التأثير الإنفرادي والتضامني لإضافة الزنك وفيتامين E الى العليقة في الصفات الإنتاجية لفروج اللحم تحت ظروف الإجهاد التأكسدي

مهند ثويني أحمد المعاضيدي[1] وحسام حكمت نافع
كلية الزرعة/ جامعة الأنبار

الخلاصة

أجريت هذه الدراسة في حقل الطيور الداجنة التابع لقسم الإنتاج الحيواني/ كلية الزراعة/ جامعة الأنبار– في الموقع البديل (أبي غريب) للمدة من6 /2016/10 لغاية 11/16/ 2016 لمدة 42 يوماً، وهدفت الى معرفة التأثير الأنفرادي والتضامني لإضافة الزنك وفيتامين E الى العليقة في الصفات الأنتاجية لفروج اللحم تحت ظروف الاجهاد التأكسدي المستحدث بإضافة بيروكسيد الهيدروجين (H_2O_2) الى ماء الشرب من عمر 10 يوم بتركيز 0.5% لجميع المعاملات ماعدا معاملة السيطرة السالبة (المعاملة الاولى). أستعمل في التجربة 288 فرخاً من فروج اللحم غير مجنس (Ross 308) بعمر يوم واحد بمعدل وزن 38غم، وزعت الأفراخ عشوائياً على 8 معاملات بواقع 3 مكررات لكل معاملة (المكرر/12 فرخ) كانت المعاملة الأولى خالية من أي إضافة (سيطرة سالبة) والمعاملة الثانية تضمنت اضافة 0.5% H_2O_2 الى ماء الشرب في عمر 10 يوم (سيطرة موجبة). والمعاملة الثالثة والرابعة تضمنت أضافة فيتامين E للعليقة بمستوى 80 و160ملغم/كغم علف على التوالي، أما المعاملة الخامسة والسادسة تضمنت أضافة الزنك للعليقة بمستوى 40 و80 ملغم/ كغم علف، أما المعاملة السابعة والثامنة تضمنت أضافة خليط الزنك+ فيتامينE (40 + 80 و80+ 160 ملغم/ كغم علف على التوالي). أظهرت نتائج معدل وزن الجسم الحي لفروج اللحم عند عمر 6 أسابيع ومعدل الزيادة الوزنية التراكمية من 1 إلى 42 يوم ان جميع معاملات التجربة قد تفوقت معنوياً ($0.05>$أ) على معاملة T2، أما معدل استهلاك العلف التراكمي لفروج اللحم أظهرت النتائج حصول تفوق عالي المعنوية ($0.01>$أ) لصالح المعاملتين T1 وT8 مقارنة بباقي المعاملات، كما لوحظ حصول تفوق معنوي ($0.05>$أ) لصالح المعاملتين T3 وT4 في معامل التحويل الغذائي التراكمي مقارنة بباقي المعاملات. أظهرت من النتائج الحالية بأن إضافة فيتامين E بمستوى 80 ملغم/ كغم علف أو الزنك بمستوى 80 ملغم/ كغم علف بشكل منفرد أو تضامني في العلائق يمكن أن يحسّن الأداء الإنتاجي لفروج اللحم.

الكلمات المفتاحية: الزنك، فيتامين E، الإجهاد التأكسدي، فروج اللحم.

e-mail: Hussam_979@yahoo.com.

The effect of Individual and combining to adding zinc and vitamin E to the diet in productive traits of broiler chickens under oxidative stress condition

M. T. A. Al- Maadhedy and H. H. Nafia
College of Agriculture/ University of Anbar

Abstract

This study was conducted in the Poultry Farm of the Department of Animal Production/ College of Agriculture/ Anbar University- in the alternative site (Abu Ghraib from 6/10/2016 to 16/11/2016 (42 days), to evaluate individual and combining effects of adding zinc and vitamin E to the diet in productive and physiological traits of broilers under oxidative stress conditions. Oxidative stress was introduced by adding hydrogen peroxide (H_2O_2) to drinking water from 10 days with 0.5% For all treatments except the negative control treatment (first treatment) Two hundred and eighty two, unsexed one day old chicks (Ross 308) were used at average BW 38 g were randomly allotted into 8 treatments with 3 replicate pens per treatment and 12 broilers in

[1] جزء من رسالة ماجستير للباحث الأول

each pen for 42 d. The first treatment is free of any addition (negative control), The second treatment included the addition of H_2O_2 0.5% to drinking water at the age of 10 days (positive control), the third and fourth treatments diets were supplemented with80 and 160 mg/ kg feed vitamin E respectively, while the fifth and sixth diets were supplemented with 40 and 80 mg/ kg feed zinc respectively. The seventh and eighth treatments diets were supplemented with zinc + vitamin E mixture (40+80 and 80+160 mg/ kg feed respectively), The results showed average body weight for broilers at the age of 6 weeks and the rate of weight gain cumulative (1 to 42 days) that all experimental treatments have improved significantly ($P<0.05$) on the treatment 2, The cumulative feed consumption of broiler s showed results high significant ($P <0.01$) in the treatments T1 and T8 compared to other treatments, It was also noted significant superiority ($P<0.05$) for T3 and T4 in the cumulative feed conversion coefficient compared to other treatments. Current results showed that supplementation with 80 mg/ kg of feed or zinc at 80 mg/ kg level fed individually or combination could improve the productive traits of broiler.
Key words: Znic, vitamin E, Oxidative stress, Broiler chickens.

