FATTORI CHE INFLUENZANO LA QUALITÀ DELL'INSILATO: ANALISI SU 3.000 CAMPIONI

# Come conservare il silomais per ottimizzare la produzione

#### di Lorenzo Serva, Igino Andrighetto

erfezionare i processi di insilamento del mais a partire dalla gestione del trinciato ottenuto dalla pianta intera è tuttora uno dei principali obiettivi di chi opera nella filiera maidicola (fornitori delle sementi, dei concimi, dei trattamenti per il contenimento di malerbe, degli insetti, dei funghi, contoterzisti, ecc.).

L'obiettivo finale è mettere a disposizione dell'allevatore un insilato di mais caratterizzato da ridotte perdite di conservazione e da un valore intrinseco capace di esaltare le prestazioni qualitative e quantitative della mandria. In questo contesto la ricerca scientifica ha prodotto una copiosa bibliografia che analizza molti aspetti dei processi fermentativi e le loro implicazioni pratiche. Tuttavia, i risultati prodotti sono solitamente riferiti a contesti produttivi diversi da quelli tipici della realtà italiana e non sempre forniscono risposte esaustive alle possibili scelte che un allevatore dovrebbe attuare per ottenere un insilato di mais di qualità adeguata.

Al fine di apportare un contributo innovativo alla conoscenza delle necessità e delle soluzioni più idonee al contesto maidicolo italiano, dal 2016 il gruppo di ricerca coordinato da Igino Andrighetto, del Dipartimento Maps dell'Ateneo Patavino, ha instaurato una collaborazione di ricerca con la ditta KWS Italia. La ricerca ha l'obiettivo di individuare le più appropriate modalità di processamento del mais, attuabili nelle fasi di coltivazione, raccolta e insilamento, e finalizzate al conseguimento di insilati contraddistinti da alta qualità nutrizionale e da ridotte perdite di conservazione.

Lo studio si è articolato in tre linee di ricerca:

• la prima linea prevedeva la messa a punto di un indice sintetico di misurazione della qualità dell'insilato operando in condizioni standardizzate;

La composizione chimica del trinciato al momento della raccolta influenza in modo rilevante i processi fermentativi basilari per la conservazione mediante insilamento. Disporre di tali dati in tempo reale permetterà all'allevatore di compiere le giuste scelte



Foto 1 Sacchetti sottovuoto utilizzati per l'insilamento e conservazione (60 giorni) degli insilati e che consentono di ottenere le migliori condizioni di anaerobiosi

- la seconda linea ha valutato l'effetto esercitato sulla qualità finale dell'insilato da parte di alcuni fattori e delle loro interazioni. Questi fattori, che definiremo genericamente come «fattori preinsilamento», sono stati: la classe Fao di maturazione, l'ibrido coltivato, lo stadio fenologico di maturazione alla raccolta, la fertilità del suolo e le caratteristiche del mais trinciato alla raccolta.
- L'obiettivo della terza linea di ricerca è stata l'analisi dell'efficacia dell'uso di inoculi batterici e l'interazione di questi con il ritardo nella compressione-chiusura della massa da insilare.

Al fine di uniformare le condizioni di ricerca e renderle scevre da effetti secondari e cercando di simulare le reali condizioni produttive, i sistemi di

insilamento adottati sono stati l'uso di sacchetti sottovuoto (Vacuum packed bags, VPB) e di contenitori di plastica di forma cilindrica (minisili) di 21 litri (21-L buckets) chiusi con un telo di plastica, comunemente usato per chiudere l'insilato in trincea.

## Messa a punto di un indice di qualità

La prima tematica affrontata è stata la definizione di un indice sintetico (indice di qualità, IQ) in grado di valutare la qualità dell'insilato e basato sulla misurazione di parametri fermentativi della massa conservata. Il razionale della ricerca sottendeva superare le deficienze del metodo di valutazione Flieg, il più diffuso a livello operativo

## **COLTURE** | ERBACEE



Foto 2 Minisili da 21 L utilizzati per insilamento e conservazione dei campioni (60 giorni) di mais, compreso il telo da trincea e sacco di ghiaia usato per mantenere la compressione della massa

e che tuttavia si è rilevato inadatto a differenziare adeguatamente gli insilati di mais tra le categorie «buono» e «ottimo». È doveroso ricordare che il metodo Flieg, successivamente modificato da Zimmer, è stato messo a punto grazie a una brillante e pioneristi-

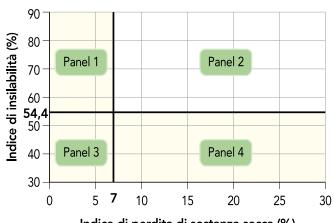
ca intuizione, formulata nei lontani anni trenta del secolo scorso. Il metodo incentra il calcolo della qualità dell'insilato attraverso la somma dei punteggi associati al contenuto relativo (%) dei principali acidi grassi (AG) dell'insilato (lattico, acetico, propionico, butirrico).

