



SİLAJ YAPIMI ve SİLAJ YEMLERİ

Prof.Dr. M. KEMAL KÜÇÜKERSAN

7.10.2024

Prof.Dr. Kemal Küçükersan

1



SİLAJ NEDİR ?



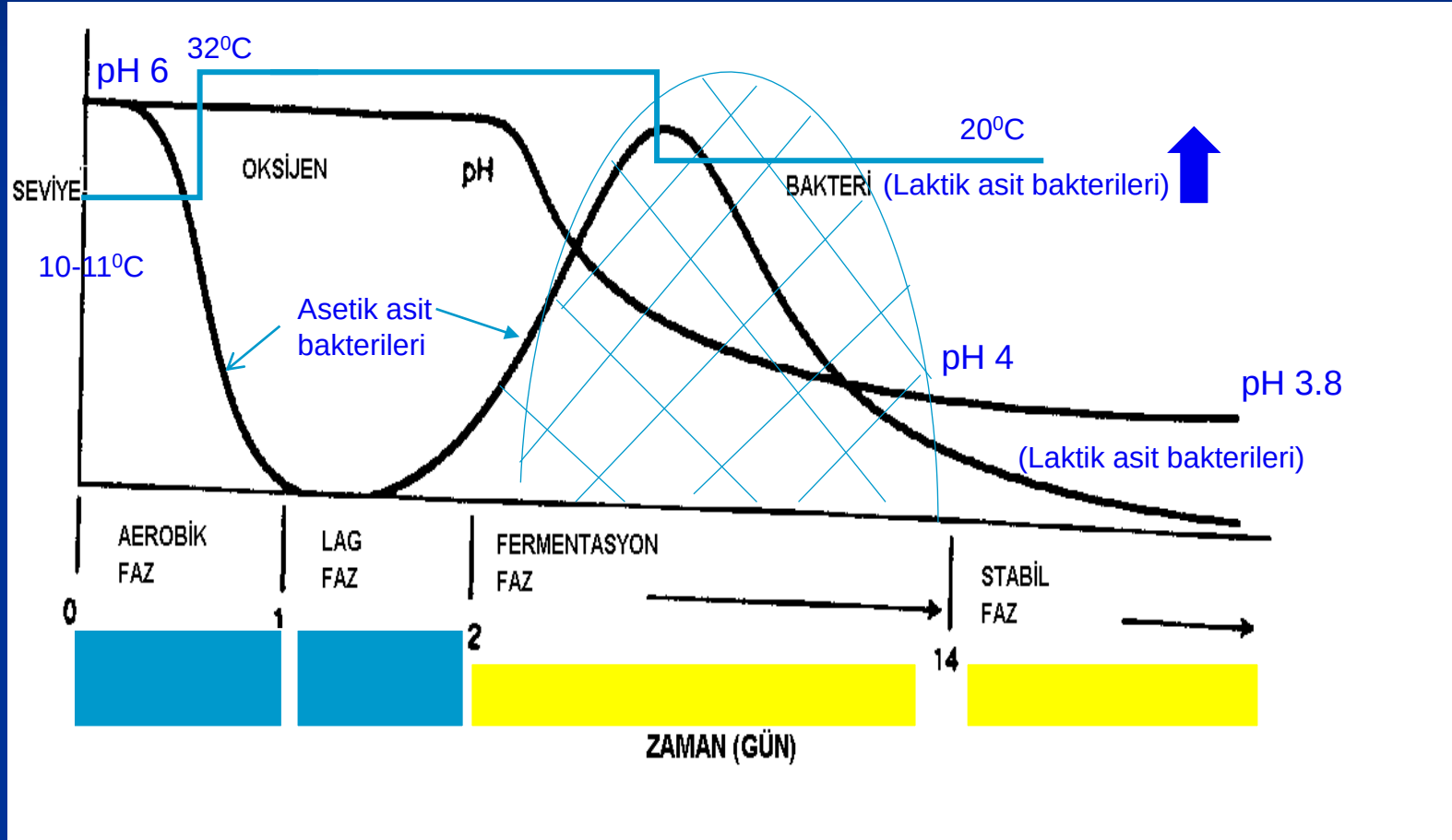
TANIMI

Biçildikten sonra, yeterli düzeyde kuru madde (% 30-40) içeren yeşil yemlerin, anaerob koşullarda saklanması sonucu elde edilen fermente yemlere silaj yemi denir.



Silaj yeminin yapılması esnasında üç önemli faktör söz konusudur.

1. Silaj yeminin kimyasal kompozisyonu,
(Kolay eriyebilir karbonhidrat)
2. Silaj yemine oksijen girişi,
(yemin bozulma riski)
3. Bakteriyel popülasyonun aktivasyonu.
(Laktik asit bakterilerin düzeyi)





Fermantasyonun devam etmesi kaba yemin kompozisyonuna bağlıdır. Fermantasyonda iyi bir korumanın sağlanması için silaj yeminde

- 😊 laktik asit üretiminin yüksek,
- 😊 pH'nın düşük,
- 😊 şeker miktarının yeterli ve
- 😊 buffer kapasitenin düşük olması gerekir.



