

Il tunnel di essiccazione esterno per pollina: benefici ambientali e costi energetici

La tecnica di essiccazione della pollina è già considerata MTD a condizione che il trattamento di ventilazione sia ben controllato e che le condizioni ambientali consentano un processo di disidratazione rapido e uniforme. I risultati di una ricerca svolta dal CRPA di Reggio Emilia.

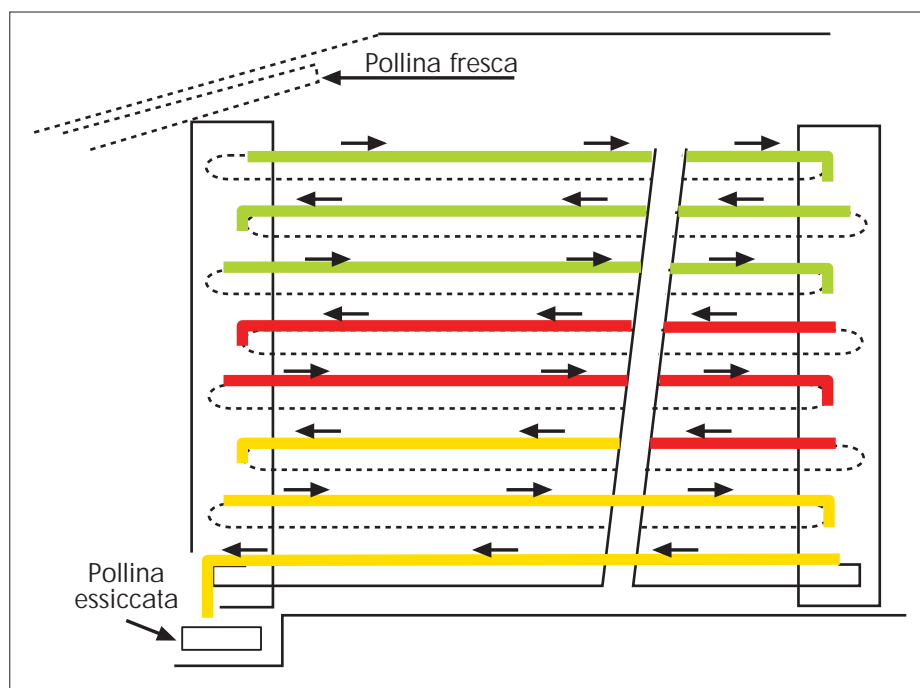
La ristrutturazione profonda che ha subito la tecnica dell'allevamento avicolo nel corso degli ultimi 15 anni ha avuto come comune denominatore il miglioramento delle caratteristiche della pollina prodotta dagli animali e la riduzione dell'impatto ambientale ad essa imputabile. Le ragioni di questo processo di ristrutturazione sono molteplici, ma le più importanti da ricordare sono: l'adeguamento degli allevamenti intensivi alla direttiva IPPC, che ha portata alla definizione delle tecniche MTD ("Migliori tecniche Disponibili" per la riduzione dell'impatto ambientale) e al conseguente rilascio della cosiddetta Autorizzazione Integrata Ambientale (AIA), al miglioramento delle condizioni ambientali interne all'allevamento per il benessere dell'animale e per ridurre le emissioni della pollina in tutte le sue fasi gestionali (ricovero, stoccaggio e utilizzazione agronomica).

Fra le diverse tecniche di disidratazione disponibili per la pollina di ovaiole si ricorda: essiccazione su nastro sotto gabbia con insufflazione forzata d'aria o ventagli, insufflazione d'aria sotto grigliato e compostaggio o biostabilizzazione del prodotto estratto dal ricovero. Oltre a queste tecniche negli ultimi anni ha suscitato notevole interesse anche la tecnica della disidratazione con tunnel d'essiccazione interno o esterno al ricovero. Con questa tecnica la pollina prodotta dagli animali viene normalmente accumulata

sui nastri posizionati al di sotto delle gabbie, asportata giornalmente e inviata ad un tunnel di essiccazione esterno a più piani che provvede a ventilare il materiale, sfruttando l'aria di estrazione del ricovero, al fine di ridurre l'emissione di ammoniaca e ottenere un prodotto ad elevato tenore di sostanza secca.

