



www.microforagri.ciatoscana.eu



FIRENZE - MicroForAgri, progetto finanziato nell'ambito della sottomisura 16.2 del Programma di Sviluppo Rurale 2014-2020 della Regione Toscana, mira a promuovere la sperimentazione e la verifica dell'applicabilità di biofertilizzanti a base di micro-idrossiapatite (mHAP) ottenuta da sottoprodotti della lavorazione del pesce e funzionalizzata con microorganismi benefici, in relazione a colture erbacee di pieno campo (es. frumento, avena ed orzo) e ortive, importanti nel contesto produttivo della Regione Toscana. L'innovazione proposta, che rappresenta una unicità, permetterà di trasferire sul territorio toscano conoscenze e tecniche già disponibili presso il Centro di Ricerca in Produzioni Vegetali (Crop Science Research Center) della Scuola Superiore Sant'Anna. La proposta include sia una innovazione di processo che di prodotto, legata allo sviluppo di nuovi prodotti biofertilizzanti al momento non disponibili sul mercato, ma che hanno fornito risultati promettenti durante le ricerche sperimentali.

Biofertilizzanti, innovazione nel segno della sostenibilità

Si è concluso il progetto MicroForAgri, che ha visto capofila la Scuola Superiore Sant'Anna e la Cia Toscana per la divulgazione dei risultati



Il progetto che si è svolto in Toscana è durato 24 mesi per un costo di 199.337,08 euro ed ha visto come capofila la Scuola Superiore di Studi Universitari e di Perfezionamento Sant'Anna di Pisa. Gli obiettivi del progetto:

■ **TRASFERIMENTO TECNOLOGICO:** di processo e di prodotto per lo sviluppo di biofertilizzanti a base di microidrossiapatite (mHAP) ottenuta trasformando i residui della lavorazione del pesce e funzionalizzata con microorganismi (batteri e funghi) benefici per i loro effetti fosforosolubilizzanti, N fissatori, ecc.

■ **TECNICO AGRONOMICI:** definire e implementare la tecnica di fertilizzazione biologica (bio-idrossiapatite funzionalizzata) per il miglioramento della resa, tolleranza agli stress e qualità dei prodotti freschi e trasforma-

ti e valorizzare i sottoprodotti dell'industria agroalimentare.

■ **AMBIENTALI:** incrementare l'efficienza d'uso delle risorse nutrizionali e idriche (almeno il 10%), e migliorare la fertilità biologica del suolo, e cioè della biodiversità e della biomassa microbica.

■ **SALUTISTICI:** migliorare la qualità nutraceutica delle colture oggetto dei collaudi (frumento, orzo, avena, pomodoro, zucchino, lattuga e fragola), attraverso lo stimolo della sintesi di composti del metabolismo secondario (polifenoli idrosolubili, licopene, ecc.).

■ **ECONOMICI E SOCIALI:** migliorare la redditività in termini di incremento delle rese e del prezzo di vendita unitario.

■ **DIVULGATIVI:** promuovere l'uso dei biofertilizzanti da parte

delle aziende toscane e diffondere i risultati del progetto agli stakeholders.

LE AZIONI PREVISTE DAL PROGETTO / Sono state molteplici e con responsabili diversi all'interno del partenariato. La preparazione di mHAP funzionalizzata e valutazione dell'efficacia in ambiente controllato, attuata dalla Scuola Superiore Sant'Anna. Quindi la produzione su media scala di inoculo grezzo di funghi micorrizici arbuscolari e batteri, con la Società Agricola del Bambù. Il collaudo della idrossiapatite funzionalizzata con microorganismi su orzo e pomodoro, con la Fattoria Le Prata. Come quarta azione il collaudo della idrossiapatite funzionalizzata con microorganismi su frumento tenero, insie-

me alla Fattoria Tommasi Con la Società Agricola Olivart è stato fatto il collaudo della idrossiapatite funzionalizzata con microorganismi su ortaggi estivi. La Scuola Superiore Sant'Anna ha portato avanti il monitoraggio dei collaudi dell'applicazione di mHAP funzionalizzata. Ad opera di Cia Toscana la divulgazione dei risultati del progetto.

