Agriculture College – Wasit University

Dijlah Journal of Agricultural Sciences

ISSN 2790 – 5985

eISSN 2790 – 5993

Dijlah J. Agric. Sci., 2(3): 1-8 , 2024

Effect of sterilizing feed with different concentrations of ozone gas on some hematological and biochemical characteristics of broiler chickens

Z. A. Khlaf[1], Qutaiba J. Gheni[2], Alfred S. Karomy[2]

[1]College of Agriculture – University of Basrah – Iraq.

***Corresponding author e-mail**: pgs.zaharaa.ahmed@uobasrah.edu.iq

Abstract:

This study was conducted in the poultry field of the Department of Animal Production - Agriculture College of - University of Basrah from 19/11/2022 to 17/12/2022, to investigate the effect of feeding with different concentrations of ozone gas on some hematological and biochemical traits of broiler chickens. A total of 225 unsexed one-day-old broiler chicks of the Ross-308 strain were raised and randomly allocated to five experimental treatments, with 45 chicks per treatment and each treatment content three replicates. The chicks were fed starter and grower diets. The first treatment served as control, while the feeds for the other four treatments were sterilized with ozone gas at concentrations of 6.6, 13.32, 19.98, and 26.66 mg/kg feed for the second, third, fourth, and fifth treatments, respectively. The results showed no significant differences between the ozone treatments and the control for both hematological traits and blood biochemical parameters. Additionally, there were no significant differences between the control and ozone treatments in the concentrations of liver enzymes AST and ALT. However, there was a significant decrease ($P \leq 0.05$) in the cholesterol concentration for the fifth treatment compared to the control.

Keywords: Broiler chickens, feed, ozone sterilization, hematological traits, biochemical parameters, liver enzymes.

تأثير تعقيم العلف بتراكيز مختلفة من غاز الأوزون في بعض الصفات الدمية والكيموحيوية لفروج اللحم

زهراء احمد خلاف[1] ، قتيبة جاسم غني[2] ، الفريد سولاقه كرومي[2]

قسم الانتاج الحيواني – كلية الزراعة – جامعة البصرة / العراق

الخلاصة

أُجريت هذه الدراسة في حقل الدواجن التابع لقسم الانتاج الحيواني / كلية الزراعة / جامعة البصرة للمدة من 2022/11/19 ولغاية 2022/12/17، لمعرفة تأثير معاملة العلف بتراكيز مختلفة من غاز الأوزون على بعض الصفات الدمية والكيموحيوية لفروج اللحم. تم تربية 225 طير غير مجنس بعمر يوم واحد من فروج اللحم سلالة (Ross-308) وزعت الطيور عشوائيا على خمس معاملات تجريبية بواقع 45 فرخ لكل معاملة، وبواقع ثلاثة مكررات لكل معاملة. غذيت الطيور على عليقتي البادئ والنمو. المعاملة الاولى سيطرة في حين تم تعقيم العلف للمعاملات الاربعة الاخرى بغاز الاوزون بتراكيز (6.6 و13.32 و19.98 و26.66) ملغم / كغم علف للمعاملات الثانية والثالثة والرابعة والخامسة على التوالي وقد بينت النتائج عدم وجود اي فروق

معنوية ما بين معاملات الاوزون ومعاملة السيطرة لكل من الصفات الدمية والمعايير الكيموحيوية للدم كما لم تبين النتائج اي فروق معنوية ما بين معاملة السيطرة وماعاملات الاوزون في تراكيز انزيمي الكبد AST وALT في حين بينت النتائج وجود انخفاض معنوي ($P\leq 0.05$) في تركيز الكوليستيرول لمعاملة الخامسة مقارنة بمعاملة السيطرة.

