

Yumurta Tavuklarında İçme Suyuna Probiyotik İlavesinin **PERFORMANS VE YUMURTA KALİTESİ ÜZERİNE ETKİSİ**



SAKİNE YALÇIN¹, E. EBRU ONBAŞILAR², SUZAN YALÇIN³

¹ Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalı, Ankara

² Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Zootečni Anabilim Dalı, Ankara

³ Selçuk Üniversitesi Veteriner Fakültesi Besin Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı, Konya

ÖZET

Bu çalışmada, yumurta tavuklarında içme suyuna probiyotik ilavesinin performans ve yumurta kalitesi üzerine etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla toplam 128 adet 32 haftalık Lohman Brown yumurta tavuğu kullanılmıştır. Tavuklar her biri 64 adet tavuk içeren 1 kontrol grubu ve 1 deneme grubuna ayrılmıştır. Deneme 10 hafta sürmüştür. Deneme grubunun içme suyuna, %0.5 düzeyinde probiyotik (Smart Prolive Layer, 1x10⁹ kob/ml Lactobacillus acidophilus KUEN 1607; 1x10⁹ kob/ml Pediococcus acidilactici KUEN 1608) ilave edilmiştir. Tavuklarda yem tüketimi, yumurta ağırlığı, kirli yumurta ve çatlak-kabuksuz yumurta sayısına probiyotik katkısının etkisi istatistik olarak önemsiz bulunmuştur. On haftalık deneme süresince içme suyuna probiyotik katkısı tavuklarda yumurta veriminde %2.30 düzeyinde artış (P=0.013) ve yem dönüşüm oranında %3.19 düzeyinde iyileşme (P=0.017) sağlamıştır. İçme suyuna probiyotik ilavesi yumurtalarda kabuk kalite özellikleri ve yumurta sarısı rengini istatistik açıdan etkilememiştir. Yumurtalarda ak yüksekliği (P<0.001),

ak indeksi (P=0.005) ve Haugh biriminde (P<0.001) içme suyuna probiyotik ilavesiyle istatistik açıdan önemli derecede artış görülmüştür. Her iki gruptaki tavukların dışkısında Salmonella tespit edilmemiştir. Sonuç olarak içme suyuna Lactobacillus acidophilus KUEN 1607 ve Pediococcus acidilactici KUEN 1608 kapsayan probiyotik katkısı yapılması yumurta verimi, yem dönüşüm oranı ve yumurta Haugh birimini iyileştirmiştir. Ticari yumurta tavuğu yetiştiriciliğinde bu probiyotik katkısının kullanılması yumurta performansını ve yumurta iç kalitesini artıracığından hem yetiştirici hem de tüketici açısından önem taşıyacağı kanısına varılmıştır.

GİRİŞ

Probiyotikler, sindirim kanalında mikrobiyel dengeyi iyileştirerek hayvanın performansını olumlu yönde etkileyen canlı mikrobiyal yem katkılarıdır. Sindirim kanalında laktik asit üretimi yoluyla pH'yı düşürerek Escherichia coli popülasyonunu azaltabilir. Enzimler ve antibakteriyel bileşikler üretir, toksin salınımını

azaltır (Montes ve Pugh, 1993; Shehata ve ark., 2022). Yapılan bazı çalışmalarda bazı probiyotiklerin (*Lactobacillus reuteri*, *Pediococcus acidilactici*) yumurta tavuklarında (Quarantelli et al., 2008; Mikulski ve ark., 2012; Shanmugam ve ark., 2024) bağırsak sağlığını iyileştirerek yumurta verimini ve besin madde emilimini artırdığı, yem dönüşüm oranını iyileştirdiği bildirilmiştir. FSA (2023), *P. acidilactici* CNCM I-4622 probiyotiğinin tüm hayvan türlerinde yemde minimum 1×10^9 CFU düzeyinde kullanılmasının uygun olduğunu bildirmiştir. *Pediococci*, laktik asit ve *pediocin*ler gibi bakteriyosinler üreterek enterik patojenlerin çoğalmasını baskırlar (Daeschel ve Klaenhammer, 1985).

