

Diğer yandan laktik asit üretim hızı da clostridia aktivitesini engelleyen ve fermentasyon kayıplarını minimum düzeyde tutan önemli bir faktördür. Laktik asit üretim hızı büyük ölçüde silolanan ürünün başlangıç LAB (Laktik Asit Bakterisi) popülasyonu ve SÇK (Suda çözünen karbonhidratlar) içeriğine bağlıdır. Ancak silolanacak ürüne uygulanan fiziksel işlemler de laktik asit üretim hızını etkiler. Özellikle parçalama, doğrama, yırtma v.b. fiziksel işlemler bitki özsuğunu bitki bünyesinden hızla uzaklaştırarak LAB' nin gelişimini teşvik ederler.

Yurdumuzda kuru maddesi düşük (Kuru maddesi % 25 den az) yeşil bitkilerden, bilhassa yoncadan soldurma yapmadan doğrudan silaj makinesi ile hasat yapılarak silolanan silajların çürütmesinin, bozulmasının sebebi asitliğin 4.0 pH' ya düşürülememesi, clostridia bakterilerinin çok sayıda üremesidir.

## **2. SİLOLAR**

Silolar, ticari silolar ve deney siloları olmak üzere başlıca iki gruba ayrılırlar.

### **2.1. Ticari Silolar**

Üreticilerin silaj yaparken kullanabilecekleri çok çeşitli silo tipleri bulunmaktadır. Bu silolar ticari silolar olup genel olarak yedi gruba ayrılabilirler. Bunlar; yığın şeklinde, kule tipi, bank tipi, duvarları hareketli, vakum ve plastik sosis silolar ile büyük balyalıdır.

#### **2.1.1. Yığın Şeklindeki Silolar**

Bitkisel ürünün, toprak üzerinde yaklaşık 2-3 m yüksekliğinde bir yığın şeklinde yada toprak içine hendek şeklinde kazılan bir yerde depolanmasıyla oluşturulan oldukça eski ve basit silolardır (**Fotoğraf 2 ve 3**).



**Fotoğraf 2.** Yığın silo



**Fotoğraf 3.** Hendek silo

Bu silolar hava girişine oldukça müsait oldukları için özellikle bu siloların plastik örtü (PVC veya polietilen) ile kapatılması aşamasında çok dikkatli olunmalıdır. Silolanan ürünün üzeri plastik örtü ile tamamen kapatılmalı ve örtünün üzerine de kum torbaları veya eski araç

lastikleri konarak silo içersine hava girişi engellenmelidir. Ayrıca plastik örtünün yer ile temas ettiği kenar bölümler hava girişi için en uygun yerler olduğu için bu kenar bölümlerin çok iyi kapatılması ve üzerine ağırlık konulmasına büyük bir özen gösterilmelidir. Aksi halde bu tip silolarda yapılan silajlarda çok fazla oksidasyon kayıpları görülmesi kaçınılmazdır. Bilhassa toprak kazılarak yapılan hendek tipi silolar, hem gereksiz yere çok miktarda toprak hafriyatına sebep olur, hem de silajın içine toprak karışması ile hayvanlara toprak kökenli birçok zararlı bakteri yedirilmiş olur.

Ülkemizde en yaygın silo tipi yığın şeklindeki silolardır. Bu tür silolarda oluşan fermentasyon kayıpları diğer tüm silo çeşitlerindeki fermentasyon kayıplarından daha yüksektir. Ancak üreticilerimiz genellikle düşük maliyetinden dolayı bu tür siloları tercih etmekte ve diğer silo çeşitlerine pek rağbet etmemektedirler. Sonuçta bu tür silolar ülkemizdeki kötü fermente olmuş silaj oluşumunda çok önemli bir rol oynamaktadırlar.