كلمات مفتاحية: فروج اللحم، علف، تعقيم بالاوزون، صفات دمية، معايير كيموحيوية، انزيمات الكبد

المقدمة

بسبب تزايد الطلب على مزارع الدواجن وزيادة عدد الطيور فيها، كان هناك حاجة لإعداد أعلاف على نطاق اوسع وبالتالي احتمالات أكبر لتلوث أعلاف الدواجن (Suleman *et al* ., 2022). اذ تلوث الاحياء المجهرية أعلاف الدواجن من خلال مصادر متنوعة مثل مكونات الأعلاف الملوثة ذات الأصل النباتي والحيواني، او اثناء تداول الأعلاف و بطرق مختلفة، أو حتى من حقول الدواجن نفسها (Maciorowski *et al* ., 2007). و تعتبر أعلاف الدواجن الملوثة بالسموم الفطرية من أهم تحديات سلامة الغذاء التي يمكن أن تضر بصناعة الدواجن و بالتالي بالاقتصاد (Haque *et al* ., 2020). اذ يؤدي نمو العفن إلى زيادة مستوى السموم في اعلاف الدواجن (Filazi *et al* ., 2017 ; Xu *et al* ., 2022). اذ تتمتع السموم الفطرية بثبات فيزيائي وكيميائي عالي، ونظرا لارتفاع سميتها ومستوى تركيزها في الحبوب والمنتجات الغذائية، تعتبر السموم الفطرية من أخطر السموم على صحة الإنسان والحيوان (Zain, 2011). في حين تعتبر الدواجن من أكثر الحيوانات حساسية للسموم الفطرية (Xu *et al* ,. 2022). و تم استخدام طرق فيزيائية وكيميائية وبيولوجية مختلفة لحماية الأعلاف من الأنشطة الميكروبية والتلوث بالسموم الفطرية (Conte *et al* ., 2020). و يعتبر تطبيق اجراءات الامن الحيوي احد الوسائل المهمة لمنع وصول الاحياء المجهرية المختلفة وسمومها الى الاعلاف الحيوانية بصورة عامة ويمثل التعقيم احد تلك الوسائل الا ان كون الاعلاف مادة عضوية يتطلب نوع خاص من التعقيم لا يؤثر بصورة سلبية على مكونات العلف او يمكن ان يخلف مواد سامة تؤدي الى نفوق الطيور. اذ تعتبر عملية التعقيم بالأوزون آمنه بيئيًا و إحدى تقنيات التعقيم الخضراء كونها خالية من المواد الكيميائية (Remondino and Valdenass , 2018).

الاوزون

الأوزون (O3) هو مركب ثلاثي الذرات من الأوكسجين ينشئ بشكل طبيعي بكميات صغيرة جدًا في الغلاف الجوي للأرض (Porto *et al* ., 2019). استخدم لأول مرة في تنقية المياه للنباتات عام 1903 وفي تنقية مياه الشرب عام 1940, تم قبوله كمنتج آمن للاستخدام (Generally Regarded as Safe) من قبل إدارة الغذاء والدواء الأمريكية (FDA) في عام 1997 وتم السماح باستخدامه قانونيًا في عام 2001 (Kayişoğlu and Türksoy , 2023). وضح Kapoor *et al*. (2023) ان الأوزون السائل والغازي يمتلك لونًا أزرقًا خفيفًا مميزًا ورائحة غريبة مميزة تشبه رائحة الهواء مباشرة بعد العاصفة الرعدية. و يتميز غاز الأوزون بالمقارنة بالمطهرات الأخرى أنه يتحلل بعد التطبيق إلى أوكسجين في الهواء الجوي مع الحد الأدنى منه في المنتج الغذائي اذ تلغي الحاجة إلى إزالة الغاز من المنتج, و نظرًا لذلك يعتبر الاوزون تقنية صديقة للبيئة و التكنولوجيا الخضراء الواعدة التي تضمن سلامة الأغذية وجودتها (Pandiselvam *et al*., 2020). ومن السمات الرئيسية الاخرى للأوزون والتي تجعله عاملًا مضادًا للميكروبات مطبقًا على نطاق واسع هي فعاليته في كل من الهواء والماء وأن عدد قليل جدًا من المطهرات يمتلك هذه الخاصية وبالتالي يمكن للصناعات الاستفادة من استخدام الأوزون في كلا الوسطين اعتمادًا على السمات المحددة للعملية أو المادة المراد تطهيرها (Epelle *et al*., 2023).

