

Effect of baker's yeast *Saccharomyces cerevisiae* in a feed mixture contaminated with aflatoxins on histological indicators of the liver and kidney of broilers

Dr. Ammar Mostafa * 

(Received 28 / 5 / 2025. Accepted 26 / 8 / 2025)

□ ABSTRACT □

This study aimed to evaluate the effect of adding the yeast *Saccharomyces cerevisiae* to feed contaminated with aflatoxins on some histological indicators of the liver and kidneys of broilers. (120) one-day-old unsexed chicks of the hybrid (Ross-308) were used, with an average weight of 42.45 g. The birds were randomly divided into four experimental groups with three replicates for each group (10 birds for each replicate).

Group T1 (negative control) received an uncontaminated basal diet with no additives. Group T2 (positive control) was fed a diet naturally contaminated with aflatoxins produced by *Aspergillus flavus*. Groups T3 and T4 received the contaminated diet supplemented with 0.1% and 0.2% *S. cerevisiae*, respectively. The results showed a better improvement in the histological indicators in the T4 group, as the liver tissues showed an almost similar appearance to the T1 negative control group ($p \geq 0.05$), with a significant decrease in renal tissue degenerations, in the T4 group birds compared to the T2 positive control group.

Keywords: Baker's yeast, aflatoxins, liver, kidney, Broiler.

Copyright



:Latakia University(formerly Tishreen) journal-Syria, The authors retain the copyright under a CC BY-NC-SA 04

* Researcher-Syria ammarmostafa110@gmail.com

تأثير خميرة الخبز *Saccharomyces cerevisiae* في الخلطة العلفية الملوثة بالأفلاتوكسينات على المؤشرات النسيجية للكبد والكلية لدى الفروج

د. عمار مصطفى* 

(تاريخ الإيداع 2025 / 5 / 28. قبل للنشر في 2025 / 8 / 26)

□ ملخص □

هدفت هذه الدراسة تقييم تأثير إضافة الخميرة *Saccharomyces cerevisiae* الى العلف الملوث بالأفلاتوكسينات على بعض المؤشرات النسيجية للكبد والكلية لدى الفروج، وقد استخدم (120) صوصاً من الهجين (Ross-308) غير المجنس بعمر يوم واحد، وبمتوسط وزن 42.45 غم، وقد تم تقسيم الطيور بشكل عشوائي الى أربع مجموعات تجريبية بواقع ثلاث مكررات لكل مجموعة (10 طيور لكل مكرر): T1 (التحكم السلبي): تم تغذيتها على نظام غذائي خالٍ من التلوث والإضافات، T2 (التحكم الإيجابي): تم تغذيتها على نظام غذائي ملوث بالأفلاتوكسين الطبيعي المنتج من الفطر *Aspergillus flavus*، وتم تغذية طيور المجموعتين (T3، T4) على نظام غذائي ملوث بالأفلاتوكسين ومكمل بالخميرة *S. cerevisiae* بنسبة 0.1% و 0.2% على التوالي. أظهرت النتائج تحسناً أفضل في المؤشرات النسيجية لدى المجموعة T4، إذ أظهرت أنسجة الكبد مظهراً مشابهاً تقريباً لمجموعة التحكم السلبي T1 ($p \geq 0.05$)، مع انخفاض كبير في التكتسات النسيجية الكلوية، وذلك لدى طيور المجموعة T4 مقارنة بمجموعة التحكم الإيجابي T2.

الكلمات المفتاحية: خميرة الخبز، أفلاتوكسينات، كبد، كلية، فروج.

حقوق النشر : مجلة جامعة اللاذقية (تشرين سابقاً) - سورية، يحتفظ المؤلفون بحقوق النشر بموجب



الترخيص

CC BY-NC-SA 04

*باحث، سوريا ammarmostafal10@gmail.com

مقدمة:

تعد الأفلاتوكسينات من أبرز وأهم السموم الفطرية دراسةً على مستوى العالم، إذ تم تصنيفها على أنها مادة مسرطنة للإنسان من قبل الوكالة الدولية لأبحاث السرطان [1]، كما تشكل خطراً على صحة وإنتاج الدواجن، إذ يتم امتصاصها في الأمعاء الدقيقة للدواجن بنسبة تزيد عن 80% مقارنة مع السموم الفطرية الأخرى التي لا تزيد نسبة امتصاصها عن 20% [2]. الجدير بالذكر أنه أثناء العمليات الأيضية التي تنطوي على الأفلاتوكسين، يحدث تكوين للجذور الحرة مثل أنواع الأكسجين التفاعلية، مما يؤدي إلى حدوث أضرار أكسدة [3]، إذ أشارت الدراسات إلى وجود علاقة راسخة بين الإجهاد التأكسدي والسموم العلفية (الأفلاتوكسينات) في إنتاج الدواجن [4].

