

Per ottenere il massimo dell'efficienza nell'insilamento occorre conoscere i meccanismi microbiologici e biochimici che stanno alla base del processo, perché soltanto in questo modo si può agire con la massima attenzione sui punti critici e valutare quando l'impiego di inoculi microbici può aiutare la conservazione

# Insilamento e inoculi, come e quando agire



di Francesco Ferrero<sup>1</sup>, Ernesto Tabacco<sup>1,2</sup>, Stefania Pasinato<sup>2</sup>, Giorgio Borreani<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Forage Team, Dipartimento di Scienze Agrarie Forestali e Alimentari, Università degli Studi di Torino

<sup>2</sup>AgriBusiness Consulting, Spin-off dell'Università di Torino

## **La gestione ottimale della fase di conservazione degli alimenti prodotti in azienda**

è uno dei fattori che garantiscono alla moderna zootecnia da latte redditività ed efficienza. Solo l'adozione di sistemi di conservazione in grado di contenere le perdite di sostanza secca e di mantenere inalterato il valore nutritivo delle colture coltivate permette di valorizzare il lavoro, i mezzi meccanici e i fattori produttivi impiegati in campagna per la produzione degli alimenti zootecnici.

## **Insilare conviene**

**L'insilamento è un processo naturale**, basato sulla fermentazione lattica in assenza di ossigeno (anaerobiosi), che l'uomo ha imparato ad impiegare a proprio vantaggio e con efficienza nella conservazione delle foraggere. Senza l'insilamento molte delle colture più produttive utilizzate nel sistema foraggero non potrebbero essere conservate, basti pensare al mais come pastone in-



L'obiettivo nel processo di insilamento è che i batteri lattici fermentino gli zuccheri presenti nel foraggio e abbassino il pH a livelli tali da impedire ai microorganismi indesiderati di moltiplicarsi o sopravvivere.

tegrale di spiga e come trinciato integrale di pianta intera o al sorgo. L'efficienza dell'insilamento consente inoltre di incrementare notevolmente la quantità di sostanza secca ottenibile per ettaro dalle foraggere prative, garantendo alimenti con una qualità nutrizionale (tenore in proteina ed energia) molto vicina a quella del foraggio verde in campo. Ovviamente la tecnica non è priva di rischi di insuccesso e garantisce i migliori risultati solo se impiegata in maniera consapevole e con il **massimo rigore gestionale**.

### **Il lavoro dei batteri lattici**

Ai batteri lattici spetta il compito di fermentare gli zuccheri presenti nel foraggio alla raccolta e determinare l'abbassamento del pH, a livelli che impediscano ad altri microorganismi indesiderati di moltiplicarsi e/o sopravvivere. I batteri lattici pur essendo anaerobi facoltativi, cioè in grado di crescere sia in presenza sia in assenza di ossigeno, sono favoriti dall'ambiente privo di ossigeno che si crea alla chiusura del silo e sono estremamente competitivi rispetto agli altri microorganismi presenti sul foraggio.

Tabella 1

Zuccheri fermentescibili, prodotti della fermentazione, recupero di sostanza secca e energia per i diversi gruppi di batteri lattici				
	Zuccheri fermentescibili	Prodotti	Perdite di sostanza secca (%)	Perdite di energia (%)
Batteri omofermentanti obbligati e eterofermentanti facoltativi	Esosi (glucosio o fruttosio)	Acido lattico	0	0,8
Batteri eterofermentanti facoltativi e obbligati	Pentosi (xylosio o arabinosio)	Acido lattico, acido acetico	0	1,0
Batteri eterofermentanti obbligati	Esosi (glucosio)	Acido lattico, etanolo, CO <sub>2</sub>	24,4	1,7
	Esosi (fruttosio)	Acido lattico, acido acetico, mannitolo, CO <sub>2</sub>	4,8	1,0



I batteri lattici fanno parte della flora epifitica che si trova normalmente sulle piante in campo prima dell'insilamento. Le cariche oscillano tra 1000 (1\*10<sup>3</sup>) e 1 milione (1\*10<sup>6</sup>) di unità formanti colonia (ufc) per grammo di foraggio verde, a seconda della tipologia di pianta e delle condizioni atmosferiche dei giorni che precedono la raccolta.

