تأثير إدخال يرقات ذبابة الجندي الأسود بالخلطات العلفية في بعض المؤشرات الإنتاجية عند الدجاج البياض

يزن نبيل الحسن[1]* و حسان عباس[1] و عماد الحوراني [2]

[1] قسم الإنتاج الحيواني – كلية الهندسة الزراعية – جامعة حمص سورية.

[2] الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية، حمص – سورية.

(*للمراسلة: م. يزن نبيل الحسن، البريد الإلكتروني: yalh8870@gmail.com الهاتف: 0953310078)

تاريخ الاستلام: 13/ 11/ 2025 **تاريخ القبول:** 22/ 1/ 2026

الملخّص

أُجريت هذه الدراسة بهدف تقييم تأثير إدخال مستويات مختلفة من مسحوق يرقات ذبابة الجندي الأسود (BSFL) جزئياً محل كسبة فول الصويا في الأداء الإنتاجي والكفاءة الغذائية للدجاج البياض. استمرت التجربة لمدة 60 أسبوعًا إنتاجيًا، واستُخدم فيها 150 دجاجة بياضة، وُزعت عشوائيًا على خمس مجموعات تجريبية، بحيث ضمت كل مجموعة ثلاث مكررات، وفي كل مكرر 10 دجاجات. تمت تغذية المجموعة الأولى (الشاهد G0) على خلطة علفية تقليدية. أما المجموعات الأربع الأخرى، فقد تم استبدال مسحوق يرقات ذبابة الجندي الأسود بنسب متزايدة (4%) G1، (6%) G2، (8%) G3، و(10%) G4 بدلاً من نسبة كسبة فول الصويا في الخلطة العلفية خضعت جميع المجموعات لنفس ظروف الرعاية والإدارة طوال فترة التجربة. أظهرت النتائج تفوقًا معنويًا ($P < 0.05$) لمجموعة التي عوملت بنسبة 6%من مسحوق يرقات ذبابة الجندي الأسود (G2) في جميع المؤشرات الإنتاجية الرئيسية؛ إذ سجلت أعلى معدل لإنتاج البيض، أكبر وزن للبيضة، وأعلى كتلة بيض يومية. كما حققت نفس المجموعة (G2) أفضل (أدنى) معامل تحويل غذائي، مما يدل على كفاءتها الاقتصادية العالية مقارنة بمجموعة الشاهد وباقي المجموعات التجريبية. يُستنتج من هذه الدراسة أن إحلال مسحوق يرقات ذبابة الجندي الأسود بنسبة 6% في علائق الدجاج البياض يعد استراتيجية فعالة لتحسين الأداء الإنتاجي والكفاءة الغذائية.

الكلمات المفتاحية: دجاج بياض، يرقات ذبابة الجندي الأسود، *Hermetia illucens*، أداء إنتاجي، معامل التحويل الغذائي، كسبة فول الصويا.

المقدمة:

يمثل توفير تركيبة علفية متوازنة ومثالية الركيزة الأساسية لضمان نجاح واستدامة أي مشروع لإنتاج الدواجن. فجودة العلف لا تحدد فقط معدلات النمو والإنتاج، بل تؤثر أيضاً بشكل مباشر في صحة الطيور، مناعتها، وكفاءتها في تحويل الغذاء إلى منتجات عالية القيمة مثل البيض واللحم. وتأخذ كسبة فول الصويا مكانة بارزة بوصفها المصدر القياسي للبروتين النباتي في علائق الدواجن، نظراً لاحتوائها على مستويات مرتفعة من الأحماض الأمينية الأساسية وقابليتها العالية للهضم (Ravindran *et* al., 2014)

ومع ذلك، فإن الاعتماد المفرط على هذا المكوّن يفرض تحديات هيكلية على صناعة الدواجن، حيث تؤدي التقلبات المستمرة في أسعار فول الصويا في الأسواق العالمية إلى تعقيد عمليات التخطيط الاقتصادي طويل الأجل، فضلاً عن احتوائها على بعض المركبات المضادة للتغذية (Anti-nutritional factors) التي تتطلب معالجة حرارية دقيقة لتعطيلها، وأي خلل في هذه المعالجة قد يؤثر سلباً في صحة الأمعاء والاستفادة من العناصر الغذائية (Grant, 1997)

دفعت هذه العوامل خبراء تغذية الحيوان والاعلاف إلى استكشاف مصادر بروتينية غير تقليدية تتميز بخصائص غذائية فريدة وتكون متاحة بشكل مستدام. ظهرت الحشرات في هذا المجال كأفق جديد ومبتكر.

تتميز يرقات ذبابة الجندي الأسود (*Hermetia illucens*) قيمة تغذوية ذات جودة عالية؛ إذ انها تحتوي على نسبة عالية من البروتين الخام (40–60%)، وهو غني بالأحماض الأمينية الأساسية مثل اللايسين والميثيونين. علاوة على ذلك، تحتوي دهونها على نسبة عالية من الأحماض الدهنية متوسطة السلسلة، مثل حمض اللوريك، المعروف بخصائصه المضادة للميكروبات وقدرته على تعزيز صحة الجهاز الهضمي (Spranghers *et al.*, 2017; Ewald *et al.*, 2020)

أظهرت الأبحاث الأولية أن إدراج مسحوق يرقات ذبابة الجندي الأسود في علائق الدواجن يمكن أن يحسن من الأداء الإنتاجي والكفاءة الغذائية (El-Hack *et al.*, 2020) بناءً على ذلك، تم تصميم هذه الدراسة للتحقق من الفرضية القائلة بأن الإحلال الجزئي لكسبة فول الصويا بمسحوق يرقات ذبابة الجندي الأسود يمكن أن يؤثر إيجابًا في الأداء الإنتاجي للدجاج البياض، وتحديد المستوى الأمثل لهذا الإحلال.

مبررات البحث:

تعتبر كسبة فول الصويا من الاعلاف الاساسية التي تدخل في تركيب الخلطات العلفية المستخدمة في تغذية الدواجن، وهي مادة مستوردة بالقطع الأجنبي، وتؤدي بشكل دائم إلى تذبذب في أسعار منتجات الدواجن، الامر الذي دفع معظم الباحثين للبحث عن بدائل محلية غنية بالبروتين وذات تكلفة اقتصادية منخفضة تساهم في تامين ما يحتاجه الطائر من بروتين وعناصر معدنية أساسية، ومن هنا جاءت فكرة استخدام يرقات ذبابة الجندي الأسود كبديل لفول الصويا في الخلطات العلفية، كونها مصدراً رخيصاً للبروتين، كما أن دورة حياتها قصيرة، وإضافة إلى دورها الكبير في المحافظة على البيئة كونها تتغذى على المخلفات المنزلية والصناعية، وتقلل من تلوث البيئة.

