

辐照对桃小食心虫脱果幼虫羽化率的影响

詹国平¹ 高美须² 叶保华³ 李柏树¹ 李天秀¹ 王跃进¹ 刘波¹ 覃怀莉⁴

(¹ 中国检验检疫科学研究院, 北京 100029; ² 中国农业科学院农产品加工研究所, 北京 100094; ³ 山东农业大学, 山东 泰安 271018; ⁴ 同方威视技术股份有限公司, 北京 100084)

摘要: 桃小食心虫(*Carpocapsa sasakii* Matsumura) 是广受关注的检疫性害虫, 为比较不同射线的辐照效应以及不同种群对辐照的耐受能力, 采用⁶⁰Co γ 射线、5MeV X 射线和 6MeV X 射线对老熟幼虫进行辐照处理, 剂量为 60、80、100、120、140 和 160 Gy, 剂量率为 2.55 ~ 5.5 Gy·min⁻¹。辐照后经室内饲养, 分析羽化率结果表明, 随着剂量的增加羽化率显著降低, 100% 阻止羽化的剂量为 160Gy。相同剂量辐照时, 不同射线处理苹果种群老熟幼虫的校正死亡率间无显著性差异。相同剂量⁶⁰Co γ 射线处理苹果种群(第 13 代和第 20 代)和山楂种群(第 6 代)的老熟幼虫, 校正死亡率也无显著性差异。使用 POLO 软件进行机率值分析, 预测检疫辐照处理中普遍使用的最低吸收剂量 ED₉₉ 和 ED_{99.9968}, 阻止成虫羽化的剂量值非常接近(ED₉₉ = 152.4 ~ 159.2 Gy; ED_{99.9968} = 195.2 ~ 208.7 Gy)。由此说明, 不同辐照源阻止桃小食心虫老熟幼虫羽化的生物学效应相同, 不同种群对辐照的耐受性相同, 继代饲养后辐照耐受性未发生变化。由于老熟幼虫为水果中最耐受的虫态, 可建议采用 200Gy 作为桃小食心虫幼虫检疫处理的最低吸收剂量。

关键词: 桃小食心虫; 老熟幼虫; 辐照; γ 射线; X 射线

DOI: 10.11869/j.issn.100-8551.2014.03.0453

桃小食心虫(*Carpocapsa sasakii* Matsumura) 是我国北方果树上普遍发生为害的重要检疫性害虫, 也是影响水果出口的主要障碍之一。我国是苹果(*Malus* spp.)、梨(*Pyrus* spp.) 等温带水果出口大国, 该虫严重影响出口创汇和水果产业的健康发展^[1]。溴甲烷熏蒸处理虽然有效^[2], 但储藏的水果需要经过升温—开封—熏蒸—封装—降温等过程, 不仅操作繁琐, 而且容易伤害水果品质。辐照处理在热带水果上的成功应用表明, 辐照不仅能够对实蝇等昆虫进行安全有效的检疫处理, 而且能很好地保证水果的品质^[3]。苹果、梨等温带水果对辐照的耐受能力强^[4], 而且不受低温、包装等影响, 适于辐照处理。为推动辐照技术在检疫处理中的应用, 国际植物保护公约和国际原子能机构等在建立实蝇检疫辐照处理法规及通用剂量标准的基础上^[5-6], 于 2009 年开展题为“建立检疫辐照处理通用剂量”的国际协调研究项目。受该项目的部分资

助, 需测试桃小食心虫卵、幼虫、蛹的辐照耐受性及其检疫处理的最低吸收剂量^[1]。由于剂量率(辐照源)、寄主植物、饲养等因素可能影响辐照的生物学效应^[7], 因此, 为比较 γ 射线和 X 射线的生物学效应, 以及种群、室内继代饲养对桃小食心虫耐受能力的影响, 本研究以脱果的老熟幼虫为试材, 采用系列剂量辐照, 观察对羽化率的影响, 并预测老熟幼虫检疫辐照处理的最低吸收剂量, 为辐照技术在进出口水果检疫处理中的应用提供技术支撑。

