

● SVILUPPO E MONITORAGGIO DI UN PROTOTIPO

Lettime da solido separato, una nuova tecnologia a biocella

di **Claudio Fabbri, Lorella Rossi, Fabio Verzellesi**

Nelle moderne stalle per bovine da latte la gestione delle deiezioni rappresenta una voce di costo non indifferente, legata soprattutto al reperimento del lettime e alla sua distribuzione nei ricoveri (50-150 euro/vacca/anno). **Per cercare di ridurre questi costi e semplificare la gestione della stalla, nelle aziende dotate di separatore solido/liquido meccanico una possibile soluzione è l'impiego della frazione solida prodotta come materiale da lettiera.** In Italia, nonostante gli evidenti vantaggi di ordine economico, a oggi questa tecnica ha avuto una diffusione assai limitata probabilmente legata ai potenziali rischi di tipo igienico-sanitario che potrebbero incidere sulla qualità del latte (carica batterica, sporigeni).

Il fattore determinante per il successo del solido separato come lettiera sembra essere la sua qualità chimica, fisica e microbiologica, che può variare in base al tipo di liquame da trattare, alle modalità di separazione solido/liquido disponibile (tipologia e modalità di regolazione del separatore) e di gestione della frazione solida (stoccaggio) prima dell'utilizzo in cuccetta. Esperienze condotte in passato hanno mostrato che prevedere un accumulo statico o dinamico (con una serie di rivoltamenti), durante il quale si possano sviluppare processi aerobici in grado di portare le temperature interne intorno ai 60-70 °C è la condizione minimale per sanificare il prodotto sotto il profilo igienico-sanitario.

Per favorire i processi aerobici, però, è essenziale il passaggio dell'aria all'interno del cumulo, in modo da permettere l'ingresso di ossigeno e contemporaneamente la fuoriuscita di vapore e calore prodotti dai processi biologici ossidativi. Ciò è tanto più possibile quanto più la frazione separata prodotta ha un contenuto di sostanza secca

Qualità omogenea e igienizzazione del lettime prodotto con riutilizzo del solido separato sono le caratteristiche che il prototipo di biocella Hbc ha dimostrato garantire anche nelle condizioni più sfavorevoli, consentendo la sostituzione del lettime di paglia



Foto 1 Biocella Hbc installata con separatore solido/liquido e coclea di scarico

elevato, almeno superiore al 28-30%. Le ragioni sono connesse al fatto che un prodotto asciutto è più friabile e poroso e tende a impaccarsi meno rispetto a un prodotto umido. La stabilizzazione per via aerobia effettuata con rivoltamento in cumulo, inoltre, richiede ampi spazi e una conduzione attenta e adeguata; in caso contrario si rischia di ottenere un prodotto disomogeneo e con caratteristiche igienico-sanitarie non costanti nel tempo.

Partendo da queste premesse il **Crpa ha affiancato un'impresa italiana (Criman) per messa a punto, sviluppo e monitoraggio di un prototipo di biocella a flusso verticale automatizzata,**

denominata Hbc (Hygienizing BioCell), per la produzione di lettime igienizzato (figura 1). Il progetto è stato realizzato nell'ambito del bando di ricerca finanziato dalla Regione Emilia-Romagna «Interventi a favore della ricerca industriale delle imprese operanti nelle filiere maggiormente coinvolte dagli eventi sismici del maggio 2012».

L'attività di messa a punto del prototipo e di monitoraggio è stata effettuata presso una stalla che ospita circa 480 bovine in lattazione di razza Frisone. Il sistema di stabulazione delle vacche in lattazione prevede cuccette testa a testa con corsie di alimentazione e di smistamento pulite trami-

te raschiatori. Il latte prodotto viene destinato alla conversione in formaggio Parmigiano-Reggiano nel caseificio aziendale.