أهداف البحث:

1. تحديد التركيب الكيمائي ليرقات ذبابة الجند الأسود.
2. دراسة بعض المؤشرات الإنتاجية (الوزن الحي - متوسط استهلاك العلف اليومي للدجاجة ومعدل إنتاج البيض ومتوسط وزن البيضة ومعامل التحويل العلفي ومعدل النفوق).
3. دراسة الجدوى الاقتصادية.

مواد البحث وطرائقه:

موقع ومدة التجربة :تم إنتاج يرقات ذبابة الجندي الأسود في مختبرات مركز البحوث العلمية الزراعية في حمص. أما التجربة على الدجاج البياض، فقد تم تنفيذها في مزرعة خاصة في حمص على مدار دورة إنتاجية كاملة امتدت لـ 60 أسبوعًا، بدءًا من الأسبوع 18 من عمر الطيور (بداية وضع البيض) وحتى الأسبوع 78.

طيور التجربة وتصميمها :استُخدم في هذه التجربة 150 دجاجة بياضة من سلالةLohmann بعمر 18 أسبوعًا عند بداية التجربة. وُزعت الطيور عشوائيًا على 5 مجموعات، وضمت كل مجموعة 3 مكررات، بحيث احتوى كل مكرر على 10 دجاجات. تم توفير ظروف الرعاية والإضاءة والتهوية بشكل متماثل لجميع المكررات طوال فترة التجربة وفقًا لدليل السلالة.

1. المعاملات الغذائية:

تم إعداد خمس علائق تجريبية متساوية في محتواها من الطاقة والبروتين (Isocaloric and Isonitrogenous) اختلفت العلائق فقط في مستوى إحلال مسحوق يرقات ذبابة الجندي الأسود (BSFL) جزئيًا محل كسبة فول الصويا. تم تصميم المعاملات على النحو التالي:

- مجموعة الشاهد (G0) تمت تغذيتها على عليقة قياسية تعتمد على الذرة وكسبة فول الصويا
- المجموعة الأولى (G1) تم إدخال مسحوق BSFL بنسبة 4% من بروتين كسبة فول الصويا
- المجموعة الثانية (G2) تم إدخال مسحوق BSFL بنسبة 6% من بروتين كسبة فول الصويا
- المجموعة الثالثة (G3) تم إدخال مسحوق BSFL بنسبة 8% من بروتين كسبة فول الصويا
- المجموعة الرابعة (G4) تم إدخال مسحوق BSFL بنسبة 10% من بروتين كسبة فول الصويا

2. طريقة الحصول على اليرقات ومسحوق اليرقات:

تم الحصول على اليرقات من خلال تربية ذبابة الجندي الأسود في أقفاص خاصة بمركز البحوث الزراعية في حمص وجمع البيض، وتمت تنميته على وسط غذائي يؤمن لليرقات النمو المناسب والمحتوى المطلوب من البروتين والدهون والدسم، وتم حصاد اليرقات وتجفيفها في مجفف على درجة حرارة 40م وتحويلها إلى مسحوق أُدخل بالخلطات العلفية وفق النسب المذكورة سابقا، وتم تحليل نسب البروتين في مسحوق اليرقات، وباقي العناصر المعدنية الموجودة في مسحوق يرقات ذبابة الجندي الأسود (الكالسيوم– المغنيسيوم – الفوسفور – PH) في مخبر خاص بالأردن تابع لشركة تثمين.

الجدول (1): تحليل العناصر والبروتين والدهن الموجود في مسحوق يرقات ذباب الجندي الأسود

نسبة البروتين الخام%	%63	نتائج التحليل بحسب شركة تثمين
نسبة الدهن الخام%	%19.9	
الرطوبة%	6.10	
الكالسيوم (ملغ/كلغ)	160	
المغنيسيوم(ملغ/كلغ)	23.33	
الفوسفور %	0.87	
السموم الفطرية PPM	اقل من 1	

3. التغذية:

تم تغذية الطيور وفق الخلطة الموجودة في الجداول (2–4)، وتم تحديد الطاقة والبروتين الخاصة بكل مرحلة وفق المعايير المعتمدة من قبل الشركة المصنعة، وتبين الجداول السابقة مكونات الخلطة العلفية المستخدمة في تغذية طيور التجربة.

الشكل (2): مسحوق يرقات ذبابة الجندي الأسود

الشكل (3): اقفاص تربية ذبابة الجندي الاسود

الجدول (2): خلطة المرحلة الانتاج الأولية (1–20 أسبوع انتاجي)

المادة	خلطة 4% يرقات (كجم)	خلطة 6% يرقات (كجم)	خلطة 8% يرقات (كجم)	خلطة10% يرقات (كجم)
الذرة الصفراء	64.00	63.35	62.70	62.05
كسبة الصويا	15.85	13.85	11.85	9.85
مسحوق اليرقات	4	6	8	10
حجر كلسي	9.65	9.55	9.45	9.35
فوسفات ثنائي الكالسيوم	0.30	0.25	0.20	0.15
ملح الطعام	0.30	0.30	0.30	0.30
DL–ميثونين	0.20	0.20	0.20	0.20
L–لايسين	0.10	0.10	0.10	0.10
مخلوط معادن + مضاد سموم فطرية	0.20	0.20	0.20	0.20
المجموع	100	100	100	100
الطاقة	2840	2840	2840	2840
البروتين	16.05	16.05	16.05	16.05
الكالسيوم	4	4	4	4
الفسفور	0.40	0.40	0.40	0.40

الجدول (3): خلطة المرحلة الإنتاج الثانية (21–40 أسبوع انتاجي)

المادة	خلطة 4% يرقات (كجم)	خلطة 6% يرقات (كجم)	خلطة 8% يرقات (كجم)	خلطة10% يرقات (كجم)
الذرة الصفراء	61.05	60.55	60.05	59.55
كسبة الصويا	24.50	22.50	20.50	18.50
مسحوق اليرقات	4	6	8	10
حجر كلسي	9.00	8.90	8.80	8.70
فوسفات ثنائي الكالسيوم	0.50	0.40	0.30	0.20
ملح الطعام	0.30	0.30	0.30	0.30
DL–ميثيونين	0.25	0.25	0.25	0.25
L–لايسين	0.20	0.20	0.20	0.20
مخلوط معادن + مضاد سموم فطرية	0.20	0.20	0.20	0.20
المجموع	100	100	100	100
الطاقة	2850	2850	2850	2850
البروتين	18	18	18	18
الكالسيوم	3.8	3.8	3.8	3.8
الفسفور	0.40	0.40	0.40	0.40

الجدول (4): خلطة المرحلة الأخيرة من دورة الانتاج (41–60 أسبوع انتاجي)

