



**BENESSERE ANIMALE, QUALITA' DELLE PRODUZIONI ZOOTECNICHE E  
SICUREZZA ALIMENTARE:  
NORMATIVA E CONTROLLI DI LABORATORIO**

# **Parametri di laboratorio “essenziali” per ogni tipologia di alimento**

**Dott.ssa Nadia Musco**  
**Dipartimento di Medicina Veterinaria e Produzioni Animali**  
***nadia.musco@unina.it***



- Analisi chimico-nutrizionali degli alimenti zootecnici
  - schema **Wendee** e **Van Soest**
  - amido, elementi minerali, frazioni azotate e glucidiche (CNCPS)
- Le analisi biologiche per la stima del valore nutritivo
  - fermentescibilità ruminale e del cieco-colon (*in vitro* gas production technique)
  - degradabilità ruminale (prove *in situ* con nylon bags)
  - digeribilità degli alimenti per ruminanti [prove *in vivo* e prove *in vitro* (sistema Tilley e Terry)]



Agricultural experimental station Goettingen Weende  
(Germany) founded in 1857

# Prelievo, preparazione e conservazione del campione

- Prelievo o campionamento
  - Rappresentatività
  - Strumenti
  - Trasporto
  - Alterazioni e contaminazioni
  - Registrazione



**Il campionamento è di fondamentale importanza non solo ai fini della significatività delle analisi, ma anche per il suo ruolo di supporto alle eventuali azioni legali di carattere tipicamente sanzionatorio.**

# Principi basilari dell'analisi chimica degli alimenti zootecnici

- Analisi chimica del campione
  - Importanza delle pesate
  - Manipolazione e presentazione dei dati
  - Pulizia dei laboratori
  - Conservazione dei dati
- Applicabilità delle varie tecniche → problematiche relative a:
  - standardizzazione
  - adeguatezza e costo
  - salute e sicurezza

# Macinazione

- Essiccazione in stufa
- Mulino con griglia 1.1 mm





# Schema Weende

**Alimento  
tal quale**

Acqua

**Sostanza secca**

Ceneri

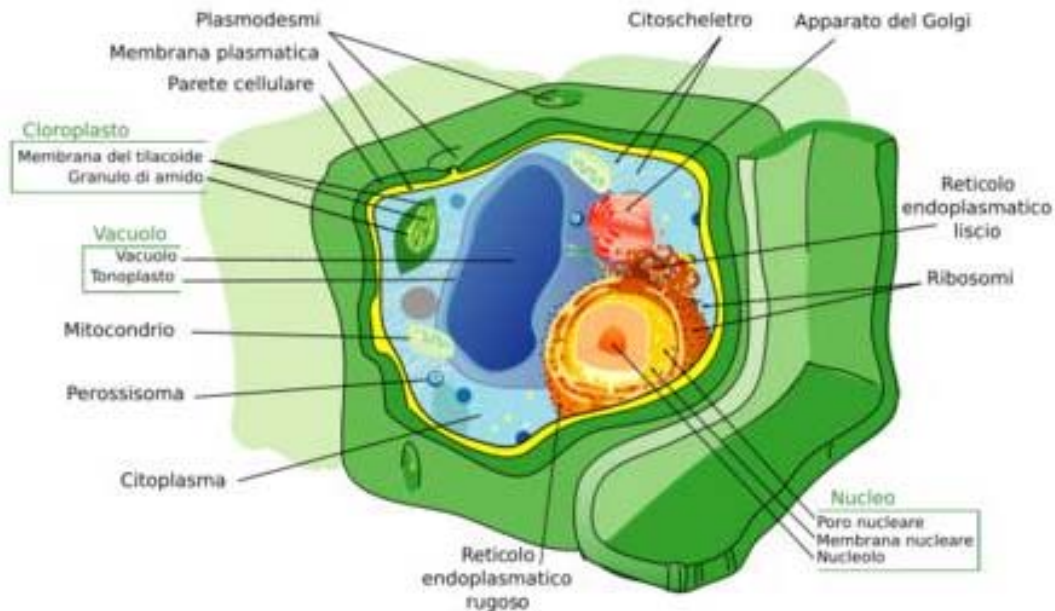
**Sostanza organica**

**Proteine grezze**

**Fibra grezza**

**Estratto etereo**

**Estrattivi inazotati**



# Acqua (o umidità)

- **Importanza della determinazione:** conservazione, ingestione di s.s.
- **Principio della determinazione:** essiccazione
- **Metodologia:** 5 g di campione, essiccare in stufa a 103°C ; 100 - umidità = sostanza secca

