المجلة الليبية للعلوم الزراعية
المجلد (25): العدد (3): 2020: 82 - 90
عدد خاص بفعاليات ندوة الأمن العذائي (3) 2019

فاعلية مستويات مرتفعة من ثاني أكسيد الكربون والهواء المعدل على تطور الإصابة الحشرية في ثلاثة أصناف من التمور الجافة

محمد أبوصاع فنير[1]، محمد الطاهر مرغم، سمية أشتيوي رحيل، أحمد البدوي ابديوي

قسم الهندسة الزراعية، كلية الزراعة، جامعة طرابلس

المستخلص

أجريت الدراسة من جزئين، تناول الجزء الأول تقدير فاعلية ثاني أكسيد الكربون في الحد من تطور الإصابة الحشرية عند تعريض التمور الجافة لأصناف: الآضوي والدقلة الجافة والتاليس لتركيز مرتفع منه(>98%) لزمن 48، 72 و96 ساعة،ثم حفظها في درجة حرارة 26°م لمدة سبعة أشهر، بينما تناول الجزء الثاني حفظ ثمار نفس الأصناف لسبعة أشهر في ظروف هواء معدل بتركيبة هوائية 5% ثاني أكسيد الكربون مع 5%أكسجين عند 5°م ودرجة حرارة الغرفة.عند إنتهاء مدة الحفظ، فُحصت ثمار جميع المعاملات وحُددت النسب المئوية للإصابة عددياً.أظهرت النتائج تأثيراً معنوياً لمعاملة ثاني أكسيد الكربون المرتفع على نسبة الإصابة عند مستوى معنوي (<0.05)، وكانت الأفضلية لمعاملتي 72 ساعة و96 ساعة، حيث كانت نسب الإصابة لمعاملة 72 ساعة للآضوي (8.42%±2.91)،وللدقلة (11.11%±3.12)، وللتاليس (3.85%±0.5)، ولمعاملة 96 ساعة كانت للآضوي (3.33%±2.9)، وللدقلة (12.04%±0.76)، وللتاليس (3.49%±3.05). أما معاملة 48 ساعة فنسب الإصابة فيها كانت معنوياً أعلى، للآضوي (9.6%±1.0)، وللدقلة (16.2%±2.6)، وللتاليس (8.5%±3.6).أما ظروف الهواء المعدل فقد أظهرت النتائج عدم وجود تأثيرمعنوي لها منفردةً على تطور الإصابة، بينما كان تأثيردرجة الحرارة معنوياً، والأفضلية كانت لدرجة الحرارة 5°م مع تركيبة الهواء المعدل،كان متوسط الإصابة للآضوي (0.00)، وللدقلة (3.3%±4.1)، وللتاليس (8.4%±7.1)،بينما كانت نسب الإصابة عند درجة حرارة الغرفة معنوياً أعلى،للآضوي (16.75%±4.26)، وللدقلة (14.19%±5.37)، وللتاليس (28.29%±8.62). أظهرت الدراسةأن استخدام نسب عالية من ثاني أكسيد الكربون له تأثيرفعال للحد من تطور الإصابة الحشرية في التمور الجافة،كما بينت إمكانية اختبارتركيبات هوائية واستخدام أصناف أخرى.

الكلمات الدالة: ثاني أكسيد الكربون، التمور الليبية، الإصابة الحشرية، الهواء المعدل، درجة الحرارة.

المقدمة

تتعرض التمور الجافة المخزونة لنسب فقد عالية نتيجة لأسباب عدة، لعل من أهمها الإصابات الحشرية، حيث تصيب التمور المخزونة في ظروف حفظ غير مناسبة أنواع عدة من الحشرات، منها على سبيل الذكر عثة التمر (Guenèe) *Ephestiacalidella*، وعثة الخروب (Zeller) *Ectomyeloisceratoniae*)، وعثة الزبيب (Gregson) *Cadrafigulilella* ، ودودة التين (Walker) *Ephestiacautella*)،وفراشة دقيق البحر الأبيض المتوسط (Zeller) *Ephestiakuehniell*).غالباً ما يكون الحقل مصدر الإصابة، حيث تضع الحشرات البيض على الثمار، وفي ظروف الحفظ غير الملائمة تفقس وتبدأ اليرقات في التغذية على الثمار (هلال، 2011).تشكل عثة التمر *E. calidella*، وعثة الزبيب*C. figulilella*، وعثة الخروب*E. ceratoniae* أكثر الإصابات في التمور المخزونة (Perring *et al.*, 2015). عامةً، تتسبب الإصابات الحشرية في نسب فقد عالية، كما تقلل من القيمة التسويقية للتمور (الطويل والجبوري،2000)،قدرت نسبة الفقد نتيجة للإصابات الحشرية في

للإتصال: محمد أبوصاع فنير
هاتف:0621 419 92 218+
البريد الإلكتروني: m.fennir@uot.edu.ly
قسم الهندسة الزراعية، كلية الزراعة، جامعة طرابلس
أستلمت بتاريخ:2019/03/01
أجيزت بتاريخ:2020/11/06

مصر إلى22: 73.3% سنوياً (Mohamed and Syed, 2013)،في دول أخرى كتونس والمغرب والولايات المتحدة فقدر الفاقد نتيجة الإصابةبعثة الخروب بين 20 و40% (Jemni *et al.*, 2015).

