https://jsras.rcc.edu.ly/
Vol.2 No.1 (2025), 24-31
Article history:
Received: 18 Apr. 2025
Accepted: 6 May. 2025
Published: 16 Jun. 2025

مجلة البحوث المستدامة في البحوث التطبيقية

المعاملة بالتحميص لإبادة فطريات بذور الفول السوداني

ماجدة يونس القاضي[1]، زهرة ابراهيم الجالي[2*]
[2]جامعة عمر المختار، الزراعة، قسم وقاية النبات، البيضاء – ليبيا

*بريد المؤلف المراسل: Zahra.ibrahim@omu.edu.ly

الملخص:

هدفت الدراسة إلى اختبار كفاءة التحميص في الفرن العادي وفرن الميكروويف في خفض نسبة التكرار بفطريات التخزين *Aspergillus flavus*، و*Aspergillus niger*، و*Penicillium italicum* المحمولة اصطناعياً في بذور الفول السوداني. عُقمت البذور سطحياً ولُوثت بلقاح الفطريات وقُسمت إلى قسمين، القسم الأول تمت مُعالجته بالتحميص في الفرن العادي عند 150م° لمدة 30دقيقة، والتحميص بفرن الميكروويف عند 100م° لمدة 5دقائق، بعد مرور 24ساعة من التلويث، والقسم الثاني تم تخزينه لمدة ثلاثة أشهر بعد تلويثه، وبانتهاء مُدة التخزين عُولجت البذور بالطريقة السابقة، أما بذور الشاهد عُوملت وفقاً لمُتطلبات التجربة وبدون تحميص. قُيمت كفاءة المُعالجة باستخدام الآجار المائي 2% Water Agar (WA) في أطباق بتري، لتحديد طريقة فعالة وسهلة التطبيق تمنع أو تُخفض التلوث في البذور المُعدة للاستهلاك. أشارت النتائج إلى كفاءة كلا الطريقتين في خفض تكرار الفطريات في البذور المُعَالجة، وكان الفطر *P. italicum* أكثر الفطريات حساسية للحرارة، وأثبتت الدراسة تفوق المُعَالجة بالتحميص في فرن الميكروويف عن الفرن العادي، حيث قتلت كل الفطريات المحمولة في البذرة بنسبة 100%.

الكلمات المفتاحية: التحميص، الفرن العادي، فرن الميكروويف، فطريات البذور، الفول السوداني.

1. المقدمة:

الفول السوداني من المحاصيل العالمية والاكثر شعبية، موطنه الأصلي أمريكا الجنوبية، ينمو في بيئات متنوعة، وفي أكثر من 100 بلد في ست قارات [1]، ويحتل المرتبة الخامسة بين المحاصيل الغذائية عالمياً، والمرتبة الثالثة بعد فول الصويا والقطن زيتياً [2]، ويُزرع في ليبيا في عدد 22 بلدية على مساحة 10000هكتار بإنتاجية بلغت 1800كجم/هكتار [3]. تكمن أهمية المحصول اقتصادياً في كونه يزرع بشكل رئيسي للاستهلاك البشري، إما خام أو مُحمص أو مُحلى لأن بذوره غنية بالدهون، والبروتين سهل الهضم، والكربوهيدرات الغنية بالطاقة، وفيتامين*E*، وحمض الفوليك بالإضافة إلى بعض المعادن، مع ذلك يفتقر للفيتامينات التي تذوب في الدهون مثل فيتامينات *A* ، *D* و*K*، ويدخل في صناعة زبدة الفول السوداني، وزيت الفول السوداني، وطحين الفول السوداني المُكمل للطحين الابيض، وعلائق الحيوانات [4].

