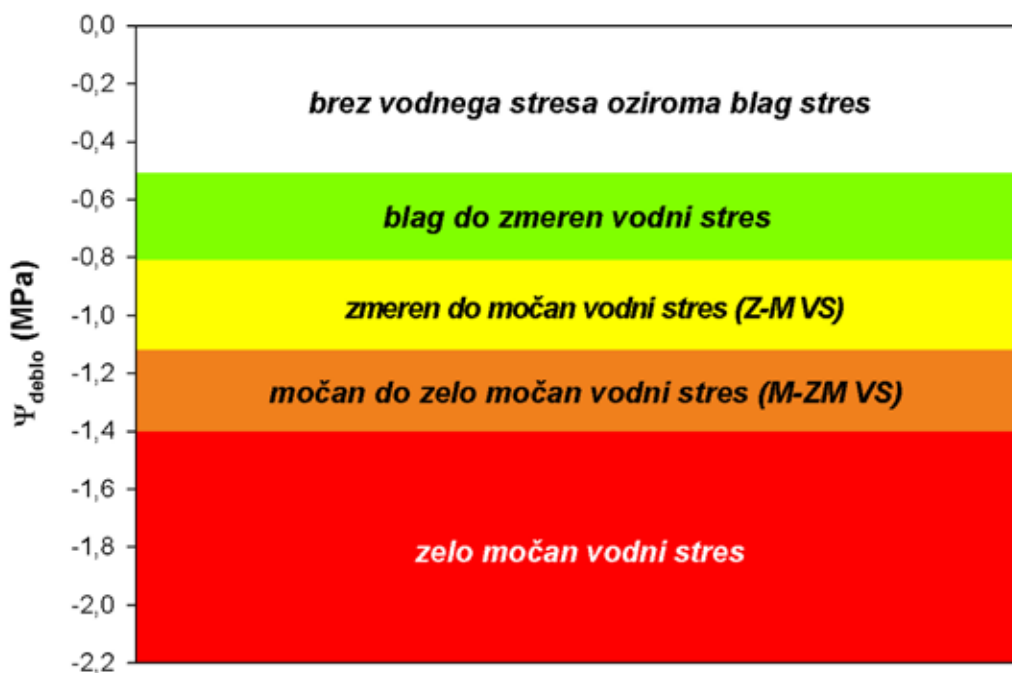
**Keywords:** 'Refošk', *Vitisvinifera*, water stress, water potential, proanthocyanidins

## 1 UVOD

V prejšnjih desetletjih je človekova dejavnost znatno povečala rabo fosilnih goriv s posledičnim kopičenjem toplogrednih plinov v stratosferi, kar se odraža kot splošno segrevanje Zemljinega ozračja (WMO 2007). Ob dvigu temperature se sprožijo tudi številni pojavi. Najpomembnejši vpliv ima dvig temperature na vodni krog, saj se ta pospeši, številna tla postanejo presuha in niso več primerna za kmetijsko pridelavo. Tako se je že sredi dvajsetega stoletja na številnih delih sveta kmetijstvo začelo ukvarjati s pomanjkanjem vode med rastno sezono.

Veliko raziskav je bilo narejenih, da bi ocenili potrebe trte po vodi med rastno sezono in vpliv vodnega stresa na fiziologijo rastlin. Čeprav vinska trta kaže dobro odpornost na vodni stres, kar so ugotavljali v različnih državah po svetu: Avstraliji (McCarthy 1997), Čilah (Carrasco-Benavides in sod. 2012), Franciji (Ojeda in sod. 2002) in Španiji (Tomás in sod. 2012), se povsod srečujejo s pomanjkanjem vode v daljših časovnih obdobjih.

Najpogosteje uporabljena naprava za določanje vodnega statusa v rastlini je Scholanderjeva tlačna komora (Scholander in sod. 1965). Med uporabljenimi tehnikami je ta najzanesljivejša, saj meritev vodnega potenciala poteka tako, da se izolira list s plastično vrečko in se prekrije z aluminijasto folijo. Tako se simulira noč, listne reže se zaprejo in list se uravnoteži s preostalim delom mladike. V takem listu nato izmerimo tlak, potreben, da iztisnemo vodo iz peclja. Ta meritev je dober pokazatelj vodnega statusa celotne vinske trte in izkazuje primerno soodvisnost s transpiracijo vinske trte (Choné in sod. 2001). Voda se zadržuje v listih, zato je vodni potencial negativen. Močnejši kot je vodni stres, bolj so vrednosti negativne. V povezavi z vplivi na fiziologijo rastlin je Deloire s sod. (2004) opredelil različna območja vodnega stresa: glede na debelni vodni potencial (Slika 1).



Slika 1: Območja vodnega stresa, opredeljena na podlagi debelnega vodnega potenciala, Deloire in sod. (2004).



Glede na stopnjo vodnega stresa rastlina sproži različne fiziološke odzive, ki vplivajo na produktivnost in presnovo. Le-ti pa imajo pomemben vpliv na kakovost grozdja. Castellarin in sod. (2007) so ugotovili, da močan vodni stres med zorenjem grozdja vpliva na povečane koncentracije antocianov v jagodi, medtem ko so Bucchetti in sod. (2010) ugotovili majhne spremembe v količini taninov. Tudi Sivilotti in sod. (2004, 2005) so dobili podobne rezultate, pri čemer je zelo močan vodni stres vplival na vsebnosti skupnih polifenolov in antocianov v grozdni jagodi, vendar je njihova ekstrahibilnost iz grozdja zelo majhna.

Da bi ocenili vodni status rastlin, se je v letih 2012 in 2013 opravilo večje število meritev vodnega potenciala v vinogradih na Krasu. Leta 2012 je bil postavljen tudi poskus, z namenom ugotoviti vpliv vodnega stresa na kakovost grozdja sorte Refošk.

## 2 MATERIAL IN METODE

Od leta 2012 je bilo v okviru projekta AGROTUR, Kraški agroturizem/Agroturistica carsica na Krasu izvedenih več poskusov.



*Slika 2: analize vodnega potenciala debla s Scholandrejevo komoro; aplikacija PVC-vrečk na liste vinske trte (levo), meritev vodnega potenciala (desno, slika Jež).*



V letih 2012 in 2013 je bila v vinogradih na Krasu opravljena serija meritve vodnega statusa z uporabo Scholandrejeve tlačne komore. Meritve vodnega potenciala debela so bile izvedene sredi dneva. V dopoldanskem času se je na popolno razvite liste položilo prekrivne PVC-vrečke, nato pa se je po najmanj eni uri izmerilo vodni potencial debela (slika 2). Meritve so potekale v letih 2012 in 2013 v različnih vinogradih, posajenih s sorto Refošk.

V vinogradu v Krajni vasi je bil v letu 2012 poskus zastavljen tako, da se je spremljalo vodni status pri dveh različnih pogojih pridelave grozdja: z namakanjem in brez njega do vzpostavitve zmernega in zelo močnega vodnega stresa. V vinogradu je bil s tem namenom postavljen namakalni sistem. Močan vodni do zelo močan vodni stres je bil dosežen tako, da v enem delu vinograda, namakalni sistem ni bil uporabljen vse dokler ni bil dosežen prag zelo močnega vodnega stresa (-1,4 MPa). Šele ko je bil prag dosežen, je sledilo namakanje. V preostalem delu vinograda se je že predhodno namakalo tedensko, z namenom vzdrževati zmeren do močni stres. Ob trgatvi sta bila izbrana dva vzorca grozdja iz različno tretiranih delov vinograda za primerjavo analiz parametrov tehnološke zrelosti (skupni sladkorji, titracijske kisline in pH) ter fenolne zrelosti.

Za vsakega od dveh vzorcev je bil izbran naključni vzorec 200 jagod. Ločeno se je stehtalo maso pešk in jagodnih kožic ter se te takoj preneslo v raztopino vode in alkohola, za 5 dni, po metodi Mattivi in sod. (2002).

Po tem času so bile analizirane vsebnosti proantocianidinov z nizko molekularno maso (LMWP) in visoko molekularno maso (HMWP) v peškah in kožicah po metodi Rigo in sod. (2000).

### 3 REZULTATI IN RAZPRAVA

Za sezono 2012 je bilo značilno daljše obdobje pomanjkanja padavin, kar se je na Krasu izrazilo z zelo močnim vodnim stresom. V mnogih vinogradih je bil vpliv vodnega stresa tako izrazit, da so rastline izgubile skoraj vse liste, jagode pa so se skrčile (Slika 3).

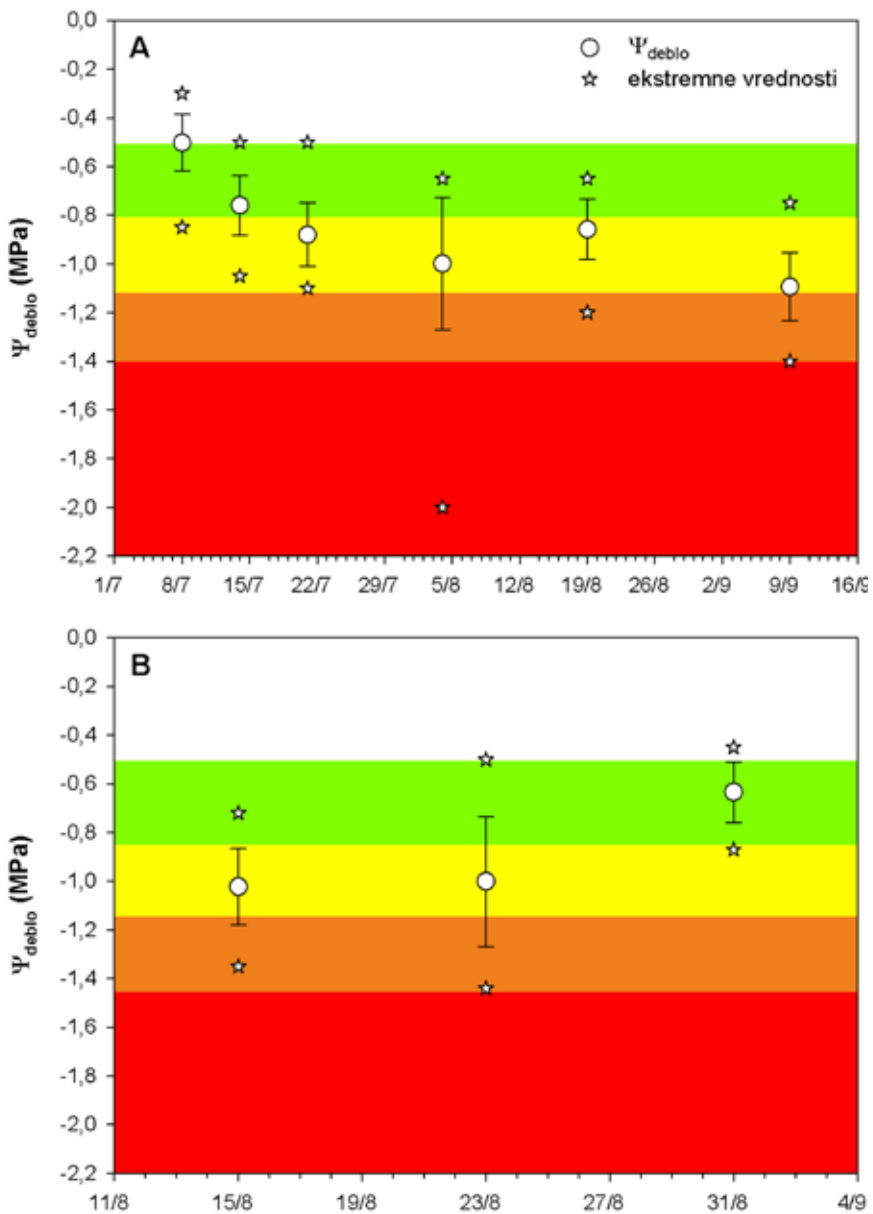
S spremljanjem vodnega potenciala smo ugotovili, da je bil vodni stres v začetku druge polovice julija, ko so bile grozdne jagode v fenofazi (pred obarvanjem), v območju od srednjega do močnega vodnega stresa (slika 4A). Najbolj dramatična situacija je bila zabeležena v začetku avgusta. Takrat je v vinogradih vodni potencial debela padel tudi do -2,0 MPa, kar je meja, pri kateri vodni stres že povzroči fiziološke poškodbe na vinski trti.



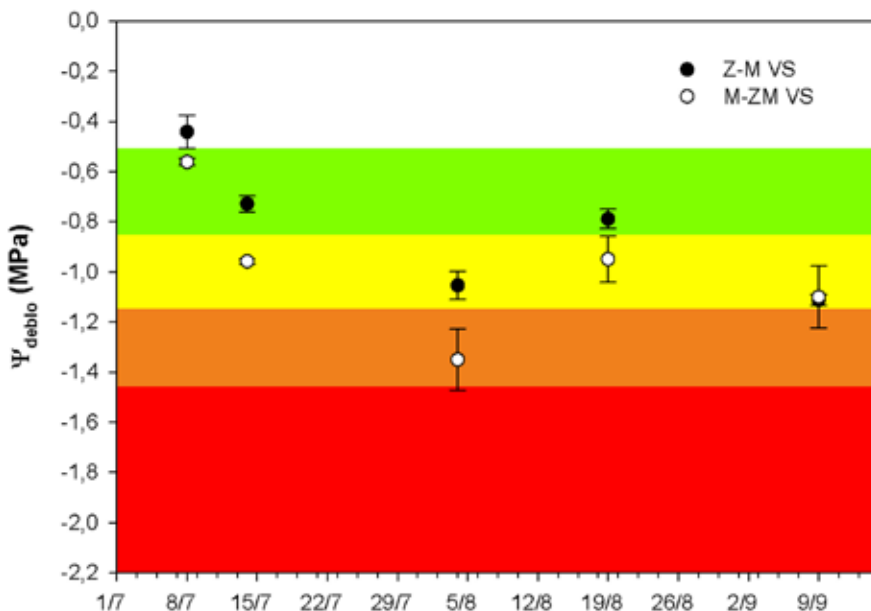
*Slika 2: Prekomerno pomanjkanje vode pri vinski trti sorte Refošek (Sivilotti).*

V letu 2013 je bil vpliv vodnega stresa manj izrazit, predvsem zaradi padavin konec maja in v začetku junija. Julija je ponovno prišlo do pjava vodnega stresa, ki pa so ga prekinile obilne padavine sredi avgusta. Vrednosti vodnega potenciala avgusta 2013 kažejo, da je šlo za zmeren do močan vodni stres, ki po padavinah ni bil več določen (slika 4B).

Kot že predhodno omenjeno, je bil v sezoni 2012 postavljen poskus v Krajni vasi, ki je omogočil ugotovljati vplive dveh vremenskih situacij (razmer) na kakovostne lastnosti grozdja. V obeh obravnavanjih (zmeren in močan vodni stres) se je v juliju in v začetku avgusta vodni potencial debela manjšal, zaradi pomanjkanja padavin in intenzivnejše transpiracije ob višjih temperaturah ozračja. Zmanjšanje vodnega potenciala je bilo izrazitejše pri obravnavanjih, izpostavljenih močnemu vodnemu stresu (slika 5). Izmerjene vrednosti debelnega vodnega potenciala pri kontrolnem obravnavanju kažejo, da je bilo obravnavanje izpostavljeno zmernemu do močnemu vodnemu stresu. Po avgustu so sledila štiri namakanja z namenom preprečevanja, izgube listov in dehidracije jagod. Večje vrednosti vodnega potenciala so posledica boljšega vodnega statusa pri obeh obravnavanjih.



Slika 3: Trend debelnega vodnega potenciala v sezonah 2012 (A) in 2013 (B).



Slika 5: trendi vodnega potenciala debla v sezoni 2012, pri obravnavanju zmernega do močnega (Z-M VS) in močnega do zelo močnega vodnega stresa (M-ZM VS).

Vzorci zrelega grozdja izkazujejo vpliv vodnega stresa na pridelok in kakovostne parametre. Povprečna teža jagode je za 8 % manjša pri obravnavanjih z močnim do zelo močnim vodnim stresom v primerjavi z zmernim do močnim vodnim stresom (Preglednica 1).

Preglednica 1: Primerjava tehnoloških parametrov zrelosti grozdja pri dveh obravnavanjih; pri obravnavanju zmernega do močnega (Z-M VS) in močnega do zelo močnega vodnega stresa (M-ZM VS).

obravnavanje	povprečna teža jagode (g)	suha snov (Brix)	titracijske kisline (g/l)	pH-vrednost
Z-M VS	1,46	19,0	7,0	3,45
M-ZM VS	1,34	18,2	7,3	3,18

Če je produktivnost pridelave manjša, običajno pričakujemo tudi večjo vsebnost suhe snovi. V našem primeru se to ni zgodilo in so bile vrednosti večje pri obravnavanjih z namakanjem. Rezultati potrjujejo, da se v razmerah zelo močnega vodnega stresa zmanjša fotosintetska aktivnost rastline in posledično se zmanjša translokacija sladkorjev v jagode.

Nekoliko drugačna slika pa je razvidna iz rezultatov ekstrahibilnih polifenolov (Preglednica 2). V tem primeru se je pokazal učinek močnega do zelo močnega vodnega stresa v zvišanih vsebnostih ekstrahibilnih proantocianidinov (taninov) iz kožice grozdne jagode. Kot so predhodno ugotovili Castellar in sod. (2007), je vodni stres odgovoren za povečanje vsebnosti polifenolov v kožici, saj spodbuja izražanje genov, odgovornih za biosintezo flavanolov. Ravno tako so Bucchetti in sod. (2010) ugotovili nekoliko povišane koncentracije taninov v grozdju zaradi vodnega stresa.

V primeru grozdnih pešk pa je bila ekstrakcija proantocianidinov višja pri zmernem do močnem vodnem stresu. Sivilotti in sod. (2005) so ugotovili, da zelo močan vodni stres pri sorti Merlot sicer poveča vsebnost polifenolov v grozdnih peškah, toda njihova ekstrahibilnost v vinu (ali vinu podobnih raztopinah, kakršna je bila uporabljena za poskus) je bila zelo nizka.

Glede na skupno vsebnost nizko- in visoko molekularnih proantocianidinov je bil delež proantocianidinov z visoko molekulsko maso (HMWP) večji v primeru močnega do zelo močnega vodnega stresa kot zmernega do močnega vodnega stresa. Takšen rezultat je bil posledica večje ekstrakcije proantocianidinov iz jagodnih kožic pri močnem do zelo močnem vodnem stresu

Senzorične lastnosti vina sorte Merlot, pridelanega iz trsov zmernega in zelo močnega vodnega stresa (Sivilotti in sod., 2006), so pokazale, da so bila vina iz trsov zelo močnega vodnega stresa zelo neuravnotežena, verjetno zaradi večjega deleža proantocianidinov, ekstrahiranih iz jagodnih kožic.

*Preglednica 2: Vsebnost proantocianidinov (taninov) z nizko – (LMWP) in visoko – (HMWP) molekulsko maso v grozdni jagodi pri obravnavanju zmernega do močnega (Z-M VS) in močnega do zelo močnega vodnega stresa (M-ZM VS).*

obravnavanje	Kožice		Peške		Grozodne jagode (kožice + peške)		
	LMWP mg/kg	HMWP mg/kg	LMWP mg/kg	HMWP mg/kg	LMWP mg/kg	HMWP mg/kg	LMWP + HMWP mg/kg
Z-M VS	140	827	500	541	640	1368	2008
M-ZM VS	181	1427	347	355	528	1782	2310

Skladno z rezultati ostalih poskusov, izvedenih v okviru projekta Agrotur, je večja koncentracija proantocianidinov v primeru sorte Refošk ključnega pomena. Za to sorto je namreč značilna manjša vsebnost taninov, kar posledično vpliva na "življenjsko dobo" (obstojnost) vina.

## 4 ZAKLJUČKI

Rezultati meritev vodnega potenciala na kraški planoti so potrdili dejstvo, ki je bilo v zadnjih letih nekoliko zapostavljeno, in vendar se v realnosti kaže kot vse bolj pomembno za okolje: vodni stres. Poskusi, opravljeni na sorti Refošk, so ponovno poudarili pozitiven vpliv ne pretiranega vodnega stresa na sekundarne metabolite grozdja in na ekstrabilnost polifenolnih komponent v vinu. Pravilna uporaba vode (namakanje) je postala ključna za pridelavo grozdja dobre kakovosti.

Preliminarni rezultati so pokazali, da se je pri močnem do zelo močnem vodnem stresu produktivnost zmanjšala za 8 %, kar posledično pomeni slabše parametre kakovosti grozdja (nižja vsebnost suhe snovi in pH-vrednosti, višje titracijske kisline). V primeru zmerne do močnega vodnega stresa je bila vsebnost ekstrabilnih proantocijanidinov (taninov) pešk višja, medtem ko je bila nižja vsebnost proantocijanidinov iz kožic. Sivilotti in sod. (2006) so v drugem poskusu pokazali, da so bila vina, pridelana iz trsov zelo močnega vodnega stresa, senzorično neuravnotežena kljub višji vsebnosti polifenolov. Na osnovi preliminarnih rezultatov je razvidno, da se je treba izogniti zelo močnemu vodnemu stresu vinske trte, saj to vodi v ekonomske in kakovostne izgube v vinogradništvu ter vinarstvu.

## 5 ZAHVALE

Zahvaljujemo se kmetiji Štoka iz Krajne vasi za pomoč in sodelovanje pri poskusih. Predmetno eksperimentalno delo je del dejavnosti, ki jih predvideva projekt AGROTUR/Kraški agroturizem, sofinanciran v okviru Programa čezmejnega sodelovanja Slovenija-Italija 2007–2013 iz sredstev Evropskega sklada za regionalni razvoj in iz nacionalnih sredstev.

