



Borsa di studio attivata ai sensi di quanto disposto dal D.M. n. 1061 del 10/08/2021

Titolo del progetto: SVILUPPO DI NUOVE TECNOLOGIE NELL'AGRICOLTURA DI PRECISIONE PER LA PRODUZIONE SOSTENIBILE DI GENOTIPI DI PATATA CON ELEVATE QUALITÀ NUTRIZIONALI

La borsa sarà attivata sul seguente corso di dottorato accreditato per il XXXVII ciclo:

BIOLOGIA AMBIENTALE ED EVOLUZIONISTICA

Responsabile scientifico: Prof. Massimo Reverberi

Area per la quale si presenta la richiesta: GREEN

Numero di mensilità da svolgere in azienda: 6

Numero di mensilità da svolgere all'estero: 6 presso Wageningen University Research (Paesi Bassi)

Azienda: OASIS s.r.l.

Il Dipartimento è disponibile a cofinanziare per un importo pari a euro: 10.000,00 euro

Dipartimento finanziatore: DIPARTIMENTO DI BIOLOGIA AMBIENTALE con delibera del 21/09/2021

Progetto di ricerca:

La patata, una delle colture più importanti per l'alimentazione umana, costituisce solo una piccolissima parte del genere *Solanum*. Recenti studi tassonomici hanno classificato le specie di patata in 110 specie selvatiche e 4 specie coltivate (Spooner et al. 2007; Ovchinnikova et al. 2011) caratterizzate da un diverso livello di ploidia e di "Endosperm Balance Number" (EBN), quest'ultimo introdotto da Johnston et al. (1980) per spiegare l'esito negativo di alcuni incroci a causa dell'aborto dell'endosperma.

La patata coltivata è una specie tetraploide ad eredità tetrasomica con una base genetica particolarmente ristretta a causa della limitazione iniziale nel numero di accessioni importate in Europa e utilizzate nei primi programmi di miglioramento genetico. Queste caratteristiche genetiche complicano l'attività di miglioramento genetico e rendono quasi impossibile la costituzione di linee "inbred" omozigoti. Infatti, i genotipi tetraploidi di patata sono generalmente eterozigoti e vengono mantenuti e fissati dal punto di vista genetico attraverso la propagazione vegetativa via tuberi. Nonostante diversi approcci siano stati valutati per superare le difficoltà del miglioramento genetico della patata, il rilascio di nuove varietà richiede ancora un impegno lungo per la valutazione e la selezione di successive generazioni negli anni e in diverse zone geografiche (Gebhart 2013). Sebbene gli obiettivi del miglioramento genetico della patata siano generalmente indirizzati verso l'aumento della produttività e delle resistenze a stress biotici ed abiotici, il crescente interesse verso l'uso di alimenti in grado di promuovere la salute umana e la presenza, nella patata, di importanti nutrienti come carboidrati, fibre, vitamine, minerali e specifiche classi di metaboliti, sta spostando l'interesse verso la biofortificazione di questa specie, visto il suo elevato e diffuso consumo nel mondo (Bradshaw et al. 2006; Ezekiel et al. 2013). Prerequisito importante per tale scopo è la selezione di genotipi con maggiore contenuto di composti bioattivi di interesse salutistico.

La richiesta impellente, da parte dei consumatori, di prodotti agroalimentari sempre più chimicamente e microbiologicamente sicuri, rende necessario la ricerca e lo sviluppo di nuovi formulati, capaci di avere un'azione benefica sulla pianta senza alterarne le funzioni fisiologiche. Negli ultimi anni, la comunità scientifica ha rivolto il suo interesse verso sostanze e microrganismi capaci di biostimolare le piante per migliorarne lo stato di salute generale e di indurre e rafforzare le normali reazioni di difesa verso agenti patogeni, senza però manifestazione di ipersensibilità e senza la presenza di residui nei frutti: una nuova agricoltura.

Il comparto pataticolo, all'interno del settore agricolo, risulta avere un elevato impatto ambientale, per quanto attiene l'intensità di utilizzo di input energetici ed agronomici (acqua di irrigazione, fertilizzanti ed agro farmaci) l'impiego dei