يواجه الفول السوداني مشاكل كثيرة أثناء الجني وبعد التخزين والنقل ومن أهم تلك المشاكل الإصابة بمجاميع الفطريات *Aspergillus* و*Penicillium* و *Fusarium* المُنتجة للسموم [5]، ونظراً لما تُشكله فطريات التخزين المُنتجة للسموم من خطورة على صحة الإنسان والحيوان بسبب تأثيراتها المُسرطنة وانتقال سمومها عبر السلسلة الغذائية، فقد أُجريت العديد من الدراسات بهدف التقليل من التلوث

الميكروبي في المحاصيل الزراعية ونواتجها الغذائية ومنع حدوث الإصابة بالفطريات عن طريق تطبيق بعض المُعالجات منها: التحميص بالفرن العادي OR (Ordinary Roasting) أو التعريض للحرارة الجافة للقضاء على الميكروبات المحمولة داخل البذور، حيث تم تلقيح بذور القطن صناعياً بالفطر *Fusarium oxysporum visinfectum* وعُرِضت لدرجة حرارة 60°م ، 70°م ، 80°م وأكدت النتائج نجاح درجات الحرارة المُرْتفعة في خفض الفطر داخل البذرة [6]، كما تم القضاء على الفطر *Bipolars sorokiniana* عند تعريض بذور الشعير للحرارة الجافة 90م° لمدة ساعة [7]، وأثبت [8] أنه بتعريض بذور الطماطم لدرجات حرارة 90م° لمدة 20، 40، و60ثانية أمكن التخلص من الفطريات المحمولة بها، واستطاع [9] إبادة الفطريات *Cladosporium cucumerinum*، *Colletotrichum orbiculare* و*Didymella bryoniae* داخلياً وعلى السطح في بذور الخيار بعد تعريضها لـدرجة 70م° لمدة 40– 120دقيقة.

عن التحميص بفرن الميكروويف MwR (Microwave Roasting) درس كُل من [10]تأثير المُعَاملة بالميكروويف على بذور البندق hazelnuts والمُلوثة صناعياً بالفطر *A. parasiticus* في كثافة الفطر، وسجلا حدوث انخفاض معنوي بعد التعرض لمدة 60ثانية وأن هذا الانخفاض يزداد بزيادة درجة الحرارة واقترابها من 50– 55م° لمدة 120ثانية، وفي دراسة أخرى اختبر [11] التأثير الإبادي لاستخدام الـميكروويف لمدة 0، 15، 30 و45ثانية في خفض كمية الحمل الجرثومي في بذور القمح، ووجد أن المُعَاملة خفضت معنوياً أعداد الفطريات المُترممة والمُمْرضة مثل *Fusarium* spp و*Microdochium nivale* في البذور، وأظهرت نتائج تعريض بذور البازلاء السليمة والمُصابة لطاقة الميكروويف انخفاضاً في تكرار الفطريات في البذور المُصابة والسليمة ظاهرياً [12]، وفي بحث أخر أُجري من قبل [13] قام فيها بتعريض البذور الزيتية لمحاصيل فول الصويا، دوار الشمس و الكانولا لطاقة الميكروويف لدراسة تأثيرها على حيوية البذرة وبقاء الفطر *A. niger* ، أثبتت النتائج أن الطاقة الحرارية المُنْتجة قتلت جراثيم الفطر. نظراً للأهمية الغذائية لمحصول الفول السوداني، أُجريت الدراسة بهدف تقييم تأثير التحميص بالفرن العادي (الحرارة الجافة) وفرن الميكروويف لتحديد طريقة فعالة وسهلة التطبيق تمنع أو تخفض التلوث في الحبوب المُعدة للاستهلاك.

2. المواد والطرائق:

مصدر البذور

تم جلب قرون فول سوداني نظيفة وسليمة جرى تفصيصها للتخلص من الأغلفة والحصول على البذور. وُضعت البذور في دوارق زجاجية مُحكمة الغلق وعُقمت في جهاز التعقيم (Autoclave) للقضاء على أي إصابة حشرية أو ميكروبية بها.