تأثير تلوث الاعلاف بالأحياء المجهرية على بعض معايير الدم

تُستخدم تحليلات الدم على نطاق واسع لتشخيص ومراقبة الصحة العامة والأمراض في أنواع الطيور (Han *et al*., 2016). يؤثر استهلاك الاعلاف الملوثة بالسموم الفطرية المتعددة على معايير الدم والمصل للفروج اذ اشار Che *et al.* (2010) الى

تسجيل انخفاض في كلوبيولين الدم في فروج اللحم الذي تم تغذيته على أعلاف ملوثة بعفن الأفلاتوكسين. بينما وجد كلا من Azizpour and Moghadam (2015) انخفاض في تركيز حمض اليوريك والكوليسترول والدهون الثلاثية في مصل الدم بالإضافة إلى زيادة في انزيمات الكبد Aspartate transaminase (AST) وAlanine transaminase (ALT) في فروج اللحم بعمر 42 يومًا والذي تم تغذيته على 250 ppb من الأفلاتوكسين مقارنة مع مجموعة السيطرة. اذ يرتبط مستوى الأفلاتوكسين بعلاقة إيجابية مع حجم الخلايا المرصوصة Packed Cell Volume (PCV) والهيموغلوبين Hemoglogin وعلاقة سلبية بين مستوى الأفلاتوكسين و عدد خلايا الدم البيضاء في فروج اللحم عند عمر أسبوعين (Ejioffor *et al*., 2018).

بين McKenzie *et al.* (1998) بأن تعقيم الذرة الملوثة بالافلاتوكسين باستخدام غاز الأوزون بتركيز 200 mg/ min ولمدة 92 ساعة على مجموعتين (مجموعة خالية من الافلاتوكسين ، ومجموعة ملوثة بالافلاتوكسين) على معايير الدم للديك الرومي، اذ اشارت النتائج الى عدم وجود فروق معنوية في المجاميع التي استهلكت علائق (ملوثة) معقمة بالأوزون ومعاملة السيطرة (علية اساسية) في نسب كلا من البروتين الكلي والالبومين والكوليسترول وفي نسب كلا من AST,ALT، عكس المجاميع التي استهلكت علف ملوث بالافلاتوكسين.

بينما اشار Diao *et al*. (2013) الى نتائج مشابهه عند تعقيم الفول السوداني الملوث بالافلاتوكسين (AFB1) باستخدام الاوزون بتركيز 50 L/mg، لمدة 12, 60 ساعة على التوالي لعلائق الفئران، اي لم تتواجد فروق معنوية بين المعاملات التي استهلكت العلائق المعقمة بالأوزون ومعاملة السيطرة في نسب كلا من البروتين الكلي والكولسترول. في حين تفوقت المعاملة المعقمة بالأوزون لمدة 120 ساعة على بقية المعاملات في نسبة الالبومين في مصل الدم اذ بلغت نسبتها 55.11 مقارنة بمعاملة السيطرة التي بلغت نسبة الالبومين فيها 31.98.

بينما اشار El-Badawi *et al*. (2015) الى ارتفاع معنوي في نسبة البروتين والالبومين والكلوبيولين في الارانب المعاملة بالأوزون بتركيز 3.5 L/ml ولمدة 20 دقيقة مقارنة بمجموعة السيطرة. بينما انخفضت نسبة الكوليسترول معنويا في المجاميع المعاملة بالأوزون مقارنة بمجموعة السيطرة. و لم تتواجد اي فروق معنويه في نسب كلا من الكلوكوز وانزيمات الكبد ALT,ASTبين المجاميع المعاملة بالأوزون و مجموعة السيطرة.

وفي دراسة قام بها Shahat *et al*. (2017) بتقييم تأثير تعقيم فول الصويا الملوث بالسموم الفطرية بالأوزون بتركيز 20 , 40 mg ولمدة 30 دقيقة وتأثيره على صفات الدم الكيموحيوية في ذكور الجرذان اذ اشارت النتائج الى عدم وجود فرق معنوي في نسب انزيمات الكبد AST و ALT بين معاملات الاوزون عند تركيز 40 mg وبين معاملات السيطرة.