Lactobacillus acidophilus, spor taşımayan bir laktik asit bakteri türü olup yumurta tavuklarında (Galazzi ve ark., 2008; Kurtoğlu ve ark., 2004) performansı iyileştirmek için kullanılmıştır. *Lactobacillus* kültürünün *Salmonella* kolonizasyonunu sınırlandırdığı da (Arreguin-Nava ve ark., 2019; El-Sharkawy ve ark., 2020) kaydedilmiştir. Yapılan bazı çalışmalarda suyla probiyotik verilmesinin yemle verilmesine kıyasla daha etkili olduğu gösterilmiştir (Karimi Torshizi ve ark., 2010; Ritzi ve ark., 2014). Bu nedenle yapılan bu çalışmada içme suyuna ilave edilen probiyotiğin (Smart Prolive Layer, 1×10^9 kob/ml *Lactobacillus acidophilus* KUEN 1607; 1×10^9 kob/ml *Pediococcus acidilactici* KUEN 1608) yumurta tavuklarında yumurta performansı ve yumurta kalitesi üzerine etkilerinin incelenmesi amaçlanmıştır.

MATERYAL VE METOT

Çalışmada toplam 128 adet 32 haftalık Lohman Brown yumurta tavuğu kullanılmıştır. Tavuklar her biri 64 adet tavuk içeren 1 kontrol grubu ve 1 deneme grubuna ayrılmıştır. Her bir grup her biri 8 tavuk içeren 8 alt gruptan oluşmuştur. Tavuklar 3 katlı 3 adet bataryada barındırılmıştır. Her bir bataryanın her bir katında 4 kafes (40 cmx49 cmx49 cm) bulunmaktadır. Aydınlatma programı 16 saat aydınlık 8 saat karanlık olacak şekilde ayarlanmıştır. Deneme 10 hafta sürmüştür. Ham proteini %15.94 ve metabolize olabilir enerjisi 2720 kcal/kg olan karma yem, granül formunda ticari bir firmadan alınmıştır.

Probiyotik (Smart Prolive Layer, 1×10^9 kob/ml *Lactobacillus acidophilus* KUEN 1607; 1×10^9 kob/ml *Pediococcus acidilactici* KUEN 1608, Bakın Tarım Ürünleri San ve Tic Ltd Şti-Ankara) deneme grubunda içme suyuna %0.5 düzeyinde ilave edilmiştir. Kontrol grubu içme suyuna herhangi bir katkı ilave edilmemiştir. Tavuklarda içme suyunun kontrolü 200 litrelik plastik depolar ile sağlanmıştır. Yumurta verimi

günlük olarak belirlenmiştir. Kirli yumurta sayısı ile kırık-çatlak ve kabuksuz yumurta sayıları da günlük olarak kaydedilmiştir. Yem tüketimi 2 haftalık dönemler halinde belirlenmiştir. Her hafta son üç gün toplanan yumurtalar tartılarak yumurta ağırlığı kaydedilmiştir. Yem dönüşüm oranı, bir kg yumurta için tüketilen yem miktarı olarak iki haftalık dönemler için hesaplanmıştır. Tavuklar günlük olarak izlenip ölüm sayıları kayıt altına alınmıştır. Ölüm nedeninin anlaşılabilmesi için otopsi yapılmıştır. Denemenin son haftasında üç gün boyunca toplanan yumurtalar tek tek tartılarak iç kalite (ak yüksekliği, ak uzunluğu, ak genişliği, sarı çapı, sarı yüksekliği, Haugh birimi, sarı rengi) ve dış kalite özellikleri (şekil indeksi, kırılma mukavemeti, kabuk ağırlığı, kabuk kalınlığı) yönünden incelenmiştir.

Deneme sonunda her gruptaki alt gruplardan taze dışkı numunesi alınarak *Salmonella* olup olmadığı tespit edilmiştir (ISO, 2017)

İstatistik Analizler: Yumurta kalite özellikleri karşılaştırıldığında t testi, yumurta verimi, yem tüketimi, yumurta ağırlığı ve yem dönüşüm oranı karşılaştırıldığında da iki yönlü varyans analizi kullanılmıştır. Farklılığı oluşturan grubun belirlenmesi için Duncan testi uygulanmıştır. İstatistik analizler SPSS (Inc., Chicago, II,USA) programı ile yapılmıştır. $P < 0.05$ anlamlı olarak kabul edilmiştir.