L'attività di monitoraggio condotta in questo progetto di ricerca, cofinanziato dalla Regione Emilia Romagna nell'ambito della Legge 28, parte dalla constatazione che la tecnica di essiccazione della pol-

lina è già considerata MTD a condizione che il trattamento di ventilazione sia ben controllato e che le condizioni ambientali consentano un processo di disidratazione rapido e uniforme. Il processo consente di ridurre significativamente le emissioni di ammoniaca dalla fase di stoccaggio e successivo utilizzo agronomico grazie alla rapida disidratazione conseguita. La rapidità e l'uniformità del processo di essiccazione sono le due variabili che maggiormente influenzano l'efficienza della tecnica nel contenimento



▼ Figura 1 - Tunnel di essiccazione. In evidenza con i diversi colori l'età della pollina.

delle emissioni. Le emissioni all'interno del ricovero vengono altresì ridotte grazie alla rimozione rapida e frequente che si ottiene con l'applicazione abbinata dei nastri di raccolta posizionati al di sotto delle gabbie. È una soluzione tecnologica più versatile di altre perché può essere applicata "a valle" del ricovero, non intervenendo necessariamente sulle attrezzature di questo.

Descrizione dell'impianto

L'azienda oggetto del monitoraggio possiede 2 capannoni d'allevamento che ospitano complessivamente 44000 ovaiole, stabulate in 5 file di gabbie a 5 piani sovrapposti per capannone. Entrambi i capannoni possiedono 3 finestrate a ghigliottina sulla parete di testata e 7 ventilatori sulla parete opposta che svolgono la funzione di ventilazione a tunnel. Su uno dei due lati longitudinali è presente una finestrata unica basculante, mentre sul lato opposto sono presenti altri 3 ventilatori che estraggono l'aria esausta dal ricovero e nello stesso tempo mandano in pressione la camera di compensazione a servizio del tunnel di essiccazione. La ventilazione del ricovero viene controllata da una centralina che rileva la temperatura interna al ricovero e la differenza di pressione fra ambiente interno ed esterno. Il tunnel di essiccazione MDS (Manure Drying System) è stato

costruito nel 2002 dalla ditta Officine FACCO & C. SpA di Padova ed è posizionato in mezzo ai due ricoveri. All'interno del tunnel, formato da due elementi da 17,5 m ciascuno per complessivi 35 metri, corrono 8 ordini di nastro perforato largo 1,2 m (superficie totale del nastro di essiccazione = 336 m², pari a 76 cm²/capo). La pollina proveniente dall'allevamento viene trasferita e dosata sul nastro superiore, dal quale, al termine della corsa per tutta la lunghezza del tunnel, cade su quello immediatamente inferiore, su cui compie il percorso in senso opposto e così via, fino all'ordine più basso dal quale viene estratta. Il tunnel viene ventilato con l'aria calda che proviene direttamente dai locali di allevamento, cui il tunnel è collegato mediante due camere di compensazione. L'aria in uscita dal MDS viene espulsa all'esterno attraverso il cupolino del tetto del locale MDS.

La pollina asportata giornalmente da ogni ricovero rappresenta circa un terzo della produzione giornaliera. Ciò avviene movimentando ogni giorno i nastri di asportazione posizionati sotto le gabbie per 1/3 della lunghezza totale. Questo accorgimento è stato preso per consentire una prima disidratazione del prodotto sul nastro sotto le gabbie e favorire la formazione di granuli di pollina sufficientemente strutturati che permettono una più facile movimentazione nelle coclee e una omogenea distribuzione sul nastro di

essiccazione del tunnel esterno. Anche la fase di essiccazione dura tre giorni, al termine dei quali la pollina viene scaricata all'interno di un capannone chiuso in attesa del suo utilizzo agronomico.

I parametri produttivi medi annuali per ogni capannone sono riportati in Tabella 1.

Il programma di monitoraggio, della durata di un intero anno, ha previsto il rilievo delle emissioni di ammoniaca sia dal ricovero che dal tunnel di essiccazione, dallo stoccaggio del materiale dopo essiccazione e dallo spandimento agronomico. Oltre ai sensori di temperatura e umidità relativa posizionati nei diversi punti della filiera gestionale, sono stati utilizzati sensori di differenza di pressione all'interno della camera di compensazione a monte del tunnel per verificare le perdite di carico di questo e stimare i relativi costi energetici, sensori di frequenza collegati ai ventilatori, un analizzatore multigas fotoacustico della Bruel&Kjaer (Mod. 1302) per la rilevazione delle concentrazioni di ammoniaca. Il monitoraggio delle emissioni gassose è stato eseguito in continuo per 6 campagne di misura, distribuite nel corso dell'intero anno, di durata non inferiore a 3 giorni. In ogni campagna sperimentale sono state eseguite misure anemometriche e di portata sui ventilatori del ricovero, rilevate le caratteristiche funzionali dell'impianto e i costi di gestione, quantificata la produzione giornaliera di pollina, il consumo di mangime e di acqua da parte delle ovaiole presenti.

