تأثير إضافة البروبيوتيك الحر مقابل البروبيوتيك المغلف بطبقتين عند دجاج التسمين على بعض المؤشرات الإنتاجية

مبارك السعد[1] عبد الكريم حلاق[2]

الملخص

هدفت هذه الدراسة إلى مقارنة تأثير إضافة البروبيوتيك بشكل حر مقابل البروبيوتيك المُغلف بالطبقات الثنائية في دجاج التسمين على أداء النمو، استهلاك العلف، نسبة التحويل الغذائي، ونسبة النفوق.

أُجريت الدراسة في كلية الطب البيطري – جامعة حماة خلال شهري كانون الثاني وشباط 2026، على 108 صوصاً من دجاج التسمين (Ross 308)، وزعت عشوائياً إلى ثلاث مجموعات (36 طيراً لكل مجموعة، بواقع 6 مكررات):

المجموعة A: مجموعة شاهد (غذاء أساسي بدون إضافات).

المجموعة B: غذاء أساسي مضاف إليه بروبيوتيك حر (*L. acidophilus* و *L. plantarum*) بجرعة 10^8 CFU/kg.

المجموعة C: غذاء أساسي مضاف إليه بروبيوتيك (*L. acidophilus* و *L. plantarum*) مغلف بطبقتين بنفس الجرعة.

استمرت التجربة 42 يوماً، تم خلالها تسجيل الوزن الأسبوعي، استهلاك العلف، نسبة التحويل، ونسبة النفوق.

أظهرت النتائج تفوقاً معنوياً ($P \leq 0.05$) للمجموعة C (المعالجة بالبروبيوتيك المغلف) في متوسط الوزن الأسبوعي ومتوسط الزيادة الوزنية اليومية مقارنة بالمجموعتين B و A.

تحسناً ملحوظاً في معامل التحويل الغذائي (FCR) لصالح المجموعة C يليها المجموعة B ثم الشاهد.

عدم وجود فروق معنوية في متوسط استهلاك العلف اليومي بين المجموعات.

انخفاض نسبة النفوق في مجموعتي البروبيوتيك (2.77%) مقارنة بالشاهد (5.55%).

يحسن استخدام البروبيوتيك المغلف من أداء النمو ومعامل التحويل الغذائي ويخفض النفوق في دجاج التسمين مقارنة بالبروبيوتيك الحر، ويعزى ذلك إلى حماية التغليف للبكتيريا من الظروف القاسية في الجهاز الهضمي العلوي، مما يزيد من وصولها حية إلى الأمعاء السفلية ويحقق فعالية أكبر.

الكلمات المفتاحية: دجاج التسمين، بروبيوتيك، تغليف دقيق، بكتيريا *Lactobacillus*

---

1) **طالب دراسات عليا (دكتوراة) – اختصاص الصحة العامة والطب الوقائي – قسم الصحة العامة والطب الوقائي – كلية الطب البيطري – جامعة حماه.**

2) **أستاذ مساعد في قسم الصحة العامة والطب الوقائي – كلية الطب البيطري – جامعة حماة.**

Effect of supplementation of free versus bilayer-encapsulated probiotics on some productive performance indicators in broiler chickens

Mubarak Alsaad[1] Abdulkarim Hallak[2]

ABSTRACT

This study aimed to compare the effects of dietary supplementation with free versus bilayer-encapsulated probiotics on growth performance, feed intake, feed conversion ratio, and mortality rate in broiler chickens.

The experiment was conducted at the Faculty of Veterinary Medicine, University of Hama, during January and February 2026. A total of 216 broiler chicks (Ross 308) were randomly assigned to three experimental groups (72 birds per group, with 6 replicates of 12 birds each):

- Group A: Control group (basal diet without any additives).

- Group B: Basal diet supplemented with free probiotics (Lactobacillus acidophilus and Lactobacillus plantarum) at a dose of 10^8 CFU/kg.

- Group C: Basal diet supplemented with bilayer-encapsulated probiotics (Lactobacillus acidophilus and Lactobacillus plantarum) at the same dose (10^8 CFU/kg).

The trial lasted for 42 days, during which weekly body weight, feed intake, feed conversion ratio (FCR), and mortality rates were recorded.

The results showed a significant ($P \leq 0.05$) superiority of Group C (encapsulated probiotics) in terms of weekly body weight and average daily weight gain compared to Groups B and A. Additionally, a marked improvement in FCR was observed, with the best ratio recorded in Group C, followed by Group B, and then the control group. No significant differences were observed in average daily feed intake among the groups. Mortality rates were lower in both probiotic-supplemented groups (2.77%) compared to the control group (5.55%).

