

Effetti delle radiazioni UV in  
agricoltura:

**il caso delle scottature del grappolo  
su *Vitis vinifera* cv. Petit  
rouge in Valle d'Aosta**

S. Donnini<sup>1</sup>, **M. Dell'Orto**<sup>1</sup>, P. De Nisi<sup>1</sup>,  
O. Zecca<sup>2</sup> e G. Zocchi<sup>1</sup>



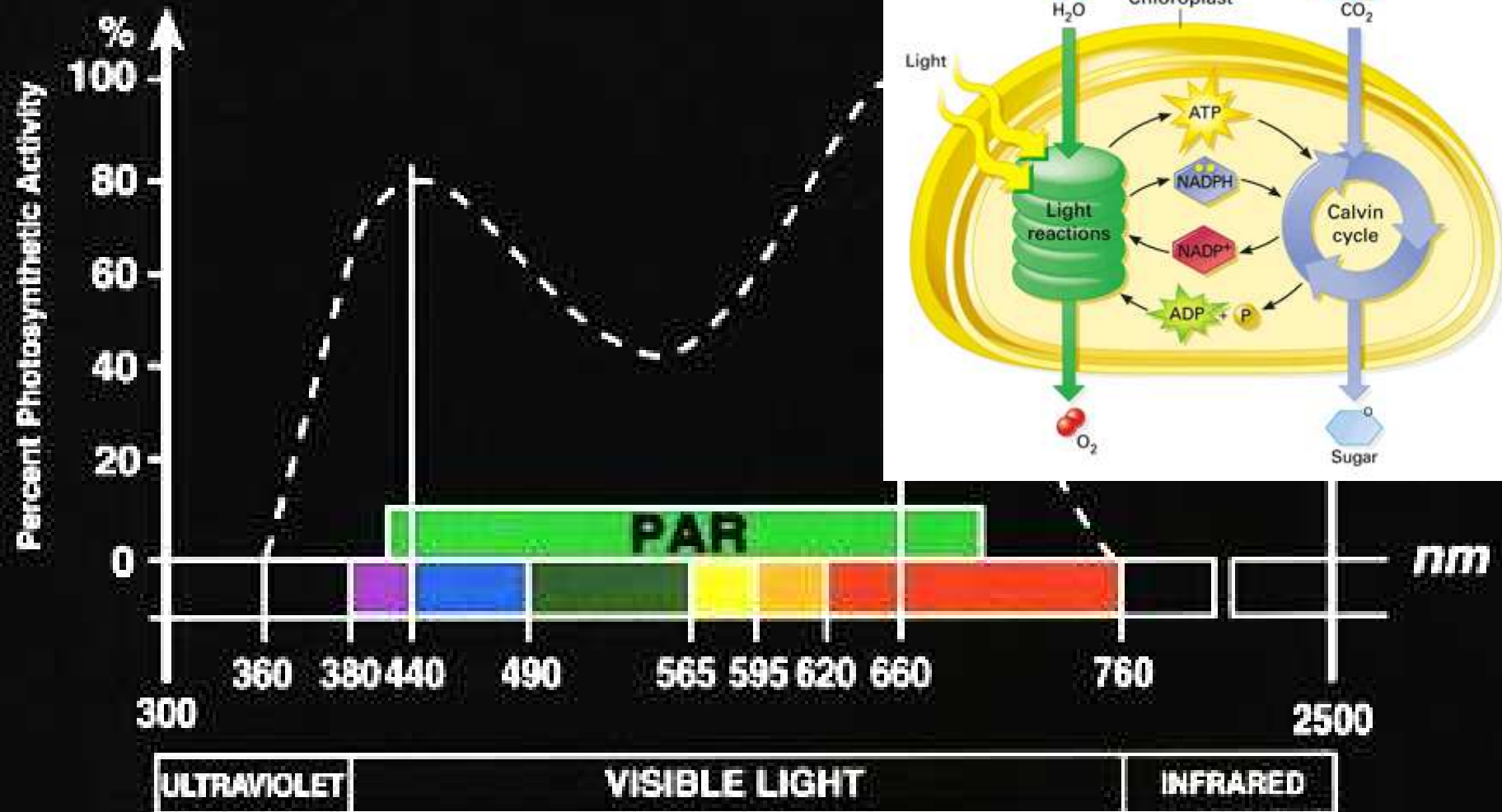
**1** DIPARTIMENTO DI SCIENZE AGRARIE E AMBIENTALI -  
PRODUZIONE, TERRITORIO, AGROENERGIA - DISAA  
Università degli studi di Milano



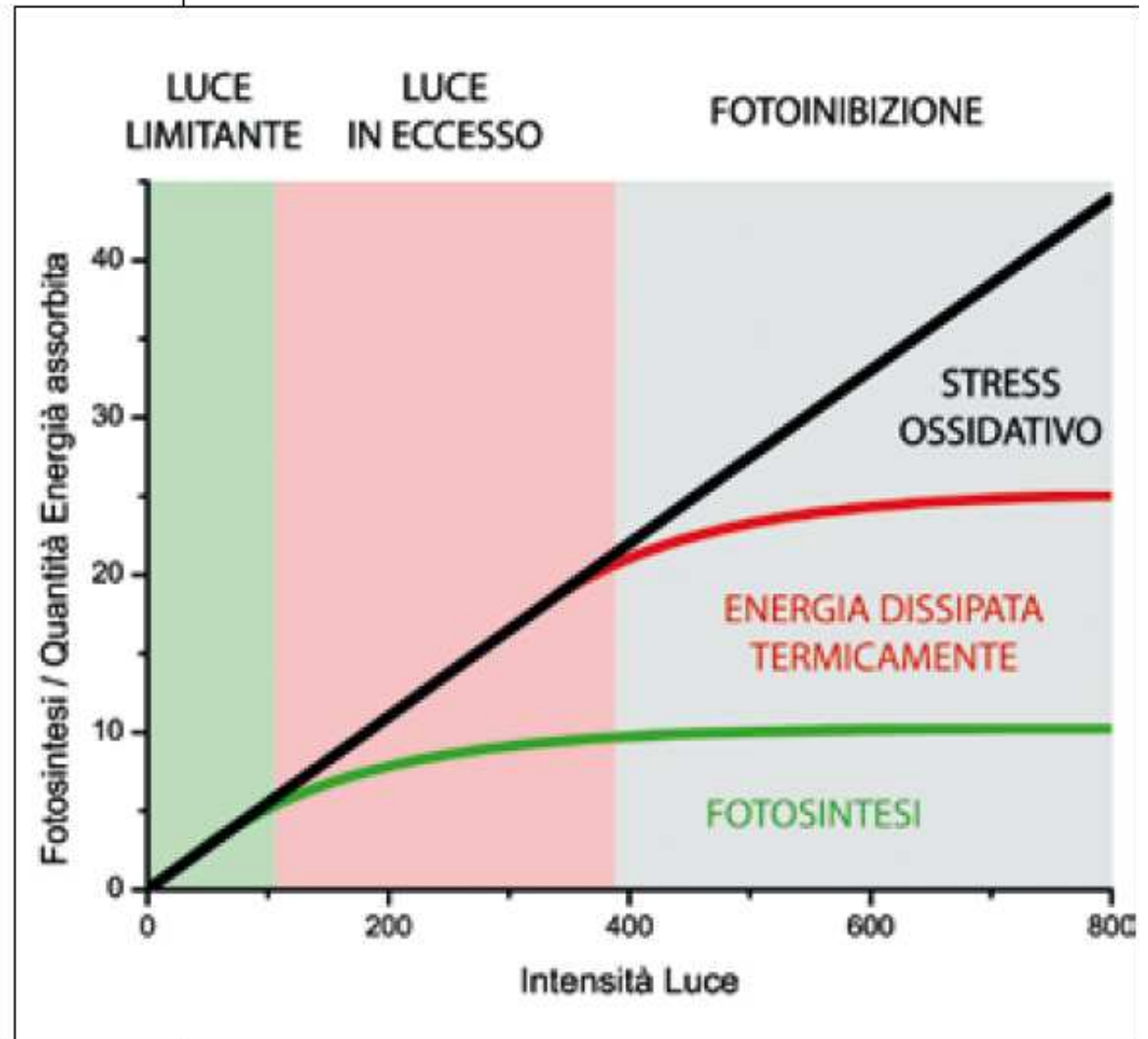
**2** Institut Agricole Régional - Aosta