المقدمة

شهدت تربية فروج اللحم اهتماماً كبيراً من قبل العديد من الباحثين والمربين وطبقت وسائل عديدة من شأنها تقليل الأمراض الناتجة عن العمليات الأيضية كذلك المحاولة لإيجاد حلول غير مكلفة مادياً وتقليل الخسائر الاقتصادية للمربين وتحسين الأداء الإنتاجي لفروج اللحم لسد حاجة السوق من لحوم الدواجن ومن اهم المشاكل الايضية التي تصيب الدواجن الاجهاد التأكسدي (Oxidative Stress) والذي يمكن تعريفه بأنه حالة عدم توازن بين انتاج الجذور الحرة والتخلص منها من قبل مضادات الأكسدة مما يسبب تلف الانسجة ومشاكل صحية للطير (1). عند غياب مضادات الأكسدة في العليقة فأن ذلك يؤدي الى زيادة في مستوى الجذور الحرة داخل الجسم ومن ثم زيادة عمليات الأكسدة يقابلها ضعف في النظام الدفاعي المضاد للأكسدة مؤدياً الى تجمع منتجات بيروكسيدات الدهون في خلايا الكبد (Lipid peroxidation) وهذه العوامل تؤدي الى حصول ضرر في أغلفة الخلايا الكبدية والتراكيب الداخلية للخلية واستمرار هذه الزيادة المفرطة في تفاعلات الأكسدة يمكن أن تلحق أضراراً في المكونات الحيوية للأغشية الخلوية (2). مضادات الأكسدة هي مواد تمنع الأكسدة والتفاعلات الكيميائية التي تستخدم الاوكسجين وهي بذلك تحمي المكونات الحيوية في أغلفة الخلايا الحية من التلف وتقلل من الضرر الذي يصيب الخلايا بفعل الجذور الحرة داخل الجسم (3). إن الهدف من إضافة مضادات الأكسدة ليس فقط التخفيف من شدة الإجهاد بل أيضا يجب ان تكون أمنة واقتصادية إذ يلاحظ في الآونة الأخيرة ان الشركات العالمية اتبعت وسائل عدة في تعديل النظام الغذائي للطيور الداجنة وبما ينسجم مع القابلية الإنتاجية والصحية وذلك عن طريق الإضافات الغذائية التي تكون بنسب معينة موصى بها إلى العليقة للحد من تكوين الجذور الحرة في جسم الطير ومن بين هذه المواد الداخلة كمضادات للأكسدة في علائق الدواجن هي الفيتامينات والعناصر المعدنية مثل فيتامين E والزنك Zn (4، 5). يعد الزنك ذو اهمية كبيرة لما يؤديه من دور مهم في عمليات الايض التي تدخل في بناء الجسم وتقوية مناعته كما يعد الزنك من العناصر المعدنية المهمة التي تضاف في علائق الدواجن إذ يؤدي دوراً كبيراً كمضاد اكسدة وتحسين معدل النمو والاستجابة المناعية والتقليل من المشاكل المتعلقة بالإجهاد. تشير بعض الدراسات الى ضرورة اضافة الزنك الى العليقة بمقدار 40 جزء بالمليون وبحسب توصيات المجلس الوطني للبحوث ما بين 40 ملغ/ كغ و75 ملغ/ كغم من العليقة (6). اما عن فيتامين E يعد أحد اهم انواع الفيتامينات الذائبة بالدهن، ويعد من المركبات المضادة للأكسدة (Antioxidants) داخل جسم الطير وهو مهم للمحافظة على الاحماض الدهنية الغير مشبعة (Unsaturated fatty acids) ، كما يؤدي فيتامين E دوراً مهماً في تحطيم الجذور الحرة التي تهاجم

غشاء الخلية والبروتينات الدهنية في البلازما ويوفر حماية للخلية عن طريق تفاعله مع الجذور البيروكسدية (7)، ونظراً لقلة الدراسات الخاصة باستخدام فيتامين E والزنك في علائق فروج اللحم لذلك هدفت هذه التجربة لغرض معرفة تأثيرهما بشكل منفرد أو تضامني في الصفات الإنتاجية لفروج اللحم تحت ظرف الاجهاد التأكسدي المستحدث.

المواد وطرائق العمل

أجريت هذه الدراسة في حقل الطيور الداجنة التابع لقسم الإنتاج الحيواني/كلية الزراعة /جامعة الأنبار– في الموقع البديل (أبي غريب) للمدة من 2016/10/6 لغاية 11/16/ 2016 (42 يوماً) تمت إضافة الزنك وفيتامين E الى العليقة بالشكل الأنفرادي والتضامني من عمر يوم واحد الى نهاية التجربة، وأستحدث الاجهاد التأكسدي بإضافة بيروكسيد الهيدروجين (H_2O_2) الى ماء الشرب من عمر 10– 42 يوم بتركيز 0.5% من ماء الشرب لجميع المعاملات عدا معاملة السيطرة السالبة(المعاملة الأولى)، وبمعدل مرتين باليوم إذ يتم استبدال الماء في الساعة 8 صباحاً والساعة 2 ظهراً وذلك لضمان استمرار تأثير بيروكسيد الهيدروجين. أستعمل في التجربة 288 فرخاً من فروج اللحم غير المجنس (Ross 308) بعمر يوم واحد بمتوسط وزن 38 غم بلجيكي المنشأ استلمت الأفراخ من مفقس الرافدين الواقع في ابي غريب. وزعت الأفراخ عشوائياً على 8 معاملات بواقع 3 مكررات لكل معاملة ويحتوي المكرر الواحد 12 فرخاً وتضمنت المعاملات ما يلي: المعاملة الأولى: السيطرة السالبة بدون أي إضافة. المعاملة الثانية: السيطرة الموجبة إضافة 0.5% H_2O_2 إلى ماء الشرب. المعاملة الثالثة: إضافة فيتامين E للعليقة بمستوى 80 ملغم/ كغم علف. المعاملة الرابعة: إضافة فيتامين E للعليقة بمستوى 160 ملغم/ كغم علف. المعاملة الخامسة: إضافة الزنك للعليقة بمستوى 40 ملغم/ كغم علف. المعاملة السادسة: إضافة الزنك للعليقة بمستوى 80 ملغم/ كغم علف. المعاملة السابعة: إضافة خليط الزنك + فيتامين E (40+80 ملغم/ كغم علف على التوالي). المعاملة الثامنة: إضافة خليط الزنك + فيتامين E (80+160 ملغم/ كغم علف على التوالي). غذيت الطيور على عليقة بادئ ونمو ونهائي وكما مبينة في الجدول (1) واتبع البرنامج الصحي والوقائي الموصى به من قبل الطبيب البيطري المختص طيلة مدة التربية. تم وزن الأفراخ نهاية كل أسبوع وبشكل فردي، ثم حسب معدل وزن الجسم الحي من خلال قسمة المجموع الكلي لأوزان الطيور في نهاية الأسبوع على عدد الطيور في نهاية الاسبوع (8)، وتم حساب الزيادة الوزنية عن طريق معدل وزن الجسم عند نهاية الأسبوع مطروح منه معدل وزن الجسم عند بداية الأسبوع (8)، ثم حسب معدل استهلاك العلف من خلال قسمة كمية العلف المستهلكة خلال الأسبوع على عدد الطيور الحية في نهاية الأسبوع(9)، وحسب معامل التحويل الغذائي خلال قسمة كمية العلف المستهلكة مقسومة على الزيادة الوزنية (9). تمت إضافة الزنك على شكل كبريتات الزنك المائية (ZNSO4.7H2O) إذ تم الحصول عليه من مكتب الزيدان العلمي الكائن في محافظة بغداد/ باب المعظم من إنتاج شركة BDH England على شكل مسحوق بلوري ابيض اللون درجة نقاوته 99.5%، أما فيتامين E وبيروكسيد الهيدروجين تم الحصول عليهما من مكتب البشير العلمي الكائن في محافظة بغداد/ باب المعظم حيث كان الفيتامين على شكل الفا– توكوفيرول (α-tocopherol) من إنتاج شركة Asure Biotech الصينية على هيئة مسحوق أبيض اللون.

