سميّة بعض أنواع المساحيق الخاملة والرماد ضدّ بالغات سوسة الرّز (*Sitophilus oryzae*) تحت الظروف المختبرية

رحاب اسبر

مختبر الحشرات، قسم وقاية النبات، كلية الهندسة الزراعية، جامعة البعث، حمص، سورية.

البريد الالكتروني للباحث المراسل: resber@albaath-univ.edu.sy

الملخص

اسبر، رحاب. 2023. سميّة بعض أنواع المساحيق الخاملة والرماد ضدّ بالغات سوسة الرّز (*Sitophilus oryzae*) تحت الظروف المختبرية. مجلة وقاية النبات العربية، 41(4): 398–405. https://doi.org/10.22268/AJPP-41.4.398405

أُجريت تجربة لاختبار سمّية مسحوق الكاولين والسيلكا ورماد التفاح ضدّ بالغات سوسة الرز (*Sitophilus oryzae* L.) (Coleoptera: Curculionidae) باستخدام التراكيز 2، 4 و 8 غ مادة خاملة/100غ حبوب قمح. أُخذت القراءات بعد 1، 2، 3، 4، 6، 8 و 10 أيام من المعاملة، وحُسبت نسب الموت المصححة وقيم كلٍّ من التركيز القاتل LC_{50} و LC_{90}، والزمن القاتل LT_{50} و LT_{90}. أظهرت النتائج ازدياد متوسط نسب الموت المصححة بازدياد التركيز وزمن المعاملة، حيث بلغت 93، 48.15 و 100% عند التركيز 8 غ/100غ حبوب بعد 10 أيام من المعاملة عند استخدام الكاولين والسيلكا ورماد التفاح، على التوالي. تفوق رماد التفاح على كل من الكاولين والسيلكا بفارق معنوي عند مستوى احتمال 1%. بلغت قيم LC_{50} وLC_{90} بعد 10 أيام من المعاملة 1.68 و 6.26 غ/100غ للكاولين، 8.69 و 24.55 غ/100غ للسيلكا، 0.95 و 2.92 غ/100 غ لرماد التفاح، بينما بلغت قيم LT_{50} و LT_{90} 2.72 و 4.89 يوماً للكاولين 6.09 و 10.68 يوماً للسيلكا و 2.81 و 4.17 يوماً لرماد التفاح عند استخدام التركيز 8 غ/100غ. كما بينت النتائج أن الكاولين كان الأعلى سمية في الأيام الثلاثة الأولى من المعاملة، وتقاربت القيم بينه وبين رماد التفاح خلال فترات التعريض 4 و 6 أيام مع تفوق كليهما على مسحوق السيلكا، بينما كان رماد التفاح أعلى سمية وبفارق معنوي مع كل من الكاولين والسيلكا بعد 10 أيام من المعاملة.

كلمات مفتاحية: سمية، مسحوق، رماد، مساحيق خاملة، كاولينت، سيلكا، رماد التفاح، سوسة الرز، *Sitophilus oryzae*

المقدمة

تعد الحبوب المصدر الرئيس لغذاء الإنسان، فهي تحتوي على الكربوهيدرات، والبروتينات، والدهون، بالإضافة للألياف والمعادن. تزداد أهمية الحبوب في البلدان الفقيرة كونها مصدراً رخيصاً للسعرات الحرارية (الحاج اسماعيل، 2014). تصاب الحبوب بأنواع عديدة من الآفات، كالقوارض والكائنات الدقيقة والأكاروسات والحشرات (الحاج اسماعيل، 2014). تسببت الحشرات بخسائر في المواد المخزونة تراوحت في حدود 5–10% في مناطق مختلفة من أنحاء العالم، ووصلت أعلى الخسائر المسجلة في المناطق المدارية إلى 30% (David & Petroff, 2004). ووفقا لمنظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة (FAO, 2011)، إن ثلث المحصول بعد الحصاد لا يستهلك بل يهدر، وبخاصة في المناطق الاستوائية والدافئة التي تسمح بنمو الحشرات في كافة الفصول (Alder, 2018). قد تحدث إصابة الحبوب بمختلف آفات المواد المخزونة في مراحل مختلفة من الحصاد وحتى الاستهلاك. وتعتمد قابلية الحبوب المخزونة للإصابة بالحشرات على عدد من العوامل مثل حالة الحبوب عند الحصاد، والبيئة، ونظافة مرافق التخزين، ومعالجة الحبوب بواسطة مواد الحماية (Byung *et al.*, 2001).

تعدّ سوسة الرز (*Sitophilus oryzae* L.) (Coleoptera: Curculionidae) الآفة الأولية للحبوب المخزونة في المناطق الدافئة، وتسبب خسائر للحبوب المخزونة بنسبة 18.30% (CABI, 2021). تؤدي الإصابة بحشرات السوس إلى نقص في وزن الحبوب، وانخفاض نوعيتها نتيجة تغذية الحشرة الكاملة واليرقة على الحبوب (CABI, 2021) وتؤدي مفرزاتها إلى تلوين الحبوب باللون الأبيض المغبر، وتلوث المنتجات المخزونة بمخلفاتها وجلود الانسلاخ وتؤثر في طعمها، وقد تؤدي زيادة الأعداد إلى ارتفاع درجة حرارة الحبوب، وتعفنها وتؤثر في نسبة إنباتها (CABI, 2021). هناك اهتمام كبير ببدائل المبيدات الحشرية التقليدية للتحكم في حشرات المنتجات المخزونة، بسبب تشكل مقاومة

https://doi.org/10.22268/AJPP-41.4.398405
© 2023 الجمعية العربية لوقاية النبات Arab Society for Plant Protection

عند بعض حشرات المخازن للمبيدات من ناحية، بالإضافة إلى زيادة طلب المستهلكين على منتج خالٍ من الحشرات وبقايا المبيدات الحشرية من جهةٍ أخرى (Phillips *et al.*, 2010). بيّن Demissie *et al.* (2015) أن إضافة المواد الخاملة بمعدلات عالية 10 غ/كغ حبوب تكون فعالة في حماية الحبوب من الإصابة بحشرات المخازن.

