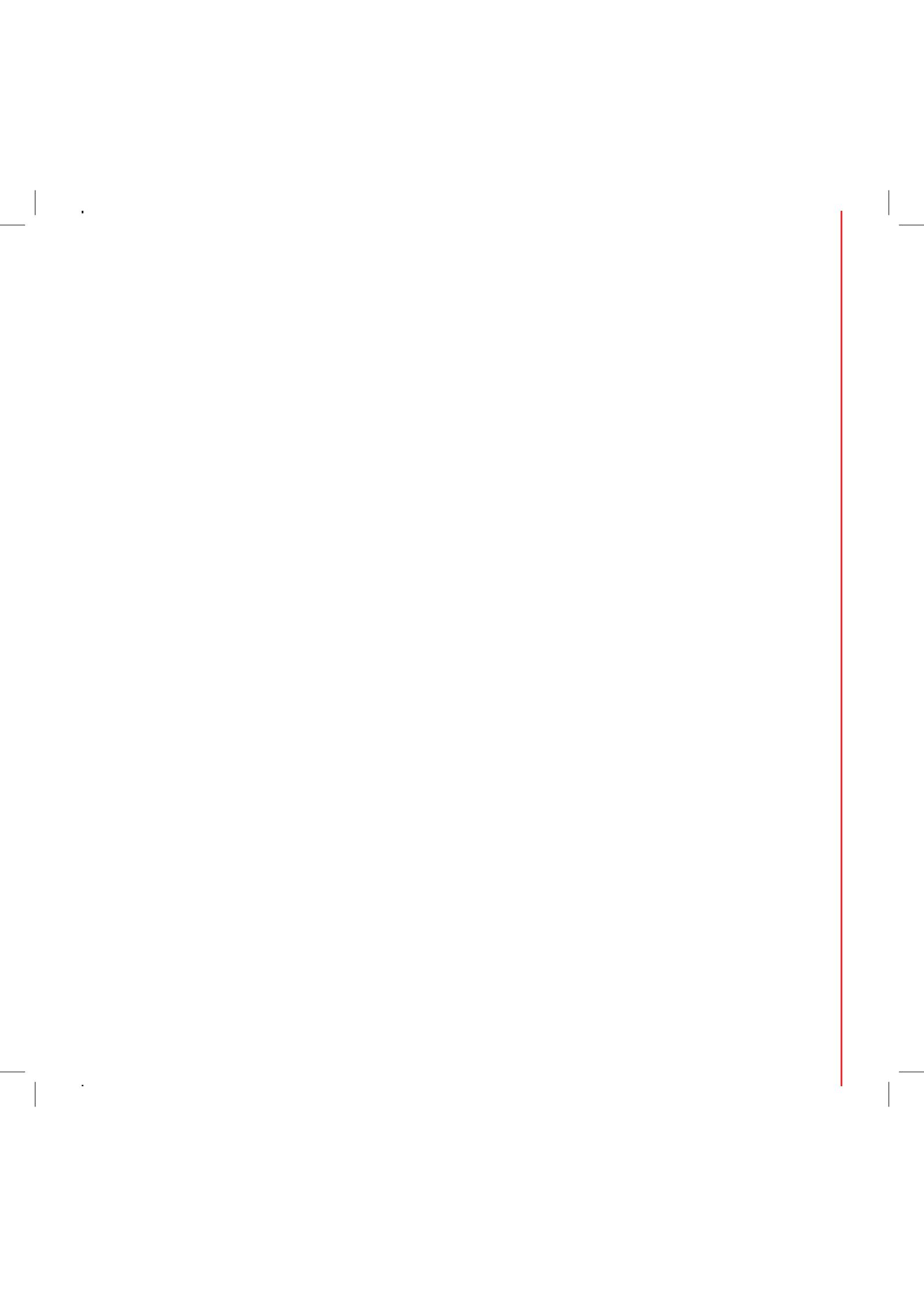


Consorzio Tutela Grana Padano



**GESTIRE GLI INSILATI AZIENDALI DI MAIS PER LA
FILIERA DEL GRANA PADANO DOP**

A cura di:
Giorgio Borreani, Ernesto Tabacco, Antonio Gallo,
Francesco Masoero, Angelo Stroppa.



INDICE

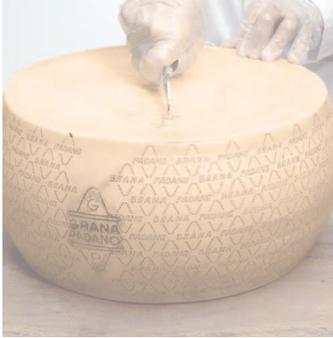
NOTA SINTETICA

- PAG. 3 - Come fare un buon insilato (NOTA SINTETICA)
PAG. 5 - Gestire gli insilati aziendali di mais per la filiera del Grana Padano DOP
PAG. 6 - IMMAGINI ESPLICATIVE
-

VERSIONE COMPLETA

PREMESSA (Prof. Piva):

- PAG. 19 - 1 . Cosa succede nell'insilato
PAG. 19 - 1 .1 . Fasi dell'insilamento
PAG. 21 - 1 .2 . Ruolo della microflora
PAG. 24 - 1 .3 . Uso di additivi
PAG. 25 - 1 .4 . Deterioramento aerobico
- PAG. 29 - 2 . La qualità dell'insilato
PAG. 29 - 2 .1 . Qualità fermentativa
PAG. 31 - 2 .2 . Qualità nutrizionale
PAG. 38 - 2 .3 . Qualità microbiologica e sanitaria
- PAG. 41 - 3 . Tecnica di insilamento
PAG. 41 - 3 .1 . Corretto avanzamento giornaliero del silo
PAG. 42 - 3 .2 . Compattazione del foraggio all'insilamento
PAG. 42 - 3 .3 . Copertura e tipologie di film plastici
PAG. 43 - 3 .4 . Appesantimento della superficie e degli angoli



COME FARE UN BUON INSILATO

NOTA SINTETICA

Consorzio Tutela Grana Padano



Gestire gli insilati aziendali di mais per la filiera del Grana Padano DOP

La gestione ed allestimento del silo rivestono un ruolo di rilievo nella salute degli animali e nella qualità microbiologica del latte per la caseificazione. Il principale obiettivo nella gestione dei sili di mais in azienda è quello di ridurre gli scarti dovuti all'attività di lieviti e muffe. Gli scarti oltre a rappresentare una perdita netta di foraggio (fino a oltre il 15% del totale stoccato) sono i diretti responsabili dello scadimento qualitativo dell'intero prodotto e indirettamente causa di riduzione della produttività e di danni alla salute e fertilità degli animali. Inoltre nella filiera del Grana Padano possono essere zone di moltiplicazione dei clostridi agenti di gonfiori del formaggio. I punti più importanti da seguire per ottenere insilati di alta qualità e salubri per gli animali sono i seguenti:

- **Avanzamento del fronte di taglio veloce:** scegliere una trincea stretta per avere almeno 25cm di avanzamento al giorno in estate e 15 cm in inverno. **Importanza: FONDAMENTALE;**
 - **Compattazione** al momento della allestimento del silo fino dai primi carri con macchine pesanti (no ruote bassa pressione!). **Importanza: ELEVATA;**
 - Utilizzare sempre **i teli sulle pareti.** **Importanza: ELEVATA;**
 - **Sili trincea:** Mantenere la massa insilata all'interno delle pareti e possibilmente colmo dell'insilato orizzontale. **Importanza: FONDAMENTALE;**
 - **Sili cumulo:** compattare la massa nelle due direzioni del cumulo evitando lati troppo inclinati non compattabili (pendenza < 30%). **Importanza: FONDAMENTALE;**
 - Utilizzo di **nuovi teli** barriera all'ossigeno. **Importanza: ELEVATA;**
 - Utilizzo di **doppio telo sul colmo.** **Importanza: ELEVATA;**
 - **Teli o reti protettive** per evitare danni da fauna domestica o selvatica. **Importanza: ELEVATA;**
 - **Cura nell'appesantimento della massa insilata.** **Importanza: FONDAMENTALE;**
- Punti da 0 (peggiore) a 3 (migliore) in relazione all'avanzamento (3 = ghiaia tonda o mattonelle; 2 = sabbia o terra; 1 = sacchetti di ghiaia; 0,5 = pneumatici; 0 = no appesantimento). Se distribuiti uniformemente su tutta la superficie del silo per raggiungere almeno 150 kg/m² (circa 10 cm di ghiaia o terra);
- Presenza di **lacerazioni dei film plastici** a silo chiuso. **Importanza: ELEVATA;**
 - **Inoculi batteri lattici eterolattici.** **Importanza: MEDIA;**
 - **Sostanza secca all'insilamento.** **Importanza: MEDIA** (l'insilato di mais fermenta bene da tenori di sostanza secca del 28% fino al 42%). Insilati più secchi devono essere appesantiti necessariamente con ghiaia.

IMMAGINI ESPLICATIVE

La prerogativa essenziale per la buona riuscita dell'insilamento è la riduzione della porosità della massa stoccata, cioè l'aumento della quantità di insilato per m3.



L'obiettivo può essere raggiunto solo compattando accuratamente il foraggio fin dalle prime fasi.



6 - Consorzio Tutela Grana Padano

Ciò significa utilizzare una trattrice di dimensioni e peso adeguati, distribuire il trinciato in strati sottili su tutta la superficie della trincea ...



... ed effettuare un numero sufficiente di passaggi sulla massa prima di distribuire un nuovo carro, anche a costo di rallentare il lavoro della trincia in campo (è il **compattamento del silo che deve regolare la velocità della trincia e non viceversa**).



Nelle trincee è bene porre particolare attenzione a non caricare troppo al di sopra delle pareti di calcestruzzo, per evitare pendenze laterali troppo difficili da compattare. Per i cumuli è indispensabile evitare altezze eccessive, al fine di permettere il transito della trattrice sia nel senso della lunghezza che della larghezza.

Terminata la trincea o il cumulo occorre chiudere immediatamente il silo predisponendo una copertura il più possibile ermetica tale da garantire una costante anaerobiosi della massa ed escludere accuratamente l'aria dalla massa insilata.



Il telo posto sulle pareti è indispensabile per sigillare meglio le aree periferiche e ridurre gli scambi gassosi con l'esterno, diminuendo il rischio di deterioramento aerobico, soprattutto negli angoli. Il telo sui muri della trincea protegge inoltre le pareti di cemento dalla corrosione.



