

● PRODUZIONI INTEGRATE NELLA FILIERA BIOGAS AGRO-ZOOTECNICA

Biogas e mosche soldato, sinergia interessante

di E. Sinisgalli, M. Soldano, M. Garuti, S. Piccinini, G. Pinotti, L.L. Macavei, L. Maistrello

La filiera produttiva dei mangimi ha raggiunto una gestione efficiente dell'intero ciclo produttivo e una standardizzazione dei prodotti che ha permesso di garantire un miglior controllo dell'alimentazione animale.

Nell'ambito di un mercato dei mangimi sempre più competitivo e dipendente dalle importazioni di proteine grezze, lo sviluppo di nuovi prodotti da immettere sul mercato e la diversificazione della fonte proteica rappresentano elementi di importanza rilevante, considerando anche che la continua crescita della popolazione porterà a una maggiore richiesta di fonti proteiche. **Ciò causerà una forte concorrenza tra il settore mangimistico e quello alimentare, per cui diventa un tema chiave identificare e caratterizzare potenziali nuovi alimenti zootecnici.**

Sulla base di una logica incentrata su economia circolare e sostenibilità, tra le nuove promettenti opzioni di alimentazione animale ci sono gli insetti, che stanno raccogliendo un interesse sempre maggiore poiché le caratteri-

Allevare larve di mosche soldato per l'alimentazione zootecnica presso gli impianti di biogas permette di valorizzare i substrati di alimentazione degli insetti e allo stesso tempo il calore in surplus. Fondamentale è utilizzare un sottoprodotto che permetta una veloce crescita delle larve e una buona produzione di metano

stiche nutrizionali consentono la sostituzione parziale o totale di proteine e lipidi, rappresentando una valida alternativa a soia e altre fonti proteiche vegetali. A sostegno normativo di ciò, è stato approvato di recente in Europa **l'uso di alcune specie di insetti per la produzione di mangimi per avicoli e suini** (reg. UE 2021/1372 del 17-8-2021), mentre in precedenza erano autorizzate solo per l'utilizzo in acquacoltura e volatili da compagnia.

Il Gruppo operativo per l'innovazione Flies4Feed è un'iniziativa realizzata nell'ambito del Psr 2014-2020 della Regione Emilia-Romagna il cui scopo è quello di realizzare una filiera dimostrativa per l'allevamento degli insetti (le così dette bugs farm), in particolare di mosca soldato (*Hermetia illucens*), con cui ottenere farina di insetti da usare in mangimi per pesci e volatili da compagnia. In particolare, verrà allestito un prototipo di bugs farm presso un'azienda agricola con impianto di biogas.

calore prodotto in esubero dal cogeneratore per utilizzi aziendali.

Una delle produzioni più innovative e sostenibili è l'allevamento di insetti, attività che creerebbe una forte sinergia economica con il biogas valorizzando il calore prodotto in esubero **sia per la climatizzazione delle strutture di allevamento, sia per il processo di soppressione ed essiccamento delle larve prodotte.** Oltre al calore è possibile valorizzare sottoprodotti disponibili in azienda per l'alimentazione dell'impianto di biogas, o derivanti da filiere agro-alimentari del tessuto produttivo locale, utilizzandoli come substrati di crescita per le larve. Queste strutture possono essere collocate direttamente presso le aziende produttrici dei sottoprodotti delle filiere agroalimentari e/o presso gli impianti di biogas agricoli che già in parte valorizzano tali scarti organici e dispongono di calore in surplus, per produzioni significative di insetti e ammendanti organici.



Larve mature di mosca soldato

Come integrare biogas e allevamento di insetti

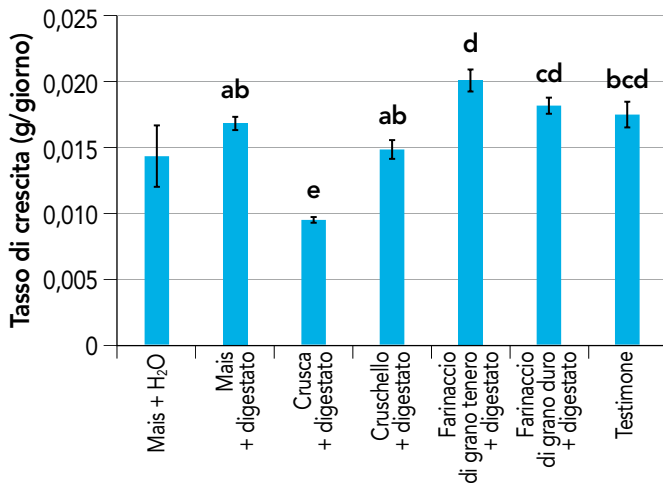
Tra le disposizioni del Pnrr nell'ambito degli interventi di economia circolare viene individuata la promozione di incentivi finalizzati a migliorare l'efficienza energetica di impianti per la produzione di biogas per i quali non sarà possibile la riconversione a biometano.