يمكن التعرف على التغير النسيجي المرضي أثناء التسمم بالأفلاتوكسين من خلال فحص التشريح النسيجي للكبد والكلية، إذ تعتبر الكلى والكبد من أكثر الأعضاء تأثراً بالأفلاتوكسينات لدى جميع الحيوانات [5،6]، ويمكن أن يؤدي الأفلاتوكسين إلى زيادة موت الخلايا المبرمج Apoptosis، وتوقف دورة الخلية في الدواجن [7]، كما يمكن أن يسبب تكاثر الخلايا الالتهابية، الارتشاح الخلوي (Cellular infiltration)، الوذمة، وتكسب الخلايا الكبدية [8]، وقد سبب الأفلاتوكسين تغيرات نسيجية في الكبد متمثلة بالالتهاب، والأوعية الدموية المحتقنة، وخلايا الكبد المرتشحة والملتهبة، تكاثر القناة الصفراوية، تغيرات دهنية أو الكبد الدهني، إضافة إلى وجود مناطق بؤرية صغيرة وكبيرة من النخر Necrosis، والتليف Fibrosis [9]، وفي سياق متصل، يعتبر الإجهاد التأكسدي آلية جزيئية هامة تكمن وراء إصابة الكلى الناجمة عن التعرض لسموم الأفلاتوكسينات [10]، إذ تؤثر الأفلاتوكسينات ومستقلباتها على أجزاء مختلفة من النفرون، مما يسبب سمية كلوية قبل إفرازها في البول، وقد ارتبطت السمية الناجمة عن الأفلاتوكسين بزيادة سماكة الغشاء القاعدي الكبيبي، وانخفاض معدل الترشيح الكبيبي، وانخفاض تدفق البول، والموت الخلوي المبرمج وتم إثبات ذلك في الدراسات التي أجريت على الحيوانات [6،11]، كما سبب الأفلاتوكسين حدوث تغيرات نسيجية في الكلى [9]، وقد أظهرت إحدى الدراسات السابقة حدوث تغيرات نسيجية تمثلت بالنخر والتكسب والالتهاب للكبد والكلية لدى دجاج اللحم الذي تناول غذاءً ملوثاً بتركيز منخفض 30.65 ppb من الأفلاتوكسينات عند نهاية المرحلة الأولى 21 يوم [12]، كما لوحظت التغيرات النسيجية في الكبد والكلية، والمتمثلة بالتكسبات، والتغيرات الدهنية لدى دجاج اللحم الذي تناول خلطة علفية ملوثة بالعفن والأفلاتوكسين بتركيز 53.27 ppb [13].

جذب التحلل الحيوي للسموم الفطرية بواسطة الكائنات الحية الدقيقة انتباه العلماء [14،15]، إذ تعد طرائق التخلص الحيوي من السموم آمنة وفعالة، حيث يتم الاحتفاظ بالخصائص الغذائية والحسية مثل اللون والنكهة دون استخدام مواد كيميائية ضارة [16]، وفي هذا السيناريو، تم تسليط الضوء على خميرة الخبز *Saccharomyces cerevisiae* باعتبارها معززات حيوية Probiotic، وإضافات غذائية معتمدة في مجال رعاية الحيوانات وخاصة الدواجن، وقد ثبت أن مكونات جدارها الخلوي تعمل كمحفزات للنمو، ومنشطات للجهاز المناعي، بالإضافة إلى استخدامها كمادة ماصة للسموم الفطرية البيولوجية لتقليل امتصاصها من الجهاز الهضمي [17،18].

أظهرت دراسة سابقة قدرة الخميرة على عكس التأثيرات السلبية للعلف الملوث بالأفلاتوكسين بتركيز 1 ppm، والمتمثلة في حدوث تكسبات في دهون وخلايا الكبد لدى دجاج اللحم، وذلك عند إضافة 0.2% من نوعين مختلفين من مضادات السموم الفطرية المشتقة أساساً من جدران خلية الخميرة *S. cerevisiae* [19]، وفي سياق متصل، خفضت إضافة الخميرة بنسبة 0.1% إلى العلف الملوث بالأفلاتوكسينات الطبيعية بتركيز 250 ppb من الآثار السلبية على التشريح المرضي لكبد دجاج اللحم التي شملت التكسب المائي، التغيرات الدهنية، تضخم القناة الصفراوية، والاحتقان

[20]، وفي سياق متصل، أظهرت إحدى الدراسات قدرة مكملات بروبيوتيك الخميرة على تقليل التغيرات النسيجية الكبيرة في الكبد والكلية لدى دجاج اللحم الذي تناول خلطة علفية ملوثة بالأفلاتوكسين بتركيز 1 ppm، و 5 ppm [21]، وقد لوحظ انخفاض نسبة التغيرات النسيجية للكبد المتمثلة بالتتكس والنخر والتغيرات الدهنية، إضافة إلى انخفاض التغيرات النسيجية في الكلية المتمثلة بالتتكس في الظهارة الأنبوبية لدى دجاج اللحم، وذلك عند إضافة الخميرة *S. cerevisiae* بمعدل 0.2% إلى الخلطة العلفية الملوثة بالعفن والأفلاتوكسين بتركيز 53.27 ppb [13].

أهمية البحث وأهدافه:

تتمثل أهمية هذه الدراسة في تطبيق طرائق علاجية سريعة، آمنة، وقليلة التكلفة للتخلص من الأضرار التي تلحقها الأفلاتوكسينات بالأعضاء الحيوية الأساسية للفروج (الكبد، الكلية) بما يضمن تعزيز نمو وصحة الطيور، ولذلك هدفت هذه الدراسة إلى تقييم تأثير إضافة مستويين من الخميرة *S. cerevisiae* في الخلطة العلفية الملوثة بالأفلاتوكسينات على المؤشرات النسيجية للكبد والكلية لدى الفروج، وتحديد المستوى الأفضل.

طرائق البحث ومواده:

نفذ البحث في إحدى المداخن الخاصة في منطقة صافيتا التابعة لمحافظة طرطوس خلال الفترة الواقعة بين 28 آذار، و8 أيار من عام 2024.

1- تصميم التجربة:

تم الحصول على (120) صوصاً من الهجين (Ross-308) غير الجنس بعمر يوم واحد من مقيس خاص، وتم وزنها بشكل إفرادي لتسجيل الوزن الأولي، ومن ثم وزعت عشوائياً على أربع مجموعات (30 طير لكل مجموعة)، وبثلاث تكرارات لكل مجموعة (10 طيور لكل مكرر). استمرت التجربة لمدة 42 يوماً.

