

# HAYVAN BESLEME VE BESLENME HASTALIKLARI ÇALIŞMALARI

Editör: Prof. Dr. Süleyman ÇİLEK

# **HAYVAN BESLEME VE BESLENME HASTALIKLARI ÇALIŞMALARI**

**Editör**

Prof. Dr. Süleyman ÇİLEK

**yaz**  
yayınları

2024

**HAYVAN BESLEME VE BESLENME  
HASTALIKLARI ÇALIŞMALARI**

Editor: Prof. Dr. Süleyman ÇİLEK

---

**© YAZ Yayınları**

Bu kitabın her türlü yayın hakkı Yaz Yayınları'na aittir, tüm hakları saklıdır. Kitabın tamamı ya da bir kısmı 5846 sayılı Kanun'un hükümlerine göre, kitabı yayınlayan firmanın önceden izni alınmaksızın elektronik, mekanik, fotokopi ya da herhangi bir kayıt sistemiyle çoğaltılamaz, yayımlanamaz, depolanamaz.

---

E\_ISBN 978-625-6642-65-2

Haziran 2024 – Afyonkarahisar

Dizgi/Mizanpaj: YAZ Yayınları

Kapak Tasarım: YAZ Yayınları

YAZ Yayınları. Yayıncı Sertifika No: 73086

M.İhtisas OSB Mah. 4A Cad. No:3/3  
İscehisar/AFYONKARAHİSAR

[www.yazyayinlari.com](http://www.yazyayinlari.com)

[yazyayinlari@gmail.com](mailto:yazyayinlari@gmail.com)

[info@yazyayinlari.com](mailto:info@yazyayinlari.com)

## İÇİNDEKİLER

<b>Kaba Yemlerin Kalitesinin Belirlenmesinde Lif Fraksiyonları ve Önemi .....</b>	<b>1</b>
<i>Şermin TOP</i>	
<b>Kanatlı Beslemede Postbiyotikler .....</b>	<b>22</b>
<i>Şermin TOP</i>	

*"Bu kitapta yer alan bölümlerde kullanılan kaynakların, görüşlerin, bulguların, sonuçların, tablo, şekil, resim ve her türlü içeriğin sorumluluğu yazar veya yazarlarına ait olup ulusal ve uluslararası telif haklarına konu olabilecek mali ve hukuki sorumluluk da yazarlara aittir."*

# KABA YEMLERİN KALİTESİNİN BELİRLENMESİNDE LİF FRAKSİYONLARI VE ÖNEMİ<sup>1</sup>

Şermin TOP<sup>2</sup>

## 1. GİRİŞ

Hayvanlarda canlı ağırlık artışında en etkili parametre yemin kaliteli olmasıdır (Gudmundsson, 1993; Stevens ve Turner, 1994). Yemin kalitesi ile yemlerin sindirilebilirliği, hayvanların kaba yem tüketimi ve hayvansal ürüne dönüşüm oranı arasında sıkı bir ilişki vardır. Yemin kalitesi bitkinin türü, yetiştirme koşulları, iklim ve toprak özellikleri, hasat zamanı, depolama koşulları, hayvan ırk ve türü gibi birçok faktörün etkisi altındadır (Pak, 2016). Yem kalitesi denildiğinde yemin içerdiği enerji değeri, proteinin oranı ve kalitesi, vitamin çeşidi ve oranı, mineral maddelerin seviyesi, selüloz oranı, sindirilebilirlik oranı ve hayvanların verimleri akla gelmektedir (Budak ve Budak, 2014). Kaba yemlerdeki kalite farklılıkları, hayvanların kuru madde (KM) tüketimlerini, rasyonun enerji yoğunluğunu, rasyona ilave edilecek tane yem ve protein kaynağının özellik ve miktarlarını, yem maliyetini, laktasyon performansı ve hayvan sağlığını önemli düzeyde etkilemektedir. Kaba yem çeşidi, varyetesi veya hibrit çeşidi, biçim dönemi, biçim sayısı, biçim yüksekliği, biçim uygulaması, çevresel faktörler, muhafaza şekli (kuru ot veya silaj; silo veya paket silaj vs.) ve uygulamaları gibi

<sup>1</sup> Kitap bölümünü tez çalışmasından üretilmiştir.

<sup>2</sup> Arş. Gör. Dr. Şermin TOP, Harran Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalı, sermin.top@harran.edu.tr, ORCID: 0000-0003-2684-7798.

faktörler kaba yemlerin kalitelerini etkileyen faktörlerdir (Shaver, 2004).

## **2. KABA YEMLERİN ÖNEMİ**

Herbivorların yaşama payı ihtiyacı büyük oranda kaba yemler aracılığı ile karşılanmaktadır. Bu nedenle işletme yemleri olarak da isimlendirilen kaba yemlerin hayvan beslemede önemi büyüktür (Ergün ve ark., 2016). “Yapısal lif (selüloz)” kaba yem içeriği yüksek olan rasyonları tanımlamak için kullanılan bir tanımlama şeklidir (Kellems ve Church, 2002). Ruminant yemleri içerisinde en fazla bulunan karbonhidrat türü selüloz ve nişasta olmakla birlikte fruktanlar, pentozanlar ve hemiselüloz da önemli miktarlarda tüketilmektedir. Bütün bu karbonhidrat kaynakları rumendeki mikroorganizmaların enzimleri sayesinde ilk önce pürivik aside sonra UYA’ne (asetik asit, propiyonik asit ve butirik asit) dönüştürülürler. Bu UYA’lar rumen duvarından emilerek öncelikle hayvanların enerji ihtiyacı için karşılamak için kullanılırlar. UYA’ların oranları hayvanın tükettiği yem maddesine göre değişiklik gösterebilmektedir. Nişasta ya da kolay eriyebilir karbonhidrat yönünden zengin yemle besleme durumunda propiyonik asit oranında, selülozca zengin yemlerin tüketilmesi durumunda ise asetik asit oranında artışlar gerçekleşmektedir (Coşkun ve ark., 2000).

Yemlerin içeriğinde bulunan selüloz geviş getirmeyi teşvik ederek tükürük salgısını artırmakta, tamponlanmayı artırarak rumen pH’sının uygun düzeylerde tutulmasını sağlamaktadır. Kaba yem kaynaklı ham selülozun ruminantlarda normal rumen fizyolojisi için gerekli olduğu, düşük düzeyde ham selüloz (HS) içeren ya da çok ince öğütülmüş kaba yemlerin normal rumen fermantasyonu üzerine etkisinin yeterli olmadığı ifade edilmektedir (Van Soest, 1985). Bu nedenle ruminantların sağlıklı bir şekilde yaşamlarını sürdürebilmeleri ve onlardan

verim alınabilmesi açısından kaliteli kaba yem tüketimi oldukça önemlidir.

## **2.1. Kaba Yemlerde Lif Fraksiyonları**

Bitkilerin yapısında bulunana karbonhidratlar yapısal olan ve yapısal olmayan olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır. Yapısal karbonhidratları selüloz, hemiselüloz, lignin, pektin ve  $\beta$ -glukagon oluştururken, yapısal olmayan karbonhidratlar ise nişasta, şeker ve organik asitlerden meydana gelmektedir (Akerholm ve Salmen, 2003). Bu bitkisel karbonhidratların bitki içerisindeki miktarını etkileyen faktörler bitkinin vejetasyon dönemi, bitki çeşidi, aksamı, hasat zamanı ve bitkiye uygulanan fiziksel ve kimyasal işlemlerdir (Yavuz, 2005). Bitkilerdeki karbonhidrat içeriği şekil 1’de gösterilmiştir.

### **2.1.1. Selüloz**

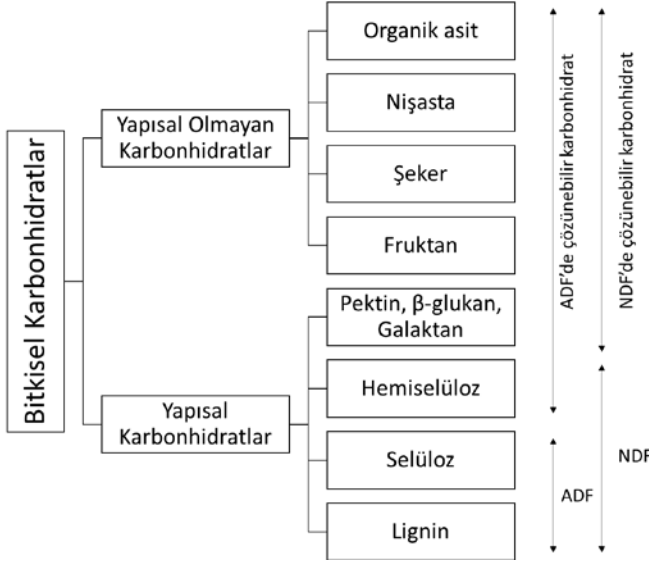
Tüm kara bitkilerinde bulunan kristalimsi bir mikrofibril polisakkarit olan selüloz (Buranov ve Mazza, 2008), gezegende en bol bulunan organik polimerdir (Ragauskas ve ark., 2006). Ruminant rasyonlarının çoğunun hücre duvarı bileşeninin en büyük bölümünü oluşturur ve tamamen  $\beta$ -1,4-glukandan oluşur (Delmer ve Amor, 1995).

Selüloz hücre duvarındaki polisakkaritlerin matriksi içinde yer almaktadır (Mendu ve ark., 2011). Ruminantlarda selüloz moleküllerinin sindirim rumenlerindeki mikroorganizmalar tarafından gerçekleştirilmektedir. Selüloz, lignin ile karmaşık yapılar oluşturduğunda veya fenolik çapraz bağlantılar yoluyla hidroksiprolin açısından zengin glikoproteinlere bağlandığında, sindirilebilirliği azalmaktadır (Lodish ve ark., 2000). Selüloz parçalayıcı başlıca bileşenler,  $\beta$ -glukosidaz ile kombinasyon halinde çalışan endoglukanazlar ve sellobiyohidrolazların bir karışımıdır (Wood ve Wilson, 1995). Rumende selülozun parçalanması sonucu meydana gelen uçucu yağ asitleri (UYA) asetik asit, bütirik asit ve propiyonik asit



oluşur ve oluşan bu UYA'lar ruminantlarda enerji kaynağı olarak kullanılmaktadır. Ayrıca ruminantların yemlerinde bulunan selüloz, tükürük üretimini artırarak rumen pH'sının optimum koşullarını sağlayarak bazı metabolik hastalıklara karşı direnci artırmaktadır (Argov-Argaman ve ark., 2012; Kaur ve ark., 2013).