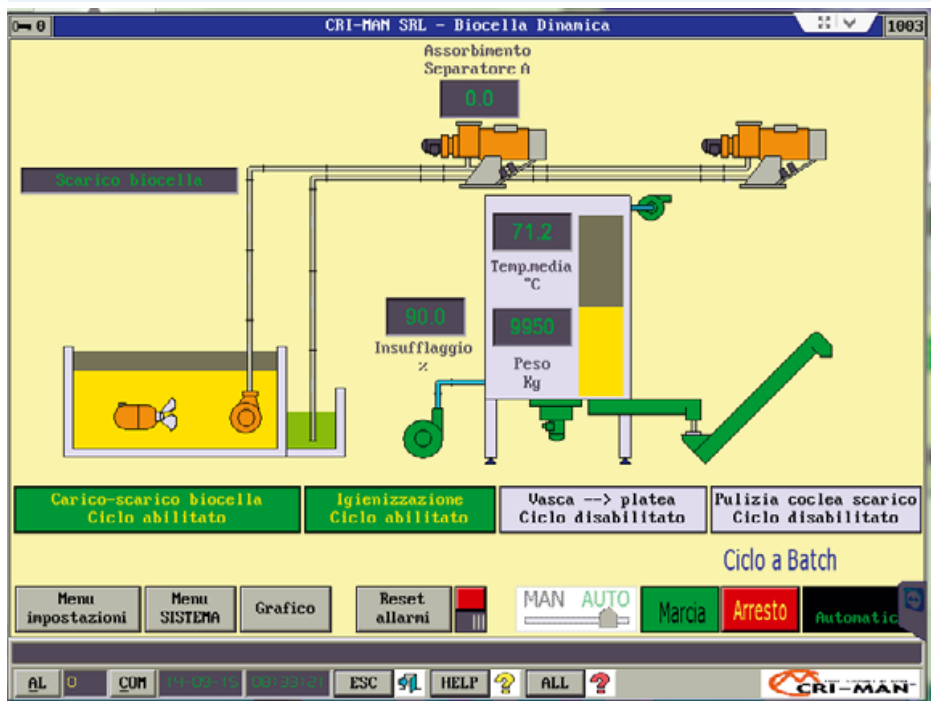
Descrizione del prototipo

La macchina (foto 1), con struttura interamente in acciaio inox, ha sviluppo verticale: il separato solido, con tenore di secco dell'ordine del 33-35%, viene caricato dall'alto e il materiale igienizzato parzialmente essiccato viene scaricato dal basso.

Durante questo percorso la biomassa è continuamente miscelata per mezzo di aspi dalla geometria appositamente studiata che ruotano lentamente attorno a un robusto albero verticale centrale. A questo effetto si combina l'aerazione forzata dall'esterno per mezzo di un ventilatore che insuffla aria nell'albero centrale e da qui negli aspi: la distribuzione dell'aria è garantita dagli ugelli distribuiti lungo il profilo degli aspi. L'aria insufflata apporta l'ossigeno necessario a garantire il processo di ossidazione (processo fortemente esotermico) e allo stesso tempo, nel suo percorso verso l'alto, si satura di H₂O essiccando parzialmente la biomassa.

L'effetto di essiccazione è tanto maggiore quanto maggiore è la portata di aria insufflata. Il raffreddamento della biomassa, dovuto alla ventilazione, è

FIGURA 1 - Schema di principio del sistema di controllo della biocella Hbc



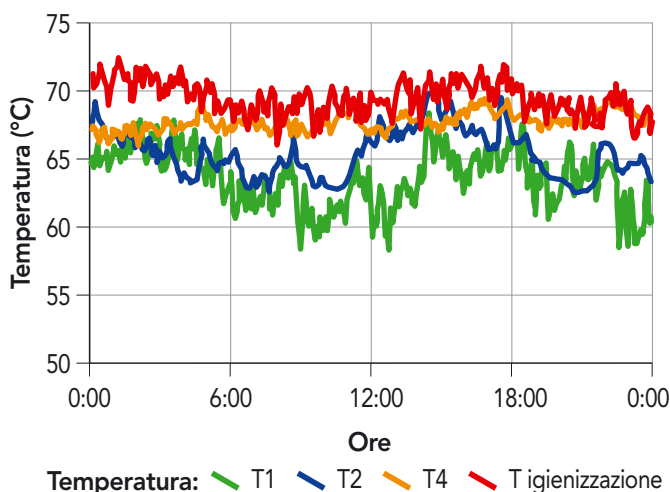
Nella pagina principale del software di gestione è raffigurato ogni componente dell'impianto di separazione della Hbc con aggiornamento continuo dei dati di processo (temperatura, peso, aria insufflata).

compensato da un sistema di recupero del calore dell'aria esausta, estratta dalla parte superiore della Hbc, che consente di aumentare la temperatura dell'aria insufflata. Importante sottolineare che il materiale in ingresso, non

trattato, non viene mai in contatto col materiale presente negli strati inferiori che ha già compiuto il processo di igienizzazione.