Risultati

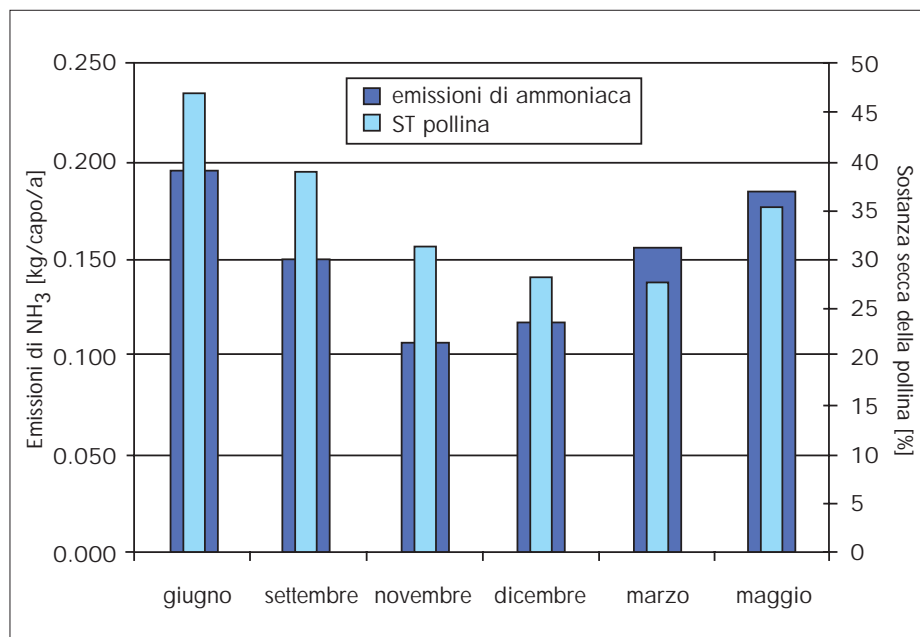
Le condizioni ambientali monitorate sono riepilogate nella Tabella 2. Per quanto concerne la fase ricovero, il fattore di emissione dell'ammoniaca medio su tutto il periodo è risultato pari a 0,152 kg/capo/anno, valore leggermente inferiore a quello ottenuto in precedenti campagne di monitoraggio di CRPA effettuate su ricoveri con tecnica di stabulazione a due piani (0,162 kgNH₃/capo/anno) e superiore a quello ottenuto in ricoveri con nastri ventilati (0,063 kgNH₃/capo/anno). Va tuttavia considerato che nel secondo caso il nastro di asportazione della pollina era ventilato, mentre in questo caso

Tabella 1 - Parametri produttivi

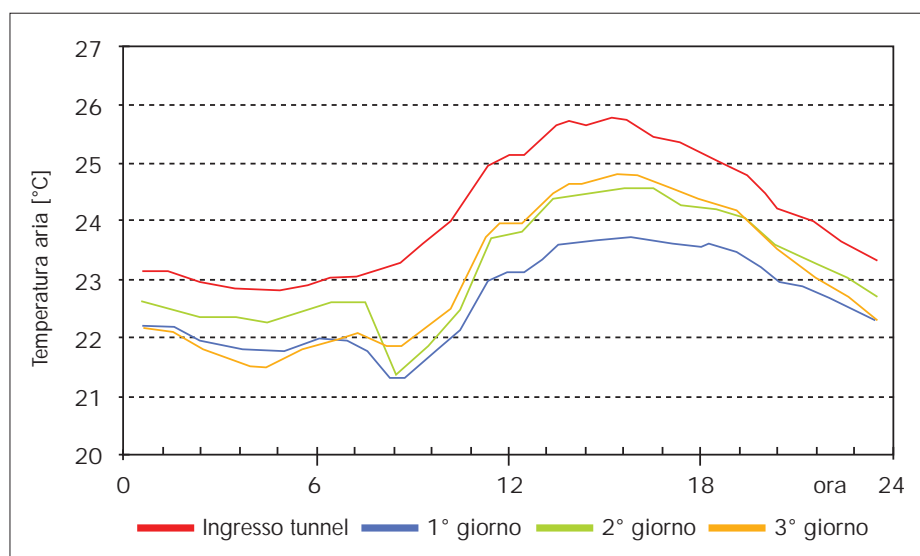
Parametri		
Capi medi presenti	[n°/ricovero]	20.463
Mortalità media annua	[%]	4,3%
Produzione di uova	[uova/capo/giorno]	0,776
Consumo di mangime	[g/capo/d]	108,6
	[g/uovo]	140,3
Consumo di acqua	[litri/capo/d]	0,147
	[litri/uovo prodotto]	0,245
	[litri/kg mangime]	1,74