In conclusion, the dietary inclusion of encapsulated probiotics improved growth performance and feed conversion ratio while reducing mortality rates in broiler chickens compared to free probiotics. This enhancement is attributed to the protective effect of encapsulation, which shields the bacteria from harsh conditions in the upper gastrointestinal tract, thereby increasing their viable delivery to the lower intestine and ensuring greater efficacy.

Key words: Broiler chickens, Probiotics, Microencapsulation, *Lactobacillus* bacteria

1) **Postgraduate Student (PhD) – Specialization in Public Health and Preventive Medicine – Department of Public Health and Preventive Medicine – College of Veterinary Medicine – University of Hama.**

2) **As.prof in Department of Public Health and Preventive Medicine –College of Veterinary Medicine – University of Hama.**

1. لمـــقدمـة Introduction:

شهد الطلب على منتجات لحوم دجاج التسمين تزايدًا على المستوى العالمي. إذ تُربى هذه الطيور لبلوغ الوزن الجسمي الأمثل خلال فترة زمنية قصيرة تتراوح بين 35 و45 يومًا. إلا أن نمو وصحة دجاج التسمين يعتمدان بشكل أساسي على تفاعل مجموعة من العوامل، تشمل السلالة ، ونوعية التغذية ، وظروف التربية، والتي يُعد مراعاتها أمرًا بالغ الأهمية لتحقيق أقصى إنتاجية ممكنة (Thema *et al.*, 2022)

تُشكل التغذية وإضافة المكملات الغذائية ركيزة أساسية لتعزيز أداء النمو والوقاية من الحالات المرضية في حقول إنتاج دجاج اللحم. ولطالما كانت إدارة المضادات الحيوية في الأعلاف ممارسة شائعة في صناعة الدواجن (Albarellos and Landoni, 2015).

غير أن الاستخدام غير الرشيد للمضادات الحيوية، سواء كمحفزات للنمو أو كعوامل علاجية، أدى إلى الكثير من الآثار السلبية، أبرزها تعقد مشكلة المقاومة للمضادات الحيوية، والمخاطر المرتبطة بترسب بقاياها في المنتجات الحيوانية (Krysiak *et al.*, 2021)، وزيادة ظهور سلالات بكتيرية متعددة المقاومة للأدوية، واضطراب توازن ميكروفلورا المعوية الطبيعية (Zhang *et al.*, 2021) وأضف الى ذلك، ساهمت الممارسات غير الملائمة المرتبطة بالاستخدام المطول للمضادات الحيوية في انتشار مسببات الأمراض المقاومة للأدوية المتعددة في البيئة المحيطة بحقول الإنتاج ومنتجات اللحوم (Zhang *et al.*, 2021).

استجابةً لهذه التحديات، برزت الحاجة إلى استراتيجيات بديلة تعزز أداء نمو الحيوان وتوفر الحماية من الأمراض باستخدام إضافات غذائية، وعلى رأسها البروبيوتيك (Krysiak *et al.*, 2021). تعرف البروبيوتيك، وفقًا لمنظمة الأغذية والزراعة (FAO)، بأنها كائنات دقيقة حية عندما تُعطى بكميات كافية، تحدث تأثيرات صحية إيجابية لدى العائل. تصنف معظم الكائنات المستخدمة كبروبيوتيك ضمن أجناس بكتيرية مثل (*Bacillus*)، (*Bifidobacterium*)، (*Enterococcus*)، (*Lactobacillus*)، (*Lactococcus*)، (*Leuconostoc*)، (*Pediococcus*)، (*Streptococcus*). تقدم هذه الكائنات فوائد صحية للحيوان تتجلى في تثبيط نمو المسببات المرضية، وتعديل الاستجابات المناعية، وتحسين الحاجز المعوي، وخفض معدلات إمراض الدم لدى العائل الحيواني (Anee *et al.*, 2021). بالإضافة إلى ذلك، يمكن لتناول البروبيوتيك أن يحسن الجودة الميكروبيولوجية والخصائص الحسية للحوم الدجاج.

يُعد إضافة البروبيوتيك إلى كل من العلف وماء الشرب طريقة شائعة الاستخدام في الإنتاج الحيواني لتحقيق هذه المكاسب.شهد السوق العالمي للمكملات الغذائية والأطعمة الغنية بالبروبيوتيك نموًا سريعًا في السنوات الماضية (Peruzzolo *et al.*, 2025). وخاصةً بسبب فوائدها الصحية المحتملة، ففي عام 2019، قُدِّر سوق البروبيوتيك العالمي بنحو 48.4 مليار دولار أمريكي، ومن المتوقع أن يصل إلى 77.09 مليار دولار أمريكي بحلول عام 2025 (Grand View Research, 2019).

