



**T.C.
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
HAYVAN BESLEME VE BESLENME HASTALIKLARI (VETERİNER)
ANA BİLİM DALI**

**SÜT SIĞIRLARINDA CANLI MAYA KATKILI YÜKSEK
NİŞASTA İÇEREN RASYONLARIN İN VİTRO GAZ
ÜRETİMİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ**

Yüksek Lisans Tezi

Evren Hasan ŞEN

Danışman
Doç. Dr. Habip MURUZ

SAMSUN
2023

**T.C.
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
HAYVAN BESLEME VE BESLENME HASTALIKLARI (VETERİNER)
ANA BİLİM DALI**



**SÜT SIĞIRLARINDA CANLI MAYA KATKILI YÜKSEK
NIŞASTA İÇEREN RASYONLARIN İN VİTRO GAZ
ÜRETİMİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ**

Yüksek Lisans Tezi

Evren Hasan ŞEN

Danışman

Doç.Dr. Habip MURUZ

SAMSUN
2023

TEZ KABUL VE ONAYI

Evren Hasan ŞEN tarafından, Doç. Dr. Habip MURUZ danışmanlığında hazırlanan “SÜT SIĞIRLARINDA CANLI MAYA KATKILI YÜKSEK NİŞASTA İÇEREN RASYONLARIN İN VİTRO GAZ ÜRETİMİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ ” başlıklı bu çalışma, jürimiz tarafından 17.2.2022 tarihinde yapılan sınav sonucunda oy birliği ile başarılı bulunarak Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

	Unvanı Adı Soyadı Üniversitesi Ana Bilim/Ana Sanat Dalı	Sonuç
Başkan	Prof. Dr. Zehra SELÇUK Ondokuz Mayıs Üniversitesi Veteriner Fakültesi	☒ Kabul ☐ Ret
Üye	Prof. Dr. Mehmet Akif YÖRÜK Atatürk Üniversitesi Veteriner Fakültesi	☒ Kabul ☐ Ret
Üye	Doç.Dr. Habip MURUZ Ondokuz Mayıs Üniversitesi Veteriner Fakültesi	☒ Kabul ☐ Ret

Bu tez, Enstitü Yönetim Kurulunca belirlenen ve yukarıda adları yazılı jüri üyeleri tarafından uygun görülmüştür.

Prof. Dr. Ahmet TABAK
Enstitü Müdürü

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK BEYANI

Hazırladığım Yüksek Lisans tezinin bütün aşamalarında bilimsel etiğe ve akademik kurallara riayet ettiğimi, çalışmada doğrudan veya dolaylı olarak kullandığım her alıntıya kaynak gösterdiğimi ve yararlandığım eserlerin Kaynaklar'da gösterilenlerden oluştuğunu, her unsurun enstitü yazım kılavuzuna uygun yazıldığını ve TÜBİTAK Araştırma ve Yayın Etiği Kurulu Yönetmeliği'nin 3. bölüm 9. maddesinde belirtilen durumlara aykırı davranılmadığını taahhüt ve beyan ederim.

Etik Kurul Gerekli mi?

Evet ☐ (Gerekli ise ekler kısmına ekleyiniz)

Hayır ☒

16 /01/ 2023
Evren Hasan ŞEN

TEZ ÇALIŞMASI ÖZGÜNLÜK RAPORU BEYANI

Tez Başlığı: SÜT SIĞIRLARINDA CANLI MAYA KATKILI YÜKSEK NİŞASTA İÇEREN RASYONLARIN İN VİTRO GAZ ÜRETİMİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Yukarıda başlığı belirtilen tez çalışması için şahsım tarafından 02/03/2023 tarihinde intihal tespit programından alınmış olan özgünlük raporu sonucunda;

Benzerlik oranı : % 11

Tek kaynak oranı : % 3 çıkmıştır.

16 /01/ 2023
Doç.Dr. Habip MURUZ

ÖZET

SÜT SIĞIRLARINDA CANLI MAYA KATKILI YÜKSEK NİŞASTA İÇEREN RASYONLARIN İN VİTRO GAZ ÜRETİMİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Evren Hasan ŞEN

Ondokuz Mayıs Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları (Veteriner) Ana Bilim Dalı

Yüksek Lisans, Ocak/2023

Danışman: Doç. Dr. Habip MURUZ

Bu çalışmada, canlı maya (LY; *Saccharomyces cerevisiae*) takviyesinin, yüksek düzeyde nişasta içeren toplam karma rasyonun (TKR) in vitro gaz üretimi, organik madde (OM) sindirilebilirliği, metabolik enerji (ME), fermantasyon parametreleri ve metan (CH₄) üzerindeki etkisi değerlendirilmiştir. Bu deneysel araştırma, iki seviyeli nişasta (rasyon KM'nin %23 ve 33) ve iki LY dozu (0 ve 2.9×10^6 cfu/200 mg substrat KM'si) ile 2×2 faktöriyel tasarımda yürütülmüştür ve dört muameleden oluşmuştur. Muameleler: LY'siz yeterli nişasta (AS) (AS-kontrol); LY'li AS (AS-LY); LY'siz yüksek nişasta (HS) (HS-kontrol) ve LY'li HS (HS-LY). LY, rasyonlara 2.9×10^6 CFU/ 200 mg KM'de eklenmiştir. 3, 6, 9, 12 ve 24 saatlik inkübasyondan sonra rumen gaz üretimi kaydedilmiştir. İnkübasyon süresinin sonunda pH ve CH₄ ölçülmüştür. OM sindirilebilirliği, ME, toplam kısa zincirli yağ asitleri (SCFA) 24 saatlik inkübasyonda hesaplanmıştır. İnkübasyonun 3, 6, 9, 12 ve 24. saatlerinde gaz üretimi, LY takviyesinden veya rasyonun nişasta oranından etkilenmemiştir. Rasyonun nişasta düzeyi, LY takviyesi ve bunların etkileşimi fermantasyon parametrelerini, ME ve CH₄'ü etkilememiştir. Sonuç olarak, bu çalışmada, in vitro gaz üretim parametreleri, sindirilebilirlik ve fermentasyon özellikleri bir bütün olarak değerlendirildiğinde, mısıra dayalı yüksek nişasta içeren süt sığırları rasyonlarına eklenen *S. cerevisiae*'nin, ruminal fermentasyon ve sindirilebilirlik üzerine faydalı bir etkisi saptanamamıştır. Bu nedenle, nişasta kaynağı ve seviyesi farklı rasyonların canlı maya *S. cerevisiae* katkısına tepkisini değerlendirmek için daha ileri çalışmalara ihtiyaç vardır..

Anahtar Sözcükler: Canlı maya, Gaz üretimi, Süt sığırları, Yüksek nişasta içeren rasyonlar

ABSTRACT

EVALUATION OF IN VITRO GAS PRODUCTION OF HIGH STARCH DIETS SUPPLEMENTED WITH LIVE YEAST IN DAIRY COWS

Evren Hasan ŞEN

Ondokuz Mayıs University

Institute of Graduate Studies

Department of Animal Nutrition and Nutritional Diseases (Veterinary)

Master, January/2023

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Habip MURUZ

The purpose of this study was to evaluate the effects of adding *Saccharomyces cerevisiae* as live yeast (LY) to a high-starch total mixed ration on in vitro gas production, some ruminal fermentation parameters and organic matter (OM) digestibility. This experimental study was conducted in a 2×2 factorial design with two levels of starch (23% and 33% of dietary DM) and two doses of LY (0 and 2.9×10^6 cfu/200 mg substrate DM) resulting in four treatments. Treatments were adequate starch (AS) and no LY (AS-control); AS with LY (AS-YC); high starch (HS) and no LY (HS-control), and HS with LY (HS-YC). LY was added to diets at 2.9×10^6 cfu/200 mg DM. Rumen gas production was recorded after 3, 6, 9, 12 and 24 h of incubation. At the end of the incubation period, pH and CH₄ were determined. OM digestibility, ME, total short chain fatty acids (SCFA) were calculated at 24 hours of incubation. Gas production at 3, 6, 9, 12 and 24 h of incubation was not affected by either the supplementation of LY or the proportion of starch in the diet. The proportion of starch in the diet, the supplementation of LY, and their interaction did not affect diet the fermentation parameters, ME and CH₄. In conclusion, in this study, when the in vitro gas production parameters, digestibility and fermentation properties were evaluated as a whole, no beneficial effect of *S. cerevisiae* on ruminal fermentation and digestibility was detected, added to the corn-based high starch dairy cattle rations. Therefore, further studies are needed to evaluate the response of diets with different starch sources and levels to the addition of live yeast *S. cerevisiae*.

Key words: Live yeast, Gase production, Dairy cow, Diets containing high starch

ÖN SÖZ VE TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın gerçekleştirilmesinde, değerli katkılarından dolayı saygıdeğer danışman hocam; Doç. Dr. Habip MURUZ'a, çalışmam boyunca benden yardımlarını esirgemeyen Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Ana Bilim Dalı öğretim üyeleri Prof.Dr. İsmail KAYA, Prof. Dr. Nurcan ÇETİNKAYA, Prof. Dr. Zehra SELÇUK, Doç. Dr. Mustafa SALMAN'a ve Araş. Gör. Bora BÖLÜKBAŞI'ya; OMÜ Ziraat Fakültesi Zootečni Bölümü öğretim üyesi Prof.Dr. Ünal KILIÇ'a ve çalışma süresince bana destek olan değerli eşim Hacer ŞEN'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Evren Hasan ŞEN

İÇİNDEKİLER

TEZ KABUL VE ONAYI	i
BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK BEYANI	ii
TEZ ÇALIŞMASI ÖZGÜNLÜK RAPORU BEYANI	ii
ÖZET	iii
ABSTRACT	iv
ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR	v
İÇİNDEKİLER	vi
SİMGELER VE KISALTMALAR	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ	viii
TABLolar DİZİNİ	ix
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	3
2.1. Nişastanın Kimyasal Yapısı	3
2.2. Süt Ineklerinin Rasyonlarında Yaygın Nişasta Kaynakları	3
2.3. Laktasyon Süresince Rasyonun Nişasta Düzeyi	4
2.4. Canlı Maya Kültürü	5
2.4.1. Canlı Maya Kültürü ve Selüloz Sindirimi	7
2.4.2. Canlı Maya Kültürü, Rumen pH'sı ve Subakut Ruminal Asidosis	9
2.4.3. Canlı Maya Kültürü ve Rumen Uçucu Yağ Asitleri	11
2.4.4. Maya Kültürü ve Ruminal NH ₃ -N	12
2.4.5. Canlı Maya Kültürü ve Ruminal Metan Üretimi	13
3. MATERYAL VE METOT	14
3.1. Deneysel Tasarım, Rasyonlar ve Canlı Maya Ürün	14
3.2. Hohenheim İn vitro Gaz Üretim Tekniği	15
3.3. Hesaplamalar	16
3.4. Kimyasal Analizler	17
3.5. İstatistiksel Analiz	17
4. BULGULAR	19
5. TARTIŞMA	23
5.1. İn Vitro Gaz Üretimi ve Organik Madde Sindirimi	23
5.2. İn Vitro Ruminal Fermentasyon Parametreleri ve Metan Üretimi	24
KAYNAKLAR	28
ÖZ GEÇMİŞ	41

SİMGELER VE KISALTMALAR

ADF	: Asit deterjan fiber
ADY	: Aktif kuru maya
ALY	: Otolizatlar
AS	: Yeterli nişasta
GÜ	: Gaz üretimi
HK	: Ham kül
HLY	: Hidrolizatlar
HP	: Ham protein
HS	: Yüksek nişasta
HY	: Ham yağ
KM	: Kuru madde
LPS	: Lipopolisakkarit
LY	: Canlı maya
ME	: Metabolik enerji
MOS	: Mannanoligosakkarit
NDF	: Nötral dedergent fibre
NEFA	: Esterleşmemiş yağ asitleri
OM	: Organik madde
SARA	: Subakut rumen asidozu
TMR	: Toplam rasyon toplamı
UYA	: Uçucu yağ asitleri
WYC	: Bütün maya hücreleri
YCW	: Çözünmeyen maya hücre duvarı

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 4. 1 Farklı nişasta içeren toplam karma rasyonlara *Saccharomyces cerevisiae* ilavesinin farklı inkübasyon saatlerinden sonra biriken gaz hacmi üzerindeki etkisi.21



TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo 3.1. İnkübe edilen toplam karışık rasyonların bileşenleri ve kimyasal bileşimi.	15
--	----

Tablo 4.1. Farklı nişasta içeren toplam karma rasyonlara <i>Saccharomyces cerevisiae</i> ilavesinin farklı inkübasyon saatlerinden sonra vitro gaz üretim parametreleri, gaz üretimi ve organik madde sindirimi üzerine etkisi.....	20
Tablo 4.2. Farklı nişasta içeren toplam karma rasyonlara canlı maya ilavesinin 24 saatlik inkübasyondan sonra in vitro fermentasyon parametreleri ve metan üzerine etkisi	22



1. GİRİŞ

Kolay fermente olabilen tahıllarla besleyerek rasyondaki nişasta konsantrasyonunu artırmak, doğum sonrası negatif enerji dengesini azaltmak ve yüksek süt üretim potansiyelini desteklemek için yaygın bir uygulamadır (Lara ve ark., 2018). Laktasyon dönemindeki süt sığırları için yüksek nişasta (HS) içeriğine sahip rasyonlar, rasyon kuru maddesinde (KM) %26 ve %33 arasında nişastasını içerir (Boerman ve ark., 2015). Süt sığırları, uzun süre fermente edilebilir rasyonlar tükettiğinde, genellikle zararlı etkiler yaşar ve yaygın bir metabolik bozukluk olan subakut rumen asidozuna (SARA) yatkın hale gelirler (Amin ve Mao, 2021). Aşırı miktarda fermente edilebilir konsantrelerle besleme, rumen fonksiyonunu değiştirerek rumen fermantasyonunun son ürünleri olan kısa zincirli yağ asitlerinin (UYA'lar) ve laktat konsantrasyonunun artmasına, ruminasyonun ve salivasyonun azalmasına ve rumen sıvısı pH'ının düşmesine ve rumen rumen epitelini hasarına neden olabilir. (Wanapat ve ark., 2014).

Nişasta bakımından zengin konsantre yemlerle beslenen süt ineklerinde SARA geliştirme riskinin önlenmesine yönelik bir uygulama, en yaygın aktif kuru maya (ADY) olan *Saccharomyces cerevisiae*'nin takviyesidir (Baker ve ark., 2022). ADY, kurutulmuş fermente edilebilir canlı mayalardır ve gram başına en az 15×10^9 aktif maya hücresi içerir (Alugongo ve ark., 2017). Canlı mayalar (LY), kesinlikle anaerob olan rumendeki faydalı mikroorganizmaların aksine fakültatif anaeroblardır (Chaucheyras-Durand ve ark., 2008). Bu nedenle canlı mayalar, ruminasyon ve salivasyon yoluyla her gün rumen giren oksijeni rumen ortamından uzaklaştırdığından anaerobik koşulları iyileştirme yeteneğine sahiptir (Barrera ve ark., 2019). LY ayrıca *Streptococcus bovis* ile şekerlerin kullanımı için rekabet ederek rumende üretilen laktat konsantrasyonunu sınırlayarak rumen pH'ını stabilize edebilir (Dias ve ark., 2018). Ayrıca mayalar, laktat kullanan bakteriler olan *Selenomonas ruminantium* ve *Megasphaera elsdenii*'nin aktivitesini uyarabilir (Barrera ve ark., 2019). Bu aktiviteler, selülitik bakteriler için optimize edilmiş bir rumen ortamı yaratarak lif bozunmasını iyileştirir (Moya ve ark., 2018). Rumende maya takviyesinin bu belgelenmiş avantajlarına rağmen, maya takviyesine verilen yanıtlar rumen mikrobiyotasında (Bayat ve ark., 2015; Jiang ve ark., 2017) ve fermantasyon parametrelerinde (Ambriz-Vilchis ve ark., 2017; Dias ve ark., 2018; Barrera ve ark., 2019; Sun ve ark., 2021), muhtemelen mayanın suşu, dozu ve deney protokollerindeki farklılıkların bir sonucu

olarak değişkendir (Baker ve ark., 2022). Bu nedenle, ruminal pH'ı stabilize etmede LY katkısının değişkenlerinin sürekli izlenmesine ve karşılaştırılmasına odaklanan araştırmalar devam etmektedir (Baker ve ark., 2022)

Saccharomyces cerevisiae, süt endüstrisinde kapsamlı bir şekilde araştırılmasına rağmen, yüksek nişasta içeren rasyonlarda canlı mayanın etkisine odaklanan araştırmalar yetersizdir. Bunun ötesinde, canlı maya hücrelerinin ruminal ortamın stabilizasyonunu üzerine etkisine ilişkin çalışmaların sonuçları tutarsızdır. Tutarsızlığın rasyonun nişasta düzeyinden kaynaklanıp kaynaklanmadığı konusunda bir fikir birliği yoktur. Bu çalışmanın hipotezi, *Saccharomyces cerevisiae*'nin nişasta açısından zengin rasyonlarda fermentasyon sürecini iyileştirebileceğiydi. Sonuç olarak bu alışma, *Saccharomyces cerevisiae* ilavesinin yüksek nişasta içeren süt sığırı rasyonlarında in vitro gaz üretimi, bazı fermentasyon parametreleri, metan retimi (CH₄), organik madde (OM) sindirimi ve metabolik enerji (ME) zerine etkisini belirlemek amacıyla yapılmıştır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Nişastanın Kimyasal Yapısı

Nişasta, bitkinin lif olmayan karbonhidrat fraksiyonunda bulunan bir polisakkarit bileşenidir. Nişastadaki (α -1,4 ve α -1,6 glikozidik bağlar) glikoz polimerlerinin kimyasal kombinasyonu, amiloz ve amilopektin olmak üzere iki tip molekülden oluşmaktadır. Amiloz, yaklaşık %99 α -1,4 bağ içeren lineer bir D--glukopiranoz polimeridir (Parker ve Ring, 2001). Amiloz, molekülünde hidrojen atomları içeren sarmal bir yapı olarak da tanımlanmıştır. Böylece amiloz serbest yağ asitleri, gliseritler, bazı alkoller ve iyot ile moleküler bileşikler oluşturabilmektedir (Thomas ve Atwell, 1999). Nişastaların en bol bulunan bileşeni olan Amilopektin ise %95'i α -1,4 bağı ve %5'i α -1,6 bağına sahiptir (Stevnebo ve ark., 2006),

Nişasta granüllerinin boyutu, şekli ve yapısı tahıl taneleri arasında farklılık gösterir ve çapı 1 μ m-100 μ m arasında değişmektedir (Thomas ve Atwell, 1999). Nişasta granülleri sadece amiloz ve amilopektin içermekle kalmaz, aynı zamanda çok küçük düzeylerde protein, lipit ve kül de içermektedir (Miller ve Whistler, 2009). Amiloz ve amilopektin oranı tahıl tanelerine göre değişmektedir, ancak tahıl tanelerinin endosperminde granüler formda bulunan nişastanın %25-28'i amiloz ve %72-75'i amilopektinden oluşmaktadır (Colonna ve Buléon, 1992). Nişasta granülleri, yarı kristal ve amorf katmanlardan oluşmaktadır. Yarı kristal bölge, amilopektinde daha boldur ve su girişine karşı direnci nedeniyle enzimatik yıkıma karşı daha geçirimsizdir. Amorf bölge ise amiloz açısından zengindir ve kristal alandan daha düşük yoğunluğa sahiptir. Bu da su akışını ve enzim ile yıkılımı kolaylaştırmaktadır. Fakat bol miktarda hidrojen bağları içermektedir (Perez ve ark., 2009).

