

الجروح الميكانيكية على ثمار التفاح المستورد وتأثيرها على الإصابة الطبيعية بفطريات الأعفان وكشف سمومها معملياً

زهرة إبراهيم الجالي عمادالدين فتح الله صالح

ARTICLE INFO

Vol. 8 No. 1 April, 2026

Pages (A76- 82)

Article history:

Revised form 04 March 2026

Accepted 29 March 2026

Authors affiliation

Faculty of Education, Omar Al-Mukhtar University
zahra.ibrahim@omu.edu.ly

Keywords:

Post-harvest disease, Rot fungi, Mycotoxins, Apple.

© 2026

Content on this article is an open access licensed under creative commons CC BY-NC 4.0.



الملخص

تشكل أمراض ما بعد الحصاد أهمية كبيرة على ثمار الفاكهة بعد حصادها، لذا استهدف هذا البحث دراسة تأثير تجريح ثمار التفاح المستورد ميكانيكياً على درجة تلوثها بفطريات أعفان ما بعد الحصاد. استخدم خلال الدراسة صنف التفاح الأحمر Red Delicious والصنف الأصفر أو الذهبي Gold Delicious. تم ثقب أو جرح الثمار الناضجة وتخزينها في الحضان وعلى رف في المعمل حتى بداية ظهور الأعراض، أما ثمار الشاهد لحزنت تحت نفس الظروف وبدون تنقيب. أثبتت الدراسة حدوث عفن على الثمار المجروحة فقط. أوضحت نتائج العزل من الثمار المجروحة تسجيل إصابتها بالفطريات المسبب للعفن الأزرق، *P. citrinum* المسبب للعفن الأخضر، و*Rhizopus stolonifer* المسبب للعفن الطري. كان الفطر *P. expansum* أكثرها ظهوراً بنسبة 75%، وكانت نسبة الإصابة أكثر على ثمار الصنف الأحمر 36.8% بالإضافة إلى قدرة الفطر *P. expansum* على إنتاج السموم تحت تأثير بخار الأمونيا في الوسط الغذائي.

Mechanical Wounds on Imported Apples and their Effects on Natural Infection with Rot Fungi and Laboratory Detection of Toxins

Zahra Ibrahim El-Gali Emmad Fathala Saleh

Postharvest diseases are of great importance to fruit after harvesting. Therefore, this research aimed to study the effect of mechanically puncturing imported apples on their degree of contamination with postharvest rot fungi. The Red Delicious and Gold Delicious apple varieties were used in the study. The mature fruits were punctured and stored in an incubator and on a laboratory shelf until the onset of symptoms, while the control fruits were stored without wounded under the same conditions. The study demonstrated that occurrence the rotting only on wounded fruit. The results of the isolation from infected fruits showed that infection with the fungi *Penicillium expansum* causing blue rot, *P. citrinum* causing green rot, and *Rhizopus stolonifer* causing soft rot). *P. expansum* was the most prevalent fungus, accounting for 75% of infections, with the highest infection rate (36.8%) observed in the Red Delicious variety. Furthermore, *P. expansum* and *P. citrinum* were found to produce toxins under the influence of ammonia vapor in the culture medium.

المقدمة

شكلها بيضاوي أو شبه كروي ولها عدة ألوان، طعمها لذيذ وبذورها غير صالحة للأكل، كما تمتاز الثمرة بقلّة محتواها من السعرات الحرارية، وتعد مصدراً غذائياً جيداً للمعادن ومضادات الأكسدة، وتعتبر أحد الثمار المفضلة لدى الباحثين عن اللياقة البدنية (Evans, 2005). تمت في السنوات الـ20 الماضية التجارة الدولية في الفواكه الطازجة والخضار نمواً كبيراً وفي الوقت الحاضر ارتفعت عائدات التصدير الرئيسي للعديد من الدول النامية إلى بلايين الدولارات (Barkai-Golan and Paster, 2008) وأحدى العوامل المحددة التي تؤثر على قيمة الثمار الاقتصادية فترة حياتها القصيرة والتي سببها هجوم الممرضات، حيث تتعرض الثمار للضرر بسبب الطيور الحشرات وعوامل أخرى يتسبب عنها ظهور أنواع من الأمراض عليها (اجريوس، 1984)، وأن أكثر من 25 إلى 30% من الخسائر سببها الفطريات أثناء النقل والتخزين.

التفاح (Apple) (*Malus domestica*) فاكهة تنتمي إلى العائلة الوردية (Rosaceae)، له العديد من الأصناف في العالم، من أشهرها الصنفين الشائعين الأحمر Red Delicious والأصفر أو الذهبي Golden Delicious إضافة إلى أصناف أخرى كثيرة متعددة المنشأ (أفرام، 2008). بلغ إنتاج ليبيا من التفاح 42000 طن في العام 1996 وانخفض إلى 20000 طن في العام 2000م ثم تواصل الانحدار في الإنتاج إلى 17455 طن في العام 2013، ثم 10.085 طن في العام 2022 (FAOSTAT, 2024). شجرة التفاح متوسطة الحجم، كانت بداياتها في كازخستان في المناطق الجبلية ثم انتشرت في جميع أنحاء العالم،

شكل (1): رسم تخطيطي لانتشار فطريات الأعفان

أشارت بعض الدراسات إلى قدرة الفطريات التابعة للجنس *Penicillium* على إنتاج سموم Citrinin و Patulin في الوسط الغذائي وفي نسيج الثمار المصابة (Andersen et al., 2004 ; Larous et al., 2007 ; Abramson et al., 2009). استهدفت الدراسة الحالية تجريح صنفين من ثمار التفاح المستورد (الأحمر، الأصفر) تامة النضج، وتعرضها للإصابة الطبيعية بفطريات الأعفان في المعمل وتحديد أيهما أكثر إصابة بالأعفان، وتحديد أكثر الفطريات ظهوراً على الثمار وكشف قدرتها على إنتاج السموم في الوسط الغذائي.

