**DOTTORATO DI RICERCA IN BIOLOGIA CELLULARE E DELLO SVILUPPO**

**38 CYCLE**

**Project proposal for a Sapienza PhD scholarship**

**PNRR ex D.M. 351**

**Supervisor:** *Dott.a Pontiggia Daniela* (daniela.pontiggia@uniroma1.it)

**Scopus Author ID:** [**23095722000**](http://www.scopus.com/inward/authorDetails.url?authorID=23095722000&partnerID=MN8TOARS)

**ResearcherID:** [**B-6118-2018**](http://www.researcherid.com/rid/B-6118-2018)

**Role of cell wall Damage-Associated Molecular Patterns in root-microbiota interaction for plant health, defense and development.**

The growing anthropogenic pressure, the ongoing climate change and the intensification of extreme events are factors that expose crops and plants in general to unusual and unpredictable abiotic and biotic stresses that are abnormal in intensity, frequency and duration. Plant diseases are a major cause of economic losses, decreased yield and toxin contamination of food products. Nowadays near 40% of worldwide crop production is lost due to pests and diseases. As a result of non-optimal growth conditions, plants develop an increased vulnerability to microbial pathogens and insects. Two main goals are becoming crucial to face these challenges:

1) Reduce agricultural losses and increase food availability and quality

2) Generate a cleaner environment

As indicated in the document “The future of Crop Protection in Europe”[https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2021/656330/EPRS\_STU(2021)656330\_EN.pdf], “crop protection is essential for the efficient production of crops and their products. It prevents crops from being harmed by pests, pathogens, and weeds, with consequent reductions in yield and product quality. It contributes to food production and food security, which benefits consumers and society, and it supports farmers’ incomes.”

The control of diseases and insect pests relies on the use of environmentally dangerous plant protection products (PPPs). The use of PPPs is highly problematic and is the subject of an intense debate. Farmers wish to reduce their dependency on chemical PPPs and ask for alternative crop protection methods.

A promising control strategy of diseases and environmental stress effects is the enhancement of natural plant resistance. However, a growth-defense trade-offs exists that in many cases results in decreased plant growth and crop yield. Therefore, while enhancing the defensive potential of plants, it is important not to affect significantly the physiological performance of plants.

Several plant molecules, which are normally released upon pathogen infection or mechanical injury, have the capability of enhancing the resistance of plants to pathogens. These are known as damage-associated molecular patterns (DAMPs). Well known DAMPs are the oligogalacturonides (OGs), and cellodextrins (CDs), i.e. cell wall fragments derived from the degradation of the pectin and cellulose, respectively. OGs induce not only local but also systemic resistance against pathogens. The same is likely to be true for CDs. A homeostatic control of OGs and CDs is played by specific oxidase OGOXs and CELLOXs, which belong to the Berberine Bridge Enzyme-like (BBEl) super-family. OGOXs and CELLOXs act on the reducing end of the oligosaccharides, dampen their elicitor-action and prevent the deleterious effects of their over-accumulation.

The role of OGs, CDs and their BBEl-mediated oxidation in plant protection is still to be fully elucidated. OGs and CDs, alone or in combination, may be useful to develop phytosanitary products more respectful of the environment than the conventional agrochemicals. They can potentially be used in organic agriculture. At present few well-characterized bioproducts with reliable performance are on the market, due to a limited knowledge of their mode of action.

Moreover, it is well known that plant health is often modulated by a rich and diverse community of soil bacteria and fungi (soil microbiota). The soil microbiota modulates host susceptibility to pathogens by either eliciting or dampening the plant immune response, an interplay that likely protects the plant against pathogen perturbation and defence-associated growth inhibition. It is conceivable that the activation of plant immunity by DAMPs also affects the composition and quality of plant root-associated microbes. The goal of this project is to study the interaction between OGs, CDs and their BBEl-mediated oxidation not only in plant immunity but also in the establishment a beneficial root-associated microbiota.

La crescente pressione antropica, il cambiamento climatico in atto e l'intensificarsi di eventi estremi sono fattori che espongono le colture e le piante in genere a stress abiotici e biotici insoliti e imprevedibili, anormali per intensità, frequenza e durata. Le malattie delle piante sono una delle principali cause di perdite economiche, diminuzione della resa e contaminazione da tossine dei prodotti alimentari. Al giorno d'oggi quasi il 40% della produzione mondiale di colture va perduta a causa di parassiti e malattie. A causa di condizioni di crescita non ottimali, le piante sviluppano una maggiore vulnerabilità ai patogeni microbici e agli insetti. Due obiettivi principali stanno diventando cruciali per affrontare queste sfide:

1) Ridurre le perdite agricole e aumentare la disponibilità e la qualità del cibo

2) Genera un ambiente più pulito

Come indicato nel documento “Il futuro della protezione delle colture in Europa”[https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2021/656330/EPRS\_STU(2021)656330\_EN.pdf], “la protezione delle colture è essenziale per la produzione efficiente delle colture e dei loro prodotti. Impedisce alle colture di essere danneggiate da parassiti, agenti patogeni ed erbe infestanti, con conseguente riduzione della resa e della qualità del prodotto. Contribuisce alla produzione alimentare e alla sicurezza alimentare, a vantaggio dei consumatori e della società, e sostiene i redditi degli agricoltori”.

Il controllo delle malattie e dei parassiti degli insetti si basa sull'uso di prodotti fitosanitari (PPP) pericolosi per l'ambiente. L'uso dei PPP è altamente problematico ed è oggetto di un intenso dibattito. Gli agricoltori desiderano ridurre la loro dipendenza dai prodotti fitosanitari chimici e chiedono metodi alternativi di protezione delle colture.