يمكن للرماد أن يكون بديلاً للمبيدات الكيميائية في حماية البذور المخزونة من الإصابة بخنافس التخزين، وهو من الطرائق المفضلة كونه الأقل سمية وضرراً على البيئة، إضافة لكونه آمناً ورخيصاً، إذا تم تطبيقه بالأسلوب الصحيح (Akob & Ewete, 2007؛ Jean *et al.*, 2015). وتعود فعالية الرماد في قتل الحشرات إلى خصائصه الفيزيائية، حيث يؤدي إلى خدش طبقة الكيوتيكل لجدار الجسم، والإخلال بالتوازن المائي، وجفاف جسم الحشرة وموتها، ويقوم بسد الثغور والفتحات التنفسية والقصبات الهوائية، مما يعيق عملية التنفس نتيجة التقليل من كمية الأكسجين المتاح، وبالتالي يحدث الاختناق ثم الموت (Boeke *et al.*, 2001). يمكن أن يكون لبقايا المركبات النباتية السامة للحشرات الموجودة في رماد النباتات المختارة، تأثير إضافي خاص يختلف باختلاف النوع النباتي (Boeke *et al.*, 2001). يحمي الرماد المواد المخزونة، وإن معاملة الطبقة العليا من كتلة البذور المخزونة كافية لمنع الإصابة الجديدة (Wolfson *et al.*, 1991). يمكن للمساحيق الخاملة التي تعدّ مبيدات حشرية تلامسية أن تقدم مساهمةً كبيرة في برامج الإدارة المتكاملة لمكافحة الآفات (IPM) للحبوب المخزونة، مما يوفر مكافحة الحشرات والحفاظ على جودة الحبوب أثناء التخزين (Ziaee *et al.*, 2021). وقد تمت الموافقة على السلع المعالجة بالمواد الخاملة من قبل جمعيات المزارعين العضويين (Ziaee *et al.*, 2021).

تم استخدام المساحيق الخاملة، بما في ذلك الكاولين (Kaolin) والسيلكا (Silica) والتربة الدياتومية (Diatomaceous Earth) وغيرها، بشكل متزايد في المخازن التجارية، لتحلّ محل المواد الكيميائية التقليدية (Kpoviessii *et al.*, 2017). وقد ثبت أن هذه المواد تتحكم في مجموعة متنوعة من حشرات التخزين الشائعة، وتكون أكثر فاعلية في ظروف الرطوبة المنخفضة، لأنها تسبب الموت عن طريق الجفاف، نتيجة إزالة الطبقة الشمعية من بشرة الهيكل الخارجي للحشرة (الكيوتيكل) وامتصاص الماء، مما يسبب تصلب الجسم والموت (Golob, 1997؛ Kpoviessii *et al.*, 2017؛ Mohd & Akhtar, 2014؛ Upadhyay & Ahmad, 2011). يؤثر الكاولين على الجهاز التنفسي من خلال إغلاق الفتحات التنفسية مسبباً الاختناق والموت (Kpoviessii *et al.*, 2017).

استخدمت مجموعة من المساحيق الخاملة ومنها الكاولين، ورماد الأفران (قشر الرز، الفحم)، والتربة الرسوبية، والطين، والمبيد كاربارايل (Carbaryl)، ضدّ خنفساء اللوبياء العادية، وقد ازدادت نسبة موت البالغات بزيادة التركيز لكافة المواد المدروسة (Shah Hussain & Khalequzzaman, 2006).

هدف هذا البحث إلى دراسة سمية مسحوقي الكاولين والسيلكا ورماد التفاح على بالغات سوسة الرز (*S. oryzae*) مختبرياً.

مواد البحث وطرائقه

أُجريت التجربة في مختبر الحشرات في كلية الزراعة في جامعة البعث، ضمن حاضنة كهربائية عند درجة حرارة ثابتة 25±2°س، ورطوبة نسبية ثابتة 50±10%.

جُمعت بالغات سوسة الرز (*S. oryzae*) من حبوب قمح مصابة، تم إكثارها بأعداد كبيرة لتشكيل مستعمرة دائمة للحشرة مختبرياً (ضمن حاضنة وعند نفس درجة الحرارة والرطوبة النسبية الثابتة المستخدمة في تنفيذ التجربة). وذلك بوضع عينات الحبوب المصابة مع أخرى سليمة في مرطبانات بلاستيكية شفافة سعة كل منها 1 لتر مملوءة حتى منتصفها بحبوب القمح السليمة، وأُضيفت إليها حبوب مصابة بسوسة الرز، غُطيت المرطبانات بقماش الموسيلين وثبّت بأربطة مطاطية، وتُركت الحشرات لتتكاثر بهدف الحصول على أكبر عدد ممكن من الحشرات البالغة. جمعت الحشرات الخارجة حديثاً ووضعت في مرطبانات جديدة بداخلها حبوب قمح سليمة من أجل توسيع التربية. استمر تكرار العملية حتى تم الحصول على أعداد وفيرة من البالغات المتجانسة بالعمر والحجم لاستخدامها في التجارب اللاحقة (Abd El-Aziz & Abd El-Ghany, 2018). نُظفت حبوب القمح السليمة من المواد الغريبة والشوائب ثم وُضعت في الثلاجة عند درجة حرارة −20°س لمدة 72 ساعة، بهدف التخلص من كافة الأطوار الحشرية إن وجدت، وذلك بسبب حساسية الحشرات بجميع مراحل حياتها للبرودة وخاصة مرحلة البيض. ثم عُرضت الحبوب للهواء الجاف لمنع نمو فطور العفن، ثم حُفظت في البراد عند درجة حرارة 4°س لحين استخدامها في التجارب. أخذت الكميات المطلوبة من الكاولين والسيلكا من المؤسسة العامة للجيولوجيا ومصدرها غضار الكاولين [$Al_4(Si_4O_{10})(OH)_8$] من منطقة المخرم بحمص، والسيلكا من منطقة مرملة البيضا بحمص). تم طحن وتنعيم المواد السابقة ونخلها باستخدام منخل 100 ميكرون بهدف الحصول على مسحوق متجانس الحبيبات تمهيداً لاستخدامه في التجارب اللاحقة.

