

IL RECUPERO DI ENERGIA E DI RISORSE IDRICHE

CON UN APPROCCIO “ZERO WASTE”, I PROGETTI NAUPLIUS E “CO2 RE-USE” CONDOTTI DAL DIPARTIMENTO DI SCIENZE AGRARIE DELL'UNIVERSITÀ DI BOLOGNA E BIOTEC SYS, DIMOSTRANO IL SUCCESSO DI TRATTAMENTI INNOVATIVI VOLTI AL RIUTILIZZO DI ENERGIA E RISORSE IDRICHE DA REFLUI URBANI, ZOOTECCNICI E DELLE AZIENDE AGRO-ENERGETICHE.

Il Dipartimento di Scienze agrarie (DipSa) di UniBo e Biotec Sys collaborano da oltre un decennio su tematiche di ricerca, sviluppo e applicazione dimostrativa di tecnologie mirate al recupero di energia, nutrienti, prodotti e acque depurate a partire da reflui di varia natura. Un primo progetto è stato rivolto alle strategie di depurazione e valorizzazione dei reflui zootecnici tramite costruzione di una catena trofica basata su alghe, zooplancton e piante acquatiche; un secondo progetto, realizzato in collaborazione con Hera spa, ha visto invece la realizzazione di un impianto pilota dimostrativo in cui avviene un processo innovativo di digestione anaerobica dei fanghi di depurazione; infine, a seguito del recente sviluppo delle agroenergie, si è aperto il campo di ricerca relativo al miglioramento della intera filiera delle aziende agroenergetiche. I trattamenti proposti hanno dimostrato un'importante ricaduta economica per un razionale riutilizzo di acque reflue sia per la produzione di bioenergia e prodotti *bio-based* che per usi irrigui in agricoltura.

Il progetto Nauplius

Le attività agricole zootecniche, in particolare le zone ad alta densità di allevamenti, rappresentano un fattore di criticità per il forte impatto ambientale (emissioni di odori, metalli pesanti, fitofarmaci). L'utilizzo agronomico degli effluenti zootecnici deve essere comunque visto come risorsa molto importante per la qualità e la sostenibilità degli allevamenti zootecnici e la fertilità dei suoli agricoli (Biau et al., 2012).



1

Tra i processi di trattamento che rendono più efficiente l'utilizzo dei reflui zootecnici in agricoltura, la digestione anaerobica rappresenta una modalità importante di recupero energetico tramite la produzione di biogas, oltre che di miglioramento delle caratteristiche del refluo (minori emissioni di gas serra e odorigene).

Allo stesso tempo il contenuto in nutrienti (azoto e fosforo in particolare) non viene alterato significativamente. Riguardo ad altri aspetti, tuttavia, la digestione anaerobica non costituisce un vantaggio determinante, e tra questi aspetti rientra la dinamica dei metalli pesanti (ad es. Cu, Zn, Mn, Co, Ni, Cr, Cd e Pb) e l'alcalinità; quest'ultima, in particolare, è una condizione limitante per la biodisponibilità dei nutrienti e quindi una condizione non favorevole per un riutilizzo del refluo in agricoltura.

Il progetto Nauplius, realizzato presso un allevamento suinicolo a ciclo chiuso in provincia di Bologna, nasce da una stretta collaborazione tra l'università, il DipSa e Biotec Sys srl.

Le linee guida di questa *partnership* sono:

- un approccio *zero waste* al trattamento di reflui zootecnici, alla produzione di bioenergia e di prodotti *bio-based*
- l'integrazione vantaggiosa tra processi biotecnologici e non
- la transizione verso tecnologie sostenibili per lo sviluppo di un'economia circolare.

Finalità principale del progetto è stata quella di realizzare un processo biologico integrato dell'effluente, a valle della digestione anaerobica, con diverse unità sequenziali basate su microalghe, zooplancton (*Daphnia magna*), piante acquatiche e pesci d'acqua dolce (*Cyprinus carpio*) e altri (foto 1). L'integrazione del processo di digestione anaerobica con le diverse unità di processo biologiche ha valorizzato l'effluente ai fini della fertilizzazione convertendo un *waste* in una risorsa idrica grazie alla significativa riduzione del contenuto di metalli (figura 1), al recupero di nutrienti come l'azoto in forma organica ed un abbattimento di emissioni di NH₃. Il progetto Nauplius ha inoltre generato una filiera di nuovi prodotti da destinare al mercato dell'acquacoltura, del ripopolamento e dell'industria mangimistica.

Allo stato attuale il progetto Nauplius è stato esteso ai reflui di aziende agro-energetiche, una categoria di aziende che negli ultimi anni è cresciuta in modo rilevante. Il lavoro è stato quindi focalizzato sull'isolamento e la selezione di ceppi algali adattati alla crescita su reflui provenienti da diverse tipologie di impianti di digestione anaerobica. I ceppi algali sono stati selezionati per capacità di crescita ad alta densità; crescita non dipendente da intensa radiazione solare (eterotrofia) e conferimento di proprietà biostimolanti al refluo.

1 Attività sperimentale condotta presso un allevamento suinicolo a Sacerno (Bo). Nauplius ha realizzato una rete trofica di diverse unità di processo: i) microalghe; ii) zooplancton (*Daphnia magna*); iii) piante acquatiche; iv) pesci d'acqua dolce (*Cyprinus carpio* e altri).

FIG. 1
RISORSE IDRICHE
DA REFLUI URBANI

La catena trofica Nauplius[®] ha valorizzato l'effluente ai fini della fertilizzazione convertendo un "waste" in una risorsa idrica grazie anche alla significativa riduzione del contenuto di metalli.