يعد التبخير بالمركبات الكيميائية من أهم وسائل الوقاية لحفظ الثمار بعد الجمع، منها الفوسفين (PH_3)، وبرومايد الميثايل ($MeBr, BrCH_3$) (الطويل والجبوري،2000، قناوي 2012). على الرغم من كفاءة تلك المركبات في القضاء على الحشرات في جميع أطوارها، غير أنالخشية من مخاطر استخدامها لإعتبارات صحية وبيئية بات أمراً هاماً عالمياً، هناك جهود قوية لمنع استخدام $BrCH_3$ وفقاً لاتفاقية مونترويال، والتي أوصت بمنع استخدامه في الدول المتقدمة في العام 2005، وفي الدول النامية بحلول 2015،نظراً لتأثيره على طبقة الأوزون (Riudavets, *et al.*,2010, Dhouibi *et al.*, 2015). إضافة إلى مخاطر استخدام المواد الكيميائية من الناحية الصحية، هنالككلفة عالية تتعلق بالتجهيزات والإجراءات الوقائية وغيرها، الأمر الذي يجعل من ايجاد طرق وتقنيات بديلة أمراً ضرورياً.في الخمس والعشرين عاماً الأخيرة نالت تقنيات الهواء المعدل إهتماماً كبيراً (Navarro,2006)، فقد شهد المجال البحثي توجه قوي لاستخدام بدائل غير ضارة بالصحة والبيئة، كاستخدام الأوزون وأول وثاني أكسيد الكربون (Childs and Overby, 1983, Niakousari *et al.*,2009, Jemni *et al.*, 2015, Hasan *et al.*,2016).على الصعيد التطبيقي، استُخدم ثاني أكسيد الكربون في مقاومة حشرة البق في المنازل(Wang *et al.*, 2012)،كما استُخدم لمقاومة الآفات الحشريةعلى ثمارعديد الخضروات والفواكه أثناء الحجر الجمركي (Ke and Kader, 1992)، كمااستخدم ضمن برامج المكافحة المتكاملة للوقاية من الآفات الحشرية التي تصيبالتمور المخزونة (Navarro, 2015) .

في ليبيا يواجه محصول التمور تحديات عدة، منها الإصابات الحشرية، الأمر الذي يقلل قيمة المحصول كماً ونوعاً. هذا وعلى الرغم من أهمية استخدام الهواء المعدل في مقاومة الحشرات بعد الحصاد في كثير من البلدان، منها على سبيل الذكر استخدامه لمعاملة الحشرات في مخازن الحبوب في الولايات المتحدة وكندا وأستراليا (Kaliyan *et al.*, 2007)،فاستخدامه يكاد ينعدم في الدول النامية ومحلياً.

هدفت هذه الدراسةتحديد تأثير استخدام مستويات مرتفعة من ثاني أكسيد الكربون، واختبارالتعرف على دور الحفظ في ظروف هواء معدل (10% ثاني أكسيد الكربون مع 5%أكسجين) في ظروف مبردة (5°م) وشاهد (درجة حرارة الغرفة).أجريت الدراسةبهدف التعرف على دور المعاملتين في الحد من تطور الحشرات التي تصيب ثمار التمور الجافة، وبغض النظرعن نوع تلك الحشرات.

المواد وطرائق البحث

العينات

أُخذت عينات ثمارأصناف التمور الجافة الدقلة، الآضوي، التاليس من مزارعين جلبوا التمور من منطقتي غدامس وفزان لغرض المشاركة في معرض التمور بمدينة طرابلس خريف 2016.نُقلت العينات في أكياس قماشية نفاذة للهواءإلى معمل تقنيات ما بعد الحصاد بقسم الهندسة الزراعية، كلية الزراعة، جامعة طرابلس، ووضعت في درجة حرارة الغرفة إلى حين إجراء التجربة.عند البدء في الدراسة، وُزنت العينات بواقع 200 جرام، ووزعت عشوائياً ثم عُبئت في قناني حفظ محكمة القفل لغرض إجراء المعاملات.

خصائص العينات

أُخذت من كل صنف عشوائياً عدد 50 ثمرة، حُدد منها المحتوى الرطوبي ونسبة الإصابة الحشرية، حُدد المحتوى الرطوبي للعينات باستخدام الفرن، جُففت العينات عند درجة حرارة 105°م لمدة 24 ساعة، بواقع 3 مكررات.لتحديد نسبة الإصابة، فتحت ثمار العينة المتبقية (حوالي 40 ثمرة)، قُطعت طولياً، وعُدت الثمار المصابة، وحُسبت النسبة المئوية للإصابة الأولية، واعتُبرت تلك ممثلة لنسبة الإصابة عند الحصاد.

