

تأثير استخدام الأرجنين كإضافة علفية في مستوى هرمون التستوستيرون عند ديوك أمات اللحم روس (308)

ضياء الدين الشعبان* حسان حسن**

(الإيداع: 13 آب 2025 ، القبول: 9 تشرين الأول 2025)

الملخص:

أجريت هذه الدراسة بهدف إظهار أثر استخدام الأرجنين كإضافة علفية على الأداء الوظيفي للجهاز التناسلي عند ديوك أمات اللحم. استخدم في الدراسة 60 طائراً من ديوك أمات اللحم من سلالة (روس 308). تم توزيع الطيور على أربع مجموعات حيث ضمت كل مجموعة 15 طائراً، واعتبرت المجموعة S1 مجموعة الشاهد تمت تغذيتها حسب توصيات الشركة المنتجة للسلالة، والمجموعة S2 تمت تغذيتها حسب توصيات الشركة المنتجة للسلالة بالإضافة للأرجنين بنسبة (1كغ/طن علف) أما المجموعة الثالثة S3 أضيف الأرجنين فيها للخلطة العلفية بنسبة (2كغ/طن علف) و المجموعة الرابعة S4 ضمت 15 طائراً وأضيف الأرجنين فيها بنسبة (4كغ/طن علف)، سحبت العينات الدموية لفحص مستوى تركيز هرمون التستوستيرون على أربع مراحل في اليوم صفر (32 أسبوع) ثم بعد (15-30-60) يوم من بداية التجربة. بينت النتائج ارتفاعاً معنوياً ($P < 0.05$) في مستوى هرمون التستوستيرون في المجموعتين (S3-S4) بالمقارنة مع المجموعتين الشاهد S1 والمجموعة S2. لقد أظهرت النتائج أن استخدام الأرجنين كإضافة علفية إلى الخلطات العلفية له تأثير واضح على رفع مستوى تركيز هرمون التستوستيرون في بلازما الدم عند ديوك أمات اللحم (روس 308).

الكلمات المفتاحية: الأرجنين – ديوك أمات اللحم – هرمون التستوستيرون، روس 308.

*طالب ماجستير – قسم وظائف الأعضاء – كلية الطب البيطري جامعة حماة.

** مدرس – قسم وظائف الأعضاء – كلية الطب البيطري جامعة حماة.

The Effect of Using L-Arginine as a Feed Additive on Testosterone Levels in Ross 308 Broiler Breeder Roosters

Diaa Al-Din Al-Shaaban*

Hassan Hassan**

(Received: 13 August 2025, Accepted: 9 October 2025)

Abstract:

This study was conducted to demonstrate the effect of using L-Arginine as a feed additive on the functional performance of the reproductive system in Ross 308 broiler breeder roosters. The study used 60 Ross 308 broiler breeder roosters. The birds were distributed into four groups, with 15 birds in each group: Group S1 was the control group, fed according to the recommendations of the breeding company. Group S2 was fed according to the breeding company's recommendations with the addition of L-Arginine at a rate of (1 kg/ton of feed). Group S3 had L-Arginine added to the feed mixture at a rate of (2 kg/ton of feed). Group S4 had L-Arginine added at a rate of (4 kg/ton of feed).

Blood samples were drawn to examine testosterone concentration levels at four stages: on day zero (32 week), and then after 15, 30, and 60 days from the start of the experiment. The results showed a significant increase ($P < 0.05$) in testosterone levels in groups (S3 and S4) compared to the control group (S1) and group S2. We conclude that adding L-Arginine to the feed mixtures for Ross 308 broiler breeder roosters increases testosterone hormone. The results demonstrated that the addition of L-Arginine to the feed mixtures for Ross 308 broiler breeder roosters elevates the concentration of testosterone hormone in the blood plasma.

Key words: Arginine -Broiler Breeder Roosters -Testosterone-Ross308.

*Master's student – Department of Physiology – Faculty of Veterinary Medicine, Hama University.

