

^{60}Co γ 射线辐照对桃小食心虫卵发育的影响初报

詹国平¹ 李洋² 李天秀¹ 王跃进^{1*} 李柏树¹ 覃怀莉³

(1. 中国检验检疫科学研究院 北京 100029; 2. 山东农业大学; 3. 清华同方威视技术股份有限公司)

The primary investigation on the development of the eggs of Peach Fruit Moth after irradiated by Colbot - 60 γ - rays. Zhan Guoping¹, Li Yang², Li Tianxiu¹, Wang Yuejin^{1*}, Li Baishu¹, Qin Huaili³ (1. Chinese Academy of Inspection and Quarantine, Beijing 100029, China; 2. Shandong Agricultural University; 3. NUCTECH Company Limited)

Abstract The 3 and 5 day - old eggs of the Peach Fruit Moth (*Carposina sasakii* Matsumura) were irradiated with Colbot - 60 γ - rays and then reared in Red Fuji Apple fruits in laboratory. The hatching rates of all the eggs irradiated with the sub - lethal doses of 20 ~ 140 Gy were not decreased significantly comparing with the untreated eggs, but the numbers of mature larvae and adults developed from these irradiated eggs in apple fruits were decreased significantly as the increase of the dose. Although the emergence of mature larvae were not completely prevented at the dose of 100 Gy for 3 day - old eggs, and 140 Gy for 5 day - old eggs, respectively, there was distinct difference on the rate of eclosion between 3 and 5 day - old eggs when irradiated at the dose of 60 Gy. The results from the analysis of ANOVA and Probit on the difference of eclosion rate also showed that the 3 day - old eggs are more radiosensitive than 5 day - old eggs. Additionally, the Probit analysis with PoloPlus (LeOra Software) was performed to predict the minimum dose for preventing the emergence of adult from irradiated eggs, and the $\text{ED}_{99.9968}$ is 161.4 Gy for 5 day - old eggs at the confidence of 95% level. As the 5 day - old eggs is the mature eggs and it is the most radio resistant stages among eggs, the dose of 160 Gy may be suggested as the minimum effective dose for quarantine treatment of eggs.

Key Words *Carposina sasakii*; egg; irradiation

摘要 用 ^{60}Co γ 射线对桃小食心虫(*Carposina sasakii* Matsumura) 3 日龄和 5 日龄卵进行辐照处理, 辐照卵在苹果上发育的结果表明: 20 ~ 140 Gy 的亚致死剂量对卵的孵化率没有显著影响, 辐照卵发育为幼虫的脱果率和成虫的羽化率均随着剂量的提高而显著降低; 100 Gy 和 140 Gy 不能完全阻止 3、5 日龄卵发育为老熟幼虫; 经 60 Gy 辐照处理, 3、5 日龄卵羽化率差异显著, 机率值分析也表明 3 日龄卵的敏感性大于 5 日龄卵。机率值分析预测出阻止 5 日龄卵发育出现成虫的剂量为 161.4 Gy, 5 日龄卵为成熟卵, 其辐照耐受性最强, 建议将 160 Gy 作为桃小食心虫卵检疫辐照处理的最低吸收剂量。

关键词 桃小食心虫; 卵; 辐照

中图分类号 S41 - 33

桃小食心虫(*Carposina sasakii* Matsumura) 隶属于鳞翅目(Lepidoptera) 果蛀蛾科(Carposinidae), 国外分布于日本、朝鲜、韩国及俄罗斯远东地区^[1], 我国除新疆、西藏、海南外均有分布。可危害苹果、梨、桃、枣、山楂等 10 多种水果, 是我国北方水果生产中危害最大、发生面积广的食心虫类害虫, 有的地区枣果被害率平均达 75% 以上, 并由于虫果质量

下降, 降低了商品价值, 是一种受到普遍关注的重要的检疫性害虫^[2]。我国是世界第一大水果生产国, 特别是苹果, 其总产量占全球总产量的一半; 我国也是水果出口大国, 2008 年鲜苹果出口突破 115 万 t, 位居世界第一^[3, 4]。由于水果携带桃小食心虫等重要的内食性害虫, 出口也受到限制, 如俄罗斯在 2008 年就曾多次通告, 在中国苹果上检出桃小