## LITERATURA

- Bucchetti, B., Matthews, M.A., Falginella, L., Peterlunger, E., Castellarin, S.D. 2011. Effect of water deficit on Merlot grape tannins and anthocyanins across four seasons. *Sci. Hort.* 128(3). 297–305
- Carrasco-Benavides, M., Ortega-Farías, S., Lagos, L.O., Kleissl, J., Morales, L., Poblete-Echeverría, C., Allen, R.G. 2012. Crop coefficients and actual evapotranspiration of a drip-irrigated Merlot vineyard using multispectral satellite images. *Irrigation Sci.* 30(6). 485–497
- Castellarin, S.D., Pfeiffer, A., Sivilotti, P., Degan, M., Peterlunger, E., Di Gaspero, G. 2007. Transcriptional regulation of anthocyanin biosynthesis in ripening fruits of grapevine under seasonal water deficit. *Plant Cell Environ.* 30(11). 1381-1399
- Choné, X., Van Leeuwen, C., Dubourdieu, D., Gaudillère, J.P. 2001. Stem water potential is a sensitive indicator of grapevine water status. *Ann. Bot.* 87(4). 477–483
- Deloire, A., Carbonneau, A., Wang, Z., Ojeda, H. 2004. Vine and water a short review. *J. Int. Sci. Vigne Vin* 38(1). 1–13
- McCarthy, M.G. 1997. The effect of transient water deficit on berry development of cv. Shiraz (*Vitis vinifera* L.). *Aust. J. Grape Wine Res.* 3(3). 102–108
- Ojeda, H., Andary, C., Kraeva, E., Carbonneau, A., Deloire, A. 2002. Influence of pre- and postveraison on water deficit on synthesis and concentration of skin phenolic compounds during berry growth of *Vitis vinifera* cv. Shiraz. *Am. J. Enol. Vitic.* 53(4). 261–267
- Mattivi, F., Zulian, C., Nicolini, G., Valentini, L. 2002. Wine, biodiversity, technology, and antioxidants. *Ann. New York Acad. Sci.* 957. 37–56
- Rigo, A., Vianello, F., Clementi, G., Rossetto, M., Scarpa, M., Vrhovšek, U., Mattivi, F. 2000. Contribution of the proanthocyanidins to the peroxy-radical scavenging capacity of some Italian red wine. *J. Agric. Food Chem.* 48(6). 1996–2002
- Sivilotti, P., Paladin, M., Peterlunger, E. 2004. Quality of Merlot grapes as affected by different soil water availabilities. In *Acta Hort.* A.G. Reynolds & P. Bowen (Eds.), pp. 83-90. ISHS Symp. Ser. 640. Toronto, Canada.
- Sivilotti, P., Bonetto, C., Paladin, M., Peterlunger, E. 2005. Effect of soil moisture availability on *Vitis vinifera* cv. Merlot: from leaf water potential to grape composition. *Am. J. Enol. Vitic.* 56(1). 9–18.
- Sivilotti P., Bonetto C., Paladin M. and Peterlunger E. 2006. Effetto sui polifenoli dell'uva dello stress idrico controllato. *Informatore Agrario* 62(23):53-57.
- Tomás, M., Medrano, H., Pou, A., Escalona, J.M., Martorell, S., Ribas-Carbó, M., Flexas, J. 2012. Water-use efficiency in grapevine cultivars grown under controlled conditions: Effects of water stress at the leaf and whole-plant level. *Aust. J. Grape Wine Res.* 18(2). 164–172
- WMO (World Meteorological Organisation) 2007. Scientific assessment of ozone depletion: 2006, Global Ozone Research and Monitoring Project. Report 50, 572 pp. Geneva, Switzerland.













# TERRA ROSSA - RISULTATI PRELIMINARI DELLA MORFOLOGIA DEI TERRENI VITATI DEL CARSO

Borut VRŠČAJ<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Istituto Agrario della Slovenia

1 doc. dr., Hacquetova ulica 17, 1000 Ljubljana

## RIASSUNTO

Sull'altopiano triestino e di Comeno, che rappresentano la parte centrale della zona vinicola del Carso, vi sono in corso molti dibattiti e descrizioni delle caratteristiche generali della terra rossa, la terra postcarbonatica chiamata jerina. Dopo aver esaminato la letteratura del settore, abbiamo rilevato che non c'è molto di noto a riguardo delle caratteristiche morfologiche specifiche del terreno vitato della terra rossa, che danno un contributo chiave alle caratteristiche qualitative del vino. La morfologia del terreno, ossia le peculiarità del profilo del terreno non incluse nelle caratteristiche chimiche degli orizzonti, danno un contributo chiave alla qualità del vino, ma sono descritte in modo relativamente carente. Tra i traguardi del progetto Agrotur c'è anche la conoscenza approfondita dell'ambiente carsico nel quale rientra anche il prospetto morfologico dei terreni vitati del Carso, l'identificazione di una struttura frequente/tipica del profilo del terreno e l'identificazione/collegamento delle caratteristiche di struttura e chimiche del suolo con le specifiche qualità sensoriali del Terrano nei diversi punti di campionamento.

Nel contributo presentiamo i risultati preliminari sui profili di terra rossa scelti, ovvero come a detta di uno dei viticoltori del Carso, della 'kremenica' della (silice). Nelle descrizioni ci siamo limitati alla struttura del terreno e alle caratteristiche morfologiche, alle quali abbiamo aggiunto anche le misurazioni dei contenuti di scheletro.

**Parole chiave:** terreno vinicolo, morfologia, jerina, terra rossa, terrano

## SUMMARY

The general characteristics of Terra rossa, Chromic cambisol soils or Jerina in Slovenia at the Triest-Komen Plateau, which represents the central part of the Karst wine-growing region were discussed and described in the past. After review of the scientific literature it was realised that relatively little is known about detailed specific

morphological properties of the terra rossa vineyard soil which are the key contribution to the special / characteristic qualities of the wine. The morphology of the soil, i.e. features soil profile that are not covered by the chemical properties of horizons, a key contribution to the quality of the wine are relatively deficient described. Among the objectives of the project Agrotur is also detailed knowledge about Karst environment, which includes a morphological examination of the soil of Karst vineyards, identification of frequent / typical structure of 'jerina' soil profile and to identify and link morphological, physical and chemical soil properties of soils with specific sensoric properties of Teran. The paper presents preliminary findings on selected 'Jerina' profiles or, 'kremenica' (silica) as put by one of the local vine producers. The description was limited to the essential morphological features of soil profile that we have added the measured quantities of mixed carbonate and chert skeleton.

**Keywords:** Vineyard soils, morphology, 'jerina', Terra rossa, teran

## INTRODUZIONE

Lo spazio dell'altipiano tra Trieste e Comeno viene denominato Carso. Le descrizioni dettagliate dei primi ricercatori gli hanno dato il titolo di Carso originario. Esso è oggetto di particolare orgoglio da parte degli sloveni che lo collegano agli attributi nazionali; in gran parte anche a causa di quanto il terreno di questa formazione geologica offre in relazione al clima e alla metodologia di produzione del prosciutto del Carso e del vino Terrano. Il terreno di questa formazione geologica ha una composizione particolare con delle peculiarità specifiche. Si tratta di un tipo di terreno nel quale si mescolano le caratteristiche della roccia calcarea con il minerale fondamentale, la calcite ossia il carbonato di calcio ( $\text{CaCO}_3$ ). Il calcare contiene anche una parte più o meno importante di altri elementi minerali, di argilla, ma spesso anche maggiori quantità di silicati. Nel caso del Carso si tratta di selce corneana, una roccia con struttura amorfa a grana fine con composizione chimica prevalente in  $\text{SiO}_2$ . Si forma dalla cristallizzazione del diossido di silicio, soluzione silicatica che in un mezzo ad acidità elevata polimerizza in  $\text{SiO}_2$  ovvero si indurisce in una roccia amorfa, la corneana. A causa degli altri elementi, soprattutto dei metalli e dei minerali d'argilla, la corneana appare di colorazione diversa: bianca, grigia, marrone, verde chiaro ovvero rosso ruggine. In quantità variabili la corneana è spesso un elemento presente in altre rocce sedimentarie, tipicamente nel calcare. Così sono tipiche del Carso le formazioni di calcari piatti con inserimenti (in forma di bulbi e fogli) di corneane grigie, marrone e nere (calcari di Tomaj e ardesie di Comeno). La corneana (ovvero la selce) è molto diversa dalla calcite (ovvero dal calcare). Nel terreno è praticamente inerte e si scioglie solo

in un ambiente molto acido. Il calcare (o calcite) si scioglie con relativa facilità e fornisce ioni calcio al terreno. Questi ioni rappresentano un elemento nutritivo per i vegetali, determinano l'acidità del terreno, sono alla base di una struttura solida e con buona porosità, capacità di drenaggio e rappresentano un importante indice della qualità del terreno. Elenchiamo soltanto alcune importanti conseguenze della presenza di una maggiore quantità nel terreno: la corneana è resistente, perciò si accumula nel terreno; la sua percentuale aumenta con l'erosione di minerali di argilla più leggeri, soprattutto di minerali a grana fine e innanzitutto a causa della disgregazione del calcare e del dilavamento del calcio. Secondo la scala di Mohs, la corneana ha una durezza di ~7 (scalfisce il vetro e la ghisa). La sua durezza è ben maggiore della calcite (Mohs 3) che non scalfisce né il vetro né la ghisa. Direttamente e in parte anche indirettamente influisce sull'acidità del terreno.

Per la presenza e la resistenza della corneana, anche nel terreno formatosi sopra le formazioni dell'altipiano di Trieste e di Comeno la percentuale di selce sta aumentando. In alcuni punti, a causa di processi colluviali, alluviali e di erosione, si accumula in maggiori quantità e può occupare anche una percentuale di terreno superiore al 20 %. Di conseguenza il terreno – terra rossa - spesso viene denominato anche silice.

Descrizioni morfologiche e pedogenetiche più precise del terreno carsico sono relativamente rare. Marija Kodrič commenta, in un breve testo, due tipi di terreno: l'argilla che si forma su calcari radioliti e la silice, che si forma sui calcari con inserto di selce. Come uso prevalente del terreno su argilla indica i campi e le superfici erbose, mentre sulle silici la coltura maggiormente presente è il vigneto ed in particolare la varietà 'Terrano' (Kodrič, 1958). Il professor Sušin (1964) nella sua tesi di dottorato descrive alcune diverse (sotto)specie, concentrandosi su

- a) l'argilla: come il terreno su calcari del cretaceo inferiore, grigi e grigio scuro e
- b) la terra rossa molto dilavata o silice di terreni grigio scuro di calcari del cretaceo superiore con inserti di selce.

Spesso gli insegnanti di pedologia in Slovenia annoverano l'esempio Refošk - Terrano come esempio dell'influsso del suolo sulla coltivazione agricola e sulla coltura. La vite della varietà Refosco sul terreno carbonatico di flysch nell'Istria slovena produce il vino Refosco e la stessa specie di vite sul terreno particolare del Carso (terra rossa) produce il vino Terrano, particolarità enologica della Slovenia. Quest'ultimo si distingue essenzialmente per le sue proprietà organolettiche e la composizione chimica dal Refosco e lo anche un profano riconosce facilmente.

Il Terrano non è solamente un prodotto del Carso importante per l'economia, ma con la sua particolarità rappresenta anche un attributo

dell'identità di questo tratto parzialmente transfrontaliero. La Slovenia lo ha protetto sul mercato dell'UE come vitigno, per la posizione geografica e per le qualità sensoriali e chimiche del vino. La definizione geografica è limitata nello spazio, ma le particolarità del terreno in questa zona continuano ad essere descritte in modo inadeguato e incompleto, anche perché studiate superficialmente.

Nell'ambito del progetto Agrotur si vuole migliorare la tecnologia enologica sul Carso, perciò è importante la conoscenza delle peculiarità specifiche della terra rossa - il suolo dove si produce il vino Terrano. Questo contributo presenta i risultati preliminari dello studio dei terreni carsici nell'ambito del progetto, ed in particolare viene proposta una presentazione delle caratteristiche morfologiche e chimiche di base della terra rossa nei vigneti di Refosco.

## MATERIALI E METODI

Per lo scavo del profilo abbiamo usato un kit standard di attrezzi e di mezzi pedologici. La descrizione del profilo del terreno è avvenuta con l'ausilio dei moduli dell'Istituto per l'agricoltura della Slovenia (Istituto Agrario della Slovenia). Nella descrizione morfologica abbiamo usato le istruzioni FAO (FAO, 2006), adattate alla necessità dell'iscrizione nelle basi del sistema informativo dei terreni (Vrščaj and Vernik, 2010). La definizione dei colori è stata fatta in base alla Munsell Soil Color Chart. Le analisi di laboratorio (KIS, 2013) sono state svolte dall'accreditato Laboratorio centrale dell'Istituto per l'agricoltura della Slovenia (Centralni laboratorij Kmetijskega inštituta Slovenije). La valutazione della dotazione di fosforo e potassio assimilabile negli orizzonti superficiali dei terreni è stato valutato in base alla suddivisione nelle classi A-D: A - terreno povero, B - mediamente rifornito, C - terreno ben fornito (=traguado-ottimale), D - eccessivo rifornimento del terreno ed E - estremamente ricco (Leskošek and Mihelič, 1998; Leskošek, 1993; Mihelič et al., 2010)

## RISULTATI E DISCUSSIONE

### Analisi dei profili con i dati analitici

Tutti i profili sono stati scavati nei vigneti di Refosco della zona dell'altipiano di Trieste e Comeno - il Carso originario.

### Descrizione e dati della terra rossa 1

L'ubicazione del profilo in questo vigneto è di data non recente. Si tratta di una località da lungo destinata ad uso vinicolo, di proprietà di un coltivatore di Terrano di Dutovlje. La struttura del profilo è **Ap – P/Ab – P1 – P1 –Brz.**

### *Descrizione degli orizzonti*

1. L'orizzonte **Ap 0–25(30)** cm regolarmente lavorato è fresco, leggermente secco ovvero prosciugato in superficie. Compatto, friabile; al tatto da limoso-argilloso-franco ad argilloso-franco; di struttura poliedrica e ben distinguibile; poco umifero. Prevale il rosso intenso 2,5YR 4/6; una scarsa screziatura con radici esigue. Lo scheletro è frequente, prevalentemente silicatico, con elementi aguzzi, prevalentemente di misura fino a 3 cm, piatti, alla vista copre l'1% del volume totale dell'orizzonte. Il passaggio verso l'inferiore P/Ab è acuto, ondulato, in alcuni punti a forma di canale più profondo.
2. **P/Ab 25(30)–43 cm** da fresco a umido; friabile, in alcuni punti anche ben friabile e ammassato fitto. Al tatto è da sabbioso-argilloso a sabbioso-cretaceo-argilloso, indubbiamente meno cretaceo di Ap; la struttura poliedrica è da buona a molto espressa; più scuro è decisamente più umifero del Ap superiore; buona la screziatura. Il colore è da rosso a rosso-marrone - 2,5YR 3/4, in alcuni punti 2,5YR 3/3. La parte di scheletro è decisamente minore rispetto all'orizzonte Ap superiore e al P1 inferiore. Il passaggio verso il P1 è pieno di canali ma orizzontale. Sono presenti resti di filo metallico.
3. **P1 43–69(72) cm** è fresco; denso, friabile; al tatto da sabbioso-cretaceo-argilloso a cretaceo argilloso; spiccatamente poliedrico, la struttura ben distinguibile; da rosso a rosso-marrone (2,5YR 3/4 in 2,5YR 3/3). Contiene concrezioni di Mn/Fe. L'orizzonte è eterogeneo; prevale il terriccio con più sostanza organica (orizzonte Ap), con inserti di orizzonte Brz pulito, molto argilloso e denso ma ancora friabile. Parte della tessitura appare simile a quella di Ap. Sono presenti grosse radici di vite. L'orizzonte è in pianura ma in linea diagonale passa in P2 con angolo acuto.
4. **P2 da 69 (72)-90 (95) cm** è fresco; molto denso, friabile, ma in alcuni punti compatto. Al tatto è da sabbioso-cretaceo-argilloso a cretaceo argilloso; di struttura acuta, poliedrica e ben distinguibile. Il materiale di colore rosso spiccato dell'orizzonte Brz si mescola con il terriccio più umifero dell'orizzonte P/Ab ovv. Ap di colore rosso (2,5YR 3/6 in 2,5YR 3/4). Il passaggio all'orizzonte Brz è orizzontale.
5. **Brz 90 (95) - 110+ cm** (prosegue). Da fresco a umido; denso, fragile, friabile; al tatto da argilloso a argilloso-cretaceo; ben distinguibili le strutture poliedriche; del tutto minerale; colore rosso spiccato (2,5YR 3/6), sulle superfici resistenti degli aggregati strutturali sono frequenti e ben manifesti gli strati di argilla e

gli strati neri Mn/Fe. A 110 cm di profondità si trova la punta di un masso calcareo compatto, in cima ben deteriorato e morbido. Prevediamo si tratti di un notevole masso indipendente e non del supporto originario; l'orizzonte Brz prosegue in profondità e probabilmente non è l'ultimo orizzonte.



*Figura 1:  
Profilo terreno della Terra rossa 1:  
scasso del terreno in profondità,  
antropogenico (Foto: B. Vrščaj)*

### ***I dati analitici della Terra rossa 1***

Il terreno ha acidità neutra. Come previsto la percentuale di fosforo è inferiore a quella del potassio, ma viste le classi di disponibilità per le piante il terreno viene classificato fra quelli con dotazione ottimale nella classe C (13–25 mg  $P_2O_5/100g$ ). Il contenuto di potassio assimilabile dalle piante si classifica in base alla tessitura del terreno all'inizio della classe D (34–45 mg  $K_2O/100g$ ).



orizzonte	profondità		pH		Tessitura (USDA)						P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	C	OS	C/N	
	da	a	H <sub>2</sub> O	CaCl <sub>2</sub>	sabbia grossa (200-2000 µm)	sabbia fine (100-200 µm)	limo grosso (200-50 µm)	limo fine (2-20 µm)	argilla (<2 µm)	classe di tessitura							
	cm	cm	%	%	%	%	%	%	%	mg/100g	%	%	%	%	%	rapporto	
1	Ap	0	25(30)	6,7	9,6	5,5	11,5	25,9	37,4	47,5	C	21,0	36,0	0,2	2,1	3,6	10,4
2	Ab	25(30)	43	6,1	5,8	6,9	14,1	33,5	47,6	39,7	SICL	27,0	34,0	0,3	3,3	5,6	10,9
3	A/B	43	69(72)	7,0	10,1	7,9	12,0	24,9	36,9	45,1	C	26,0	50,0	0,2	2,1	3,6	9,9
4	B/A	69(72)	90(95)	6,7	7,4	6,9	7,9	17,9	25,8	59,9	C	3,3	30,0	0,1	1,1	2,0	8,1
5	Brz	90(95)	110	6,7	1,6	3,2	2,2	8,1	10,3	84,9	C	2,1	16,0	0,1	0,5	0,9	6,4
0																	
7																	
8																	

orizzonte	profondità		cationi di base						saturazione delle basi						Carbonati		
	da	a	Ca	Mg	K	Na	H	S	T	V	Ca	Mg	K	Na	H	%	Dystric/Eutric
	cm	cm	mmolc / 100 g tal						mmolc / 100 g tal						%		interpretazione
1	Ap	0	20,0	1,7	0,8	0,1	6,0	22,5	28,5	79,0	70,1	5,9	1,1	0,8	21,0	1,2	eutric
2	Ab	25(30)	20,2	2,0	0,8	0,1	9,9	23,0	32,9	69,9	61,5	5,9	1,3	0,8	30,1	1,3	eutric
3	A/B	43	23,5	2,0	1,0	0,1	6,5	26,5	33,0	80,3	71,0	6,0	1,5	0,8	19,7	1,3	eutric
4	B/A	69(72)	23,0	2,2	0,8	0,1	6,0	26,1	32,1	81,3	71,7	6,9	1,1	0,9	18,7	1,3	eutric
5	Brz	90(95)	29,8	2,7	0,4	0,1	7,8	32,9	40,7	80,9	73,2	6,5	0,6	1,2	19,1	1,8	eutric
0																	
7																	
8																	

Tabella 1: terra rossa 1 - caratteristiche chimico-fisiche del terreno

Tabella 2: Terra rossa 1 - contenuto in scheletro per orizzonte

Orizzonte	Scheletro (stimata %)	Peso secco del campione (g)	Peso scheletro (g)	Volume scheletro (%)	Volume (cm3)	Volume totale scheletro	Volume percentuale (%)
Ap	15	285,0	58,3	20,5	203,6	32,4	15,9
P/Ab	5	253,2	27,3	10,8	180,9	15,2	8,4
P1	25	344,5	108,4	31,5	246,1	60,2	24,5
P2	25	247,1	67,0	27,1	176,5	37,2	21,1
Brz	1	262,3	4,7	1,8	187,4	2,2	1,2

Il profilo presenta scheletro per tutta la profondità, con eccezione dell'orizzonte Brz. L'orizzonte del terreno che segue quello superficiale (P/Ab) contiene meno scheletro; ce n'è di meno anche nell'attuale orizzonte Ap (15%).