أوعية الحفظ

استُخدمت في المعاملة والحفظ قناني بلاستيكية سعة لترواحد، القنينة مزودة بغطاء مقلوظ محكم القفل، رُكب عليه صمام نحاسي من تلك المستخدمة في إطارات المركبات الآلية، والذي أستُخدم لحقن لمعاملات ثاني أكسيد الكربون المرتفع ولتعديل وقياس مكونات معاملات الهواء المعدل.

قياس مكونات الهواء

قِيست مستويات الأكسجين وثاني أكسيد الكربون باستخدام جهاز قياس مكونات الهواء المحمول نوع (Model CANAL120 O_2& CO_2 Gas Analyzer, EMCO Packaging Systems Ltd, Kent, CT14 0BD UK)، يسحب الجهاز حجماً قليلاً من الهواء، يقاس مكوناته من الأكسجين وثاني أكسيد الكربون، ويعرض النتيجة على لوحة ضوئية رقمية (LCD). أُجريت عملية القياس أثناء القيام بمعاملة ثاني أكسيد الكربون المرتفع، كما استخدم الجهاز في عمليتي قياس وتعديل مكونات هواء معاملة الهواء المعدل أسبوعياً طول فترة الحفظ.

معاملة ثاني أكسيد الكربون المرتفع

استُخدمت منظومة حقن لرفع مستوى ثاني أكسيد الكربون داخل القناني إلى أعلى من 98%.تتكون منظومة الحقن من ثلاثة إسطوانات مضغوطة بثاني أكسيد الكربون، والأكسجين والنيتروجين، تتصل الإسطوانات بوحدة الحقن بواسطة أنابيب مرنة، وحدة الحقن تتكون من ثلاثة صمامات متصلة بغرفة الخلط ومنها إلى القنينة. يتم إدخال الغاز المطلوب إلى الغرفة بفتح أحد الصمامات، على الغرفة رُكب صمام التحكم في ضغط الغاز المراد حقنه في القنينة عن طريق أنبوب مرن في نهايته وصلة مقلوضة تتصل بالصمام المُركب على القنينة. قبل الحقن، أختُبر إحكام قفل القناني باستخدام ضغط الهواء،أثناء الحقن، فُتح صمام ثاني أكسيد الكربون عند ضغط 0.4 بار، وضُغطت القنينة ثم فتح أنبوب جانبي متصل بأنبوب الحقن بصورة متقطعة،طارداً بذلك الأكسجين، كُررت العملية لعدة مرات ثم قِيست مكونات الهواء حتى سُجلت نسبة ثاني أكسيد الكربون أعلى من 98%، عندها فُصلت القنينة عن منظومة الحقن.أجريت معاملة بواقع تعريض العينات لثاني أكسيد الكربون المرتفع لزمن 48 ساعة، و72 ساعة، و96 ساعة،إضافة إلى معاملة الشاهد وبواقع 3مكررات لكل منها. بعد المعاملة فُتحت القناني وغُطت بقطع من قماش شبكي رقيق، ووضعت في حضانة نوع (XB112, France Etuves, China)، ضُبطت درجة حرارتها عند 26°م، ورُوقبت العينات لمدة 7 أشهر.

معاملة الهواء المعدل

استخدمت أوزان عينات مماثلة للمعاملة السابقة،كما استخدمت نفس أوعية الحفظ، وقُفلت بنفس الطريقة المذكورة سابقاً، وعُدلت مكونات الهواء إلى 10% ثاني أكسيد الكربون و5%أكسجين باستخدام منظومة الحقن، ثم حفظت العينات المعاملة بالتركيز منخفض عند مستويين من درجات الحرارة (درجة حرارة الغرفة و5°م).

مراقبة العينات

تم مراقبة العينات بصورة دورية لمدة 7 أشهر من حيث الإصابات الظاهرة، عينات معاملة الهواء المعدل قِيست مكونات الهواء فيها أسبوعياً وعُدلت عند تغير نسب ثاني أكسيد الكربون والأكسجين عن المستوى المحدد بمعدل (±2%)، كما تم مراقبتها من حيث الإصابات الظاهرة.

