



Heterofermantatif Laktik Asit Bakterilerinin Silaj Katkı Maddesi Olarak Kullanılması

Kevser ŞEREMET^{1*}, Abdallah KHATABI¹, Jasim Mohammed DAKHEEL¹, Gökhan FİLİK²

¹Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarımsal Biyoteknoloji Anabilim Dalı, 40100, Kırşehir, Türkiye

²Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Biyoteknoloji Bölümü, 40100, Kırşehir, Türkiye

<https://orcid.org/0000-0002-6946-1599>

<https://orcid.org/0000-0001-7062-0094>

<https://orcid.org/0000-0003-3132-2590>

<https://orcid.org/0000-0003-4639-3922>

*Sorumlu yazar e-mail: kevserseremet53@gmail.com

Derleme

Makale Tarihiçesi:

Geliş tarihi: 22.12.2022

Kabul tarihi: 31.01.2023

Online Yayınlanma:

30.06.2023

Anahtar Kelimeler:

Bakteriyel inokulant
Heterofermantatif
Laktik asit bakterileri
Silaj

ÖZET

Hayvancılık faaliyetlerini etkileyen önemli faktörlerden birisi de hali hazırda bulunan yem sorunudur. Yem sorununun çözülmesi için yapılan her çalışma hayvancılığın gelişmesine katkı sağlayacaktır ve insan beslenmesi için oldukça önemli olan hayvansal kaynaklara ulaşılmasını da kolaylaştıracaktır. Bu bağlamda hayvansal yem kaynaklarının daha verimli ve ekonomik seviyede olması gerekmektedir ve alternatif yem kaynakları araştırılması oldukça önemlidir. Silaj ile besleme alternatif yem kaynakları arasında sayılabilmektedir. Silajın hayvan beslemede kullanılması yem kaynaklı sorunların azalması için oldukça önemlidir. Silaj yapımından birçok bitki kullanılabildiği gibi endüstriyel atıklar, posalarda katkı maddesi veya silajlık ana materyal şeklinde değerlendirilebilmektedir. Oksijenli ortamda fermente edilen kaba ve yeşil yemler ihtiyaç halinde hayvanlara silaj şeklinde verilmektedir. Silajla besleme besin madde ihtiyaçlarını büyük çoğun karşılanabilmektedir. Silajlarda katkı maddelerinin kullanımı silaj kalitesini ve verimini etkilemektedir. Bu bağlamda son dönemlerde katkı maddesi olarak laktik asit inokulantları bazı mikrororganizma oluşumunu engellemesinde dolayı oldukça tercih edilmektedir. Homofermantatif ve heterofermantatif olarak laktik asit bakterileri ikiye gruba ayrılmaktadır. Heterofermantatif laktik asit bakterilerinin silajlarda tek başına kullanıldığı çalışmalar oldukça yetersiz bulunmaktadır. Bu bakteriler genellikle ticari inokulanlar içerisinde veya ticari olmayan inokulanlar olarak silajlarda kullanılmasının etkilerini anlamamıza yardımcı olması amacıyla literatür taraması yapılarak elde edilen bulgular derlemede özetlenmiştir.

Usage of Heterofermentative Lactic Acid Bacteria as Silage Additives

Review

Article History:

Received: 22.12.2022

Accepted: 31.01.2023

Published online:

30.06.2023

Keywords:

Bacterial inoculant
Heterofermentative
Lactic acid bacteria
Sillage

ABSTRACT

One of the important factors affecting livestock activities is the current feed problem. Every effort to solve the feed problem will contribute to the development of animal husbandry and facilitate access to animal resources, which are very important for human nutrition. In this context, animal feed sources need to be more efficient and economical, and it is very important to search for alternative feed sources. Silage feeding can be counted among alternative feed sources. The use of silage in animal nutrition is very important in terms of reducing feed-related problems. While many plants can be used for silage production, industrial wastes, pulp or additives in the silage main material can also be used. The roughage and green roughage fermented in an oxygenated environment are given to the animals as silage when needed. Most of the nutritional needs can be met with silage feeding. The use of additives in silages affects silage quality and yield. In this context, lactic acid inoculants have recently been preferred as additives because they prevent the formation of some microorganisms. Lactic acid bacteria are divided into two groups as homofermentative and heterofermentative. Studies using heterofermentative lactic acid bacteria alone in silages were found to be quite insufficient. To help us understand the effects of using these bacteria in commercial inoculants or silages as non-commercial inoculants, the findings obtained from the literature review are summarized in this review.