جدول (1) النسب المئوية والتركيب الكيميائي المحسوب لمكونات العلائق المستخدمة في التجربة

المادة العلفية	عليقة البادئ 1-11 يوم	عليقة النمو 12-22 يوم	عليقة النهائي 23-42 يوم
ذرة صفراء	54.7	59.7	61
حنطة	7	7	7
كسبة فول الصويا (44% بروتين)	30	24	21.5
مركز بروتيني* (40%)	5	5	5
زيت نباتي	1	2	3.5
ثنائي فوسفات الكالسيوم	0.55	0.4	0.2
حجر الكلس	1.1	1.2	1.2
ميثايونين	0.16	0.17	0.14
لايسين	0.19	0.2	0.16
ملح الطعام	0.3	0.3	0.3
المجموع	%100	%100	%100
التركيب الكيميائي المحسوب **			
طاقة ممثلة (كيلو سعرة/ كغم)	2978	3089	3207
البروتين الخام (%)	21.9	19.4	18.3
لايسين %	1.39	1.24	1.13
ميثايونين+ سستين%	1.02	0.96	0.90
الياف %	2.7	2.6	2.5
كالسيوم%	0.90	0.88	0.83
فوسفور متاح%	0.45	0.42	0.38
الزنك (ملغم/ كغم)	41.56	38.34	36.98
فيتامين E (ملغم/ كغم)	43.94	44.84	45.01

*المركز البروتيني لتغذية الدواجن Brocorn-5 special W المنتج من قبل شركة (WAFI B.V. ALBLASSERDAM HOLLAND) يحتوي على: البروتين الخام 40%، الدهن الخام 5%، الألياف الخام 2.20%، الرطوبة 7.13%، الرماد 28.32، كالسيوم 4.50%، فسفور 2.65%، فسفور متوفر 4.68%، لايسين 385%، مثيونين 3.70%، مثيونين + سستين 4.12%، تربتوفان 0.42%، ثريونين 1.70%، الطاقة الممثلة 2107، سلينيوم 2.30% والنحاس 4%. **حسب قيم التركيب الكيميائي حسب N.R.C (10).

أجريت عملية التحليل الإحصائي باتجاه واحد (One way analysis) إذ شمل الاتجاه تأثير المعاملات الثمانية وبإتباع الموديل الخطي العام (General Linear Model) وباستعمال برنامج SAS الإحصائي الجاهز الإصدار 9.1 (11). وتم اختبار الفروق المعنوية بين متوسطات الصفات باستعمال اختبار Duncan متعدد الحدود (12) عند مستوى المعنوية 0.05 و 0.01.

النتائج والمناقشة

- **وزن الجسم:** بينت النتائج الموضحة في الجدول (2) الذي يتضمن تأثير معاملات التجربة في وزن الجسم الحي لفروج اللحم للأعمار المختلفة ولمدة ستة أسابيع، في الأسبوع الأول لم يلاحظ وجود فروق معنوية بين جميع معاملات التجربة المختلفة. أما في الأسبوع الثاني لوحظ تفوق معنوية ($0.05>$أ) في معدلات أوزان الجسم لصالح المعاملات T6 (إضافة الزنك للعليقة بمستوى 80 ملغم/ كغم علف) والمعاملة T7 (إضافة خليط الزنك + فيتامين E 40+80 ملغم/ كغم علف على التوالي) والمعاملة T8 (إضافة خليط الزنك+ فيتامين E 80+160 ملغم/ كغم علف على التوالي) على المعاملة T2 في حين لم يلاحظ وجود فروق معنوية بين

المعاملات T6، T7 و T8 من جهة و T1 (السيطرة السالبة بدون إضافة بيروكسيد الهيدروجين إلى ماء الشرب) و T3 (إضافة فيتامين E للعليقة بمستوى 80 ملغم/ كغم علف) T4 (إضافة فيتامين E للعليقة بمستوى 160 ملغم/ كغم علف) و T5 (إضافة الزنك للعليقة بمستوى 40 ملغم/ كغم علف) من جهة أخرى. أما في الأسبوع الثالث فقد لوحظ وجود تفوق عالي المعنوية (0.01>أ) في معدل وزن الجسم لصالح المعاملة T7 مقارنة ببقية المعاملات باستثناء المعاملتين T3 و T6 أيضاً لم تختلف هاتان المعاملتان معنويا مع المعاملة T7، كما أظهرت النتائج في الأسبوع الرابع تفوقاً عالي المعنوية (0.01>أ) في جميع معاملات التجربة عدا المعاملة T2 إذ سجلت انخفاض عالي المعنوي (P<0.01) في معدل وزن الجسم الحي مقارنة بباقي معاملات التجربة، كما بينت نتائج الأسبوع الخامس حصول تفوق عالي المعنوية (0.01>أ) لصالح جميع المعاملات مقارنة بالمعاملة T2 باستثناء المعاملة T5 والتي لم تختلف معنويا (0.01>أ) عن المعاملة T2 وبقية المعاملات الأخرى. أظهرت نتائج معدل وزن الجسم الحي في الأسبوع السادس حصول تفوق معنوية (0.05>أ) في جميع معاملات التجربة على المعاملة T2 التي وجد أنها قد انخفضت معنويا (0.05>أ) مقارنة بباقي المعاملات وقد يعود سبب هذا الانخفاض المعنوي في معدل وزن الجسم للمعاملة T2 إلى حصول الإجهاد التأكسدي الذي يعد حالة عدم توازن بين إنتاج الجذور الحرة والتخلص منها من قبل مضادات الأكسدة مما يسبب تلف الأنسجة ومشاكل صحية للطير يؤدي ذلك إلى خسائر اقتصادية (13)، أما سبب التفوق المعنوي (0.05>أ) الذي حصل لمعاملات التجربة مقارنة بمعاملة T2 إلى التأثير الانفرادي أو التضامني للزنك وفيتامين إذ اتفقت هذه النتيجة مع ما توصل إليه (14) الذي وجد ان للزنك تأثير اقوى كمضاد للأكسدة عند إضافته مع فيتامينات مرافقة له أهمها فيتامين E حيث يكون اكثر فاعلية في تخفيف حدة الضرر في خلايا الجسم والناتجة من تأثير الجذور الحرة وتحسين الحالة الصحية، إضافة إلى الوظائف الفسلجية مثل النمو، التطور والإدامة (10) إذ يعتبر فيتامين E من مضادات الأكسدة الرئيسة في الجسم والمسؤولة عن حماية الأحماض الدهنية غير المشبعة (PUFA) في أغلفة الخلايا من الأكسدة بفعل الجذور الحرة إذ يمنع تفاعلات تكوين الجذور الحرة الناتجة من العمليات الأيضية الاعتيادية وبذلك يحمي الأنسجة من التأثير الضار للجذور الحرة مما يؤدي إلى تحسن الأداء الإنتاجي من خلال تحسين الحالة الصحية للطير (15، 16). أما الزنك يعتبر من اهم العناصر المعدنية ولا غنى عنه في نمو وتطور جميع الكائنات الحية لوظيفته الطبيعية في تحسين الاستجابة المناعية ويعد كعامل مساعد لأنزيم السوبر أكسيد ديسميوتاز (SOD) المضاد للأكسدة الذي له دور مهم في إزالة السموم الناتجة من أنواع الأكسجين النشط (ROS) كذلك ارتباطه بالعديد من الإنزيمات التي لا غنى عنها للحفاظ على سلامة الخلايا والتي تشارك في الاستجابة المناعية ومن ثم تحسين الأداء الإنتاجي لفروج اللحم (17، 18)، اتفقت هذه النتيجة مع ما توصل إليه (14) إذ لاحظوا عند إضافة خليط فيتامين E والزنك (50+100 ملغم/ كغم علف على التوالي) إلى عليقة فروج اللحم تحت الظروف الطبيعية أو تحت ظرف الإجهاد الحراري حصول تفوق عالي المعنوية (0.01>أ) لصالح معاملتي الإضافة في معدل وزن الجسم الحي مقارنة بمعاملتي السيطرة. أما فيما يتعلق بالتأثير الفردي لأضافه الزنك في الوزن الحي لفروج اللحم جاءت هذه النتيجة مطابقة مع ما توصل إليه (19) الذين لاحظوا عند إضافة مستويات مختلفة من الزنك صفر، 50، 75، 100، 125 ملغم/ كغم علف حصول تفوق عالي المعنوية (P<0.01) لصالح معاملتي الإضافة 50 و 75 في معدل وزن الجسم الحي لفروج اللحم بعمر 42 يوم، أما فيما يخص الدور الفردي لإضافة فيتامين E في الوزن الحي لفروج اللحم اتفقت هذه النتيجة مع ما ذكره (20) الذي لاحظ حصول تفوق عالي المعنوية (P<0.01) في معدل وزن جسم حي لفروج اللحم بعمر 35 يوم سجلته معاملة إضافة فيتامين E إلى العليقة مقارنة بجميع معاملات التجربة.