2.2. Süt Ineklerinin Rasyonlarında Yaygın Nişasta Kaynakları

Laktasyondaki süt ineği rasyonlarının kuru maddesi (KM) yaklaşık %70-80 karbonhidrat içermektedir (Hall, 2014). Bu oranların yaklaşık %35-40'ı nişasta ve geri kalanı nötral dedergent fibre (NDF) (%40-45), çözünür lif ve basit şekerlerdir (%20) (Weiss ve Firkins, 2007). Mısır silajı, süt ineği rasyonlarındaki en yaygın nişasta kaynağıdır. Mısır silajının nişasta içeriği ortalama tohum çeşidine (Ferrareto ve Shaver, 2015), hasattaki olgunluğa (Khan ve ark., 2012), tüm bitkideki tahıl oranına (Arias ve ark., 2003) ve parçalama uzunluğuna (Aoki ark., 2013) bağlı olarak ortalama %35'tir. Lauer ark. (2015), aynı bölge ve agronomik yönetim koşullarında yetiştirilen

38 farklı mısır çeşidinin nişasta içeriğini %26-35 bildirmiştir. Khan ve ark. (2012), mısır silajının KM'nin %31'den %39'a çıktığında nişasta içeriğinin %38'den %43'e yükseldiğini saptamıştır. Benzer şekilde mısır silajındaki dane oranı %32'den %50'ye yükseldiğinde, nişasta içeriğinin de %22'den %35'e yükseldiği bulunmuştur (Mahanna, 1994). Öte yandan nişasta düzeyi %4'ten %15'e kadar değişen sorgum silajı rasyonlarda enerji kaynağı olarak kullanılmaz (Weiss ve Firkins, 2007). Bununla birlikte, küçük taneli silajların nişasta sindirilebilirliği, tür (buğday-arpa-yulaf), olgunlaşma (süt aşaması-yumuşak hamur-sert hamur) ve hasat sırasında silajın mekanik sürecinden etkilenmektedir (Weiss ve Firkins, 2007).

Önemli miktarda nişasta içeren mısır ve sorgum taneleri ile küçük taneli tahıllar rasyonlarda nişasta kaynağı olarak kullanılmaktadır. En yüksek nişasta içeriği buğdayda (%72), ardından mısır ve sorgumda (%70) ve en az nişasta içeriği ise arpa ve yulafta (%57-58) bulunmaktadır (Hatfield ve ark., 1993). Bununla birlikte, in vitro (Lanzas ve ark., 2007), in situ (Herrera-Saldana ve ark., 1990) ve in vivo (Galloway ve ark., 1993) sindirim kinetiği çalışmalarında, rumende nişasta yıkılım oranları bakımından buğday > arpa > mısır > sorgum olarak sıralanmıştır. Tahıllar, rasyonlara bütün tahıl olarak veya bir işleme yöntemine (ezme, öğütme, kırma, kıvırma, peletleme, basınç ve ısı ve yüksek nem) tabi tutulduktan sonra eklenebilirler. Tahıl tanelerinde rumende nişasta sindirilebilirliği üzerinde işlemenin etkilerinin incelendiği bir çalışmada (Theurer, 1986): i) mısırın öğütme (%88) ve kırma (%86) işlemine kıyasla flakede (%95) daha yüksek; ii) sorgumun ince (%92) ve kaba öğütülmüş (%91) ile karşılaştırıldığında buharla ezmede (%95) daha yüksek; iii) arpanın, öğütüldüğünde (%94) veya ezildiğinde (%93) benzer bulunmuştur. Bu nedenle, nişasta kaynağı olarak rasyona eklenecek sadece tahılların sadece çeşidi değil, aynı zamanda işleme yöntemlerinin de dikkate alınması gerekmektedir.

2.3. Laktasyon Süresince Rasyonun Nişasta Düzeyi

Laktasyon süresince fizyolojik değişiklikler nedeniyle, süt ineği rasyonlarında nişasta düzeyi, doğum sonrası dönem, erken laktasyonun ortası ve geç laktasyon dönemlerine bağlı olarak değişmektedir. Yeni doğum yapan ineklerin KM tüketiminin düşük olması ve süt üretimi için glikoz arzının yetersizliğinden dolayı glikoz öncülerine ihtiyaç duyarlar. Doğumdan hemen sonra süt ineklerinin rasyonlarında nişasta düzeyinin %24-26 olması önerilmektedir (Lean ve ark., 2013). McCarthy ve ark. (2015), doğumdan sonra 1. günden 21. güne kadar yüksek (%26.2) ve düşük

nişasta içeren (%21.5) rasyonları karşılaştırdıkları bir çalışmada, düşük nişasta içeren rasyonlara kıyasla yüksek nişastalı rasyonlarla beslenen ineklerde yem tüketimi ve süt verimini sırasıyla 0,8 kg/gün ve 1,2 kg/gün olarak daha yüksek bulmuşlardır. Araştırmada, süt yağı, süt proteini, süt laktozu ve toplam katı madde yüzdelerini yüksek nişasta içeren rasyonla beslenen hayvanlarda daha düşük bulunmuştur. Buna ek olarak, yüksek nişasta içeren rasyonları tüketen ineklerde, düşük nişasta rasyonlarına kıyasla vücut kondisyon kaybının azaldığı, plazma glukoz ve insülin konsantrasyonunun yükseldiği ve esterleşmemiş yağ asitlerinin düştüğü (NEFA) belirlenmiştir. Araştırmacılar, yüksek nişasta içeren rasyonların erken laktasyon döneminde enerji dengesine katkıda bulunduğunu ileri sürmüşlerdir.

Buğday, arpa ve yüksek nemli mısır gibi fermentasyon oranı yüksek nişastalı tahılların asidoz riskine karşı dikkatli kullanılmalıdır. Bunun yerine, yeni doğum yapan inek rasyonlarında nişasta seviyesini yükseltmek amacıyla mısır önerilmektedir (Allen ve Piantoni, 2014). Erken ve orta laktasyon döneminde rasyonun nişasta düzeyi %25 - 30 arasında olması önerilmektedir (Allen ve Piantoni, 2014). Geç laktasyon döneminde rasyonun nişasta düzeyi ise %18-22 arasındadır (Allen ve Piantoni, 2014). Piccioli-Cappelli ve ark. (2014) tarafından yürütülen bir çalışmada, yüksek (%24.7) ve düşük nişasta (%15.4) içeren rasyonla beslenen geç laktasyon dönemindeki süt ineklerinde KM tüketimi benzer bulunmuştur. Ancak, yüksek nişasta içeren rasyonları tüketen ineklerin süt üretimi 0,9 kg/gün daha fazla bulunmuştur. Araştırmada, yüksek nişasta ile beslenen ineklerde süt yağı %0,22 birim azalırken, süt protein yüzdesi %0,11 daha yüksek bulunmuştur. Araştırmacılar, bu nedenle, çok düşük nişasta içeren rasyonların geç laktasyondaki ineklerde süt üretimini tehlikeye atacağını ileri sürmüşlerdir.

2.4. Canlı Maya Kültürü

Süt ineklerinde canlı maya ve maya ürünlerinin rumen ortamını stabilize etmek, rumen fonksiyonunu ve üretimini iyileştirmek için bir araç olarak kullanımı büyük ilgi görmektedir (Shi ve ark., 2019). Mayalar, genellikle 5-10 µm arasında değişen tek hücreli ökaryotlardır (Stone, 2006). Maya hücreleri, hücre duvarı ve hücre içi bileşenler olmak üzere iki ana fraksiyondan oluşmaktadır. Bütün maya hücreleri (WYC), otoliz veya hidrolize tabi tutulduktan sonra sırasıyla otolizatlar (ALY) ve hidrolizatlar (HLY) oluştururlar. ALY ve HLY ayrıca maya ekstraktlarına (YE), mayanın hücre içi çözünür bileşenleri ve çözünmeyen maya hücre duvarı (YCW)

fraksiyonuna bölünür. Bazen maya kültürleri olarak adlandırılan mayadan türetilen ekstraktlar, hem maya biyokütlesini hem de fermantasyon işlemi sırasında üretilen metabolitleri içermektedir. Mayadan elde edilen özler, YE, ALY ve HLY'yi içerebilir (Newbold ve Rode, 2006).

En yaygın kullanılan maya ürünleri *Saccharomyces cerevisiae* ve fermantasyon ürünleridir. *Saccharomyces cerevisiae*'nin hücre duvarı, polisakkaritler ve manno-proteinler, $\beta(1,3)$ glukanlar, $\beta(1,6)$ glukanlar ve kitin dahil olmak üzere glikoproteinlerden oluşan katmanlı bir yapıdır. *Saccharomyces cerevisiae* hücresinin KM içeriğinin yaklaşık %15-30'u hücre duvarına atfedilebilir. Maya hücre duvarının en dış tabakası, yaklaşık %50-95 şeker molekülü (çoğunlukla mannoz) olan yüksek glikosile proteinler olan manno-proteinlerden oluşmaktadır ve $\alpha(1,2)$ ile $\alpha(1,3)$ bağlı yan zincirler ile $\alpha(1,6)$ bağlantılı mannozun bir omurgasını içermektedir. Yan zincirler genellikle manno-oligosakkaritler (MOS) olarak adlandırılır. Maya hücre duvarının iç bileşenleri, hücre duvarına sertlik sağlayan ve esas olarak $\beta(1,3)$ glukanlardan (KM'nin %50'si) ve dallı $\beta(1,6)$ glukanlardan (KM'nin %10'u) oluşan lifli β -glukanlardır. Maya hücre duvarının minör (KM'nin %1-3'ü) bileşeni olan kitin, liflerinin çözünmezliğine katkıda bulunan β -glukanlarla bir kompleks oluşturur (Lipke ve Orvalle, 1998). Kimyasal olarak, *Saccharomyces cerevisiae*'nin hücre duvarı KM bazında yaklaşık %85-90 polisakkaritler ve %10-15 proteinden oluşmaktadır (Nguyen ve ark., 1998).

Mayanın hücre içi bileşenleri besin maddesi bakımından yoğundur ve peptitler, amino asitler, karbonhidratlar, lipitler, vitaminler ve mineraller içermektedir (Newbold ve Rode, 2006). Maya, B vitaminleri, özellikle B₁₂ vitamini açısından zengindir (Boulton ve Quain, 2001). İzole YE bu besinleri de içerir; bununla birlikte, YE'nin temel bir özelliği, işleme yöntemine bağlı olarak YE'nin toplam kütlesinin %50'sinden daha fazla konsantre peptit fraksiyonu içermesidir (Proust ve ark., 2019). Hücre içi karbonhidratlar, glikojen (KM bazında %16-20) ve trehelozdan (KM bazında %6-10) oluşmaktadır (Sols ve ark., 1971). Bu karbonhidrat rezervleri, fermantasyon koşulları nedeniyle Brewer mayasında daha düşüktür (Halasz ve Lasztity, 1991) ve yalnızca %9-15,6 (KM bazında) glikojen içerdiği bildirilmiştir (Boulton ve Quain, 2001).

Birçok ticarileştirilmiş maya katkısı, değişen derecelerde *Saccharomyces cerevisiae*'nin canlı veya ölü hücrelerini içermektedir. Canlı mayaların çoğu, aktif kuru maya (ADY) formunda piyasaya sunulmaktadır. Mevcut ADY ürünleri, fermentasyon 1.5×10^{10} CFU/g'dan fazla canlı maya hücresi içermektedir (AlZahal ve ark., 2014).

Son yıllarda yürütülen araştırmalar, ALY ve HLY'nin rumen mikrobiyotası üzerindeki etkilerine odaklanmıştır. Bu ürünleri değerlendirirken hidroliz yöntemi ve derecesi dikkate alınması gereken önemli faktörler arasındadır. İşleme yöntemleri hidroliz derecesini etkilemektedir. Bir çalışmada, *Saccharomyces cerevisiae*'nin otolizinin enzimatik hidrolize kıyasla daha yüksek derecede ALY verdiği ve sonuçta rumen bakterileri tarafından daha hızlı kullanılabilen daha fazla sayıda peptit verdiği belirtilmiştir (Mirzaeia ve ark., 2015). ALY ve HLY, antimikrobiyal, antioksidatif ve immünomodülatör etkili biyoaktif peptitler içermektedir (Sanchez ve Vázquez, 2017).

2.4.1. Canlı Maya Kültürü ve Selüloz Sindirimi

Başlıca lif yıkımlayan *B. fibrisolven*, *F. succinogenes*, *R. ablus* ve *R. flavfaciens* gibi bakteriler düşük pH'ya duyarlıdır. Rumende yüksek UYA düzeyi, ruminal pH değerlerini düşürerek, fibrolitik bakterilerin sayısı ve aktivitelerini olumsuz etkiler (Ding ve ark., 2014). Yüksek nişastalı rasyonla beslenen hayvanlarda LY'nin rumen pH'ını stabilize ederek dolaylı olarak rumende mikrobiyal lif sindirimi üzerine yararlı etkileri bildirilmiştir (Chaucheyras-Durand ve ark., 2008; Ding ve ark., 2014). Chaucheyras-Durand ve ark. (2008)'a göre, LY'nin probiyotik rolü çeşitli faktörlere atfedilmektedir. Birincisi, LY, redoks potansiyelini azaltarak rumendeki gereksiz oksijeni temizleme kapasitesine sahiptir (Krizova ve ark., 2011). Bu nedenle, LY, anaerobik mikroorganizmaların ve fibrolitik bakterilerin çoğalmasını ve aktivitelerini destekleyen uygun rumen koşullarının oluşmasına katkıda bulunmaktadır (Guedes ve ark., 2008). İkinci olarak LY, mantarların zoosporogenez için ihtiyaç duyduğu tiyamini sağlamaktadır (Chaucheyras ve ark., 1995). Rumen mantarları lif yıkımlanmasında önemli roller oynarlar. Üçüncüsü, LY, karbonhidrat kullanımı için *S. bovis* ve *Ruminobacter amylophilus* gibi nişastayı yıkımlayan bakteriler ile rekabete girerek onları geride bırakır (Chaucheyras-Durand ve ark., 2008). Sonuç olarak rumen UYA konsantrasyonu düşer (Ding ve ark., 2014). Ek olarak, LY, rumen protozoasını, özellikle nişasta granüllerini hızla yutan ve ruminal pH'ı stabilize eden siliat Entodiniomorphid protozoa'yı uyarabilir (Brossard ve ark., 2006). Öte yandan, *S. cerevisiae* için optimum büyüme koşulları (30 - 35°C, pH 4.4 - 5.6, ortamda oksijen varlığı; Nayak, 2011) rumendeki normal çevre koşullarından farklıdır (39 - 40°C, pH 5.8 - 6.8, kesinlikle anaerobik ortam; Hungate, 1969). Bu nedenle, yem katkı maddesi olarak maya kullanmak, maya popülasyonunu mikrobiyal ekosistemi manipüle etmek için gerekli olan uygun bir

aralıkta tutmak için sürekli günlük rasyona eklenmesi gerekmektedir (Bitencourt ve diğerleri, 2011). Koul ve ark. (1998), maya kültürünün 2-4 saatte maksimum uyarıcı etkiye sahip olduğunu, 12-24 saatlik inkübasyonun ardından tersi bir durum geliştiğini ve bu nedenle etkinliği optimize etmek için sık sık maya kültürünün eklenmesinin bir gerekliliğine işaret etmiştir. LY'nin bir yıl süreyle eklendiği başka bir çalışmada, yılın tüm mevsimlerinde *R. flavefaciens* popülasyonunun daha fazla olduğu gösterilmiştir (Sousa ve ark., 2018) .

