

# Dalle *bug farms* nuove filiere sostenibili per la chimica verde

Le *bug farms* rappresentano una straordinaria risorsa per la bioeconomia circolare, poiché consentono di valorizzare biomasse residuali, bioconvertendole in molecole ad alto valore aggiunto. Di fatto, queste nuove realtà, inizialmente pensate per scopi alimentari, principalmente zootecnici, si stanno sempre più rivelando un potente alleato nella transizione ecologica anche nel settore chimico e dei materiali bio-based. Le prospettive dell'impiego degli insetti nella chimica verde sono molto promettenti. Tuttavia, a causa di normative poco chiare di una legislazione ancora in via di definizione per molti prodotti derivati da insetti e dell'accettabilità sociale rispetto l'uso alimentare, la scalabilità e la standardizzazione della produzione su larga scala sono ancora in fase di consolidamento. Superare questi ostacoli richiede investimenti in ricerca, formazione e, soprattutto, un quadro normativo favorevole alla bioeconomia circolare.

DOI 10.12910/EAI2025-054

di Massimiliano De Mei, Silvia Arnone, Ferdinando Baldacchino, Egidio Viola. Divisione Bioenergia, Bioraffineria e Chimica verde, Laboratorio Tecniche e Processi per le Bioraffinerie - ENEA

**N**egli ultimi decenni, la crescente consapevolezza ambientale e la necessità di ridurre la dipendenza dalle fonti fossili hanno stimolato lo sviluppo della cosiddetta chimica verde. Questa branca della chimica si propone di progettare prodotti e processi chimici che riducano o eliminino l'uso e la generazione di sostanze pericolose. In questo contesto emergono nuove filiere produttive basate su fonti biologiche alternative, tra cui spiccano le cosiddette *bug farms*, allevamenti intensivi di insetti, destinati alla produzione industriale di biomassa, dalla quale estrarre lipidi, chitina e proteine.

Queste nuove realtà, inizialmente pensate per scopi alimentari, principalmente zootecnici, si stanno sempre più rivelando un potente alleato nella transizione ecologica anche nel settore chimico e dei materiali bio-based.

Le *bug farms* sono strutture destinate all'allevamento intensivo di insetti, condotto in ambienti altamente controllati, dove temperatura, umidità, luce e alimentazione sono ottimizzati per garantire una crescita rapida e sostenibile. Le specie più comuni sono *Hermetia illucens*, *Tenebrio molitor* e *Acheta domesticus* caratterizzate da un'alta efficienza di conversione dei substrati su cui si alimentano, rappresentati da scarti e sottoprodotti dei mercati e dell'industria agro-alimentare.

## Una straordinaria risorsa per la bioeconomia circolare

**Le *bug farms* rappresentano quindi una straordinaria risorsa per la bioeconomia circolare, poiché consentono di valorizzare biomasse residuali, bioconvertendole in molecole ad alto valore aggiunto.**

Dalla biomassa di insetti prodotta si possono estrarre infatti molecole che trovano crescente applicazione

in vari settori industriali. La chitina, un polisaccaride strutturale presente nell'esoscheletro degli insetti (così come nei crostacei e nei funghi), può essere utilizzata per la produzione di pellicole protettive per gli alimenti o per la realizzazione di biosensori; il chitosano, derivato della chitina attraverso processi di deacetilazione, è una molecola altamente interessante per le sue proprietà mucoadesive, chelanti, bioattive, antibatteriche e filmogene.

**Chitina e chitosano derivati da insetti offrono un'alternativa sostenibile e più etica rispetto a quelli ottenuti dai crostacei, con minore impatto ambientale e rischio allergenico inferiore. Le applicazioni sono molteplici:** dalla produzione di bioplastiche biodegradabili, ai film alimentari ed edibili, a sistemi di rilascio controllato per farmaci e flocculanti ecologici per il trattamento delle acque, per la chiarificazione dei vini e per il finissaggio

dei tessuti. Anche proteine e lipidi rappresentano una grande risorsa. Le proteine degli insetti possono essere idrolizzate o fermentate per produrre peptidi funzionali con proprietà antimicrobiche e antiossidanti, amminoacidi o precursori chimici, i quali poi possono essere impiegati per la produzione di basi per la sintesi di biopolimeri e fertilizzanti organici. Oltre a ciò, dalle larve di *Hermetia illucens* è possibile estrarre olii ricchi di acido laurico, miristico e palmitico, ideali per la produzione di saponi naturali, tensioattivi per detergenti ecologici, lubrificanti biodegradabili e materie prime per bioplastiche.

**Le bug farms, rispetto alle colture oleaginose (come palma e soia), possono produrre quantità comparabili di olii in spazi ridotti e senza necessità di disboscare o compromettere la biodiversità.**

**Non bisogna poi dimenticare il frass, il residuo solido della digestione degli insetti, valido fertilizzante organico e biostimolante alternativo ai fertilizzanti di sintesi.** Sebbene venga prevalentemente utilizzato in agricoltura come ammendante, vi sono progetti che mirano a estrarne frazioni bioattive capaci di stimolare la crescita delle piante o fungere da substrato per colture microbiche produttive e per valorizzarlo come substrato per fermentazioni industriali, per la produzione di bioetanolo, biogas e metaboliti secondari, come terpenoidi ed alcaloidi.