E-ISSN: 2979-9198

To Cite: Şeremet, K., Khatabi, A., Dakheel, J. M., Filik, G. (2023). Heterofermantatif Laktik Asit Bakterilerinin Silaj Katkı Maddesi Olarak Kullanılması. *Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi (KUJINAS)*, 1(1), 38-43.

1. GİRİŞ

Hayvansal kaynaklı gıdalar insanların yaşamsal faaliyetlerini gerçekleştirebilmesi, insan sağlığı için önemli olan bazı vitamin ve mineral eksikliklerinin giderilmesi için oldukça önemli bir yer tutmaktadır. Ülkemizde mevcut hayvanların yetersiz kaba yemlerle beslenmesi hayvan verim ve kalitesini olumsuz yönde etkilemektedir. Bu bağlamda kaba yemlerin kalitesinin silaj ve benzeri diğer alternatif yöntemlerle geliştirilmesi işletme yem girdilerinin düşmesi, yem maliyetlerinin azalması ve beslenme sorunlarının giderilmesi için önem arz etmektedir. Hayvansal gıda ürünlerinin üretimi ve insanların sağlıklı beslenmesi için hayvanların ihtiyacı olan yem bitkilerinin herkes tarafından ulaşılabilir olması insan sağlığı, hayvan verim ve ürün kalitesi bakımından oldukça önemlidir. Hayvancılık endüstrisi bakımından ise, özellikle süt ve besi sığırcılığında yaşanan yem ve besleme sorunlarının, üretimin kârlı bir şekilde devam edebilmesi adına çözüme kavuşturulması büyük önem teşkil etmektedir. Nitekim kaba yem kaynaklarındaki yetersizlik, hayvancılık endüstrisinin gelişmesine büyük bir engeldir. Yılın her döneminde hayvanların yem ihtiyacının ekonomik bir şekilde karşılanmasında etkin bir rol oynayan silajın, daha kaliteli ve verimli olması adına çok sayıda araştırma gerçekleştirilmiş olup, söz konusu çözüm arayışı sorunun büyüklüğünü gözler önüne sermektedir (Şahin ve Zaman, 2011). Dolayısıyla kaba yem sorununun kısmen çözülmesinde etkili olan silajın çeşitli özelliklerinin iyileştirilmesi adına gerçekleştirilen çalışmaların da önemi oldukça fazladır.

Laktik asit bakterilerinin ve diğer katkı maddelerinin silo yemlerde katkı maddesi olarak kullanılması, farklı alternatif bitkilerin silo özelliklerinin belirlenmesinde de etkili olabilmektedir. Öte yandan laktik asit bakterilerinin silaj mikroflorası içerisindeki yoğunluğu, istenmeyen mikroorganizma gelişiminin engellenmesi bakımından da etkilidir. Silo yemlerde zararlı bakteri toplulukları, küf ve maya oluşumu arzu edilmeyen bir durumdur. Bu tür oluşumların gerçekleşmesinin silaj fermantasyonu üzerindeki olumsuz etkilerinin yanı sıra hayvanlarda verim kaybı, hastalıklar ve hatta ölümler ile sonuçlanabilmektedir. Bu nedenle laktik asit bakterileri veya inokulantlar istenmeyen mikroorganizma gelişiminin engellenmesi amacıyla da sıklıkla kullanılmaktadır (Filya ve ark., 2001). Homofermantatif ve heterofermantatif olarak iki gruba ayrılan laktik asit bakterilerinin silaj kalitesi ve bazı parametreler üzerindeki etkilerinin belirlenmesi, kaba yem sorunlarının çözülmesinde önemli bir çalışma alanı olarak karşımıza çıkmaktadır. Ayrıca söz konusu katkı maddelerinin, alternatif yem bitkilerinden hazırlanan silajlar üzerindeki etkilerinin belirlenmesi silaj materyali çeşitliliğinin genişletilmesinde de etkili olabilecektir. Bu amaçla bu derlemede, heterofermantatif laktik asit bakterilerinin farklı silajlık kaba yemler üzerindeki etkileri tartışılmıştır.