I batteri lattici si dividono in tre gruppi in relazione al metabolismo con cui fermentano gli zuccheri (Tabella 1):

- **omofermentanti obbligati**, fermentano gli zuccheri esosi (glucosio e fruttosio) producendo quasi esclusivamente acido lattico; non sono in grado di fermentare gli zuccheri pentosi perché sprovvisti dell'enzima fosfochetolasi;
- **eterofermentanti facoltativi**, fermentano gli zuccheri esosi, come il gruppo precedente, ma possono anche fermentare i pentosi (sempre presenti nei foraggi perché derivanti dall'idrolisi delle emicellulose), producendo acido lattico e acido acetico;
- **eterofermentanti obbligati**, fermentano sia zuccheri esosi sia pentosi. Nella fermentazione degli esosi, oltre all'acido lattico producono anche acido acetico, alcoli e CO<sub>2</sub>.

**La fermentazione degli zuccheri esosi** è la principale via metabolica dei batteri omofermentanti e eterofermentanti facoltativi ed è un processo altamente efficiente capace di conservare il 99,2% dell'energia, senza perdite di sostanza secca (nessuna perdita di peso ad opera della fermentazione). Anche gli eterofermentanti obbligati fermentano gli zuccheri esosi: nel caso del glucosio, la fermentazione determina perdite di sostanza secca sotto forma di anidride carbonica intorno al 25%, ma l'efficienza energetica è comunque superiore al 98% (cioè la maggior parte dell'energia contenuta nel foraggio prima dell'insilamento si mantiene anche nell'insilato); nel caso di fermentazione del fruttosio le perdite di sostanza secca sono più contenute (intorno al 5%) e l'efficienza energetica ancora più elevata (99%). Gli eterofermentanti facoltativi e obbligati possono fermentare anche gli zuccheri pentosi (arabinosio e xylosio) con un'elevata efficienza energetica e perdite di sostanza secca molto contenute (1%).

Difficilmente si potrà trovare una fermentazione butirrica in silomais, pastone o silosorgo mentre è più elevato il rischio quando si insilano foraggi troppo umidi e con pochi zuccheri



Tabella 2

Specie di batteri lattici comunemente utilizzati per la preparazione di inoculi per l'insilamento		
FERMENTAZIONE OMOLATTICA		FERMENTAZIONE ETEROLATTICA
Omofermentanti obbligati	Eterofermentanti facoltativi	Eterofermentanti obbligati
<i>Lactobacillus acidophilus</i>	<i>Lactiplantibacillus</i> ( <i>Lactobacillus</i> ) <i>plantarum</i>	<i>Lentilactobacillus</i> ( <i>Lactobacillus</i> ) <i>buchneri</i>
<i>Lactococcus lactis</i>	<i>Lactocaseibacillus</i> ( <i>Lactobacillus</i> ) <i>casei</i>	<i>Lentilactobacillus</i> ( <i>Lactobacillus</i> ) <i>hilgardii</i>
	<i>Pediococcus pentosaceus</i>	<i>Levilactobacillus</i> ( <i>Lactobacillus</i> ) <i>brevis</i>
	<i>Pediococcus acidilactici</i>	<i>Lentilactobacillus</i> ( <i>Lactobacillus</i> ) <i>parafarraginis</i>
	<i>Enterococcus faecium</i>	<i>Lentilactobacillus</i> ( <i>Lactobacillus</i> ) <i>parafarraginis</i>

## Fermentazioni rischiose

Le dinamiche microbiologiche nel silo possono seguire, nella pratica aziendale, vie diverse e quindi determinare esiti finali altrettanto diversi. Lavorando in maniera ottimale quasi sempre si ottiene il prevalere della fermentazione lattica.