المواد والطرائق:

مصدر الأصناف

تم جمع عينات لثمار صنفين من التفاح المستورد الأحمر (Red Delicious) والأصفر (Gold Delicious) المباعه محلياً في مدينة البيضاء بمعدل 6كجم لكل صنف والتي رُوحي فيها تقارب أحجامها وسلامتها من الجروح والخدوش (شكل2).



شكل (2) ثمار التفاح المستورد

تجريح الثمار

عُقدت الثمار سطحياً بمحلول كلوراكس تجاري 10% لمدة دقيقتين، وُعسلت لإزالة آثار محلول التعقيم (شكل3-1) ثم تم ثقبها بواسطة ثاقب فلين قياس 0.5سم وعمق 1سم في نسيج الثمرة لغرض إفساح المجال للفطريات لتسهيل مهاجمة الثمرة والتعرف على الأنواع الفطرية المسببة للعفان (شكل3-2).



وتعتبر أمراض ما بعد الحصاد من الأمراض الهامة التي تتاجم ثمار المحاصيل بعد حصادها وينجم عنها خسائر اقتصادية كبيرة (Vinàs et al, 1998)، ومن أشهر فطريات ما بعد الحصاد *Fusarium spp.*، *Aspergillus spp.*، *Alternaria spp.*، *Mucor*، *Rhizopus spp.*، *Penicillium spp.*، *Geotrichum sp.* و *Sclerotinia spp.* (Bhale, 2011 ; El-Gali, 2016)، إضافة إلى تسجيل وجود أنواع *P. expansum* و *Aspergillus spp.* على التفاح وأنواع من الفاكهة الأخرى (Abdullah et al., 2018). نظراً للقيمة الغذائية للتفاح فإنه يعتبر وسطاً طبيعياً مشجعاً لنمو الميكروبات الدقيقة عليه وخاصةً الفطريات حيث تتعرض الثمار أثناء جنيها، وتسويقها وتخزينها ونقلها من بلد المنشأ إلى الدول المستوردة وخاصةً عندما لا تتوفر الشروط المناسبة للنقل - تتعرض للجروح والخدوش والكدمات مما يسهل دخول الفطريات داخل نسيج الثمرة السليم مسببة تعفننها وإحداث خسائر اقتصادية كبيرة كماً ونوعاً (اجريوس، 1984). تنتشر جراثيم الفطر بواسطة الرياح أو قطرات الماء وتصل إلى الثمار على الأشجار في الحقل والمتضررة بواسطة الحشرات أو الطيور. تسقط الثمار على الأرض في حال الإصابة الشديدة أو تظل معلقة بالشجرة الأم وتتطور الإصابة داخل الثمار أثناء الفرز أو التعبئة حيث تظهر الأعراض عند توفر الظروف المناسبة (شكل1).

من أهم الأعفان المسجلة على ثمار التفاح: عفان رأس الدبوس المتسبب عن الفطر *Rhizopus stolonifer* (اجريوس، 1984)، العفن الاخضر المتسبب عن انواع الفطر *Penicillium spp.* الذي سجله صيداوي وآخرون (2006)، في حين تم عزل الفطر *Botrytis cinerea* المسبب للعفان الرمادي على ثمار التفاح الأصفر (الجالبي، 2008) والتفاح الاحمر (Chatage and Patil, 2019). وفي دراسة أخرى ثبتت إصابة ثمار التفاح بمرض العفن الازرق المتسبب عن الفطر *Penicillium expansum* (Abdullah et al., 2018)، كما أشار Li, et al., (2014) إلى إصابة التفاح بالفطر *Mucor piriformis* المسبب لمرض العفن الطري.

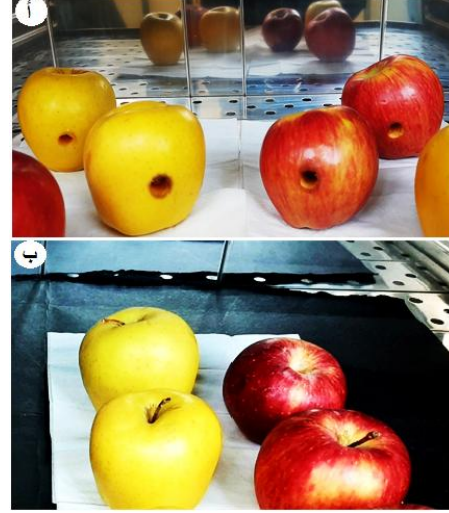
فيما يتعلق بالسموم فإن الفطريات المنتجة للسموم تستطيع إفراز السموم في الوسط الذي تعيش فيه سواءً كان الوسط الغذائي في المعمل (القاضي والجالبي، 2020) أو المحصول ومنتجاته (صيادوي وآخرون، 2006) ويتناول العديد من الناس مُنتجات زراعية ولكن لا يعلم أن بعضها يحمل سموم قاتلة، وهذه السموم تنتج بفعل الفطريات السامة التي تصيب هذه الثمار وتفرز بداخلها سموم فطرية، والسموم الفطرية *Mycotoxins* وهي نواتج أيضية لفطريات العفن بالأغذية تسبب المرض أو الموت عندما يتناولها الإنسان أو الحيوان (جرحيس وآخرون، 1993)، وتتعرض ثمار التفاح للإصابة بالفطريات المنتجة للسموم مثل *Aspergillus niger*، *flavus*، *A. niger*، أنواع من *Penicillium spp.* (Moslem, et al., 2013).