基金项目: 国际原子能机构协调研究项目(15633)

* 通讯作者: E-mail: wangyuejin@263.net.cn

收稿日期: 2012 - 09 - 19

食心虫活虫,严重威胁我国优质苹果出口^[5,6]。鲜食水果的检疫处理,目前仍主要采用溴甲烷熏蒸技术^[5]。辐照作为一种安全、快捷、无毒、无污染的处理技术,经国际原子能机构、联合国粮农组织、植物保护公约等国际机构积极开发和推广,从2004年开始,目前已在美国、澳大利亚等国的进口水果中开始应用^[7-9]。本文研究了桃小食心虫3、5日龄卵辐照敏感性的差异,预测了阻止成熟卵发育为成虫的辐照剂量,为苹果等温带水果检疫辐照处理奠定基础。

1 材料与方法

1.1 卵的采集

1.1.1 试虫及饲养

桃小食心虫于2010年9月采自山东省泰安市,在实验室内经过低温(5~10℃)处理完成滞育发育后,采用逐步升温解除滞育^[10],收集越冬代成虫在滤纸片上产卵,待卵成熟后接种于苹果上饲养至幼虫脱果,将幼虫放入湿润的油松锯末中化蛹和羽化,控制养虫室的环境条件为 $25 \pm 2^\circ\text{C}$,50%~70% RH,光周期 L:D=15:9 h,第6代成虫所产卵用于本试验。

1.1.2 卵的收集

在成虫饲养箱内壁放入供成虫产卵的滤纸片,24h后取出,放入上述饲养条件的养虫室内,辐照前将滤纸片剪切分为100粒卵/片,每一片作为一个处理。

1.2 辐照处理

1.2.1 辐照源

辐照源为中国计量科学研究所的钴源,装源量为15KCi,用Fricke剂量计监测辐照剂量。

1.2.2 卵的辐照处理

设计3日龄卵辐照剂量为20、40、50、60、80、100 Gy,5日龄卵辐照剂量为20、40、60、80、100、120、140 Gy,每一剂量处理3个卵片即设置3个重复。辐照时在距辐照源70 cm处直立放置一个纸板(圆弧形),将卵片粘贴于纸板上,同时对卵进行辐照处理,达到设计剂量时取出卵片,剂量率为4.0 Gy/min。

1.3 辐照后试虫饲养

1.3.1 接卵

在直径为21 cm,高度为11 cm的无色塑料盒的底部放一张湿润的滤纸后放入6个红富士苹果,当天将经辐照处理的5日龄卵的卵片平分为6片,

蘸水湿润后放于苹果上(3日龄卵2d后接卵)。在环境湿度为 $25 \pm 2^\circ\text{C}$,50%~70% RH,光周期 L:D=15:9 h条件下饲养至老熟幼虫脱果。接卵5d后取出卵片,在体式显微镜下检查卵的孵化情况。

1.3.2 化蛹及羽化

待老熟幼虫脱果,每天同一时间拣出并记录老熟幼虫数量,幼虫脱果开始7d后剖开苹果,挑出所有幼虫,放入锯末化蛹和羽化,每天检查羽化的成虫数量。

1.4 数据分析

卵的孵化率、老熟幼虫脱果率(老熟幼虫数量占卵数量的百分率)、成虫羽化率(成虫占老熟幼虫数量的百分率)等采用DPS数据处理系统(Version 2.00 杭州睿丰信息技术有限公司)进行方差分析,用Turkey法比较不同剂量之间的差异显著性。并使用Polo软件(Version 0.03,LeOra Software)分析预测阻止成虫羽化所需的最低吸收剂量。