**Lecturer – Department of Physiology – Faculty of Veterinary Medicine, Hama University.

المقدمة:

الدجاج هو اسم يُطلق على أكثر من 60 سلالة من الطيور المُتوسّطة الحجم وغير القادرة على الطيران، والتي شاع تدجينها واستئناسها بين البشر منذُ عُصور ما قبل التّاريخ من أجل الحصول على بيضها ولحومها. يُعتقد أن أصل كُلِّ الدجاج المُدجّن حالياً في مُختلف أنحاء العالم يعود إلى نوع من الطيور يُسمّى ديك الأدغال الأحمر الذي كان يعيش في الهند، ونجح البشر باستئناسه منذُ آلاف السنين، فنقلوه معهم إلى جميع القارات (Damerow, 2015؛ Lawler, 2014).

يعد البروتين عالي الجودة مع توازن الأحماض الأمينية الكافي أحد أهم العناصر الغذائية للطيور (Soares *et al.*, 2003)، ويمكن أن تؤدي المستويات غير الكافية من الأحماض الأمينية ومنها الأرجينين إلى انخفاض الأداء لأن نقص الأحماض الأمينية يسبب اضطراب تخليق البروتين (Lima *et al.*, 2016). وبما أن الأحماض الأمينية هي اللبنة الأساسية للبروتينات وضرورية لتنمية الأنسجة والأعضاء المناعية لذلك من المهم معرفة عمل الأحماض الأمينية وتأثيرها على أنظمة الطيور المختلفة (Reilly., 2006).

حيث تم العمل على تحسين انتاجية هذه الطيور من خلال مجموعة من الإضافات ضمن الخلطة العلفية ومن بين الكثير من الإضافات التي تضاف للخلطة يعتبر الأرجينين من الأحماض الأمينية الأساسية بالنسبة للدجاج لذلك يتوجب إضافته في الخلطة العلفية بشكل مستمر كون أن الدجاج يفقد إلى بعض الأنزيمات في دورة اليوريا لذلك لا يستطيع الدجاج تصنيع الأرجينين من الأورثين (Tamir *et al.*, 2005).

يوجد الأرجينين بتركيز عالية في الجلد والأنسجة الضامة والسائل المنوي كما يتواجد في العديد من الأطعمة منها كسبة فول الصويا واللحوم الحمراء والألبان والفول السوداني والعديد من المواد الأخرى Fletcher *et al.*, (2013).

وتشير الدراسات أن الأرجينين يحفز إفراز ال GNRH الذي ينعكس بالمحصلة على الأداء الإنتاجي لكل من الذكور والاناث (Barb *et al.*, 1995)، كما يلعب الأرجينين دوراً رئيسياً في تعديل دفاعات المضيف والمناعة الخلوية، كما أنه يشارك بنشاط في تكوين الحيوانات المنوية (Adman, 1970). ويقوم الأرجينين أيضاً بتعزيز معدل تحلل السكر، مما يؤدي إلى ارتفاع معدلات ATP وتوليد اللاكتات في الحيوانات المنوية (patel *et al.*, 1998).

يدخل الأرجينين في تغذية الدواجن (Brown & Arthur, 2001) كونه من الحموض الأمينية الأساسية وعلى عكس بعض الثدييات، فإن الدجاج غير قادر على تخليق الأرجينين بسبب عدم وجود أنزيم carbamoyl phosphate synthase ويعد هذا الأنزيم هو الأنزيم الرئيسي في تخليق الأرجينين وانخفاض نشاط اثنين من الإنزيمات الأخرى، أورنيثين ترانس كاربامويلاز Ornithine Transcarbamylase – OTC وأرجيناز الكبد Arginase-1 لذلك فإن المصدر الرئيسي للأرجينين هو الطعام (Yang *et al.*, 2016).

وقد أظهرت نتائج تجربة أجريت من قبل (Silva *et al.*, 2012) لتقييم آثار مكملات L-أرجينين الغذائية (L-Arg) على المعايير النسيجية للخصية وجودة السائل المنوي لذكور دجاج التسمين أن الأرجينين الغذائي بتركيز 2.33 غ/كغ أدى إلى تحسين وزن الخصيتين وحجم السائل المنوي وحركة الحيوانات المنوية عند الديوك. إضافة إلى ذلك، ارتفع تركيز هرمون التستوستيرون في مصل الديوك التي تغذت على 2.33 غ/كغ من الأرجينين. كما أشارت نتائج التغيرات النسيجية الخصوية إلى أن قطر تجويف الأنابيب المنوية وخلايا لايدج والحيوانات المنوية وعدد الخلايا المنوية كان أكبر في الطيور التي تلقت 3.22 غ/كغ من الأرجينين. ومع ذلك، فإن الطيور التي تغذت على نظام غذائي مكمل بتركيز 2.33 غ/كغ من الأرجينين كان لها قطر أنابيب منوية أكبر وعدد خلايا سيرتولي وخلايا الحيوانات المنوية أكبر من المجموعات الأخرى.