**Şekil 1. Bitki Karbonhidratlarının Sınıflandırılması**



**Kaynak:** (Ishler ve ark., 2001)

### 2.1.2. Hemiselüloz

Rumen sağlığı açısından önemli bir yapısal karbonhidrat olan hemiselüloz, bitki hücre duvarında pektin ve selüloz ile bir arada bulunan, kompleks yapılı bir polimerdir. Yapısında ksiloz, mannan, arabinoz, glukoz, galaktoz ve glukuronik asit bulunan  $\beta$ -1,4 glikozit bağ ile bağlı kompleks bir polisakkarittir (Egues ve ark., 2010; Sun ve ark., 2012). Hemiselülozun sindirimi, çeşitli şekerlerin ve glukozidik bağların bir karışımı olduğundan karmaşıktır. Üstelik hemiselülozun özellikleri farklı otlarda ve bitki hücre duvarı tiplerinde büyük ölçüde değişiklik gösterir (Chesson, 1990; Li, 2021).

Hemiselülazlar bazı rumen bakterileri, silli protozoa ve mantarlar tarafından üretilir. Hemiselülozun sindirilebilirliği selülozun sindirilebilirliği ile yakından ilişkilidir ve lignifikasyonla negatif ilişkilidir (Li, 2021). Mantarlardan elde edilen feruloil ve p-kumaril esterazlar, bitki hücre duvarlarında hemiselüloz ve lignin arasındaki ester bağlarını parçalayarak hemiselüloz ve selülozun ligninden ayrılmasına izin verir (Borneman ve Akin, 1990), böylece selülazlar ve hemiselülazlar tarafından sindirim oranını artırır. Selüloz gibi hemiselülozun da rumende parçalanması sonucu açığa çıkan UYA'lar ruminantlar tarafından enerji kaynağı olarak kullanılmaktadır (Phakachoed ve ark., 2012). Kaba yem tüketmeye başlayan genç hayvanlarda rumen duvarı başta olmak üzere, rumende bulunan mikroorganizmalar çoğalmaya ve rumen papillaları gelişmeye başlar (Ishler ve ark., 1996). Yonca kuru otu gibi kaliteli kaba yem kaynaklarının genç hayvanlara verilmesinin rumen duvar kaslarının gelişimine yardımcı olduğu bilinmektedir.

### **2.1.3. Lignin**

Ligninler bitki hücre duvarının temel birimi fenil propan olan fenol alkol polimerleridir (Weng ve ark., 2008). Ligninler, selülozdan sonra dünyada en çok bulunan ikinci organik polimerdir (Zeng ve ark., 2013). Bitki hücre duvarlarına mekanik destek sağlar, güç ve sertlik kazandırır ve bu nedenle bitkiler abiyotik ve biyotik streslere karşı tolerans gösterebilirler (Frei, 2013). Lignin, ksilem damarları yoluyla suyun iletimini kolaylaştırdığından bitki büyümesi ve gelişmesi sırasında önemlidir. Bitki artıklarından elde edilen lignin, besin mineralizasyonunu etkileyen bir karbon havuzu olarak ve karbon tutulmasını sağlayarak toprağın organik karbon döngüsü üzerinde önemli bir etkiye sahiptir (Frei, 2013).

Ruminantlarda lignini parçalayabilecek enzim ya da mikrobiyal enzimler bulunmadığından kaba yemlerin sindirilme derecelerini azaltmaktadır (Maheri-Sis ve ark., 2011). Bu olumsuzlukların haricinde lignin, selüloz ve hemiselüloz gibi polisakkaritlerin sindirimini de olumsuz etkileyerek yemden yararlanmayı azaltmaktadır (Sridhar ve Senani, 2011).

Yem ham maddeleri içerisinde bulunan yapısal ve yapısal olmayan karbonhidratların türü ve oranı yemlerde yaralanma oranını ve sindirilme derecesini etkilediği bilinmektedir. Yemlerdeki etki derecelerini ve rasyondaki ideal kaba yem oranını belirlemek için hayvan beslemede Nötral Deterjan Fiber (NDF) ve Asit Deterjan Fiber (ADF) analizleri yapılmaktadır (Van Soest ve ark., 1991).

## **2.2.Lif Sistemleri**

Son yıllarda kaba yem kalitesinin belirlenmesi için nötral deterjanda çözünmeyen lifli bileşikler (NDF), asit deterjanda çözünmeyen lifli bileşikler (ADF) ve asit deterjan lignin (ADL) düzeylerinin belirlenmesi önemlidir. Kaba yemlerin besleyici değerlerini belirlemek amacıyla geliştirilen Deterjan Analiz Sisteminde yemin organik madde bölümü veya karbonhidrat kısmı, hücre içi ve hücre duvarı bölümleri adı altında iki kısma ayrılmaktadır. Bitkilerin hücre duvarında; selüloz, hemiselüloz, pektin, silika ve lignin bulunmakla birlikte diğer bileşenler de daha az oranda hücre duvarı bünyesinde bulunmaktadır. Bütün bu bileşenlerin miktarı ve kaba yemin sindirilebilirlik oranı bitkinin olgunlaşmasına bağlı olarak değişiklik göstermektedir (Kellems ve Church, 2002).

### **2.2.1.Nötral Deterjan Fiber (NDF)**

Yem maddesinin yapısındaki hücre duvarı yapısına giren selüloz, hemiselüloz, lignin ve selüloz hücre duvarına bağlı azot ile asitte çözünmeyen kül gibi bileşiklerin toplamını ifade etmek için kullanılmaktadır (Tekçe ve Gül, 2014). Bunlar nötral deterjan

çözeltisinde çözünmezler. Ruminantlarda; kaba yem sindirilebilirliği, rumen sağlığı, asidoz, laminitis, timpani gibi metabolik hastalıkların engellenmesi hücre duvarı elamanlarının rasyondaki düzeyi ve oranlarına bağlı olarak değişmektedir (Ergün ve ark., 20016).

Ruminant hayvanlarda bulunan sindirim enzimleri NDF'yi parçalayamaz (Saki ve ark., 2010). Yapısal karbonhidratlar ruminantların rumenlerinde bulunan mikroorganizmalar tarafından fermantasyona uğratıldıktan sonra sindirilebilmektedirler (McDonald ve ark., 2010). Rumende *Fibribacter succinogenes*, *Ruminococcus albus*, *Ruminococcus flovefaciens* vb mikroorganizmalar tarafından selüloz, *Butyrivibrio fibrisolvens* vb tarafından hemiselüloz ve lignin bu mikroorganizmalar tarafından üretilen glukozid hidrolaz enzim grupları ile hidroliz edilerek hekzozdan pürivata kadar parçalanırlar (Ünay ve ark., 2008; Lettat ve ark., 2010).

Ruminant hayvanlarda sürü sağlığının sürdürülebilirliği ve verimin artırılması için NDF mutlak olarak yemde bulunmalıdır. Yüksek verimli ruminantlarda optimum çiğneme aktivitesinin sağlanması, yüksek süt yağı oranı, ideal rumen fermantasyonu ve iyi bir KMT için rasyonlarında optimum partikül boyu ve NDF yüzdesine sahip kaba yemleri içermelidir (Lean ve ark., 2007). Ruminant hayvanlarda parotis besinden günlük olarak ortalama 70 ile 180 L tükürük üretilmektedir (Zhang ve ark., 2023). Üretilen bu tükürük, bikarbonat (125 mEq / L) ve fosfat (26 mEq / L) içermektedir (Ergül ve ark., 2021). Bu sayede rumen pH'sının tamponlanmasında ve optimum rumen pH'nın (5,8-6,8 arasında) korunmasında önemli bir role sahiptir. Artan tükürük miktarı yemlerin reticulo-rumenden geçişlerini kolaylaştırır ve rumende ideal bir fermentasyonu ortamı oluşturur. Bu sayede selüloz mikrobiyal olarak parçalanarak UYA üretimi sağlanır. Oluşan UYA'lardan asetik asit ve propiyonik asitin büyük bir kısmı karaciğere gelirken, bütirik asit

rumen duvarında  $\beta$ -hidroksibütirat olarak bilinen keton cisimciğine dönüşerek adipoz doku, kas doku ve meme dokuları için enerji kaynağı olarak kullanılır (Jalali ve ark., 2012; Lauper ve ark., 2013).

Son yıllarda yapılan çalışmalarda NDF, fiziksel etkili NDF (peNDF) ve etkili NDF (eNDF) olarak 2 gruba ayrılmıştır. Bir yemin eNDF'si parçacık uzunluğuna, tamponlama kapasitesine, fermantasyon hızına ve diğer doğal özelliklerine bağlıyken, peNDF parçacık boyutu ve yemin nötr deterjan lifi (NDF) içeriği hakkındaki bilgileri içerir. Bununla birlikte, peNDF aynı zamanda parçacık şekli, kırılabilirlik, muhafaza türü ve yem nemi ile de ilişkilidir (Fox ve Tedeschi, 2002).

### **2.2.2. Asit Deterjan Fiber (ADF)**

ADF, bitkilerin yapısal karbonhidratlarından selüloz ve lignini kapsamaktadır. Ruminantların rumeninde bulunan selülotik bakteriler tarafından lipojenik ve glikojenik maddeler, hekzoz ve pentoza kadar yıkımlanır ve omazumda UYA'lar oluşur (Li ve ark., 2012). Oluşan UYA'lar enerji ihtiyacı ve sütün kompozisyonunda etkilidirler (Craninx ve ark., 2008). UYA'lar ruminantların toplam metabolik enerji ihtiyaçlarının %70'i karşılayabilmektedir. Rasyon kaba yem oranı yoğun ise rumende asetik asit, konsantre yem yoğun ise rumende propiyonik asit, protein yoğun ise rumende bütirik asit oranında artış olur (Zhao ve ark., 2009; Li ve ark., 2012).