المواد وطرائق العمل

اجريت التجربة في قاعة الدواجن التابعة للحقل الحيواني / قسم الانتاج الحيواني في كلية الزراعة / جامعة البصرة للمدة من 2022/11/19 ولغاية 2022/12/17 ، تم تربية 225 طير غير مجنس بعمر يوم واحد من فروج اللحم سلالة Ross-308 والتي جهزت من احد مفاقس محافظة بغداد (مفقس التاجي) وبمتوسط وزن مقداره 42 غم, تمت التربية على الارضية السلكية المرتفعة عن الارض, ووزعت الطيور عشوائياً على 5 معاملات تجريبية وبواقع 3 مكررات لكل مكرر 15 طير.تم تعقيم العلف باستخدام جهاز (Multifunctional Ozonizer & Fruits and Vegetables Detoxification Washer) الخاص بإنتاج الاوزون و بنسبة انتاج 400 ملغم/ ساعة اذ تم تعقيم العلف بنوعيه (البادئ والنمو) من بداية التجربة الى نهايتها (عند عمر28 يوم), تم التعقيم بوضع العلف في حيز مغلق (أكياس بولي اثلين كبيرة معقمة) ووضع الكرة الموصولة بانبوب بلاستيكي المتصل بالجهاز لتوصيل غاز الاوزون داخل الاكياس ومن ثم غلق الكيس بإحكام وضبط مدة التعقيم حسب المدة المقدرة لكل معاملة لغرض الحصول على التركيز المناسب لكل معاملة اذ قسمت المعاملات كما يلي.

المعاملة الاولى T1 : علف غير معقم بالأوزون (السيطرة)

المعاملة الثانية T2 : تعقيم العلف بالأوزون في حيز مغلق بتركيز (6.6 ملغم/ 1 كغم)
المعاملة الثالثة T3 : تعقيم العلف بالأوزون في حيز مغلق بتركيز (13.32 ملغم/ 1 كغم)
المعاملة الرابعة T4 : تعقيم العلف بالأوزون في حيز مغلق بتركيز (19.98 ملغم/ 1 كغم)
المعاملة الخامسة T5 : تعقيم العلف بالأوزون في حيز مغلق بتركيز (26.66 ملغم/1 كغم).

سحبت عينات الدم من الوريد الفخذي 5 مل (اناث فقط و بواقع 3 عينات لكل مكرر) عند عمر 28 يوم وتم قياس كلا من حجم الخلايا المرصوصة pcv و عدد خلايا الدم الحمر وتركيز الهيموغلوبين (Hb) كما تم قياس تراكيز بعض المعايير الكيموحيوية كالبروتين الكلي والالبومين والكلوبيولين وكلا من الكلوكوز والكوليستيرول كما تم قياس تركيز انزيمات الكبد ALTو AST

النتائج والمناقشة

يوضح الجدول (1) تأثير معاملة العلف بتراكيز مختلفة من الأوزون في حجم خلايا الدم المرصوصة وعدد خلايا الدم الحمر وتركيز الهيموغلوبين في فروج اللحم عند عمر 28 يوم . تشير النتائج الى عدم وجود فروق معنوية ($P\leq 0.05$) في حجم خلايا الدم المرصوصة وعدد خلايا الدم الحمر و تركيز الهيموغلوبين اذ سجلت المعاملة الرابعة اعلى قيم بلغت (28.33 %، 3.55 مليون خلية / ملم^3 و 9.44 غم 100 /مل) على التوالي في حين سجلت المعاملة الثانية اقل قيم اذ بلغت (25.67 % ، 3.21 مليون خلية / ملم^3 و8.56 غم 100 / مل) على التوالي وكانت هذه النتائج ضمن الحدود الطبيعية لمعايير الدم لفروج اللحم، مما يشير ان التعقيم بالأوزون لم يؤثر على معايير الدم وهذا يتضح من الحالة الصحية للطيور خلال فترات الدراسة وكذلك معدلات وزن الجسم.