La copertura della trincea con doppio telo, uno più fine a contatto con l'insilato e uno più spesso sopra, è una valida soluzione che si sta diffondendo in molte aziende in diverse proposte commerciali. Un'ulteriore proposta recentemente apparsa sul mercato, prevede l'utilizzo di un film plastico di nuova concezione caratterizzato da una elevata impermeabilità all'ossigeno (noto col nome di "film barriera", disponibile come telo fine e nel formato bianco-nero).



È indispensabile controllare periodicamente la tenuta ermetica delle chiusure e verificare l'eventuale presenza di fori accidentali o provocati da corvi e topi che possono degenerare in estesi deterioramenti.

L'appesantimento della copertura di un silo serve per mantenere la copertura a contatto con l'insilato e aiuta a contenere il deterioramento aerobico se gli avanzamenti non sono adeguati. Può essere ottenuto con diversi mezzi: pneumatici, terra, sabbia, ghiaia, piastre di cemento, sacchetti di sabbia o ghiaia, ecc.



L'assenza di appesantimento va riservata ai casi in cui l'avanzamento del fronte sia superiore a 30 cm al giorno e la trincea non sia caricata oltre le pareti di cemento. Di norma è da evitare.



I pneumatici forniscono al massimo un appesantimento di 30-40 kg/m² da considerare insufficienti se il consumo giornaliero è inferiore a 15 cm in inverno e 25 cm in estate.



Con la terra si possono ottenere appesantimenti uniformi, da 80 a 150 kg/m², disponendo da 5 a 10 cm di materiale su tutta la superficie.



Il principale problema è che la terra asciutta tende a scivolare dalle zone molto ripide e in caso di piogge può essere portata via, a meno che non si adottino accorgimenti per evitare che questo accada (contenimento con pneumatici o semina di erba sul colmo).

Con mattonelle, lose di pietra o lastre di cemento si possono ottenere appesantimenti uniformi e stabili compresi tra 100 e 150 kg/m²,...



... mentre con la ghiaia di fiume si raggiungono appesantimenti vicini ai 300 kg/m², particolarmente utili nel caso di pastoni di pannocchia integrale o di granella.



Da anni è presente sul mercato il sistema cosiddetto "tedesco" che prevede l'utilizzo di un telo fine e un telo bianco-nero abbinati ad una rete per la protezione dalle lacerazioni accidentali. L'appesantimento viene effettuato solamente sui bordi e ad intervalli regolari sulla superficie con appositi sacchetti riempiti di sabbia o ghiaia.



Infine occorre prestare particolare attenzione alle zone laterali vicine alle pareti di calcestruzzo, agli inizi delle trincee e in generale alle zone periferiche dei cumuli, che sono quelle meno compattate. **In queste zone è bene appesantire sempre con almeno 150 kg/m².**

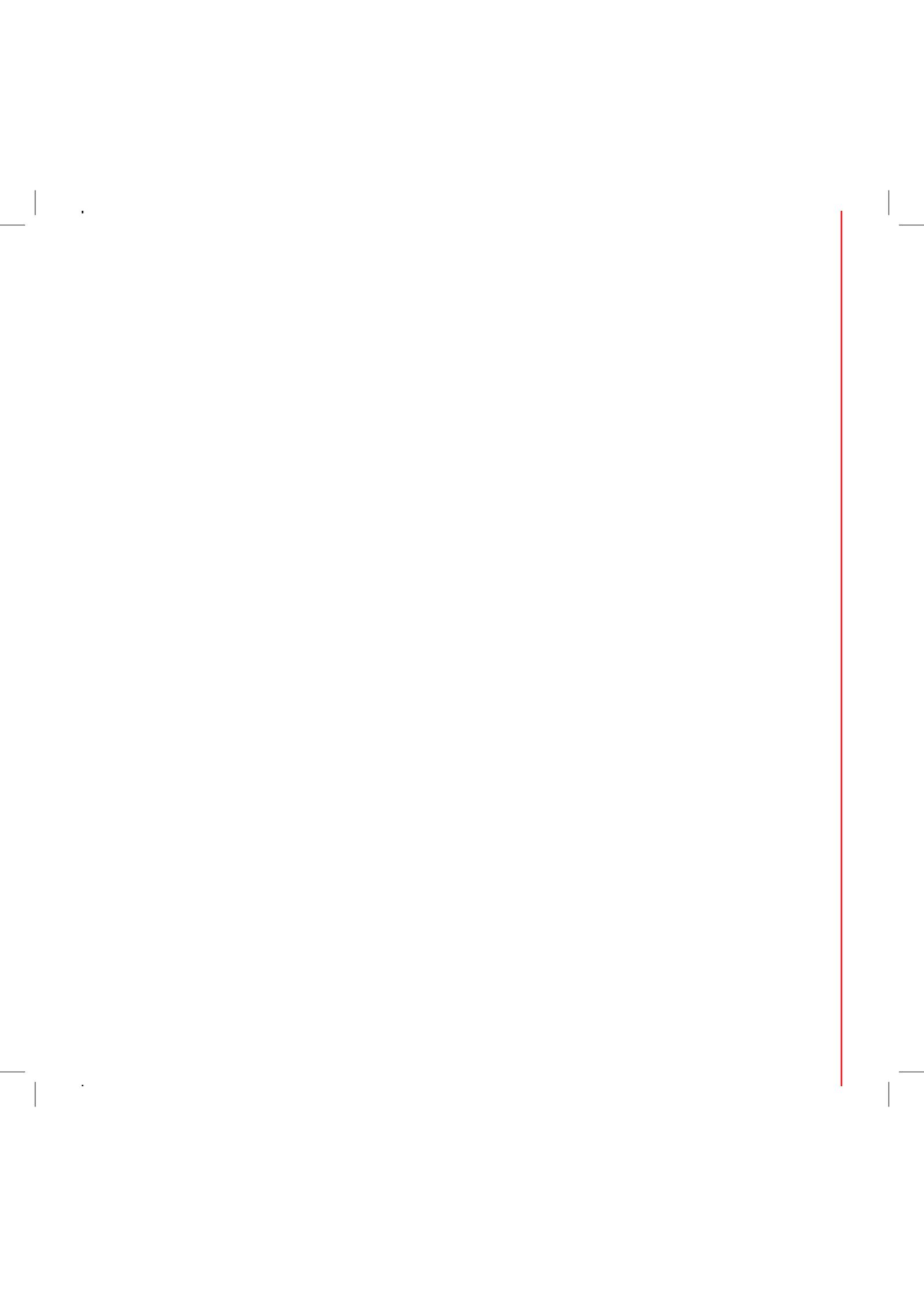




COME FARE UN BUON INSILATO

VERSIONE COMPLETA

Consorzio Consorzio Tutela Grana Padano



PREMESSA

La filiera produttiva del Grana Padano DOP si caratterizza per l'utilizzo, nella grande maggioranza delle aziende dell'insilato di mais e per l'impiego in fase di caseificazione del lisozima. L'uso del lisozima è strettamente connesso alla presenza di insilati e in particolare del silo-mais a causa del maggior rischio di contaminazione del latte con microrganismi anticaseari, soprattutto clostridi, potenzialmente presenti nell'insilato. Nonostante l'uso del lisozima, spesso si riscontrano problemi nella fase di caseificazione o di stagionatura, come gonfiore tardivo che comporta l'esclusione delle forme dall'apposizione del marchio da parte del Consorzio di tutela.

Il numero totale di forme prodotte nel 2013 è stato 4.565.337, di queste il 3,77% è stato retinato (pari a 174.093 forme) per difetti vari, con incidenza diversa nelle varie zone e nei diversi caseifici.

La qualità del formaggio garantisce la redditività delle aziende zootecniche nonostante i costi di produzione del latte alla stalla siano tra i più alti d'Europa.

La zona di produzione di questo formaggio DOP è estesa su cinque regioni Lombardia, Veneto, Piemonte, Trentino e l'emiliana Piacenza, con caratteristiche pedoclimatiche ed ambientali che si caratterizzano per una certa variabilità. I caseifici a Grana Padano sono attualmente 132 e trasformano annualmente circa 2.4 milioni di tonnellate di latte, pari a circa il 22% del latte italiano (corrispondente a circa il 50% del latte destinato a produzioni DOP). Il prezzo del Grana Padano DOP influisce quindi in modo determinante su tutta la produzione di latte italiana.

Il valore della produzione locale vendibile all'ingrosso di Grana Padano dai caseifici è stato nel 2013 di 1.384 milioni di Euro che diventa di circa 2.357 milioni di Euro al consumo, dei quali 787 milioni derivano dall'esportazione. Si tratta di un sistema produttivo di grande rilievo economico, sociale ed ambientale. Le persone che complessivamente "vivono di Grana Padano" sono circa 40.000.

Il fattore critico del sistema produttivo è rappresentato dall'uso degli insilati nell'alimentazione dei bovini e dalla conseguente necessità di abbinamento con l'uso del lisozima (proteina naturale dell'uovo).

Per contribuire a ridurre le problematiche derivanti da questa situazione è stato attivato un progetto di ricerca finanziato dal mipaaf, denominato FILIGRANA, che ha come obiettivo la "Valorizzazione della produzione del Grana Padano DOP tramite il controllo di filiera e l'ottimizzazione dei processi produttivi". Al progetto prendono parte n.7 unità operative (1) e 16 strut-

ture scientifiche e sperimentali esterne, di alto profilo scientifico, in grado di coprire tutte le competenze richieste nel settore specifico.

L'approccio di filiera ha consentito, forse per la prima volta, di mettere in stretta relazione, con un approccio coordinato, le varie fasi del processo produttivo, dal campo al prodotto finito pronto per il consumo.