## Contenuto in sostanza secca di alcuni alimenti

Alimento	Erba fresca	Fieno	Insilato	Granella
s.s. %	16.0	90.0	35.0	87.0

**Capsule di porcellana e Stufa a 103°C  
per la determinazione della sostanza secca**



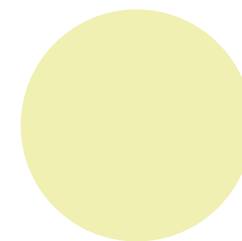
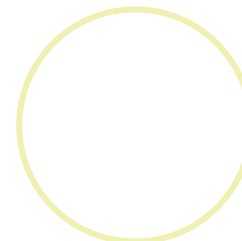
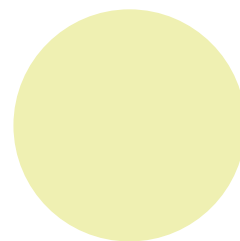
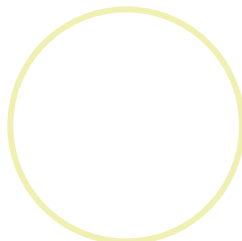
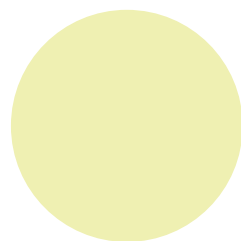


# Proteine grezze

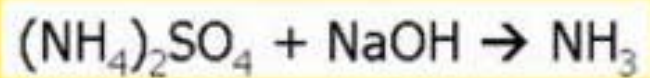
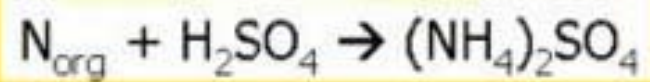
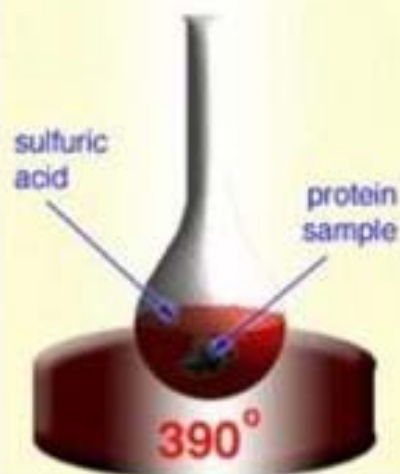
- **Importanza della determinazione:** valore proteico della razione
- **Principio della determinazione:** metodo Kjeldhal
- **Metodologia:** 0.5-1 g di campione, digestione a 390°C con ac. Solforico, distillazione, titolazione N;  
 $PG = N \times 6.25$

## Contenuto in proteine grezze di alcuni alimenti

Alimento	Paglia	Fieno medica	Soia f.e.	Silomais	Orzo
PG, % ss	4.0	16.0	44.0	9.0	8.5



## Digestione



## Distillazione



## Titolazione



# Apparecchio Kjeldhal per la determinazione delle proteine



# Fibra grezza

- **Importanza della determinazione:** valore nutritivo dell'alimento (contenuto in cellulosa)
- **Principio della determinazione:** idrolisi a caldo
- **Metodologia:** 0.7 g di campione, trattamento a 100°C con NaOH (1/2 h) e H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (1/2 h); sottrarre le ceneri