المادة	خلطة 4% يرقات (كجم)	خلطة 6% يرقات (كجم)	خلطة 8% يرقات (كجم)	خلطة10% يرقات (كجم)
الذرة الصفراء	65.50	64.55	63.60	62.65
كسبة الصويا	12.50	10.50	8.50	6.50
مسحوق اليرقات	4	6	8	10
حجر كلسي	10.80	10.75	10.70	10.65
فوسفات ثنائي الكالسيوم	0.55	0.50	0.45	0.40
ملح الطعام	0.30	0.30	0.30	0.30
DL–ميثيونين	0.20	0.20	0.20	0.20
L–لايسين	0.10	0.10	0.10	0.10
مخلوط معادن+ مضاد سموم فطرية	0.20	0.20	0.20	0.20
المجموع	100	100	100	100
الطاقة	2750	2750	2750	2750
البروتين	15.5	15.5	15.5	15.5
الكالسيوم	4.2	4.2	4.2	4.2
الفسفور	0.35	0.35	0.35	0.35

4. الرعاية البيطرية:

تم تحصين طيور التجربة باللقاحات المطلوبة خلال فترة التجربة كما هو موضح بالجدول (5).

الجدول (5): برنامج اللقاحات المتبع لدجاجات التجربة

اسم اللقاح	لاسوتا	مشترك (لاسوتا + برونشيت هيبرا اسباني)	لاسوتا	لاسوتا (عن طريق الشرب)	لاسوتا
تاريخ التلقيح	11/4	11/29	12/15	1/14	1/15

5. المؤشرات المدروسة:

- **معدل النفوق:** حسب معدل النفوق خلال فترة الدراسة وفق المعادلة الآتية:

معدل النفوق هو = عدد الطيور النافقة / عدد الطيور الكلية الموجود في خلطتها مسحوق اليرقات X 100

- **الوزن الحي (غ):** وزنت الطيور بشكل فردي لأفراد المجموعة الواحدة في بداية التجربة وبعد ثلاثة أشهر من بداية التجربة وفي نهاية التجربة.
- **معدل إنتاج البيض (%):** جمع البيض مرة واحدة في المساء وحسب متوسط إنتاج الدجاجة من البيض خلال فترة الإنتاج بالعلاقة الآتية:

معدل إنتاج البيض لفترة ما % = إجمالي عدد البيض المنتج خلال هذه الفترة 100X / (متوسط عدد الإناث X عدد أيام هذه الفترة).

- **متوسط إنتاج الدجاجة الواحدة من البيض:** جمع البيض مرة واحدة في المساء وحسب متوسط إنتاج الدجاجة من البيض خلال فترة الإنتاج بالعلاقة التالية:

متوسط إنتاج الدجاجة من البيض لفترة ما = إجمالي عدد البيض المنتج خلال هذه الفترة / متوسط عدد الإناث خلال هذه الفترة (عباس ونقولا، 2007).

- **متوسط وزن البيض:** وزن البيض كل بيضة على حدة من كل مكرر للمجموعة الواحدة (غ) بوساطة ميزان حساس ثم حسب متوسط الوزن وذلك وفق العلاقة الآتية:

وزن البيضة (غ) = كتلة البيض / عدد البيض.

- **متوسط كتلة البيض:** حدد هذا المؤشر عند طيور كل مكرر ولكامل فترة الإنتاج وذلك بطريقة ناتج ضرب متوسط وزن البيضة بعدد البيض وفق العلاقة التالية:

متوسط كتلة البيض = وزن البيضة x عدد البيض.

- **استهلاك العلف اليومي للدجاجة غ/ دجاجة /اليوم:** تم حساب استهلاك العلف وفق المعادلة التالية:

استهلاك العلف للدجاجة الواحدة = (كمية العلف المقدم –كمية العلف المتبقي) / عدد الطيور في المكرر.

- **معامل التحويل الغذائي:** تم حسابه خلال فترة التجربة وفق ما يلي:

(كمية العلف المستهلكة (كغ) / كتلة البيض المنتج (كغ)).

6. التحليل الاحصائي:

تم تحليل نتائج التجربة إحصائيا وفق طريقة تحليل التباين Anova لمتغير واحد (One Way) وتمت المقارنة بين المتوسطات بأقل فرق معنوي بواسطة اختبار Tuckey. وذلك وفق برنامج التحليل الإحصائي Minitab20.

النتائج والمناقشة:

1. معدل النفوق:

تمتعت جميع الطيور في المجموعات بحالة صحية جيدة، فلم يظهر عليها أي أعراض مرضية أو نقص تغذية. ولم ينفق أي طير.

2. تأثير استخدام مسحوق يرقات نبابة الجندي الأسود في متوسط الوزن الحي:

الجدول (6): تأثير استخدام مسحوق يرقات ذبابة الجندي الأسود في متوسط الوزن الحي (غ)

العمر	المجموعة					
	مج0	مج1	مج2	مج3	مج4	*p*
18اسبوع	3.61± 1409^{a}	6.51± 1408.33^{a}	3.51±1409.67^{a}	6.03±1409.67^{a}	3.51±1410.67^{a}	0.981
58اسبوع	7.64±1853.33^{a}	8.96±1854.67^{a}	10.02±1852.33^{a}	10.15±1857.00^{a}	9.61±1850.33^{a}	0.923
78اسبوع	6.03 ±1918.67^{b}	9.54 ±1914.00^{b}	14.11±1953.00^{a}	9.00 ±1908.00^{b}	11.85 ±1894.67^{b}	0.001

ملاحظة: a, b, c وجود الأحرف المختلفة ضمن السطر الواحد يعني وجود فروق معنوية ($P \leq 0.05$)

يظهر الجدول (6) عدم وجود فروق معنوية إحصائيًا ($P>0.05$) في متوسط الوزن الحي بين جميع المجموعات عند بداية التجربة (عمر 18 أسبوعاً) وحتى المرحلة المتوسطة من الإنتاج (عمر 58 أسبوعًا)، مما يؤكد على تجانس الطيور المستخدمة في الدراسة وتكافؤ الظروف الابتدائية.

لكن عند نهاية فترة التجربة (عمر 78 أسبوعًا)، لوحظ تفوق معنوي ($P<0.001$) في الوزن الحي لطيور المجموعة الثانية (G2)، التي استهلكت عليقة تحتوي على 6% من مسحوق يرقات ذبابة الجندي الأسود، مقارنة بجميع المجموعات الأخرى. في الظروف العادية، قد تُعتبر أي زيادة في وزن الدجاج البياض في هذه المرحلة المتقدمة مؤشراً على ترسيب دهني غير مرغوب فيه. ومع ذلك، يجب تفسير هذه النتيجة ضمن السياق الإنتاجي الشامل للطائر.