جُمعت نواتج تقليم أشجار التفاح (*Malus domestica*)، صنف غولدن ديليشس، من أشجار عمرها 15−20 سنة مزروعة في بلدة المرانة التابعة لمنطقة تلكلخ بحمص. حُرقت هذه الفروع وأُخذ الرماد الناتج ونُخل على منخل قياس (100 ميكرون) للحصول على حبيبات رماد متجانسة.

أُستخدمت ثلاثة تراكيز لكل نوع من أنواع المساحيق والرماد: 2، 4 و 8 غ/100 غ حبوب القمح، والتي تم تحديدها بناءً على تجارب أولية. نُفذت التجربة بوضع 10 غ من حبوب القمح لكل كأس بلاستيكي سعة 250 مل (يمثل كل كأس مكرراً)، ثم عوملت كل 3 مكررات بتركيز محدد من التراكيز السابقة لكل معاملة، ووضعت حبوب غير معاملة بالمسحوق أو الرماد كشاهد ضمن المكررات، ثم وُضع في كل مكرر 10 بالغات من سوسة الرز بعمر 10–14 يوم تقريباً (Abd El-Aziz & Abd El-Ghany, 2018). غُطيت الكؤوس بالموسلين وحُضنت عند الحرارة والرطوبة النسبية المشار إليها أعلاه. أُخذت القراءات بعد 1، 2، 3، 4، 6، 8 و 10 يوماً من المعاملة. تم حساب نسبة الموت في كل قراءة وتصحيح هذه النسبة وفقاً لمعادلة (Schneider-Orelli, 1947):

$$\text{النسبة المصححة للموت (\%)} = \frac{\text{النسبة المئوية للموت في المعاملة} - \text{النسبة المئوية للموت في معاملة الشاهد}}{100 - \text{النسبة المئوية للموت في معاملة الشاهد}} \times 100$$

أُستخدم تحليل بروبيت (Probit analysis) (Finney, 1952) في برنامج SPSS ver. 20 (IBM Corp, 2011).

تم حساب قيم التركيز القاتل LC_{50} و LC_{90} لكل نوع من أنواع المواد الخاملة المستخدمة عند كل زمن، كما حُسبت قيم الزمن القاتل LT_{50} و LT_{90} لكل نوع من أنواع المواد الخاملة في التراكيز المستخدمة جميعها.

صُممت التجربة وفق التصميم العشوائي الكامل (CRD) وحللت النتائج احصائياً باستخدام اختبار فيشر F للعوامل الثلاثة: نوع المادة الخاملة والتركيز وزمن التعريض Factor3، وقورنت المتوسطات وفقاً لاختبار أقل فرق معنوي LSD عند مستوى المعنوية 0.01 باستخدام برنامج Genstat version 7.4 (Genstat, 2004).

النتائج

بينت النتائج (جدول 1) تأثير مساحيق الكاولين والسيلكا ورماد التفاح في متوسط النسبة المئوية للموت المصححة لبالغات سوسة الرز عند معاملتها بالتراكيز 2، 4 و 8 غ/100 غ حبوب قمح، وزمن تعرض 1، 2، 3، 4، 6، 8 و 10 يوماً. حيث كانت العلاقة طردية عند التركيز 2 غ/100 غ حبوب بين متوسط النسبة المئوية للموت المصححة وزمن المعاملة عند مسحوق الكاولين ورماد التفاح، وبلغت قيم نسب الموت بعد فترات التعرض 1، 2، 8 و 10 يوماً 7، 13.33، 50.35 و 56% و 3.33، 7، 71.62 و 81.48% للكاولين ورماد التفاح، على التوالي. بينما لم تسجل فروق معنوية خلال أزمنة الدراسة السابقة الذكر أعلاه عند مسحوق السيلكا وقد بلغت نسب الموت 0، 3.33، 4.26 و 5.04%، على التوالي.

كانت النتائج مماثلة عند المعاملة بالكاولين ورماد التفاح بالتركيز 4 غ /100 غ حبوب فقد ازدادت قيم متوسط نسب الموت المصححة مع زيادة زمن المعاملة، ولم تسجل فروق معنوية بين زمني الدراسة 1 و 2 يوماً، وكانت الفروق معنوية بين فترات التعرض 2، 3، 4، 6 و 8 يوماًعند المعاملة بمسحوق الكاولين حيث بلغت نسب الموت 17، 23.33، 49، 65 و 79%، على التوالي، ولم تكن الفروق معنوية بين فترات التعرض 8 و 10 أيام حيث بلغت نسب الموت 79.00 و 81.48%، على التوالي. حقق رماد التفاح فروقاً معنوية بين فترات التعرض 1، 2 و 3، 4، 6، 8 و 10 أيام وقد بلغت نسب الموت 3.33 و 93%، على التوالي، بعد مدة تعرض 1 و 10 أيام. أيضاً بينت نتائج التجربة عدم وجود فروق معنوية عند المعاملة بالسيلكا بين قيم متوسطات نسب الموت المصححة بعد فترات التعرض وقد بلغت 7 و 13% بعد 1 و 10 يوماً، على التوالي.

