Focus

Il Phenotyping per lo sviluppo di sistemi diagnostici della risposta agli stress delle colture

Le tecnologie HTPP consentono lo studio dinamico e non invasivo delle caratteristiche fenotipiche di migliaia di piante, in coltura protetta o in campo

L'infrastruttura di ricerca HTPP del Centro ricerche dell'ALSIA "Metapontum Agrobios".

Data:*17 Feb 2021*

L'agricoltura di precisione si basa sostanzialmente sulla capacità di rilevare con accuratezza le esigenze delle piante all'interno di un campo coltivato, impiegando un insieme di tecnologie sensoristiche che osserva il loro stato in modo non invasivo. Le piante, infatti, interagiscono con l'ambiente circostante rispondendo agli stimoli attraverso modifiche dello stato fisiologico e del metabolismo. Queste risposte ai

cambiamenti esterni, definite come risposte agli stress, sono determinate dall'interazione dei programmi genetici delle piante, nel loro complesso individuate come genotipo, con gli stimoli ambientali. L'interazione determina ciò che in biologia è noto come fenotipo, ed il plant phenotyping ha il compito di studiare il complesso delle caratteristiche osservabili e misurabili delle piante. Gli stress a cui le piante coltivate sono sottoposte durante la coltivazione sono molteplici e possono avere natura chimico-fisica (es: caldo, freddo, siccità, ecc.), natura biologica (batteri, virus, funghi, insetti), o una combinazione di entrambe. Nel primo caso si parla di stress abiotici mentre nel secondo caso di stress biotici.

Le tecniche di coltivazione che vengono adottate dagli agricoltori consentono alle piante di svilupparsi nelle condizioni migliori, massimizzando produzione e qualità del raccolto, difendendole dagli stress che tenderebbero a ridurre inesorabilmente le rese. È per queste ragioni che in agricoltura si ricorre ad irrigazioni, fertilizzazioni, trattamenti fitosanitari o tecniche alternative di difesa. Un lavoro in campo fatto di attenzioni e di apporto di input agronomici che pesa sul conto economico dell'azienda agricola ed incide in modo significativo sulla sua sostenibilità ambientale.
Per razionalizzare questo impegno è importante individuare precocemente, nel tempo e nello spazio, la risposta delle piante agli stress, in modo da poter intervenire con tempestività e precisione laddove le piante manifestano segnali di sofferenza, e non intervenire in zone del campo in cui questi segnali non sono presenti.

La radiazione elettromagnetica riflessa dalle piante, la cosiddetta riflettanza, rilevata a diverse lunghezze d'onda, variabili dal visibile all'infrarosso lontano, è particolarmente informativa sulla risposta agli stress e può essere impiegata per diagnosticare lo stato di vigore. Gli strumenti più usati per l'individuazione di questi peculiari fenotipi "stressati" sono sensori ottici, montati su diversi tipi di vettori, che consentono di acquisire immagini in modalità remota e non invasiva. I variegati colori restituiti dai tessuti e dagli organi delle piante nello spettro del visibile sono una delle caratteristiche più apprezzate e gradevoli, ma sono anche indicativi dello stato di salute. Fenomeni di rottura del colore o variazioni quali ingiallimento, imbrunimento, striature, maculature, sono sintomi di stress o malattie. Ma, nascoste ai nostri occhi, ci sono moltissime informazioni che le piante restituiscono in zone dello spettro elettromagnetico diverso da quello visibile. In quelle regioni le piante ci danno ulteriori elementi sul loro stato fisiologico e biochimico, grazie alle proprietà chimico-fisiche dei pigmenti, di alcuni metaboliti e dallo stato di idratazione dei tessuti.

Tuttavia, per interventi agronomici accurati non è sufficiente rilevare genericamente uno stato di stress o di scarso vigore: bisogna individuare in modo preciso le varie cause di stress, distinguendo tra stress biotici ed abiotici, ed al loro interno, separare gli specifici sintomi dell'agente che ha determinato la risposta. Ad esempio, in caso di stress biotico è fondamentale individuare precocemente i sintomi dell'agente eziologico che ha attaccato la pianta, in modo da intervenire con le corrette pratiche di difesa. Sapere se la causa dello stress è un fungo piuttosto che un batterio o un virus è basilare per definire la corretta strategia di intervento. La classificazione degli stress attraverso le firme spettrali richiede un importante sforzo di ricerca e sviluppo, per produrre dati e conoscenze attraverso analisi di immagine del fenotipo di piante coltivate sottoposte a vari tipi di stress.