## Effetti della radiazione luminosa sui vegetali

### Utilization of Global Sun Radiation Spectrum



## Effetto della Radiazione visibile

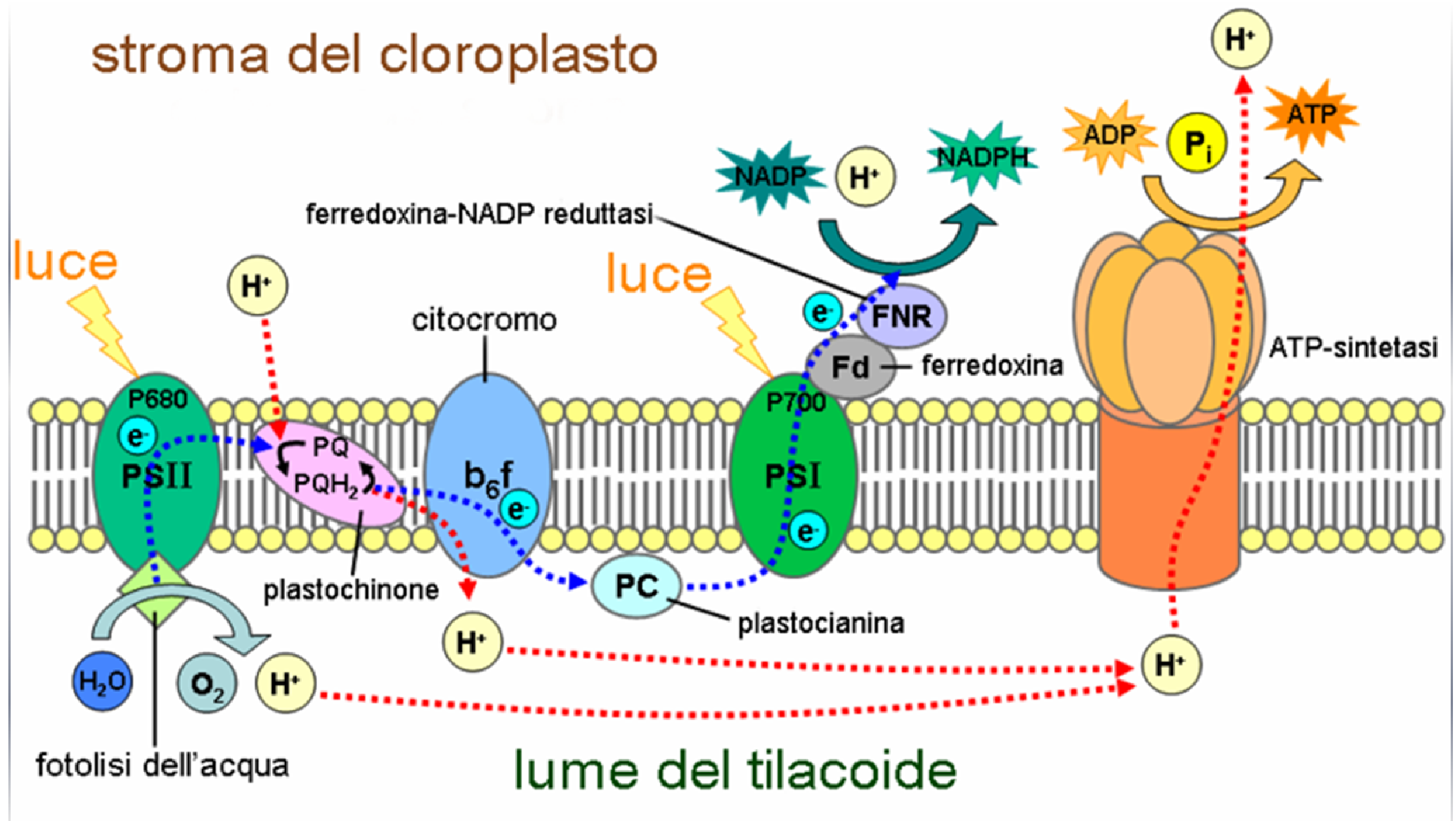


**Luce limitante:** la fotosintesi è direttamente proporzionale alla quantità di luce assorbita

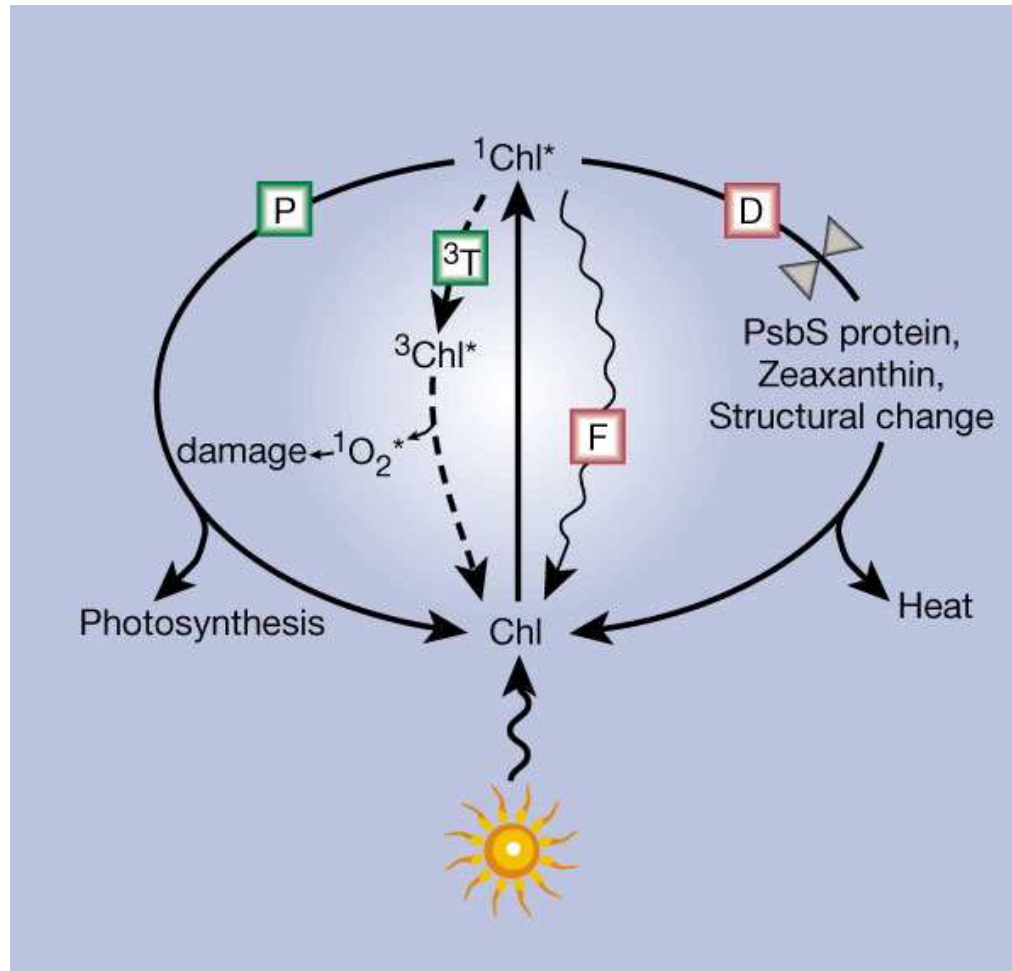
**Luce in eccesso:** attivazione dei meccanismi che dissipano