Tabella 2 - Valori di portata d'aria e parametri ambientali medi misurati nel ricovero

Indice	Portata di ventilazione			Temperatura aria		Umidità relativa	
	[m ³ /h]	[m ³ /h.capo]	[m ³ /h.tpv]	Ambiente esterno	Interna	Ambiente esterno	Interna
	[m ³ /h]	[m ³ /h.capo]	[m ³ /h.tpv]	[°C]	[°C]	[%]	[%]
Media	189.037	9,0	5.271	17,9	23,7	75	55
Minimo	55.680	2,7	1.515	7,2	19,1	29	37
Massimo	474.031	22,5	13.245	33,0	31,9	100	65
Dev.St	127.979	6,0	3.630	7,9	3,8	20	5
CV	68%	67%	69%	44%	16%	27%	10%



▼ Figura 2 - Emissioni di ammoniaca e sostanza secca della pollina estratta dal ricovero.



▼ Figura 3 - Andamento della temperatura in ingresso e uscita dal tunnel di essiccazione (giorno medio).

Tabella 3 - Parametri analitici della pollina estratta dal ricovero e dal tunnel di essiccazione

Parametro		Pollina estratta dal ricovero		Pollina estratta dal tunnel	
		media	dev. Std.	media	dev. Std.
pH	[-]	7,1	0,2	7,7	0,7
ST	[g/kg tq]	347,0	73,8	730,4	151,2
	[%tq]	34,7	7,4	73,0	15,12
SV	[g/kg tq]	242,8	48,5	503,4	103,5
	[%ST]	70,1	2,1	69,0	2,0
NTK	[mg/kg tq]	22151	4047	36980	6755
	[%ST]	6,4	0,4	5,1	0,4
N-NH ₄ ⁺	[mg/kg tq]	2946	529	2175	997
	[%NTK]	13,6	3,2	6,4	4,0

ST = solidi totali (sostanza secca); SV = solidi volatili (sostanza organica); NTK = azoto totale; N-NH₄⁺ = azoto ammoniacale

il nastro all'interno del ricovero non è ventilato e quindi la pollina rimane più umida e più emissiva. La Figura 2 mostra l'an-

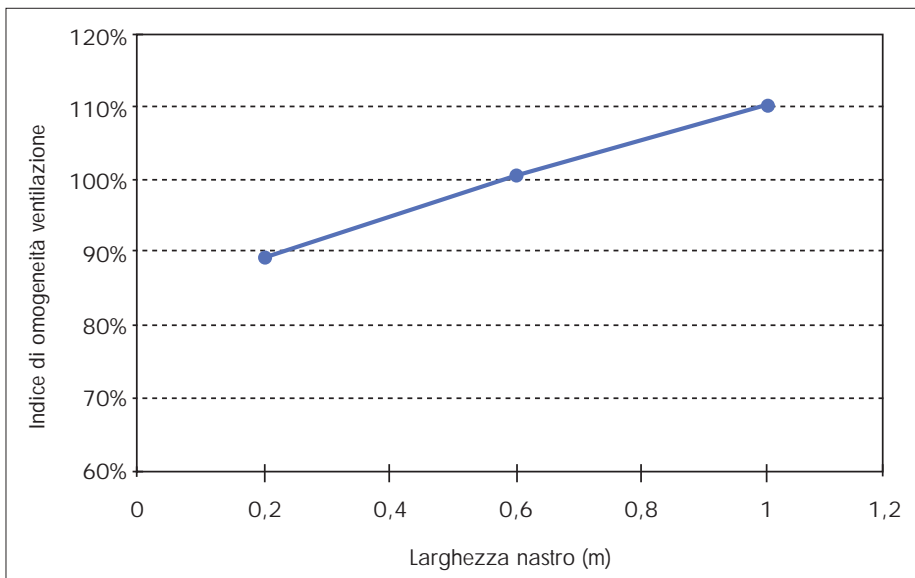
damento delle emissioni di ammoniaca e il tenore di sostanza secca della pollina nel corso delle diverse stagioni dell'anno:

nei mesi estivi oltre alla più elevata temperatura e al maggiore ricambio di aria all'interno del ricovero l'emissione è favorita anche dall'evaporazione dell'acqua in cui è soluto l'azoto ammoniacale. D'altra parte il tenore di sostanza secca della pollina non supera, neanche nella stagione estiva, il valore del 60%, valore che può essere considerato una soglia oltre la quale le emissioni ammoniacali si riducono drasticamente.

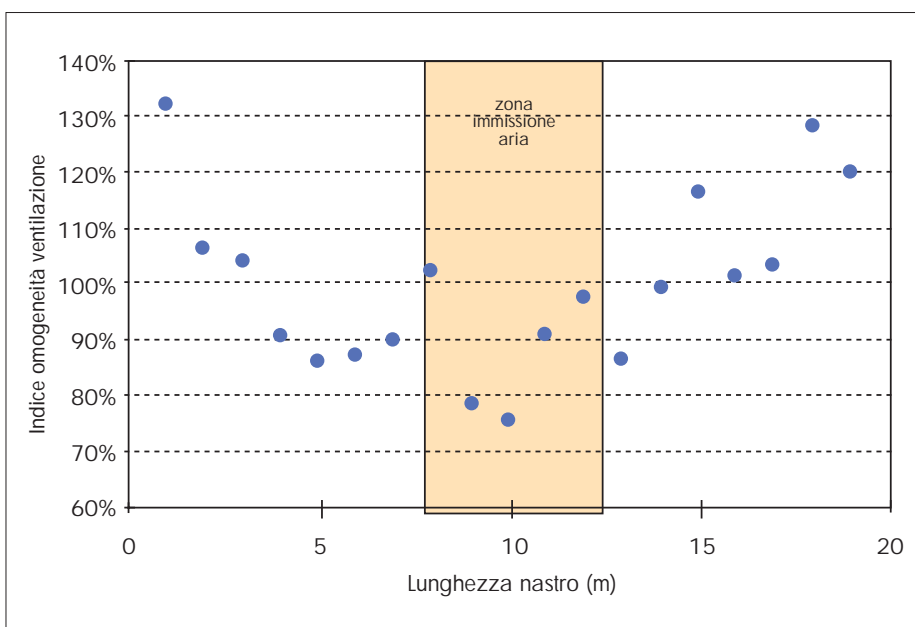
La temperatura dell'aria in uscita dal tunnel di essiccazione, misurata in ogni livello, è risultata inferiore rispetto a quella della camera di compensazione a causa soprattutto della saturazione causata dal processo di evaporazione. Da valori medi annuali di circa 24,1 °C (20,7-31,8 °C) si passa a valori di circa 23,0 °C (17,7-31,5 °C), mentre per l'umidità relativa si passa da valori medi del 56% a valori medi in uscita del 66%. Nella Figura 3 viene illustrata la temperatura dell'aria uscente dai diversi piani di essiccazione nel corso del giorno medio. Da questo grafico è evidente che la temperatura corrispondente al 1° giorno di permanenza (33% della superficie dei nastri, equivalente a 2 piani e 3/4) risulta visibilmente inferiore a quella del 2° giorno di permanenza e questa a quella del 3°, a testimonianza del fatto che l'evaporazione di acqua dalla pollina abbassa la temperatura dell'aria in misura tanto maggiore quanto più la pollina è umida. La pollina in ingresso al tunnel, corrispondente a quella in uscita dal ricovero, mostra un tenore in sostanza secca (ST), variabile a seconda delle stagioni, dal 26% a più del 47%, con un valore medio del 35%. Questo indica che anche la tecnica di asportazione della pollina su nastro non ventilato consente, specie nella stagione estiva, di ottenere un prodotto con un tenore di secco già abbastanza elevato. La pollina in uscita dal tunnel mostra, invece, valori molto elevati di sostanza secca, variabili dal 55% nella stagione invernale al 90% nella stagione estiva, con un valore medio nell'anno del 73% (Tabella 3).

Oltre all'efficienza di essiccazione sono state condotte anche misure della omogeneità di ventilazione su ciascuno degli 8 piani e per ciascun piano in 3 posizioni nel senso della larghezza del nastro e

in 19 posizioni nel senso della lunghezza. Nella Figura 4 viene mostrato un grafico con l'indice di omogeneità di ventilazione medio trasversale: le differenze massime rilevate fra i due estremi sono pari a circa il 10% del valore medio rilevato. La portata massima è stata rilevata sul lato opposto all'ingresso. Allo stesso modo nella Figura 5 viene illustrato l'indice di ventilazione longitudinale. Le differenze rilevate sono naturalmente più marcate a causa della lunghezza del nastro (18 m): considerando la media su tutti i piani, le differenze vanno da -25% a +32% rispetto al valore medio. Considerando che l'aria viene immessa al centro del nastro, i valori di velocità massimi sono stati registrati alle due estremità opposte. Mediamente, la portata di ventilazione areica misurata è risultata pari a 482 m³/h/m². La pressione della camera di compensazione, necessaria per vincere la resistenza opposta dal tunnel di essiccazione, è stata in media di 1,4 mm H₂O. La depressione presente nel ricovero, invece, dipende dal gruppo di ventilazione attivo: con il primo gruppo (composto dai 3 ventilatori al servizio anche del tunnel) è risultata di 2,3 mm H₂O, aggiungendo il secondo gruppo è risultata di 2,8 mm H₂O, per arrivare fino a 4 mm H₂O con tutti i ventilatori attivi. A parità di portata, nei ventilatori elicoidali il consumo energetico è pressoché proporzionale alla differenza di pressione che lo stesso deve vincere. Di conseguenza, sulla base delle differenze di pressione rilevate fra interno ed esterno, l'installazione del tunnel di essiccazione comporta un incremento del consumo di energia elettrica per la ventilazione pari al 60% quando è attivo il solo primo gruppo. Considerando, invece, una condizione media annuale, in cui sono accesi anche gli altri gruppi di ventilazione che non devono vincere le perdite di carico del tunnel, il consumo di energia elettrica aggiuntivo può essere stimato nel 20-30% circa. La misura delle emissioni di ammoniaca dal tunnel di essiccazione è stata effettuata prelevando l'aria in tre posizioni del tunnel, corrispondenti rispettivamente al primo giorno, al secondo giorno e al terzo giorno di essiccazione, e moltiplicando il valore di concen-



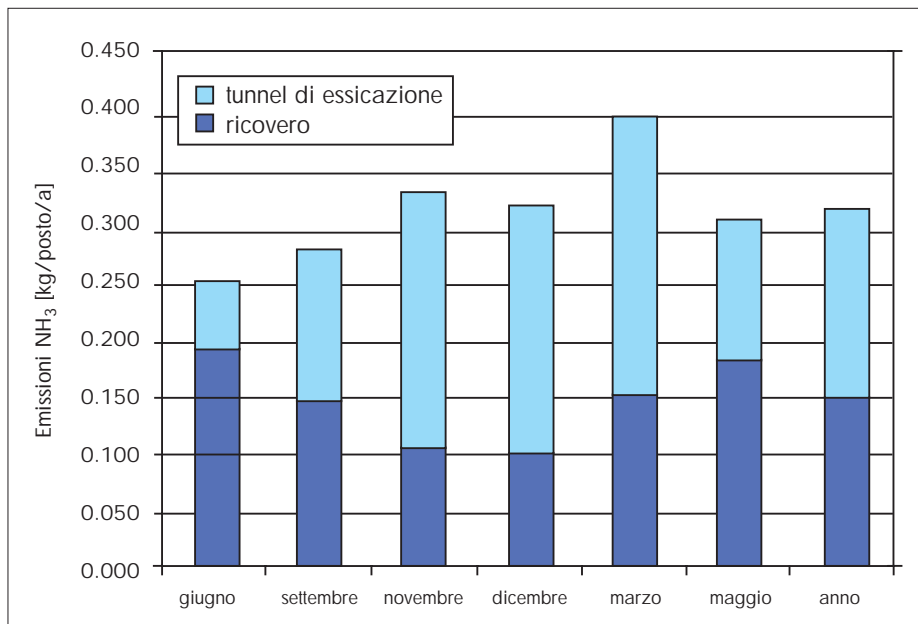
▼ Figura 4 – Omogeneità di ventilazione trasversale dei nastri di essiccazione.



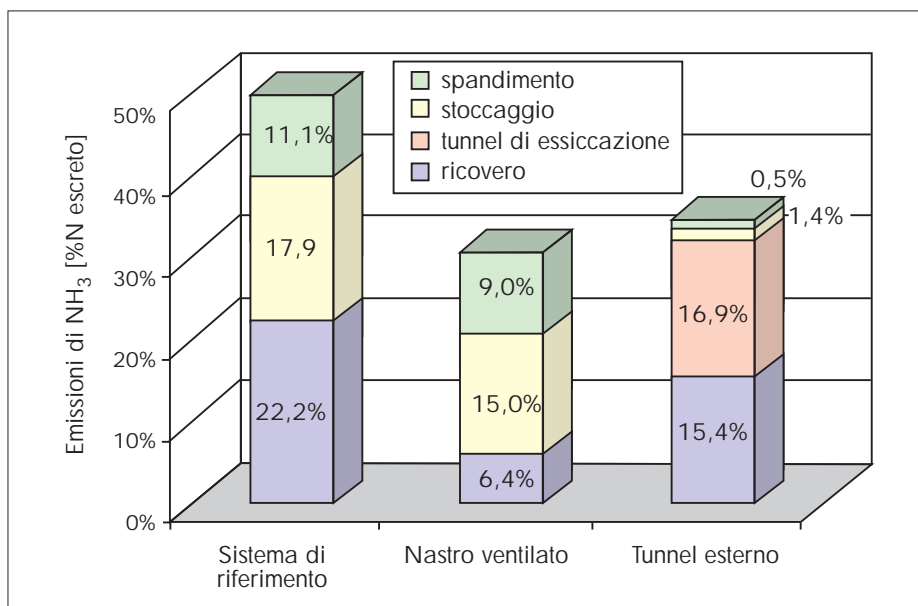
▼ Figura 5 - Omogeneità di ventilazione longitudinale dei nastri di essiccazione.