İnekte rumeninde in sacco olarak inkübe edilen yem maddelerine kolonize olmuş fibrolitik bakteri ve mantar popülasyonu ve nötr deterjan lifi (NDF) yıkımlanması üzerine *Saccharomyces cerevisiae* I-1077'nin etkisinin incelendiği bir çalışmada, buğday kepeği üzerinde lifle ilişkili *Fibrobacter succinogenes*'in ve yonca otu ve buğday silajı üzerinde *Ruminococcus flavefaciens*'in sayısının arttığı saptanmıştır. En büyük etki, yonca otu ve soya kabukları üzerindeki önemli bir selülitik ve hemiselülozik tür olan *Butyrivibrio fibrisolven*'lerin (Kobayashi ve ark., 2008) sayısında gözlenmiştir. Ayrıca, LY varlığında yonca otu, soya kabuğu, buğday silajı ve buğday kepeğinde de mantar biyokütlesi artmıştır. Çalışmada, yonca otu ve soya kabuğunun NDF yıkımlanmasının LY ile arttığı saptanmıştır (Chaucheyras-Durand ve ark., 2016). Başka bir çalışmada, Mosoni ve ark. (2007) tarafından kaba yem: konsantre yem oranı 50:50 olan koyun rasyonlarına ilave edilen canlı *Saccharomyces cerevisiae* (0,2 g/gün 4×10^9 CFU/gün)'nin maya tüketmeyen kontrol grubuna kıyasla *Fibrobacter succinogenes*'te hiçbir fark olmaksızın *Ruminococcus albus* ve *Ruminococcus flavefaciens* (sırasıyla 2 ve 4 kat) sayısını artırdığı ifade edilmiştir.

Öte yandan, LY'nin rumen besin madde yıkılım özellikleri üzerindeki etkisi tutarsızdır. Ferraretto ve ark. (2012) tarafından Holstein ineklerin yüksek nişastalı rasyonlarına (KM bazında %30 nişasta) iki farklı dozda (2 g/gün ve 4 g/gün) canlı *Saccharomyces cerevisiae* (15×10^9 cfu/g) takviyesi ilave edilmiştir. Araştırmada, 4 g/gün'e kıyasla 2 g/gün maya katkısı ile KM sindirilebilirliği (sırasıyla %4.3'e karşı %2.4) ve OM sindirilebilirliğinde (sırasıyla %3.9'a karşı %2.1) artış gözlenmiştir. Ancak 4 g/gün canlı maya ilavesi ile NDF'nin sindirilebilirliği %7,5 artış bulunmuştur. Desnoyers ve ark. (2009) tarafından yürütülen bir meta-analizde, maya takviyesinin OM sindirilebilirliğini artırdığı belirtilmiştir. Ayrıca, mayanın OM sindirilebilirliği üzerindeki olumlu etkisi, rasyonun konsantre bileşeni ile azaldığı ve NDF oranı ile

arttığı bildirilmiştir. Diğer birçok çalışmadan elde edilen sonuçlar, LY katkısının, yem maddelerinin KM ve NDF yıkılım oranını (Guedes ve ark., 2008; Ding ve ark., 2014) ve OM sindirimini artırdığı (Phesatcha ve ark., 2021) veya hiçbir etkisinin olmadığını ortaya koymuştur (Moallem ve ark., 2009; Chung ve ark., 2011; Vyas ve ark., 2014; Bayat ve ark., 2015; Diaz ve ark. 2018; Moya ve ark., 2018).

2.4.2. Canlı Maya Kültürü, Rumen pH'sı ve Subakut Ruminal Asidosis

Ruminal asidoz, yüksek düzeyde kolayca fermente olabilen karbonhidratların tüketimi sonucu oluşan metabolik bir hastalıktır ve ruminal pH'da belirgin bir post-prandial düşüşe neden olmaktadır (Nocek, 1997). Rumen asidozu akut veya subakut olabilir. Klinik akut asidozda, rumende laktat konsantrasyonu artar ve bu da rumen pH'ının 5.0'ın altına düşmesine neden olur. Sub-klinik ruminal asidoz, günde 3 saatten daha uzun bir süre boyunca pH'ın 5.0 ile 5.8 arasında olması ile karakterizedir (Beauchemin ve ark., 2000; AlZahal ve ark., 2007). Sub-klinik ruminal asidoza genellikle laktat birikiminden ziyade yüksek UYA konsantrasyonu neden olmaktadır (Beauchemin ve ark., 2003). Bu, laktik asidin sub-klinik ruminal asidoz sırasında üretilmediği anlamına gelmez, ancak genellikle mikroorganizmalar tarafından sentezlendiğinden daha hızlı kullanılır (Yang ve ark., 2004). Asidoz, hayvanların sağlık durumu üzerinde bir etkiye sahip olmasının yanı sıra üretim performansına da etkilemektedir. Örneğin, laminitisin şiddeti endotoksin ve histamin (Nocek, 1997) gibi vazoaktif maddelerin salınımından sorumlu mekanizmalar üzerindeki sistemik asidotik durumun yoğunluğu ve süresi ile ilişkilidir. Subakut asidozda, düşük pH'a duyarlı gram negatif bakterilerin parçalanması nedeniyle endotoksinler veya lipopolisakkarit (LPS) salınır. LPS daha sonra kan dolaşımına geçebilir ve bir inflamatuvar yanıtı tetikleyebilir (Gozho ve ark., 2006). Ek olarak, aside dirençli ruminal bakteri türü olan *Allisonella histaminiiformans*, histidin dekarboksilasyonundan tek metabolit olarak histamin ürettiği için laminitis ile ilişkilendirilmiştir (Garner ve ark., 2004). Ayrıca, asidozda düşük pH'da rumen motilitesinin azalması ve aside toleranslı *S. bovis* tarafından salgılanan mukopolisakkaritin viskozitede bir artışa neden olmasından dolayı timpani de görülebilir (Cheng ve ark., 1998). Ayrıca, fermentasyon asitlerinin papiller atrofiye ve şiddetli lokal rumenite neden olabilir (Thompson ark. , 2006).

Maya, fermente edilebilir karbonhidratlar için *S. bovis* ve *Lactobacillus* ile rekabet edebilir veya laktat kullanan bakterilerin büyümesini teşvik edebilir, bu da

düşük laktat birikimi ve sonuç olarak daha yüksek bir pH ile sonuçlanır (Nisbet ve Martin, 1990; Chaucheyras ve ark., 1996; Chaucheyras-Durand ve Fonty 2006; Bach ve ark., 2007). Bunun nedeni, mayanın *S. bovis*'i metabolik aktivitesi için yeterli glikoza erişimden mahrum bırakmak için rumendeki mevcut şekeri kullanabilmesidir. Mayanın laktat kullanan bakterilerin (*Megasphaera elsdenii* veya *Selenomonas ruminantium*) için büyümesini gerekli olan amino asitler, peptitler, vitaminler ve organik asitler gibi farklı büyüme faktörleri sağlayarak gelişmelerini uyardığı da bildirilmiştir (Nisbet ve Martin, 1991; Chaucheyras ve ark., 1996). *M. elsdenii* ağırlıklı olarak laktat kullanan ve rumen laktatını %97'ye kadar fermente edebilen bir türdür (Counotte ve ark., 1981). Aksine, laktasyondaki süt ineklerinin rasyonlarına 10 hafta süreyle ADY *Saccharomyces cerevisiae* (8×10^{10} CFU/gün) eklendiğinde *Megasphaera elsdenii* sayısında 12 kat azalma ve *Streptococcus bovis*'te 2.3 kat artış bildirmiştir (AlZahal ve ark., 2014). Benzer şekilde, Zhu ve ark. (2017), laktat kullanan bakterilerin (*M. elsdenii* ve *Selenomonas ruminantium*) oranının azaldığını bildirirken, mantar ve bazı selüloz sindirici bakterilerin (*R. albus*, *R. flavefaciens* ve *Fibrobacter succinogenes*) popülasyonunun maya takviyesinden sonra arttığı gözlemlenmiştir

Brossard ve ark. (2004) tarafından *Saccharomyces cerevisiae*'nin rumen pH'ı üzerindeki stabilize edici etkisine, nişasta granüllerini çok hızlı fagosite ettiği bilinen siliat Entodiniomorphid protozoanın uyarılmasının aracılık edebileceğini, böylece substrat için amilolitik bakterilerle rekabet edebileceklerini ve rumende nişastanın daha yavaş yıkımlanmasını sağlayacağını öne sürülmüştür. Ek olarak, nişasta protozoa tarafından amilolitik bakterilerden daha yavaş bir hızda fermente edilir ve fermentasyonun ana nihai ürünleri laktattan ziyade UYA'dır, bu da bu siliatların neden stabilize edici özelliklere sahip olduğunu açıklar. Ayrıca, Entodiniomorflar ayrıca laktat tüketebilir ve bu nedenle laktat birikiminin önlenmesinde önemli bir rol oynayabilir (Nagaraja ve ark., 1998).

Lynch ve Martin (2002) tarafından yürütülen bir çalışmada, in vitro inkübasyon sırasında canlı mayanın vasatın pH'ını yükselttiği, ölü mayanın ise düşürdüğünü bildirmişlerdir. Opsi ve ark. (2012), inaktive edilmiş mayanın ruminal pH üzerinde herhangi bir etkisinin olmadığını, ancak canlı mayanın yemin in vitro sindirilebilirliği sırasında ruminal pH'ı düşürdüğünü gözlemlemiştir. Diğer birçok araştırmacı (Miller-Webster ve ark., 2002; Yang ve ark., 2004; Xiao ve ark., 2016) maya ilaveli rasyonlarla beslenen hayvanların rumen pH'ında herhangi bir değişiklik

gözlemlememişlerdir. Çalışmalar arasındaki tutarsızlıkların, rasyonun bileşimi, mayanın dozu ve deneme koşullarındaki farklılıklardan kaynaklanabileceği belirtilmiştir (Chaucheyras-Durand ve ark., 2008).

2.4.3. Canlı Maya Kültürü ve Rumen Uçucu Yağ Asitleri

Maya takviyesi, rumen mikrobiyal popülasyonunu değiştirerek rumen ortamının fibrolitik bakteriler için daha elverişli hale getirebilir ve böylece rumende üretilen UYA'lerinin oranlarında bir değişikliğe neden olabilir. Xiao ve ark. (2016) tarafından yürütülen bir çalışmada, ineklerin rasyonlarına maya ilavesinin rumendeki bütirat konsantrasyonunun artmasında etkili olduğunu belirtmişlerdir. Benzer şekilde, Zhu ve ark. (2017), süt ineklerinde maya takviyesinin ardından asetat, propiyonat ve toplam UYA konsantrasyonuna ek olarak bütirat konsantrasyonunda artış gözlemlemişlerdir. Ayrıca, sığırların rumeninde daha yüksek propiyonat oranı (Dias ve ark., 2018) maya takviyesinden sonra bildirilmiştir. Bu, mayanın laktatı propiyonat ve bütirata (Chen ve ark., 2019) indirgelediği bildirilen *M. elsdenii*'nin (Chaucheyras ve ark., 1996; Pinloche ve ark., 2013; Malekkhahi ve ark., 2016) gelişmesini uyarma yeteneğine bağlanmıştır. Sonuç olarak, rumen pH'ındaki artış, rumen asidozu sırasında bakterilerin laktat kullanımını olumlu yönde etkileyecektir (Chen ve ark., 2019). Bu, rumen asidozu sırasında rumen pH'ının arttırılmasının, *M. elsdenii* tarafından laktatın propionat ve bütirata daha yüksek bir şekilde parçalanmasına yol açacağını ve bunun da rumende laktat birikimini azaltmaya yardımcı olacağını düşündürmektedir. Propiyonat, ruminantlara sağlanan ana glikoz kaynağı ve glukoneogenez için ana substrat olduğundan (Dijkstra ve ark., 2012), bir enerji kaynağı olarak kullanılmak üzere rumen papillaları tarafından hızla emilecektir. Butirat, enerji üretiminin yanı sıra rumen papillaları ve epitel gelişimi için de kullanılmaktadır (Laarman ve ark., 2012). Başka bir çalışmada, Al İbrahim ve ark. (2010), süt ineklerinde maya takviyesinin ardından ruminal asetat oranının daha yüksek olduğunu gözlemlemişlerdir. Benzer şekilde, , maya katkılı rasyonlarla beslenen süt sığırlarında sonra daha yüksek bir asetat/propiyonat oranına ek olarak yüksek bir asetat konsantrasyonu bildirilmiştir (Malekkhahi ve ark., 2016). Bu çalışmalarda asetat konsantrasyonundaki artışın, laktatı asetata dönüştürdüğü bildirilen (Vita ve ark. al., 2015) *D. desulfuricans* and *D. vulgaris* (Ogunade ve ark., 2019)'in gelişimi üzerine mayanın pozitif etkisinden kaynaklandığı gözlemlenmiştir. Başka bir çalışmada, Opsi ve ark. (2012), maya canlılığının UYA üretimi üzerindeki etkilerini in vitro olarak test etmiş ve canlı

mayaların asetat konsantrasyonunu azalttığını ancak valerat oranlarını artırdığını, buna karşın aktif olmayan mayaların asetat oranlarını artırdığını ve propiyonat konsantrasyonlarını azalttığını gözlemlemişlerdir.

Phesatcha ve ark. (2020), 6×10^6 cfu'da LY ilavesiyle toplam UYA ve propionat düzeyini artırdığını ve asetat/propionat oranını düşürdüğünü belirtmişlerdir. Benzer şekilde, Bekir ve ark. (2015), *S. cerevisiae* ile beslenen süt ineklerinde toplam UYA ve propionat konsantrasyonlarında bir artış bulmuşlardır. Yıl boyu tropikal merada otlayan sığırlara verilen LY katkısının sonbahar mevsiminde rumen pH'ını değiştirmeden daha yüksek toplam UYA konsantrasyonuna yol açtığı belirtilmiştir (Sousa ve ark., 2018). Bir *in vitro* denemede, Miller-Webster ve ark. (2002), maya takviyesinin kontrol ile karşılaştırıldığında toplam UYA, propionik ve valerik asidi artırdığını ve asetat ve A:P oranını azalttığını gözlemlemişlerdir. Benzer bir çalışmada, Dawson ve ark. (1990), *Saccharomyces cerevisiae* içeren bir maya takviyesinin *in vitro* etkisinin, toplam UYA'nın ve propiyonik asidin molar oranının arttığı ve asetik asidin azaldığını bildirmiştir. Ayrıca, Harrison ve ark. (1988), %40 mısır silajı ve %60 konsantre (KM bazında) içeren bir rasyonla beslenen Holstein ineklerde kontrol ve *S. cerevisiae* katkılı grup arasında toplam UYA konsantrasyonunda bir farklılık saptamamışlardır. Bu varyasyon, maya kültürü katılım oranları, rasyon bileşimi, besleme prosedürleri, çevresel koşullar veya numune alma prosedürlerinde veya numune alma sürelerindeki farklılıklardan kaynaklanabilir (Williams ve ark., 1991).

2.4.4. Maya Kültürü ve Ruminal $\text{NH}_3\text{-N}$

Rasyona maya ilavesi ile yürütülen çalışmalarda, ruminal $\text{NH}_3\text{-N}$ konsantrasyonunun azaldığı bildirilmiştir (Moallem ve ark., 2009; Pinloche ve ark. 2013; Oeztuerk ve ark., 2016; Moya ve ark., 2018). Pinloche ve ark. (2013) laktasyondaki süt ineklerine kontrol ineklerine kıyasla 0,5 g/gün veya 5,0 g/gün canlı maya eklendiğinde rumen $\text{NH}_3\text{-N}$ konsantrasyonlarında bir düşüş gözlemlemişlerdir. Başka bir çalışmada, süt ineklerinde canlı *Saccharomyces cerevisiae* (0.25 g/kg KM) katkısının, kontrol ineklerine kıyasla ruminal $\text{NH}_3\text{-N}$ 'de bir azalma saptanmıştır (Moallem ve ark., 2009). Benzer şekilde, Diaz ve ark. (2018), diğerlerine kıyasla canlı maya veya MOS tüketen Holstein sığırlarında 1.5 g/kg KM canlı *Saccharomyces cerevisiae* veya 1.5 g/kg MOS KM (β -glukanlar ve mannan) eklendikten sonra kontrole kıyasla rumen $\text{NH}_3\text{-N}$ konsantrasyonunda bir azalma saptamışlardır. Benzer sonuçlar, canlı *Saccharomyces cerevisiae* (2×10^7 CFU/g KM) ile desteklenen sürekli

kültür sistemlerinde Moya ve ark. (2018) tarafından bildirilmiştir. Tersine, maya takviyesinin $\text{NH}_3\text{-N}$ veya mikrobiyal protein sentezi üzerinde hiçbir etkisi olmadığını gösteren çok sayıda çalışma mevcuttur (Guedes ve ark., 2008; Moya ve ark., 2009; Thrune ve ark., 2009; Chung ve ark. 2011; Vyas ve ark., 2014). Aktif mayaların mikrobiyal N metabolizması üzerindeki etkilerini nasıl etkilediğini daha iyi anlamak için daha fazla araştırmaya ihtiyaç vardır.

