

Influenza delle alte temperature sullo sviluppo di malattie e nemici delle piante coltivate

Автор(и): гл. ас. д-р Мария Христозова, Институт по овощарство – Пловдив, Селскостопанска академия – София; гл.ас. д-р Дияна Александрова, Институт по овощарство – Пловдив, ССА

Дата: 25.07.2025 *Брой:* 7/2025



Riassunto

Nell'ultimo decennio, si è osservata una tendenza persistente all'aumento delle temperature medie annuali su scala globale. Ciò ha un impatto significativo sulla produzione agricola, inclusa la fisiologia delle piante coltivate, le pratiche agronomiche e la stabilità delle rese. Le temperature elevate influenzano sostanzialmente la dinamica di sviluppo, distribuzione e biologia di numerose malattie e parassiti di importanza economica, creando nuove sfide per la protezione delle piante e la gestione sostenibile degli agroecosistemi.

Numerosi studi confermano che le alte temperature influenzano simultaneamente patogeni, parassiti e la resistenza delle piante, portando a uno spostamento dei cicli di sviluppo tradizionali, a una maggiore pressione infettiva e all'adattamento dei microrganismi patogeni. Lo stress da alte temperature ha un ampio spettro di effetti sulle piante in termini fisiologici e biochimici. Molto spesso, i danni fisiologici nelle piante coltivate a causa delle alte temperature si manifestano con scottature di foglie e fusti, caduta prematura delle foglie, crescita soppressa dei giovani germogli e deformazione o aborto dei frutti. Questi cambiamenti portano a una sostanziale riduzione dell'attività fotosintetica, alterazione dell'equilibrio idrico e, infine, a rese ridotte e deterioramento della qualità del prodotto. In alcune specie si osservano anche un'accelerata senescenza dei tessuti, un'alterata impollinazione, nonché una maggiore sensibilità ai patogeni e ai fattori di stress abiotici.



Danni al lampone causati da alte temperature

Sotto l'influenza dello stress termico, le colture frutticole subiscono significativi cambiamenti biochimici che influenzano sia il metabolismo primario che la sintesi di composti protettivi. Tra le reazioni più comuni vi è l'aumentato accumulo di **specie reattive dell'ossigeno**, che inducono **stress ossidativo** nelle cellule (Mittler, 2002). Ciò attiva sistemi enzimatici antiossidanti mirati alla detossificazione e alla stabilizzazione dell'integrità delle membrane (Hasanuzzaman et al., 2013). Inoltre, si osserva una maggiore sintesi di **sostanze osmoprotettive** come prolina, zuccheri e glicerolo, che favoriscono la ritenzione idrica e proteggono le proteine dalla denaturazione (Wahid et al., 2007). Lo stress termico inibisce anche l'attività degli enzimi chiave associati

alla fotosintesi, altera il metabolismo dei macronutrienti (come Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^{+}) e riduce la sintesi di clorofilla, portando alla fotodegradazione (Camejo et al., 2005).



Danni a susino e nocciolo causati da alte temperature

Sotto stress prolungato, si registra un accumulo di **composti fenolici, flavonoidi e fitoalessine**, che hanno una funzione protettiva, inclusa l'attività antimicrobica, ma spesso a scapito della crescita e della fruttificazione (Krasensky & Jonak, 2012). L'intensità della risposta biochimica è specifica per specie e cultivar e dipende dall'età della pianta e dalle condizioni di coltivazione precedenti.

Nelle colture cerealicole, è stato stabilito che le alte temperature portano a una riduzione dell'attività dell'enzima nitrato reductasi, che regola il metabolismo dell'azoto. Ciò influisce fortemente sia sulla composizione che sul peso dei chicchi (Paulsen, 1994).

Oltre alle piante, le alte temperature influenzano anche lo sviluppo di malattie e parassiti.

