

PIANTA MODELLO

Capacità di adattamento dell'olivo agli ambienti siccitosi

Questa specie, in condizioni di stress idrico, mette in atto una serie di adattamenti anatomici, morfologici, fisiologici e biochimici. Così, a fronte di una crescita vegetativa rallentata, la disponibilità idrica per unità di superficie fogliare non si riduce grazie alla ripartizione della sostanza secca a favore delle radici

C. Xiloyannis, B. Dichio, A. Sofo, A.M. Palese

L'olivo riesce a tollerare la carenza idrica attraverso una serie di adattamenti anatomici, morfologici, fisiologici e biochimici. È caratterizzato da un elevato grado di sclerofillia, foglie piccole, presenza di peli stellari, elevata densità stomatica, vasi xilematici piccoli e numerosi, elevata capacità dell'apparato radicale di esplorare velocemente il suolo a disposizione e da una crescita della parte aerea lenta (migliorando così il rapporto radici/foglie). Inoltre la capacità (quantità di acqua che i vari tessuti possono cedere dalle loro riserve al flusso traspirativo) è molto elevata, contribuendo così all'abbassamento del contenuto idrico e alla formazione di un elevato

gradiente di potenziale tra le foglie e le radici.

Tale gradiente permette alla pianta di olivo di assorbire l'acqua anche quando il potenziale del suolo raggiunge valori di $-2,5$ MPa (il punto di appassimento di molte specie arboree da frutto si verifica con un potenziale idrico di circa $-1,5$ MPa) (foto 1).

Risposta fisiologica e biochimica alla carenza idrica

In tutte le piante coltivate la carenza idrica comporta una riduzione del potenziale idrico dei vari tessuti, della traspirazione e dell'attività fotosinteti-

ca. In corrispondenza del consumo dell'acqua «facilmente» utilizzabile dalla pianta si nota un abbassamento del potenziale idrico fogliare rilevato all'alba (da $-0,5$ a $-0,9$ MPa) e una riduzione della traspirazione e dell'attività fotosintetica del 70 e 40% rispettivamente.

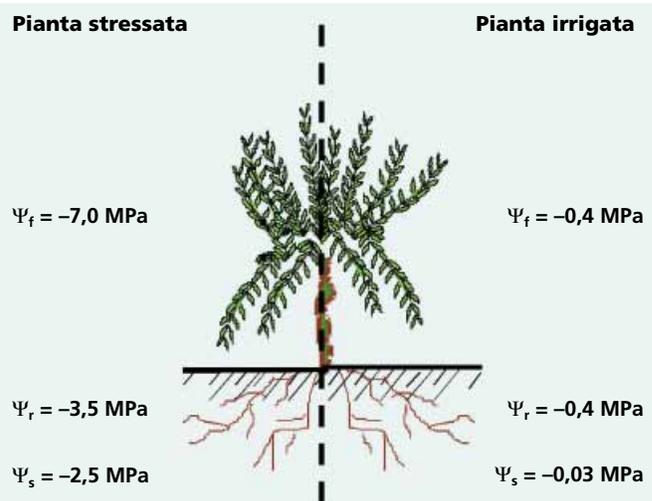
Con la progressiva diminuzione del contenuto idrico del suolo si riducono sia la traspirazione che la fotosintesi, ma la caratteristica importante dell'olivo è la sua capacità di continuare a estrarre acqua dal suolo anche quando il potenziale idrico scende al di sotto di $-1,5$ MPa. L'olivo, infatti, riesce a mantenere una certa attività traspiratoria e fotosintetica (del 10 e 20% rispettivamente) in corrispondenza di valori di potenziale idrico fogliare, rilevato all'alba, di $-6,0$ MPa e di potenziali del suolo intorno a $-2,5$ MPa. Tale gradiente permette all'olivo di sopportare lunghi periodi di siccità, in particolare nei terreni con buona capacità di immagazzinamento idrico (figura 1).

