كسر طور سكون بيض دودة القز/الحرير (*Bombyx mori* L.) باستخدام حمض كلور الماء وتأثيره في المواصفات الحيوية للحشرة

إيمان عكاشة[1]، عطية عرب[1]* وهشام الرز[2]

(1) مركز البحوث العلمية الزراعية في اللاذقية، بوقا، سورية؛ (2) كلية الزراعة، جامعة دمشق، سورية.

*البريد الإلكتروني للباحث المراسل: atiearab@hotmail.com

الملخص

عكاشة، إيمان، عطية عرب وهشام الرز. 2024. كسر طور سكون بيض دودة القز/الحرير (*Bombyx mori*) باستخدام حمض كلور الماء وتأثيره في المواصفات الحيوية للحشرة. مجلة وقاية النبات العربية، 42(2): 149–154. https://doi.org/10.22268/AJPP-001229

نفذت الدراسة في مختبر دودة القز/الحرير في مركز البحوث العلمية الزراعية في اللاذقية، في صيف وخريف 2022. هدفت هذه الدراسة إلى تقييم فعالية حمض كلور الماء في كسر طور السكون وقابلية فقس بيض دودة القز/الحرير، وتأثيره في حياتية الحشرة. تم في موسم التربية الصيفية، معاملة البيض بعد وضعة بمدة 1، 12، 24، 36 و48 ساعة، وذلك بغمره بمحلول حمض كلور الماء لمدة 10، 20 و 30 دقيقة، كما تمت معاملة البيض في الموسم الخريفي بعد حفظه لمدة 45، 60، 90 يوماً، عند حرارة 5°س، ورطوبة نسبية 70–80%. بينت النتائج فعالية حمض كلور الماء في كسر سكون البيض عند معاملته بعمر 1، 12، 24 و 36 ساعة، وسجلت أعلى نسبة فقس 96% عند معاملة البيض بالحمض بعمر 24 ساعة ولمدة 30 دقيقة. بلغ أعلى معدل لفعالية التربية 98.79%، عند معاملة البيض بعمر 12 ساعة. وبلغ أعلى متوسط وزن للشرنقة وللحرير 1.64 و 0.33 غ، على التوالي، عند معاملة البيض بعمر 1 ساعة بمحلول الحمض لمدة 30 دقيقة. كما بينت النتائج فعالية حمض كلور الماء في كسر طور السكون عند بيض دودة القز/الحرير المُخزّن، إذ بلغ أعلى معدل لنسبة الفقس 95% عند حفظ البيض لمدة 90 يوماً، وبلغ معدل فعالية التربية عند معاملة البيض المخزن لمدة 45، 60 و 90 يوماً 92.98، 96.34 و 95.1%، على التوالي.

كلمات مفتاحية: بيض دودة القز/الحرير، قابلية الفقس، الحفظ، حمض كلور الماء.

المقدمة

تُعد دودة القزّ/الحرير (*Bombyx mori* L.) (Lepidoptera: Bombycidae) من أكثر الحشرات المنتجة للحرير أهمية. يتبع هذا النوع عدد كبير من السلالات أحادية الجيل وثنائية الجيل ومتعددة الأجيال (Patil *et al.*, 2009). يتأثر نمو وتطور سلالات دودة القز/الحرير وعدد أجيالها وسكون البيض فيها بشكل كبير بالقاعدة الوراثية لهذه السلالات وبالظروف البيئية المحيطة (Hussain *et al.*, 2011؛ Murakami Ohtsuki, 1989؛ Singh *et al.*, 2009). بينت الدراسات السابقة أن تحضين البيض في السلالات ثنائية الجيل عند درجات حرارة مرتفعة ومدّة إضاءة طويلة أكثر من 12 ساعة، يؤدي إلى إنتاج بيض ساكن في الأجيال اللاحقة (Kobayashi *et al.*, 1986؛ Singh *et al.*, 2010)، كما أن تربية اليرقات عند درجات حرارة منخفضة نسبياً (20–23°س) أثناء العمر اليرقي الرابع والخامس ومرحلة العذراء، تشجع على سكون البيض في السلالات المتعددة الأجيال (Nakayama & Yamamoto, 1987). وقد ذكر Mishra & Upadhyay (2002) أن لنوعية ورق التوت وكذلك فصل التربية، تأثير في دخول البيض بمرحلة السكون. تعتمد المدّة الآمنة والطريقة المناسبة لكسر طور سكون البيض، وكذلك حفظه، على معرفة المراحل المختلفة لتطور جنين دودة القز/الحرير (Kumar & Ponnuvel, 2007؛ Kumareshan *et al.*, 2004؛ Yamashita & Yuginuma, 1991).

