Ingenito S, Taglietta B, 'Bioformulati microbici in agricoltura. Una delle più promettenti ed efficaci alternative all'utilizzo dei prodotti chimici per la nutrizione e la difesa delle colture' (2023) Special Issue EJPLT, 162-169.
DOI: https://doi.org/10.57230/EJPLT222SI

EJPLT
ISSN 2704-8012

Bioformulati microbici in agricoltura. Una delle più promettenti ed efficaci alternative all'utilizzo dei prodotti chimici per la nutrizione e la difesa delle colture

Microbial bioformulates in agriculture. One of the most promising and effective alternatives to the use of chemical products for crop nutrition and protection

SANTA INGENITO
Laureata in Scienze Agrarie, Forestali e Ambientali
Università degli Studi di Napoli Federico II

BARTOLO TAGLIETTA
Laureato in Scienze e Tecnologie Agrarie
Università degli Studi di Napoli Federico II
Tecnico Agrario

Abstract

L'utilizzo di bioformulati microbici in agricoltura è una recente pratica sempre più diffusa a livello mondiale. I bioformulati sono prodotti contenenti microrganismi opportunatamente selezionati e per i quali sono state individuate specifiche potenzialità benefiche, come valida alternativa ai fitofarmaci. Il loro utilizzo sulle colture si è dimostrato sempre più utile a mitigare gli impatti negativi sul suolo, dovuti ad esempio alle pratiche di agricoltura intensiva, ai cambiamenti climatici e al massiccio uso di sostanze di sintesi chimica.

The use of microbial bioformulates in agriculture is a recent practice that is increasingly widespread worldwide; bioformulates are products containing appropriately selected useful microorganisms, for which specific beneficial potentials have been identified, as a valid alternative to pesticides. Their use on crops is becoming increasingly useful in mitigating the negative effects on soil caused by intensive agricultural practices, climate change and massive use of chemical synthesis substances.

© The author(s) 2023, published by Suor Orsola Benincasa Università Editrice. This contribution is licensed under a Creative Common Attribution 4.0 International Licence CC-BY-NC-ND, all the details on the license are available at: https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/

Keywords: bioformulati; microrganismi; agricoltura.

Summary: Introduzione. – 1. Il contest agricolo attuale. – 2. Processi di produzione industriale di un formulato. – 3. Esempi di microrganismi di successo. – 4. Conclusioni e prospettive future.

Introduzione.

L'utilizzo di bioformulati microbici in agricoltura è una recente pratica sempre più diffusa a livello mondiale. I bioformulati sono prodotti contenenti microrganismi opportunatamente selezionati e per i quali sono state individuate specifiche potenzialità benefiche, come valida alternativa ai fitofarmaci. Possono essere costituiti da microrganismi sia di natura batterica che fungina.

Questi possono offrire, a seconda della loro formulazione, un ampio ventaglio di soluzioni per quasi tutti i maggiori problemi legati alla produzione agricola e alla qualità finale dei prodotti ; infatti, a seconda delle specie utilizzate, questi possono avere un'azione benefica sullo sviluppo della pianta (promuovendo la crescita e le funzioni vitali), sul suolo aumentando la fertilità e la riduzione delle sostanze inquinanti in esso presenti, sulla lotta ai patogeni come funghi dannosi e insetti, o possono mitigare i danni di natura abiotica come quelli, sempre più incalzanti, conseguenti ai cambiamenti climatici [1].

Nella pratica, uno o più microrganismi specifici vengono prima selezionati, poi riprodotti in laboratori forniti di attrezzature adeguate ed infine commercializzati come valida alternativa ai fitofarmaci.

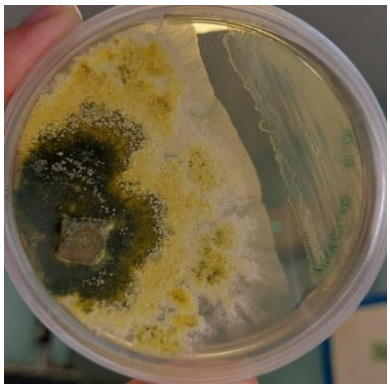


Figura 1 Trichoderma sp. (a sinistra nella piastra) che blocca la crescita di un fungo patogeno delle piante (a destra)

[1] D. Bulgarelli, K. Schlaeppi, S. Spaepen, E. V. L. Van Themaat, P.Schulze-Lefert, *Structure and functions of the bacterial microbiota of plants*, in *Annual review of plant biology,* 2013, LXIV, 807-838.