Tra le varie opzioni di finanziamento compare la possibilità di effettuare interventi per l'acquisto e l'installazione di sistemi di recupero e riutilizzo del



Esemplare di mosca soldato (*Hermetia illucens*) adulta

GRAFICO 1 - Tasso di crescita delle larve di mosca soldato per ciascun substrato



Lettere diverse indicano differenze significative tra i valori (F = 29,729; p = 0,0000). Media ± dev.st., Anova seguita da Tukey test.

Tutti i sottoprodotti hanno permesso lo sviluppo delle larve di mosche soldato, tuttavia quelli in cui si sono registrati tassi di crescita più elevati erano farinaccio di grano tenero e farinaccio di grano duro, mentre in presenza di sola crusca la crescita era ridotta.

Prove di crescita sui sottoprodotti

La mosca soldato è la più promettente tra le 7 specie di insetti autorizzate per l'utilizzo mangimistico grazie alla facilità di allevamento e all'estrema rapidità di crescita.

Gli stadi larvali di questa specie sono in grado di svilupparsi su una grande varietà di substrati organici a elevato contenuto di umidità che normalmente vengono considerati scarti, come i sottoprodotti delle filiere agroalimentari (Barragan-Fonseca et al., 2017; Barbi et al., 2020).

Le larve sono ricche di proteine, lipidi e chitina, che **le rendono candidati ideali per la sostituzione della soia importata o di altre fonti vegetali nei mangimi** (Liu et al., 2019).

L'allevamento delle mosche soldato è vantaggioso sia dal punto di vista economico sia ambientale perché permette di valorizzare scarti organici, che diversamente andrebbero smaltiti, convertendoli in una biomassa dal grande valore aggiunto e in un residuo organico («frass») utilizzabile in ambito agricolo come ammendante per le colture (Lopes et al., 2022).

Inoltre, la produzione di proteine e grassi da insetti impatta meno sull'ambiente in quanto è possibile effettuarla in piccoli spazi, con bassi consumi

idrici e limitate emissioni di gas serra (Bava et al., 2019).

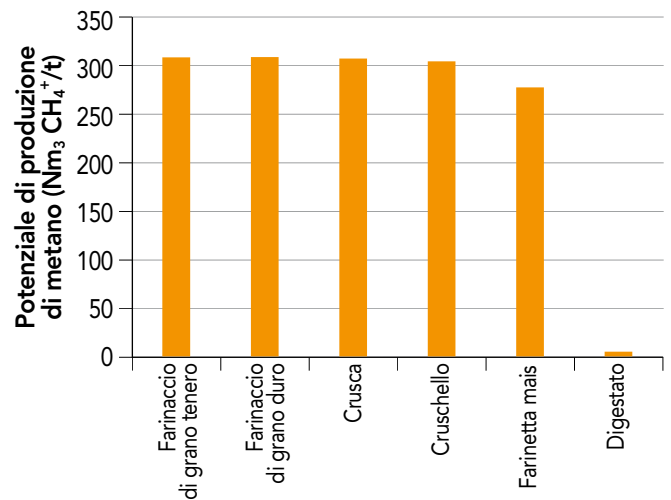
Un fattore importante da tenere in considerazione è che la tipologia di dieta utilizzata influenza lo sviluppo e la composizione della biomassa finale ottenuta quindi è necessario individuare i sottoprodotti ottimali per ricavare elevate quantità di larve mature da destinare alla creazione di mangimi.

Allo stesso tempo il substrato alimentare deve necessariamente avere alcune caratteristiche come la facilità di reperimento, conservazione e stoccaggio per consentirne l'utilizzo in impianti di produzione di grandi dimensioni. Anche la granulometria risulta importante, da-



Dettaglio dei reattori di processo del dispositivo per la misurazione del potenziale metanigeno presente presso Crpa Lab

GRAFICO 2 - Potenziale di produzione di metano dei sottoprodotti



Il valore tiene in considerazione il contenuto di umidità e di ceneri di ciascuna biomassa.