التحليل الإحصائي

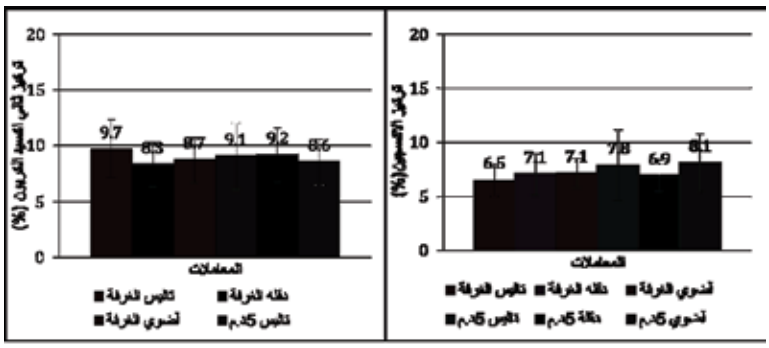
أجريَ اختبار التباين (ANOVA) عند مستوى معنوية 0.05 لمعاملة ثاني أكسيد الكربون المرتفع، وكانت العوامل الأساسية مدة التعرض وزمن الحفظ والصنف، أما معاملة الهواء المعدل فقد كانت العوامل الأساسية تركيبة الهواء المعدل بمستويين (10%ثاني أكسيد الكربون مع 5%أكسجين) وهواء جوي كشاهد، ودرجة الحرارة بمستويين (5°م وحرارة الغرفة)،بينما كان العامل التابع نسبة الإصابة بعد إنقضاء مدة الحفظ. أجري تحليل النتائج باستخدام البرنامج الإحصائي (SPSS)إصدار 20، قُورنت متوسطات المعاملات المختلفة معنوياً بطريقة Tukey Kramer.

النتائج والمناقشة

آداء معاملات ثاني أكسيد الكربون المرتفع

استمرت التجربة لسبعة أشهر من تاريخ 2015/11/19 إلى 2016/6/13، واعتبرت المدة كافية لتطور الإصابة الحشرية بعد المعاملة بثاني أكسيد الكربون والحفظ في ظروف درجة حرارة ثابتة (26°م)، كذلك الحفظ في ظروف الهواء المعدل عند 5°م وعند درجة حرارة الغرفة. يوضح شكل (1) متوسط تركيز ثاني أكسيد الكربون والأكسجين لمعاملات الهواء المعدل المختبرة عند 5°م

ودرجة حرارة الغرفة. يُظهر المنحنى ثبات ظروف الهواء المعدل عند درجتي الحرارة، وكان تركيز ثاني أكسيد الكربون قريب من 10%، وتركيز الأكسجين كان قريباً من 6%.تجدر الإشارة هنا إلى أن عملية التعديل لمكونات الهواء أجريت يدوياً بصورة دورية. يمكن إعتبار ظروف الهواء المعدل مستقرة بما يضمن ظروف جيدة للإختبار والتعرف على تأثيرها على تطور الحشرات.

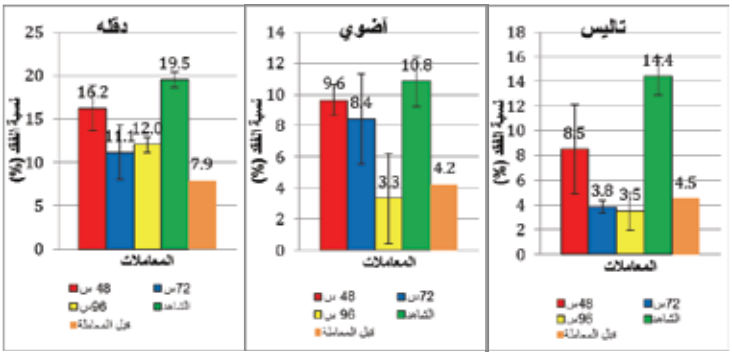


شكل 1. تركيز ثاني أكسيد الكربون والأكسجين داخل القناني لمعاملات الهواء المعدل عند درجتي الحرارة

بلغت نسب الإصابة بعد الحصاد4.5، 4.2، و7.9% للتاليس، والآضوي، والدقلة الجافة على التوالي. بعد المعاملة بثاني أكسيد الكربون المرتفع، كانت نسب الإصابة الأقل عند فترة المعاملة 96 ساعة، و72 ساعة مقارنة بمعاملتي 48 ساعة والشاهد (شكل.2). من خلال فحص العينات، كانت الإصابة السائدة عثة التمر E.cautella، أظهرت معاملة الشاهد أعلى نسبة إصابة للأصناف الثلاثة، يليها معاملة ثاني أكسيدالكربون لمدة 48 ساعة، وكانت أعلاها لصنف الدقلة وأدناها لصنف التاليس. أما معاملتي 72 و96 ساعة فقد أظهرتا نسب إصابة أقل.