Questa sfida, che qualche anno fa sarebbe stata ritenuta irrealistica, è oggi resa possibile dall'incredibile sviluppo delle tecnologie di studio ad elevata efficienza del fenotipo, una disciplina tecnologica nota

come *plant phenomics*. La tecnologia, nella sua configurazione più performante definita High Throughput Plant Phenotyping (HTPP), impiega infrastrutture di ricerca ad elevata intensità equipaggiate con varie tipologie di sensori, robotica, vision computing ed intelligenza artificiale. Le tecnologie HTPP consentono lo studio dinamico e non invasivo di migliaia di piante, in coltura protetta o in campo a secondo del posizionamento dell'installazione, estraendo decine di caratteristiche fenotipiche dalle immagini acquisite con l'ausilio di algoritmi.

Il Progetto *E-crops* contribuisce in modo significativo a questo sforzo attraverso l'OR3, concentrato sull'esecuzione di prove sperimentali condotte su una piattaforma HTPP, su varietà di pomodoro e frumento duro sottoposte a differenti stress abiotici e biotici, anche in combinazione con l'impiego di biostimolanti microbici e biochimici. L'OR3 vede la partecipazione di ALSIA, che ne coordina le attività, e di cinque istituti del CNR (IBBR, IPSP, IBBA, IBE, ISAFOM), che mettono a disposizione materiali, metodi, competenze e tecnologie. Il fenotipo di piante sottoposte agli stress appartenenti a circa 20 differenti genotipi per ciascuna specie (IBBR, IPSP) sarà studiato attraverso l'acquisizione di immagini nel visibile (RGB) nel vicino infrarosso (NIR), e Fluorescenza (Flu) durante il loro sviluppo. A questi sensori si affiancheranno sensori usati sui droni (IBE). Dalle immagini saranno estratte le caratteristiche fenotipiche ed acquisiti i dati che verranno utilizzati per identificare differenze tra i vari stress. Nel caso del frumento duro, su alcuni campioni di cariossidi, la tecnologia HTPP sarà affiancata da un sistema di *deep phenotying* (ISAFOM) costituito dalla Tomografia Assiale Computerizzata (TAC), in grado di effettuare una radiografia ad elevata definizione delle caratteristiche anatomiche e morfologiche della cariosside, associate con caratteristiche di qualità della granella. Gli studi di phenotyping saranno ulteriormente arricchiti da approfondimenti sulla risposta agli stress condotti con metodi molecolari e biochimici (IBBA).

ALSIA contribuisce ad *E-crops* con l'infrastruttura di ricerca HTPP presente presso il proprio centro ricerche Metapontum Agrobios, unica in Italia e nodo nazionale del Progetto EMPHASIS, l'Infrastruttura strategica europea di ricerca ESFRI. L'IR si basa sul sistema Scanalyzer 3D, costituito da:

- Un sistema robotizzato a nastri trasportatori, in grado di gestire 484 vasi, che alimenta le camere di imaging;
- Tre camere di imaging (RGB, NIR, Flu), ciascuna equipaggiata con due sensori, uno posizionato in alto (TOP) ed uno laterale (SIDE), per l'acquisizione di immagini della parte epigea delle piante. Nelle camere le piante vengono fatte ruotare ad angoli predeterminati ed il sensore SIDE può scattare più immagini laterali;
- Una stazione per la pesatura e l'irrigazione automatica dei vasi, da cui si ricava l'evapotraspirato;
- Un sistema informatico per la gestione della piattaforma, l'acquisizione, estrazione ed elaborazione dati, mediante gli algoritmi Lemnaminer o Pyton.

Le tecnologie di plant phenotyping ed il grande sforzo collettivo dei partner coinvolti nell'OR3 di E-Crops contribuiranno certamente a migliorare le conoscenze sulla risposta agli stress di frumento e pomodoro per consentire diagnostiche "digitali" più accurate in pieno campo in situazioni reali di produzione.

La presente pubblicazione è stata realizzata con il cofinanziamento dell'Unione Europea, PON Ricerca e Innovazione 2014-2020. Info: www.e-crops.it.

Francesco Cellini
ALSIA - Metapontum Agrobios
Angelo Petrozza
ALSIA - Metapontum Agrobios
Stephan Summerer
ALSIA - Metapontum Agrobios

AGRIFOGLIO
Periodico dell'ALSIA

Direttore Responsabile:
Reg. Tribunale di Matera n. 222 del 24-26/03/2004
ISSN 2421- 3268
ALSIA - Via Annunziatella, 64 - 75100 Matera
www.alsia.it - urp@alsia.it