Particolare rilievo è stato dato, fra l'altro, alla qualità degli alimenti per le vacche ed in particolare all'insilato di mais nelle sue varie fasi produttive. Ne sono derivate una serie di acquisizioni originali trasferibili direttamente agli agricoltori/allevatori e che possono contribuire a migliorare la qualità casearia del latte fino a consentire di produrre, almeno in condizioni sperimentali controllate, formaggio Grana DOP con alimentazione a silomais, senza lisozima, secondo i risultati di un progetto di ricerca parallelo denominato GP-Lfree(2). Il presente opuscolo per tecnici, agricoltori ed allevatori sintetizza le acquisizioni di maggiore rilievo ottenute nel progetto, con indicazioni facilmente trasferibili a livello operativo, per il miglioramento della qualità casearia del latte e concreti risparmi nei costi di produzione. Allo sviluppo del progetto di ricerca ha dato un contributo fondamentale l'impegno dell'ufficio tecnico del Consorzio di Tutela del Formaggio Grana Padano che ha assicurato un collegamento organico, molto efficiente fra istituti scientifici, strutture operative sul territorio, allevamenti e caseifici.

Il coordinatore del progetto FILIGRANA
Prof. Gianfranco Piva

(1)-FILIGRANA: Unità operative che hanno partecipato al progetto: Istituto Sperimentale Italiano Lazzaro Spallanzani; Consorzio di Ricerca e Sperimentazione degli Allevatori; Università degli Studi della Tuscia, Viterbo; Università Cattolica del Sacro Cuore di Piacenza; Università di Bologna; Università degli studi di Parma; Università degli Studi di Sassari; Università degli Studi di Milano - Fac. Agraria; Università degli Studi di Milano- Fac. Veterinaria; Università degli Studi di Torino; Università degli Studi di Padova; Istituto Zooprofilattico Sperimentale Lombardia Emilia Romagna; Istituto Superiore di Sanità; NOMISMA; Centro per la Ricerca e la Sperimentazione in Agricoltura (CeRZOO);

Consorzio di Tutela del Formaggio Grana Padano – Finanziamento mipaaf-. Decreto numero D.M. 25741/7303/11 del 01.12.2011.

(2)-GP-Lfree: Miglioramento del formaggio Grana Padano DOP: prove di produzione senza lisozima - finanziamento Regione Lombardia Agricoltura e Consorzio Grana Padano

1. COSA SUCCEDE NELL'INSILATO

La conservazione attraverso l'insilamento permette di conservare foraggi umidi attraverso l'acidificazione naturale per fermentazione degli zuccheri del foraggio ad opera dei batteri lattici in assenza di ossigeno (anaerobiosi). I batteri lattici producono principalmente acido lattico e acetico. I microrganismi in grado di deteriorare l'insilato sono inibiti dall'effetto sinergico degli acidi organici prodotti (e quindi dal pH basso) e dalla contemporanea assenza di ossigeno. Il principale fattore che influenza l'efficienza dell'insilamento è il grado di anaerobiosi raggiunto nel momento in cui il silo viene completato e sigillato e il suo mantenimento durante la conservazione.

1.1. Fasi dell'insilamento

Nell'insilamento si individuano quattro fasi (Figura 1).

1) Fase iniziale aerobica: segue la trinciatura del foraggio e continua, dopo la chiusura del silo, fino al consumo completo dell'ossigeno. Questa fase deve essere la più breve possibile per ridurre al minimo il consumo degli zuccheri ed evitare l'aumento della temperatura in seguito alla respirazione degli zuccheri.

2) Fase fermentativa principale: i batteri lattici fermentano gli zuccheri del foraggio in acido lattico e acetico abbassando il pH della massa. La durata varia da 7 a 15 giorni a seconda del tenore di sostanza secca e del grado di trinciatura.

3) Fase di stabilizzazione anaerobica: terminate le fermentazioni il silo si stabilizza in assenza di ossigeno, le cariche microbiche diminuiscono e le attività enzimatiche si arrestano (ad eccezione dell'idrolisi di alcuni carboidrati). Alcune specie di batteri lattici eterofermentativi obbligati inoculati o presenti naturalmente (*Lactobacillus buchneri*) trasformano parte dell'acido lattico in acido acetico, 1,2 propandiolo, etanolo e CO₂.

4) Fase di consumo: all'apertura del silo la penetrazione dell'aria stimola lo sviluppo di microrganismi aerobi dannosi quali lieviti e muffe, che danno origine al cosiddetto deterioramento aerobico, che rappresenta il maggiore problema degli insilati di mais aziendali.

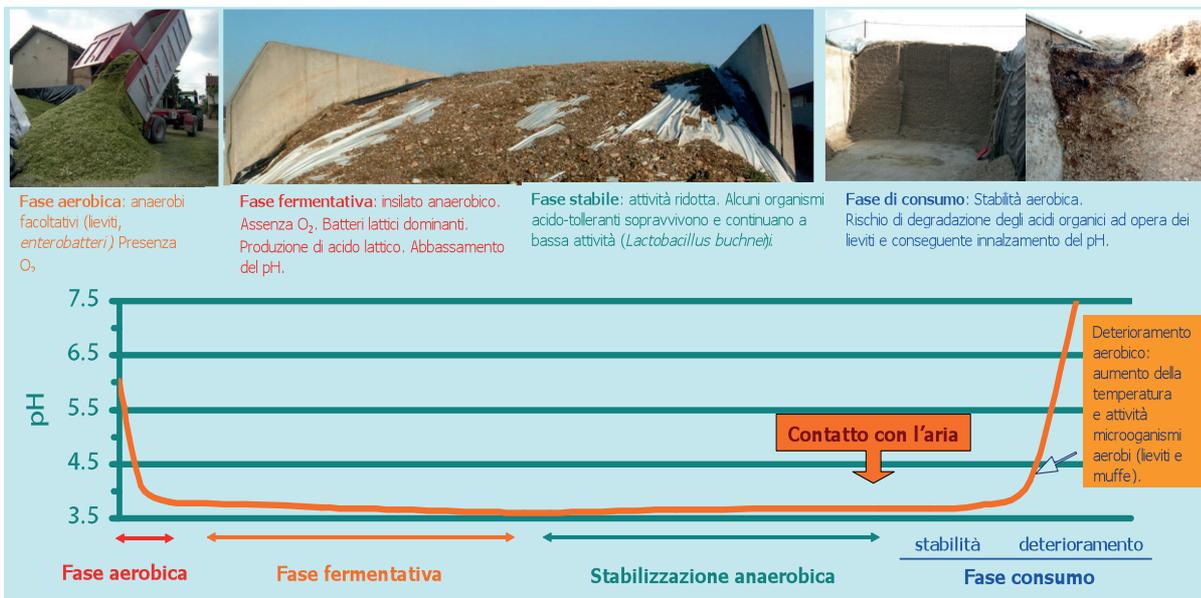


Figura 1. Fasi principali che caratterizzano il processo di insilamento: I) fase iniziale aerobica; II) fase fermentativa anaerobica; III) fase di stabilizzazione a silo chiuso; IV) fase di consumo a silo aperto con prelievo giornaliero dell'insilato. La curva indica la variazione del pH nelle diverse fasi.

1.2. RUOLO DELLA MICROFLORA

I batteri lattici sono anaerobi facoltativi e si dividono in tre gruppi fisiologici:

Gruppo I: **omofermentativi obbligati**, che fermentano il glucosio o il fruttosio (esosi) in solo acido lattico senza produrre CO₂;

Gruppo II: **eterofermentativi facoltativi**, che fermentano gli esosi come il gruppo I e i pentosi in acido lattico e acetico equimolari senza produrre CO₂ (es. *L. plantarum*, *L. casei*, *Pediococcus spp.*, *Enterococcus faecium*).

Gruppo III: **eterofermentativi obbligati**, che fermentano esosi e pentosi in acido lattico, acetico e altri acidi organici e alcoli con produzione di CO₂ (es. *L. buchneri* e *L. brevis*).

I vantaggi della fermentazione omolattica e eterolattica facoltativa sono due, da un lato la produzione prevalente di acido lattico che determina un abbassamento del pH più veloce e dall'altro l'assenza di produzione di CO₂ che evita le perdite di sostanza secca durante la fase fermentativa principale. Per contro il gruppo degli eterolattici obbligati fermentando producono, oltre all'acido lattico, anche acido acetico, etanolo e CO₂ e determinano, a parità di zucchero fermentato, un minor abbassamento del pH e perdite di sostanza secca sotto forma di gas (CO₂). La produzione di discrete quantità di acido acetico (agente antimicotico) riducendo il numero di lieviti contribuisce al miglioramento della stabilità dell'insilato durante la fase di consumo.

Gli **enterobatteri** si sviluppano nelle prime fasi di fermentazione e competono con i batteri lattici per gli zuccheri producendo acetato ed etanolo e alcuni ceppi producono endotossine che si accumulano nell'insilato. Sono sensibili al repentino abbassamento del pH e all'assenza di ossigeno. Inoltre deaminando gli aminoacidi sono i principali responsabili della presenza di ammoniaca negli insilati.

Lieviti e Muffe:

Questi microrganismi raramente prendono parte in maniera preponderante alla fase fermentativa degli insilati, mentre risultano essere particolarmente attivi e dannosi nella fase di consumo. I lieviti sono tra i pochi microrganismi in grado di svilupparsi a pH molto acido in presenza di piccole infiltrazioni di aria. Le aree periferiche dei sili sono più soggette all'infiltrazione di aria e, in questi casi, la moltiplicazione dei lieviti può continuare lentamente durante tutto il periodo della conservazione a silo chiuso e arrivare al momento del consumo con cariche intorno o superiori al milione per grammo. I lieviti sono i maggiori respon-

sabili del riscaldamento dell'insilato durante la fase di consumo. Durante la fase di consumo dell'insilato, se non contrastati con una gestione opportuna, i lieviti possono iniziare a respirare l'acido lattico a CO₂ e H₂O determinando un innalzamento del pH che permette lo sviluppo delle muffe filamentose. Quest'ultime completano la degradazione dell'insilato ad una massa putrescente ricca di prodotti tossici tra cui le micotossine.

I clostridi e il loro ciclo:

I clostridi sono i batteri potenzialmente più dannosi per un insilato, in quanto crescono in completa assenza di ossigeno e possono svilupparsi in ambiente acido con pH fino a 4,2. Se trovano le condizioni ottimali per il loro sviluppo, sono in grado di degradare, oltre agli zuccheri del foraggio, anche l'acido lattico prodotto dai batteri lattici. Il danno primario è quello di attaccare l'acido lattico e fermentarlo in acido butirrico e CO₂ determinando un innalzamento del pH dell'insilato e la completa degradazione della massa insilata. Essendo i clostridi strettamente anaerobi, in grado cioè di proliferare solo in ambiente completamente privo di O₂, richiedono una forma di resistenza per sopravvivere in presenza di ossigeno. I passaggi da un ambiente all'altro avvengono generalmente come spora molto resistente all'ossigeno, alle temperature elevate (>100°C per qualche minuto), agli acidi organici e al passaggio nell'apparato digerente dei bovini.

