

植物检疫处理技术小组(TPPT)对辐射处理的评估总结报告
(植物检疫处理技术小组会议报告附件 2,
2006 年 12 月 4 至 8 日, 2007 年 6 月 5 日修改)

1. 序 言

植物检疫处理技术小组(植检处理技术组)对提出的针对不同生物种类/货物组合的辐射处理方法进行了审议。植检处理技术组使用清单对提出的处理方法进行评估,以确定是否符合国际植物检疫措施标准植物检疫处理草案第 3 节中所列要求。通过和辐射专家充分讨论处理并查阅已发表的文献(第 4 节),制定了处理时间表。处理时间表对处理进行了描述,并指明了影响处理适用性的关键因素。

2. 对提出的辐射处理的总体考虑

2.1 将处理外推到所有水果和蔬菜

植检处理技术组考虑了提交的针对昆虫的辐射处理方法是否可外推应用于所有可能作为目标有害生物寄主的水果和蔬菜。

处理技术组确信,已提交的处理可有效地应用于所有水果和蔬菜。这一推断是基于辐射处理的应用经验和对墨西哥按实蝇(*Anastrepha ludens*)、加勒比按实蝇(*A. suspensa*)和昆士兰果实蝇(*Bactrocera tryoni*)研究所得的证据。(Bustos 等, 2004; Gould 和 von Windeguth, 1991; Hallman 和 Martinez, 2001; Jessup 等, 1992; von Windeguth, 1986; von Windeguth 和 Ismail, 1987)。

然而,植检处理技术组认为,并非所提交的目标有害生物的所有可能的水果和蔬菜寄主的处理有效性都已进行过检验。将辐射处理外推应用于所有水果和蔬菜是基于一个事实,即辐射量测定系统测定的是目标有害生物吸收的确切的辐射剂量。因此,货物种类和有害生物吸收的剂量没有关系。举例来讲,这一点已经为前面所提及的果实蝇类及其他几种有害生物(全部为蛀食性害虫,不暴露于空气中,因而可能受每一果实内部特定条件的影响)所作的研究证明。这些研究显示,在不同货物中以及在天然或人工饲料中进行辐射处理,有害生物产生的反应没有区别。如果有证据表明,将处理外推应用于这些目标有害生物的所有寄主是错误的,则应重新审议这些处理。

2.2 将处理外推到种内的所有种群

植检处理技术组考虑了提交的辐射处理是否可以外推应用于有关的目标有害生物的所有品系和生物型。

植检处理技术组确信,提交的所有辐射处理可以有效地应用于目标有害生物的所有品系和生物型。这一推断基于,没有公开的证据表明,不同亚种和生物型对辐射的抵抗力存在显著差异,包括 Hallman (2003) 对同一目标有害生物不同品系的比较研究。植检处理技术组同时认可,推荐的最低剂量高于其他情况下要求的剂量,应说明种内抵抗力可能存在微小差异。

然而,植检处理技术组认为,并未对提交的目标有害生物的所有潜在的品系和生物型都作了处理效能的检测。如果有证据表明,处理外推应用于所有品系和生物型是错误的,则应重新审议这些处理。

2.3 确定目标有害生物抵抗力最强的生命阶段

植检处理技术组注意到，当测量同一目标时（如阻止成虫羽化），昆虫对辐射抵抗力最强的生命阶段是最老熟的阶段。处理只需对贸易货物中可能遇到的这些生命阶段有效则可。

2.4 环境条件的影响

植检处理技术组考虑了提交的辐射处理是否可外推应用于正常贸易情况下可能遇到的所有环境条件下所作的处理。

植检处理技术组确信，将效能外推到所有可能温度的适用于已提交的辐射处理。这一推断是基于辐射处理的操作经验以及对苹果实蝇研究所获得的证据(Hallman, 2004b)。

植检处理技术组注意到，缺氧条件（氧不足）可能影响辐射处理效能。除非辐射处理已被确认在缺氧条件下有效，植检处理技术组认为，为了达到规定的处理效能，辐射处理不能用于在改变了的空气中储存的水果和蔬菜。

2.5 有效剂量（ED）的计算

基于处理的目标有害生物的总数量，植检处理技术组计算了 95%置信水平下每一处理的有效剂量。有关有效剂量计算的更多信息可见于 Couey 和 Chew (1986)的一份文献。

2.6 辐射的非目标效果

植检处理技术组认为，会议审议的辐射处理唯一潜在的重要非目标效果是对商品质量的影响。提交的研究表明，指定的剂量对测试货物会产生极小的负面影响。有些情况下，研究表明辐射处理可以通过延长保存期提高产品质量。然而，植检处理技术组已建议将处理外推应用于所有的水果和蔬菜，包括那些未经试验或已表明受相对较低辐射剂量负面影响的品种。植检处理技术组因此建议，在批准一种辐射处理前，国家植物保护机构可能希望考虑该处理的所有可能的非目标效果。