Bazı silajlık yem maddelerin buffer kapasite ve besin madde değerleri

Yemler	Suda eriyebilir karbonhidrat (g/kg KM)	Ham Protein (% KM)	Buffer kapasite (mEq/kg)	Silaj için uygunluk düzeyi
Mısır	80-300	80-100	150-300	Yüksek
Çayır otu	35-300	100-120	250-550	Orta düzey
Yonca otu	20-150	140-160	350-650	Düşük



Silajlık yem ihtiyacı ve silo büyüklüğünü belirleyecek kriterler

- Silaj yemi verilecek hayvan sayısı ve türü
- Beslenme süresi
- Toplam rasyonda silaj yüzdesi;
- Silajın nem/kuru madde içeriği;
- Silaj yapımı ve sonrasında oluşacak kayıp yüzdesi;
- Silajın yoğunluğu.





Silajlık yem ihtiyacı ve silo alanının hesaplanması;

- Bir inek;
- 180 günlük beslenme süresi;
- 40 kg yem rasyonunun %30'si;
- Silaj için %65 su içeriği;
- Ortalama olarak bozulma vb. nedeniyle %15 kayıp;
- 0.8 metrik ton/m³ yoğunluk. Dolayısıyla, ihtiyaç duyulan silaj miktarı ve silo alanı hesaplanması:



Silajlık yem ihtiyacı ve silo alanının hesaplanması;

- Gerekli yem miktarı: 1 inek x (40 kg'nin %30'si) x 180 gün = 2160 kg yem;
- Toplam kayıplar çıkarıldığında (%15 kayıp): Bu durumda %15 daha fazla silaj gerekir, yani $2160 \text{ kg} \times \%115 = \underline{2484} \text{ kg}$ taze silaj, her inek için 180 gün boyunca gereklidir.
- Gerekli silo alanı: 400 kg/m^3 yoğunluk; dolayısıyla $2484 \text{ kg} / 400 \text{ kg} =$ her hayvan için 6.21 m^3 silo kapasitesi.



Silajlık yem ihtiyacı ve silo alanının hesaplanması;

- 180 gün boyunca rasyonun %30'si için 10 inek düşünülürse ;
- $10 \times 2160 \text{ kg} = \underline{21\,600 \text{ kg}}$ silaj; ve $10 \times 6.21 \text{ m}^3 = \underline{62,10 \text{ m}^3}$ silaj alanı. Dolayısıyla, 8.7 metre uzunluğunda, 3.7 metre genişliğinde ve 1.9 metre yüksekliğinde bir hendek, yığın veya bunker silosu yeterli olacaktır. Ancak, gelecekteki genişleme için biraz daha büyük bir kalıcı silo yapılması önerilir.

SİLAJIN AVANTAJLARI

- 1. Silaj yemlerde (kuru ota göre) besin madde kaybı minimum seviyededir.
- 2. Kötü hava koşullarında (kuru ota göre) daha iyi kaliteli yem elde edilir.
- 3. Yeşil yemlerin bulunmadığı kış aylarında, kurak geçen yaz aylarında ve hatta meranın yetersiz kaldığı durumlarda hayvanlara kaliteli, ucuz ve özsu bakımından zengin yem yedirme olanağı sağlanır.



- 4. Kurutuldukları zaman hayvan tarafından yenilemeyecek kadar sertleşen yemler, silolandığında daha yumuşak bir hal alır ve sevilerek tüketilir.
- 5. Fermantasyon sırasında yeşil yemler tazeliğini ve yumuşaklığını koruduğu için lezzetli ve hoş kokulu, biraz lakzatif etkiye sahip ve hayvan tarafından istekle tüketilen yem elde edilir.



- 6. Silaj yemler her dönüm araziden maksimum verim alma olanağı sağlar.
- 7. Silajın depolanması kuru ota nazaran daha kolaydır ve her kg KM için daha az alana gereksinim vardır.
- 8. Tarla erken boşaltılır, dolayısıyla ikinci bir ürün ekimine hazırlanabilir.
- 9. Yangın tehlikesi yoktur.
- 10. Silo yemi usulüne uygun elde edildiğinde, uzun süre (materyal açılmadığı takdirde 1 yıl) değerini kaybetmeden saklanabilir.

DEZAVANTAJI

- 1. Kaliteli bir silo yemi üretimi için silo adı verilen yapılara ihtiyaç duyulur. Sözü edilen yapıların yapımı kurutma yöntemine göre daha pahalıdır.
- 2. Silo yemi güneşte kurutulan ota göre daha az D vitamini içerir.
- 3. Yüksek düzeyde su kapsadığından aynı miktar Kuru maddenin servisi için 3-4 misli daha fazla işçilik gerektirir.
- 4. Silolama sırasında özellikle silajı zor yapılan yem bitkilerine katkı maddesi ve prezervatif kullanmak gerekir. Bunlar da ekstra masraf oluşturur.
- 5. Taşınması ve transfer edilmesinde ekstra masraf oluşturması
- 6. Kuru madde oranı %32'den az olduğunda sızıntı kayıpları. Torbalarda fark edilmeyen kuş/kemirgen hasarı sonucu oluşan bozulma kaybı. Çok ıslak (gaz/sızıntı kayıpları) veya çok kuru silaj (bozulma).