إن زيادة الوزن في المجموعة G2 تزامنت بشكل مباشر مع تفوقها في جميع المؤشرات الإنتاجية الرئيسية، بما في ذلك أعلى معدل إنتاج بيض الجدول (7)، وأكبر كتلة بيض الجدول (9)، وأفضل كفاءة تحويل غذائي الجدول (11). هذا الترابط القوي يشير إلى أن الوزن الأعلى لم يكن نتيجة تحويل فائض الطاقة إلى دهون، بل يعكس على الأرجح قدرة العليقة المثلى (6% BSFL) على توفير مغذيات عالية الجودة (بروتين وأحماض أمينية) مكنت الطيور من الحفاظ على كتلتها البروتينية ومنع استنزاف أنسجة الجسم تحت ضغط الإنتاج المرتفع والمستمر. علاوة على ذلك، فإن المكونات النشطة في مسحوق اليرقات، مثل حمض اللوريك المعروف بخصائصه المعززة لصحة الأمعاء (Spranghers *et al.*, 2017; Ewald *et al.*, 2020)، قد تكون حسّنت من كفاءة امتصاص المغذيات، مما دعم كلاً من الإنتاج والحالة الجسدية القوية للطير.

في المقابل، فإن الوزن النهائي الأقل في المجموعات الأخرى (G0, G1, G3, G4) لا يُعتبر مؤشراً سلبياً بحد ذاته، بل هو نتيجة منطقية لأدائها الإنتاجي الأقل. فانخفاض إنتاج البيض في هذه المجموعات أدى إلى انخفاض متطلباتها من الطاقة، وهو ما انعكس في انخفاض استهلاكها للعلف. وبالتالي، فإن وزنها النهائي هو ببساطة محصلة لاستهلاك طاقة ومغذيات أقل على مدار فترة الإنتاج.

3. تأثير استخدام مسحوق يرقات نبابة الجندي الأسود في متوسط معدل إنتاج البيض:

الجدول (7): تأثير استخدام مسحوق يرقات ذبابة الجندي الأسود في متوسط معدل إنتاج البيض %.

العمر	المجموعة					
	مج0	مج1	مج2	مج3	مج4	*p*
38-18	0.600± 92.200^{b}	0.551± 91.367^{b}	0.451±94.667^{a}	0.700±85.800^{c}	0.651±82.533^{d}	0.001
58-38	0.351±86.133^{b}	0.351±85.033^{b}	0.451±89.333^{a}	0.451±79.033^{c}	0.451±75.733^{d}	0.000
78-58	0.500 ±75.00^{b}	0.500 ±73.500^{c}	0.499±80.00^{a}	0.500 ±68.00^{d}	0.500 ±64.00^{e}	0.001

ملاحظة: a, b, c وجود الأحرف المختلفة ضمن السطر الواحد يعني وجود فروق معنوية ($P \leq 0.05$)

يتبين من الجدول (7) وجود فروق معنوية (P<0.001) في معدل إنتاج البيض بين المجموعات خلال المرحلة الأولى (18–38 أسبوعاً). ويتبين من الجدول تفوق طيور المجموعة الثانية (G2)، التي أُدخل مسحوق يرقات ذبابة الجندي الأسود في خلطتها بنسبة (6%)، معنوياً على كافة مجموعات البحث، إذ حققت أعلى معدل إنتاج بلغ (94.67%). بينما سجلت المجموعتان G3 وG4 أدنى معدلات إنتاج.

حافظت المجموعة G2 (6% استبدال) على تفوقها المعنوي بمعدل إنتاج البيض خلال المرحلتين التاليتين (38–58 أسبوعاً و58–78 أسبوعاً)، مسجلة (89.33%) و(80.00%) على التوالي. إذ إن مسحوق يرقات ذبابة الجندي الأسود يوفر بروتيناً عالي الجودة غنياً بالأحماض الأمينية الأساسية اللازمة لعملية تكوين البيض، بالإضافة إلى دهون غنية بالأحماض الدهنية متوسطة السلسلة مثل حمض اللوريك، والتي قد تحسن صحة الأمعاء وكفاءة امتصاص المغذيات، مما يدعم إنتاجية الطائر بشكل مستمر (Spranghers *et al*., 2017; Moula *et al*., 2018).

ويُعزى الانخفاض المعنوي في معدل الإنتاج للمجوعتين الثالثة والرابعة عند زيادة نسبة مسحوق يرقات ذبابة الجندي الأسود في الخلطات العلفية إلى التأثير السلبي المحتمل للمستويات المرتفعة من الكيتين. إذ يعمل الكيتين كمكون هيكلي في الحشرات، وقد يشكل معقدات مع البروتينات والدهون، مما يقلل من هضميتها ويحد من توافر الطاقة والمغذيات اللازمة لإنتاج البيض، وهو ما يؤثر سلباً في الأداء الإنتاجي (Makkar *et al*., 2014; Gasco *et al*., 2018)

4. تأثير استخدام مسحوق يرقات نبابة الجندي الأسود في متوسط وزن البيض:

الجدول (8): تأثير استخدام مسحوق يرقات ذبابة الجندي الأسود في متوسط وزن البيض خلال كامل مراحل التجربة:

العمر	لمجموعة					
	مج0	مج1	مج2	مج3	مج4	p
38-18	0.351±60.467 b	0.300±60.100 b	0.400±61.900 a	0.351±58.233 c	0.351±57.133 d	0.001
58-38	0.351±62.833 b	0.351±62.433 b	0.400±64.500 a	0.404±60.867 c	0.404±59.767 d	0.000
78-58	0.351±64.133 b	0.400±63.200 b	0.404±66.067 a	0.400±61.400 c	0.400±60.100 d	0.001

ملاحظة: a, b, c وجود الأحرف المختلفة ضمن السطر الواحد يعني وجود فروق معنوية ($P \leq 0.05$)

يُلاحظ من الجدول (8) وجود فروق معنوية إحصائياً بين المجموعات في متوسط وزن البيضة خلال جميع مراحل التجربة. ويتبين من الجدول تفوق طيور المجموعة الثانية (G2)، التي استهلكت عليقة تحتوي على 6% من مسحوق يرقات ذبابة الجندي الأسود، بشكل معنوي على كافة مجموعات البحث في جميع المراحل، إذ حققت أعلى متوسط لوزن البيضة بلغ (61.90 جم) في المرحلة الأولى، و(64.50 جم) في المرحلة الثانية، و(66.06 جم) في المرحلة الثالثة.