I batteri lattici dominano la fermentazione e abbassano il pH inibendo i microrganismi indesiderati (clostridi, enterobatteri, lieviti), che si riducono drasticamente. Parliamo di fermentazione omolattica quando prevale l'azione dei batteri omofermentanti obbligati e/o degli eterofermentanti facoltativi e gli zuccheri nel foraggio sono principalmente gli esosi: l'acido prodotto sarà quasi esclusivamente quello lattico. Si definisce omolattico un insilato in cui il rapporto tra acido lattico e acido acetico è superiore a 5. In alcuni casi e per alcuni foraggi la flora epifitica indirizza la fermentazione verso un profilo maggiormente eterolattico per il prevalere degli eterofermentanti obbligati o per la presenza di una maggiore quantità di zuccheri pentosi: si parla allora di fermentazione eterolattica quando il rapporto lattico/acetico scende sotto a 3. Purtroppo a volte accade che i batteri lattici non siano in grado di dominare la fermentazione e, nella fase a silo chiuso se il pH non si è abbassato a sufficienza, i clostridi possono svilupparsi, determinando la cosiddetta **fermentazione butirrica**, che causa elevate perdite di sostanza secca e **riduce drasticamente il valore nutrizionale** degli insilati. Difficilmente si osserverà una fermentazione butirrica in insilati di mais, pastone o sorgo, mentre potrebbe capitare di osservarla su colture con basso contenuto di zuccheri al momento dell'insilamento, o elevata umidità a causa di un appassimento inadeguato o della trinciatura diretta (ad esempio i cereali vernini trinciati in piedi). Quando pensiamo che le condizioni ambientali o le caratteristiche del foraggio non possano garantire un buon esito delle fermentazioni in silo è il momento di valutare la possibilità di utilizzare un inoculo a base di batteri lattici. Nella Tabella 2 sono riportate le principali specie di batteri presenti oggi nei preparati commerciali. Va osservato che i nomi dei generi dei batteri lattici sono stati cambiati recentemente, per cui nella tabella sono indicati tra parentesi i nomi tradizionali più conosciuti nella pratica e che si potrebbero trovare ancora indicati sulle confezioni commerciali. In base alle condizioni di insilamento sarà necessario scegliere specie o combinazioni di specie o ceppi differenti.



È consigliato utilizzare batteri lattici omofermentanti o eterofermentanti facoltativi nel caso in cui si insilino prati autunnali ricchi di leguminose o trinciati diretti di soia e cereali vernini

## Quando inoculare con gli “omolattici”

Una fermentazione omolattica è caratterizzata dall'abbassamento repentino del pH e da **perdite di sostanza secca molto ridotte**. L'utilizzo di inoculi a base di batteri lattici omofermentanti o eterofermentanti facoltativi che favoriscano la fermentazione omolattica, è consigliato nei casi in cui si abbia il timore che le caratteristiche del foraggio o le condizioni alla raccolta possano compromettere la buona riuscita dell'insilamento. Un **inoculo a base batteri lattici omofermentanti o eterofermentanti facoltativi** può risultare decisivo per il buon esito della conservazione nel caso in cui vengano insilati foraggi prativi (erba medica, loglio italico, prati permanenti) a tenori di sostanza secca inferiori al 30%, cereali vernini trinciati in piedi in stadi precoci, colture di soia con tenore di sostanza secca inferiore al 40%. L'utilizzo di un inoculo omolattico può inoltre essere opportuno in caso di trinciatura di colture di mais o sorgo danneggiate dalla grandine o da altri eventi meteorologici estremi o raccolte in autunno avanzato con basse temperature o danneggiate da gelate. Se da un lato la fermentazione omolattica garantisce una maggiore percentuale di successo per gli insilati “difficili”, dall'altro la letteratura internazionale e l'esperienza aziendale hanno evidenziato che insilati “troppo omolattici” risultano molto meno stabili durante il consumo. Questo accade perché la fermentazione omolattica è molto efficiente e nell'insilato rimane una quota più o meno elevata di zuccheri non fermentati e i lieviti si mantengono più vitali e in numero maggiore per l'assenza di acidi con proprietà antifungine (principalmente l'acido acetico). All'apertura l'ossigeno e gli zuccheri residui attivano velocemente i lieviti rimasti quiescenti e l'insilato va incontro a deterioramento in poco tempo, soprattutto nei periodi più caldi dell'anno o in caso di periodi prolungati di pioggia.