Lo sviluppo dei clostridi durante la fase di fermentazione è generalmente legato ad una eccessiva acquosità del foraggio all'insilamento, a un insufficiente contenuto di zuccheri fermentescibili, condizioni frequentemente presenti negli insilati di erba. La specie di clostridi più conosciuta che si sviluppa prevalentemente durante la fase di fermentazione a silo chiuso è il *Clostridium tyrobutyricum*. Nel silomais le condizioni che favoriscono lo sviluppo di questi clostridi durante la fermentazione generalmente non si verificano, per cui la problematica dello sviluppo dei clostridi si sposta nelle aree soggette a deterioramento aerobico. Quando l'insilato è esposto all'aria l'ossigeno penetra all'interno di esso e i microrganismi aerobici acidofili (ad esempio lieviti e batteri acetici) lo consumano e con esso le sostanze che inibiscono la crescita dei clostridi, in primo luogo gli acidi organici prodotti durante la fermentazione. Il consumo contemporaneo degli acidi e dell'ossigeno porta alla formazione di micro-nicchie in cui i fattori inibenti la moltiplicazione dei clostridi sono ridotti o assenti. E' proprio nelle aree fortemente deteriorate anche in presenza di ossigeno che i clostridi possono moltiplicarsi e, a cascata, aumentare il rischio di contaminazione del latte e danneggiare l'esito della caseificazione (Grafico 1).

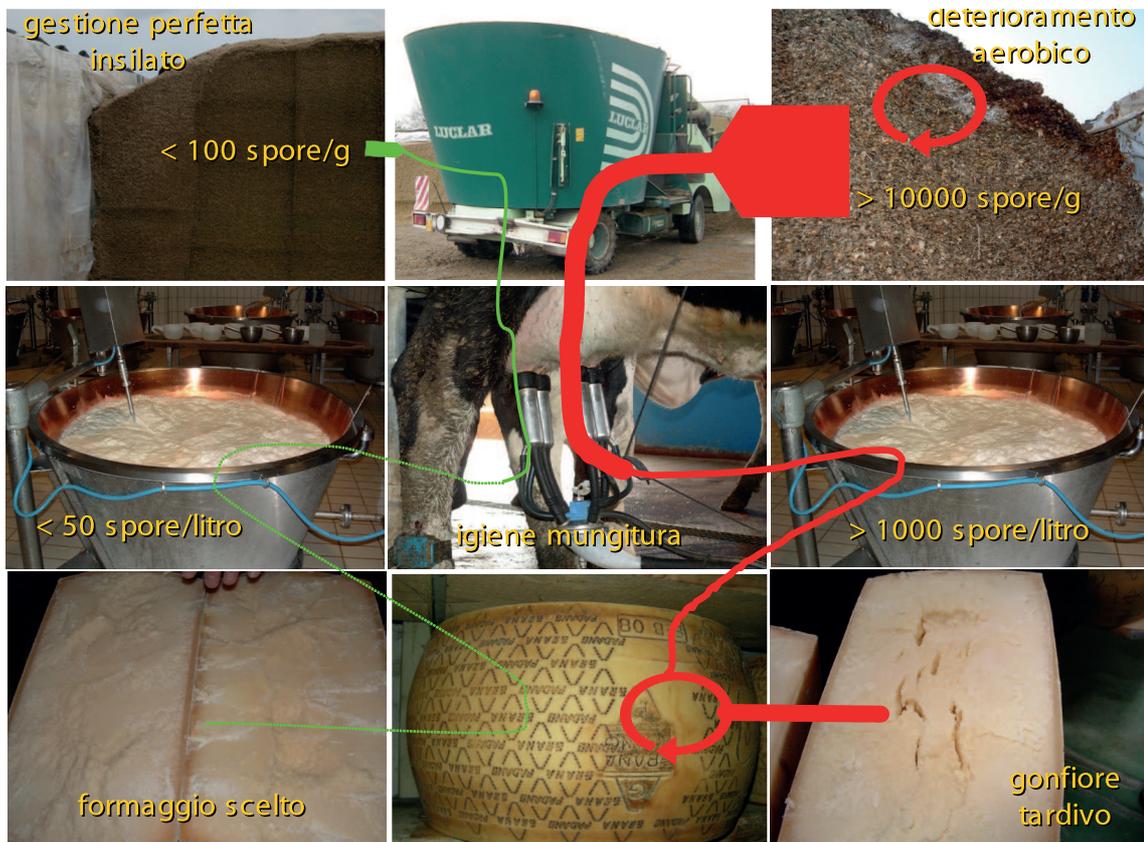


Grafico 1. Influenza della presenza di zone deteriorate nell'insilato sulla qualità finale del formaggio Grana Padano DOP.

1.3. USO DI ADDITIVI

Nella maggior parte dei casi, sul mais alla trinciatura sono naturalmente presenti specie e ceppi di batteri lattici in quantità sufficiente a garantire un percorso fermentativo ottimale. Sul mercato sono disponibili molte tipologie di additivi per l'insilamento che hanno lo scopo di migliorare la qualità fermentativa e nutrizionale dell'insilato. I più diffusi sono agli inoculi microbici e alcuni acidi (formico, acetico e propionico).

Fino a pochi anni or sono, la maggior parte degli inoculi per gli insilati conteneva ceppi di batteri lattici eterofermentativi facoltativi, comunemente chiamati omofermentativi (*L. plantarum*, *L. casei*, *E. faecium* ecc.). Il loro utilizzo mira ad ottenere una rapida ed efficiente fermentazione con preminente produzione di acido lattico, riduzione delle perdite di sostanza secca e dell'ammoniaca e mantenimento del valore nutritivo simile a quello del foraggio all'insilamento. Nel caso del silomais è stato dimostrato che molto spesso questi inoculi riducono la stabilità aerobica durante la fase di consumo, a seguito della riduzione della produzione di acido acetico.

Per ovviare a questo inconveniente dalla fine degli anni '90 è disponibile sul mercato una nuova classe di inoculanti contenente *L. buchneri*, un batterio lattico eterofermentativo obbligato capace di crescere a basso pH (quando la fase fermentativa principale è pressoché terminata) e trasformare l'acido lattico in acido acetico. L'obiettivo principale del suo utilizzo è quello di aumentare la quantità di acido acetico nell'insilato quale agente antimicrobico in grado di ridurre durante la conservazione il numero di lieviti presenti nell'insilato e di impedirne la moltiplicazione durante la fase di consumo, incrementando così la stabilità aerobica.

Per contro tali inoculi aumentano in maniera consistente le perdite di sostanza secca (che raggiungono il 7-8% rispetto al 4-5% delle fermentazioni "omolattiche"). Oggi sono disponibili sul mercato inoculi che combinano il *L. buchneri* con ceppi "omolattici" tradizionali allo scopo di ampliare la gamma di benefici ottenibili (rapido abbassamento del pH, riduzione delle perdite di sostanza secca e aumento della stabilità aerobica).

Tali inoculi non sono comunque in grado di migliorare profondamente il profilo fermentativo del silomais rispetto a fermentazioni naturali ad opera della microflora epifita (quella presente in campo).

Il loro utilizzo viene quindi consigliato per casi particolari, quali colture raccolte ad uno stadio di maturazione troppo precoce (tenore di sostanza secca inferiore al 30%) o troppo tardivo (tenore di sostanza secca superiore al 40%) o colture che hanno subito danni da grandine.

Inoltre, con l'obiettivo di migliorare la degradabilità della fibra, sono disponibili sul mercato ceppi di batteri lattici eterolattici che possiedono enzimi (ferulato-esterasi) potenzialmente in grado di rompere i legami tra la lignina e le altre componenti fibrose.

1.4. DETERIORAMENTO AEROBICO

Il contatto dell'insilato con l'aria, sia durante la conservazione sia durante il consumo, determina l'instaurarsi di attività microbiche aerobiche che compromettono irreversibilmente la qualità nutrizionale, microbiologica e sanitaria dell'insilato. Questo fenomeno è chiamato comunemente come deterioramento aerobico e rappresenta sempre una perdita netta a carico della sostanza organica digeribile (distrutta a CO₂ e H₂O) e lascia residui di sostanze tossiche (quali endotossine, micotossine e amine biogene) e microrganismi indesiderati (patogeni per animali e uomo e alteranti dei prodotti lattiero-caseari).

A questo proposito occorre ribadire che tra i microrganismi dannosi si ritrovano le spore di clostridi agenti di gonfiore tardivo dei formaggi a pasta dura (es. Grana Padano DOP), che trovano spazio per la loro moltiplicazione negli insilati soggetti a deterioramento aerobico. La prevenzione e il controllo del deterioramento aerobico diventa quindi fondamentale, in quanto scartare l'insilato deteriorato spesso non aiuta ad eliminare completamente le spore dei clostridi e il rischio di contaminazione per l'intera filiera.

L'alterazione aerobica è sempre accompagnata da un innalzamento della temperatura la quale è espressione dell'attività respiratoria dei microrganismi che la determinano (Foto 1). Il fenomeno è in genere iniziato dai lieviti microaerofili e continuato da batteri aerobi e dalle muffe (funghi filamentosi) la cui alterazione diviene gradualmente appariscente fino al caso estremo della marcescenza nelle zone in cui c'è maggiore ricambio di aria con formazione del cosiddetto "cappello".

Le parti visibilmente ammuffite non rappresentano l'intera zona deteriorata dell'insilato in quanto una parte sottostante molto più ampia contiene micelio invisibile, con probabilità di presenza di micotossine, prodotte dalla maggior parte dai funghi presenti nell'insilato.

Gli additivi per insilati per potere essere utilizzati devono essere inseriti nell'elenco Europeo degli additivi come definito dal Reg.1831/2003 ed appartengono alla categoria degli "additivi tecnologici" ed al gruppo funzionale "additivi per insilati".



Foto 1. L'innalzamento della temperatura nelle zone periferiche è una buona indicazione di attività ossidativa ad opera di microrganismi aerobi.