شكل(3):أ: ثمار سليمة معقمة جاهزة للنقب، ب: ثمار بعد النقب

تحضين الثمار

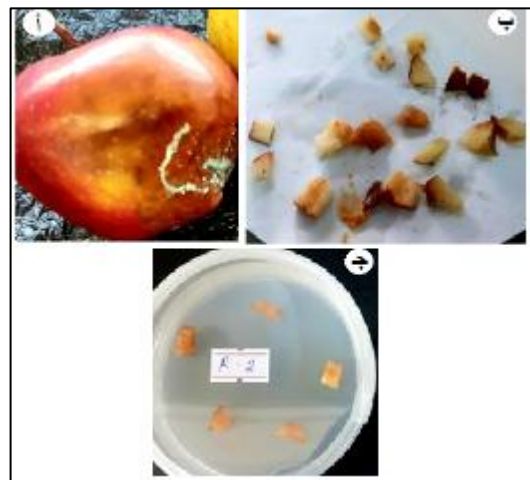
حُضنت الثمار في الحضان بعد التثقيب (شكل4-أ) وعلى رف في درجة حرارة المعمل وخضعت للملاحظة اليومية حتى ظهور الأعراض. عُقمت ثمار أخرى كشاهد بدون ثقب أو تجريح وحُضنت في نفس الظروف (شكل4-ب).



شكل (4): تخزين الثمار في الحضان أ: ثمار مثقوبة او مجروحة، ب: ثمار بدون ثقب كشاهد

العزل والتعريف:

قُطعت المناطق المصابة على الثمار (شكل5-أ) إلى قطع صغيرة 5مم. عُقمت الأجزاء المقطوعة في محلول التعقيم كلوراكس 10% لمدة دقيقة واحدة، ثم غُسلت بالماء المعقم للإزالة آثار التعقيم ووضعت على ورق ترشيح وتركت لفترة حتى تجف (شكل5-ب). وضعت الأجزاء المصابة في أطباق الزرع على الوسط الغذائي أجار البطاطس والسكروز Potato Sucrose Agar (PSA) بمعدل 5قطع/طبق، وحُضنت في درجة حرارة 24±2 لمدة 5-7 أيام (شكل5-ج).



شكل(5): عزل مسبب العفن أ: ثمار مصابة بالعفن، ب: قطع من الثمار

المصابة، ج: تحضين القطع على PSA

نُقلت النموذج الفطرية الظاهرة على الأجزاء المصابة إلى أطباق زرع أخرى نظيفة تحتوي على الوسط الغذائي PSA للحصول على مُستعمرات نظيفة لغرض التعريف. فُحصت المستعمرات

النامية من حيث اللون، الحافة، طبيعة النمو وإنتاج الصبغات، كما تم تحميل جزء من النمو الفطري على شرائح زجاجية مغطاة بفيلم رقيق من صبغة أزرق اللاكتوفينول بواسطة شريط لاصق شفاف لدراسة الصفات الشكلية مثل المسليوم والحامل الجرثومي والجرائيم تحت المجهر الضوئي، ووُصفت بدقة استناداً على المراجع المعتمدة (; Barnett and Hunter, 1998 ; Kidd et al., 2016).

اختبار كشف السموم

نُمت العزلات الفطرية على PSA في درجة حرارة 25 °م لمدة 7 أيام، ثم أُخرجت الأطباق من الحضان وُقِلت رأساً على عقب، وأضيف في كل غطاء من الأطباق محلول الأمونيا (Ammonium hydroxide) تركيز 25% بمعدل 2 مل/غطاء، وأقفلت بشرط من Parafilm، وأعيدت إلى الحضان لمدة 4-7 أيام. في معاملة الشاهد أضيف 2 مل ماء معقم، وكررت كل معاملة 3 مرات، وتم مراقبة الأطباق خلال هذه الفترة لملاحظة تسجيل أي تغيير في لون قواعدها تدل على إنتاج السموم (Saito and Machida, 1999).

تسجيل النتائج

وُصفت الأعراض الظاهرة على الثمار، وقُدرت نسبة الإصابة على الثمرة بإيجاد مساحة السطح الحقيقية بتقسير كامل الثمرة على شكل مقاطع طولية ضيقة، ثم استشفاف تلك المقاطع على ورق رسم بياني، واستخدام طريقة المربعات لقياس مساحتها. تم جمع هذه المساحات والتي تعتبر مساحة السطح الحقيقية للثمرة، وحُسبت مساحة العفن على سطح الثمرة بقياس قطر دائرة العفن في اتجاهين مُتعامدين وحساب مساحة دائرة العفن من المعادلة: $\text{مساحة دائرة العفن} = \pi \times \text{نق}^2$ وحساب نسبة الإصابة بالمعادلة: (مساحة التعفن ÷ المساحة الكلية للثمرة) × 100. كما تم حساب نسبة تواجد أو ظهور الفطر بالمعادلة: (عدد الثمار التي ظهر عليها الفطر ÷ عدد الثمار الكلي) × 100.

تم تحويل النسب المئوية إلى نسب زاوية من جداول $\text{Percentage Angle} = \text{Arcsin} \sqrt{\text{Percentage}}$ قبل التحليل باستخدام البرنامج Co Stat للمقارنة بين متوسطات المعاملات عند مستوى المعنوية 1%.