2.4.5. Canlı Maya Kültürü ve Ruminal Metan Üretimi

Ruminal metanojeniz, hidrojenin eliminasyonunda önemli bir metabolik yoldur. Bazı in vitro çalışmalarda, maya asetojenleri hidrojeni metanojenlerle birlikte metabolize etmeye veya rekabet etmeye teşvik ederek CH_4 emisyonlarını azaltabileceği öne sürülmüştür (Elghandour ve ark., 2014; Pulido ve ark., 2015).

Phesatcha ve ark. (2020, 2021) LY katkısı ile CH_4 üretiminin azaldığını, Munoz ve ark. (2017) LY'nin süt veren süt ineklerinde CH_4 üretimini artırdığını ve Bayat ve ark. (2015), mayanın CH_4 emisyonlarını etkilemediğini belirlemişlerdir. Maya takviyesinin CH_4 sentezi üzerindeki çeşitli etkileri, denemelerde kullanılan mayanın suşuna, dozuna ve rasyon bileşimine bağlanmıştır (Chaucheyras-Durand ve ark., 2008). Maya, CH_4 emisyonlarını en aza indirmek için kullanılabilir ve asetat üretimi için daha fazla hidrojen tüketmesi için bir asetojeni uyararak rumende metan üretimini azalttığı gösterilmiştir (Darabighane ve ark., 2018). Buna karşılık, Wang ve ark. (2015) tarafından samana eklenen LY'nin CH_4 üretimini artırdığını ve bu durumun lif yıkımlanmasına bağlı olabileceği ifade edilmiştir. Mayanın CH_4 üretimindeki rolünün, farklı maya dozları, maya türleri ve maya ürünlerinin yanı sıra farklı deneysel tasarımların kullanılmasıyla daha fazla değerlendirilmesi gerekmektedir.

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Deneysel Tasarım, Rasyonlar ve Canlı Maya Ürün

Bu deney, iki farklı nişasta (rasyon DM'nin %23'ü ve %33'ü) içeren süt sığırları rasyonlarına iki farklı LY dozunun (0 ve 2.9×10^6 CFU/200 mg substrat KM) eklenmesinin in vitro gaz üretim kinetiği, organik madde sindirilebilirliği, metan üretimi ve ruminal fermantasyon özellikleri üzerindeki etkileri araştırmak ve karşılaştırmak için 2×2 faktöriyel düzenlemede gerçekleştirilmiştir ve 4 muamele oluşturulmuştur: (1) yeterli yeterli nişasta (AS) (AS-kontrol); (2) AS ve LY (AS-LY); (3) yüksek nişasta (HS) (HS-kontrol) ve (4) HS ve LY (HS-LY).

NRC (2001)' e göre %3,5 yağ, %3,0 protein ve %4,8 laktoz ile günde 40 kg süt üreten, vücut ağırlığı 650 kg olan laktasyondaki Holstein ineklerin gereksinimlerini karşılamak üzere iki farklı düzeyde nişasta içeren (%23 ve 29 KM'de) iki adet toplam karma rasyon (TKR) hazırlanmıştır (Tablo 1); tahmini KM tüketimi 17 kg/gün hesaplanmıştır. numuneleri, etüvde 60 °C'de 48 saat kurutulmuştur. Takiben bir Wiley değirmeni ile 1 mm'lik eleklerde öğütülerek kimyasal bileşimin ve in vitro gaz üretiminin belirlenmesinde kullanılmak üzere plastik torbalarda saklanmıştır. Bu çalışmada kullanılan LY (*Saccharomyces cerevisiae*, VISTACELL; Nutrivet, İzmir Türkiye) ürünü 1×10^{10} CFU/g canlı maya hücresi içermektedir ve üretici firma tarafından önerilen doza uygun olarak 2.9×10^6 CFU/200 mg TKR KM'si eklenmiştir.

Tablo 3.1. İnkübe edilen toplam karışık rasyonların bileşenleri ve kimyasal bileşimi.

Bileşenler, rasyon % KM'de	Rasyonlar	
	AS	HS
Mısır silajı	35,40	27,80
Yonca silajı	12,80	7,30
Yonca kuru otu	12,60	7,60
Mısır	17,30	34,30
Buğday kepeği	2,90	1,40
Solvent soya küspesi %48 CP	11,00	15,30
Ayçiçeği Küspesi	1,50	4,00
Tam yağlı soya	5,00	1,10
Tuz	0,28	0,28
Kireç taşı	0,56	0,56
Vitamin ve mineral premiks ¹	0,56	0,56
Besin Madde bileşim, % KM'de		
OM		
HP	17,00	17,10
HY	4,50	4,30
HK	5,70	4,60
ADF	20,20	15,70
NDF	34,10	28,70
NFC ²	38,70	45,30
Nişasta	23,20	33,20
ME MJ/Kg KM	11,73	11,75

¹: 10.000 gr'da vita A 2.500.00, Vit D3 500.00 IU, Vit E 2.500 mg, Niyasin 10.00 mg, Fe 6.000 mg, I 240 mg, C0 40 mg, Cu 3.00 mg, Mn 6.00 mg, Zn 20.000mg, Se 40 mg

² :non-fiber karbonhidrat =100- (%NDF + %HP + %HY + %HK)

3.2. Hohenheim İn vitro Gaz Üretim Tekniği

Toplam gaz üretiminin ölçülmesinde Hohenheim in vitro gaz üretim tekniği Menke ve Steingass (1988)'ın protokolüne göre aşağıdaki şekilde yürütülmüştür:

Yaklaşık 200 mg TKR KM'si (substrat), uygun *S. cerevisiae* dozu eklenerek 100 mL'lik dereceli cam şırıngalara (Model Fortuna, Häberle Labortechnik, Lonsee-Ettlenschieß, Germany) dört tekrar halinde yerleştirilmiştir.

Rumen sıvısı, 50:50 ticari konsantre ve kaba yemden (mısır silajı, yonca otu, çayır otu) oluşan TKR ile ad libitum beslenen ve Samsun (Türkiye) FLORYA mezbahasında kesilen iki besi sığırından (Simmental, 600 kg canlı ağırlık) toplanmıştır. Rumen sıvısı, önceden ısıtılmış ve CO₂ bulunan termos kap içerisine laboratuvara getirilmiş ve dört kat tülbentten 5 L'lik bir behere (öncesinde 39°C'lik bir su banyosunda ısıtılmıştır) süzölmüştür ve ardından sürekli bir CO₂ akışı altında 39 °C'de tutulmuştur (Fortina ve ark., 2022). Rumen sıvısı alındıktan sonra 30 dak içinde inokulum kaynağı olarak kullanılmıştır.

Rumen sıvısı alınmadan hemen önce; “*Mikro mineral çözeltisi* (13.2g Ca Cl₂.2H₂O, 10.0 g MnCl₂ .4 H₂O, 1.0 g CoCl₂ 6 H₂O ve 8.0 g FeCl₃ 6H₂O 100 ml saf suya tamamlanmış); *tampon çözeltisi*: (4.0 g NH₄HCO₃ ve 35.0 g NaHCO₃ 1000 ml saf suya tamamlanarak hazırlanmış ve pH 8.1’e ayarlanmış), *makro mineral çözeltisi* (5.7 g Na₂HPO₄ susuz, 6.2 g KH₂PO₄ susuz ve 0.6 g MgSO₄.7H₂O 1000 mL saf suya tamamlanarak hazırlanmış ve pH 6.8’e ayarlanmış), *resazurin çözeltisi* (100 mg resazurin saf suda çözündürülerek, 100 mL’ye tamamlanarak hazırlanmış) ve *indirgeme çözeltisi* (4 mL 1 Normal NaOH, 625 mg Na₂S.9H₂O ve 95 mL saf su katılarak)” hazırlanmıştır. 400 mL saf suya, sırasıyla, 0.1 mL mikromineral çözeltisi, 200 mL rumen tampon çözeltisi, 200 mL makromineral çözeltisi, 1.0 mL resazurin çözeltisi ve 40 mL indirgeme çözeltisi eklenerek hazırlanan vasat 39 °C’de tutulmuştur. Rumen sıvısının 1 kısmı, vasatın 2 kısmı ile karıştırılmıştır. Karışım CO₂ altında 39°C’de su banyosunda tutulmuştur

Her bir şırıngaya 30 mL rumen sıvısı-vasat karışımı ilave edilmiştir. Yalnızca tamponlanmamış rumen sıvısı içeren dört şırınga inkübe edildi ve kör inkübasyon olarak kabul edilmiştir. Tüm prosedürler sürekli bir CO₂ akışı altında gerçekleştirilmiştir. Şırınganın pistonları gaz kaçışını engellemek amacıyla ilk 2-3 cm’lik kısmı hariç vazelinle yağlanmıştır. Şırıngaların pistonu boşluk kalmayınca kadar bastırılmıştır. Tüm şırıngalar doldurulduktan sonra hemen lastik tıpalarla kapatıldı, çalkalandı ve 39°C’de su banyosuna yerleştirilmiştir. İnkübasyon süresince şırıngalar her 2 saatte bir hafifçe çalkalanmıştır. İnkübasyondan 3, 6, 9, 12 ve 24 saat sonra gaz hacmi okunmuştur. Şırıngaları dolduran gazın miktarının okumasından sonra ve lastik tıpların açılması ile üretilen gazlar atıldı, daha sonra şırıngalar hafifçe çalkalandı ve tekrar su banyosuna yerleştirilmiştir. Gaz üretiminin 90 mL’yi aşdığı durumlarda ise biriken gaz dışarı atılmıştır (sıfırlanmıştır) ve bu değer kayıt edilmiş olup hesaplamalarda dikkate alınmıştır. İnkübasyonun sonunda (yani 24 saat), şırıngaların pistonları çıkarıldı ve pH, bir pH metre kullanılarak ölçülmüştür. CH₄ üretim miktarlarının belirlenmesinde infrared CH₄ analizörü (Sensor Europa GmbH, Erkrath, Germany model) kullanılmıştır (Goel ve ark., 2008).

3.3. Hesaplamalar

Net toplam gaz üretimleri kör denemeden elde edilen gaz değerleri çıkartılarak hesaplanmıştır. İn vitro gaz üretim tekniğinde, rasyonların kümülatif gaz üretim miktarı ve zamana bağlı ürettikleri gaz miktarları Ørskov ve McDonald (1979)

tarafından geliştirilen aşağıdaki modeli kullanarak, NEWAY adlı bilgisayar programında hesaplanmıştır.

$$\text{Gaz üretimi (GÜ)} = a + b (1 - e^{-ct})$$

Burada, a= çözünebilir fraksiyondan gaz üretimi(mL), b= çözünmeyen fakat fermente olabilir fraksiyondan gaz üretimi (mL), (a + b)= potansiyel gaz üretimi (mL), c= gaz üretim hızı (%/h) (%/h), t=zamandır (3, 6, 9, 12, 24 saat)

TMRL'lerin 24 saatte OM sindirilebilirlikleri Menke ve ark. (1979)'a göre şu şekilde hesaplanmıştır:

$$\text{OMS (\%)} = 14.88 + 0.8893 \text{ GÜ} + 0.448 \text{ HP} + 0.651 \text{ HK}$$

Burada, GÜ, ml/200 mg KM olarak ifade edilen 24 saate kadar üretilen gazın hacmidir. HP ve HK, KM bazında ham protein ve ham yağ yüzdesidir.

TMR'nin 24 saatte metabolize edilebilir enerji değeri (ME, MJ/kg KM), Menke ve Steingass'a (1988) göre şu şekilde hesaplanmıştır:

$$\text{ME, (MJ/kg KM)} = 1.06 + 0.157 \text{ GÜ} + 0.084 \text{ HP} + 0.22 \text{ HY} - 0.081 \text{ HK}$$

Burada, GÜ, ml/200 mg KM olarak ifade edilen 24 saate kadar üretilen gazın hacmidir. HP, HY ve HK, KM bazında ham protein, ham yağ ve ham kül yüzdesidir.

Kısa zincirli yağ asidi (SCFA, mmol) konsantrasyonları Getachew ve ark. (2002) göre şu şekilde hesaplanmıştır.

$$\text{SCFA (mmol/200 mg KM)} = 0.222 \text{ GÜ} - 0.00425$$

Burada; GÜ : 24. Saatteki gaz üretim miktarı (mL/ 200 mg KM)

CH₄ miktarının belirlenmesi, in vitro gaz üretim tekniğinde 24 saatlik gaz üretiminin okunmasından sonra, gazlar analizöre alınarak şu şekilde hesaplanmıştır:

$$\text{CH}_4 \text{ üretimi (mL)} = \text{Toplam gaz üretimi (mL)} \times \text{CH}_4 (\%)$$

3.4. Kimyasal Analizler

Yem ve TMR örneklerinin KM, HP, HY ve HK analizleri AOAC (1990)'da belirtilen yöntemlerle yapılmıştır. ANKOM 200 Fiber Analyzer cihazı kullanılarak nötral deterjan fiber (NDF) ve asit deterjan fiber (ADF) içerikleri saptanmıştır (Van Soest ve ark. 1991).

3.5. İstatistiksel Analiz

Veri işleme, SPSS (sürüm 17.0, IBM, Armonk, NY, ABD) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Tüm muamele grupları, ana etkiler olarak nişasta düzeyi ve LY ve

bunların etkileşimleri ile 2×2 faktöriyel düzenleme olarak Genel Linear Model (GLM) kullanılarak tek değişkenli analiz ile analiz edilmiştir. Sonuçlar, ortalama ve standart hata ortalaması olarak (SEM) gösterilmiştir. Ortalamalar arası farklar, etkileşim anlamlı olduğunda Tukey testi kullanılarak belirlenmiştir. İstatistiksel anlamlılık düzeyi $p < 0.05$ olarak alınmıştır.

Çalışmada, aşağıdaki istatistiksel model kullanılmıştır.

$$Y_{ijk} = \mu + D_i + E_j + DE_{ij} + e_{ijk}$$

Burada: Y_{ijk} = ölçülen bir gözlem. μ = genel ortalama. D_i = nişastanın etkisi (1, 2)

E_j = mayanın etkisi (1, 2). DE_{ij} = etkileşimin etkisi ($D_i \times E_j$). e_{ijk} = deneysel hata.



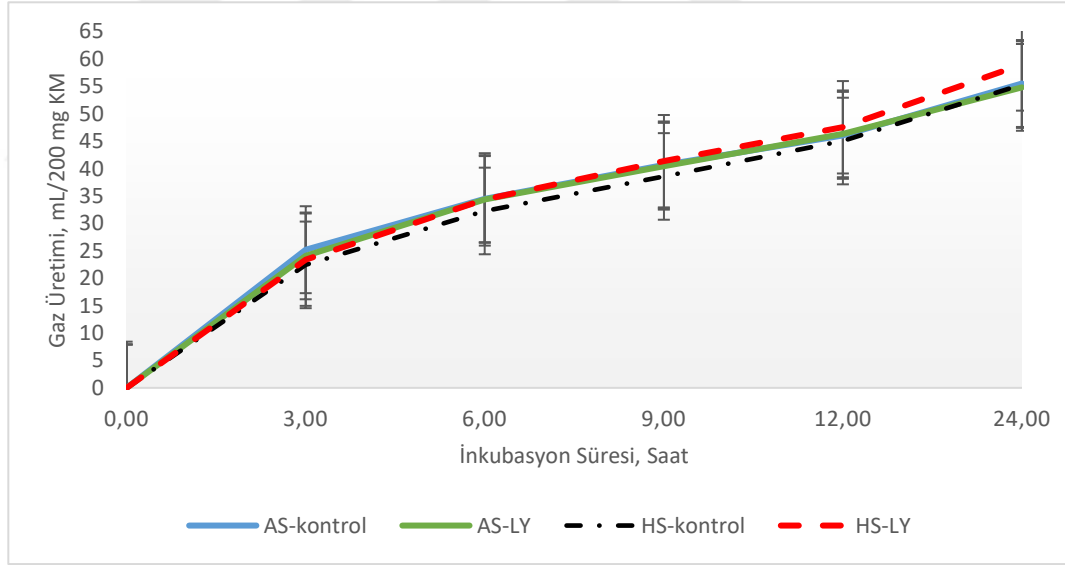
4. BULGULAR

AS-Kontrol, AS-LY, HS-Kontrol ve HS-LY rasyonlarının in vitro gaz üretim kinetiği ve gaz üretimi Tablo 4.1 ve Şekil 4.1'de sunulmuştur. Nişasta seviyesi ve LY takviyesi ile etkileşiminin, 3, 6, 9, 12 ve 24. saatlik inkübasyonda gaz üretimini üzerinde önemli bir etkisi olmamıştır. Benzer şekilde, LY katkılı ve katkısız her iki rasyonun gaz üretim hızı (c) ve potansiyel gaz üretimi (a + b) parametreleri, çalışmada kullanılan her iki rasyonun nişasta düzeyi, LY katkısı veya nişasta × maya interaksyonuna bağlı olarak istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık göstermemiştir. Tablo 4.2, AS ve HS içeren toplam karma rasyonlara LY ilavesinin 24 saatlik inkübasyondan sonra in vitro fermentasyon parametreleri üzerine etkisi göstermektedir. Her iki TKR'de pH, in vitro OM sindirimi, toplam UYA, ME ve CH₄ parametrelerinin hiçbiri nişasta düzeyi, maya katkısı ve bunların interaksyonundan etkilenmemiştir (Tablo 4.2).