2- نظام الرعاية وتجهيز الحظيرة:

تم تجهيز حظيرة الرعاية ضمن إجراءات الأمن الحيوي اللازمة قبل بدء التجربة، وطبقت هذه الإجراءات بدقة متناهية خلال فترة التجربة، وتمت الرعاية على فرشاة بسماكة 5 سم من نشارة الخشب في حظيرة من النموذج نصف المغلق مساحتها 15 م²، وارتفاعها 3 م، وبمعدل 10 طيور/ م². تم ضبط درجة الحرارة في الحظيرة على (33 - 35) °م في اليومين الأولين، ثم خفضت بمقدار 3 درجات اسبوعياً حتى نهاية التجربة، وذلك باستعمال موازين لضبط درجة الحرارة والرطوبة، أما بالنسبة للإضاءة فقد استمرت لمدة 24 ساعة خلال الأسبوع الأول، ثم 22 ساعة يومياً حتى نهاية التجربة بعمر 42 يوم.

3- تحضير الخليط العلفي الملوث بالأفلاتوكسينات:

تم الحصول على عزلة فطرية من فطر *A. flavus* معزولة من أعلاف الدواجن في مختبرات قسم وقاية النبات في كلية الهندسة الزراعية بجامعة اللاذقية، كما تم الحصول على الخلطة العلفية من أحد المتاجر الخاصة لتغذية طيور التجربة، وتم إجراء الاختبارات للتأكد من خلوها من الفطريات، حيث أجريت عملية عزل الفطريات على بيئة عامة صلبة، وهي أجار البطاطا (PDA)، وأجريت سلسلة من التخفيفات وفقاً للطريقة القياسية المعتمدة [22]، كما أجريت الاختبارات للتأكد من خلوها من الأفلاتوكسينات، حيث استخدم جهاز الكروماتوغرافيا السائلة عالي الأداء (HPLC)،

تم استخدام تقانة HPLC– FLD (مكشاف الفلورة)، وتم استعمال الطور الحامل وهو مزيج من الماء المقطر: الميثانول: الأسيتونتريل (60:20:20) مل، بسرعة التدفق (1ml/ min)، إضافة الى عمود الفصل الكروماتوغرافي C18، وكانت درجة حرارة فرن عمود الفصل الكروماتوغرافي (40 °م)، والأطوال الموجية لمكشاف الفلورة FLD هي: طول موجة الإثارة 365 nm، وطول موجة الإصدار 435 nm، وتم إجراء التحليل باستخدام كيتات تحليل الأفلاتوكسين وفقاً للطرق القياسية المتبعة [23]. تمت إضافة 10 مل من المعلق البوغي الفطري الذي يحتوي على 10^6 بوغ/مل إلى جزء من الخلطة العلفية، وتم تحضين الخليط لمدة اسبوعين عند درجة حرارة 28 – 30 درجة مئوية، ومن ثم تم إجراء تقدير للأفلاتوكسينات في الخلطة العلفية الملوثة وفق الطرائق القياسية [23]، حيث بلغ التركيز الكلي للأفلاتوكسين 32 ppb، وقد تم حفظ الخليط في الثلاجة لحين الاستخدام.

4- نظام التغذية:

قدمت لمجموعات الطيور خلطة علفية متوازنة على مرحلتين (أولى، وثانية) بحسب عمر الطيور بما يلبي الاحتياجات الغذائية للطيور وفق توصيات المجلس القومي للأبحاث [24]، كما هو موضح في الجدول 1. تم تقسيم الطيور بشكل عشوائي الى أربع مجموعات تجريبية كما يلي: T1 (التحكم السلبي): تم تغذيتها على خلطة علفية خالية من التلوث والإضافات، T2 (التحكم الإيجابي): تم تغذيتها على خلطة علفية ملوثة بالأفلاتوكسينات من خلال دمج الخليط الملوث بالأفلاتوكسين المنتج طبيعياً من الفطر *A. flavus* في الخلطة العلفية الأساسية المستخدمة، وتم تغذية طيور المجموعتين (T4,T3) على خلطة علفية ملوثة بالأفلاتوكسين ومكملة بالخميرة *S. cerevisiae* بنسبة 0.1% و 0.2% على التوالي.

الجدول 1. مكونات العليقة المستخدمة، والتركيب الكيميائي

المكونات	مرحلة أولى (1 – 21 يوم) %	مرحلة ثانية (22 – 42 يوم) %
ذرة صفراء	55	59
كسبة فول الصويا	39.2	34.68
زيت الصويا	2	2.5
فوسفات ثنائية الكالسيوم	2.15	2.1
كربونات الكالسيوم (الحجر الجيري)	0.86	0.87
ميثيونين حر	0.18	0.15
ملح طعام ميوّد	0.4	0.4
كلوريد الكولين	0.1	0.1
خلطة الفيتامينات*	0.1	0.1
خلطة المعادن*	0.1	0.1
المجموع	100	100
التركيب الكيميائي		
البروتين الخام	22%	18%
الطاقة القابلة للاستقلاب	2850 Kcal/kg	2950 Kcal/kg

*: تضمنت خلطة الفيتامينات، والمعادن في كل 1 كغ من العلف الجاهز: 13000 وحدة دولية فيتامين A، 5000 وحدة دولية فيتامين D3، 80 ملغ فيتامين E، 4 ملغ فيتامين K3، 6 ملغ فيتامين B1، 8 ملغ فيتامين B2، 4 ملغ فيتامين B6، 0.02 ملغ فيتامين B12، 0.12 ملغ بيوتين، 2 ملغ حمض الفوليك، 85 ملغ نيكوتاميد، 22 ملغ حمض البانتوثنيك، 120 ملغ منغنيز، 100 ملغ زنك، 40 ملغ حديد، 20 ملغ نحاس، 1 ملغ يود، 0.3 ملغ سيلينيوم.