النتائج

وصف العرض

سجلت التجربة ظهور عفن على الثمار المجروحة مقارنة بالثمار في مُعاملة الشاهد التي ظلت سليمة طيلة فترة التجربة لمدة شهر. بعد مرور 5 أيام من التحضين في الحضان وبعد 30يوم من التخزين على رف في درجة حرارة المعمل شوهدت بداية تكون أو ظهور العرض أو ما يعرف بالعفن على هيئة مناطق مائية ناعمة طرية على سطح الثمرة ذات لون بني فاتح قليلاً أو قد تعمق أكثر (شكل6).

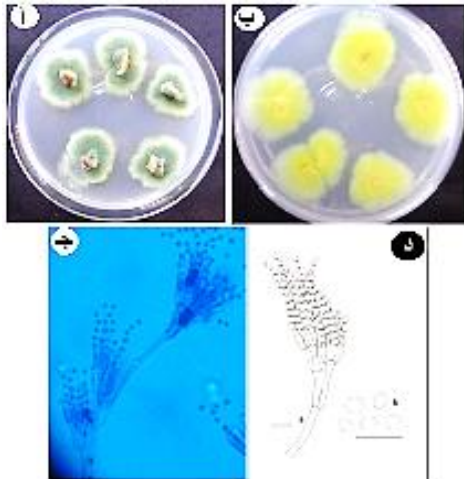


شكل(6): أعراض المناطق المائية حول منطقة الثقب

تزداد البقع عمقا واتساعا، ويحدث انخيار سريع في جدار الثمرة وبعد مرور عدة أيام تتحول الثمرة بالكامل إلى كتلة مائية رخوة ويمتلئ فراغ الجرح (الثقب) بجرائيم الفطر المسبب للعفن (شكل7).

1- عفن *Penicillium citrinum*

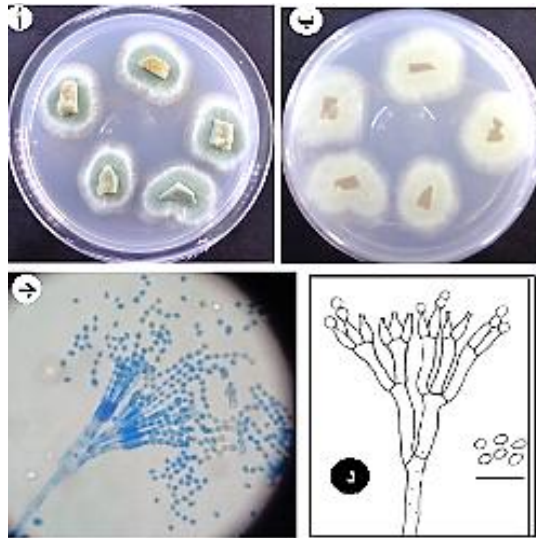
المستعمرة متموجة الحافة، يكون لون الميسليوم أبيض في المساحات المحيطة، وفي المركز يكون لون المستعمرة أخضر داكن، لون المستعمرة من الخلف أصفر مخضر. ثلاثي البنسيليا، الـ *Metulae* طويلة و الـ *Phialides* أسطوانية، والكونيديا أحادية الخلية، كروية أو شبه كروية ذات جدار أملس (شكل 10).



شكل (10): أ و ب: أجزاء مُصابة بالعفن الأخضر على الوسط المغذي PSA، ج: تراكيب الفطر تحت العدسة 40X، د: رسم مقارن للفطر.

2- عفن *Penicillium expansum*

المرزعة سريعة النمو بيضاء محيطة بحافة منتظمة، خضراء مزرقة في المركز بعد التجزئ ناعمة مسطحة مزدهجة بلون كريمي شاحب من الخلف. ثلاثي البنسيليا. الـ *Metulae* طويلة أسطوانية، الـ *Phialides* أسطوانية، الكونيديا أحادية الخلية، كروية أو بيضاوية الشكل (شكل 11).

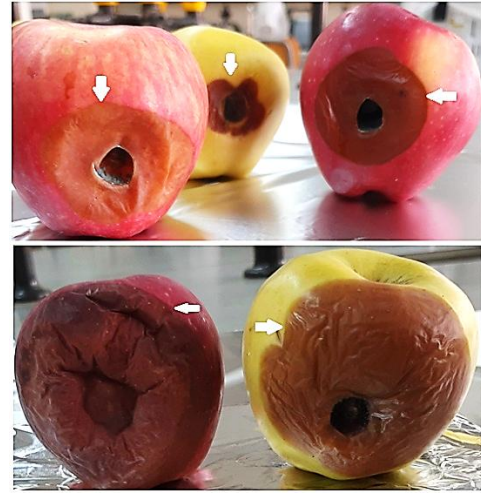


شكل (11): أ و ب: أجزاء مُصابة بالعفن الأزرق على الوسط المغذي PSA، ج: تراكيب الفطر تحت العدسة 40X، د: رسم مقارن للفطر.

3- عفن *Rhizopus stolonifer*

المرزعة سريعة النمو رمادية هوائية خفيفة برؤوس سوداء. الـ *Sporangia* كروية الشكل سوداء اللون. الـ *Rhizoides* توجد أشباه جذور والميسليوم غير مقسم،

يرافق الثمار المصابة بالعفن الأزرق انتشار رائحة التراب الرطب المتعفن وهي من العلامات المميزة للمرض.