كما لوحظ أن هناك علاقة بين الأرجنين وأكسيد النتريك هذه العلاقة هي علاقة عمل تشاركية تؤثر بشكل مباشر على جهاز التناسل.

أما أكسيد النتريك (NO) فهو جزيء حيوي يلعب دوراً محورياً في الوظائف التناسلية، كما أشارت لجنة نوبل عام 1998 عند منح الجائزة للباحثين الذين اكتشفوا دوره في استرخاء العضلات الملساء (Ignarro *et al.*, 1999).

تعتمد آلية عمل NO على تفعيل أنزيم الغوانيلات سيكلاز، مما يحفز إنتاج cGMP الذي ينشط بدوره بروتين كيناز G (PKG)، مؤدياً إلى استرخاء الأنسجة العضلية الملساء (Burnett *et al.*, 2017). هذه الآلية تفسر نجاح أدوية الضعف الجنسي الحاوية على أكسيد النتريك في علاج ضعف الانتصاب.

وانطلاقاً من ضرورة العمل على الحد من الخسائر الاقتصادية الناتجة عن ضعف الخصوبة عند الديوك وإيجاد حلول علمية وعملية لمشاكل الخصوبة ورفع مستويات هرمون التستوستيرون لدى الديوك، فقد أجري هذا البحث بهدف دراسة تأثير استخدام الأرجنين على الأداء الوظيفي للجهاز التناسلي عند ديوك أمات اللحم.

المواد وطرق العمل:

مكان إجراء التجربة:

أجريت التجربة في إحدى المزارع الخاصة بمنطقة (كاسون الجبل) في محافظة حماة، كما أجريت التحاليل الكيميائية الحيوية في مخبر خاص في مدينة حماة، وتم تحضير العينات النسيجية في مخبر كلية الطب البيطري.

حيوانات التجربة وظروف الايواء:

استخدم (٦٠) ديك من عرق روس 308 وقد تمت تربيتها من عمر يوم الى عمر 32 اسبوع بحظائر مجهزة حسب توصيات الشركة المنتجة للعرق من حيث (الكثافة، درجة الحرارة، معدل التهوية ..الخ) وقد أعطيت حيوانات التجربة الخلطة العلفية حسب جدول الاحتياجات الغذائية المدرج في كاتالوغ شركة روس 308 مع توفير الماء بشكل حر، ثم تم تقسيم الطيور وفق المجموعات وإضافة الأرجنين في عمر 32 أسبوع أي في مرحلة الإنتاج.

تحضير حظيرة التربية:

أجريت التجربة في إحدى المزارع الخاصة في منطقة (كاسون الجبل) بمحافظة حماة حيث جهزت الحظيرة ضمن إجراءات الأمن الحيوي حيث غسلت ونظفت أرضية الحظيرة وجدرانها ونوافذها والمعالف والمشارب ثم طُهرت الحظيرة باستخدام محلول الفورمالين ثم تركت لمدة 24 ساعة وبعد ذلك تم فرش الأرضية بنشارة الخشب النظيفة والخالية من الأجسام الغريبة ثم وضعت المعالف والمشارب بالعدد والنوع المطلوب ووضعت أحواض مملوءة بمادة اليود لتعقيم الأرجل أمام باب الحظيرة.

المواد المستخدمة:

تم استخدام الأرجنين بعد شرائه من السوق المحلية على شكل المستحضر التجاري (L-arginine 99%) المصنع من قبل الشركة الهندية للإضافات العلفية Adelbert vegyszerek يوضح الشكل (رقم 1) مستحضر الأرجنين المستخدم في التجربة حيث تمت إضافة الأرجنين للخلطة العلفية ضمن خلط الأعلاف الموجود ضمن المزرعة دون الحاجة لخلط أفقي للمادة المستعملة في التجربة.



