**Strategie per il miglioramento della biosintesi di composti funzionali in piante coltivate in sistemi di indoor farming tramite agricoltura di precisione” – “Nutraceutical Indoor Farming in Emilia Romagna through Artificial Intelligence Sensoring”.**

L’ambiente ha un ruolo chiave nell’influenzare lo sviluppo delle specie vegetali. L’interazione con fattori di origine biotica (insetti, funghi, virus, nematodi) e abiotica (luce, acqua, nutrienti, temperatura, ecc.) comporta risposte fisiologiche e morfologiche specifiche. Le piante rappresentano una valida fonte, e in diversi casi l’unica, di costituenti bioattivi (antocianine, flavonoidi, alcaloidi, tannini, ecc.) impiegati in processi industriali per scopi alimentari, medici, nutraceutici e cosmetici. Negli ultimi anni sta cambiando il modo di intendere l’alimentazione e viene data sempre maggiore importanza ad alimenti funzionali, cioè ricchi in molecole con proprietà protettive e benefiche per l’organismo. Nel futuro prossimo, l’agricoltura dovrà integrare le più moderne tecnologie al fine di ottimizzare la sostenibilità economica e ambientale delle produzioni. I sistemi di coltivazione indoor che impiegano illuminazione artificiale giocheranno un ruolo di sempre maggiore importanza in ambito agricolo. All’interno di una indoor farm si possono ricreare le condizioni (temperatura, luce, CO2, acqua, nutrienti) ideali per la crescita e lo sviluppo di specie vegetali, oltre a poterle gestire dinamicamente in relazione alle esigenze della coltura. Inoltre, le condizioni climatiche controllate e la protezione da elementi di stress ambientale o da organismi dannosi, portano a limitazione nell’uso di prodotti fitosanitari e riduzione degli scarti vegetali. Tali sistemi produttivi possono pertanto rendere più competitivo il comparto agroalimentare, spingendolo verso un progressivo rinnovamento. Comprendere le interazioni tra pianta e ambiente è la chiave di volta per ottenere i migliori protocolli di gestione del sistema di coltivazione al fine di ottenere piante con contenuto in composti funzionali di rilievo. Tuttavia, si tratta di interazioni molto complesse da delineare in quanto ogni singolo fattore ambientale non agisce sulla pianta in maniera indipendente ma innesca una serie di risposte fisiologiche e morfologiche che a loro volta interagiscono con altri fattori ambientali. Diviene quindi necessario elaborare una visione olistica dell’intero sistema. Le tecnologie di agricoltura di precisione basate sull’Internet of Things (IoT), BigData Analytics e Intelligenza Artificiale (IA) si presentano come validi strumenti che, attraverso l’analisi incrociata di una vasta mole di dati, sono in grado fornire modelli diagnostici e predittivi a supporto dei processi decisionali e produttivi. Il progetto di ricerca Nutraceutical Indoor Farming in Emilia Romagna through Artificial Intelligence and Sensoring (nifERais) mira ad identificare le migliori strategie di coltivazione in ambiente controllato di specie vegetali al fine di ottenere un incremento della biosintesi di composti funzionali. All’interno della sperimentazione saranno integrate le nuove tecnologie di BigData Analytics e di IA che attraverso la raccolta ed elaborazione di una vasta mole di dati, fungeranno da supporto alle strategie decisionali per l’ottenimento di prodotti vegetali ad elevato contenuto in composti bioattivi a scopo nutraceutico e farmacologico, fornendo anche indicazioni sulla sostenibilità di questi sistemi colturali. Il progetto nifERais ha come obiettivo la formazione di una figura professionale con conoscenze delle interazioni che intercorrono tra pianta e ambiente di coltivazione, capace di gestire i sistemi di coltivazione indoor per l’ottenimento di prodotti vegetali ad elevato contenuto di composti bioattivi mediante l’integrazione e il supporto delle tecnologie di BigData Analytics e Intelligenza Artificiale. Con le competenze acquisite, questa figura professionale sarà in grado di delineare in maniera efficiente e rapida protocolli di gestione colturale per ottenere prodotti di elevata qualità, salvaguardando gli aspetti di sostenibilità ambientale ed economica. Inoltre, sarà una figura in grado di diffondere nel territorio della regione Emilia-Romagna le conoscenze e potenzialità che queste nuove tecnologie rappresentano per il comparto agroalimentare regionale. Nell’ambito del progetto nifERais, l’assegnista imposterà delle prove in celle di coltivazione del Dipartimento di Scienze e Tecnologie Agro-Alimentari (DISTAL) dell’Università di Bologna. Verrà utilizzata una specie di interesse farmacologico per l’estrazione di composti ad attività antiblastica (*Catharanthus roseus*) ed una specie interessante per il contenuto in composti bioattivi importanti per la salute umana (*Eruca vesicaria* (L.) Cav.). L’obiettivo di questo progetto è, mediante l’impiego di sensori e sistemi di analisi ed elaborazione dei dati, di identificare le strategie di coltivazione ottimali che consentano di incrementare il contenuto in composti funzionali all’interno delle specie prese in esame attraverso la gestione dinamica delle condizioni ambientali di coltivazione.