### Terra rossa 1: Interpretazione delle osservazioni e dei dati

La parte superficiale del profilo del terreno è completamente antropogenizzata. Vista la situazione geomorfologica si tratta di un profilo di terreno sorprendentemente profondo. E' evidente che una piccola profondità è stata coltivata e interrata. Ap è ben misciato, il rosso intenso di origine dell'orizzonte Brz è a tratti pezzato a causa della presenza di un orizzonte più umifero. Il passaggio scanalato e ondulato verso l'orizzonte inferiore P/Ab indica che Brz è stato interrato sopra una superficie mossa, granulosa o approfondita da carrarecce dell'umifero Ap della vecchia superficie del terreno all'attuale profondità di 25 - 30 cm. I rilevamenti morfologici sono confermati anche dai risultati analitici delle caratteristiche chimiche e fisiche, poiché l'attuale Ap contiene meno sabbia fine comune, più argilla, meno sostanza organica, meno fosforo e più potassio dell'ex superficie che oggi rappresenta il sottostante P/Ab. Nei punti delle carrarecce si presenta denso e molto compatto. Lo scheletro è frequente, con elementi misti, più o meno silicatici. Il passaggio leggermente ondulato e meno scanalato tra gli orizzonti Ap e P/Ab indica che si tratta del confine tra l'ex profondità di aratura, fino a circa 18 cm. L'acidità del terreno fra 6,1 e 6,7, vista la pedogenesi prevista, è ottimale per la crescita delle viti. Lo stesso vale per il contenuto di Ca, mentre il contenuto di Mg è basso. Il terreno è rifornito di fosforo in modo ottimale. Il rifornimento di potassio è maggiore negli orizzonti superiori e in pare minima supera il rifornimento ottimale. Con un elevato contenuto di potassio spicca l'orizzonte P1 (50 mg / 100g di terreno) che presenta una ottimale quantità di fosforo che è stato applicato all'impianto del vigneto assieme al momento della calcinatura. Ciò è indicato anche dal contenuto molto basso di fosforo nell'orizzonte inferiore P2 e soprattutto nell'orizzonte Brz (3,3 mg e 2,1 mg/100 g del terreno) che corrisponde con i bassi contenuti naturali di fosforo nel

terreno policarbonato e anche nella terra rossa. Il contenuto naturale del potassio è più elevato nei terreni argillosi postcarbonatici e si manifesta nell'orizzonte Brz (16 mg/100 g del terreno) mentre nell'orizzonte P2 a causa della concimazione e dei processi di dilavamento tale superficie sale a 30 mg/100 g di terreno. Il terreno è pesante poiché il contenuto di argilla è elevato in tutti gli orizzonti e con l'80 % si stacca in modo spiccato nell'orizzonte Brz. Un'evidente e stabile struttura poliedrica con macropori tra gli aggregati permette una buona capacità di drenaggio del terreno e buone condizioni di acqua e aria. La lavorazione del terreno (scasso) scende fino alla profondità attuale di 90 (95) cm ma gli influssi antropogenici sulla superficie a causa dell'interramento sono i più evidenti. Il sottostante orizzonte Brz è intatto senza alcun segno di influenza dell'uomo. Questo orizzonte evidenzia anche un basso contenuto di scheletro.



*Figura 2:  
Profilo del terreno Terra rossa 2  
(Foto: B. Vrščaj)*

### **Descrizione e dati della terra rossa 2**

L'ubicazione del profilo di questo vigneto è di data remota, sul lato est del paese di Pliskovica. Si tratta di un territorio con terrazzamento lieve con vigneto di Refosco, con forma di allevamento a pergola. La struttura del profilo è **Ap-P-Brz-R**.

#### **Descrizione degli orizzonti**

1. **Ap 0–17 cm** è da fresco a umido; friabile, quasi soffice; da mediamente a ben umifero, sono ben distinguibili le strutture granulari-poliedriche; gli aggregati sono più piccoli e si

uniscono a causa dell'umidità. Il colore primario è un rosso intenso tendente al marrone 7,5YR 4/3; lo scheletro è presente al 15 %, e gli elementi raggiungono i 3 cm, prevalentemente piatti, misti, calcarei e silicatici, prevale il calcare scuro. Il passaggio all'orizzonte P è diritto e ben delineato.

2. **P 17–40 cm**, umido, denso ma friabile; di tessitura cretaceo-argillosa; la struttura è poliedrica, ben distinguibile; poco umifero. Colore: 2,5YR 5/3, in alcuni punti passa a un colore rosso secondario 10R 3/4. Gli elementi dello scheletro calcareo raggiungono i 4 cm, sono piatti, visivamente fino al 10 %, secondo i dati analitici la percentuale è maggiore. Il passaggio al sottostante orizzonte Brz è poco chiaro e irregolare ovvero ondulato, largo ~17 cm. Nell'orizzonte si notano appena (sono cancellati) i segni dello scasso. Il confine con l'orizzonte sottostante non è chiaro, è indistinto. Il passaggio dell'orizzonte in Brz è a sacca, alla profondità di 40 cm.
3. **Brz 40–50 (68) cm** è umido, con superfici bagnate degli aggregati strutturali; denso, friabile, in parte compatto e fragile; argilloso-cretaceo; ben distinguibile la struttura poliedrica; minerale ovvero poco umifero a causa della sostanza organica nei canali delle radici. Colore: 2,5YR 4/4; colore secondario: 2,5YR 4/6. Lo scheletro calcareo è piatto, con elementi fino a 3 cm, piatti fino a P05/2 %. pH del terreno: 7. Il passaggio dell'orizzonte in R è diritto, obliquo, acuto.
4. **R 50–70 cm**, superficie obliqua compatta - masso di calcare scuro che si sta deteriorando in superficie.

## Dati analitici

orizzonte	profondità		pH			Tessitura (USDA)						P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	C	OS	C/N	
	da	a	H <sub>2</sub> O	CaCl <sub>2</sub>	KCl	sabbia grossa (600-2000 µm)	sabbia fine (60-200 µm)	limo grosso (60-20 µm)	limo fine (2-20 µm)	limo totale	argilla (<2 µm)							Classe di tessitura
1	0	17		7,1		8,8	6,4	10,3	32,1	42,4	42,4	SIC	49,0	48,0	0,3	2,7	4,7	11,0
2	17	40		7,3		8,1	7,7	8,6	26,3	34,9	49,3	C	12,0	23,0	0,2	1,6	2,8	10,1
3	40	50(68)		7,5		8,2	8,6	9,2	26,8	36	47,2	C	6,0	16,0	0,1	1,4	2,4	10,0
4	50	70+																
5																		
6																		
7																		
8																		

orizzonte	profondità		cationi di base						saturazione delle basi						Dystric/ Eutric interpretazion		
	da	a	Ca	Mg	K	Na	H	S	T	V	Ca	Mg	K	Na		H	Carbonati
	cm	cm	mmol <sub>c</sub> / 100 g tal						%						%		
1	0	17	25,2	2,9	1,0	0,1	5,0	29,1	34,1	85,3	73,9	8,4	1,3	0,7	14,7	12	eutric
2	17	40	26,3	3,0	0,5	0,1	5,0	29,9	34,9	85,7	75,3	8,7	0,7	0,7	14,3	1,6	eutric
3	40	50(68)	27,5	3,1	0,3	0,1	4,3	31,0	35,3	87,9	77,9	8,9	0,4	0,6	12,1	2	eutric
4	50	70+															
5																	
6																	
7																	
8																	

Tabella 3: Terra rossa 2 - proprietà chimico-fisiche del terreno

L'acidità del terreno è da neutra a lievemente alcalina (pH 7,1–7,5) e si riduce dalla superficie nell'orizzonte Brz. L'orizzonte di superficie Ap è estremamente ricco di fosforo e potassio. In base alle classi di disponibilità lo possiamo classificare, sia in base al fosforo che in base al potassio, nella classe estrema E ( $E > 40 \text{ mg P}_2\text{O}_5/100\text{g}$  o  $E > 40 \text{ mg K}_2\text{O}/100\text{g}$ ). Il contenuto di argilla è elevato, tra il 42–47 %. L'alto contenuto di Ca è aspettato (74-78 % nella parte colloidale del terreno), vista la base originaria (calcareo) è evidente anche una cospicua presenza di magnesio (~ 8 % nella parte colloidale del terreno).

Tabella 4: Terra rossa 2 - contenuto dell'ossatura per orizzonte

Orizzonte	Scheletro (stimata %)	Peso secco del campione (g)	Peso scheletro (g)	Volume scheletro (%)	Volume (cm3)	Volume totale scheletro	Volume percentuale (%)
Ap	15	690,0	227,5	33,0	492,9	126,4	25,6
P	25	627,0	210,0	33,5	447,9	116,7	26,0
Brz	25	595,0	163,2	27,4	396,7	90,7	22,9

Il profilo ha uno scheletro uniforme (~25 %) per tutta la profondità con un lieve abbassamento nell'orizzonte Brz (23 %).

### Terra rossa 2: Interpretazione delle osservazioni e dei dati

Il terreno è più pesante, argilloso e con scheletro, e nonostante la buona struttura e complessità, risulta permeabile e con un buon drenaggio. L'assenza di ritenzione idrica permette una lavorazione del terreno rapida dopo le precipitazioni.

Superficie del terreno senza massi ma ben pietrosa; Lo scheletro raggiunge il 35 %. Nell'intero profilo è disposto in modo irregolare lo scheletro prevalentemente calcareo. La profondità fisiologica del profilo raggiunge i 70 ovvero i 90 cm, il che rappresenta il limite superiore del masso compatto di calcare scuro. L'intero profilo è relativamente poco profondo. Nonostante la maggiore percentuale di argilla, a causa della presenza di scheletro, possiede una minore capacità di ritenzione idrica. Nel periodo di siccità può manifestarsi un esplicito stress da siccità. Il terreno dell'orizzonte di superficie è eccessivamente fornito di fosforo e potassio. Presumibilmente a causa dell'uso di fertilizzanti minerali con elevato contenuto di Ca e soprattutto di Mg, il terreno è ben fornito di questi due elementi, dove, vista la base di origine, spicca il magnesio. La sovralfertilizzazione non riduce la qualità del terreno per la coltivazione della vite ma per qualche anno andrebbe evitata l'aggiunta di fosforo e potassio.



Figura 3:  
Profilo del terreno terra rossa 3  
(Foto: B. Vrščaj)

### Descrizione e dati della terra rossa 3

Il profilo del terreno terra rossa 3 è stato scavato ai margini di un vigneto ampio, ad est di Comeno, sul versante sud con una pendenza di 3°.

#### Descrizione degli orizzonti

- 1. Ap 0–20 cm** è umido; friabile, denso, sabbioso-cretaceo-argilloso. La struttura è mediamente distinguibile, da granulare a poliedrica; mediamente umifero. Il colore primario è un rosso intenso tendente al marrone: 7,5YR 3/4; lo scheletro si stima al 5 %, Lo scheletro ha elementi generalmente delle dimensioni fino a 3 cm, soprattutto piatti, misti, calcarei e silicatici. Il passaggio verso l'orizzonte P1 è nitido, orizzontale.
- 2. P1 20-52 cm**, umido, denso ma friabile; di tessitura cretaceo-argillosa; la struttura è poliedrica, ben delineata; poco umifero. Colore: 7,5YR 2,5/3. Si stima fino al 20 %, soprattutto di scheletro calcareo con elementi piatti delle dimensioni di ~ 4 cm; secondo i dati analitici la percentuale è di ~ 25 %. Il passaggio all'orizzonte P2 è indistinto, poco chiaro, largo ~ 20 cm, diritto.
- 3. P2 52–70 (68) cm** è fresco; friabile ma denso; al tatto sabbioso-argilloso; mediamente distinguibile una struttura da poliedrica a granulare; minerale o poco umifero sulla superficie degli aggregati e dei canali delle radici a causa delle sostanze organiche. Il colore primario è marrone: 10YR 3/4. L'ossatura calcarea è piatta, grandezza fino a 3 cm, valutata a 10 %. pH sul terreno: 7. Il passaggio dell'orizzonte in Brz è diritto, alquanto chiaro.



4. **Brz 70-90+ cm** è fresco; denso ma friabile, sabbioso-argilloso; mediamente distinguibile una struttura da poliedrica a granulare; minerale o molto poco umifero a causa della sostanza organica nei canali delle radici. Prevale il colore 7,5YR 3/4. La concentrazione di uno scheletro con elementi dal bordo tagliente e in prevalenza piatti, della grandezza fino a 3 cm, valutata a 20 %, il pH misurato sul terreno è 7.

orizzonte	profondità		pH		Tessitura (USDA)						P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	C	OS	C/N	
	da	a	H <sub>2</sub> O	CaCl <sub>2</sub>	sabbia grossa (200-2000µm)	sabbia fine (60-200µm)	limo grosso (20-50µm)	limo fine (2-20µm)	limo totale	argilla (<2µm)							classe di tessitura
1	0	20	7,2	7,2	14,9	5,7	9,6	31,7	41,3	38,1	Cl	17,0	28,0	0,2	1,7	3,0	rapporto
2	20	52	7,3	7,3	15,7	7,2	10,6	34,6	45,2	31,9	Cl	9,9	11,0	0,1	1,4	2,5	11,6
3	52	70	7,3	7,3	20,1	5,9	10,1	34	44,1	29,9	Cl	7,7	10,0	0,1	1,3	2,3	12,2
4	70	90+	7,4	7,4	18,5	7,4	10,2	33,7	43,9	30,2	Cl	8,7	11,0	0,1	1,0	1,8	10,2
0																	
7																	
8																	

orizzonte	profondità		cationi di base				saturazione delle basi				Carbonati	Dystric/ Eutric interpretation					
	da	a	Ca	Mg	K	Na	H	S	T	V			Ca	Mg	K	Na	H
1	0	20	19,7	0,9	0,6	0,0	4,0	21,3	25,3	84,2	78,1	3,7	0,7	0,8	15,8	1,2	eutric
2	20	52	19,8	0,6	0,2	0,0	4,0	20,7	24,7	83,8	80,1	2,6	0,3	1,2	16,2	1,2	eutric
3	52	70	19,1	0,6	0,2	0,0	3,5	19,9	23,4	85,1	81,4	2,6	0,3	1,2	14,9	0,8	eutric
4	70	90+	21,3	0,7	0,2	0,0	3,5	22,3	25,8	86,4	82,6	2,8	0,3	1,4	13,6	1,6	eutric
0																	
7																	
8																	

Tabella 5: Terra rossa 3 - proprietà chimico-fisiche del terreno

### **Dati analitici di terra rossa 3**

Il terreno è da neutro a lievemente alcalino: pH 7,2-7,4 e aumenta leggermente dalla superficie all'orizzonte Brz. L'orizzonte di superficie Ap è ben fornito di fosforo e potassio. In base alle classi di disponibilità lo possiamo inserire, sia in base al fosforo che in base al potassio, nella classe ottimale C (13-25 mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/100g ovv. 23-33 mg K<sub>2</sub>O/100g). Il contenuto di argilla è inferiore rispetto agli altri profili, tra il 30-38 %. L'elevato contenuto di Ca è atteso (74-78 % nella parte colloidale del terreno), vista la base originaria (calcare) è evidente anche una cospicua presenza di magnesio (~ 8 % nella parte colloidale del terreno).

Tabella 6: Terra rossa 3 - contenuto dell'ossatura per orizzonte

Orizzonte	Scheletro (stimata %)	Peso secco del campione (g)	Peso scheletro (g)	Volume scheletro (%)	Volume (cm3)	Volume totale scheletro	Volume percentuale (%)
Ap	10	865,0	380,2	44,0	617,9	211,2	34,2
P1	30	761,2	309,6	40,7	543,7	172,0	31,6
P2	20	499,0	197,7	39,6	356,4	109,8	30,8
Brz	15	194,0	86,0	44,3	138,6	47,8	34,5

Il profilo ha uno scheletro uniforme ( $\pm 33$  %) per tutta la profondità con un minimo abbassamento nell'orizzonte P2.

### **Terra rossa 3: Interpretazione delle osservazioni e dei dati**

Il profilo contiene scheletro. Circa il 33 % di corneana dal bordo tagliente è distribuito in modo uniforme per tutta la profondità. Visto lo scheletro, i resti di laterizio in P1 e P2 e di carbone in P1 e parzialmente in P2, si deduce che si tratta di materiale interrato e mescolato. Al momento dell'impianto del vigneto probabilmente sono stati bruciati gli arbusti e la superficie è stata livellata mescolando così il carbone e i pezzi di ceramica più in profondità. L'intero profilo è molto antropogenizzato e, a causa di materiale aggiunto, fino ad un certo punto atipico. Il contenuto di argilla negli orizzonti non riflette il dilavamento è l'arricchimento di argilla negli orizzonti inferiori, soprattutto a causa del mescolamento e dell'interramento - antropogenizzazione del profilo. Così troviamo la maggiore concentrazione di argilla nell'orizzonte Ap, mentre in P2 e Brz è similmente inferiore, il che indica un terreno profondo, parzialmente dilavato prima dell'intervento dell'uomo. Il contenuto di sostanze nutritive riflette una corretta fertilizzazione, poiché sia il fosforo che il potassio risultano essere nella classe di concentrazione ottimale C. Il terreno, paragonato ad altri più tipici profili di terra rossa, risulta meno argilloso, drenato, profondo ed aerato, adeguatamente umifero e con una buona capacità di campo.

## CONCLUSIONI

Il terreno è in prevalenza pesante poiché il contenuto di argilla è elevato in tutti gli orizzonti e abitualmente risalta notevolmente negli orizzonti Brz intatti. Il contenuto di argilla è inferiore negli orizzonti spiccatamente mescolati e in quei punti dove il terreno è originariamente profondo e l'argilla è dilavata, il che ha aumentato la percentuale di sabbia fine. In seguito all'elevato contenuto di ioni di calcio e della loro azione sulla stabilità degli aggregati strutturali, si è formata una evidente struttura poliedrica stabile con superfici degli aggregati verticali resistenti e stabili - macro e meso-pori, lungo cui l'acqua scende nel sottosuolo. Tra le forme di terra rossa con tessitura più semplice è presente una struttura poliedrica o granulare anche negli orizzonti P1 e P2 più profondi. In entrambi i casi il terreno scarica bene l'acqua ritenuta, e presenta delle buone condizioni di acqua e aria. Rispetto ad altri tipi di terreno con un contenuto di argilla simile o addirittura minore negli orizzonti fondamentali, la terra rossa si infanga con meno facilità ed evidenzia una buona tenuta. La lavorazione è possibile in un tempo relativamente breve dopo le precipitazioni.

La parte volumetrica dello scheletro negli orizzonti che con la classificazione pedogenetica vengono inseriti nel centro del profilo del terreno (P, Brz), mostrano una maggiore quantità di elementi misti di carbonio e silicio (tipicamente intorno al 25-35 %). Più raramente gli orizzonti Brz intatti evidenziano una percentuale leggermente inferiore, cosa che però sarebbe possibile confermare solo con un maggiore numero di misurazioni della percentuale volumetrica dello scheletro. La composizione dello scheletro è mista, carbonatica-silicatica. Si presuppone che i processi colluviali-alluviali e di erosione, specificamente distinguibili vista la posizione, dominino interscambiandosi la selce in forma di corneana nera e marrone e lo scheletro grigio e scuro di calcare a bordi acuti, addolciti nel tempo in seguito all'azione della disaggregazione. Prevale la dimensione degli elementi tra i 3 e i 5 cm.

La profondità fisiologica del terreno varia in base alla profondità del sottofondo di origine. Se non ci sono ostacoli (masso - orizzonte R), il sistema delle radici delle viti è ben sviluppato e si protrae in profondità, la maggior parte tipicamente fino alla profondità di 80 cm o più. L'aridità del terreno dipende così soprattutto dalla profondità, a causa di una maggiore percentuale di argilla invece la capacità del terreno di trattenere dell'acqua rimane alta, ridotta da una porzione di scheletro relativamente elevata. Ciononostante non va scordato che a causa della struttura poliedrica resistente questo terreno è poroso e ben drenato e quindi arido nei mesi estivi con meno piogge, il che rende possibile stress da aridità.

## RINGRAZIAMENTO

Grazie ai coltivatori del Carso che ci hanno permesso di scavare i profili del suolo. Il lavoro sperimentale fa parte delle attività previste dal progetto AGROTUR, Agroturistica carsica, finanziato nell'ambito del Programma per la Cooperazione Transfrontaliera Italia-Slovenia 2007-2013, dal Fondo europeo di sviluppo regionale e dai fondi nazionali.

## FONTI

- FAO, 2006. Guidelines for soil description, 4th edition. ed. FAO, Rome.
- KIS, C., 2013. Centralni laboratorij KIS - analitske metode [WWW Document]. Anal. Metode Cent. Lab. Kmetijskega Inštituta Slov. URL <http://www.kis.si/pls/kis/!kis.web?m=259&j=SI#nav> (accessed 5.18.14).
- Kodrič, M., 1958. Crvenica na slovenskom Krasu. Zemlj. Biljka VIII, 41–45.
- Leskošek, M., 1993. Gnojenje: za velik in kakovosten pridelek, zaboljšanje rodovitnosti tal, za varovanje narave. Kmečki glas, Ljubljana.
- Leskošek, M., Mihelič, R., 1998. Smernice za strokovno utemeljeno gnojenje, 1. del-Poljedelstvo in travništvo. Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano Republike Slovenije, Ljubljana.
- Mihelič, R., Čop, J., Jakše, M., Štampar, F., Majer, D., Tojnko, S., Vršič, S., 2010. Smernice za strokovno utemeljeno gnojenje. Republika Slovenija, Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano, Ljubljana.
- Sušin, J., 1964. Doprinos k poznavanju terre rosse v Slovenskem Primorju. Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Ljubljana, Slovenija.
- Vrščaj, B., Vernik, T., 2010. Algoritmi digitalne kartografije in pretvorbene funkcije za potrebe nacionalnega talnega informacijskega sistema. Delovni sklop 3; Zasnova nacionalnega talnega informacijskega sistema (Raziskovalno poročilo = Research Report), Raziskovalna poročila Kmetijskega inštituta Slovenije = Agricultural Institute of Slovenia Research Reports. Kmetijski inštitut Slovenije, CL, Center za tla in okolje = Agricultural Institute of Slovenia, CL, Centre for Soil and Environment Research, Ljubljana, Slovenija = Slovenia.