جدول (2) التأثيرات الانفرادية والتضامنية لإضافة الزنك وفيتامين E في وزن الجسم الحي (غم) لفروج اللحم

الصفات	المعاملات								مستوى المعنوية
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	
الأسبوع الأول	2.17±135*	2.27±136	1.73±137	2.39±138	2.11±136	1.81±136	2.36±140	2.24±137	غ.م**
الأسبوع الثاني	5.10±363 ab	5.92±356 b	5.40±370 ab	4.64±369 ab	6.39±365 ab	4.60±376 a	5.44±378 a	7.36±376 a	0.05
الأسبوع الثالث	10.4±685 c	13.5±626 d	13.1±722 ab	10.1±669 c	12.4±676 c	10.3±722 ab	11.0±746 a	13.6±694 bc	0.01
الأسبوع الرابع	18.9±1095 a	18.6±1025 b	20.8±1131 a	18.3±1104 a	23.3±1088 a	17.4±1152 a	16.2±1146 a	26.2±1131 a	0.01
الأسبوع الخامس	27.4±1696 a	29.9±1566 b	32.5±1708 a	25.8±1677 a	35.6±1638 ab	28.8±1721 a	25.3±1675 a	33.3±1709 a	0.01
الأسبوع السادس	37.5±2152 a	41.6±1988 b	46.1±2181 a	36.1±2139 a	48.3±2179 a	36.5±2146 a	34.8±2115 a	48.7±2122 a	0.05

* القيم تمثل المعدل ± الخطأ القياسي. ** غ. م.: غير معنوي.

a ، b، c: الحروف المختلفة ضمن الصف الواحد تشير إلى وجود فروق معنوية بين المعاملات عند مستوى معنوية (P≤0.01) و(P≤0.05).

- **معدل الزيادة الوزنية (غم):** يوضح الجدول (3) تأثير معاملات التجربة المختلفة في معدلات الزيادة الوزنية لأفراخ فروج اللحم طوال مدة التجربة البالغة 42 يوم، إذ أشارت نتائج التحليل الإحصائي في الأسبوع الأول ان المعاملة T4 قد تفوقت معنويا (P<0.05) في معدل الزيادة الوزنية مقارنة بالمعاملات T1، T2 و T5، أما في الأسبوع الثاني نلاحظ أن المعاملة T7 قد تفوقت معنويا (P<0.05) على المعاملتين T1 و T2 في حين لم يلاحظ وجود فرق معنوي بين المعاملة T7 وبقية المعاملات الأخرى. أظهرت النتائج في الأسبوع الثالث حصول تفوق عالي المعنوية (0.01>أ) في معدلات الزيادة الوزنية للمعاملات T3، T6 و T7 على بقية معاملات التجربة، كما سجلت معاملة السيطرة الموجبة (T2) انخفاضا معنوياً(0.01>أ) في معدل الزيادة الوزنية، قد يعود سبب التفوق العالي المعنوية (0.01>أ) في معدل الزيادة الوزنية في المعاملات T3، T6 و T7 مقارنة بمعاملة السيطرة الموجبة T2 إلى ان إضافة فيتامين E والزنك إلى عليقة فروج اللحم كان له تأثيرا قويا في تخفيف درجة الضرر التأكسدي الذي تسببه الجذور الحرة (14)، كما بينت النتائج في الأسبوع الرابع إلى حصول تفوق معنوي (0.05>أ) للمعاملات T6،T4 و T8 مقارنة بالمعاملة T2 والتي لم تختلف معنويا مع المعاملات T1، T3، T5 و T7 في معدلات الزيادة الوزنية، في الأسبوع الخامس يلاحظ تفوق معنوي (0.05>أ) لصالح معاملة T1 مقارنة مع معاملة T2 و T7 كما لم يسجل وجود فروق معنوية بين معاملة T1 ومعاملة T3، T4، T5، T6 و T8 في معدل الزيادة الوزنية. تشير النتائج في الأسبوع السادس حصول تفوق عالي المعنوية (0.01>أ) لصالح المعاملة T5 مقارنة بجميع المعاملات كما لم يظهر وجود فروق معنوية بين بقية المعاملات في التجربة ولكنها قد سجلت وجود فرق حسابية فيما بينها. أما معدل الزيادة الوزنية التراكمي من عمر 1–42 يوم أظهرت النتائج حصول تفوق معنوي (0.05>أ) لجميع المعاملات مقارنة بالمعاملة T2 التي أظهرت انخفاض معنوي في معدل الزيادة الوزنية، وهذا يبين دور فيتامين E والزنك كمضادات للأكسدة في الجسم الحي ليس فقط تعزيز الصحة العامة لفروج اللحم لكن أيضا تحسين الأداء الإنتاجي للحصول على أداء إنتاجي الأمثل لفروج اللحم في ظروف الإجهاد التأكسدي إذ تعتبر مضادات الأكسدة ضرورية لمنع