1 材料与方法

1.1 试虫及饲养

分别采集受害苹果(河北)和山楂(*Crataegus pinnatifida*, 山东)果实中桃小食心虫越冬代幼虫, 经过 5 ~ 10℃ 低温处理完成滞育发育后, 逐步升温解除滞

收稿日期: 2013-02-17 接受日期: 2014-12-11

基金项目: 国际原子能机构协调研究项目(IAEA No. 15633)

作者简介: 詹国平, 男, 研究员, 主要从事植物检疫处理技术研究。E-mail: zhgp136@126.com

通讯作者: 王跃进, 男, 研究员, 主要从事植物检疫处理技术与装备研究。E-mail: wangyuejin@263.com

育^[8] ,至成虫羽化后配对 ,产卵于滤纸片上 ,待卵成熟后接种至红富士苹果上饲养至幼虫脱果 ,收集老熟幼虫放入湿润的油松锯末中化蛹和羽化 ,在实验室内完成继代饲养。饲养的环境条件为: 25 ± 2℃ ,50% ~ 70% RH ,光周期 L:D = 15:9 h。在比较不同射线辐照效应试验中使用苹果种群第 13 代老熟幼虫; 在种群耐受性对比试验中使用山楂种群第 6 代、苹果种群第 20 代老熟幼虫。

1.2 辐照处理

1.2.1 辐照源 X 射线由 5MeV 和 6MeV 电子直线加速器(同方威视技术股份有限公司) 转换后产生 ,用于辐照苹果种群第 13 代老熟幼虫 ,用 PTW UNIDOS 剂量计(德国 PTW 公司) 和 Fricke 剂量计(中国计量科学研究院) 监测吸收剂量。用⁶⁰Co γ 射线(中国计量科学研究院) 分别对苹果种群和山楂种群的老熟幼虫进行照射 ,用 Fricke 剂量计监测吸收剂量。

1.2.2 γ 射线辐照处理 在 50 mL 塑料杯中放入约 1/3 体积的湿润锯末 ,将同一天脱果的老熟幼虫每 50 头或 65 头装入一个塑料杯中 ,在距离辐照源中心 70cm 处进行辐照。

1.2.3 X 射线辐照处理 如上述方法收集幼虫 ,辐照前将幼虫移出 ,用布包裹后放在 X 射线分布均匀的区域进行照射。

1.2.4 辐照剂量 设计的目标剂量、幼虫数量、重复数及监测的剂量率见表 1。

1.2.5 辐照幼虫的化蛹和羽化 辐照后幼虫及时转移至塑料盒(500mL ,底部铺约 1/5 体积的湿润锯末) 内 ,按 1.1 所述条件培养 30d ,待成虫羽化后及时从塑料盒中移出并统计数量。经观察 ,老熟幼虫均能在 1 ~ 2d 内化蛹 ,10d 后成虫开始羽化 ,在 30d 内不能羽化

则界定为死亡。

1.3 数据分析

幼虫的羽化率数据转变为死亡率并经 Abbott's 公式校正 ,校正死亡率用 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 Tukey 法比较差异显著性。并使用 POLO 软件(Version 0.03 ,LeOra Software) 进行机率值分析 ,预测阻止成虫羽化所需的最低吸收剂量 ED₉₉ 和 ED_{99.9968}。

2 结果与分析

2.1 不同辐照源对羽化率的影响

桃小食心虫苹果种群经室内饲养 13 代的老熟幼虫 ,用 γ 射线、5MeV X 射线、6MeV X 射线处理后的校正死亡率结果见表 2 ,经方差分析发现: (1) 同一种射线处理时 ,随着剂量的增加 ,死亡率显著增大($P < 0.01$) ,说明羽化率随剂量的增加而显著降低; (2) 当采用相同剂量辐照时 ,死亡率差异不显著($P > 0.05$) ,说明 γ 射线和 X 射线辐照处理对羽化率的影响没有显著差异 ,5MeV 和 6MeV X 射线间也没有明显差异 ,他们引起的生物学效应相同。