IMPORTANTI I RISULTATI ATTESI / Il progetto ha infatti previsto di produrre un biofertilizzante a base di micro idrossiapatite ottenuta da sottoprodotti della lavorazione del pesce e funzionalizzata con microorganismi benefici isolati e riprodotti in fase progettuale. Inoltre, la sperimentazione e la verifica dell'applicabilità del biofertilizzante, permette di ottenere un

report sintetico della tecnica di biofertilizzazione e dei risultati fruibile dalle parti interessate. Dall'utilizzo del biofertilizzante si attende un incremento da parte delle colture oggetto dei collaudi dell'efficienza d'uso delle risorse nutrizionali e idriche grazie al miglioramento della fertilità biologica del suolo (aumento della biodiversità e biomassa microbica).

QUALI SONO LE RICADUTE ECONOMICHE E AMBIENTALI ATTESE / Dal progetto sono attese ricadute economiche positive per gli agricoltori e per le imprese che producono biofertilizzanti.

■ **PER I PRODUTTORI AGRICOLI TOSCANI:** nelle filiere del frumento e delle colture ortive sono attesi aumenti della produttività, miglioramento della qua-

lità del prodotto e incremento dell'efficienza di uso dell'acqua.

■ **PER LE AZIENDE PRODUTTRICI DI FERTILIZZANTI E BIOSTIMOLANTI** / Sarà disponibile un nuovo prodotto, la bio-idrossiapatite funzionalizzata la cui produzione permetterà di valorizzare i sottoprodotti dell'industria ittica.

■ **RICADUTE AMBIENTALI** / L'ultimo aspetto, che riguarda le aziende produttrici di fertilizzanti, è strettamente legato alle ricadute ambientali che si identificano oltre che con la riduzione del costo ambientale legato allo smaltimento dei sottoprodotti della lavorazione del pesce con un utilizzo più razionale dei fertilizzanti, con un miglioramento della salute delle colture, con un miglioramento della fertilità del terreno.

I rifiuti, da scarti a risorse sostenibili. La sperimentazione nell'azienda Olivart

FIRENZE - Tra i partner del progetto MicroForAgri, la Società Agricola Olivart di Bagno a Ripoli (Firenze) - con una superficie complessiva di 24 ettari ad olivo e 21 ettari a ortaggi -, l'unica all'interno del partenariato a produrre ortaggi in regime di agricoltura convenzionale, è stata coinvolta per gestire prove specifiche con idrossiapatite e microorganismi su zucchino e lattuga e consentire una loro caratterizzazione nutritiva. "Ho deciso di aderire al progetto per due motivi - spiega il titolare dell'azienda, Andrea Pagliai -: intanto perché sono aperto a qualsiasi tipo di sperimentazione, a maggior ragione se viene proposta da un'istituzione prestigiosa come il Sant'Anna di Pisa. In più il progetto mi ha appassionato fin da subito perché riguarda tematiche come la sostenibilità e la circolarità economica e ambientale a me care, sia per la mia formazione tecnica sia per il lavoro che svolgo". Olivart è difatti molto attenta alla conservazione della biodiversità e ai metodi di produzione e trasformazione di prodotti di qualità. L'obiettivo è produrre in maniera sempre più sostenibile: un dovere in primis etico, ma anche di responsabilità nei confronti del consumatore. "È importante - continua Pagliai - investire la giusta cura nella gestione di tutto ciò che produciamo. Come esseri umani



pensiamo di poter salvare il mondo, ma in verità stiamo solo salvando noi stessi. E una delle tante piccole cose che possiamo fare per rendere la permanenza nel mondo migliore e più lunga, credo possa essere proprio quella di utilizzare prodotti di scarto, burocraticamente denominati rifiuti, per farli diventare microbiologicamente concimi e fertilizzanti utili all'agricoltore per dare uno sprint in più alla produzione. Le risorse vanno dunque riutilizzate senza sprecare nulla. Basti pensare alla filiera dell'olivo: l'acqua di vegetazione viene mescolata con la sansa, la sansa umida viene utilizzata nei biodigestori a scopo energetico, l'ultimo sottoprodotto, il digestato, si usa in agricoltura come ammendante, riducen-