5- برامج الصحة والتطعيم:

تم تطبيق إجراءات الأمن الحيوي خلال فترة التجربة، وقد تم تحصين الطيور ضد الأمراض في كافة معاملات التجربة وفق البرنامج الوقائي المتبع من قبل المربين والمنصوح به من قبل الأطباء البيطريين في المنطقة كما هو موضح في الجدول 2:

الجدول 2. برنامج التحصينات

اليوم	نوع اللقاح	طريقة الإعطاء
7	نيوكاسل (Clone 30)	مياه الشرب
	التهاب القصبات المعدي (H 120)	مياه الشرب
14	جمبورو (Gamboro. TM)	مياه الشرب
21	نيوكاسل (Clone 30)	مياه الشرب
32	نيوكاسل (Clone 30)	مياه الشرب

6- المؤشرات النسيجية:

- جمع عينات الأنسجة: تم التضحية بتسعة طيور من كل مجموعة (3 طيور لكل مكرر) عند نهاية التجربة (اليوم 42)، وتم نزع الكلى والأكباد من أجل الحصول على أجزاء منها لإجراء الفحوصات النسيجية.

- الفحص النسيجي: تم حسب الطريقة الموصوفة [21]، إذ تم تثبيت العينات التي تم جمعها من الكبد والكلية في 4% من الفورمالين المخزن لمدة 24 ساعة على درجة حرارة الغرفة، ثم تم تمرير العينة عبر سلسلة من التركيزات المتزايدة من الكحول (70%، 90%، 96%، 99.8%) والإكسيلين (Xylene)، والبارافين (Paraffin)، ثم عُمرت في البارافين باستخدام المعدات المناسبة، وبعدها قُطعت إلى عينات بقياس 4 ميكرومتر باستخدام سكين معدني، وتم وضع العينات على شرائح، ثم وضعت في حاضنة عند 60 درجة مئوية لمدة 24 ساعة، ثم تم إزالة البارافين منها باستخدام الإكسيلين وتركيزات مخفضة من الإيثانول (99.8%، 96%، 50%)، وقد تم وضع المادة في كل من الكواشف لمدة 3 دقائق، وبعد ذلك صُبغت العينات بصبغة (H&E)، (الهيماتوكسيلين Hematoxylin، والأيزون Eosin) لمدة 1 - 2 دقيقة، وقد تم فحص المقاطع التي تم الحصول عليها من كل عضو تحت المجهر الضوئي، حيث تم فحص عينات الكبد والكلية بحثاً عن التغيرات والآفات المرضية: نخر/ تنكس الخلايا، تليف، التهاب، انحلال/فجوات دهنية، وتم إعطاء درجات (0، 1، 2، 3) للأقسام التي لا تحتوي على آفات أو آفات خفيفة أو متوسطة أو شديدة على التوالي.

7- التحليل الإحصائي:

أستخدم برنامج SPSS v25 في تحليل البيانات، إذ تم إجراء تحليل التباين الأحادي ('One - Way ANOVA) بين المجموعات المصممة تصميماً كامل العشوائية من خلال اختبار دنكن [25].

النتائج والمناقشة:

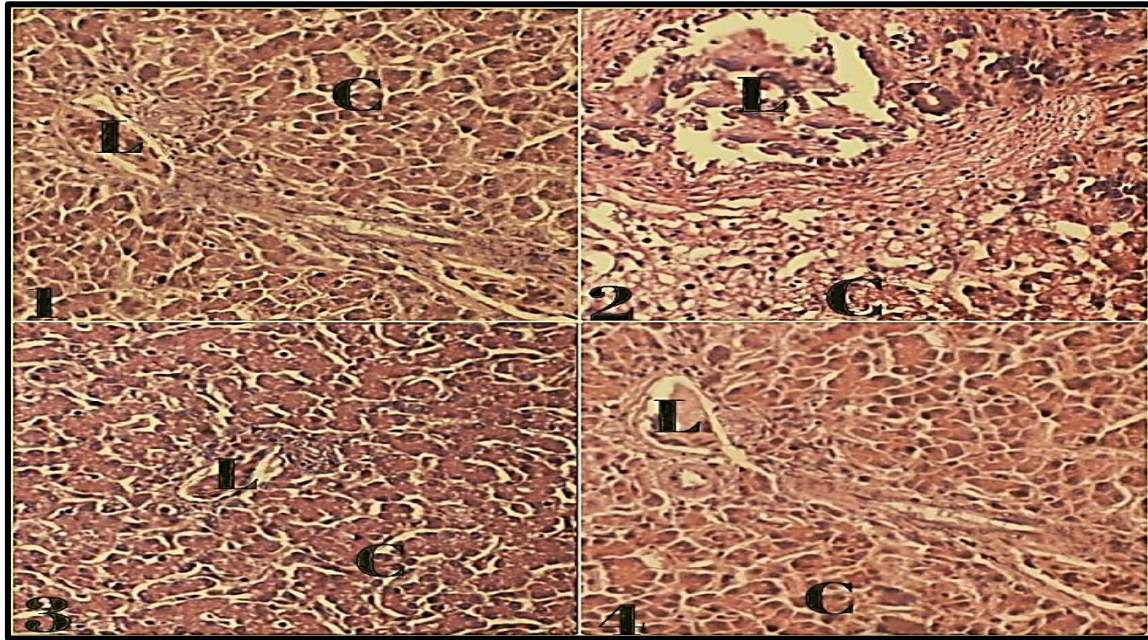
تشير المعطيات الموضحة في الجدول 3، والشكل 1، و2 إلى وجود تغيرات معنوية ($p \leq 0.05$) في المؤشرات النسيجية للكبد والكلية لدى طيور مجموعة التحكم الإيجابي T2، مقارنة مع مجموعة التحكم السلبي T1، إذ لوحظ وجود تغيرات نسيجية واضحة متوسطة إلى شديدة تمثلت بتليف منطقة بوابة الكبد، والقناة الصفراوية، ووجود التهاب وانحلال دهني في خلايا الكبد، بينما أظهرت الآفات النسيجية للكلية نخرًا وتقرُّراً في الظهارة الأنبوبية الكلوية، والكبيبة،