تجهيز اللقاح وتلويث البذور

استعمل في هذه الدراسة ثلاثة فطريات *A. flavus*، *A. niger* و *P. italicum* التي تم الحصول عليها من [5]. نُميت الفطريات على الوسط PSA (Potato Sucrose Agar) لمدة 5 أيام، وجُهز لقاح كل فطر على حده وحُسب تركيزه (10^7 جرثومة/ مل) بواسطة شريحة عد كُريات الدم الـHaemocytometer، وتم خلط لقاح الفطريات تمهيداً لعدوى البذور (2مل من كل لقاح فطري). عُقمت البذور سطحياً بمحلول كلوراكس تجاري 10% لمدة 3دقائق، ثم غُسلت بالماء المُعقم وجُففت تمهيداً لتلويثها بلقاح الفطريات المختلط. تحت ظروف مُعقمة، جرى تلويث 25 بذرة بواسطة 2مل من مُعلق الفطريات [14] مع التقليب كل ساعة لضمان توزيع اللقاح

في جميع أجزاء العينة، بينما في مُعاملة الشاهد تم إضافة 2مل ماء مُعقم بديلاً للقاح. كُررت جميع المُعاملات 3 مرات، وتُركت البذور لمدة يوم كامل في ظروف رطبة للسماح للفطر باختراق أغلفة البذرة.

طرائق المعالجة

التحميص بالفرن العادي Ordinary Roasting

وُضِعت البذور في حاويات معدنية وجرى تحميصها في فرن كهربائي عادي في درجة حرارة 150°م لمدة 30دقيقة. تم إخراج البذور من الفرن، وتركها لتبرد في درجة حرارة الغرفة [15].

التحميص بفرن الميكروويف Microwave Roasting

استخدم فرن الميكروويف نوع Nikai (NMO-583) بقدرة 1400W- تردد 2450MHz. اختير عدد 150 بذرة بشكل عشوائي ووضعت في أطباق بتري زجاجية بقطر 9سم، ونُقِلت إلى مركز الميكروويف على الطبق الدوار Tumtable. عُوملت البذور بالحرارة الجافة القصوى 100م° لمدة 5 دقائق، ثم أُخرجت من الفرن وتُرِكت لتبرد [11].

مُعاملات التجربة

شملت التجربة ثلاثة مُعاملات مُقسمة كما يلي:

- بذور مُلوثة وجرى تحميصها بعد مرور 24ساعة من التلويث وبدون تخزين
- بذور مُلوثة ومخزونة لمدة 3أشهر ثم جرى تحميصها
- بذور الشاهد مُعاملة وفقاً لمُتطلبات التجربة وبدون تحميص

تقييم درجة التلوث

تم تعقيم البذور سطحياً بمحلول كلوراكس تجاري 10% لمدة 2دقيقة، ثم غُسِلت بالماء المُعَقم وجُفِفت بورق الترشيح. للكشف عن درجة التلوث وُزعت بمعدل 5بذور/ طبق على وسط الآجار المائي WA2% (Water Agar) وحُضِنت في درجة حرارة 25±2م° لمدة 5أيام لتشجيع ظهور الفطريات المحمولة بها. تم حساب نسبة تكرار الفطر بالمعادلة: التكرار (%)= [عدد البذور المصابة بنوع الفطر/ العدد الكلي للبذور المختبرة] × 100 [16].

التحليل الإحصائي

استخدم برنامج Co Stat لتحليل البيانات. نُفِذت الدراسة باستعمال التصميم العشوائي التام في تجربة عاملية من عاملين: العامل الأول ضم نوعي المعالجة، والعامل الثاني شمل 3 فطريات. النسب المئوية حُولت زاوياً من جداول $\text{Percentage Angle} = \text{Arcsin}\sqrt{\text{Percentage}}$ قبل تحليلها إحصائيا للوصول إلى جدول تحليل التباين (ANOVA) وتطبيق اختبار LSD تحت مستوى المعنوية ($P \geq 0.05$) للمُقَارنة بين متوسطات المُعَاملات

3. النتائج:

تأثير التحميص على درجة الإصابة في البذور بعد تلوثها بخليط الفطريات وبدون تخزين

بينت نتائج التحضين للبذور المُعالجة بالتحميص ظهور الفطرين *A. niger* و*P. italicum* على البذور في معاملة الفرن العادي في حين اختفى ظهورها تماماً في البذور المُعالجة بالميكروويف (شكل1).