termicamente l'energia

**Fotoinibizione:** formazione di specie reattive dell'ossigeno e danni cellulari

## Fase luminosa della fotosintesi

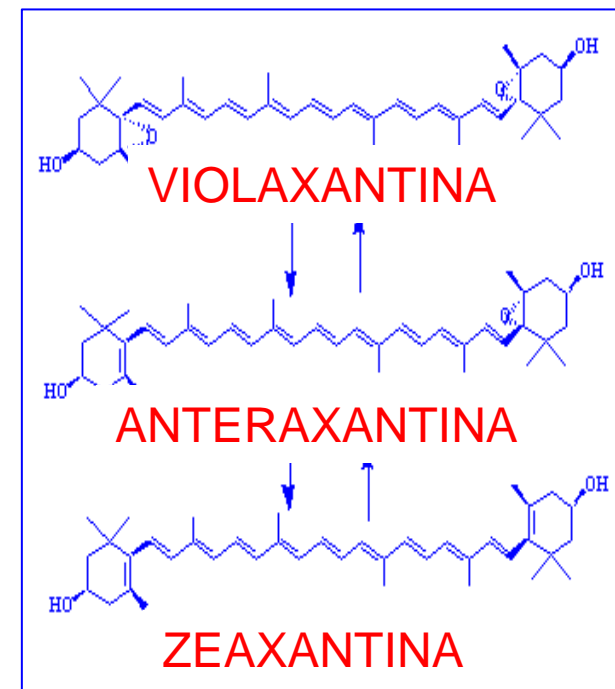


# Meccanismi di dissipazione dell'energia nei cloroplasti



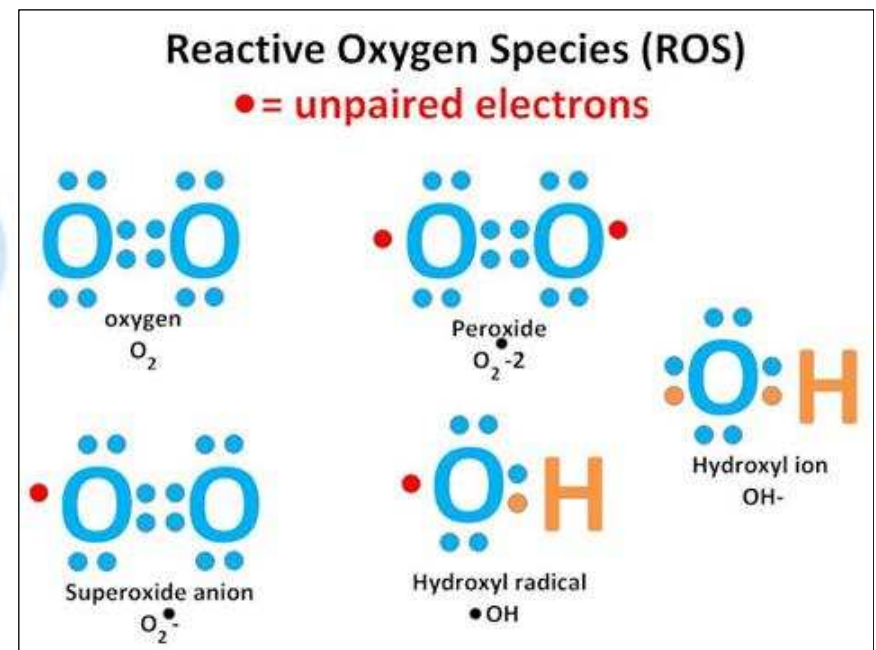
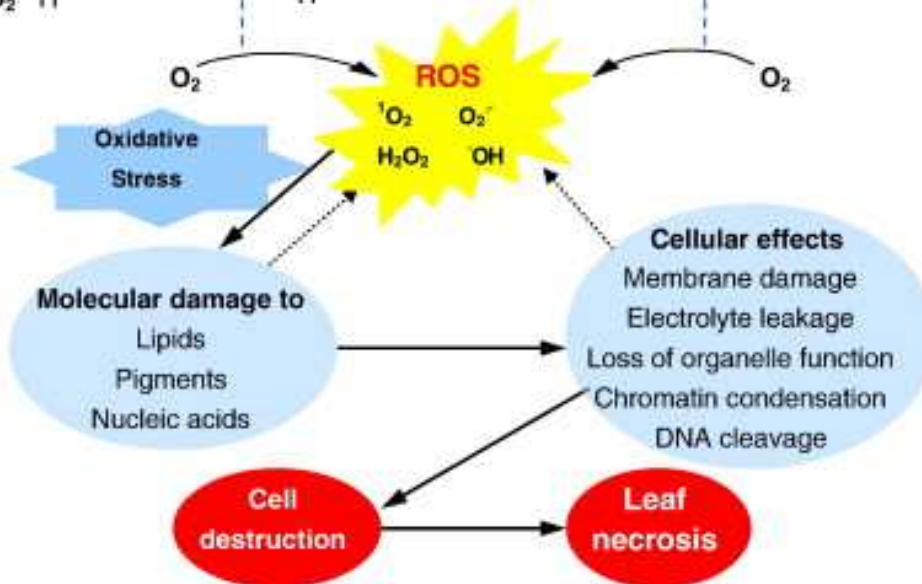
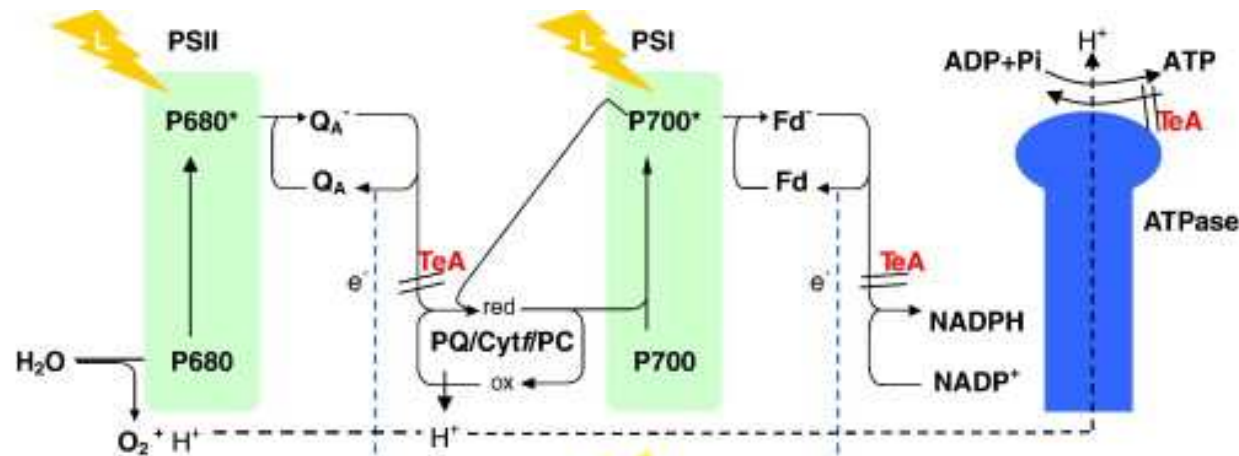
## CICLO DELLE XANTOFILLE