إن إنتاج بيضة ذات وزن أعلى يتطلب توفر كميات كافية من البروتين والأحماض الأمينية الأساسية، وخاصة الميثيونين، بالإضافة إلى الطاقة اللازمة لعمليات التخليق الحيوي. ويبدو أن العليقة التي أدخل لها مسحوق يرقات ضبابة الجندي الأسود بنسبة 6% قد وفرت هذا المزيج المثالي من المغذيات، مما دعم تكوين مكونات البيضة (الصفار والبياض) بكفاءة أعلى، وبالتالي أدى إلى زيادة حجم ووزن البيضة النهائي (Ruhnke *et al*., 2018; El-Hack *et al*., 2020)

أما الانخفاض التدريجي والمستمر في وزن البيضة مع زيادة نسبة الإحلال في المجموعتين G3 وG4، فيمكن أن يُعزى إلى التأثير السلبي للمستويات المرتفعة من الكيتين. وهذا قد يحد من كفاءة استخدام البروتين المهضوم، مما يقلل من المكونات المتاحة

لترسيبها في البيضة النامية، وينعكس سلباً في وزنها النهائي (Makkar *et al.*, 2014; Gasco *et al.*, 2018).

5. تأثير استخدام مسحوق يرقات نبابة الجندي الأسود في متوسط كتلة البيض المنتجة:

الجدول (9): تأثير استخدام مسحوق يرقات ذبابة الجندي الأسود في متوسط كتلة البيض المنتجة

العمر	المجموعة					
	مج0	مج1	مج2	مج3	مج4	*p*
38-18	0.706± 55.730^{b}	0.595± 54.907^{b}	0.600±58.640^{a}	0.717±49.957^{c}	0.661±47.157^{d}	0.001
58-38	0.321±53.833^{b}	0.208±53.133^{b}	0.404±57.567^{a}	0.208±48.133^{c}	0.321±45.433^{d}	0.000
78-58	0.485± 47.953^{b}	0.570 ±46.577^{b}	0.551±53.007^{a}	0.495 ±41.830^{c}	0.511 ±38.493^{d}	0.001

ملاحظة: a, b, c وجود الأحرف المختلفة ضمن السطر الواحد يعني وجود فروق معنوية ($P \leq 0.05$)

يُلاحظ من الجدول (9) وجود فروق معنوية ($P \leq 0.001$) في متوسط كتلة البيض اليومية بين المجموعات خلال جميع مراحل التجربة. ويتبين من الجدول تفوق طيور المجموعة الثانية (G2)، التي أُدخل مسحوق يرقات ذبابة الجندي الأسود في خلطتها بنسبة (6%)، بشكل معنوي على كافة مجموعات البحث في جميع المراحل، إذ حققت أعلى متوسط لكتلة البيض بلغ (58.64 جم) في المرحلة الأولى، و(57.57 جم) في المرحلة الثانية، و(53.01 جم) في المرحلة الثالثة.

وتفسر هذه النتائج، إذ إن كتلة البيض هي المحصلة النهائية لمعدل الإنتاج ووزن البيضة، وبما أن المجموعة G2 تفوقت في كلا المؤشرين، فمن الطبيعي أن تتفوق في حاصل ضربهما. يعكس هذا المؤشر المركب الكفاءة الإنتاجية الإجمالية للطائر، ويؤكد أن علية 6 BSFL %وفرت توازناً مثالياً من الطاقة والبروتين عالي الجودة والأحماض الأمينية الأساسية، مما دعم الإنتاجية الكلية للدجاجة بشكل مستدام (Ruhnke *et al.*, 2018; Moula *et al.*, 2018)

ويُعزى الانخفاض المعنوي في كتلة البيض للمجموعتين G3 وG4 إلى التأثير السلبي المزدوج الذي لوحظ في انخفاض كل من معدل الإنتاج ووزن البيضة، مما يؤكد أن زيادة نسبة الإحلال فوق المستوى الأمثل (6%) يؤثر سلباً في مجمل الأداء الإنتاجي، ربما بسبب انخفاض استساغة العلف نتيجة زيادة محتوى الكيتين(Makkar *et al.*, 2014; Gasco *et al.*, 2018) .

6. تأثير استخدام مسحوق يرقات نبابة الجندي الأسود في متوسط استهلاك العلف اليومي للدجاجة غ/ دجاجة /اليوم:

الجدول(10): تأثير استخدام مسحوق يرقات ذبابة الجندي الأسود في متوسط استهلاك العلف اليومي للدجاجة غ/ دجاجة /اليوم.

العمر	المجموعة					
	مج0	مج1	مج2	مج3	مج4	*p*
38-18	0.500± 115.300^{b}	0361± 114.600^{b}	0.500±117.900^{a}	0.400±112.000^{c}	0.400±110.800^{d}	0.001
58-38	0.321±114.133^{b}	0.379±113.233^{b}	0.473±116.333^{a}	0.351±110.733^{c}	0.351±109.333^{d}	0.001
78-58	0.361± 112.100^{b}	0.600 ±111.200^{b}	0.600±114.300^{a}	0.557 ±107.700^{c}	0.656 ±106.300^{c}	0.001

ملاحظة: a, b, c وجود الأحرف المختلفة ضمن السطر الواحد يعني وجود فروق معنوية ($P \leq 0.05$)

يظهر الجدول (10) وجود فروق معنوية ($P \leq 0.001$) في متوسط استهلاك العلف اليومي بين المجموعات خلال جميع مراحل التجربة. ويتبين من الجدول نمط ثابت ومثير للاهتمام، سجلت طيور المجموعة الثانية (G2) التي استهلكت علية تحتوي على 6% من مسحوق يرقات ذبابة الجندي الأسود، أعلى كمية استهلاك لعلف بشكل معنوي في جميع المراحل، بينما أظهرت المجموعات ذات النسب الأعلى (G3) و (G4) انخفاضًا تدريجيًا في الاستهلاك.

يمكن تفسير ارتفاع استهلاك العلف في المجموعة G2 بأنه استجابة فسيولوجية مباشرة لمتطلباتها الإنتاجية الفائقة. يضبط الدجاج البياض، استهلاكه من العلف بشكل دقيق لتلبية احتياجاته من الطاقة (Energy Intake Regulation) وبما أن المجموعة G2 كانت الأعلى في كتلة البيض المنتجة، فمن الطبيعي أن يزداد "استهلاكها من (العلف) لدعم هذا الإنتاج المرتفع، وهو ما يتوافق مع مبادئ تنظيم الطاقة في الدواجن (Leeson & Summers, 2009)

ويمكن أن يُعزى هذا التفوق إلى تحسين صحة ووظيفة الأمعاء. فقد أشارت دراسات حديثة إلى أن الببتيدات المضادة للميكروبات (AMPs) وحمض اللوريك الموجودة بشكل طبيعي في يرقات ذبابة الجندي الأسود يمكن أن يعززا من بيئة البكتريا النافعة، مما يحسن من كفاءة هضم وامتصاص المغذيات. (Gasco *et al.*, 2019; Onsongo *et al.*, 2018) هذا "التأثير المعزز للصحة" قد يسمح للطيور بالاستفادة من العلف بشكل أفضل، مما يدعم إنتاجيتها العالية.

