



Insilati:

aspetti tecnologici e di sicurezza per la filiera latte

Nella prima puntata di questa breve rassegna sono stati considerati i possibili effetti negativi degli insilati deteriorati da muffe e da batteri butirrici. Ma negli insilati possono anche moltiplicarsi alcuni batteri patogeni che, a livello di filiera latte, comportano altri potenziali rischi per il consumatore

Batteri patogeni

Quando si commettono errori nella preparazione e/o nella gestione dell'insilato è probabile che la massa vegetale subisca rapidamente qualche tipo di processo deteriorativo, tendenzialmente anaerobico o aerobico, ma dovuto in ogni caso alla moltiplicazione di microrganismi "non-LAB". In particolare, nell'insilato scarsamente acidificato dai LAB e/o esposto all'aria, non si può escludere la moltiplicazione batteri patogeni, quali *Clostridium botulinum*, *Bacillus cereus*, *Listeria monocytogenes* ed *Escherichia coli* O157:H7. Naturalmente il tipo e l'entità di crescita batterica dipenderanno dalle condizioni intrinseche ed estrinseche alla massa insilata. Le fonti principali d'inquinamento del foraggio con

i citati batteri patogeni sono il terreno (ancor più quando viene fertilizzato), lo sterco degli animali e i liquami.

Clostridium botulinum

I clostridi annoverano specie patogene, come *Clostridium botulinum* e *Cl. perfringens*, che possono essere occasionalmente presenti anche negli insilati. *Cl. botulinum* può crescere tra 3,3°C e 50°C (ottimo 37-40°C), sino a pH 5,0 (ceppi non proteolitici), o sino a pH 4,6 (ceppi proteolitici). Endospore di *Cl. botulinum* sono presenti nel terreno, nelle feci, nelle carogne animali, nella polvere, nelle acque d'irrigazione, sul foraggio e talvolta nelle parti avariate dell'insilato. Quando *Cl. botulinum* si moltiplica nell'alimento rilascia una neurotossina che,

se ingerita, può causare il "botulismo", con paralisi (muscolare e respiratoria) e morte del soggetto, ma fortunatamente il batterio ha scarsa acido-tolleranza e quindi, nel caso degli insilati, la precoce fermentazione lattica gioca un ruolo essenziale a livello di controllo. Il botulismo animale dovuto all'ingestione di un insilato può essere il risultato dell'inclusione di un cadavere (ratto, uccello ecc.) nella massa foraggera, ovvero all'impiego di foraggio scarsamente acidificato e deteriorato da clostridi: la tecnica del "ballo fasciato" comporterebbe, a tale riguardo, qualche rischio effettivo. Va da sé che, anche nel caso del *Cl. botulinum*, le spore ingerite possono contaminare le feci e il latte, quindi essere rinvenute nel formaggio. Secondo Franciosa e coll. (1999), il li-

vello di contaminazione del formaggio non supera comunque l'ordine di 10 spore di *Cl. botulinum*/g.

Controllo

Si vedano le misure indicate per i BAB.

Bacillus cereus

Il genere *Bacillus* racchiude batteri sporigeni, ma aerobi o anaerobi facoltativi, che trovano l'ambiente di crescita ideale nell'insilato poco pressato e piuttosto caldo. Le specie frequentemente isolate negli insilati includono *Bacillus cereus*, *B. licheniformis*, *B. coagulans*, *B. pumilus*, *B. sphaericus*. Inoltre nell'insilato si possono trovare spore altamente termoresistenti di *B. sporothermodurans*, che possono germinare anche nel latte UHT. I bacilli anaerobi facoltativi fermentano un'ampia gamma di carboidrati, rilasciando acidi organici (acido lattico, acido acetico, acido formico), alcoli (alcol etilico, 2,3-butanediolo, glicerolo) e gas (CO_2 e H_2), alterando quindi l'insilato. I bacilli possono inoltre contribuire al deterioramento aerobico specialmente durante il desilamento. Le spore dei bacilli, come quelle dei clostridi, se ingerite dal bestiame si ritrovano nelle loro feci e possono quindi inquinare la filiera latte. La specie patogena più rilevante è *B. cereus*, batterio anaerobio facoltativo, che cresce tra 10°C e 48°C (ottimo a 28-35°C), a pH non inferiore a 4,5. La specie è ubiquitaria: oltre che nel terreno (dove si contano sino a 10^6 spore/g di *B. cereus*), spore e cellule vegetative di questo bacillo si trovano nello sterco, nelle acque di superficie e sui foraggi, specialmente se affienati al suolo. Nell'insilato sono state contate da 10^2 a 10^4 spore/g di *B. cereus*, livello considerato non preoccupante in ordine alla sicurezza della filiera latte. Le principali fonti di contaminazione per la mammella (e quindi per il latte) sarebbero infatti il suolo (per gli animali al pascolo) e la lettiera della stalla. *B. cereus* può essere rinvenuto anche nel latte trattato termicamente, così come nei prodotti lattiero-caseari. Inoltre i ceppi psicrotrofi possono crescere nel latte refrigerato a 4°C, sino a farlo coagulare. L'ingestione di prodotti alimentari contaminati da *B. cereus* può provocare una tossinfezione con nausea e vomito (ceppi emetici), ovvero con diarrea (ceppi diarroici).