La temperatura è uno dei principali fattori che influenzano fortemente la distribuzione e lo sviluppo degli insetti (Stange e Ayres, 2010). Gli insetti sono organismi pecilotermi, cioè non hanno una propria temperatura corporea costante. Assumono la temperatura dell'ambiente e ne sono dipendenti. Tutti i processi metabolici avvengono entro determinati limiti di temperatura. Con l'aumento delle temperature, la maggior parte delle specie di insetti

inizia a consumare quantità maggiori di cibo, il loro sviluppo accelera e diventano più attivi, il che a sua volta influisce sul loro ciclo vitale, sulla dimensione della popolazione e sulla distribuzione geografica (Porter et al., 1991). Alcune specie non riescono ad adattarsi a temperature più elevate, il che porta a uno sviluppo più lento e a una riduzione delle loro popolazioni. D'altra parte, ci sono molte specie di insetti per le quali temperature più elevate contribuiscono a una riproduzione più rapida, a un aumento del numero di generazioni e a una maggiore densità di popolazione (Bale et al., 2002; Skendžić et al., 2021). Ad esempio, a temperature più elevate e a una maggiore umidità dell'aria, le popolazioni della mosca bianca del tabacco (*Bemisia tabaci*) aumentano significativamente (Pathania et al., 2020). Nelle colture orticole, Reddy (2013) ha osservato uno sviluppo accelerato nelle popolazioni della mosca del cavolo (*Delia brassicae* W.), della mosca della cipolla (*Delia antiqua* M.), della dorifora della patata (*Leptinotarsa decemlineata* S.) e della piralide del mais (*Ostrinia nubilalis* H.).

Nelle specie frutticole, si osserva un aumento del numero di generazioni nella carpocapsa (*Cydia pomonella* L.) e nel ragnetto rosso (*Panonychus ulmi* Koch) (Porter et al., 1991). Le temperature più favorevoli per lo sviluppo degli insetti sono nell'intervallo tra 10° e 30°C. Per i singoli stadi di sviluppo ci sono diverse temperature ottimali alle quali i processi fisiologici procedono più intensamente. A queste temperature ottimali, gli insetti vivono più a lungo ed esibiscono la massima fecondità. Per ogni specie esiste una cosiddetta soglia termica inferiore e superiore per lo sviluppo, cioè la temperatura più bassa e più alta al di sotto e al di sopra della quale lo sviluppo degli insetti rallenta o si arresta. Quando le temperature salgono al di sopra della soglia superiore di sviluppo o al di sopra di 40°C, si osserva un effetto letale in molti insetti. A temperature così elevate, gli enzimi e le cellule del sangue nel corpo dell'insetto vengono distrutti, il che porta alla loro morte. Ad esempio, le larve della carpocapsa (*Cydia pomonella* L.) muoiono a una temperatura di 48°C (Tang et al., 2000). Le uova della bombice dispari (*Lymantria dispar* L.) non si schiudono a temperature superiori a 55°C (Hosking, 2001).

La temperatura ha un effetto sostanziale sullo sviluppo, sulla virulenza e sull'epidemiologia delle malattie nelle piante coltivate. Per le malattie batteriche, le condizioni più favorevoli per l'infezione e la diffusione sono una combinazione di alta umidità dell'aria e temperature nell'intervallo da 20 a 30 °C (Pokhrel, 2021). Temperature al di fuori dell'intervallo ottimale – sia superiori che inferiori – possono rallentare significativamente o prevenire completamente lo sviluppo della malattia sopprimendo la riproduzione e la motilità dei patogeni (Cohen & Leach, 2020). Anche i patogeni fungini mostrano dipendenza dalla temperatura. Nella vite, l'oidio (*Erysiphe necator*) si sviluppa più intensamente a temperature tra 21 °C e 30 °C, mentre temperature superiori a 34 °C causano la morte dei conidi (Delp, 1954).