Per la prevenzione del deterioramento aerobico è importante conoscere i fattori ambientali, tecnologici e gestionali che influenzano la carica di lieviti presente nel silo:

- quantità di prodotto asportato dalla trincea giornalmente (velocità di avanzamento del fronte), anche in relazione alla stagione di consumo (temperatura ambientale);
- mantenimento dell'anaerobiosi delle parti periferiche anche durante la fase di consumo attraverso la gestione ottimale della copertura e appesantimento del silo (numero di teli, tipo di film plastico, materiale di appesantimento) e della continuità delle pareti di contenimento (pareti senza fessure, film plastici sulle pareti);
- tecnologia di stoccaggio del foraggio insilato (preparazione del silo, compattazione, tempi di chiusura, ecc.);
- andamento delle fermentazioni e prodotti di fermentazione (pH, acido lattico, acetico e propionico);
- condizioni ambientali durante il desilamento (temperatura e pioggia);
- tipologia di desilamento (prelievo con fresa desilatrice, con benna o manuale).

L'ottimizzazione della gestione di questi fattori consente di ottenere durante la fase di consumo un insilato stabile all'aria. **La stabilità aerobica** all'aria è espressa in ore ed è definita come il tempo necessario perché si verifichino cambiamenti misurabili della temperatura e del pH ed è variabile da poche ore a oltre 10 giorni.

Quindi la carica iniziale di lieviti nelle aree centrali e periferiche del silo è il parametro fondamentale per definire quanto l'insilato sarà stabile durante la fase di consumo. Nella Figura 3 è riportata la relazione tra la carica iniziale di lieviti riscontrata in diverse zone di trincee aziendali di silomais e le relative ore di stabilità al deterioramento aerobico. Si può osservare come cariche iniziali di lieviti superiori alle 100.000 unità determinino stabilità inferiori alle 60 ore. Quindi le infiltrazioni di aria che si verificano nelle aree periferiche anche durante la conservazione, favoriscono lo sviluppo dei lieviti e predispongono l'insilato ad andare incontro velocemente a deterioramento aerobico.

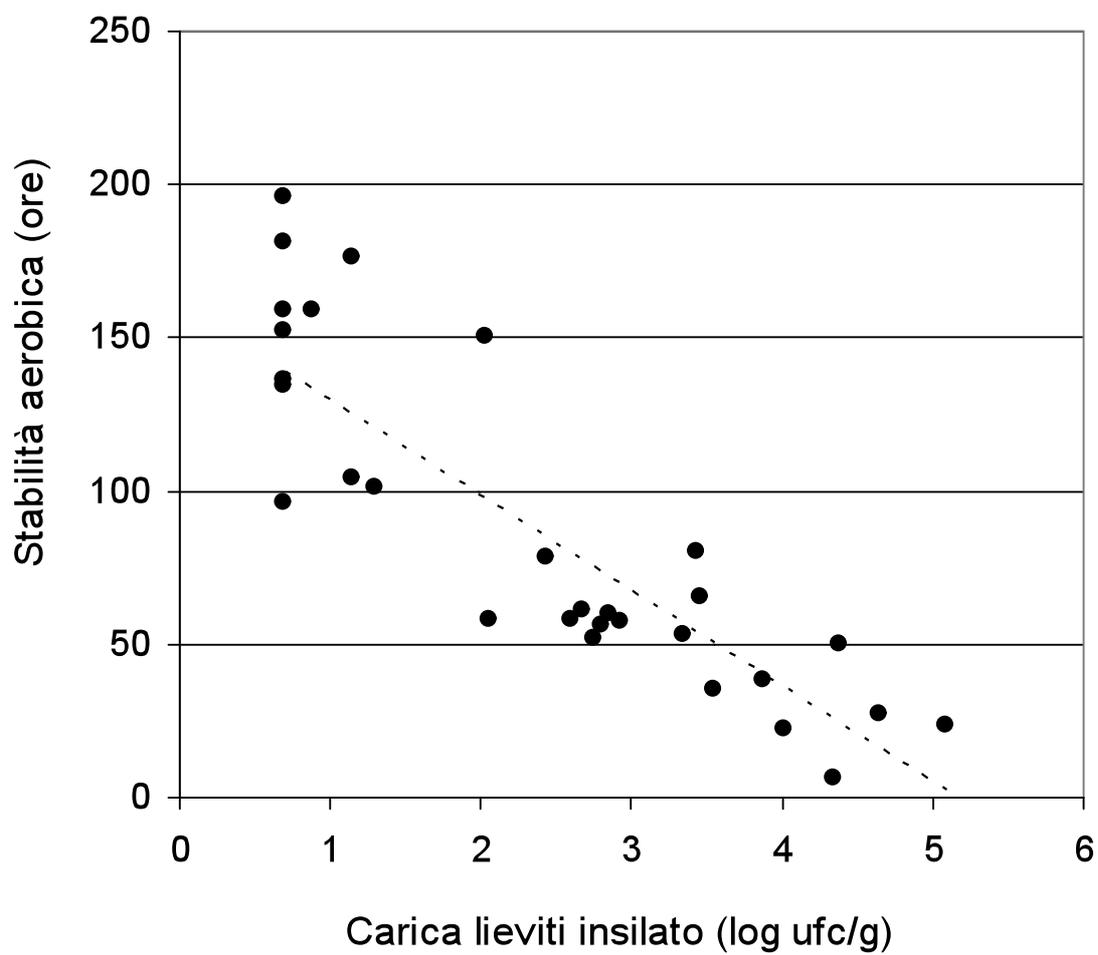


Figura 3. Relazione tra numero di lieviti (espressi in logaritmo delle unità formanti colonia (ufc) per grammo di insilato tal quale) all'apertura dell'insilato e ore di stabilità aerobica dell'insilato.

Il fenomeno più evidente che si verifica in seguito al deterioramento aerobico è l'innalzamento della temperatura della massa insilata, dovuta ai processi di respirazione e assimilazione delle sostanze organiche da parte dei microrganismi aerobi. La misura diretta della temperatura rappresenta quindi uno strumento rapido e facile da utilizzare nella pratica aziendale per determinare la presenza di fenomeni di deterioramento in atto. In particolare nelle aree periferiche, a contatto con il film plastico o con le pareti del silo, valori di temperatura superiori a 25°C in inverno e a 35°C in estate, sono, con buona probabilità, indice di attività microbica aerobica anche in quelle zone in cui non sono ancora evidenti degradazioni o ammuffimenti visibili.

2.0. LA QUALITÀ DELL'INSILATO

Il concetto di qualità degli insilati rispetto ai mangimi e ai concentrati si complica in quanto coinvolge due aspetti ben differenziati: la qualità nutrizionale e la qualità di conservazione o analisi fermentativa. Spesso esiste una notevole confusione tra le due: una qualità di conservazione elevata non implica necessariamente un'elevata qualità nutrizionale e viceversa. Infatti la qualità nutrizionale dipende in larga misura dalla qualità del foraggio al momento della raccolta, mentre la qualità di conservazione dell'insilato dipende dall'andamento delle fermentazioni e dall'accuratezza nel mantenimento dell'anaerobiosi durante la conservazione

2.1. QUALITÀ FERMENTATIVA

La qualità fermentativa è influenzata principalmente dal grado di anaerobiosi e dal tenore di sostanza secca del foraggio.

Prima di trattare i singoli parametri della qualità fermentativa è importante comprendere che, in assoluto, non esiste un parametro in grado di descrivere da solo la qualità fermentativa di un insilato, e che spesso valori ottimali per alcuni insilati non lo sono per altri. Il primo parametro da considerare è il pH, che rappresenta il grado di acidità dell'insilato. Più il pH è basso più alto sarà il contenuto in acido lattico dell'insilato. I livelli più bassi si osservano proprio negli insilati di mais dove si possono raggiungere valori di 3,3 - 3,5. Per una corretta

interpretazione del pH del silomais è indispensabile considerare il tenore di sostanza secca all'insilamento, strettamente correlato con lo stadio di maturazione, e dal percorso fermentativo seguito dai batteri lattici che dominano la fermentazione.

Il profilo fermentativo di un silomais può diversificarsi notevolmente per la presenza di acido lattico e di acido acetico in differenti rapporti che caratterizzano la dominanza di un gruppo fisiologico di batteri lattici. Il contenuto di acido lattico può variare da oltre 100 g/kg s.s. in insilati con s.s. inferiore a 27% con fermentazione dominata da batteri omolattici a valori inferiori a 40 g/kg s.s. in insilati secchi (>35% di s.s.) con fermentazione dominata da batteri eterolattici obbligati. Inoltre fermentazioni dominate da batteri eterolattici obbligati porta a grandi produzioni di acido acetico fino a oltre 30 g/kg s.s.. In passato il contenuto di acido acetico di un insilato veniva considerato negativo (es. punteggio Flieg): si riteneva che più basso fosse il contenuto di questo acido migliore fosse l'insilato. Infatti un valore del rapporto acido lattico/acido acetico alto era considerato un indice della prevalenza della fermentazione operata dai batteri "omolattici".

Oggi questo concetto va rivisto e riconsiderato con attenzione proprio in virtù della valutazione della qualità degli insilati. Infatti l'acido acetico di per sé non è negativo né nocivo per gli animali (anzi è un precursore del grasso nel latte!) e soprattutto svolge un ruolo di agente conservante dell'insilato durante la fase di consumo, essendo un forte inibente dei lieviti e la base concettuale degli inoculi con batteri eterolattici obbligati.

Per contro la presenza di acido butirrico è sempre negativo in quanto indica uno sviluppo di clostridi. Ne deriva che più basso è il suo valore meglio è: generalmente si considerano valori ottimali quelli inferiori a 1 g/kg s.s.

Come più volte ribadito bisogna tenere presente che la qualità fermentativa dell'insilato ottenuta a silo chiuso può essere totalmente compromessa durante la fase di consumo da una non accurata gestione dell'insilato.

2.2. QUALITÀ NUTRIZIONALE

La composizione chimica e quindi il valore nutritivo dei foraggi insilati può variare molto in base agli andamenti climatici (es: stress idrico), l'ibrido coltivato, lo stato di maturazione della pianta alla raccolta, le perdite di sostanza organica e il profilo fermentativo originatosi da diverse tecniche di insilamento. In linea generale va ricordato che tutti i fattori che riducono la disponibilità dei carboidrati, quali amido e zuccheri, o delle frazioni fibrose digeribili (NDF) rappresentano un costo diretto dovuto alla riduzione del valore energetico del foraggio, che va integrata con una maggiore quota di cereali o mangimi acquistati sul mercato. Lo stress idrico della coltura è spesso uno degli aspetti cruciali della produttività e della qualità di un trinciato (Figure 4 e 5). Dalle figure emerge chiaramente come lo stress idrico influisca sull'accumulo di amido nella granella determinando una diminuzione dello stesso e un aumento delle componenti fibrose e indigeribili.