2.2 不同种群对辐照的耐受性

采用 γ 射线辐照桃小食心虫山楂种群(第 6 代) 和苹果种群(第 20 代) 的脱果幼虫 ,校正死亡率结果见表 3。经方差分析发现: 不论是苹果种群还是山楂种群 ,校正死亡率随剂量的增加显著增大($P < 0.01$) ; 当采用相同剂量辐照时 ,仅 80Gy 和 120Gy 辐照时 ,在 0.05 水平上呈现显著差异(80Gy: $P = 0.0404$; 120Gy: $P = 0.0151$) ,其他剂量辐照时 ,差异不显著($P > 0.01$) 。说明以阻止羽化来判定试虫的辐照耐受性 ,

表 1 桃小食心虫老熟幼虫辐照处理的剂量设计、剂量率、幼虫数量及试验重复

Table 1 Target dose , dose rate , treated numbers of Peach Fruit Moth mature larvae and replications in the irradiation treatment

辐照处理 Type of radiation	目标剂量 Target dose/Gy	幼虫数量/重复数 Treated No. /Replicates	剂量率 Dose rate/(Gy·min ⁻¹)
第 13 代苹果种群 γ 射线辐照 13th generation of Apple colony treated with Gamma rays	0 , 60 , 80 , 100 , 120 , 140 , 160	50/3	4.36
第 13 代苹果种群 5MeV X 射线辐照 13th generation of Apple colony treated with 5MeV X rays	0 , 60 , 80 , 100 , 120 , 140 , 160	50/4	2.55
第 13 代苹果种群 6MeV X 射线辐照 13th generation of Apple colony treated with 6MeV X rays	0 , 60 , 80 , 100 , 120 , 140 , 160	65/3	5.50
第 6 代山楂种群 γ 射线辐照 6th generation of Hawthorn colony treated with Gamma rays	0 , 60 , 80 , 100 , 120 , 140 , 160	50/5	4.0
第 20 代苹果种群 γ 射线辐照 20th generation of Apple colony treated with Gamma rays	0 , 60 , 80 , 100 , 120 , 140 , 160	50/3	4.0

表 2 比较 γ 射线、5MeV X 射线和 6MeV X 射线辐照老熟幼虫的校正死亡率结果

Table 2 Comparison on the Abbott's mortality of Peach Fruit Moth mature larvae irradiated with gamma-ray, 5MeV and 6MeV X-ray

辐照源 Radio source	不同剂量处理的校正死亡率(% ,均值 \pm 标准差) Abbott's mortality of mature larvae irradiated at the dose of (% , mean \pm SD)					
	60Gy	80Gy	100Gy	120Gy	140Gy	160Gy
γ 射线 Gamma rays	17.7 \pm 6.4 ^E	39.5 \pm 2.4 ^D	76.6 \pm 5.6 ^C	83.9 \pm 2.8 ^{BC}	96.8 \pm 1.4 ^{AB}	100 \pm 0.0 ^A
5MeV X 射线 5MeV X rays	10.0 \pm 3.1 ^D	41.3 \pm 9.3 ^C	63.4 \pm 10.1 ^B	88.7 \pm 3.0 ^A	93.2 \pm 3.0 ^A	100 \pm 0.0 ^A
6MeV X 射线 5MeV X rays	15.0 \pm 2.4 ^E	30.7 \pm 3.4 ^D	59.7 \pm 4.6 ^C	83.1 \pm 4.4 ^B	97.0 \pm 1.3 ^A	100 \pm 0.0 ^A
P 值 P value	0.1066	0.2550	0.0669	0.1258	0.0945	0.0000

注: 同一行中 A、B、C、D、E 等上标字母不同表示在 1% 水平上的差异显著性。下同。

Note: Different letters of A, B, C, D, E in the same row represents the significant difference at 1% confidence level. The same as following.