أثناء التخزين أو النقل، قد يؤدي التعرض لدرجة حرارة أعلى ومستويات أكسجين ورطوبة نسبية إلى تقليل قابلية أنواع البروبيوتيك للبقاء (Rodrigues *et al.*, 2011). وبالمثل، فإن تناول البروبيوتيك يحتاج إلى مواجهة العديد من التعقيدات البيئية في الجهاز الهضمي، بما في ذلك انخفاض درجة حموضة السوائل المعدية، وارتفاع القوة الأيونية ونشاط الإنزيم ، وحمض الصفراء ، والإنزيمات الهضمية في الأمعاء، بالإضافة إلى ظروف التخزين (CFIA, 2021) وما إلى ذلك، مما يؤدي إلى انخفاض عدد البكتيريا القابلة للحياة التي تصل إلى الأمعاء السفلية بسبب انخفاض قدرتها على البقاء (Sarao and Arora, 2017; Yao *et al.*, 2020). وبالتالي، فإن التأثيرات المفيدة للبروبيوتيك على الدواجن تكون ضعيفة. ويعتبر التغليف الدقيق طريقة بارزة لحماية البكتيريا من البيئات الضارة وتحسين حيويتها حتى الأمعاء السفلية (Vivek *et al.*, 2023; Cook *et al.*, 2012; Yao *et al.*, 2020).

في تقنية التغليف الدقيق، يتم تغليف البروبيوتيك داخل مادة محددة لتكوين كبسولة دقيقة. وبشكل أساسي، تحتفظ الكبسولة الدقيقة ببنيتها في الجهاز الهضمي العلوي وتتحلل في موقع الهدف المحدد لإطلاق البكتيريا للاستعمار (Cook *et al.*, 2012).

هدف الدراسة

– مقارنة تأثير اعطاء بروبيوتيك بشكل حر وبروبيوتيك مغلف على بعض المؤشرات الانتاجية لدى دجاج اللحم.

2) المواد وطرائق العمل Materials and Methods :

أجريت هذه الدراسة لدى كلية الطب البيطري – جامعة حماه في شهر كانون الثاني وشباط لعام 2025 حيث تم تربية 216 صوص في مزارع أرضية مغلقة (500 م^2) في مزرعة خاصة بريف حمص دون الفصل بين الذكور والإناث. تم توفير النظام الغذائي والتدفئة ومياه نظيفة والإضاءة طوال التجربة. تمت تربية دجاج التسمين.

تكون برنامج التغذية من 3 مراحل: نظام غذائي مفتت (من 1 إلى 15 يومًا) بمقدار 0.5 كيلو غرام لكل طائر، ونظام غذائي مُحبب للنمو (من 16 إلى 32 يومًا) بمقدار 1.5 كيلو غرام لكل طائر، ونظام غذائي مُحبب للإنهاء (من 32 إلى 42 يومًا) على التوالي. تمت صياغة الأنظمة الغذائية الأساسية لتلبية متطلبات الغذائية لدجاج

التسمين Ross 308، وتم اتباع برنامج لقاح لتحصين الطيور المدروسة في كل المجموعات وفق الجدول رقم (1).

الجدول رقم (1): برنامج اللقاح المتبع في التجربة.

العمر	نوع اللقاح	طريقة إعطاء اللقاح
اليوم الثاني	نيوكاسل + برونشيت	قطرة
اليوم الرابع عشر	جمبورو	ماء الشرب
اليوم الحادي والعشرين	نيوكاسل	ماء الشرب
اليوم الثامن والعشرون	نيوكاسل	ماء الشرب
اليوم الخامس والثلاثون	نيوكاسل	ماء الشرب

سُجِّل وزن جسم دجاج التسمين في كل مجموعة في اليوم الأول. وسُجِّلت الحالة الصحية، واستهلاك العلف، ونفوق الطيور يوميًا. وبالمثل. قُيِّم أداء النمو بحساب متوسط الزيادة الوزنية اليومية Average Daily Gain (**ADG**)، ومتوسط الاستهلاك اليومي من العلف Average Daily Feed Intake (**ADFI**) ، ونسبة تحويل العلف Feed Conversion Ratio (**FCR**) خلال مراحل الغذاء المفتت (1 – 15 يومًا)، والنامي (16 – 32 يومًا)، والإنهاء (33 – 45) يومًا والإجمالي (1– 42). حيث أن:

ADG = الوزن النهائي – الوزن الابتدائي/عدد الايام

ADFI = إجمالي العلف المستهلك/ عدد الايام

FCR = كمية العلف التراكمي/زون الجسم الحي

ضمت التجربة ثلاث مجموعات 108 طير لكل مجموعة 36 طير: (٦ مكررات، كل منها 6 طيور)