تشير الدراسات السابقة إلى أن مرحلة تشكل الشريط الجرثومي بعد حوالي 20 ساعة من الوضع هي المرحلة المناسبة لكسر طور السكون (Rajanna *et al.*, 2006). يتم كسر سكون بيض دودة القز/الحرير إما بالطرائق الفيزيائية، كالتغييرات في ظروف التربية، والمعاملة بالماء الساخن وضغط الهواء، والتحريض الكهربائي، والمعاملة بالأشعة فوق البنفسجية، والأمواج الصوتية (Biram, *et al.*, 1990؛ Zhao *et al.*, 2012)؛ أو بالطرائق الكيميائية، كاستخدام الأحماض كحمض كلور الماء وحمض الكبريت وحمض النترات، إذ يمنع الحمض بعض الأنشطة ويحثّ على العديد من الأنشطة الجديدة من خلال التفاعلات الكيميائية الحيوية

https://doi.org/10.22268/AJPP-001229
© 2024 الجمعية العربية لوقاية النبات Arab Society for Plant Protection

(Yamamoto, *et al.*, 2016؛ Gong *et al*., 2013؛ Singh, *et al*., 2013). تعدّ مرحلة تشكل الشريط الجرثومي بعد 20–24 ساعة من الوضع وقبل ظهور صبغة أوموكروم (Ommochrome) في خلايا البيض هي العمر المناسب لوقف عملية الدخول في طور السكون (Rajanna, *et al*., 2008؛ Singh, *et al*., 2013). وقد ذكر Okada (1971) إلى أن غمر بيض دودة القز/الحرير بعمر 20 إلى 24 ساعة في محلول حمض الكلور يعزز نفاذية الأكسجين في المشيمة مما يؤدي إلى كسر طور السكون وتحريض الفقس. هدف البحث إلى دراسة فعالية حمض الكلور في كسر طور سكون بيض دودة القز/الحرير حديث الوضع والخزن، وتأثيره في بعض المواصفات الحيوية للحشرة وإنتاجيتها.

مواد البحث وطرائقه

نفذت الدراسة في مختبر دودة القز/الحرير في مركز البحوث العلمية الزراعية في اللاذقية خلال صيف وخريف 2022. تم غمر بيض دودة القز/الحرير (سلالة هجينة كورية الأصل ثنائية الجيل، تم تربيتها وتحسينها بطريقة الانتخاب العائلي في المختبر ذاته) بمحلول ملحي بتركيز 1% والتخلص من البيض الطافي غير المخصب، ثم غسله بالماء المعقم وتجفيفه بالهواء. عومل البيض بعد ذلك بحمض كلور الماء كثافته 1.1 عند حرارة 20°س، بتخفيف 1/1 (حمض/ماء مقطر) كما يلي:

التربية الصيفية– تمت معاملة البيض بعد وضعه (بدون تخزين) بعمر 1، 12، 24، 36 و 48 ساعة، بغمره لمدة 10، 20 و 30 دقيقة، بالإضافة إلى معاملة الشاهد المغمور بالماء المقطر، بمعدل 100 بيضة بثلاثة مكررات لكل معاملة. بعد المعاملة بالحمض تم غسل البيض لمدة 10–15 دقيقة تحت تيار ماءٍ جارٍ للتخلص من آثار الحمض وجُفف بالهواء وحُضّن عند درجة حرارة 24–26 °س، ورطوبة نسبية 70–80%، ومدّة إضاءة 8/16 ساعة (ضوء/ظلام)، وبعد 24 من بداية الفقس تم حساب نسبة الفقس لكل معاملة وفق المعادلة التالية:

$$\text{نسبة الفقس (\%)} = \frac{\text{عدد اليرقات الفاقسة}}{\text{العدد الكلي للبيض}} \times 100$$