Rumende UYA üretimini ve pH'yı etkileyen faktörlerden biri olan selülotik ve metanojenik bakteriler, 6.2-6.8 pH aralığında aktif olarak rumende bulunmaktadır. Nişasta sindirimini sağlayan bakteriler ise pH 5.2-6.0 arasında aktif olmaktadır. Rumende bulunan bu mikroorganizmalar, pH ve süt yağı oranının korunması ile birlikte rumenin optimum koşullarının sağlanması dolayısıyla rumen sağlığının korunması açısından önemlidir (Guedes ve ark., 2008).

### **2.2.3. Asit Deterjan Lignin**

Bitkisel hücre duvarında bulunan ve deterjan ile kuvvetli asit muamelesiyle erimeyen lignin miktarını belirtmektedir (Coşkun ve ark., 2000). Lignin bir karbonhidrat olmayıp daha çok bitkinin hücre duvarı unsurları ile birleşen sindirilemeyen bir polifenolik polimerdir (Kellems ve Church, 2002). Geviş getiren hayvanlar rumende bulunan mikroorganizmalar yardımıyla yapısal karbonhidratlar olan selüloz ve hemiselülozun sindirimini gerçekleştirebilmektedirler. Lignin ise kaba yemlerle ilişkili bir bileşik olup ruminantların selülozu ve hemiselülozu sindirebilme derecelerini olumsuz etkilemektedir. Bitkilerdeki lignin içeriğinin bitkinin olgunlaşmasına bağlı olarak artışı bitkinin sindirilebilirlik oranının azalmasına neden olur. Lignin bitkinin yapraklarından ziyadeW saplarında yüksek oranlarda bulunmaktadır (Kellems ve Church, 2002). Ruminant rasyonlarının önemli bir kısmında yer alan karbonhidratlar (selüloz, hemiselüloz ve lignin), ruminantların süt bileşimleri, süt yağı oranı, rumende üretilen asetik asit, propiyonik asit oranı, hayvanın KMT miktarı ve rumenin mikroflora ve mikrofaunası üzerine etkili olmaktadır (Saçaklı ve ark., 2007; Hansey ve ark., 2010). Bu nedenle ruminantların beslenmesinde kullanılan kaba yemlerin hangi oranlarda ADF, NDF ve ADL içerdiği önem arz etmektedir. Asidozdan korunma amaçlı olarak rasyonda en düşük NDF ve ADF oranının sırasıyla %27-30 ve %19-21 arasında olması; kaba yemden karşılanan NDF düzeyinin ise %21-22 oranında bulunması gerektiğini bildirmektedirler (NRC, 2001). Rumen fermantasyonunun normal düzeyde sürdürülebilmesinin yanı sıra süt verimi ve süt yağının normal düzeyde sağlanması için rasyonda %36 düzeyinde NDF bulunması gerekir (Van Soest, 1985).

Ruminasyon boyunca mikrobiyal sindirim ve çiğneme ile kaba yemler rumenden geçebilecek boyutlara dönüştürülürler. Çiğneme aktivitesi tükürük salınımını uyarmaktadır. Günlük

salgılanan tükürük miktarı sığırlarda 100-180 L arasında olmakla birlikte tüketilen yemin formuna göre değişkenlik göstermektedir (Coşkun ve ark., 2000). Rumen fermantasyonu sonucu oluşan bikarbonat ve tükürükten gelen bikarbonat ve fosfat sayesinde rumen pH'sı 6.2-6.8 aralığındadır (Umucalılar ve Gülşen, 2005). Selülozun tükürük üretimini artırması rumen pH'sının optimum şartlarda tutulmasını sağlayarak ruminantların birçok metabolik hastalığa karşı korunmasında etkin rol oynar (Argov-Argaman ve ark., 2012; Kaur ve ark., 2013). Yapılan bir çalışmada, çiğneme süresinin hem rumenin motorik fonksiyonlarında hem de tükürük üretimde uyarımlara sebep olduğunda, rumendeki selüloolitik mikroorganizmalar ve süt üretimi için uygun bir fermantasyon ortamı oluşturduğu, bunun sağlanabilmesi için yemlerin çiğneme süresinin her kg KM tüketimi için en az 30 dakika olması gerektiği belirtilmiştir (Gençoğlu, 2006).

Ruminantlar tarafından selülozun rumende yıkımlanması sonucunda asetik asit, propiyonik asit ve bütirik asit gibi UYA üretilmektedir. Tükürük salgısının azalmasından dolayı rumen pH'sının düştüğü, aynı zamanda asetat/propiyonat oranının azalmasıyla süt yağında düşüş olduğu belirtilmiştir (Kendall ve ark., 2009).

### **2.3.Kaba Yemlerin Kalitesinin Belirlenmesinde Kullanılan İndeksler**

Son yıllarda kaba yem kalitesinin belirlenmesinde nisbi yem değeri (relative feed value, RFV) ve kaba yem kalite indeksi (relative forage quality, RFQ) gibi parametrelere büyük önem verilmektedir. Bu parametreler özellikle süt verimi yüksek olan hayvanlara verilecek olan kaba yemlerin karşılıklı olarak kıyaslanabilmesi ve en uygun olan kaba yemin seçilmesine yönelik olarak geliştirilmişlerdir (Rivera ve Parish, 2010). Yoncanın niteliğinin tespit edilmesine yönelik olarak ABD'de

geliştirilmiş olan RFV yoncanın yanı sıra diğer yem bitkileri içinde kullanılabilir (Ball ve ark., 1996).

### **2.3.1. Nisbi Yem Değeri (Relative Feed Value)**

Nispi yem değeri (RFV), baklagil ile baklagil/çim kuru otları ve silajların kalitesini karşılaştırmak için yıllardır kullanılmaktadır. Saman fiyatını belirlemek ve hayvan performansını tahmin etmek için tek bir endekse sahip olmak, besi hayvanı üreticileri ve saman yetiştiricileri için çok yararlı olmuştur. RFV indeksi, ADF'den yoncanın sindirilebilir kuru maddesini (SKM) tahmin eder ve NDF'den KM alım potansiyelini (canlı ağırlığının yüzdesi olarak, CA) hesaplar. Daha sonra endeks, SKM'nin kuru madde alımıyla (CA'nın %'si olarak KMT) çarpılması ve 1,29'a bölünmesiyle hesaplanır. İndeks, %41 ADF ve %53 NDF varsayılarak yemleri tam çiçek açan yoncanın sindirilebilir kuru madde tüketimine göre sıralar. RFV indeksi bu büyüme aşamasında 100'dür.

Yonca için 100 olarak alınan RFV indeksinde, skorlamamanın 100'ün altına inmesi ile kaba yemlerin kalitesinin düştüğü kabul edilmektedir (Richardson, 2001). Yemin kalitesinin değerlendirilmesinde 100 değeri esas alınarak, RFV indeksi 150'nin üzerinde ise en iyi kalite, 125-150 aralığında ise birinci kalite, 103-124 aralığında ise ikinci kalite, 87-102 aralığında üçüncü kalite, 75-86 aralığında ise dördüncü kalite ve 75'in altında ise beşinci kalite olduğu kabul edilmektedir (Rohweder ve ark., 1978).

RFV indeksi genel olarak kaba yem çeşitlerini karşılaştırmak, kaba yemin kalitesini değerlendirmek ve kaba yemi fiyatlandırmak için kullanılan bir endekstir (Güney ve ark., 2016). Benzer RFV değerine sahip kaba yemlerde, selüloz fraksiyonunun sindirilebilirliğindeki farklılıklar nedeniyle hayvanların performansında farklılıklar meydana getirebilmektedir (Stallings, 2006). Daha yüksek RFV değerleri



daha yüksek yem kalitesini gösterir. RFV sistemi baklagil yemleri ve laktasyondaki süt ineklerinin alım yanıtları kullanılarak geliştirildiğinden, bu duruma uygulandığında en iyi sonucu verir.

RFV yönteminin sınırlamaları şunları içerir:

1. SKM ve KMT'nin tüm yemler için sabit olduğu varsayılır.
2. Hesaplama kullanılan tek laboratuvar değerleri ADF ve NDF'dir.
3. Yemdeki ham protein konsantrasyonu kullanılmaz.

### **2.3.2. Kaba Yem Kalite İndeksi (RFQ)**

Kaba yemlerde RFV indeksi hesaplanırken yemin sindirilebilir kuru madde (SKM) değeri dikkate alınmakta ancak bu değer yemlerin enerji konsantrasyonları ile hayvanların enerji gereksinimlerini yansıtmamaktadır. Benzer RFV indeksine sahip kaba yemleri tüketen hayvanlarda kaba yemlerin NDF fraksiyonlarındaki farklılıklar nedeniyle verim performansları da birbirinden farklılık gösterebilmektedir (Jerenyama ve Garcia, 2004). Bu nedenle, RFV indeksindeki bu yetersizliklerin önlenmesi için göreceli kaba yem kalite indeksi geliştirilmiştir. Bu indeks toplam sindirilebilir besin maddesi (TSBM) ile KMT'nin birlikte değerlendirilmesi ile kaba yemlerin kalitesinin hesaplanmasını içermektedir (Rivera ve Parish, 2010). Göreceli kaba yem kalite indeksinin (RFQ) hesaplanmasında RFV'den farklı olarak SKM yerine TSBM kullanılmakta ve sindirilebilir selülozu da içermektedir. Kaba yemlerin kalitesini belirlemek üzere geliştirilen RFQ indeksinin, hayvanlarda performansı daha doğru simgelediği belirtilmektedir. Yüksek NDF'li otlarda RFQ, RFV'den daha iyi bir kalite belirleyicisidir (Undersander ve Moore, 2002).

Bir kaba yemin selüloz içeriği (ADF, NDF) içeriği düşükse, yemin RFV değeri daha yüksektir. Çünkü RFV değerleri selülozun miktarına göre belirlenmektedir. Çayır

otunun ADF ve NDF değeri tam çiçeklenme dönemindeki yoncadan daha fazla olduğu için, çayır otunun RFV değeri yonca otundan daha düşüktür. Fakat RFQ değeri selülozun sindirilebilirliği (NDF sindirilebilirliği) dikkate alınarak hesaplanır. Yoncanın selülozunun sindirimi, çayır otunun selülozunun sindiriminden daha azdır. Bu yüzden, yoncanın RFQ değeri, çayır otunun RFQ değerinden daha düşüktür. RFQ indeksinin, RFV indeksine göre hayvanların performansı dikkate alındığında daha iyi bir indeks olduğu kabul edilmektedir (Kaya, 2008).