## Contenuto in fibra grezza di alcuni alimenti

Alimento	Loietto	Paglia	Crusca	Orzo
FG, % ss	26.0	40.0	17.0	5.0

# Crogioli e Fibertec per la determinazione della fibra grezza



# Estratto etero (o lipidi grezzi)

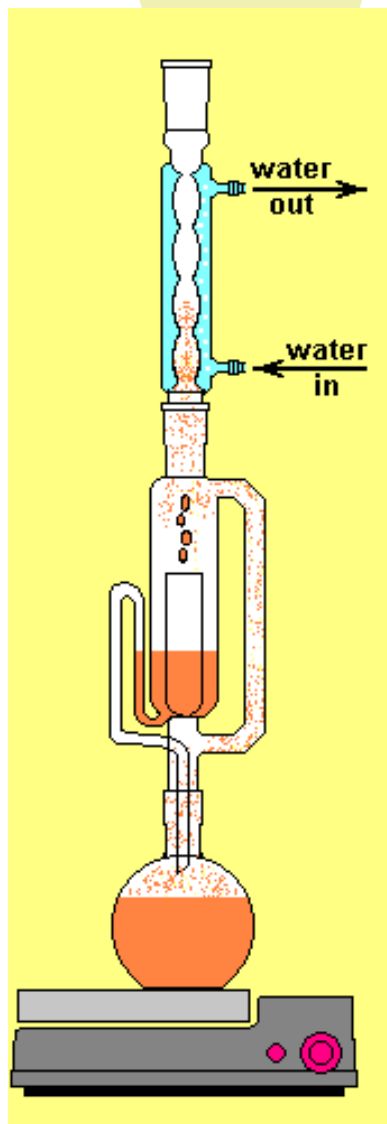
- **Importanza della determinazione:** valore energetico dell'alimento o della razione.
- **Principio della determinazione:** estrazione in etere
- **Metodologia:** 3 g di campione, estrazione a caldo per 3 h

## Contenuto in estratto etero di alcuni alimenti

Alimento	Frumento	Fieno	Paglia	Girasole
EE %	1.9	2.3	1.8	48



# Estrazione in Soxtec per la determinazione dell'estratto etereo



# Ceneri

- **Importanza della determinazione:** inquinamento con terreno, frode
- **Principio della determinazione:** incenerimento
- **Metodologia:** 5 g di campione, incenerimento in muffola a 550°C per 3 h



## Contenuto in ceneri di alcuni alimenti

Alimento	Frumento	Paglia	Erba medica	Mais
ceneri % ss	2.0	7.0	9.0	1.7

# Estrattivi inazotati

- **Calcolo:**

- $E.I. = 100 - (PG + FG + EE + \text{ceneri})$

## Contenuto in estrattivi inazotati di alcuni alimenti

Alimento	Mais	Loiessa	Paglia	Avena
E.I. % ss	81.0	48.0	40.0	67.0

# Schema Van Soest (1967)

Frazioni	Componenti
Costituenti la parete cellulare ( <b><u>NDF</u></b> = fibra insolubile nel detergente neutro)	
solubile nel detergente acido = NDF-ADF	Emicellulose, proteine legate alla fibra
<b><u>ADF</u></b> = insolubile nel detergente acido	Cellulosa, lignina, azoto legato alla lignina, silice
<b><u>ADL</u></b> = resistente ad ulteriore trattamento acido	lignina, azoto legato alla lignina, silice

# Fibra neutro detersa

- **Importanza della determinazione:** valore nutritivo dell'alimento (contenuto in parete cellulare)
- **Principio della determinazione:** idrolisi a caldo con soluzione neutra
- **Metodologia:** 0.7 g di campione, trattamento a 100°C con soluzione neutra (1h); sottrarre le ceneri

## Contenuto in NDF di alcuni alimenti

Alimento	Soia	Prato	Paglia	Mais
NDF % ss	14.0	57.0	85.0	11.0

# Fibra acido deterosa

- **Importanza della determinazione:** valore nutritivo dell'alimento (frazionamento dei carboidrati di struttura)
- **Principio della determinazione:** idrolisi a caldo con soluzione acida
- **Metodologia:** 0.7 g di campione, trattamento a 100°C con soluzione acida (1h)