le xantofille sono convertite in una forma che accetta energia dalla clorofilla eccitata e che poi la dissipa sotto forma di calore



# Generazione di stress ossidativo

## Formazione di specie reattive dell'ossigeno (ROS) e danni cellulari



# Effetto della radiazione UV

## DNA

Formation of CPDs and (6—4) PP

Induction of repair mechanisms

Stimulation of homologous recombination

## Photosynthesis

Degradation of photosystem II D1 and D2 proteins

Reduction of activity and amount of Rubisco

Damage of thylacoid membrane

Destruction of chlorophyll and carotinoides

## Phytohormones

Photooxidation of indolacetamide

## Membranes

Peroxidation of lipids

## Secondary metabolism

Activation of phenylpropanoid biosynthetic pathway

Accumulation of UV-protective pigments

## Stress responses

**Formation of ROS**

Induction of superoxide dismutase, ascorbate peroxidase, and glutathione reductase

## Photomorphogenesis

Inhibition of hypocotyl elongation

Cotyledon opening

Morphology and anatomy

Alteration in the composition of epicuticular waxes

Reduction of leaf surface area

Increased thickness of leaf

Shortened internodes

Branching

Influence of the whole plant, plant communities, and ecosystems

Reduction of biomass, crop yield, Altered flowering, Reduced fertility



# DETOSSIFICAZIONE DA ROS NEI VEGETALI

**SOD** (superossido dismutasi)  $O_2^- + O_2^- + 2H^+ \longrightarrow H_2O_2$

ISOFORME a diversa organizzazione subcellulare

(Fe SOD, Mn SOD, Cu-Zn SOD)

**CAT** (catalasi)  $2H_2O_2 \longrightarrow O_2 + 2H_2O$

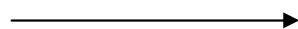
Localizzate nei perossisomi della cellula vegetale

**POD** (perossidasi)  $AH_2 + H_2O_2 \longrightarrow A + 2H_2O$

Funzione metabolica e detossificante

Localizzazione subcellulare ubiquitaria (vacuolo, parete, mitocondri, citoplasma..)

✓ **ASPECIFICHE**

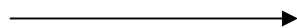


Dianisidina (POD totali)

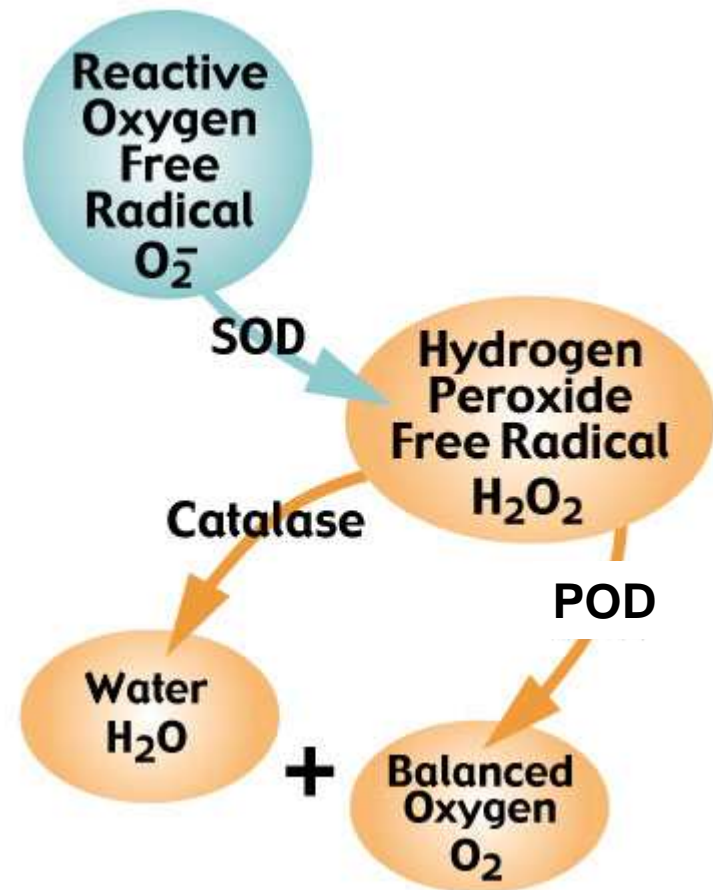
Siringaldazina (POD lignificazione)

Guaiacolo (POD antiossidanti)

✓ **SPECIFICHE**



Acido ascorbico (APX)





## DETOSSIFICAZIONE DA ROS NEI VEGETALI

# Carotenoidi

Gruppo di pigmenti di colore  
giallo, arancio e rosso distinti in

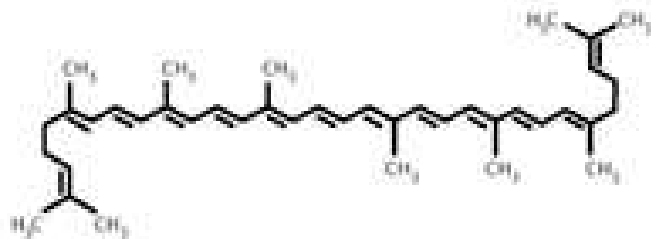


### **Xantofille** (violaxantina, anteraxantina, zeaxantina)

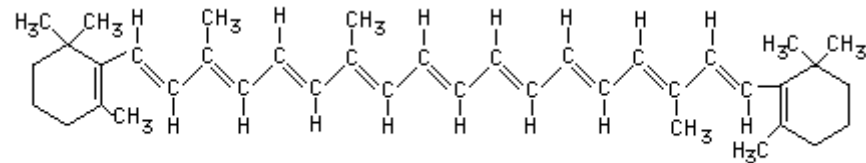
## Caroteni (licopene, carotene)

**Per la loro particolare struttura molecolare, sono capaci di legare ed eliminare i radicali liberi**

Tra i carotenoidi il licopene sembra essere il più efficiente *oxygen quencher*, grazie alla presenza di due ulteriori doppi legami rispetto alla struttura degli altri carotenoidi.



