

# Effetti dell'irrigazione sovrachioma sul condizionamento del microclima in fragola sotto tunnel

Michele Genovese<sup>1\*</sup>, Giambattista Toller<sup>2</sup>, Stefano Corradini<sup>2</sup>, Daniele Prodorutti<sup>3</sup>, Davide Profazer<sup>3</sup>, Claudio Ioriatti<sup>4</sup>

**Riassunto:** L'attività metabolica e fisiologica della fragola (*Fragaria x ananassa*, Duch) var. *Elsanta* coltivata in tunnel e fuori suolo risulta fortemente condizionata da temperature maggiori di 28°C.

Al fine di valutare le potenzialità dell'irrigazione climatizzante su fragola in Trentino, è stato predisposto un sistema di microaspirazione sovrachioma volto a individuare l'ottimale tempo di bagnatura-asciugatura dal punto di vista fitosanitario con quattro cicli irrigazione-attesa a confronto: (- ; -), (30 s; 30 min), (40; 45), (70; 80). Con soglia di attivazione a temperatura  $T_{tunnel} > 28^{\circ}\text{C}$  e umidità relativa UR tunnel  $< 80\%$ .

Le misure di scambi gassosi mostravano delle differenze in termini di assimilazione netta delle foglie irrigate sovrachioma rispetto al controllo. La traspirazione risultava maggiore nel controllo con valori di conduttanza stomatica non significativamente diversi tra i trattamenti, questo fa supporre che la riduzione della traspirazione fosse legata alla minore domanda evapotraspirativa dell'ambiente circostante la foglia in condizioni di umidità relativa più alta.

**Parole chiave:** *Elsanta*, stress termico, microclima, fotosintesi.

**Abstract:** Metabolic and physiological activity of strawberry plant (*Fragaria x ananassa*, Duch) var. *Elsanta* growth under high tunnel condition seems to be strongly affected by temperature over 28°C.

In order to evaluate the efficiency of overhead irrigation on strawberry microclimate, in Trentino area, a remote system control of overhead sprinkler irrigation was switched on when air temperature and relative humidity parameters measured at canopy level were respectively  $T_{tunnel} > 28^{\circ}\text{C}$  and relative humidity UR  $T_{tunnel} < 80\%$  with four different irrigation-stop interval as treatments: Control (- ; -), (30 s; 30 min), (40 s; 45min), (70 s; 80 min).

The gas exchange measurement showed a significant difference between sprinkled treatments and control, with high net assimilation rate for all sprinkled treatment compared to the control. The transpiration was high for control treatment, this let suppose that observed differences in transpiration rate were related to low environmental evapotranspiration demand of air surrounded leaves.

**Keywords:** *Elsanta*, heat stress, microclimate, photosynthesis.

## INTRODUZIONE

Gli stress termici possono causare danni irreversibili alle piante ed ai frutti: riduzione dell'attività fotosintetica (Borah, *et al.* 1969) perdita del turgore cellulare, distruzione di proteine importanti per la funzionalità del fotosistema II, sintesi di tossine, collasso, morte dei tessuti della pianta (Hopkins, 1999), danno diretto ai frutti come il sunburn (Genovese *et al.* 2010, Renquis *et al.* 1983) e ripercussioni sulla loro pezzatura.

Molti studi trattano dell'influenza che la temperatura può avere sulla crescita della pianta e sull'attività fotosintetica (Schrader *et al.* 2004, Bernacchi C. J. *et al.* 2002, 2003); temperature superiori a 30 °C possono indurre la chiusura degli stomi, una riduzione della conduttanza stomatica (gs) con riduzione della traspirazione ed incremento della temperatura fogliare.

Alte temperature possono causare una riduzione dell'attività fotosintetica ed un incremento dell'attività di respirazione di pianta e frutti con un elevato consumo di carboidrati e sostanze di riserva utilizzati dalla pianta per far fronte alle sue esigenze energetiche a sostegno dell'attività metabolica.