A. نظامًا غذائيًا أساسيًا بدون إضافات (جرعت ماء مقطر) كمجموعة شاهد سلبية
B. نظامًا غذائيًا أساسيًا يحتوي على المعزز الحيوي (*L. acidophilus* و *L. plantarum*) بدون تغليف بجرعة 10^8 CFU\Kg من اليوم صفر حتى عمر 42 يوم.
C. نظامًا غذائيًا أساسيًا يحتوي على المعزز الحيوي (*L. acidophilus* و *L. plantarum*) المغلف بطبقتين بمستويات 10^8 CFU\Kg من اليوم صفر حتى عمر 42 يوم.

حيث تم الحصول على عزلات (*L. acidophilus* و *L. plantarum*) من بنك العزلات في كلية الطب البيطري، و تم تغليف المعززات الحيوية أيضا في كلية الطب البيطري بطبقتين (الالجينات + الكايتوسان).

التحليل الاحصائي:

تم استخدام برنامج (SPSS) وذلك لحساب النسب المئوية، المتوسطات والخطأ المعياري والفروق المعنوية عند مستوى احتمال ($p \geq 0.05$).

3) النتائج المناقشة:

1- يبين الجدول رقم (2) الوزن الاسبوعي لمجموعات التجربة خلال 42 يوم. إذ أظهرت النتائج وجود فروق معنوية بين مجموعات التجربة (A,B,C) في اليوم السابع، وحتى نهاية التجربة، مع تفوق مجموعة C على كلتا المجموعتين ، تليها مجموعة B ثم مجموعة A.

الجدول رقم (2): متوسط الوزن الاسبوعي لطيور التجربة

المدة الزمنية باليوم	المجموعة A	المجموعة B	المجموعة C
السابع	^{c}210±19.3	^{b}212±10.1	^{a}217±16.2
الرابع عشر	^{c}529±39.7	^{b}534±31.1	^{a}553±34.8
الواحد والعشرون	^{c}1011±88.2	^{b}1032±79.7	^{a}1065±85.3
الثامن والعشرون	^{c}1610±183.4	^{b}1640±167.3	^{a}1700±178.2
الخامس والثلاثون	^{c}2290±241.7	^{b}2340±210.8	^{a}2420±228.3
نهاية 42 يوم	^{c}2991±354.5	^{b}3100±240.9	^{a}3300±271.6

تشير الاختلافات في الأحرف الصغيرة a, b, c إلى وجود فروق معنوية عند مستوى ($p \leq 0.05$) داخل الصف الواحد.

2- يبين الجدول رقم (3) متوسط الاستهلاك اليومي للعلف (g / طير) لمجموعات التجربة، . إذ أظهرت النتائج وجود فروق معنوية بين مجموعات التجربة (A,B,C) في اليوم السابع، وحتى نهاية التجربة، مع تفوق مجموعة C على كلتا المجموعتين ، تليها مجموعة B ثم مجموعة A.

الجدول رقم (3): متوسط الاستهلاك اليومي للعلف (g)

المدة الزمنية باليوم	المجموعة A	المجموعة B	المجموعة C
السابع	[a]165.825	[a]165.752	[a]168.356
الرابع عشر	[a] 531.795	[a]530.576	[a]539.633
الواحد والعشرون	[a] 1150.606	[a]1130.453	[a]1139.253
الثامن والعشرون	[a] 2049.53	[a]2033.548	[a]2040.735
الخامس والثلاثون	[a] 3208.792	[a]3219.893	[a]3229.653
نهاية 42 يوم	[a] 4580.208	[a]4616.875	[a]4672.293

3- يبين الجدول رقم (4) نسبة التحويل العلفي اليومي عند مجموعات التجربة، إذ أظهرت النتائج وجود فروق معنوية بين مجموعات التجربة (A,B,C) في اليوم السابع، وحتى نهاية التجربة، مع تفوق مجموعة C على كلتا المجموعتين ، تليها مجموعة B ثم مجموعة A.

الجدول رقم (4): نسبة التحوية العلفي اليومي

المدة الزمنية باليوم	المجموعة A	المجموعة B	المجموعة C
السابع	0.785	0.781	0.775
الرابع عشر	1.003	0.986	0.975
الواحد والعشرون	1.137	1.095	1.069
الثامن والعشرون	1.172	1.239	1.200
الخامس والثلاثون	1.1400	1.376	1.334
نهاية 42 يوم	[b]1.531	[b] 1.489	[a]1.415

4- يبين الجدول رقم (5) نسبة النفوق في مجموعات التجربة ويظهر تفوق مجموعتي البروبيوتيك على مجموعة الشاهد.