إضافة إلى الالتهاب والفجوات الدهنية، وذلك لدى طيور مجموعة التحكم الإيجابي T2 مقارنة مع مجموعة التحكم السلبي T1؛ وعلى العكس من ذلك، فقد لوحظ وجود تغيرات معنوية ($p \leq 0.05$) في المؤشرات النسيجية للكبد والكلية لدى طيور دجاج اللحم التي تتناول خلطة علفية ملوثة بالأفلاتوكسين، ومعالجة بالخميرة *S. cerevisiae*، إذ لوحظ انخفاض نسبة تلك التغيرات والتكتسات النسيجية لدى طيور المجموعة T3 مقارنة بمجموعة التحكم الإيجابي T2، بينما كان التحسن أفضل عندما أضيفت الخميرة بنسبة 0.2% الى الخلطة العلفية الملوثة بالأفلاتوكسين، إذ أظهرت أنسجة الكبد مظهراً مشابهاً تقريباً لمجموعة التحكم السلبي T1 ($p \geq 0.05$)، مع انخفاض كبير في التكتسات النسيجية الكلوية، وذلك لدى طيور المجموعة T4 مقارنة بمجموعة التحكم الإيجابي T2.

الجدول 3. تأثير الخميرة *S. cerevisiae* على التغيرات النسيجية في الكبد والكلية لدى طيور مجموعات التجربة

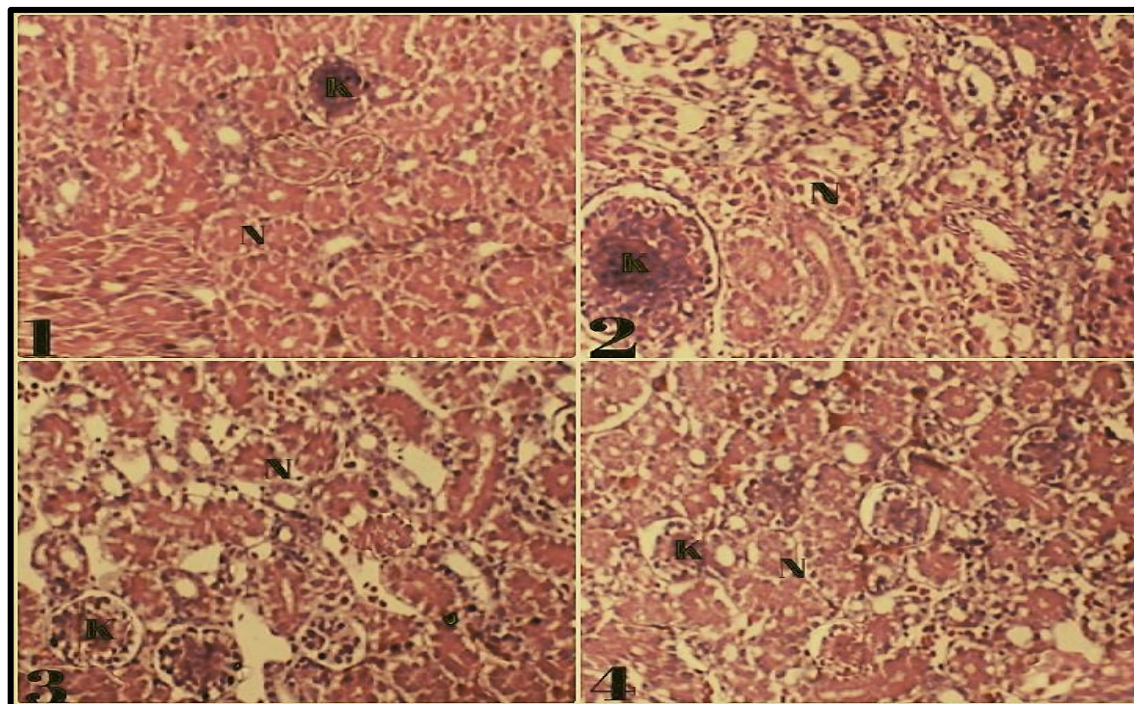
المعاملات *				التغيرات النسيجية **
T4	T3	T2	T1	
0.22 ± 0.16^a	0.72 ± 0.28^b	2.58 ± 0.41^c	0.17 ± 0.27^a	متوسط آفات الكبد ***
0.52 ± 0.28^b	1.30 ± 0.35^c	2.85 ± 0.34^d	0.04 ± 0.11^a	متوسط آفات الكلية ***

a, b, c, d: الأحرف المختلفة أفقياً تدل على وجود فروق معنوية عند مستوى 5%. T1: التحكم السلبي (خالية من التلوث، والاضافات)، T2: التحكم الإيجابي (ملوثة بالأفلاتوكسينات)، T3: T2 + 0.1% خميرة *S. cerevisiae*، T4: T2 + 0.2% خميرة *S. cerevisiae*. **: نخر/ تنكس الخلايا، تليف، التهاب، انحلال/فجوات دهنية. ***: التعبير عن النتائج (لا يوجد 0، خفيفة 1، متوسطة 2، شديدة 3)، متوسط نتائج التغيرات في العينات، عدد العينات (9 عينات/3 مكررات/ 1 مجموعة).



الشكل 1. أنسجة الكبد لطيور مجموعات التجربة مصبغة بالهيماتوكسيلين والأيوسين.

1: مجموعة التحكم السلبي (خالية من التلوث، والاضافات) T1، 2: مجموعة التحكم الإيجابي (ملوثة بالأفلاتوكسينات) T2، 3: مجموعة الطيور التي تتناول خلطة علفية ملوثة بالأفلاتوكسين، ومعالجة بالخميرة بمعدل 0.1% (T3)، 4: مجموعة الطيور التي تتناول خلطة علفية ملوثة بالأفلاتوكسين، ومعالجة بالخميرة بمعدل 0.2% (T4)، L: منطقة بوابة الكبد، القناة الصفراوية، الوريد البابي، الشريان الكبدي، C: خلايا الكبد.