Inoltre, l'adozione di films plastici neri, per le coltivazioni in suolo, rispetto al terreno nudo possono incrementare la temperatura delle foglie ed influenzare il microclima prossimo alla

\* Corresponding Author email: michele.genovese@iasma.it

<sup>1</sup> Unità produzioni ortoflorofruitticole - Fondazione E. Mach - Istituto Agrario di S. Michele a/A, (TN) Italy.

<sup>2</sup> Unità Sistema Informativo Geografico- Fondazione E. Mach - Istituto Agrario di S. Michele a/A, S. Michele a/A (TN).

<sup>3</sup> Unità Fitoiatria - E. Mach - Istituto Agrario di S. Michele a/A, S. Michele a/A (TN).

<sup>4</sup> Dipartimento Sperimentazione - E. Mach - Istituto Agrario di S. Michele a/A, S. Michele a/A (TN).

Received 11 June 2011 accepted 21 June 2011

pianta, in seguito alla trasmissione del calore per diffusione (Tarara *et al.* 2000).

La temperatura ottimale per lo sviluppo fogliare e per la crescita della pianta di fragola è compresa tra 15 ed i 28°C a seconda delle cultivars. L'attività del fotosistema II risulta essere fortemente condizionata dalle alte temperature fino compromissione della funzionalità di alcuni enzimi che regolano lo svolgimento di importanti funzioni della pianta.

L'umidità può influenzare la traspirazione della pianta e gli scambi gassosi, intervenendo sull'apertura stomatica (Lange *et al.*, 1971; Schulze *et al.*, 1974); le cellule di guardia, rispondono bene ad ogni variazione di turgore della foglia modulando l'apertura stomatica e l'efficienza d'uso dell'acqua della pianta (WUE).

La forza motrice che guida la traspirazione di una pianta è rappresentata dalla variazione del deficit di pressione (VPD) che include parametri quali la temperatura della foglia ( $T_{leaf}$ ), la temperatura ambiente, l'umidità relativa dell'ambiente ( $RH_{air}$ ). La traspirazione della foglia è direttamente proporzionale alla differenza di pressione di vapore (VPD), pertanto il VPD rappresenta un indice importante che descrive bene l'influenza dell'umidità sulla traspirazione della foglia; in ogni caso qualora l'umidità interna della foglia (intendendo quella della camera sottostomatica) fosse inferiore al 98%, la traspirazione della foglia viene influenzata in maniera più incisiva dall'umidità ambientale.