وبالمقارنة بين القيم عند المعاملة بالكاولين بالتركيز 8غ/100غ حبوب وجد أن متوسطات نسب الموت المصححة قد حققت فروقاً معنوية بين فترات التعرض 1، 3، 4، 8 و 10 يوماً حيث بلغت القيم عند الزمنين 1 و 10 أيام على التوالي (13.33 و 93%)، حقق رماد التفاح أعلى قيم لمتوسط نسب الموت المصححة 100% بعد زمن تعرض 8 و 10 أيام، وكانت الفروق معنوية بين أزمنة الدراسة 1، 3، 4، 6 و 8، لم تسجل فروق معنوية بين أزمنة الدراسة الأولى 1، 2 و 3 يوماً وبين الزمنين 6 و 8 يوماً عند المعاملة بمسحوق السيلكا وسجلت فروق معنوية بين الأزمنة 3، 4، 8 و 10 وقد بلغت القيم 7 و 48.15 بعد زمن تعرض 1 و 10 أيام على التوالي.

لوحظ أيضاً (جدول 1) وبالمقارنة بين التفاعل بين العوامل الثلاثة (نوع المادة الخاملة، التركيز، الزمن)، أن أفضل النتائج كانت عند استخدام رماد التفاح بالتركيز 8 غ/100 غ وبعد فترة تعرض 8 و 10 أيام من المعاملة، حيث بلغ متوسط نسب الموت المصححة لبالغات سوسة الرز 100%، تلاها في الأهمية المعاملة بالكاولين عند التركيز ذاته وبعد مدة معاملة 10 أيام، حيث بلغت نسبة الموت 93% وبلغت بعد 8 أيام 89.36%. بينما سُجلت أدنى القيم عند المعاملة بالسيلكا بالتركيز 2 غ/100 غ حيث بلغت 0% وبعد يوم واحد من المعاملة.

حقق رماد التفاح نسب قتل 50 و 90% لبالغات سوسة الرز بتركيز أقل من تركيز السيلكا والكاولين وذلك بعد مدة تعريض 6، 8 و 10 يوماً. وبلغت قيم LC_{50} باليوم السادس من التعريض للكاولينت والسيلكا ولرماد التفاح 2.49، 15.39 و 2.18 غ/100غ حبوب على التوالي، وقيم LC_{90} على التوالي 12.44، 70.14 و 12.94 غ/100 غ

حبوب. وكان ترتيب السمية بدءاً بالأفضل: رماد التفاح > الكاولين > السيلكا.

أمكن تحقيق نسبة قتل 50% من مجتمع الحشرة بعد 10 أيام من التعريض باستخدام التركيز 0.95 غ رماد التفاح لكل 100 غ حبوب قمح، وتحقيق نسبة قتل 95% من مجتمع الحشرة باستخدام التركيز 2.92 غ رماد التفاح لكل 100غ حبوب قمح (جدول 2). في حين احتاج كل من الكاولين والسيلكا لقتل 50% من بالغات الحشرة 1.68 و 8.69 غ/100غ حبوب، على التوالي، و 6.26 و 24.55 غ/ 100غ حبوب، على التوالي، لتحقيق نسبة قتل 90%. وكان ترتيب السمية بدءاً بالأفضل: رماد التفاح > الكاولين > السيلكا.

كذلك أظهرت النتائج (جدول 3) الزمن القاتل LT_{50} وLT_{90} الذي حققته أنواع المواد الخاملة الثلاثة المدروسة، الكاولين والسيلكا ورماد التفاح، عند تعريض بالغات سوسة الرز للتراكيز 2، 4 و 8 غ/100غ حبوب قمح. وقد حقق رماد التفاح نسب القتل 50 و 90% من مجتمع الحشرة عند التراكيز 2، 4 و 8 غ/100غ حبوب بأقل زمن وبقيم متقاربة مع مسحوق الكاولين وأعلى من السيلكا وقد بلغت قيم LT_{50} للكاولين والسيلكا ورماد التفاح عند التركيز 2 غ/100غ حبوب 5.08، 23.02 و 4.29 يوماً، على التوالي، بينما احتاجت المواد المدروسة السابقة لتحقق نسبة قتل 90% من مجتمع الحشرة إلى 9.01، 42.25 و 6.44 يوماً، على التوالي.

لوحظ أيضاً أن قيم LT_{50} وLT_{90} لكل نوع من المواد الخاملة الثلاثة المدروسة عند التركيز 2 غ/100غ حبوب، كانت أعلى من مثيلاتها عند كل من التركيزين 4 و 8 غ/100 غ حبوب، وهذا يعني انخفاض الزمن اللازم للقتل مع زيادة التركيز. وقد بلغت قيم LT_{50} نتيجة المعاملة بالكاولين والسيلكا ورماد التفاح بالتركيز 4 غ/100 غ حبوب 3.46، 19.94 و 3.34 و LT_{90} 6.30، 31.34 و 5.22 يوماً، على التوالي. وبالمقارنة بين الأنواع الثلاثة عند التركيز 8 غ/100 غ حبوب نجد أن الكاولين قد حقق نسبة القتل 50% من مجتمع الحشرة بعد 2.72 يوماً، ونسبة قتل 90% بعد 4.89 يوماً، بالمقابل حقق كل من مسحوق السيلكا ورماد التفاح نسبة قتل 50% بعد 6.09 و 2.81 يوماً، على التوالي، بينما احتاج كل من السيلكا ورماد التفاح إلى 10.68 و 4.17 يوماً، على التوالي، لتحقيق نسبة قتل 90% من بالغات الحشرة. وكان ترتيب المواد الخاملة بدءاً بالأفضل رماد التفاح > الكاولين > السيلكا.