Controllo

La moltiplicazione di *Bacillus* spp. tipicamente avviene negli strati dell'insilato esposti all'aria e/o nel deterioramento aerobico post-apertura, in successione alla crescita dei lieviti o dei batteri acetici. In queste aree, dove il pH si avvicina al neutro, le spore degli aerobi possono raggiungere il livello di 10^8 /g, laddove nell'insilato pre-apertura se ne contano da 10^3 /g (silomais) a 10^5 /g (insilato d'erba). Per contenere la crescita di bacilli nell'insilato occorre:

- 1) evitare di contaminare il foraggio con terra e/o feci (materiali ricchi di spore batteriche in genere);
- 2) comprimere efficacemente il foraggio;
- 3) desilare correttamente la trincea, o far consumare rapidamente la rotoballa fasciata. Le misure per ridurre le cariche di sporigeni in latte sono la filtrazione a membrana e/o la bactofugazione, già indicate per i BAB. In ogni caso, se *B. cereus* cresce in latte, la termizzazione non riesce a inattivare il cereulide, cioè la tossina emetica (stabile a 126°C per 90').

Listeria monocytogenes

Listeria monocytogenes è un batterio anaerobio facoltativo, non sporigeno: può crescere tra 0 (ceppi psicrotrofi) e 45°C (ottimo 30-37°C), sino a pH 4,1 con $A_w \geq 0,92$. Le listerie sono ampiamente diffuse nell'ambiente e sono presenti nel terreno, nell'in-

testino, negli escrementi, nelle acque d'irrigazione, sui vegetali (inclusi quelli in decomposizione). La listeriosi è una preoccupante zoonosi. Animali a rischio di listeriosi sono soprattutto le femmine gravide e i redi. Casi fatali di listeriosi provocati dall'ingestione di insilato contaminato sono stati segnalati soprattutto in pecore e capre. Nella specie umana i soggetti più a rischio sono le donne in gravidanza, gli anziani e gli individui immunocompromessi in genere. La sopravvivenza di *L. monocytogenes* nell'insilato dipendono principalmente dal pH e dal grado di anaerobiosi: in presenza di aria, il batterio riuscirebbe a tollerare un pH di 3,8-4,1 per lunghi periodi (anche per anni), mentre in condizioni anaerobiche scomparirebbe a $\text{pH} < 4,4$ (Donald A.S. et al. 1995, *J. Appl. Bact.*, 79, 141-148). La frequenza di isolamento della listeria aumenta quindi nell'insilato di cattiva qualità o nelle zone a deterioramento aerobico, con risalita del pH: da questo punto di vista, l'insilamento in balloni fasciati è, ancora una volta, un metodo più rischioso rispetto all'insilamento in trincea.

Quando l'insilato è fortemente contaminato da *L. monocytogenes*, il patogeno ha buona probabilità di passare nel latte a causa dell'inquinamento fecale della mammella (come avviene per i batteri sporigeni), e contaminare i prodotti lattiero-caseari crudi.



Controllo

Il rischio di moltiplicazione o di sopravvivenza di *L. monocytogenes* nell'insilato si controlla eliminando l'aria (compressione, chiusura) e, come per tutti i batteri patogeni, favorendo la crescita dominante dei LAB fortemente acidificanti (omolattici), in modo che l'insilato raggiunga rapidamente un pH<4,1. Comunque *L. monocytogenes* può essere velocemente inattivata pastorizzando il latte. L'impiego di colture lattiche "protettive" (produttori batteriocine anti-listeria) sembra essere un'altra interessante possibilità.

Enterobatteri ed *E. coli* EHEC (o VTEC, o STEC)

Nell'insilato, varie specie di *Enterobacteriaceae* competono coi LAB nella fermentazione degli zuccheri, rilasciando principalmente acido lattico, acido formico, acido acetico e alcol etilico. Gli enterobatteri possono inoltre ridurre il nitrato (NO₃⁻) a nitrito (NO₂⁻) e a ossido nitrico (NO), cioè in composti in grado di inibire i clostridi, ma anche capaci di causare polmonite, se vengono inalati. Possono infine idrolizzare le proteine e fermentare gli aminoacidi che ne derivano, producendo composti più o meno tossici o repellenti, quali ammoniaca, amine biogene (tiramina, cadaverina ecc.) e acidi grassi ramificati (ac. isobutirrico, ac. 2-metilbutirrico, ac. isovalerianico ecc.). L'NH₃ ostacola la discesa del pH e può quindi favorire la crescita dei clostridi nell'insilato, che innalzeranno ancor più il grado di deterioramento e che produrranno spore. Le amine biogene riducono soprattutto l'appetibilità dell'insilato. Tra le *Enterobacteriaceae* che possono potenzialmente crescere nell'insilato deteriorato sono stati segnalati alcuni ceppi enteroemorragici di *E. coli* (STEC, *Shiga toxin-producing E. coli*), quali *E. coli* O157:H7 ed *E. coli* O26. Questi ceppi patogeni potrebbero quindi inquinare il latte crudo ed essere ingeriti dal consumatore, producendo anche gravi patologie, quali la colite emorragica e la sindrome emolitico-uremica (HUS). Tuttavia, gli studi hanno evidenziato:

- 1) che i ceppi STEC sono veicolati normalmente dagli stessi ruminanti (che fungono da portatori sani) e che, nelle loro feci, possono sopravvivere per alcune settimane;
- 2) che la presenza elevata di coliformi fecali

(patogeni o meno) nell'insilato è quindi da imputare all'inquinamento del foraggio con sterco o con liquame di stalla;

3) che la crescita degli enterobatteri è generalmente inibita dalla rapida acidificazione del foraggio, cioè dalla crescita rigogliosa dei LAB in situazione anaerobica. Pertanto la sopravvivenza dei ceppi STEC è un fatto inusuale e riguarda solo insilati malamente gestiti, sia sul piano igienico che della tecnica di conduzione.

Controllo

Per il controllo delle *Enterobacteriaceae* in genere valgono quindi le regole igieniche generali e le buone tecniche d'insilamento già indicate per *L. monocytogenes*. Inoltre *E. coli* è inattivato molto rapidamente pastorizzando il latte.

Starter microbico e sicurezza

La pratica di inoculare il foraggio trinciato con ceppi di LAB selezionati ha soprattutto lo scopo di avviare precocemente la fermentazione lattica naturale, cioè di abbassare rapidamente il pH a valori di sicurezza microbiologica. Se il foraggio è idoneo e se la procedura d'insilamento è corretta, l'impatto benefico del trattamento sulla qualità e sicurezza del fermentato sarà più probabile se il numero di cellule LAB aggiunte è elevato e se il numero di cellule batteriche non-LAB (germi deterioranti e patogeni) è basso. Ovviamente occorre inoculare LAB di specie adatte, anche considerando l'effetto domino positivo che tale trattamento – se è appropriato – può avere sulla stessa sicurezza e qualità della filiera latte. Esistono tuttavia, a tale riguardo, specie di LAB eterofermentanti da impiegare con cautela. Segnalo in particolare che *Lactobacillus buchneri*, batterio lattico eterofermentante e fortemente gasogeno (in CO₂), talvolta appositamente inoculato come starter nell'insilato, potrebbe contaminare il latte e determinare seri difetti di occhiatura in alcuni formaggi, come è stato evidenziato da studi recenti.

Conclusioni

Gli insilati, come tutte le preparazioni alimentari, dovrebbero essere realizzati tenendo sotto controllo i diversi rischi dovuti al loro consumo, a cominciare dai rischi



igienico-sanitari (microrganismi e loro tossine). Se il "consumatore" dell'insilato è la vacca da latte, i rischi sanitari possono riverberarsi sulla sicurezza del latte e delle relative preparazioni alimentari destinate alla nostra tavola. Anche in assenza di reali rischi sanitari, è comunque indispensabile ottenere latte di buona qualità igienica, che possa essere trasformato in prodotti privi di difetti sensoriali e conservabili più a lungo. Come abbiamo visto, gli insilati che possono causare danni alla filiera latte appartengono a due principali categorie:

- 1) insilati di vegetali colpiti in campo da muffe tossigene;
- 2) insilati mal conservati e deteriorati. Il deterioramento dell'insilato può essere di tipo tendenzialmente anaerobico (clostridi, *Enterobacteriaceae*), o aerobico (*Bacillus cereus*, *Listeria monocytogenes*, muffe tossigene) e chiaramente una cellula batterica potrebbe avere un impatto molto diverso sulla filiera se il latte è consumato o trasformato crudo, o se viene termizzato, o bato-fugato ecc., ovvero se il prodotto caseario è da consumare fresco o stagionato. In conclusione, nella preparazione dell'insilato bisogna rispettare le norme generali dell'igiene alimentare, operare correttamente e inoculare LAB starter in quantità adeguata. Nel corso della fermentazione occorre effettuare i necessari monitoraggi ed eventualmente le dovute azioni correttive, considerando però che i risultati saranno comunque più soddisfacenti se non si eccede nella densità animale e si migliorano le condizioni igieniche generali e della mungitura. ■

© RIPRODUZIONE RISERVATA

Bibliografia disponibile su richiesta all'autore.