شكل (7): أعراض مرض العفن الأزرق على الثمار. درجات مختلفة من التعفن على ثمار التفاح من الصنفين الأحمر والأصفر بعد 5 أيام من الثقب والتخزين في الحضان

بينما استمرت الإصابة بمرض عفن رأس الدبوس في التطور داخل الثمرة وحولتها بالكامل إلى كتلة مائية رخوة (شكل 8-أ) تتميز بمجرد تعرضها لأي ضغط وهي من العلامات المميزة للمرض (شكل 8-ب)



شكل (8): أعراض مرض عفن رأس الدبوس على الثمار، ثم مسبب المرض داخل نسيج الثمرة فيما يتعلق بتحصين الثمار في درجة حرارة المعمل لوحظ من التجرية ببطء تطور الأعراض على الثمار في المعمل (شكل 9).

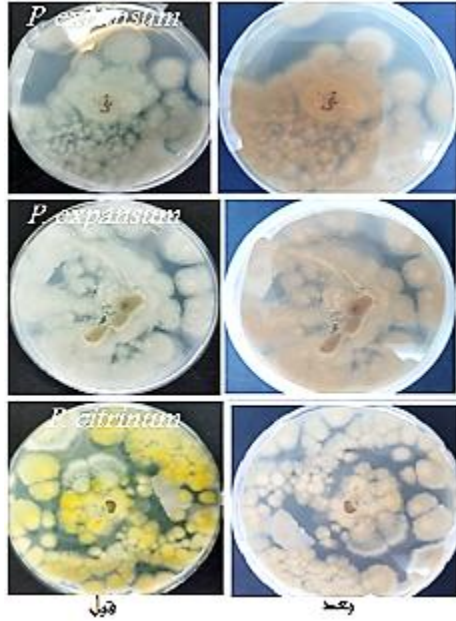


شكل (9): ثمار تفاح من الصنفين الأصفر والأحمر بعد شهر من الثقب والتخزين في درجة حرارة المعمل

العزل والتعريف

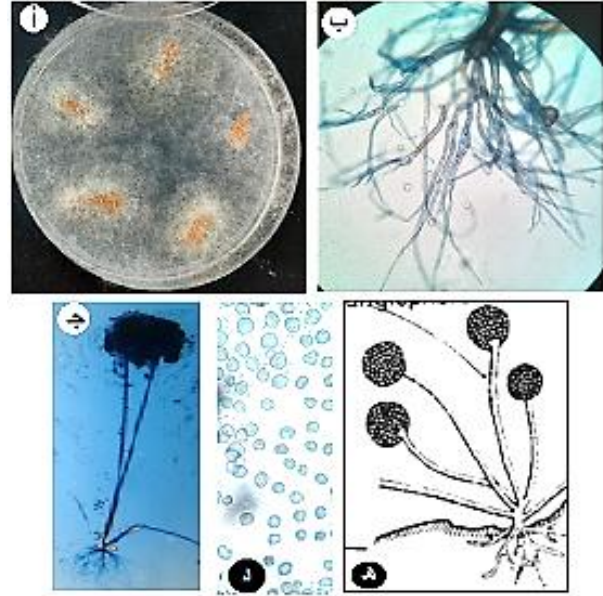
أظهرت نتائج العزل من الثمار المختبرة تسجيل 3 أنواع من الفطريات شملت:

للبخار، حيث لوحظ التغيير في قواعد مستعمرات *P. citrinum* و *P. expansum* (شكل 13).



شكل (13): تغير لون قواعد مستعمرات الفطرين *P. citrinum* و *P. expansum* على الوسط PSA تحت تأثير بخار الأمونيا دلالة على وجود السموم

الـ Sporangiphore طويل مُتفرع في جميع الاتجاهات، ينشأ في مجموعات متفرع من أشباه الجذور. الجراثيم الاسبورانجية أحادية الخلية، كروية بجدار سميك (شكل 12).



شكل (12): أ: أجزاء مُصابة بالعفن الطري على الوسط المغذي PSA ب: أشباه الجذور، ج: تراكيب الفطر تحت العدسة 40X، د: جراثيم اسبورانجية، هـ: رسم مقارن للفطر.

المناقشة

بينت الدراسة إصابة الثمار المجروحة لصنفي التفاح الأحمر والأصفر بأعفان ما بعد الحصاد تمثلت في وجود تسجيل الفطريات *P. citrinum*، *P. expansum*، *R. Stolonifer*، *Cladosporium*، *Alternaria spp.*، *Penicillium spp.*، *Aspergillus spp.*، *Fusarium spp.*، *spp.* على ثمار التفاح (صيداوي واخرون، 2006؛ الجالي، 2008؛ El-Gali, 2016).

ظهرت الأعفان أسرع على الثمار بعد مرور 5 أيام من وجودها داخل الحضان، مقارنة مع ظهورها المتأخر على الثمار في درجة حرارة المعمل (5-10م°). يعزو الباحث سرعة ظهور العفن على الثمار في الحضان إلى درجة الحرارة المناسبة (24م°) لنمو ونشاط الفطريات المسببة للعفن والتي وفرها الحضان، كما أن الهواء الرطب الدافئ يساعد على تكشف نمو الفطر السطحي عكس الهواء الجاف البارد الذي لا يساعد على ظهور النمو السطحي للفطر، بالإضافة إلى أن هناك عوامل تساعد على حدوث هذه الأعفان مثل الأضرار الميكانيكية التي تحدث لسطح الثمرة، قطف الثمار خلال الطقس الرطب الممطر عنه في الجو البارد الجاف، درجة الحرارة المرتفعة نسبياً (اجريوس، 1984).