La farinetta di mais presenta una quantità di solidi totali minore rispetto alle altre biomasse, e ne consegue una minore produzione di metano per tonnellata di materiale.

to che al termine dell'accrescimento le larve devono necessariamente avere dimensioni differenti rispetto a quelle dei residui di substrato in modo da poterli facilmente separare attraverso vagli meccanici.

Il progetto ha valutato le performance di sviluppo delle larve di mosche allevate utilizzando scarti della lavorazione molitoria uniti a digestato, sottoprodotto della produzione di biogas, utilizzato per inumidire i substrati farinosi e secchi. La sostituzione dell'acqua con il digestato permette di valorizzare una risorsa che apporta nutrienti aggiuntivi al substrato, migliorandone le prestazioni di crescita.

In questo lavoro vengono riportati i dati raccolti durante prove preliminari in scala di laboratorio nelle quali 5 diversi sottoprodotti cerealicoli sono stati testati singolarmente: **farinetta di mais, crusca, cruschello, farinaccio di grano tenero e farinaccio di grano duro**.

Inoltre, sono state valutate le prestazioni di crescita delle larve cresciute con farinetta di mais inumidita con acqua e quelle con farinetta di mais inumidita con digestato.

In contenitori di plastica sono stati inseriti le farine secche unite al digestato o all'acqua assieme a piccole larve di pochi giorni, e ne è stata monitorata la crescita.

Le larve hanno raggiunto la maturità

TABELLA 1 - Composizione delle diverse biomasse

Sottoprodotti	S.t. (%)	S.v. (% s.t.)	NTK (% s.t.)	Proteine (% s.t.)	N-NH ₄ ⁺ (% NTK)	P (% s.t.)	Emicellulosa (% s.t.)	Cellulosa (% s.t.)	Lignina (% s.t.)
Farinaccio di grano tenero	91,50	96,34	2,77	17,32	2,77	0,86	19,53	5,55	3,70
Farinaccio di grano duro	90,13	94,62	3,18	19,85	3,18	1,13	22,81	8,16	1,89
Crusca	90,21	94,41	2,68	16,75	2,68	1,16	34,40	10,42	3,32
Cruschello	89,47	94,98	2,76	17,28	2,76	1,06	28,09	10,14	2,35
Farinetta di mais	86,53	95,03	1,43	8,93	1,43	0,21	20,80	9,11	4,56
Digestato	6,23	75,13	7,37	46,06	7,37	0,97	5,18	15,64	25,61

S.t. = solidi totali; S.v. = solidi volatili; NTK = azoto totale Kjeldahl; N-NH₄⁺ = azoto ammoniacale; P = fosforo.

Dalle analisi sulle componenti fibrose dei sottoprodotti risulta che il contenuto di emicellulosa è compreso tra il 19 e il 34% dei solidi totali, la cellulosa tra il 5 e il 10%, mentre la lignina tra il 2 e il 5% s.t. Il digestato, essendo un prodotto già digerito, mostra una quantità maggiore di lignina e cellulosa sulle fibre totali poiché gran parte delle fibre indegradate e non convertite in biogas rimangono incrostate con la lignina.

in 8-10 giorni con tutti i sottoprodotti testati. A quel punto sono state separate dal substrato attraverso l'utilizzo di un setaccio meccanico, pesate e soppresse tramite bollitura a 100 °C per circa 1 minuto. I dati raccolti hanno permesso di calcolare indici produttivi importanti come il tasso di crescita, che indica la crescita media giornaliera di una singola larva.

Come mostrato in *grafico 1*, tutti i sottoprodotti hanno permesso lo sviluppo delle larve di mosche soldato, tuttavia quelli in cui si sono registrati **tassi di crescita più elevati erano farinaccio di grano tenero e farinaccio di grano duro**, mentre in presenza di sola crusca la crescita era ridotta.

Qualità sottoprodotti

Uno degli obiettivi della prima fase del progetto prevede la caratterizzazione chimica di tali sottoprodotti, tutti derivanti dall'industria di lavorazione cerealicola e di interesse per la produzione di biogas per via del loro elevato contenuto in carbonio organico. I parametri analizzati sono stati solidi totali, solidi volatili, azoto, fosforo e frazioni fibrose (cellulosa, emicellulosa, lignina). I risultati delle analisi sono elencati in *tabella 1*.