BULGULAR

İçme suyuna probiyotik ilavesinin yumurta tavuklarında performans üzerine etkisi Tablo 1'de verilmektedir. Probiyotik katkısı, 10 haftalık çalışmada yumurta veriminin %2.30 düzeyinde istatistik açıdan önemli derecede artmasını ($P=0.013$) sağlamıştır. İçme suyuna probiyotik ilavesi, yem tüketiminde % 0.92 azalmaya, yumurta ağırlığında ise %0.08 artışa yol açmıştır. Ancak yem tüketimi ve yumurta ağırlığı bakımından gruplar arasında istatistik açıdan bir farklılık görülmemiştir. Bir kg yumurta için tüketilen yem miktarı probiyotik katkısıyla %3.19 düzeyinde istatistik açıdan önemli derecede ($P=0.017$) azalmıştır. Zamana bağlı olarak yem tüketimi ($P=0.021$) ve yumurta ağırlığında ($P=0.037$) artış gözlenmiştir. İçme suyuna probiyotik ilavesinde yumurta verimi, yem tüketimi, yumurta ağırlığı ve yem dönüşüm oranında grup*dönem etkileşimi görülmemiştir. 10 haftalık deneme süresince kontrol grubunda ve probiyotikli grupta birer ölüm gözlenmiştir. Yapılan otopsi sonucunda ölümlerin kloakada yumurta sıkışmasından kaynaklandığı görülmüştür.



On hafta süresince içme sularına probiyotik katkısının toplam kirli yumurta sayısı ve toplam çatlak-kabuksuz yumurta sayısını istatistik açıdan etkilememiştir (Tablo 2). Tavukların içme suyuna probiyotik ilavesinin yumurtalarda dış ve iç kalite özelliklerine etkisi sırasıyla Tablo 3 ve Tablo 4'de gösterilmektedir. Deneme sonunda kırılan yumurtalarda yumurta ağırlığı, şekil indeksi, yumurta kırılma mukavemeti, kabuk ağırlığı (zarla birlikte), kabuk ağırlığı yüzdesi, kabuk kalınlığı ve sarı rengi bakımından gruplar arasında farklılık gözlenmemiştir. İçme suyuna probiyotik ilavesi yumurtalarda ak yüksekliği ($P<0.001$), ak indeksi ($P=0.005$) ve Haugh birimini ($P<0.001$) artırmıştır. Deneme sonunda gruplardaki her alt gruptan alınan taze dışkı örneklerinde *Salmonella*'ya raslanılmamıştır.

TARTIŞMA VE SONUÇ

Yapılan araştırmada içme suyuna probiyotik (*Lactobacillus acidophilus* KUEN 1607; *Pediococcus acidilactici* KUEN 1608) ilavesi yem tüketimini kontrol grubuna göre %0.92 azalmaya yol açmış fakat farklılık istatistik açıdan önemli bulunmamıştır. Saleh ve ark. (2017) tavuklara *Aspergillus awamori* ve laktik asit bakterilerinin ayrı ayrı verildiğinde yem tüketiminde kontrol grubuna göre azalma olduğu fakat farklılığın önemli olmadığı ancak kombinasyonunun verildiğinde yem tüketiminin önemli derecede azaldığını bildirmişlerdir.

Yapılan 10 haftalık çalışmada içme suyuna *Lactobacillus acidophilus* KUEN 1607 ve *Pediococcus acidilactici* KUEN 1608 içeren probiyotik kombinasyonu ilavesi yumurta veriminde kontrol grubuna kıyasla

%2.30 düzeyinde artış ($P=0.013$) sağlamıştır. Benzer olarak, Mikulski ve ark. (2012) yumurta tavuklarına *P. acidilactici* probiyotiği ilavesinin yumurta verimini %2.8 düzeyinde iyileştirdiğini bildirmişlerdir. Buna karşılık bazı araştırmacılar *P. acidilactici* probiyotiği (Shanmugam ve ark., 2024), *Lactobacillus acidophilus* kapsayan probiyotik kombinasyonu (Davis ve Anderson, 2002) ilavesinin yumurta verimini etkilemediğini kaydetmişlerdir.