# VIGNETI E POZZI CARSICI: PRESENZA DI RESIDUI DI FITOFARMACI E METALLI

Helena BAŠA ČESNIK<sup>1</sup>, Vida ŽNIDARŠIČ-PONGRAC<sup>2</sup>, Špela VELIKONJA BOLTA<sup>3</sup>, Klemen LISJAK<sup>4</sup>, Borut VRŠČAJ<sup>5</sup>

<sup>1,2,3,4,5</sup> Istituto sloveno per l'agricoltura (KIS)

## RIASSUNTO

Anche l'uso dei fitofarmaci fa parte delle azioni volte a tutelare le colture agricole; tali sostanze si utilizzano nella prevenzione delle malattie e contribuiscono al controllo degli organismi patogeni e delle erbe infestanti. Durante l'irrorazione i fitofarmaci passano nell'atmosfera, depositandosi successivamente sul suolo e sugli organismi target e non-target. Una parte dei fitofarmaci, la cosiddetta "deriva" si disperde nell'ambiente per vie aeree, influenzando sugli organismi non target e depositandosi sulle varie superfici, comprese le acque di superficie. I metalli pesanti sono presenti nel suolo come prodotto dei processi di pedogenesi e in seguito alla disgregazione della roccia madre. I vari tipi di roccia madre differiscono significativamente in termini di composizione minerale e chimica; di conseguenza può variare anche il contenuto di metalli, presenti nel suolo. Il suolo e la pedosfera, oltre ad essere un eco-sistema a se stante, rappresentano il punto d'incontro tra la crosta terrestre e l'atmosfera. Di conseguenza essi si trovano esposti all'immissione di metalli pesanti, provenienti da varie fonti (industria, agricoltura, traffico, ecc.). Il suolo e la pedosfera, con la loro funzione di filtro naturale, proteggono la falda acquifera dall'inquinamento con sostanze potenzialmente pericolose.

Con il presente articolo si vuole presentare i risultati delle ricerche effettuate nei vigneti e nei pozzi carsici, per stabilire la presenza di metalli pesanti e residui fitosanitari (PPP). Nell'analisi dei residui di prodotti fitosanitari (PPP) abbiamo utilizzato la tecnica della gascromatografia, accoppiata alla spettrometria di massa (GC/MS) e la tecnica della cromatografia liquida-spettrometria di massa (LC/MS/MS). I residui di metalli, presenti nel suolo e nel vino, sono stati analizzati mediante la spettrometria di assorbimento atomico a fiamma (FAAS) e la spettrometria di assorbimento atomico a fornetto di grafite (GFAAS). Per quanto riguarda i residui di metalli nelle acque, è stata utilizzata la spettrometria di massa a plasma accoppiato induttivamente (ICP-MS).

Il campionamento del suolo nei vigneti è stato effettuato nella primavera del 2012, ed i campioni hanno evidenziato 7 sostanze attive. L'utilizzo

di tutte, ad eccezione del DDT, è stato autorizzato nella produzione integrata di uva del 2011. Il contenuto del DDT presentava valori sotto la soglia del valore critico residuo. Sebbene in agricoltura l'utilizzo dell'insetticida DDT sia vietato, la sostanza risulta ancora presente nel suolo in relazione alla sua persistenza nell'ambiente, e a causa dell'estensione del suo utilizzo in passato.

L'inquinamento del suolo nei vigneti è dovuto principalmente alla presenza di nichel (Ni) e di rame (Cu). In media i contenuti di nichel (Ni), rame (Cu) e cobalto (Co) superano il valore d'attenzione, ma solo un campione presenta un contenuto di rame (Cu) superiore al valore critico. Il suolo è contaminato in misura minore con molibdeno (Mo) e parzialmente anche con piombo (Pb) e zinco (Zn). La distribuzione e la variabilità dell'inquinamento indicano un aumento, dovuto ai valori di fondo naturali (nichel - Ni, cadmio -Cd) e a interventi antropogenetici/ fonti di inquinamento (rame - Cu, cromo - Cr, piombo - Pb).

Il campionamento delle acque, presenti nei pozzi del Carso, effettuato nel mese di dicembre 2013, ha dimostrato che le acque non contengono residui di prodotti fitosanitari (PPP). Dai risultati delle analisi emerge che l'acqua dei pozzi non è contaminata né con sostanze attive, né con prodotti fitosanitari degradabili. Fra i metalli analizzati, nelle acque dei pozzi carsici abbiamo riscontrato solo la presenza di rame (Cu) e di manganese (Mn). Il contenuto di rame (Cu) non supera i valori limite, mentre per il manganese (Mn) i valori limite non sono previsti (Gazzetta ufficiale della RS n. 19/2004).

Ad eccezione di singole ubicazioni, i campioni analizzati e prelevati dal suolo e dall'acqua nei pozzi non contengono, nella la maggioranza dei casi, i metalli analizzati aventi valori superiori al valore limite, che potrebbero rappresentare un rischio per l'ambiente e per la produzione del vino.

**Parole chiave:** vino Terrano DOC/Teran PTP, pozzi, suolo, Carso, ambiente, residui di prodotti fitosanitari, fitofarmaci, metalli



<sup>1</sup> PhD, Hacquetova ulica 17, 1000 Ljubljana

<sup>2</sup> MSc, Hacquetova ulica 17, 1000 Ljubljana

<sup>3</sup> PhD, Hacquetova ulica 17, 1000 Ljubljana

<sup>4</sup> PhD, Hacquetova ulica 17, 1000 Ljubljana

<sup>5</sup> PhD, Hacquetova ulica 17, 1000 Ljubljana

## KARST VINEYARDS AND WELLS: CONTENT OF PESTICIDE RESIDUES AND HEAVY METALS

### ABSTRACT

Agricultural production includes the plant protection activities. Plant protection products (PPPs) suppress weeds and protect against plant diseases and various pests. During the application the PPPs are drifted to the atmosphere and deposited on the ground, targeted and non-target organisms – plants as well as surface waters. Heavy metals are present in the soil as a product of weathering of parent material. Inherited heavy metal concentrations in soil (natural backgrounds) vary significantly in both, the mineralogical form and the chemical composition. Consequently, the total content in the soil and the metal bioavailability to plants significantly vary. Additionally to the natural background the heavy metal concentrations of soils raised by anthropogenic sources – mainly through the contamination (industry, agriculture, traffic...). Soil buffering and filtering capacities protects groundwater from contamination with metals and PPP, but at certain level of contamination the soil itself become a source of pollution.

The paper presents research results of PPP residues and heavy metals in selected karst vineyard soil and water from wells. For the analysis of pesticide residues were used the multiresidual GC/MS method and the multiresidual LC/MS /MS method. Metals in the soil and wine were analyzed by flame and graphite furnace atomic absorption spectrometry (FAAS, GFAAS) and metals in waters, by inductively coupled plasma mass spectrometry (ICP-MS).

Vineyard soils were sampled in spring 2012 and in these samples 7 active compounds were determined. With the exception of DDT all of them were allowed the integrated production of grapes in 2011. The detected DDT concentrations were below the critical immission value. The DDT was banned from agricultural production several years ago, but due to its extensive use in the past and its persistence in the environment and of course the soil it is still present.

Heavy metal concentrations in vineyard soils are increased predominantly by Ni and Cu. The averages of Ni, Cu and Co concentrations exceed warning values while the critical Cu concentration (critical value) was exceeded by one sample only. Soils are marginally contaminated with Mo and Pb, and not contaminated with Zn. The distribution and variability indicates the natural background (Ni, Cd) and anthropogenic (Cu, Cr, Pb) sources of contamination.

Water from karst wells, sampled in December 2013 does not contain residues of modern PPPs. The analysis thus shows that the water in the wells is not contaminated with the active compounds or degradation products of PPPs. Among the metals analyzed in the Karst wells waters only Cu and Mn were determined. The measured levels of Cu did not exceed warning levels while the threshold level values for Mn are not set by the Slovenian legislation (OG. RS, no.19/2004).

Vineyard soil in the Karst region included in the study as well as water from Karst wells with the exceptions of very few specific locations do not contain analyzed metals above the levels that would pose a risk to wine production and the environment safety.

**Keywords:** wine Teran, wells, soil, karst environment, pesticide residues, heavy metals

## 1 INTRODUZIONE

### 1.1 Contenuti di base e ricerche precedenti

Il Carso rappresenta una zona agricola della Slovenia con un suolo permeabile, dove si coltiva la vite, la frutta, la verdura ed anche i cereali. Una coltivazione agricola di successo richiede interventi volti alla protezione e cura delle colture agricole da malattie e organismi nocivi - ciò comporta nella maggioranza dei casi l'uso di prodotti fitosanitari (PPP). Sono l'insorgenza delle malattie e degli organismi nocivi, nonché il tipo di produzione agricola (convenzionale, integrata, biologica) che condizionano l'utilizzo dei prodotti fitosanitari (PPP). Nonostante la maggiore consapevolezza e premura degli agricoltori per la tutela dell'ambiente, i residui dei PPP utilizzati passano, seppur parzialmente, nell'ambiente. L'aumento nel contenuto di metalli presenti nel suolo, può anche essere dovuto alle attività agricole che utilizzano, oltre ai fertilizzanti minerali e agli effluenti di bestiame erbivoro, anche prodotti fitosanitari a base di metalli. Il contenuto di metalli pesanti sembra essere naturalmente più elevato nel suolo dell'altopiano di Trieste e Komen (il Carso), con particolare riferimento ai valori del nichel (Ni) (Zupan et al., 2008). Il livello dei metalli e dell'inquinamento da fonti occasionali è ricollegato anche alle attività belliche sul fronte

e nell'entroterra durante il periodo della prima guerra mondiale. Nei decenni che seguirono la seconda guerra mondiale, l'aumento del livello di metalli pesanti è dovuto al sopravvenire dell'industria, del traffico e delle attività agricole che utilizzavano prodotti fitosanitari (rame (Cu) – solfato di rame nei vigneti) e fertilizzanti minerali impuri (cadmio (Cd)).

A causa del prolungato utilizzo di preparati a base di rame, nonché in seguito anche di PPP e di fertilizzanti minerali, il suolo dei vigneti risulta spesso contaminato con il rame e anche con altri metalli. Conseguentemente, spesso il livello dei metalli pesanti è maggiore nel vino lì prodotto. Alcune ricerche precedenti (Ribéreau-Gayon et al., 2000) hanno dimostrato una presenza media di piombo (Pb) nei vini europei pari a  $63 \mu\text{g/l}$ , mentre in quelli australiani la presenza media era di  $28 \mu\text{g/l}$  e in quelli americani di  $24 \mu\text{g/l}$ . I ricercatori ungheresi (Ajtony et al., 2008) hanno riportato un aumento dei valori di cadmio - Cd ( $1,06 \mu\text{g/l}$ ), mentre i vini dell'Italia meridionale presentano un contenuto di cadmio tra lo  $0,25$  e lo  $0,38 \mu\text{g/l}$  Cd (Galgano et al., 2008). Ciò però non vale in generale per tutti i metalli. I livelli di arsenico (As) misurati in Ungheria e in Grecia (Galani-Nikolakaki et al., 2002), non superano il limite di quantificazione (LOQ =  $10 \mu\text{g/l}$ ) (Ajtony et al., 2008). Da ciò si può desumere che la specificità (e la concentrazione) dei metalli pesanti che presentano nel suolo valori elevati, è di per sé unica e riflette l'utilizzo storico del suolo, le sostanze naturali di fondo ed anche gli influssi dell'industria e del traffico.

Lo stesso si potrebbe dire per le acque di superficie che si trovano all'interno delle zone di produzione agricola intensiva; le zone agricole adibite all'attività vitivinicola, spesso presentano valori elevati o persino superiori ai valori limite dei metalli, il che potrebbe essere riconducibile anche alla produzione vitivinicola. Tamasi e Cini (2004) hanno rilevato così nell'acqua potabile della Toscana (Italia) la presenza di arsenico - As (concentrazione massima stabilita  $14,4 \mu\text{g/L}$ , mentre il valore limite nella Gazzetta ufficiale della RS n. 19/2004 è stabilito a  $10 \mu\text{g/L}$ ), cadmio - Cd (concentrazione massima stabilita  $0,003 \mu\text{g/L}$ ), cobalto (Co, concentrazione massima stabilita  $1,4 \mu\text{g/L}$ ), Cu (concentrazione massima stabilita  $24 \mu\text{g/L}$ ), cromo (Cr, concentrazione massima  $0,8 \mu\text{g/L}$ ), manganese (Mn, concentrazione massima stabilita  $48 \mu\text{g/L}$ ), Ni (concentrazione massima stabilita  $11,3 \mu\text{g/L}$ ), piombo - Pb (concentrazione massima stabilita  $2 \mu\text{g/L}$ ) e vanadio (V, concentrazione massima stabilita  $1,8 \mu\text{g/L}$ ). Karavoltsov et al. (2008) hanno rilevato nell'acqua potabile di varie regioni della Grecia la presenza di rame - Cu (concentrazione massima stabilita  $536 \mu\text{g/L}$ ), cadmio - Cd (concentrazione massima stabilita  $1,13 \mu\text{g/L}$ ), cromo - Cr (concentrazione massima stabilita  $47,9 \mu\text{g/L}$ ), nichel - Ni (concentrazione massima stabilita  $350,1 \mu\text{g/L}$ , il valore limite nella Gazzetta ufficiale della RS n. 19/2004 è stabilito a  $20 \mu\text{g/L}$ ) e piombo - Pb

(concentrazione massima stabilita 24,3 µg/L, il valore limite nella Gazzetta ufficiale della RS n. 19/2004 è stabilito a 10 µg/L).

Nell'ambito del monitoraggio delle immissioni relativo alla qualità dell'acqua, l'Ufficio per l'idrologia e lo stato dell'ambiente, operante all'interno dell'Agenzia per l'ambiente della Repubblica di Slovenia, ha verificato il livello di inquinamento delle acque sotterranee con metalli nel territorio del Litorale, del Carso e nell'area di Brkini. Nel 2012 sono stati misurati a Ilirska Bistrica i seguenti valori: 0,58 µg/L Mn, 0,2 µg/L antimonio (Sb), 0,12 µg/L As, 0,31 µg/L Cu, 0,14 µg/L Co, 0,56 µg/L molibdeno (Mo), 0,88 µg/L Ni e 0,57 µg/L V. Nel 2012 sono stati misurati a Brestovica i seguenti valori: 0,47 µg/L Mn, 0,25 µg/L Sb, 0,3 µg/L As, 2,1 µg/L Cu, 20 µg/L bario (Ba) 0,16 µg/L Co, 0,45 µg/L Cr, 1,3 µg/L Mo, 1,3 µg/L Ni, 0,44 µg/L selenio (Se) e 0,52 µg/L V.

### **1.2 Scopo dello studio**

Lo studio, svolto nell'ambito del progetto Agrotur, ambisce a raccogliere sia informazioni relative all'inquinamento del suolo sia della contaminazione dei prodotti (vino) e delle acque di superficie. In questo modo si desidera valutare il livello di inquinamento (metalli pesanti e residui di prodotti fitosanitari - PPP) nel suolo e nei pozzi dell'area vitivinicola del Carso.

I valori limite relativi alla concentrazione dei metalli (e con essa il livello di inquinamento), sono stabiliti nella Gazzetta ufficiale della Repubblica di Slovenia, n. 68/1996 (valori limite, valori d'attenzione e valori critici per metalli e residui di prodotti fitosanitari nel suolo). Per quanto riguarda i residui di prodotti fitosanitari, sono stati stabiliti valori limite per gli insetticidi a base di idrocarburi clorurati persistenti (DDT, aldrina, composti esaclorocicloesani - HCH), atrazina e simazina. In agricoltura si utilizzando anche erbicidi, fungicidi e insetticidi di nuova generazione che di norma hanno un tempo di dimezzamento molto breve. Per tempo di dimezzamento si intende il periodo di degradazione delle sostanze in oggetto in seguito all'azione della luce solare (raggi UV), della temperatura e dell'umidità. I valori limite di metalli e residui di prodotti fitosanitari (PPP) presenti nell'acqua sono stabiliti nel Regolamento sull'acqua potabile (Gazzetta Ufficiale della RS n. 19/2004) e nella Direttiva sullo stato delle acque sotterranee (Gazzetta Ufficiale della RS n. 25/2009).



*Foto 1: Vigneto di Refosco/refošk (Foto: B. Vrščaj)*

## **2 MATERIALE E METODI**

### **2.1 Campionamento del suolo e delle acque**

Il campionamento ha interessato il suolo dei vigneti del Carso, l'acqua dei pozzi carsici ed il vino Terrano.

Durante la primavera del 2012 sono stati prelevati, in più fasi, i campioni di suolo, includendo ben 35 vigneti. Dopo aver stabilito l'orientamento del vigneto in questione, si è passati alla selezione dei punti dove scavare il suolo, per prelevare i campioni di terra. Nei vigneti sono stati prelevati due campioni di media grandezza, dalla profondità di 0–20 cm e 20–40 cm. In ogni singolo vigneto sono stati identificati sei punti di prelievo, disposti uniformemente lungo l'intero campo di coltura. In ogni singolo punto identificato è stata scavata una buca campione, profonda 40 cm e larga 25 cm. I campioni sono stati prelevati dal lato del profilo che non presentava segni di disfacimento, in senso verticale su una larghezza di 10 cm, e cioè utilizzando attrezzi in legno o in polietilene (onde evitare un'eventuale contaminazione da metalli). Il materiale prelevato veniva custodito in sacchetti di carta incerata. Mediante il processo di omogeneizzazione abbiamo ottenuto dai sei campioni, prelevati per ciascuna delle profondità, un campione rappresentativo medio. In questo modo abbiamo potuto assicurare una rappresentatività soddisfacente del campione di terra, prelevato dal suolo in ogni singolo vigneto.

Nel dicembre del 2013 abbiamo prelevato i campioni di acqua da 13 pozzi, presenti nel Carso. Nel campionamento abbiamo incluso pozzi di vario tipo: pozzi in cemento, pozzi di vecchia costruzione: in pietra e argilla, pozzi coperti, semi-coperti e scoperti. I campioni sono stati conservati in bottiglie sterili, lavate con acqua deionizzata.

Nel 2012 e 2013 i produttori di vino del Carso hanno fornito, per il prelievo dei relativi campioni, il vino Terrano delle rispettive annate 2011 e 2012. I campioni del vino Terrano non provengono dai vigneti in cui è avvenuto il campionamento del suolo.

Tutti i campioni raccolti erano volti a ottenere un monitoraggio randomizzato sul Carso, dal quale poter desumere una situazione media del territorio carsico.

## **2.2 Metodi analitici**

Utilizzando l'acetone, l'etere di petrolio e il diclorometano, abbiamo estratto i residui di prodotti fitosanitari (PPP) dal campione secco all'aria, mentre per estrarre i residui di PPP presenti nell'acqua, abbiamo utilizzato l'etere di petrolio e il diclorometano. Tutti gli estratti così ottenuti sono stati analizzati con la gascromatografia-spettrometria di massa (GC/MS) e la cromatografia liquida interfacciata con spettrometria di massa tandem (LC/MS/MS).

Nella preparazione dei campioni di terra, analizzati per il contenuto di metalli, abbiamo utilizzato anche il processo di disgregazione del campione mediante acqua regia, mentre il contenuto dei metalli, presenti nell'estratto, è stato determinato mediante l'assorbimento atomico a fiamma (FAAS) e la spettrometria di assorbimento atomico con atomizzazione elettrotermica (ETAAS). I campioni di vino sono stati dissolti con l'ausilio dell'acido nitrico e l'acqua ossigenata per poi determinare il contenuto dei metalli tramite l'assorbimento atomico a fiamma (FAAS) e la spettrometria di assorbimento atomico con atomizzazione elettrotermica (ETAAS). L'analisi dei metalli nell'acqua è avvenuta con la spettrometria di massa a plasma induttivamente accoppiato (ICP-MS).

## **3 RISULTATI E DISCUSSIONE**

### **3.1 Residui di PPP nel suolo e nelle acque**

Con l'analisi dei campioni di terra abbiamo individuato 7 sostanze attive. In base alle sostanze attive riscontrate, siamo stati in grado di desumere quali prodotti fitosanitari (PPP), presenti in commercio e il cui uso è metodo di coltivazione integrato consentito, sono stati utilizzati dagli agricoltori per debellare le malattie quali l'oidio della vite (*Erysiphe necator*), la muffa grigia (*Botrytis cinerea*), la peronospora della vite (*Plasmopara viticola*), la tignola della vite (*Eupoecilia ambiguella*), la

tignoletta della vite (*Lobesia botrana*) e la cicalina della flavescenza dorata (*Scaphoideus titanus*). Il dettaglio è riportato nella Tabella 1. Alla profondità di 20–40 cm abbiamo riscontrato in uno dei vigneti anche la presenza della sostanza attiva DDT, non contenuta in nessuno dei prodotti fitosanitari registrati. Probabilmente la sostanza è stata riscontrata nel suolo quale residuo dell'utilizzo esteso avvenuto in passato. È risaputo che la sostanza DDT ha una persistenza estrema nel suolo.

*Tabella 1: Nome commerciale del prodotto fitosanitario (PPP) e utilizzo delle sostanze attive riscontrate nei campioni di suolo nei vigneti*

<b>Sostanza attiva</b>	<b>Prodotto fitosanitario - nome commerciale*</b>	<b>Utilizzato contro*</b>
Boscalid	COLLIS, CANTUS WG	Oidio, muffa grigia
Dimetomorf	FORUM STAR, ACROBAT MZ WG	Peronospora
Clorotalonil	BRAVO 500 SC	Peronospora
Clorpirifos	PYRINEX 25 CS	Tignola e tignoletta della vite, scafoideo
Quinoxyfen	CRYSTAL	Oidio
Tetraconazolo	DOMARK 100 EC	Oidio

\* Disciplinare tecnico della produzione integrata dell'uva da vino per l'anno 2011, MAFF, 2011

Lo strato superiore del suolo in particolare presentava residui di prodotti fitosanitari (PPP). I risultati sono riportati nella tabella 2.