الجدول رقم (5): نسبة النفوق

المدة الزمنية باليوم	المجموعة A	المجموعة B	المجموعة c
السابع	1	–	1
الرابع عشر	–	1	–
الواحد والعشرون	–	–	–
الثامن والعشرون		–	–
الخامس والثلاثون	1	–	–
نهاية 42 يوم	–	–	–
اجمالي النفوق	2	1	2
نسبة النفوق %	^{a}%5.55	^{c}%2.77	^{d}%2.77

يعد تكوين ميكروبات الأمعاء ضروريًا للحفاظ على التوازن المعوي والحالة الصحية العامة للطيور. وللميكروبيوم المعوي دور حيوي في الحفاظ على صحة الأمعاء وإنتاجيتها، بما في ذلك هضم الطعام وامتصاصه، وتطور الجهاز المناعي، واستبعاد مسببات الأمراض، والحفاظ على الوظائف الفسيولوجية الطبيعية (Shang *et al.*, 2018).

وفي هذه الدراسة تبين أن المجموعات التي تم تغذيتها على المعززات الحيوية L. *acidophilus* و *L. plantarum* معاً سواء الغير مغلفة والمغلفة بطبيقتين بجرعة >7 ($\log_{10}$ cfu/g) حسّنت متوسط الزيادة اليومية في الوزن ومعدل التحويل الغذائي ونسبة النفوق لدجاج التسمين طوال فترة التجربة التي استمرت حوالي 42 يومًا، بينما لم لم يكن هناك فروق معنوية للمعززات الحيوية بأشكالها على متوسط الاستهلاك اليومي من العلف مقارنةً بمجموعة الشاهد. وهذا يدل على التأثير الايجابي بقابلية الهضم والامتصاص الذي انعكس على وزن الجسم

النهائي ومعامل التحويل. وتوافقت نتائجنا مع Sorescu وآخرون (2019) الذي تبين معه أن المكملات الغذائية الفموية لدجاج التسمين القائمة على بروبيوتيك بكتيريا(*Lactobacillus* بجرعات تبدأ من7 – 9 $\log_{10}$ cfu/g لكل طائر) قد زادت من إجمالي بكتيريا *Lactobacillus* في الجهاز الهضمي، وارتفاع الزغابات، مع تحسين أداء الدجاج. وقد أظهرت العديد من الدراسات أن البروبيوتيك يمكن أن تُغير وتُعدل تنوع وتركيب ميكروبات الأمعاء، مما يُحدث العديد من الآثار المفيدة على صحة وإنتاجية دجاج التسمين (Zhang *et al.*, 2015; Xu *et al.*, 2021).

إذ يُعتقد أن هذه البروبيوتيك تُؤدي إلى زيادة توافر العناصر الغذائية للامتصاص من خلال تثبيط نموّ مسببات الأمراض المعوية وأنشطتها الاستقلابية، بالإضافة إلى تغييرات في نموّ الأمعاء وشكلها ووظيفتها، مثل انخفاض سُمك ظهارة الأمعاء ودوران الخلايا الظهارية. علاوةً على ذلك، قد يشمل هذا على الأرجح إفرازًا مُحفّزًا للصفراء والمخاط والإنزيمات الذاتية (التربسين، والكيموتريبسين، والليباز، والأميليز) في البنكرياس وجدار الأمعاء بواسطة بكتيريا البروبيوتيك (Obajuluwa *et al.*, 2020).

وقد أظهرت الأبحاث السابقة التي أجريت على الدجاج أن الطيور التي تتغذى على المكملات الغذائية التي تحتوي على سلالات *Lactobacillus* تحسنات كبيرة في كمية العلف المستهلكة ومتوسط الزيادة الوزنية اليومية (Jahromi *et al.*, 2017). علاوة على ذلك، كانت هناك تحسنات كبيرة في وزن الجسم وزيادة الوزن للدجاج اللاحم الذي يتغذى على سلالات *Lactobacillus* مقارنة بالدجاج اللاحم الذي يتغذى على أوكسي تتراسيكلين (Zulkifli *et al.*, 2000). وقد ثبت في العديد من الدراسات أن البروبيوتيك يعزز امتصاص العناصر الغذائية، مما يعزز بدوره أداء نمو الدجاج اللاحم (Faseleh *et al.*, 2016).

وتشير الدراسات إلى أن فعالية البروبيوتيك تعتمد على عدة عوامل، من أبرزها طبيعة سلالات الجراثيم المكونة له، ومستوى الإضافة، وتركيب العليقة، والحالة الفسيولوجية للحيوان، والظروف البيئية المحيطة (Aluwong *et al.*, 2012).