do la dipendenza da fertilizzanti chimici e contribuendo a una maggiore sostenibilità nell'agricoltura biologica. Nel caso specifico del progetto MicroForAgri gli scarti del pesce, fino ad ora considerati rifiuti, con un minimo trattamento sono invece stati riutilizzati in agricoltura". La sperimentazione è stata avviata nel mese di aprile 2024: è stata inoculata una parcella di lattuga con micro idrossiapatite derivati dagli scarti della lavorazione del pesce (substrato di origine: salmone) che raggiungono quasi il 60% del prodotto iniziale; la componente principale degli scarti è costituita dai tessuti ossei e cartilaginei ricchi in fosforo, presente come fosfati di calcio.



I ricercatori dell'Istituto di Produzioni Vegetali della Scuola Superiore Sant'Anna hanno poi curato la fase di laboratorio, preparando gli inoculi batterici e l'idrossiapatite, coadiuvati in campo da Sasha Biagi e Andrea Pagliai dell'azienda Olivart. A maggio è stata infine effettuata la

raccolta in campo dei campioni di insalata: non soltanto le piante per verificarne il peso secco, ma anche gli apparati radicali per caratterizzare le comunità microbiche presenti.

"Non abbiamo ancora i dati certi - conclude Pagliai -, ma già solo visivamente è stato evidente il salto di qualità: nelle lattughe l'aspetto migliorativo si evince dai cespi più grossi e carnosi, a dimostrazione che le piante stanno meglio se si utilizzano risorse naturali rispetto alla concimazione di sintesi. Attualmente un grosso problema in agricoltura è rappresentato dai costi di produzione troppi elevati che, in un paio di anni, hanno contribuito a causare una riduzione della produzione del 40%. Quindi l'auspicio è di non fermarsi alla fase di sperimentazione. Il progetto dovrebbe incentivare startup o aziende già consolidate in modo da rendere economicamente sostenibile la produzione".

Incrementare la sostenibilità ambientale con i biofertilizzanti

Pellegrino (Sant'Anna): "Ma non tutti vanno bene per tutte le colture"



FIRENZE - Quali prospettive nell'applicazione di biofertilizzanti nell'agricoltura toscana. A spiegarlo è Elisa Pellegrino della Scuola Superiore di Studi Universitari e di Perfezionamento Sant'Anna, capofila del progetto MicroForAgri.

"La Scuola Sant'Anna promuove il progetto MicroForAgri perché crede fermamente nell'innovazione e nello scambio di conoscenze e perché ha come obiettivo strategico la promozione sul territorio di soluzioni innovative, in risposta all'accessibilità e alla convenienza dei fertilizzanti, e l'incremento della resilienza dei sistemi agricoli e alimentari, attraverso approcci intelligenti di economia circolare a livello agricolo e locale.

Tutto ciò al fine di salvaguardare la sicurezza alimentare e dell'ambiente e perseguire gli obiettivi climatici. A tal proposito, in risposta agli impatti della crisi climatica e alle conseguenze economiche dovute alla pandemia di Covid-19 e alla guerra della Russia in Ucraina, i prezzi dei fattori di produzione e dei prodotti agricoli sono notevolmente incrementati. Questo sta contribuendo ad aumentare la vulnerabilità dei sistemi alimentari e minaccia la sicurezza alimentare nel lungo periodo.

Sono quindi necessarie soluzioni innovative per superare gli attuali deficit nella disponibilità di energia e nella disponibilità di fertilizzanti convenienti e sostenibili.

Le soluzioni, a nostro avviso, devono concentrarsi sull'uso efficiente delle risorse locali, riducendo quindi gli input per la produzione e promuovendo il riciclo dei sottoprodotti agricoli, ed anche sullo sviluppo e applicazione di microorganismi del suolo benefici.