أظهرت نتائج التحليل الإحصائي وجود تأثير معنوي لمعاملة ثاني أكسيد الكربون المرتفع عند مستوى معنوية (<0.05)، حيث كان [$F_{(3, 24)}$ =25.55, P = <0.001]، أظهرت معاملة الشاهدنسبة إصابة معنوياً أعلى، كانت نسب الإصابة للآضوي (10.8% ±1.6) وللدقلة (19.5% ±0.87) وللتاليس (14.4% ±1.5)، تليها معاملة 48 ساعة وكانت متوسطات الإصابة للآضوي (9.6%±1.0)،وللدقلة (16.2% ±2.6)، وللتاليس (8.5% ±3.6)، بينمالم تسجل فروق معنوية بين معاملتي 72 و96 فيما بينهما،حيث كان متوسطها لمعاملة 72 ساعة للآضوي (8.42% ±2.91)، وللدقلة (11.11% ±3.12)، وللتاليس(3.85% ±0.5). بصفة عامة أظهرت معاملة96ساعة تفوقاً في التقليل من نسبة الإصابة للأصناف الثلاثة فكانت للآضوي (3.33% ±2.9)، وللدقلة (12.04% ±0.76)، عند المقارنة بين الأصناف أظهرت النتائج وجود فروقات بينها[$F_{(2, 24)}$ = 36.4, P = <0.001] ، حيث كانت نسبة الإصابة للدقلة معنوياً أعلى عند (14.7% ± 3.9) بينماأظهرصنفا الآضوي والتاليس تشابهاً في نسب الإصابة،وكانت عند (8.06% ±3.6) و(7.6% ±5.01).قد يعزى التباين بين الأصناف إلى الظروف الحقلية أو لخصائص الصنف.

من الواضح هنا أن لزمن تعرض العينات لثاني أكسيد الكربون تأثير معنوي على نسبة الإصابة، وهو ما كان متوقعاً، غير أن تحديد زمن المعاملة بدقة بحيث يحد من تطور الإصابة إلى النسب الحقلية قد يتطلب المزيد من التجارب لتحديد الزمن المناسب للأصناف الليبية من حيث خواصها التركيبية والفيزيائية. بالنظر إلى الدراسات السابقة والتي تناولت معاملة الثمار بثاني أكسيد الكربون يُلاحظ تباين كبير في تحديد الزمن الفعال للمعاملة في الدراسات، فقد تراوحت بين فترة قصيرة لأقل من ساعة مع استخدام ضغط مرتفع(Riudavets *et al.*, 2010)،ولمدة 24 ساعة عند الخلط بالفوسفين(Dhouibi *et al.*, 2015)،بينما في حالات أخرى أستمرت المعاملة لفترات طويلة،حيث أمتدت في بعض الدراسات إلى 5-4 أشهر (Navarro *et al.*, 2000). وللتاليس(3.49%±3.05).



شكل2. نسب الإصابة للأصناف الثلاثة بعد المعاملة بثاني أكسيد الكربون المرتفع ثم الحفظ لمدة 7 أشهر.

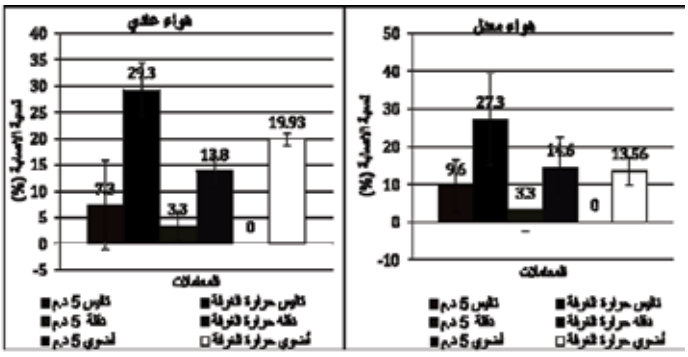
إلى جانب تركيز ثاني أكسيد الكربون، تشير الدراسات نفسها إلى أن لدرجة الحرارة تأثير معنوي على قتل الحشرات في أطوارها المختلفة، والتي تراوحت بين 20 إلى 45°م.أيضا تشير دراسات أخرى إلى أن للمحتوى الرطوبي للتمور تأثير على فعالية ثاني أكسيد الكربون لقتل الحشرات، فالتمور المستخدمة في الدراسة الحاليةكانت جافة، ونسب رطوبتها على الأساس الرطب كانت للآضوي 30.7، وللدقلة 23.65 وللتاليس 24.31%، ربما يكون للرطوبة المنخفضة تأثير يبطئ أو يقلل من فعالية ثاني أكسيد الكربون. بصفة عامةأعطت المعاملة عند 72 و96 ساعة نتائج مقبولة لصنفي التاليس والآضوي، بإستثناء معاملة الآضوي عند 72 ساعة، والتي تطورت بها الإصابة أكثر من الإصابة الحقلية، قد يعود ذلك إلى ظروف العينة أو حدوث تسرب أثناء إضافة ثاني أكسيد الكربون أو ظروف أخرى لها علاقة بالتجربة. أما معاملة الدقلة والتي حدث تطور الإصابة فيها لمعاملتي 72 ساعة و97 ساعة بقدر أكبر، حيث كانتا 11.1 و12% مقارنة بالإصابة الحقلية التي كانت 7.9 % وبمعدل يختلف عن الصنفين الآخرين، ربما يعزي ذلك إلى خصائص الصنف، أو ظروف أخرى غير محددة.بصفةعامة أدت الدراسة إلى مؤشرات واضحة عن تأثير ثاني أكسيد الكربون المرتفع على تطور الإصابة والتي يمكن أن تكون أساس لدراسات تفصيلية يتسنى فيها عزل كثير من العوامل.