RFQ ise sindirilebilir enerjinin hesaplanmasını esas almaktadır. TDN ile birlikte KMT dikkate alınarak kaba yemlerin kalitesine yönelik hesaplamalar yapılmaktadır. RFQ, temelde RFV değerine benzerlik göstermektedir. Fakat hesaplamada SKM yerine TDN ve ek olarak sindirilebilir selüloz değerleri kullanılmaktadır. Kaba yem kalitesinin değerlendirilmesinde kullanılan RFQ değeri hayvanın performansını daha iyi yansıtmaktadır (Rivera ve Parish, 2010).

### **3. SONUÇ**

Sonuç olarak kaba yemlerin içerdikleri lif fraksiyonlarının türü ve miktarı yemden yararlanma oranını, hayvanların performansını etkilemekle birlikte rumen sağlığı ve dolayısıyla hayvan sağlığını etkilemektedir. Bu nedenle özellikle ruminant hayvanların rasyonlarda olması gereken kaba yemlerin yapısal karbonhidrat içerikleri önem taşımaktadır. Hayvanlara verilecek kaba yemlerin lif fraksiyonlarının içeriğinin ve kalitelerinin belirlenmesi, kaba yemlerin kalitelerine göre sınıflandırılması ve hayvanların verim performanslarına uygun kalitede kaba yem kullanılması daha ekonomik üreticilik için önem taşımaktadır.

## KAYNAKÇA

- Åkerholm, M. ve Salmén, L. (2003). The oriented structure of lignin and its viscoelastic properties studied by static and dynamic FT-IR spectroscopy. *Holzforschung*, 57, 459-465.
- Argov-Argaman, N., Eshel, O., Moallem, U., Lehrer, H., Uni, Z., ve Arieli, A. (2012). Effects of dietary carbohydrates on rumen epithelial metabolism of nonlactating heifers. *Journal of dairy science*, 95(7), 3977-3986.
- Ball, D., Hoveland, C. ve Lacefield, G. (1996). Forage quality in southern forages. *Potash & Phosphate Institute*, Norcross, Georgia, 124-132.
- Borneman, W. S., Akin, D. E., Ljungdahl, L., Wilson, J., ve Harris, P. (1990). Lignocellulose degradation by rumen fungi and bacteria: ultrastructure and cell wall degrading enzymes. *Microbial and plant opportunities to improve lignocellulose utilization by ruminants*. Elsevier, Nueva York, 325-339.
- Budak, F. ve Budak, F. (2014). Yem bitkilerinde kalite ve yem bitkileri kalitesini etkileyen faktörler. *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*, 7(1), 01-06.
- Buranov, A. U., ve Mazza, G. (2008). Lignin in straw of herbaceous crops. *Industrial crops and products*, 28(3), 237-259.
- Chesson, A. (1990). Nutritional significance and nutritive value of plant polysaccharides. *Feedstuff evaluation*., 179-195.
- Coşkun, B., Şeker, E. ve İnal, F. (2000). Yemler ve teknolojisi (üçüncü baskı). Selçuk Üniversitesi Veteriner Fakültesi, Konya.

- Craninx, M., Fievez, V., Vlaeminck, B. ve De Baets, B. (2008). Artificial neural network models of the rumen fermentation pattern in dairy cattle. *Computers and electronics in agriculture*, 60(2), 226-238.
- Fox, D. G. ve Tedeschi, L. O. (2002, April). Application of physically effective fiber in diets for feedlot cattle. In *Proceedings of the plains nutrition conference* (pp. 67-81). AREC 02-20.
- Egües, I., Alriols, M. G., Herseczki, Z., Marton, G. Ve Labidi, J. (2010). Hemicelluloses obtaining from rapeseed cake residue generated in the biodiesel production process. *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*, 16(2), 293-298.
- Ergül, A., Ergül, Ş. ve Serbest, U. (2021). Süt İneklerinin Besleme Yönetiminin Sensörlerle İzlenmesi. *International Journal of Eastern Mediterranean Agricultural Research*, 4(1), 40-59.
- Ergün, A., Tuncer, Ş. D., Çolpan, İ., Yalçın, S., Yıldız, G., Küçükersan, K. M., Küçükersan, S., Şehu, A. ve Saçaklı, P. (2016). Yem Hijyeni ve Teknolojisi. Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Ders Kitabı, Ankara.
- Frei, M. (2013). Lignin: characterization of a multifaceted crop component. *The Scientific World Journal*, 2013(1), 436517.
- Gençoğlu, H. (2006). *Farklı kaba yem kaynaklarının süt sığırlarında rumen parametreleri ile süt verimi ve bileşimi üzerine etkisi*. Doktora Tezi, Uludağ Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Bursa.
- Gudmundsson, Ó. (1993). Influence of quantity and quality of forages on intake and production of grazing sheep. *Icelandic Agricultural Sciences*, 7, 79-91.

- Güney, M., Bingöl, N. T. ve Aksu, T. (2016). Kaba yem kalitesinin sınıflandırılmasında kullanılan göreceli yem değeri (GYD) ve göreceli kaba yem kalite indeksi (GKKİ). *Atatürk Üniversitesi Veteriner Bilimleri Dergisi*, 11(2).
- Guedes, C. M., Gonçaves, D., Rodrigues, M. A. M. ve 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.
- Hansey, C. N., Lorenz, A. J. ve de Leon, N. (2010). Cell wall composition and ruminant digestibility of various maize tissues across development. *Bioenergy Research*, 3(1), 28—37.
- Ishler, V., Heinrichs, J. ve Varga, G. (1996). *From feed to milk: understanding rumen function* (Vol. 422). Pennsylvania State University.
- Ishler, V., & Varga, G. (2001). Carbohydrate nutrition for lactating dairy cattle. *1th ed., the Pennsylvania State University Publ., USA*, 01-29.
- Jalali, A. R., Nørgaard, P., Weisbjerg, M. R. ve Nielsen, M. O. (2012). Effect of forage quality on intake, chewing activity, faecal particle size distribution, and digestibility of neutral detergent fibre in sheep, goats, and llamas. *Small ruminant research*, 103(2-3), 143-151.
- Jerenyama P. ve Garcia AD., (2004). Understanding relative feed value (RFV) and relative forage quality (RFQ). *College of Agriculture & Biological Sciences/South Dakota State University/USDA*.
- Kaur, A., Kim, J. R., Michie, I., Dinsdale, R. M., Guwy, A. J., Premier, G. C. ve Centre, S. E. R. (2013). Microbial fuel

cell type biosensor for specific volatile fatty acids using acclimated bacterial communities. *Biosensors and Bioelectronics*, 47, 50-55.

Kaya, Ş. (2008). Kaba yemlerin değerlendirilmesinde göreceli yem değeri ve göreceli kaba yem kalite indeksi. *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*, (1), 59-64.

Kellems, R. O. ve Church, D. C. (2002). Livestock feeds and feeding. 04; SF95, K4 2002., Prentice Hall Upper Saddle River, NJ, p.

Kendall, C., Leonardi, C., Hoffman, P. ve Combs, D. (2009). Intake and milk production of cows fed diets that differed in dietary neutral detergent fiber and neutral detergent fiber digestibility. *Journal of Dairy Science*, 92(1), 313-23.

Lauper, M., Lechner, I., Barboza, P. S., Collins, W. B., Hummel, J., Codron, D., ve Clauss, M. (2013). Rumination of different-sized particles in muskoxen (*Ovibos moschatus*) and moose (*Alces alces*) on grass and browse diets, and implications for rumination in different ruminant feeding types. *Mammalian Biology*, 78(2), 142-152.

Lean, I. J., Annison, F., Bramley, E., Browning, G., Cusack, P., Farquharson, B., ... ve Nandapi, D. (2007). Ruminal acidosis—understandings, prevention and treatment. *Australia. Australian Veterinary Association*.

Lettat, A., Nozière, P., Silberberg, M., Morgavi, D. P., Berger, C. ve Martin, C. (2010). Experimental feed induction of ruminal lactic, propionic, or butyric acidosis in sheep. *Journal of animal science*, 88(9), 3041-3046.

Li, R. W., Wu, S., Baldwin, R. L., Li, W. ve Li, C. (2012). Perturbation dynamics of the rumen microbiota in response to exogenous butyrate. *PLoS one*, 7(1), e29392.

- Li, X. (2021). Plant cell wall chemistry: implications for ruminant utilisation. *Journal of Applied Animal Nutrition*, 9(1), 31-56.
- Lodish, H., Berk, A., Zipursky S.L., Matsudaira, P., Baltimore, D. ve Darnell, J. (2000). *Molecular cell biology*, 4th edition. W.H. Freeman, New York, NY, USA.
- Maheri-Sis, N., Abdollahi-Ziveh, B., Salamatdoustnobar, R., Ahmadzadeh, A., Aghajanzadeh-Golshani, A. ve Mohebbizadeh, M. (2011). Determining nutritive value of soybean straw for ruminants using nylon bags technique.
- McDonald P., Edwards RA., Greenhalgh JFD., Morgan CA., Sinclair LA. ve Wilkinson RG. (2010). *Animal Nutrition*, 7th ed., Pearson, Cambridge.
- Mendu, V., Griffiths, J. S., Persson, S., Stork, J., Downie, A. B., Voiniciuc, C., ... ve DeBolt, S. (2011). Subfunctionalization of cellulose synthases in seed coat epidermal cells mediates secondary radial wall synthesis and mucilage attachment. *Plant Physiology*, 157(1), 441-453.
- NRC. (2001). *Nutrient requirements of dairy cattle*. National Research Council.
- Pak, B. (2016). Mera bitkilerinin besin madde içerikleri açısından karşılaştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Samsun: Ondokuz Mayıs Üniversitesi.
- Phakachoed, N., Lounglawan, P., ve Suksombat, W. (2012). Effects of xylanase supplementation on ruminal digestibility in fistulated non-lactating dairy cows fed rice straw. *Livestock science*, 149(1-2), 104-108.
- Ragauskas, A. J., Williams, C. K., Davison, B. H., Britovsek, G., Cairney, J., Eckert, C. A., ... & Tschaplinski, T. (2006).