الشكل رقم (1): مستحضر الأرجينين المستعمل

تصميم التجربة:

المجموعة الأولى: (S1) تم تقديم الماء والعلف لحيوانات المجموعة حسب جداول الشركة المنتجة للعرق Aviagen Ross 308 nutrition specifications 2021.

المجموعة الثانية: (S2) تم تقديم الماء والعلف لحيوانات المجموعة حسب جداول الشركة المنتجة للعرق Aviagen Ross 308 nutrition specifications 2021 وتم إضافة الأرجينين بنسبة (1كغ/طن علف).

المجموعة الثالثة: (S3) تم تقديم الماء والعلف لحيوانات المجموعة حسب جداول الشركة المنتجة للعرق Aviagen Ross 308 nutrition specifications 2021 وتم إضافة الأرجينين بنسبة (2كغ/طن علف).

المجموعة الرابعة: (S4) تم تقديم الماء والعلف لحيوانات المجموعة حسب جداول الشركة المنتجة للعرق Aviagen Ross 308 nutrition specifications 2021 وتم إضافة الأرجينين بنسبة (4كغ/طن علف).

المعايرة الهرمونية:

في بداية التجربة بعمر (32) أسبوعاً ثم بعد (15-30-60) يوم من بداية التجربة تم جمع عينات الدم من المجموعات عن طريق سحب الدم من الوريد الجناحي وحفظت العينات بأنابيب حاوية على مضاد التخثر heparin ثم نقلت للمختبر الخاص حيث تم تثقيف عينات الدم والحصول على البلازما وقياس مستوى تركيز هرمون التستوستيرون عن طريق جهاز المقايسة المناعية المفلورة I-chroma.

التحليل الإحصائي:

نظمت البيانات والمعطيات في جداول باستخدام برنامج (EXCEL) وتم تحليل النتائج باستخدام برنامج التحليل الإحصائي (IBM SPSS STATISTICS) بالإصدار 24 حيث تمت مقارنة المتوسطات الحسابية للمتغيرات المدروسة بين مجموعات التجربة عن طريق اختبار تحليل التباين أحادي الاتجاه (One-Way-ANOVA)، واعتبرت الفروقات معنوية عند مستوى الدلالة (الاحتمالية) ($P < 0.05$).

النتائج والمناقشة:

النتائج:

نظراً للدور الكبير الذي يلعبه الأرجينين في السلسلة الغذائية للطيور الداجنة بشكل عام، وأما الدجاج بشكل خاص فقد أجريت هذه الدراسة لمعرفة درجة تأثيره على مستوى تركيز هرمون التستوستيرون عند هذه الحيوانات وقد أظهرت نتائج

الدراسة لقيم مستوى تركيز هرمون التستوستيرون في الدم بعد 15 يوم من بدء التجربة المدروسة في الجدول رقم (1) والمخطط رقم (1) وجود فروق معنوية ($p < 0.05$) لدى مقارنة مجموعة الشاهد (S1) مع كل من المجموعة الثالثة والمجموعة الرابعة (S3-S4)، حيث لوحظ ارتفاع معنوي ($p < 0.05$) في مستوى تركيز الهرمون حيث بلغ تركيزه عند مجموعة الشاهد (S1) (430 نانوغرام/دل) وكانت تراكيته في كل من المجموعة الثالثة والمجموعة الرابعة (S3-S4) (500-520 نانوغرام/دل) على التوالي. بينما بلغ تركيزه (435 نانوغرام/دل) غير معنوي ($P \geq 0.05$) لدى مقارنة مجموعة الشاهد (S1) مع المجموعة الثانية (S2).