آداء معاملة الهواء المعدل

شكل (3) يبين نسب الإصابة للأصناف الثلاثة، والتي حُفظت في درجة حرارة 5°م ودرجة حرارة الغرفة لسبعة أشهر في ظروف الهواء العادي (يسار)، وفي تركيبة هوائية 10% ثاني أكسيد الكربون و5% أكسجين. تجدر الإشارة هنا إلى أن عينات هذه المعاملة لم تُعرض لنسب مرتفعة من ثاني أكسيد الكربون قبل الحفظ. بالنظر إلى الشكل(3)، والذي يمثل معاملات الهواء العادي مقارنة بتلك التي حُفظت في درجة حرارة ثابتة (26°م)، والمبينة في شكل (2).يمكن بوضوح ملاحظة تطور الإصابة بعينات معاملة الهواء العادي مقارنة بمعاملة الهواء المعدل، حيثبلغت متوسطات الإصابة للتاليس29.3%، والدقلة 13.8%، والآضوي19.93%. أيضاًمعاملات الهواء المعدل عند درجة حرارة الغرفة كانت أعلى بكثير من تلك التي عُوملت بنسب مرتفعة من ثاني أكسيد الكربون. مما يدل على التأثير الواضح لمعاملات ثاني أكسيد الكربون المرتفع على قتل بيض الحشرات ومنع تطورها.

أظهرت نتائج اختبار التباين عدم وجود فروق معنوية لمعاملة الهواء المعدل على تطور الإصابة عند مستوى معنوية (<0.05)، حيث كان تأثير معاملة الهواء المعدل[$F_{(1,24)} = 0.192, P = 0.665$]،ولا وجود لاختلافات معنوية في نسبة الإصابة نتيجة لاستخدام الهواء المعدل كوسيلة حفظ. يتضح –أيضاً - من الشكل (3)أن ظروف الهواء المعدل عند درجة حرارة الغرفة لم يكن لها تأثير معنوي على تطور الإصابة، حيث كانت نسبها لنفس الصنف مماثلة لنسب الإصابة في ظروف الهواء العادي. أما درجة الحرارة فقد كان لها تأثير معنوي عند (5%)، حيث كانت [$F_{(1,24)} = 63.73, P = <0.001$]، وكان متوسط الإصابة عند درجة الحرارة 5°م للآضوي (0.00)، وللدقلة (3.3% ±4.1)، وللتاليس (8.4% ±7.1)، بينما كان متوسط الإصابة عند درجة حرارة الغرفة للآضوي (16.75% ±4.26)، وللدقلة (14.19% ±5.37)، وللتاليس (28.29% ±8.62). هذه النتيجة كانت متوقعة جداً نظراً لتأثير درجة الحرارة المنخفضة على تطور الحشرات في مراحل حياتها المختلفة، فقد قللت درجة الحرارة المنخفضة كثيراً من تطور الإصابة، وأبقتها عند نسب قريبة من الإصابة الحقلية، والتي كانت قد حُددت عند للتاليسعند4.5%، وللآضوي عند 4.2%وللدقلة عند 7.9%. شكل (3) يوضح–أيضاً - أن نسب الإصابة في ظروف التبريد كانت قريبة جداً من الإصابة الحقلية المقدرة عند بداية الدراسة؛ ربما لهذا السبب أوصت بعض الدراسات باستخدام تركيز ثاني أكسيد الكربون عند 35 %طوال فترة الحفظ غير المبرد للتمور (Navarro *et al.*,2000).

دراسات أخرى تناولت معاملة التمور بثاني أكسيد الكربون للوقاية من الإصابات الحشرية، فقد اختُبر تأثير ثاني أكسيد الكربون على عينات معلومة الإصابة (Mohamed and Sayed, 2013,Dhouibi *et al.*, 2015)،ودراسة أخرى استخدمت فيها حشرات فقط في أطوار مختلفة (Riudavets *et al.*, 2010)، كما استخدم ثاني أكسيد الكربون قبل معاملة التمور بالأوزون لزيادة فعاليته(Niakousari *et al.*, 2010). جميع الدراسات أوردت فعالية ثاني أكسيد الكربون في القضاء على الحشرات،وخاصة عند استخدامه قبل أو مع مركباتأخرى كالفوسفين(Mohamed and Sayed, 2013, Meenatchi *et al.*, 2018). بصفة عامة يظهر واضحاً تأثير الهواء المعدل مصحوباً بالتبريد في الحد من الإصابة، غير أن الهواء المعدل في ظروف غير مبردة كان تأثيره محدود، قد يعزى ذلك إلىأن التركيز المستخدم لا يمنع تطور الحشرة بالكلية، أوربما يكون ذلك لوجود أكسجين داخل الثماروكان كافياً لتطور الإصابة.