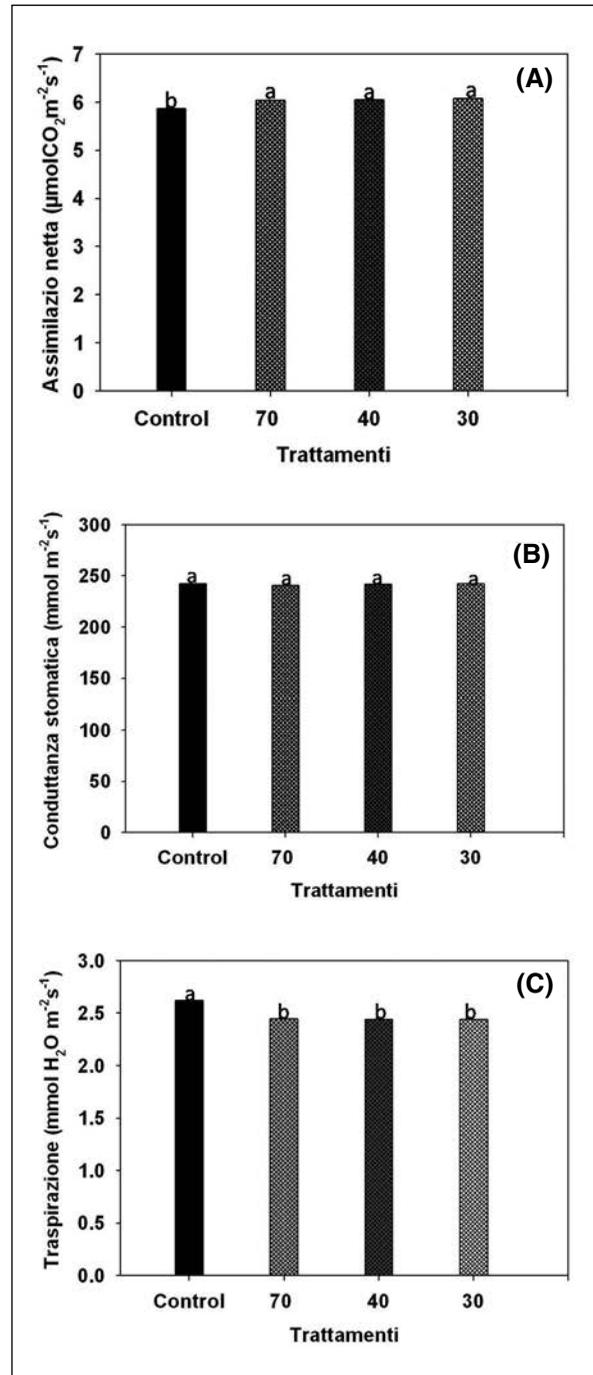
L'adozione di tecniche volte a contenere gli effetti di stress termici sulla produzione e sulla qualità dei frutti, quale l'irrigazione sovrachiuma, potrebbe rappresentare un valido mezzo di mitigazione degli stress termici nelle piante di fragola.

## MATERIALI E METODI

L'esperimento è stato condotto durante la stagione 2010 utilizzando piante di fragola var. El-santa coltivata fuori suolo su substrato di torba (Luglio-Ottobre), in un'azienda gestita secondo criteri di ordinarietà in agro di Pergine Valsugana (TN).

I tunnel che ospitavano le piante erano delle dimensioni 20 m X 5 m con telo a luce diffusa come copertura antipioggia aperti lateralmente ed alle due estremità terminali; le piante erano disposte su 4 file collocate in contenitori in numero di 6 piante per ognuno.

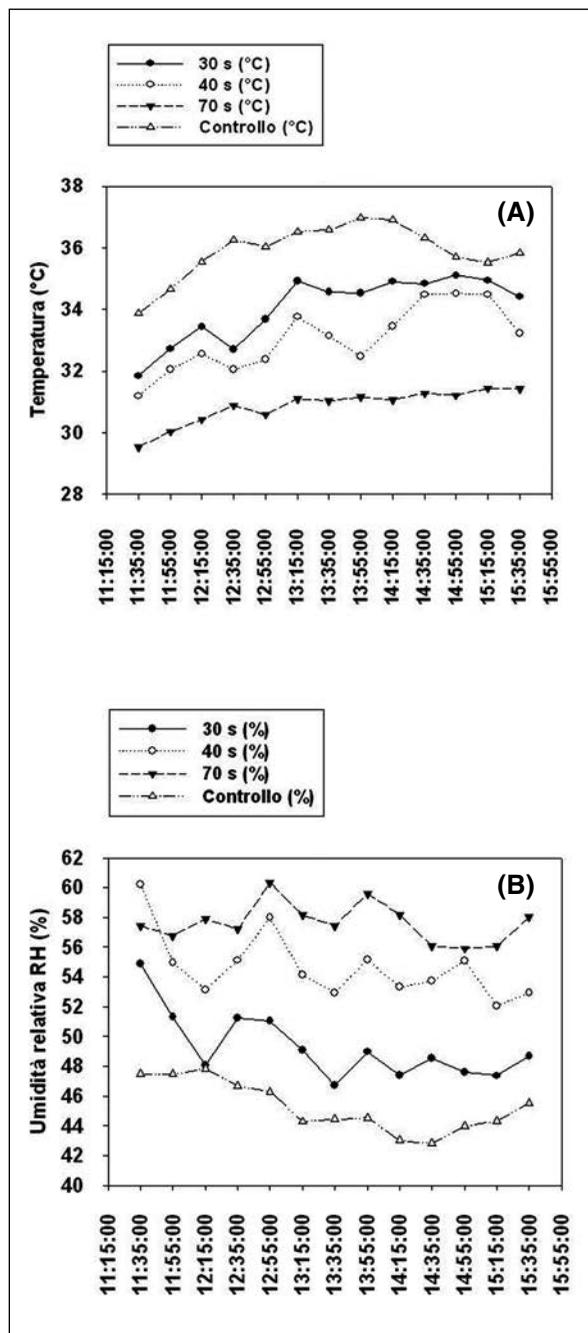
L'irrigazione delle fragole fuorisuolo era fornita da due impianti: uno per la fertirrigazione con