جدول 1. تأثير التركيز والمدة الزمنية للمعاملة بالكاولين، السيلكا ورماد التفاح في نسبة الموت المصححة لبالغات سوسة الرز (*S. oryzae*) مختبرياً.

Table 1. Effect of concentration and treatment period of kaolin, silica and apple ash on the corrected mortality rate of adults of the rice weevil (*S. oryzae*) under laboratory conditions.

متوسط النسبة المئوية للموت المصححة Mean of corrected mortality rate			الزمن (يوم)
رماد التفاح Apple Ash	سيلكا Silica	كاولين Kaolin	Time (day)
تركيز 2 غ/100 غ Concentration 2 g/100 g			
3.33 Aa	0.00 Aa	7.00 Aa	1
7.00 Aa	3.33 Aab	13.33 Aab	2
10.00 Aa	3.33 Aab	23.33 Bcd	3
21.00 Bbc	4.00 Aab	28.00 Bdc	4
43.26 Bd	4.26 Aab	43.00 Be	6
71.63 Cfg	4.26 Aab	50.35 Bef	8
81.48 Cgh	5.04 Aab	56.00 Bfg	10
تركيز 4 غ/100 غ Concentration 4 g/100 g			
3.33 Aa	7.00 ABabc	13.33 Bab	1
7.00 Aa	7.00 Aabc	17.00 Bbc	2
23.00 Bbc	10.00 Abc	23.33 Bcd	3
59.00 Cc	10.00 Abc	49.00 Bef	4
75.18 Cfgh	10.00 Abc	65.00 Bg	6
82.27 Bh	10.10 Abc	79.00 Bh	8
93.00 Ci	13.00 Abc	81.48 Bhi	10
تركيز 8 غ/100 غ Concentration 8 g/100 g			
7.00 Aa	7.00 Aabc	13.33 Aab	1
13.33 ABab	10.00 Abc	20.00 Bbc	2
23.50 Bc	16.67 Ac	33.33 Ccd	3
69.07 Bf	24.40 Ad	76.00 Bh	4
78.72 Bgh	29.10 Ade	82.27 Bhi	6
100.00 Ci	36.17 Ae	89.36 Big	8
100.00 Ci	48.15 Af	93.00 Bj	10

أقل فرق معنوي عند مستوى احتمال 1% للمسحوق=3.73، للتركيز=3.73، للزمن=5.70، للمسحوق × التركيز=6.46، للمسحوق × الزمن=9.87، للتركيز × الزمن=9.87، للمسحوق × التركيز × الزمن=17.10.

$LSD_{0.01}$ for powder= 3.73, concentration=3.73, time= 5.70, for powder × conc. =6.46, powder × time= 9.87, conc. × time=9.87, for powder × conc. × time=17.10

قيم المتوسطات التي تتبعها الأحرف الصغيرة نفسها ضمن العمود نفسه يعني عدم وجود فروق معنوية عند مستوى احتمال 1%. قيم المتوسطات التي يتبعها الأحرف الكبيرة نفسها ضمن الصف نفسه يعني عدم وجود فروق معنوية عند مستوى احتمال 1%.

Means followed by the same small letters in the same column are not significantly different at P=0.01. Means followed by the same big letters in the same row are not significantly different at P=0.01.

جدول 2. التراكيز القاتلة لـ 50% (LC_{50}) و 90% (LC_{90}) من بالغات سوسة الرز (*S. oryzae*) بعد 2، 3، 4، 6، 8 و 10 يوماً من المعاملة بالكاولين، السيلكا ورماد التفاح مختبرياً.

Table 2. Lethal concentrations for 50% (LC_{50}) and 90% (LC_{90}) of adults of the rice weevil (*S. oryzae*) 2, 3, 4, 6, 8 and 10 days after treatment with kaolin, silica dusts and apple ash under laboratory conditions.

y=a+bx		LC_{90} (غ/100 غ)	LC_{50} (غ/100 غ)	نوع المسحوق
Intercept(a)±SE	Slope (b)±SE	LC_{90} (g/100g)	LC_{50} (g/100g)	Powder type
				2 يوم 2 days
1.164±0.187	0.042±0.034	58.44	27.81	كاولين Kaolin
2.189±0.260	0.080±0.044	74.16	42.67	سيلكا Silica
1.665±0.229	0.067±0.040	69.64	37.45	رماد التفاح Apple Ash
				3 يوم 3 days
0.879±0.168	0.054±0.031	40.30	16.39	كاولين Kaolin
2.180±0.320	1.372±0.442	77.52	38.79	سيلكا Silica
1.237 ±0.187	0.072±0.034	45.42	20.57	رماد التفاح Apple Ash
				4 يوم 4 days
1.258±0.205	2.139±0.318	15.40	3.87	كاولين Kaolin
2.324±0.314	1.792±0.427	75.02	19.81	سيلكا Silica
1.303±0.208	2.142±0.318	16.01	4.10	رماد التفاح Apple Ash
				6 يوم 6 days
0.725±0.199	1.832±0.320	12.44	2.49	كاولين Kaolin
2.417±0.303	2.036±0.422	70.14	15.39	سيلكا Silica
0.561±0.198	1.657±0.317	12.94	2.18	رماد التفاح Apple Ash
				8 يوم 8 days
0.583±0.206	2.119±0.348	7.59	1.89	كاولين Kaolin
2.595±0.317	2.434±0.424	39.17	11.65	سيلكا Silica
0.278±0.241	2.468±0.464	4.28	1.30	رماد التفاح Apple Ash
				10 يوم 10 days
0.505±0.212	2.243±0.371	6.26	1.68	كاولين Kaolin
2.667±0.302	2.841±0.408	24.55	8.69	سيلكا Silica
0.289±0.063	2.618±0.613	2.920	0.95	رماد التفاح Apple Ash

جدول 3. الزمن القاتل لـ 50% (LT_{50}) و 90 % (LT_{90}) لبالغات سوسة الرز (*S. oryzae*) المعاملة بتراكيز مختلفة من مساحيق الكاولين، السيلكا ورماد خشب أشجار التفاح مختبرياً.