نُقلت اليرقات إلى علب تربية بلاستيكية قياس 15× 25 ×10 سم، وتمت تربيتها حتى نهاية العمر الثالث، ومن ثم نقلت إلى صواني التربية الخشبية قياس 90×45×10 سم حيث وضعت كل معاملة بصينية. تمت التربية تحت الشروط النظامية لتربية دودة القز/الحرير (حرارة 24–27°س، ورطوبة نسبية 70–80%)، ضمن غرفة مزودة بمكيف هواء وجهاز ترطيب وميزان رقمي لقياس درجة الحرارة والرطوبة، حيث غذيت اليرقات حديثة الفقس على ورق التوت (النوع الهندي)، بمعدل ثلاث وجبات في اليوم في الأعمار الثلاث الأولى وأربع وجبات في العمرين الرابع والخامس. نُقلت اليرقات عند انتهاء العمر الخامس إلى أدوات التشرنق (أشواك بلاستيكية). وتم قطف الشرانق في اليوم الثامن من بدء الغزل. تم أخذ 10 شرانق أنثى و 10 شرانق ذكر من كل معاملة، وبعد خروج الفراشات، وَضعت الإناث والذكور في صواني بلاستيكية مخصصة للتزاوج، وبعد مرور 3 ساعات على الاقتران تم فصل الذكور عن الإناث ووضعت في الصواني المخصصة لوضع البيض مع وجود حواجز بينها، وتم خلال مراحل التربية السابقة، حساب معدل موت اليرقات في العمر الأول، وعدد اليرقات في نهاية العمر الثالث، وعدد الشرانق ومتوسط وزن الشرنقة ومتوسط وزن الحرير ومتوسط مدة التطور ومعدل الخصوبة (بيضة/الأنثى) لكل معاملة، كما حسبت (Effective rate of rearing, ERR) (Joshi, 1981) وفق المعادلة:

$$\text{معدل فعالية التربية (\%)} = \frac{\text{عدد الشرانق المحصودة}}{\text{عدد اليرقات في نهاية العمر الثالث}} \times 100$$

التربية الخريفية– تمَ حفظ بيض دودة القز/الحرير بعمر 48 ساعة لمدة 45، 60 و 90 يوماً بدرجة حرارة 5 °س، ورطوبة نسبية 70–80% مع مراعاة التدرج في خفض درجة الحرارة، عند بداية الحفظ وذلك بعد تعقيمه بالفورمالين بتركيز 2% لمدة 15 دقيقة، واستبعاد البيض غير المخصب كما ذكر سابقاً. بعد انتهاء مدّة التخزين، وضع البيض بدرجة حرارة الغرفة لمدة ثلاث ساعات، ثم عومل بمحلول حمض كلور الماء 1/1 (حمض/ماء مقطر) لمدة 20 دقيقة، بالإضافة إلى معاملة الشاهد بالماء المقطر، وذلك بمعدل 100 بيضة لكل معاملة وبثلاثة مكررات، وبعدها تم تحضين البيض، وتربية اليرقات وحصاد الشرانق وحساب نسبة الفقس ونسبة الموت ليرقات العمر الأول ومدة التطور والخصوبة وفعالية التربية كما ذكر سابقاً. صُمّمت التجارب بطريقة التصميم العشوائي الكامل (RCD) وتم تحليل النتائج إحصائياً باستخدام تحليل التباين ANOVA واختبار Duncan عند مستوى احتمال 5% باستخدام حزمة برنامج SPSS V21.

النتائج والمناقشة

فعالية حمض كلور الماء في تنشيط جنين دودة القز/الحرير وفقس البيض

أظهرت النتائج فعالية حمض كلور الماء في تنشيط جنين دودة القز/الحرير وفقس البيض عند معاملته بمحلول الحمض بعد وضعه بمدة 1، 12، 24 و 36 ساعة (جدول 1). بلغت أعلى نسبة للفقس 96% عند غمر البيض بعمر 24 ساعة بمحلول الحمض لمدة 30 دقيقة، في حين كانت نسبة الفقس 0% عند معاملة البيض بعمر 48 ساعة. تتوافق هذه النتائج مع دراسة سابقة بينت أن أعلى نسبة فقس لبيض دودة القز/الحرير (أكثر من 90%) كانت عند معاملة البيض بمحلول حمض