الشكل (1): تأثير التحميص باستعمال الفرن العادي والميكروويف في تثبيط نمو الفطريات

أشارت النتائج في جدول (1)، إلى أن كلا المُعاملتين كانت ذات فعالية في خفض نسبة تكرار الفطريات في البذور مُقارنة بمُعاملة الشاهد، وأشارت أيضاً إلى فعالية كفاءة التحميص بالميكروويف في منع الإصابة بجميع الفطريات بنسبة 0% على البذور المُعداة مُقارنة مع التكرار في بذور الشاهد، في حين سجل التحميص بالفرن العادي نسبة ظهور بلغت 13.3% و6.7% للفطرين *A. niger* و *P. Italicum* وقضى تماماً على الفطر *A. flavus* . أكدت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروق معنوية بين المُعاملات والتداخل بين الفطريات والمُعاملات، فيما لم تظهر فروقات بين الفطريات.

جدول1: تأثير التحميص على تكرار الفطريات في البذور المُلوثة بدون تحزين

الفطريات	المعاملات		
	التحميص بالفرن العادي (150م°)	التحميص بفرن الميكروويف(100م°)	الشاهد
A. flavus	0.0 (00.00)	0.0 (00.00)	93.3 (75.00)
A. niger	13.3 (21.39)	0.0 (00.00)	46.7 (43.11)
P. italicum	6.7 (15.00)	0.0 (00.00)	40.0 (39.25)
أقل فرق معنوي عند 5%	المعاملة: 6.19 الفطر: NS المعاملة × الفطر: 10.7		

الأرقام بين القوسين محولة زاوياً

NS: Non-significant (لا توجد فروق معنوية)

تأثير التحميص على درجة الإصابة في البذور بعد تلويثها بخليط الفطريات والتخزين لمدة ثلاثة أشهر

أشارت النتائج في الجدول (2) إلى اختلاف تكرار الفطريات في البذور المُلوثة والمخزونة بعد تعرضها للتحميص، إذ يلاحظ كفاءة التحميص بالميكروويف بالمقارنة مع الفرن العادي من خلال التثبيط الكامل لنمو الفطريات حتى نهاية مدة التخزين، في حين خفض التحميص بالفرن العادي ظهور الفطرين *A. niger* و*P. Italicum* ومنع تماما ظهور الفطر *A. flavus*. أشار تحليل البيانات إحصائياً إلى وجود فروقات معنوية بين المُعاملات في تأثيرها على تكرار الفطريات، أيضا سُجلت الفروقات المعنوية بين الفطريات وفي تأثير التداخل بين المُعاملات والفطريات.

جدول2: تأثير التحميص على تكرار الفطريات في البذور المُلوثة المخزونة لمدة 3أشهر

الفطريات	المعاملات		
	التحميص بالفرن العادي (150م°)	التحميص بفرن الميكروويف(100 م°)	الشاهد
A. flavus	0.0 (00.00)	0.0 (00.00)	80.0 (63.44)
A. niger	6.7 (15.00)	0.0 (00.00)	86.6 (68.53)
P. italicum	6.7 (15.00)	0.0 (00.00)	6.7 (15.00)
أقل فرق معنوي عند 5%	المعاملة: 3.9 الفطر: 3.0 المعاملة × الفطر: 6.7		

الأرقام بين القوسين محولة زاوياً

4. المناقشة:

أشارت النتائج إلى أن تعريض البذور لدرجة الحرارة 150م° قللت معنوياً من وجود الفطريات وكان التحميص لمدة 3دقائق الأفضل في إبادة الفطرين *A. flavus* و *P. italicum*، في حين لم يتأثر تكرار الفطر *A. niger* تحت نفس المُعاملة. نتائج مُطابقة أوردها [6] عن مُعاملة بذور القطن بالحرارة الجافة 70°م، 80°م و90°م لم تقضي تماماً على الفطر *Fusarium ox.* f. sp. *vasinfectum* في البذور بالرغم من انخفاض نسبة الإصابة، وفي دراسة أخرى سجل [17] إبادة كاملة للفطرين *Colletotricum capsici* و *F. Moniliforme* إضافة إلى خفض وجود *Curvularia lunata* و*Rhizopus stolonifer* في حين لم يتأثر وجود الفطر *A. flavus* تحت نفس درجة الحرارة، وتم القضاء على الفطر *C. lupini* المسبب لمرض الانثراكنوز والمحمول في بذور اللوبيا بعد تعرضها لدرجات حرارة 80م لمدة أسبوع [18].