2. HETEROFERMANTATİF LAKTİK ASİT BAKTERİLERİ

Laktik asit bakterileri doğada geniş bir alanda yer almaları ve çeşitli gıda ürünlerinde bozulmalara neden olmaları, gıda üretim ve olgunlaştırılmasında yer almalarından dolayı gıda teknolojisinde oldukça önemli yer tutmaktadır. Taze materyalin laktik asit bakteri ile fermente edilerek yeni gıdaların üretilmesi ve yeni gıdaların uzun süre saklanması kullanılan en eski geleneksel yöntem olarak bilinmektedir (Çon ve Gokalp, 2000). Bu gruptaki mikroorganizmalar da heksozları, laktik asit ile karbondioksit ve etanole veya uygun elektron alıcısı bulunduğunda asetik aside fermente etmektedirler. Ancak pentoz şekerlerine bakıldığında yalnızca laktik asit ile asetik aside fermente edilmektedir. *Lactobacillus buchneri*, *Lactobacillus fermentum*, *Lactobacillus brevis*, *Lactobacillus fructivorans*, *Lactobacillus reuteri*, *Leuconostoc mesenteroides*, *Lactobacillus sanfranciscensis* bu gruba ait laktik asit bakterileridir (Yılmaz, 2015).

3. HETEROFERMANTATİF LAKTİK ASİT BAKTERİLERİNİN SİLAJ KATKI MADDESİ OLARAK KULLANIMI

Heterofermantatif laktik asit bakterileri silaj yapımında yaygın olarak kullanılmaktadır. Heterofermantatif bakteriler ortamda bulunan şeker miktarının yükselmesinden kaynaklı asetik asit üretimini artırmaktadırlar. Buna bağlı olarak laktik asit: asetik asit oranı fermente edilen şeker miktarına göre değişiklik göstermektedir. Heterofermantatif bir bakteri olan *Lactobacillus buchneri*'nin laktik asiti yıkımlama etkisi kesin olarak bilinmemekte, fakat hücre canlılığını devamında önemli bir etkisinin olduğu düşünülmektedir. İnokulant olarak *Lactobacillus* yıkımlaması, bitkidemeyen suda eriyebilir karbondioksidlerin yıkımlanıp, ortam pH'sının azalmasıyla başladığı düşünülmektedir. Laktik asiti yıkımlama özelliğini başlatması ve sürdürmesi için asidik ortama gereklidir. *Lactobacillus*

buchneri'nin oksijensiz laktik asiti yıkımlaması pH'ya bağımlı olarak hücre çoğalmasını sağlamaktadır. Laktik asitin dönüşüm ise ortamın sıcaklığı, *Lactobacillus buchneri*'nin hattı ve sayısı ile bağlantılı şekilde değişebilmektedir. *Lactobacillus buchneri*'nin her mol laktik asitten yaklaşık olarak 0.5 mol asetik asit, 0.5 mol 1.2 propenodiol ve eser miktarda etanol ürettiği bildirilmektedir (Demirci, 2009). Bakteriyel inokulantlar laktik asit bakterilerini içerisinde barındıran, silaj kalitesi ve fermantasyon süreçlerinin iyileştirilmesini sağlayan silaj katkı maddeleri şeklinde ifade edilmektedir. Laktik asit bakterileri birçok farklı gıda ve canlıdan izole edilmekte olup, bakteriyel inokulantların içerisinde genel olarak *Lactobacillus*, *Pediococcus* ve *Enterococcus* cinslerine ait mikroorganizmalar tercih edilmektedir. Homofermantatif özellikteki laktik asit bakterileri arasında *Lactobacillus plantarum* sıklıkla kullanılan laktik asit bakterileri arasında yer almaktadır. Bu türdeki mikroorganizmalar şekerleri laktik aside fermente ederek silaj fermantasyonunu gerçekleştirmektedir (Erbil, 2012). Heterofermantatif laktik basit bakterileri ise silajın aerobik stabilitesini artırmak amacıyla kullanılan inokulant bakteriler grubunda yer almaktadır (Filya, 2006).