- The path forward for biofuels and biomaterials. *Science*, 311(5760), 484-489.
- Richardson, C. (2001). Relative feeding value (RFV), an indicator of hay Quality. *OSO Extension Fact F2117*.
- Rivera, D. ve Parish, J. (2010). Interpreting forage and feed analysis report. 2620. *Mississippi State University*.
- Rohweder, D., Barnes, R., ve Jorgensen, N. (1978). Proposed hay grading standards based on laboratory analyses for evaluating quality. *Journal of Animal Science*, 47(3), 747-59.
- Saçaklı, P., Köksal, B. ve Tuncer, Ş. (2007). Süt ineklerinin beslenmesinde karbonhidratlar. *Yem Magazin*, 48.
- Saki, A. A., Matin, H. H., Tabatabai, M. M., Zamani, P. ve Harsini, R. N. (2010). Microflora population, intestinal condition and performance of broilers in response to various rates of pectin and cellulose in the diet. *Eur Poult Sci*, 74, 183-8.
- Sridhar, M. ve Senani, S. (2011). Lignin in lignocellulosics-a boon or a bane for ruminants. *Everyman's Science*, 66, 227-232.
- Stallings, C. (2006). Relative feed value (RFV) and relative forage quality (RFQ). *Extension Dairy Scientist. Nutrition & Forage Quality*, 540, 231-306.
- Stevens, D. R. ve Turner, J. D. (1994). Management Of finishing pastures to maximise carcass gain. *Proceedings of the New Zealand Grassland Association*, 56, 67-72.
- Sun, J., Tian, C., Diamond, S. ve Glass, N. L. (2012). Deciphering transcriptional regulatory mechanisms associated with hemicellulose degradation in *Neurospora crassa*. *Eukaryotic cell*, 11(4), 482-493.



- Tekce, E., & Gül, M. (2014). Ruminant beslemede NDF ve ADF'nin önemi. *Atatürk Üniversitesi Veteriner Bilimleri Dergisi*, 9(1), 63-73.
- Umucalı, H. ve Gülşen, N. (2005). Çiftlik Hayvanlarında Beslenme Hastalıkları, p. 4.
- Undersander D. ve Moore JE. (2002). Relative forage quality. *Focus on forage*, 4, 5.
- Ünay, E., Yaman, S. ve Karakaş, V. (2008). Ruminantlarda selülozun sindirimi. *Lalahan Hay. Araş. Enst. Dergisi*, 48, 93-99.
- Van Soest, P.J. (1985). Composition, Fiber Quality and Nutritive Value of Forages. Chapter 44. In: Heath, M.E., Barnes, E.M. and Metcalfe, D.S., Eds., Forages-The Science of Grassland Agriculture, Iowa State University Press, Ames, 412-444.
- Van Soest, P. V., Robertson, J. B. ve Lewis, B. A. (1991). Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of dairy science*, 74(10), 3583-3597.
- Weng, J. K., Li, X., Stout, J. ve Chapple, C. (2008). Independent origins of syringyl lignin in vascular plants. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 105(22), 7887-7892.
- Wood, T. M., & Wilson, C. A. (1995). Studies on the capacity of the cellulase of the anaerobic rumen fungus *Piromonas communis* P to degrade hydrogen bond-ordered cellulose. *Applied microbiology and biotechnology*, 43, 572-578.
- Yavuz, M. (2005). Deterjan lif sistemi. *Journal of Agricultural Faculty of Gaziosmanpaşa University (JAFAG)*, 2005(1), 93-96.

- Zeng, J., Helms, G. L., Gao, X., & Chen, S. (2013). Quantification of wheat straw lignin structure by comprehensive NMR analysis. *Journal of agricultural and food chemistry*, 61(46), 10848-10857.
- Zhang, X., Li, Y., Terranova, M., Ortmann, S., Kehraus, S., Gerspach, C., ... ve Clauss, M. (2023). Effect of induced saliva flow on fluid retention time, ruminal microbial yield and methane emission in cattle. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 107(3), 769-782
- Zhao, X. G., Wang, M., Tan, Z. L., Tang, S. X., Sun, Z. H., Zhou, C. S. ve Han, X. F. (2009). Effects of rice straw particle size on chewing activity, feed intake, rumen fermentation and digestion in goats. *Asian-Australasian journal of animal sciences*, 22(9), 1256-1266

# KANATLI BESLEMEDE POSTBİYOTİKLER

Şermin TOP<sup>1</sup>

## 1. GİRİŞ

Çiftlik hayvanlarının üretimi, verim performansları, sağlığı ve refahı kümes hayvanı endüstrisinde karlı bir iş için temel gereksinimlerdir. Yem bileşimlerine yapılan uygulamalar ve yem katkı maddelerinin kullanımı yoluyla kanatlı hayvanlarda verimin miktar ve kalitesinin artırılmasına yönelik çalışmalar yapılmaktadır. Bağırsak mikrobiyotası yumurtadan çıkımdan itibaren, zamanla değişimlere maruz kalsa da kısa zincirli yağ asitleri (SCFA), bakteriyosin ve lipopolisakkaritler gibi bileşikler üretilmesiyle patojenlere karşı koruyucu etki göstererek kanatlı hayvanların sağlıklarının korunmasını sağlamaktadırlar (Adedokun ve Olojede, 2019; Choct, 2009). Piliçler olgunlaştıkça bağırsaklarında sıkı bağlantı proteinleri ile birlikte asidik ve sülfatlanmış müsinler, sağlam bir bağırsak mukozası oluşturmak için pro- ve antiinflamatuvar sitokinler ve immünoglobulin A gibi bağışıklıkla ilgili bileşiklerle sinerjistik olarak çalışmaktadır (Fasina ve Thanissery, 2011). Ancak bağırsak ortamı, dış çevreye ve çeşitli potansiyel stres etkenlerine sürekli maruz kalma nedeniyle karmaşık ve dinamik bir alandır. Bu nedenle çiftçiler hayvan performansını ve sağlığını artırmak için çeşitli yem katkı maddeleri veya takviyeleri kullanmaktadırlar (Chang ve ark., 2022).

<sup>1</sup> Arş. Gör. Dr. Şermin Top, Harran Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalı, sermin.top@harran.edu.tr  
ORCID: 0000-0003-2684-7798.

Antibiyotikler, 1920'lerdeki keşiflerinden bu yana kümes hayvanı endüstrisinin refahında, devamlılığında ve ilerlemesinde önemli bir rol oynamıştır (Gadde ve ark., 2017). Kanatlı hayvan üretiminde antibiyotiklerin birincil kullanımları (1) hastalık tedavisi, (2) hastalıkların önlenmesi ve (3) büyümeyi teşvik edici etkileri ile büyümeyi arttırmaktır (Lagha ve ark., 2004).

Antibiyotiklerin kanıtlanmış olumlu etkilerine rağmen, bunların kullanımı bazı zorluklar ve dezavantajlarla ilişkilendirilmiştir. Antibiyotik kullanımına ilişkin en büyük endişe, önemli bir halk sağlığı tehdidi oluşturan antibiyotik direncinin ortaya çıkmasıdır (WHO, 2012). Yıllar geçtikçe, kümes hayvanlarında antibiyotik direnci gelişimini antibiyotik kullanımıyla ilişkilendiren birçok çalışma bulunmaktadır (Aarestrup ve ark., 2001; Marshall ve Levy, 2011; Cosby ve ark., 2015).

Kanatlı eti ve yumurtalarında artan dozda antibiyotik kalıntılarının bulunması, tüketiciler açısından büyük bir halk sağlığı tehlikesi oluşturmaktadır (Muaz ve ark., 2018). Yemde 200 mg/kg tetrasiklin takviyesi uygulanan kanatlıların ürettiği yumurtalarda, kalıntı olarak yaklaşık 0,017 µg/g tetrasiklin konsantrasyonu tespit edilmiştir (Harimurti ve Hadisaputro, 2015). Kanatlı ürünleri ile bu ürünlerde bulunan toksik seviyelerdeki antibiyotik kalıntısının tüketilmesi, insanlarda farklı türde alerjiler, disbiyoz ve ayrıca antibiyotik direncinin gelişmesi de dahil olmak üzere çeşitli patolojik durumlara neden olmuştur (Muaz ve ark., 2018). Antibiyotik ile halk sağlığı arasındaki tehlikeler nedeniyle, Avrupa Birliği ile birlikte bazı ülkeler tarafından antibiyotiklerin çiftlik hayvanı üretimine dahil edilmesi yasaklamıştır (Zaidi ve ark., 2015; Editors, 2017). Bu nedenle, hayvansal üretim üzerinde antibiyotiklere kıyasla aynı veya daha iyi etkilere sahip, daha güvenli alternatifler yoğun bir şekilde araştırılmaktadır (Diarra ve Malouin, 2014). Bu nedenle, hayvancılık üretiminde prebiyotikler, probiyotikler, simbiyotikler

ve postbiyotikler gibi çeşitli antibiyotik ikameleri son zamanlarda kapsamlı bir şekilde araştırılmaktadır (Vanbelle ve ark., 1990; Loh ve ark., 2014; Kareem ve ark., 2015). Probiyotik, yeterli miktarda aktif halde bağırsağa ulaşan ve dolayısıyla sağlık üzerinde olumlu etkiler gösteren canlı bir mikroorganizma olarak tanımlanmaktadır (Loh, 2017). Probiyotikler antimikrobiyal aktiviteye sahip doğal bir mikrobiyal popülasyondur (Rasko ve Sperandio, 2010). Probiyotikler aynı zamanda tek başına veya patojenik olmayan yaşayan mikroorganizmaların bir karışımı olarak uygulanan ve konakçı sağlığı üzerinde yararlı etkileri olan doğrudan beslenilebilen mikrobiyaller olarak da tanımlanabilmektedir (FAO/WHO, 2002). Probiyotiklerin patojen mikroorganizmaların gelişimi üzerine baskılayıcı bazı etki mekanizmaları rapor edilmiştir. Taze ette rekabetçi dışlama, bağırsak olgunlaşmasını ve bütünlüğünü teşvik etme, bağırsaklık sistemini düzenleme, inflamasyonu önleme, büyümeyi iyileştirme, metabolizmayı sağlama, yağ asidi profilini iyileştirme ve oksidatif stabiliteyi sağlama gibi özellikleri bulunmaktadır (Hossain ve ark., 2012).