## Lycopene



$\beta$ -carotene

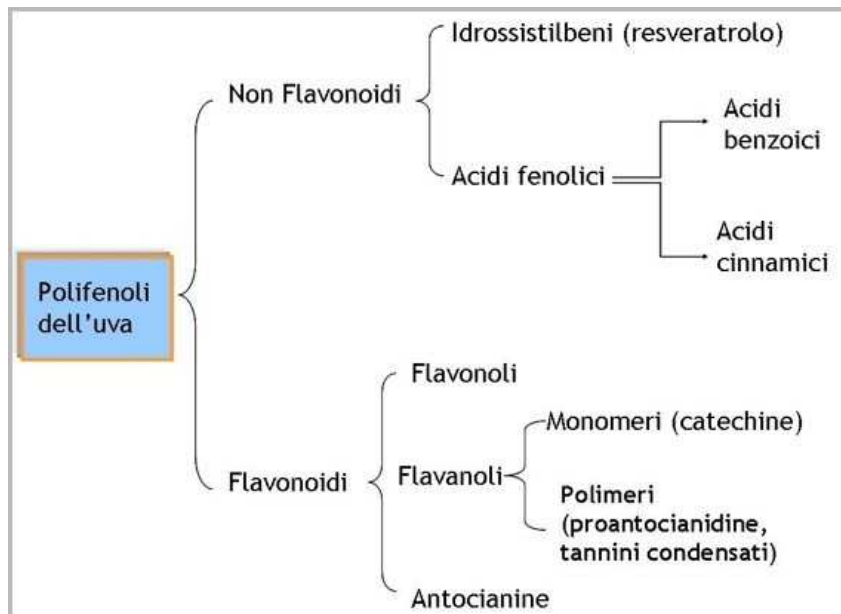
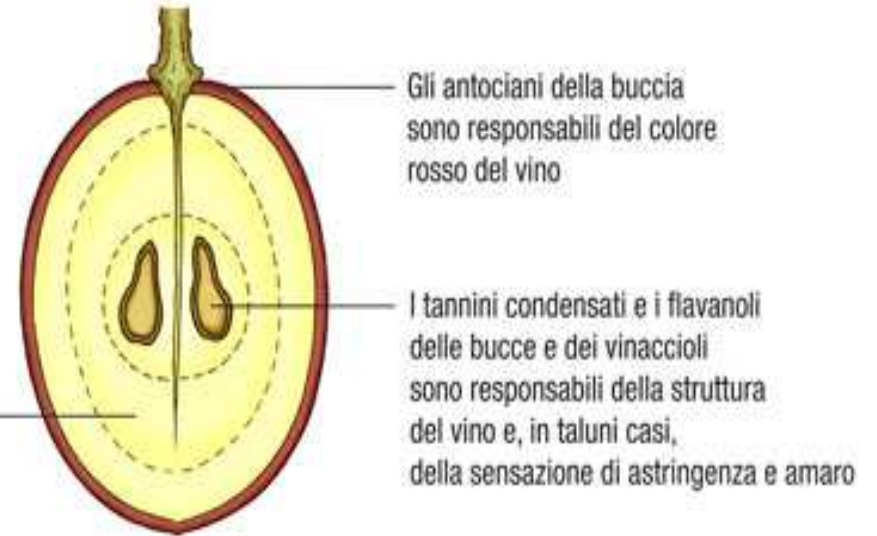
# DETOSSIFICAZIONE DA ROS NEI VEGETALI

## Polifenoli

Localizzazione dei principali composti fenolici dell'uva

### *Principali polifenoli nella buccia dell'uva:*

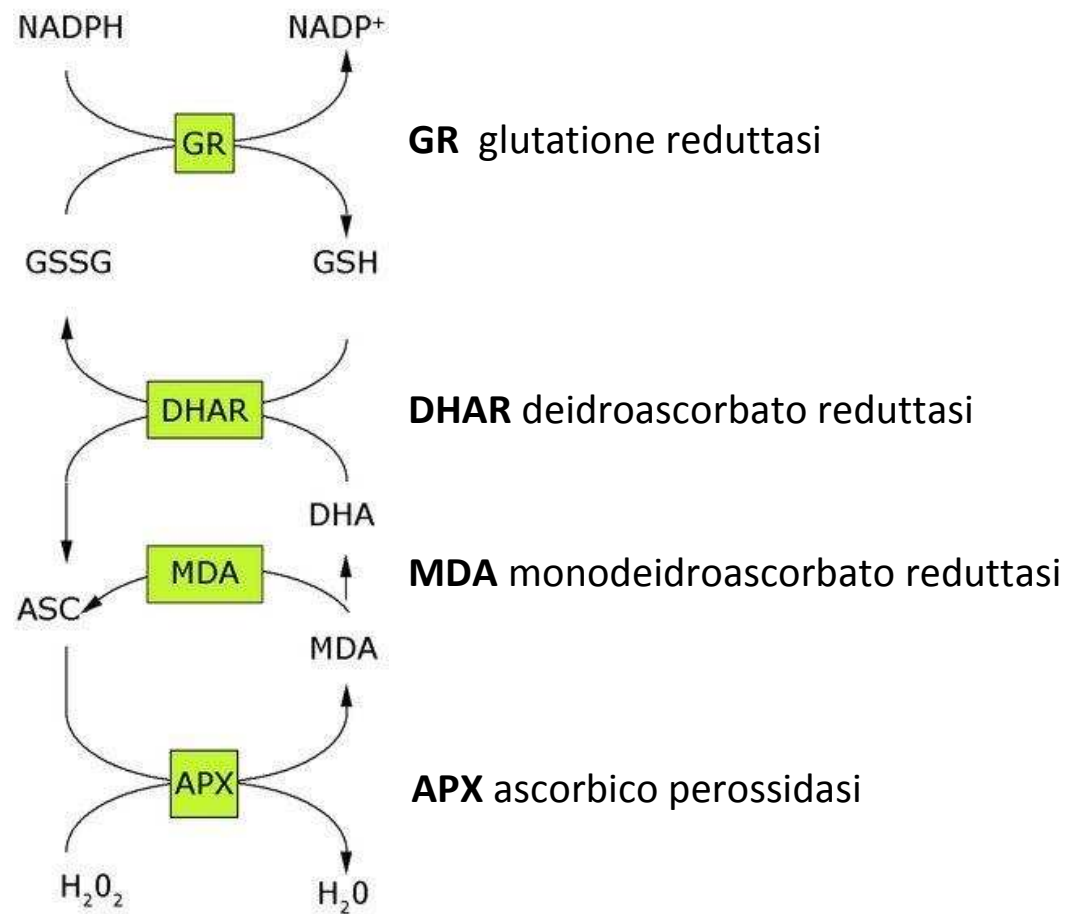
CATECHIN, EPICATECHIN, KAEMPFEROL,  
QUERCETIN, MYRICETIN, ISORHAMNETIN, COUTARIC  
ACID, CAFTARIC ACID, FERTARIC ACID Resveratrol