On hafta süreyle yapılan bu çalışmada kontrol grubunda yumurta ağırlığı 62.93 g iken probiyotikli grupta 62.98 g olarak bulunmuş ve gruplar arasındaki fark istatistik açıdan önemli değildir. Buna karşılık bazı çalışmalarda *P. acidilactici* probiyotiği (Shanmugam ve ark., 2024) ve *L. acidophilus* kapsayan probiyotik kombinasyonu (Davis ve Anderson, 2002) ilavesinin yumurta ağırlığını artırdığını saptamışlardır. Bir kg yumurta için tüketilen yem miktarı probiyotik katkısıyla %3.19 düzeyinde istatistik açıdan önemli derecede ($P=0.017$) azalmıştır. Benzer olarak bazı araştırmacılar da *P. acidilactici* probiyotiği ilavesinin (Mikulski ve ark., 2012; Shanmugam ve ark., 2024) yem dönüşüm oranında iyileşme sağladığını bildirmişlerdir. *P. acidilactici* probiyotiği ilavesinde yemdeki enerjiden yararlanma arttığından bu enerji yumurta verimi ve yemden yararlanmanın iyileşmesinde kullanıldığı vurgulanmıştır (Mikulski ve ark., 2020). Yapılan çalışma bulgularına benzer olarak Quarantelli ve ark (2008) yemle *P. acidilactici* verilmesinin yem tüketimi ve yumurta ağırlığını etkilemediği fakat yumurta verimi ve yem dönüşüm oranını iyileştirdiğini bildirmiştir. Alaçıl

Tablo 1. İçme suyuna probiyotik ilavesinin yumurta tavuklarında performans üzerine etkisi

Dönem	Grup	Yumurta verimi, %	Yem tüketimi,g/gün	Yumurta ağırlığı, g	Yem dönüşüm oranı, kg yem/kg yumurta
1	Kontrol	93.02	107.82	61.99	1.88
	Probiyotik	93.04	106.56	62.08	1.85
2	Kontrol	93.08	110.49	62.39	1.91
	Probiyotik	95.90	107.82	62.95	1.79
3	Kontrol	93.33	109.74	62.85	1.88
	Probiyotik	95.99	109.23	62.85	1.81
4	Kontrol	93.64	110.10	63.47	1.86
	Probiyotik	96.17	111.22	63.06	1.84
5	Kontrol	93.66	112.85	63.97	1.89
	Probiyotik	96.40	111.13	63.99	1.80
1		93.03	107.19 ^b	62.04 ^b	1.86
2		94.49	109.16 ^{ab}	62.67 ^{ab}	1.85
3		94.66	109.49 ^{ab}	62.85 ^{ab}	1.84
4		94.91	110.66 ^a	63.26 ^{ab}	1.85
5		95.03	111.99 ^a	63.98 ^a	1.85
	Kontrol	93.35	110.20	62.93	1.88
	Probiyotik	95.50	109.19	62.98	1.82
Standard hata		0.422	0.455	0.196	0.013
P (Önemlilik)					
Dönem		0.575	0.021	0.037	0.991
Grup		0.013	0.272	0.898	0.017
Dönem*Grup		0.806	0.745	0.960	0.695

a, b: aynı sütunda farklı harf taşıyan gruplar arasındaki farklılık istatistik bakımından önemlidir ($P<0.05$)

Tablo 2. İçme suyuna probiyotik ilavesinin on haftalık deneme süresince toplam kirli yumurta ve toplam çatlak-kabuksuz yumurta sayısı üzerine etkisi

Grup	Toplam kirli yumurta sayısı, %	Toplam çatlak-kabuksuz yumurta sayısı, %
Probiyotik	1.10±0.07	0.76±0.08
Kontrol	1.10±0.18	0.77±0.07
P	0.991	0.952

Tablo 3. İçme suyuna probiyotik ilavesinin yumurtalarda dış kalite özellikleri üzerine etkisi

Grup	Şekil indeksi, %	Kırılma mukavem, kg/cm ²	Kabuk ağırlığı, g	Kabuk kalınlığı, µm	Kabuk ağırlığı, %
Probiyotik	78.98±0.39	3.71±0.13	7.22±0.09	378±4	11.36±0.12
Kontrol	78.78±0.50	3.63±0.11	7.21±0.06	369±4	11.41±0.12
P	0.758	0.617	0.942	0.104	0.787

Tablo 4. İçme suyuna probiyotik ilavesinin yumurtalarda iç kalite özellikleri üzerine etkisi

