

Il concetto di bioraffineria per la produzione di fertilizzanti organici sostenibili – Parte 3

Vinante C., Basso D., Gribaudo E., Pavanetto R.

Come esposto nello scorso Green Paper, allo stato attuale, l’utilizzo di fertilizzanti organici come sostituti di composti di origine sintetica risulta essere un’alternativa efficace se considerata nel lungo periodo. Tuttavia, la combinazione di fertilizzanti chimici ed organici ha dimostrato di produrre output comparabili con i comuni fertilizzanti NPK, diminuendo inoltre la perdita di materia organica contenuta nei residui biodegradabili utilizzati per la composizione del mix [1]. La necessità di introdurre porzioni organiche nelle soluzioni fertilizzanti sintetiche nasce dalla tendenza di quest’ultime di danneggiare le comunità microbiche presenti nel suolo se applicate a lungo termine, minacciando la produttività del suolo e la qualità delle colture. La gestione della fertilità integrata, come definita nello scorso Green Paper, ha quindi l’abilità di regolare le proprietà biologiche del suolo, rafforzando le comunità di microorganismi e migliorando al contempo la fertilità biologica [2,3]. La seguente tabella, riadattata dal lavoro di Chew et al. [3], riassume la comparazione dei vantaggi e svantaggi di fertilizzante di origine sintetica ed organica.

Tabella 1 – Comparazione fra fertilizzanti di origine sintetica ed organica (riadattata da [3])

	Vantaggi	Svantaggi
Fertilizzante sintetico	<ul style="list-style-type: none"> + Nutrienti disponibili velocemente + Minori quantità necessarie a parità di nutrienti + Minor costo 	<ul style="list-style-type: none"> - Eccesso di nutrienti danneggia l’equilibrio e la struttura del suolo e delle colture - Processi produttivi non sostenibili - Risorse vergini in esaurimento - Uso eccessivo causa fenomeni inquinanti quali acidificazione, eutrofizzazione, ... - Nutrienti facilmente persi attraverso azotofissazione, lisciviazione o altre emissioni
Fertilizzante organico	<ul style="list-style-type: none"> + Apporto di nutrienti più bilanciato + Aiuta a mantenere le riserve di azoto e fosforo presenti nel suolo + Migliora la struttura del suolo fornendo una solida base per le radici + Riduce il rischio di malattie delle piante + Aumenta l’apporto organico al terreno, migliorando la ritenzione idrica + Può utilizzare risorse rinnovabili e processi produttivi sostenibili 	<ul style="list-style-type: none"> - Necessità di quantità più alte a parità di nutrienti - Composizione spesso variabile - Velocità di trasferimento dei nutrienti al suolo ridotta - Applicazione estensive possono causare contaminazioni nel lungo periodo

Dalla tabella si evince come la gestione della fertilità integrata rappresenti una soluzione in grado di compensare gli svantaggi di una tipologia di fertilizzante con i vantaggi dell'altra al fine di raggiungere una qualità delle colture più elevata in maniera sostenibile e soprattutto a basso impatto ambientale. Molto spesso però, l'impatto effettivo varia insieme a parametri non necessariamente legati alla tecnologia utilizzate per la produzione e le modalità d'uso del fertilizzante, bensì da metriche quali dimensioni dell'impianto di trattamento dei residui biodegradabili, posizione geografica ed altri ancora. Uno degli strumenti maggiormente utilizzato per questo tipo di analisi è il LCA (Life-cycle analysis) che, declinata al processo di produzione dei fertilizzanti contiene le seguenti categorie: utilizzo del terreno; effetto serra; cambiamento climatico; tossicità per l'uomo; acidificazione; eutrofizzazione; esaurimento di combustibili fossili [3].

La sostenibilità economica legata ai fertilizzanti organici è strettamente legata all'innovazione tecnologica nel settore in quanto l'utilizzo di tecnologie in grado di estrarre composti di interesse da residui organici ha rivoluzionato il mondo dell'industria chimica, soprattutto negli ultimi anni. L'affinazione di tali modelli estrattivi ha permesso di abbassare i costi di produzione, rappresentando un'alternativa di interesse allo smaltimento o all'utilizzo non controllato in agricoltura, con i conseguenti danni all'ecosistema. Inoltre, nel caso di soluzioni estrattive con una richiesta energetica non trascurabile, l'unione con altre tecnologie di recupero dell'energia rappresentano una soluzione in grado di creare sistemi autosufficienti e, in alcuni casi, anche poligenerativi.