# DETOSSIFICAZIONE DA ROS NELLE PIANTE

## Glutatione, Ascorbato

### CICLO dell'ASCORBATO- GLUTATIONE



## Esempi di Sunburn su frutti



Krasnow M.N., Matthews M.A., Smith R.J., Benz J., Weber E., Shackel K. A. 2010. Distinctive symptoms differentiate four common types of berry shrivel disorder in grape. California Agriculture Vol. 64 July-September.



### **Sintomi di scottatura:**

- macchie imbrunite sul lato esposto della bacca
- spaccatura della buccia
- scarsa colorazione dopo l'invasatura
- completo essiccamento della bacca

### **Severità dei sintomi:**

- specie e varietà
- fase fenologica

### **Alta intensità di radiazione solare**

- giornate limpide
- ore pomeridiane
- esposizione a ovest
- altitudine elevata



### **Componenti responsabili:**

- Eccesso di radiazione visibile
- Radiazione UV-A e UV-B
- Alte temperature





**Caso studio:  
Scottatura degli acini  
d'uva in varietà  
autoctone della Val  
d'Aosta**

**Var. sensibile: Petit rouge**

**Var. resistente: Cornalin**



## Obiettivi della ricerca

- Verificare se le scottature sono associate all'insorgenza di stress ossidativo
- Verificare se la diversa sensibilità alle scottature è correlata alla differente capacità di contrastare la produzione di ROS

Località La Rochère AOSTA  
Versante SUD



Data di acquisizione delle immagini: 10/30/2009



2009

45°44'32,68"N 7°18'08,08"E elev 787 m

Google earth

Alt 1.43 km



## Orientamento dei Filari NNO-SSE

Cornalin non irrigato

Petit rouge  
irrigato

Petit rouge  
non irrigato

Image © 2012 GeoEye

Google earth

Data di acquisizione delle immagini: 10/15/2009 2009 45°44'16"49"N 7°18'06"33"E elev 600 m

Alt 860 m



**SUN WEST IRRIGATED**

**SUN WEST not IRRIGATED**

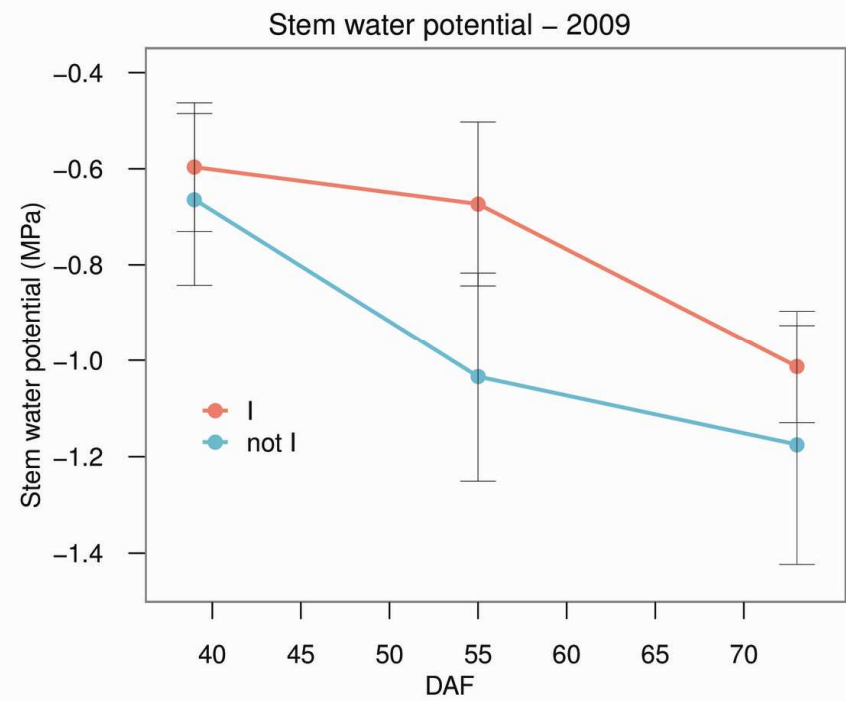
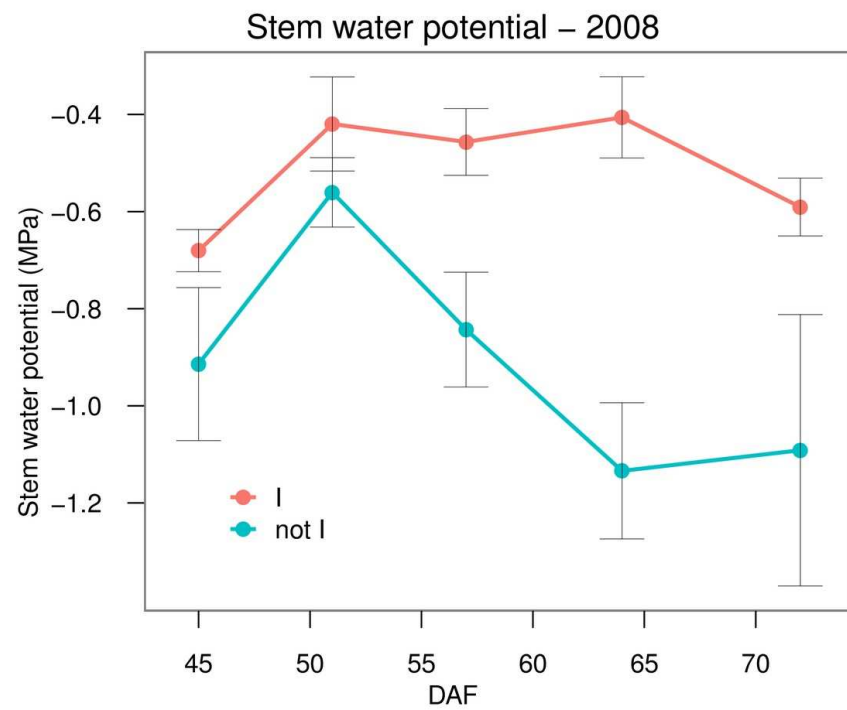
**SUN EST IRRIGATED**