表 3 比较 γ 射线辐照苹果、山楂种群老熟幼虫的校正死亡率结果

Table 3 Comparison on the Abbott's mortality of mature larvae irradiated with gamma-ray at the dose of 60 ~ 160Gy

种群 Population	不同剂量处理的校正死亡率(% ,平均值 \pm 标准差) Abbott's Mortality of late larvae irradiated at the dose of (% , mean \pm SD)					
	60Gy	80Gy	100Gy	120Gy	140Gy	160Gy
苹果种群 Apple colony	17.4 \pm 10.3 ^D	36.4 \pm 7.6 ^D	68.6 \pm 9.4 ^C	75.2 \pm 2.5 ^{BC}	97.5 \pm 0.0 ^{AB}	100 \pm 0.0 ^A
山楂种群 Hawthorn colony	20.3 \pm 14.4 ^E	47.5 \pm 4.8 ^D	76.2 \pm 11.3 ^C	80.7 \pm 2.1 ^{BC}	97.5 \pm 3.0 ^{AB}	100 \pm 0.0 ^A
P 值 P value	0.7705	0.0404	0.3652	0.0151	0.9895	0.0000

两个种群对 γ 射线辐照处理的耐受能力总体上非常相近。

另外,当比较表 2 与表 3 中 γ 射线辐照苹果种群第 13 代与第 20 代时,各个剂量条件下,羽化率差异不显著 ($P > 0.05$),说明经过继代饲养桃小食心虫的辐照耐受性没有发生改变。

2.3 阻止成虫出现的最低吸收剂量

上述分析发现, γ 射线和 X 射线辐照处理桃小食心虫山楂种群和苹果种群的脱果幼虫,死亡率随剂量增大而显著增加,当剂量达到 160 Gy 时,未见成虫出现(表 2、3)。因此,采用毒力分析中通用的机率值分析方法,分析辐照剂量与死亡机率值之间的关系,预测在 95% 置信水平下达到 99% 和 99.9968% 死亡率的最低吸收剂量 (ED_{99} , $ED_{99.9968}$),作为检疫处理的最低吸收剂量^[9-10]。分析过程中考虑了未辐照的对照死亡率的影响,剂量值也未作对数转换。从预测结果(表 4)可以看出,各个处理所预测的 ED_{99} 非常接近,最大值(155.9 Gy)与最小值(153.3 Gy)之间相差 4.4%,也与试验 100% 死亡率的剂量值(160 Gy)相近。机率值分析预测的 ED_{99} 剂量值通常与试验中达到 100% 死亡率的剂量值接近^[9-12]。此结果进一步说明,不同辐

照源所产生的生物学效应相同,桃小食心虫两个种群对辐照的耐受性也无明显差异,同时也证明了苹果种群经过实验室继代饲养后,其辐照耐受性未发生变化。

3 讨论

在检疫处理和食品辐照中允许使用的辐照源包括电子束、 γ 射线和 X 射线,这 3 种射线的平均品质因素、辐射权重因子相等,相同剂量所产生的生物学效应相同^[13,14]。虽然剂量率是影响生物学效应的一个因素,尤其是在很低剂量辐照实蝇的毒力试验中,特高的剂量率 ($> 40 \text{ Gy} \cdot \text{min}^{-1}$) 与特低的剂量率 ($< 1 \text{ Gy} \cdot \text{min}^{-1}$) 在阻止羽化等生物学效应方面有一定的差异,但在常规的剂量率范围,使用较高的剂量辐照时,未见明显差异的报道^[7]。本研究中选用了目前食品辐照加工中最为常用的 ^{60}Co γ 射线作为辐照源,同时,由于能量低于 7.5MeV X 射线允许用于食品辐照^[3],所以也选用穿透能力强的 5MeV 和 6MeV X 射线,剂量率在 $2.55 \sim 5.5 \text{ Gy} \cdot \text{min}^{-1}$ 之间,比较了不同射线对羽化率的影响,结果证明不同辐照源的生物学效应没有差异,为水果检疫处理应用中选择不同辐照源提供了有

表 4 桃小食心虫老熟幼虫辐照处理的机率值分析结果

Table 4 The probit analysis results on the mortality of mature larvae treated with gamma-ray ,5MeV and 6MeV X-ray