Tablo 4.1. Farklı nişasta içeren toplam karma rasyonlara *Saccharomyces cerevisiae* ilavesinin farklı inkübasyon saatlerinden sonra vitro gaz üretim parametreleri, gaz üretimi ve organik madde sindirimi üzerine etkisi.

Muameleler	Maya dozu, 200 mg/g KM	GÜ Parametreleri		İn vitro GÜ, mL/200 gm KM					OMS, %
		a + b, mL	c, mL/h	GÜ ₃	GÜ ₆	GÜ ₉	GÜ ₁₂	GÜ ₂₄	
AS-Kontrol	0	52.43	0.045	23.71	34.52	40.68	46.08	55.54	75.60
AS-LY	0.06	51.98	0.050	23.96	34.38	40.44	46.35	54.83	74.97
HS-Kontrol	0	52.20	0.052	23.17	32.28	38.58	45.04	55.34	74.75
HS-LY	0.06	50.37	0,047	23.39	34.39	41.36	47.55	59.01	78.02
SEM		0.497	0.002	0.188	0.462	0.609	0.657	0.919	0.797
P değeri									
Nişasta		0.440	0.440	0.167	0.228	0.639	0.952	0.295	0.510
Maya		0.434	0.434	0.550	0.286	0.321	0.332	0.431	0.431
Nişasta × Maya		0.231	0.231	0.969	0.227	0.244	0.430	0.251	0.252

AS: Yeterli nişasta içeren rasyon, ASLY: Canlı maya katkılı AS içeren rasyon; HS: Yüksek nişasta içeren rasyon; HS LY: Canlı maya katkılı HS içeren rasyon; KM: Kuru madde; SEM: standart hata ortalaması; GÜ: Gaz üretimi b çözünmeyen fakat fermente olabilir fraksiyondan gaz üretimi. (mL), (a + b) potansiyel gaz üretimi (mL), c: (t) zamanında çözünmeyen fraksiyon (b) için gaz üretim hızı (%/h) (%/h), OMS: Organik madde sindirimi



Şekil 4. 1 Farklı nişasta içeren toplam karma rasyonlara *Saccharomyces cerevisiae* ilavesinin farklı inkübasyon saatlerinden sonra biriken gaz hacmi üzerindeki etkisi.

Tablo 4.2. Farklı nişasta içeren toplam karma rasyonlara canlı maya ilavesinin 24 saatlik inkübasyondan sonra in vitro fermentasyon parametreleri ve metan üzerine etkisi

Muameleler	Maya dozu, 200 mg/g KM	pH	TUYA, mmol/200 mg KM	Metan, %	Metan, mL	ME, Mj/kg KM
AS-Kontrol	0	6.45	12.32	21.90	3.64	11.73
AS-LY	0.06	6.44	12.16	21.22	3.11	11.62
HS-Kontrol	0	6.44	12.28	21.22	3.26	11.75
HS-LY	0.06	6.45	13.09	21.65	4.25	12.33
SEM		0.003	0.203	0.341	0.301	0.146
P değeri						
Nişasta		0.865	0.294	0.870	0.551	0.224
Maya		0.865	0.433	0.870	0.713	0.429
Nişasta × Maya		0.080	0.250	0.474	0.245	0.252

AS: Yeterli nişasta içeren rasyon, ASLY: Canlı maya katkılı AS içeren rasyon; HS: Yüksek nişasta içeren rasyon; HSLY: Canlı maya katkılı HS içeren rasyon; KM: Kuru madde; SEM: standart hata, TUYA: Toplam uçucu yağ asitleri, OMS: Organik madde sindirimi

5. TARTIŞMA

5.1. İn Vitro Gaz Üretimi ve Organik Madde Sindirimi

Mevcut çalışma, LY'nin normal ve yüksek nişasta oranlarında in vitro rumen fermantasyonu üzerindeki etkisini test etmek için tasarlanmıştır. Substratın mikrobiyal yıkımlanması birlikte üretilen gazın OM sindirimi ile güçlü bir şekilde ilişkili olduğu rapor edilmiştir (Tan ve ark., 2011). Bu çalışmada, gaz üretimi ve OM sindirim sonuçları tutarlı olup LY katkılı ve katkısız AS ve HS içeren substratlarda benzer bulunmuştur. Ayrıca, OM sindiriminde her hangi bir fark görülmemesi, fermantasyonda herhangi bir değişiklik olmadığı yönündeki sonucumuzu daha da desteklemektedir. Bu sonuç, mayanın, in vivo OM sindirilebilirliği (Vyas ve ark., 2014; Bayat ve ark., 2015; Maamouri ve ark., 2016; Diaz ve ark. 2018; Moya ve ark., 2018; Song ve ark., 2021) ve gaz üretimi (Amanzougarene ve ark., 2020) üzerinde hiçbir etki gözlemlemeyen diğer çalışmalarda bildirilenleri doğrulamaktadır. Buna karşılık, in vivo ve in vitro bazı araştırmalarda *S. cerevisiae*'nin inkübe edilen substratın sindirilebilirliğinin ve toplam gaz üretimindeki artış bulunmuştur (Elghandour ve ark., 2014; Elghandour ve ark., 2017; Cagle ve ark., 2019; Phesatcha ve ark., 2021; Jasmine Rani ve ark., 2022). Sonuçlardaki bu tutarsızlık, yem türü, rasyon lifi içeriği, konsantre oranı, doz ve kullanılan maya türü gibi maya takviyesinin tepkisine müdahale eden çeşitli faktörlerden kaynaklanıyor olabilir (Yaun ve ark., 2015). Bu çalışmada, substratların nişasta düzeyi farklı olmasına rağmen, gaz üretimi ve OM sindiriminin değişmemesi muhtemelen rasyon bileşimindeki mısır nişastasının ruminal yıkılıma dirençli olması ile ilişkilidir. Ayrıca, *S. cerevisiae* ilavesiyle OM sindirimi ve gaz üretim miktarının değişmemesi, mayanın farklı mekanizmalardan dolayı mikrobiyal büyüme ve aktiviteye katkıda bulunmaması ile ilişkilendirilebilir (Phesatcha ve ark., 2020). Bu durumun nedenlerinden biri, mayanın tek doz eklenmesinden dolayı in vitro fermantasyon modelinde kısa vadeli değişimlere yol açmaması olabilir. Nitekim, Opsi ve ark. (2012), rumendeki değişiklikler için mayalara uzun süreli adaptasyon ve etkileşim gerektiğini göstermilerdir. Diğer olası bir nedeni, Jiao ve ark. (2018)'nin bildirdiği gibi tüm gruplarda ortam pH'nın 6.44-6.45 olarak eşik değerin üzerinde ölçülmesi ile ilişkili olabilir. *S. cerevisiae* için optimum büyüme koşulları (30 - 35°C, pH 4.4 – 5.6, ortamda oksijen varlığı; Nayak, 2011) rumendeki normal çevre koşullarından farklıdır (39 - 40°C, pH 5.8 – 6.8, kesinlikle anaerobik ortam; Hungate, 1969) ve dolayısıyla fermantasyon bölgesinde optimal

metabolik aktivite göstermemiş olabilir. Jiao ve ark. (2018) tarafından .%10 silaj ve %90 konsantreden oluşan bir substratın iki farklı pH'da (5.8 ve 6.5) maya ile inkübe edildiği in vitro bir çalışmada, maya ürünlerinin ortam pH değeri 6,5'e karşı pH 5.8'de gaz üretimi, KM sindirimi ve UYA konsantrasyonunu artırdığı ve mikrobiyal sindirimin mayaya tepkisinin ortamın pH'ına bağlı olduğu gösterilmiştir. Bunlara ek olarak, mayanın muhtemelen eşik değerin üzerindeki pH'da yerel mikrobiyota tarafından substratlar için rekabetçi dışlamaya maruz bırakılmasıdır (Freilich ve ark., 2011). Ayrıca, bu çalışmada, mayanın olumlu etkisinin görülmemesi LY'nin dozu ve kullanılan rasyonların (AS ve HS) bileşimine bağlı olabilir (Chaucheyras-Durand ve ark., 2015). Geviş getiren hayvanlarda canlı maya kullanımına ilişkin bir meta-analizde, Desnoyers ve ark. (2009), OM sindirilebilirliğindeki bir artışın, bu katkı maddesinin dozu ile pozitif olarak ilişkili olduğunu gözlemlemiştir. Ayrıca araştırmacılar, mayanın sindirilebilirlik üzerindeki etkisinin, daha yüksek NDF oranına sahip rasyonlarda arttığını (Desnoyers ve ark., 2009; Tang ve ark., 2015; Monroy Salazar ve ark., 2016) ve daha yüksek konsantrasyon oranına sahip rasyonlarda azaldığını belirtmiştir (Desnoyers ve ark., 2009; Opsi ve ark., 2012;). Ek olarak, etki, kaba yem sindirilebilirliğine bağlı olarak değişebilir ve düşük kaliteli kaba yem kullanıldığında sindirilebilirlikte daha etkili bir iyileşme sağlar (Guedes ve ark., 2008). Bu çalışmada, her iki TRK izonitrojenik ve izokalorik hazırlanmıştır ve kaba yem NDF kaynağı aynı kalitedeki kaba yemlerden sağlanmıştır, ve benzer kimyasal bileşimi ve hemen hemen aynı lif fraksiyonuna sahiptir (Tablo 3.1). Bu, rasyonlara maya eklenmediğinde bile OM sindirilebilirliği yüksek olduğundan, bu çalışmayı etkileyen ana faktörlerden biri olabilir.

5.2. İn Vitro Ruminal Fermentasyon Parametreleri ve Metan Üretimi

Ruminal pH, rumen ortamının iç homeostazını temsil eden önemli bir indekstir; bu nedenle, ideal rumen ekolojisini, rumen fermentasyonunu ve mikrobiyal gelişimi desteklemek için, sürekli olarak stabil bir ruminal pH'ı korumak çok önemlidir. Rasyonda nişasta miktarını artırmanın ruminal pH'ı düşürdüğü bilinmektedir (Knollinger ve ark., 2022). Ancak bu çalışmada AS ve HS rasyonlarının ruminal pH değerleri eşik değerin üzerinde ölçülmüş ve rasyonlar arasında fark gözlenmemiştir. Yukarıda tartışıldığı gibi, bunun olası bir açıklaması, mısır nişastasının ruminal degradasyon oranının düşük olmasıdır. Lynch ve Martin (2002), çözünmüş nişastanın inkübasyonunun mısıra kıyasla daha düşük pH değerine sahip olduğunu göstermiştir

(5.26'ya karşı 5.89). HS içeren bir rasyon elde etmek için ana nişasta kaynağı olarak öğütölmüş mısır tanesi kullanan başka bir çalışmada, düşük nişasta (%22,8) ile beslenen ineklerin yüksek nişasta (%31,2) ile beslenen ineklere göre daha yüksek ortalama rumen sıvısı pH'ına sahip olmasına rağmen, her iki rasyonun pH değeri fizyolojik sınırlar içinde kalmıştır (6.38'e karşı 6.10) ve muameleler arasında zaman-nokta farkı gözlenmemiştir (Knollinger ve ark., 2022). Bu çalışmada, inkübasyon sırasında zaman noktalarında pH dalgalanmalarının tespit edilememesi, araştırmanın bir sınırlılığıdır. Bulgumuzun bir başka olası alternatif açıklaması, çalışmada yüksek tamponlu bir vasat kullanılmasından dolayı in kübasyon süresince vasatın tamponlama kapasitesinin tükenmemiş olmasıdır. Tampon konsantrasyonu, pH 6.0'ın altına olacak şekilde sınırlandırıldığında, inkübasyon solüsyonundaki tampon etkisinin yaklaşık 10 saatlik inkübasyondan sonra tükenebileceği belirtilmiştir (Amanzougarene ve ark., 2017). Benzer şekilde, in vitro bir çalışmada (Chai ve ark., 2004), yüksek tamponlu vasatta (pH 6.50, 6.25 ve 6.00), 12 saatlik inkübasyondan sonra pH'nın korunduğu, halbuki düşük tamponlu vasatta (pH 5,75 ve 5,50) tamponlama kapasitesinin tükenmesi sonucu 10 saatlik inkübasyondan sonra büyük bir pH düşüşü (nihai pH değeri 5,51 ve 5,31) saptanmıştır. Beuvink ve Spoelstra'nın (1992), fermentasyon ortamı pH'ı 6.2'nin altına düştüğünde gaz üretiminin doğrusal olmayan hale geldiği bulgusu, tamponlama kapasitesinin sınırlı olduğunu ve fazla fermentasyon son ürünleri üretilirse tükenebileceğini vurgulamaktadır. 30 (200 mg substrat) veya 40 mL (450 g substrat) besiyeri ile şırınga yöntemini kullanarak Getachew ve ark. (1998), gaz hacmi sırasıyla 90 veya 130 mL'yi aştığında standart tamponun tükendiğini bildirmiştir. Bu çalışmada, 24 saatlik inkübasyon sonunda gaz üretimleri 55.34-59.1 mL arasında değişmiştir. Bu çalışmanın sonuçlarına benzer şekilde, Pulido ve ark. (2015) ve Xiao ve ark. (2016), LY ilavesinin pH üzerinde önemli bir etki göstermediğini belirtmiştir. Ancak bazı araştırmacılar *S. cerevisiae* ilavesinin *Selenomonas ruminantum* ve *Megasphaera elsdenii*'nin aktivitesini uyararak laktatı tükettimini artırdığı ve ruminal pH'ı yükselttiğini bulmuşlardır (Sousa ve ark., 2018; Dias ve ark., 2018; Crossland ve ark., 2019; Cagle ve ark., 2020; Direkvandi ve ark., 2021; Phesatcha ve ark., 2022). Çalışmalar arasındaki tutarsız sonuçlar, deneysel koşullardaki farklılıklardan kaynaklanıyor olabilir (Moya ve ark., 2009).

Fermente edilebilir karbonhidratların diyet içeriğinin artırılması genellikle toplam UYA konsantrasyonlarını artırır ve rumen pH'ını düşürür (Agle ve ark., 2010).

Ancak, bu çalışmada nişasta miktarı ve LY ilavesinin toplam UYA üzerinde herhangi bir etkileşim etkisi olmamıştır. Gaz üretimi, OM sindirilebilirliği ve pH'nın da etkilenmediği göz önüne alındığında bu şaşırtıcı değildi. Mevcut deneyde iki farklı nişasta seviyesine verilen benzer tepkinin, mısır nişastasının ruminal yıkımlanmaya karşı direncinden kaynaklanması muhtemeldir. Aynı zamanda, daha önceki sonuçlarla uyumlu olarak, bu çalışmada, LY takviyesi ile toplam UYA konsantrasyonunda bir artış saptanamamıştır (Jeyanathan ve ark., 2016; Kumprechtova ve ark., 2019; Cagle ve ark., 2020). Daha yüksek bir potansiyel gaz üretimi, UYA yoluyla enerji arzına önemli ölçüde katkıda bulunabilir (Remesy ve ark., 1995). Ancak bu çalışmada, substratların gaz hacimlerinin benzerliğinden dolayı ME seviyelerinde bir farklılık bulunmamıştır. Bu çalışma sonuçlarının aksine, *S. cerevisiae*'nin rumende artan mikrobiyal aktiviteye bağlı olarak UYA üretimini ve ME'yi arttırdığını gösteren çalışmalar da vardır (Mao ve ark., 2013; Elghandour ve ark., 2014; Dias ve ark., 2018; Phesatcha ve ark., 2022; Mora ve ark., 2023). Çalışma sonuçlarındaki tutarsızlıklar, maya suşu ve rasyon bileşimindeki farklılıklardan kaynaklanmış olabilir (Cherdthong ve ark., 2019). Gaz üretimi ve OM sindirimi ile ilgili tartışma bölümünde açıklandığı gibi, mevcut çalışmada LY ilavesi ile toplam UYA miktarında değişiklik olmaması, karbonhidratların LY ile daha iyi bir mikrobiyal fermentasyonunun sağlanamamasına bağlanabilir (Choi ve ark., 2022).