كلور الماء بعد 24 ساعة من وضعه (Abdelmegeed, 2016). كما بينت النتائج أن نسبة فقس البيض غير المعامل (الشاهد) عند التحضين بعمر 1 و 12 ساعة، بلغت 3 و 1%، على التوالي، في حين كانت 0% عند تحضينه بعمر 24، 36 و 48 ساعة، بسبب دخول الجنين داخل البيضة في مرحلة السكون، حيث أشارت دراسات سابقة إلى بدء دخول بيض دودة القز/الحرير في السكون في مرحلة تشكل الشريط الجرثومي بعد حوالي 20 ساعة من الوضع (Rajanna *et al*., 2006). أكد (Zhao *et al*., 2012) أن معاملة البيض بحمض كلور الماء خلال 3 ساعات من الوضع تؤدي إلى كسر طور السكون وتحريض الفقس. وأن أعلى نسبة موت ليرقات العمر الأول 7.36%، كانت عند غمر البيض بمحلول الحمض بعمر 12 ساعة ولمدة 30 دقيقة. كما بينت النتائج عدم وجود تأثير معنوي لزمن غمر البيض بالحمض في نسبة فقس البيض عند معاملته بأعمار مختلفة وأن طول مدّة غمر البيض في الحمض يقلل من إمكانية الفقس (Abdelmegeed, 2016)، لأنه يضغط على الجنين النامي ويضعفه.

تأثير المعاملة بمحلول حمض كلور الماء في المواصفات الحيوية لهجين دودة القز/الحرير وإنتاجيتها

أظهرت النتائج (جدول 2) عدم وجود تأثير معنوي لزمن غمر البيض في محلول الحمض في وزن الشرنقة وعدد البيض ونسبة فعالية التربية، في حين كان لعمر البيض تأثير معنوي في وزن الشرنقة ووزن الحرير، حيث سجل أعلى متوسط لوزن الشرنقة 1.64غ ووزن الحرير 0.33 غ عند غمر البيض بمحلول الحمض بعمر 1 ساعة لمدة 30 دقيقة، وكانت الفروق معنوية بالمقارنة مع باقي المعاملات. تراوحت مدّة تطور الحشرة ما بين 52 إلى 53 يوماً، دون وجود فروق معنوية بين المعاملات، وتراوح معدل الخصوبة للأنثى ما بين 320.6 إلى 489.1 بيضة/الأنثى، وتفوقت معاملة البيض بعمر 12 و 24 ساعة معنوياً على بقية المعاملات. كما بينت النتائج أن أعلى نسبة لفعالية التربية (98.79%)، كانت عند معاملة البيض بعمر 12 ساعة، لمدة 30 دقيقة، وأدنى نسبة (81.81%) عند معاملة البيض بعمر 36 ساعة لمدة 10 دقائق.

جدول 1. تأثير معاملة بيض دودة القز/الحرير بحمض كلور الماء في نسبة الفقس وموت اليرقات في العمر الأول.

Table 1. Effect of silkworm eggs treatment with hydrochloride acid on the hatching and mortality rates of the first larval instar.

مدة المعاملة (دقائق) Treatment duration (min.)						عمر البيض (ساعة)
30		20		10		
نسبة موت اليرقات% Larval mortality rate (%)	نسبة الفقس % Hatching rate (%)	نسبة موت اليرقات% Larval mortality rate (%)	نسبة الفقس % Hatching rate (%)	نسبة موت اليرقات% Larval mortality rate (%)	نسبة الفقس % Hatching rate (%)	Eggs age (hours
6.30 bc	90 b	6.0 c	90.0 b	4.45 c	89.0 b	1
7.36 c	92 b	6.51 b	93.0 b	4.50 c	90.0 b	12
5.76 b	96 a	4.0 b	94.0 a	3.80 b	95.0 a	24
1.2 a	24 c	0.22 a	22.0 c	0.72 a	24.0 c	36

القيم المتبوعة بأحرف متشابهة في العمود نفسه لايوجد بينها فروق معنوية عند مستوى احتمال 5 %.

Means followed by the same letter(s) in the same column are not significantly different at P=0.05

جدول 2. تأثير معاملة بيض دودة القز/الحرير بحمض كلور الماء في المواصفات الحيوية للحشرة.