Grup	Ak yüksekliği, mm	Sarı rengi	Sarı indeksi, %	Ak indeksi, %	Haugh birimi, %
Probiyotik	7.57±0.08	10.44±0.09	40.04±0.42	9.07±0.13	85.93±0.49
Kontrol	7.15±0.07	10.44±0.09	39.47±0.38	8.51±0.14	83.41±0.42
P	<0.001	1.000	0.317	0.005	<0.001

ve ark. (2020) 3x10⁹ cfu/kg düzeyinde *Lactobacillus acidophilus* probiyotiğinin kullanımı tavuklarda yem tüketimini azaltmış, yumurta verimi, yumurta ağırlığı ve yem dönüşüm oranında iyileşme sağlamıştır. Bu iyileşme, laktobasil kültürünün bağırsak mikrobiyal dengesini iyileştirme, bağırsak mukozasına yapışma, aktif metabolitleri salgılama ve bazı patojenik bakterileri antagone etme ve rekabetçi şekilde ortadan kaldırmasına bağlanabilir (Boostani ve ark., 2013). Ayrıca *Lactobacillus* kültürünün ürettikleri enzimler ile besin madde sindirimi ve emilimi arttığından performans da daha fazla iyileşme görülmektedir (Jin ve ark., 2000). Araştırma sonuçlarındaki farklılıklar kullanılan probiyotiğin çeşidi, dozu ve probiyotiğin elde edilme yöntemine bağlı olabilir (Saleh ve ark., 2017).

On haftalık yapılan denemede gruplar arasında mortalite oranı bakımından farklılık gözlenmemiştir. Quarantelli ve ark. (2008) kontrol grubunda mortalite oranı %1.39 iken yeme *P. acidilactici* ilavesinde %0 olduğunu bildirmişlerdir.

Yapılan on haftalık denemede probiyotikli grupta kirli yumurta sayısı ile toplam çatlak-kabuksuz yumurta sayısı kontrol grubuna benzer bulunmuştur. Çalışma bulgularına benzer olarak Quarantelli ve ark. (2008)'da yeme *P. acidilactici* ilavesinin kirli yumurta oranında farklılık yaratmadığını kaydetmişlerdir. Yapılan on haftalık deneme sonunda içme suyuna probiyotik ilavesi yumurta şekil indeksi, kırılma mukavemeti, kabuk ağırlığı, kabuk ağırlığı yüzdesi, kabuk kalınlığı ve sarı rengi bakımından kontrol grubuna göre farklılık gözlenmemiştir. Yumurtalarda ak yüksekliği ($P<0.001$), ak indeksi ($P=0.005$) ve Haugh birimi ($P<0.001$) ise probiyotikli su tüketiminde artmıştır. Bu durum tüketiciler açısından önem taşıyacaktır. Benzer olarak Shanmugam ve ark. (2024)'nın yaptıkları çalışmada ise *P. acidilactici* probiyotiği ilavesinin

Haugh biriminde iyileşme olduğunu, yumurta kırılma mukavemeti, yumurta kabuk kalınlığı ve relatif yumurta ağırlığı bakımından ise farklılık oluşturmadığını kaydetmişlerdir.

Probiyotik tüketiminin, patojenik bakterilerin sindirim kanalında kolonizasyonunu azalttığı bildirilmiştir (Kabir ve ark., 2004). Yapılan çalışmada gerek kontrol grubu gerekse probiyotik katkı grupların dışlarında *Salmonella*'ya raslanılmamıştır. Jazi ve ark (2018) *P. acidilactici*, mannan oligosakkarit, bütirik asit veya kombinasyonunu içeren katkı ilavesinin *Salmonella Typhimurium* kolonizasyonunu azalttığı özellikle kombinasyonunun çok daha etkili olduğunu bildirmiştir.

Sonuç olarak içme suyuna %0.5 düzeyinde *Lactobacillus acidophilus* KUEN 1607 ve *Pediococcus acidilactici* KUEN 1608 kapsayan probiyotik katkısının yapılması yumurta tavuklarında yumurta verimi, yem dönüşüm oranı ve yumurta Haugh birimini iyileştirmiştir. Yumurta tavukçuluğu yetiştiriciliğinde yumurta verimi ve kalitesinin artırılmasında *Lactobacillus acidophilus* KUEN 1607 ve *Pediococcus acidilactici* KUEN 1608 kapsayan probiyotik katkısının kullanılabileceği kanaatine varılmıştır.