#### 2.1.2. Kule Tipi Silolar

Bu tip silolar beton veya çelikten yapılan uzun ve silindirik tipli silolardır (**Fotoğraf 4 ve 5**). Özellikle ABD ve Kanada' da çok yaygın olarak kullanılan bu silolar büyük hayvancılık işletmeleri tarafından tercih edilmektedirler. Bu silolarda oksijensiz ortamın oluşturulması çok kolaydır. Ayrıca hava ile temas eden yüzeyleri yatay silolara göre daha az olduğu için bu silolardaki oksidasyon kayıpları çok azdır. Kule tipi silolarda silolanacak ürünlerin KM içerikleri yüksek olmalıdır. Bu nedenle bu silolara ürün ya soldurulduktan yada yüksek KM içerecek şekilde geç bir olgunlaşma döneminde hasat edildikten sonra konmalıdır. Bu uygulama kule tipi siloları hem yüksek basıncın olumsuz etkilerinden korur hem de silo suyu çıkışı ile oluşacak besin maddeleri ve enerji kaybını en az düzeye indirir.



**Fotoğraf 4.** Kule tipi silo (Beton)



**Fotoğraf 5.** Kule tipi silo (çelik)

### 2.1.3. Bank Tipi Silolar

Silaj yapımını benimsemiş ülkelerde kullanılan en yaygın silo türüdür. Genellikle 2-3 m yüksekliğinde, 2 veya 3 beton duvardan oluşurlar (**Fotoğraf 6 ve 7**). Silajı yapılacak parçalanmış ürün bu silolara katman katman doldurulmakta, silo büyüklüğüne göre traktör yada iş makineleri ile sıkıştırıldıktan sonra üzerleri plastik bir örtü ile örtülerek kapatılmaktadır. Daha sonra plastik örtünün üzerine, hem silolanan materyal yüzeyi ile örtü arasında hava kalmasını hem de silo içerisine hava girmesini önlemek için kum torbaları, eski araç lastikleri v.b. materyaller konmaktadır. Bu silolarda görülen oksidasyon kayıpları yığın şeklindeki silolardan çok daha az, kule tipi silolardan ise bir miktar daha fazladır.

Bu tip silolar genellikle demir ve beton karışımı sağlam duvarlardan oluşur. Duvarların bir özelliği de silo içerisine hava girişini önlemektir. Fermantasyon sırasında silo içerisinde bazı asitler oluşur. Dolayısıyla silajlar bir miktar asit içerirler. Silajların bu özelliklerinden dolayı silo duvarlarının zaman içerisinde bu asitlerden zarar görmesini önlemek ve silonun ömrünü uzatmak için silo duvarlarının zift, asfalt v.b koruyucu bir materyal ile kaplanarak korunması gerekir.



**Fotoğraf 6.** Bank tipi silo



**Fotoğraf 7.** Bank tipi silo

Bank tipi silolar ülkemizde silaj yapımında kullanılabilecek en uygun silolar olup özellikle büyük işletmeler artık bu tip siloları kullanmaktadırlar. Bu silolarda oluşan fermantasyon kayıpları yığın şeklindeki silolara göre çok daha az olduğu için söz konusu silolar küçük işletmelerin de yararlıdır. Bu nedenle ülkemizde özellikle küçük işletmeler tarafından kullanılan ve çok yüksek boyutlarda fermantasyon kayıplarına yol açarak kötü kalite silaj oluşumuna yol açan yığın şeklindeki siloların süratle terk edilerek bank tipi siloların kullanılmaya başlanması çok önemlidir.

#### 2.1.4. Duvarları Hareketli Silolar

İngiltere' de geliştirilen bu silo tipinde, bank tipi silonun duvarları dışa doğru hareket edebilmektedir. Silo duvarlarının yüksekliği yaklaşık olarak 4 m olup, özellikle yan duvarların yüksek basınca karşı desteklenmesi durumunda silo duvarlarının yüksekliği 7 m' ye çıkabilmektedir. Diğer yandan işletmeler gereksinimlerine göre değişik boyutlarda da yapabilmektedirler (Fotoğraf 8).