الشكل 2. أنسجة الكلى لطيور مجموعات التجربة مصبوغة بالهيماتوكسيلين والأيوسين.

1: مجموعة التحكم السلبي (خالية من التلوث، والإضافات) T1، 2: مجموعة التحكم الإيجابي (ملوثة بالأفلاتوكسينات) T2، 3: مجموعة الطيور التي تتناول خلطة علفية ملوثة بالأفلاتوكسين، ومعالجة بالخميرة بمعدل 0.1% (T3)، 4: مجموعة الطيور التي تتناول خلطة علفية ملوثة بالأفلاتوكسين، ومعالجة بالخميرة بمعدل 0.2% (T4)، K: الكبيبة، N: الأنبوب الكلوي.

توصلت معظم الدراسات الى ذات النتائج، إذ لوحظ حدوث تغيرات نسيجية تمثلت بالنخر والتكس والتكس والالتهاب والانحلال الدهني لدى دجاج اللحم الذي تناول علفاً ملوثاً بتركيز منخفض (30.65 ppb) من الأفلاتوكسينات عند نهاية المرحلة الأولى 21 يوم [12]، وفي المقابل انعكست التأثيرات السلبية للعلف الملوث بالأفلاتوكسين بتركيز 1 ppm، والمتمثلة في حدوث تنكسات في دهون وخلايا الكبد لدى دجاج اللحم، وذلك عند إضافة 0.2% من نوعين مختلفين من مضادات السموم الفطرية المشتقة أساساً من جدران خلية الخميرة *S. cerevisiae* [19]، وفي سياق متصل، خفضت إضافة الخميرة بنسبة 0.1% إلى العلف الملوث بالأفلاتوكسينات بتركيز 250 ppb من الآثار السلبية على التشريح المرضي لكبد دجاج اللحم التي شملت التكتس المائي، التغيرات الدهنية، تضخم القناة الصفراوية، والاحتقان [20]، كما بينت دراسة أخرى قدرة مكملات بروبيوتيك الخميرة على تقليل التغيرات النسيجية في الكبد والكلى لدى دجاج اللحم الذي تناول خلطة علفية ملوثة بالأفلاتوكسين بتركيز 1 ppm، و 5 ppm [2]، وقد لوحظ انخفاض نسبة التغيرات النسيجية للكبد المتمثلة بالتكس والنخر والتغيرات الدهنية، إضافة الى انخفاض التغيرات النسيجية في الكلية المتمثلة بالتكس في الظهارة الأنبوبية لدى الفروج عند إضافة الخميرة *S. cerevisiae* بمعدل 0.2% الى الخلطة العلفية الملوثة بالعضن والأفلاتوكسين بتركيز 53.27 ppb [13]، كما أدت إضافة الخميرة *S. cerevisiae* بمعدل 1 غ/كغ الى العلف الملوث بالأفلاتوكسين بتركيز 100 ppm الى انخفاض التغيرات النسيجية في كبد دجاج اللحم، والمتمثلة بالتكسات الدهنية الدقيقة، حيث أظهرت إضافة الخميرة *S. cerevisiae* خلايا كبدية طبيعية مشابهة للتحكم [26]، وفي ذات الصدد، لوحظ وجود تكاثر للقنوات الصفراوية، وتكس دهني في الحويصلات الدقيقة للخلايا الكبدية لدى دجاج اللحم الذي تناول خلطة علفية ملوثة بالأفلاتوكسين بتركيز منخفض جداً 506.14 نانوغرام/كغ، بينما أظهرت خلايا الكبد لدى العلاج بمزيل السموم الفطرية الذي يحتوي على الخميرة *S. cerevisiae* مظهراً نسيجياً طبيعياً [27].

يعود السبب في التغيرات النسيجية للكبد والكلى لدى طيور مجموعة التحكم الإيجابي T2 الى الأفلاتوكسين، إذ يؤدي الى زيادة موت الخلايا المبرمج، وتوقف دورة الخلية في الدواجن [7]، كما يمكن أن يسبب الأفلاتوكسين العديد من الأضرار المجهرية بما في ذلك الخلايا الحبيبية والوحيدات عالية المستوى من الخلايا الحمضية، والفجوات الدهنية [28]، إضافة الى تكاثر الخلايا الالتهابية، التسلل والوذمة، وانحلال الخلايا الكبدية [8]، وقد يُعوى سبب ارتفاع نسبة الدهون في الكبد إلى تراكم الدهون بسبب ضعف وظيفة الشبكة الإندوبلازمية أو بسبب انخفاض تخليق البروتين الدهني [29].

قد يعود التحسن الحاصل في التشريح النسيجي لدى طيور دجاج اللحم التي تأثرت بالأفلاتوكسين، والمعالجة بالخميرة *S. cerevisiae*، الى قدرة الخميرة على تثبيط الفطريات، وربط الأفلاتوكسينات [30]، وبالتالي تخفيف تأثير الأفلاتوكسين على طيور دجاج اللحم؛ ومن ناحية أخرى، تعمل خلايا الخميرة والمنتجات المشتقة من الخميرة على زيادة نشاط الأنزيمات المضادة للأكسدة، وخفض مستوى أنواع الأكسجين التفاعلية، وخفض بيروكسيد الدهون [31]، إضافة الى احتواء الخميرة على السيلينيوم بتركيز كبير [32]، الذي يعمل على إصلاح الحمض النووي، وأنظمة الغدد الصماء والمناعة ووظائف أخرى، نظراً لقدرته الكبيرة على إزالة الجذور الحرة، وبالتالي حماية غشاء الخلية، ومنع الخلايا من التحول الخبيث كالطفرات [33، 34]، وهذا بدوره يؤدي الى تحسين المؤشرات البيوكيميائية لوظائف الكبد والكلى في مصل الدم، مما يسبب خفض كمية الدهون المتراكمة في الكبد، والحفاظ على أنسجة الكلى.