2 结果与分析

2.1 辐照对孵化率的影响

经 γ 射线辐照处理的卵的孵化率、幼虫脱果率及成虫羽化率的分析结果列于表1和表2,其中卵的孵化率结果显示,与未辐照的对照相比,对于3日龄卵,20~100 Gy辐照对孵化率没有明显影响,不同剂量处理间的差异也不显著($df=7$, $F=1.802$, $P=0.1559$);用20~140 Gy辐照5日龄卵,对孵化率没有明显影响($df=7$, $F=0.915$, $P=0.5196$)。因此,在140 Gy以下剂量辐照5日龄卵以及100 Gy以下剂量处理3日龄卵,桃小食心虫卵的孵化率没有明显影响,表明不会导致卵的死亡。

2.2 辐照对幼虫脱果率的影响

本试验所用剂量虽然对卵的孵化率没有明显影响,但幼虫发育受到明显影响。表1幼虫脱果率结果显示5日龄卵辐照后,老熟幼虫数量及脱果率明显低于未辐照的处理,随着剂量的增加,脱果率显著下降($df=7$, $F=6.866$, $P=0.0007$),说明辐照卵发育的幼虫在幼虫期内死亡率随剂量的增加而增加,但本试验使用的最高剂量140 Gy并不能完全阻止5日龄卵发育为老熟幼虫。表2幼虫脱果率结果显示,3日龄卵辐照后幼虫的发育情况与5日龄相似($df=7$, $F=26.29$, $P<0.0001$),而且100 Gy也并不能完全阻止辐照卵发育为老熟幼虫。在相同剂量(20,40,60 Gy)辐照3、5日龄卵的情况

下,对老熟幼虫的脱果率进行比较,结果见表 3,并没有显著差异($P>0.05$),说明若仅从幼虫脱果率方面分析比较,并不能区分不同日龄卵对辐照的敏感性差异。

2.3 辐照对羽化率的影响

试验中观察到,所有老熟幼虫均在 2 日内化蛹。因此,以老熟幼虫数量为基数计算成虫的羽化率。表 1 中羽化率结果显示 5 日龄卵经 20 Gy 辐照后,羽化率与对照没有显著差异;40 Gy 辐照后,羽化率明显低于对照及 20 Gy 的处理,而且羽化率随剂量的增加呈显著下降趋势,当剂量达到 120 Gy 以上时,未见成虫出现。使用 Polo 软件进行机率值分析,结果(见表 4)表明,预计阻止成虫出现的 ED_{99} 为 118.7 Gy,与试验中 100% 死亡率的剂量

120 Gy 比较接近;而达到 $ED_{99.9968}$ 的剂量为 161.4 Gy。分析表 2 中羽化率结果显示 3 日龄卵经过 20 Gy 以上剂量辐照处理,其羽化率明显低于对照,且羽化率随剂量的增加而显著降低,当剂量达到 100 Gy 时,没有成虫出现,该剂量为阻止成虫出现的最低剂量。

从羽化率来比较 3、5 日龄卵对辐照的敏感性差异,结果(见表 3)显示,当剂量为 20、40 Gy 时,3 日龄卵的羽化率虽然低于 5 日龄卵,但差异不显著($P>0.05$),当剂量达到 60 Gy 时,3 日龄卵的羽化率明显低于 5 日龄卵($F=24.166$, $P=0.008$)。机率值分析预测 3 日龄卵的 ED_{99} 为 111.2 Gy, $ED_{99.9968}$ 为 156 Gy,低于 5 日龄卵的预测值,说明 5 日龄卵对辐照的耐受性强于 3 日龄卵。