▼ Capannone di stoccaggio della pollina essicata.



▼ Figura 6: Emissioni di ammoniaca cumulate (ricovero + tunnel di essiccazione).



▼ Figura 7 - Emissioni di ammoniaca dalle diverse fasi emissive per tre modalità di gestione della pollina.



▼ Tunnel di essiccazione: vista frontale.



▼ Scarico pollina essicata.

trazione ottenuto per la portata di ventilazione. La misura di concentrazione è stata condotta per gorgogliamento in soluzione acida. Ciò per tenere in considerazione anche l'azoto ammoniacale presente nella polvere trasportata dall'aria di ventilazione. Le emissioni di ammoniaca sono risultate in diminuzione fra i diversi giorni di essiccazione, in media pari rispettivamente a 103, 49 e 15 gNH₃/capo/anno passando dal 1° al 3° giorno, e mediamente pari a 167 gNH₃/capo/anno. La differenza fra le giornate è particolarmente marcata nella stagione estiva, quando le emis-

sioni del 3° giorno risultano quasi nulle in conseguenza alla forte disidratazione della pollina già raggiunta. Invece nella stagione invernale l'emissione maggiore si ha in corrispondenza del 2° giorno, probabilmente a causa del fatto che è a questo punto che si ha una maggiore porosità dei granuli di pollina con una conseguente maggiore superficie esposta, mentre nel primo giorno la pollina è ancora troppo compatta e pastosa e offre un minore contatto con l'aria. Considerando le emissioni complessive dal sistema ricovero + tunnel di essiccazione (Figura 6) si può osser-

vare che vi è un bilanciamento delle emissioni fra i diversi periodi stagionali: nella stagione estiva le emissioni dal ricovero sono maggiori che nella stagione invernale, al contrario nel tunnel di essiccazione. Questo risultato discende dal fatto che le emissioni ammoniacali si riducono drasticamente quando la pollina supera il tenore di sostanza secca del 60%, limite che in estate si raggiunge nella prima parte del tunnel di essiccazione. Nella stagione invernale, invece, la pollina nel ricovero si asciuga poco e tutto il processo di disidratazione avviene all'interno del tunnel,

con conseguenti maggiori emissioni rispetto al ricovero.

Nel corso dello stoccaggio il materiale tende ad asciugarsi ulteriormente, specie quando l'umidità in uscita dal tunnel è attorno al 40-50%, in quanto nel materiale posto in cumulo si innescano processi di biostabilizzazione che portano a un innalzamento della temperatura e a una ulteriore disidratazione della pollina. Quando invece, nel periodo estivo, la pollina esce dal tunnel con una sostanza secca molto elevata, superiore al 70%, i processi di trasformazione della sostanza organica in stoccaggio risultano molto rallentati. Queste differenze nella sostanza secca portano come conseguenza differenze nelle emissioni ammoniacali dal materiale in stoccaggio: da un minimo di 3,3 (sessione estiva) ad un massimo di 1029 mgNH₃/m²h (sessione invernale). Considerando la produzione di pollina misurata e un periodo di stoccaggio di 3 mesi, i valori di emissione areici medi misurati risultano equivalenti a circa 0,057 kgNH₃/capo/anno.