الخسائر الاقتصادية في صناعة الدواجن (21). فيما يتعلق بالدور الفردي لإضافة فيتامين E اتفقت هذه النتيجة مع ما توصل إليه (22) الذي لاحظ حصول تفوق عالي المعنوية (0.01>أ) في معدل الزيادة الوزنية لفروج اللحم بعمر خمسة أسابيع لصالح معاملة إضافة فيتامين E إلى عليقة فروج اللحم بعمر خمسة أسابيع مقارنة بجميع معاملات التجربة، أما فيما يخص الدور الفردي للزنك اتفقت هذه النتيجة مع ما توصل إليه (23) إذ لاحظوا أن إضافة الزنك بخمس مستويات صفر، 30، 45، 60 و75 ملغم/ كغم علف إلى عليقة فروج اللحم أدى إلى حصول تفوق عالي المعنوية (0.01>أ) لصالح معاملتي الإضافة 30 و45 ملغم/ كغم علف في معدل الزيادة الوزنية لفروج اللحم مقارنة بباقي معاملات التجربة.

جدول (3) التأثيرات الانفرادية والتضامنية لإضافة الزنك وفيتامين E في الزيادة الوزنية (غم) لفروج اللحم

الصفات	المعاملات								مستوى المعنوية
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	
الأسبوع الأول	*0.54±97.83 b	0.27±98.19 b	0.20±99.02 ab	0.016±100.4 a	0.38±98.36 b	0.52±99.13 ab	0.76±99.05 ab	0.70±99.19 ab	0.05
الأسبوع الثاني	2.85±227 bc	3.39±222 c	3.70±233 abc	1.31±230 abc	7.28±229 abc	1.55±239 ab	3.64±241 a	3.52±239 ab	0.05
الأسبوع الثالث	7.15±321 b	1.89±267 c	17.35±351 a	5.08±299 b	4.81±311 b	2.59±345 a	0.27±367 a	1.28±317 b	0.01
الأسبوع الرابع	12.5±409 ab	4.52±393 b	11.0±409 ab	7.92±435 a	2.05±411 ab	17.5±430 a	16.4±400 ab	0.46±437 a	0.05
الأسبوع الخامس	2.10±601 a	12.3±534 b	32.9±576 ab	15.5±573 ab	22.1±549 ab	16.3±569 ab	7.98±528 b	0.28±578 ab	0.05
الأسبوع السادس	33.4±455 b	5.06±411 b	30.8±473 b	7.44±461 b	10.4±541 a	4.15±425 b	8.80±440 b	28.2±413 b	0.01
1-42 يوم	32.4±2114 a	19.6±1950 b	61.2±2143 a	37.4±2101 a	32.6±2141 a	26.1±2108 a	14.1±2078 a	31.8±2084 a	0.05

* القيم تمثل المعدل ± الخطأ القياسي.

a، b، c: الحروف المختلفة ضمن الصف الواحد تشير إلى وجود فروق معنوية بين المعاملات عند مستوى معنوية (P≤0.01) و (P≤0.05).

- **كمية العلف المستهلك (غم):** تشير النتائج الموضحة في الجدول (4) تأثير معاملات التجربة في معدل استهلاك العلف الأسبوعي (غم) لأفراخ فروج اللحم خلال مدة التربية (6 أسابيع)، إذ يلاحظ في الأسبوع الأول تفوق عالي المعنوية (0.01>أ) في معدل العلف المستهلك لصالح المعاملتين T3 و T8 على المعاملات T1، T2، T4 و T7 كما وجد ان المعاملة T7 قد سجلت انخفاض معنوي (0.01>أ) مقارنة ببقية معاملات التجربة. أما في الأسبوع الثاني أظهرت النتائج حصول تفوق عالي المعنوية (0.01>أ) لصالح المعاملات T4، T7 و T8 كما لم تسجل المعاملة T6 وجود اختلافات معنوية مع هذه المعاملات كما لوحظ حصول انخفاض معنوي (0.01>أ) في معدل استهلاك العلف من خلال الأسبوع الثاني في المعاملات T2, T3, و T5. أما في الأسبوع الثالث لوحظ تفوق عالي المعنوية (0.01>أ) لصالح المعاملة T1 التي لم تسجل وجود فروق معنوية مع المعاملات T3, T7 و T8. بينت نتائج الأسبوع الرابع وجود تفوقاً معنوياً عالياً (0.01>أ) لصالح المعاملة T8 مقارنة ببقية معاملات التجربة. كما أظهرت نتائج معدل استهلاك العلف في الأسبوع الخامس تفوقاً عالي المعنوية (0.01>أ) لصالح المعاملات T1، T5، T6 و T8 مقارنة مع بقية معاملات التجربة. تشير نتائج التحليل الإحصائي في الأسبوع السادس عدم وجود اختلاف معنوي بين المعاملات التجربة المختلفة في معدل استهلاك العلف ولكن لوحظ وجود فروق حسابية بين المعاملات إذ سجلت المعاملة T2 اقل