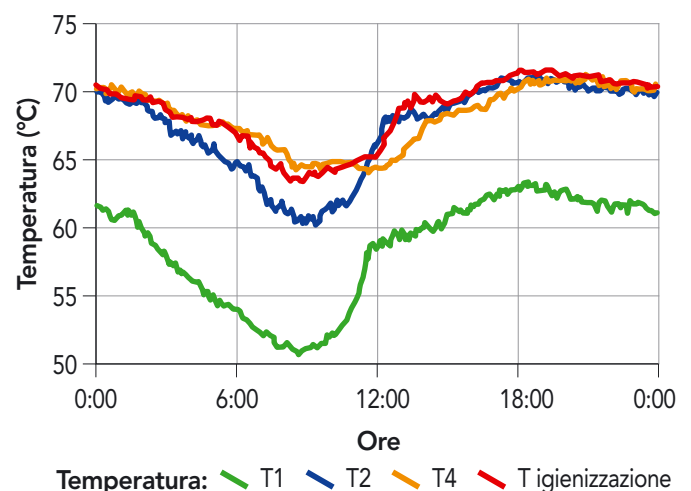
Il processo viene monitorato per mezzo di trasduttori di temperatu-

GRAFICO 1 - Andamento della temperatura nella massa all'interno della biocella con tempo di ritenzione di 2 giorni (gennaio 2015)



Nel periodo invernale il raggiungimento della temperatura di igienizzazione (linea rossa) è più difficile a causa delle basse temperature. La modulazione dello scarico e della soffiante garantisce comunque di mantenere gli obiettivi.

GRAFICO 2 - Andamento della temperatura nella massa all'interno della biocella con tempo di ritenzione di 1 giorno (aprile 2015)



Nel periodo primaverile, pur essendo più facile mantenere le temperature di processo, la maggior escursione termica determina oscillazioni nel controllo di processo.

ra e di peso che, opportunamente distribuiti, permettono di conoscere in continuo la quantità di materiale presente e lo stato del processo di igienizzazione ed essiccazione. I segnali dei trasduttori sono elaborati da un Plc (controllore logico programmabile), che modula la soffiante di insufflazione aria. Un software permette di gestire l'intero impianto di separazione e igienizzazione. Il sistema di gestione dell'Hbc è progettato per garantire l'avvenuta igienizzazione del materiale scaricato: lo scarico, infatti, non viene abilitato se non si sono verificate le condizioni di igienizzazione (il riferimento è la permanenza per 1 ora a 70 °C).

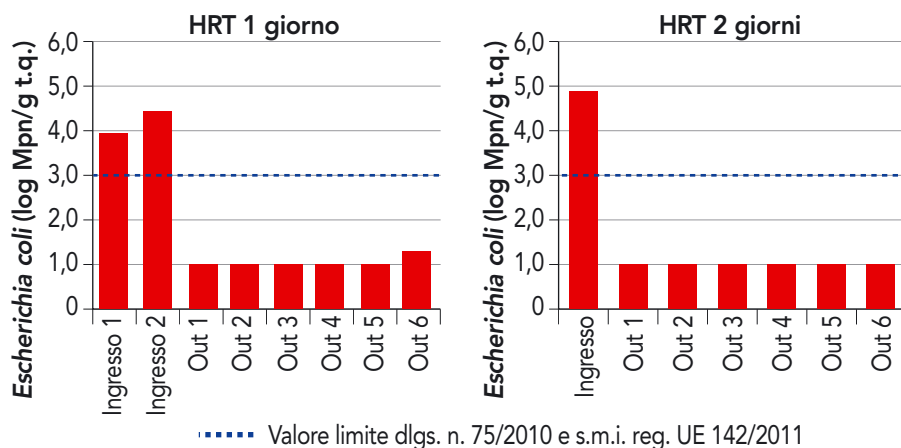
La biocella Hbc, inoltre, può essere programmata per modificare il tempo di permanenza del materiale (tempo di ritenzione Hrt): lo scarico del materiale può essere fermato, rallentato o velocizzato. La biocella HBC ha dimensioni di 2,7 x 2,7 m, altezza 4,5 m ed è allestita con motori elettrici per la miscelazione della biomassa, per lo scarico del materiale igienizzato, per l'insufflazione dell'aria e per l'espulsione dei vapori.