L'aumento delle temperature gioca un ruolo chiave nella regolazione dei processi di sporulazione e sviluppo dell'infezione dei patogeni fungini nelle colture frutticole. Gli studi mostrano che nei fitopatogeni del genere *Monilinia*, responsabili del marciume bruno dei frutti, la temperatura ottimale per la sporulazione conidica e l'infezione è tra 20–25 °C. Temperature inferiori a 10 °C o superiori a 25 °C sopprimono la normale formazione di spore e rallentano la colonizzazione da parte del patogeno fungino (Xu et al., 2001). Uno studio condotto con il fitopatogeno *Monilinia fructicola* indica che con un aumento della temperatura fino a circa 25 °C, il tempo necessario per il rilascio e la germinazione delle ascospore si accorcia, mentre a temperature superiori a 30 °C, la sporulazione è limitata.

Gli studi mostrano che i patogeni batterici *Xanthomonas arboricola* pv. *pruni* e *Pseudomonas syringae* (agenti causali del cancro batterico nelle drupacee) si sviluppano in modo ottimale a temperature di 25–30 °C combinate con alta umidità e possono infettare le piante nell'intervallo da 15 a 35 °C (Rojas et al., 2017; Peetz et al., 2009; West et al., 2024). I modelli di previsione mostrano che il tasso massimo di crescita in vitro dei batteri raggiunge il suo valore più alto intorno ai 30 °C, mentre a ≥ 35 °C diminuisce significativamente (Rojas et al., 2017).

Con l'aumento della temperatura media annuale, diventa necessario modificare alcune pratiche agricole. Per ridurre i danni e le perdite causate dai parassiti, è richiesta un'applicazione più precoce e frequente di insetticidi.

Molti programmi di miglioramento genetico sono focalizzati sullo sviluppo di varietà resistenti o tolleranti alle malattie e ai cambiamenti climatici. In questo modo, non solo si ridurrà l'uso di pesticidi, ma si aumenterà anche la resistenza delle piante alle alte temperature e alla siccità.

I cambiamenti delle condizioni climatiche portano a un inizio anticipato delle fasi vegetative, a ondate di calore più frequenti e prolungate, nonché a siccità, che influenzano direttamente lo stato fisiologico degli alberi, la pressione fitopatogena e il comportamento dei parassiti. In questo contesto, è necessario riconsiderare le pratiche agronomiche e di protezione delle piante. La comparsa precoce dei parassiti richiede una pianificazione dinamica della protezione delle piante con enfasi sul monitoraggio, sull'ottimizzazione dei trattamenti e sull'inclusione di tecnologie resilienti. Per ridurre i danni da malattie e parassiti, stanno diventando sempre più importanti i programmi di miglioramento genetico mirati a sviluppare cultivar e portinnesti con resistenza ai patogeni chiave e adattabilità. Per una produzione sostenibile, è raccomandata l'applicazione di tecniche agronomiche come la pacciamatura e l'uso di colture di copertura, che riducono l'evaporazione e mantengono l'umidità del suolo.

L'uso di pacciame organico, come paglia o trucioli di legno attorno alla base degli alberi, preserva l'umidità del suolo e riduce l'evaporazione durante i periodi più caldi. Il pacciame aiuta a sopprimere la crescita delle erbe infestanti, fornendo così agli alberi più risorse per far fronte al calore.



Reti ombreggianti

L'ombreggiatura è uno dei metodi più efficaci per proteggere le colture frutticole da temperature estremamente elevate. Le reti ombreggianti riducono la radiazione solare dal 30% al 50% e possono abbassare le temperature di circa 5°C. Una potatura regolare e corretta riduce lo stress termico consentendo una penetrazione e una circolazione dell'aria più efficaci.

L'irrigazione durante le parti più calde della giornata può portare all'evaporazione prima che gli alberi siano in grado di assorbire l'umidità. L'irrigazione al mattino presto o alla sera tardi garantisce che l'acqua raggiunga le radici senza essere persa a causa delle alte temperature.

Sono raccomandati sistemi integrati per l'irrigazione a goccia e la fertirrigazione, nonché il controllo biologico dei parassiti. Inoltre, l'implementazione di sistemi di allerta precoce e modelli di previsione delle malattie può supportare decisioni tempestive. L'introduzione di nuove cultivar, combinata con approcci agronomici adattati, è fondamentale per mantenere la produttività, la qualità e la redditività dell'agricoltura in condizioni di cambiamento climatico.

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI