

• DIFFERENZE RILEVATE SU 3 TIPOLOGIE DI ALLEVAMENTO

La digestione anaerobica riduce gli odori dei liquami

Liquami a confronto: da allevamento a stabulazione libera e stoccaggio in vasca scoperta senza digestione anaerobica; dopo digestione anaerobica; da allevamento con cuccette in paglia senza digestione anaerobica e stoccaggio in vasca. Nel liquame digerito sono risultate ridotte le emissioni odorose, ma maggiori quelle ammoniacali

di **Alessandra Immovilli,**
Laura Valli,
Claudio Fabbri

Le nuove norme che incentivano la produzione di energia da fonti rinnovabili hanno dato grande impulso alla diffusione di impianti di digestione anaerobica negli allevamenti zootecnici, in particolare bovini.

Fra i benefici derivanti dall'applicazione di tecniche di digestione anaerobica agli effluenti di allevamento, oltre a quelli economico-energetici, vengono annoverati anche quelli ambientali, quali la riduzione delle emissioni di gas serra, sia per via diretta, attraverso la captazione e il riutilizzo energetico del biogas prodotto, sia indiretta, per la sostituzione dei combustibili fossili con combustibili da fonti rinnovabili. Un ulteriore vantaggio dovrebbe essere quello di una significativa riduzione del livello di odore del liquame stoccato a valle del trattamento, il cosiddetto digestato, e dell'emissione di altri composti organici volatili.

L'emissione di ammoniaca e odori dai liquami contenuti nei bacini di stoccaggio dipende da diversi fattori: concentrazione di azoto ammoniacale, pH, temperatura del liquame e dell'aria lambente, contenuto di solidi totali e caratteristiche fisiche dello strato superficiale del liquame esposto all'aria.

La digestione anaerobica dei liquami bovini in impianti per la pro-

duzione di biogas, soprattutto nel caso in cui vengano aggiunte biomasse di origine vegetale o animale ricche di azoto, determina variazioni significative di tali parametri. In particolare la digestione anaerobica produce una degradazione delle molecole complesse a composti organici più semplici: le proteine vengono degradate e l'azoto presente viene mineralizzato a forma ammoniacale.

Come principale conseguenza di questa trasformazione si ha un potenziale incremento dell'emissione di ammoniaca. Al contrario la degradazione dei composti organici volatili a biossido di carbonio e metano dovrebbe determinare una riduzione delle emissioni di odori.

Emissioni

Per la determinazione delle emissioni degli odori dai liquami è stato utilizzato un apposito dispositivo, con il quale è stato prelevato un campione di aria facendo lambire a velocità prefissata la superficie del liquame contenuto nei reattori. Il campione è stato analizzato, secondo le metodologie dell'olfattometria dinamica, presso il laboratorio olfattometrico del Crpa, in conformità alle procedure previste dalla norma UNI EN 13725.

Gli stessi reattori utilizzati per le emissioni di odore sono stati utilizzati anche per la misura del potenziale emissivo dell'ammoniaca (foto 1). L'emissione del gas è stata valutata con il metodo della «camera a saturazione», che prevede di analizzare la variazione della concentrazione del gas sottoposto a indagine all'interno di una camera ermeticamente sigillata in modo da annullare tutti gli scambi gassosi con l'ambiente esterno. Nello spazio di testa di questa camera la concentrazione dei composti gassosi si incrementa secondo una curva di crescita inizialmente rettilinea e che progressivamente si appiattisce avvicinandosi alla saturazione del composto nella camera. Misurando la pendenza della retta nel suo tratto iniziale è possibile calcolare l'emissione del composto gassoso nell'unità di tempo e di superficie.

Contemporaneamente alle misure di ammoniaca è stata determinata l'emissione di metano, anche se per questo gas la metodologia descritta conduce a un'elevata variabilità nelle misure, che rende meno attendibili i confronti.



Foto 1 - Dispositivo utilizzato per la misura del potenziale emissivo dei liquami

Materiali e metodi

LE PROVE CONDOTTE

Per valutare se le emissioni di gas e odori dallo stoccaggio del liquame in uscita dalla digestione anaerobica siano ridotte e in che misura rispetto a un liquame non digerito, il Crpa ha condotto una serie di prove di laboratorio, nell'ambito del progetto «La digestione anaerobica dei liquami bovini con produzione di energia rinnovabile (biogas) e contenimento delle emissioni di gas serra», finanziato dalla Regione Emilia-Romagna.

Lo studio condotto è stato impostato per confrontare le emissioni di ammoniaca e di odori da 3 tipi di liquame bovino provenienti da aziende con diversa tipologia di stabulazione di cui una con impianto di digestione anaerobica.

TESI 1 (TESTIMONE). Liquame proveniente da allevamento con stabulazione libera a cuccette con materassino, stoccaggio in vasca scoperta, senza digestione anaerobica. Questo liquame, prelevato nella vasca di stoccaggio, è caratterizzato da assenza di paglia e da un contenuto di azoto ammoniacale relativamente bas-

so; non tende a formare crosta superficiale nella fase di stoccaggio.

TESI 2. Liquame digerito anaerobicamente, proveniente da allevamento con stabulazione libera a cuccette con materassino, impianto di digestione anaerobica e successivo stoccaggio in vasca. Questo liquame, prelevato nella vasca di stoccaggio a valle del digestore, è caratterizzato da elevato contenuto di azoto ammoniacale, assenza di paglia, ma con tendenza alla formazione di leggera crosta superficiale dovuta all'aggiunta di biomasse vegetali nel processo di digestione anaerobica.

TESI 3. Liquame proveniente da allevamento con stabulazione libera a cuccette con paglia, assenza di digestione anaerobica e stoccaggio in vasca. Questo è un liquame fresco prelevato nelle corsie di alimentazione, caratterizzato da un contenuto di azoto ammoniacale relativamente basso, un contenuto elevato di solidi volatili, da presenza di paglia e tendenza alla formazione di crosta superficiale in vasca di stoccaggio. Non è stato possibile prelevare il liquame di questa

tesi dalla vasca di stoccaggio dei liquami per la presenza di uno spesso cappellaccio superficiale che impediva la raccolta di un liquame sufficientemente rappresentativo.

In totale sono state approntate 8 sessioni di misura durante le quali sono stati determinati i seguenti parametri:

- caratteristiche analitiche dei liquami (pH, azoto totale, azoto ammoniacale, solidi totali, solidi volatili);
- concentrazione di odore;
- emissione di ammoniaca.

Per ricreare in laboratorio condizioni simili a quelle che si verificano nelle vasche di stoccaggio aziendali, nei 4 giorni precedenti alla misura i diversi tipi di liquame sono stati stoccati all'interno di reattori di volume pari a 3 L (*foto A*) e posizionati in una camera termoventilata alla temperatura di 20 °C per favorire la formazione della crosta o pellicola superficiale e uniformare le condizioni ambientali. Per ogni tipologia di liquame sono state predisposte 4 repliche a ogni sessione di misura. In totale sono stati così testati 32 campioni per ciascuna tesi.



Foto A - Particolare dei reattori utilizzati per le prove

Le analisi chimico-fisiche sono state eseguite sui liquami stoccati all'interno dei reattori dopo la misura delle emissioni e dopo il prelievo di aria da avviare al test olfattometrico, campionando lo strato di circa 5 cm immediatamente sottostante alla crosta o pellicola superficiale. Il campione finale di liquame per ogni tipologia è stato ottenuto miscelando i sub-campioni delle 4 repliche di ogni sessione di misura.

Le caratteristiche analitiche dei liquami sottoposti alle prove di emissività sono riassunti in *tabella 1* con indica-

zione dei valori medi e della deviazione standard delle 8 sessioni di misura effettuate.

Composti odorosi

I dati di concentrazione di odore rilevati nell'aria flussata sulla superficie del liquame stoccato all'interno dei reattori (*foto 3*) di laboratorio sono riportati nel *grafico 1*. I valori sono la media delle 8 sessioni di misura effettuate, ciascuna delle quali consiste di 4 repliche per tesi.

Si può osservare che la concentrazione di odore dell'aria estratta dai reattori del-

la tesi 2 è significativamente inferiore sia rispetto alla tesi testimone sia alla tesi 3. Tale risultato mette in evidenza come la degradazione dei composti organici durante il processo di digestione anaerobica comporti una significativa riduzione dell'emissione di odore dal liquame digerito. Per questa tesi in media si è avuta infatti un'emissione di odore inferiore del 64% rispetto alla tesi testimone.

La tesi 3 ha fatto registrare emissioni di odore in media superiori del 30% rispetto alla tesi testimone, anche se tale differenza non risulta significativa all'analisi statistica.



Foto 2 - Stoccaggio del digestato in un impianto di digestione anaerobica di liquame bovino, con in evidenza la cupola gasometrica per lo stoccaggio del biogas

Il risultato insoddisfacente ottenuto nella riduzione delle emissioni di odore da parte della crosta superficiale può essere ricercato da un lato nel fatto che nella tesi 3 è stato utilizzato liquame fresco (a causa dei vincoli di campionamento precedentemente esposti), con una percentuale di solidi volatili più alta rispetto alle altre due tesi prese in esame, e dall'altro nel fatto che la crosta che si è formata in questa prova di laboratorio, in contenitori di piccolo diametro, è di fatto assai meno compatta e asciutta di quella che si può formare in condizioni a scala reale.

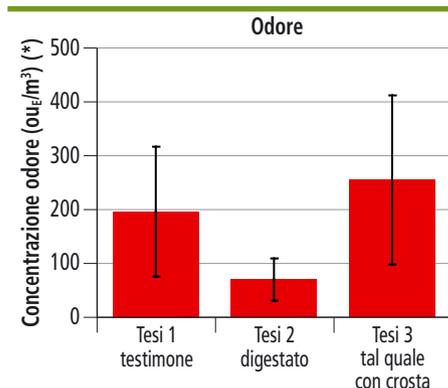
Ammoniaca

Nel grafico 2 sono riportati i dati di emissione di ammoniaca, espressi come media delle 8 sessioni di misura

(4 repliche per sessione per ciascuna delle tre tesi considerate).

L'emissione di ammoniaca dal liquame proveniente da digestione anaerobica (tesi 2) è risultata significativamente più elevata sia rispetto al testimone (liquame tal quale) sia al liquame della tesi 3 (liquame con crosta) in tutte le misure eseguite durante l'intera prova. Quanto rilevato è compatibile con le caratteristiche chimiche del materiale proveniente dalla digestione anaerobica, che presenta in media una maggior concentrazione di azoto ammoniacale (il doppio rispetto alla tesi testimone e quasi il doppio rispetto alla tesi 3), e una maggior basicità rispetto alle tipologie di liquame delle altre due tesi, fattori che favoriscono l'emissività dell'ammoniaca.

La formazione di una crosta superficiale nel liquame della tesi 3 ha ridot-



	Media	Dev. st.	C.V. (%)	Differenza con testimone (%)
Tesi 1 testimone	197	120	61	
Tesi 2 digestato	71	39	55	-64
Tesi 3 tal quale con crosta	256	157	62	+30

(* ou_e = odour unit europea (perché normata dalla norma europea) è l'unità di misura della concentrazione di odore. 1 ou_e (soglia olfattiva) corrisponde alla miscela di odoranti che diluita in 1 m³ di aria neutra produce una sensazione olfattiva appena percettibile.

GRAFICO 1 - Dati medi di concentrazione di odore per ciascuna tesi

La concentrazione di odore, significativamente inferiore nella tesi 2, evidenzia come la degradazione dei composti organici, nel processo di digestione anaerobica, comporti una riduzione delle emissioni odorose.

to in modo statisticamente significativo l'emissione di ammoniaca (riduzione media = 27%) rispetto al testimone, nonostante la concentrazione di azoto ammoniacale nelle due matrici non risulti essere differente. Tale riduzione è risultata più contenuta rispetto a recenti risultati di letteratura (Smith *et al.*, 2007) che riportano come tipico per stoccaggi di liquame bovino con crosta superficiale un abbattimento delle emissioni ammoniacali pari al 60%. Tali sperimentazioni sono tuttavia state condotte in

TABELLA 1 - Dati medi delle analisi chimico-fisiche eseguite sui liquami delle tre diverse tesi

Parametro	Unità di misura	Tesi 1 testimone	Tesi 2 digestato	Tesi 3 tal quale con crosta
Solidi totali	(g/kg t.q.)	44,53	84,90	127,61
	(% t.q.)	4,45	8,49	12,76
Solidi volatili	(g/kg t.q.)	29,05	60,48	102,53
	(% solidi totali)	62,99	69,54	80,43
Azoto totale	(mg/kg t.q.)	2.528	4.535	3.689
	(% solidi totali)	5,95	5,76	2,92
Azoto ammoniacale	(mg/kg t.q.)	992	1.824	1.137
	(% azoto totale)	42,44	42,97	30,93
pH		7,82	8,47	8,28

Foto 3 - Apparato per il prelievo del campione di odore





Foto 4 - La stalla di prelievo dei campioni

Meno emissioni odorose nel digestato

Le prove effettuate hanno permesso di verificare che l'effluente a valle della digestione anaerobica dei liquami zootecnici, il cosiddetto digestato, presenta un'emissività di gas e odori modificata rispetto al liquame tal quale. In particolare i confronti sono stati effettuati con un liquame tal quale con scarsa presenza di materiale paglioso, quindi fisicamente abbastanza simile al digestato, e con un liquame tal quale con elevata presenza di materiale paglioso, quindi caratterizzato da un più elevato tenore di sostanza secca e dalla tendenza a formare una crosta superficiale nel corso dello stoccaggio.

L'emissione di odore dal liquame bovino digerito è risultata decisamente ridotta sia rispetto al liquame poco paglioso sia rispetto a quello paglioso. Per contro le emissioni di ammoniaca del digestato sono risultate significativamente incrementate sia rispetto al liquame tal quale povero di paglia sia in misura ancora maggiore rispetto a quello ricco di paglia. Per quest'ultimo infatti la paglia favorisce la formazione di una crosta superficiale che funge da coperchio per gli scambi gassosi superficiali, riducendo le emissioni ammoniacali. Le incrementate emissioni di ammoniaca da parte del digestato si giustificano considerando le caratteristiche chimiche del materiale proveniente dalla digestione anaerobica, che presenta in media una maggior concentrazione di azoto ammoniacale e una maggior basicità rispetto al liquame tal quale.

La riduzione delle emissioni di ammoniaca e gas serra, che viene frequentemente ipotizzata nel caso degli impianti di digestione anaerobica, non è quindi attribuibile alle caratteristiche dell'effluente, ma al fatto che lo stoccaggio del digestato, nelle più frequenti configurazioni impiantistiche, avviene, almeno in parte, in vasca coperta dalla cupola gasometrica per lo stoccaggio del biogas. Tale soluzione impiantistica consente un ulteriore recupero del biogas residuo, sottraendo quindi una quota delle emissioni allo scarico diretto in atmosfera.

● **Alessandra Immovilli, Laura Valli
Claudio Fabbri**

Centro ricerche produzioni animali - Crpa
Reggio Emilia



Per consultare la bibliografia:
www.informatoreagrario.it/rdLia/08ia43_3282_web

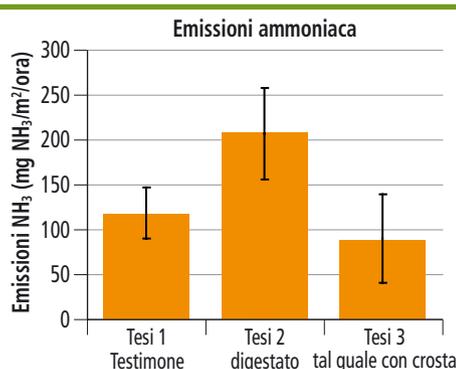


GRAFICO 2 - Emissione di ammoniaca dai reattori di laboratorio nelle diverse tesi

L'emissione di ammoniaca dal liquame proveniente da digestione anaerobica (tesi 2) è più elevata per la maggiore presenza di azoto ammoniacale e la maggiore basicità.

contenitori a scala pilota o a scala reale, nei quali la formazione di crosta superficiale ha modo di instaurarsi assai più compiutamente rispetto alla situazione di laboratorio in cui sono state condotte le nostre prove.

Metano

Per quanto riguarda le emissioni di metano si sono riscontrate emissioni superiori nel caso della tesi 2 rispetto al testimone (+32%), anche se tali differenze non sono risultate statisticamente significative.

Questo risultato potrebbe trovare giustificazione nel fatto che all'interno di un impianto di digestione anaerobica viene indotto un innalzamento del potenziale produttivo di metano che molto spesso non viene completamente esaurito all'interno del digestore. Il digestato che ne deriva, quindi, potrebbe avere, per un certo periodo di tempo,

un'emissione residua pari o anche superiore al liquame tal quale non sottoposto a digestione anaerobica.

L'importanza di minimizzare l'emissione residua (Rmp: Residual methane potential) viene evidenziata in alcuni recenti risultati di letteratura secondo i quali tale Rmp viene accentuata quando il digestato è il risultato di un processo di co-digestione in cui al liquame vengono miscelate anche biomasse di origine vegetale e/o animale. Tali matrici, incrementando la concentrazione di sostanza organica al carico, possono portare a un effluente residuo più carico di sostanza organica rispetto al solo liquame (Lindorfer *et al.*, 2007; Resch *et al.*, 2008).

Per ridurre le emissioni residue di metano dall'effluente dei digestori è quindi opportuno prevedere che lo stoccaggio del digestato sia dotato di un sistema di raccolta del biogas e che venga rapidamente ridotta la temperatura dell'effluente.

Il liquame con maggiore presenza di paglia ha fatto registrare emissioni di odore in media superiori del 30% rispetto alla tesi testimone

La digestione anaerobica riduce gli odori dei liquami

BIBLIOGRAFIA

Smith K., Cumby T., Lapworth J., Misselbrook T., Williams A. (2007) - *Natural crusting of slurry storage as an abatement measure for ammonia emissions on dairy farms*. Biosystems Engineering, 97: 464-471.

UNI EN 13725 (2004) - *Qualità dell'aria - Determinazione della concentrazione di odore mediante olfattometria dinamica*.

Lindorfer H., Perz Lopez C., Resch C., Braun R., Kirchmayr R. (2007) - *The impact of increasing energy crop addition on process performance and residual methane potential in anaerobic digestion*. Water Science and Technology, vol. 56, n. 10: 55-63.

Resch C., Braun R., Kirchmayr R. (2008) - *The influence of energy crop substrates on the mass-flow analysis and the residual methane potential at a rural anaerobic digestion plant*. Water Science and Technology, vol. 57, n. 1: 73-81.