الاستنتاجات والتوصيات:

أظهرت إضافة الخميرة *S. cerevisiae* بنسبة 0.2% إلى خلطة العلف الملوثة بالأفلاتوكسينات تحسناً ملحوظاً في المؤشرات النسيجية للكبد والكلى لدى الفروج، مقارنة مع النسبة المضافة 0.1% وفق ظروف هذه الدراسة.

توصي هذه الدراسة باعتماد الإضافات العلفية التي تحتوي على الخميرة *S. cerevisiae* إلى الأعلاف الملوثة بالأفلاتوكسينات، إذ تساهم في إنتاج أعلاف ذات قيمة غذائية عالية وآمنة ميكروبياً، كما تدعم هذه الإضافة الأداء الإنتاجي الأمثل للدواجن وصحتها، بما يضمن أداء وصحة جيدين للدواجن، وبتكاليف اقتصادية منخفضة بما يتماشى مع مبادئ التنمية المستدامة والاقتصاد الأخضر.

References:

- [1] V. Ostry, F. Malir, J. Toman, and Y. Grosse, Mycotoxins as human carcinogens-The IARC Monographs classification, *Mycotoxin Res.* vol. 33, no. 1, pp. 65–73, (2017).
- [2] B. Grenier and T. J. Applegate, Modulation of intestinal functions following mycotoxin ingestion: Meta-analysis of published experiments in animals, *Toxins.* vol. 5, no. 2, pp. 396–430, (2013).
- [3] S. Yilmaz, E. Kaya, and M. A. Kisacam, The effect on oxidative stress of aflatoxin and protective effect of lycopene on aflatoxin damage, in: *Aflatoxin- Control, Analysis, Detection and Health Risks*, ch. 4, pp. 68–90, 2017.
- [4] B. Mishra and R. Jha, Oxidative stress in the poultry gut: potential challenges and interventions, *Front. Vet. Sci.* vol. 6, no. 60, (2019).
- [5] H. Qing, S. Huang, K. Zhan, L. Zhao, J. Zhang, C. Ji, Q. Ma, Combined toxicity evaluation of ochratoxin A and aflatoxin B1 on kidney and liver injury, immune inflammation, and gut microbiota alteration through pair-feeding pullet model, *Front. Immunol.* vol. 13, no. 147, (2022).

- [6] Y. Wang, M. Song, Q. Wang, C. Guo, J. Zhang, X. Zhang, Y. Cui, Z. Cao, Y. Li, PINK1/Parkin-mediated mitophagy is activated to protect against AFB1-induced kidney damage in mice, *Chem. Biol. Interact.* vol. **358**, ID 109884, (2022).
- [7] M. J. Mughal, X. Peng, A. A. Kamboh, Y. Zhou, and J. Fang, Aflatoxin B1 induced systemic toxicity in poultry and rescue effects of selenium and zinc, *Biol. Trace Elem. Res.* vol. **178**, pp. 292–300, (2017).
- [8] C. Perali, A. P. Magnoli, M. Aronovich, C. Rosa, and L. R. Cavaglieri, Lithothamnium calcareum (Pallas) Areschoug seaweed adsorbs aflatoxin B1 in vitro and improves broiler chicken's performance, *Mycotoxin Res.* vol. **36**, pp. 371–379, (2020).
- [9] A. E. Abou-Zeid, S. Z. El-Damarawy, and T. K. El-Rayes, Biochemical, immunological and pathological studies on broiler feed aflatoxin B1 contaminated diet treated biologically by *Lactobacillus acidophilus* or *Saccharomyces cerevisiae*, *Egyptian J. Nutr. Feeds.* vol. **18**, no. 2, pp. 409–420, (2015).
- [10] X. Yang, X. Li, Y. Gao, J. Wang, and N. Zheng, Integrated metabolomics and lipidomics analysis reveals lipid metabolic disorder in NCM460 cells caused by aflatoxin B1 and aflatoxin M1 alone and in combination, *Toxins.* vol. **15**, no. 255, (2023).
- [11] S. E. Owumi, U. O. Arunsi, and A. K. Oyelere, The protective effect of 3-indolepropanoic acid on aflatoxin B1-induced systemic perturbation of the liver and kidney function in rats, *Fundam. Clin. Pharmacol.* vol. **37**, pp. 369–384, (2023).
- [12] Y. A. Prakoso, Puspitasari, C.S. Rini, A. Aliviameita, S.I.O. Salasia, Kurniasih, A.F.D. Dzil Ikram, B. Walalangi, K.P. Utama, M.F. Al Huda, N.A. Su'udiyah, The role of *Sauropus androgynus* (L.) Merr. leaf powder in the broiler chickens fed a diet naturally contaminated with aflatoxin, *J. Toxicol.* ID 2069073, pp. 1–18, (2018).
- [13] T. Ejiofor, A. C. Mgbeahuruike, C. Ojiako, A. M. Ushie, E. I. Nwoko, I. R. Onoja, T. Dada, M. Mwanza, and M. Karlsson, *Saccharomyces cerevisiae*, bentonite, and kaolin as adsorbents for reducing the adverse impacts of mycotoxin contaminated feed on broiler histopathology and hemato-biochemical changes, *Vet. World.* vol. **14**, no. 1, pp. 23–32, (2021).
- [14] A. Chlebic and K. Śliżewska, In vitro detoxification of aflatoxin B1, deoxynivalenol, fumonisins, T-2 toxin and zearalenone by probiotic bacteria from genus *Lactobacillus* and *Saccharomyces cerevisiae* yeast, *Probiotics Antimicrob. Proteins.* vol. **12**, no. 1, pp. 289–301, (2020).
- [15] T. Y. Qiu, H. M. Wang, Y. Yang, J. Yu, J. Ji, and J. D. Sun, Exploration of biodegradation mechanism by AFB1-degrading strain *Aspergillus niger* FS10 and its metabolic feedback, *Food Control.* vol. **121**, no. 2, ID 107609, (2021).
- [16] M. Liu, L. Zhao, G. Gong, L. Zhang, L. Shi, J. Dai, Y. Han, Y. Wu, M. M. Khalil, and L. Sun, Remediation strategies for mycotoxin control in feed, *J. Anim. Sci. Bioethanol.* vol. **13**, no. 19, pp. 2–16, (2022).
- [17] C. M. Pereyra, S. Gil, A. Cristofolini, M. Bonci, M. Makita, M. P. Monge, M. A. Montenegro, and L. R. Cavaglieri, The production of yeast cell wall using an agroindustrial waste influences the wall thickness and is implicated on the aflatoxin B1 adsorption process, *Food Res. Int.* vol. **111**, pp. 306–313, (2018).
- [18] D. Borovikova, R. Teparić, V. Mrša, and A. Rapoport, Anhydrobiosis in yeast: cell wall mannoproteins are important for yeast *Saccharomyces cerevisiae* resistance to dehydration, *Yeast*, vol. **33**, no. 8, pp. 347–353, (2016).
- [19] A. A. Oliveira, K. M. Keller, M. V. Devesa, L. A. M. Keller, E. O. Dias, B. J. Martini-Santos, D. F. G. M. Leitão, L. R. Cavaglieri, and C. A. R. Rosa, Effect of three different anti-mycotoxin additives on broiler chickens exposed to aflatoxin B1, *Arch. Med. Vet.* vol. **47**, pp. 175–183, (2015).