Probiyotiklerin hastalıklarla mücadelede konakçı hayvanlara sağladığı sayısız faydaya rağmen canlı probiyotik hücrelerin beslenmesinde bazı sorunlar yaşanmaktadır. Bu sorunlar arasında özellikle probiyotik bakterilerin depolanması sırasında istenen canlılığı kaybetmesi yer almaktadır (Nayak, 2010). Probiyotik bakteriler, konakçının gastro instestinal sisteminde kolonize olma ve kalıcı olma yetenekleri açısından konakçıya özgüdür. Bu nedenle, konakçıya uygun bir probiyotik türünün elde edilmesi pratik olarak zorlaşmaktadır (Adams, 2010; Ottesen ve Olafsen, 2000). Dikkat edilmesi gereken bir diğer önemli konu da probiyotik bakterilerin kolonizasyonunda önemli olan uygulama zamanlamasıdır ve sağlanan takviye probiyotiklerin kolonizasyonunun geçici olmasıdır (Fuller ve Fuller, 1992; Ringø ve Gatesoupe, 1998; Balcázar ve ark., 2006).

Ayrıca konakçıdaki patojenik mikroorganizmalardan probiyotik bakterilere virülans genlerin yatay transfer olasılığı çok yüksektir (Marteau ve Shanahan, 2003; Newaj-Fyzul ve ark., 2014). Probiyotik hücrelerde bulunan bazı genler, organizmalar arasında kolaylıkla geçebilen antibiyotiklere karşı dirençlidir (Marteau ve Shanahan, 2003). Bu nedenle zamanla canlı bakteri probiyotiklerinin kullanımından vazgeçilebilir (Danladi ve ark., 2022). Son zamanlarda, probiyotiklerin yerine tercih edilen, "postbiyotik", "parabiyotik", "hayalet probiyotikler", "inaktive edilmiş probiyotikler" ve "canlı olmayan probiyotikler" olarak bilinen probiyotiklerin metabolik yan ürünlerine büyük ilgi duyulmaktadır. Araştırma bulguları postbiyotiklerin probiyotikler gibi etkiye sahip olduğunu göstermiştir (Loh ve ark., 2010; Reuben ve ark., 2021; Thanh ve ark., 2009; Thu ve ark., 2011).

## **2. POSTBİYOTİK**

Postbiyotik, aynı zamanda hücre içermeyen süpernatantlar, metabiyotikler, biyojenikler veya canlı olmayan bakteriyel ürünler veya biyolojik aktiviteye sahip probiyotik mikroorganizmalardan üretilen metabolik yan ürünler olarak tanımlanmaktadır (Patel ve Denning, 2013; Aguilar-Toalá ve ark., 2018). Bu metabolik yan ürünler, genellikle canlı mikroorganizmalar tarafından üretilmekte veya bunların inaktivasyonu veya lizisi (de Almada ve ark., 2016) sonrasında salınmakta ve konakçıda ek biyoaktivitenin sağlanması yoluyla çeşitli faydalı ve fizyolojik işlevler sağlamaktadır (Tsilingiri ve Rescigno, 2013; De La Rosa ve ark., 2019). Farklı mikrobiyal türler tarafından sentezlenen bu çözünür faktörler arasında enzimler, kısa zincirli yağ asitleri, peptidler, organik asitler, plazmalojenler, endo ve ekzo-polisakkaritler, etanol, polifosfatlar, teikoik asitler, diasetil, laktosepinler, vitaminler,

hücre yüzeyi proteinleri, muropeptitler, hidrojen peroksitler bulunmaktadır (Rai ve ark., 2018; Homayouni Rad ve ark., 2020; Rad ve ark., 2020).

Her ne kadar postbiyotiklerin hayvancılık üretiminde bir yem takviyesi olarak önemi daha önce nispeten göz ardı edilmiş olsa da, kesin bileşimleri ve işlevsel mekanizmaları iyi anlaşılmamış olsa da, son zamanlarda postbiyotiklerin sağlık ve besinsel olarak faydalı olduğunu belirten çalışmalar yapılmaya başlanmıştır (Kareem ve ark., 2014; Haileselassie ve ark., 2016; Tiptiri-Kourpeti ve ark., 2016; Compare ve ark., 2017).

Postbiyotikler genellikle (1) proteinler (p40 molekülü, laktosepin vb), karbonhidratlar (teikoik asitler, galaktoz açısından zengin polisakkaritler vb), lipitler (propiyonat, dimetil asetil türevi plazmalojen, bütirat vb), organik asitler (laktik asit, asetik asit vb), kofaktörler/vitaminler (B grubu vitaminleri vb) ve lipoteikoik asitler ve peptidoglikan türevli muropeptitler dahil diğer kompleks moleküller gibi elementel veya biyomoleküler bileşimlerine göre (Matsuguchi ve ark., 2003; Tsilingiri ve Rescigno, 2013; De La Rosa ve ark., 2019), ya da (2) anti-inflamatuvar, antimikrobiyal, immünomodülasyon, anti-obezojenik, anti-proliferatif, hipokolesterolemik, antioksidan ve anti-hipertansif etkiler gibi fizyolojik işlevlilerine göre sınıflandırılmaktadır (Nakamura ve ark., 2016; Aguilar-Toalá ve ark., 2018; Rad ve ark., 2020). Ayrıca postbiyotiklerin, ayırt edici kimyasal yapıları, raf ömrü ve güvenli doz gibi birçok etkili özelliğe sahip olduğu belirtilmiştir (Shigwedha ve ark., 2014; Tomar ve ark., 2015). Postbiyotiklerin, sonuç olarak çok çeşitli konakçı organ ve dokuları etkileyebilecek ve böylece biyolojik işlevler uygulayabilecek olumlu metabolizma, emilim, dağılım ve boşaltım yetenekleri gösterdiği bildirilmektedir (Shenderov, 2013).

## **2.1.Postbiyotiklerin Kanatlılarda Verim Performansları Üzerine Etkisi**

Postbiyotiklerin büyüme performansı üzerinde olumlu etkiler gösterdiği çalışmalar mevcuttur (Abd El-Ghany ve ark., 2022; Chang ve ark., 2022; Danladi ve ark., 2022). Besi hayvanlarında büyüme performansını artırmaya, besinlerin sindirilebilirliğini, bağırsak histomorfolojisini, bağışıklık tepkisini iyileştirmeye ve et kalitesini iyileştirmeye yardımcı olduğu bildirilmiştir (Chang ve ark., 2022). Antibiyotik katkılı rasyon ile beslenen kanatlı çalışmaları ile karşılaştırıldığında rasyonlarına postbiyotik eklenen kanatlılarda benzer veya daha iyi sonuç alındığı bildirilmiştir (Chang ve ark., 2022; Danladi ve ark., 2022). Bu duruma bağırsaktaki patojenik bakterilerin azaltılmasından sorumlu olan postbiyotiklerin bakteriyostatik ve bakterisidal özelliklerinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Dolayısıyla postbiyotikler büyüme performansının artırılması açısından antibiyotik büyüme faktörleri gibi işlev görebilmektedirler. Postbiyotiklerle yapılan birçok çalışma, *L. plantarum*'dan üretilen postbiyotiklerin antibakteriyel özelliklerini ortaya koymuştur (Choe ve ark., 2013; Thanh ve ark., 2010; Kareem ve ark., 2014; Zheng ve ark., 2020).

Çoğu çalışma, postbiyotik takviyesinin villus yüksekliğini ve kript derinliğini iyileştirdiğini ortaya çıkarmıştır (Choe ve ark., 2012; Humam ve ark., 2019; Izuddin ve ark., 2019; Thanh ve ark., 2009). Her iki parametre de iyi bağırsak sağlığının, epitelyal hücre yenilenmesinin ve bağırsaktan sistemik dolaşıma besin emiliminin genel göstergesidir (Marković ve ark. 2009; Uni ve ark., 1995).

Patojenik *E. coli*'ye maruz bırakılan broylerde postbiyotik uygulamasının, *E. coli*'nin olumsuz etkilerini azaltırken, broylerde canlı ağırlık kazancını ve yem dönüşüm oranını iyileştirdiği bildirilmiştir (Abd El-Ghany ve ark., 2022).



Broylerlerde (Kareem ve ark. 2017) ve yumurtacılar da (Choe ve ark. 2012; Loh ve ark. 2014) sağlık ve büyüme performansını desteklemek amacıyla postbiyotiklerin yem katkı maddesi olarak kullanılabilmesi bildirilmiştir. Thanh ve ark. (2009), *L. plantarum* tarafından üretilen metabolitlerin kombinasyonlarıyla beslenen tavukların, negatif kontrol diyetiyle beslenenlere kıyasla daha yüksek canlı ağırlığa ve canlı ağırlık artışına sahip olduğu bildirilmiştir. *L. plantarum*'un postbiyotiklerini içeren bir rasyonla beslenen sıcaklık stresine maruz bırakılan etlik piliçler, artan hepatik insülin benzeri büyüme faktörü 1 mRNA ekspresyon seviyesinin bir sonucu olarak yüksek canlı ağırlık artışı ve yüksek yem dönüşüm etkinliği göstermiştir (Humam ve ark. 2019). Ek olarak, etlik piliçlerin rasyonundaki kombine postbiyotik ve prebiyotik karışımı, karaciğer insülini benzeri büyüme faktörü 1 ve büyüme hormonu reseptör mRNA ekspresyonlarının artmasıyla birlikte toplam canlı ağırlığı ve yem dönüşüm oranının etkinliğini arttırdığı bildirilmiştir (Kareem ve ark. 2016). *C. perfringens*'e maruz bırakılan etlik piliçlerin postbiyotik tedavisi sonrasında, tedavi uygulanmayan kontrol grubuyla karşılaştırıldığında canlı ağırlık artışında iyileşme olduğu gözlenmiştir (Johnson ve ark. 2019).