*Tabella 2: Contenuto di residui dei prodotti fitosanitari nel suolo dei vigneti*

	<b>Suolo</b> Profondità (cm)	<b>Suolo</b> Contenuto (mg/kg)	<b>Suolo</b> N. campioni	<b>Suolo</b> Valore limite ** (mg/kg)
Boscalid – fungicida	0–20	0,008	1	/
Boscalid – fungicida	20-40	-	/	/
DDT – insetticida	0–20	-	/	4
DDT – insetticida	20–40	0,03	1	4
Dimetomorf – fungicida	0–20	0,001-0,005	5	/
Dimetomorf – fungicida	20–40	0,002	3	/
Clorotalonil – fungicida	0–20	0,001-0,004	3	/
Clorotalonil – fungicida	20–40	-	/	/
Clorpirifos – insetticida	0–20	0,002-0,018	12	/
Clorpirifos – insetticida	20–40	0,002-0,006	5	/
Quinoxyfen – fungicida	0–20	0,002-0,004	3	/
Quinoxyfen – fungicida	20–40	0,002	1	/



Tetraconazolo – fungicida	0–20	0,002	1	/
Tetraconazolo – fungicida	20–40	-	/	/

- al di sotto del limite di quantificazione (LOQ) fissato per il boscalid a 0,004 mg/kg, il DDT a 0,01 mg/kg, il dimetomorf a 0,001 mg/kg, il clorotalonil a 0,001 mg/kg, il clorpirifos a 0,002 mg/kg, il quinoxifen a 0,002 mg/kg e il tetraconazolo a 0,002 mg/kg.

\*\*Gazzetta ufficiale della Repubblica di Slovenia n. 68/1996

Nel suolo sono state rilevate le seguenti sostanze attive: boscalid, DDT, dimetomorf, clorotalonil, clorpirifos, quinoxifen e tetraconazolo. Un ampio numero di campioni, prelevati dallo strato superiore, ha evidenziato la presenza delle sostanze attive (profondità 0–20 cm). Fa eccezione la sostanza attiva DDT, rilevata solo alla profondità di 20–40 cm. Dalle analisi precedenti si è constatato che ad ottobre del 2001 l'Agenzia per la protezione dell'ambiente della RS ha riscontrato nel suolo del Carso, ovvero nelle località di Šepulje (Comune di Sežana) e Vojščica (Comune di Miren – Kostanjevica), residui di prodotti fitosanitari (PPP) alla profondità di 0–5 cm. L'analisi dei campioni era volta a rilevare il contenuto di DDT e aldrina, nonché dei composti esaclorocicloesani - HCH, di atrazina e di simazina. Nei campioni non sono state rilevate tracce di DDT e di aldrina, di composti esaclorocicloesani - HCH, di atrazina e di simazina.

I risultati delle ricerche effettuate da Gonçalves et al. (2006) hanno dimostrato che i campioni di suolo, prelevati nel Portogallo del Nord nel mese di agosto del 2004 alla profondità di 0–20 cm, contengono anch'essi residui dell'insetticida clorpirifos (gamma di concentrazione tra 0,0013 e 0,0027 mg/kg). Oltre alle sostanze attive incluse nella nostra ricerca, gli studiosi stranieri hanno riscontrato anche la presenza di altri insetticidi, tra cui lindano (gamma di concentrazione tra 0,0009 e 0,0036 mg/kg), alfa endosulfan (gamma di concentrazione tra 0,0043 e 0,25 mg/kg), beta endosulfan (gamma di concentrazione tra 0,027 e 0,44 mg/kg) e endosulfan sulfate (gamma di concentrazione tra 0,096 e 0,55 mg/kg). Hanno registrato anche la presenza dell'erbicida pendimetalin (gamma di concentrazione tra 0,0012 e 0,1 mg/kg).

Nei campioni di acqua prelevati nei pozzi nel Carso, non sono stati rilevati residui di prodotti fitosanitari (PPP). Nella Repubblica di Slovenia i valori limite per l'acqua potabile e le acque sotterranee risultano essere di 0,030 µg/L per l'aldrina, la dieldrina, l'epatacloro e l'epatacloro epossido. Per i singoli pesticidi il valore limite è fissato a 0,10 µg/L, mentre la somma e il contenuto di tutti i pesticidi rilevati non deve superare la soglia di 0,50 µg/L (Gazzetta ufficiale della RS n. 19/2004 e Gazzetta ufficiale della RS n. 25/2009). Nell'ambito del monitoraggio delle immissioni relativo

alla qualità dell'acqua, l'Ufficio per l'idrologia e lo stato dell'ambiente, operante all'interno dell'Agenzia per l'ambiente della Repubblica di Slovenia, ha appurato il livello di inquinamento delle acque sotterranee con i residui di prodotti fitosanitari (PPP) nel territorio del Litorale, del Carso e di Brkini. A Ilirska Bistrica e Brestovica non sono stati rilevati residui di prodotti fitosanitari (PPP) nei punti di prelievo, mentre nel punto di prelievo di Rižana è stata rilevata la presenza di due fungicidi: azoxistrobin (0,03  $\mu\text{g/L}$ ) e metalaxil (0,03  $\mu\text{g/L}$ ).

Anche i ricercatori stranieri hanno effettuato analisi relative ai residui di erbicidi, insetticidi e fungicidi, presenti nelle acque di superficie e nei pozzi. Herrero-Hernández et al. (2013) hanno rilevato un elevato contenuto di alcuni erbicidi e fungicidi nelle acque sotterranee e di superficie, ubicate nelle aree agricole della Spagna, dove si coltiva soprattutto la vite, ma anche la verdura, la frutta e i cereali. Tra gli erbicidi rilevati spiccavano soprattutto l'etofumesate (contenuto massimo 0,133  $\mu\text{g/L}$ ) e la terbutilazina (contenuto massimo 12,6  $\mu\text{g/L}$ ), mentre tra i fungicidi sono stati rilevati il kresoxim-metile (contenuto massimo 0,574  $\mu\text{g/L}$ ), il metalaxil (contenuto massimo 8,015  $\mu\text{g/L}$ ), il penconazolo (contenuto massimo 18,72  $\mu\text{g/L}$ ), il pirimetanil (contenuto massimo 0,234  $\mu\text{g/L}$ ), il tebuconazolo (contenuto massimo 3,236  $\mu\text{g/L}$ ) e il triadimenol (contenuto massimo 3,103  $\mu\text{g/L}$ ). In Ungheria, Oldal et al. (2006) hanno rilevato nelle acque sotterranee e di superficie tracce dell'erbicida prometryn (gamma di concentrazione tra 0,42 e 2,89  $\mu\text{g/L}$ ) e dell'insetticida diazinone (gamma di concentrazione tra 0,015 e 1,364  $\mu\text{g/L}$ ).

### **3.2 Contenuto dei metalli nel suolo, nelle acque e nel vino**

#### **3.2.1 Metalli presenti nel suolo**

##### **Valutazione dell'inquinamento del suolo, dovuto alla presenza di metalli**

In Slovenia la valutazione del contenuto di metalli pesanti nel suolo è basata sul Regolamento relativo ai valori limite, valori d'azione e valori d'immissione critici per le sostanze pericolose nel suolo (Gazzetta Ufficiale della RS, 68/1996 – in seguito: Regolamento/Decree) che determina i valori limite, i valori d'attenzione e i valori d'immissione critici per le singole sostanze pericolose presenti nel suolo, ad eccezione delle sostanze radioattive. Il Regolamento è valido per l'intero territorio della Repubblica slovena, indipendentemente dalla struttura o dall'utilizzo previsto del suolo. A titolo puramente di paragone, abbiamo confrontato i valori dei campioni prelevati nei vigneti italiani, con i valori limite definiti nel citato Regolamento della RS. I valori limite sono riportati nella Tabella n.3.

Tabella 3: Valori limite dei metalli nel suolo secondo il Regolamento (Gazzetta Ufficiale della RS, 68/1996)

	Ni	Cu	As	Cd	Co	Cr	Mo	Pb	Zn
Valore limite (mg/kg)	50	60	20	1	20	100	10	85	200
Valore d'azione (mg/kg)	70	100	30	2	50	150	40	100	300
Valore limite (mg/kg)	210	300	55	12	240	380	200	530	720

### Metalli presenti nel suolo dei vigneti alla profondità di 0–20 cm

Per i 69 campioni prelevati alla profondità di 0–20 cm, ed anche per i 69 campioni prelevati alla profondità di 20–40 cm, era prevedibile un contenuto elevato di metalli. I valori rilevati rispecchiano sia il contenuto di alcuni metalli naturalmente presenti nella roccia madre, e quindi anche nel terreno dell'altopiano di Trieste e Komen, ma anche l'introduzione di alcuni elementi minerali con i trattamenti fitosanitari e con la concimazione da parte dell'uomo.

### Profondità del suolo da 0 a 20 cm

Nell'orizzonte Ap di superficie (0–20 cm), che risulta essere profondamente arato/solcato durante la realizzazione del vigneto, e arato regolarmente su base annua, abbiamo rilevato una maggiore presenza di metalli pesanti. Nella tabella n. 6 sono riportati i principali dati statistici, relativi al contenuto di metalli rilevato nei campioni di suolo prelevati nei vigneti alla profondità di 0–20 cm.

Tabella 4: Principali dati statistici, relativi al contenuto di metalli nei campioni di suolo prelevati alla profondità di 0–20 cm.

	Ni	Cu	As	Cd	Co	Cr	Mo	Pb	Zn
	contenuto assoluto (mg/kg)								
Minimo	39,7	35,0	13,9	0,1	12,3	70,6	2,0	29,1	73,8
Media	66,9	95,3	19,7	0,9	24,1	94,4	5,2	43,0	103,2
Massimo	102,0	304,0	33,2	4,1	41,0	145,0	10,8	162,0	197,0
Deviazione standard	14,2	68,2	4,5	0,8	5,4	18,2	2,2	23,7	23,8

In media i valori rilevati di nichel (Ni), rame (Cu) e cobalto (Co) superano il valore limite. I valori rilevati di nichel (Ni), arsenico (As), cadmio (Cd) e piombo (Pb) superano il valore d'attenzione, mentre il valore critico è stato superato solo dal contenuto di rame (Cu).

La tabella n. 5 riporta la classificazione del suolo dei vigneti alla profondità di 0–20 cm per classi di inquinamento da metalli, come riportato nel citato Regolamento. Tra i metalli che hanno superato tali

limiti, spiccano essenzialmente il nichel (Ni) e il rame (Cu), che abbiamo perciò collocato nel primo gruppo. Nel 50,7 % dei campioni il contenuto di nichel (Ni) supera il valore limite, mentre il 39% dei campioni supera il valore d'attenzione. Nessun campione prelevato ha superato il valore critico. Nel caso del rame (Cu) il 13 % dei campioni presenta un contenuto superiore al valore limite, il 20% supera il valore d'attenzione e solo un campione presenta un contenuto superiore (1,4 %) al valore critico. Il contenuto di nichel (Ni) non supera il valore critico, mentre è stato rilevato un caso in cui il contenuto di rame (Cu) supera appena il valore critico. Nel secondo gruppo abbiamo collocato l'arsenico (As) e il cadmio (Cd). Entrambi i metalli presentano un contenuto superiore ai valori d'attenzione. Il cobalto (Co) e il cromo (Cr) li abbiamo collocati nel terzo gruppo, poiché numerosi campioni presentano un contenuto superiore al valore limite (Co 78 % e Cr 34 %). Nel quarto gruppo, dedicato ai metalli il cui contenuto raramente supera i valori stabiliti, abbiamo collocato il molibdeno (Mo), il piombo (Pb) e lo zinco (Zn). Nessun campione presentava un contenuto di zinco superiore al valore limite stabilito.

*Tabella 5: Classificazione del contenuto di metalli secondo il Regolamento (Gazzetta ufficiale della RS, 68/1996)*

	<b>Ni</b>	<b>Cu</b>	<b>As</b>	<b>Cd</b>	<b>Co</b>	<b>Cr</b>	<b>Mo</b>	<b>Pb</b>	<b>Zn</b>
num. campioni	69	69	69	69	69	69	69	69	69
n. camp. < valore limite	7	35	43	49	15	45	65	66	69
percentuale del camp. < valore limite	10,1%	50,7%	62,3%	71,0%	21,7%	65,2%	94,2%	95,7%	100,0%
n. camp. ≥ valore limite	35	13	18	16	54	24	4	0	0
percentuale del camp. ≥ valore limite	50,7%	18,8%	26,1%	23,2%	78,3%	34,8%	5,8%	0,0%	0,0%
n. camp. ≥ valore d'attenzione	27	20	4	4	0	0	0	3	0
percentuale del camp. ≥ valore d'attenzione	39%	29%	6%	6%	0%	0%	0%	4%	0%
n. camp. ≥ valore limite	0	1	0	0	0	0	0	0	0
percentuale del camp. ≥ valore limite	0,0%	1,4%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%

Il numero e la percentuale dei campioni di suolo che presentano un contenuto superiore al valore critico, sono delle informazioni importanti, che però non riescono a chiarire completamente l'inquinamento del terreno. Nel caso della classificazione per classi di inquinamento in base ai valori limite fissati dal Regolamento, indipendentemente dall'entità della differenza rispetto ai valori limite, un valore che supera minimamente il valore limite viene collocato nella classe

superiore, e viceversa; il valore minore nella soglia minima della classe di inquinamento è collocato nella classe d'inquinamento inferiore, indipendentemente dal fatto che possa essere inferiore alla tolleranza analitica. A tale scopo nella tabella n. 6 si riportano i valori relativi dei metalli in rapporto al valore d'attenzione. Il valore d'attenzione definisce il valore, secondo il quale il suolo è inquinato a tal punto da poter rappresentare in una coltura agricola generale rischi per la salute e l'ambiente. Naturalmente è concesso lo sfruttamento condizionale di tutti i terreni, ma per ovvi motivi, dovuti a un maggiore passaggio di metalli in alcuni tipi di verdura, l'orticoltura viene sconsigliata e la produzione di altre colture debitamente limitata.

*Tabella 6: Valori relativi in rapporto con il valore d'attenzione (valore d'attenzione = 1) (Regolamento – Gazzetta Ufficiale della RS, 68/1996)*

	Ni	Cu	As	Cd	Co	Cr	Mo	Pb	Zn
minimo	0,57	0,35	0,46	0,25	0,07	0,47	0,05	0,29	0,25
media	0,96	0,95	0,66	0,48	0,44	0,63	0,13	0,43	0,34
massimo	1,46	3,04	1,11	0,82	2,06	0,97	0,27	1,62	0,66
deviazione stand.	0,20	0,68	0,15	0,11	0,39	0,12	0,06	0,24	0,08

In base ai valori relativi possiamo dedurre che secondo le disposizioni del Regolamento, il suolo presenta un'alta contaminazione da nichel (Ni) e rame (Cu), una contaminazione minore da arsenico (As), cromo (Cr) e cadmio (Cd), nonché una contaminazione sporadica con cobalto (Co), piombo (Pb) e zinco (Zn).

Il contenuto di nichel (Ni) presenta valori elevati praticamente in tutti i campioni. Ciò è dovuto alla presenza di sostanze naturali di fondo e a valori elevati nell'orizzonte più profondo, indipendentemente dal fatto che fossero lavorati in profondità. Similmente vale anche per l'arsenico (As) e il cromo (Cr). L'inquinamento da rame (Cu) presenta una maggiore variabilità, dovuta soprattutto alla variabilità tra i vigneti in termini di intensità della protezione della vite con preparati a base di rame, utilizzati nei singoli vigneti. La stessa variabilità è stata riscontrata in merito al contenuto/inquinamento da cobalto (Co) e piombo (Pb).

### **Metalli presenti nel suolo alla profondità di 20-40 cm**

Il contenuto di metalli nell'orizzonte di profondità (20–40 cm) è di norma dovuto sia al fattore umano sia alla composizione chimica naturale del terreno. Sebbene la realizzazione di un vigneto implichi l'aratura profonda del terreno – effettuata di regola a distanza di un paio di decenni, le concentrazioni di metalli pesanti, riconducibili al fattore umano (Cu, Pb, Mo), si trovano normalmente nell'orizzonte di superficie e presentano una maggiore variabilità. I metalli naturali di fondo (Ni,

As, Cr) presentano una minore variabilità, con poche differenze tra l'orizzonte di superficie e l'orizzonte di profondità.

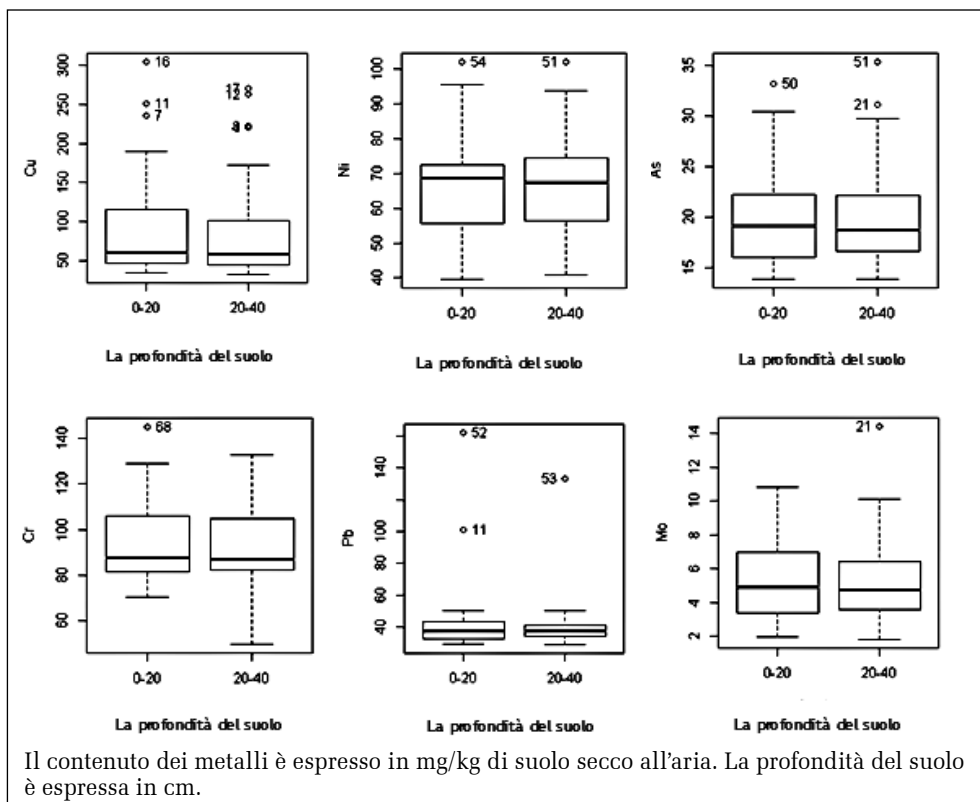


Foto 2: Principali dati sul contenuto di metalli nel suolo in rapporto alla profondità del terreno

Indipendentemente dalle elevate concentrazioni di metalli pesanti riconducibili alle dotazioni naturali del terreno o al fattore umano, nonché dalle disposizioni del Regolamento per la valutazione dell'inquinamento, abbiamo constatato che l'inquinamento del suolo non si trasferisce sul prodotto della viticoltura – il vino. La capacità di scambio cationico del suolo, i processi fisiologici e la capacità di assorbire/trattenere i metalli nel passaggio alla pianta, sono le principali ragioni che portano a uno scambio minore tra la pianta/vitigno e il frutto/grappolo d'uva. Lo stesso vale per i processi di trasporto e la diversa traslocazione dei metalli nei tessuti vegetali. Sono le caratteristiche specifiche della terra rossa - terreno del vitigno terrano - a incidere notevolmente sulla capacità del suolo di trattenere i metalli pesanti. La terra rossa, infatti, ha un elevato contenuto di argilla ed è sufficientemente/ben fornita di ioni di calcio  $Ca^{2+}$ . Ciò rende in larga misura difficoltoso il rilascio dei cationi nella

soluzione circolante il conseguente passaggio di essi alla pianta. Ciò è stato comprovato anche dalle misurazioni dei metalli pesanti presenti nel vino, che hanno dimostrato l'assenza di inquinamento metallico nel vino.

### 3.2.2 Metalli presenti nel vino Terrano DOC/Teran PTP

Abbiamo dimostrato che il contenuto (elevato) di metalli nel suolo non è necessariamente responsabile anche del contenuto (elevato) di metalli nel vino. L'analisi dei sessantuno campioni di Terrano DOC/Teran PTP (annate 2011 e 2012) ha dimostrato che le concentrazioni di zinco (Zn), piombo (Pb), cadmio (Cd) ed arsenico (As) nel vino, sono al di sotto del limite massimo di accettabilità. Solamente tre dei sessantuno campioni prelevati (il 5 % dei campioni), hanno rivelato un contenuto di rame (Cu) superiore al limite massimo di accettabilità. L'alto valore di rame non è dovuto ad una maggiore concentrazione di rame (Cu) nel suolo o all'utilizzo di prodotti fitosanitari a base di rame (Cu), ma è probabilmente riconducibile all'utilizzo di quantità eccessive di solfato di rame per eliminare i difetti di sapore o di odore del vino, come ad es. l'idrogeno solforato (H<sub>2</sub>S). Sebbene il limite massimo di accettabilità relativo alla presenza di ferro (Fe) nel vino non sia stabilito, è risaputo che un contenuto di ferro più elevato può dare adito a difetti del vino (rifrazione). Nella letteratura abbiamo trovato indicazioni relative al livello massimo raccomandato (20000 µg/l) per i vini rossi (Fiket et al., 2011). Nel vino la presenza degli ioni ferrosi e ferrici (Fe<sup>2+</sup>/Fe<sup>3+</sup>) è tutt'altro che gradita, poiché essi fungono da catalizzatori nel processo di ossidazione del vino, influenzando negativamente la qualità del vino (Danilewicz, 2003). I risultati delle analisi dei metalli nel vino Terrano sono presenti nella tabella 7.