معدل استهلاك علف مقارنة ببقية المعاملات بينما سجلت المعاملة T1 (معاملة السيطرة السالبة) اعلى معدل استهلاك علف قد يعود انخفاض استهلاك العلف في المعاملة T2 الى تأثير الاجهاد التأكسدي الذي يؤدي الى تدهور الحالة الصحية وتقليل شهية الطير لاستهلاك العلف. أما معدل استهلاك العلف التراكمي لفروج اللحم من عمر 1-42 يوم أظهرت نتائج التحليل الإحصائي تفوق عالي المعنوية (0.01>أ) لصالح المعاملة T1 و T8 مقارنة ببقية المعاملات كما لم تسجل هاتان المعاملتان وجود فروق معنوية مع المعاملتين T5 و T6 كما بينت النتائج انخفاض معنوي (0.01>أ) في معدل استهلاك العلف التراكمي للمعاملة T2 التي لم تختلف معنويا مع المعاملات T3، T4 و T7. قد يعود سبب التفوق العالي المعنوية (0.01>أ) للمعاملة T8 إلى الدور الفردي أو التضامني لإضافة الزنك وفيتامين E إلى العليقة في تحسين الحالة الصحية لفروج اللحم حيث بين (14) ان الزنك له تأثير اقوى كمضاد للأكسدة عند إضافته مع فيتامينات مرافقة له أهمها فيتامين E حيث يكون اكثر فاعلية في تخفيف حدة الضرر في خلايا الجسم والناتجة من تأثير الجذور الحرة وتحسين الحالة الصحية وهذا قد يكون سبب في زيادة شهية الطيور لتناول العلف مقارنة بالطيور الموجودة في المعاملة T2 والتي حصل إجهاد تأكسدي داخل جسمها أدى إلى تقليل مستوى الشهية لديها، اتفقت هذه النتيجة مع ما توصل إليه (14) إذ لاحظوا عند إضافة خليط فيتامين E والزنك (50+100 ملغم/ كغم علف) إلى عليقة فروج اللحم في الظروف الطبيعية أو تحت ظرف الإجهاد الحراري حصول تفوق عالي المعنوية (0.01>أ) لصالح معاملتي الإضافة في معدل استهلاك العلف مقارنة بمعاملتي السيطرة، أما فيما يتعلق بتأثير إضافة فيتامين E في معدل استهلاك العلف اتفقت نتيجة هذه الدراسة مع ما توصل إليه (20) الذي وجد حصول تفوق معنوي (P<0.05) معدل استهلاك العلف لفروج اللحم بعمر 42 يوماً لصالح معاملة إضافة فيتامين E إلى علائق حاوية على زيت متزنخ مقارنةً بمعاملة السيطرة. أما فيما يخص الدور الفردي لإضافة الزنك اتفقت هذه النتيجة مع ما توصل إليه (19) الذين لاحظوا عند إضافة مستويات مختلفة من الزنك صفر، 50، 75، 100 و125 ملغم/ كغم علف حصول تفوق عالي المعنوية (0.01>أ) لصالح معاملة الإضافة 100 ملغم/ كغم علف في معدل استهلاك العلف لفروج اللحم بعمر 42 يوم.

جدول (4) التأثيرات الانفرادية والتضامنية لإضافة الزنك وفيتامين E في استهلاك العلف (غم/ طير) لفروج اللحم

الصفات	المعاملات								مستوى المعنوية
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	
الأسبوع الأول	1.53±142* cd	0.44±144 bc	0.51±148 a	0.88±140 de	1.09±145 ab	0.72±145 ab	0.70±138 e	1.26±148 a	0.01
الأسبوع الثاني	5.51±474 bc	4.87±463 c	0.96±461 c	2.34±492 a	8.17±469 c	3.84±485 ab	1.60±492 a	5.54±490 a	0.01
الأسبوع الثالث	26.7±658 a	8.69±576 d	22.4±647 abc	9.97±603 cd	2.95±610 bcd	15.1±597 d	6.57±655 ab	3.30±623 abcd	0.01
الأسبوع الرابع	15.7±864 b	21.1±837 bc	10.4±740 d	18.6±817 c	7.21±796 c	8.01±822 bc	15.7±811 c	3.84±936 a	0.01
الأسبوع الخامس	17.4±1143 a	36.4±1000 b	7.05±1026 b	11.3±1014 b	22.4±1152 a	13.3±1125 a	21.9±1053 b	18.6±1169 a	0.01
الأسبوع السادس	78.2±1195	16.9±1064	3.75±1166	1.09±1068	19.7±1150	48.1±1155	59.0±1114	28.2±1152	غ.م.**
1-42 يوم	75.7±4478 a	54.6±4091 c	14.8±4190 bc	42.0±4134 bc	24.9±4325 ab	87.7±4331 ab	104.1±4266 bc	60.8±4520 a	0.01

* القيم تمثل المعدل ± الخطأ القياسي. ** غ.م.: غير معنوي.

a، b، c: الحروف المختلفة ضمن الصف الواحد تشير إلى وجود فروق معنوية بين المعاملات عند مستوى معنوية (0.01>أ) و (0.01>أ).

- **معامل التحويل الغذائي (غم علف/ غم زيادة وزنية):** بينت نتائج التحليل الإحصائي في الجدول (5) تأثير معاملات التجربة المختلفة في معامل التحويل الغذائي(غم علف/غم زيادة وزنية) للمدة من1-6 أسابيع من عمر فروج اللحم. في الاسبوع الاول لوحظ تفوق عالي المعنوية (0.01>أ) للمعاملتين T4 و T7 مقارنة ببقية معاملات التجربة. اما في الاسبوع الثاني قد اظهرت النتائج تفوق معنوي عالي (0.01>أ) لصالح المعاملة T3 مقارنة ببقية المعاملات ولم تختلف معنويا مع المعاملة T6 في معامل التحويل الغذائي. أما نتائج التحليل الإحصائي في الأسبوع الثالث سجلت المعاملة T6 تفوقاً عالي المعنوية (0.01>أ) مقارنة بباقي المعاملات كما لم يلاحظ وجود فروق معنوية مع المعاملة T7 وجد ان المعاملة T2 قد سجلت انخفاض عالي المعنوية (0.01>أ) في معامل التحويل الغذائي مقارنة ببقية معاملات التجربة وهذا قد يعود إلى ان التفاعلات المستمرة لأنواع الأوكسجين النشط الموجودة داخل الجسم والتي تؤدي بشكل مباشر إلى أكسدة الأغشية الدهنية لاسيما تلك الأغشية التي تحيط الفوسفولبيدات والتي تعتبر احدى مكونات الغشاء البلازمي للخلايا(24)، بالتالي تؤدي الجذور الحرة الى تلف الخلايا الجسمية وهذا ينعكس على زيادة كمية العلف المستهلك وانخفاض معدل الزيادة الوزنية وبالتالي انخفاض معامل التحويل الغذائي. أما نتائج التحليل الإحصائي في الأسبوع الثالث سجلت المعاملة T6 تفوق عالي المعنوية (0.01>أ) مقارنة بباقي المعاملات كما لم يلاحظ وجود فروق معنوية مع المعاملة T7 كما وجد ان المعاملة T2 قد سجلت انخفاض عالي المعنوية (0.01>أ) في معامل التحويل الغذائي مقارنة ببقية معاملات التجربة وهذا قد يعود هذا إلى ان التفاعلات المستمرة للأنواع الأوكسجين النشط الموجودة داخل الجسم والتي تؤدي بشكل مباشر إلى أكسدة الأغشية الدهنية لاسيما تلك الأغشية التي تحيط الفوسفولبيدات والتي تعتبر احدى مكونات الغشاء البلازمي للخلايا(24). بالتالي تؤدي الجذور الحرة إلى تلف الخلايا الجسمية وهذا ينعكس على زيادة كمية العلف المستهلك وانخفاض معدل الزيادة الوزنية وبالتالي انخفاض معامل التحويل الغذائي. كما وجد في الأسبوع الرابع حصول تفوق عالي المعنوية (0.01>أ) للمعاملة T3 التي لم تختلف معنويا مع المعاملات T4، T5 وT6 كما وجد ان المعاملة T8 قد سجلت انخفاض معنوي (0.01>أ) في معامل التحويل الغذائي. أما في الأسبوع الخامس بينت النتائج ان المعاملة T4 قد تفوقت معنويا (0.05>أ) مقارنة بباقي المعاملات ولم تختلف معنويا مع المعاملات T1، T2، T3، T6 وT7. بينت النتائج في الأسبوع السادس حصول تفوق عالي المعنوية (0.01>أ) لصالح المعاملة T5 مقارنة ببقية المعاملات ولم يلاحظ وجود فروق معنوية بين المعاملة T5 والمعاملة T4 كما سجلت المعاملتين T6 وT8 انخفاض معنوي في معامل التحويل الغذائي قد يعود سبب التفوق العالي المعنوية لصالح المعاملة T5 زيادة فعالية معدل الأيض في الجسم نتيجة لتحسن مستوى هرمون الثايروكسين نتيجة لإضافة الزنك إلى العليقة إذ وجد (25) إن انخفاض مستوى الزنك في مصل الدم يرافقه انخفاض مستوى TSH المفرز من النخامية ومن ثم مستوى هرمونات الدرقية T3 وT4 وبالتالي وجد ان للزنك القابلية في المساعدة على بناء الأنسجة في الجسم من خلال زيادة مستوى هورمونات الغدة الدرقية كذلك فالزنك له دور كبير في تنظيم أيض البروتين في الجسم وحمايته من التحطم من خلال منع الأكسدة في الأغشية الخلوية (26، 27). ومن هذا يتبين دور الزنك تحسين الحالة الصحية والتي بالتالي تؤدي ارتفاع معدل الزيادة الوزنية لفروج اللحم مقارنة بالعلف المستهلك وتكون المحصلة هي ارتفاع معامل التحويل الغذائي لفروج اللحم، اتفقت هذه النتيجة مع ما توصل إليه (23) حيث لاحظوا ان إضافة الزنك بخمس مستويات صفر، 30، 45، 60 و75 ملغم/ كغم علف إلى عليقة فروج اللحم أدى هذا إلى حصول تفوق عالي المعنوية (0.01>أ) لصالح معاملتي الإضافة 30 و45 ملغم/ كغم علف في معامل التحويل الغذائي مقارنة بباقي معاملات التجربة. أما معامل التحويل الغذائي التراكمي من