3. 对提出的每一特定处理的详细审议

植检处理技术组对提出的处理作出以下特定结论。

3.1 墨西哥按实蝇 (*Anastrepha ludens*) 的辐射处理

植检处理技术组注意到，Hallman 和 Martinez (2001)的一份文献提供的数据支持 70Gy 的最低吸收剂量。

该处理时间表已被植检处理技术组批准 (2007-草案-处理-01)。

3.2 西印度按实蝇 (*Anastrepha obliqua*) 的辐射处理

有三份文献支持提出的处理(Bustos 等, 2004; Hallman 和 Martinez, 2001; Hallman 和 Worley, 1999)。最初有些担心，认为阻止该虫羽化所要求的辐射水平设定得太低。然而，资料显示，对辐射抵抗力更强的墨西哥按实蝇的三龄幼虫的羽化可被 69Gy 完全阻止，因而支持对西印度按实蝇 70Gy 的处理剂量。

该处理时间表已被植检处理技术组批准(2007-草案-处理-02)。

3.3 暗色实蝇 (*Anastrepha serpentina*) 的辐射处理

有一份文献支持最低吸收剂量为 100Gy 的处理要求(Bustos 等, 2004)。在验证实验中，经 100Gy 辐射后，100,000 多头三龄幼虫的羽化被完全阻止。

该处理时间表已被植检处理技术组批准(2007-草案-处理-03)。

3.4 扎氏果实蝇 (*Bactrocera jarvisi*) 的辐射处理

效能数据是基于 Heather 等 (1991) 的一篇文献。在该研究中, 接受 75Gy 的目标辐射剂量后, 没有一只成虫从大约 153, 814 头三龄幼虫及 110, 935 个卵中羽化出来。可以观察到, 大量经过辐射的卵和幼虫发育到了蛹的阶段。剂量测定显示, 昆虫吸收的剂量在 74Gy 到 101Gy 之间。然而, 作者们指出, 101Gy 的辐射剂量高估了要求的最低剂量。根据作者的观点以及该研究测定的大幅度的剂量范围, 植检处理技术组认为 101Gy 超出了 95% 的置信水平, 因此同意 100Gy 足以满足实际应用条件下的最低剂量。

该处理时间表已被植检处理技术组批准(2007-草案-处理-04)。

3.5 昆士兰果实蝇 (*Bactrocera tryoni*) 的辐射处理

效能数据基于 Heather 等 (1991) 的一篇文献。在该实验中, 接受 75Gy 的目标剂量的辐射后, 没有一只成虫从大约 138, 635 头三龄幼虫及 200, 000 多个卵中羽化出来。可以观察到, 大量经过辐射的卵和幼虫发育到了蛹期。剂量测定显示, 昆虫吸收的剂量在 74Gy 到 101Gy 之间。然而, 作者指出, 101Gy 高估了要求的最低剂量。

根据作者的观点及该研究测定的大幅度的剂量范围, 植检处理技术组认为, 101Gy 超出了 95% 的置信水平, 因此同意 100Gy 足以满足实际应用条件下的最低剂量要求。

该处理时间表已被植检处理技术组批准(2007-草案-处理-05)。

3.6 李象鼻虫 (*Conotrachelus nenuphar*) 的辐射处理

植检处理技术组注意到, 有一篇文献支持提出的处理 (Hallman, 2003)。该研究已在这一有害生物的两个品系上 (北方和南方品系) 进行。以 80Gy 的目标剂量对 25, 000 只抵抗力更强的南方品系成虫进行辐射处理, 彻底阻止了它们的繁殖。92Gy 是该研究中的最大吸收剂量, 因而被这一处理选定。

植检处理技术组注意到, 该处理的预期目的是阻止成虫繁殖, 这就意味着货物中可能存在活的幼虫、蛹和成虫。

该处理时间表已被植检处理技术组批准(2007-草案-处理-06)。

3.7 苹果蠹蛾 (*Cydia pomonella*) 的辐射处理

植检处理技术组审议了支持提出的处理的研究 (Mansour, 2003)。植检处理技术组注意到, 该研究是在苹果和人工饲料上进行的, 但提供了人工饲料和水果上等效的支持证据。

该处理时间表已被植检处理技术组批准(2007-草案-处理-07)。

3.8 甘薯蚁象 (*Cylas formicarius elegantulus*) 的辐射处理

植检处理技术组审议了针对甘薯蚁象的辐射处理。植检处理技术组注意到, 一项早期的研究 (Hallman, 2001) 确定 150Gy 的剂量有效。然而, Follett (2006) 证明 140Gy 有效, 植检处理技术组同意后一结论。