وفقًا لـ Zhang وآخرون (2015) الذين أفادوا بأن كبسولات الدقيقة من البروبيوتيك أظهرت إطلاقًا متأخرًا في المعدة وعملت لاحقًا في الأمعاء، مما أدى إلى انتشار الحيوية *L. acidophilus* و *L. plantarum* في الجزء السفلي من الأمعاء. وبالتالي، قد يحافظ التغليف الدقيق على أكبر كمية ممكنة من المركب النشط بيولوجيًا، مما يحسن وظيفة الأمعاءوهذا ما يتوافق مع Vimon وآخرون (2023).

من ناحية أخرى، يؤدي نوع الميكروفلورا المعوية دوراً محورياً في تحسين الهضم؛ فحسب ما أشار إليه Jin (2000)، فإن إعطاء الطيور خليطاً من عدة سلالات من العصيات اللبنية يرفع من نشاط إنزيم الأميليز في الأمعاء الدقيقة لفروج اللحم، مما يحسن الهضم والامتصاص، وبالتالي يزيد الإنتاجية والمردود الاقتصادي. ويتكامل

هذا التحسن مع تعزيز الوضع الصحي والمناعي والسلامة المعوية، حيث تتجه الطاقة الغذائية نحو الإنتاج بدلاً من مقاومة الإصابات المرضية، مما ينعكس إيجاباً على الأداء الإنتاجي (AL-Danki, 2003).

وقد بحث Gyawali وآخرون (2022) في إضافة بكتيريا *L. paracasei* المُغلّفة إلى العلف يمكن أن يُعزز وظيفة مضادات الأكسدة. وتتوافق دراسته مع دراسات سابقة التي تُشير إلى أن البروبيوتيك يُظهر خصائص مضادة للأكسدة (He *et al.*, 2019; Xu *et al.*, 2021) .

وتوافقت النتائج مع دراسة قام بها Vimon وآخرون (2023) إذ تبين أن المكملات الغذائية المحتوية على *L. plantarum* المغلفة حسّنت متوسط الزيادة اليومية في الوزن ومعدل التحويل الغذائي لدجاج التسمين طوال فترة التجربة التي استمرت 42 يومًا، بينما لم تؤثر *L. plantarum* المغلفة على متوسط الاستهلاك اليومي من العلف مقارنةً بمجموعة الشاهد. وحسّن كلٌّ من *L. plantarum* الحر و *L. plantarum* المغلفة من قابلية الهضم الظاهرية للبروتين الخام ومستخلص الأثير في الأمعاء الدقيقة مقارنةً بمجموعة الشاهد. وأظهر دجاج التسمين الذي تغذى على نظام غذائي مضاف إليه *L. plantarum* المغلفة تأثيرًا إيجابيًا على الشكل النسيجي المعوي لارتفاع الزغابات ، وعمق القبو، ونسبة ارتفاع الزغابات إلى عمق القبو مقارنةً بمجموعة الشاهد. وعلاوة على ذلك فقد زادت التغذية بال *L. plantarum* المغلفة أعداد كلٍّ من *Lactobacillus* و *Enterococcus*مقارنةً بالمجموعات الاخرى. وهذا ايضا توافقت النتائج مع Gyawali وآخرون (2022) حيث تبين معهم أن اعطاء المكملات الغذائية المحضرة عن طريق تغليف *Lactobacillus paracasei* في راتنج بولي أكريلات، لدجاج اللاحم تمنحه فوائد صحية دون التأثير على أداء النمو وخصائص الذبيحة. وفي الوقت نفسه، أظهرت دجاج اللاحم التي تتغذى على هذه البكتريا المغلفة عملَ على زيادة في ارتفاع الزغابات ونسبة ارتفاع الزغابات إلى عمق القبو، مما حسن مورفولوجيا الأمعاء. علاوة على ذلك، أثر التغليف الدقيق للبكتريا المذكورة على الجهاز المناعي عن طريق تقليل الالتهاب وأظهرت تأثيرًا محتملًا كمضاد للأكسدة عن طريق تقليل الضرر التأكسدي ورفع القدرة الكلية لمضادات الأكسدة. وعدل التغليف الدقيق بشكل مفيد ميكروبيوتا الأعور وخفضت مستوى الأمونيا. من هذه النتيجة، يمكن الاستنتاج أنه يمكن استخدام الكبسولة الدقيقة الجديدة كبديل للمضادات الحيوية لتقليل التأثير السام على الإنسان والبيئة دون التأثير على أداء نمو الطيور (Gyawali *et al.*, 2022).