4. LAKTİK ASİT BAKTERİLERİNİN SİLAJ KATKI MADDESİ OLARAK KULLANIMI

Heterofermantatif laktik asit bakterilerinin enzimlerle kullanıldığı çalışmada rumende besin maddelerinin sindirilebilirliği değerlendirilmiş, silajlarda laktik asit bakterileri ile enzim kullanımının silajların enerji değerini ve pH'sını düşürdüğü, silajların rumen içerisinde kuru madde parçalanabilirliğini etkilemediği belirtilmiştir (Özdemir, 2019). Hayvan beslemede silaj kullanılmasının diğer rasyon bileşenlerinin sindirilebilirliğini de etkilediği bilinmektedir. Nitekim Roberto ve ark. (2016) silaj sindirilebilirliğini daha iyi hale getirmek için *lactobacillus* bakteri cinslerinin tanımlanmasını ve karakterizasyonu belirlemek amacıyla yürüttükleri çalışmada, *Lactobacillus buchneri*, *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus brevis* ve *Pediococcus acidilactici* bakterilerinin silaj fermantasyonunu etkilediğini, katkı maddesi olarak laktik asit bakterinin alternatif olarak kullanılması ile yem kılığının azalmasına yardımcı olunabileceğini ortaya çıkartmışlardır. Silaj katkı maddelerinin çeşitliliğinde silaj kalitesinin önemli ölçüde etkileneceği ön görülmektedir. Bu bağlamda yeni bir katkı maddesi seçmek amacıyla çavdar silajından *Lactobacillus* spp. türüne ait mikroorganizmalar seçilmiş ve izolatlar selüloz, ksilanaz, esteraz ve kitinaz enzimleri kullanılarak enzim aktivitesi test yoluyla fibrinoliz açısından değerlendirilmiştir. Değerlendirme sonucunda uygun izolat seçilerek yeniden silaj yapımında kullanılmıştır. Elde edilen bulgulara göre silaj güvenilirliği ve silaj kalitesi üzerinde, laktik asit bakterilerinden izole edilen yeni katkı maddelerinin etkili olduğu anlaşılmıştır (Lee ve ark., 2016). Çavdar silajında kullanılan *L. plantarum* ve *L. buchneri* laktik asit bakterilerinin kullanımı ile silajların fermantasyon özellikleri ve aerobik stabiliteyi iyileştirdiği belirlenmiştir (Kim ve ark., 2017).

Hashemzadeh-Cigari ve ark. (2014) yaptığı çalışmada melasın homofermantatif ve heterofermantatif laktik asit bakterilerinin yonca silajında uygulanmasının fermantasyon kalitesine etkisini çift inokulant kullanarak değerlendirmişlerdir. Yapılan bu çalışmada melas uygulanan silajların sıcaklık artışı ile mikroorganizma sayılarındaki anormal değişikliğe bağlı olarak silajlarda bozulmalar gerçekleştiğini bildirmişlerdir. Bu bağlamda çift inokulant kullanımının fermantasyon kalitesi ve aerobik stabiliteye daha fazla iyileştirmede sonucuna varılmıştır. Doğan (2019) tritikale silajında enzim ve ticari inokulant kullanımının fermantasyon ve aerobik stabilite özelliklerine etkisini belirlemek amacıyla yaptığı çalışmada; ticari inokulant ve enzim kullanımının silajlardaki fermantasyon özelliklerini artırdığı ve aerobik stabiliteyi düşürdüğü belirlenmiştir. Bu bağlamda heterofermantatif laktik asit bakterilerinin silajlarda enzim veya katkı maddesi ile kullanımının daha etkili olduğu anlaşılmaktadır. *L. buchneri* bakterisi ile organik asidin birlikte kullanıldığı çalışmada organik asit ilavesinin aerobik stabiliteyi geliştirdiği belirlenmiştir (Erten ve ark., 2022). Silaj katkı maddesi olarak tercih edilen ticari inokulantların içerisinde laktik asit bakterileri ile enzimler bulunmaktadır. Mutlu (2009) mısır silajında enzim ve inokulant kullanımının fermantasyona etkisini belirlemek amacıyla yaptığı çalışmada inokulantın farklı dozlarda kullanımının fermantasyona ve aerobik stabiliteyi olumlu yönde etkilenmediği sonucuna varmıştır. Bu bağlamda katkı maddesi olarak kullanılan ticari inokulantların kullanımını belirtilen talimatlara göre uygulanması gerekmektedir. Adi fiğ, buğday ve yulaf karışımı ile hazırlanan silajlara laktik asit bakteri inokulantı ve enzim uygulanmasının silajlarda asit deterjanda çözünmeyen lif ve selüloz miktarını düşürdüğü ve in vitro organik madde miktarını artırdığı bildirilmiştir (İke, 2019).