Table 2. Effect of silkworm eggs treatment with hydrochloride acid on some of the biological characteristic of the insect.

نسبة فعالية التربية ERR%	الخصوبة (بيضة/الأنثى) Fecundity (eggs/female)	مدة التطور (يوم) Development period (days)	وزن الحرير (غ) Shell weight (g)	وزن الشرنقة (غ) Cocoon weight (g)	مدة المعاملة(دقيقة) Treatment duration (min)	عمر البيض (ساعة) Eggs age (h)
96.38 a	359.40 b	52.16 a	0.31 a	1.63 a	10	1
95.23 a	320.60 b	52.20 a	0.31 a	1.62 a	20	
96.38 a	360.30 b	53.86 a	0.33 a	1.64 a	30	
97.53 a	471.36 a	52.89 a	0.25 c	1.50 c	10	12
97.64 a	478.30 a	52.51 a	0.25 c	1.51 c	20	
98.79 a	480.80 a	52.54 a	0.25 c	1.51 c	30	
96.56 a	470.00 a	52.64 a	0.26 b	1.52 b	10	24
95.56 a	481.80 a	52.74 a	0.25 b	1.53 b	20	
95.29 a	489.10 a	52.72 a	0.26 b	1.51 b	30	
81.81 b	355.90 b	52.75 a	0.20 d	1.42 d	10	36
90.90 b	355.80 b	52.08 a	0.20 d	1.39 d	20	
90.47 b	341.20 b	52.56 a	0.20 d	1.39 d	30	

القيم المتبوعة بأحرف متشابهة في نفس العمود لا يوجد بينها فروق معنوية عند مستوى احتمال 5%

Means followed by the same letter(s) in the same column are not significantly different at P=0.05.

فعالية حمض كلور الماء في كسر طور سكون بيض دودة القز/الحرير

أظهرت نتائج الدراسة فعالية حمض كلور الماء في كسر طور سكون بيض دودة القز/الحرير بعد تخزينه عند حرارة 5°س (جدول 3)، حيث تراوحت نسبة فقس البيض المخزن ما بين 70 إلى 95%، بينما كانت نسبة الفقس في معاملات الشاهد (البيض غير المعامل) 0 و 5 و 7% عند تحضينه بعد التخزين لمدة 45، 60 و 90 يوماً، على التوالي، وهذا يتوافق مع نتائج دراسة سابقة (Singh *et al.*, 2013)، حيث تؤدي المعاملة بالحمض إلى إزالة البروتينات من قشرة البيض و دخول الأوكسجين واستئناف النمو الجنيني (Hidenori & Kinsaku, 1971؛ Tsurumaru *et al.*, 2010). بلغ أعلى معدل لنسبة الفقس 95% عند معاملة البيض بعد حفظه لمدة 90 يوماً، دون وجود فروق معنوية بينه وبين نسبة فقس البيض المخزن لمدة 60 يوماً، في حين كان أدنى معدل للفقس 70% عند التخزين لمدة 45 يوماً، وكانت الفروق معنوية بينه وبين المعاملتين السابقتين، ويتوافق ذلك مع نتائج دراسة سابقة (Muslim, 1990)، كما وجد Zhang *et al.* (2022) أن نسبة الفقس عند البيض المخزن لمدة 60 يوم عند حرارة 4°س بلغت 96%. وفي دراسة سابقة (Abidalla *et al.*, 2019) أعطت معاملة البيض بعمر 22 ساعة المخزن لمدة شهر واحد عند حرارة 5°س نسبة فقس 75.3%. كذلك بينت النتائج أن نسبة موت يرقات العمر الأول تراوحت ما بين 6% عند معاملة البيض المخزن لمدة 60 يوماً و 12% عند معاملة البيض المخزن لمدة 45 يوماً، وكانت الفروق معنوية بين المعاملتين. وقد بينت نتائج دراسة سابقة، أن حفظ بيض دودة القز/الحرير لمدة 3 أشهر عند حرارة 5 °س ليس لها تأثير في نسبة بقاء يرقات العمر الأول (Kumar & Ponnuvel, 2007).