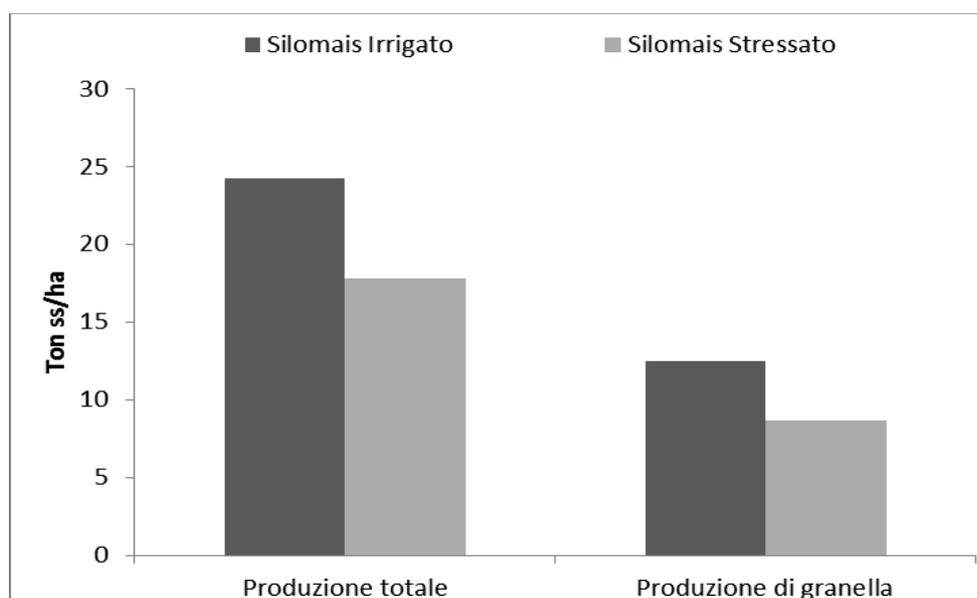


Figura 4. Effetto dello stress idrico sulle performance produttive del mais.

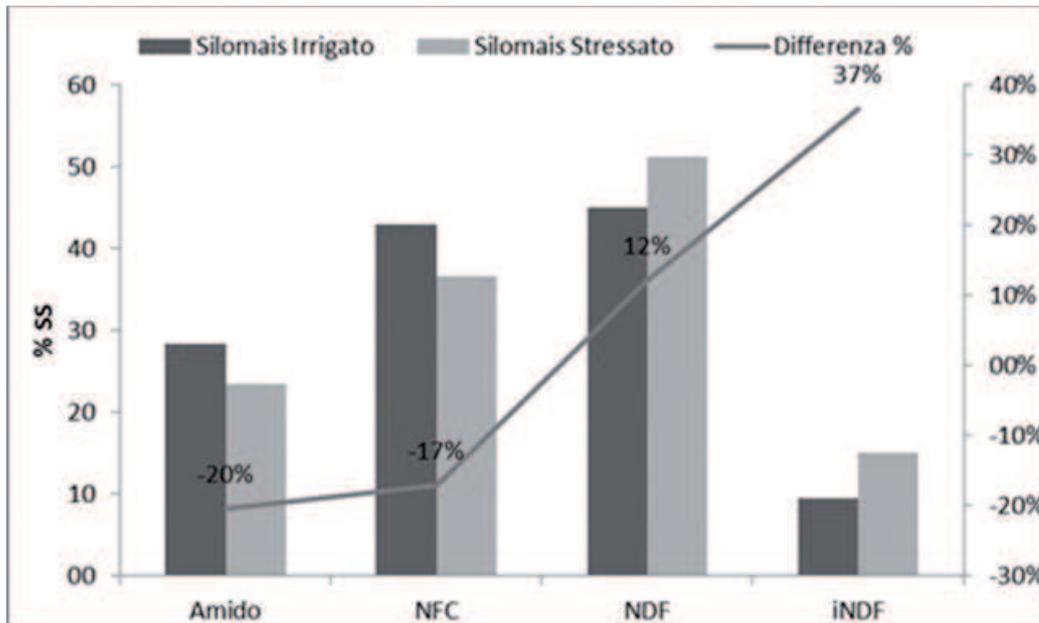


Figura 5. Effetto dello stress idrico sulla composizione chimica e quantità di NDF indegradabile del mais

Ad esempio, le fermentazioni anomale nella fase di insilamento riducono la quota di zuccheri e di acidi organici disponibili nel rumine, riducono la frazione di amido digeribile e aumentano il contenuto in fibra indigeribile (iNDF) e la frazione di proteine solubili e/o degradate con formazione di azoto ammoniacale. Se inoltre si considera un effetto diretto del profilo fermentativo dell'insilato sulla potenziale ingestione di sostanza secca, si intuisce come la cura nella raccolta e nell'insilamento dei foraggi abbia una ricaduta economica notevole sul bilancio aziendale e sulla salute degli animali.

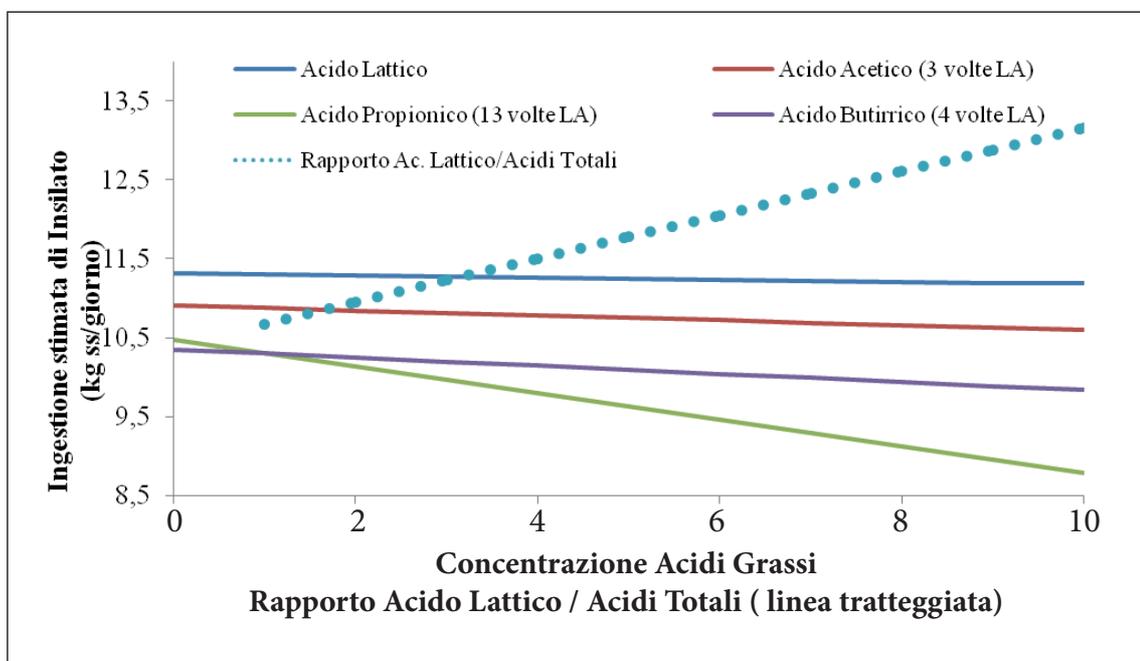


Figura 6. Effetto dei parametri fermentativi (g/kg ss) sull'ingestione potenziale di insilati (Huhtanen et al., 2002)

Nell'ambito dei due progetti supportati dal mipaff e dal Consorzio del Grana Padano, progetto Filigrana (annata agraria 2012-2013) e Agrosceinari, (annata agraria 2009-2010) è stato possibile caratterizzare la composizione chimica dei principali foraggi insilati impiegati nelle diete per vacche da latte nel comprensorio del Grana Padano DOP, come riportato di seguito.

Foraggi Insilati	Sostanza Secca	NFC	Amido	Proteine grezza	Proteine solubili	NDF	ADF	ADL	ceneri	NDFip	ADFip
	% TQ	% SS	% SS	% SS	% PG	% SS	% SS	% SS	% SS	% SS	% SS
insilato di mais	33.7	40.8	29.6	7.3	60.1	45.1	24.2	2.5	4.3	0.9	0.6
insilato di cereali paglia	29.1	19.6	3.4	7.4	69.0	61.1	37.5	5.0	8.4	0.9	0.8
insilati di loietto	27.0	17.8	-	8.3	43.3	60.8	37.7	5.1	9.9	3.3	1.0
insilati di prato stabile	23.0	15.5	-	11.4	62.7	61.4	39.6	5.7	6.8	-	-
insilati di sorgo	22.3	15.7	3.2	8.5	52.6	64.8	39.2	4.8	8.6	1.2	1.1
insilati di medica	24.2	20.9	-	20.1	50.5	41.3	30.8	8.7	14.8	-	-

Tabella 3. Composizione chimica dei principali foraggi insilati coltivati nel comprensorio del Grana Padano DOP nelle annate agrarie 2009-2013.

Nel caso dei foraggi insilati e soprattutto per il silomais, che rappresenta la base delle razioni in Pianura Padana, i carboidrati complessi come amido e fibra (NDF digeribile) oltre agli acidi organici prodotti durante l'insilamento (Lattico e Acetico principalmente) rappresentano le principali componenti energetiche.

AMIDO

Il contenuto in amido, soprattutto nel caso dell'insilato di mais e di cereali autunno/vernini, dipende dal contenuto di granella (*harvest Index*) e dallo stadio di maturazione della pianta che determina il livello di accumulo dell'amido nelle cariossidi.