جدول (1) تأثير تعقيم العلف بتراكيز مختلفة من الاوزون في حجم خلايا الدم المرصوصة واعداد خلايا الدم الحمر وتركيز الهيموغلوبين في دم فروج اللحم بعمر 28 يوم (المتوسطات ± الخطأ القياسي)

المعاملات	البروتين الكلي (غم / 100 مل)	الألبومين (غم / 100 مل)	الكلوبولين (غم / 100 مل)	الجلوكوز (ملغم / 100 مل)	الكوليسترول (ملغم / 100 مل)
السيطرة	3.52 ± 0.34	1.46 ± 0.25	2.06 ± 0.54	144.79 ± 9.16	135.13a ± 5.36
T2	3.15 ± 0.09	1.66 ± 0.12	1.49 ± 0.12	125.75 ± 2.58	108.38ab ± 20.88
T3	3.69 ± 0.25	1.56 ± 0.20	2.13 ± 0.09	131.79 ± 1.22	106.78ab ± 16.60
T4	3.48 ± 0.25	1.74 ± 0.17	1.74 ± 0.40	126.36 ± 6.64	141.31a ± 3.74
T5	3.38 ± 0.20	1.54 ± 0.11	1.83 ± 0.15	131.90 ± 6.40	92.21b ± 3.30
مستوى المعنوية	N. S	N. S	N. S	N. S	N. S

N.S تعني عدم وجود فروق معنوية بين المتوسطات. * معنوي (الحروف المختلفة عموديا تمثل فروقا معنوية على مستوى $P \leq 0.05$).

كما يوضح الجدول (2) تأثير تعقيم العلف بتراكيز مختلفة من الأوزون في بعض معايير مصل الدم عند عمر28 يوم. اذ تشير النتائج الى عدم وجود فروق معنوية ($P\leq 0.05$) بين المعاملات في مستوى البروتين الكلي اذ كانت اعلى معاملة في مستوى

البروتين هي المعاملة الثالثة (3.69) و اقل معاملة الثانية (3.15)، و اشارت نتائج الجدول الى عدم وجود فروق معنوية في مستوى الالبومين اذ كانت اعلى معاملة الرابعة (1.74) و اقل معاملة السيطرة (1.46) و كذلك لم تتواجد فروق معنوية في مستوى الكلوبيولين و الكلوكوز في دم الطيور بعمر 28 يوم اذ كانت اعلى معاملة الثالثة (2.13) و السيطرة (144.79) و اقل معاملة الثانية (1.49) و (125.75) على التوالي لكل من الكلوبيولين و الكلوكوز، و قد اشارت النتائج الى وجود فروق معنوية ($P\leq 0.05$) في مستوى الكوليسترول في مصل الدم اذ سجلت المعاملة الخامسة اقل تركيز مقارنة بمعاملة السيطرة في حين لم تتواجد اختلافات معنوية بين المعاملة الثانية والثالثة والرابعة مقارنة بمعاملة السيطرة. وقد يعزى سبب انخفاض الكولسترول في المعاملة الخامسة الى ان الاوزون يقوم بالتفاعل مع الاواصر المزدوجة الموجودة في الاحماض الدهنية غير المشبعة و يُأكسدها وذلك حسب ما اشار الية Sadeghi and Hoonejani (2022) الذي وضح عند تعقيم علائق فروج اللحم بغاز الاوزون ادى ذلك الى اكسدة الاحماض الدهنية في الاعلاف مع زيادة تركيز ومدة التعرض لغاز الاوزون.

جدول (2) تأثير معاملة الاعلاف بتراكيز مختلفة من الاوزون في تركيز البروتين الكلي والالبومين والكلوبيولين والكلوكوز والكوليسترول غم /100 مل في مصل الدم لفروج اللحم بعمر 28 يوم (المتوسطات ± الخطأ القياسي).