### I 12 principi della chimica verde

La chimica verde si fonda su dodici principi elaborati da Anastas e Warner (1998), tra cui l'uso di materie prime rinnovabili, la riduzione dei rifiuti, l'uso di solventi e reagenti più sicuri, e la produzione di materiali biode-

gradabili. Le *bug farms* si inseriscono perfettamente in questi paradigmi; gli insetti, infatti, sono alimentati con scarti agroindustriali, riducendo così la competizione con le colture alimentari; la produzione è a basso impatto con ridotti consumi di acqua, spazio ed energia; la filiera è a rifiuti quasi nulli, perché ogni parte del ciclo biologico dell'insetto può essere valorizzata e si integra bene nei processi chimici bio-based, con la conversione dei componenti in prodotti chimici e materiali biodegradabili.

Sono noti vari casi di "buone pratiche", come ad esempio le due aziende statunitensi TômTex e CruzFoam, che stanno esplorando la produzione di materiali plastici partendo da chitina derivata da insetti; i film ottenuti mostrano eccellenti proprietà meccaniche, biodegradabilità e versatilità d'uso, competendo con le plastiche tradizionali nei settori del packaging e dell'imballaggio.

Inoltre, progetti europei, come HI-Tech coordinato dall'Università di Torino in collaborazione con il CNR, oppure XFlies, in collaborazione con l'Università degli Studi della Basilicata, o Nextalim in Francia, stanno sviluppando tensioattivi derivati da lipidi di *Hermetia illucens*, ottenendo prodotti detergenti per la casa e l'industria completamente biodegradabili, privi di composti tossici e con un basso profilo eco-tossicologico.

**L'ENEA sta conducendo studi su *Hermetia illucens*, utilizzata per la valorizzazione di fanghi di depurazione di acque reflue urbane e per il recupero di olio ad alto contenuto di acido oleico da scarti alimentari, metodo tanto innovativo da portare al deposito di un brevetto, e sull'ottimizzazione di diete per *Tenebrio molitor*.** Sono at-

tualmente in corso anche esperimenti per valorizzare il frass (il residuo organico prodotto dagli insetti) come fertilizzante per i suoli, anche trasformandolo in biochar, un materiale simile al carbone con interessanti proprietà agronomiche.

**Le prospettive dell'impiego degli insetti nella chimica verde sono molto promettenti. Tuttavia, a causa di normative poco chiare di una legislazione ancora in via di definizione per molti prodotti derivati da insetti e dell'accettabilità sociale rispetto l'uso alimentare, la scalabilità e la standardizzazione della produzione su larga scala sono ancora in fase di consolidamento. Superare questi ostacoli richiede investimenti in ricerca, formazione e, soprattutto, un quadro normativo favorevole alla bioeconomia circolare.**

Le *bug farms* rappresentano quindi una delle frontiere più promettenti per lo sviluppo di filiere sostenibili nella chimica verde. L'integrazione di insetti nella produzione industriale di composti chimici e materiali rinnovabili consente non solo di valorizzare rifiuti organici, ma introduce un modello produttivo efficiente, resiliente e conforme ai principi della sostenibilità.

**Se supportata da politiche adeguate e investimenti mirati, questa filiera potrebbe diventare uno dei pilastri fondamentali della transizione ecologica, dimostrando che anche i più piccoli organismi possono avere un impatto enorme sul futuro dell'industria chimica.**

*per info: [massimiliano.demei@enea.it](mailto:massimiliano.demei@enea.it)*

**Bibliografia**

1. Anastas, P.T., Warner, J.C. (1998). *Green Chemistry: Theory and Practice*. Oxford University Press.
2. Van Huis, A. et al. (2013). *Edible insects: Future prospects for food and feed security*. FAO Forestry Paper 171.
3. Makkar, H.P.S., Tran, G., Heuzé, V., Ankers, P. (2014). State-of-the-art on use of insects as animal feed. *Animal Feed Science and Technology*, 197, 1-33.
4. Varelas, V. (2019). Food wastes as a potential new source for edible insect mass production for food and feed: a review. *Fermentation* 5(3), 81.
5. Diener, S., Zurbrügg, C., Tockner, K. (2009). Conversion of organic material by black soldier fly larvae: Establishing optimal feeding rates. *Waste Management & Research*, 27(6), 603-610.
6. Newton, G.L. et al. (2005). The black soldier fly, *Hermetia illucens*, as a manure management/resource recovery tool. *Symposium on the State of the Science of Animal Manure and Waste Management*.
7. López-Marcos, M. C. et al. (2022). Chitosan derived from insects: a sustainable alternative. *International Journal of Biological Macromolecules*, 222, 1642-1650.
8. European Commission (2020). *A new Circular Economy Action Plan for a cleaner and more competitive Europe*.