Il totale della potenza impegnata è di 6,5 kW. A completamento dell'impianto va considerato il sistema di accumulo del materiale igienizzato (coclea o nastro trasportatore indicativamente di 1,5 kW) a valle della biocella Hbc, mentre per l'impianto di separazione si consideri necessaria una macchina da 5,5 o 7,5 kW, pompa di carico da 4 kW e miscelatore di omogeneizzazione liquame in vasca da dimensionare in funzione della cubatura (5,5-18,5 kW). Ovviamente i costi energetici di queste attrezzature sono già in carico all'azienda, qualora questa effettui già la separazione del liquame.

Performance produttive

Il sistema di controllo e gestione, di cui è dotata l'attrezzatura messa a punto, ha permesso di registrare in continuo le temperature di processo in diversi punti della biocella e il peso del prodotto caricato e scaricato. Il monitoraggio è proseguito per circa 9 mesi a partire dall'estate 2014 e fino alla fine della primavera 2015. **La possibilità di controllare il flusso di aria insufflata e il tempo di permanenza alla temperatura di igienizzazione permette all'operatore di governare la macchina con estrema facilità.**

GRAFICO 3 - Andamento dei parametri microbiologici con tempi di ritenzione (HRT) di 1 giorno e 2 giorni



Mpn = Most probable number. t.q. = tal quale.

Sotto il profilo igienico sanitario è sempre stata verificata l'assenza di *Salmonella* spp. con un evidente abbattimento del parametro *Escherichia coli*

Il processo è stato controllato simulando diversi tempi di ritenzione del materiale all'interno della biocella a partire da 5 sino a 1 giorno: in tutti i casi analizzati la temperatura è rimasta sempre superiore per almeno 1 ora alla soglia impostata di 70 °C. Nei grafici 1 e 2 sono riportati, come esempio, gli andamenti registrati in condizioni stagionali diverse e con diverso tempo di ritenzione (1 giorno e 2 giorni).

La produzione di materiale igienizzato, del modello descritto, è stata

testata fino a 8 t/giorno con un tempo di ritenzione di 1 giorno. Il processo, ovviamente, consente di evaporare una quantità di acqua superiore tanto più il tempo di ritenzione è lungo e tanta più aria calda viene insufflata per ossigenare il consorzio batterico.

Nelle condizioni di massima capacità produttiva in cui viene garantita prevalentemente l'igienizzazione del prodotto, il tempo di ritenzione è stato portato a 24 ore e la riduzione di peso è stata inferiore a 2-3 punti



Foto 2 Solido separato igienizzato distribuito nelle cuccette della stalla ospitante la sperimentazione

percentuali. Nelle condizioni estive con tempi di ritenzione di 5 giorni la riduzione in peso è arrivata facilmente al 20-25% della quantità trattata in biocella.

Al fine di garantire il funzionamento del processo, è stato utilizzato un separatore solido/liquido con filtro allungato e con pressione di esercizio mediamente elevata in grado di produrre un solido separato a una concentrazione media di 335 ± 35 g/kg.