AS ve HS diyetlerine eklenen *S. cerevisiae*'nin CH₄ üretimi üzerinde hiçbir etkisi olmamıştır. Bu çalışmanın sonuçları ile uyumlu olarak, Darabighane ve ark. (2019) tarafından yakın zamanda yapılan bir meta-analiz çalışmasında, mayanın CH₄ konsantrasyonları üzerinde hiçbir etkisinin olmadığı bildirilmiştir. Mayanın CH₄ emisyonları üzerinde hiçbir etkisinin olmadığına dair başka araştırma bulguları da var. (Bayat ve ark., 2015; Li ve ark., 2021). Aksine, çeşitli in vitro ve in vivo araştırmalarda, *S. cerevisiae*'nin, asetojenler tarafından hidrojen kullanımını indükleyerek CH₄ emisyonlarını azaltabileceğini bildirilmiştir (Elghandour ve ark., 2014; Pulido ve ark., 2015). Bazı in vivo çalışmalar, maya takviyesinin CH₄ üretimini azalttığını bildirmiştir (Tristant ve Moran, 2015; Wang ve ark., 2016; Phesatcha ve ark., 2020) LY katkısı ile CH₄ üretiminde görülen bu çelişkili sonuçlar, muhtemelen maya suşu farklılığından ve diyet türünden kaynaklanmaktadır (Li ve ark., 2015).

Sonuç olarak, bu çalışmada, in vitro gaz üretim parametreleri, sindirilebilirlik ve fermentasyon özellikleri bir bütün olarak değerlendirildiğinde, mısıra dayalı yüksek

nişasta içeren süt sığırı rasyonlarına *S. cerevisiae* eklenmesi, ruminal fermentasyon ve sindirilebilirlik üzerine faydalı bir etkisi saptanamamıştır. Bu nedenle, rasyonun nişasta seviyesi ile kaynağı ve mayanın rumen mikrobiyotası üzerindeki etkilerini ve bunların organik madde sindirilebilirliği, rumen pH'ı ve UYA gibi rumen fonksiyonlarını nasıl etkilediğini karakterize etmek için daha ileri çalışmalara ihtiyaç vardır.



KAYNAKLAR

- Agle, M., Hristov, A. N., Zaman, S., Schneider, C., Ndegwa, P. M., & Vaddella, V. K. (2010). Effect of dietary concentrate on rumen fermentation, digestibility, and nitrogen losses in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 93(9), 4211-4222.
- Al Ibrahim, R. M., Kelly, A. K., O'Grady, L., Gath, V. P., McCarney, C., & Mulligan, F. J. (2010). The effect of body condition score at calving and supplementation with *Saccharomyces cerevisiae* on milk production, metabolic status, and rumen fermentation of dairy cows in early lactation. *Journal of dairy science*, 93(11), 5318-5328.
- Allen, M. S., & Ying, Y. (2012). Effects of *Saccharomyces cerevisiae* fermentation product on ruminal starch digestion are dependent upon dry matter intake for lactating cows. *Journal of dairy science*, 95(11), 6591-6605.
- Alugongo, G. M., Xiao, J., Wu, Z., Li, S., Wang, Y., & Cao, Z. (2017). Utilization of yeast of *Saccharomyces cerevisiae* origin in artificially raised calves. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, 8(1), 1-12.
- AlZahal, O., L. Dionissopoulos, A. H. Laarman, N. W. and B. W. McBride. 2014. Active dry *Saccharomyces cerevisiae* can alleviate the effect of subacute ruminal acidosis in lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 97:7751–7763.
- Alzahal, O., Rustomo, B., Odongo, N. E., Duffield, T. F., & McBride, B. W. (2007). A system for continuous recording of ruminal pH in cattle. *Journal of animal science*, 85(1), 213-217.
- Amanzougarene, Z., & Fondevila, M. (2017). Fitting of pH conditions for the study of concentrate feeds fermentation by the in vitro gas-production technique. *Animal Production Science*, 58(9), 1751-1757.
- Amanzougarene, Z., Tejeda, M. P., Calvo, H., de la Fuente, G., & Fondevila, M. (2020). Microbial fermentation of starch-or fibre-rich feeds added with dry or pre-activated *Saccharomyces cerevisiae* studied in vitro under conditions simulating high-concentrate feeding for ruminants. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 100(5), 2236-2243.
- Ambriz-Vilchis, V., Jessop, N.S., Fawcett, R.H., Webster, M., Shaw, D.J., Walker, N. and Macrae, A.I. 2017. Effect of yeast supplementation on performance, rumination time, and rumen pH of dairy cows in commercial farm environments. *Journal of Dairy Science*, 100, pp.5449-5461
- AOAC. 1990. Association of official analytical chemists, official methods of analysis, pp. 66-88, 15th ed. AOAC, Arlington, VA
- Aoki, Y., Oshita, T., Namekawa, H., Nemoto, E., & Aoki, M. (2013). Effect of cutting height on the chemical composition, nutritional value and yield, fermentative quality and aerobic stability of corn silage and relationship with plant maturity at harvest. *Grassland Science*, 59(4), 211-220.
- Arias, S., Di Marco, O. N., & Aello, M. S. (2003). Effects of hybrid and maturity on maize stover ruminal degradability in cattle fed different diets. *Asian-australasian journal of animal sciences*, 16(11), 1619-1624.
- Bach, A., Iglesias, C., & Devant, M. (2007). Daily rumen pH pattern of loose-housed dairy cattle as affected by feeding pattern and live yeast supplementation. *Animal Feed Science and Technology*, 136(1-2), 146-153.
- Bach, A., López-García, A., González-Recio, O., Elcoso, G., Fàbregas, F., Chaucheyras-Durand, F., & Castex, M. (2019). Changes in the rumen and colon microbiota and

- effects of live yeast dietary supplementation during the transition from the dry period to lactation of dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 102(7), 6180-6198.
- Baker, L. M., Kraft, J., Karnezos, T. P., & Greenwood, S. L. (2022). The effects of dietary yeast and yeast-derived extracts on rumen microbiota and their function. *Animal Feed Science and Technology*, 115476.
- Bakr, H. A., Hassan, M. S., Giadinis, N. D., Panousis, N., Ostojić-Andrić, D., Abd, E. T. M., & Bojkovski, J. (2015). Effect of *Saccharomyces cerevisiae* supplementation on health and performance of dairy cows during transition and early lactation period. *Biotechnology in animal husbandry*, 31(3), 349-364.
- Barrera, O.R., Salinas-Chavira, J. and Castillo, Y.C. 2019. Yeasts as dietary additives to manipulate ruminal fermentation: effect on nutrient utilization and productive performance of ruminants. *Yeasts in Biotechnology*. IntechOpen. pp.1-8.
- Bauman, D. E., & Griinari, J. M. (2003). Nutritional regulation of milk fat synthesis. *Annual review of nutrition*, 23(1), 203-227.
- Bayat, A. R., Kairenius, P., Stefański, T., Leskinen, H., Comtet-Marre, S., Forano, E., ... & Shingfield, K. J. (2015). Effect of camelina oil or live yeasts (*Saccharomyces cerevisiae*) on ruminal methane production, rumen fermentation, and milk fatty acid composition in lactating cows fed grass silage diets. *Journal of dairy science*, 98(5), 3166-3181.
- Beauchemin, K. A., Rode, L. M., & Yang, W. Z. (2000). Relationship between low ruminal pH and fiber digestion or efficiency of microbial protein synthesis in cattle. *Can. J. Anim. Sci*, 80, 761.
- Beauchemin, K. A., Yang, W. Z., Morgavi, D. P., Ghorbani, G. R., Kautz, W., & Leedle, J. A. Z. (2003). Effects of bacterial direct-fed microbials and yeast on site and extent of digestion, blood chemistry, and subclinical ruminal acidosis in feedlot cattle. *Journal of Animal Science*, 81(6), 1628-1640.
- BeMiller, J. M, and R. Whistler. 2009. *Starch. Chemistry and Technology*. 3rd edition. Academic Press. pp. 879.
- Beuvink, J. M. W., & Spoelstra, S. F. (1992). Interactions between substrate, fermentation end-products, buffering systems and gas production upon fermentation of different carbohydrates by mixed rumen microorganisms in vitro. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 37(4), 505-509.
- Bitencourt, L. L., Silva, J. R. M., Oliveira, B. M. L. D., Dias Júnior, G. S., Lopes, F., Siécola Júnior, S., ... & Pereira, M. N. (2011). Diet digestibility and performance of dairy cows supplemented with live yeast. *Scientia Agricola*, 68, 301-307.
- Boerman, J. P., Potts, S. B., VandeHaar, M. J., & Lock, A. L. (2015). Effects of partly replacing dietary starch with fiber and fat on milk production and energy partitioning. *Journal of Dairy Science*, 98(10), 7264-7276.
- Boulton, C. and D. Quain. 2001. *Brewing Yeast and Fermentation*. Pages 19-63 in *The Brewing Process*. Blackwell Science, Oxford.
- Broadway, P. R., Carroll, J. A., & Burdick Sanchez, N. C. (2015). Live yeast and yeast cell wall supplements enhance immune function and performance in food-producing livestock: a review. *Microorganisms*, 3(3), 417-427
- Brossard, L., Chaucheyras-Durand, F., Michalet-Doreau, B., & Martin, C. (2006). Dose effect of live yeasts on rumen microbial communities and fermentations during butyric latent acidosis in sheep: new type of interaction. *Animal Science*, 82(6), 829-836.

- Brossard, L., Martin, C., & Chaucheyras-Durand, F. (2004). Protozoa involved in butyric rather than lactic fermentative pattern during latent acidosis in sheep. *Reproduction Nutrition Development*, 44(3), 195-206.
- Cagle, C. M., Batista, L. F. D., Anderson, R. C., Fonseca, M. A., Cravey, M. D., Julien, C., & Tedeschi, L. O. (2019). Evaluation of different inclusion levels of dry live yeast impacts on various rumen parameters and in situ digestibilities of dry matter and neutral detergent fiber in growing and finishing beef cattle. *Journal of animal science*, 97(12), 4987-4998.
- Castagnino, D. S., Ying, Y., Allen, M. S., Gervais, R., Chouinard, P. Y., & Girard, C. L. (2017). Apparent ruminal synthesis of B vitamins in lactating dairy cows fed *Saccharomyces cerevisiae* fermentation product. *Journal of dairy science*, 100(10), 8161-8164.
- Castillo-González, A. R., Burrola-Barraza, M. E., Domínguez-Viveros, J., & Chávez-Martínez, A. (2014). Rumen microorganisms and fermentation. *Archivos de Medicina Veterinaria*, 46(3), 349-361.
- Chai, W. Z., Van Gelder, A. H., & Cone, J. W. (2004). Relationship between gas production and starch degradation in feed samples. *Animal Feed Science and Technology*, 114(1-4), 195-204.
- Chaucheyras, F., Fonty, G., Bertin, G., & Gouet, P. (1995). Effects of live *Saccharomyces cerevisiae* cells on zoospore germination, growth, and cellulolytic activity of the rumen anaerobic fungus, *Neocallimastix frontalis* MCH3. *Current Microbiology*, 31(4), 201-205.
- Chaucheyras, F., Fonty, G., Bertin, G., & Gouet, P. (1995). In vitro H₂ utilization by a ruminal acetogenic bacterium cultivated alone or in association with an archaea methanogen is stimulated by a probiotic strain of *Saccharomyces cerevisiae*. *Applied and Environmental Microbiology*, 61(9), 3466-3467.
- Chaucheyras, F., Fonty, G., Gouet, P., Bertin, G., & Salmon, J. M. (1996). Effects of a strain of *Saccharomyces cerevisiae* (Levucell® SC), a microbial additive for ruminants, on lactate metabolism in vitro. *Canadian journal of microbiology*, 42(9), 927-933.
- Chaucheyras-Durand, F., Walker, N. D., & Bach, A. (2008). Effects of active dry yeasts on the rumen microbial ecosystem: Past, present and future. *Animal Feed Science and Technology*, 145(1-4), 5-26..
- Chaucheyras-Durand, F., & Fonty, G. (2001). Establishment of cellulolytic bacteria and development of fermentative activities in the rumen of gnotobiotically-reared lambs receiving the microbial additive *Saccharomyces cerevisiae* CNCM I-1077. *Reproduction Nutrition Development*, 41(1), 57-68.
- Chaucheyras-Durand, F., Ameilbonne, A., Bichat, A., Mosoni, P., Ossa, F., & Forano, E. (2016). Live yeasts enhance fibre degradation in the cow rumen through an increase in plant substrate colonization by fibrolytic bacteria and fungi. *Journal of Applied Microbiology*, 120(3), 560-570.
- Chaucheyras-Durand, F., Masségla, S., & Fonty, G. (2005). Effect of the microbial feed additive *Saccharomyces cerevisiae* CNCM I-1077 on protein and peptide degrading activities of rumen bacteria grown in vitro. *Current microbiology*, 50(2), 96-101..
- Chaucheyras-Durand, F., Ameilbonne, A., Auffret, P., Bernard, M., Mialon, M. M., Dunière, L., & Forano, E. (2019). Supplementation of live yeast based feed additive in early life promotes rumen microbial colonization and fibrolytic potential in lambs. *Scientific reports*, 9(1), 1-16.

- Chen, L., Yang, Z., Qin, H., Zeng, X., & Meng, J. (2019). Advanced electrochemical performance of ZnMn₂O₄/N-doped graphene hybrid as cathode material for zinc ion battery. *Journal of Power Sources*, 425, 162-169.
- Cheng, K. J., McAllister, T. A., Popp, J. D., Hristov, A. N., Mir, Z., & Shin, H. T. (1998). A review of bloat in feedlot cattle. *Journal of Animal Science*, 76(1), 299-308.
- Cherdthong, A., Prachumchai, R., Supapong, C., Khonkhaeng, B., Wanapat, M., Foiklang, S., ... & Polyorach, S. (2018). Inclusion of yeast waste as a protein source to replace soybean meal in concentrate mixture on ruminal fermentation and gas kinetics using in vitro gas production technique. *Animal Production Science*, 59(9), 1682-1688.
- Cherdthong, A., & Supapong, C. (2019). Improving the nutritive value of cassava bioethanol waste using fermented yeast as a partial replacement of protein source in dairy calf ration. *Tropical animal health and production*, 51(8), 2139-2144.
- Chiquette, J., Lagrost, J., Girard, C. L., Talbot, G., Li, S., Plaizier, J. C., & Hindrichsen, I. K. (2015). Efficacy of the direct-fed microbial *Enterococcus faecium* alone or in combination with *Saccharomyces cerevisiae* or *Lactococcus lactis* during induced subacute ruminal acidosis. *Journal of Dairy Science*, 98(1), 190-203.
- Choi, Y., Kim, S., Lee, S., & Na, Y. (2022). Effects of starch sugar by-product on rumen in vitro digestibility, in situ disappearance rate, and milking productivity of the lactating dairy cow. *PeerJ*, 10, e12998.
- Chung, Y. H., Walker, N. D., McGinn, S. M., & Beauchemin, K. A. (2011). Differing effects of 2 active dried yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) strains on ruminal acidosis and methane production in nonlactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 94(5), 2431-2439.
- Colonna, P., & Buleon, A. (1992, June). New insights on starch structure and properties. In: Proceedings of the 9th international cereal and bread congress. IRTAC. Paris, France. pp. 25– 42.
- Counotte, G. H. M., Prins, R. A., Janssen, R. H. A. M., & DeBie, M. J. A. (1981). Role of *Megasphaera elsdenii* in the fermentation of DL-[2-¹³C] lactate in the rumen of dairy cattle. *Applied and Environmental Microbiology*, 42(4), 649-655.
- Crossland, W.L.; Cagle, C.M.; Sawyer, J.E.; Callaway, T.R.; Tedeschi, L.O. Evaluation of active dried yeast in the diets of feedlot steers. II. effects on rumen pH and liver health of feedlot steers. *J. Anim. Sci.* 2019, 97, 1347–1363
- Darabighane, B., Salem, A. Z. M., Mirzaei Aghjehgheshlagh, F., Mahdavi, A., Zarei, A., Elghandour, M. M. M. Y., & López, S. (2019). Environmental efficiency of *Saccharomyces cerevisiae* on methane production in dairy and beef cattle via a meta-analysis. *Environmental Science and Pollution Research*, 26(4), 3651-3658.
- Dawson, K. A., Newman, K. E., & Boling, J. A. (1990). Effects of microbial supplements containing yeast and lactobacilli on roughage-fed ruminal microbial activities. *Journal of Animal Science*, 68(10), 3392-3398.
- Dawson, K. A., & Tricarico, J. (2002). The evolution of yeast cultures-20 years of research. *Navigating from Niche Markets to Mainstream. Proceedings of Alltech's European, Middle Eastern and African Lecture Tour*, Stamford, UK, pp. 26–43
- Dehority, B. A., & Grubb, J. A. (1976). Basal medium for the selective enumeration of rumen bacteria utilizing specific energy sources. *Applied and Environmental Microbiology*, 32(5), 703-710.
- Desnoyers, M., Giger-Reverdin, S., Bertin, G., Duvaux-Ponter, C., & Sauvant, D. (2009). Meta-analysis of the influence of *Saccharomyces cerevisiae* supplementation on