植检处理技术组注意到, 该处理的预期目的是阻止 F1 代成虫, 这就意味着货物中可能存在活的卵、幼虫、蛹和/或成虫。

该处理时间表已被植检处理技术组批准(2007-草案-处理-08)。

3.9 甘薯象鼻虫 (*Euscepes postfasciatus*) 的辐射处理

Follett (2006)的一篇文献中提供的数据支持提交的处理。该研究测定的最大剂量为 145Gy, 植检处理技术组同意将其作为该种有害生物的最低吸收剂量。

植检处理技术组注意到, 该处理的预期目的是阻止 F1 代成虫, 这意味着货物中可能存在活的卵、幼虫、蛹和/或成虫。

该处理时间表已被植检处理技术组批准(2007-草案-处理-09)。

3.10 实蝇科 (Tephritidae) 实蝇的辐射处理 (通用)

植检处理技术组注意到, 对 18 种实蝇科昆虫进行的辐射处理研究支持 150Gy 的通用剂量。这些种包括: 南美按实蝇 (*Anastrepha fraterculus*)、墨西哥按实蝇 (*A. ludens*)、西印度按实蝇 (*A. obliqua*)、暗色实蝇 (*A. serpentina*)、中美按实蝇 (*A. striata*)、加勒比按实蝇 (*A. suspensa*)、黄瓜果实蝇 (*Bactrocera cucumis*)、瓜实蝇 (*B. cucurbitae*)、橘小实蝇 (*B. dorsalis*)、扎氏果实蝇 (*B. jarvisi*)、辣椒实蝇 (*B. latifrons*)、昆士兰果实蝇 (*B. tryoni*)、桃实蝇 (*B. zonata*)、地中海实蝇 (*Ceratitis capitata*)、西部樱桃实蝇 (*Rhagoletis indifferens*)、蓝橘绕实蝇 (*R. mendax*)、苹果实蝇 (*R. pomonella*) 和番木瓜长尾实蝇 (*Toxotrypana curvicauda*)。

植检处理技术组认为, 尽管并非所有的实蝇科昆虫已经被试验, 文献涉及的种代表了绝大多数具有经济重要性的实蝇 (如 2004 年果实蝇技术植检处理技术组会议所确定)。植检处理技术组同意, 除非有相反的证据出现, 这些种应被认为可以代表实蝇科。

一些早期研究显示, 作为通用剂量, 吸收剂量至少要高于 150Gy。然而, 更多最近发表的文献已充分证明, 最低吸收剂量不要求高于 150Gy。特别是, 联合国粮农组织/国际原子能组织 联合组在过去几十年内实施的几个联合研究项目, 和联合国粮农组织/国际原子能组织 2004 年召开的顾问会议支持 150Gy 作为实蝇科昆虫的通用剂量。

关于效能水平, 植检处理技术组建议, 该处理应被认为, 至少和 150Gy 下对实蝇所做的验证实验的最低效能水平一样有效。该实验的对象是瓜实蝇 (ED_{99.9968}) (Follett & Armstrong, 2004)。

该处理时间表已被植检处理技术组批准(2007-草案-处理-10)。

3.11 梨小食心虫 (*Grapholita molesta*) 的辐射处理

植检处理技术组审议了支持提出的针对梨小食心虫的辐射处理的资料(Hallman, 2004a)。该研究在正常和缺氧的情况下对受侵染的苹果果实进行处理。植检处理技术组认为, 这一提交方案应产生两个处理时间表, 一个用于正常的空气条件下的处理, 另一个用于缺氧的条件下的处理。植检处理技术组认为, 两个时间表都很重要, 因为他们适用于不同的操作条件 (例如, 苹果经常在缺氧的条件下储存)。

植检处理技术组注意到, 在缺氧条件下经过处理, 还可能发现该种成虫。这是由于预期的结果是阻止产卵, 而非阻止成虫羽化。

该处理时间表已被植检处理技术组批准(2007-草案-处理-11 和 2007-草案-处理-12)。

3.12 甘薯茎螟 (*Omphisa anastomosalis*) 的辐射处理

Follett (2006)的一篇文献提供的数据支持提出的处理。该研究中测定的最大剂量为 148Gy, 植检处理技术组同意 150Gy 为该种所需的最低吸收剂量。

植检处理技术组注意到, 该处理的预期结果为阻止 F1 代成虫, 这就意味着货物中可能存在活的卵、幼虫、蛹和/或成虫。

该处理时间表已被植检处理技术组批准(2007-草案-处理-13)。

3.13 苹果实蝇 (*Rhagoletis pomonella*) 的辐射处理

植检处理技术组注意到, 提出的处理是针对一种温带的实蝇。因为温带实蝇可以滞育, 要求的反应不能是阻止成虫羽化。对这一种, 要求的反应是阻止显态蛹的发育。有两篇文献支持提出的处理(Hallman 和 Thomas, 1999; Hallman, 2004b)。在这些研究中, 37, 890 头三龄幼虫接受最大剂量为 57Gy 的辐射处理后, 无一完成蛹期发育。因此建议最低吸收剂量为 60Gy。

该处理时间表已被植检处理技术组批准(2007-草案-处理-14)。

4. 参考资料

Bustos, M. E., Enkerlin, W., Reyes, J. & Toledo, J. 2004. Irradiation of mangoes as a postharvest quarantine treatment for fruit flies (Diptera: Tephritidae). *Journal of Economic Entomology*, 97: 286–292.