شكل 3. نسب الإصابة بعد حفظ العينات في ظروف الهواء المعدل لمدة 7 أشهر

أما تأثير الصنف فقد كان معنوياً حيث اختلفت الأصناف الثلاثة في نسب الإصابة [$(F_{(2, 24)} = 10.9, P = <0.001$]، فقد كان متوسط الإصابة للآضوي (9.2% ±8.76)،وللدقلة (8.76%±7.27)، وللتاليس (18.37%±12.74)، أشار اختبار التباين إلى عدم وجود فروق معنوية بين متوسطي الإصابة لصنفي الآضوي والدقلة فيما بينهما، لكنهما كانا أقل إصابة من صنف التاليس. قد يعزى ذلك إلى خصائص الصنف، والذي قد يكون أثر على فعالية ثاني أكسيد الكربون في قتل أطوار الحشرة.بالأخذ في الاعتبار الفروق المسجلة بين المعاملات والأصناف، يمكن القول أن الدراسة الحالية أعطت نتائج واقعية، خاصة وأنها تناولت أصناف محلية.لذا يمكن الاعتماد عليها كأساس للقيام بدراسات تفصيلية تهدف إلى التعرف على تأثير ظروف الهواء المعدل للحد من الإصابات الحشرية للتمور المخزنة.

الإستنتاج

أظهرت نتائج الدراسة تأثيراً معنوياً لمعاملة ثاني أكسيد الكربون المرتفع على نسبة الإصابة في أصناف الآضوي والدقلة والتاليس، وكانت المعاملة لمدة 72 ساعة و96 ساعة أفضل مقارنة بمعاملة 48 ساعة ومعاملة الشاهد اللتين أظهرتا نسب أصابة أعلى. أما معاملة الهواء المعدل فأظهرت أنه لم يكن للمعاملة المستخدمة منفردة تأثير معنوي على نسبة الإصابة. أما درجة الحرارة فقد كان لها تأثير معنوي على نسبة الإصابة، وكان تأثير درجة الحرارة أكثر فعالية متزامناً مع تركيبة الهواء المعدل المستخدمة. أظهرت الدراسة أن معاملة التمور الجافة بنسب عالية من ثاني أكسيد الكربون له أثر فعال في الحد من تطور الإصابة الحشرية أثناء التخزين، وتوصى باستخدام تركيبات هوائية وزمن تعرض أطول وأصناف أخرى.

الشكر والتقدير

يتقدم الباحثون بجزيل الشكر لهيأة أبحاث العلوم الطبيعية والتكنولوجيا لدعمها للمشروع البحثي.

المراجع

1. الطويل أ. أ.، أ. ج. الجبوري. 2000. حشرات عث التمور والسيطرةعليها باستعمال عناصر المكافحةالمتكاملة. نشرة وزارة العلوم والتكنولوجيا العراقية وجامعة بغداد.
2. قناوي، م. م.2012. آفات النخيل والتمورفي سلطنةعُمان، طرق الوقاية والمكافحة لحشرات التمور المخزونة. www.iraqi-datepalms.net
3. هلال، ر. م. 2011. حشرات التمور المخزونة. أفات النخيل. الشجرة المباركة.يونيو 2011. ص http://www.iraqi-datepalms.net/Uploaded/file/MagazineDatePalms77.pdf.85-87.
4. Childs, D. P. and Overby,J. E. 1983. Mortality of the Cigarette Beetle in High-Carbon Dioxide Atmospheres. Journal of Economic Entomology. 76 (3): 544546-.
5. Dhouibi, M. H., Lagha,A.,Bensalem A.and Hammami,Y. 2015. Palm Dates Fumigation in Tunisia: Efficiency of Phosphine and CO2 Mixtures, at Different Temperatures, as an Alternative to Methyl Bromide. International Journal of Agriculture, Innovations and Research. 3(6): 23191473-.
6. Hasan M. Aikins, M. J.,Schilling, W., Phillips T. W.2016. Efficacy of controlled atmosphere treatments to manage arthropod pests of dry-cured hams. Insects.(7) 44:215-.
7. Jemni, M., Oton, M., Souza, M., Dhouibi, M.H., Ferchichi, A.and Artés, F., 2015. Ozone gas greatly reduced the survival of carob moth larvae in stored date palm fruit. Journal of new sciences, Agriculture and Biotechnology. 16(4): 567573-
8. Kaliyan, N., Gayathri, P., Alagusundaram, K., More,y R. V., Wilcke, W. F., 2007. Applications of carbon dioxide in food and processing industries: current status and future thrusts. 2007 ASABE Annual International Meeting. Minneapolis, Minnesota 17 - 20 June, 2007. Pp28.
9. Ke, D. and Kader, A. A., 1992. Potential of controlled atmospheres for postharvest insect disinfestation of fruits and vegetables. Postharv. News and Info. 3(2): 3137-.
10. Meenatchi, R., Alice, R. P. S. J. and Paulin, P. P. 2018. Synergistic Effect of Phosphine and Carbon Dioxide on the Mortality of Triboliumcastaneum (Coleoptera: Tenebrionidae) in Paddy. Journal of Agricultural Science. 10 (7):503510-
11. Mohamed, R. A. and Sayed, A. A., 2013. Effect of ECO2 – fume gas as an alternative of (methyl bromide) against tropical warehouse moth Ephestia (cadra) Eautella (hubm) at El-Kharga oasis, new valley, Egypt. Egypt. J. Agric. Res. 91 (1):197206-.
12. Navarro, S., 2006. Modified atmospheres for the control of stored product insects and mites. In: Heaps, J.W. (Ed.), Insect Management for Food Storage and Processing. AACC International, St. Paul, Minnesota, USA, pp. 105145-.
13. Navarro, H. and Navarro, S., 2015 Post-harvest processing of dates: drying, disinfestation and storage. In: WaqasWakil, Joes R. Faleiro and T. A. Miller (Eds.). Sustainable Pest