استمر ظهور انواع الجنس *Aspergillus* قد يعود إلى امتلاكه القُدرة على افراز عدد كبير من الإنزيمات والمواد الأيضية التي تمكنه من استغلال المصادر الغذائية المُختلفة لغرض التغذية والنمو، والتجرثم والنمو تحت الظروف الجافة او الرطوبة المنخفضة [19].

بينت نتائج استخدام التحميص بالميكروويف في درجة حرارة 100م° لمدة 5دقائق أنه كان كافياً للقضاء على الأنواع الثلاثة للفطريات. نتائج مُطابقة تحصل عليها [20] ذكر فيها أن درجة الحرارة 90°م أو أكثر بقليل كانت كافية للقضاء على الفطريات *A. candidus* ،

A. niger، *Eurotium* spp. و*Penicillium* spp. في بذور السورجم. في دراسة أخرى أجراها [13] أثبتت فعالية طاقة الميكروويف في قتل جراثيم الفطر *A. niger* في بذور بعض المحاصيل الزيتية. دراسات عديدة وثقت فعالية استخدام الميكروويف في السيطرة على فطريات البذرة [10]، [11]، [21]، كما أنه لا يوجد ميكروب مُقاوم للميكروويف [22]، وذكر [23] أن فعالية الميكروويف في إبادة الفطريات المحمولة في البذور تكمن في أن حرارة الميكروويف تعمل على تمزيق خلايا الميكروبات مُباشرة، في حين عزى [24] السبب إلى زيادة التحلل الإلكتروليتي لجزيئات الكالسيوم والبروتين وتسرب الحمض النووي DNA من خلية الفطر مما يؤدي إلى هلاكه.، وفي دراسة أخرى ورد أن غشاء خلية الفطر يتكون من طبقتين من البروتين وأثناء درجات الحرارة العالية وخلال التعرض لشعاع الميكروويف لمدة 15ثانية ودرجة حرارة 50م يؤدي هذا إلى تخثر البروتين الذي يؤثر بالتالي على نفاذية غشاء الخلية وتوقف كل العمليات الحيوية في الفطر وبالتالي تعرضه للموت [25].

التوصيات:

بناءً على النتائج التي تم التوصل إليها توصي الدراسة بتجهيز مراكز لفحص البذور قبل بيعها للمُستهلكين في البلد، اضافة الى القيام بزيارات دورية وأخذ عينات من البذور المُباعة في السوق المحلية وفحصها باستمرار للتعرف على صلاحيتها للاستهلاك، ومُعالجة البذور بالتحميص في الميكروويف لتقليل الحمل الجرثومي بها وإرشاد المُستهلك بمُعالجة البذور بالميكروويف قبل تناولها.

5. المراجع

[1] Sharma KK. and Mathur BP. Peanut (*Arachis hypogaea* L.). Methods in Mol. Biol., 2006. 343: 347-358.

[2] FAO. FAO Achievements in Egypt. Retrieved form http://neareast.fao.org/-FCKupload/File/acheg.pdf. 2011.

[3] [3]الهيئة العامة للمعلومات. (2007). النتائج النهائية للتعداد الزراعي ص37 gia/Agricultural censuses and surveys

[4] Attitalla IH., Al-Ani LKT., Nasib MA., Balal IAA., Zakaria M., El-Maraghy SSM. and Karim RM. Screening of fungi associated with commercial grains and animal feeds in Al-Bayda governorate, Libya. World Appl. Sci. J., 2010. 9(7): 746-756.

[5] القاضي، ماجدة يونس؛ الجالي، زهرة ابراهيم. عزل وتعريف فطريات التخزين في بذور صنفين من الفول السوداني

[6] (*Arachis hypogaea* L.) واختبار قابليتها على إفراز السموم. المجلة السورية للبحوث الزراعية، 2020. 7(3): 392-400.

[7] Bennett, RS. and Colyer PD. Dry heat and hot water treatments for disinfesting cottonseed of *Fusarium oxysporum* f. sp. *vasinfectum*. Plant Dis., 2010. 94:1469-1475.