*Tabella 7: Contenuto di metalli nei campioni di Terrano delle annate 2011 e 2012.*

2011 (N), 39 (E)	concentrazione massima consentita* (µg/l)	concentrazione media nei campioni del vino Terrano DOC/Teran PTP (µg/l)	concentrazione minima nei campioni del vino Terrano DOC/Teran PTP (µg/l)	concentrazione massima nei campioni del vino Terrano DOC/Teran PTP (µg/l)	numero dei campioni con valori che superano la concentrazione massima consentita
rame - Cu	1000	300	20	1890	2
ferro - Fe		1450	540	4560	
zinco - Zn	5000	680	90	2680	0
piombo - Pb	150	14	5	59	0
cadmio - Cd	10	0,2	0,1	0,7	0
arsenico - As	200	<10	-	-	0



2012 (N), 22 (E)	concentrazione massima consentita* ( $\mu\text{g/l}$ )	concentrazione media nei campioni del vino Terrano DOC/Teran PTP ( $\mu\text{g/l}$ )	concentrazione minima nei campioni del vino Terrano DOC/Teran PTP ( $\mu\text{g/l}$ )	concentrazione massima nei campioni del vino Terrano DOC/Teran PTP ( $\mu\text{g/l}$ )	numero dei campioni con valori che superano la concentrazione massima consentita
rame - Cu	1000	280	20	1500	1
ferro - Fe		1140	320	4170	
zinco - Zn	5000	410	80	850	0
piombo - Pb	150	10	5	31	0
cadmio - Cd	10	0,2	0,1	0,4	0
arsenico - As	200	<10	-	-	0

\* Compendium of International Methods of Analysis – OIV, Annex C: Maksimum acceptable limits of various substances

Le concentrazioni di rame e di zinco nei vini Terrano, sono in linea con le risultati presentati anche in ricerche straniere (Ribéreau-Gayon et al., 2000, Paneque et al., 2010). Il contenuto medio dei metalli pesanti (piombo, cadmio e arsenico) presenti nei campioni di Terrano delle annate 2011 in 2012, è molto al di sotto della soglia di concentrazione massima consentita, il che rappresenta un dato estremamente positivo per i consumatori del Terrano. La concentrazione media di piombo ( $\text{Pb}14 \mu\text{g/l}$ ), determinata per i vini Terrano e persino il valore massimo rilevato ( $59 \mu\text{g/l}$ ), risultano essere al di sotto della media europea. Le stesse constatazioni valgono anche per il Terrano dell'annata 2012. La concentrazione media di piombo ( $10 \mu\text{g/l}$ ), determinata per il vino Terrano dell'annata 2012, e persino il valore massimo rilevato ( $31 \mu\text{g/l}$ ) risultano essere al di sotto della media europea. La concentrazione media del cadmio nei campioni del vino Terrano ( $0,2 \mu\text{g/l}$ ) è inferiore di 50 volte al valore massimo consentito, di cinque volte rispetto alla concentrazione media, rapportata dai ricercatori ungheresi ( $1,06 \mu\text{g/l}$ ) (Ajtony et al., 2008) e lievemente inferiore ai valori riportati in una ricerca effettuata su vini dell'Italia del Sud (dal  $0,25$  al  $0,38 \mu\text{g/l}$ ) (Galgano et al., 2008). La concentrazione di arsenico determinata in tutti i campioni di Terrano è risultata inferiore al limite di quantificazione - LOQ ( $\text{LOQ} = 10 \mu\text{g/l}$ ), il che coincide con i dati riportati in una ricerca ungherese (Ajtony et al., 2008) e da ricercatori greci (Galani-Nikolakaki et al., 2002).

In relazione ai valori riscontrati nei suoli coltivati a vite, Vystavna et al. (2014) hanno evidenziato che il livello di accumulo di rame (Cu) e zinco (Zn) è molto superiore nelle foglie, rispetto all'uva. I residui di

metalli nel vino sono, inoltre, dovuti alla composizione del terreno e alle peculiarità genetiche/biologiche dei vitigni.

### 3.2.3 Metalli nell'acqua

Tra i campioni di acqua prelevati nei pozzi nel Carso, tre hanno evidenziato la presenza di rame (Cu) e due la presenza di manganese (Mn). In Slovenia sono stati registrati i seguenti livelli di metalli nell'acqua potabile: Sb 5,0 µg/L, As 10 µg/L, Cu 2000 µg/L, Cd 5,0 µg/L, Cr 50 µg/L, Ni 20 µg/L, Se 10 µg/L, Pb 10 µg/L e mercurio (Hg) 1,0 µg/L (Gazzetta Ufficiale della RS n. 19/2004). Nessuno dei campioni di acqua analizzati ha rivelato un aumento nel contenuto di rame (Cu), mentre per quanto riguarda il manganese (Mn) i valori limite relativi a questo metallo non sono definiti nella legislazione vigente.

I dati presenti in letteratura indicano che in Grecia il contenuto di rame (Cu) nell'acqua potabile (536 µg/l) è nettamente superiore ai valori rilevati in Slovenia (Karavoltos et al., 2008). Similmente anche per i valori del manganese (Mn). In Italia, hanno determinato nell'acqua potabile ben 48 µg/l di manganese (Tamasi e Cini, 2004). Nelle acque sotterranee della Slovenia (Ufficio per l'idrologia e lo stato dell'ambiente, Agenzia per l'ambiente della Repubblica di Slovenia), e nell'acqua potabile in Italia e in Grecia, è stata rilevata la presenza di metalli che risultano assenti nell'acqua dei pozzi del Carso: antimonio (Sb), arsenico (As), bario (Ba), cadmio (Cd), cobalto (Co), cromo (Cr), molibdeno (Mo), nichel (Ni), piombo (Pb), selenio (Se) e titanio (Ti).

Tabella 8: Contenuto di metalli nei campioni d'acqua

Etichetta campione		Contenuto (ug/L)																				
		Sb	As	Ba	Be	Cd	Co	Cu	Cr	Sn	Li	Mn	Hg	Mo	Ni	Pb	Se	Tl	Te	Ti	U	V
	LOQ	5,00	5,00	50	5,0	5,00	5,00	10	5,0	5,0	50	5,0	0,8	5,00	5,0	5,0	10	5,0	5,0	50	5,0	5,00
1	Grahovo Brdo	-	-	-	-	-	-	22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	Avber	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	Tomaj	-	-	-	-	-	-	19	-	-	-	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	Tomaj	-	-	-	-	-	-	45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	Godnje	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	Dutovlje	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7	Dutovlje	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	Krajna vas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	Praprot/Prepotto	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	Praprot/Prepotto	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	Praprot/Prepotto	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-



profondità, indica in certa misura l'origine antropogenetica dei metalli pesanti (Cu, Pb, Co), e una presenza maggiore degli elementi naturali di fondo (Ni, As, Cr). Indipendentemente dall'elevato contenuto di alcuni metalli pesanti, dovuto alla composizione minerale naturale di fondo o al fattore umano, risulta essere discutibile l'applicazione del Regolamento per la valutazione dell'inquinamento del suolo nei vigneti, in quanto le concentrazioni elevate dei metalli pesanti (Ni) nel suolo non si ritrovano nel prodotto della viticoltura – il vino. Oltre che alla fisiologia della pianta, la minore traslocazione dei metalli al grappolo d'uva è da mettere in relazione alle caratteristiche particolari della terra rossa - maggiore contenuto di argilla e sufficiente presenza di cationi, soprattutto calcio  $\text{Ca}^{2+}$ , che rendono difficile il passaggio dei metalli all'interno della pianta.

In base ai risultati delle analisi, relative alla presenza dei metalli nel vino, è possibile concludere che il vino Terrano è un prodotto sicuro per il consumatore, poiché le concentrazioni misurate risultano essere ben al di sotto dei limiti massimi di accettabilità previsti dalla legge. L'unica eccezione è l'elevata concentrazione di rame in due campioni, che potrebbe essere attribuibile all'uso eccessivo di solfato di rame, utilizzato per la correzione del vino ( $\text{H}_2\text{S}$ ).

Nei campioni d'acqua non abbiamo riscontrato residui di prodotti fitosanitari (PPP). Dalle analisi relative alla presenza di metalli nell'acqua, è emerso che solo 4 dei 13 campioni d'acqua analizzati presentavano tracce di metalli (il 30,8 %). Dei 21 metalli analizzati, i campioni sono stati positivi solo a due tipi di metallo: il rame (Cu) e il manganese (Mn). Il valore del rame (Cu) era nei limiti di accettabilità, mentre per il manganese (Mn) la vigente legislazione non ha disposto valori limite (Gazzetta Ufficiale della RS n. 19/2004). Pertanto dal punto di vista dei parametri chimici, relativi ai pesticidi e residui di metalli, l'acqua presa in esame è perfettamente conforme. Dai risultati è emerso che l'acqua nei pozzi non è stata contaminata dai metalli pesanti e dai residui di prodotti fitosanitari (PPP) presenti nell'ambiente circostante.

## 5 RINGRAZIAMENTO

Grazie ai viticoltori carsici che ci hanno permesso di campionare il terreno e l'acqua nei pozzi. Il lavoro sperimentale fa parte delle attività previste dal progetto AGROTUR, Agroturistica carsica, finanziato nell'ambito del Programma per la Cooperazione Transfrontaliera Italia-Slovenia 2007-2013, dal Fondo europeo di sviluppo regionale e dai fondi nazionali.

## 6 BIBLIOGRAFIA

- Compendium of International Methods of Analysis – OIV, Annex C: Maksimum acceptable limits of various substances. Fiket Ž., Mikac N., Kniewald G. 2011. Arsenic and other trace elements in wines of eastern Croatia. *Food Chemistry* 126: 941-947.
- Gonçalves C., Carvalho J.J., Azenha M.A., Alpendurada M.F. 2006. Optimization of supercritical fluid extraction of pesticide residues in soil by means of central composite design and analysis by gas chromatography–tandem mass spectrometry. *Journal of Chromatography A* 1110: 6-14.
- Danilewicz J.C. 2003. Review of Reaction Mechanisms of Oxygen and Proposed Intermediate Reduction Products in Wine: Central Role of Iron and Copper. *American Journal of Enology and Viticulture* 54: 73-85.
- Herrero-Hernández E., Andrades M.S., Álvarez-Martín A., Pose-Juan E., Rodríguez-Cruz M.S., Sánchez-Martín M.J. 2013. Occurrence of pesticides and some of their degradation products in waters in a Spanish wine region. *Journal of Hydrology* 486: 234-245.
- <http://soil.bf.uni-lj.si/rots/index.php?page=gis/o5>
- <http://www.arso.gov.si/vode/podatki/>
- ISO 11464:2006 Soil quality - Pretreatment of samples for physico-chemical analyses
- ISO 11466:1995 Soil quality - Extraction of trace elements soluble in aqua regia
- ISO 11047:1995 Soil quality - Determination of cadmium, chromium, cobalt, copper, lead, manganese, nickel and zinc in aqua regia extracts of soil - Flame and electrothermal atomic absorption spectrometric methods
- ISO 20280:2007 Soil quality - Determination of arsenic, antimony and selenium in aqua regia soil extracts with electrothermal or hydride-generation atomic absorption spectrometry
- Karavoltos S., Sakellari A., Mihopoulos N., Dassenakis M., Scoullou M.J. 2008. Evaluation of the quality of drinking water in regions of Greece. *Desalination* 224: 317– 329.
- Oldal B., Maloschik E., Uzinger N., Anton A., Székács A. 2006. Pesticide residues in Hungarian soils. *Geoderma* 135: 163-178.
- Pravilnik o pitni vodi (Uradni list Republike Slovenije št. 19/2004).
- Tamasi G., Cini R. 2004. Heavy metals in drinking waters from Mount Amiata (Tuscany, Italy). Possible risks from arsenic for public health in the Province of Siena. *Science of the Total Environment* 327: 41-51.
- Tehnološka navodila za integrirano pridelavo grozdja za leto 2011, MAFF, 2011.
- Uredba o mejnih, opozorilnih in kritičnih imisijskih vrednosti nevarnih snovi v tleh (Uradni list RS, 68/1996).
- Uredba o stanju podzemnih voda (Uradni list Republike Slovenije št. 25/2009).
- Vystavna Y., Drozd O., Maksymishyna O., Klymenko O. 2014. Trace metals uptake by Chardonnay and Muscat white grape varieties in vineyards of southern Ukraine. International conference wine active compounds 2014, March 26-28, Beaune, France.
- Zupan, M., Grčman, H., Lobnik, F., 2008. Raziskave onesnaženosti tal Slovenije. Agencija RS za okolje; Center za pedologijo in varstvo okolja, Ljubljana.



# MONITORAGGIO DI INSETTI, ACARI E MALATTIE DELLA VITE NEL TERRITORIO DEL CARSO/KRAS

Špela MODIČ<sup>1</sup>, Vojko ŠKERLAVAJ<sup>2</sup>, Božidar DROVENIK<sup>3</sup>

<sup>1,2</sup> Istituto agrario della Slovenia (KIS)

<sup>3</sup> Istituto di biologia “Biološki inštitut Jovana Hadžija” – ZRC SAZU

<sup>1</sup> MSc, Dott.ssa agronomo

<sup>2</sup> Dott. agronomo

<sup>3</sup> PhD, Dott. agronomo

## RIASSUNTO

La principale preoccupazione dei produttori del vino Terrano, presenti nel territorio del Carso, sono le numerose malattie e i parassiti che attaccano la vite. Onde poter garantire il controllo delle infestazioni, ogni viticoltore deve essere in grado di riconoscere per tempo i sintomi, gli insetti ed i disordini fisiologici della vite. Gli organismi utili, provenienti dal comprensorio dei vigneti, svolgono indubbiamente un ruolo importante nel controllo delle infestazioni. Negli anni 2011, 2012 e 2013 il progetto Agrotur aveva come obiettivo il monitoraggio dello sviluppo e della diffusione di insetti utili e dannosi in sette vigneti del comprensorio indagato. Abbiamo posto particolare accento al monitoraggio delle specie di coleotteri meno conosciute ai viticoltori. I risultati del monitoraggio tramite cattura hanno mostrato tra i coleotteri presenti una numerosa presenza di specie predatrici, appartenenti alla famiglia dei Carabidi (Carabidae), degli Stafilinidi (Staphylinidae) e dei Cantaridi (Cantharidae). Nel campione dei coleotteri catturati abbiamo trovato le seguenti specie autoctone protette: il sicofante (*Calosoma sycophanta* L.), il longicorno di Scopoli (*Cerambyx scopolii* F.) e il Dorcadion (*Pedestredorcadion arenarium* S.).

**Parole chiave:** malattie e infestazioni della vite, refošk/refosco, coleotteri (Coleoptera), Kras/Carso

## ABSTRACT

The growers of Teran in the Karst region are confronted with a number of diseases and pests of vine. In order to control those organisms they have to recognise the disease symptoms, pests and physiological disorders in time. Beneficial organisms in vineyards and their surroundings have an

important role in control of harmful organisms. In the Agrotur project we monitored development and incidence of harmful and beneficial organism at seven locations in the years 2011, 2012 and 2013. More attention was given to the beneficial predatory beetles which are less known to the growers. The monitoring results show that prevailing species of predatory beetles were from the families of ground beetles (Carabidae), rove beetles (Staphylinidae) and soldier beetles (Cantharidae). We found also *Calosoma sycophanta* Linne, *Cerambyx scopolii* Fuessly, and *Pedestredorcadion arenarium* Scopoli which are listed as protected species in Slovenia.

**Keywords:** pest and diseases in vine, Refošk, beetles (Coleoptera), Karst

## INTRODUZIONE

Il controllo delle infestazioni e delle malattie tipiche per il vitigno Refosco, utilizzato per la produzione del vino Terrano/Teran PTP, rappresenta un importante fattore tecnologico per i viticoltori del Carso. Il conseguimento di questi obiettivi esige che i viticoltori monitorino costantemente le condizioni climatiche, il ciclo della vite (le fasi fenologiche) e lo sviluppo di malattie e infestazioni. Il riconoscimento dei sintomi sulla vite sono di particolare importanza, visto che sono attribuibili a numerose specie di insetti, acari, funghi, batteri, virus e fitoplasmi. Ad ogni intervento fitosanitario o di concimazione in vigneto, il viticoltore influenza in modo minore o maggiore il ciclo biologico degli organismi sopra menzionati. Tali interventi possono, inoltre, avere un effetto negativo anche sugli organismi utili. Un monitoraggio adeguato delle infestazioni e delle malattie della vite è di cruciale importanza per ottimizzare e diminuire gli interventi, nonché per preservare l'ambiente carsico. I consumatori del giorno d'oggi tendono a richiedere cibo sano e un ambiente pulito, senza residui di fitofarmaci. Oltre a monitorare le malattie della vite e studiare l'entomofauna nei vigneti sul Carso, nell'ambito del progetto abbiamo posto anche particolare attenzione al monitoraggio, relativo alla presenza di varie specie di coleotteri, quali ad esempio i Carabidi (famiglia Carabidae), gli Stafilinidi (famiglia Staphylinidae) e le specie endemiche. La specie che costituisce una particolarità degli ambienti prativi sul Carso è il *Dorcadion = Pedestredorcadion arenarium* (Scopoli, 1763), le cui larve vivono nel suolo e si nutrono di radici.



## MATERIALI E METODI

I vigneti prevalentemente coltivati con il vitigno Refosco che si trovano nel territorio del Carso transfrontaliero e forniscono l'uva per la produzione del vino Terrano/teran, presentano diverse condizioni micro-climatiche. Il monitoraggio si è svolto in varie località, tenendo conto della variabilità delle condizioni climatiche presenti sull'altopiano del Carso. Nel controllo abbiamo incluso due vigneti nella località di Dutovlje e un vigneto in ciascuna delle seguenti località: Krajna vas, Sveto, Kostanjevica na Krasu, Lipa e nella località Praprot/Prepotto. Il monitoraggio è stato svolto nei vigneti e nelle loro vicinanze durante la fase di accrescimento vegetativo della vite.

### 1. Campionamento con trappole a terra

A maggio del 2012 abbiamo piazzato nei vigneti e nelle loro vicinanze (prato, bordo della foresta) le trappole a terra per i coleotteri (Coleoptera). In ciascuno dei vigneti e nelle sue vicinanze abbiamo posizionato 5 trappole a terra, distanti 20 metri l'una dall'altra. Le trappole erano rappresentate da dei vasetti in plastica trasparente da 0,5 l che abbiamo seppellito fino all'orlo. Come protezione dalla pioggia, abbiamo utilizzato dei coperchi in plastica, rialzati dal suolo con dei distanziatori per lasciar entrare i coleotteri. Sui coperchi abbiamo posizionato delle pietre per evitare che il vento li portasse via. In ogni vasetto abbiamo versato circa 0,1 litro di aceto di vino, al quale abbiamo aggiunto come fissativo l'etilenglicole. Ad ogni controllo abbiamo sostituito il contenuto del vasetto. I coleotteri che sono rimasti intrappolati durante la fase di crescita della vite, sono stati debitamente preservati per garantirne la successiva identificazione. I singoli esemplari delle specie catturate sono stati debitamente preparati ed etichettati nella collezione entomologica dell'Istituto Agrario della Slovenia (KIS) e per le esigenze del progetto Agrotur.



*Foto 1:  
Posizionamento  
della trappola a  
terra nel vigneto  
(Foto: Š. Modic).*

## 2. Campionamento con trappole cromotropiche gialle

In ciascuno dei vigneti abbiamo posizionato 3 trappole cromotropiche gialle per monitorare la popolazione della Cicalina della Vite (Scafoideo) e delle altre specie di cicale e insetti alati.



*Foto 2:  
Trappola  
cromotropica gialla  
posizionata nel  
vigneto  
(Foto: Š. Modic).*

## 3. Osservazioni in campo nei vigneti

Nei vigneti prescelti abbiamo monitorato la fenologia della vite (refosco), controllando le piante per le eventuali comparse di malattie e infestazioni.

# RISULTATI E DISCUSSIONE

## Monitoraggio delle malattie della vite

Lo sviluppo di malattie e di infestazioni di insetti nei vigneti e nelle loro vicinanze è stato influenzato dalle condizioni meteorologiche, sopravvenute nell'inverno del 2011/12 e nella primavera ed estate del 2012. In prevalenza l'inverno presentava pochissime precipitazioni, il che ha influenzato il ciclo biologico delle malattie e degli insetti. Nell'anno in questione le due principali malattie presenti nei vigneti del Carso, la peronospora e l'oidio, non hanno rappresentato un serio problema per i produttori.

Al contrario nel 2013, a causa di un inverno 2012/2013 piovoso, il suolo è rimasto considerevolmente umido, e ciò ha fornito condizioni favorevoli per la germinazione delle oospore e un'infezione precoce e violenta della peronospora. Siccome nella prima metà dell'anno in questione sono state registrate importanti precipitazioni, la peronospora della vite ha trovato le condizioni favorevoli per l'infezione primaria. Il periodo di

incubazione era lungo a causa delle temperature relativamente basse, il che ha dato ai viticoltori la possibilità di prevenire con successo l'insorgenza della malattia.



Foto 3: Macchie di peronospora su foglia di vite, 27. 6. 2013 (Foto: V. Škerlavaj).