**Tablo 1.** Laktik asit bakterisi kullanılan çalışmalar

Silaj Materyali	Bakteri	Kaynak
Mısır	<i>Lactobacillus plantarum</i> , <i>Lactobacillus brevis</i> , <i>Propionibacterium shermanii</i> , <i>Enterococcus faecium</i> , <i>Bacillus subsitus</i> ve <i>Pediococcus acidilactici</i>	Mutlu (2009)
Mısır	<i>Lactobacillus plantarum</i> , <i>Lactobacillus brevis</i> , <i>Propionibacterium shermanii</i> , <i>Enterococcus faecium</i> , <i>Bacillus subsitus</i> , <i>Pediococcus acidilactici</i> , <i>Lactobacillus salivarius</i> ve <i>Pediococcus acidilactici</i>	Akgül (2010)
Macar fiğ, buğday	<i>Lactobacillus plantarum</i> <i>Enterococcus faecium</i> , <i>Lactobacillus buchneri</i>	Erbil (2012)
Yulaf, soya fasulyesi, nohut, İngiliz çimi, buğday, tritikale, adi fiğ, yonca ve hardal	<i>Lactobacillus buchneri</i>	Yücel ve ark. (2013)
Mısır	<i>Lactobacillus plantarum</i> , <i>L. buchneri</i> ve <i>Enterococcus</i>	Hashemzadeh-Cigari ve ark. (2014)
Çavdar	<i>Lactobacillus plantarum</i> , <i>Lactobacillus buchneri</i>	Lee ve ark. (2016)
Çavdar otu- kırmızı yonca, yulaf-fiğ ve mısır	<i>Lactobacillus buchneri</i> , <i>Lactobacillus plantarum</i> , <i>Lactobacillus brevis</i> , <i>Pediococcus acidilactici</i>	Roberto ve ark. (2016)
Çavdar	<i>Lactobacillus plantarum</i> , <i>L. buchneri</i>	Kim ve ark. (2017)
Adi fiğ, buğday ve yulaf	<i>Lactobacillus plantarum</i> , <i>Enterococcus faecium</i> , <i>Lactobacillus buchneri</i>	İke (2019)
Mısır	<i>Pediococcus acidilactici</i> , <i>Lactobacillus plantarum</i> , <i>Streptococcus</i>	Özdemir (2019)
Tritikale	<i>Lactobacillus plantarum</i> , <i>Enterococcus faecium</i> , <i>Propionibacterium shermanii</i> , <i>Lactobacillus buchneri</i>	Doğan (2019)
Mısır	<i>Lactobacillus buchneri</i>	Erten ve ark. (2022)

Heterofermantatif laktik asit bakterilerinin silajlarda tek başına kullanımına yönelik sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır. Heterofermantatif laktik asit bakterisi olan *Lactobacillus buchneri* baklagil, buğdaygil ve karışımlarına uygulanarak silaj kalitesine olumlu bir etkisi bulunmadığı gözlemlenmiştir (Yücel ve ark., 2013). Yapılan bir diğer çalışmada (Akgül, 2010) kuru maddesi az bulunan mısır silajında fermentasyon özellikleri ve yem değerine etkisi enzim karışımı inokulant ve laktik asit bakterileri ile belirlenmeye çalışılmıştır. Bu çalışmada edinilen bulgulara göre *L.buchneri* gibi heterofermantatif laktik asit bakterisi homofermantatif laktik asit bakterileri ile birlikte silaj katkı maddesi olarak kullanılmasının silajlarda aerobik stabiliteyi artırdığı belirlenmiştir. Benzer bir çalışmada da (Erbil, 2012), heterofermantatif laktik asit bakterisi inokulantı uygulanan macar fiğ-buğday silajlarının aerobik stabilitesini iyileştirdiğini belirlemiştir.