كما أظهرت نتائج الدراسة لقيم مستوى تركيز هرمون التستوستيرون في الدم بعد شهر من بدء التجربة المدروسة في الجدول رقم (1) والمخطط رقم (1) وجود فروق معنوية ($p < 0.05$) لدى مقارنة مجموعة الشاهد (S1) مع كل من المجموعة الثالثة والمجموعة الرابعة (S3-S4)، حيث لوحظ وجود ارتفاع معنوي بلغ تركيزه عند مجموعة الشاهد (S1) (340 نانوغرام/دل) وكانت تراكيته في كل من المجموعة الثالثة والمجموعة الرابعة (S3-S4) (435-440 نانوغرام/دل) على التوالي. بينما كان تركيزه (350 نانوغرام/دل) غير معنوي ($P \geq 0.05$) لدى مقارنة مجموعة الشاهد (S1) مع المجموعة الثانية (S2).

وكذلك لوحظ وجود فروق معنوية ($p < 0.05$) في الجدول رقم (1) والمخطط رقم (1) بعد شهرين من بدء التجربة المدروسة لدى مقارنة مجموعة الشاهد (S1) مع كل من المجموعة الثالثة والمجموعة الرابعة (S3-S4)، حيث حصل ارتفاع معنوي في تركيز الهرمون بلغ تركيزه عند مجموعة الشاهد (S1) (301 نانوغرام/دل) وكانت تراكيته في كل من المجموعة الثانية والمجموعة الثالثة (S3-S4) (395-408 نانوغرام/دل) على التوالي. بينما كان تركيزه (313 نانوغرام/دل) غير معنوية ($P \geq 0.05$) لدى مقارنة مجموعة الشاهد (S1) مع المجموعة الثانية (S2).

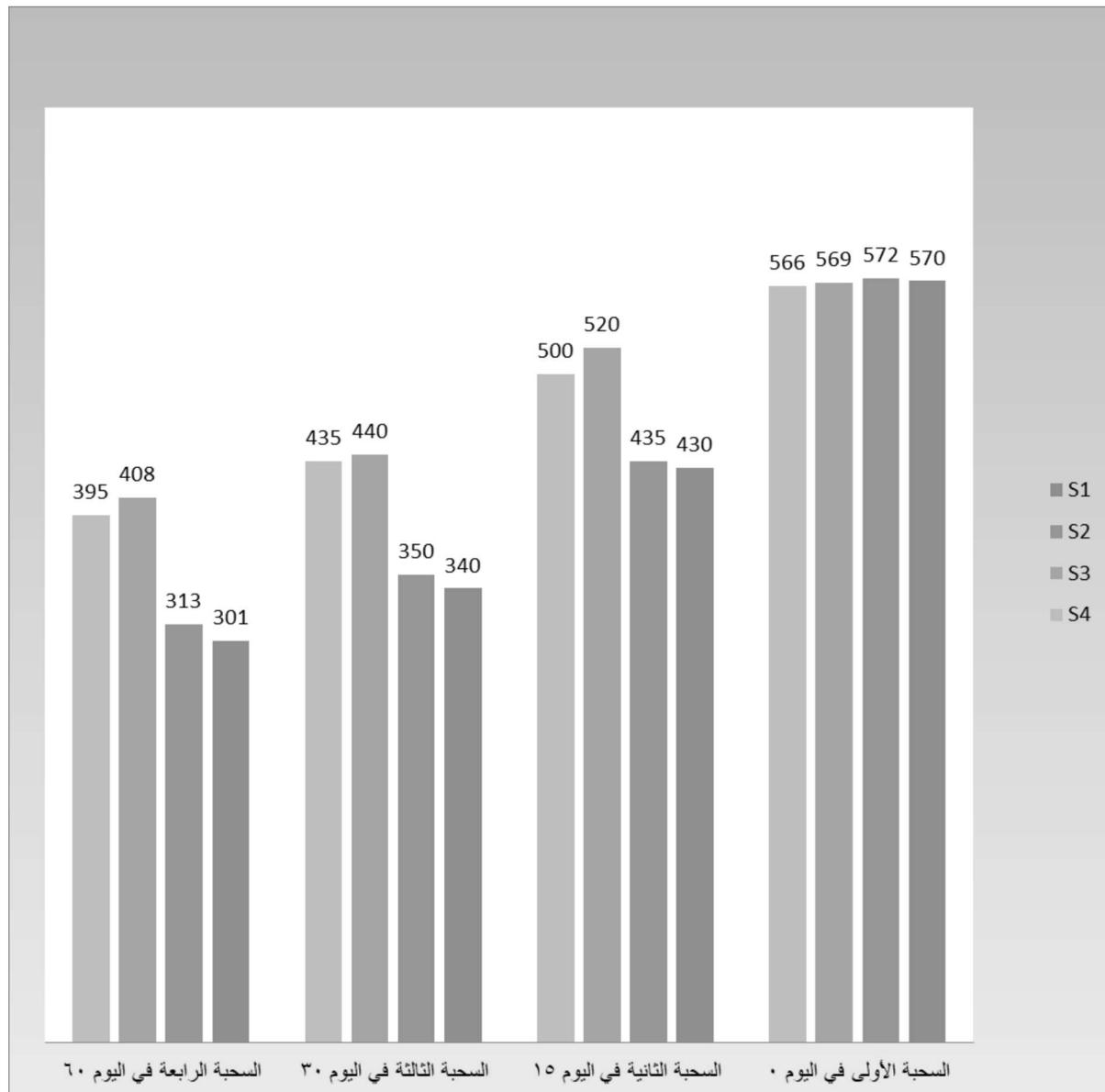
وأظهرت النتائج أيضاً في أول سحبة استقصائية عدم وجود فروق معنوية ($P \geq 0.05$) لدى مقارنة مجموعة الشاهد مع باقي المجموعات المدروسة.