Solitamente, nelle località vinicole del Litorale (Primorska), l'oidio sopravvive l'inverno sui tralci di vite come conidio svernante (spore formate asessualmente), e in primavera può procurare danni in fasi precoci. Le basse temperature, registrate a gennaio del 2012, hanno fatto sì che molto probabilmente i conidi svernanti dell'oidio della vite morissero, e perciò le uniche forme di svernamento vitali rimaste risultavano rappresentate dai cleistoteci. L'attacco dell'oidio si è manifestato più tardi nel corso della stagione, e quindi anche la prevenzione è risultata molto più facile. Con la prima metà dell'anno fredda e piovosa, seguita da temperature altissime nei mesi di luglio e agosto, anche l'anno 2013 non ha registrato delle condizioni particolarmente favorevoli per la diffusione dell'oidio.

Nei mesi estivi abbiamo potuto notare l'avvizzimento delle viti e dei grappoli, con conseguenti scottature o colpi di sole. In particolare in più vigneti del Carso con piante più giovani, abbiamo potuto notare piante che manifestavano colpi apoplettici legati alla presenza del mal dell'Esca, malattia che porta al deperimento delle piante di vite e che è causata da un complesso di funghi del legno (*Phaeacremonium oboophilum*, *Phaemoniella chlamidospora* e *Fomitiporia punctata*).



Foto 4: Foglia di Refosco - sintomi tipici di tigratura delle foglie legata allo sviluppo del mal dell'Esca (Foto: Š. Modic).

## MONITORAGGIO DELLE INFESTAZIONI DELLA VITE

Durante la primavera, più specificatamente nella fase di sviluppo delle prime foglie, abbiamo notato alcuni attacchi del “Sigaraio”, il curculionide *Byctiscus betulae* L. La presenza dell’insetto variava tra le singole località. Per esempio, la popolazione del sigaraio era poco numerosa nelle località di Dutovlje e Kostanjevica na Krasu. Al contrario le località di Praprot/Prepotto, Krajna vas, Svete e Lipa presentavano una popolazione di coleotteri nettamente superiore. Durante la fase in cui il coleottero si nutriva, le foglioline nei vigneti presentavano molto danni. Nel periodo di fioritura si è potuto notare come le femmine del sigaraio arrotolavano le foglie a forma di sigaro per depositare al loro interno le proprie uova. Gli attacchi più devastanti sono stati registrati nella località di Lipa, dove abbiamo contato in media 18 sigari per pianta, e nella località di Krajna vas, con in media 13 sigari per pianta. A Krajna vas abbiamo raccolto durante il controllo un totale di 100 sigari. La presenza di larve schiuse per ogni singolo sigaro è stata appurata in laboratorio. Solo un 4 % di sigari è risultato privo di larve, mentre il 96 % di sigari presentava da 1 a 9 larve.



Foto 5: Durante il nutrimento, il sigaraio – *Byctiscus betulae* L. provoca danni alle foglie giovani (Foto: Š. Modic).

Nei vigneti del Carso abbiamo riscontrato la presenza anche di altre specie della famiglia dei Curculionidi. Inoltre, nel 2012 abbiamo riscontrato nella località di Praprot/Prepetto la presenza della specie *Otiorrhynchus sulcatus*.

Le cicaline (*Scaphoideus titanus* Ball.), insetti vettori del fitoplasma della flavescenza dorata, venivano catturate dalla fine di luglio in poi, mediante trappole cromotropiche gialle. Nell'arco di due settimane siamo riusciti a catturare oltre 100 esemplari di cicalina della flavescenza dorata. Nel 2013 le località di Svetlo pri Komnu e Kostanjevica na Krasu presentavano le popolazioni più numerose di cicaline. Dopo la cicalina della flavescenza dorata, la seconda specie più frequente è la *Empoasca vitis*. Le catture più scarse di tutti i tipi di cicaline sono state registrate nel 2013. Sia nell'autunno del 2012 che nell'autunno del 2013, abbiamo notato nel vitigno refosco danni con arrossamento delle punte, causati dalla cicadella bufalo (*Stictocephala bisonia*).



Foto 6:  
Esemplare adulto della cicalina della flavescenza dorata *Scaphoideus titanus* Ball. (Foto: Š. Modic).



Nel maggio del 2012 abbiamo notato sulle foglie delle viti l'Eriofide della vite *Eriophyes vitis* (erinosi), l'Eriofide dell'acariosi *Calepitrimerus vitis* (acariosi) e il ragno giallo *Eotetranychus carpini* O. Nella primavera del rispettivo anno gli acari non hanno causato danni a causa della rapida crescita della vegetazione. Nella prima metà del 2013, quando sono stati registrati gli attacchi delle specie di acari sopra menzionati, abbiamo riscontrato una maggiore quantità di precipitazioni, cruciali per la diffusione di tali specie.



Foto 7,8: Eriofide della vite – *Eriophyes vitis*; (erinosi), (Foto: Š. Modic in V. Škerlavaj).



Foto 9: Eriofide dell'acariosi – *Calepitrimerus vitis*; (acariosi), (Foto: V. Škerlavaj).



Foto 10: Ragnetto giallo – *Eotetranychus carpini* O. sul refosco (Dutovlje),  
(Foto: Š. Modic).

Tabella n.1: Specie di coleotteri, catturati nei vigneti del Carso e zone circostanti.

Coleotteri (Coleoptera)	Specie	Importanza per l'agricoltura	Vigne- to nel Carso	Prati nel Carso
Carabidi (Ca- rabidae)	<i>Abax parallelepipedus</i> (ater)	utile - specie predatrice di Limacidi	+	+
	<i>Brachinus explodens</i> Duft.	utile - specie predatrice	-	+
	<i>Calosoma sycophanta</i> L.	utile - specie predatrice del Bombice dispari <i>Lymantria</i> <i>dispar</i> L., specie autoctona protetta	+	+
	<i>Carabus caelatus</i> <i>caelatus</i> F.	utile - specie predatrice di Limacidi	-	+
	<i>Carabus catenulatus</i> Scop.	utile - specie predatrice di Limacidi	+	+
	<i>Carabus caelatus</i> <i>schreiberi</i> Kr.	utile - specie predatrice di Limacidi	-	+
	<i>Carabus convexus</i> F.	utile - specie predatrice di Limacidi	-	+
	<i>Carabus coriaceus</i> L.	utile - specie predatrice di Limacidi	+	+
	<i>Carabus violaceus</i> L.	utile - specie predatrice di Limacidi	-	+

	<i>Harpalus</i> sp.	utile - specie predatrice	+	+
	<i>Myas chalybaeus</i> (Palliard)	utile - specie predatrice	-	+
	<i>Ophonus pubescens</i> (Müll.)	specie neutrale	+	-
	<i>Poecilus koyi</i> (G.)	utile - specie predatrice	+	-
I Curculionidi (Curculionidae)	<i>Byctiscus betulae</i> L.	specie nociva	+	-
	<i>Otiorrhynchus sulcatus</i> F.	specie nociva	+	+
Coleotteri della famiglia Cetoniidae	<i>Cetonia aurata</i> L.	specie neutrale	+	+
	<i>Potosia cuprea</i> F.	specie neutrale	-	+
	<i>Tropinota hirta</i> (P.)	specie neutrale	+	+
Gli Stafilinidi (Staphylinidae)	<i>Ocypus olens</i> (O. Mull.)	utile - specie predatrice (predatore della specie <i>Helix aspersa</i> Muller - la lumaca Madonita)	+	+
Coleotteri scarabeidi (Dynastidae)	<i>Pentodon</i> sp.	insetto nocivo (le larve del coleottero si cibano di piante erbacee e legnose)	+	-
Cantaridi (Cantharidae)	<i>Cantharis fusca</i> L.	utile - insetto predatore dell'afide grigio - <i>Dysaphis plantaginea</i>	+	+
Longicorni (Cerambycidae)	<i>Cerambyx scopolii</i> F.	specie neutrale - specie autoctona protetta	-	+
	<i>Pedestredorcadion arenarium</i> Scop.	specie neutrale - specie autoctona protetta	-	+
Geotrupidae	<i>Geotrupes vernalis</i> L.	specie neutrale	-	+
	<i>Geotrupes stercorarius</i> L.	specie neutrale	-	+
Galerucelle (Chrysomelidae)	<i>Smaragdina cyanea</i> (F.)	specie neutrale	-	+



Tabella n.2: Comparsa degli adulti dei coleotteri (stadio di immagine) nei vigneti del Carso e ambiente circostante.

Famiglia	Specie	Periodo di comparsa dei coleotteri adulti
Cantharidae	<i>Cantharis fusca</i> L.	aprile, maggio, giugno, luglio
	<i>Abax parallelepipedus</i> (ater)	maggio, giugno, luglio, agosto, settembre, ottobre
	<i>Brachinus explodens</i> Duft.	giugno, luglio, agosto, settembre, ottobre
	<i>Calosoma sycophanta</i> L.	maggio, giugno, luglio
	<i>Carabus caelatus</i> L.	maggio, giugno, luglio, agosto, settembre, ottobre
	<i>Carabus caelatus schreiberi</i> Kr.	maggio, giugno, luglio, agosto, settembre
	<i>Carabus catenulatus</i> S.	giugno, luglio, agosto, settembre, ottobre
	<i>Carabus convexus</i> F.	maggio, giugno, luglio, agosto, settembre, ottobre
	<i>Carabus coriaceus</i> L.	giugno, luglio, agosto, settembre, ottobre
	<i>Carabus violaceus</i> L.	luglio, agosto, settembre, ottobre
	<i>Harpalus</i> sp.	giugno, luglio, agosto, settembre, ottobre
	<i>Myas chalybaeus</i> (Palliard)	giugno, luglio, agosto, settembre, ottobre
	<i>Ophonus pubescens</i> (Müll.)	giugno, luglio, agosto, ottobre
	<i>Poecilus koyi</i> (G.)	giugno, luglio, agosto, settembre, ottobre
Cerambycidae	<i>Cerambyx scopolii</i>	maggio, giugno, luglio
	<i>Cetonia aurata</i> L.	giugno, luglio, agosto, settembre, ottobre
Cetoniidae	<i>Potosia cuprea</i> F.	luglio
	<i>Tropinota hirta</i> (P.)	aprile, maggio, giugno, luglio
Chrysomelidae	<i>Smaragdina cyanea</i> (F.)	aprile, maggio, giugno
Curculionidae	<i>Byctiscus betulae</i> L.	aprile, maggio
	<i>Otiorrhynchus</i> sp.	maggio, giugno
Dynastidae	<i>Pentodon</i> sp.	giugno, luglio
Elateridae	<i>Agriotes</i> sp.	maggio, giugno, luglio
Geotrupidae	<i>Geotrupes stercorarius</i> L.	maggio, giugno, luglio, agosto, settembre, ottobre
	<i>Geotrupes vernalis</i> L.	maggio, giugno, luglio, agosto, settembre, ottobre
Staphylinidae	<i>Ocypus olens</i> (O. Mull.)	giugno, luglio, agosto, settembre, ottobre



*Sicofante (Calosoma sycophanta L.)*  
12.6.2014, nella località Lipa.

## CONSLUSIONI

L'oidio e la peronospora rappresentano ad oggi le principali malattie della vite. Con un livello elevato di umidità, il suolo offre le condizioni favorevoli per lo sviluppo delle oospore della peronospora, mentre con gli inverni più miti l'oidio sopravvive sui tralci di vite come conidio svernante (spore formate asessualmente). Nei vigneti del Carso le due malattie si presentano già nelle fasi precoci della crescita della vite, e per questo motivo si rende necessario un monitoraggio a campione della malattia con controlli regolari nei vigneti, monitoraggio delle condizioni climatiche e misure cautelative tempestive (<http://www.fito-info.si>). Nelle località scelte dove sono state intraprese le attività di monitoraggio, i viticoltori sono riusciti a tutelare con successo il raccolto negli anni. Ciò che ha pesantemente influenzato la produzione non era legato alle due malattie, ma a fenomeni estremi quali la grandine e le temperature elevatissime durante l'estate. Durante il monitoraggio abbiamo notato, soprattutto nei vigneti con piante più giovani, una maggiore incidenza del mal dell'Esca.

Le ricerche sulla agrofauna carsica, condotte nei vigneti e nelle loro vicinanze, hanno dedicato particolare attenzione al monitoraggio di specie di coleotteri meno conosciute ai viticoltori. Nelle trappole a terra siamo riusciti a catturare: Carabidi (Carabidae), Stafilinidi (Staphylinidae), Longicorni (Cerambycidae), coleotteri della famiglia Cetoniidae, Coleotteri scarabeidi (Dynastidae) e coleotteri della famiglia Geotrupidae. Tra le specie predatrici che siamo riusciti a catturare, abbiamo notato la prevalenza di Carabidi che si nutrono di lumache, bruchi e lombrichi. Nella località Krajna vas abbiamo inoltre registrato

la presenza della specie *Carabus caelatus schreiberi* Kraatz – un Carabide tipico di questo territorio. Nei vigneti e nelle loro vicinanze abbiamo trovato anche specie delle famiglie dei Crisomelidi (Chrysomelidae), dei Curculionidi (Curculionidae) e dei Cantaridi (Cantharidae). La specie più frequente che abbiamo trovato in vigneto vitigni era indubbiamente il sigarajo (*Byctiscus betulae*), con una numerosità rilevante soprattutto nelle località di Praprot/Prepotto, Krajna vas e Lipa.

## RINGRAZIAMENTO

Cogliamo l'occasione per ringraziare tutti i viticoltori che hanno reso possibile il monitoraggio dell'entomofauna nel territorio del Carso. I lavori, svolti nell'ambito del progetto Agrotur, sono cofinanziati nell'ambito del Programma di collaborazione transfrontaliera Italia-Slovenia 2007-2013 dai fondi europee per lo sviluppo regionale e dai fondi nazionali.

## BIBLIOGRAFIA

- Reitter, E., 1994. Die Farbtafeln aus Reitter's fauna germanica käfer.  
Dücker, A., Schmüser, Heiko., Heubel, K., Borchering, R., Heubel, V., Müller-Reich, C., Pahnke, K., Gienapp, P., Nötzold, R., Nötzold, V. 1977. Laufkäfer. Deutscher Jugendbund für Naturbeobachtung.  
Ponti, I., Pollini, A., Laffi, F. 2003. Avversità difesa & vite. Edizioni L'Informatore Agrario.  
Sket, B., Gogala, M., Kuštor, V. 2003. Živalstvo Slovenije. Tehniška založba Slovenije.



# STRESS IDRICO NEI VIGNETI DEL CARSO ED EFFETTI SULLA QUALITÀ DELLE UVE.

**Paolo SIVILOTTI<sup>1</sup>, Lorena BUTINAR<sup>2</sup>, Anastazija JEŽ<sup>3</sup>,  
Katja ŠUKLJE<sup>4</sup>, Andreja VANZO<sup>5</sup>, Klemen LISJAK<sup>6</sup>**

<sup>1,2,3</sup> Università di Nova Gorica, Centro di Ricerca sul Vino

<sup>4</sup> NWGIC, Charles Sturt University

<sup>5,6</sup> Istituto Agricolo della Slovenia

<sup>1</sup> dr., Glavni trg 8, 5271 Vipava

<sup>2</sup> dr., ibid

<sup>3</sup> univ. dipl. inž. agron., ibid

<sup>4</sup> dr., Booroma Street, 2650 Wagga Wagga, Australia

<sup>5</sup> prof., Hacquetova ulica 17, 1000 Ljubljana

<sup>6</sup> dr., ibid

## RIASSUNTO

L'aumento delle temperature registrato a partire dalla metà del ventesimo secolo ha creato notevoli cambiamenti ambientali, soprattutto legati all'accelerazione del ciclo dell'acqua. Così i fenomeni di stress idrico sono diventati un problema reale anche in zone climatiche dove il problema sembrava molto lontano dal verificarsi.

Nelle annate 2012 e 2013 sono state condotte campagne di misure dello stato idrico in diversi vigneti della zona viticola del Carso utilizzando la camera a pressione di Scholander. In entrambe le stagioni, durante la stagione estiva, si sono presentate situazioni di stress idrico da forte a severo, soprattutto nel 2012 poiché la pioggia è mancata per un periodo molto lungo.

In un vigneto di 'Terrano' (*Vitis vinifera* L.) sito in località Krajna vas è stata impostata una sperimentazione con lo scopo di verificare l'effetto dello stress idrico sulla qualità delle uve. In condizioni di stress idrico severo il peso medio dell'acino è diminuito, ma anche l'accumulo zuccherino è stato ridotto. Per quanto riguarda la componente fenolica, la condizione di stress idrico media ha mostrato una minore estrazione di proantocianidine dalle bucce ma maggiore dai vinaccioli. Siccome la varietà 'Refošk' presenta normalmente una bassa dotazione naturale di tannini, l'aumento di questa componente è ricercato al fine di prolungare l'invecchiamento del vino.

Da quanto fin qui osservato, la problematica della carenza idrica è una realtà anche del territorio del Carso, e in futuro si renderà necessaria una gestione irrigua dei terreni agricoli al fine di evitare situazioni di stress eccessivo, poiché diventano negative sia per la produttività del vigneto che per la qualità delle uve.

Parole chiave: 'Terrano', *Vitis vinifera*, stress idrico, potenziale idrico, proantocianidine

## WATER STRESS IN KARST VINEYARDS AND EFFECTS ON GRAPE QUALITY

### SUMMARY

Global warming has created significant environmental changes, especially related to the acceleration of the water cycle. Thus water stress have become a real problem even in climates where the problem seemed very far away.

In years 2012 and 2013 measurements of plant water status were carried out in different vineyards of the Karst wine-growing area using the Scholander pressure chamber. In both seasons, during the summer season, situations of strong-to-severe water stress occurred, especially in the first year when the rain was lacking for a very long period of time.

An experiment was set up in a vineyard of 'Refošk' (*Vitisvinifera* L.) located in Krajina vas in order to verify the effect of moderate and severe water stress on the quality of the grapes. Under severe water stress a lower berry weight was found, but also the accumulation of sugar was reduced. As regard the phenolic component, the condition of moderate water stress showed a higher extraction of proanthocyanidins from grape seeds and lower from skins. Since tannins in 'Refošk' are normally low, an increase of this component could be profitable in order to prolong the wine shelf-life.

From what has been observed, the problem of water shortage is a reality in the territory of the Karst, and in the future irrigation management will be needed in order to avoid situations of excessive stress, since they are negative for both the productivity of the vineyard and the quality of the grapes.

Keywords: 'Refošk', *Vitis vinifera*, water stress, water potential, proanthocyanidins

### 1 INTRODUZIONE

Negli ultimi decenni l'attività antropica ha richiesto un notevole consumo di combustibili fossili, con un incremento sensibile nella produzione di gas serra che, accumulandosi nella stratosfera, hanno provocato un aumento generale della temperatura terrestre (WMO

2007). Quando le temperature si alzano, una serie di altri fenomeni viene innescata; l'effetto più importante interessa la risorsa idrica, poiché il ciclo dell'acqua viene accelerato e molti terreni diventano aridi e non più adatti alla coltivazione. Così, dalla metà del ventesimo secolo, in molte zone del mondo l'agricoltura è diventata sempre più soggetta a problemi di carenza idrica durante la stagione primaverile-estiva.

Sebbene la vite sia una coltura con una buona resistenza allo stress idrico, in diversi paesi del mondo quali Australia (McCarthy 1997), Cile (Carrasco-Benavides et al. 2012), Francia (Ojeda et al. 2002) e Spagna (Tomás et al. 2012), dove l'acqua manca per periodi anche molto prolungati, diversi studi sono stati condotti al fine di valutare i fabbisogni idrici della vite nel corso della stagione primaverile-estiva e gli effetti dello stress idrico sulla fisiologia della pianta.

Lo strumento più utilizzato per la valutazione dello stato idrico della pianta è la camera a pressione di Scholander (Scholander et al. 1965). Varie sono le applicazioni dello strumento, ma una delle misure più indicative del potenziale idrico viene fatta isolando dalla luce una foglia all'interno di un sacchetto di plastica coperto da un foglio di alluminio. Attraverso questa applicazione, viene simulata la notte, gli stomi si chiudono, e la foglia entra in equilibrio con il resto del tralcio. Questa misura fornisce un'indicazione dello stato idrico della pianta e mostra una buona correlazione con la traspirazione (Chonè et al. 2001). Siccome l'acqua è trattenuta all'interno delle foglie, il potenziale idrico risulta negativo, e più i valori sono negativi e più severa è la condizione di stress idrico. In relazione agli effetti sulla fisiologia della pianta, Deloire et al. (2004) hanno evidenziato dei range di  $\Psi_{stem}$  in relazione alla condizione di stress idrico (figura 1).

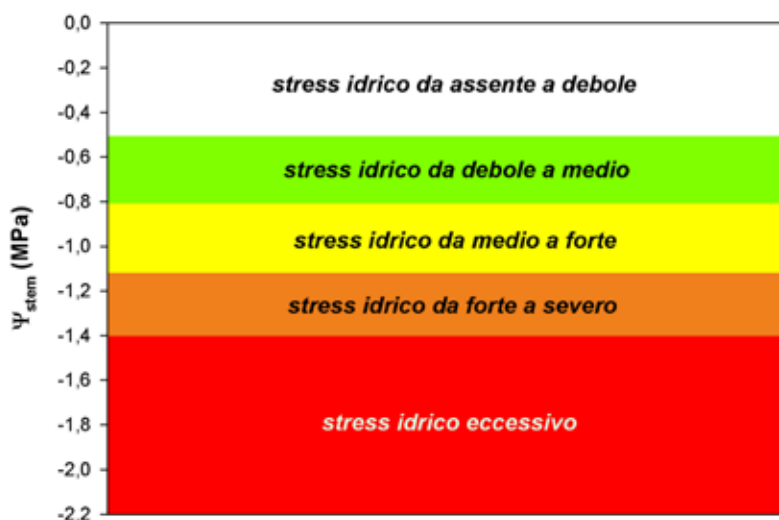


Figura 1: diversi livelli di stress idrico identificati sulla base dei valori del potenziale idrico  $\Psi_{stem}$  come riportato di Deloire et al (2004).