SÜT ASİDİ BAKTERİLERİNİN OLUŞMASI İÇİN OPTİMUM KOŞULLAR

- 1. Yeşil Bitkilerin Soldurulması ve Parçalanması ★
- 2. Anaerob Ortam ★★
- 3. Isı ★
sıcak süt asidi bakterileri (40-45 C⁰)
soğuk süt asidi bakterileri (8-30 C⁰)
- 4. pH : pH 3.8-4.2 ★★★
- 5. Karbonhidratca Zengin Ortam ★

SİLO YEMİ YAPIMI İÇİN UYGUN YEM BİTKİLERİ

- 1. Silolamaya en uygun yemler: **MISIR HASILI, ŞEKER PANCARI YAPRAKLARI, ŞEKER PANCARI BAŞLARI**
- 2. Silolamaya az uygun yemler: **TIRFIL VE HUBUBAT SAPLARI**
- 3. Silolaması zor olan yemler: **KÖRPE ÇAYIR OTLARI VE BAZI BUĞDAYGİLLER**
- 4. Silolaması en zor olan yemler: **YONCA, KORUNGA VE FİĞ**



İYİ BİR SİLAJDA OLMASI GEREKEN KRİTERLER

- 1. Anaerobik Ortam
- 2. Koku
- 3. Renk
- 4. pH
- 5. Bitkinin Doku
Bütünlüğü



Silajın kalitesinin belirlenmesinde;

- 1) Rakamsal olarak değerlendirme (Flieg puanı)
- 2) Fiziksel özelliklerine göre değerlendirme

Flieg puanı, regresyon eşitliği ile bulunabilmektedir.

$$\text{Flieg puanı: } 205 + (2 \times (\text{silajın \% KM})) - (40 \times \text{pH})$$



Silajın Flieg puanına göre değerlendirilmesi

Değerlendirme	Puanlama
Pekiyi	81-100
İyi	61-80
Orta	41-60
Değeri düşük	21-40
Çok kötü kullanılamaz durumda	0-20



Silajın fiziksel özelliklerine göre değerlendirilmesi

KRİTERLER	Puanlama
Koku (toplam 20 puan)	
Kendine has kokuda, aromatik, tereyağı kokusu hissedilmiyor	14
Zayıf tereyağı kokusu, asit ve aromatik koku	8
Orta derecede tereyağı kokusu veya küf kokusu	4
Şiddetli tereyağı kokusu veya küf kokusu	2
Çok şiddetli tereyağı kokusu, irrite edici küf ve çürüme	0
Yapı (toplam 4 puan)	
Yaprak ve saplar bozulup dağılmamış durumda	4
Yaprak yapısı bozulmaya başlamış durumda	2
Yaprak yapısı bozulmuş, küflenme başlamış durumda	1
Yaprak yapısını tamamen kaybetmiş, şiddetli küflenme	0
Renk (2 puan)	
Materyalin kendine has zeytin yeşili renkte olması	2
Materyalin hafif sarıdan kahverengine doğru dönmesi	1
Renk özelliğini kaybetmiş ve küflenme ortama hakim durumda	0
Değerlendirme	
Pekiyi	18-20
İyi	14-17
Orta	10-13
Değeri düşük	5- 9
Çok kötü, kullanılamaz durumda	0- 4















Sizce Silaj Böylemi olmalı ?

MISIR HASILI SİLAJI

- Mısır silajının avantajları şu şekilde sıralanabilir;
- 1. Yüksek enerji içeriğine sahip olduğundan konsantre yemin daha az kullanılmasına olanak sağlar.
- 2. Yemlerin lezzetini artırır.
- 3. Süt üretimi ve vücut kondüsyonunun devamı için hazır enerji ve düzenli bir ruminasyonun olabilmesi için de yeterli düzeyde selüloz içerir.
- 4. Çayır ve diğer baklagil otlarına nazaran idaresi ve kullanımı daha kolaydır.
- 5. Mısır silajı besinsel değeri de yüksektir.

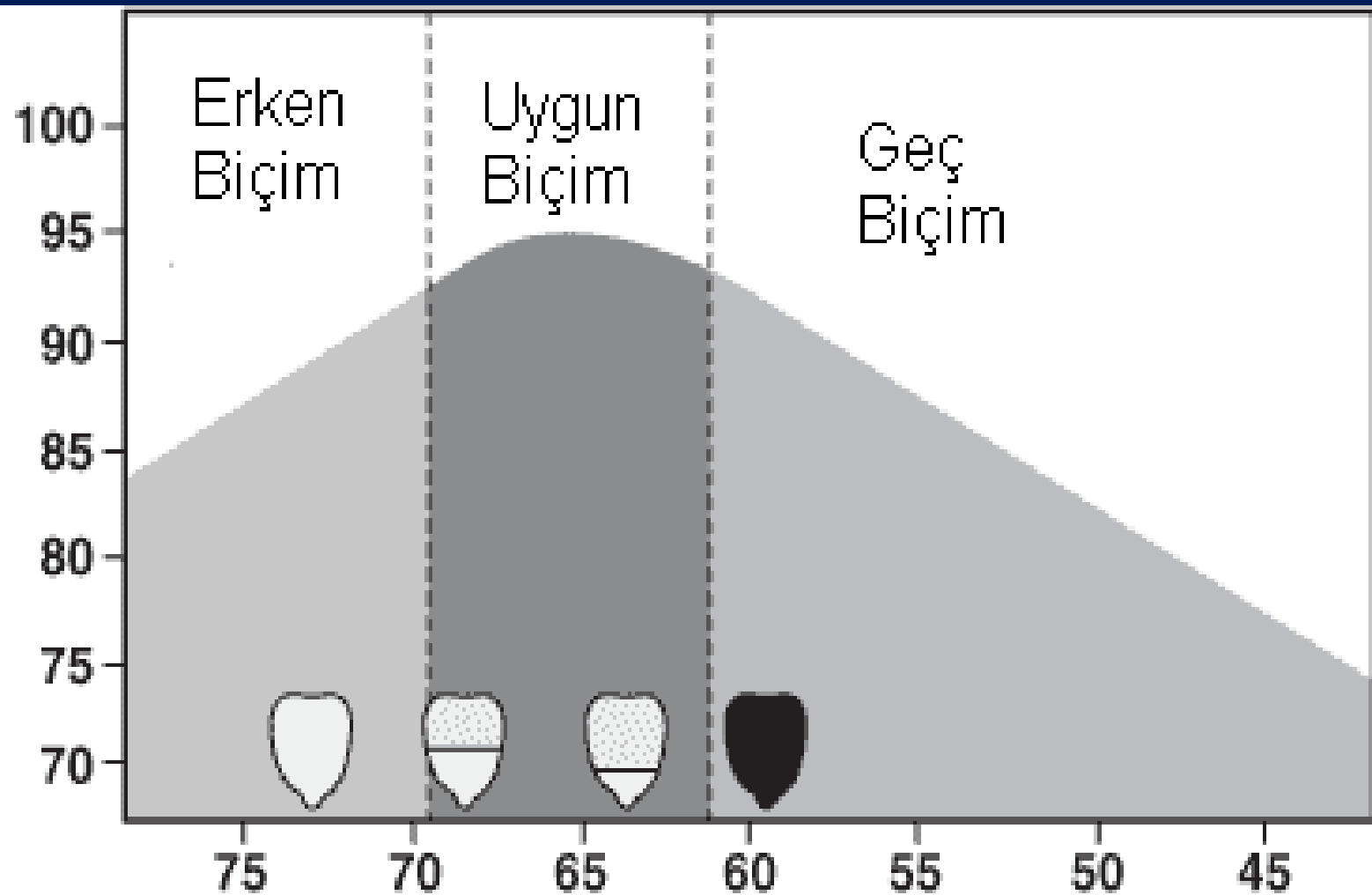
- Mısır hasılı silajında fazla miktarda tahıl tanesi vardır ve bu düzey yaklaşık olarak % 40'ı bulur.