Per l'analisi dei dati di produzione e la comparazione tra le diverse biomasse si fa riferimento, in particolare, al contenuto di carboidrati strutturali (cellulosa + emicellulosa) che sono di interesse per la produzione di biogas, e alla ripartizio-

ne delle fibre considerando il rapporto sulle fibre totali (cellulosa + emicellulosa + lignina).

Dalle analisi sulle componenti fibrose di tali sottoprodotti risulta che il contenuto di emicellulosa è compreso tra 19 e 34% dei solidi totali, la cellulosa tra 5 e 10%, mentre la lignina è compresa tra 2 e 5% solidi totali.

Il digestato, essendo un prodotto già digerito, mostra una quantità maggiore

CORSO DI FORMAZIONE FLIES4FEED PER PRODURRE MANGIMI DA INSETTI

Nell'ambito delle attività di formazione del Gruppo operativo Flies4Feed, si svolgerà dall'8 settembre al 5 ottobre un corso dal titolo «Nuovi alimenti zootecnici da insetti valorizzando scarti agroindustriali e impianti biogas».

L'attività, di 29 ore complessive, si terrà online, tranne l'ultimo incontro per il quale è prevista una visita guidata a una bugsfarm.

Destinatari del corso sono imprenditori agricoli, dipendenti e coadiuvanti di aziende iscritte all'anagrafe delle aziende agricole dell'Emilia-Romagna per un massimo di 20 persone.

Informazioni sul sito di progetto: flies4feed.crpa.it

di lignina e cellulosa sulle fibre totali, poiché gran parte delle fibre indegradate e non convertite in biogas rimangono incrostate con la lignina.

Un dato fondamentale da conoscere per l'impianto di biogas è la resa energetica delle biomasse che utilizza per l'alimentazione ai fini della produzione di energia elettrica.

Il test BMP (Biochemical Methane Potential) viene utilizzato per valutare la resa in metano di una certa biomassa, legata al contenuto di solidi volatili. Le produzioni specifiche dei sottoprodotti oggetto di analisi risultano comprese tra 337 e 362 Nm³ CH₄/t solidi volatili, in linea con i valori attesi da tali biomasse e senza sostanziali differenze tra loro.

Dal punto di vista operativo, tuttavia, conoscere la resa energetica tenendo conto del contenuto di umidità e di ceneri è molto utile per l'impianto di biogas (*grafico 2*).

La farinetta di mais presenta una quantità di solidi totali minore rispetto alle altre biomasse, e ne consegue una minore produzione di metano per tonnellata di materiale; inoltre, poiché contiene una maggiore percentuale di lignina presenta un valore minore anche in termini di produzione specifica, indicando che probabilmente deriva da un prodotto con una maggiore quota di pule. Nonostante ciò, **la farinetta di mais è la biomassa che presenta la cinetica di produzione di metano più rapida di tutte** (*grafico A* pubblicato online all'indirizzo riportato a fine articolo), probabilmente grazie a un maggior contenuto di amido e di molecole rapidamente degradabili e convertibili in metano.

Gli altri substrati presentano più picchi diversificati dovuti alla degradazione progressiva di altre componenti (es. emicellulosa e/o cellulosa).

Nell'ambito della digestione anaerobica, la farinetta di mais ha quindi un effetto booster sulla produzione ed è in grado di dare una spinta alla produzione.

**Erika Sinisgalli, Mariangela Soldano
Mirco Garuti, Sergio Piccinini**

Crpa - Centro ricerche produzioni animali

Giulia Pinotti, Laura Loana Macavei

Lara Maistrello

UniMORE - Università di Modena e Reggio Emilia

V Questo articolo è corredato di bibliografia/contenuti extra. Gli Abbonati potranno scaricare il contenuto completo dalla Banca Dati Articoli in formato PDF su: www.informatoreagrario.it/bdo

Biogas e mosche soldato, sinergia interessante

BIBLIOGRAFIA

Barragan-Fonseca KB, Dicke M, van Loon JJA. Nutritional value of the black soldier fly (*Hermetia illucens* L.) and its suitability as animal feed - a review. *J Insects as Food Feed*. 2017. doi:10.3920/JIFF2016.0055