Management in Date Palm: Current status and Emerging Challenges. Springer Cham Heidelberg New York, Dordrecht, London. Publisher: pp.391409-.

14. Navarro, S.,Donahaye, J.E., Rindner, M.and Azrieli, A., 2000. Storage of dates under carbon dioxide atmosphere for quality preservation. Proc. Int. Conf. Controlled Atmosphere and Fumigation in Stored Products, Fresno, CA. 29 Oct.-3 Nov.pp 231238-.

15. Niakousari, M., ErjaeeZ.and Javadian, S., 2010. Fumigation characteristics of ozone in postharvest treatment of Kabkab dates (*Phoenix dactylifera* L.) against selected insect infestation. Journal of Food Protection. 73 (4): 763–768.

16. Perring, T. M., Hamadttu, A., El-Shafie, F.and Wakil, W., 2015. Carob moth, lesser date moth, and raisinmoth. In Sustainability in Plant and Crop Protection.edWaqasWakil • Jose RomenoFaleiro Thomas A. Miller. 2nd edition. Springer International Publishing Switzerland 2015:100166-.

17. Riudavets, J, Castañé, C.,Alomar, O., Pons, M. J. and Gabarra, R., 2010. The use of carbon dioxide at high pressure to control nine stored-product pests. Journal of Stored Products Research. 46: 228-233.

THE LIBYAN JOURNAL OF AGRICULTURE
Volume (25), No. (3), 2020: 82-92
Special Issue For Food Security Conference (3) 2019

Original Article

Effectivenessof High Levels of Carbon Dioxide and Modified Atmosphere Conditions on Insect Infestation Development in Three Dry Date Cultivars

Mohamed Abusaa Fennir, Mohamed Taher Morghem, Somia Shtewi Rheel and Ahmed Badawi Bdewi

Department of Agricultural Engineering, Faculty of Agriculture, Tripoli, Libya

Abstract

The study was carried out to evaluate two methods of controlling postharvest insect pests, firstly, it dealt with effects of high levels of carbon dioxide (>98%) for 48, 72, and 96 hours on insect infestation development in three Libyan date cultivars, Athwi, Deglet and Talees. Treatments were made in airtight conditions, after treatments, samples were kept at 26°C.The second method was modified atmosphere conditions at 10% CO_2 and 5% O_2 at 5°C and room temperature. All samples were monitored for 7 months, then examined to determine the infestation rates.

Results showed significant effects of CO_2 treatments on infestation at 0.05 level, 72 and 96 treatments were better, infestation percentages of 72h treatment were 8.42±2.91, (3.33%±2.9), (3.49%±3.05 for Athwi,Deglet and Talees, respectively. For 96h treatments means were (3.33%±2.9), (12.04% ± 0.76), (3.49% ± 3.05), for Athwi,Deglet and Talees, respectively.But 48h treatment infestation means were quite higher at (9.6%± 1.0), (16.2%± 2.6) and (8.5%± 3.6) Athwi,Deglet and Talees, respectively.However, the control treatmentshowed the highest infestation level at (10.8%±1.6), (19.5±.87) and (14.4% ± 1.5) for Athwi,Deglet and Talees, respectively. The MA treatments showed that MA treatment alone did not have significant effect on infestation, but temperature showed significant effect; low temperature combined with MA was more efficient. Infestation percentage at 5°C was 0.0 for Athwi, (3.3%±4.1) for Deglet and (8.4%±7.1) for Talees, compared with room temperature with infestation percentages of (16.75% ± 4.26) for Athwi, (14.19%±5.37) for Deglet and (28.29%±8.62) for Talees. The study showed the potential of using high CO_2 treatments for reducing insect infestation in dry dates during storage and the possibility of testing MA combinations and other cultivars.

Keywords: Carbon dioxide, Libyan dates, insect infestation, Modified atmosphere, temperature.

Correspondence: Mohamed Abusaa Fennir | Dep. of Agric. Engineering, Fac. of Agric. Univ of Tripoli
Phone: +218 92 4190 621
E.mail: m.fennir@uot.edu.ly
Received: 01/03/2019
Accepted: 06/11/2020