



REGIONE AUTONOMA  
FRIULI VENEZIA GIULIA



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI UDINE

PROGETTO DI RICERCA

LA DIGESTIONE ANAEROBICA  
PER UNA SUINICOLTURA ECOCOMPATIBILE  
ED ENERGETICAMENTE SOSTENIBILE:  
SVILUPPO DI UNA TECNOLOGIA INNOVATIVA  
E STUDIO TERRITORIALE

Riduzione dell'azoto nel digestato

**Collaboratori alla ricerca:**

prof. Roberto Chiumenti  
prof. Francesco da Borso  
dott. Ing. Alessandro Chiumenti  
dott. Sonia Limina  
dott. Antonio Landa

• PER LA RIDUZIONE DELL'AZOTO NELLE DEIEZIONI

# Nitro-denitro unica tecnologia collaudata

Tra le tante tecnologie utilizzabili nella riduzione dell'azoto di deiezioni e digestato il processo nitro-denitro è l'unico collaudato in zootecnia e di cui si conoscono i costi indicativi: 2,45-2,80 euro/m<sup>3</sup> di liquame per un abbattimento del 50-60% dell'azoto totale

di **Roberto Chiumenti,**  
**Alessandro Chiumenti**

**A**nche se nello scorso mese di giugno siamo usciti dalla procedura di infrazione per il mancato rispetto degli obblighi comunitari dettati dalla direttiva 91/676/Cee «Protezione delle acque contro l'inquinamento provocato dai nitrati provenienti da fonti agricole», ed è, dunque, passato il rischio di vedere tutta la Pianura Padana classificata zona vulnerabile, il problema delle aziende zootecniche non è molto cambiato, dato che il vincolo della vulnerabilità è in essere per più della metà del territorio padano e non sono ipotizzabili, a breve, deroghe per i doppi raccolti e per i prati stabili, al limite massimo di 170 kg di azoto/ha e per anno di azoto di fonte zootecnica.

Per gran parte degli allevamenti si sta, dunque, presentando l'alternativa della riduzione del carico zootecnico o dell'adozione di tecniche di abbattimento dell'azoto, con decisioni da prendere nel brevissimo termine, dato che dal prossimo autunno si dovrà garantire la tracciabilità degli effluenti di allevamento. Ed è bene fuggire da subito un frequente malinteso: la tanto discussa digestione anaerobica non può contribuire alla soluzione del problema azoto, dato che dai digestori esce tutto l'azoto che entra con le biomasse, siano esse deiezioni o vegetali.

Nella scelta delle tecniche di riduzione del carico di azoto presente nelle deiezioni animali tutti concordano nel doversi privilegiare i trattamenti non distruttivi, dato il valore monetario ed energetico dei reflui zootecnici, ma per le singole azien-

de tale strada non è semplice da attuare dato che, comunque, occorre trovare la destinazione dell'azoto eccedentario. L'utilizzo agronomico, anche se auspicabile, non sempre può essere la soluzione definitiva, perché se sulla carta può apparire possibile «spalmare» l'azoto prodotto dagli allevamenti sulla sau delle aziende agricole non zootecniche, ci sono problemi pratici spesso insuperabili. Problemi legati all'epoca di distribuzione (per quattro mesi all'anno c'è il divieto di distribuzione), ai Piani di utilizzo agronomico (Pua) (per i vincoli del Piano quinquennale di rotazione non facilmente accettati dalle aziende agricole che finora hanno concesso le proprie superfici agrarie alle aziende zootecniche) e al mercato delle concessioni (che sta raggiungendo valori prossimi a quelli dell'affitto).



1b

Foto 1 - Impianto pilota di trattamento con osmosi inversa e ultrafiltrazione della ditta Envitec (a) e impianto di strippaggio dell'ammoniaca con complessazione con acido solforico della ditta AB Impianti in un allevamento di suini (b)

IMPIANTO NITRO-DENITRO DI TIPO CONTINUO

# Meno azoto nei liquami suinicoli

contribuito alle aziende zootecniche.

Più interessanti appaiono, almeno sulla carta, le tecnologie emergenti di trattamento dei liquami: le tecniche di separazione dell'azoto con le torri di stripping con complessazione dell'ammoniaca con acido solforico, l'osmosi inversa e l'ultrafiltrazione. Purtroppo si deve dire che questi processi nella maggior parte dei casi sono ancora in una fase di messa a punto delle tecnologie e che non si può ancora considerare raggiunta l'affidabilità necessaria per poterle introdurre negli allevamenti.