الجدول رقم (1): التغيرات في مستوى تركيز هرمون التستوستيرون في الدم بنانوغرام/دل

التغيرات في مستوى تركيز هرمون التستوستيرون في الدم بنانوغرام/دل				
زمن أخذ العينة	أول سحبة استقصائية	بعد 15 يوم	بعد شهر من بدء التجربة	بعد شهرين من بدء التجربة
مجموعات	المتوسط الحسابي ± الانحراف المعياري			
مجموعة الشاهد (S1)	1.8± ^a 570	7.21± ^a 430	3.46± ^a 340	5.57± ^a 301
المجموعة الثانية (S2)	2.4± ^a 572	5.29± ^a 435	4.58± ^a 350	9.17± ^a 313
المجموعة الثالثة (S3)	2.1± ^a 569	5.57± ^c 520	5.57± ^b 440	9.17± ^b 408
المجموعة الرابعة (S4)	1.6± ^a 566	9.54± ^b 500	7.55± ^b 435	7± ^b 395

تدل الرموز a,b,c على وجود فروقات معنوية ذات دلالة احصائية عند مستوى الدلالة 5% في حال اختلافها ضمن نفس العمود، عند المقارنة بين مجموعات التجربة المدروسة فيما بينها، باستخدام اختبار تحليل التباين أحادي الاتجاه (One-)

Way-ANOVA)، في البرنامج الإحصائي SPSS 24 حيث اعتُبرت الفروقات معنوية عند مستوى الدلالة (الاحتمالية) $(P < 0.05)$.



المخطط رقم (1): متوسط التغيرات في مستوى تركيز هرمون التستوستيرون بين المجموعات بالنانوغرام/دل حسب الفترة الزمني.

3-2- المناقشة:

أظهرت النتائج في (الجدول 1) ارتفاعاً معنوياً ($P < 0.05$) لدى المجموعتين الثالثة والرابعة (S3-S4) خلال جميع الفترات الزمنية (15، 30، 60 يوماً). هذا التطابق الزمني في التحسن يشير إلى استجابة تراكمية للأرجنين، حيث تعززت التأثيرات مع زيادة مدة التعرض. وتؤيد هذه النتائج ما توصل إليه دراسة Zhou وزملاؤه (2019) التي ربطت بين تناول الأرجنين وتحفيز إنتاج أكسيد النيتريك (NO) عبر تنشيط إنزيم NOS (أكسيد النيتريك سينثيز). حيث يلعب أكسيد النيتريك دوراً حاسماً في تحسين الدورة الدموية الخصوية من خلال توسيع الأوعية الدموية مما يزيد من تدفق الدم المحمل بالأكسجين والعناصر المغذية إلى أنسجة الخصية. هذا التحسن في التروية الدموية يحفز بدوره خلايا Leydig لزيادة إنتاج هرمون التستوستيرون كما أن الدراسة التي قام بها chen وزملاؤه (2020) وجدت ارتباطاً مباشراً بين مستويات NO وتركيزات التستوستيرون في البلازما.