表 1 辐照处理 5 日龄卵的孵化率、幼虫脱果率及羽化率

剂量/Gy	卵		老熟幼虫		成虫	
	数量/粒	孵化率/% (mean \pm SD)	数量/头 (mean \pm SD)	脱果率/% (mean \pm SD)	数量/头	羽化率/% (mean \pm SD)
0	100	86.0 \pm 2.0	31.0 \pm 3.6	31.0 \pm 3.6a	25.7 \pm 2.5	82.0 \pm 2.0a
20	100	85.0 \pm 1.0	23.3 \pm 7.6	23.3 \pm 7.6 ab	17.7 \pm 6.7	74.9 \pm 11.5a
40	100	85.3 \pm 1.5	15.3 \pm 6.1	15.3 \pm 6.1 abc	7.7 \pm 2.5	57.2 \pm 2.8b
60	100	81.3 \pm 2.1	18.7 \pm 9.6	18.7 \pm 9.6 abc	9.0 \pm 5.3	47.6 \pm 5.6b
80	100	81.0 \pm 2.0	7.3 \pm 1.5	7.3 \pm 1.5 bc	1.0 \pm 0.0	14.0 \pm 2.8c
100	100	85.3 \pm 6.5	10.3 \pm 7.8	10.3 \pm 7.8 bc	0.3 \pm 0.6	1.8 \pm 3.1 cd
120	100	83.0 \pm 3.0	6.3 \pm 4.5	6.3 \pm 4.5 bc	0.0 \pm 0.0	0.0 \pm 0.0d
140	100	83.0 \pm 5.6	5.3 \pm 3.1	5.3 \pm 3.1c	0.0 \pm 0.0	0.0 \pm 0.0d

表 2 辐照处理 3 日龄卵的孵化率、幼虫脱果率及羽化率

剂量/Gy	卵		老熟幼虫		成虫	
	数量/粒	孵化率/% (mean \pm SD)	数量/头 (mean \pm SD)	脱果率/% (mean \pm SD)	数量/头	羽化率/% (mean \pm SD)
0	100	88.3 \pm 1.2	31.0 \pm 3.6	31.0 \pm 3.6a	25.0 \pm 2.6	80.7 \pm 1.2a
20	100	87.3 \pm 1.5	27.3 \pm 7.5	27.3 \pm 7.5ab	17.7 \pm 4.5	64.9 \pm 1.9b
40	100	86.7 \pm 1.5	19.3 \pm 4.7	19.3 \pm 4.7b	11.0 \pm 3.0	56.8 \pm 4.3b
50	100	86.3 \pm 1.5	19.3 \pm 0.6	19.3 \pm 0.6b	10.3 \pm 1.2	53.4 \pm 5.4b
60	100	84.3 \pm 2.3	7.0 \pm 2.6	7.0 \pm 2.6c	1.7 \pm 1.2	22.2 \pm 6.9c
70	100	85.0 \pm 2.0	7.0 \pm 2.0	7.0 \pm 2.0c	1.0 \pm 0.0	15.1 \pm 4.5cd
80	100	85.0 \pm 1.0	4.0 \pm 2.6	4.0 \pm 2.6c	0.3 \pm 0.6	4.8 \pm 8.3de
100	100	85.7 \pm 2.3	2.7 \pm 0.6	2.7 \pm 0.6c	0.0 \pm 0.0	0.0 \pm 0.0e

表 3 幼虫脱果率及成虫羽化率的比较

剂量/Gy	卵龄	幼虫脱果率比较			羽化率比较		
		F 值	P 值	脱果率/%	F 值	P 值	羽化率/%
20	5d	0.419	0.5529	23.3 ± 7.6a	2.238	0.209	74.9 ± 11.5a
	3d			27.3 ± 7.5a			64.8 ± 1.9a
40	5d	0.804	0.4205	15.3 ± 6.1a	0.022	0.8896	57.2 ± 2.7a
	3d			19.3 ± 4.7a			56.8 ± 4.3a
60	5d	4.111	0.1125	18.7 ± 9.6a	24.166	0.008	47.6 ± 5.6a
	3d			7.0 ± 2.6a			22.2 ± 6.9b

表 4 阻止成虫出现的机率值分析结果

卵龄	回归方程	异质因子	ED ₉₉ 及其 95% 置信区间	ED _{99.9968} 及其 95% 置信区间
5d	Y = 0.039 × D - 2.326	0.764	118.7 Gy (103.6 ~ 149.5)	161.4 Gy (135.5 ~ 216.3)
3d	Y = 0.037 × D - 1.831	0.559	111.2 Gy (92.0 ~ 157.2)	156.0 Gy (124.0 ~ 235.3)