عمر 1-42 يوماً تبين نتائج التحليل الإحصائي تفوق معنوي (0.05>أ) لصالح المعاملتين T3 و T4 مقارنة ببقية المعاملات ولم يسجل وجود فروق معنوية بينهما وبين المعاملات T5، T6 و T7. ان التفوق المعنوي الذي حصل في معامل التحويل الغذائي لصالح المعاملتين T3 و T4، اتفقت هذه النتيجة مع ما توصل إليه (28) حيث وجدوا عند إضافة فيتامين E بمستويين 125 و 250 ملغم/ كغم علف إلى عليقة فروج اللحم بعمر 49 يوم في الظروف الطبيعية وظروف الإجهاد الحراري حصول تفوق معنوي (0.05>أ) في لصالح المعاملتين مقارنة مع معاملة السيطرة إذ لم يلاحظ الباحثون وجود فروق معنوية بين المعاملتين إذ ان التحسن لم يكن خطياً مع زيادة مستوى فيتامين E إلى 250 ملغم/ كغم علف، وقد يعزى سبب تفوق معامل التحويل الغذائي لمعاملات إضافة فيتامين E إلى ان الوظيفة الأساسية لهذا الفيتامين هي مضاد للأكسدة حيث يمنع تكوين بيروكسيد الجذور الحرة في الخلايا الدهنية بواسطة إعاقة بداية تكوين هذه الجذور الحرة التي يمكنها ان تتفاعل مع البروتينات والأحماض النووية والليبيدات وغيرها من الجزيئات ليغير من تركيبها ويسبب تلفاً للأنسجة (16).

جدول (5) التأثيرات الانفرادية والتضامنية لإضافة الزنك وفيتامين E في معامل التحويل الغذائي (غم علف/غم زيادة وزنية) لفروج اللحم

الصفات	المعاملات								مستوى المعنوية
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	
الأسبوع الأول	*0.007±1.452 d	0.0004±1.471 bc	0.004±1.494 a	0.003±1.400 e	0.003±1.479 b	0.0005±1.465 c	0.003±1.402 e	0.004±1.494 a	0.01
الأسبوع الثاني	0.001±2.08 ab	0.009±2.08 ab	0.027±1.97 d	0.002±2.13 a	0.029±2.05 bc	0.002±2.02 cd	0.024±2.04 bc	0.006±2.04 bc	0.01
الأسبوع الثالث	0.037±2.04 b	0.017±2.15 a	0.027±1.84 c	0.0009±2.01 b	0.039±1.96 b	0.030±1.72 d	0.016±1.78 cd	0.018±1.96 b	0.01
الأسبوع الرابع	0.026±2.11 ab	0.078±2.13 ab	0.023±1.80 d	0.008±1.87 cd	0.027±1.93 abcd	0.097±1.92 bcd	0.123±2.03 abc	0.006±2.14 a	0.01
الأسبوع الخامس	0.035±1.89 abc	0.111±1.87 abc	0.115±1.79 bc	0.028±1.77 c	0.043±2.09 a	0.080±1.98 abc	0.011±1.99 abc	0.031±2.02 ab	0.05
الأسبوع السادس	0.021±2.62 ab	0.073±2.60 ab	0.155±2.48 ab	0.039±2.30 bc	0.004±2.12 c	0.086±2.71 a	0.184±2.53 ab	0.124±2.80 a	0.01
1-42 يوم	0.003±2.11 ab	0.049±2.09 abc	0.063±1.95 c	0.015±1.96 c	0.019±2.02 bc	0.067±2.05 abc	0.064±2.05 abc	0.003±2.16 a	0.05

* القيم تمثل المعدل ± الخطأ القياسي.

a، b، c: الحروف المختلفة ضمن الصف الواحد تشير إلى وجود فروق معنوية بين المعاملات عند مستوى معنوية (P≤0.01) و(P≤0.05).