Fotoğraf 8. Duvarları hareketli silo

#### 2.1.5. Vakum Silolar

Vakum silolarda, silolanacak ürün önce plastik bir örtü üzerine yığılır. Ürünün üzeri yine plastik bir örtüyle kapatıldıktan sonra alttaki örtü ve üstteki örtülerin uçları birbirine yapıştırılır (Fotoğraf 9 ve 10). Bu aşamadan sonra silo içerisindeki hava vakum pompası ile alınır. Vakum pompası ile havanın alınması sırasında silolanan ürünün oturarak yerleşmesi de sağlanmış olur. Bu yöntem, silonun hava almayacak bir şekilde kapatılması halinde başarılı olmaktadır. Ancak plastik çok kolay tahrip olabilen bir materyal olduğu için silo içerisine herhangi bir şekilde hava girişi olursa ortaya çıkacak fermantasyon kayıpları çok yüksek boyutlara ulaşır.



Fotoğraf 9. Vakum silo (Sosis silo)



Fotoğraf 10. Vakum (Sosis)silonun doldurulması

#### 2.1.6. Plastik Sosis Silolar

Almanya' da geliştirilen bu silo tipinde, parçalanmış materyal özel bir makine ile tünel şeklindeki siloya püskürtülerek veya bir paletli merdane ile sıkıştırılarak doldurulur (**Fotoğraf 11,12,12/a ve 12/b**). Doldurulduktan sonra plastik sosis silonun çapı yaklaşık olarak 2.4-3.0 m, boyu ise 30-70 m olmaktadır. Ancak günümüzde çok çeşitli boyutlarda sosis silolar da kullanılmaktadır. Bu tür silolar özellikle son yıllarda hem Avrupa hem de ABD’ de büyük bir popülarite kazanmış olup gerek büyük gerekse küçük işletmeler tarafından tercih edilmektedirler.



**Fotoğraf 11.**Plastik Sosis Silo.



**Fotoğraf 12.**Plastik Sosis Silo.



**Fotoğraf 12/a.**Sosis Silaj Makinesi.



**Fotoğraf 12/b.**Sosis silaj yapımı.

Bu tür silolar ülkemiz için de oldukça uygun sayılabilecek silolardır. Özellikle hala yığın şeklindeki siloları kullanan ve bank tipi silolara geçmemiş olan işletmeler için bu tür silolar çok uygun bir alternatif olabilirler.Ancak her üreticinin bu makinelerden satın alması mümkün değildir.Makinesi olanlardan kiralama yolu ile temin edilebilir.Ambalaj materyali de ithal gelmekte olup yerli plastik ambalaj üretimi gerçekleşirse çok ekonomik ve cazip bir silaj yapım tekniği olabilecektir.

### 2.1.7. Büyük Balyalar

Büyük balyalar, buğdaygıl ve baklagil yem bitkilerinin biçilip balya makineleri ile balya yapıldıktan sonra, tamamen bu iş için özel olarak geliştirilmiş makinelerde balyaların ince bir plastik film tabakası ile sarılması esasına dayanmaktadır. Bu balyalar, küçük bir plastik silo içerisine yapılmış silajlar olarak kabul edilebilirler (**Fotoğraf 13 ve 14**). Büyük balyalar, dikdörtgen prizma veya en yaygın olarak kullanılan yuvarlak şekilde olabilirler. İki tip balyanın da yükseklik ve genişlikleri 80-120 cm, ağırlıkları ise 400-700 kg arasında değişir. Balyaların sarılmasında kullanılan plastik film tabakası 20-75 cm genişliğinde ve 25 mikron kalınlığında olup beyaz, yeşil, mavi ve siyah renklerde olabilmektedir. Plastik film, balyaların üzerine en az 4 veya en ideal olarak 6 kat sarılır. Büyük balya silajlarının oldukça kaliteli silajlar olup fermentasyon kayıplarının çok az oluşu, çok az işçilik gerektirmesi ve başta küçük işletmeler olmak üzere tüm işletmeler için çok uygun olması bu silajların en önemli avantajlarıdır. Ancak KM içeriği düşük olan bir ürünün balya silajının yapılması halinde silo suyu sızıntısı büyük bir sorun yaratır. Bu nedenle balya silajı yapılacak ürünün silolanmadan önce mutlaka soldurularak KM içeriğinin artırılması gerekir.