1. Il contesto agricolo attuale.

L'impiego dei microrganismi in agricoltura potrebbe essere una valida alternativa all'utilizzo di sostanze chimiche di sintesi.

Sono noti, ormai, i danni e le conseguenze derivanti da un eccessivo uso di prodotti chimici in agricoltura, che vanno dal depauperamento della fertilità naturale dei suoli[2], con conseguente minore resa delle colture, ai danni che essi causano alla salubrità dei prodotti e dunque alla salute dei consumatori, nonché alla stessa reperibilità degli stessi, i quali risultano sempre più esigui e con un costo elevato che incide in maniera significativa sul reddito dei produttori. Sono queste, dunque, le premesse che spingono a sostenere quanto l'utilizzo di bioformulati sia destinato ad aumentare: essi consentono di ridurre l'apporto di tali input chimici [3].

La diffusione dei prodotti di sintesi ha trovato diffusione nella seconda metà del secolo scorso, in un contesto globale uscito dalle guerre di inizio secolo in cui l'esigenza principale era quella di aumentare quanto più possibile le rese agricole, senza tuttavia badare alle conseguenze negative che tali pratiche avrebbero comportato. Attualmente la priorità si è spostata dall'aumento delle rese e delle produzioni in maniera incondizionata a una più sostenibile gestione delle colture, ponendo come obiettivi imprescindibili anche la salubrità dei prodotti e la ricerca di metodi più rispettosi sia dell'ambiente sia delle produzioni agricole.

Anche il quadro legislativo e normativo è radicalmente cambiato a favore di una gestione delle colture basata su un impiego minimo di fertilizzanti di sintesi, con l'attuazione di politiche comunitarie volte a favorire chi decide di impiegare metodi alternativi e a basso impatto rispetto a quelli chimici. La nuova PAC (Politica Agricola Comune) entrata in vigore il 1° gennaio 2023 e che ha valore fino al 2027, ha confermato come avvenuto negli anni precedenti, l'impostazione a "pacchetto" dei pagamenti: infatti, il sostegno al reddito degli agricoltori viene erogato solo se questi ultimi seguono determinate condizioni nella gestione delle aziende agricole. All'interno di questa condizionalità sono presenti regimi per il clima, l'ambiente e il benessere animale attraverso l'attuazione di pratiche agricole sostenibili[4].

2. Processi di produzione industriale di un formulato.

Lo sviluppo di un bioformulato a base di microrganismi benefici si realizza essenzialmente attraverso una serie di fasi propedeutiche e consequenziali, ciascuna delle quali prevede una estesa gamma di attività[5] .

---

[2] R. N. Shabbir, H. Ali, F. Nawaz, S. Hussain, A. Areeb, N. Sarwar, S. Ahmad, *Use of biofertilizers for sustainable crop production,* in *Agronomics Crops,* 2019, 149-162.

[3] V.M. Sellitto, *I microrganismi utili in agricoltura*, Bologna, I, 2020, 10-11.

[4] Regolamento (UE) 2021/2116 del Parlamento Europeo e del Consiglio del 2 dicembre 2021 sul finanziamento, sulla gestione e sul monitoraggio della politica agricola comune e che abroga il regolamento (UE) n. 1306/2013. Consultabile al sito: https://www.politicheagricole.it/flex/cm/pages/ServeBLOB.php/L/IT/IDPagina/17581

[5] M. V. Deshpande, *Mycopesticide production by fermentation: potential and* challenges, in *Critical reviews in microbiology,* 1999, XXV, 229-243.

- Isolamento e selezione: i microrganismi di interesse vengono ricercati direttamente nell'ambiente naturale. Una volta trovati questi sono prelevati e isolati in laboratorio. Il ceppo verrà selezionato in base alla sua attività nei confronti di diversi patogeni e di conseguenza al suo spettro d'azione, nonché alla sua applicabilità su un largo numero di colture e in diverse condizioni ambientali;
- Produzione: selezionato il ceppo con le caratteristiche desiderate, andrà quindi definita la procedura di produzione che assicuri, a basso costo, alte rese del microrganismo con attività biologica immutata. Questa fase prevede la messa a punto delle migliori condizioni colturali per il processo di sviluppo, come la scelta di un terreno di coltura economico in grado di fornire adeguate quantità di nutrienti e di energia per sostenere la crescita e il metabolismo cellulare, nonché l'ottimizzazione di parametri chimico-fisici;
- Formulazione del prodotto finale e controllo qualità: queste fasi costituiscono un punto critico e spesso sottovalutato dello sviluppo commerciale. È infatti necessario individuare e utilizzare gli agenti stabilizzanti, organici o inorganici, capaci di supportare la vitalità microbica. Inoltre, un prodotto commerciale a base di microrganismi dovrebbe essere esente da contaminazioni sia per evitare competizioni tra il contaminante e il microrganismo di interesse, sia per escludere eventuali problemi legati alla patogenicità nei confronti delle piante, dell'uomo e di organismi non target.