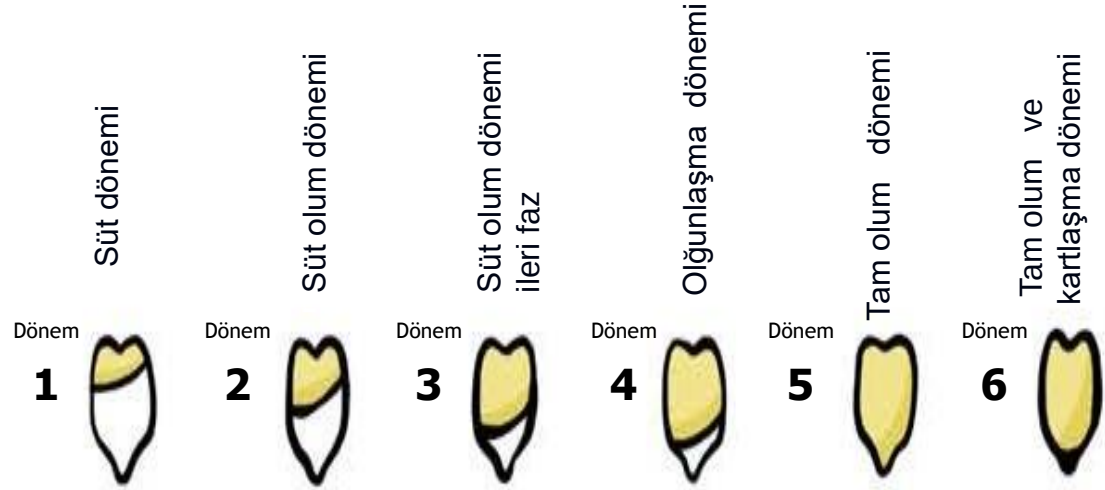
<u>■ Bitki bölümü</u>	<u>Kuru maddede, %</u>
■ Yapraklar	15-25
■ Tahıl tanesi	20-50
■ Koçanı	6-10
■ Kabuk	6-8
■ Sap	17-40

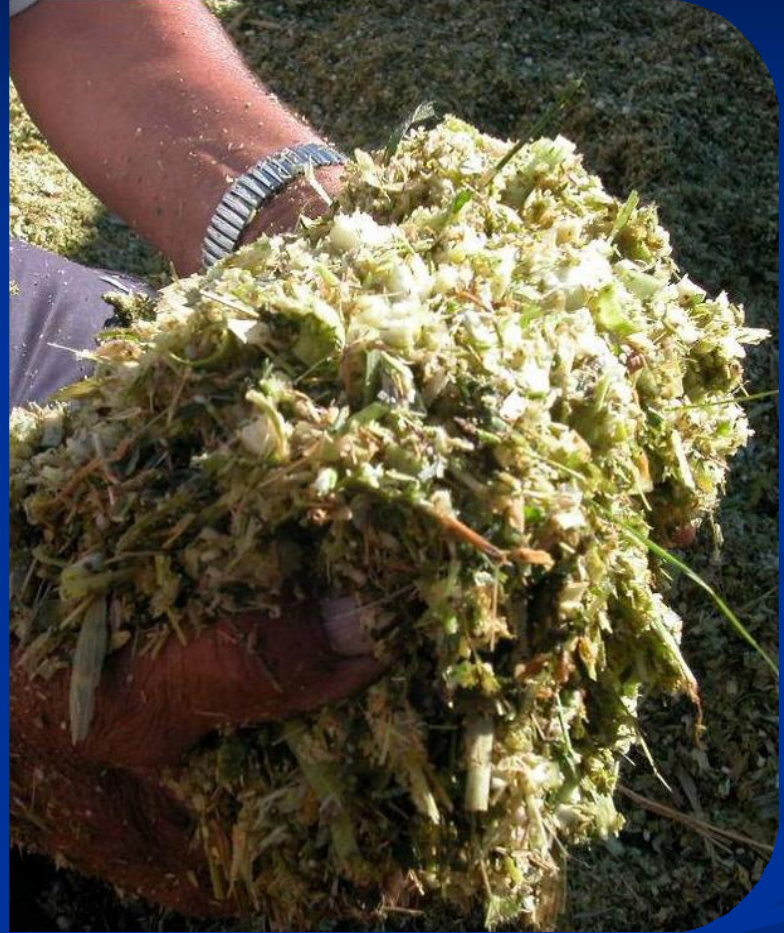
Tanesi > yaprakları > kabuğu > koçanı > sap