## Contenuto in ADF di alcuni alimenti

Alimento	Soia	Prato	Paglia	Mais
ADF % ss	9.2	33.0	54.0	3.3



# Lignina acido deteresa

- **Importanza della determinazione:** valore nutritivo dell'alimento
- **Principio della determinazione:** trattamento a acido sull'ADF
- **Metodologia:** ADF trattato per 3 h a T° ambiente con H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> all'87%; sottrarre le ceneri

## Contenuto in lignina di alcuni alimenti

Alimento	Soia	Prato	Paglia	Mais
ADL % ss	0.7	4.2	13.7	0.7

# Confronto tra schema Wendee e Van Soest

- E.I. (estrattivi inazotati)
  - $100 - (PG + EE + FG + \text{ceneri})$
  - **Errore:** questo metodo sottostima il reale contenuto in fibra dell'alimento perchè 50-90% della lignina, 0-50% della cellulosa e fino 85% delle emicellulose possono essere solubilizzati e quindi non dosati come fibra grezza.
- NSC (carboidrati non strutturali = amido, zuccheri, pectine)
  - $100 - (NDF + PG + EE + \text{ceneri})$
- NSC sempre < di EI

# Fibra “alimentare” o dietetica

- Vasta gamma di carboidrati “complessi” → **polisaccaridi strutturali** (cellulosa, pectine, emicellulose) **di riserva** (fruttani, glucofruttani, mannani, galattomannani) e **isolati** (gomme e mucillagini), **composti associati ai polisaccaridi di struttura** (lignina, proteine, lipidi cunicolari, costituenti inorganici), quota di **amido detto “resistente”**.
- In funzione della loro solubilità in acqua, i carboidrati vengono divisi in solubili e insolubili:
  - la fibra **solubile** forma una **massa gelatinosa** legandosi all’acqua, essi rallentano il transito degli alimenti lungo il digerente, limitando l’azione degli enzimi digestivi, rallentando lo svuotamento dello stomaco (senso di sazietà) e influenzando il metabolismo lipidico e glicidico.
  - la fibra **insolubile** modula la funzionalità gastro-intestinale, contribuendo ad aumentare la massa fecale e determinando maggiore velocità di transito intestinale

**Quantificazione con metodo enzimatico gravimetrico  
(Prosky, AOAC)**

# Near Infrared Reflectance Spectroscopy (NIRS)

- **Principio:** Stretta correlazione tra struttura chimica di una sostanza suo spettro di assorbimento
- Vicino infrarosso = 800 – 2500 nm
- **Vantaggi:**
  - Forma dei campioni (solidi, liquidi e cremosi)
  - Nessun pre-trattamento
  - Metodo non distruttivo
  - Simultaneamente più determinazioni
  - Rapido
  - Economico
- **Limiti:** grande data base apparecchiatura molto costosa

# Analisi particolari

- Acidi organici (lattico, AGV, CLA, PUFA)
- Amido
- Aminoacidi
- Composti azotati
- Elementi minerali
- Vitamine
- Zuccheri



# Valutazione sensoriale dei fieni



- La valutazione di qualità di un fieno viene empiricamente effettuata mediante i seguenti esami:
  - colore
  - odore e aroma (gradevole, di muffa, da particolari essenze)
  - consistenza (friabilità, resistenza al taglio)
  - composizione floristica
  - presenza/assenza di essenze indesiderate o infestanti
  - stadio di maturazione allo sfalcio
  - rapporto steli/foglie
  - eventuale presenza di materiali estranei (terra, sassi, ferro)
  - dimensione
  - alterazioni (ammuffimento, polverosità)



- **COLORE**: Il fieno deve avere un colore tendente al verde: l'ingiallimento è imputabile a piogge o comunque a una eccessiva permanenza in campo, l'imbrunimento è dovuto al riscaldamento che ne abbassa digeribilità e valore nutritivo;
- **ODORE**: il fieno deve avere un buon odore, tipico del fieno, e non presentare alterazioni;
- **CONSISTENZA**: un buon fieno deve essere tendenzialmente foglioso e morbido;



- Il **RAPPORTO STELI/FOGLIE** dipende dall'essenza foraggera e dall'epoca di sfalcio: il fieno di un prato stabile è normalmente più foglioso di quello ottenuto da piante foraggere avvicendate; un fieno grossolano (poche foglie e steli duri e pungenti) è per lo più dovuto a un ritardo nello sfalcio e a perdite subite nel corso della fienagione
- **ALTERAZIONI**: un fieno putrido, con molta muffa o marcio non deve essere somministrato agli animali
- **INFESTANTI**: deve essere esente da impurità e non contaminato da essenze infestanti.