辐照处理 Type of Irradiation	机率值分析结果 Results of probit analysis		
	异质因子 Heterogeneity	ED ₉₉ 及其置信区间 ED ₉₉ and its 95% confidence interval/Gy	ED _{99.9968} 及其置信区间 ED _{99.9968} and its 95% confidence interval/Gy
第 13 代苹果种群 γ 射线辐照 13th generation of Apple colony treated with Gamma rays	1. 80	155. 9 (141. 8 ~ 181. 6)	208. 7 (182. 7 ~ 256. 5)
第 13 代苹果种群 5MeV X 射线辐照 13th generation of Apple colony treated with 5MeV X rays	2. 47	155. 5 (142. 3 ~ 177. 3)	203. 5 (180. 8 ~ 242. 7)
第 13 代苹果种群 6MeV X 射线辐照 13th generation of Apple colony treated with 6MeV X rays	0. 46	152. 4 (145. 8 ~ 161. 0)	195. 2 (183. 5 ~ 210. 9)
第 20 代苹果种群 γ 射线辐照 20th generation of Hawthorn colony treated with Gamma rays	2. 78	159. 2 (142. 2 ~ 195. 1)	208. 7 (178. 9 ~ 276. 4)
第 6 代山楂种群 γ 射线辐照 6th generation of Apple colony treated with Gamma rays	1. 10	153. 3 (144. 1 ~ 165. 8)	204. 6 (188. 4 ~ 227. 4)

力的技术支撑。

为了推动和促进辐照技术在检疫处理中的应用 , 国际植物保护公约于 2003 年颁布了第 18 号国际植物检疫措施标准—辐照用作检疫处理措施的准则(ISPM 18) 在其附录中规定了有害生物检疫辐照处理的研究规范 , 要求研究过程中用有害生物的寄主进行饲养并对其进行辐照敏感性进行测试^[5]。Hallman 等^[7] 总结辐照处理效果(生物学效应) 影响因素时认为 , 寄主植物和昆虫的种群对辐照效果一般来说没有影响 , 但他在辐照处理李象(*Conotrachelus nenuphar* Herbst) 南方种群和北方种群时发现有一定差异 , 建议对不同地域的种群进行辐照耐受性比较^[15]。本文比较了采自不同地区、不同寄主的 2 个种群 , 在实验室内经继代饲养 , 从阻止羽化这一生物学效应来看 , 不同种群间以及不同世代间差异不显著。但由于我国的苹果、梨等果园都采取套袋防治措施 , 桃小食心虫在田间发生数量少^[16] , 且脱果幼虫大部分都已滞育^[8] , 本研究未能收集大量的野生虫源进行对比验证试验 , 以证明自然种群对辐照的耐受性是否有差异。

桃小食心虫幼虫为其寄主水果中可能存在的主要虫态 , 尤其是老熟幼虫。一般来说 , 当以相同的辐照处理效果来判断害虫的辐照耐受性时 , 发育越完善辐照耐受性越强^[17, 17~20]。我们对苹果中的桃小食心虫 1~5 龄幼虫进行⁶⁰Co γ 辐照 , 从阻止成虫羽化的生物学效应判断 , 辐照耐受性随着虫龄的增加而增强 , 证明 5 龄老熟幼虫最为耐受 , 阻止其羽化的最低吸收剂量 ED₉₉ 为 157. 5 (149. 9 , 167. 4) Gy , ED_{99.9968} 为 208. 6 (195. 0 ~ 226. 5) Gy(未发表) , 与本试验中脱果老熟

幼虫的预测值(表 4) 非常接近。ED_{99.99} 或 ED_{99.9968} 目前被不同国家采用作为检疫辐照处理的最低吸收剂量指标^[15, 17] , 通过机率值分析方法预测结果可推荐作为桃小食心虫幼虫检疫辐照处理的最低剂量 , 因此 , 可建议采用 200Gy 作为幼虫处理的最低吸收剂量 , 但根据国际植物检疫措施标准 ISPM 18 及“限定性有害生物检疫处理的准则”(ISPM 28) 的要求 , 需要经过大规模验证试验 (Large-Scale Confirmatory Test) 进行确认^[5~6] , 以形成有效的技术标准。