**Fig. 1** - Assimilazione netta (A); Conduttanza stomatica (B), Traspirazione (C) nei differenti trattamenti e durante la stagione, ogni punto del grafico rappresenta la media 5 foglie per trattamento e per epoca di misura; lettere differenti indicano differenze statisticamente significative tra i trattamenti Tukey's HDS test  $p < 0.05$ .

*Fig. 1* - Stomatal conductance (A); Transpiration rate (B); Net assimilation rate (C) for different treatments and during strawberry growth season, each data point represent a mean of 5 leaves at three different sampling time.

Different letter indicate statistical significance among treatments Tukey's HDS test  $p < 0.05$ .



**Fig. 2** - Andamento della temperatura (A) e umidità relativa (B) a livello della chioma e temperatura ambiente per i trattamenti: (70s), (40 s), (30 s) e (Controllo) dalle ore 11:50 AM alle 3:15 PM.

Fig. 2 - Temperature (A) and relative humidity (B) trend measured at canopy level for: (70 s), (40 s), (30 s) and (Controllo) from 11:50 AM to 3:15 PM.

capillari che si diramavano dal tubo di condotta principale verso i vasi di coltivazione, un secondo, a scopo climatizzante, era costituito da un impianto di microaspirazione sovrachioma posi-

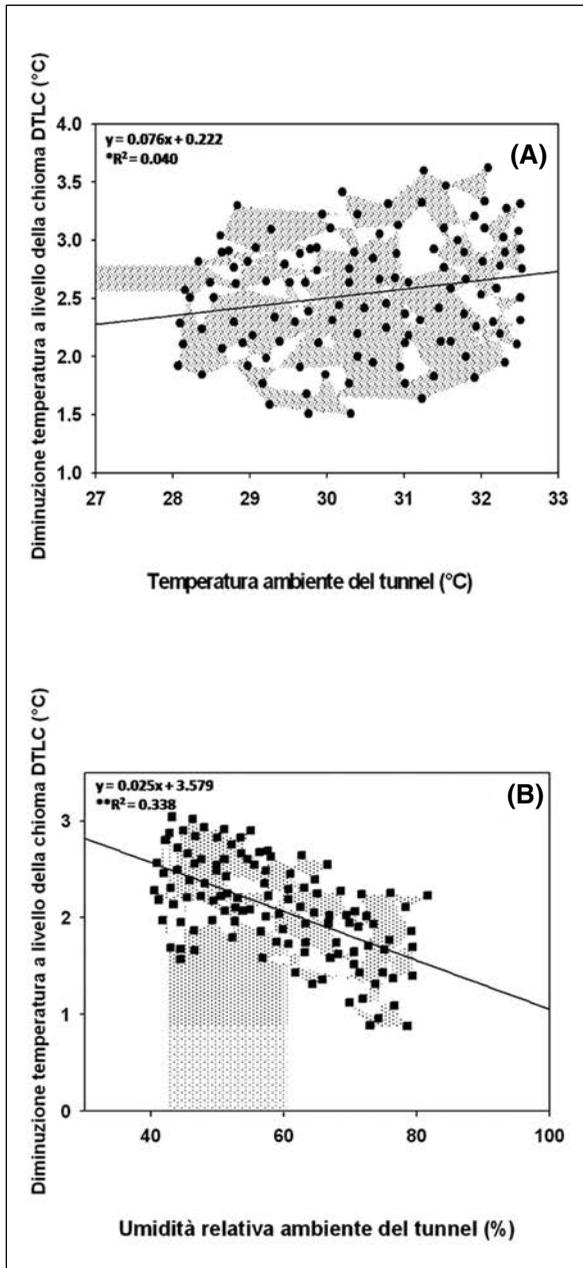
zionato sulla fila centrale circa 1,00 m sopra la chioma delle piante.