- Mısır hasılı 4 farklı dönemde biçilebilir.
- 1. Süt taneli dönem,
- 2. Hamur kıvamı,
- 3. Hamur kıvamının son dönemi,
- 4. Tanenin tam sertleştiği dönem olarak sıralanabilir.
- Mısır hasılında en uygun biçim zamanı **tanenin koçanla birleştiği yerde siyah bir tabakanın oluştuğu dönemdir.**







Mısır Hasılı Silajı Yapımı

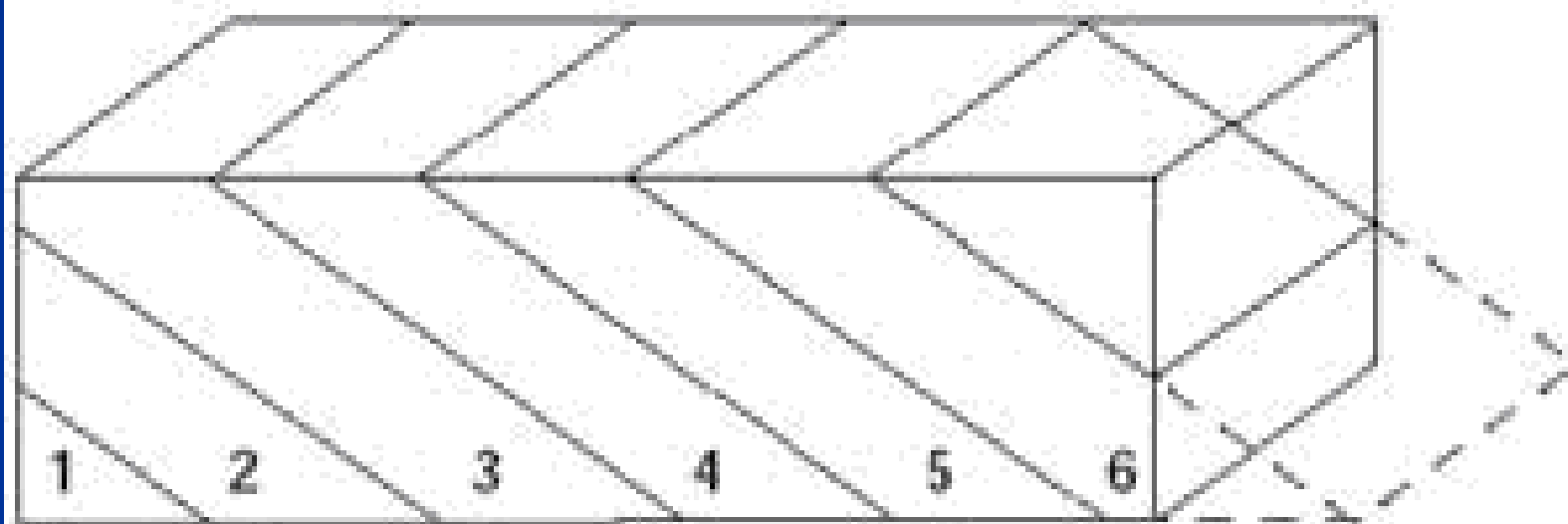
- Mısır hasılı süt oluşum döneminde 4-5 cm uzunluğunda doğranır. Daha sonra yem materyali 1-2 saat güneş ışığında bırakılarak kuru madde miktarı yükseltilir.



Mısır Hasılı Silajı Yapımı

- Suyu bir miktar uçurulan (optimum nem oranı % 60-65) mısır hasılları silo çukuruna doldurulup üzerinden traktör ile birkaç defa gidip gelinerek iyi bir sıkıştırma yapılır. Bu işlemi takiben silo çukurunun yüksekliğine bağlı kalınarak mısır hasılları yine çukura doldurulup traktör yardımıyla sıkıştırılır.