Da tali considerazioni emerge, in definitiva, che non è facile abbandonare l'opzione offerta dalle tecniche della nitro/denitrificazione, con la quale, però, l'azoto viene distrutto. La tecnica in questione va considerata ormai acquisita, essendo da decenni adottata nella depurazione dei reflui suinicoli. Se con i liquami zootecnici, per l'alto contenuto di azoto, esiste qualche problema nel rispettare la qualità delle acque di scarico in acque superficiali per tutto l'anno, la tecnologia è oggi del tutto affidabile e adottabile nelle aziende qualora ci si ponga l'obiettivo di un abbattimento parziale dell'azoto, dell'ordine del 50-60% o anche superiore.

In pratica, per raggiungere l'obiettivo dell'adeguamento aziendale alla direttiva nitrati l'unica tecnologia oggi sicura, affidabile e compatibile in termini gestionali con le competenze di un'azienda zootecnica, è questa.

## Impianti nitro-denitro

Il trattamento aerobico dei liquami zootecnici è stato adottato nel passato nella tipologia di trattamento di deodorizzazione dei liquami, con blanda ossigenazione, in genere con potenze specifiche inferiori a 20 W/m<sup>3</sup> di vasca e con azionamento degli ossigenatori per 15 minuti all'ora.

Tale tecnica è oggi incompatibile con la normativa ambientale, dato che senza

raggiungere la completa nitrificazione non è possibile trasferire in atmosfera l'azoto sotto forma di azoto molecolare, ma lo si farebbe sotto forma ammoniacale.

L'impostazione progettuale di un impianto di trattamento biologico per nitro/denitrificazione non è molto diversa da quella di un impianto di depurazione nel quale però non si raggiunge la qualità delle acque indicata dalla *tabella 3* del dlgs 152/06 per lo scarico in acque superfic-

superficie a turbina lenta della potenza unitaria di 18 kW, attivati su comando di un redoxmetro. La potenza massima verrà usata solo per l'attivazione dell'impianto e in casi di sovraccarico. A regime si ha l'impiego di 2 ossigenatori indicativamente per 22 ore al giorno. La sezione è dotata di pompa centrifuga di tipo sommerso della potenza di 1,3 kW con sensore di livello.

**Sezione di sedimentazione:** si prevede un sedimentatore tipo Dortmund a sezione quadrata con profili Thomson. Il sedimentatore monta una pompa centrifuga di estrazione e ricircolo fanghi di tipo sommerso della potenza di 1,1 kW, comandata da un sensore di livello.

**Sezione di controllo:** tutto l'impianto è comandato da Plc (controllore logico programmabile).

**Spesa energetica:** la spesa energetica dell'impianto a regime è indicabile in kWh/giorno o kWh/m<sup>3</sup>; ossigenatori 800-1.000; altre utenze 200-250 per un totale di 1.050-1.250 kWh/giorno. Con il riferimento al m<sup>3</sup> di liquami la spesa energetica risulta pari a 17,5-20 kWh/giorno.

**Costo dell'impianto:** il costo è indicabile in 200.000 euro per le opere elettromeccaniche e in 150.000 euro per le opere civili.



**FIGURA 1 - Abbattimento dell'azoto nitro-denitro a ciclo continuo**

Schema di processo di abbattimento dell'azoto per nitro-denitrificazione a ciclo continuo, preferibile a quello discontinuo (nitrificazione e denitrificazione avvengono nella stessa vasca) per la maggiore facilità di gestione dei fanghi e di controllo del processo.

ciali. Il processo è quello tradizionale, che, applicato ai reflui zootecnici, è sintetizzabile nello schema funzionale di *figura 1*. Il processo continuo è senza dubbio preferibile a quello discontinuo (in cui le fasi di nitrificazione e denitrificazione avvengono nella stessa vasca), per la sua maggiore facilità di controllo e anche per la facilitata gestione dei fanghi.

La funzione più importante nel processo è quella della nitrificazione, da cui di-

**Foto 2 - A un'analisi benefici/costi gli ossigenatori di superficie risultano il sistema più interessante per il trattamento dei liquami zootecnici**



## ALLEVAMENTO DI 600 T DI PESO VIVO

Produzione liquami (m <sup>3</sup> )	20.000
Liquami da evaporare (m <sup>3</sup> /anno)	15.000
Evaporaz. per pannello (m <sup>3</sup> /anno)	400
Pannelli necessari (n.)	38
Investimento (euro)	300.000

Dati di progetto e costi dell'impianto di evaporazione.

pende per larga parte la spesa energetica del processo stesso. Per questo la scelta della tecnica di ossigenazione dei liquami appare fondamentale nella definizione della sostenibilità ambientale del processo per la zootecnia. Infatti, se con l'ossigenazione con diffusori di fondo a bolle fini si ha un apporto di ossigeno dell'ordine di 2,0-3,0 kg O<sub>2</sub>/kWh, con gli aeratori di superficie si scende a 1,5-2,5 kg O<sub>2</sub>/kWh, e con le altre tecniche di ossigenazione dei liquami, per la verità molto usate perché di minore costo e di più facile installazione, si scende facilmente a valori inferiori a 1,0 kg O<sub>2</sub>/kWh.