Più nello specifico, l'acido lattico è associato a un punteggio compreso tra 0 e 30 per contenuti crescenti compresi tra 0 e 75% (sul totale degli AG). Al contrario, gli acidi acetico, propionico e butirrico sono stati associati a punteggi inversamente proporzionali al loro crescente contenuto relativo (% sul totale degli AG).

In particolare, nel caso dell'acido butirrico, contenuti relativi superiori al 30% del totale degli AG sono valutati con un punteggio negativo. La somma di tutti i punteggi dei singoli acidi (lattico, acetico, propionico e butirrico) è compresa tra un valore minimo di 0 e uno massimo di 100. I due estremi esprimono rispettivamente la peggiore e la migliore qualità dell'insilato di mais secondo il punteggio Flieg-Zimmer.

Il nuovo indice proposto (IQ), al pari del precedente, fornisce un giudizio che si basa sempre sulla valutazione del profilo fermentativo dell'insilato (Andrighetto et al., 2018) ma considera

**GRAFICO 1 - Grafico a quattro quadranti** per il posizionamento dei trinciati di mais rispetto ai valori dell'indice di insilabilità e dell'indice di perdita di sostanza secca (1)



Indice di perdita di sostanza secca (%)

(¹) Le soglie di qualità (54,4) e di perdita di sostanza secca (7,00) sono state stimate dai valori medi del set di dati 2016. Valori di indice di insilabilità maggiori di 54.4 sono predittivi di un buon processo di fermentazione, mentre valori di indice di perdita di sostanza secca (%) inferiore a 7 sono predittivi di ridotte perdite. I panel da 1 a 4 esprimono diverse attitudini di insilabilità e perdite del mais raccolto e sono associati alle azioni correttive suggerite.

Se un trinciato di mais alla raccolta offre garanzie per una buona riuscita qualitativa e per limitate perdite (panel 1) non necessita di interventi correttivi. Se però non presenti adeguate caratteristiche chimiche (panel 4), l'allevatore valuterà se intervenire con additivi correttivi o sospendere la raccolta per destinare il mais alla produzione di pastone o granella.

diversamente il rapporto e il peso relativo degli AG. A differenza del precedente Flieg-Zimmer, l'IQ considera anche il contenuto dell'insilato in termini di etanolo, di mannitolo, dell'azoto ammoniacale e il valore di pH.

Tale indice esprime il livello qualitativo in una scala compresa tra 0 (peggiore qualità) e 100 (migliore qualità) ed è molto più efficace quando si vuole separare gli insilati di ottima qualità da quelli di buona qualità, rispetto al metodo Flieg-Zimmer che frequentemente li riuniva in un'unica categoria. Il valore soglia per gli insilati di sufficiente qualità è risultato essere pari a 57,4 punti.

## **Preinsilamento** e influenza sulla qualità

Al fine di definire l'effetto dei fattori di preinsilamento sulla riuscita dei processi fermentativi sin dal 2016, per un totale di oltre 3.000 campioni, sono stati registrati e analizzati i risultati produttivi e qualitativi ottenuti dalla coltivazione di molti ibridi di mais appartenenti a diverse classi Fao di ma-

turazione (precoci classe Fao 200; tardive classe Fao 600-700), coltivate in tre località caratterizzate da fertilità alta (produzione media storica di trinciato verde di 68,6 t/ha), intermedia (56,3 t/ha) e bassa (46,6 t/ha), raccolte in tre fasi di sviluppo fenologico (maturazione cerosa e ± 5 giorni). Inoltre, recentemente è stato valutato l'effetto del ritardo nella chiusura dell'insilato lasciando la massa trinciata per 0, 6 e 20 ore di esposizione all'aria, prima di essere posta e compressa nei minisili.

Per la valutazione della qualità del silomais si è fatto ricorso alla conservazione in sacchetti sottovuoto (foto 1), mentre per la stima delle perdite di conservazione sono stati utilizzati i minisili (foto 2).

L'analisi dei risultati delle ricerche ha reso possibile lo sviluppo di un sistema predittivo utile a evidenziare le relazioni intercorrenti tra le caratteristiche chimiche del mais preinsilato, il suo IQ e le perdite di conservazione. Questo obiettivo è stato perseguito applicando un approccio di analisi dei dati di tipo machine learning (Serva et al., 2021), un'innovativa tecnica statistica di autoapprendimento e programmazione.