Couey, H. M. & Chew, V. 1986. Confidence limits and sample size in quarantine research. *Journal of Economic Entomology*, 79: 887–890.

Follett, P. A. 2006. Irradiation as a methyl bromide alternative for postharvest control of *Omphisa anastomosalis* (Lepidoptera: Pyralidae) and *Eusepes postfasciatus* and *Cylas formicarius elegantulus* (Coleoptera: Curculionidae) in sweet potatoes. *Journal of Economic Entomology*, 99: 32–37.

Follett, P. A. & Armstrong, J. W. 2004. Revised irradiation doses to control melon fly, Mediterranean fruit fly, and Oriental fruit fly (Diptera: Tephritidae) and a generic dose for tephritid fruit flies. *Journal of Economic Entomology*, 97: 1254–1262.

Follett, P. A. & Lower, R. A. 2000. Irradiation to ensure quarantine security for *Cryptophlebia* spp. (Lepidoptera: Tortricidae) in sapindaceous fruits from Hawaii. *Journal of Economic Entomology*, 93: 1848–1854.

Gould, W. P. & von Windeguth, D. L. 1991. Gamma irradiation as a quarantine treatment for carambolas infested with Caribbean fruit flies. *Florida Entomologist*, 74: 297–300.

Hallman, G. J. 2001. Ionizing irradiation quarantine treatment against sweet potato weevil (Coleoptera: Curculionidae). *Florida Entomologist*, 84: 415–417.

Hallman, G. J. 2003. Ionizing irradiation quarantine treatment against plum curculio (Coleoptera: Curculionidae). *Journal of Economic Entomology*, 96: 1399–1404.

- Hallman, G. J. 2004a. Ionizing irradiation quarantine treatment against Oriental fruit moth (Lepidoptera: Tortricidae) in ambient and hypoxic atmospheres. *Journal of Economic Entomology*, 97: 824–827.
- Hallman, G. J. 2004b. Irradiation disinfestation of apple maggot (Diptera: Tephritidae) in hypoxic and low-temperature storage. *Journal of Economic Entomology*, 97: 1245–1248.
- Hallman, G. J. & Martinez, L. R. 2001. Ionizing irradiation quarantine treatments against Mexican fruit fly (Diptera: Tephritidae) in citrus fruits. *Postharvest Biology and Technology*, 23: 71–77.
- Hallman, G. J. & Thomas, D. B. 1999. Gamma irradiation quarantine treatment against blueberry maggot and apple maggot (Diptera: Tephritidae). *Journal of Economic Entomology*, 92: 1373–1376.
- Hallman, G. J. & Worley, J. W. 1999. Gamma radiation doses to prevent adult emergence from immatures of Mexican and West Indian fruit flies (Diptera: Tephritidae). *Journal of Economic Entomology*, 92: 967–973.
- Heather, N. W., Corcoran, R. J. & Banos, C. 1991. Disinfestation of mangoes with gamma irradiation against two Australian fruit flies (Diptera: Tephritidae). *Journal of Economic Entomology*, 84: 1304–1307.
- Jessup, A. J., Rigney, C. J., Millar, A., Sloggett, R. F. & Quinn, N. M. 1992. Gamma irradiation as a commodity treatment against the Queensland fruit fly in fresh fruit. *Proceedings of the Research Coordination Meeting on Use of Irradiation as a Quarantine Treatment of Food and Agricultural Commodities*, 1990: 13–42.
- Mansour, M. 2003. Gamma irradiation as a quarantine treatment for apples infested by codling moth (Lepidoptera: Tortricidae). *Journal of Applied Entomology*, 127: 137–141.
- von Windeguth, D. L. 1986. Gamma irradiation as a quarantine treatment for Caribbean fruit fly infested mangoes. *Proceedings of the Florida State Horticultural Society*, 99: 131–134.
- von Windeguth, D. L. & Ismail, M. A. 1987. Gamma irradiation as a quarantine treatment for Florida grapefruit infested with Caribbean fruit fly, *Anastrepha suspensa* (Loew). *Proceedings of the Florida State Horticultural Society*, 100: 5–7.