كانت إصابات الفطر *Penicillium* شائعة على ثمار التفاح حيث تم عزل الفطر *P. expansum* من ثمار كلا الصنفين، نتائج مطابقة أثبتت أن الجنس *Penicillium* يهاجم الثمار بعد حصادها ويسبب لها أعفاناً مختلفة (صيداوي واخرون، 2008؛ الجالي، 2008؛ Palou et al., 2022؛ Larous et al., 2007).

أثبتت التجربة إصابة ثمار التفاح بالفطر *R. stolonifer* المسبب للعفن الطري على التفاح. نتيجة مماثلة أثبتت تعرض ثمار التفاح للإصابة بمرض عفن رأس الدبوس المتسبب عن الفطر *R. stolonifer* (Kwon and Jee, 2008). استمرت الإصابة بمرض عفن رأس الدبوس في التطور داخل الثمرة وحوالتها بالكامل إلى كتلة مائية رخوة تمزقت بمجرد تعرضها لأي ضغط حيث يرجع ذلك قدرته العالية على إنتاج الانزيمات البكتينية والسيلولوزية التي تؤدي إلى تحلل

نسبة الإصابة

تشير النتائج المدونة في (جدول 1) أن نسبة العفن أكثر على الصنف الأحمر، حيث بلغت 36.8% بينما كانت 10.1% في الصنف الأصفر، أشار التحليل الاحصائي للبيانات إلى وجود اختلاف معنوي بين الصنفين الأحمر والأصفر تحت تأثير الجروح على كليهما.

جدول 1: متوسط نسبة المساحة المتعفنة على الثمار

المعاملة	الصنف	أحمر	أصفر
ثمار الشاهد	0b	0b	0b
الثمار المجروحة		36.8 (37.55) a	10.1 (18.53) a
عدد 12		33.1**	9.3***
عدد ثمار الشاهد: 12			
عدد الثمار المجروحة: 12			

يبين الجدول (2) أن مجموع الفطريات المعزولة بلغ 3 فطريات، وقد سجل الفطر *P. expansum* أعلى نسبة ظهور بلغت 75%، بينما سجل النوعين الآخرين وهما *P. citrinum* و *R. Stolonifer* أقل نسبة ظهور بلغت 11.1% و 13.9% على الترتيب.

جدول 2: نسبة الظهور للفطريات المعزولة

الفطر	عدد الثمار المصابة	نسبة الظهور (%)
<i>P. citrinum</i>	4	11.1
<i>P. expansum</i>	27	75
<i>R. stolonifer</i>	5	13.9
عدد الثمار المختبرة: 36 ثمرة.		

اختبار كشف السموم

من خلال التجربة اتضح أن نوعين من الفطريات المعزولة لها القدرة على إنتاج السموم والذي ظهر في تغيير لون قواعد ما بعد التعرض لبخار الأمونيا مقارنة باللون في الشاهد قبل التعرض

- أبوغنية، فوج. (1986). أمراض المحاصيل البستانية. منشورات جامعة طرابلس (الفتاح سابقاً). 27.
- أجربوس، جورج. (1984). أمراض النبات - ترجمة محمود أبو عرقوب - منشورات جامعة بنغازي (قاريونس سابقاً).
- افرام، ميشال. (2008). التفاح مشروع التنمية الزراعية الممول من الاتحاد الأوروبي - مصلحة الأبحاث العممية الزراعية.
- الجاللي، زهرة ابراهيم. (2008). مكافحة أعفان ثمار التفاح باستخدام تراكيز مختلفة من محاليل أملاح كلوريد الكالسيوم والصدويوم. مجلة المختار للعلوم، 20: 97-111. <https://doi.org/10.54172/mjsc.v20i1.827>
- جرحيس، ميسر مجيد، والعياني، رقيب عاكف، والهيتي، اياد عبدالواحد. (1993). أمراض النبات. مطبعة دار الحكمة، بغداد، 569 صفحة.
- صيداوي، أمل؛ صلاح، الشعبي وجودة، فضول. (2006). تقدير الفاقد في ثمار التفاح المخزنة الناتج عن الأعفان الفطرية في سوريا وتحديد مسبباتها. مجلة وقاية النبات العربية، 24: 7 - 13.
- القاضي، ماجدة يونس؛ والجاللي، زهرة ابراهيم. (2020). عزل وتعريف فطريات التخزين في بذور صنفين من الفول السوداني (*Arachis hypogea* L.). المجلة السورية للبحوث الزراعية، 7(3): 392-400.

- Abdullah, Q; Mahmoud, A. and Al-harethi, A. (2018). Isolation and identification of fungal post-harvest rot of some fruits in Yemen. PSM Microbiol., 1(1): 36-44.
- Abramson, D., Lombaert, G., Clear, R.M., Sholberg, P., Trelka, R. and Rosin, E.: (2009). Production of patulin and citrinin by *Penicillium expansum* from British Columbia (Canada) apples. Mycotoxin Res., 25(2):85-88. <https://doi.org/10.1007/s12550-009-0012-4>.
- Andersen, B., Smedsgaard, J. and Frisvad, J.C. (2004). *Penicillium expansum*: consistent production of patulin, chasetoglobosins, and other secondary metabolites in culture and their natural occurrence in fruits products. J. Agric. Food. Chem., 52: 2421-2428. <https://doi.org/10.1021/jf035406k>.
- Barkai-Golan, R. and Paster, N. (2008). Mycotoxins in fruits and vegetables. Academic Press is an imprint of Elsevier. 395pp. doi:10.1016/B978-0-12-374126-4.X0001-0
- Barnett, H.L. and Hunter, B.B. (1998). Illustrated genera of imperfect fungi. 4th ed. APS press. 218 pp.
- Bhale, C. (2011). Survey of market storage diseases of some important fruits of Osmannabad district, India. Science Research Reporter. 1(2):88-91.
- Cardoso, P.G., De-Queiroz, M.V., Pereira, O.L. and De-Araújo, E.F. (2007). Morphological and molecular differentiation of the pectinase producing fungi *Penicillium expansum* and *Penicillium griseoroseum*. Braz. J. Microbiol., 38: 71- 77. <https://doi.org/10.1590/s1517-83822007000100015>