الإستنتاجات Conclusion:

1. أظهرت النتائج تفوقاً معنوياً ($P \leq 0.05$) للمجموعة البروبيوتيك المغلف (C) في متوسط الوزن الأسبوعي والزيادة الوزنية اليومية مقارنة بالمجموعتين البروبيوتيك الحر (B) والمجموعة الشاهد.(A)
2. أدت إضافة البروبيوتيك المغلف إلى تحسين ملحوظ في معامل التحويل الغذائي (FCR) مقارنة بالبروبيوتيك الحر والشاهد، مما يشير إلى كفاءة أعلى في استخدام العلف.

3. لم تظهر فروق معنوية في متوسط الاستهلاك اليومي للعلف بين المجموعات الثلاث، مما يدل أن التحسن في النمو يعود إلى تحسن الهضم والامتصاص وليس لزيادة الاستهلاك.
4. انخفضت نسبة النفوق في مجموعتي البروبيوتيك (2.77%) مقارنة بالمجموعة الشاهد (5.55%)، مما يعكس دور البروبيوتيك في تعزيز الصحة العامة للطيور.
5. يعزى التأثير الإيجابي للبروبيوتيك المغلف إلى قدرة التغليف على حماية البكتيريا من الظروف القاسية في الجهاز الهضمي العلوي (انخفاضpH ، وجود العصارة الصفراوية والإنزيمات الهاضمة)، مما يزيد من وصولها حية وقابلة للاستعمار في الأمعاء السفلية، وبالتالي تحسين الوظائف الهضمية والمناعية.

التوصيات Recommendations:

1. يوصى باستخدام البروبيوتيك المغلف بالطبقات الثنائية كإضافة غذائية لدجاج التسمين لتحسين أداء النمو، خفض معامل التحويل الغذائي، والحد من النفوق.
2. إجراء مزيد من الدراسات لتقييم تأثير البروبيوتيك المغلف بجرعات مختلفة وفترات تخزين مطولة على الخصائص الإنتاجية والصحية للطيور.
3. دراسة تأثير التغليف على الخصائص الميكروبيولوجية والحسية للحوم وجودتها عند التخزين.
4. مقارنة فعالية البروبيوتيك المغلف مع إضافات بديلة أخرى (مثل البريبايوتك، الزيوت العطرية، أو المضادات الحيوية البديلة) من حيث الأداء والتكلفة.
5. تقييم الجدوى الاقتصادية لاستخدام البروبيوتيك المغلف على نطاق تجاري، بما في ذلك تأثيراته على خفض استخدام المضادات الحيوية وتحسين العائد الاقتصادي للمربين.

المراجع :

1- Al-Danki, Z. T. M. (2003). Production of Local Probiotic for Study Its Effect on Productive Traits of Broiler,Layers and broiler breeders. Ph.D. Thesis,Coll.of Agric., Univ.of Baghdad.

2- Aluwong T, Raji M.A, Hassan B. F, Kawu M.U, Kobo P. I And Ayo J.O. (2012). Effect Of Different Levels Of Supplemental Yeast On Performance Indices And Serum Biochemistry Of Broiler Chickens. The Opean Conference Proceedings Journal, 3 (1- M7), Pp: 41-45.

3- Anee, I. J., Alam, S., Begum, R. A., Shahjahan, R. M., & Khandaker, A. M. (2021). The role of probiotics on animal health and nutrition. *The Journal of Basic and Applied Zoology*, *82*(1), 52.

4- Canadian Food Inspection Agency (CFIA). Probiotic Claims. 2009. Chapter 8, Section 8.7. Available online: http://www.inspection.gc.ca/english/fssa/labeti/guide/ch8ae.html200 (accessed on 12 October 2021).

5- Cook, M. T., Tzortzis, G., Charalampopoulos, D., & Khutoryanskiy, V. V. (2012). Microencapsulation of probiotics for gastrointestinal delivery. Journal of controlled release, 162(1), 56-67.

6- Faseleh Jahromi, M., 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.

7- Grand View Research. (2019). Probiotics Market Size, Share & Trends Analysis Report By Product (Food & Beverages, Dietary Supplements), By Ingredient (Bacteria, Yeast), By End Use, By Distribution Channel, And Segment Forecasts, 2019 - 2025.

8- Gyawali, I., Zeng, Y., Zhou, J., Li, J., Wu, T., Shu, G., ... & Zhu, C. (2022). Effect of novel Lactobacillus paracaesi microcapsule on growth performance, gut health and microbiome community of broiler chickens. Poultry Science, 101(8), 101912.