Y. 死亡机率值 D. 吸收剂量

3 讨论

卵作为昆虫发育的起始阶段,经过高剂量辐照后,能导致其死亡;若采用亚致死剂量处理,主要表现为影响幼虫发育、化蛹及羽化^[11]。桃小食心虫等鳞翅目害虫,导致其不育的剂量较高,往往将阻止其成虫出现作为检疫处理的目标。本文从卵孵化率、幼虫脱果率及成虫羽化率等 3 个方面比较了 3 日龄卵和 5 日龄卵的耐受性差异,其中孵化率未受辐照影响,经 20、40、60 Gy 辐照处理,老熟幼虫脱果率未见显著差异,但当剂量为 60 Gy 时 5 日龄卵的羽化率明显高于 3 日龄卵,且 100% 阻止 5 日龄、3 日龄卵发育为成虫的剂量分别为 120 Gy 和 100 Gy,证明随着昆虫发育的逐步完善,其耐受性逐渐增强。桃小食心虫卵在本实验室饲养条件下(约 25℃)于第 6 天开始孵化,与其他实验研究结果相近^[12,13]。本实验使用的 5 日龄卵为成熟卵。经过机率值分析推算出阻止成虫羽化的剂量为 161.4 Gy,建议使用 160 Gy 作为卵检疫辐照处理的最低剂量。

熏蒸、化学药剂处理的毒力测定中,通常采用机率值分析方法推算检疫处理的有效浓度或 CT 值^[14,15];地中海实蝇(*Ceratitis capitata*)、桔小实蝇(*Bactrocera dorsalis*)等实蝇辐照处理研究中,也曾采用直线拟合来预测辐照剂量^[16],但在其他实蝇、天牛等害虫的研究中发现,机率值分析方法也同样适用于辐照处理研究^[16-18]。本试验选择了较为合理的剂量,机率值分析的异质因子较小,但由于老熟幼虫脱果率较低,幼虫数量少,从而导致 ED₉₉ 和

ED_{99.9968} 的置信区间大。为此,对于桃小食心虫卵的辐照处理研究,在使用苹果饲养技术条件下,卵需要经过孵化、幼虫发育、化蛹、羽化等阶段,出现幼虫或成虫的比例较低^[19,20],应采用更大数量的卵,才能准确地预测有效的处理剂量。

参考文献

- [1] Data Sheets on Quarantine Pests - *Carposina niponensis* // CABI and EPPO. Quarantine pests for Europe: data sheets on quarantine pests for the European Union and for the European and Mediterranean Plant Protection Organization. Wallingford: CAB International in association with the European and Mediterranean Plant Protection Organization, 1997.
- [2] 刘玉升,程家安,牟吉元. 桃小食心虫的研究概况. 山东农业大学学报, 1997, 28(2): 207-214.
- [3] 余国新. 中国与世界主要水果出口国水果产业国际竞争力比较分析. 江西农业学报, 2009, 21(5): 154-157.
- [4] 崔挺,杨文杰. 入世五年中国苹果贸易竞争力国际比较. 西北林学院学报, 2008, 23(4): 223-227.
- [5] 彭发青,赵艳丽,胡加彬,等. 水果的除害处理技术及其发展前景. 植物检疫, 2001, 15(6): 363-365.
- [6] 李丽,刘涛,张凡华,等. 溴甲烷熏蒸对山楂叶螨和桃蛀果蛾的毒力研究. 植物检疫, 2010, 28(2): 6-9.
- [7] 高美须. 辐照作为一种检疫处理方法的发展和现状. 植物检疫, 2003, 17(2): 91-94.
- [8] Guy J Hallman. Expanding radiation quarantine treatments beyond fruit flies. Agricultural and Forest Entomology 2000, 2(2): 85-95.
- [9] Guy J Hallman. Phytosanitary Applications of Irradiation. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety 2011, 10: 143-151.
- [10] 黄可训,王宜智,叶正襄,等. 光周期和温度对桃小食心虫滞育的影响. 昆虫学报, 1976, 19(2): 149-199.