I microgetti della portata di 35 L/ h erano azionati da una centralina interfacciata al datalogger TMF500® della ditta Nesa s.r.l. collegato ad un modem per il telecontrollo gestibile dal sito <http://meteo.iasma.it/meteo/fragole/>. Al datalogger erano collegati sensori Nesa di temperatura e umidità dell'aria, muniti di schermo radiativo e posizionati in numero di due per ogni tunnel, per un totale di 8 sensori. I trattamenti imposti erano: 70 secondi di bagnatura con 80 minuti di interruzione tra due cicli di attivazione, 40 secondi di bagnatura con 45 minuti di interruzione, 30 secondi di bagnatura con 30 minuti interruzione ed infine una tesi di controllo ove l'irrigazione sovrachioma era inattiva.

Il sistema di microaspirazione era attivo dalle ore 8:00 AM alle 6:00 PM al verificarsi di particolari condizioni di temperatura ed umidità rilevata dai sensori, con soglie di attivazione per la temperatura maggiori di 28°C e valori di umidità relativa



**Fig. 3** - Sensori di temperature IR e di bagnatura fogliare.  
Fig. 3 - Ir temperature sensor and leaf wetness sensor.



**Fig. 4** - Differenza di temperatura misurata a livello della chioma tra temperatura registrata prima dell'attivazione dell'asperzione e temperatura minima raggiunta dopo l'evento per il trattamento 30 s: (A) in relazione alla temperatura ambiente del tunnel  $T_{\text{tunnel}}$  \*\*R Pearson Significatività  $p < 0.01$ ; (B) in relazione all'umidità relativa ambiente del tunnel ( $RH_{\text{tunnel}}$ ).

\*\*R Pearson Significance  $p < 0.01$

\*R Pearson Significance  $p < 0.05$

*Fig. 4 - Temperature difference measured at canopy level between maximum temperature recorded before sprinkler activation and minimum temperature recorded after activation for 30 s treatment related to air (A) air relative humidity ( $RH_{\text{tunnel}}$ ) and (B) air temperature  $T_{\text{tunnel}}$ .*

\*\*R Pearson Significance  $p < 0.01$

\*R Pearson Significance  $p < 0.05$

inferiori all'80% misurati a livello della chioma. La temperatura fogliare era monitorata utilizzando sensori IR RAYTEK® CM 94 mm x Ø 19 (Fig. 3) collegati ad un datalogger COMBILOG LT 1021 della TH Friedrichs & Co, con acquisizioni mediate e registrate ogni 15 minuti.

Durante la stagione erano effettuati rilievi di scambi gassosi, fotosintesi con il Ciras 2 della PP System e dell'efficienza quantica ( $F_v/F_m$ ) utilizzando il Mini-Pam 210 (Walz) dopo un adattamento al buio delle foglie di 30 minuti. Dette misure erano volte a monitorare condizioni fisiologiche della pianta nei differenti trattamenti e stadi fenologici.