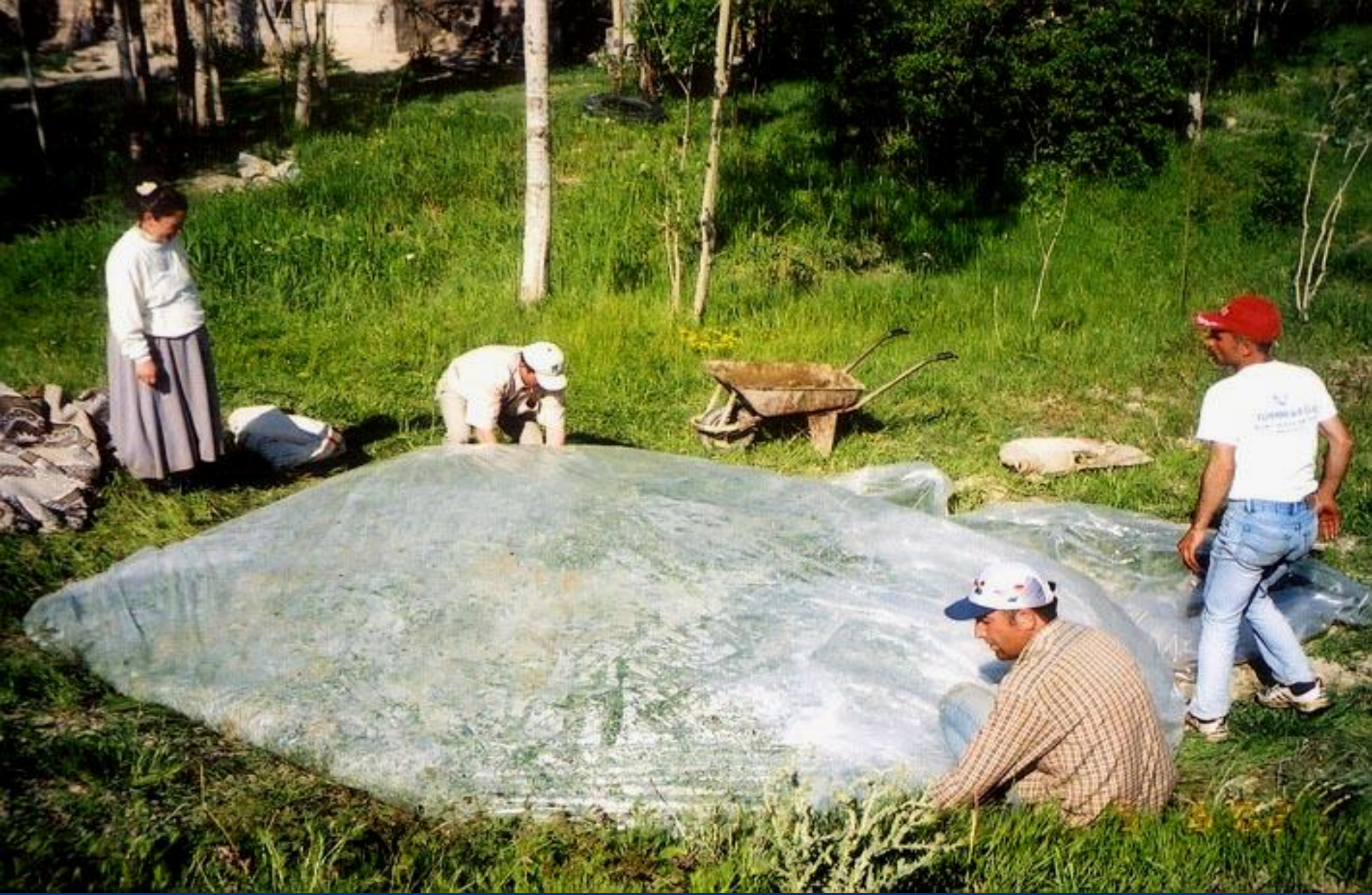




7.10.2024

biçilerek yığılan otun silolanacağı yere taşınımı







Etrafına hendek açılarak beklemeye bırakılan silo

7.10.2024

Prof.Dr. Kemal Küçükarsan

41





Biçilen materyalin römorka doldurulması



Biçilen materyalin römorka doldurulması

7.10.2024

Prof.Dr. Kemal Küçükarsan

45



7.10.2024

Prof.Dr. Kemal Küçükersan

Biçme ve römorka doldurma

46



7.10.2024

Prof. Dr. Kemal Küçük İrsan

Biçilip parçalanarak getirilen ot indiriliyor

17





Mısır Silajının Bozulmasına Neden Olan Faktörler

- KURAKLIK
- YÜKSEK SICAKLIK
- KÜF VE MANTAR OLUŞUMUNDA
- AYAZDA VE DOLU YAĞIŞINDA

BUĞDAY HASILI SİLAJI

- Buğday silajında nem oranı % 55-70 arasında değişmekle beraber ideal nem oranı % 60-65'dir.
- Arpa, buğday ve yulaf hasıllarında biçim zamanı, olgunlaşmanın orta derecede hamurlaşma olduğu dönemde yapılmalıdır.

SORGUM SİLAJI

- Sorgum silajı, mısır hasılı silajına benzer uygulamalar yapılır. Besin değeri mısıra göre daha düşüktür. Ayrıca su oranı daha fazla olduğundan daha uzun süre kurutulmalıdır.
- Sorgum süt veya hamur oluşumu döneminde hasat edilirse, yemin kuru madde oranı yükselerek silolamaya uygun hale gelir.
- İyi kaliteli sorgum silajında parlak bir yeşil renk, hafif sirke kokusu ve 4.5'in altına bir pH elde edilir.
- Sorgum silajında biçim zamanının geciktirilirse, protein oranında ve sindirilme derecesinde azalırken, karbonhidrat oranında olgunlaşma tamamlandığında %5'in altına düşer.

ŞEKER PANCARI YAPRAKLARI VE POSA SİLAJI

- Şeker pancarı yaprakları
- Karbonhidrat bakımından zengin, su içeriğinin yüksektir (katkı maddeleri kullanılması; tahıl kırmaları %4-8, kuru ot veya saman %8-12).
- Şeker pancarının hasatı yapıldıktan sonra yaprakları üzerindeki toprakların temizlenip alt kata oranında saman veya kuru ot, üzerine pancar yaprakları ve katkı maddesi konularak sıkıştırılır. İkinci tabakada da aynı işlemler kap (veya silaj çukuru) dolana kadar devam edilir ve üzeri kapatılarak fermentasyona bırakılır.