المصادر

1. Panda, A. K. & Cherian, G. (2014). Role of vitamin E in counteracting oxidative stress in poultry. J. Poult. Sci., 51(2): 109-117.
2. Christaki, E. (2012). Naturally derived antioxidants in poultry nutrition. Res. J. Biotechnol., 7 (3): 109- 112.
3. Balakumar, B. S.; Ramanathan, K.; Kumaresan, S. & Suresh, R. (2010). DNA damage by sodium arsenite in experimental rats: ameliorative effects of antioxidant vitamins C and E. Indian J. Sci. Technol., 3 (3): 322-327.
4. Jang, I. S.; Ko, Y. H.; Moon, Y. S. & Sohn, S. H. (2014). Effects of vitamin C or E on the pro-inflammatory cytokines, heat shock protein 70 and antioxidant status in broiler chicks under summer conditions. Asian-Australas. J. Anim. Sci., 27(5): 749-756.

5. Lopes, J. C. O.; Figueirêdo, A. V. de.; Lopes, J. B.; Lima, D. C. P.; Ribeiro, M. N. & Lima, V. B. de. S. (2015). Zinc and vitamin E in diets for broilers reared under heat stress. Rev. Bras. Saúde Prod. Anim., Salvador, 16 (2): 350-364.
6. National Research Council (N. R. C). (1987). National Academy of Science Vitamin Tolerances of Animals. National Academy Press.Washington, USA.
7. Robert, K.; Murray, K.; Granner, V. W. & Rod, W. (2006). Harper's illustrated Biochemistry. 27th ed., PP. 502-504.
8. الفياض، حمدي عبد العزيز وناجي، سعد عبد الحسين. (1989). تكنولوجيا منتجات دواجن. الطبعة الأولى، مديرية مطبعة التعليم العالي، بغداد– العراق.
9. الزبيدي، صهيب سعيد علوان. (1986). إدارة الدواجن، الطبعة الأولى، كلية الزراعة– جامعة البصرة.
10. National Research Council (N. R. C). (1994). Nutrient requirement of poultry. 9th revisited National academy press, Washington D. C., U.S.A.
11. SAS. (2001). SAS/TAT user's Guide Version 6.4th ed. SAS Institute Inc.
12. Duncan, D. (1955). Multiple rang and multiple F. Test. Biometrics, 11: 1- 24.
13. ناجي، سعد عبد الحسين. (2006). دليل الإنتاج التجاري لفروج اللحم. النشرة الفنية (12)، جامعة بغداد. الاتحاد العراقي لمنتجي الدواجن.
14. Hosseini-Mansoub, N.; Chekani-Azar, S.; Tehrani, A. A.; Lotfi, A. & Manesh, M. K. (2010). Influence of dietary vitamin E and zinc on performance, oxidative stability and some blood measures of broiler chickens reared under heat stress (35 C). J. Agrobiol., 27(2): 103-110.
15. Englmaierová, M.; Bubancová, I.; Vít, T. & Skřivan, M. (2011). The effect of lycopene and vitamin E on growth performance, quality and oxidative stability of chicken leg meat. Czech J. Anim. Sci., 56 (12): 536-543.
16. Jena, B. P.; Panda, N.; Patra, R. C.; Mishra, P. K.; Behura, N. C. & Panigrahi, B. (2013). Supplementation of vitamin E and C reduces oxidative stress in broiler breeder hens during summer. Food and Nutr. Sci., 4: 33- 37.
17. Naz, S.; Idris, M.; Khalique, M. A.; Rahman, Z. U.; Alhidary, I. A.; Abdelrahman, M. M.; Khan, R. U.; Chand, N.; Farooq, U. & Ahmad, S. (2016). The activity and use of zinc in poultry diets. World's Poult. Sci. J.,72(1): 159-167.
18. Valko, M.; Jomova, K.; Rhodes, C. J.; Kuča, K. & Musílek, K. (2016). Redox-and non-redox-metal-induced formation of free radicals and their role in human disease. Arch. Toxicol., 90(1): 1-37.
19. Ezzati, M. S.; Bozorgmehrifard, M. H.; Bijanzad, P.; Rasoulinezhad, S.; Moomivand, S.; Faramarzi, S.; Ghaedi, A.; Ghabel, H. & Stabraghi, E. (2013). Effects of different levels of zinc supplementation on broilers performance and immunity response to Newcastle disease vaccine. Eur. J. Exp. Biol., 3(5): 497-501.
20. الخزاعي، رياض وناس عناد. (2013). تأثير السيلينيوم غير العضوي وفيتامين E في بعض الصفات الإنتاجية والدمّية لفروج اللحم المغذى على عليقة تحتوي على زيت اعتيادي أو متزنخ. رسالة ماجستير، كلية الزراعة– جامعة بغداد.
21. Salami, S. A.; Majoka, M. A.; Saha, S.; Garber, A. & Gabarrou, J. F. (2015). Efficacy of dietary antioxidants on broiler oxidative stress, performance and meat quality: science and market. Avian Biol. Res., 8 (2): 65-78.

22. فدعم، إيهاب محمد. (2016). تأثير إضافة مجروش أوراق المليسا والغار ومضاد الأكسدة الصناعي (فيتامين E) إلى العليقة في الصفات الإنتاجية والفسلجية لفروج اللحم. رسالة ماجستير، كلية الزراعة- جامعة الأنبار.

23. منهوب، محمد كاطع؛ رزوقي، رعد حاتم؛ شكير، حيدر كاظم؛ أحمد، محمد جبار ورزوقي، عقيل عبد الله. (2013). تأثير إضافة الزنك إلى العليقة خلال الإجهاد الحراري في بعض الصفات الإنتاجية لفروج اللحم. المجلة الطبية البيطرية العراقية. 37 (2): 65 -70.

24. Surai, P. F. (2000). Effect of selenium and vitamin E content of the maternal diet on the antioxidant system of the yolk and the developing chick. Br. Poult. Sci., 41(2): 235-243.

25. Morley, J. E.; Gordon, J. & Hershman, J. M. (1980). Zinc deficiency, chronic starvation, and hypothalamic-pituitary-thyroid function. Am. J. Clin. Nutr., 33(8): 1767-1770.

26. Park, Y. M.; Kang, S. G.; Lee, B. H. & Lee, H. J. (2011). Decreased thyroid function in Korean women with bipolar disorder receiving valproic acid. Gen. Hosp. Psychiatry., 33(2):200.e13-15.

27. Xiao, R.; Power, R. F.; Mallonee, D.; Crowdus, C.; Brennan, K. M.; Pierce, J. L. & Dawson, K. A. (2011). A comparative transcriptomic study of vitamin E and an algae-based antioxidant as antioxidative agents: investigation of replacing vitamin E with the algae-based antioxidant in broiler diets. Poult. Sci., 90(1): 136- 146.

28. Habibian, M.; Ghazi, S.; Moeini, M. M. & Abdolmohammadi, A. (2014). Effects of dietary selenium and vitamin E on immune response and biological blood parameters of broilers reared under thermoneutral or heat stress conditions. Int. J. Biometeorol., 58(5): 741-752.