Dati inerenti la produzione e qualità erano registrati per ogni data di raccolta e analizzati con il software statistico R per saggiare le differenze tra i trattamenti.

## RISULTATI E DISCUSSIONE

I risultati ottenuti rivelano l'efficienza della microaspirazione nel condizionare il microclima delle piante di fragola coltivate in ambiente protetto.

Tempi di bagnatura più lunghi (70 secondi) tenevano bagnata la foglia per un periodo di tempo maggiore rispetto ai trattamenti 40 e 30 secondi con abbassamenti di temperature rispetto alla foglia non bagnata di circa 8-10 °C a seconda delle condizioni di temperatura ed umidità dell'aria all'interno del tunnel in accordo con quanto osservato da Wand *et al.* 2002.

I trends di temperatura e umidità monitorati all'altezza della chioma mostravano una relazione positiva tra i tempi di bagnatura applicati ed il condizionamento di temperatura ed umidità Fig. 2 (A, B).

La massima riduzione di temperatura a livello della chioma (data dalla differenza di temperatura misurata prima dell'attivazione dell'irrigazione sovrachioma e la minima raggiunta nell'intervallo di asciugatura prestabilito) era di circa 3°C (Fig. 4 A).

Condizioni di bassa umidità relativa ambientale, facevano osservare una riduzione maggiore della temperatura a livello della chioma (Fig. 4 B) e di conseguenza una maggiore efficienza della tecnica. La figura 4 (A, B) evidenzia come in condizioni ambientali di bassa umidità relativa dell'aria ed alte temperature, la tecnica dell'irrigazione sovrachioma, risulta essere più efficiente nel condizionare il microclima delle piante, rispetto a condizioni di umidità relativa dell'ambiente elevate e basse temperature; pertanto

l'applicazione della tecnica sarebbe da consigliare per ambienti non particolarmente umidi sia per aspetti di natura fitosanitaria che di efficienza nella riduzione della temperatura.

Il trend di assimilazione netta della foglia, ha un andamento parabolico nei confronti della temperatura, con il raggiungimento di un picco alla temperatura di 30°C. Valori di temperatura prossimi a 35°C, rappresentano un punto critico per l'assimilazione netta della foglia, in quanto si assiste ad una riduzione dell'attività fotosintetica, man mano che la temperatura fogliare aumenta (Lakso *et al.* 1994).

I valori di assimilazione netta della foglia risultavano significativamente maggiori per i trattamenti irrigati rispetto al controllo. Quanto osservato mette in evidenza gli effetti positivi che l'irrigazione sovrachiuma ha sull'attività fotosintetica. La traspirazione delle foglie nel trattamento non irrigato, risultava significativamente più alta rispetto ai trattamenti irrigati (Fig. 1 C), pur mantenendo valori di conduttanza stomatica non significativamente diversi tra loro (Fig. 1 B). Quanto osservato è imputabile all'alta umidità relativa che interessava l'ambiente circostante le foglie in tunnels soggetti al trattamento di irrigazione sovrachiuma (Fig. 2 B) ove la domanda evapotraspirativa dell'ambiente risulta essere contenuta rispetto al trattamento non irrigato.

Le condizioni descritte evidenziano una buona efficienza della tecnica di irrigazione sovrachiuma sia nel mitigare gli effetti di alte temperature sulla risposta fisiologica della pianta che nel condizionare il microclima.

Il limite della tecnica, è rappresentato dalla possibilità di insorgenza di botrite o patologie fungine, qualora ci fossero delle condizioni di umidità relativa dell'aria superiori all'80% ed una bagnatura continua della foglia.

I differenti tempi di bagnatura testati, sono risultati sicuri dal punto di vista fitosanitario, in quanto non si sono osservati danni da botrite ascrivibili all'applicazione dei trattamenti.