**SUN EST not IRRIGATED**

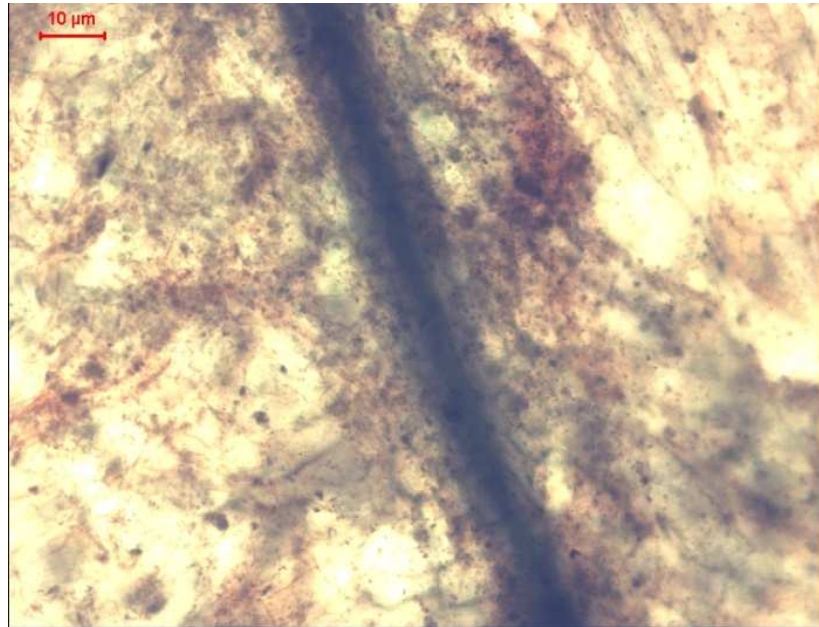
**SHADE IRRIGATED**

**SHADE not IRRIGATED**

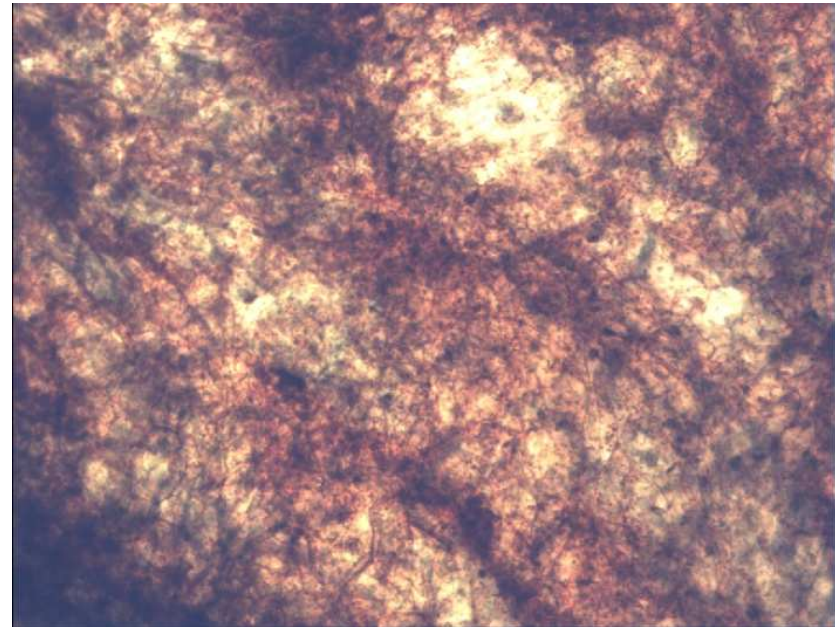




## Esocarpo di uva: localizzazione istochimica di $\text{H}_2\text{O}_2$



**Cornalin**

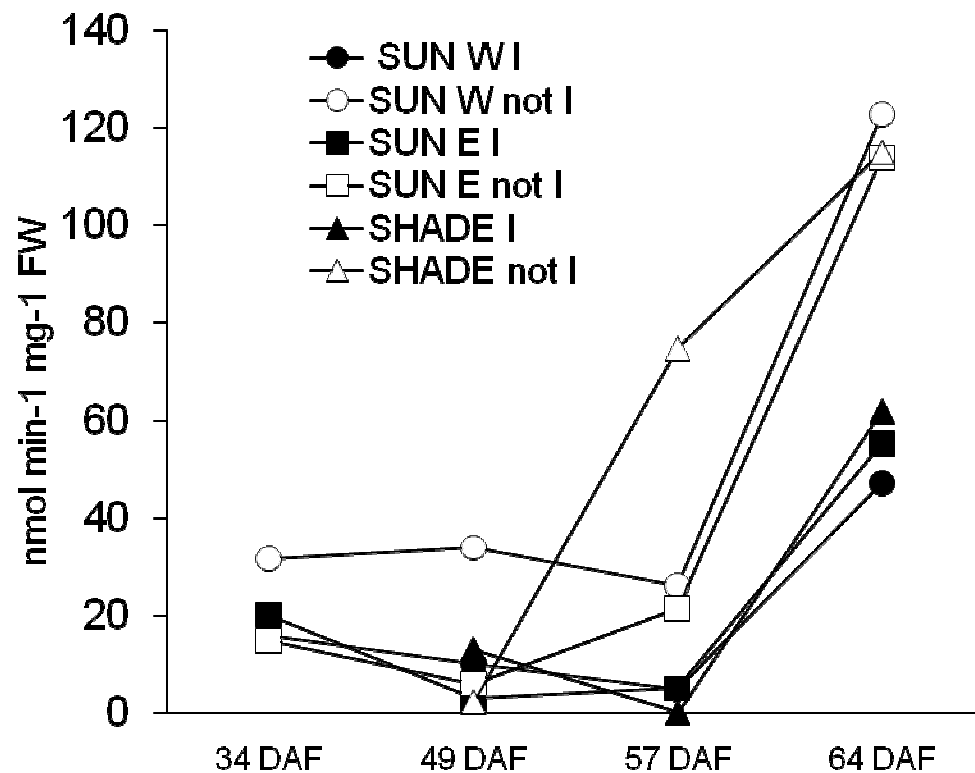


**Petit rouge**  
**Acino scottato**



# Peroxidase (POD) activity

( $\mu\text{mol mg prot}^{-1} \text{ min}^{-1}$ ) assayed on Petit rouge asymptomatic berries (season **2008**) which differ for: i) exposure (SUN) or shading (SHADE) from direct solar radiation; iii) berry exposure towards East or West (EAST, WEST); iv) water status (IRR, NO IRR).



---

**Peroxidase (POD) activity assayed only on Petit rouge  
sunburned berries in 2008**

---

( $\mu\text{mol mg prot}^{-1} \text{ min}^{-1}$ ) which differ for: i) exposure (SUN) or shading (SHADE) from direct solar radiation; iii) berry exposure towards East or West (E, W); iv) water status (I, not I).