In due diversi periodi stagionali (estate e autunno) sono state effettuate prove di emissione da distribuzione in campo della pollina essiccata a confronto con pollina tal quale. Le misure, in doppia ripetizione per tesi, sono state effettuate su un terreno nudo dopo raccolta di cereali autunno vernino (prova estiva) e su un terreno coltivato a prato stabile (prova autunnale). Lo spandimento è stato effettuato a tutto campo e la misura delle emissioni di ammoniaca si è protratta per 72 h dopo l'applicazione, tempo oltre il quale le emissioni si riducono a livelli molto bassi e oltre il quale, nelle usuali pratiche di campagna, il materiale è di norma già stato sottoposto a incorporazione nel terreno. La dose di pollina utilizzata per ogni singola tesi è stata calcolata con l'intento di applicare al campo circa 340 kgN/ha. Dalle due prove condotte è risultato che le emissioni di ammoniaca sono state decisamente superiori nel caso della pollina tal quale rispetto alla pollina essiccata: 15,2% contro 1,1% dell'azoto totale applicato nella prova estiva e 7,7% contro 0,5% nella prova autunnale. La riduzione delle emissioni di azoto dallo spandimento della pollina essicca-

ta rispetto alla pollina umida è risultata di oltre il 90% per entrambe le prove.

Conclusioni

Confrontando i risultati ottenuti nella filiera illustrata nell'articolo con il sistema di riferimento (stoccaggio prolungato sotto le gabbie, stoccaggio della pollina liquida e distribuzione a pieno campo), con un sistema a nastri ventilati (nastri di ventilazione, stoccaggio e distribuzione a pieno campo), si può osservare (Figura 7) come nel sistema di riferimento la responsabilità maggiore nelle emissioni di ammoniaca spetti alla fase di ricovero degli animali, mentre in quella a nastri ventilati alla fase di stoccaggio delle deiezioni. La situazione risulta invece ribaltata nel caso del tunnel esterno di essiccazione, per il quale le fasi di stoccaggio e spandimento hanno un peso minimo sul complesso delle emissioni.

Con la tecnica qui investigata, la riduzione delle emissioni complessive di tutta la filiera rispetto al sistema di riferimento è risultata mediamente pari al 33%. Rispetto alla tecnica a nastro ventilato, invece, il tunnel di essiccazione porta a un incremento complessivo medio delle emissioni di ammoniaca di circa il 12%, a causa delle

più alte emissioni dal ricovero e dalla fase di essiccazione compensate in buona parte dalle emissioni quasi nulle della fase di stoccaggio e spandimento agronomico.

La tecnologia investigata si è dimostrata estremamente efficace quanto alla disidratazione del prodotto. Il tenore in sostanza secca della pollina in uscita dal tunnel è risultato molto elevato, in particolare nella stagione estiva, toccando valori di oltre il 90%. Anche nella stagione invernale, comunque, il tenore in sostanza secca si mantiene su valori assolutamente soddisfacenti, superiori al 55%. La sostanza secca del materiale in stoccaggio è risultata in media del 77%.

Il materiale in uscita dal tunnel è un prodotto che, grazie alle sue caratteristiche, trova facilmente collocazione nell'utilizzazione agronomica diretta o sul mercato.

CLAUDIO FABBRI
GIUSEPPE MOSCATELLI
LAURA VALLI

www.crupa.it

Si ringrazia per l'ospitalità e la gentile collaborazione l'azienda Bertoni di Formigine (MO).

Riferimenti bibliografici

Brewer S.K., Costello T.A., (1999). In situ measurement of ammonia volatilization from broiler litter using an enclosed air chamber. Transactions of the ASAE. 42 (5): 1415-1422.

Chambers B.J. (2001) - Management techniques to minimise ammonia emissions during storage and landspreading of poultry manures. Final report to Department for Environment Food and Rural Affairs, Project WA0712, UK.

Chambers B.J., Smith K.A., van der Weerden T.J. (1997) Ammonia emissions following the land spreading of solid manures. In Gaseous Nitrogen emissions from grassland. Edited by S.C. Jarvis and B.F. Pain. CAB International, pp275-280.

Hornig G., Turk M., Wanka U, (1999). Slurry covers to reduce ammonia emission and odour nuisance. Journal of Agricultural Engineering Resource. 73: 151-157.

Misselbrook T.H., Nicholson F.A., Chambers B.J. (2005). Predicting ammonia losses following the application of livestock manure to land. Bioresource Technology, n. 96 (2), p. 159-168

Nicholson F.A., Chambers B.J., Walker A.W. (2004) - Ammonia emissions from broiler litter and laying hen manure management system, Biosystems Engineering (2004) 89 (2), 175-185.

Pedersen A.R., Petersen S.O., Vinther F.P, (2001). Stochastic diffusion model for estimating trace gas emissions with static chamber. Soil. Science Soc. Am.: 49-58.

Thorman R.E., Chambers B.J., Harrison R., Chadwick D.R., Matthews R., Nicholson R.J. (2004) - Nitrogen losses during storage and following the land spreading of poultry manure. In Controlling nitrogen flow and losses, edited by D.J. Hatch, D.R. Chadwick, S.C. Jarvis, J.A. Roker, Wageningen Academic Publishers.