Table 3. Lethal time for 50% (LT_{50}) and 90% (LT_{90}) of the rice weevil (*S. oryzae*) adults treated with different concentrations of kaolin, silica dusts and apple ash under laboratory conditions.

y=a+bx		LT_{90} (يوم)	LT_{50} (يوم)		نوع المسحوق
Intercept (a)±SE	Slope (b)±SE	LT_{90} (days)	LT_{50} (days)	Powder type	
				Concentration 2 g/100 g	**تركيز 2 غ/100 غ**
0.655±0.146	0.326 ±0.035	9.01	5.08	Kaolin	كاولين
1.552 ±0.171	0.067±0.042	42.35	23.20	Silica	سيلكا
2.554±0.181	0.595±0.043	6.44	4.29	Apple Ash	رماد التفاح
				Concentration 4 g/100 g	**تركيز 4 غ/100 غ**
1.564±0.138	0.452±0.036	6.30	3.46	Kaolin	كاولين
2.241±0.261	0.112±0.061	31.34	19.94	Silica	سيلكا
2.270 ±0.169	0.680±0.045	5.22	3.34	Apple Ash	رماد التفاح
				Concentration 8 g/100 g	**تركيز 8 غ/100 غ**
1.229 ±0.107	0.323 ±0.022	4.89	2.72	Kaolin	كاولين
1.702 ±0.152	0.279 ±0.036	10.68	6.09	Silica	سيلكا
2.645±0.202	0.940 ±0.066	4.17	2.81	Apple Ash	رماد التفاح

المناقشة

بينت نتائج هذه الدراسة زيادة نسب موت بالغات سوسة الرز عند المعاملة بالمواد الخاملة الثلاثة المدروسة وهي الكاولين والسيلكا ورماد التفاح بزيادة التركيز ومدة المعاملة، وهذا ما أشار إليه عدد من الباحثين (Amin *et al*., 2017؛ Faliagkaa *et al*., 2020؛ Gvozdenac *et al*., 2018؛ Hiruy & Getu, 2018؛ Wakil *et al*., 2010)، وقد يعزى سبب ارتفاع نسب الموت عند المعاملة بالكاولين ورماد التفاح، إلى خدش طبقة الكيوتيكل للحشرة أثناء تحركها بين كتلة الحبوب المعاملة، مما أدى إلى تبخر الماء وكافة سوائل الجسم بسرعة وتسبب بجفاف الحشرة وموتها (Boeke *et al*., 2001؛ Kpoviessii *et al*., 2017؛ Mohd & Akhtar, 2014؛ Upadhyay & Ahmad, 2011)، كما تؤدي زيادة التركيز إلى زيادة كمية الجزئيات العالقة على جسم الحشرة وبالتالي ينتج عن ذلك زيادة في حدة الكشط، الأمر الذي يؤدي إلى تسريع عملية فقد الماء وسوائل الجسم الداخلية مسبباً سرعة جفاف الجسم وبالتالي الموت السريع (Abd El-Aziz & Abd El-Ghany, 2018؛ Golob, 1997؛ Kpoviessii *et al*., 2017؛ Mohd & Akhtar, 2014؛ Upadhyay & Ahmad, 2011).

تفوق مسحوق الكاولين على كل من السيلكا ورماد التفاح معنوياً أو ظاهرياً بالأيام الثلاثة الأولى من التعريض وعند كافة التراكيز المستخدمة، بينما تفوق رماد التفاح على كل من السيلكا والكاولين معنوياً أو ظاهرياً بعد فترات التعريض 4، 6، 8 و 10 أيام وعند التراكيز الثلاثة المدروسة، وقد أعطى رماد التفاح أعلى قيمة لنسب الموت المصحح 100% بعد اليوم الثامن للتعريض وعند استخدام التركيز 8 غ/100 غ حبوب. لوحظ أيضاً بشكل عام انخفاض تأثير السيلكا على بالغات سوسة الرز خلال الفترات الزمنية المدروسة وبالمقارنة مع كل من الكاولين ورماد التفاح، ولكن تفوقت على الشاهد غير المعامل. إن لهذه المساحيق دور في سد الثغور التنفسية وفي جفاف جسم الحشرة عن طريق كشط وامتصاص الدهون في الطبقة الشمعية وبالتالي الموت (Abd El-Aziz & Abd El-Ghany, 2018؛ Amin *et al*., 2017؛ Gvozdenac *et al*., 2018).

تبين أيضاً واستناداً إلى تقديرات LC_{50} و LC_{90} وإلى تقديرات LT_{50} ، وLT_{90} وحدود الثقة المرتبطة بها 95%، أن هناك فروقاً بين هذه التراكيز، وفروقٌ بين أزمنة التعريض للمواد المدروسة بعد مدة تعريض 2، 4، 8 و 10 يوماً، حيث انخفضت قيم التركيز القاتل بزيادة زمن التعريض للمسحوق، وانخفضت قيم الزمن القاتل بزيادة التركيز مما يتفق مع دراسات سابقة (اسبر وآخرون، 2018؛ Kpoviessii *et al*., 2017).