L'utilizzo di un inoculo omolattico può essere opportuno in caso di trinciatura di colture danneggiate dalla grandine

## Obiettivo eterofermentanti

Per ovviare al problema della ridotta stabilità aerobica, nell'ultimo decennio del secolo scorso la ricerca si è orientata per selezionare specie di batteri lattici eterofermentanti obbligati con l'obiettivo di produrre una maggiore quantità di acido acetico, per ridurre il numero di lieviti che sopravvivono durante l'insilamento ed aumentare, di conseguenza, la stabilità aerobica dell'insilato durante il consumo. Tra i batteri eterofermentanti obbligati il primo utilizzato e oggi più conosciuto è il *Lentilactobacillus buchneri*. Negli ultimi quindici anni si è lavorato per individuare ceppi di *L. buchneri* o nuove specie di lattobacilli (come ad esempio il *Lentilactobacillus hilgardii*) capaci di produrre acido acetico già dalle prime fasi dell'insilamento e garantire stabilità anche quando l'insilato viene aperto dopo poche settimane dalla chiusura. L'inoculo con eterofermentanti obbligati consente di avere nell'insilato un maggiore contenuto in acido acetico, che quando presente in quantità superiori ai 20 g/kg di s.s., migliora nettamente la stabilità all'aria. In alcune prove di laboratorio in insilati di mais trattati con eterofermentanti obbligati si sono osservate stabilità aerobiche anche superiori alle 800 ore, rispetto ad una media di 50-100 ore per insilati





L'inoculo con batteri lattici può contribuire positivamente all'efficienza dell'insilamento se vengono nel contempo rispettate tutte le buone pratiche di gestione del silo (riempimento veloce, copertura adeguata, appesantimento delle coperture e corretto avanzamento del fronte)

non trattati. In azienda le differenze sono meno marcate, perché il risultato dipende dalla gestione complessiva dell'insilato. Il consiglio è quello di utilizzare inoculi a base di eterofermentanti obbligati in insilati comunque molto ben gestiti, per i quali sia previsto il consumo estivo, un periodo notoriamente più a rischio di instabilità per gli insilati aziendali (ad esempio pastone di spiga).

### Gli inoculi "combo"

Ultimamente sono presenti sul mercato combinazioni di diverse specie di batteri lattici sia eterofermentanti facoltativi che obbligati. La ricerca ha infatti evidenziato che l'abbinamento di ceppi selezionati di batteri lattici capaci di abbassare in modo repentino il pH e ceppi selezionati per aumentare la quantità di acido acetico prodotto, senza competere tra loro, sia la soluzione che maggiormente garantisce un **decorso fermentativo adeguato**, soprattutto nelle situazioni considerate difficili precedentemente indicate per l'utilizzo degli omofermentanti.

### Per concludere

L'esperienza aziendale ha mostrato che l'effetto degli inoculi di batteri lattici è spesso variabile e che i migliori risultati si riscontrino quando nella preparazione e gestione delle trincee si opera con la massima attenzione. L'utilizzo di **inoculi di batteri lattici** può supportare l'ottenimento di un **insilato di ottima qualità** e contribuire ad incrementare l'efficienza dell'intero processo di conservazione a patto che nella realizzazione del silo vengano rispettate tutte le pratiche gestionali necessarie (riempimento veloce, copertura adeguata, appesantimento delle coperture e corretto avanzamento del fronte dopo l'apertura del silo). \*