Se si considera un volume di suolo esplorato dalle radici pari a 15.000 m³/ha in un suolo caratterizzato da una capa-



Sintomi dello stress idrico sulle foglie

Figura 1 - Schema del gradiente di potenziale idrico fogliare (Ψ_f), delle radici (Ψ_r) e del suolo (Ψ_s) in pianta di olivo ben irrigata e sottoposta a massimo livello di stress (*)



(*) L'elevato gradiente che si instaura tra foglie e radici permette alla pianta di olivo di estrarre quantitativi di acqua dal suolo che altre specie arboree da frutto non riescono a utilizzare.

Tabella 1 - Percentuale di acqua che i vari tessuti dell'olivo possono cedere durante il giorno (*) al flusso traspirativo in condizioni idriche ottimali e di stress

Organi della pianta	Acqua (%)
Piante irrigate	
Foglie	15
Rami	20
Branche/fusto	29
Piante stressate (-2,5 MPa alba)	
Foglie	40
Rami	40
Branche/fusto	40

(*) Dall'alba alle ore 15.

La capacità di tale specie di cedere elevati quantitativi di acqua dalle riserve dei tessuti contribuisce all'abbassamento dei potenziali e alla formazione di un elevato gradiente di potenziale tra foglie, radici e suolo.

cità idrica di campo del 40% in volume, la differenza tra l'acqua contenuta tra la capacità idrica di campo e il punto di appassimento di -2,5 MPa e quella contenuta tra la capacità idrica di campo e -1,5 MPa è di circa 570 m³/ha.

Questa quantità di acqua è sufficiente a mantenere un minimo di attività fotosintetica e traspiratoria (10-15% circa) per un periodo di circa 100 giorni fino all'arrivo delle piogge autunnali.

In condizioni di carenza idrica, le foglie di olivo possono cedere alla traspirazione circa il 60% dell'acqua contenuta nei propri tessuti, mentre, per esempio, le foglie dell'actinidia, nonostante presentino valori più elevati di contenuto idrico (espresso come per cento sul peso fresco), cedono al flusso traspirativo soltanto il 9% delle proprie riserve idriche (tabella 1).

Durante i periodi di carenza idrica, nelle cellule di foglie e radici di olivo si verifica la produzione di alcuni composti chimici in grado di provocare spostamenti di acqua per osmosi dagli spazi presenti tra le cellule (apoplasti) a quelli intracellulari (simplasti). Tali composti, chiamati osmoliti, comprendono un importante aminoacido, la prolina, e alcuni zuccheri. Essi sono presenti normalmente a bassi livelli nelle cellule dell'olivo, ma la loro sintesi ne determina un aumento di concentrazione, causando il cosiddetto aggiustamento osmotico attivo.

Oltre all'aggiustamento osmotico attivo, l'olivo presenta un aggiustamento osmotico passivo, cioè una concentrazione delle molecole biologiche già presenti all'interno delle cellule, dovuta alla perdita di acqua cellulare.

Questi due meccanismi determinano una diminuzione del potenziale idrico intracellulare e permettono ai tessuti dell'olivo di controllare la perdita di acqua durante la disidratazione della pianta. Inoltre contribuiscono a mante-

Tabella 2 - Riserva idrica del suolo esplorato dalle radici per pianta e per area fogliare in diverse specie e negli anni

Specie	Riserva idrica del suolo esplorato dalle radici							
	per pianta (l/pianta)				per area fogliare (l/m ²)			
	1° anno	2° anno	3° anno	4° anno	1° anno	2° anno	3° anno	4° anno
Pesco: Vega/Missour (4,5×1,25)	138	383	407	407	36	33	25	25
Actinidia cultivar Hayward (4,5×3)	13	72	147	154	8	8	9	9
Olivo cultivar Coratina (6×3)	160	910	2.710	3.950	263	481	443	571

La lenta crescita dell'area fogliare e la rapida esplorazione del volume di suolo da parte delle radici permettono alla pianta di olivo di avere a disposizione della superficie fogliare molta più acqua rispetto alle altre specie.



tere il turgore cellulare necessario per garantire lo svolgimento di tutti i processi fisiologici.