- [11] Elvin W Tilton , John H Brower. Radiation Effects of Arthropods//Edward S Josephson , Martin S Peterson. Preservation of Food by Ionizing Radiation. Florida: CRC Press , Inc. , 1983: 270 – 273.
- [12] 侯月利,花蕾. 利用苹果饲养桃小食心虫的技术. 陕西林业科技, 2004 (2): 1 – 4.
- [13] 王应伦,李元英,黎怀燮,等.⁶⁰Co γ 射线对桃小食心虫胚胎发育及交尾活动的影响. 原子能农业应用, 1984(2): 28 – 35.
- [14] 张宗炳. 杀虫药剂的毒力测定. 北京: 科学出版社, 1988: 359 – 392.
- [15] Guy J Hallman. Potential Increase in Fruit Fly (Diptera: Tephritidae) Interceptions Using Ionizing Irradiation Phytosanitary Treatments. J Econ Entomol 2008 ,101(3): 716 – 719.
- [16] Peter A Follett. Irradiation to control insects in fruits and vegetables for export from Hawaii. Radiation Physics and Chemistry. 2004 ,71: 161 – 164.
- [17] 詹国平,王新,王跃进,等. 高能 X 射线辐照松墨天牛的试验研究. 植物检疫, 2011 ,25(4): 12 – 17.
- [18] 王跃进,徐亮,詹国平,等. 辐照对青杨虎天牛幼虫和蛹发育的研究初报. 核农学报, 2011 ,25(2): 298 – 301.
- [19] 王玉英. 桃小食心虫人工合成饲料及饲养技术研究. 植物保护学报, 1986 ,13 (2): 86 – 89.
- [20] 姜元振,朴春树. 桃小食心虫的人工合成饲料及其饲养方法. 昆虫学报, 1992 ,35(1): 119 – 122.

出口藤制工艺品含水率与霉变关系之探讨

王娟 鲍佳生 钟小坚

(梅州出入境检验检疫局 广东梅州 514021)

Study about the relations between moulding and moisture content of exported rattan crafts. Wang Juan , Bao Jiasheng , Zhong Xiaojian (Meizhou Entry – Exit Inspection and Quarantine Bureau , Meizhou 514021 , China)

Abstract One of the most sensitive problems in inspection and quarantine work is how to control the moisture content of the rattan crafts. It may cause the export barrier of the rattan crafts if it is controlled too strictly , otherwise it may be claimed of damage. According to the moisture content standard of 20% , 18% , 16% , 14% , 12% , 10% , the natural rattan crafts are baked in the baking room. Then the natural rattan crafts and the rattan crafts which are treated respectively with gold powder and silver powder are placed in the warehouses A , B , and C without vents under natural conditions. They are observed for the moulding for 180 days. The results of the experiment indicate that the moulding had not been discovered on the natural rattan crafts of 12% and 10% moisture content after 180 days , and had also not been discovered on rattan crafts of 14% 、12% 、10% treated respectively with gold and silver powder after 180 days. It is concluded that when inspecting the rattan crafts with natural color , the inspection and quarantine staff should control their moisture content between 8% and 12% . As for those with gold or silver (or other) powder , they should keep it between 10% and 14% .

Key words rattan craft; moisture content; moulding

摘要 含水率控制问题 始终是出口藤制工艺品检验检疫工作中最敏感的问题之一。对其控制过严 , 则会阻碍出口 过松又会因霉变而遭受索赔。本试验按 20% 、18% 、16% 、14% 、12% 、10% 的含水率标准 , 将藤放入烤房烘烤 达到上述标准后 取出来 再将各不同含水率的藤分为原色藤、敷金粉藤、敷银粉藤 3 类放在自然条件下不设通风口的 A、B、C 3 个库中 持续观察 180 d 检查其霉变情况。结果显示 , 12% 和 10% 含水率的原色藤 180 d 后仍不长霉 , 14% 、12% 、10% 3 种含水率的敷金粉藤和敷银粉藤 180 d 后均不长霉。由此认为 检验检疫人员对藤制工艺品进行检验检疫监管时 对原色藤工艺品 其含水率应控制在 8% ~ 12% , 对敷金、银(包括其他颜色) 粉藤工艺品 其含水率应控制在 10% ~ 14% 。

关键词 藤; 含水率; 霉变

中图分类号 S41