Da questa elaborazione è emerso che i contenuti di ceneri, proteine, aNDF, l'A-DF e zuccheri della pianta verde di mais sono positivamente correlati alla qualità finale dell'insilato, mentre la sostanza secca, i lipidi grezzi, l'ADL e l'amido ne sono correlati negativa-

Da questi riscontri emerge che, in condizioni standard di tempi di compressione e chiusura della massa, la raccolta di piante di mais a stadi vegetativi precoci (30-32% di sostanza secca) comporta processi fermentativi più intensi, tali da un lato a

migliorare la qualità dell'insilato e dall'altro a indurre maggiori perdite di conservazione.

Al contrario, nel caso di mais insilato con tenori di sostanza secca elevati (oltre il 37%) si sono notate minori qualità e contenute perdite conseguenti alla minore intensità dei processi fermentativi.

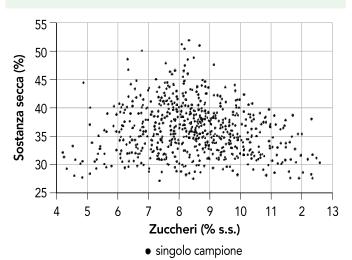
A seguito di questi risultati è stato realizzato un approccio grafico utile all'agricoltore per adottare le migliori scelte a riguardo dei tempi di raccolta e modalità di preparazione dei silos (Andrighetto et al., 2016).

Infatti, partendo dall'analisi chimica del trinciato verde in campo, si riesce a stimare la qualità dell'insilato e le relative perdite di conservazione.

È evidente che la conoscenza delle caratteristiche del trinciato deve avvenire in tempo reale, ovvero al momento della raccolta e ciò è reso possibile dall'utilizzo di uno strumento portatile e operante con tecnica Near InfraRed (NIRS), che per le nostre ricerche è stato il PoliSPECNIR (ITPhotonics, Breganze - Vicenza), dotato di specifiche curve di calibrazione e applicabile alla falciatrinciacaricatrice (foto 3).

La conoscenza dei valori stimati di IQ e di perdite di conservazione in base alle caratteristiche chimiche del trinciato alla raccolta ha permes-

GRAFICO 2 - Correlazione tra sostanza secca e zuccheri alla raccolta rilevata per i campioni di mais trinciato verde della prova sperimentale



s.s. = sostanza secca.

La presenza degli zuccheri nel trinciato non è risultata strettamente correlata al tenore di sostanza secca della pianta, facendo così presupporre che questa sia una prerogativa della cultivar.

so la realizzazione di un plot grafico (grafico 1). In questo contesto, è possibile collocare le coordinate «indice qualità × perdite» in uno dei quattro quadranti differenziati per i due indicatori.

È evidente che un trinciato di mais che al momento della raccolta offre garanzie per una buona riuscita qualitativa e limitate perdite (panel 1) non necessita di alcun intervento correttivo. Invece, qualora un trinciato non presenti adeguate caratteristiche chimiche per una buona riuscita del processo di conservazione (panel 4), l'allevatore potrà decidere se intervenire con additivi correttivi o sospendere la raccolta per destinare eventualmente il mais alla produzione di pastone e/o granella.

Dall'insieme dei risultati ottenuti è emerso un forte effetto delle varietà e, contrariamente a quanto sinora ipotizzato, la presenza degli zuccheri nel trinciato non è risultata strettamente correlata al tenore di sostanza secca della pianta (arafico 2), facendo così presupporre che questa sia una prerogativa specifica della cultivar.

Inoltre, dallo studio delle interazioni tra i fattori di preinsilamento valutati è emerso che al momento dell'insilamento le varietà impiegate dimostrano diverse potenzialità qualitative, in-

fatti alcune cultivar offrono ampie finestre temporali per la scelta dell'epoca di raccolta migliore, mentre altre si caratterizzano per avere un miglior adattamento alle differenti fertilità dei suoli, ecc.

#### Ritardo chiusiura silo. densità e porosità

Partendo dall'osservazione pratica che abitualmente i cumuli sono correttamente compressi e chiusi solo dopo molte ore dalla raccolta del trinciato, le nostre ricerche sono state sottese a valutare l'effetto del ritardo di riempimento e di chiusura del silo.

I rilievi sperimentali di prove ove la compressione e chiusura dei minisili è stata effettuata a 0, a 6 e 20 ore dopo la raccolta hanno evidenziato che le perdite di conservazione e l'IQ sono stati

influenzati negativamente dai ritardi, soprattutto nei trinciati raccolti con alti tassi di sostanza secca.