Alla luce dell'elevato numero di possibilità nel campo della fertilizzazione del suolo mediante materia organica, l'analisi deve essere concentrata sulla sostenibilità dell'intera catena di valore che porta dal residuo alla coltura finale, identificando l'impatto ambientale e socio-economico sul breve e lungo periodo ed indentificando la soluzione tecnologica migliore o una combinazione di essere in grado di fornire risultati positivi in termini di impatto e soprattutto di qualità degli output.

The concept of biorefinery for sustainable organic fertilizers production – Part 3

Vinante C., Basso D., Gribaudo E., Pavanetto R.

As explained in the last Green Paper, at present, the use of organic fertilizers as substitutes for synthetic ones appears to be an effective alternative if considered in the long term. However, the combination of chemical and organic fertilizers has shown to produce comparable outputs to the one obtained with common NPK fertilizers, while also decreasing the loss of organic matter contained in the biodegradable residues used for the composition of the mix [1]. The need to introduce organic portions into synthetic fertilizing solutions stems from the latter's tendency to damage the microbial communities present in the soil if applied in a long period of time, therefore threatening soil productivity and crop quality. The integrated fertility management, as defined in the last Green Paper, has the ability to regulate the biological properties of the soil, strengthening the communities of microorganisms while also improving biological fertility [2,3]. The following table, adapted from the work of Chew et al. [3], summarizes the comparison of the advantages and disadvantages of synthetic and organic fertilizer.

Table 1 – Comparison between organic and synthetic fertilizers (readapted from [3])

	Advantages	Disadvantages
Synthetic fertilizer	<ul style="list-style-type: none"> + Nutrients are quickly available to the soil + Less quantity wrt organic alternative for the same nutrient base + Lower costs 	<ul style="list-style-type: none"> - Nutrient excess damages the equilibrium and the structure of both soil and crop - Non-sustainable production processes - Virgin resources are almost exhausted - Excessive use cause polluting phenomena like acidification, eutrophication, ... - Nutrients are easily lost through nitrogen fixation, leaching or other emissions
Organic fertilizer	<ul style="list-style-type: none"> + More balanced nutrient supply + Helps in maintaining P and N reserved in the soil + Improves soil structure for roots growth + Reduced the risk of crops diseases + Increases the organic supply to the soil, therefore increasing water retention + Renewable resources can be used and more sustainable processes are enabled 	<ul style="list-style-type: none"> - More resources are needed for the seam nutrient supply - Composition is often variable - Nutrient supply to the soil is slower - Extensive application can cause contamination in the long term

The table shows how integrated fertility management represents a solution capable of compensating for the disadvantages of one type of fertilizer with the advantages of the other ones in order to achieve a higher crop quality in a sustainable manner and above all with a low environmental impact. Very often, however, the actual impact varies along with parameters that are not necessarily related to the technology used for the production and use of the fertilizer, but rather by metrics such as the size of the biodegradable waste treatment plant and its corresponding throughput, the geographical location and many others. One of the most used tools for this type of analysis is the LCA (Life-cycle analysis) which, declined in the fertilizer production process, contains the following categories: land use; greenhouse effect; climate change; toxicity to humans; acidification; eutrophication; depletion of fossil fuels [3].

The economic sustainability linked to organic fertilizers is closely linked to the technological innovation in the sector, as the use of technologies capable of extracting compounds of interest from organic residues has revolutionized the world of chemical industry, especially in recent years. The refinement of these extractive models allowed a reduction in production costs, therefore representing an interesting alternative to the disposal or the uncontrolled use in agriculture of biomass (with the consequent damages to the ecosystem). Moreover, in the case of extractive solutions with a non-negligible energy demand, the union with other energy recovery technologies represents a solution able to create self-sufficient and, in some cases, even poly-generative systems.

Due to the multiple possibilities in the field of organic soil fertilization, the analysis must be focused on the sustainability of the entire value chain that leads from the bio-based residue to the final crop, thus identifying the environmental and socio-economic impacts on the short and long term and recognize the best technological solution that is able to provide positive results in terms of impact and above all output quality.

References

1. Redding, M.; Lewis, R.; Kearton, T.; Smith, O. *Manure and sorbent fertilisers increase on-going nutrient availability relative to conventional fertilisers*. *Sci. Total Environ.* 2016, 569, 927–936.
2. Saeed, K.S.; Ahmed, S.A.; Hassan, I.A.; Ahmed, P.H. *Effect of bio-fertilizer and chemical fertilizer on growth and yield in cucumber (Cucumis sativus) in green house condition*. *Pak. J. Biol. Sci.* 2015, 18, 129–134.
3. Kit Wayne Chew, Shir Reen Chi, Hong-Wei Yen, Saifuddin Nomanbhay, Yeek-Chia Ho and Pau Loke Show. *Transformation of Biomass Waste into Sustainable Organic Fertilizers*. Sustainability (2019)