Bu bulgular, postbiyotiklerin patojenik bağırsak mikroorganizmalarının sayısını azaltarak daha iyi bağırsak sağlığı ve büyüme performansına yol açma yeteneğine sahip olduğunu belirtmektedir. Postbiyotiklerin, piliç büyüme performansını destekleyen besin taşıyıcı gen ekspresyonunun (Na<sup>+</sup>-bağımlı glikoz, galaktoz taşıyıcı ve uzun zincirli asil CoA dehidrojenaz genleri) geliştirilmesi açısından da probiyotiklere benzer olduğu belirtilmektedir (Jahromi ve ark. 2016). Organik asitler ve bakteriyosinler, pH'ı düşürebilen ve hayvanların bağırsaklarındaki patojenlerin çoğalmasını önleyebilen postbiyotiklerin antimikrobiyal metabolitleridir (Aguilar-Toalá ve ark. 2018). Dahası, postbiyotik takviyesi, bağımsızlık durumu,

bağırsak sağlığı, bağırsak villusu gibi fizyolojik parametrelerin iyileştirilmesi, laktik asit bakterilerinin arttırılması ve Enterobacteriaceae ve bağırsak pH'sının azaltılması gibi fizyolojik parametrelerin iyileştirilmesi yoluyla büyüme performansını artırabildiği bildirilmiştir (Loh ve ark. 2010; Kareem ve ark. 2016).

### **3. SONUÇ**

Kanatlı hayvanlarda postbiyotiklerin kullanımı sağlık, beslenme ve üretim açısından birçok fayda sağlamaktadır. Kanatlı endüstrisinde antibiyotikler ve diğer sentetik bileşiklere etkili alternatifler olarak hizmet vermeleri muhtemeldir. Bağırsak mikrobiyotası ve bağışıklık sistemini modüle edici yetenekleri ve patojen mikroorganizmaları önlemeleri, daha güvenli et, yumurta ve çevre dostu üretimin yanı sıra hastalık tedavisi harcamalarında büyük azalma ve kanatlı hayvanlarda kaybının önlenmesi nedeniyle ekonomik faydalar sağlamaktadır. Bununla birlikte, saha çalışmalarından bildirilen sonuçlardaki farklılıklar, uygulama için en uygun dozaj, süre, uygulama yöntemi, form ve dağıtım yöntemleri, tür seçimi, kümes hayvanı türleri ve yem bileşimi hakkında genel düzenlemeler yapılmasını gerektirmektedir. Çeşitli kümes hayvanı türlerini içeren genişletilmiş saha denemeleri, bu alternatiflerin faydalı etkileriyle ilişkili ayrıntılı moleküler ve fizyolojik yolları daha da ortaya çıkaracaktır. Yaşayan mikrobiyal suşlardan yoksun olarak daha faydalı etkiler gösterdikleri için daha fazla postbiyotiğin tanımlanması, sınıflandırılması, üretimi ve uygulanmasına dikkat edilmelidir.

## **KAYNAKÇA**

- Aarestrup, F. M., Seyfarth, A. M., Emborg, H. D., Pedersen, K., Hendriksen, R. S., & Bager, F. (2001). Effect of abolishment of the use of antimicrobial agents for growth promotion on occurrence of antimicrobial resistance in fecal enterococci from food animals in Denmark. *Antimicrobial Agents and chemotherapy*, 45(7), 2054-2059.
- Abd El-Ghany, W. A., Fouad, H., Quesnell, R., & Sakai, L. (2022). The effect of a postbiotic produced by stabilized non-viable Lactobacilli on the health, growth performance, immunity, and gut status of colisepticaemic broiler chickens. *Tropical Animal Health and Production*, 54(5), 286.
- Adams, C. A. (2010). The probiotic paradox: live and dead cells are biological response modifiers. *Nutrition research reviews*, 23(1), 37-46.
- Adedokun, S. A., & Olojede, O. C. (2019). Optimizing gastrointestinal integrity in poultry: the role of nutrients and feed additives. *Frontiers in Veterinary Science*, 5, 348.
- Aguilar-Toalá, J. E., Garcia-Varela, R., Garcia, H. S., Mata-Haro, V., González-Córdova, A. F., Vallejo-Cordoba, B., & Hernández-Mendoza, A. (2018). Postbiotics: An evolving term within the functional foods field. *Trends in food science & technology*, 75, 105-114.
- Balcázar, J. L., De Blas, I., Ruiz-Zarzuela, I., Cunningham, D., Vendrell, D., & Múzquiz, J. L. (2006). The role of probiotics in aquaculture. *Veterinary microbiology*, 114(3-4), 173-186.

- Chang, H. M., Loh, T. C., Foo, H. L., & Lim, E. T. C. (2022). Lactiplantibacillus plantarum postbiotics: alternative of antibiotic growth promoter to ameliorate gut health in broiler chickens. *Frontiers in veterinary science*, 9, 883324.
- Choct, M. (2009). Managing gut health through nutrition. *British poultry science*, 50(1), 9-15.
- Choe, D. W., Loh, T. C., Foo, H. L., Hair-Bejo, M., & Awis, Q. S. (2012). Egg production, faecal pH and microbial population, small intestine morphology, and plasma and yolk cholesterol in laying hens given liquid metabolites produced by Lactobacillus plantarum strains. *British poultry science*, 53(1), 106-115.
- Choe, D. W., Foo, H. L., Loh, T. C., Hair-Bejo, M., & Awis, Q. S. (2013). Inhibitory property of metabolite combinations produced from lactobacillus plantarum strains. *Pertanika Journal of Tropical Agricultural Science*, 36(1).
- Compare, D., Rocco, A., Coccoli, P., Angrisani, D., Sgamato, C., Iovine, B., ... & Nardone, G. (2017). Lactobacillus casei DG and its postbiotic reduce the inflammatory mucosal response: an ex-vivo organ culture model of post-infectious irritable bowel syndrome. *BMC gastroenterology*, 17, 1-8.
- Cosby, D. E., Cox, N. A., Harrison, M. A., Wilson, J. L., Buhr, R. J., & Fedorka-Cray, P. J. (2015). Salmonella and antimicrobial resistance in broilers: A review. *Journal of Applied Poultry Research*, 24(3), 408-426.
- Danladi, Y., Loh, T. C., Foo, H. L., Akit, H., Md Tamrin, N. A., & Naeem Azizi, M. (2022). Effects of postbiotics and paraprobiotics as replacements for antibiotics on growth performance, carcass characteristics, small intestine

histomorphology, immune status and hepatic growth gene expression in broiler chickens. *Animals*, 12(7), 917.

de Almada, C. N., Almada, C. N., Martinez, R. C., & Sant'Ana, A. S. (2016). Paraprobiotics: Evidences on their ability to modify biological responses, inactivation methods and perspectives on their application in foods. *Trends in food science & technology*, 58, 96-114.

de la Rosa, O., Flores-Gallegos, A. C., Muñíz-Marquez, D., Nobre, C., Contreras-Esquivel, J. C., & Aguilar, C. N. (2019). Fructooligosaccharides production from agro-wastes as alternative low-cost source. *Trends in Food Science & Technology*, 91, 139-146.

Diarra, M. S., & Malouin, F. (2014). Antibiotics in Canadian poultry productions and anticipated alternatives. *Frontiers in microbiology*, 5, 87153.

Editors, A. 2017. "U.S. Bans Antibiotics Use for Enhancing Growth in Livestock". McGraw-HillEducation. <https://www.accessscience.com:443/content/u-s-bansantibiotics-use-for-enhancing-growth-inlivestock/BR0125171>

FAO/WHO. Guidelines for the Evaluation of Probiotics in Food; Joint FAO/WHO Working Group: London, ON, Canada, 2002; pp.1–11.

Fasina, Y. O., & Thanissery, R. R. (2011). Comparative efficacy of a yeast product and bacitracin methylene disalicylate in enhancing early growth and intestinal maturation in broiler chicks from breeder hens of different ages. *Poultry Science*, 90(5), 1067-1073.

Fuller, R., Fuller, R. (1992). History and development of probiotics. *Probiotics: The scientific basis*, 1-8.

- Gadde, U., Kim, W. H., Oh, S. T., & Lillehoj, H. S. (2017). Alternatives to antibiotics for maximizing growth performance and feed efficiency in poultry: a review. *Animal health research reviews*, 18(1), 26-45.
- Haileselassie, Y., Navis, M., Vu, N., Qazi, K. R., Rethi, B., & Sverremark-Ekström, E. (2016). Postbiotic modulation of retinoic acid imprinted mucosal-like dendritic cells by probiotic *Lactobacillus reuteri* 17938 in vitro. *Frontiers in immunology*, 7, 183375.
- Harimurti, S., & Hadisaputro, W. (2015). Probiotics in poultry. *Beneficial microorganisms in agriculture, aquaculture and other areas*, 1-19.
- Homayouni Rad, A., Aghebati Maleki, L., Samadi Kafil, H., & Abbasi, A. (2021). Postbiotics: A novel strategy in food allergy treatment. *Critical reviews in food science and nutrition*, 61(3), 492-499.
- Humam, A. M., Loh, T. C., Foo, H. L., Samsudin, A. A., Mustapha, N. M., Zulkifli, I., & Izuddin, W. I. (2019). Effects of feeding different postbiotics produced by *Lactobacillus plantarum* on growth performance, carcass yield, intestinal morphology, gut microbiota composition, immune status, and growth gene expression in broilers under heat stress. *Animals*, 9(9), 644.
- Hossain, M. E., Kim, G. M., Lee, S. K., & Yang, C. J. (2012). Growth performance, meat yield, oxidative stability, and fatty acid composition of meat from broilers fed diets supplemented with a medicinal plant and probiotics. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 25(8), 1159.
- Izuddin, W. I., Loh, T. C., Foo, H. L., Samsudin, A. A., & Humam, A. M. (2019). Postbiotic *L. plantarum* RG14

improves ruminal epithelium growth, immune status and upregulates the intestinal barrier function in post-weaning lambs. *Scientific reports*, 9(1), 9938.