أما الانخفاض الملحوظ في استهلاك العلف في المجموعتين G3 وG4، فيمكن تفسيره من بسبب ارتفاع محتوى الكيتين في العلائق ذات النسب العالية من مسحوق اليرقات والتي تؤدي الى إبطاء معدل مرور العلف في الجهاز الهضمي وزيادة الشعور بالشبع، مما يرسل إشارات شبع مبكرة إلى الدماغ ويقلل من الرغبة في استهلاك المزيد من العلف (Józefiak *et al.*, 2016) هذا التأثير المزدوج (انخفاض الحاجة وزيادة الشعور بالشبع) يفسر بوضوح لماذا استهلكت المجموعتان G3 و G4كميات أقل من العلف.

7. تأثير استخدام مسحوق يرقات ذبابة الجندي الأسود في متوسط معامل التحويل العلفي:

الجدول (11): تأثير استخدام مسحوق يرقات ذبابة الجندي الأسود في متوسط معامل التحويل العلفي

العمر	المجموعة					
	مج0	مج1	مج2	مج3	مج4	*p*
38-18	0.0200± 2.07^{c}	0.0152± 2.08^{c}	0.152±2.00^{d}	0.200±2.24^{b}	0.200±2.35^{a}	0.001
58-38	0.152±2.10^{c}	0.0100±2.13^{c}	0.0152±2.01^{d}	0.0152±2.29^{b}	0.0152±2.40^{a}	0.001
78-58	0.0100± 2.34^{c}	0.0200 ±2.39^{c}	0.0100±2.16^{d}	0.265 ±2.58^{b}	0.265 ±2.77^{a}	0.001

ملاحظة: a, b, c وجود الأحرف المختلفة ضمن السطر الواحد يعني وجود فروق معنوية ($P \leq 0.05$)

يُظهر الجدول (11) متوسط معامل التحويل الغذائي(FCR) ، وهو المؤشر الاقتصادي الأهم الذي يقيس كفاءة تحويل العلف إلى كتلة بيض .

يُلاحظ من الجدول وجود فروق معنوية ($P \leq 0.001$) بين المجموعات في جميع مراحل التجربة، حققت طيور المجموعة الثانية (G2)، التي استهلكت عليقة تحتوي على 6% من مسحوق يرقات ذبابة الجندي الأسود، أفضل (أدنى) معامل تحويل غذائي بشكل معنوي في جميع مراحل التربية، إذ سجلت (2.006) في المرحلة الأولى، و(2.016) في المرحلة الثانية، و(2.160) في المرحلة الثالثة.

تعتبر هذه النتيجة هي الأهم من الناحية الاقتصادية والتطبيقية في الدراسة بأكملها. إن التفوق المستمر للمجموعة G2 في كفاءة التحويل الغذائي يعني أنها كانت الأكثر قدرة على استخلاص القيمة الغذائية من كل جرام علف وتحويله إلى منتج نهائي (بيض). يمكن تفسير هذه الكفاءة الفائقة من خلال "التأثير التآزري (Synergistic Effect) "للعليقة التي تحوي 6% من مسحوق يرقات إلى جانب مساهمتها بمصدر بروتيني يتميز بقابلية هضم عالية.

تسهم المكوّنات النشطة بيولوجياً، مثل الببتيدات المضادة للميكروبات (AMPs) وحمض اللوريك، في تحسين صحة وسلامة الظهارة المعوية(gut integrity) ، الأمر الذي يؤدي إلى الحد من الاستجابات الالتهابية وتقليل ما يُعرف بتكلفة الطاقة المرتبطة بالمناعة. (Energy Cost of Immunity) ويُعاد توجيه هذا الفائض من الطاقة بصورة مباشرة نحو العمليات الإنتاجية، مما ينعكس إيجابًا على رفع كفاءة الأداء الإنتاجي.(Gasco *et al.*, 2019; Adli *et al.*, 2021)

في المقابل، يُظهر الجدول تدهوراً واضحاً ومستمراً في قيم (FCR) مع زيادة نسبة الإحلال في المجموعتين G3 و G4هذا يؤكد أن هناك "عتبة مثلى (Optimal Threshold) "لإدراج مسحوق اليرقات. إن تجاوز هذه العتبة لا يقلل فقط من الإنتاجية، بل يهدر الموارد بشكل كبير. يمكن تفسير هذا التدهور في الكفاءة بأن التأثيرات المضادة للتغذية (الكيتين) تصبح هي السائدة عند المستويات المرتفعة. إذ يعمل الكيتين على زيادة لزوجة الكيموس (digesta viscosity) وقد يغلف المغذيات، مما يحد من وصول الإنزيمات الهاضمة إليها ويقلل من هضميتها بشكل عام، مما يؤدي إلى ارتفاع كمية العلف المطلوبة لإنتاج نفس الوحدة من البيض (Józefiak *et al.*, 2016) وبالتالي، فإن ما يتم توفيره نظرياً من تكلفة العلف باستخدام نسب إحلال عالية، يتم إهداره عملياً بسبب انخفاض الكفاءة البيولوجية.

8. تأثير استخدام مسحوق يرقات نبابة الجندي الأسود في متوسط إنتاج الدجاجة الواحدة من البيض:

الجدول (12): تأثير استخدام مسحوق يرقات ذبابة الجندي الأسود في متوسط إنتاج الدجاجة الواحدة من البيض

العمر	المجموعة					
	مج0	مج1	مج2	مج3	مج4	*p*
18–38	0.503± 128.967^{b}	0.721± 127.700^{b}	0.862±132.233^{a}	0.945±117.176^{c}	0.945±112.376^{d}	0.001
38–58	0.503±120.567^{b}	0.503±119.067^{b}	0.611±125.033^{a}	0.700±110.600^{c}	0.651±106.033^{d}	0.001
58–78	0.500± 105^{b}	1.00 ±103.500^{b}	0.800±112.00^{a}	0.529 ±95.200^{c}	0.854 ±89.600^{d}	0.001

ملاحظة: a, b, c وجود الأحرف المختلفة ضمن السطر الواحد يعني وجود فروق معنوية ($P \leq 0.05$)

يظهر الجدول (12) الإنتاجية التراكمية للدجاجة الواحدة خلال كل مرحلة من مراحل التجربة، مع وجود فروق معنوية ($P \leq 0.001$) بين المجموعات في جميع المراحل. ويتبين من الجدول تفوق واضح وثابت لطيور المجموعة الثانية (G2)، التي أُدخل مسحوق يرقات ذبابة الجندي الأسود في خلطتها بنسبة (6%)، قد أنتجت أعلى عدد من البيض بشكل معنوي في جميع المراحل، حيث بلغ إنتاجها (132.2 بيضة) في المرحلة الأولى، و(125.0 بيضة) في المرحلة الثانية، و(112.0 بيضة) في المرحلة الثالثة.