5. SONUÇLAR

Silo yemler, hayvan beslemede büyük kolaylık sağlamaktadır. Özellikle ruminant hayvanların olan besin maddelerinin tamamen çayır meradan karşılanamayacağı zamanlarda, çeşitli bitkilerden ve posalardan elde edilen silo yemler sayesinde sürekli olarak hayvanlar beslenmekte ve ihtiyacı olan besin maddelerinin alınması sağlanmaktadır. Silo yemlerin hazırlanmasında dikkat edilmesi gereken hususlar oldukça önemlidir. Ancak bunun yanında istenilen besin maddelerinin, elde edilen silaj materyalinde noksanlığına karşın, birçok silaj katkı maddesi kullanılmaktadır. Heterofermantatif laktik asit bakterileri ile hazırlanan silajların aerobik stabilitesini artırması ile beraber kuru madde kayıplarını da artırabilmektedir. Yani sıra silajda asetik asit miktarının artması yem tüketimini de olumsuz etkilemektedir. Son yıllarda yapılan çalışmalarda kuru madde kayıplarının daha az olduğu, hayvan

performansının olumsuz yönde etkilenmediği ve özellikle *L. buchneri*'nin homofermentatif laktik asit bakterileri ile kombinasyon halinde kullanılmasının tercih edilebileceği bildirilmektedir. Heterofermentatif bakterilerinin homofermentatif bakteriler veya katkı maddeleri ile birlikte kullanımının daha etkili olacağı anlaşılmaktadır. Bu bağlamda bakteriyel inokulantların silaj fermantasyonu, aerobik stabilitesi ve mikroorganizma gelişimi üzerine etkileri hakkında daha fazla sayıda çalışmalara yer verilmesi gerektiği sonucu ortaya çıkmaktadır.

Açıklama

Derleme çalışmamız 20-22 Mayıs 2022 tarihleri arasında Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi'nin ev sahipliğinde gerçekleştirilen 12. Ulusal Tarım Öğrenci Kongresinde poster bildiri olarak sunulmuş olup, kongre özet kitabı içerisinde özet olarak 155. sayfada yer almaktadır.