Aspetti igienico-sanitari

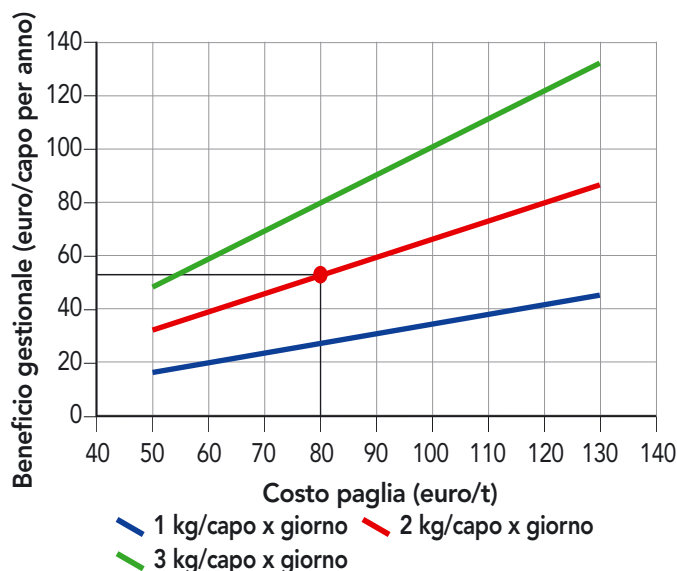
Ai fini della verifica dell'effettivo miglioramento dello stato igienico-sanitario della frazione solida trattata sono state eseguite ripetute campagne di determinazione dei parametri microbiologici indicatori (*salmonella* ed *Escherichia coli*); entrambi i parametri sono previsti dal dlgs. n. 75/2010 e successive modifiche per la libera commercializzazione dei prodotti compostati e dal reg. UE 142/2011 per i sottoprodotti di origine animale sottoposti a pastorizzazione.

Si possono osservare l'assenza di *salmonella* sia in ingresso sia in uscita e il chiaro abbattimento del parametro *Escherichia coli* (grafico 3). In proposito si rammenta che il valore limite imposto dalle normative sopra citate a garanzia del raggiungimento di un buon livello di igienizzazione è pari a 1.000 Mpn/g (Mpn = Most probable number). In tutte le campagne eseguite durante il monitoraggio della biocella (5 sessioni) questo obiettivo è sempre stato raggiunto.

Aspetti economici ed energetici

Come prassi l'azienda utilizzava circa 2-2,5 kg/capo/giorno di paglia, ma all'avvio della sperimentazione e della produzione del solido separato igienizzato ha ritenuto il materiale di notevole interesse e ha optato per il suo impiego in sostituzione della paglia nelle cuccette delle bovine in asciutta. La media dei quantitativi di solido separato utilizzati in sostituzione della paglia, di 3 diversi mesi di mo-

GRAFICO 4 - Beneficio gestionale, al lordo dei costi finanziari e manutenzione, ottenibile con l'utilizzo della biocella igienizzante



Ipotizzando un costo della paglia di 80 euro/t e con un consumo di 2 kg/capo/giorno, il beneficio economico è valutato dell'ordine di 50 euro/capo/anno.

nitoraggio distribuiti lungo l'annualità, sono risultati pari a 4,8-5 kg/capo/giorno (foto 2).

Sulla base di quanto emerso dai primi mesi di prova, l'azienda ha deciso di estendere l'impiego anche al resto della mandria, visti i risultati ritenuti soddisfacenti sulla base di quanto emerso dal loro piano di autocontrollo. Tuttavia, una valutazione completa della validità di un nuovo materiale da lettine non potrà prescindere dallo studio degli effetti indotti su diversi aspetti, quali il benessere degli animali (lesioni podali, livello di pulizia delle mammelle, ecc.) e la qualità del latte (carica batterica totale, cellule somatiche).

Sotto il profilo dei costi energetici si consideri che da una recente indagine del Crpa (2012), condotta all'interno del progetto «Re Sole», il consumo medio annuo di energia elettrica nell'allevamento bovino da latte è risultato pari a 510 kWh/vacca. Sulla base della spesa elettrica annua effettivamente sostenuta si è potuto estrapolare il costo del kWh (chilowattora) risultato pari a 0,2 euro/kWh, con il 69% delle imprese che ha un costo compreso fra 0,1 e 0,2 euro/kWh. La spesa media annua di energia elettrica è quindi risultata pari a 102 euro/vacca.