In un approccio più circolare, oggetto della ricerca MicroForAgri, i sottoprodotti della lavorazione del pesce, e cioè

l'idrossiapatite naturale, insieme a batteri fosforo solubilizzanti, può, se applicata su larga scala, apportare grandi benefici per l'economia rurale, e garantire una transizione verso modalità di produzione alimentare più sostenibili. Conoscenza e innovazione sono quindi componenti essenziali per ridurre il consumo di risorse sempre più scarse. Inoltre, la collaborazione tra settori e tra le diverse parti interessate (università, aziende agricole, aziende produttrici di biofertilizzanti, istituzioni pubbliche territoriali) è fondamentale per proporre le soluzioni più sostenibili, passando dal laboratorio alla realtà di campo.

La maggiore disponibilità di dati e il loro utilizzo attraverso strumenti predittivi possono infatti consentire di indirizzare le risorse in modo più efficace ed efficiente, in modo da aumentare l'autosufficienza, l'efficienza delle risorse e la sostenibilità agricola, ridurre le emissioni di gas serra, e rafforzare la cooperazione sia a livello agricolo che locale".

Ma perché un'azienda agricola dovrebbe guardare con interesse alle sperimentazioni condotte nel progetto?

"Le imprese agricole dovrebbero guardare con interesse le sperimentazioni ed i risultati del progetto MICROFORAGRI al fine di entrare sempre più in contatto

con le innovazioni sul tema dei biofertilizzanti.

L'utilizzo di fertilizzanti a base di idrossiapatite naturale, proveniente dalla lavorazione del pesce, e di batteri benefici, che hanno funzioni fosforo solubilizzanti e di azoto fissazione libera, migliora la produzione non solo in termini di sostanza secca delle colture, ma anche e soprattutto in termini di efficienza di assorbimento dei nutrienti. L'innovazione proposta dal progetto MICROFORAGRI porta quindi a vantaggi sia economici che ambientali, e rappresenta una valida alternativa ai fertilizzanti chimici di sintesi in un'ottica di approccio intelligente di economia circolare a livello agricolo e locale, e di agricoltura sostenibile" ha detto Pellegrino.

Sostenibilità e fertilizzazione dei suoli. "L'impiego di microorganismi benefici che supportano la crescita delle

colture e favoriscono la loro resistenza agli stress biotici e abiotici è sempre più uno strumento efficace per rispondere alle sfide poste dall'agricoltura moderna in termini di sostenibilità.

Ad oggi già molti prodotti sono stati sviluppati e messi in commercio; tali prodotti si basano su sulla valorizzazione di microrganismi benefici che si trovano naturalmente presenti nel suolo attraverso la tecnica dell'inoculazione al seme o al suolo.

Ad esempio, tra queste soluzioni i funghi micorrizici arbuscolari (AMF) e PGPR (plant growth promoting rhizobacteria) giocano un ruolo chiave per il loro effetto sulla crescita delle radici che in seguito alla loro applicazione esplorano porzioni più ampie di suolo, aumentando l'efficienza assorbente dell'interno apparato radicale.

Tali microorganismi benefici oltre ad aiutare la solubilizzazione del fosfato e

la fissazione dell'azoto sia in colture erbacee che in colture ortive, aiutano le piante a tollerare meglio la siccità, la salinità, le carenze nutrizionali, e l'attacco dei parassiti, mediante la produzione di siderofori e la sintesi di acido indolacetico. Inoltre, il micelio degli AMF migliora nel breve e nel lungo periodo la struttura del suolo, promuovendo l'aggregazione delle particelle di terreno, ed il carbonio (C) organico stoccato. Quindi, la co-inoculazione di AMF con altri microrganismi, è una strategia fondamentale per un'agricoltura che si dica sostenibile sia dal punto di vista ambientale che economico".

Ma come è utile approcciarsi all'utilizzo dei biofertilizzanti a base microbica e qual è il loro utilizzo nel contesto agricolo?