ويمكن تفسير تفوق المجموعة G2 في معدل الإنتاج اليومي بأن عليقة التي تحتوي على 6% BSFLقد وفرت إمداداً مستمراً ومتوازناً من المغذيات الحيوية، خاصة الأحماض الأمينية الأساسية والطاقة، مما مكن الطيور من الحفاظ على وتيرة إنتاج عالية لفترة أطول وتقليل عدد أيام التوقف عن وضع البيض (Spranghers *et al.*, 2017; Moula *et al.*, 2018)

ويُعزى الانخفاض المعنوي في إجمالي عدد البيض المنتج في المجموعتين G3 وG4 إلى التأثير السلبي للمستويات المرتفعة من مسحوق اليرقات في معدل الإنتاج اليومي. هذا يؤكد أن التأثيرات المضادة للتغذية المحتملة للكيتين لا يؤثر فقط على الأداء اليومي، بل له تأثير تراكمي كبير على الإنتاجية الإجمالية للدجاجة على المدى الطويل، مما يقلل من جدواها الاقتصادية بشكل واضح (Makkar *et al.*, 2014; Gasco *et al.*, 2018) وبالتالي، فإن اختيار مستوى الإحلال الأمثل (6%) هو العامل الحاسم لتحقيق أقصى إنتاجية تراكمية للدجاج البياض.

9. دراسة الجدوى الاقتصادية من استخدام مسحوق يرقات نبابة الجندي الأسود في الخلطات العلفية:

الجدول (13): دراسة الجدوى الاقتصادية من استخدام مسحوق يرقات ذبابة الجندي الأسود في الخلطات العلفية

المؤشر الاقتصادي	الشاهد(G0)	G1 (4%)	G2 (6%)	G3 (8%)	G4 (10%)
إجمالي الإيرادات من البيع	425,400	420,360	443,040	387,600	369,480
إجمالي تكلفة العلف	196,400	190,000	193,600	175,700	167,600
هامش الربح الإجمالي (ليرة)	229,000	230,360	249,440	211,900	201,880
التغير في الربح مقارنة بالشاهد	–	1,360	20,440	-17,100	-27,120
نسبة التغير في الربحية	–	0.60%	8.90%	-7.50%	-11.80%

يظهر الجدول (13) الجدوى الاقتصادية لاستخدام مسحوق يرقات ذبابة الجندي الأسود في علائق الدجاج البياض، مؤكداً أن الجدوى الاقتصادية لا تتبع علاقة خطية مع زيادة نسبة الإحلال، بل تخضع لمنحنى استجابة أمثل (Optimal Response Curve). لقد برزت المجموعة الثانية (G2)، التي تم تغذيتها على عليقة تحتوي على 6% من مسحوق اليرقات كاستراتيجية استثمارية فائقة، حيث حققت أعلى هامش ربح إجمالي بلغ 249440 ليرة سورية للدجاجة الواحدة خلال كامل مرحلة النمو، وهو ما يمثل نمواً في الربحية بنسبة 8.9 % مقارنة بالمجموعة الشاهدة. وهذا التفوق لم ينبع بشكل أساسي من خفض تكلفة العلف، بل جاء نتيجة للزيادة الكبيرة في الإيرادات الناتجة عن الأداء الإنتاجي الفائق والمستدام. هذا يثبت أن استخدام نسبة 6% لم يكن مجرد إجراء لتوفير التكلفة، بل كان "استثماراً في الإنتاجية" أتى بعوائد اقتصادية ملموسة.

في المقابل، فعلى الرغم من أن المجموعتين (8%) G3 و(10%) G4 حققتا أقل تكلفة علف إجمالية، إلا أنهما سجلتا أدنى هامش ربح على الإطلاق، مع انخفاض في الربحية وصل إلى (– 7.5% و– 11.8%) على التوالي. هذا يوضح مبدأً اقتصادياً حيوياً في تغذية الدواجن: إن التدهور الحاد في الأداء الإنتاجي الذي سببته هذه النسب المرتفعة قد ألغى تماماً أي وفر تم تحقيقه في تكلفة المدخلات، وأدى إلى خسارة صافية في نهاية دورة الإنتاج. وبذلك، يؤكد التحليل أن اختيار المستوى الأمثل (6%) هو العامل الاساسي لتحقيق التوازن بين القيمة الغذائية للعليقة، وتكلفتها، وقدرة الطائر على تحويلها إلى منتج اقتصادي، مما يعظم العائد على الاستثمار على المدى الطويل.

الاستنتاجات:

يُستنتج من هذه الدراسة أن إدخال مسحوق يرقات ذبابة الجندي الأسود (*Hermetia illucens*) المنتج محلياً في علائق الدجاج البياض هو استراتيجية فعالة تعتمد بشكل حاسم على مستوى الإدخال. وقد أثبتت النتائج بشكل قاطع أن استخدام مسحوق اليرقات بنسبة6% هو المستوى الأمثل الذي يحقق توازناً مثالياً بين الأداء البيولوجي والجدوى الاقتصادية. هذا المستوى لم يؤدِ فقط إلى تحسين معنوي في معظم مؤشرات الأداء الإنتاجي، بما في ذلك كتلة البيض وكفاءة التحويل الغذائي، بل أدى أيضاً إلى تحقيق أعلى هامش ربح، مما يجعله الخيار الأكثر تفوقاً من الناحيتين الإنتاجية والمالية. في المقابل، أظهرت المستويات الأعلى من الإدخال (8% و10%) تأثيراً سلبياً واضحاً، مؤكدةً أن تجاوز المستوى الأمثل يؤدي إلى تدهور الأداء وانخفاض الربحية.

بناءً على الاستنتاجات الواضحة لهذه الدراسة، يمكن تقديم التوصيات التالية:

1. ***توصية تطبيقية للمربين ومنتجي الأعلاف*** يوصى بشدة بتبني استراتيجية إنتاج مسحوق يرقات ذبابة الجندي الأسود محلياً وإدراجه في علائق الدجاج البياض بنسبة 6%كبديل جزئي لمصادر البروتين التقليدية. هذه الممارسة لا تمثل فقط حلاً مستداماً بيئياً، بل هي استثمار اقتصادي ناجح يساهم في خفض تكاليف الإنتاج وتعظيم الربحية بشكل ملموس.
2. ***توصيات للبحث العلمي المستقبلي*** يُوصى بتوسيع نطاق البحث ليشمل الجوانب التالية:

- ***دراسة تفصيلية لجودة البيضة*** تقييم تأثير العلائق المختلفة في مؤشرات جودة القشرة (مثل السمك والقوة) والمكونات الداخلية (مثل وحدة هاو، لون الصفار، والتركيب الكيميائي للصفار).
- ***تقييم المؤشرات الصحية والفسيولوجية*** إجراء تحاليل الدم (الكيمياء الحيوية وصورة الدم) وتقييم صحة الأمعاء والمناعة لفهم الآليات البيولوجية وراء تحسن الأداء.