Come è riportato in tabella 3, i valori di amido possono essere inferiori al 20% o superiori al 40% nell'insilato di mais raccolto con la granella al 50-60% della linea del latte. Gli insilati di cereali autunno-vernini, come orzo, triticale o frumento, vengono raccolti normalmente ad uno stadio precoce di maturazione latteo-cerosa della granella e quindi hanno valori di amido inferiori, dal 2% al 15%. Di norma la componente amidacea della razione per vacche da latte ad alta produzione è apportata da Farina di mais e Silomais o Pastoni di mais, che si caratterizzano per dinamiche di fermentazione ruminale molto diverse.

Le farine di mais, più o meno vitree, macinate a granulometria standard per bovini (circa 800 µm) sono caratterizzate da una degradazione ruminale definibile "lenta", e sono degradate nel rumine solo per circa il 50%, come evidenziato da recenti lavori danesi. Al contrario, i pastoni di mais e soprattutto il silomais con granelle ancora non completamente mature (½ linea del latte) e conservate in silo (pH 4,0) per alcuni mesi, sono fermentate nel rumine tra il 65 e il 90%, migliorando le performances di sintesi microbica ruminale e la produzione di Acidi Grassi Volatili.

L'elevata degradabilità ruminale dell'amido, come indicato da Sniffen et al. (tabella 4) assicura quindi una funzionalità ruminale ottimale ma soprattutto evita un eccessivo passaggio di amido nell'intestino che provocherebbe fermentazioni anomale e assorbimento di tossine nel colon-retto.

Gruppo	Amido in razione (% ss)	Degradabilità ruminale dell'amido (% amido totale)
Close-up	16 a 18	80
Prima fase di lattazione	25 a 27	74
Picco di lattazione	26 a 28	83
Fase media di lattazione	24 a 26	78
Fase avanzata di lattazione	23 a 25	76

Tabella 4. Raccomandazioni del tenore in amido delle razioni e della degradabilità ruminale dell'amido in funzione della fase produttiva delle vacche da latte

La degradabilità dell'amido degli insilati di mais, misurabile con una metodica basata sull'uso di inoculo ruminale (7h in Vitro starch degradability) ha valori medi vicini al 70-80% ed è influenzata dallo stadio di maturazione della granella, il tipo di struttura della granella (farinosa o vitrea) e soprattutto all'effetto meccanico di macinazione con o senza frangi-granella. La tabella 5 riporta alcuni dati di riferimento relativi al valore di 7hIVSD di silomais e pastoni della Pianura Padana.

Alimenti	7h IVSD ISAN	7h IVSD CVAS (USA)	7h IVSD (De Ondarze, 2005)
Farina di mais	56.6	60.9	67.7
Pastone di granella	58.5	64.1	-
Pastone integrale	61.5	73.4	-
Silo mais	64.5	80.1	52.7

Tabella 5. Digeribilità ruminale dell'amido valutata a 7h di incubazione ruminale (7h IVSD) in granella di mais, silo mais, farina umida di mais e pastone integrale di mais.

FIBRA

La parete cellulare dei vegetali è costituita principalmente da emicellulose, cellulosa e lignina che costituiscono la NDF, ed in quota parte da b-glucani e pectine.

In comparazione con l'amido, la frazione digeribile della NDF viene degradata più lentamente nel rumine, anche se in alcuni foraggi (insilato di mais, di sorgo e di cereali a paglia) è possibile rilevare due frazioni: una componente a degradazione molto rapida ed una a degradazione più lenta. Per questo motivo, la valutazione della digeribilità (digestibile NDF o dNDF), della dinamica di degradazione della fibra (Kd degradazione oraria) e della quota completamente indigeribile (iNDF) sono parametri fondamentali nella valutazione nutrizionale di un foraggio.

Di seguito viene riportata una caratterizzazione della digeribilità dei principali foraggi insilati, espressa come percentuale della totale sostanza secca del campione.

Foraggi Insilati	NDF digeribile	NDF indigeribile
	% SS	% SS
insilato di mais	26.8	12.8
insilato di cereali autunno vernini	30.5	23.8
insilati di loietto	34.8	18.8
insilati di prato stabile	28.3	26.0
insilati di sorgo	33.0	20.1
insilati di medica	24.0	12.9

Tabella 6. Digeribilità della fibra dei principali foraggi insilati coltivati nel comprensorio del Grana Padano DOP.

2.3. QUALITÀ MICROBIOLOGICA E SANITARIA

I dati sopra riportati si riferiscono alle zone centrali delle trincee e dei cumuli di foraggi insilati, ma va evidenziato che quando nelle stesse trincee, e nello stesso momento, quando vengono prelevate le zone laterali o il sotto-cappello (eliminando la parte degradata), si riscontra un aumento importante della quota fibrosa e una drastica riduzione della concentrazione dei carboidrati non fibrosi (NFC) e quindi anche dell'amido che ne è la parte principale.

Si tratta di un dato di grande importanza, che evidenzia come le parti della trincea mal conservate, per effetto di fermentazioni anomale e presenza di muffe, subiscono una grave perdita di valore nutritivo anche in termini di macro nutrienti, oltre che di acidi organici come l'acido lattico.

Sulla base dei dati ad oggi disponibili sulla composizione chimica dei campioni di silomais, si può stabilire che le perdite di valore nutritivo in termini di Energia Netta Latte in queste zone deteriorate da deterioramento aerobico e presenza di funghi e muffe possa essere mediamente del 10-15%. In termini energetici (energia netta latte NRC 2001), questo significa passare da valori di 1.46 Mcal/kg s.s. a 1.33 Mcal/kg s.s. dei campioni prelevati dalle zone alterate. Passando dai valori medi a dati estremi, i valori passano da 0.88 a 1.65 Mcal/kg s.s. con una forbice di circa il 50% fra campioni con un pessimo o buono stato di conservazione. Va considerato che queste parti del silo (lati e sottocappello) sono normalmente destinati all'alimentazione degli animali e scartati solo se "evidentemente" considerati alterati, senza considerare che alla perdita di valore nutritivo si associa un elevato rischio di presenza di "tossine" ad azione immunosoppressiva per l'animale. Per sopperire a questa perdita di valore nutritivo, possono essere necessari fino a 2 kg per vacca di mangime in funzione della quota di insilato contenuto in razione.

Al costo puro della perdita di valore energetico, si associa anche quella più subdola legata agli aspetti negativi sulla salute e sulle performance riproduttive degli animali derivanti dalla presenza di metaboliti tossici o ad azione immunosoppressiva prodotti soprattutto nelle parti deteriorate del silo.

Nelle nostre esperienze, le zone del silo deteriorate e quindi a rischio per l'animale, possono variare molto in base alla tipologia di trincea e alle modalità di insilamento, con incidenza dal 10% del fronte nelle trincee ben fatte e coperte con pesi uniformi (ghiaia o piastrelle) coperte in modo uniforme e con teli laterali, fino al 60-70% nelle trincee coperte in modo non adeguato, poco compresse o nei cumuli di piccole dimensioni.

PRESENZA DI MICOTOSSINE

La presenza di muffe che contaminano le parti esposte all'aria del silo, oltre a degradare la sostanza organica porta alla produzione di metaboliti secondari (micotossine), che hanno effetti negativi sulla salute degli animali. I principali funghi micotossigeni appartengono a specie dei generi *Fusarium*, *Aspergillus* e *Penicillium* e possono contaminare e produrre micotossine dotate di proprietà tossiche ed immunodepressive con effetti diretti sullo stato sanitario degli animali (Smith et al., 2005). Per questi motivi il monitoraggio delle micotossine assume notevole importanza sia per una valutazione qualitativa dell'insilato che per una sua valutazione dal punto di vista sanitario. Nello specifico, le micotossine che si formano durante l'insilamento e lo stoccaggio dei foraggi sono associate a muffe quali il *Penicillium roqueforti* e il *Penicillium paneum* che producono la roquefortina C (neurotossina), PR tossina e l'acido micofenolico (immunosoppressore usato come antirigetto). Un'altra specie spesso rilevata negli insilati è l'*Aspergillus fumigatus* (Driehuis, 2013) che produce gliotossina, micotossina associata a problemi polmonari in animali e uomo. Le specie di muffa predominante negli insilati (*Penicillium roqueforti* e *Aspergillus fumigatus*) tollerano le condizioni acide ed sono in grado di crescere a livelli di ossigeno pari allo 0,1%, la loro presenza è spesso testimoniata da un aumento della temperatura dell'insilato e da delle macchie colorate bianche o grigie oppure in alcuni casi da grumi di muffa di colore verde-blu sulla superficie dell'insilato. Poiché la maggior parte delle muffe sono microrganismi aerobi obbligati, si ha un loro sviluppo quando nella massa insilata è presente ossigeno e quindi in presenza di rotture nel telo di copertura, quando la massa insilata non è stata compattata adeguatamente oppure quando non è stata chiusa ermeticamente. Analogamente, alla riapertura del silo, con l'esposizione all'aria del fronte del silo, l'acido lattico e gli acidi organici presenti, rappresentano la fonte di energia ideale per queste specie di muffe.

La tabella 7 riportano i dati relativi alle contaminazioni dei campioni di insilato di mais raccolti nell'ambito delle nostre indagini, comparate con i dati di ricercatori europei su campioni analoghi.

Micotossine	Incidenza campione	Incidenza trincee	Media (ppm)	Min (ppm)	Max (ppm)	Valori Olandesi (Driehuis et al., 2008)
Ac. micofenolico	25.3%	57%	1.76	0.04	48.0	17% (45 ppm)
Roquefortina C	16.2%	32%	0.74	0.01	32.0	23% (25 ppm)
Gliotossina	2.6%	5%	0.28	0.12	0.56	-
DON	31.2%	40%	0.14	0.03	0.60	81% (996 ppb)

Tabella 7. Contaminazione e incidenza delle micotossine di *Penicillium roqueforti* e *Aspergillus fumigatus* riscontrate negli insilati di mais.