	<b>34 DAF</b>	<b>49 DAF</b>	<b>57 DAF</b>
<b>SUN, E, not I</b>	-	75.5 $\pm$ 6.3	-
<b>SUN, W, not I</b>	-	-	125.4 $\pm$ 7.1
<b>SHADE, not I</b>	-	-	-
<b>SUN, E, I</b>	-	16.2 $\pm$ 1.1	-
<b>SUN, W, I</b>	95.8 $\pm$ 2.1	9.3 $\pm$ 1.3	-
<b>SHADE, I</b>	-	-	-

---

## Glutathione levels in grape berries in 2008.

The samples differ for: *i*) exposure to (SUN) or shading from (SHADE) direct solar radiation; *ii*) berry exposure (EAST, WEST); *iii*) water status (IRR, NO IRR).

	34 DAF	49 DAF	57 DAF	64 DAF	91 DAF
<b>Petit rouge</b>					
SUN, E, not I	9.7 e <sup>a</sup>	84.2 b	17.5 bc	42.5 cd	193.6 c
SUN, W, not I	10.1 e	13.9 e	47.3 a	60.0 b	263.4 ab
SHADE, not I	32.2 b	46.0 c	10.4 c	48.0 c	220.2 c
SUN, E, I	20.5 c	80.1 b	26.6 b	39.1 d	261.5 b
SUN, W, I	61.7 a	94.0 a	23.8 b	93.0 a	310.4 a
SHADE, I	15.3 d	28.4 d	12.7 c	24.2 e	272.3 b
<b>Cornalin</b>	1.4 f	14.3 e	11.5 c	13.4 f	79.7 d

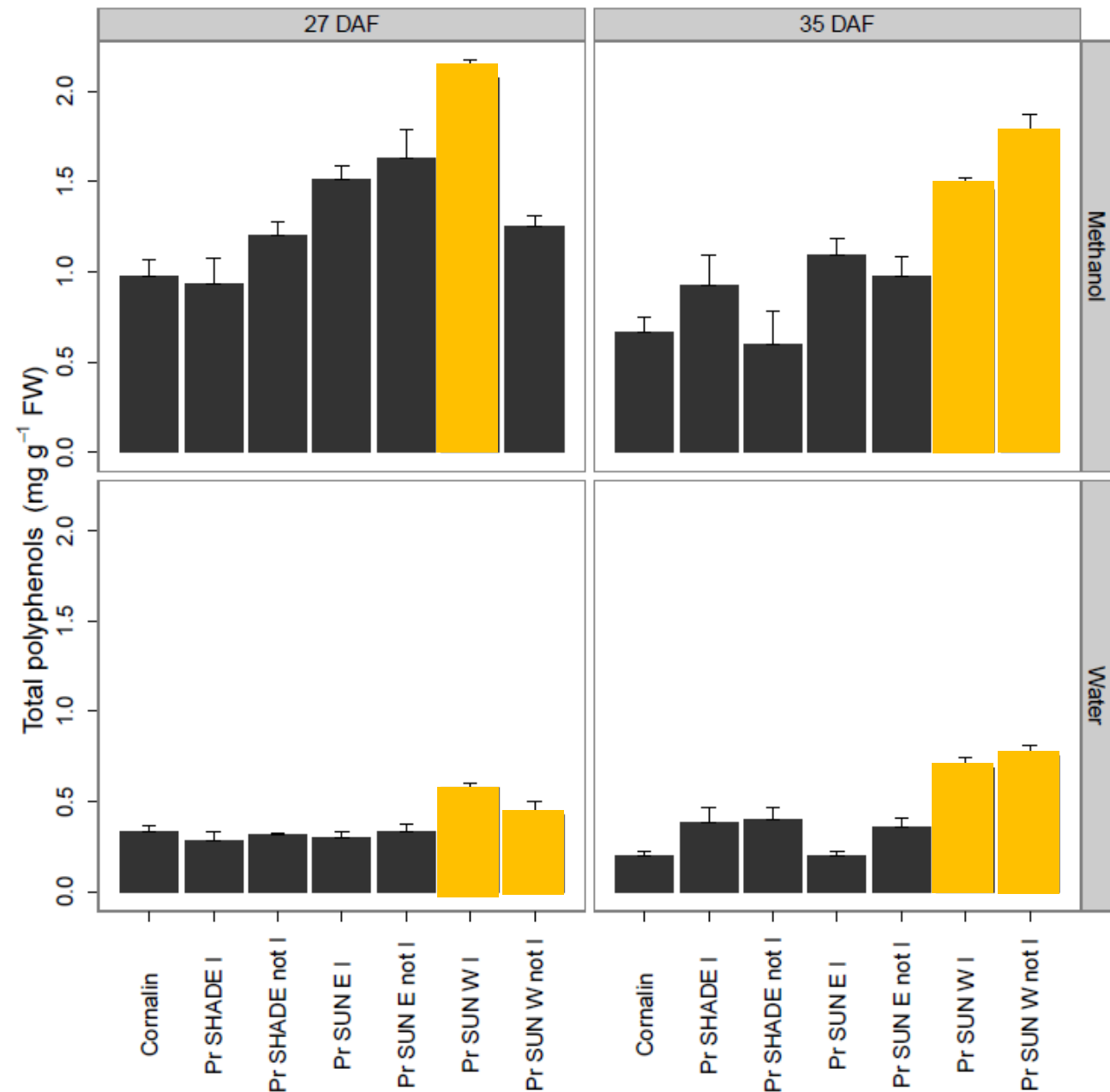
## Glutathione levels in grape berries in 2009.

	27 DAF	35 DAF	65 DAF	116 DAF
<b>Petit rouge</b>				
SUN, E, not I	30.2 b <sup>a</sup>	27.9 b	65.4 d	390.1 a
SUN, W, not I	58.1 a	48.9 a	201.3 a	350.4 b
SHADE, not, I	15.1 c	10.1 c	103.1 b	322.1 c
SUN, E, I	21.4 c	30.8 b	75.6 c	378.2 ab
SUN, W, I	51.5 a	44.5 a	220.3 a	421.3 a
SHADE, I	19.9 c	18.6 c	81.2 c	317.1 c
<b>Cornalin</b>	15.4 c	13.2 c	67.1 d	312.4 c

# Concentration of water and methanol soluble phenols

in berries sampled in 2009

growing season



- Petit rouge***

valori elevati di glutathione e polifenoli in bacche asintomatiche esposte ad Ovest  
**prevenzione della scottatura tramite l'eliminazione delle ROS**

- Cornalin**

valori bassi di glutathione e polifenoli

mancata produzione di ROS, attivazione di meccanismi più a monte, es. **fotoprotezione o di schermatura dalle radiazioni UV** (peli o cere)

### Linee future

**indagare in Cornalin l'esistenza di meccanismi di foto protezione o di protezione da UV  
scomporre gli effetti delle diverse componenti coinvolte : radiazione visibile, UV e riscaldamento**



# Grazie!

Lavoro finanziato  
dall'Institut Agricole Régional di Aosta  
Direttore **Sergio Aguetaz**