- Jahromi, M. F., Wesam Altaher, Y., Shokryazdan, P., Ebrahimi, R., Ebrahimi, M., Idrus, Z., ... & Liang, J. B. (2016). Dietary supplementation of a mixture of Lactobacillus strains enhances performance of broiler chickens raised under heat stress conditions. *International Journal of Biometeorology*, 60, 1099-1110.
- Johnson, C. N., Kogut, M. H., Genovese, K., He, H., Kazemi, S., & Arsenault, R. J. (2019). Administration of a postbiotic causes immunomodulatory responses in broiler gut and reduces disease pathogenesis following challenge. *Microorganisms*, 7(8), 268.
- Kareem, K. Y., Hooi Ling, F., Teck Chwen, L., May Foong, O., & Anjas Asmara, S. (2014). Inhibitory activity of postbiotic produced by strains of Lactobacillus plantarum using reconstituted media supplemented with inulin. *Gut pathogens*, 6, 1-7.
- Kareem, K. Y., Loh, T. C., Foo, H. L., Asmara, S. A., Akit, H., Abdulla, N. R., & FoongOoi, M. (2015). Carcass, meat and bone quality of broiler chickens fed with postbiotic and prebiotic combinations. *International Journal of Probiotics & Prebiotics*, 10(1).
- Kareem, K. Y., Loh, T. C., Foo, H. L., Akit, H., & Samsudin, A. A. (2016). Effects of dietary postbiotic and inulin on growth performance, IGF1 and GHR mRNA expression, faecal microbiota and volatile fatty acids in broilers. *BMC veterinary research*, 12, 1-10.
- Kareem, K. Y., Loh, T. C., Foo, H. L., Asmara, S. A., & Akit, H. (2017). Influence of postbiotic RG14 and inulin

combination on cecal microbiota, organic acid concentration, and cytokine expression in broiler chickens. *Poultry science*, 96(4), 966-975.

Lagha, A. B., Haas, B., Gottschalk, M., & Grenier, D. (2017). Antimicrobial potential of bacteriocins in poultry and swine production. *Veterinary research*, 48, 1-12.

Loh, T. C., Thanh, N. T., Foo, H. L., Hair-Bejo, M., & Azhar, B. K. (2010). Feeding of different levels of metabolite combinations produced by *Lactobacillus plantarum* on growth performance, fecal microflora, volatile fatty acids and villi height in broilers. *Animal Science Journal*, 81(2), 205-214.

Loh, T. C., Choe, D. W., Foo, H. L., Sazili, A. Q., & Bejo, M. H. (2014). Effects of feeding different postbiotic metabolite combinations produced by *Lactobacillus plantarum* strains on egg quality and production performance, faecal parameters and plasma cholesterol in laying hens. *BMC veterinary research*, 10, 1-9.

Loh, T.C. *Animal Feed The Way Forward; Penerbit UPM: Seri Kembangan, Malaysia*, 2017.

Marković, R., Šefer, D., Krstić, M., & Petrujkić, B. (2009). Effect of different growth promoters on broiler performance and gut morphology. *Archivos de medicina veterinaria*, 41(2), 163-169.

Marshall, B. M., & Levy, S. B. (2011). Food animals and antimicrobials: impacts on human health. *Clinical microbiology reviews*, 24(4), 718-733.

Marteau, P., & Shanahan, F. (2003). Basic aspects and pharmacology of probiotics: an overview of pharmacokinetics, mechanisms of action and side-effects.



*Best Practice & Research Clinical Gastroenterology*, 17(5), 725-740.

- Matsuguchi, T., Takagi, A., Matsuzaki, T., Nagaoka, M., Ishikawa, K., Yokokura, T., & Yoshikai, Y. (2003). Lipoteichoic acids from *Lactobacillus* strains elicit strong tumor necrosis factor alpha-inducing activities in macrophages through Toll-like receptor 2. *Clinical and Vaccine Immunology*, 10(2), 259-266.
- Muaz, K., Riaz, M., Akhtar, S., Park, S., & Ismail, A. (2018). Antibiotic residues in chicken meat: global prevalence, threats, and decontamination strategies: a review. *Journal of food protection*, 81(4), 619-627.
- Nakamura, F., Ishida, Y., Sawada, D., Ashida, N., Sugawara, T., Sakai, M., ... & Fujiwara, S. (2016). Fragmented lactic acid bacterial cells activate peroxisome proliferator-activated receptors and ameliorate dyslipidemia in obese mice. *Journal of agricultural and food chemistry*, 64(12), 2549-2559.
- Nayak, S. K. (2010). Probiotics and immunity: a fish perspective. *Fish & shellfish immunology*, 29(1), 2-14.
- Newaj-Fyzul, A., Al-Harbi, A. H., & Austin, B. (2014). Developments in the use of probiotics for disease control in aquaculture. *Aquaculture*, 431, 1-11.
- Ottesen, O. H., & Olafsen, J. A. (2000). Effects on survival and mucous cell proliferation of Atlantic halibut, *Hippoglossus hippoglossus* L., larvae following microflora manipulation. *Aquaculture*, 187(3-4), 225-238.
- Patel, R. M., & Denning, P. W. (2013). Therapeutic use of prebiotics, probiotics, and postbiotics to prevent necrotizing enterocolitis: what is the current evidence?. *Clinics in perinatology*, 40(1), 11-25.

- Rad, A. H., Maleki, L. A., Kafil, H. S., Zavoshti, H. F., & Abbasi, A. (2020). Postbiotics as novel health-promoting ingredients in functional foods. *Health promotion perspectives*, 10(1), 3-4.
- Rai, A. K., Pandey, A., & Sahoo, D. (2019). Biotechnological potential of yeasts in functional food industry. *Trends in Food Science & Technology*, 83, 129-137.
- Rasko, D. A., & Sperandio, V. (2010). Anti-virulence strategies to combat bacteria-mediated disease. *Nature reviews Drug discovery*, 9(2), 117-128.
- Reuben, R. C., Sarkar, S. L., Roy, P. C., Anwar, A., Hossain, M. A., & Jahid, I. K. (2021). Prebiotics, probiotics and postbiotics for sustainable poultry production. *World's Poultry Science Journal*, 77(4), 825-882.
- Ringø, E., & Gatesoupe, F. J. (1998). Lactic acid bacteria in fish: a review. *Aquaculture*, 160(3-4), 177-203.
- Sanders, M. E. (2009). How do we know when something called “probiotic” is really a probiotic? A guideline for consumers and health care professionals. *Funct Food Rev*, 1(1), 3-12.
- Shenderov, B. A. (2013). Metabiotics: novel idea or natural development of probiotic conception. *Microbial ecology in Health and Disease*, 24(1), 20399.
- Shigwedha, N., Sichel, L., Jia, L., ve Zhang, L. (2014). Probiotal cell fragments (PCFs) as “novel nutraceutical ingredients”. *Journal of Biosciences and Medicines*, 2(03), 43.
- Thanh, N. T., Chwen, L. T., Foo, H. L., Hair-Bejo, M., & Kasim, A. B. (2010). Inhibitory activity of metabolites produced by strains of *Lactobacillus plantarum* isolated from

Malaysian fermented food. *International Journal of Probiotics & Prebiotics*, 5(1), 37.

Thanh, N. T., Loh, T. C., Foo, H. L., Hair-Bejo, M., & Azhar, B. K. (2009). Effects of feeding metabolite combinations produced by *Lactobacillus plantarum* on growth performance, faecal microbial population, small intestine villus height and faecal volatile fatty acids in broilers. *British poultry science*, 50(3), 298-306.

Thu, T. V., Loh, T. C., Foo, H. L., Yaakub, H., & Bejo, M. H. (2011). Effects of liquid metabolite combinations produced by *Lactobacillus plantarum* on growth performance, faeces characteristics, intestinal morphology and diarrhoea incidence in postweaning piglets. *Tropical animal health and production*, 43, 69-75.

Tiptiri-Kourpeti, A., Spyridopoulou, K., Santarmaki, V., Ainelis, G., Tompoulidou, E., Lamprianidou, E. E., ... & Chlichlia, K. (2016). *Lactobacillus casei* exerts anti-proliferative effects accompanied by apoptotic cell death and up-regulation of TRAIL in colon carcinoma cells. *PLoS one*, 11(2), e0147960.

Tomar, S. K., Anand, S., Sharma, P., Sangwan, V., & Mandal, S. (2015). Role of probiotics, prebiotics, synbiotics and postbiotics in inhibition of pathogens. *The Battle against Microbial Pathogens: Basic Science, Technological Advances and Educational Programs*; Méndez-Vilas, A., Ed, 717-732.

Tsilingiri, K., & Rescigno, M. (2013). Postbiotics: what else?. *Beneficial microbes*, 4(1), 101-107.

Uni, Z., Noy, Y., & Sklan, D. (1995). Posthatch changes in morphology and function of the small intestines in heavy-

and light-strain chicks. *Poultry Science*, 74(10), 1622-1629.

Vanbelle, M., Teller, E., & Focant, M. (1990). Probiotics in animal nutrition: a review. *Archives of Animal Nutrition*, 40(7), 543-567.

World Health Organization (WHO). 2012. "The Evolving Threat of Antimicrobial Resistance: Options for Action." Accessed 12 April 2020.

Zaidi, M. B., Dreser, A., & Figueroa, I. M. (2015). A collaborative initiative for the containment of antimicrobial resistance in Mexico. *Zoonoses and Public Health*, 62, 52-57.

Zheng, J., Wittouck, S., Salvetti, E., Franz, C. M., Harris, H. M., Mattarelli, P., ... & Lebeer, S. (2020). A taxonomic note on the genus *Lactobacillus*: Description of 23 novel genera, emended description of the genus *Lactobacillus* Beijerinck 1901, and union of *Lactobacillaceae* and *Leuconostocaceae*. *International journal of systematic and evolutionary microbiology*, 70(4), 2782-2858.

**HAYVAN BESLEME VE BESLENME HASTALIKLARI**  
**ÇALIŞMALARI**

**yaz**  
yayınları

YAZ Yayınları  
M.İhtisas OSB Mah. 4A Cad. No:3/3  
İscehisar / AFYONKARAHİSAR  
Tel : (0 531) 880 92 99  
yazyayinlari@gmail.com • www.yazyayinlari.com

ISBN: 978-625-6642-65-2



9 786256 642652