4 结论

⁶⁰Co γ 射线、5MeV X 射线和 6MeV X 射线辐照处理桃小食心虫老熟幼虫 , 从阻止成虫羽化的生物学效应分析比较 , 不同辐照源所产生的生物学效应没有明显差异; ⁶⁰Co γ 射线处理苹果种群和山楂种群 , 辐照的耐受性没有明显差异 , 经多代饲养后 , 苹果种群的辐照耐受性也没有明显变化。

参考文献:

[1] 詹国平 , 李洋 , 李天秀 , 王跃进 , 李柏树 , 覃怀莉. ⁶⁰Co γ 射线辐照对桃小食心虫卵发育的影响初报 [J]. 植物检疫 , 2013 , 27 (1) : 15 - 19

[2] 李丽 , 刘涛 , 张凡华 , 李天秀 , 汪丽军 , 王跃进. 溴甲烷熏蒸对山楂叶螨和桃蛀果蛾的毒力研究 [J]. 植物检疫 , 2010 , 28 (2) : 6 - 9

[3] Hallman G J. Phytosanitary Applications of Irradiation [J]. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety. 2011 , 10: 143 - 151

- [4] (ICGFI) International Consultative Group on Food Irradiation. Irradiation as a quarantine treatment of fresh fruits and vegetables [M]. International Atomic Energy Agency, Vienna, Austria, 1994
- [5] ISPM No. 18: Guidelines for the Use of Irradiation as a Phytosanitary Measure [S]. Rome, Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2003
- [6] ISPM No. 28: Phytosanitary Treatments for Regulated Pests [S]. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2010
- [7] Hallman G J, Nichole M, Levang R, Larry Z, Ian C. Winborner. Factors Affecting Ionizing Radiation Phytosanitary Treatments, and Implications for Research and Generic Treatments [J]. Journal of Economic Entomology, 2010, 103(6): 1950–1963
- [8] 黄可训, 王宜智, 叶正襄, 张乃鑫, 张领耕, 舒宗泉. 光周期和温度对桃小食心虫滞育的影响[J]. 昆虫学报, 1976, 19(2): 149–156
- [9] Chew V. Statistical Methods for Quarantine Treatment Data Analysis [M]. // Sharp J L, Hallman G J. Quarantine Treatments for Pests of Food Plants. Sandiego: Westview Press, 1994: 33–46
- [10] 张宗炳. 杀虫药剂的毒力测定[M], 北京: 科学出版社, 1988: 359–392
- [11] 詹国平, 王新, 王跃进, 胡明, 李柏树, 杨赛军, 黄明. 高能 X 射线辐照松墨天牛的试验研究[J]. 植物检疫. 2011, 25(4): 12–17
- [12] Barak A V, Wang Y J, Zhang G P, Wu Y, Xu L, Huang Q L. Sulfuryl Fluoride as a Quarantine Treatment for *Anoplophora glabripennis* (Coleoptera: Cerambycidae) in Regulated Wood Packing Material [J]. Journal of Economic Entomology. 2006, 99(5): 1628–1635
- [13] CODEX STAN 106 – 1983, Rev. 1 – 2003. Codex Alimentarius Commission. Codex general standard for irradiated foods [S]. Rome: Food and Agriculture Organization of the United States. 2003. Available from: http://www.codexalimentarius.net/download/standards/16/CXS_106e.pdf
- [14] 施培新. 食品辐照加工原理与技术[M]. 北京: 中国农业科学技术出版社, 2003: 149–150
- [15] Hallman G J. Ionizing irradiation quarantine treatment against plum curculio (Coleoptera: Curculionidae) [J]. Journal of Economic Entomology, 2003, 96(5): 1399–1404
- [16] 李爱华, 张勇, 张辉, 孙峰, 张学萍, 孙瑞红. 枣园桃小食心虫的发生动态及生防技术研究[J]. 中国果树, 2012, (2): 53–56
- [17] 王殿轩, 韩辉, 李淑荣, 高美须, 林敏, 崔莹. 电子束辐照对不同虫态的嗜卷书虱的作用[J]. 核农学报, 2009, 23(3): 467–470
- [18] 王跃进, 徐亮, 詹国平, 胡明, 李柏树, 常红雷, 覃怀莉. 辐照对青杨虎天牛幼虫和蛹发育的初步研究[J], 核农学报, 2011, 25(2): 298–301
- [19] 詹国平, 周景清, 王新, 王跃进, 徐亮, 李柏树. 辐照对落叶松八齿小蠹发育和繁殖的影响[J], 核农学报, 2011, 25(5): 226–232
- [20] 范家霖, 陈云堂, 李旭照, 郭东权, 吕晓华, 张建伟, 杨保安, 刘江豫, 田占军, 张晓燕. 电子束辐照对印度谷螟发育的影响[J]. 核农学报, 2011, 25(6): 1206–1210
- [21] Follett P A, Hennessey M K. Confidence Limits and Sample Size for Determining Nonhost Status of Fruits and Vegetables to Tephritid Fruit Flies as a Quarantine Measure [J]. Journal of Economic Entomology, 2007, 100(2): 251–257