- ruminal parameters and milk production of ruminants. *Journal of Dairy Science*, 92(4), 1620-1632.
- Dias, A. L. G., Freitas, J. A., Micai, B., Azevedo, R. A., Greco, L. F., & Santos, J. E. P. (2018). Effect of supplemental yeast culture and dietary starch content on rumen fermentation and digestion in dairy cows. *Journal of dairy science*, 101(1), 201-221.
- Direkvandi, E., Mohammadabadi, T., & Salem, A. Z. M. (2021). Influence of three microbial feed additives of *Megasphaera elsdenii*, *Saccharomyces cerevisiae* and *Lactobacillus* sp. on ruminal methane and carbon dioxide production, and biofermentation kinetics. *Journal of Applied Microbiology*, 131(2), 623-633.
- Garcia Diaz, T., Ferriani Branco, A., Jacovaci, F. A., Cabreira Jobim, C., Bolson, D. C., & Pratti Daniel, J. L. (2018). Inclusion of live yeast and mannan-oligosaccharides in high grain-based diets for sheep: Ruminal parameters, inflammatory response and rumen morphology. *PLoS One*, 13(2), e0193313.
- Garcia Diaz, T., Ferriani Branco, A., Jacovaci, F. A., Cabreira Jobim, C., Pratti Daniel, J. L., Iank Bueno, A. V., & Gonçalves Ribeiro, M. (2018). Use of live yeast and mannan-oligosaccharides in grain-based diets for cattle: Ruminal parameters, nutrient digestibility, and inflammatory response. *PloS one*, 13(11), e0207127.
- Dijkstra, J., Ellis, J. L., Kebreab, E., Strathe, A. B., López, S., France, J., & Bannink, A. (2012). Ruminal pH regulation and nutritional consequences of low pH. *Animal Feed Science and Technology*, 172(1-2), 22-33.
- Ding, G., Chang, Y., Zhao, L., Zhou, Z., Ren, L. and Meng, Q. (2014) Effect of *Saccharomyces cerevisiae* on alfalfa nutrient degradation characteristics and rumen microbial populations of steers fed diets with different concentrate-to-forage ratios. *J Anim Sci Biotechnol* 5, 24.
- Elghandour, M. M., Chagoyán, J. C. V., Salem, A. Z., Kholif, A. E., Castañeda, J. S. M., Camacho, L. M., & Cerrillo-Soto, M. A. (2014). Effects of *Saccharomyces cerevisiae* at direct addition or pre-incubation on in vitro gas production kinetics and degradability of four fibrous feeds. *Italian Journal of Animal Science*, 13(2), 3075.
- Elghandour, M. M. Y., Vázquez, J. C., Salem, A. Z. M., Kholif, A. E., Cipriano, M. M., Camacho, L. M., & Márquez, O. (2017). In vitro gas and methane production of two mixed rations influenced by three different cultures of *Saccharomyces cerevisiae*. *Journal of Applied Animal Research*, 45(1), 389-395.
- Ferraretto, L. F., Shaver, R. D., & Bertics, S. J. (2012). Effect of dietary supplementation with live-cell yeast at two dosages on lactation performance, ruminal fermentation, and total-tract nutrient digestibility in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 95(7), 4017-4028.
- Fortina, R., Glorio Patrucco, S., Barbera, S., & Tassone, S. (2022). Rumen Fluid from Slaughtered Animals: A Standardized Procedure for Sampling, Storage and Use in Digestibility Trials. *Methods and Protocols*, 5(4), 59.
- France, J., Dijkstra, J., Dhanoa, M. S., Lopez, S., & Bannink, A. (2000). Estimating the extent of degradation of ruminant feeds from a description of their gas production profiles observed in vitro: derivation of models and other mathematical considerations. *British Journal of Nutrition*, 83(2), 143-150.
- Freilich, S., Zarecki, R., Eilam, O., Segal, E. S., Henry, C. S., Kupiec, M., ... & Ruppín, E. (2011). Competitive and cooperative metabolic interactions in bacterial communities. *Nature communications*, 2(1), 1-7.
- Galloway Sr, D. L., Goetsch, A. L., Forster Jr, L. A., Brake, A. C., & Johnson, Z. B. (1993). Digestion, feed intake, and live weight gain by cattle consuming bermudagrass and supplemented with different grains. *Journal of Animal Science*, 71(5), 1288-1297.

- Gang, G. U. O., Chen, S. H. E. N., Qiang, L. I. U., ZHANG, S. L., Tao, S. H. A. O., Cong, W. A. N. G., ... & HUO, W. J. (2020). The effect of lactic acid bacteria inoculums on in vitro rumen fermentation, methane production, ruminal cellulolytic bacteria populations and cellulase activities of corn stover silage. *Journal of Integrative Agriculture*, 19(3), 838-847.
- Garner, M. R., Gronquist, M. R., & Russell, J. B. (2004). Nutritional requirements of *Allisonella histaminiformans*, a ruminal bacterium that decarboxylates histidine and produces histamine. *Current microbiology*, 49(4), 295-299.
- Getachew, G., Blümmel, M., Makkar, H. P. S., & Becker, K. (1998). In vitro gas measuring techniques for assessment of nutritional quality of feeds: a review. *Animal Feed Science and Technology*, 72(3-4), 261-281.
- Getachew, G., Makkar, H. P. S., & Becker, K. (2002). Tropical browses: contents of phenolic compounds, in vitro gas production and stoichiometric relationship between short chain fatty acid and in vitro gas production. *The Journal of Agricultural Science*, 139(3), 341-352.
- Goel, G., Makkar, H. P., & Becker, K. (2008). Effects of *Sesbania sesban* and *Carduus pycnocephalus* leaves and Fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.) seeds and their extracts on partitioning of nutrients from roughage-and concentrate-based feeds to methane. *Animal Feed Science and Technology*, 147(1-3), 72-89.
- Gozho, G. N., Krause, D. O., & Plaizier, J. C. (2006). Rumen lipopolysaccharide and inflammation during grain adaptation and subacute ruminal acidosis in steers. *Journal of dairy science*, 89(11), 4404-4413.
- Guedes, C. M., Gonçalves, D., Rodrigues, M. A. M., & Dias-da-Silva, A. (2008). Effects of a *Saccharomyces cerevisiae* yeast on ruminal fermentation and fibre degradation of maize silages in cows. *Animal Feed Science and Technology*, 145(1-4), 27-40.
- Guo, J., Zhang, Z., Derakhshani, H., Yoon, I., Plaizier, J., & Khafipour, E. (2018). Effect of subacute ruminal acidosis (SARA) and *Saccharomyces cerevisiae* fermentation products on gastrointestinal microbiome of dairy cows. *Journal of Animal Science*, 96, 398-398.
- Halász, A., & Lásztity, R. (2017). *Use of yeast biomass in food production*. Pages 23-41 in Chemical composition and biochemistry of yeast biomass. CRS Press, Boca Raton, FL.
- Hall, M. B. (2014). Feed analysis and its interpretation. *Vet. Clin. Food Anim.* 30:487–505.
- Harrison, G. A., Hemken, R. W., Dawson, K. A., Harmon, R. J., & Barker, K. B. (1988). Influence of addition of yeast culture supplement to diets of lactating cows on ruminal fermentation and microbial populations. *Journal of Dairy Science*, 71(11), 2967-2975.
- Hasunuma, T., Uyeno, Y., Akiyama, K., Hashimura, S., Yamamoto, H., Yokokawa, H., ... & Kushibiki, S. (2016). Consecutive reticular pH monitoring in dairy cows fed diets supplemented with active dry yeast during the transition and mid-lactation periods. *Animal Feed Science and Technology*, 221, 215-225.
- Hatfield, P. G., M. K. Petersen, C. K. Clar, H. A. Glimp, K. J. Hemenway, and W. S. Ramsey. (1993). Effects of barley variety and restricted versus ad libitum intake on rate, site, and extent of digestion by wethers fed a high-energy diet. *J. Anim. Sci.* 71:1390–1394.
- Herrera-Saldana, R. E., J. T. Huber, and M. H. Poore. (1990). Dry matter, crude protein and starch degradability of five cereal grains. *J. Dairy Sci.* 73:2386–2393.
- Hristov, A. N., Varga, G., Cassidy, T., Long, M., Heyler, K., Karnati, S. A., ... & Yoon, I. (2010). Effect of *Saccharomyces cerevisiae* fermentation product on ruminal fermentation and nutrient utilization in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 93(2), 682-692.

- Hungate, R.E., 1969. The rumen and its microbes. New York: Academic Press.
- Huntington, G. B. (1997). Starch utilization by ruminants: from basics to the bunk. *J. Anim. Sci.* 75:852-867.
- Jeyanathan, J., Martin, C. and Morgavi, D.P. (2016) Screening of bacterial direct-fed microbials for their antimethanogenic potential *in vitro* and assessment of their effect on ruminal fermentation and microbial profiles in sheep. *J Anim Sci* **94**, 739–750.
- Jaramillo-López, E., Itza-Ortiz, M. F., Peraza-Mercado, G., & Carrera-Chávez, J. M. (2017). Ruminal acidosis: strategies for its control. *Austral journal of veterinary sciences*, 49(3), 139-148.
- Jasmine Rani, K., Dildeep, V., Ally, K., Syam Mohan, K. M., Aravindakshan, T. V., & Anil, K. S. (2022). In Vitro Assessment Of Nutrient Digestibility And Microbial Biomass Production Of Total Mixed Ration Supplemented With Different Levels Of Thermostable Yeast In Crossbred Dairy Cows. *J. Indian Vet. Assoc.* 20 (1):23-32
- Jiao, P. X., He, Z. X., Ding, S., Walker, N. D., Cong, Y. Y., Liu, F. Z., ... & Yang, W. Z. (2018). Impact of strain and dose of live yeast and yeast derivatives on in vitro ruminal fermentation of a high-grain diet at two pH levels. *Canadian Journal of Animal Science*, 98(3), 477-487.
- Khan, N. A., T. A. Tewoldebrhan, R. L. Zom, J. W. Cone, and W. H. Hendriks. (2012). Effect of corn silage harvest maturity and concentrate type on milk fatty acid composition of dairy cows. *J. Dairy Sci.* 95:1472-1482.
- Kobayashi, Y., Shinkai, T. and Koike, S. (2008) Ecological and physiological characterization shows that *Fibrobacter succinogenes* is important in rumen fibre digestion – review. *Folia Microbiol (Praha)* **53**, 195–200.
- Knollinger, S. E., Poczynek, M., Miller, B., Mueller, I., de Almeida, R., Murphy, M. R., & Cardoso, F. C. (2022). Effects of Autolyzed Yeast Supplementation in a High-Starch Diet on Rumen Health, Apparent Digestibility, and Production Variables of Lactating Holstein Cows. *Animals*, 12(18), 2445.
- Koul, V., U. Kumar, V. K. Sareen, and S. Singh. (1998). Mode of action of yeast culture (YEA-SACC 1026) for stimulation of rumen fermentation in buffalo calves. *J. Sci. Food Agric.* 77:4007-413.
- Krizova L, Richter M, Trínáctý J, Říha J, Kumprechtová D (2011): The effect of feeding live yeast cultures on ruminal pH and redox potential in dry cows as continuously measured by a new wireless device. *Czech J Anim Sci.*, 56 (1): 37-45.
- Kumprechtová, D.; Illek, J.; Julien, C.; Homolka, P.; Jančík, F.; Auclair, E. Effect of live yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) supplementation on rumen fermentation and metabolic profile of dairy cows in early lactation. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.* 2019, 103, 447–455.
- Laarman, A. H., Ruiz-Sanchez, A. L., Sugino, T., Guan, L. L., & Oba, M. (2012). Effects of feeding a calf starter on molecular adaptations in the ruminal epithelium and liver of Holstein dairy calves. *Journal of Dairy Science*, 95(5), 2585-2594.
- Lanzas, C., D. G. Fox, and A. N. Pell. (2007). Digestion kinetics of dried cereal grains. *Anim. Feed Sci. Technol.* 136: 265–280.
- Lara, E. C., Bragiato, U. C., Rabelo, C. H., Messana, J. D., & Reis, R. A. (2018). Inoculation of corn silage with *Lactobacillus plantarum* and *Bacillus subtilis* associated with amylolytic enzyme supply at feeding. 1. Feed intake, apparent digestibility, and microbial protein synthesis in wethers. *Animal Feed Science and Technology*, 243, 22-34.

- Lauer, J., K. Kohn, and T. Diallo. 2015. 2015 Wisconsin Corn Hybrid Performance Trials. Grain - Silage - Specialty - Organic. University of Wisconsin Madison. UW Extension. <http://corn.agronomy.wisc.edu/HT/2015/2015Text.aspx>
- Lean, I. J., R. Van Saun, and P. J. DeGaris. (2013). Energy and protein nutrition management of transition dairy cows. *Vet. Clin. Food Anim.* 29:337–366.
- Li, Y., Shen, Y., Niu, J., Guo, Y., Pauline, M., Zhao, X., ... & Li, J. (2021). Effect of active dry yeast on lactation performance, methane production, and ruminal fermentation patterns in early-lactating Holstein cows. *Journal of Dairy Science*, 104(1), 381-390.
- Lipke, P. N., and R. Ovalle. (1998). Cell wall architecture in yeast: New structure and new challenges. *J. Bacteriol.* 180:3735–3740.
- Lynch, H. A., & Martin, S. A. (2002). Effects of *Saccharomyces cerevisiae* culture and *Saccharomyces cerevisiae* live cells on in vitro mixed ruminal microorganism fermentation. *Journal of Dairy Science*, 85(10), 2603-2608.
- Maamouri, O., Jemmali, B., Amrawi, M., Selmi, H., & Rouissi, H. (2016). Effects of yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) feed concentrate supplement on growth performances and microbial activity in the rumen of “Queue Fine de l’Ouest” lambs. *Journal of New Sciences*, 14, 1297-1302.
- Mahanna, B. 1994. Proper management assures high-quality silage, grains. *Feedstuffs*. 66:12.
- Malekkhahi, M., Tahmasbi, A. M., Naserian, A. A., Danesh-Mesgaran, M., Kleen, J. L., AlZahal, O., & Ghaffari, M. H. (2016). Effects of supplementation of active dried yeast and malate during sub-acute ruminal acidosis on rumen fermentation, microbial population, selected blood metabolites, and milk production in dairy cows. *Animal Feed Science and Technology*, 213, 29-43.
- Mao, H. L., Mao, H. L., Wang, J. K., Liu, J. X., & Yoon, I. (2013). Effects of *Saccharomyces cerevisiae* fermentation product on in vitro fermentation and microbial communities of low-quality forages and mixed diets. *Journal of animal science*, 91(7), 3291-3298.
- Marrero, Y., Castillo, Y., Ruiz, O., Burrola, E., & Angulo, C. (2015). Feeding of yeast (*Candida* spp.) improves in vitro ruminal fermentation of fibrous substrates. *Journal of Integrative Agriculture*, 14(3), 514-519.
- McCarthy, M. M., T. Yasiu, C. M. Ryan, G. D. Mechor, and T. R. Overton. (2015). Performance of early-lactation dairy cows as affected by dietary starch and monensin supplementation. *J. Dairy Sci.* 98:3335–3350.
- Menke, K. H., Raab, L., Salewski, A., Steingass, H., Fritz, D., & Schneider, W. (1979). The estimation of the digestibility and metabolizable energy content of ruminant feedingstuffs from the gas production when they are incubated with rumen liquor in vitro. *The Journal of Agricultural Science*, 93(1), 217-222.
- Menke, K. H. and H. Steingass. (1988). Estimation of the energetic feed value obtained from chemical analysis and in vitro gas production using rumen fluid. *Anim. Res. Dev* 28:7–55.
- Miller-Webster, T., Hoover, W. H., Holt, M., & Nocek, J. E. (2002). Influence of yeast culture on ruminal microbial metabolism in continuous culture. *Journal of Dairy Science*, 85(8), 2009-2014.
- Mirzaei, M., S. Mirdamadi, M. R. Ehsani, M. Eminlari, and S. E. Hoseini. (2015). Characterization of yeast protein enzymatic hydrolysis and autolysis in *Saccharomyces cerevisiae* and *Kluyveromyces marxianus*. *J. Food Biosci. Technol.* 05:19–30.
- Moallem, U., H. Lehrer, L. Livshitz, M. Zachut, and S. Yakoby. (2009). The effects of live yeast supplementation to dairy cows during the hot season on production, feed efficiency, and digestibility. *J. Dairy Sci.* 92:343-351.