انسجة الثمرة سريعاً مقارنة بما يحدث مع الفطرين الآخرين (El-Samra et al., 2003) وثقت الدراسة تسجيل تباين في نسبة الإصابة بين الفطريات المختلفة وشدتها على الصنفين الأحمر والأصفر والذي ظهر في اختلاف أقطار العفن على الثمار. نتائج مطابقة ذكرها Moslem et al. (2010) أشار فيها إلى اختلاف شدة العفن على أصناف التفاح وقد عزى ذلك إلى الخصائص التشريحية للثمار والتي تسمح للفطر الممرض بالدخول، في حين قد يعود الاختلاف بين عزلات الفطريات إلى اختلاف قدرتها على إنتاج الإنزيمات المحللة للبروتين (Lima et al., 2003 ; Cardoso et al., 2007).

استخدم في الدراسة ثمار تفاح تامة النضج والذي ربما ساعد في تسريع اصابتها بفطريات ما بعد الحصاد. نتائج مطابقة في دراسة عن ثمار الخوخ وثقت ان اقتراب الثمار من مرحلة النضج يزيد قابليتها للإصابة بالفطر *P. expansum* في حين يهاجم الفطر *R. stolonifer* الثمار تامة النضج او من دخلت بالفعل في مرحلة الشيخوخة بسبب تناقص الأنظمة الدفاعية، وضعف الأنسجة، وزيادة إنتاج الايتلين يفقد القدرة على مقاومة الفطريات (Petrasch et al., 2019)، إضافة إلى ازدياد الخلايا في الحجم مع الزيادة في النضج والذي يشكل مساحة أكبر لنشاط الفطريات ونموها في الثمرة (Mohmed, 1999).

من خلال التجربة اتضح أن النوعين *P. citrinum* و *P. expansum* هما القدرة على إنتاج السم والذي ظهر في تغيير لون قواعدها إلى اللون الداكن بعد التعرض لبخار الأمونيا مقارنةً باللون في الشاهد قبل التعرض للبخار. نتائج مماثلة أجراها Larous et al. (2007) أثبت فيها أن الفطر *P. expansum* يستطيع إفراز سم Patulin في البيئة وفي ثمار التفاح. كما أشار Moslem et al. (2013) إلى قدرة البعض من أنواع الفطر *Penicillium spp.* على إنتاج سموم Patulin, Citrinin, Patulin, Penicillic acid في الوسط الغذائي. يمكن أن يُعزى اختلاف درجة العفن على الثمار المصابة بالفطرين *P. citrinum* و *P. expansum* إلى قدرة كليهما على إنتاج السموم، حيث ذكرت بعض الدراسات أن السموم المنتجة بواسطة الفطريات يمكن أن تلعب دوراً في تسريع تعفن وتحلل الثمار بعد الحصاد إلى ارتفاع الإنزيمات المحللة للجلدر الخلووية، وارتفاع الإجهاد التأكسدي، واطلاق الأحماض العضوية والهرمونات التي تحدث ضرر لثمار الفاكهة (Embaby et al., 2015)، أو أن الاختلاف بين الفطرين قد يعود إلى أساس وراثي مختلف (White et al., 2006 ; Di Conza et al., 2007).

الخلاصة

لوحظ من التجربة أن تجريح الثمار يُعرضها للإصابة بالفطريات، وأن الفطريات التي غزت أو هاجمت الثمار المجروحة كانت من نوع فطريات الأعفان. كان الفطر *P. expansum* أكثر الفطريات وجوداً، وأن الإصابة بالعفن كانت أسرع على الثمار الموجودة في الحضان، إضافة إلى كبر مساحة التعفن في ثمار التفاح الأحمر مقارنة بثمار التفاح الأصفر. تأخر ظهور الإصابة على الثمار المجروحة في درجة حرارة العمل (5-10م°) مقارنة مع الثمار في الحضان (24م°)، كما بين كشف السموم في الوسط الغذائي قدرة الفطرين *P. citrinum* و *P. expansum* على إنتاج السموم بتغيير لون قواعدها إلى اللون الداكن كمؤشر على وجود السموم. بناء على النتائج توصي الدراسة بتجنب تعريض الثمار للحدوش أو المجروح لأن ذلك يسرع من إصابتها بالعفن، و تخزينها في ظروف خزن جيدة التهوية وفي درجة حرارة منخفضة، إضافة إلى اقتراح استيراد صنف التفاح الأصفر لكونه ذو مقاومة نسبية للإصابة وتطور العفن ببطء بعكس الصنف الأحمر الذي أظهر سرعة في الإصابة والتعرض للعفن.

الشكر وتقدير

الشكر موصول إلى كل من مد يد المساعدة لإنجاز هذا البحث، والله ولي التوفيق.