Sistemi di Supporto Decisionale - SSD può contribuire a rendere sostenibili e sicure le produzioni agrarie di questo segmento. A questo si aggiunge l'esigenza delle aziende di ridurre l'utilizzo di agrofarmaci e fertilizzanti di sintesi, al fine di offrire un prodotto sicuro e di elevato valore commerciale. Il settore pataticolo in Italia ha subito una forte contrazione negli ultimi decenni in conseguenza dell'aumento di import di prodotto da paesi esteri con basso costo della manodopera e dei fattori produttivi in generale. A ragione di ciò, risulta particolarmente interessante, per questo settore introdurre innovazioni tecnologiche per la gestione sostenibile dei processi produttivi che ne riducano l'impatto ambientale e ne aumentino la redditività economica. Obiettivo primario è adeguarsi alle dinamiche del mercato che richiede prodotti di qualità e che al contempo siano ottenuti mediante processi a basso impatto ambientale. In tale contesto, l'agricoltura di precisione, basata sull'utilizzo di SSD si configura come la strategia maggiormente innovativa. L'utilizzo di SSD nel settore della pataticoltura introdurrà un'importante innovazione di prodotto e di processo, assicurando elevati standard di sicurezza e qualità dei prodotti. Questo consentirà di valorizzare i territori a maggior vocazione per le produzioni pataticole aumenterà la capacità di penetrazione sui mercati europei e internazionali che ricercano elevati standard qualitativi e ridotti livelli residuali di agro-farmaci. Il presente progetto prevede quindi la valutazione e lo studio di tecniche di analisi dati basate su Machine Learning e s'implementeranno modelli predittivi per l'analisi di dati complessi e di difficile interpretazione. Questo permetterà di fornire modelli di SSD, applicati all'agronomia, sempre più sicuri ed affidabili.

Uno dei maggiori rischi nella coltivazione di *Solanum tuberosum* è rappresentato dall'infezione da parte di oomiceti (*Phytophthora infestans*) e da batteri (*Ralstonia solanacearum*); in particolare, la *P. infestans* colpisce sia le parti epigee (foglie) che più drammaticamente quelle ipogee (tuberi eduli) causando danni che vanno dalla riduzione alla perdita totale di raccolto. Esistono diverse razze patogeniche in questo oomicete ed è quindi cruciale l'identificazione a livello di genotipo del patogeno che eventualmente sia presente nei terreni coltivati a patate. *R. solanacearum* causa il marciume bruno della patata o avvizzimento batterico delle solanacee. La pericolosità della malattia, l'elevato numero di piante ospiti del batterio e l'assenza di efficaci mezzi di difesa chimici e biologici rendono l'avvizzimento batterico una avversità temibile, per la quale è necessario adottare una strategia di lotta a carattere preventivo. Per tale scopo in un sistema controllato (camere di crescita) utilizzeremo dei sistemi di identificazione rapida basata sul nano-sequenziamento di DNA da suolo e matrice vegetale accoppiato ad una pipeline bioinformatica. Il rapido rilevamento consentirà di indirizzare in modo più efficace e sostenibile l'uso di agrofarmaci. Inoltre, per migliorare le proprietà nutraceutiche dei tuberi e stimolarne le difese immunitarie ci proponiamo di utilizzare dei composti funzionali ottenuti allevando il fungo basidiomicete *Trametes versicolor* su scarti della produzione primaria. Il miglioramento delle performance vegetative e nutraceutiche dei tuberi ottenuti in camera di crescita sarà analizzato mediante tecniche standard (chimiche, fisiologiche e morfologiche). Per rendere la coltivazione della patata sempre più sostenibile, oltre all'utilizzo di SSD saranno selezionati ed applicati microrganismi benefici atti a favorire la fitness generale della pianta e la resistenza ai principali agenti patogeni. In più l'applicazione di molecole bioattive antiossidanti (carotenoidi). Le attività di RI & SS che vengono implementate nel progetto puntano a raggiungere importanti obiettivi industriali che valorizzano in termini di valore aggiunto un prodotto che nel panorama orticolo è "povero", favorendo la sostenibilità e salubrità della coltura.

Titolo del progetto (inglese): DEVELOPMENT OF NEW TECHNOLOGIES IN PRECISION AGRICULTURE FOR THE SUSTAINABLE PRODUCTION OF POTATO GENOTYPES WITH HIGH NUTRITIONAL QUALITIES

Progetto di ricerca (inglese):

The potato, one of the most important crops for human nutrition, constitutes only a very small part of the genus *Solanum*. Recent taxonomic studies have classified potato species into 110 wild species and 4 cultivated species (Spooner et al. 2007; Ovchinnikova et al. 2011) characterized by a different level of ploidy and "Endosperm Balance Number" (EBN), this one last introduced by Johnston et al. (1980) to explain the negative outcome of some crosses due to endosperm abortion.