Kaynaklar

- Akgül, B. (2010). *Laktik asit bakterileri ve enzim karışımı inokulantların düşük kuru maddeli mısır silajlarında fermantasyon özellikleri ve yem değeri üzerine etkileri* [Master's thesis, Namık Kemal Üniversitesi]. <https://hdl.handle.net/20.500.11776/661>
- Çon, A. H., & Gökalp, H. Y. (2000). Laktik asit bakterilerinin antimikrobiyal metabolitleri ve etki şekilleri. *Türk Mikrobiyol Cem Derg.*, 30, 180-190.
- Demirci, U. (2009). *Homofermentatif ve heterofermentatif laktik asit bakterileri ilavesi ile hazırlanan tritikale-macar fiği karışımı silajların konya merinosu dişi toklularda rumen parametreleri ve canlı ağırlık değişimi üzerine etkileri*. Selçuk Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü [Doctoral dissertation, Yüksek Lisans Tezi, 54 s., Konya].
- Doğan, F. (2019). *Laktik asit bakterileri+ enzim inokulantlarının tritikale silajlarında fermantasyon ve aerobik stabilite özellikleri üzerine etkileri* [Master's thesis, Namık Kemal Üniversitesi].
- Erbil, N. İ. (2012). *Homofermentatif ve/veya heterofermentatif laktik asit bakterileri inokulantların Macar fiği-buğday karışımı silajların fermantasyon ve aerobik stabilite özellikleri üzerine etkileri* [Master's thesis, Namık Kemal Üniversitesi].
- Erten, K., Kaya, A., & Koc, F. (2022). Bakteriyel inokulant ve organik asit ilavesi ile yeniden silolamanın mısır silajının aerobik stabilitesi ve in vitro gaz üretim parametreleri üzerine olan etkileri. *Journal of the Institute of Science and Technology*, 12(4), 2568-2580. <https://doi.org/10.21597/jist.1138835>
- Filya, İ., Karabulut, A., Kalkan, H., & Sucu, E. (2001). Bakteriyel inokulantların sorgum silajlarının fermantasyon, aerobik stabilite ve rumen parçalanabilirlik özellikleri üzerine etkileri. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 07(2), 112-119. https://doi.org/10.1501/Tarimbil_0000000633
- Filya, İ. (2006). Silaj yapımı teknoloji ve kullanımı. Süt Hayvancılığı Eğitim Merkezi Yayınları. Hayvancılık Serisi: 2 Yetiştirici El Kitabı, Bursa.
- Hashemzadeh-Cigari, F., Khorvash, M., Ghorbani, G. R., Ghasemi, E., Taghizadeh, A., Kargar, S. & Yang, W. Z. (2014), Interactive effects of molasses by homofermentative and heterofermentative inoculants on fermentation quality, nitrogen fractionation, nutritive value and aerobic stability of wilted alfalfa (*Medicago sativa* L) silage. *J Anim Physiol Anim Nutr*, 98, 290-299. <https://doi.org/10.1111/jpn.12079>
- İke, F. (2019). *Laktik asit bakterisi ve enzim ilavesinin adi fiğ, buğday, yulaf karışımı silajlarda fermantasyon ile aerobik stabilite özellikleri üzerine etkileri* [Master's thesis, Namık Kemal Üniversitesi].
- Kim, D. H., Lee, S. S., Paradipta, D. H., Joo, Y. H., Lee, H. J., Kwak, Y. S., Han, O. K., & Kim, S. C. (2017). Effect of Homo or heterofermentative inoculants on fermentation characteristics and aerobic stability of rye silage. *Journal of Agriculture & Life Science*, 51(5), 81-89. <https://doi.org/10.14397/jals.2017.51.5.81>
- Lee, S. S., Joo, Y. H., Lee, H. J., Jang, J. W., Han, O. K., Kim, J. H., & Kim, S. C. (2016). 0637 Screening of microorganism and effects of different bacterial additives on fermentation quality of rye silage harvested at dough stage. *Journal of Animal Science*, 94(5), 304-304. <https://doi.org/10.2527/jam2016-0637>
- Mutlu, Y. (2009). *Mısır silajında enzim-inokulant kullanımının fermantasyon gelişimi ve aerobik stabilite üzerine etkileri* [Master's thesis, Namık Kemal Üniversitesi].

- Özdemir, M. (2019). *Laktik asit bakterisi+enzim karışımı inokulantın farklı mısır çeşitleri silajlarının kimyasal kompozisyonu rumende kuru madde parçalanabilirlik özellikleri üzerine etkileri*. [Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi].
- Roberto, F., Diana, C., Julio, P., Ruedal, D., Johana, Z., Diegol, R., Manjunathal, B., Ravi, M., & Selvanayagam, M. (2016). Identification and characterization of Lactobacillus bacterial genera most prevalent used to improve silage digestibility of important forage species for livestock sector. *Journal of Applied Pharmaceutical Science*, 6(1), 035-041. <https://doi.org/10.7324/JAPS.2016.600106>
- Şahin, İ. F. & Zaman, M. (2011). Hayvancılıkta önemli bir yem kaynağı: SİLAJ. *Doğu Coğrafya Dergisi*, 15 (23), 1-18. Retrieved from <https://dergipark.org.tr/en/pub/ataunidcd/issue/2438/31199>
- Yılmaz, A. (2015). *Fiziksel zarar görmüş mısırlara laktik asit bakteri ilavesinin mısır silaj fermentasyonu üzerine etkileri* [Master's thesis, Namık Kemal Üniversitesi].
- Yücel, C., Avcı, M, Kılıçalp, N. & Akkaya, M. (2013). Lactobacillus buchneri ile silolanmış baklagil, buğdaygil ve karışımlarının silaj özellikleri. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 10(3), 11-18. Retrieved from <https://dergipark.org.tr/en/pub/jotaf/issue/19035/201311>