المراجع:

- Lima, V.M.G., Krieger, N., and Sarquis, M.M.I. (2003). Production of lipase by *Penicillium aurantiogriseum*. Food Technol. Biotechnol., 41:105–110.
- Mohamed K.S. (1999). Postharvest studies on newly introduced peach varieties in the North West region of Egypt. M.Sc. Thesis, Fac. of Agric. (Saba-Bacha). Alex, Univ. Egypt., 148pp.
- Moslem, M., Abd-Elsalam, K., Yassin, M., and Bahkali, A. (2010). First morphomolecular identification of *Penicillium griseofulvum* and *Penicillium aurantiogriseum* toxicogenic isolates associated with blue mold on apple. Foodborne Pathogen and Disease, 7(7): 857-861.
- Moslem, M.A., Yassin, M.A., El-Samawaty, A.M.A., Sayed, S.R.M. and Amer, O.E. (2013). Mycotoxins-producing *Penicillium* species involved in apple blue mold. J. Pure Appl. Microbiol., 7(1): 187-193.
- Palou L.U., Sall, J., Smilonick, J.L., Aguilar, M.J. and Vinãs, I. (2022). Evaluation of food additives and low toxicity compounds as alternative chemicals for the control of *Penicillium digitatum* and *Penicillium italicum* on citrus fruit. Pest Manag. Sci., 58: 459-466.
- Petrascch, S.; Silva, C.J.; Mesquida-Pesci, S.D.; Gallegos, K.; van den Abeele, C.; Papin, V.; Fernandez-Acero, F.J.; Knapp, S.J.; Blanco-Ulate, B. (2019). Infection strategies deployed by *Botrytis cinerea*, *Fusarium acuminatum*, and *Rhizopus stolonifera* as a function of tomato fruit ripening stage. Front. Plant Sci. 10: 223.
- Saito, M. and Machida, S. (1999) A Rapid Identification Method for Aflatoxin-producing strains of *Aspergillus flavus* and *A. parasiticus* by ammonia vapor. Mycoscience, 40: 205-208. <http://dx.doi.org/10.1007/BF02464300>
- Vinãs, I.; Usall, J.; Teixido, N. and Sanchis, V. (1998). Biological control of major postharvest pathogen on apple with *Candida satke*. I. J. Food Microbiol., 40: 9- 16. doi: 10.1016/s0168-1605(98)00009-9
- White, S., O'Callaghan, J., Dobson, A.D.W. (2006). Cloning and molecular characterization of *Penicillium expansum* genes up regulated under conditions permissive for patulin biosynthesis. FEMS Microbiol. Lett., 255: 17–26.
- Chatage, V.S. and Patil, M.B. (2019). Market storage diseases of some important fruits of Latur District (M.S.) India. Int. J. Recent Scientific Res., 10(10): 35429-35431. [.doi.org/10.24327/ijrsr.2019.1010.4098](https://doi.org/10.24327/ijrsr.2019.1010.4098)
- Di Conza, J.A., Nepote, A.F., González, A.M. and Lurá, M.C. (GTG) 5 microsatellite regions in citrinin-producing *Penicillium*. Rev. Iberoam. Micol., 24: 34-37. [doi.org/10.1016/s1130-1406\(07\)70007-4](https://doi.org/10.1016/s1130-1406(07)70007-4).
- El-Gali, Z.I. (2016). Isolation and identification of fungi associated with fruits sold in local markets. IJRSB., 4(11): 61- 64. doi:10.20431/2349-0365.0411010
- El-Samra, I.A., Hussein, S.M., Shama, S.M. and Alawami, A.M.Y. (2003). Effect of postharvest fruits-decay fungi on newly introduced peach cultivars in healthy and diseased fruits. J. Adv. Agric. Res. (Alex.- Egypt) 8: 19- 33.
- Embaby, E.; Hassan, M.K. (2015). Decay of guava fruit (*Psidium guajava* Linn.) quality caused by some mold fungi. Int. J. Agric. Technol., 11: 713–730.
- Evans, G. (2005). Apple grow. New Zealand-Australian.
- FAOSTAT (Food and Agriculture Organization Corporate Statistical Database). (2024). Libya-apple-production. www.fao.org
- Frisvad, J.C., Smedsgaard, J., Larsen, T.O., and Samson, R.A. (2006). Mycotoxins, drugs and other extrolites produced by species in *Penicillium* subgenus *Penicillium*. Studies in Mycol., 49: 201-241.
- Kidd S., Halliday C., Alexiou H. and Ellis D. (2016). Descriptions of medical fungi. 3th. Newstyle Printing, Mile End, South Australia 5031, 278pp.
- Kwon, J.H. and Jee, H.J. (2008). Occurrence of *Rhizopus* soft rot on apple fruit caused by *Rhizopus stolonifer* in Korea. Res. Plant Dis., 14(1): 57-60. DOI:10.5423/RPD.2008.14.1.057
- Larous, L.; Hendel, N.; Abood, J. K. and Ghoul, M. (2007). The growth and production of patulin mycotoxins by *Penicillium expansum* on apple fruits and its control by use of propionic acid and sodium benzoate. Arab J. of Plant Protec., 25(1): 123- 128.
- Li, J., Gaskins V.L., Yan H.J., Luo Y.G. and Jurick W.M. (2014). First Report of *Mucor* Rot on stored 'Gala' apple fruit caused by *Mucor piriformis* in Pennsylvania. Plant Disease, 98(8):1157- 1157. doi: 10.1094/PDIS-02-14-0149-PDN.