**Fotoğraf 13.** Büyük Balya Silajı



**Fotoğraf 14.** Büyük Balya Silajı

Bu silolama sisteminde de gerekli olan makine kiralama yolu ile temin edilebilir. Ancak ambalaj materyali ithal ve pahalı olup yerli plastik ambalaj malzemesi üretimi başlayınca çok cazip bir silolama şekli olacaktır.



## 2.2. Deney Siloları

Bu silolar laboratuvar çalışmalarında ve bu çalışmaların uygulamaya aktarılması amacıyla kullanılan çok farklı özelliklere sahip laboratuvar tipi ve pilot siloları kapsar. 3.

## 3. SİLAJ YAPIM TEKNİĞİ

Silaj yapımı, silajlık ürünün üretim aşamasından silajın hayvan beslemede kullanımına kadar geçen 10 aşamadan oluşur. Bu aşamalar sırasıyla şöyledir;

- |                                       |                       |
|---------------------------------------|-----------------------|
| 1. Silajlık ürün                      | 6. Taşıma ve doldurma |
| 2. Hasat                              | 7. Sıkıştırma         |
| 3. Soldurma                           | 8. Kapatma            |
| 4. Parçalama                          | 9. Açma-kullanma      |
| 5. Katkı maddeleri ile zenginleştirme | 10. Koordinasyon      |

### 3.1. Silajlık Ürün

#### 3.1.1. Silajlık Bitkilerin Silolanabilirlik Özellikleri

Gerek ülkemizde gerekse dünyada silajı yapılan çok sayıda bitkisel ürün ve yan ürün bulunmaktadır. Aşağıda başta ülkemiz olmak üzere dünyada da silajı yapılan önemli bazı bitkilerin silolanabilirlik özellikleri hakkında bilgi verilecektir.

##### 3.1.1.1. Mısır (*Zea mays* L.)

Mısır, silaj yapımı amacı ile dünyada en fazla yetiştirilen mükemmel bir bitkidir. Ülkemizde de yapılan silajların yaklaşık % 80' ini mısır silajı oluşturur. Farklı mısır çeşitlerinin KM, toplam nitrojen, organik maddeler, ham kül ve hücre duvarı kapsamları arasında çok büyük farklılıklar bulunmazken, SÇK ve nişasta içerikleri bakımından aralarında önemli farklılıklar bulunabilir. Birim alandaki bitki yoğunluğu artışı mısırın KM, nişasta ve suda çözünbilir nitrojen içeriğinin düşmesine yol açar. Hasattaki gecikmeler özellikle mısırın KM düzeyini ve tampon kapasitesini artırırken, SÇK ve sindirilebilir organik maddeler miktarını düşürür. Mısırın silaj yapımında en çok tercih edilmesinin nedenleri; KM içeriğinin oransal olarak yüksek olması, tampon kapasitesinin düşük olması ve laktik asit fermentasyonu için gerekli olan SÇK' ı yeterli düzeyde içermesidir. Dolayısıyla mısır, fermentasyon etkinliği oldukça yüksek bir bitkidir. İçerdiği başlıca SÇK' lar sakkaroz, glukoz ve fruktoz şekerleridir.

Mısır silolanırken genel olarak % 28-42 KM ve % 40-50 dane içermelidir. Mısır bitkisi bu şartları sağladığı hamur olum döneminde biçildiği zaman, uygun bir KM (yaklaşık % 35-38) içeriğinin yanı sıra yeterli düzeyde SÇK ve düşük düzeyde bir tampon kapasitesine