"In primis è importante per l'agricoltore capire che utilizzando microorganismi e non fertilizzanti minerali di sintesi una prima accortezza da seguire è la conservazione adeguata del prodotto, e cioè conservare il biofertilizzante alle temperature ed umidità richieste. L'agricoltore che vuole applicare il formulato (liquido o microgranulare) dovrà seguire precisamente le indicazioni in termini di dosi e modalità di applicazione. Le dosi infatti sono molto più piccole rispetto a quelle a cui gli agricoltori sono abituati. Altro suggerimento, non tutti i microorganismi sono efficaci per tutte le colture, per cui è necessaria un'attenta valutazione delle colture target del prodotto biofertilizzante. L'efficacia non va infine valutata misurando solo le rese, ma gli aspetti qualità delle produzioni e miglioramento della qualità e fertilità dei suoli vanno misurati e presi in considerazione per migliorare la sostenibilità aziendale nel lungo periodo" conclude la Pellegrino.



La fertilizzazione sostenibile in ambito cerealicolo. La sperimentazione nella Fattoria Tommasi

FIRENZE - Non solo colture ortive. Il progetto MicroForAgri ha riguardato anche le colture cerealicole.

Tre varietà di grano - Taylor, Silver e Oro Grain - sono state trattate al seme con un gruppo di batteri fosforo solubilizzanti altamente efficienti e successivamente sono state seminate nei terreni dell'azienda agricola Tommasi, partner del progetto, aggiungendo idrossiapatite distribuita direttamente al suolo.

Luca Tommasi, cerealicoltore e panificatore, coltiva 130 ettari nel Pisano (Coltano, Pisa) principalmente per la produzione propria di pane e biscotti. "Ho aderito con entusiasmo al progetto MicroForAgri - dice - perché mi piace sperimentare. La mia azienda produce a km0 pane e prodotti da forno con le nostre farine e l'obiettivo è cercare tecniche di lavorazione meno dispendiose e comunque efficaci. Com'è noto i costi di produzione sono ormai sproporzionati rispetto al prezzo di vendita del prodotto: le materie sono sempre più care, mentre il prezzo del grano resta grosso modo invariato. Quindi risulta molto importante risparmiare sul costo delle materie prime e ben vengano progetti come MicroForAgri finalizzati alla trasformazione e all'utilizzo di prodotti di scarto".

La fattoria Tommasi, solitamente, col-



tiva genotipi moderni di frumento tenero, come Metropolis e Bologna, frumenti di forza, per la macinazione e

la produzione di pane e prodotti da forno. Utilizza fertilizzanti misti organici, esegue l'aratura su girasole e una lavorazione minima su frumento.

Esegue inoltre trattamenti chimici in pre-emergenza. Per quanto riguarda il progetto MicroForAgri l'azienda è stata coinvolta per la concimazione del grano utilizzando micro idrossiapatiti derivati dagli scarti della lavorazione del pesce (substrato di origine: salmone).

"In ambito cerealicolo - continua Tommasi - la fertilizzazione sostenibile si deve conciliare con le caratteristiche merceologiche che devono avere le farine; la concimazione risulta dunque fondamentale per avere, ad esempio,



un pane soffice e alveolato. I dati non sono ancora disponibili, ma abbiamo notato differenze sostanziali nei pro-

cessi di accestimento e accrescimento della pianta e per quanto riguarda la resa del cereale, maggiore rispetto a quello non trattato. L'anno scorso, tra l'altro, non è stata una stagione molto proficua, ha piovuto molto e abbiamo seminato tardi; e nonostante tutto abbiamo constatato dei vantaggi rispetto alla concimazione sintetica".

"L'unica criticità - evidenzia Luca Tommasi - è che bisogna trovare differenti e più funzionali modalità di utilizzo del prodotto concime naturale sperimentato: è una polvere molto fine e volatile ed è complicato lavorarla e distribuirla con le macchine e gli attrezzi a nostra disposizione. Spero dunque che il progetto venga portato avanti andando ulteriormente a sperimentare le tecniche di somministrazione".