- Moharrery, A., M. Larsen, and M.R. Weisbjerg. (2014). Starch digestion in the rumen, small intestine, and hind gut of dairy cows – A meta-analysis. *Anim. Feed Sci. Technol.* 192:1–14.
- Monroy Salazar H, Salem AZM, Kholif A, Fernandez P, Zamora JL, Monroy H, Pérez LS and Acosta J 2016. Mode of action of yeast in animal nutrition. In *Yeast additive and animal production* (ed. AZM Salem, AE Kholif and AK Puniya), pp. 14–20, PubBioMed Central Research Publishing Services, Kolkata, India.
- Mora B.G, Ruiz-Barrera O, Rangel F.C, Castillo-Castillo Y. (2023). Effect of Live Yeasts (*Pichia guilliermondii*) on In Vitro Fermentation of Corn Stover as a Fibrous Substrate. *Fermentation*, 9, 17
- Mosoni, P., F. Chaucheyras-Durand, C. Bera-Maillet, and E. Forano. (2007). Quantification by real-time PCR of cellulolytic bacteria in the rumen of sheep after supplementation of a forage diet with readily fermentable carbohydrates: effect of a yeast additive. *J. Appl. Microbiol.* 103:2676-2685.
- Moya, D., A. Ferret, M. Blanch, M. C. Fuentes, J. I. Fandino, and S. Calsamiglia. (2018). Effects of live yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) and type of cereal on rumen microbial fermentation in a dual flow continuous culture fermentation system. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr. (Berl)*. 102:1488–1496.
- Moya, D., S. Calsamiglia, A. Ferret, M. Blanch, J. I. Fandino, L. Castillejos, and I. Yoon. (2009.) Effects of dietary changes and yeast culture (*Saccharomyces cerevisiae*) on rumen microbial fermentation of Holstein heifers. *J. Anim. Sci.* 87:2874–2881.
- Munoz, C., Wills, D. A., & Yan, T. (2016). Effects of dietary active dried yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) supply at two levels of concentrate on energy and nitrogen utilisation and methane emissions of lactating dairy cows. *Animal Production Science*, 57(4), 656-664.
- Nagaraja, T. G., Galyean, M. L., & Cole, N. A. (1998). Nutrition and disease. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 14(2), 257-277.
- Nayak SK. 2011. Biology of eukaryotic probiotics. In: M.P. Liong (ed.), *Probiotics, Microbiology Monographs 21*, Berlin: Springer-Verlag, 29-55.
- Newbold, C. J., Wallace, R. J., & McIntosh, F. M. (1996). Mode of action of the yeast *Saccharomyces cerevisiae* as a feed additive for ruminants. *British Journal of Nutrition*, 76(2), 249-261.
- Newbold, C. J., and L. M. Rode. (2006). Dietary additives to control methanogenesis in the rumen. *Intl. Cong. Series* 1293:138–147.
- Nguyen, T., G. Fleet, and P. Rogers. (1998). Composition of the cell walls of several yeast species. *Appl. Microbiol. Biotechnol.* 50:206-212.
- Nisbet, D. J., & Martin, S. A. (1990). Effect of dicarboxylic acids and *Aspergillus oryzae* fermentation extract on lactate uptake by the ruminal bacterium *Selenomonas ruminantium*. *Applied and environmental microbiology*, 56(11), 3515-3518.
- Nisbet, D. J., and S. A. Martin. (1991). Effect of a *Saccharomyces cerevisiae* culture on lactate utilization by the ruminal bacterium *Selenomonas ruminantium*. *J. Anim. Sci.* 69:4628-4633.
- Nocek, J.E., (1997). Bovine acidosis: Implications on laminitis. *Journal of dairy science*, 80(5), 1005-1028.
- NRC (National Research Council). (2001). *Nutrient Requirements of Dairy Cattle*. 7th rev. ed. Natl. Acad. Sci. Washington, DC, USA.

- Oeztuerk, H., B. Emre, and G. Breves. (2016). Effects of hydrolysed yeasts on ruminal fermentation in the rumen simulation technique (Rusitec). *Vet. Med.* 61:195–203.
- Ogunade, I. M., J. Lay, K. Andries, C. J. McManus, and F. Bebe. (2019). Effects of live yeast on differential genetic and functional attributes of rumen microbiota in beef cattle. *J Anim. Sci. Biotechnol.* 10(68).
- Opsi, F., Fortina, R., Tassone, S., Bodas, R., & López, S. (2012). Effects of inactivated and live cells of *Saccharomyces cerevisiae* on in vitro ruminal fermentation of diets with different forage: concentrate ratio. *The Journal of Agricultural Science*, 150(2), 271–283.
- Ørskov ER, McDonald I. (1979). The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurement weighed according to rate of passage. *J. Agric. Sci* 92: 499–503.
- Parker R, Ring SG. (2001). Aspects of the physical chemistry of starch. *J Cereal Sci*, 34:1-17.
- Paula, E. M., H. F. Monteiro, L. G. Silva, P. D. B. Benedeti, J. L. P. Daniel, T. Shenkoru, G. A. Broderick, and A. P. Faciola. (2017). Effects of replacing soybean meal with canola meal differing in rumen-undegradable protein content on ruminal fermentation and gas production kinetics using 2 in vitro systems. *J. Dairy Sci.* 100:5281–5292
- Perez S, Baldwin PM, Gallant DJ. (2009). Structural features of starch granules I. In: BeMiller J, Whistler R, editors. *Starch : Chemistry and Technology* . 3th ed. Academic Press USA, p. 149-192
- Phesatcha, K., Chunwijitra, K., Phesatcha, B., Wanapat, M., & Cherdthong, A. (2021). Addition of active dry yeast could enhance feed intake and rumen bacterial population while reducing protozoa and methanogen population in beef cattle. *Fermentation*, 7(3), 172.
- Phesatcha, K., Phesatcha, B., Wanapat, M., & Cherdthong, A. (2020). Roughage to concentrate ratio and *Saccharomyces cerevisiae* inclusion could modulate feed digestion and in vitro ruminal fermentation. *Veterinary Sciences*, 7(4), 151.
- Piccioli-Cappelli, F., J. J. Looor, C. J. Seal, A. Minuti, and E. Trevisi. (2014). Effect of dietary starch level and high rumen-undegradable protein on endocrine-metabolic status, milk yield, and milk composition in dairy cows during early and late lactation. *J. Dairy Sci.* 97:7788–7803.
- Pinloche E, McEwan N, Marden JP, Bayourthe C, Auclair E, Newbold CJ. (2013). The effects of a probiotic yeast on the bacterial diversity and population structure in the rumen of cattle. *PLoS ONE*. 8(7):e67824.
- Piva, G., Belladonna, S., Fusconi, G., & Sicbaldi, F. (1993). Effects of yeast on dairy cow performance, ruminal fermentation, blood components, and milk manufacturing properties. *Journal of Dairy Science*, 76(9), 2717-2722.
- Proust, L., A. Sourabie, M. Pedersen, I. Besancon, E. Haudebourg, V. Monnet, and V. Juillard. (2019). Insights into the complexity of yeast extract peptides and their utilization of *Streptococcus thermophilus*. *Front. Microbiol.* 10:906.
- Pulido, R., Mariezcurrena, M. D., Mariezcurrena, M. A., Cruz, L., Elghandour, M. M. M. Y., Kholif, A. M., ... & Salem, A. Z. M. (2015). Influence of live cells or cells extract of *Saccharomyces cerevisiae* on in vitro gas production of a total mixed ration. *Italian Journal of Animal Science*, 14(4), 590-595.
- Remesy, C. – Demigne, C. – Morand, C. 1995. Metabolism of short-chain fatty acids in the liver. In: Cummings, J. H., Rombeau, J. L., Sakata, T., (eds), *Physiological and clinical aspects of short-chain fatty acids*, (Cambridge University Press, Cambridge), 1995, p. 171–190

- Robinson, P. H. (1997). Effect of yeast culture (*Saccharomyces cerevisiae*) on adaptation of cows to diets postpartum. *Journal of dairy science*, 80(6), 1119-1125.
- Robinson, P. H., & Garrett, J. E. (1999). Effect of yeast culture (*Saccharomyces cerevisiae*) on adaptation of cows to postpartum diets and on lactational performance. *Journal of animal science*, 77(4), 988-999.
- Ruiz, O.; Castillo, Y.; Arzola, C.; Burrola, E.; Salinas, J.; Corral, A.; Hume, M.E.; Murillo, M.; Itza, M. (2016). Effects of *Candida norvegensis* live cells on in vitro oat straw rumen fermentation. *Asian Australians. J. Anim. Sci.* 29, 211–218.
- Sanchez, A. and A. Vazquez. (2017). Bioactive peptides: A review. *Food Qual. Safe.* 1:29-46.
- Shi, W., Knoblock, C. E., Murphy, K. V., Bruinje, T. C., Yoon, I., Ambrose, D. J., & Oba, M. (2019). Effects of supplementing a *Saccharomyces cerevisiae* fermentation product during the periparturient period on performance of dairy cows fed fresh diets differing in starch content. *Journal of dairy science*, 102(4), 3082-3096.
- Silberberg, M., F. Chaucheyras-Durand, L. Commun, M. M. Mialon, V. Monteils, P. Mosoni, D. P. Morgavi, and C. Martin. (2013). Repeated acidosis challenges and live yeast supplementation shape rumen microbiota and fermentations and modulate inflammatory status in sheep. *Animal*. 7:1910–1920.
- Sniffen, C.J., Chaucheyras-Durand, F., De Ondarza, M.B. and Donaldson, G., (2004). Predicting the impact of a live yeast strain on rumen kinetics and ration formulation. In *19th Southwest Nutrition and Management Conference*.
- Sols, A., C. Gancedo, and G. De la Fuente. (1971). Energy-yielding metabolism in yeast. Pages 271-307 in *The Yeasts*. Vol. 2. A. H. Rose, and J. S. Harrison, eds. Academic Press, London, UK.
- Song, B., Wu, T., You, P., Wang, H., Burke, J. L., Kang, K., ... & Sun, X. (2021). Dietary Supplementation of Yeast Culture Into Pelleted Total Mixed Rations Improves the Growth Performance of Fattening Lambs. *Frontiers in veterinary science*, 8, 657816.
- Sousa, D. O., Oliveira, C. A., Velasquez, A. V., Souza, J. M., Chevaux, E., Mari, L. J., & Silva, L. F. P. (2018). Live yeast supplementation improves rumen fibre degradation in cattle grazing tropical pastures throughout the year. *Animal feed science and technology*, 236, 149-158.
- Sun, X., Wang, Y., Wang, E., Zhang, S., Wang, Q., Zhang, Y., ... & Li, S. (2021). Effects of *saccharomyces cerevisiae* culture on ruminal fermentation, blood metabolism, and performance of high-yield dairy cows. *Animals*, 11(8), 2401.
- Stevnebo, Sahlstrom S, Svihus B. (2006). Starch structure and degree of starch hydrolysis of small and large starch granules from barley varieties with varying amylose content. *Anim Feed Sci Technol* 130:23-38.
- Stone, C. W. (2006). Yeast products in the feed industry: a practical guide for feed professionals. <https://en.engormix.com/feed-machinery/articles/yeast-products-infeed-industry-t33489.htm>
- Tang, L.; Wang, W.; Zhou, W.; Cheng, K.; Yang, Y.; Liu, M.; Cheng, K.; Wang, W. (2015). Three-pathway combination for glutathione biosynthesis in *Saccharomyces cerevisiae*. *Microb. Cell Factories*. 14, 1–12
- Tang, S.X.; Tayo, G.O.; Tan, Z.L.; Sun, Z.H.; Shen, L.X.; Zhou, C.S.; Xiao, W.J.; Ren, G.P.; Han, X.F.; Shen, S.B. (2008). Effects of yeast culture and fibrolytic enzyme supplementation on in vitro fermentation characteristics of low-quality cereal straws. *J. Anim. Sci.* 86, 1164–1172.
- Tan, H. Y., Sieo, C. C., Abdullah, N., Liang, J. B., Huang, X. D., & Ho, Y. W. (2011). Effects of condensed tannins from *Leucaena* on methane production, rumen fermentation and

- populations of methanogens and protozoa in vitro. *Animal feed science and technology*, 169(3-4), 185-193.
- Theurer, C. B. (1986). Grain processing effects on starch utilization by ruminants. *J. Anim. Sci.* 63:1649–1662.
- Thomas, D. J., and W. A. Atwell. (1999). *Starches*. Eagan Press handbook Series. St. Paul,
- Thompson, P., Hentzen, A. and Schultheiss, W., (2006). The effect of rumen lesions in feedlot calves: which lesions really affect growth. *Proceedings from the 4th Schering Plough Ruminant day*, pp.23-27.
- Thrune, M., A. Bach, M. Ruiz-Moreno, M. D. Stern, and J. G. Linn. (2009). Effects of *Saccharomyces cerevisiae* on ruminal pH and microbial fermentation in dairy cows. Yeast supplementation on rumen fermentation. *Livest. Sci.* 124:261–265.
- Tristant D, Moran C. The efficacy of feeding a live probiotic yeast, Yea-Sacc®, on the performance of lactating dairy cows. *J Appl Anim Nutr.* 2015;3:e12
- Valdes, K. I., A. Z. M. Salem, Secundino López, M. U. Alonso, N. Rivero, M. M. Y. Elghandour, I. A. Domínguez, M. G. Ronquillo, and A. E. Kholif. (2015). Influence of exogenous enzymes in presence of *Salix babylonica* extract on digestibility, microbial protein synthesis and performance of lambs fed maize silage. *The Journal of Agricultural Science* 153(4):732-742.
- Vita, N., Valette, O., Brasseur, G., Lignon, S., Denis, Y., Ansaldi, M., ... & Pieulle, L. (2015). The primary pathway for lactate oxidation in *Desulfovibrio vulgaris*. *Frontiers in microbiology*, 6, 606.
- Vyas, D., A. Uwizye, R. Mohammed, W. Z. Yang, N. D. Walker, and K. A. Beauchemin. (2014). The effects of active dried and killed dried yeast on subacute ruminal acidosis, ruminal fermentation, and nutrient digestibility in beef heifers. *J. Anim. Sci.* 92:724–732.
- Wanapat, M., Gunun, P., Anantasook, N., & Kang, S. (2014). Changes of rumen pH, fermentation and microbial population as influenced by different ratios of roughage (rice straw) to concentrate in dairy steers. *The Journal of Agricultural Science*, 152(4), 675-685.
- Wang H, Pan X, Wang C, Wang M, Yu L. (2015). Effects of different dietary concentrate to forage ratio and thiamine supplementation on the rumen fermentation and ruminal bacterial community in dairy cows. *Anim Prod Sci.* ;55:189–193.
- Wang, Z., He, Z., Beauchemin, K. A., Tang, S., Zhou, C., Han, X., ... & Tan, Z. (2016). Evaluation of different yeast species for improving in vitro fermentation of cereal straws. *Asian-Australasian journal of animal sciences*, 29(2), 230-240.
- Weiss, B., and J. Firkins. (2007). Silage as starch sources for cows. In: Mid-South Ruminant Nutrition Conference, Arlington, Tex. p. 7–14.
- Wiedmeier, R. D., Arambel, M. J., & Walters, J. L. (1987). Effect of yeast culture and *Aspergillus oryzae* fermentation extract on ruminal characteristics and nutrient digestibility. *Journal of Dairy Science*, 70(10), 2063-2068.
- Williams, P.E.V., Tait, C.A.G., Innes, G.M. and Newbold, C.J. (1991). Effects of the inclusion of yeast culture (*Saccharomyces cerevisiae* plus growth medium) in the diet of dairy cows on milk yield and forage degradation and fermentation patterns in the rumen of steers. *J. Anim. Sci.* 69:3016-3026.
- Xiao, J. X., Alugongo, G. M., Chung, R., Dong, S. Z., Li, S. L., Yoon, I., ... & Cao, Z. J. (2016). Effects of *Saccharomyces cerevisiae* fermentation products on dairy calves: Ruminal fermentation, gastrointestinal morphology, and microbial community. *Journal of Dairy Science*, 99(7), 5401-5412.

- Yang, W. Z., Beauchemin, K. A., Vedres, D. D., Ghorbani, G. R., Colombatto, D., & Morgavi, D. P. (2004). Effects of direct-fed microbial supplementation on ruminal acidosis, digestibility, and bacterial protein synthesis in continuous culture. *Animal Feed Science and Technology*, 114(1-4), 179-193.
- Yuan, K., Liang, T., Muckey, M. B., Mendonça, L. G. D., Hulbert, L. E., Elrod, C. C., & Bradford, B. J. (2015). Yeast product supplementation modulated feeding behavior and metabolism in transition dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 98(1), 532-540.
- Zhang, X., Dong, X., Wanapat, M., Shah, A. M., Luo, X., Peng, Q., ... & Wang, Z. (2022). Ruminant pH pattern, fermentation characteristics and related bacteria in response to dietary live yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) supplementation in beef cattle. *Animal Bioscience*, 35(2), 184.
- Zhu, W., Wei, Z., Xu, N., Yang, F., Yoon, I., Chung, Y., ... & Wang, J. (2017). Effects of *Saccharomyces cerevisiae* fermentation products on performance and rumen fermentation and microbiota in dairy cows fed a diet containing low quality forage. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, 8(1), 1-9.



ÖZ GEÇMİŞ

Evren Hasan ŞEN, Samsun Özel Ar Fen Lisesi'ni bitirdikten sonra Kırıkkale Üniversitesi Veteriner Fakültesi'nden 2003 yılında mezun oldu. 2019 yılında OMÜ LEE Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları (Veteriner) Ana Bilim Dalı'nda Yüksek Lisans programını girdi. Halen kendisine ait olan özel bir veteriner hekim muaynehanesinde veteriner hekim olarak çalışmaktadır. Doğayla ilgilenmek temel ilgi alanıdır.

İletişim Bilgileri

ORCID ID : 0000-0002-6577-9890

Yayınlar:

1. Evren Hasan Şen, Habip Muruz, (2022), Süt Sığırlarında Hingut Asidoz: Kontrolü İçin Stratejiler, 11 / 2022, IMVHSC 5TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON MEDICAL, VETERINARY AND HEALTH SCIENCES NOVEMBER 5 - 6, 2022 SARAJEVO [Uluslararası]