تأثير معاملة بيض دودة القز/الحرير المخزن بمحلول حمض كلور الماء في المواصفات الحيوية والإنتاجية للحشرة

بينت النتائج (جدول 4) وجود فروقات معنوية في المواصفات المدروسة بين المعاملات المختلفة، وقد سجل أعلى متوسط لوزن الشرنقة 1.68غ، ووزن الحرير 0.32 غ في معاملة البيض المخزن لمدة 90 يوماً وكانت الفروق معنوية بالمقارنة مع باقي المعاملات. وقد تراوحت مدّة تطور الحشرة ما بين 54 إلى 55.04 يوماً، كما تراوح معدل الخصوبة للأنثى ما بين 351.66 إلى 400 بيضة/الأنثى وكانت الفروق معنوية بين المعاملات. كذلك أظهرت النتائج أن نسبة فعالية التربية بلغت 95.1، 96.34% و 92.98% عند معاملة البيض المخزن لمدة 90، 60 و 45 يوماً، على التوالي، بدون وجود فروق معنوية بين المعاملات.

جدول 3. تأثير حمض كلور الماء في نسبة فقس بيض دودة القز/الحرير المخزن ونسبة موت يرقات العمر الأول.

Table 3. The effect of hydrochloric acid on the hatching rate of stored silkworm eggs and the mortality rate of first larval instars.

مدة التخزين/ يوم Storage duration/day	نسبة الفقس% hatching rate %	نسبة موت اليرقات % Larval mortality rate%
45	70 b	12 c
60	90 a	6.0 a
90	95 a	10 b

القيم المتبوعة بأحرف متشابهة في نفس العمود لا يوجد بينها فروق معنوية عند مستوى احتمال 5%

Means followed by the same letter(s) in the same column are not significantly different at P=0.05.

نستنتج مما سبق أن حمض كلور الماء يعمل على تنشيط جنين دودة القز/الحرير ويحرض على فقس البيض حديث الوضع، ويعمل على كسر طور السكون في البيض المخزن، دون أن يكون له تأثير سلبي في المواصفات الحيوية للحشرة، مما يسمح للمربي بالتحكم في موعد بدء التربية بحسب ظروف المنطقة، وبالتالي إمكانية التربية لعدة أجيال في الموسم سواء بغرض الإنتاج أو بغرض التجارب، خلال مدّة توفر الغذاء الكافي للحشرة. لذلك نوصي باستخدام محلول حمض كلور الماء لمعاملة بيض دودة القز/الحرير قبل التحضين في موسم التربية الصيفية والتربية الخريفية بهدف الحصول على نسبة فقس عالية وتجانس في موعد الفقس.

جدول 4. تأثير معاملة بيض دودة القز/الحرير المخزن بحمض كلور الماء في بعض المواصفات الحيوية للحشرة.

Table 4. The effect of treating stored silkworm eggs with hydrochloric acid on some of the insect's biological characteristics.

مدة التخزين (يوم) Storage duration (days)	وزن الشرنقة (غ) Cocoon Weight (g)	وزن الحرير(غ) Shell weight (g)	مدّة التطور (يوم) Development period (days)	الخصوبة (بيضة/الأنثى) Fecundity (eggs/female)	نسبة فعالية التربية ERR%
45	1.44 c	0.24 c	55.04 b	351.66 c	92.98 a
60	1.58 b	0.31 b	54.00 a	400.70 b	96.34 a
90	1.68 a	0.32 a	54.97 b	387.40 a	95.10 a

القيم المتبوعة بأجرف متشابهة في نفس العمود لا يوجد بينها فروق معنوية عتد مستوى احتمال 5%.

Means followed by the same letter(s) in the same column are not significantly different at P=0.05.

Abstract

Okasha, I., A. Arab and H. Al-Roz. 2024. Diapause Termination of Eggs of Silkworm, *Bombyx mori* Using Hydrochloric Acid and its Effect on the Insect's Biological Characteristics. Arab Journal of Plant Protection, 42(2): 149-154. https://doi.org/10.22268/AJPP-001229