The cultivated potato is a tetraploid species with tetrasomal inheritance with a particularly narrow genetic base due to the initial limitation in the number of accessions imported into Europe and used in the first genetic improvement programs. These genetic characteristics complicate the activity of genetic improvement and make it almost impossible to form homozygous "inbred" lines. In fact, potato tetraploid genotypes are generally heterozygous and are maintained and genetically fixed through vegetative propagation via tubers. Although several approaches have been evaluated to overcome the difficulties of genetic improvement of the potato, the release of new varieties still requires a long effort for the evaluation and selection of successive generations over the years and in different geographical areas (Gebhart 2013). Although the objectives of the genetic improvement of the potato are generally directed towards increasing productivity and resistance to biotic and abiotic stresses, the growing interest in the use of foods capable of promoting human health and the presence, in the potato, of important nutrients such as carbohydrates, fiber, vitamins, minerals and specific classes of metabolites, is shifting the interest towards the biofortification of this species, given its high and widespread consumption in the world (Bradshaw et al. 2006; Ezekiel et al. 2013). An important prerequisite for this purpose is the selection of genotypes with a higher content of bioactive compounds of health interest.

The urgent demand from consumers for food products that are increasingly chemically and microbiologically safe makes it necessary to research and develop new formulations, capable of having a beneficial action on the plant without altering its physiological functions. In recent years, the scientific community has turned its interest to substances and microorganisms capable of biostimulating plants to improve their general state of health and to induce and strengthen the normal defense reactions towards pathogens, without however the manifestation of hypersensitivity and without the presence of residues in fruits: a new agriculture.

The potato sector, within the agricultural sector, has a high environmental impact, as regards the intensity of use of energy and agronomic inputs (irrigation water, fertilizers and agro-pharmaceuticals) the use of Decision Support Systems - SSD can help make agricultural production in this segment sustainable and safe. Added to this is the need for companies to reduce the use of synthetic crop protection products and fertilizers, in order to offer a safe and high commercial value product. The potato sector in Italy has undergone a sharp contraction in recent decades as a result of the increase in product imports from foreign countries with low cost of labor and production factors in general. For this reason, it is particularly interesting for this sector to introduce technological innovations for the sustainable management of production processes that reduce their environmental impact and increase their economic profitability. The primary objective is to adapt to the dynamics of the market which requires quality products and which at the same time are obtained through processes with low environmental impact. In this context, precision agriculture, based on the use of SSDs, is the most innovative strategy. The use of SSDs in the potato farming sector will introduce an important product and process innovation, ensuring high standards of product safety and quality. This will make it possible to enhance the areas with the greatest vocation for potato production and will increase the ability to penetrate European and international markets that seek high quality standards and reduced residual levels of agro-pharmaceuticals. This project therefore provides for the evaluation and study of data analysis techniques based on Machine Learning and predictive models will be implemented for the analysis of complex and difficult to interpret data. This will allow us to provide SSD models, applied to agronomy, which are increasingly safe and reliable.

One of the greatest risks in the cultivation of *Solanum tuberosum* is represented by infection by oomycetes (*Phytophthora infestans*) and by bacteria (*Rals tonia solanacearum*); in particular, *P. infestans* affects both the epigeal parts (leaves) and more dramatically the hypogaeal parts (edible tubers) causing damage ranging from reduction to total loss of crop. There are several pathogenic breeds in this oomycete and it is therefore crucial to identify the genotype of the pathogen that may possibly be present in the soil cultivated with potatoes. *R. solanacearum* causes brown rot of potatoes or bacterial wilt of nightshades. The danger of the disease, the high number of host plants of the bacterium and the absence of effective chemical and biological means of defense make bacterial wilting a formidable adversity, for which it is necessary to adopt a preventive fighting strategy.

For this purpose, in a controlled system (growth chambers) we will use rapid identification systems based on nano-sequencing of DNA from soil and plant matrix coupled to a bioinformatics pipeline. The rapid detection will allow the use of crop protection products to be targeted more effectively and sustainably. Furthermore, to improve the nutraceutical properties of the tubers and stimulate their immune defenses, we propose to use functional compounds obtained by breeding the basidiomycete mushroom *Trametes versicolor* on primary production waste. The improvement of the vegetative and nutraceutical performances of the tubers obtained in the growth chamber will be analyzed using standard techniques (chemical, physiological and morphological). To make potato cultivation increasingly sustainable, in addition to the use of SSDs, beneficial microorganisms will be selected and applied to promote the general fitness of the plant and resistance to the main pathogens. In addition, the application of antioxidant bioactive molecules (carotenoids).

The RI & SS activities that are implemented in the project aim to achieve important industrial objectives that enhance in terms of added value a product that is “poor” in the horticultural landscape, favoring the sustainability and healthiness of the crop.