## CONCLUSIONI

I dati qui esposti evidenziano l'efficienza della tecnica nel condizionare il microclima di piante di fragola coltivate in tunnel che per la sua economicità ed efficienza potrebbe rappresentare un valido mezzo di difesa da stress termici, migliorando la risposta fisiologica e produttiva della pianta. L'applicazione dell'irrigazione sovrachiuma in annate non particolarmente calde, potrebbe condizionare la fenologia della pianta ri-

tardando la maturazione dei frutti, aspetto di fondamentale importanza per una coltura programmata quale la fragola fuori suolo. Lo studio presentato è stato condotto su una sola varietà; rimangono da approfondire aspetti legati all'applicazione della tecnica su altre varietà di fragola ed eventuali limiti fitosanitari legati a differenti cicli di asciugatura-bagnatura con la finalità di disporre di tempi di bagnatura che abbiano ripercussioni positive sia sulla risposta fisiologica della pianta che sul contenimento di alte temperature.

## BIBLIOGRAFIA

- Borah M.N. and Milthorpe E.L. 1969. Growth of the potato as influenced by temperature. *Indian J Plant Physiol* 5: 53-72.
- Bernacchi C.J., Portis A.R., Nakano H., 2002. Temperature response of mesophyll conductance implications for the deactivation of Rubisco enzyme kinetics and for limitations to photosynthesis in vivo. *Plant Physiology*, 130: 1992-1998.
- Bernacchi C.J., Pimentel C., Long S.P., 2003. In vivo temperature response functions of parameters required to model RuBP-limited photosynthesis. *Plant Cell and Environment*, 26: 1419-1430.
- Genovese M., Nuzzo V., Shackel K.A., Matthews M. A. 2010. Scottature solari su vite, come e quando insorgono e come evitarle. *Informatore Agrario*, 66-23: 45-50.
- Hopkins W.G., 1999. *Introduction to plant physiology*. 2<sup>nd</sup> Ed. John Wiley & Sons Ltd. West Sussex, England.
- Iglesias I., Salvia J., Torguet L., Cabus C., 2002. Orchard cooling with overtree microsprinkler irrigation to improve fruit color and quality of 'Topred Delicious' apples. *Sci. Hort.* 93, 39-51.
- Lakso A.N., 1994. Apple. In: Scaffer B.S., and Andersen P.C. (eds.) *Handbook of Environmental Physiology*. VOL.1 CRC Press, Boca Raton: 3-42.
- Lange O.L., Losch R., Schulze E.-D., Kappen L., 1971. Response of stomata to changes in humidity. *Planta (Berl.)* 100: 76-86.
- Parchomchuk P., Meheriuk M., 1996. Orchard cooling with pulsed overtree irrigation to prevent sunburn and improve fruit quality of 'Jonagold' apples. *HortScience* 31: 802-804.
- Renfrew A.R., Breen P.J., Martin L.W. 1983. Influences of water stress and temperature on leaf elongation in strawberry. *Scientia Hort.*: 18, p.77-85.

- Schrader S.M., Wise R.R., Wacholtz W.F., *et al.* Thylakoid membrane responses to moderately high leaf temperature in pima cotton. *Plant Cell and Environment*, 2004, 27: 725-735.
- Schulze E.D., Lange O.L., Evenari M., Kappen L., Buschbom U., 1974. The role of air humidity and leaf temperature in controlling stomatal resistance of *Prunus armeniaca* L. under desert conditions. I. A simulation of the daily course of stomatal resistance. *Oecologia (Berl.)* 17: 159-170.
- Tarara J.M., Ferguson J.C., Spayd S.E., 2000. A chamber-free method of heating and cooling grape clusters in the vineyard. *Am. J. Enol. Vitic.* 51, 182-188.
- Wand S.J.E., Steyn W.J., Mdluli M.J., Marais S.J.S., Jacobs G., 2002. Overtree evaporative cooling for fruit quality enhancement. *South African Fruit J.*: 18-21.