The study was carried out in the summer and fall of 2022 at silkworm laboratory of the Lattakia Agricultural Scientific Research Center to study the effectiveness of hydrochloride acid in preventing embryonic diapaus and eggs hatching of silkworm, *Bombyx mori* L., and its effects on the insect's biological characteristics. The eggs were treated with hydrochloric acid solution during the summer breeding season, at 1, 12, 24, 36 and 48 hours after oviposition. The silkworm eggs were also treated in the fall season after cold storage for 45, 60 and 90 days at 5°C and 70-80% relative humidity. The results obtained showed that the highest hatchability rate was 96% when the eggs were treated at the age of 24 hours for 30 minutes. The results also showed that the highest effective rate of rearing (ERR) was 98.79% in eggs of 12 hours age. The highest average weight of the cocoon and shell was 1.64 and 0.33 g, respectively, when eggs were treated at the age of 1 hour for 30 min. Results also revealed that the effectiveness of hydrochloride acid in preventing diapause of stored eggs and the highest hatching rate was 95% of eggs stored for 90 days, and the ERR was 92.98%, 96.34% and 95.1% of eggs stored for 45, 60 and 90 days, respectively.

Keywords: Silkworm, Eggs, Hatchability, Storage, hydrochloric acid.

Affiliation of authors: *I. Okasha[1], A. Arab[1*] and H. Al-Roz[2]. (1) Latakia Agricultural Scientific Research Center, Buka, Syria; (2) Faculty of Agriculture, University of Damascus, Syria. [*]Email address of corresponding author: atiearab@hotmail.com*

References

المراجع

Abdelmegeed, S.M. 2016. Artificial hatching of monovoltine silkworm *Bombyx mori* L. eggs by using hydrochloric acid. Journal of Plant Protection and Pathology, 7(4):237-240. https://doi.org/10.21608/jppp.2016.50279

Abidalla, M., E. Cosi, S. Cappellozza, A. Saviane, J. Pagano, D. Battaglia, P. Roversi. 2019. Preliminary studies on the cryopreservation of silkworm (*Bombyx mori*) eggs. Bulletin of Insectology, 72(2):287-296.

Biram. S.N.M., K. Sengupta and G.R. Vemananda. 1990. Treatise on the acid treatment of silkworm Eggs. Central Sericultural Research and Training institute. 39pp.

Gong, J.S. Tian, X. Zhou, H. Yang, Y. Zhu and Y. Hou. 2016. Transcriptional response of silkworm (*Bombyx mori*) eggs to O_2 or HCl treatment. International Journal Molecular Sciences, 17(12):1712-1838. https://doi.org/10.3390%2Fijms17121838

Joshi, K.L. 1985. Studies on growth indices for Eri silkworm, *Philosamia ricini* Hutt (Lepidoptera: Saturniidae). Sericologia, 25(3):313-319.

Hidenori, K. and H. Kinsaku. 1971. Studies on the mode of action of the diapause hormone with special reference to the protein metabolism in the silkworm, *Bombyx mori* L. Journal of Sericultural Science of Japan, 40(3):199-208. https://doi.org/10.11416/kontyushigen1930.40.199

Hussain, M., S.A. Khan, M. Naeem and M.F. Nasir. 2011. Effect of rearing temperature and humidity on fecundity and fertility of silkworm, *Bombyx mori* L. (Lepidoptera: Bombycidae). Pakistan Journal of Zoology, 43(5):979-985.

Kobayashi, J., H. Ebinuma and M. Kobayashi. 1986. Effect of temperature on the diapause egg production in the tropical race of the silkworm, *Bombyx mori* L. Journal of Sericultural Science of Japan, 55(4):343-348. https://doi.org/10.11416/kontyushigen1930.55.343

Kumar, R.S. and K.M. Ponnuvel. 2007. Egg diapause induction in multivoltine silkworm *Bombyx mori* for long-term germplasm preservation. International Journal of Industrial Entomology, 15(1):1-7.

Kumareshan, P., K. Thangavelu and R.K. Sinha. 2004. Studies on long-term preservation of eggs of Indian tropical multivoltine silkworm (*Bombyx mori* L.). International Journal of Industrial Entomology, 9(1):79-87.

Muslim, M.M. 1990. Artificial hatching of silkworm eggs after chilling. The Pakistan Journal of Forestry, 40(2):167-172.

Mishra, V. and B. Upadhyay. 2002. Influence of relative humidity on the silk producing potential of multi-voltine *Bombyx mori* L. race nistari. Journal of Ecophysiology and Occupational Health, 2(3-4):3275-4280.