Un altro fattore importante coinvolto nella resistenza alle condizioni di carenza idrica è l'ispessimento delle pareti cellulari (incremento del modulo di elasticità) dovuto all'attivazione di processi metabolici per la produzione di sostanze che incrementano la rigidità dei tessuti.

L'abbassamento dei valori di potenziale osmotico determinato dall'aggiustamento osmotico (attivo e passivo) e la rigidità delle pareti cellulari determinano l'elevato gradiente di potenziale tra foglie, radici e suolo, che, come abbiamo già discusso, facilita l'estrazione di acqua dal terreno.

Contemporaneamente a queste risposte fisiologiche, le cellule delle foglie e delle radici dell'olivo reagiscono alla carenza idrica aumentando l'attività di alcuni enzimi antiossidanti (tra i più importanti ricordiamo la superossido dismutasi, la catalasi e l'ascorbato perossidasi), i quali sono in grado di eliminare i radicali liberi e altre so-

stanze tossiche, nel loro insieme chiamate specie attivate dell'ossigeno (AOS), prodotte in maggior misura nei periodi di avversità ambientali, tra cui la siccità. Ciò permette di limitare i danni alle cellule causati dalle AOS e in particolare quelli all'apparato fotosintetico, e quindi di mantenere una certa efficienza fotosintetica anche a forti livelli di carenza idrica.

I danni alle cellule comportano la comparsa di marcatori dello stress idrico, quali i maggiori livelli di malondialdeide e l'aumento dell'attività dell'enzima lipossigenasi. Essi testimoniano l'ossidazione dei grassi che compongono le membrane cellulari, le quali perdono la loro capacità di trattenere le sostanze presenti all'interno delle cellule.

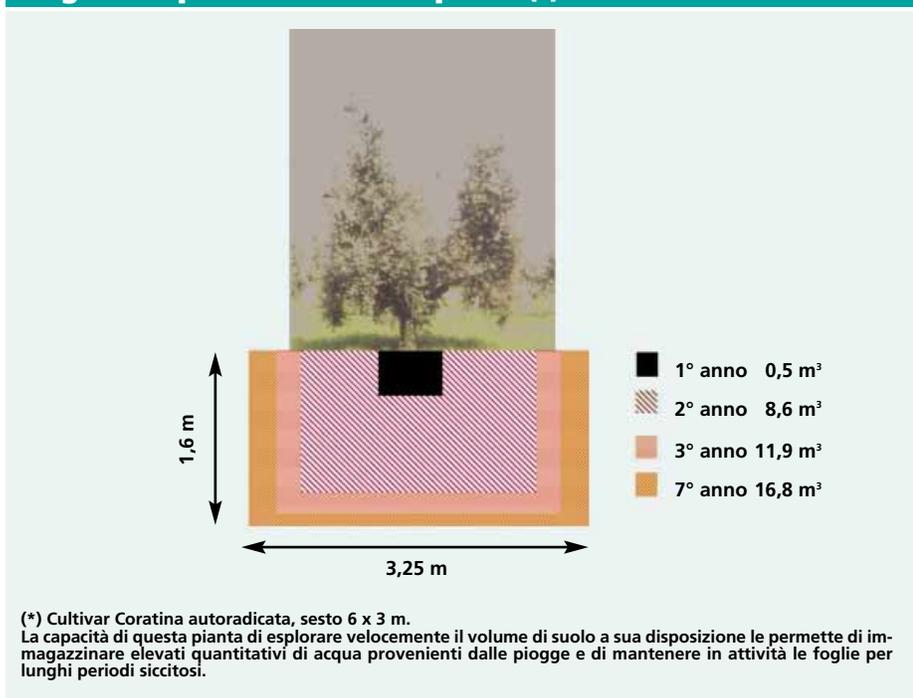
Quando i danni colpiscono i cloroplasti delle foglie di olivo, si verifica il processo della fotoinibizione, cioè l'inattivazione dei complessi fotosintetici in cui sono presenti enzimi, pigmenti e altre molecole necessarie per lo svolgimento della fotosintesi. In particolare, nell'olivo è il complesso del fo-

Tabella 3 - Comportamento della parte aerea e radicale in piante di olivo irrigate e non in un terreno con elevata capacità di immagazzinamento idrico in ambiente semiarido (*)