بشكل عام تتشابه فاعلية رماد الخشب مع فاعلية المساحيق الخاملة كالكاولين من حيث طبيعة التأثير على الآفة الحشرية، حيث يحدثان خدوشاً لسطح جدار الجسم (الكيوتيكل) وخاصة أثناء تحركها بين كتلة البذور المعاملة، وازدادت الفاعلية مع زيادة التركيز وزمن التعريض (Amin *et al*., 2017؛ Gvozdenac *et al*., 2018؛ Kpoviessii *et al*., 2017؛ Yusuf *et al*., 2011).

يستنتج مما سبق أن المواد الخاملة الثلاثة المدروسة كانت ذات تأثير فعال في نسب موت بالغات سوسة الرز، وبالتالي يمكن استخدام المواد الخاملة كمواد صحية بديلة عن المبيدات الكيميائية لحماية الحبوب من حشرات المخازن. تعدّ هذه النتائج مشجعة لتطوير التجارب والدراسات على هذه الأنواع من المواد الخاملة أو أنواع خاملة أخرى من المساحيق أو رماد الأفران واختبار فعاليتها في مكافحة حشرات أخرى من آفات المخازن، تمهيداً لاستخدامها على مستوى تطبيقي في المخزن، أو ادخالها كعنصر من عناصر برامج الادارة المتكاملة لمكافحة حشرات المخازن.

Abstract

Esber, R. 2023. Toxicity of Some Inert Dusts and Ash Against Rice Weevil, *Sitophilus oryzae* L. Under Laboratory Conditions. Arab Journal of Plant Protection, 41(4): 398-405. https://doi.org/10.22268/AJPP-41.4.398405

A study was carried out to assess the toxicity of kaolin, silica and apple ash against adults of rice weevil, *Sitophilus oryzae* L. (Curculionidae: Coleoptera) using three concentrations: 2, 4 and 8 g inert material/100 g of wheat grains. Insect mortality was assessed 1, 2, 3, 4, 6, 8 and 10 days after treatment, and corrected mortality rate was calculated, as well as the LC_{50} and LC_{90}, and the LT_{50} and LT_{90} values. The results obtained showed an increase in the mean of corrected mortality rate with increasing concentration and treatment time, whereas mortality rates reached at the concentration of 8g/100g grains after 10 days of treatment with kaolin, silica and apple ash 93, 48.15 and 100%, respectively, with significant superiority of apple ash over each of kaolin and silica. The LC_{50} and LC_{90} values 10 days after treatment were as follows: 1.68 and 6.26 g/100 g for kaolin, 8.69 and 24.55 g/100 g for silica, and 0.95 and 2.92 g/100 g for apple ash, respectively. Whereas, the values of LT_{50} and LT_{90} for kaolin were 2.72 and 4.89 days, 6.09 and 10.68 days for silica, and 2.81 and 4.17 days for apple ash, respectively, at 8g/100g seeds. The results obtained showed that kaolin had the highest toxicity three days after treatment, and the values were close to that of apple ash at 4 and 6 days after treatment, with significant difference with silica dusts, whereas apple ash achieved the highest toxicity with a significant difference compared with both kaolin and silica dusts, 10 days after treatment.

Keywords: Toxicity, powder, inert dusts, ash, kaolin, silica, apple ash, rice weevil, *Sitophilus oryzae*

Affiliation of author: *R. Esber, Entomology laboratory, Plant Protection Department, Faculty of Agricultural Engineering, Bath University, Homs, Syria, Email address of corresponding author: resber@albaath-univ.edu.sy*

References

Demissie, G., R. Swaminathan, O.P. Ameta, H.K. Jain and V. Saharan. 2015. Biochemical basis of resistance in different varieties of maize for their relative susceptibility to *Sitotroga cerealella* (Olivier) (Lepidoptera: Gelechiidae). Journal of Stored Products and Postharvest Research, 6(1):1-12. https://doi.org/10.5897/JSPPR2013.0167

Faliagkaa, S., P. Agrafiotib, E. Lampirib, N. Katsoulasa and G. Athanassiou. 2020. Assessment of different inert dust formulations for the control of *Sitophilus oryzae*, *Tribolium confusum* and *Aphis fabae*. Crop Protection, 137:105312. https://doi.org/10.1016/j.cropro.2020.105312

FAO. 2011. Global food losses and food waste. Study conducted for the international congress "Save Food!" at Interpack 2011, Düsseldorf, Germany, 29 pp.

Finney, D.J. 1952. Probit Analysis. Cambridge University Press, England. 318 pp.

Genstat. 2004. GenStat for windows. Release 7.2. 7th Edition, VSN International Ltd, Oxford.

Golob, P. 1997. Current status and future perspectives for inert dusts for control of stored product insects. Journal of Stored Products Research, 33(1):69-79. https://doi.org/10.1016/S0022-474X(96)00031-8

Gvozdenac, S., T. Snežana, S. Krnjajić, D. Prvulovic, O. Jelena and A. Sedlar. 2018. Effects of different inert dusts on *Sitophilus oryzae* and *Plodia interpunctella* during contact exposure. Pages 829-831. In*:* Proceedings of the 12th International Working Conference on Stored Product Protection (IWCSPP) October 7-11, 2018, Berlin, Germany. https://doi.org/10.5073/jka.2018.463.179

Hiruy, B. and E. Getu. 2018. Efficacy of two locally available inert dusts against *Sitophilus zeamais* (Motschulsky) (Coleoptera: Curculionidae) of Stored Maize in Ethiopia. Journal of Stored Products and Postharvest Research, 9(1):1-7. https://doi.org/10.5897/JSPPR2018.0250

IBM Corp. 2011. IBM SPSS statistics for windows, Version 20.0. Armonk, NY.

Jean, W.G., N.E. Nchiwan, N. Dieudonne, S. Christopher and C. Adler. 2015. Efficacy of diatomaceous earth and wood ash for the control of *Sitophilus zeamais* in stored maize. Journal of Entomology and Zoology Studies, 3(5):390-397.