Irradiation Effect on the Eclosion Rate of *Carposina sasakii* Mature Larvae

ZHAN Guo-ping¹ GAO Mei-xu² YE Bao-hua³ LI Bai-shu¹ LI Tian-xiu¹

WANG Yue-jin¹ LIU BO¹ QIN Huai-li⁴

(¹ Chinese Academy of Inspection and Quarantine, Beijing 100029; ² Institute of Agro-food Science & Technology, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100094; ³ Shandong Agricultural University, Taian, Shandong 271018; ⁴ NUCTECH Company Limited, Beijing 100084)

Abstract: The Peach Fruit Moth, *Carposina sasakii* Matsumura, is an important quarantine pest which was mostly concerned by importing countries. In order to compare the radiation effects on preventing adult emergence and the radiotolerance between colonies and generations, the mature larvae of *C. sasakii* were treated with ⁶⁰Co- γ rays, 5 MeV X-rays, and 6 MeV X-rays, respectively, where all the treatments were conducted at the target dose of 60, 80, 100, 120, 140, and 160 Gy with the monitored dose rate of 2.55 ~ 5.5 Gy·min⁻¹. In statistics analysis, data on the Abbott's mortality (non-emergence of adult) were subject to analysis of variation (ANOVA), the results showed that 160 Gy lead 100% mortality to adult stage, and the eclosion rate decreased significantly with the increase of dose, but there was no significant difference in the Abbott's mortality when irradiated at the same doses that provided by any of gamma rays, or 5 MeV X-rays, or 6 MeV X-rays. In addition, there was no significant difference in the Abbott's mortality when the same doses were applied to the mature larvae of apple colony (13th and 20th generation) and hawthorn colony (6th generation). The minimum absorbed doses (ED₉₉ and ED_{99.9968}) for preventing adult emergence, which were widely used in phytosanitary irradiation and estimated through probit analysis by POLO software (LeOra Software), were quite close in all the treatments (range of mean value: ED₉₉ 152.4 ~ 159.2 Gy; ED_{99.9968} 195.2 ~ 208.7 Gy). Thus, we could conclude that there were equal biological effects on preventing adult emergence among Cobalt-60 gamma rays, 5 MeV X-rays, and 6 MeV X-rays, and there were also close radiotolerance in hawthorn colony and different generations of apple colony. As the mature larvae is the most tolerant larval stages in host fruits, then the minimum absorbed dose of 200 Gy could be suggested for phytosanitary irradiation of any fresh fruits contaminated with the larvae of peach fruit moth.

Key words: *Carposina sasakii*; Peach Fruit Moth; Mature larvae; Irradiation; γ rays; X-rays