Il progetto nifERais mira a raggiungere, attraverso una accurata gestione delle condizioni colturali, un aumento nelle rese e una garanzia di stabilità nella qualità del prodotto andando incontro a quelle che sono le esigenze dell’industria agroalimentare e farmacologica, preservando la sostenibilità del sistema. Il raggiungimento degli obiettivi sarà coadiuvato dall’impiego di tecnologie di raccolta dati ed elaborazione (BigData Analytics e Intelligenza Artificiale) a supporto di processi predittivi e decisionali. Il progetto sarà supportato dal gruppo di ricerca di Orticoltura del DISTAL che da anni opera nell’ambito della ricerca della coltivazione indoor applicata all’orticoltura, con particolare riferimento all’effetto della luce sulle proprietà nutrizionali e organolettiche di orticole da foglia (Pennisi et al., 2019a; Pennisi et al 2019b) e da frutto (Piovene et al 2015), anche con riferimento alla sostenibilità economica-ambientale di processo (Pennisi et al., 2019c). Recentemente, il gruppo di ricerca di orticoltura ha vinto un progetto Europeo coordinato nell’ambito della call H2020-SFS-24, dal titolo Food Systems in European Cities (FoodE, [www.foode.eu](http://www.foode.eu)), nell’ambito del quale verranno messi a confronto diversi sistemi produttivi innovativi, tra cui anche tecnologie per il vertical farming. Inoltre, il gruppo è partner del progetto Eramus+ INNOFARMING (<https://site.unibo.it/innofarming/it>), nel quale verrà offerta formazione tecnica ad operatori locali e regionali su tecnologie innovative di coltivazione indoor. Negli scorsi anni, il gruppo di ricerca ha collaborato con diverse realtà produttive del territorio sviluppando sistemi di illuminazione per la coltivazione indoor.

**Finalità generali del progetto di ricerca nonché conoscenze e competenze attese**

Lo scopo del progetto nifERais è di comprendere quali strategie colturali possano essere applicate a specie di importanza industriale cosmetica e farmacologica per ottenere i migliori risultati in termini di contenuto in composti bioattivi mediante l’integrazione di dati provenienti da sensori, applicazioni di Internet of Things (IoT) e sistemi in grado di gestire autonomamente i dati. Inoltre, l’integrazione di sistemi di AI permetterà di definire protocolli e tecnologie per migliorare la sostenibilità ambientale ed economica di questi sistemi di coltivazione innovativi. Nel corso del progetto nifERais saranno sviluppati protocolli di gestione specifici, che saranno resi disponibili ai futuri stakeholders interessati alla produzione agricola in sistemi indoor tramite la messa a punto di un sito web divulgativo nella piattaforma di Ateneo e la partecipazione ad eventi di comunicazione della scienza (es. Notte dei Ricercatori) e fiere del settore (es. MacFrut). Il supporto decisionale integrato nella piattaforma web contribuirà ad incrementare la competitività del comparto agricolo grazie allo sviluppo di strumenti per l’ottimizzazione delle produzioni primarie della filiera. Inoltre, l’acquisizione, elaborazione e condivisione di grandi quantità di dati ottenuti nel corso delle prove sperimentali, permetterà di identificare le priorità di ricerca e applicazione. L’integrazione di banche dati (ad esempio quelle messe a punto nell’ambito del progetto FoodE) ed esperienze che si verranno a creare (anche in collaborazione con il progetto InnoFarming o nell’ambito di convenzioni di ricerca commissionata che il gruppo gestisce con aziende operanti nel settore), renderà possibile estendere e definire protocolli a supporto della produzione agricola di elevata qualità per un numero sempre maggiore di specie vegetali.