Barbi S, Macavei LI, Fuso A, et al. Valorization of seasonal agri-food leftovers through insects. *Sci Total Environ*. 2020;709:136209. doi:10.1016/j.scitotenv.2019.136209

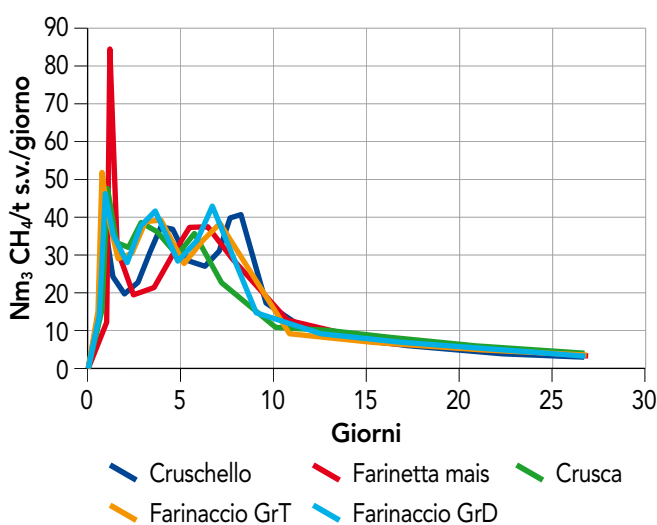
Liu C, Wang C, Yao H. Comprehensive resource utilization of waste using the

black soldier fly (*Hermetia illucens* (L.)) (Diptera: Stratiomyidae). *Animals*. 2019. doi:10.3390/ani9060349

Lopes IG, Yong JW, Lalander C. Frass derived from black soldier fly larvae treatment of biodegradable wastes. A critical review and future perspectives. *Waste Manag*. 2022;142(January):65-76. doi:10.1016/j.wasman.2022.02.007

Bava L, Jucker C, Gislon G, et al. Rearing of *Hermetia illucens* on different organic by-products: Influence on growth, waste reduction, and environmental impact. *Animals*. 2019. doi:10.3390/ani9060289

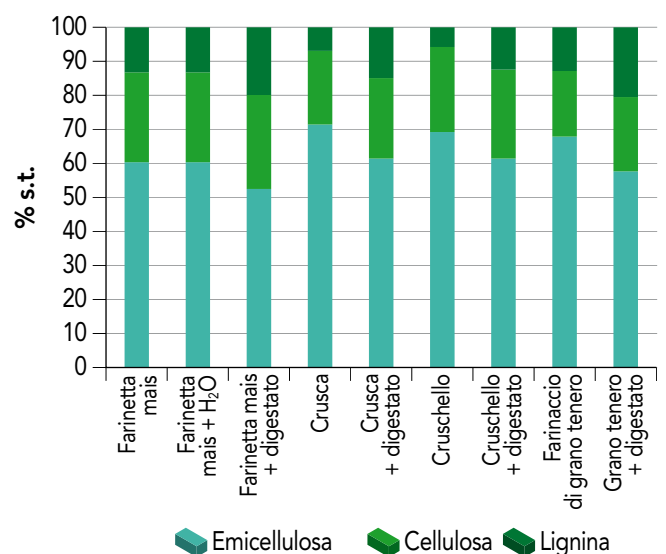
GRAFICO A - Curve cinetiche: andamento della velocità giornaliera di produzione di metano durante il test BMP per ciascun sottoprodotto (Nm³ CH₄/t s.v. giorno)



s.v. = solidi volatili.

Dalle curve del grafico è possibile ottenere alcuni parametri cinetici fondamentali per il dimensionamento degli impianti e per valutare la qualità delle biomasse.

GRAFICO 2 - Ripartizione delle componenti fibrose nei singoli sottoprodotti e nelle miscele preparate per i test di crescita delle larve



s.v. = solidi volatili.

I risultati sono espressi considerando il rapporto di ciascuna componente sul totale delle fibre grezze.

L'INFORMATORE AGRARIO

www.informatoreagrario.it



Edizioni L'Informatore Agrario

Tutti i diritti riservati, a norma della Legge sul Diritto d'Autore e le sue successive modificazioni. Ogni utilizzo di quest'opera per usi diversi da quello personale e privato è tassativamente vietato. Edizioni L'Informatore Agrario S.r.l. non potrà comunque essere ritenuta responsabile per eventuali malfunzionamenti e/o danni di qualsiasi natura connessi all'uso dell'opera.