كما أظهرت النتائج أن للأرجنين دور كمادة واقية من الإجهاد التأكسدي، فبالإضافة إلى دوره في إنتاج (No) يعمل الأرجنين كمركب طليعي للجلوتاثيون، وهو أحد مضادات الأكسدة الرئيسية في الخصية. هذا التفسير يتوافق مع نتائج Aydi وزملاؤه (2016) التي أظهرت أن الأرجنين يقلل من مستويات الجذور الحرة وبيروكسيد الهيدروجين ويحمي الخصيتين من التلف التأكسدي. وقد أكدت دراسة حديثة أجراها El-Boshy وزملاؤه (2022) أن مكملات الأرجنين تزيد من نشاط إنزيمات مضادات الأكسدة مثل السوبر أكسيد ديسموتاز (SOD) في أنسجة الخصية، مما يوفر بيئة مثالية لإنتاج الهرمونات والحيوانات المنوية.

أما بالنسبة للمجموعة الأولى (S2) فقد أظهرت نتائجنا عدم وجود تحسن معنوي في مستويات تراكيز هرمون التستوستيرون خلال فترة الدراسة. هذا يتفق مع استنتاجات Traish وزملاؤه (2018) التي أشارت إلى أن الجرعات المنخفضة من الأرجنين قد تكون دون العتبة العلاجية اللازمة لتحفيز المحور الوطائي-النخامي-الخصوي HPG Axis بشكل كافٍ. وقد وجد Ibrahim وزملاؤه (2020) تفسيراً إضافياً يتمثل في ضرورة تعريض أطول للجرعات المنخفضة، حيث لاحظ الباحثون أن التأثيرات الهرمونية للأرجنين تظهر بوضوح بعد تجاوز 8 أسابيع من تناول المستمر. كما أن دراسة Wu وزملاؤه (2023) اقترحت أن العوامل الفردية مثل العمر والحالة الصحية الأولية للطيور قد تؤثر على الاستجابة للمكملات الغذائية.

4-الاستنتاجات:

1-ارتفاع ملحوظ في مستوى تركيز هرمون التستوستيرون في المجموعات التي تلقت جرعات عالية من الأرجنين (2-4) كغ/طن علف.

2-أظهرت المجموعة الثالثة أفضل ارتفاع في مستوى الهرمون على طول التجربة.

3-هناك ارتباط وثيق بين تأثير الأرجنين وأكسيد النيتريك.

4-الجرعة المثلى للأرجنين يجب ألا تقل عن 2 كغ لكل طن علف وألا تزيد عن 3 كغ.

5-التوصيات:

1-تطبيق الجرعة 2 كغ/طن علف في مزارع أمات الفروج لما أظهرته هذه الجرعة من قدرة على تحسين تركيز مستوى هرمون التستوستيرون.

2-إجراء أبحاث إضافية لدراسة تأثير الأرجنين مع إضافات علفية أخرى مثل (السلينيوم-فيتامين هـ).

3-توسيع نطاق البحث في الأرجنين ليشمل سلالات أخرى من أمات الفروج.

4-دراسة تأثير الأرجنين على الهرمونات الأنثوية في قطعان الدجاج البياض.

5-المراجع:

- Adman, M. (1970). Effect of arginine on oligospermia. *Fertility and Sterility*, 21, 217–219 .
- Aydin, M., Keles, I., Yilmaz, B., Odaci, E., Kose, E. (2016). L-ARGININE AND ANTIOXIDANT SUPPLEMENTATION ON TESTICULAR FUNCTION. *Journal OF Animal Physiology AND Animal Nutrition*. .
- Barb, C. R., Kraeling, R. R., & Rampacek, G. B. (1995). Role of neuropeptides in control of growth hormone secretion in swine. *Livestock Production Science*, 42(2–3), 129–136
- Brown, K. M., & Arthur, J. R. (2001). Selenium, selenoproteins and human health: A review. *Public Health Nutrition*, 4(2b), 593–599 .
- Burnett, A. L., Lowenstein, C. J., Bredt, D. S., Chang, T. S., & Snyder, S. H. (2017). Nitric oxide in penile erection. *Nature Reviews Urology*, 14(10), 643–653 .
- Chen, J., Zhang, Y., Wang, C., Lü, W., & Jin, Y. (2020). Arginine–NO pathway and testosterone synthesis. *Poultry Science*.
- Damerow, G. (2015). *The chicken encyclopedia: An illustrated reference*. Storey Publishing.
- El-Boshy, M., El-Sayed, R., El-Gazzar, A., El-Sayed, A. (2022). Antioxidant EFFECTS OF ARGININE IN TESTIS. *Bmc Veterinary Research*.
- Fletcher, M., Ramirez, M. E., Sierra, R., Raber, P., & Rodriguez, P (2013). Modulation of T cell function through L–arginine metabolism: A new therapy from an old enemy. *Journal for Immunotherapy of Cancer*, 1(1), 10.
- Ibrahim, H. A., Zhu, Y., Wu, C., Lu, C., Ezekwe, M. O., Liao, S. F., Huang, K. (2020). Dose–DEPENDENT EFFECTS OF ARGININE ON MALE REPRODUCTION. *Asian Journal OF Andrology*.
- Ignarro, L. J., Cirino, G., Casini, A., & Napoli, C. (1999). Nitric oxide as a signaling molecule. *Annual Review of Pharmacology and Toxicology*, 39, 1–30 .
- Lawler, A. (2014). *Why did the chicken cross the world?: The epic saga of the bird that powers civilization*. Atria Books .
- Lima, D.B., Lima, T.B., Balbuena, T.S., Neves–Ferreira, A. G. C., Barbaro, K. C., Gozzo, F.C.(2006). Amino acid deprivation disrupts protein synthesis homeostasis and induces survival pathways in *Anopheles aquasalis* cells. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA)–Molecular Cell Research*,1863(5),973–983.
- Patel, A. B., Srivastava, S., Phadke, R. S., & Govil, G. (1998). Arginine activates glycolysis of goat epididymal spermatozoa: An NMR study. *Biophysical Journal*, 75(3), 1522–1528 .

- Reilly, C. (2006). Selenium in foods. In C. Reilly (Ed.), *Selenium in food and health* (pp. 158–172). Springer .
- Silva, L. M. G. S., Murakami, A. E., Fernandez, J. I. M., Dalla Rossa, D., & Urgnani, F. J. (2012). Effects of dietary arginine supplementation on broiler breeder egg production and hatchability. *Brazilian Journal of Poultry Science*, 14(4), 233–304 .
- Soares, R. D. A. T., Fonseca, J. B., Santos, A. S. O., & Mercandante, M. B. (2003). Protein requirement of Japanese quail (*Coturnix coturnix japonica*) during rearing and laying periods. *Brazilian Journal of Poultry Science*, 5, 153–156 .
- Tamir, H., Ratner, S., & Bengal, E. (2005). Metabolic constraints on arginine biosynthesis in avian species. *Journal of Nutrition*, 135(5), 1238–1245.
- Traish, A. M., Toselli, P., Jeong, S. J., Kim, N. N. (2018). Arginine SUPPLEMENTATION IN MALE INFERTILITY. *International Journal OF Impotence Research*
- Wu, G., Bazer, F. W., Davis, T. A., Kim, S. W., Li, P., Marc Rhoads, J., Carey Satterfield, M., Smith, S. B., Spencer, T. E., Yin, Y. (2023). Individual VARIABILITY IN RESPONSE TO ARGININE. *Nutrients*.
- Yang, H., Ju, X., Wang, Z., Yang, Z., Lu, J., & Wang, W. (2016). Effects of arginine supplementation on organ development, egg quality, serum biochemical parameters, and immune status of laying hens. *Revista Brasileira de Ciência Avícola*, 18(1), 181–186 .
- Zhou, Q., Li, M., Wang, X., Li, Q., Wang, T., Zhu, Q., Zhou, X., Wang, Y., Gao, T., & Wang, J. (2019). Arginine and nitric oxide synthase in poultry. *Poultry Science*.