المعاملات	البروتين الكلي (غم / 100 مل)	الألبومين (غم / 100 مل)	الكلوبولين (غم / 100 مل)	الجلوكوز (ملغم / 100 مل)	الكوليسترول (ملغم / 100 مل)
السيطرة	3.52 ± 0.34	1.46 ± 0.25	2.06 ± 0.54	144.79 ± 9.16	135.13a ± 5.36
T2	3.15 ± 0.09	1.66 ± 0.12	1.49 ± 0.12	125.75 ± 2.58	108.38ab ± 20.88
T3	3.69 ± 0.25	1.56 ± 0.20	2.13 ± 0.09	131.79 ± 1.22	106.78ab ± 16.60
T4	3.48 ± 0.25	1.74 ± 0.17	1.74 ± 0.40	126.36 ± 6.64	141.31a ± 3.74
T5	3.38 ± 0.20	1.54 ± 0.11	1.83 ± 0.15	131.90 ± 6.40	92.21b ± 3.30
مستوى المعنوية	N. S	N. S	N. S	N. S	*

N.S تعني عدم وجود فروق معنوية بين المتوسطات, * معنوي (الحروف المختلفة عموديا تمثل فروقا معنوية على مستوى $P \leq 0.05$).

يوضح الجدول (3) تأثير معاملة الاعلاف بتراكيز مختلفة من الأوزون في فعالية انزيمي AST ALT في مصل دم فروج اللحم عند عمر 28 يوم . و تشير النتائج الى عدم وجود فروق معنوية ($P\leq 0.05$) في فعالية انزيم AST و انزيم ALT في مصل دم فروج اللحم في جميع المعاملات التجريبية عند عمر 28 يوم و هذا يمكن ان يشير الى عدم وجود اي تأثير سلبي للتعقيم بالأوزون على فعالية الانزيمين قيد الدراسة.

جدول (3) تأثير معاملة الاعلاف بتراكيز مختلفة من الاوزون في فعالية انزيمي AST وALT في مصل الدم لفروج اللحم بعمر28 يوم (المتوسط ± الخطأ القياسي)

المعاملات	AST (وحدة دولية / لتر)	ALT (وحدة دولية / لتر)
السيطرة	46 ± 8.33	30.00 ± 5.00
T2	36.33 ± 1.76	27.00 ± 3.21

27.67 ± 6.74	37.33 ± 3.38	**T3**
35.33 ± 3.53	42.33 ± 2.85	**T4**
34.00 ± 11.59	38.67 ± 8.21	**T5**
N. S	N. S	مستوى المعنوية

N.S تعني عدم وجود فروق معنوية بين المتوسطات, * معنوي (الحروف المختلفة عموديا تمثل فروقا معنوية على مستوى 0.05 ≥ P).

الاستنتاجات

نستنتج من الدراسة الحالية بان استخدام غاز الاوزون في تعقيم الاعلاف لايؤدي الى تغيير في الصفات الدمية للطيور كما انه لايعمل على حدوث تغيير في الصفات الكيموحيوية للدم كما لا يحدث اي تغيير في تركيز انزيمات الكبد حتى عند استخدامه في تراكيز عالية تصل الى 26 ملغم / كغم.

References

Suleman, S., Qureshi, J. A., Rasheed, M., Farooq, W. and Yasmin, F. (2022). Poultry feed contamination and its potential hazards on human health. Biomed Lett, 8: 70-81.

Maciorowski, K. G., Herrera, P., Jones, F. T., Pillai, S. D. and Ricke, S. C. (2007). Effects on poultry and livestock of feed contamination with bacteria and fungi. Animal Feed Science and Technology, 133(1-2): 109-136.

Haque, M. A., Wang, Y., Shen, Z., Li, X., Saleemi, M. K. and He, C. (2020). Mycotoxin contamination and control strategy in human, domestic animal and poultry: A review. Microbial pathogenesis, 142: 104095.

Filazi, A., Yurdakok-Dikmen, B., Kuzukiran, O. and Sireli, U. T. (2017). Mycotoxins in poultry. Poultry Science, 73-92.

Zain, M. E. (2011). Impact of mycotoxins on humans and animals. Journal of Saudi chemical society, 15(2): 129-144

Xu, R., Kiarie, E. G., Yiannikouris, A., Sun, L. and Karrow, N. A. (2022). Nutritional impact of mycotoxins in food animal production and strategies for mitigation. Journal of Animal Science and Biotechnology, 13(1): 69.