■ Influyente
■ Effluente

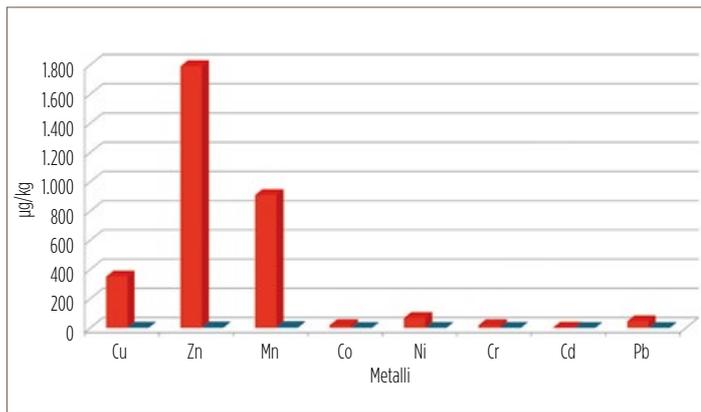


FIG. 2
RISORSE IDRICHE
DA REFLUI URBANI

Digestione anaerobica multifase e "CO₂ Re-use": l'iniezione di CO₂ nella fase acida (FER) ha aumentato la conversione del materiale organico nel trattamento dei fanghi di depurazione. L'uso di CO₂ favorisce la riduzione delle emissioni di gas serra associate al trattamento.

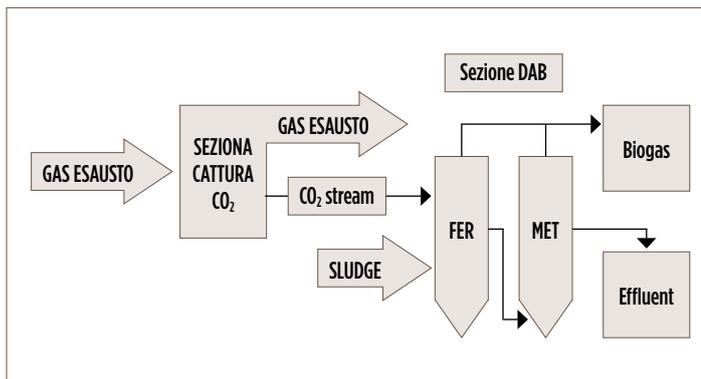


FOTO: B. LIVIANA, REGIONE EMILIA-ROMAGNA

Digestione anaerobica multifase e CO₂ Re-use

La digestione anaerobica è stata applicata in campi molto diversi, dalla depurazione di acque reflue ai settori agroalimentari, conciari e delle agroenergie. Per quanto riguarda il trattamento delle acque reflue è stato messo a punto, in collaborazione con Hera spa, un processo in scala pilota per la digestione anaerobica avanzata dei fanghi di depurazione, allo scopo di migliorare gli aspetti ambientali ed economici del trattamento delle acque reflue. Obiettivi del progetto:

- aumento dell'efficienza nella degradazione della sostanza organica
- aumento della produzione energetica tramite co-digestione
- riduzione della produzione di gas serra associata alla depurazione.

Gli aspetti innovativi principali sono la realizzazione di un processo di digestione a fasi separate e specializzate e la realizzazione di un sistema integrato di cattura e riutilizzo della CO₂ da gas esausti (CO₂-Re-use).

CO₂ Re-use ha dimostrato che l'iniezione di CO₂ nella fase acida (figura 2) aumenta la conversione del materiale organico nel trattamento dei fanghi di depurazione e che l'utilizzo della CO₂ costituisce una opportunità di riduzione delle emissioni di gas serra associate al trattamento (Salomoni et al., 2011).

Conclusioni e prospettive

Gli aspetti comuni tra i progetti descritti in questo articolo riguardano le ricadute in termini di miglioramento del processo che converte un refluo in una risorsa idrica. I reflui sono stati convertiti da materiale problematico (assimilabile a un waste) a risorsa idrica tramite approcci integrati comprendenti diversi processi biologici, ricavando in parallelo vantaggi aggiuntivi che migliorano l'economicità e il bilancio ambientale dell'intero processo (produzione di energia rinnovabile, recupero di nutrienti come l'azoto in forma organica, produzione di nuovi prodotti bio-based, riduzione delle emissioni di gas serra).

Gli approcci tecnologici descritti rappresentano una consolidata base per l'innovazione dei processi biotecnologici per il trattamento di reflui liquidi e solidi e per la loro integrazione al fine di raggiungere:

- sostenibilità ambientale (basse emissioni di gas serra, zero waste, massimo recupero dei nutrienti come l'azoto)
- sostenibilità economica (grid parity, bioproducti competitivi con omologhi tradizionali, riduzione dei costi di trattamento)
- sostenibilità sociale (azione locale, assenza di competizione con le produzioni food).

Ornella Francioso¹ e Mattia Bonoli²

1. Università di Bologna, Dipartimento di Scienze agrarie
2. Biotec Sys srl, Bologna

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- Biau, A., Santiveri, F., Mijangos, I., Lloveras, J. (2012). *The impact of organic and mineral fertilizers on soil quality parameters and the productivity of irrigated maize crops in semiarid regions*. European Journal of Soil Biology 53:56-61
- Salomoni, C., Caputo, A., Bonoli, M., Francioso, O., Rodriguez-Estrada, M.T., Palenzona, D. (2011). *Enhanced methane production in a two-phase anaerobic digestion plant, after CO₂ capture and addition to organic wastes*. Bioresource Technology 102:6443-6448.