Parametri	Irrigazione	Anno dall'impianto			
		1°	2°	3°	7°
Area fogliare (m ² /pianta)	si	0,6	1,9	6,1	28,2
	no	-	1,2	3,8	14,9
Volume esplorato dalle radici (m ³ /pianta)	si	0,5	2,9	8,6	16,8
	no	-	2,3	5,1	13,4
Peso secco radici per area fogliare (mg/cm ²)	si	15,2	16,3	11,8	50,1
	no	-	27,4	20,1	60,2
Riserva idrica del terreno esplorato dalle radici per area fogliare (l/m ² di foglie)	si	263	481	443	188
	no	-	659	486	284

(*) Cultivar Coratina 6 x 3 m.

Figura 2 - Volume di suolo esplorato dalle radici in piante di olivo irrigate nei primi 7 anni dall'impianto (*)



tosistema II a essere facile bersaglio della fotoinibizione durante lo stress idrico.

Dopo il danno al sistema fotosintetico in seguito a stress idrici severi, l'olivo mostra una capacità di recupero molto elevata (5 giorni) rispetto ad altre specie. Quindi si evince che questa pianta ha un efficiente sistema antiossidante e che probabilmente ha una capacità elevata di sintetizzare ex novo le proteine che vengono degradate dai processi ossidativi.

Carenza idrica, sviluppo degli apparati radicali e rapporto radici/foglie

La conoscenza dell'evoluzione negli anni del volume di terreno esplorato dalle radici, della densità e della conformazione dell'apparato radicale, facilita la scelta del metodo e della tecnica irri-

gua. Inoltre queste conoscenze sono utili al fine di utilizzare razionalmente l'acqua, i concimi e per controllare l'entrata in stress delle piante. Dal volume di terreno esplorato dalle radici dipendono sia la riserva idrica utile che quella facilmente utilizzabile dalle piante.

La densità radicale è un parametro importante per poter definire l'efficienza dell'apparato assorbente nei riguardi dell'utilizzazione sia dell'acqua che degli elementi minerali contenuti nel volume di terreno interessato dalle radici. Dalla densità radicale dipende la resistenza che incontra l'acqua nel suolo e di conseguenza il gradiente di potenziale idrico e di concentrazione dei vari elementi minerali che si forma nello spazio che intercorre tra le radici.

La densità radicale è stata sempre espressa come peso secco oppure come lunghezza delle radici per unità di volume; espressioni utili per il con-



fronto tra le specie, ma non precise per la definizione della capacità di assorbimento idrico e minerale. Per tale aspetto è necessario conoscere la superficie delle radici a contatto con il terreno e l'efficienza di assorbimento in relazione alla loro età.

Nell'olivo il rapporto riserva idrica/area fogliare è notevolmente più elevato rispetto ad altre specie arboree da frutto (tabella 2). Tale comportamento è dovuto a un più lento ritmo di crescita dell'area fogliare e alla più rapida esplorazione del volume di suolo da parte delle radici (figura 2).

In condizioni di scarse disponibilità idriche la crescita vegetativa è il primo processo che viene rallentato. In prove effettuate in pieno campo, per più anni, nelle piante irrigate è stata rilevata una maggiore crescita dell'area fogliare (circa 90%) rispetto alle piante non irrigate, mentre per le radici le differenze erano meno marcate.

La carenza idrica, inoltre, ha limitato il volume di suolo esplorato dalle radici, ma tale riduzione non ha comportato nessuna riduzione della disponibilità idrica per unità di superficie fogliare. Infatti le piante non irrigate, con l'entrata in stress idrico, hanno modificato la ripartizione della sostanza secca a favore delle radici migliorando il rapporto radici/foglie e la disponibilità idrica per unità di superficie fogliare (tabella 3).

**Cristos Xiloyannis
Bartolomeo Dichio
Adriano Sofio**

Assunta Maria Palese

Dipartimento di scienze dei sistemi
colturali, forestali e dell'ambiente
Università della Basilicata
xiloyannis@unibas.it