Murakami, A. and Y. Ohtsuki. 1989. Genetic studies on tropical races of silkworm (*Bombyx mori*) with special reference to cross breeding strategy between tropical and temperate races. National Institute of Sericultural and Entomological Science, 23(2):127-133.

Nakayama, K. and T. Yamamoto. 1987. Effect of low temperature during 4th, 5th larval and pupal stages on the diapause in several multivoltine silkworm strains. Journal of Sericultural Science of Japan, 56(3):247-248. https://doi.org/10.11416/kontyushigen1930.56.247

Okada, M. 1971. Role of Chorion as a barrier to oxygen in the diapause of the silkworm, *Bombyx mori*. L. Experientia, 27:658-660. https://doi.org/10.1007/BF02136945

Patil, B.R., K. Singh, S. Pawar, L. Maarse and J. Otte. 2009. Sericulture: an alternative source of income to enhance the livelihoods of small-scale farmers and tribal communities, Sericulture: an alternative source of income to enhance the livelihoods of small-scale farmers and tribal communities, FAO Pro-Poor Livestock Policy Initiative A Living from Livestock Research Report, 26 pp. http://www.fao.org/ag/againfo/programmes/en/pplpi/docarc/rep-0903 indiasericulture.pdf

Rajanna, K.L., P.J. Raju, C.J. Prabhakar and C.K. Kamble. 2008. Preservation of acid treated bivoltine eggs in silkworm *Bombyx mori* L. International Industrial Journal of Entomology, 17(2):165-168.

Rajanna, J., C.J. Prabhakar, P. Jayaramaraju and C.K. Kamble. 2006. Studies on long-term preservation of Nistari x Bivoltine crossbreed eggs of silkworm *Bombyx mori* L. Pages: 106-111. In*:* Proceedings of the workshop on appropriate technology for mulberry sericulture in Eastern and North Eastern India. January 17-18, 2006. Berhampore, West Bengal, India.

Singh, T., M. Bhat and M.A. Khan. 2009. Insect adaptations to changing environments - temperature and humidity. International Journal of Industrial Entomology, 19(1):155-164.

Singh, T., M. Bhat and M.A. Khan. 2010. Silkworm egg Science: Principles and Protocols. Daya Publishing House, New Delhi. 278pp.

Singh, T., P.K. Singh and K.A. Sahaf. 2013. Egg diapause and metabolic modulations during embryonic development in the silkworm, *Bombyx mori* L. (Lepidoptera: Bombycidae). Annals of Biology Research, 4(1):12-21.

Tsurumaru, S., A. Kawamori, K. Mitsumasu and T. Niimi. 2010. Disapperance of chorion proteins from *Bombyx mori* eggs treated with HCl solution to prevent diapause. Journal of Insect Physoilogy, 56(12):1721-1727. https://doi.org/10.1016/j.jinsphys.2010.07.004

Yamamoto T., K. Mase and H. Sawada. 2013. Diapause prevention effect of *Bombyxmori* by Dimethyl Sulfoxide, PloS One, 8(5), e64124. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0064124

Yamashita, O. and T. Yuginuma. 1991. Silkworm eggs at low temperature: implications for sericulture. Pages: 424- 445. In: Insects at Low Temperature. J.R.E. Lee and D.L. Denlinger (eds.). Chapman and Hall, New York, USA.

Zhang, Y., Y. Hang, P.Y. Wang, Q. Li, L. Bi, A. Zhao, Z. Xiang and D.P. Long. 2022. Very early Corona treatment – mediated artificial incubation of silkworm eggs and germ line transformation of diapause silkworm strains. Frontiers in Bioengineering and Biotechnology, 10:1-7. https://doi.org/10.3389/fbioe.2022.843543

Zhao, A., D. Long, S. Ma, L. Xu, M. Zhang, F. Dai, Q. Xia, C. Lu and Z. Xiang. 2012. Efficient strategies for changing the diapause character of silkworm eggs and for the germline transformation of diapause silkworm strains. Insect Science, 19(2):172-182. https://doi.org/10.1111/j.1744-7917.2011.01422.x

Received: December 28, 2022; Accepted: June 19, 2023

تاريخ الاستلام: 2022/12/28؛ تاريخ الموافقة على النشر: 2023/6/19