Una promettente strategia di controllo delle malattie e degli effetti dello stress ambientale è il miglioramento della resistenza naturale delle piante. Tuttavia, esiste un compromesso tra difesa della crescita che in molti casi si traduce in una diminuzione della crescita delle piante e della resa delle colture. Pertanto, pur potenziando il potenziale difensivo delle piante, è importante non pregiudicare in modo significativo le prestazioni fisiologiche delle piante.

Diverse molecole vegetali, che vengono normalmente rilasciate in caso di infezione da agenti patogeni o lesioni meccaniche, hanno la capacità di aumentare la resistenza delle piante agli agenti patogeni. Queste sono note come “Damage-Associated Molecular Patterns” (DAMP). DAMP ben noti sono gli oligogalatturonidi (OG) e le cellodestrine (CD), ovvero frammenti di parete cellulare derivati ​​rispettivamente dalla degradazione della pectina e della cellulosa. Gli OG inducono non solo resistenza locale ma anche sistemica contro gli agenti patogeni. È probabile che lo stesso sia vero per le CD. Un controllo omeostatico di OG e CD è svolto da specifiche ossidasi OGOX e CELLOX, che appartengono alla superfamiglia Berberine Bridge Enzyme-like (BBEl). OGOX e CELLOX agiscono sull'estremità riducente degli oligosaccaridi, ne smorzano l'azione quali elicitori e prevengono gli effetti deleteri del loro sovraaccumulo.

Il ruolo di OG, CD e della loro ossidazione mediata da BBEl nella protezione delle piante deve ancora essere completamente chiarito. OG e CD, da soli o in combinazione, possono essere utili per sviluppare prodotti fitosanitari più rispettosi dell'ambiente rispetto agli agrofarmaci convenzionali, e possono essere potenzialmente utilizzati in agricoltura biologica. Attualmente sul mercato sono presenti pochi bioprodotti ben caratterizzati con prestazioni affidabili, a causa di una conoscenza limitata del loro modo di agire.

Inoltre, è noto che la salute delle piante è spesso modulata da una comunità ricca e diversificata di batteri e funghi del suolo (microbiota del suolo). Il microbiota del suolo modula la suscettibilità dell'ospite ai patogeni provocando o smorzando la risposta immunitaria della pianta, un'interazione che probabilmente protegge la pianta dalla perturbazione dei patogeni e dall'inibizione della crescita associata alla difesa. È ipotizzabile che l'attivazione dell'immunità delle piante da parte dei DAMP influenzi anche la composizione e la qualità dei microbi associati alle radici delle piante. L'obiettivo di questo progetto è studiare l'interazione tra OG, CD e la loro ossidazione mediata da BBEl non solo nell'immunità delle piante, ma anche nella costituzione di un microbiota benefico associato alle radici.

**Pertinent Publications of the proponent (last 5 years)**

1. *Pontiggia, D.* \**,* Benedetti, M.\*, Costantini, S.\*, De Lorenzo, G., & Cervone, F. **(2020)** Dampening the DAMPs: How Plants Maintain the Homeostasis of Cell Wall Molecular Patterns and Avoid Hyper-Immunity. **Frontiers in Plant Science,***11*. Doi: 10.3389/fpls.2020.613259
2. Wang P, Zhou L, Jamieson P, Zhang L, Zhao Z, Babilonia K, Shao W, Wu L, Mustafa R, Amin I, Diomaiuti A, *Pontiggia D,* Ferrari S, Hou Y, He P, Shan L **(2020).** The Cotton Wall-associated Kinase GhWAK7A Mediates Responses to Fungal Wilt Pathogens by Complexing with the Chitin Sensory Receptors. **The Plant Cell**. *32*(12), 3978-4001 Doi: 10.1105/tpc.19.00950.
3. Del Corpo D, Fullone MR, Miele R, Lafond M, *Pontiggia D*, Grisel S, Kieffer‐Jaquinod S, Giardina T, Bellincampi D, Lionetti V. **(2020)*.***AtPME17 is a functional Arabidopsis thaliana pectin methylesterase regulated by its PRO region that triggers PME activity in the resistance to Botrytis cinerea*.* **Molecular Plant Pathology***. 21*(12), 1620-1633Doi: 10.1111/mpp.13002
4. *Pontiggia D,,* Spinelli, F., Fabbri, C., Licursi, V., Negri, R., De Lorenzo, G., & Mattei, B. **(2019).** Changes in the microsomal proteome of tomato fruit during ripening. **Scientific Reports,** *9*(1), 1-18. Doi: 10.1038/s41598-019-50575-5
5. Locci F, Benedetti M, *Pontiggia D,,* Citterico M, Caprari C, Mattei B, Cervone F, De Lorenzo G. **(2019).** An Arabidopsis Berberine-Bridge Enzyme-Like Protein Specifically Oxidizes Cellulose Oligomers And Plays A Role In Immunity. **The Plant Journal,***98*(3), 540-554. Doi: 10.1111/Tpj.14237.
6. Benedetti M\*, Verrascina I\*, *Pontiggia D\*,* Locci F, Mattei B, De Lorenzo G, Cervone F. **(2018).** Four Arabidopsis berberine-bridge enzyme-like proteins are specific oxidases that inactivate the elicitor-active oligogalacturonides. **The Plant Journal** *94*(2), 260-273. Doi: 10.1111/tpj.13852.
7. Mravec, J., Kračun, S. K., Rydahl, M. G., Westereng, B., *Pontiggia, D.,* De Lorenzo, G., Domozych, D. S. and Willats, W. G. T. **(2017).** An oligogalacturonide-derived molecular probe demonstrates the dynamics of calcium-mediated pectin complexation in cell walls of tip-growing structures. **The Plant Journal**. *91*(3), 534-546. Doi:10.1111/tpj.13574