3. Esempi di microrganismi di successo.

I microrganismi attualmente in produzione, per diventare gli elementi attivi dei bioformulati, sono vari: si annoverano gli azotofissatori, come *Azospirillum brasilense*, che fissando l'azoto atmosferico consentono di ridurre o evitare concimazioni chimiche con questo elemento che è quello maggiormente utilizzato dalla pianta durante la propria crescita[6].

L'azoto è particolarmente mobile e lo si può trovare in differenti forme chimiche nel suolo e nell'atmosfera: per tale motivo esso può facilmente essere disperso una volta apportato alle colture e diventare un agente inquinante. Shahzad A. e Ahmad S. (2019) hanno stimato che solo il 33% dell'azoto apportato con una concimazione viene reso disponibile per la crescita delle piante[7], pertanto in un tale contesto utilizzare A. brasilense consentirebbe di massimizzare in modo notevole l'apporto di questo nutriente. Si possono produrre micorrize e bacilli, per esempio *B. pumilus e B. megaterium*, che consentono di assorbire elementi come potassio e fosforo e consentono di aumentare la radicazione (vedi figura 2) e di conseguenza ridurre la quantità di

[6] Y. ZHANG, R.H. BURRIS, P.W. LUDDEN, G.P. ROBERTS, *Regulation of nitrogen fixation in Azospirillum brasilense*, in FEMS *Microbiology letters*, 1997, 152, 195-204.
[7] A. N., SHAHZAD, S. AHMAD, *Tools and techniques for nitrogen management in cereals,* in *Agronomic Crops,* 2019, 111-126.

acqua necessaria al corretto sviluppo della pianta; Znamdnskaya et al. hanno dimostrato come i batteri appartenenti al genere Bacillus, nel caso in cui ci siano carenze di fosforo, attivino tutta una serie di risposte geniche, tra cui anche quelle che innescano la produzione di enzimi degradativi[8].

Infine, si possono citare le specie appartenenti al genere Pseudomonas, che inducono lo sviluppo nelle piante della resistenza sia a patogeni che eventi avversi, e che quindi possono determinare una riduzione dell'impiego di prodotti di sintesi per la difesa delle colture[9].

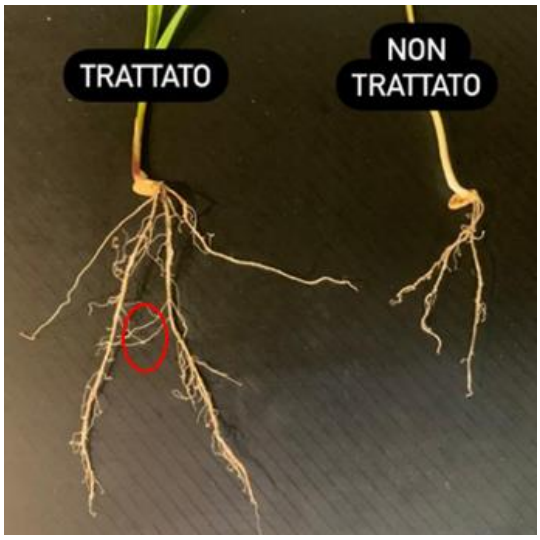


Figura 2. Esempio pratico della risposta delle radici di grano dopo l'utilizzo di Bacillus sp. e Azospirillum sp. (foto presa da prove eseguite presso Fertilidea srl, azienda produttrice di bioformulati microbici).

Oltre questi si possono coltivare e riprodurre in laboratorio numerosissime altre specie di batteri e funghi che coprono le esigenze durante tutte le fasi della produzione agricola.

4. Conclusioni e prospettive future.

Malgrado le enormi potenzialità, l'applicazione dei bioformulati in agricoltura risulta essere ancora limitata. Per rendere queste formulazioni economicamente competitive sul mercato commerciale, nonché equivalenti o di efficacia superiore ai prodotti chimici, è necessario migliorarne le prestazioni cercando soluzioni che ne possano ampliare l'efficacia e lo spettro d'azione.