Dai dati riportati si evidenzia come le contaminazioni siano molto frequenti sia come numero di campioni positivi che per numero di trincee contaminate. Risultati analoghi sono stati trovati anche nei pastoni di granella, normalmente considerati a basso rischio di contaminazione da aflatossine, ma che invece hanno mostrato incidenze alte per queste altre tossine dei foraggi. Va inoltre sottolineato che le tossine descritte, avendo tutte un comportamento antibiotico-simile, hanno dimostrato un forte effetto inibitore sulle fermentazioni ruminali in vitro. In base quindi alle nostre sperimentazioni, ipotizzando una contaminazione media del silomais di 2 o 5 ppm, si può stimare una perdita di efficienza alimentare che varia dal 1% fino al 16%, qualora fossero presenti più micotossine. Se le contaminazioni del silomais somministrato agli animali fosse vicina ai livelli massimi ritrovati, l'inibizione sulla fermentabilità ruminale sarebbe molto più drastica e vicina al 50%. Infine, anche se il tasso di trasferimento di queste tossine nel latte è molto basso o quasi nullo, ulteriori lavori sono necessari per stabilire se la presenza di eventuali metaboliti possa interferire con l'attitudine casearia del latte e/o l'attività del siero innesto.

3. TECNICA DI INSILAMENTO

Le pratiche di gestione del silo hanno lo scopo finale di mantenere nel tempo il maggior grado di anaerobiosi durante la conservazione a silo chiuso e di evitare l'instaurarsi di fenomeni di deterioramento aerobico durante la fase di consumo. I principali fattori che permettono di contenere il deterioramento aerobico e la conseguente formazione di aree marcescenti e ammuffite nel cappello sono: una corretta impostazione dell'avanzamento giornaliero del fronte del silo; una adeguata compattazione del foraggio all'insilamento; la predisposizione di un'ideale copertura con un film plastico con caratteristiche di impermeabilità all'aria adeguata; appesantimento della superficie del silo con particolare attenzione agli angoli e alle rampe di inizio e fine silo; infine l'eventuale uso di inoculi di batteri eterolattici obbligati (*L. buchneri*) abbinati a eterolattici facoltativi.

3.1. CORRETTO AVANZAMENTO GIORNALIERO DEL SILO

Durante il consumo l'insilato rimane esposto all'aria e conseguentemente alla presenza di ossigeno. Una volta che ciò accade il principale fattore che determina la stabilità dell'insilato (l'anaerobiosi) viene perduto e il materiale diventa potenzialmente instabile. La parte alta del silo a contatto con il telo plastico di copertura è quella più a rischio di penetrazione dell'aria, perché in queste zone l'insilato è più poroso, ed è quella che determina quale velocità di avanzamento adottare per evitare l'innescarsi di fenomeni di deterioramento. Grazie alla stabilità aerobica dell'insilato, che come visto può variare da alcune ore a diversi giorni, è necessario che giornalmente venga asportata dal fronte una "fetta" di insilato tale impedire l'innescarsi dell'attività dei lieviti. Quindi, per assicurare un insilato di alta qualità nutrizionale, microbiologica e sanitaria nella razione della vacche, la quantità di insilato da asportare giornalmente va modulata in funzione della stagione di consumo, del contenuto di sostanza secca, della gestione dell'allestimento del silo con particolare attenzione alla copertura e agli appesantimenti adottati.

Come regola generale per l'insilato di mais un avanzamento giornaliero superiore ai 15 cm nella stagione invernale, in cui l'attività della microflora è rallentata dalle basse temperature, e superiore ai 25 cm nella stagione estiva, in cui le temperature rendono la microflora aerobica molto più aggressiva, è buona pratica per evitare la presenza di consistenti aree deteriorate del cappello fatta salva l'integrità della copertura anche durante la fase di consumo.

3.2. COMPATTAZIONE DEL FORAGGIO ALL'INSILAMENTO

Il deterioramento aerobico è favorito dalla penetrazione dell'aria nella massa insilata. Tanto più la massa è porosa tanto più facilmente l'aria potrà penetrare al suo interno. La prerogativa essenziale per il contenimento del deterioramento aerobico è quindi la riduzione della porosità dell'insilato, cioè l'aumento della quantità di prodotto contenuto nell'unità di volume. Le zone periferiche quindi, oltre ad essere quelle a contatto con il film plastico, sono anche quelle che, per maggiore porosità, possono essere più facilmente permeate dall'aria e subire quindi maggiori deterioramenti. Per ottenere valori di densità elevati nelle zone periferiche, sia nei cumuli sia nelle trincee, è necessario, oltre ad operare una compattazione accurata, rispettare alcuni semplici principi durante il caricamento. Nelle trincee occorre non caricare al di sopra delle pareti di calcestruzzo, per evitare delle zone periferiche con pendenze laterali non compattabili anche per l'elevato rischio di ribaltamento della trattrice. Inoltre per i cumuli è indispensabile evitare dimensioni eccessive, soprattutto in altezza, per poter transitare con la trattrice sia nel senso della lunghezza che della larghezza durante la compattazione.

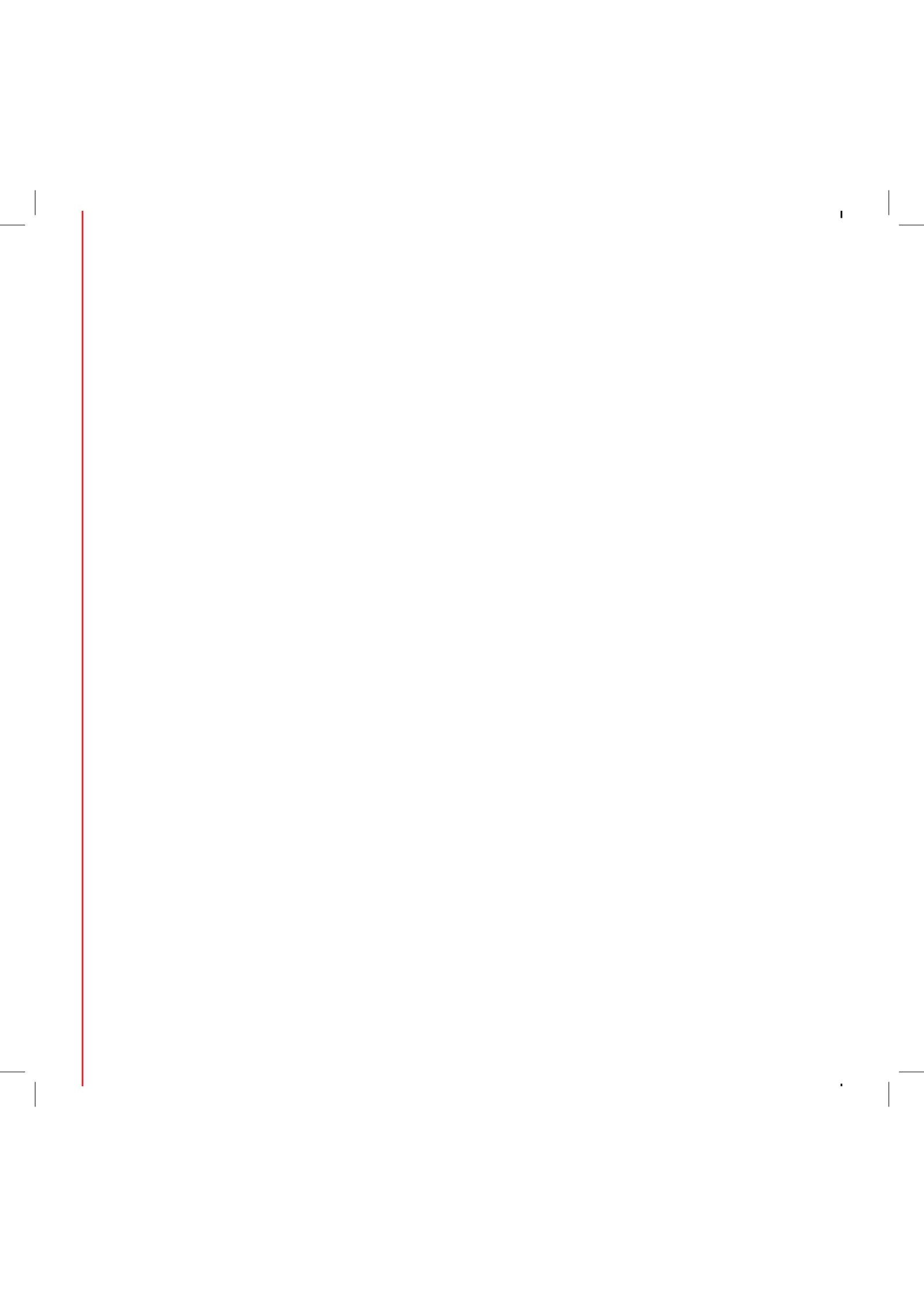
3.3. COPERTURA E TIPOLOGIE DI FILM PLASTICI

La predisposizione di una copertura accurata è indispensabile per assicurare la buona qualità di conservazione del prodotto, tenuto conto che la maggior parte degli insilati ha tempi di conservazione che possono superare anche l'anno. Il primo elemento che permette di ridurre gli scambi gassosi con l'esterno degli insilati in trincea è il film posto sulle pareti che aiuta a sigillare meglio le aree periferiche riducendo il deterioramento aerobico, soprattutto negli angoli e nei casi in cui le pareti del silo presentino delle fessure o mancanza di continuità tra i pannelli prefabbricati.

L'utilizzo di un doppio telo anche sul colmo è un buon accorgimento per aumentare la resistenza meccanica e ridurre i rischi di danneggiamento da animali o di lacerazioni accidentali. I nuovi teli ad altissima barriera all'ossigeno hanno dimostrato di poter dare un contributo significativo al miglioramento della gestione delle trincee aziendali e della qualità microbiologica dell'insilato in razione.

3.4. APPESANTIMENTO DELLA SUPERFICIE E DEGLI ANGOLI

Un appesantimento uniforme sull'intera superficie riduce i rischi di danneggiamento del film, evita il richiamo di aria dall'esterno e fornisce un'ottimale adesione del film alla massa insilata, soprattutto durante la fase di consumo. L'appesantimento può essere costituito con i materiali più disparati, ma per essere efficace, l'appesantimento minimo deve essere di almeno 150 kg/m^2 , ottenibili con l'impiego di terra, sabbia, ghiaia, mattonelle, ecc.. Nell'appesantimento occorre poi prestare particolare attenzione alle zone laterali vicine alle pareti di calcestruzzo, agli inizi delle trincee e in generale alle zone periferiche dei cumuli, che come visto sono quelle meno compattate. Per queste zone sono molto utili i sacchetti riempiti di ghiaia.





Consorzio Tutela Grana Padano
www.granapadano.it

Via XXIV Giugno, 8
S.M. della Battaglia 25015 - Desenzano del Garda (Bs)
Tel. 030 9109811 - Fax 030 9910487