Numerosi controlli aziendali permettono di quantificare la spesa energetica di un trattamento di abbattimento dell'azoto del 50-60% in 17,5-20,0 kWh/m<sup>3</sup> di liquame suinicolo affluente, da cui derivano i seguenti valori indice:

- 2,45-2,80 euro/m<sup>3</sup> di liquame;
- 0,029-0,033 euro/kg carne prodotta.

Questi dati sono riferibili a ossigenazione a turbina lenta di superficie; con sistema a minore efficienza ovviamente la spesa energetica aumenta considerevolmente. In un allevamento in cui sia presente un impianto di digestione anaerobica l'impostazione progettuale può essere la stessa, con a monte l'anaerobiosi. Con la digestione anaerobica a monte è possibile ottenere un livello di abbattimento dell'azoto superiore, potendosi raggiungere valori del 77% indicati nella tabella 3 del decreto 7 aprile 2006. Ciò è dovuto al fatto che l'azoto totale viene trasformato pressoché completamente in azoto ammoniacale.

Con questi livelli di abbattimento dell'azoto può essere presa in considerazione la tecnologia della evaporazione del chiarificato, secondo il seguente lay-out (figura 2). L'evaporazione dei liquami dopo trattamento di nitro-denitrificazione ad alta efficienza di abbatti-

mento dell'azoto trova giustificazione nel vantaggio di ridurre la massa di liquami al pari della riduzione dell'azoto; ciò consente di ridurre i costi di distribuzione e di avere liquami con un contenuto organico e di azoto maggiormente compatibile con l'uso agronomico. Il costo di evaporazione per metro cubo di liquame nelle condizioni della Pianura Padana può essere indicato in 15-16 kWh/m<sup>3</sup>, pari a 1,8-2,0 euro/m<sup>3</sup>.

Si tratta indubbiamente di costi energetici importanti, sostenibili forse solo con la presenza di un impianto di digestione anaerobica aziendale, anche se in realtà ci sono diversi impianti operativi senza l'apporto dell'energia da biogas. La convenienza economica va, in ogni caso, definita sulla base del maggiore costo di distribuzione che l'azienda dovrebbe in alternativa sostenere per la gestione di tutti i liquami prodotti dall'allevamento.

La strutturazione dell'impianto e l'investimento per un allevamento di 600 t di peso vivo sono indicati nella *tabella*.

Nel caso in cui per la produzione di biogas siano utilizzate anche biomasse vegetali a integrazione di quelle zootecniche l'impianto può prevedere:

- abbattimento dell'azoto sulla frazione chiarificata e sfruttamento energetico sulla sola frazione ispessita dei liquami, ottenuta per flottazione; infatti la perdita di 20-30 kW di potenza elettrica rispetto alla completa digestione anaerobica dei liquami suinicoli è compensata dalla semplificazione del processo di abbattimento dell'azoto.



**FIGURA 2 - Gestione dei liquami dalla digestione anaerobica all'evaporazione del chiarificato**



**Foto 3 - Immagine di un impianto di trattamento di nitro-denitrificazione con evaporazione realizzato dalla ditta Eukrasia in un allevamento di vitelli a carne bianca**

- trattamento del digestato dopo separazione liquido/solido ad alta efficienza (primo stadio con separatore a compressione elicoidale e secondo stadio con decanter).

In questo caso aumentano: la spesa energetica rispetto ai dati riferiti al solo trattamento di liquami zootecnici e l'investimento (circa 100.000 euro), per l'inserimento dei separatori.

## Considerazioni conclusive

In definitiva gli impianti di nitro-denitrificazione, se correttamente dimensionati e gestiti, sono in grado di garantire quell'abbattimento dell'azoto che oggi la direttiva nitrati impone. Il costo del trattamento non è sottovalutabile nello stato di crisi della suinicoltura nazionale, ma in molti casi accettabile e lo sarà maggiormente in un futuro, molto vicino, se il processo Anammox (anaerobic ammonium oxidation) diventerà il punto di riferimento dei processi nitro-denitro.

Questo processo porterà a un miglioramento della sostenibilità economica con un sensibile abbattimento della spesa energetica. Sugli altri processi per i quali sono in atto ricerche, cioè gli impianti a biomassa adesa e con batteri immobilizzati su supporto inerte (PINBT), si avranno certamente degli sviluppi interessanti, ma in tempi più lunghi.

• Roberto Chiumenti  
Alessandro Chiumenti  
Università di Udine  
roberto.chiumenti@uniud.it