TEŞEKKÜR

Denemenin yapılmasında yardımcı olan Bakın Tarım Ürünleri San ve Tic Ltd Şti-Ankara personeline teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

- Alaşil AA et al. (2020). Dietary supplementation of probiotic *Lactobacillus acidophilus* modulates cholesterol levels, immune response, and productive performance of laying hens. *Animals*, 10, 1588.
- Arreguin-Nava MA et al. (2019). Isolation and identification of lactic acid bacteria probiotic culture candidates for the treatment of *Salmonella enterica* serovar enteridis in neonatal Turkey poults. *Animals*, 9, 696.
- Boostani A et al. (2013). Growth performance, carcass yield and intestinal microflora populations of broilers fed diets containing thepax and yoğurt. *Rev Bras Cienc Avic* 15, 1-6.
- Daeschel MA, Klaenhammer TR (1985). Association of a 13.6-megadalton plasmid in *Pediococcus pentosaceus* with bacteriocin activity. *Applied Environmental Microbiology*, 50, 1538-1541.
- Davis GS, Anderson KE (2002). The effects of feeding the direct-fed microbial, primalac, on growth parameters and egg production in Single Comb White Leghorn hens. *Poultry Science*, 81, 755-759.
- El-Sharkawy H et al. (2020). Evaluation of Bifidobacteria and *Lactobacillus* probiotics as alternative therapy for *Salmonella typhimurium* infection in broiler chickens. *Animals* 10, 2023.
- Galazzi D et al. (2008). Effects of *Lactobacillus acidophilus* D2/CSL on laying hen performance. *Italian Journal of Animal Science*, 7, 27-37.
- ISO (2017). Microbiology of the Food Chain – Horizontal Method for the detection, Enumeration and serotyping of *Salmonella* – Part 1: Detection of *Salmonella* spp.. (ISO 6579-1). International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland.
- Jazi V et al. (2018). Effects of *Pediococcus acidilactici*, mannan-oligosaccharide, butyric acid and their combination on growth performance and intestinal health in young broiler chickens challenged with *Salmonella typhimurium*. *Poultry Science*, 97, 2034-2043.
- Jin LZ et al. (2000). Digestive and bacterial enzyme activities in broilers fed diets supplemented with *Lactobacillus* cultures. *Poultry Science*, 79, 886-891.
- Kabir SML et al. (2004). The Dynamics of probiotics on growth performance and immune response in broilers. *International Journal of Poultry Science*, 3, 361-364.
- Karimi Torshizi MA et al. (2010). Assessing the effect of administering probiotics in water or as a feed supplement on broiler performance and immune response. *British Poultry Science*, 51, 2, 178-184.
- Kurtoğlu V et al. (2004). Effect of probiotic supplementation on laying hen diets on yield perfor-

mance and serum and egg yolk cholesterol. *Food Additive Contam*, 21, 817-823.

- Mikulski D et al. (2020). Effects of dietary probiotic (*Pediococcus acidilactici*) supplementation on productive performance, egg quality, and body composition in laying hens fed diets varying in energy density. *Poultry Science*, 99, 2275-2285.
- Mikulski D et al. (2012). Effects of dietary probiotic (*Pediococcus acidilactici*) supplementation on performance, nutrient digestibility, egg traits, egg yolk cholesterol, and fatty acid profile in laying hens. *Poultry Science*, 91, 2691-2700.
- Montes aJ, Pugh DG (1993). The use of probiotics in food-animal practice. *Veterinary Medicine*, 88, 282-288.
- Quarantelli A et al. (2008). Effects of the administration of *Pediococcus acidilactici* to laying hens on productive performance. *Veterinary Research Communications*, 32(suppl 1), S359-S361.
- Ritzi MM et al. (2014). Effects of probiotics and application methods on performance and response of broiler chickens to an *Eimeria* challenge. *Poultry Science*, 93, 2772-2778.
- Saleh et al. (2017). Synergistic effect of feeding *Aspergillus awamori* and lactic acid bacteria on performance, egg traits, egg yolk cholesterol and fatty acid profile in laying hens. *Italian Journal of Animal Science*, 16, 1, 132-139.
- Shanmugam S et al. (2024). Supplemental effect of *Pediococcus acidilactici* CNCM I-4622 probiotic on the laying characteristics and calcium and phosphorus metabolism in laying hens. *Scientific Reports*, 14,1, 12489.
- Shehata AA et al. (2022). Probiotics, prebiotics, and phytochemical substances for optimizing gut health in poultry. *Microorganisms*, 10, 395.