[8] Couture L. and Sutton JC. Effect of dry heat treatments on survival of seed borne *Bipolaris sorokiniana* and germination of barley seeds. Canadian Plant disease Survey, 1980. 4: 59-61

[9] Umechuruba CI., Bassey IN. and Harold KO. Effect of physical treatments on seed germination of *Solanum gilo* Raddi grown in Akwa Ibom State. Bull. Env. Pharmacol. life Sci., 2013. 2(2): 27-30.

[10] Yanxia S., Shanshan M., Xuewen X., Ali C. and Baoju L. Dry heat treatment reduces the occurrence of *Cladosporium cucumerinum*, *Ascochyta citrullina* and *Colleotrichum orbiculara* on surface and interior of cucumber seeds. Hort. Plant J., 2016. 2(1): 35- 40.

[11] Basaran P. and Akhan Ü. Microwave irradiation of hazelnuts for the control of aflatoxin producing *Aspergillus parasiticus*. Innov. Food Sci. Emerg., 2010. 11:113-117.

[12] Knox O.G.G.; McHugh M.J. and Fountaine J.M. and Havis N.D. Effects of microwaves on fungal pathogens of wheat seed. Crop Protection, 2013. 50:12-16

[13] عبدالعالي، عازة علي. عزل وتعريف مُسببات أعفان قرون البازلاء الفطرية ومُكافحتها بالطُرق الفيزيائية. رسالة ماجستير.

[14] كلية الزراعة. جامعة عمر المختار. البيضاء- ليبيا، 84صفحة. 2016.

[15] Motallebi A. Effect of microwave radiation on seed viability, survival of *Aspergillus niger* van Tieghem and oil quality of oilseeds crops canola, soybean and safflower. Acta Agric. Slovenica, 2016. 107(1): 73-80.

[16] Kritzinger Q., Aveling TAS. and Marasas WFO. Effect of essential oils on storage fungi, germination and emergence of cowpea seeds. Seed Sci. and Technol., 2002. 30: 609-619.

[17] Ogunsanwo BM. Faboya OP. Idowu OR. Lawal OS. and Bankole SA. Effect of roasting on the aflatoxin contents of Nigerian peanut seeds. Afr. J. Biotech., 2004. 3(9): 451-455

[18] Neha P. and Razia KZ. Comparative study of seed dressing fungicides and *Calotropis procera* latex for the control of seedborne mycoflora of wheat. Annals of Biological Research, 2013. 4(4):1-6.

[19] Alam MZ. Effect of seed treatment on seedling health of chili. J. Environ. Sci. and Natural Resources, 2014. 7(1): 177- 181.

[20] Thomas GJ. and Adcock KG. Exposure to dry heat reduces anthracnose infection of lupin seed. Aus. Plant Pathol., 2004. 33: 537-540.

[21] Onesirosan PT. Effect of moisture content and temperature on the invasion of cowpea by storage fungi. Seed Science Technology, 1982. 10: 619-629.

[22] More HG.; Magan N. and Stenning BC. Effect of microwave heating on quality and mycoflora of sorghum grain. Journal of Stored Products Research,1992. 28: 251–256.

[23] Borgen, A. (2004). Strategies for regulation of seed borne diseases in organic farming. Seed Testing International (ISTA News Bulletin), 127: 19–21.

[24] Kuchma T.N.; Alipov E.D.; Samoilenko L.L. and Lystsov V.N. (1992). Comparative analysis of mechanisms of the modification of microorganism viability under the effect of UHF heating and hyperthermia. Radiobiologiia, 32:881-6.

[25] Copson, D.A. (1975). Pages 455-459 in Microwave Heating. 2nd ed. Avi. Publ. Co., Westport, Connecticut. 615 p.

[26] Mohapatra D, Kumar S, Kotwaliwale N, and Singh KK. (2016). Strategies for control of fungal invasion in stored food grains. Pp. 37–43. In: Navarro S, Jayas DS, Alagusundaram K, (Eds.) Proceedings of the 10th International Conference on Controlled Atmosphere and Fumigation in Stored Products (CAF2016), CAF Permanent Committee Secretariat, Winnipeg, Canada.

[27] Slobodan M. and Jankovic M. The effects of microwave Radiation on Microbial cultures. Hospital pharmacol., 2014. (1)2:102-108.