**Piano di ricerca**

Durante lo sviluppo del progetto il candidato acquisirà competenze che saranno spendibili nei seguenti comparti produttivi:

- Nel settore dell’innovazione tecnologica delle produzioni vegetali, nel ruolo di figura professionale in grado di integrare le innovazioni in agricoltura grazie al possesso di conoscenze trasversali (agronomiche, informatiche, ingegneristiche ed economiche) sviluppate a seguito del percorso formativo;

- Nel settore dello sviluppo di processi produttivi sostenibili, grazie all’abilita acquisita di mettere insieme dati provenienti da sistemi e strumenti di monitoraggio e gestirli con sistemi di elaborazione delle informazioni;

- Nel settore della produzione di alimenti funzionali, grazie alle conoscenze e abilità acquisite durante il percorso formativo il candidato sarà in grado di sviluppare processi produttivi che garantiscano prodotti con caratteristiche qualitative superiori di interesse anche per il comparto di trasformazione.

Il progetto si inserisce in una serie di iniziative di ricerca e di innovazione che nascono nel Dipartimento di Scienze e Tecnologie Agroalimentari (DISTAL) dell’Università di Bologna nell’ambito di cooperazione con soggetti privati. In particolare, il progetto si inserisce all’interno di attività di ricerca industriale che negli ultimi anni il DISTAL ha svolto con aziende del settore dell’illuminazione in agricoltura, della sensoristica in agricoltura e gestione dinamica degli input in agricoltura. La disseminazione dei risultati sperimentali verrà realizzata in collaborazione con la fiera MacFrut (Rimini) e si integrerà con le attività di ricerca e disseminazione operate nell’ambito del Greenhouse Technology Village.

Inoltre, il progetto si colloca nell’ambito di una collaborazione che il gruppo di Orticoltura ha sviluppato negli anni con il Comune di Bologna a partire dal progetto Europeo SalusWSpace e che mira alla realizzazione (grazie a fondi Europei nell’ambito del progetto FoodE) di sistemi produttivi indoor nell’ambito di progetti di agricoltura sociale.

Le attività svolte dal beneficiario dell’assegno di ricerca comprenderanno le seguenti:

- Approfondimento scientifico e ricerca partendo dalle informazioni presenti in letteratura.

- Predisposizione, messa in opera e gestione di prove sperimentali in ambiente protetto e in laboratorio.

- Responsabilità della generazione e gestione di dati fisiologici, morfologici e biochimici, cui seguirà la loro analisi.

- Analisi di sostenibilità ambientale dei sistemi produttivi.

Il beneficiario sarà indirizzato alla scrittura di report e articoli scientifici, alla partecipazione a progetti di ricerca e alla disseminazione dei risultati della ricerca in contesti sia specialistici che divulgativi. Per garantire la massima applicabilità della ricerca nel settore produttivo regionale saranno utilizzate collaborazioni con ditte private coinvolte nella filiera dell’agricoltura 4.0. Con l’obiettivo di trasferire ed acquisire conoscenze e competenze, saranno avviate collaborazioni con centri di ricerca regionali, nazionali e internazionali. Le collaborazioni all’interno di progetti europei potranno essere utilizzate per dare più ampio respiro alla ricerca e coinvolgere un maggiore numero di attori del settore per ampliare i contesti di adattabilità della ricerca.

**Riferimenti bibliografici**

Pennisi, G., Orsini, F., Blasioli, S., Cellini, A., Crepaldi, A., Braschi, I., Spinelli, F., Nicola, S., Fernández, J.A., Stanghellini, C., Gianquinto, G., Marcelis, L.F. 2019a. Resource use efficiency of indoor lettuce (Lactuca sativa L.) cultivation as affected by red:blue ratio provided by LED lighting. NATURE Scientific Report. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-50783-z>.

Pennisi, G., Blasioli, S., Cellini, A., Maia, L., Crepaldi, A., Braschi, I., Spinelli, F., Nicola, S., Fernández, J.A., Stanghellini, C., Marcelis, L.F., Orsini, F., Gianquinto, G. 2019b. Unravelling the role of red:blue LED lights on resource use efficiency and nutritional properties of indoor grown sweet basil. Frontiers in Plant Science, 10:305. doi: <https://doi.org/10.3389/fpls.2019.00305>

Pennisi, G., Sanyé-Mengual, E., Orsini, F., Crepaldi, A., Nicola, S., Ochoa, J., Fernandez, J.A., Gianquinto, G. 2019c. Modelling environmental burdens of indoor-grown vegetables and herbs as affected by red and blue LED lighting. Sustainability, 11(15), 4063. doi: <https://doi.org/10.3390/su11154063>.

Piovene C. Orsini F., Bosi S., Sanoubar R., Bregola V., Dinelli G., Gianquinto G. (2015). Optimal red:blue ratio in led lighting for nutraceutical indoor horticulture. Scientia Horticulturae, 193: 202-208. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2015.07.015>