Altri fattori di preinsilamento studiati, sono stati la densità intesa come chilogrammi di sostanza secca/m³ e la porosità indicatrice della presenza di spazi vuoti nella massa e, conseguentemente, di ossigeno in grado di condizionare i processi fermentativi. Questi due parametri sono condizionati dalla sostanza secca del trinciato alla raccolta e dalle modalità di compressione della massa, indicando la necessità di aumentare le operazioni di pressione in presenza di trinciati

## Impiego di inoculi

L'aggiunta di inoculanti microbiologici, usati per contenere le perdite di conservazione e garantire un'adeguata stabilità del fronte di desilamento, è una pratica sempre più considerata dagli allevatori. Le nostre ricerche si sono focalizzate alla definizione delle condizioni per le quali è consigliabile il ricorso agli inoculi batterici sia omolattici che eterolattici, cercando di evitarne un uso indiscriminato, evitando l'inutile aggravio economico per l'azienda, in accordo e secondo le logiche della precision farming.

Gli studi hanno anche approfondito

### COLTURE | ERBACEE

l'utilità dell'uso degli inoculi in diverse condizioni di compressione della massa cercando di collocarsi il più vicino possibile alle realtà operative. In tal senso, sono stati verificati gli effetti di inoculi microbiologici in masse compresse subito dopo la raccolta (0 ore), dopo 6 oppure 20 ore di attesa.

Nel complesso l'uso degli inoculi si è rivelato utile al contenimento delle perdite di conservazione e al miglioramento della stabilità aerobica della massa. Ciò è stato particolarmente evidente quando la compressione e la chiusura dei sili è stata effettuata in ritardo rispetto al momento della raccolta.

Nello specifico, il ricorso a inoculi eterolattici ha favorito un aumento del tenore di acido acetico, favorendo così una maggiore stabilità della massa al momento del desilamento, mentre l'uso degli omolattici si è rilevato particolarmente efficace negli insilati raccolti con minori contenuti di sostanza secca.

## La nuova frontiera è l'informazione in tempo reale

Gli studi condotti sin dal 2016 hanno prodotto una rilevante mole di da-



Foto 4 Preparazione dei minisili per compressione del foraggio con l'impiego di una pressa idraulica azionata manualmente



Foto 3 Raccolta e analisi in campo dei campioni di mais preinsilato

ti che, analizzati nel loro complesso, hanno delineato la necessità di approfondire le problematiche a livello di realtà nazionale, in quanto non sempre le ipotesi fatte sulla base della lettura delle fonti bibliografiche sono immediatamente trasferibili alle condizioni italiane.

Le condizioni colturali, gli ibridi coltivati e le caratteristiche del mais preinsilamento sono tutti fattori non indipendenti tra loro quando devono essere valutati con il fine di migliorare il processo fermentativo, e quindi vanno considerati con un approccio olistico.

La sintesi di questi fattori è rappresentata dalla composizione chimica del trinciato al momento della raccolta in quanto è in grado di influenzare in modo rilevante i processi fermentativi basilari per la conservazione mediante insilamento.

Risulta evidente che la conoscenza in tempo reale di tali caratteristiche permetterà all'allevatore di fare le giuste scelte al momento giusto e ciò può essere possibile con l'uso di strumenti NIRS portatili posti sulle falciatrinciacaricatrici (ad esempio, il PoliSPECNIR), dotati di adeguate curve di calibrazioni e in grado di **predire nell'immediato la** qualità e le perdite di conservazione del futuro insilato.

Il calcolo di questi due indicatori consentirà di valutare l'opportunità di ricorrere agli inoculi e differenziare la loro tipologia di utilizzo a seconda del reale bisogno. Tale operatività può essere facilmente implementata sulle falciatriciacaricatici e in funzione delle caratteristiche del mais umido raccolto variare la distribuzione di inoculi omo o eterolattici.

Le prospettive di ricerca che si preannunciano per il futuro riguardano due aspetti. Il primo è legato a una più attenta valutazione dei fenomeni reali, quindi non più mediati dalle simulazioni ottenute con l'uso di prove in minisili, ma intervenendo direttamente nelle trincee. Il secondo aspetto dovrà considerare la valutazione della stabilità aerobica della massa (l'insorgenza di processi fermentativi aerobici indesiderati) al momento dell'apertura delle trincee, con l'adozione di modelli statistici di analisi del rischio.

#### Lorenzo Serva Igino Andrighetto

Dipartimento di medicina animale produzione e salute (MAPS) Università degli studi di Padova

Questo articolo è corredato di bibliografia/contenuti extra. Gli Abbonati potranno scaricare il contenuto completo dalla Banca Dati Articoli in formato PDF su: www.informatoreagrario.it/bdo