YONCA SİLAJI

- Yonca fiğ ve korunga gibi silajı en zor yapılan yem maddesidir.
- Protein düzeyi  Karbonhidrat düzeyi 
- Yonca için en uygun biçim zamanı çiçeklenme başlangıcı veya tam çiçeklenme dönemidir.

YONCA SİLAJI YAPIMI

- Yonca biçildikten sonra ön bir soldurmanın ardından silaj çukuruna doldurulur 10-15 cm kalınlığında bir tabaka silaj çukuruna serildikten sonra traktör yardımıyla sıkıştırma işlemi yapılır.



YONCA SİLAJI YAPIMI

- Yonca silajında ortamın karbonhidrat bakımından zenginleştirmek için melas, arpa, peynir altı suyu gibi katkı maddeleri ya püskürtme ya da serpmeye ile yem materyaline uygulanır. Bu işlemin ardından yine yaklaşık 10-15 cm kalınlığında yonca silaj çukuruna serilir ve traktörle sıkıştırılır. Bu işlemler silaj çukurunun dolmasına kadar devam ettirilir.



KOMBİNE YAPILAN SİLAJLAR

- Şeker pancarı, ayçiçeği yaprakları + mısır hasılı, yonca (% 70 - % 30)
- Buğdaygil ve baklağil otlarının karışımından silaj yapımında; (% 70 - % 30 veya % 60 - % 40)
- Mısır hasılı + yonca kombine silaj yapılacaksa ideal oran; % 40 düzeyinde mısır hasılı kullanılması iyi bir fermantasyon için yeterlidir.



SİLAJDA KATKI MADDELERİ

- 1. Melas
- 2. Peynir Altı Suyu
- 3. Şeker
- 4. Karbonhidratlarca zengin maddeler

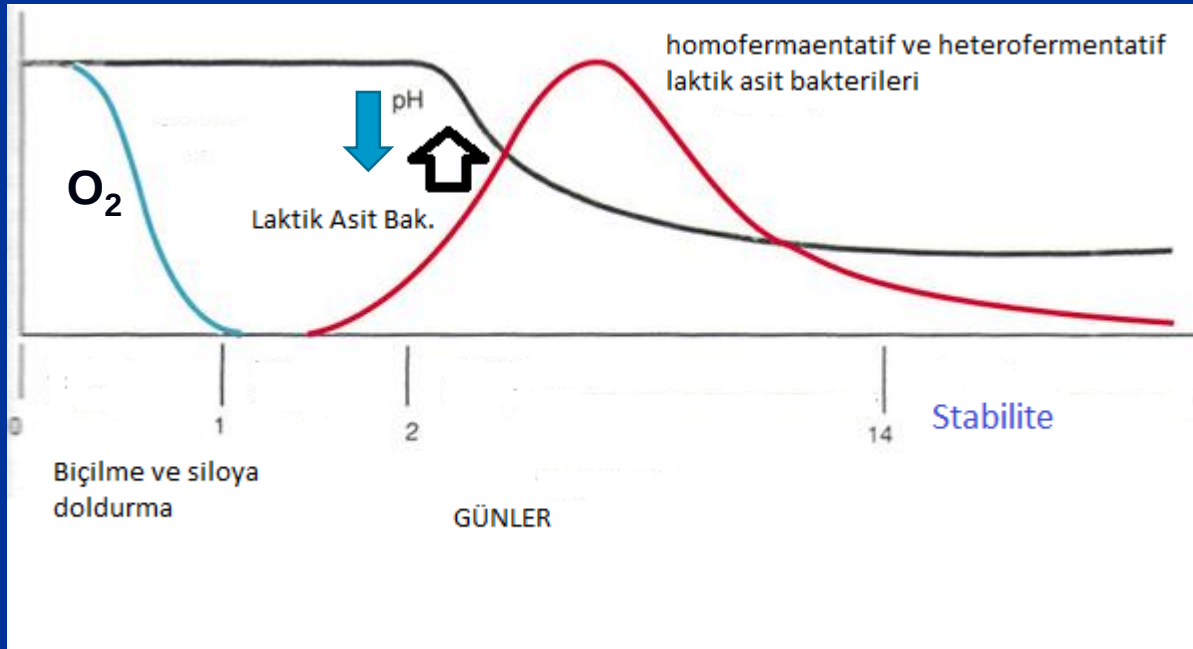
SİLO YERLERİNİN BELİRLENMESİNDE DİKKAT EDİLECEK NOKTALAR

- 1. Silonun ahırın yakınında olması gerekir.
- 2. Silolar şerbet ve gübre çukurlarına yakın olmamalıdır. Aksi halde sızıntı ile silo yeminin bozulması söz konusu olabilir.
- 3. Doldurma ve boşaltmada kolaylık sağlanmalıdır.
- 4. Silonun biraz meyilli bir yerde yapılması gerekir. Eğer düz bir yerde yapılacaksa, silo tabanına % 1-2 derece meyil vermek özellikle yağmur sularının dışarı atılması için şarttır.
- 5. Silajın kullanıldığı ahırlarda çok iyi bir havalandırmanın yapılması gerekir.