Kpoviessii, D.A., D.C. Chougourou, A.H. Bokononganta, N.V. Fassinou-Hotegni and J. Dossou. 2017. Bioefficacy of powdery formulations based on kaolin powder and cashew (*Anacardium occidentale* L.) balms to control *Callosobruchus maculatus* F. (Coleoptera, Chrysomelidae: Bruchinae) in stored cowpea (*Vigna unguiculata* L.). International Journal of Biological and Chemical Sciences, 11(4):1424-1436. http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v11i4.3

Mohd, A.Sh. and KH. Akhtar. 2014. Use of diatomaceous earth for the management of stored-product pests. International Journal of Pest Management, 60(2):100-113. http://dx.doi.org/10.1080/09670874.2014.918674

المراجع

اسبر، رحاب، زياد شيخ خميس وإبراهيم الجوري. 2018. سمية بعض أنواع المساحيق الخاملة ضد خنفساء اللوبياء العادية *Callosobruchus maculatus* (F.) تحت الظروف المخبرية. مجلة وقاية النبات العربية، 36(3):243-249.

*[**Esber, R., Z.S. Khamis and I. El-Joury.** 2018. Toxicity of some inert* dusts *against cowpea* seed beetle *Callosobruchus maculatus* (F.) *under laboratory conditions. Arab Journal of Plant Protection, 36(3):243-249. (In Arabic).]*

الحاج اسماعيل، اياد يوسف. 2014. آفات المواد المخزونة. كلية التربية، جامعة الموصل، العراق. 399 صفحة.

*[**El-Haj Ismail, Ayad Yousef.** 2014. Pests of Storage Products. Faculty of Education, Mosel University, Iraq. 399 pp. (In Arabic).]*

Abd El-Aziz, S. E. and N.M. Abd El-Ghany. 2018. Impact of diatomaceous earth modifications for controlling the granary weevil, *Sitophilus granarius* (Linnaeus). Journal of Agricultural Science and Technology, 20:519-531.

Shah Hussain A.M. and M. Khalequzzaman. 2006. Toxicity studies of some inert dusts with the cowpea beetle, *Callosobruchus maculatus* (Fabricius) (Coleoptera: Bruchidae). Journal of Biological Sciences, 6(2):402-407. https://doi.org/10.3923/jbs.2006.402.407

Akob, A. and K. Ewete. 2007. The efficacy of ashes of our locally used plant materials against *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae) in Cameroon. International Journal of Tropical Insect Science, 27(1):21–26. https://doi.org/10.1017/S1742758407699615

Alder, C. 2018. Stop the brain drain – Why we need stored-product protection research for food safety. Pages 5-8 In*:* Proceedings of the 12th International Working Conference on Stored Product Protection (IWCSPP). October 7-11, 2018, Berlin, Germany. https://doi.org/10.5073/jka.2018.463.003

Amin, Y., M.M.I. Aamir, R.A. Mohamed and S.M. Abd-Alla. 2017. Efficacy of some inert dusts against the rice weevil *Sitophilus oryzae* (L.) on wheat and rice grains. Zagazig Journal of Agricultural Research, 44 (1):247-259.

Boeke, S., J. Van loon., A. Van huis., D. Kossou and M. Dicke. 2001. The use of plant material to protect stored leguminous seeds against seed beetles. Laboratory of Entomology, Wageningen University, The Netherlands. 108 pp.

Byung, H.L., W.S. Choi, S.E. Lee and B.S. Park. 2001. Fumigant toxicity of essential oils and their constituent compounds towards the rice weevil, *Sitophilus oryzae* (L). Crop Protection, 20:317- 320. https://doi.org/10.1016/S0261-2194(00)00158-7

CABI. 2021. *Sitophilus oryzae* (Linnaeus, 1758). Rice weevil. Datasheet. Invasive Species Compendium.

David, K.W. and A.R. Petroff. 2004. Pest Management for Grain Storage and Fumigation. Montana State University, USA. 83 pp.

Wolfson, J., R. Shade, P. Mentzer and L. Murdock. 1991. Efficacy of ash for controlling infestations of *Callosobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera: Bruchidae) in stored cowpeas. Journal of Stored Products Research, 27(4):239-243. https://doi.org/10.1016/0022-474X(91)90006-X

Yusuf, A.U., M.C. Dike, S.A. Adebitan and B.I. Ahmed. 2011. Comparative efficacy of seven plant products on the cowpea burchid, *Callosobruchus maculatus* F. development and damage. Journal of Biopesticides, 4(1):19-26.

Ziaee, M., A. Ebadollahi and W. Wakil. 2021. Integrating inert dusts with other technologies in stored products protection. Toxin Reviews, 40(4):404-419. https://doi.org/10.1080/15569543.2019.1633673

Phillips, T.W., E. James and J.E. Throne. 2010. Biorational approaches to managing stored-product insects. Annual Review of Entomology, 55:375-397. https://doi.org/10.1146/annurev.ento.54.110807.090451

Schneider-Orelli, O. 1947. Entomologisches Praktikum, 2nd ed. H.R. Sauerländer, Aarau, Switzerland. 237 pp.

Upadhyay, K. and S. Ahmad. 2011. Management strategies for control of stored grain Insect pests in farmer stores and public warehouses. World Journal of Agricultural Sciences, 7(5):527-549.

Wakil, W., M. Ashfaq, M.U. Ghazanfar and T. Riasat. 2010. Susceptibility of stored product insects to enhanced diatomaceous earth. Journal of Stored Products Research, 46(4):248-249. https://doi.org/10.1016/j.jspr.2010.05.001

Received: October 31, 2022; Accepted: February 20, 2023

تاريخ الاستلام: 2022/10/31؛ تاريخ الموافقة على النشر: 2023/2/20