Considerando un costo dell'energia elettrica aziendale di 0,2 euro/kWh e

un consumo energetico di circa 25-28 kWh/t di prodotto igienizzato ottenuto con l'ausilio del prototipo, ciò comporta un costo di 4,5-5 euro/t (2-2,5 euro/capo/giorno). In termini di costi energetici aziendali medi questo costo si traduce in un incremento del 7-9%. Il costo di distribuzione del solido separato può essere, in prima approssimazione, comparato a quello della paglia, mentre essendo il solido separato prodotto e consumato in continuo verrebbero liberati spazi di stoccaggio prima adibiti alla conservazione del lettime. A fronte di un costo di gestione del solido separato, per spostamento e distribuzione, simile a quello della paglia, al netto dei costi energetici, il beneficio economico diretto per l'azienda agricola si traduce in un risparmio sul costo di acqui-

sto della paglia. Ipotizzando un costo di acquisto della paglia variabile fra 50 e 130 euro/t e un consumo fra 1 e 3 kg/capo/giorno di paglia il grafico 4 mostra il beneficio economico che può essere ottenuto con l'utilizzo della biocella Hbc. Nella condizione media di costo della paglia di 80 euro/t e con un consumo di 2 kg/capo/giorno di paglia il risparmio gestionale è valutato dell'ordine di 50 euro/capo/anno.

Fra i benefici indiretti occorre considerare anche la minore produzione di effluenti derivante dal mancato uso della paglia (350-440 t/anno per l'azienda che ha ospitato la prova). Al beneficio gestionale andranno, ovviamente, sottratti gli oneri finanziari di ammortamento e manutenzione.

Claudio Fabbri, Lorella Rossi
Fabio Verzellesi
Crpa Reggio Emilia

Per commenti all'articolo, chiarimenti o suggerimenti scrivi a:
redazione@informatoreagrario.it

Per consultare gli approfondimenti e/o la bibliografia:
www.informatoreagrario.it/rdLia/15ia37_8090_web

Lettime da solido separato, una nuova tecnologia a biocella

L'INFORMATORE
AGRARIO

BIBLIOGRAFIA

Rossi P., Gastaldo A. (2012) - Consumi energetici in allevamenti bovini da latte. L'Informatore Agrario, n. 3, 45-47;

Rossi P., Gastaldo A. (2005) - Lettiere e materassini nella stalla a cuccette: alcune novità. L'Informatore Agrario, Supp. n. 1 al n. 39, 37-39;

Fabbri C. (2009) - Le tecniche per ottenere un «Separato» per il lettime. Agricoltura, n. 5, 76-78;

Ferrari P., Barbari M., Rossi P. (2008) - Il risparmio del «Separato» in cuccetta. L'Informatore Agrario, Supp. n. 1 al n. 38, 47-50;

Crpa (1999) - Stalle per vacche da latte. Edizioni L'Informatore Agrario, 2ª edizione.

Crpa (2001) - Liquami zootecnici. Manuali per l'utilizzazione agronomica. Edizioni L'Informatore Agrario.

Crpa (2002) - Strutture, attrezzature e impianti per vacche da latte. Edizioni L'Informatore Agrario.

Ferrari P., Barbari M., Rossi P., Gastaldo A. (2006) - Quanto costa ogni anno la gestione delle deiezioni. L'Informatore Agrario, 20: 69-73.

Novák P., Tremel F., Vokralova J., Vlaskova S., Slegerova S., Tofant A., Vucemilo M. (2004) - Study of the hygienisation of separated cow liquid manure used as bedding. Stocarstvo, vol. 58, 4: 305-310.

Schrade S., Zähler M., Schaeren W. (2006) - Compost and recycled manure solids as bedding material in cubicles for dairy cows. Proc. of XVI Cigr World Congress, Bonn, 3-7 September. Book of abstracts: 521-522.

Schwarz M., Bonhotal J., Harrison J. (2008) - Frequency of re-bedding with dairy manure solids. Cornell Waste Management Institute, Ithaca, NY, Results - June: 1-58, <http://cwmi.css.cornell.edu/frequencyresults.pdf>

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.