SİLAJ MİKROBİYOLOJİSİ

- 1. Homofermentatif laktik asit bakterileri ★ ★
- 2. Heterofermentatif laktik asit bakterileri ★





SİLAJ MİKROBİYOLOJİSİ

Farklı şekerlerde laktik asit bakteri fermentasyonu

Bakteri (Laktik asit)	Substrat	Son ürün
Homofermentatif	Glukoz/fruktoz	Laktik asit 
Homofermentatif	Pentoz	Laktik asit + Asetik asit
Heterofermentatif	Glukoz	Laktik asit + Ethanol + CO ₂
Heterofermentatif	Fruktoz	Laktik asit + Ethanol + CO ₂ + Mannitol
Heterofermentatif	Pentoz	Laktik asit + Asetik asit

Zararlı Mikroorganizmalar

- **Aerob Bakteriler** (yüksek sıcaklık, kuru madde oranının fazla olması, besin madde yetersizliği) *Aerobacter* ve *Echericia* türleri
- **Anaerob Bakteriler** (laktik asit ve tereyağı asidi bakterileri) Tereyağı asidi bakterileri; yemdeki şekerleri laktik asidi ve diğer fermantasyon ürünlerini kullanarak butirik asit, CO₂ ve H'e dönüştürürler. Besin maddeleri şeker  

Zararlı Mikrorganizmalar

- **Mayalar**; alkol üretiminde rol oynar, önemli miktarda CO_2 de meydana getirirler. Başlangıçta belli miktarda bulunmaları tercih edilir. Havadaki artık O_2 'i kullanırlar ve silo yemine bir aroma verirler. Uzun süren fermentasyonda besin madde kaybına yol açar.

Zararlı Mikrorganizmalar

- **Mayalar**; alkol üretiminde rol oynar, önemli miktarda CO_2 de meydana getirirler. Başlangıçta belli miktarda bulunmaları tercih edilir. Havadaki artık O_2 'i kullanırlar ve silo yemine bir aroma verirler. Uzun süren fermentasyonda besin madde kaybına yol açar.

Zararlı Mikrorganizmalar

- **Küf Mantarları;** Yeşil yemler iyi sıkıştırılmadığı zaman silonun alt bölümlerinde küf oluşur. Silajda en çok rastlanan küf mantarları *Penicillium* türleridir. *Aspergillus* ve *Mucor* mantarlarına da sıkça rastlanır. Öncelikle karbonhidratları sonra proteinleri ve laktik asidi parçalayarak silajın hem kalite hem de miktar yönünden kayba uğramasına neden olurlar.

Silo gazları

- Silaj yeminin siloya doldurulması esnasında letal gazlar oluşabilir. En büyük tehlike silaj doldurulduktan 12-72 saat sonra görülür. Silaj yeminde oluşan gaz, silajın yapılıp kapatılmasından sonraki 10 güne kadar devam edebilir. Silaj yeminde gaz oluşumu daha çok kule tipi ve dikey silolarda önem taşımaktadır.

Silo gazları

- Silo yeminde oluşan silo gazlarından en önemlileri NO_2 , N_2O_4 , NO ve CO_2 'dir. Silo yeminde NO_2 , N_2O_4 yüksek konsantrasyonda ise irrite edici bir koku ve kötü bir renk (koyu kahverengi) göze çarpar. NO_2 kırmızımsıtrak kahverengi ve çamaşırsuyu gibi kokan, N_2O_4 ise sarı renktedir. Renksiz bir gaz olan NO havadaki oksijenle NO_2 ye dönüşür ve öldürücüdür. CO_2 ise kokusuz, renksiz ve tatsız bir gazdır. Sözü edilen tüm gazlar havadan daha ağır olup genelde silo yeminin en üst tabakasında toplanır.

Silo yeminde nitratlar

- Aşırı derecede gübrelenen arazilerde yetişen bitkilerde fazla miktarda azot birikimi olur.



+ Gübreleme (N) +



NİTROJEN

Silo yeminde mantar oluşumu

- Özellikle kule tipi silolarda ya da ahşap silo malzemelerinin köşe ve dip kısımlarında mantar riski oldukça yüksektir. Mantar oluşumu silaj çukurunda oksijen alan bölgelerde oldukça sıktır ve bu bölgelerde beyaz ve gri renkli mantarlar görülmektedir. Burada en çok bilinen mantar türü *Monilla sitophilia*'dır.

SİLAJ TÜKETİMİ

- Süt ineği rasyonuna maksimum 40 kg (yaş) silaj yemi verilebilir. Ancak ideal oran 15-30 kg/gündür. Besi sığırlarına ve danalara 15 kg/gün, koyunlara 3-4 kg/gün ve atlara 5 kg/gün silaj yemi verilebilir.

BALYA SİLAJİ (HAYLAGE)

- Balya silajı, yeşil yemlerin kurutulmadan balyalanıp ambalajlanması ile elde edilmektedir. Balya silajı, üretim standartları iyi planlandığında ve hayvanlara uygun sürelerde verildiğinde çok rahatlıkla kullanılan kaba yem saklama biçimidir. Balya silajı, yeşil yemlerin ön soldurmadan sonra belli bir kuru madde oranına ulaştıktan sonra sıkıştırılıp anaerob ortamda fermentasyonun şekillenmesiyle oluşturulur.

BALYA SİLAJI (HAYLAGE)

- Bu silaj paket, balya ve sucuk gibi çeşitli formlarda hazırlanmaktadır. Balyalama sırasında nem oranı çok önemlidir ve bu aşamada ideal oran % 50-60 arasında kabul edilir. Nem içeriğinin yukarıda belirtilen ideal orandan az veya fazla olmasının avantaj ve dezavantajları vardır.

BALYA SİLAJI (HAYLAGE)