# Valutazione pratico-empirica degli insilati

- La sola valutazione visiva di un insilato non fornisce accurate informazioni sul contenuto in principi nutritivi. Tuttavia, associati a una analisi chimica, fattori come il colore, l'odore e l'aspetto generale danno una buona indicazione del complessivo valore nutritivo dell'insilato.
- L'effetto di processi microbiologici sui foraggi durante l'insilamento necessita un'attenta valutazione, anche se il materiale di partenza è di buona qualità.

- ✓ Compressione e chiusura
- ✓ No percolazioni
- ✓ No surriscaldamento
- ✓ Giusta lunghezza di trinciatura: 0.5 - 2.0 cm
- ✓ pH (cartina al tornasole)
- ✓ Colore: bruno-verdastro di tonalità chiara
- ✓ Odore: acetico (a volte alcolico) gradevole, butirrico (come di burro rancido)
- ✓ Silomais: presenza di granella (40 %)
- ✓ Assenza di muffe

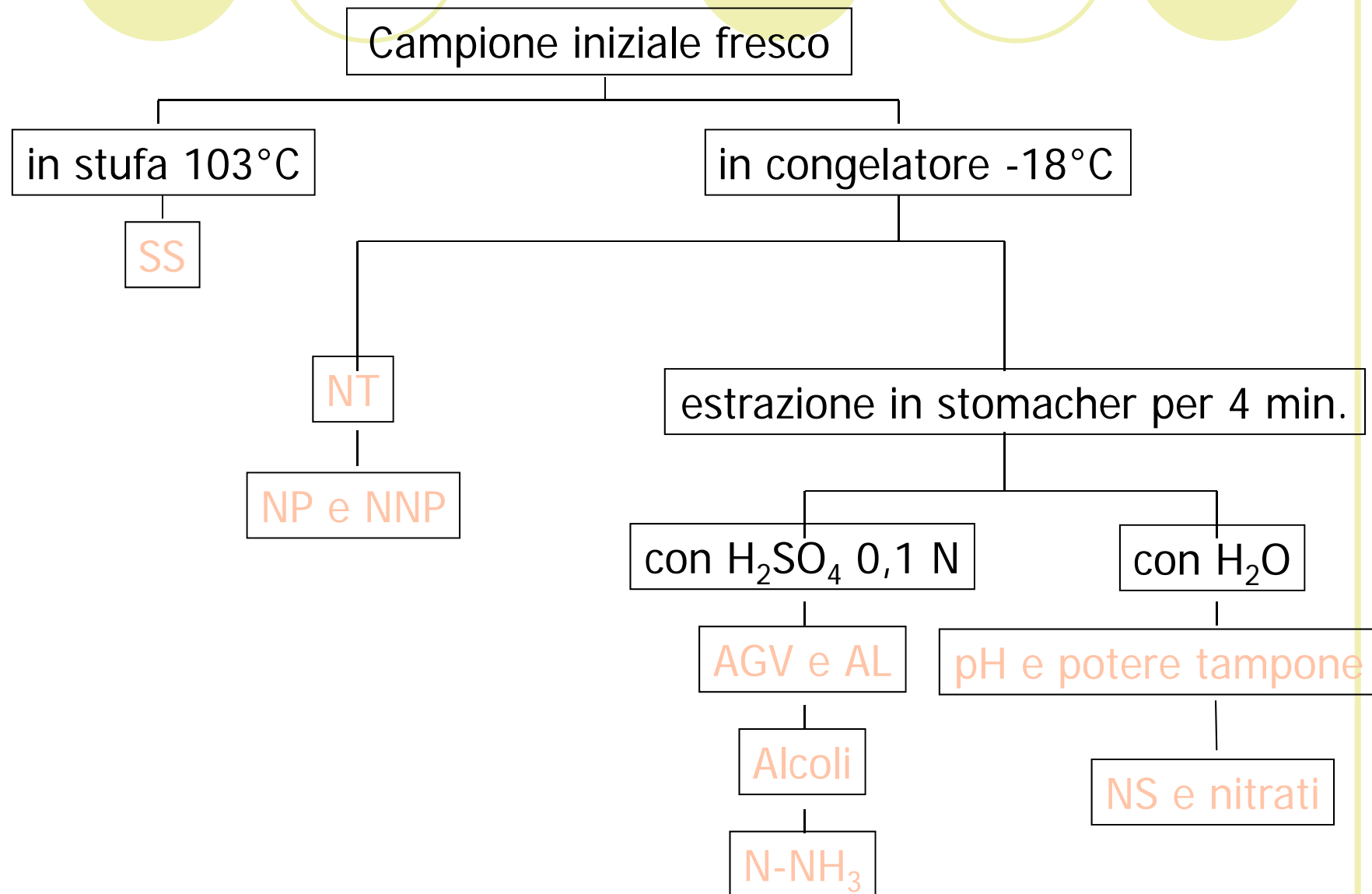


# Metodi analitici

- ❖ Anche se la qualità degli insilati può essere stimata visivamente esaminando l'insilato, essa può essere valutata accuratamente solo tramite analisi chimica.
- ❖ Le più importanti analisi che possono essere effettuate in laboratorio per valutare la conservazione dell'insilato sono:
  - ✓ sostanza secca
  - ✓ pH e potere tampone
  - ✓ carboidrati solubili in acqua e zuccheri prontamente disponibili
  - ✓ frazioni azotate (NS, NP, NPN,  $\text{NH}_3$ )
  - ✓ alcoli (butanolo, propanolo, ecc.)
  - ✓ acidi organici (latico, acetico, propionico, butirrico, iso-butirrico, iso-valerianico, valerianico)