- [20] A. Azizpour and N. Moghadam, Effects of yeast glucomannan and sodium bentonite on the toxicity of aflatoxin in broilers, *Braz. J. Poult. Sci.* vol. **17**, no. spe, pp. 7–13, 2015.
- [21] K. Śliżewska, B. Cukrowska, S. Smulikowska, and J. Cielecka-Kuszyk, The effect of probiotic supplementation on performance and the histopathological changes in liver and kidneys in broiler chickens fed diets with aflatoxin B1, *Toxins*. vol. **11**, no. 112, (2019).
- [22] J. I. Pitt and A. D. Hocking, *Fungi and Food Spoilage*, 3rd ed., Springer, Dordrecht Heidelberg London New York Cambridge, 2009, 519 pp.
- [23] M. I. Almeida, N. G. Almeida, K. L. Carvalho, G. A. Goncalves, C. N. Silva, E. A. Santos, J. C. Garcia, and E. A. Vargas, Co-occurrence of aflatoxins B1, B2, G1 and G2, ochratoxin A, zearalenone, deoxynivalenol and citreoviridin in rice in Brazil, *Food Addit. Contam. A*. vol. **29**, no. 4, pp. 694–703, (2012).
- [24] National Research Council (NRC), *Nutrient Requirements of Poultry*, 9th Rev. Ed., Nat. Res. Council, National Academy Press, Washington, DC, USA, 1994.
- [25] D. George and P. Mallery, *IBM SPSS Statistics 25 Step by Step: A Simple Guide and Reference*, 15th ed., Routledge, UK, 2018, 404 pp.
- [26] V. Poloni, A. Magnoli, A. Fochesato, A. Cristofolini, M. Caverzan, C. Merkis, M. Montenegro, and L. Cavaglieri, A *Saccharomyces cerevisiae* RC016-based feed additive reduces liver toxicity, residual aflatoxin B1 levels and positively influences intestinal morphology in broiler chickens fed chronic aflatoxin B1-contaminated diets, *Anim. Nutr.* vol. **6**, pp. 31–38, (2020).
- [27] A. S. Fochesato, M. P. Martínez, D. Cuello, V. L. Poloni, M. J. Luna, A. P. Magnoli, C. Fernández, and L. R. Cavaglieri, Aditivos mixtos de probióticos/anti-micotoxinas (*Saccharomyces cerevisiae* RC016 y *Lactobacillus rhamnosus* RC007) suplementados con alimentos contaminados con AFB1 y su influencia en los parámetros productivos, la bioquímica y la histopatología del hígado/intestino de pollos de engorde, *Abintus FAV-UNRC*. vol. **6**, no. 12, pp. 2618–2734, (2023).
- [28] A. P. Magnoli, M. C. Rodriguez, M. L. González Pereyra, V. L. Poloni, M. F. Peralta, A. J. Nilson, R. D. Miazzo, G. Bagnis, S. M. Chiacchiera, and L. R. Cavaglieri, Use of yeast (*Pichia kudriavzevii*) as a novel feed additive to ameliorate the effects of aflatoxin B1 on broiler chicken performance, *Mycotoxin Res.* vol. **33**, pp. 273–283, (2017).
- [29] J. J. Verma, B. K. Swain, and T. S. Johri, Effect of aflatoxin and ochratoxin A on biochemical parameters in broiler chickens, *Indian J. Anim. Nutr.* vol. **29**, no. 1, pp. 104–108, (2012).
- [30] L. Istiqomah, E. Damayanti, D. Arisnandhy, F. M. C. S. Setyabudi, and M. Anwar, *Saccharomyces cerevisiae* B18 as antifungal and aflatoxin binder in vitro, *AIP Conf. Proc.* vol. **2099**, ID 020009, (2019).
- [31] S. Fathima, R. Shanmugasundaram, and M. Sifri, Yeasts and yeast-based products in poultry nutrition, *J. Appl. Poult. Res.* vol. **16**, no. 2, ID 100345, (2023).
- [32] S. B. Onofre, I. C. Bertoldo, D. Abatti, and D. Refosco, Chemical composition of the biomass of *Saccharomyces cerevisiae* - (Meyen ex E. C. Hansen, 1883) yeast obtained from the beer manufacturing process, *Int. J. Environ. Agric. Biotechnol.* vol. **2**, no. 2, pp. 558–562, (2017).