Conte, G., Fontanelli, M., Galli, F., Cotrozzi, L., Pagni, L. and Pellegrini, E. (2020). Mycotoxins in feed and food and the role of ozone in their detoxification and degradation: An update. Toxins, 12(8): 486.

Remondino, M. and Valdenassi, L. (2018). Different uses of ozone: environmental and corporate sustainability. Literature review and case study. Sustainability, 10(12): 4783.

Porto, Y. D., Trombete, F. M., Freitas-Silva, O., De Castro, I. M., Direito, G. M. and Ascheri, J. L. R. (2019). Gaseous ozonation to reduce aflatoxins levels and microbial contamination in corn grits. Microorganisms, 7(8): 220.

Kayişoğlu, Ç. and Türksoy, S. (2023). OZON UYGULAMASININ TAHIL VE ÜRÜNLERİ ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ. Gıda, 48(2): 285-304.

Kapoor, S., Kaur, G., Dar, B. N. and Sharma, S. (Eds.). (2023). Emerging Techniques for Food Processing and Preservation.

Pandiselvam, R., Kaavya, R., Jayanath, Y., Veenuttranon, K., Lueprasitsakul, P., Divya, V. and Ramesh, S. V. (2020). Ozone as a novel emerging technology for the dissipation of pesticide residues in foods–a review. Trends in Food Science & Technology, 97: 38-54.

Epelle, E. I., Macfarlane, A., Cusack, M., Burns, A., Okolie, J. A., Mackay, W. and Yaseen, M. (2023). Ozone application in different industries: A review of recent developments. Chemical Engineering Journal, 454: 140188.

Han, M. H., Yi, H. J., Kim, Y. S., Ko, Y. and Kim, Y. S. (2016). Association between diurnal variation of ozone concentration and stroke occurrence: 24-hour time series study. PLoS One, 11(3): e0152433.

Che, Z., Liu, Y., Wang, H., Zhu, H., Hou, Y. and Ding, B. (2010). The protective effects of different mycotoxin adsorbents against blood and liver pathological changes induced by mold-contaminated feed in broilers. Asian-Australasian Journal of Animal Sciences, 24(2): 250-257.

Azizpour, A. and Moghadam, N. (2015). Assessment of serum biochemical parameters and pathological changes in broilers with chronic *aflatoxicosis* fed glucomannan-containing *yeast* product (Mycosorb) and sodium bentonite. Journal of Veterinary Research, 59(2): 205-211.

Ejioffor, T. E., Mgbeahuruike, A. C., Nwoko, E. I., Okoroafor, O. N., Aronu, C. J., Chukwuemeka, N. O. and Idolor, O. O. (2018). Aflatoxigenic fungi in Nigerian poultry feeds: Effects on broiler performance. International Journal of Livestock Production, 9(11): 308-317.

McKenzie, K. S., Kubena, L. F., Denvir, A. J., Rogers, T. D., Hitchens, G. D., Bailey, R. H. and Phillips, T. D. (1998). *Aflatoxicosis* in turkey poults is prevented by treatment of naturally contaminated corn with ozone generated by electrolysis. Poultry science, 77(8): 1094-1102.

Diao, E., Hou, H., Chen, B., Shan, C. and Dong, H. (2013). Ozonolysis efficiency and safety evaluation of aflatoxin B1 in peanuts. Food and Chemical Toxicology, 55: 519-525.

El-Badawi, A. Y., Yacout, M. H. M., Hafsa, S. H. A. and Hassan, A. A. (2015). Application of ozone treatments on growing male rabbits.

Shahat, M. S., Badr, A., Hegaziy, A., Ramzy, S. and Samie, M. (2017). Reducing the histopathological and biochemical toxicity of aflatoxins contaminated soybean using ozone treatment. Annual Research & Review in Biology, 15(3): 1-10.

Hoonejani, S. and Sadeghi, R. (2022). Investigation of the Effect of Ozone Gas on Microbial Population and the Quality of Broilers Chicken Diets. Research On Animal Production (Scientific and Research), 13(38): 1-7.