- ❖ Nella valutazione dei risultati delle analisi è importante ricordare che alcuni fattori che agiscono sui silos possono influenzare la digeribilità dei nutrienti (es. l'esposizione al calore può diminuire la digeribilità delle proteine e ridurre il tenore di SS).
- ❖ Insilabilità dell'erba
  - ✓ sostanza secca
  - ✓ pH e potere tampone
  - ✓ carboidrati solubili in acqua
  - ✓ proteine e nitrati



# Valutazione qualitativa degli insilati





- Valori di riferimento per giudicare la qualità di conservazione di un insilato:

- SS = min 28-30 %
- acidità attuale (pH) = 3.6 - 4.2
- acidità organica = min 5-6% max 8-10%
- lattato = 60-70%
- azoto ammoniacale = 5% dell'azoto tot
- azoto solubile = 50% dell'azoto totale
- etanolo = <2% della SS
- acido acetico = 25 g per kg di SS
- acido propionico = assente o in tracce
- acido butirrico = assente o in tracce

- Queste caratteristiche di eccellente qualità si ottengono con insilati mantenuti a pH inferiori a 4 per la quantità di acido lattico formato

Prodotti della fermentazione (sulla ss) e qualità degli insilati

	<i>Qualità dell'insilato</i>		
	<i>Buona</i>	<i>Intermedia</i>	<i>Scarsa</i>
pH dell'insilato con umidità <65%	< 4.8	< 5.2	> 5.2
pH dell'insilato con umidità > 65%	< 4.2	< 4.5	> 4.8
Acido lattico %	3-14	variabile	variabile
Acido butirrico %	< 0.2	0.2-0.5	> 0.5
Proporzione di acidi totali %			
Lattico	> 60	40-60	< 40
Acetico	< 25	25-40	> 40
Butirrico	< 5	5-10	>10
Azoto ammoniacale (% dell'azoto totale)	< 10	10-16	> 16
ADIN <sup>1</sup> (% dell'azoto totale)	< 15	15-30	> 30

**Grazie per l'attenzione!**