- ***تحسين تقنيات المعالجة*** دراسة تأثير طرق المعالجة المختلفة لمسحوق اليرقات (مثل التجفيف، الطحن، أو نزع الدهن جزئياً) في قيمتها الغذائية وتأثيرها في أداء الدواجن، بهدف زيادة كفاءتها واجراء دراسة معمقة ودقيقة لتكاليف انتاج اليرقات ومستلزماتها وكمية المستلزمات لإنتاج ا كغ من مسحوق اليرقات

المراجع:

عباس، حسان ونقولا، ميشيل (2007). الدواجن، الجزء النظري، منشورات جامعة البعث، كلية الزراعة.

Adli, D. N., Sjofjan, O., & Irawan, A. (2021). Effect of black soldier fly (Hermetia illucens) larvae meal on growth performance, nutrient digestibility, and intestinal morphology of broiler chickens. Livestock and Animal Research, 19(2), 164-172.

El-Hack, M. E., Alagawany, M., Abdel-Moneim, A. E., & Swelum, A. A. (2020). Black soldier fly (Hermetia illucens) larvae meal as a promising protein source for poultry: A comprehensive review. Archives of Animal Nutrition, 74(3), 173-193.

Abd El-Hack, M. E., Shafi, M. E., Alghamdi, W. Y., Abdelnour, S. A., Shehata, A. M., Noreldin, A. E., Ashour, E. A., Swelum, A. A., Al-Sagan, A. A., Alkhateeb, M., Taha, A. E., Abdel-Moneim, A. E., Tufarelli, V., & Ragni, M. (2020). Black soldier fly (Hermetia illucens) meal as a promising feed ingredient for poultry: A comprehensive review. Agriculture, 10(8), 339Gasco, L., Finke, M., & van Huis, A. (2018). Can insects be a sustainable feed ingredient for poultry? A feasibility study. World's Poultry Science Journal, 74(4), 635-648.

Gasco, L., Schiavone, A., & Guo, Y. (2019). The gut of insects: a promising source of antimicrobial peptides. Journal of Insects as Food and Feed, 5(3), 147-150.

Grant, G. (1997). Anti-nutritional effects of soybean: A review. Progress in Food & Nutrition Science, 21(1), 1-25.

Gasco L, Biasato I, Dabbou S, Schiavone A, Gai F. Animals Fed Insect-Based Diets: State-of-the-Art on Digestibility, Performance and Product Quality. Animals (Basel). 2019 Apr 16;9(4):170. doi: 10.3390/ani9040170. PMID: 30995783; PMCID: PMC6523619.

Leeson, S., & Summers, J. D. (2009). Commercial poultry nutrition (3rd ed.). Nottingham University Press.

Makkar, H. P., Tran, G., Heuzé, V., & Ankers, P. (2014). State-of-the-art on use of insects as animal feed. Animal Feed Science and Technology, 197, 1-33.

Moula, N., Scippo, M. L., Douny, C., Degand, G., & Farnir, F. (2018). Performances of local poultry breed fed black soldier fly (Hermetia illucens) larvae meal. Journal of Insects as Food and Feed, 4(1), 1-10.

Onsongo, V. O., Osuga, I. M., Gachuiri, C. K., Tanga, C. M., & Khamis, F. M. (2018). Insects as a source of essential fatty acids in poultry diets. Poultry Science, 97(6), 2007-2014.

Moula N, Scippo ML, Douny C, Degand G, Dawans E, Cabaraux JF, Hornick JL, Medigo RC, Leroy P, Francis F, Detilleux J.(2018) Performances of local poultry breed fed black soldier fly larvae reared on horse manure. Anim Nutr. 2018 Mar;4(1):73-78.

Onsongo, V. O., Osuga, I. M., Gachuiri, C. K., Wachira, A. M., Miano, D. M., Tanga, C. M., Ekesi, S., Nakimbugwe, D., & Fiaboe, K. K. M. (2018). Insects for income generation through animal feed: Effect of dietary replacement of soybean and fish meal with black soldier fly meal on broiler growth and economic performance. Journal of Economic Entomology, 111(4), 1966–1973.

Ravindran, V., Abdollahi, M. R., & Bootwalla, S. M. (2014). Nutrient analysis, metabolizable energy, and digestible amino acids of soybean meals of different origins for broilers. Poultry Science, 93(10), 2567–2577.

Ruhnke I, Normant C, Campbell DLM, Iqbal Z, Lee C, Hinch GN, Roberts J. Impact of on-range choice feeding with black soldier fly larvae (Hermetia illucens) on flock performance, egg quality, and range use of free-range laying hens. Anim Nutr. 2018 Dec;4(4):452-460.

Spranghers, T., Ottoboni, M., Klootwijk, C., Ovyn, A., Deboosere, S., De Meulenaer, B., Michiels, J., Eeckhout, M., De Clercq, P., & De Smet, S. (2017). Nutritional composition of black soldier fly (Hermetia illucens) prepupae reared on different organic waste substrates. Journal of the Science of Food and Agriculture, 97(8), 2594–2600

The effect of introducing Black Soldier fly (*Hermetia illucens*) larvae in feed mixtures on some productive indicators of laying hens

Yazan N. Al-Hasan[1*], Hassan Abbas[1], and Emad Al-Horani[2]

[1] Animal production Department. Faculty of Agriculture Engineering. Homs University, Syria

[3] General Commission for Scientific Agriculture Research, Syria

(*Corresponding author: Yazan N. Al-Hasan, Email: yalh8870@gmail.com)

Received: 13/ 11/ 2025 **Accepted:** 22/ 1/ 2026

Abstract

This study was conducted to evaluate the effect of partially replacing soybean meal with different levels of black soldier fly larvae (BSFL) meal on the productive performance and feed efficiency of laying hens. The experiment lasted for 60 laying weeks, using 150 laying hens, randomly distributed into five experimental groups. Each group consisted of three replicates, with 10 hens per replicate. The first group (G0, control) was fed a standard diet. For the other four groups, BSFL meal was included at increasing levels: G1 (4%), G2 (6%), G3 (8%), and G4 (10%). All groups were subjected to the same management and care conditions throughout the experimental period. The results showed a significant ($P < 0.05$) superiority of the group treated with 6% BSFL meal (G2) in all key productive parameters. This group recorded the highest egg production rate, egg weight, and daily egg mass. Furthermore, the same group (G2) achieved the best (lowest) feed conversion ratio, indicating its high economic efficiency compared to the control and other experimental groups is concluded from this study that the inclusion of black soldier fly larvae meal at a 6% level in the diets of laying hens is an effective strategy for improving productive performance and feed efficiency.

Keywords: Laying hens, black soldier fly larvae, *Hermetia illucens*, productive performance, feed conversion ratio, soybean meal.