[8] L.V. Znamenskaya, O.A. Vershinina, V.I. Vershinina, I.B. Leshchinskaya, R.W. Hartley, *Expression of the genes for guanyl-specific ribonucleases from Bacillus intermedius and Bacillus pumilus is regulated by the two component signal transduction system PhoP-PhoR in B.subtilis*, in *FEMS Microbiol Lett.*, 1999, 173, 217-222.

[9] P.B. Rainey, *Adaptation of Pseudomonas fluorescens to the plant rhizosphere,* in *Environmental Microbiology*, 1999, 3, 243-257. In questo articolo gli autori mettono in risalto la complessità del rapporto tra *pseudomonas fluorescens* e la rizosfera della pianta, approfondendo la risposta genica del microrganismo prima e durante l'interazione con le radici.

Le sfide attuali e future della comunità globale sono in primis quello di arrivare a creare un'economia circolare, in cui le sostanze di scarto vengono riutilizzate e reimmesse nel processo produttivo, offrire a una popolazione sempre in crescita fonti di cibo salubri e disponibili, adattare la ricerca scientifica in un mondo che è in costante cambiamento e che necessita di stare al passo e riducendo i costi nel mondo agricolo, un settore che tra le molte problematiche non sempre è in grado di essere resiliente agli aumenti dei costi delle materie prime e alle insicurezze derivanti dalla natura stessa dei processi. Tra le difficoltà che si riscontrano nell'utilizzo di tali categorie di prodotti c'è anche la dinamica di funzionamento risultante non lineare rispetto ai classici principi attivi chimici. Essa segue curve di crescita che devono tener conto di più fattori (tra cui le condizioni ambientali e di stoccaggio) tali da consentire lo sviluppo dei microrganismi per esplicare le loro funzioni.

I bioformulati nascono da anni di ricerche e di costante aggiornamento che portano a un ventaglio estremamente eterogeneo di offerta di questa categoria di prodotti. Come si è già accennato, poter elencare le funzioni di ogni singolo microrganismo è compito abbastanza arduo in quanto per ognuno di essi è possibile trovare ceppi differenti anche della stessa specie. Dunque, le funzionalità in campo devono essere valutate caso per caso e pertanto sarà sempre più rilevante il supporto di figure tecniche specializzate a supporto delle produzioni agricole. Tuttavia, questa eterogeneità può anche essere una chiave di lettura che, al netto della grande efficacia pratica riscontrata con questi prodotti negli anni, può offrire tanto margine di miglioramento e di ricerca nel futuro.

Interdisciplinary Dialogue Chart

EMILIANO TROISI
Ph.D. in Humanities and Technologies: an Integrated research pat
Suor Orsola Benincasa University of Naples

Issues covered:	Legal relevance profiles:
Organic production as a system of farm management and food production that combines the observance of stringent health standards, implementation of optimal environmental and climate action practices, promotion of biodiversity, preservation of natural resources, adherence to rigorous animal welfare standards, and maintenance of high production standards.	1. Protection of human health, environment, and animal welfare 2. Food safety and quality 3. Promotion of biodiversity 4. Reuse and circular economy in food production 5. Sustainable market response to consumer demand for organic products 6. Contribution to rural development ***Law*** • Reg. (EU) 2018/848 of the European Parliament and of the Council of 30 May 2018 on organic production and labelling of organic products. • Reg. (EU) 1305/2013 of the European Parliament and of the Council of 17 December 2013 on support for rural development by the European Agricultural Fund for Rural Development and Reg. (EU) 1307/2013 of the European Parliament and of the Council of 17 December 2013 establishing rules for direct payments to farmers under support schemes within the framework of the common agricultural policy (providing for funding and support measures for organic food production). • Reg. (EU) 1151/2012 of the European Parliament and of the Council of 21 November 2012 on quality schemes for agricultural products and foodstuffs. ***Soft law*** • Communication from the Commission to

	the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions, A farm to fork strategy for a fair, healthy and environmentally-friendly food system (COM/2020/381 final). • Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions on agricultural product quality policy (COM/2009/0234 final). ***Other*** • European Commission, Directorate-General for Research and Innovation, AA. VV., Food 2030 pathways for action – Research and innovation policy as a driver for sustainable, healthy and inclusive food systems, 2020, https://data.europa.eu/doi/10.2777/104372