A seconda del livello di stress idrico, la pianta innesca delle reazioni fisiologiche diverse che influenzano sia la produttività sia il metabolismo con importanti ripercussioni sulla qualità delle uve. Castellarin et al. (2007) hanno evidenziato come una condizione di carenza idrica forte durante la maturazione delle uve, causava un aumento della concentrazione di antociani nella bacca, mentre Bucchetti et al. (2010) trovavano cambiamenti di modesta entità nella componente tannica. Anche studi precedenti di Sivilotti et al. (2004, 2005) avevano mostrato risultati simili, evidenziando inoltre come situazioni di stress idrico estreme conducevano a un aumento della concentrazione di polifenoli totali e di antociani nelle bacche d'uva, mal'estraibilità di queste componenti nel vino risultava molto bassa.

Al fine di valutare lo stato idrico delle piante nella zona del Carso, nelle annate 2012 e 2013 è stata condotta una campagna di misure del potenziale idrico  $\Psi_{\text{stem}}$  in diversi vigneti del territorio. Accanto a questo monitoraggio, nella stagione 2012 è stata impostata una sperimentazione allo scopo di verificare l'effetto dello stress idrico sulla qualità delle uve 'Refošk'.

## 2 MATERIALI E METODI

A partire dal 2012 alcune prove sperimentali sono state condotte nella zona del Carso nell'ambito del progetto AGROTUR/Agroturistica carsica.

Nelle annate 2012 e 2013 una campagna di misure dello stato idrico nei vigneti del Carso è stata condotta utilizzando la camera di Scholander, misurando il  $\Psi_{\text{stem}}$  durante le ore centrali della giornata. La mattina i sacchetti oscuranti venivano applicati su un campione di foglie pienamente sviluppate, e a distanza di un'ora almeno veniva misurato il potenziale idrico  $\Psi_{\text{stem}}$  (figura 2). Le misure sono state eseguite negli anni 2012 e 2013, nei diversi vigneti di 'Terrano' (*Vitis vinifera* L.) dove erano state impostate le sperimentazioni.

In un vigneto situato in località Krajna vas, è stata impostata una sperimentazione allo scopo di monitorare due diverse condizioni di stato idrico. Per ottenere quanto voluto, è stato allestito un impianto di irrigazione nel vigneto, e su una parte di questo l'acqua non è stata applicata di modo da creare una situazione di stress idrico da forte a severo (SI F-S). Tale condizione è stata mantenuta fino a quando il potenziale idrico ha raggiunto il valore soglia dello stress eccessivo (-1,4 MPa) e, raggiunto l'obiettivo, l'irrigazione è stata ripristinata. Nella rimanente porzione del vigneto l'acqua era stata invece applicata settimanalmente allo scopo di mantenere, per quanto possibile, una situazione di stress idrico da media a forte (SI M-F). Alla raccolta due campioni di uve sono stati raccolti nelle due parcelle a confronto per l'analisi dei parametri di





Figura 2: fasi di misura del potenziale idrico  $\Psi_{stem}$  con la camera di Scholander; applicazione dei sacchetti sulle foglie in campo (a sinistra, foto Jež), misura del potenziale idrico (a destra, foto Jež)

maturazione tecnologica (solidi solubili totali, acidità titolabile e pH) e fenolica.

Per ciascuno dei due campioni, un pool di 200 acini è stato selezionato, pesato e le bucce e i vinaccioli sono stati separati con cura e immediatamente posti in estrazione in una soluzione idroalcolica per cinque giorni come descritto in Mattivi et al. (2002). Dopo questo periodo sono state determinate le concentrazioni di proantocianidine a basso (LMWP) e alto (HMWP) peso molecolare sia negli estratti di bucce sia di vinaccioli utilizzando le metodiche descritte in Rigo et al. (2000).

### 3 RISULTATI E DISCUSSIONE

L'annata 2012 è stata caratterizzata da un periodo prolungato con mancanza di precipitazioni che ha creato notevoli problemi di stress idrico, soprattutto nella zona del Carso. In molti vigneti addirittura il livello di stress è stato così forte che alcune piante hanno perso quasi tutte le foglie e gli acini d'uva si sono raggrinziti (figura 3).



*Figura 3: effetto di uno stress idrico eccessivo su una vite di 'Terrano' (foto Sivilotti)*

Il monitoraggio del potenziale idrico  $\Psi_{\text{stem}}$ , ha permesso di valutare condizioni di stress idrico da medie a forti già a partire dalla seconda metà del mese di luglio, ovvero nella fase fenologica di accrescimento delle bacche prima di invaiatura (figura 4A). La situazione più drammatica è stata registrata a inizio agosto, ed in un vigneto i valori del potenziale  $\Psi_{\text{stem}}$  sono scesi anche a  $-2,0$  MPa, condizione di stress idrico assolutamente da non raggiungere se si vogliono evitare danni fisiologici alle viti.

Nell'annata 2013, la situazione sul fronte dello stress idrico è stata migliore, poiché vi sono stati diversi eventi piovosi a fine maggio – inizio giugno, mentre a luglio di nuovo si è presentata una situazione di stress idrica che è durata fino alla metà di agosto quando le piogge sono ritornate abbondanti. Le misure di  $\Psi_{\text{stem}}$  condotte in agosto nei vigneti del Carso hanno evidenziato anche in quest'annata una situazione di stress idrico tra media e forte, mentre alla fine di agosto, dopo le piogge, lo stress era stato recuperato pienamente (figura 4B).

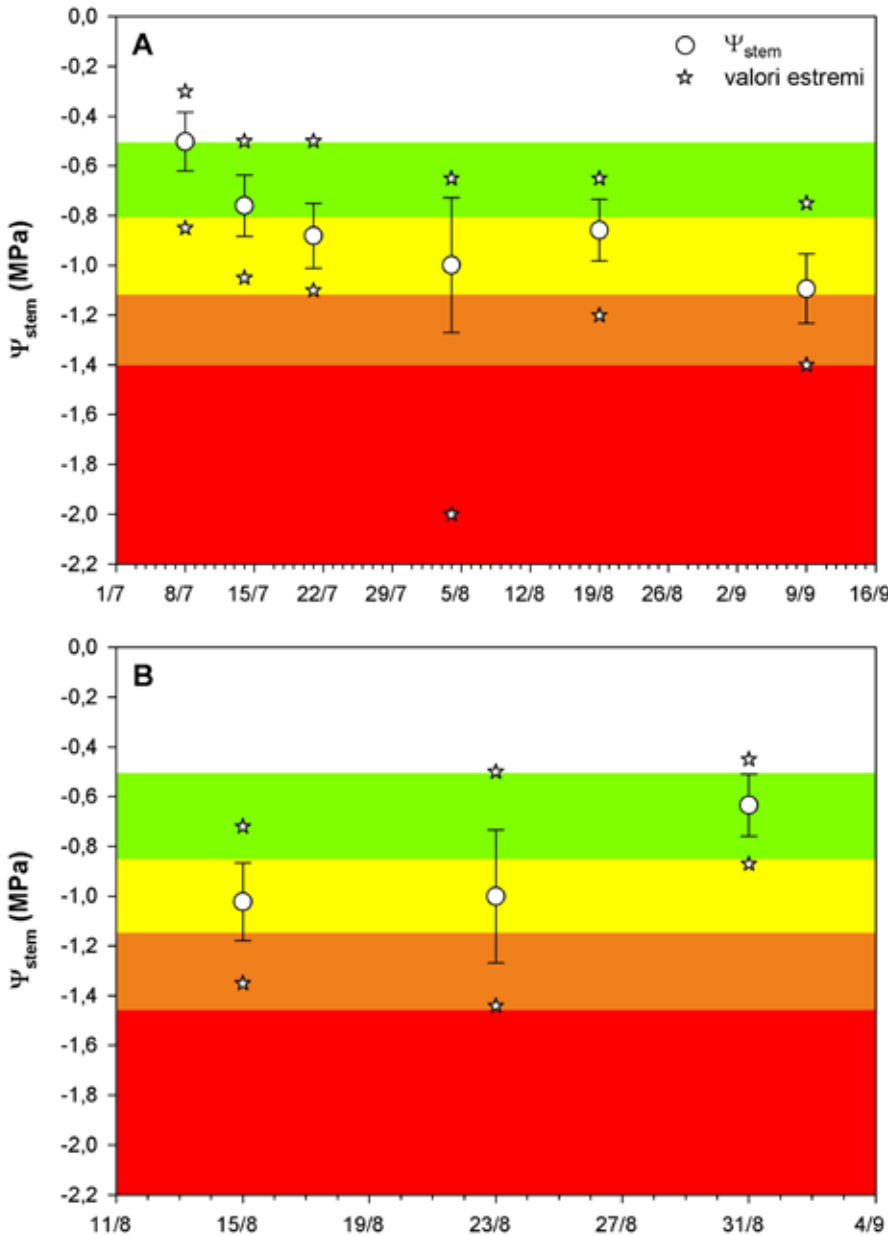


Figura 4: evoluzione del potenziale idrico  $\Psi_{stem}$  nelle annate 2012 (A) e 2013 (B).

Come ricordato sopra, nella stagione 2012 è stata impostata una prova di stress idrico in un vigneto sito in località Krajna vas, che ha permesso di verificare gli effetti di due situazioni di stress idrico sulle caratteristiche qualitative delle uve. In entrambe le tesi (stress idrico moderato e stress idrico severo) nel mese di luglio – inizio agosto i valori del  $\Psi_{stem}$  sono

diminuiti (a causa della mancanza di pioggia) anche se la riduzione è stata maggiore nel caso della tesi sottoposta a stress idrico da forte a severo (figura 5). Dopo il 4 di agosto l'irrigazione è stata ripristinata per evitare la perdita delle foglie e la disidratazione delle bacche, e i valori del  $\Psi_{stem}$  sono aumentati migliorando lo stato idrico delle piante per entrambe le tesi a confronto.

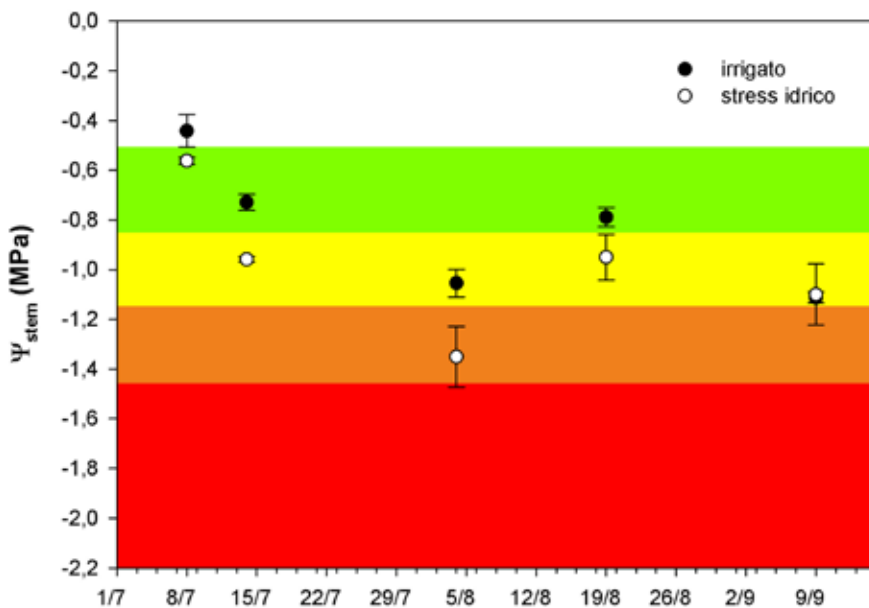


Figura 5: evoluzione del potenziale idrico  $\Psi_{stem}$  nell'annata 2012 nelle tesi irrigate e sottoposte a stress idrico.

I campioni di uve raccolti alla maturazione hanno mostrato come il livello di stress idrico abbia influenzato sia i parametri produttivi sia qualitativi. Infatti, come si può osservare nella tabella 1, il peso medio degli acini era di un 8 % inferiore nel caso della tesi con stress idrico da forte a severo. Normalmente se la produzione si riduce, ci si dovrebbe aspettare un aumento della concentrazione di solidi solubili per effetto di compensazione. Questo non è avvenuto, anzi i valori erano lievemente più alti nel caso della tesi irrigua. Questo risultato conferma come in situazioni di stress severo vi sia una riduzione dell'attività fotosintetica della pianta e una conseguente minore traslocazione di solidi solubili nelle bacche.

Tabella 1 – parametri tecnologici delle uve a maturazione nelle due tesi a confronto.

tesi	peso medio acino (g)	solidi solubili (Brix)	acidità titolabile (g/L)	pH
stress idrico M-F	1,46	19,0	7,0	3,45
stress idrico F-S	1,34	18,2	7,3	3,18

Uno scenario abbastanza diverso è invece emerso per le componenti polifenoliche estraibili (tabella 2). In questo caso si evidenzia come la condizione di stress idrico più severa abbia condotto ad un aumento della concentrazione delle proantocianidine estraibili dalle bucce. Come riportato anche in Castellarin et al. (2007), lo stress idrico favorisce l'aumento delle sostanze polifenoliche nelle bucce poiché aumenta l'espressione genica lungo tutta la via biosintetica dei flavonoidi. A conferma dei risultati qui ottenuti, anche Bucchetti et al. (2010) hanno trovato un incremento, seppure modesto, della concentrazione di tannini in uve sottoposte a stress idrico.

Il dato riguardante le proantocianidine da vinaccioli ha un andamento inverso, ovvero sia nella condizione di stress idrico più severo l'estrazione di questa componente è inferiore. Come già evidenziato nell'introduzione, Sivilotti et al. (2005) in una prova di stress idrico condotta su 'Merlot' hanno mostrato come lo stress idrico, quando severo, porta sì a una maggiore concentrazione di polifenoli a livello di vinaccioli, ma la loro estraibilità nel vino (o in soluzioni simil-vino come quella utilizzata nella prova) è molto bassa.

Considerando la composizione totale in proantocianidine a basso ed alto peso molecolare si può evidenziare come nel caso dello stress idrico severo vi sia un aumento della seconda frazione, soprattutto grazie al contributo delle bucce. Sivilotti et al. (2006), valutando le proprietà sensoriali di vini merlot prodotti in situazioni di stress idrico moderato e severo, hanno verificato come quest'ultimi risultino particolarmente sbilanciati probabilmente a causa della maggiore proporzione di proantocianidine estratte dalle bucce.

Tabella 2 – concentrazione di proantocianidine a basso (LMWP) e alto (HMWP) peso molecolare nelle bucce e nei vinaccioli a maturazione nelle due tesi a confronto.

tesi	bucce		vinaccioli		acino (bucce + vinaccioli)		
	LMWP mg/kg	HMWP mg/kg	LMWP mg/kg	HMWP mg/kg	LMWP mg/kg	HMWP mg/kg	LMWP + HMWP mg/kg
stress idrico M-F	140	827	500	541	640	1368	2008
stress idrico F-S	181	1427	347	355	528	1782	2310

Come visto nel caso di altre sperimentazioni condotte nell'ambito del progetto AGROTUR, la maggiore concentrazione in proantocianidine può essere importante nel caso del 'Terrano', poiché le uve di questa varietà normalmente presentano una concentrazione bassa di tannini, che pregiudica la durata nel tempo dei vini.

## 4 CONCLUSIONI

I risultati del monitoraggio del potenziale idrico nel territorio del Carso hanno permesso di mettere in luce nelle ultime annate un problema che sembrava distante ma che in realtà sta investendo in maniera prepotente anche i nostri ambienti: lo stress idrico. La sperimentazione condotta sulla varietà 'Terrano' ha permesso di evidenziare ancora una volta gli effetti positivi di uno stress idrico severo ma non eccessivo sul metabolismo secondario delle uve e quindi sull'estraibilità delle molecole polifenoliche nei vini. L'uso corretto dell'irrigazione diventa quindi un fattore chiave per garantire una buona qualità delle uve.

I risultati preliminari qui presentati mostrano come il peso della produzione sia diminuito di un 8 % nella situazione di stress idrico più severo e non vi siano stati degli effetti positivi sulla maturazione delle uve (accumulo di zuccheri e pH inferiore, acidità titolabile maggiore). Inoltre, nel caso dello stress idrico da medio a forte, il contenuto in proantocianidine estraibili (tannini) da vinaccioli è stato maggiorerispetto alla condizione di stress idrico severo, mentre è stato inferiore nel caso delle bucce. In altri lavori sperimentali (Sivilotti et al. 2006) è stato visto come in condizioni di stress idrico molto forte i vini prodotti mostrano proprietà sensoriali molto sbilanciate, sebbene la concentrazione di polifenoli sia maggiore.

Sulla base di questi risultati si intuisce chiaramente come situazioni di stress ancora più severe siano da evitare poiché si otterrebbero uve di più scarsa qualità e quindi una perdita economica per il viticoltore.

## 5 RINGRAZIAMENTO

Si ringrazia la azienda “Štoka” dal Krajna vas per l'aiuto e la collaborazione durante la sperimentazione. Il presente lavoro sperimentale rientra nelle attività previste del progetto AGROTUR / agroturistica carsica – progetto finanziato nell'ambito del Programma per la Cooperazione-Transfrontaliera Italia-Slovenia 2007-2013, dal Fondo di sviluppo regionale e dai fondi nazionali.

## BIBLIOGRAFIA

- Bucchetti B., Matthews M.A., Falginella L., Peterlunger E., Castellarin S.D. 2011. Effect of water deficit on Merlot grape tannins and anthocyanins across four seasons. *Sci. Hort.* 128(3):297-305
- Carrasco-Benavides M., Ortega-Farías S., Lagos L.O., Kleissl J., Morales L., Poblete-Echeverría C., Allen R.G. 2012. *Irrigation Sci.* 30(6): 485 – 497.
- Castellarin S.D., Pfeiffer A., Sivilotti P., Degan M., Peterlunger E., Di Gasparo G. 2007. Transcriptional regulation of anthocyanin biosynthesis in ripening fruits of grapevine under seasonal water deficit. *Plant Cell Environ.* 30(11):1381-1399.
- Choné X., Van Leeuwen C., Dubourdieu D., Gaudillère J.P. 2001. Stem water potential is a sensitive indicator of grapevine water status. *Ann. Bot.* 87(4): 477-483.
- Deloire A., Carbonneau A., Wang Z., Ojeda H. 2004. Vine and water a short review. *J. Int. Sci. Vigne Vin* 38(1): 1 – 13.
- McCarthy M.G. 1997. The effect of transient water deficit on berry development of cv. Shiraz (*Vitis vinifera* L.). *Aust. J. Grape Wine Res.* 3(3): 102-108.
- Ojeda H., Andary C., Kraeva E., Carbonneau A., Deloire A. 2002. Influence of pre- and postveraison water deficit on synthesis and concentration of skin phenolic compounds during berry growth of *Vitis vinifera* cv. Shiraz. *Am. J. Enol. Vitic.* 53(4): 261 – 267.
- Peleg H., Gacon K., Schlich P., Noble A.C. 1999. Bitterness and astringency of flavan-3-ol monomers, dimers and trimers. *J. Sci. Food Agric.* 79(8): 1123-1128.
- Mattivi F., Zulian C., Nicolini G., Valentini L. 2002. Wine, biodiversity, technology, and antioxidants. *Ann. New York Acad. Sci.* 957: 37 – 56.
- Rigo A., Vianello F., Clementi G., Rossetto M., Scarpa M., Vrhovšek U., Mattivi F. 2000. Contribution of the proanthocyanidins to the peroxy-radical scavenging capacity of some Italian red wine. *J. Agric. Food Chem.* 48(6): 1996 – 2002.
- Sivilotti P., Paladin M., Peterlunger E. 2004. Quality of Merlot grapes as affected by different soil water availabilities. In *Acta Hort.* A.G. Reynolds & P. Bowen (Eds.), pp. 83-90. ISHS Symp. Ser. 640. Toronto, Canada.

- Sivilotti P., Bonetto C., Paladin M., Peterlunger E. 2005. Effect of soil moisture availability on *Vitis vinifera* cv. Merlot: from leaf water potential to grape composition. *Am. J. Enol. Vitic.* 56(1):9-18.
- Sivilotti P., Bonetto C., Paladin M. and Peterlunger E. 2006. Effetto sui polifenoli dell'uva dello stress idrico controllato. *Informatore Agrario* 62(23):53-57.
- Tomás M., Medrano H., Pou A., Escalona J.M., Martorell S., Ribas-Carbó M., Flexas J. 2012. Water-use efficiency in grapevine cultivars grown under controlled conditions: Effects of water stress at the leaf and whole-plant level. *Aust. J. Grape Wine Res.* 18(2): 164 – 172.
- WMO (World Meteorological Organisation) 2007. Scientific assessment of ozone depletion: 2006, Global Ozone Research and Monitoring Project. Report 50, 572 pp. Geneva, Switzerland.







Kmetijski  
inštitut  
Slovenije



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI DI TRIESTE



ZDRUŽENJE



KONZORCIJ  
KRAŠKIH  
PRIDELOVALČEV  
TERANA



---

Projekt sofinanciran v okviru Programa čezmejnega sodelovanja Slovenija-Italija 2007-2013 iz sredstev Evropskega sklada za regionalni razvoj in nacionalnih sredstev. Progetto finanziato nell'ambito del Programma per la Cooperazione Transfrontaliera Italia-Slovenia 2007-2013, dal Fondo europeo di sviluppo regionale e dai fondi nazionali. Project funded under the Cross-Border Cooperation Programme Italy-Slovenia 2007-2013 by the European Regional Development Fund and national funds.



REPUBLIKA SLOVENIJA  
**SLUŽBA VLADE REPUBLIKE SLOVENIJE ZA RAZVOJ  
IN EVROPSKO KOHEZIJSKO POLITIKO**



Ministero dell'Economia  
e delle Finanze