9- He, T., Long, S., Mahfuz, S., Wu, D., Wang, X., Wei, X., & Piao, X. (2019). Effects of probiotics as antibiotics substitutes on growth performance, serum biochemical parameters, intestinal morphology, and barrier function of broilers. Animals, 9(11), 985.

10- Jahromi, M. F., Liang, J. B., Ebrahimi, R., Soleimani, A. F., Rezaeizadeh, A., Abdullah, N., & Shokryazdan, P. (2017). Protective potential of Lactobacillus species in lead toxicity model in broiler chickens. Animal, 11(5), 755-761.

11- Jin, L. Z., HO, Y. W., Abdullah, N., Jalaludin, S. (2000). Digestive and Bacterial Enzyme Activates In Broilers Fed Diets Supplemented With Lactobacillus Cultures. Poultry Science, 79, 886-891

12- Krysiak, K., Konkol, D., & Korczyński, M. (2021). Overview of the use of probiotics in poultry production. *Animals*, *11*(6), 1620.

13- Landoni, M. F., & Albarellos, G. (2015). The use of antimicrobial agents in broiler chickens. *The Veterinary Journal*, *205* (1), 21-27.

14- Obajuluwa, O. V., Sanwo, K. A., Egbeyale, L. T., Fafiolu, A. O. (2020) Performance, blood profile and gut morphometry of broiler chickens fed diets

supplemented with Yohimbe (Pausynistalia yohimbe) and Larvacide. Vet Anim Sci.;10:100127. doi: 10.1016/j.vas.2020.100127.

15- Peruzzolo, M., Ceni, G. C., Junges, A., Zeni, J., Cansian, R. L., & Backes, G. T. (2025). Probiotics: Health benefits, microencapsulation, and viability, combination with natural compounds, and applications in foods. Food Bioscience, 106253.

16- Sarao, L. K., & Arora, M. (2017). Probiotics, prebiotics, and microencapsulation: A review. Critical reviews in food science and nutrition, 57(2), 344-371.

17- Shang, Y., Kumar, S., Oakley, B., & Kim, W. K. (2018). Chicken gut microbiota: importance and detection technology. Frontiers in veterinary science, 5, 254.

18- Sorescu, I., Dumitru, M., Ciurescu, G. (2019). Lactobacillus spp. and Enterococcus faecium strains isolation, identification, preservation and quantitative determinations from turkey gut content. Rom. Biotechnol. Lett. 24, 41–49.

19- Thema, K. K., Mnisi, C. M., & Mlambo, V. (2022). Stocking density-induced changes in growth performance, blood parameters, meat quality traits, and welfare of broiler chickens reared under semi-arid subtropical conditions. *PLoS One*, *17*(10), e0275811.

20- Vimon, S., Angkanaporn, K., & Nuengjamnong, C. (2023). Microencapsulation of Lactobacillus plantarum MB001 and its probiotic effect on growth performance, cecal microbiome and gut integrity of broiler chickens in a tropical climate. Animal bioscience, 36(8), 1252.

21- Vivek, K., Mishra, S., Pradhan, R. C., Nagarajan, M., Kumar, P. K., Singh, S. S., & Gowda, N. N. (2023). A comprehensive review on microencapsulation of probiotics: technology, carriers and current trends. Applied Food Research, 3(1), 100248.

22- Xu, Y., Yu, Y., Shen, Y., Li, Q., Lan, J., Wu, Y., & Yang, C. (2021). Effects of Bacillus subtilis and Bacillus licheniformis on growth performance, immunity, short chain fatty acid production, antioxidant capacity, and cecal microflora in broilers. Poultry science, 100(9), 101358.

23- Yao, M., Xie, J., Du, H., McClements, D. J., Xiao, H., & Li, L. (2020). Progress in microencapsulation of probiotics: A review. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety, 19(2), 857-874.

24- Zhang, L., Li, J., Yun, T. T., Qi, W. T., Liang, X. X., Wang, Y. W., & Li, A. K. (2015). Effects of pre-encapsulated and pro-encapsulated Enterococcus faecalis on growth performance, blood characteristics, and cecal microflora in broiler chickens. Poultry Science, 94(11), 2821-2830.

25- Zhang, Y., Lu, J., Yan, Y., Liu, J., & Wang, M. (2021). Antibiotic residues in cattle and sheep meat and human exposure assessment in southern Xinjiang, China. *Food Science & Nutrition*, *9*(11), 6152-6161.

26- Zulkifli, I., Abdullah, N., Azrin, N. M., & Ho, Y. W. (2000). Growth performance and immune response of two commercial broiler strains fed diets containing Lactobacillus cultures and oxytetracycline under heat stress conditions. British poultry science, 41(5), 593-597.