

我国甜菜夜蛾核型多角体病毒研究新进展

邵天玉¹, 刘兴龙¹, 刘思竹², 谢维欣³, 王克勤¹

(1. 黑龙江省农业科学院 植物保护研究所, 黑龙江 哈尔滨 150086; 2. 东北林业大学, 黑龙江 哈尔滨 150040; 3. 黑龙江省农业科学院 信息中心, 黑龙江 哈尔滨 150086)

摘要:核型多角体病毒是昆虫病毒中最大的类群,它能够专一性地侵染并杀死一种或者几种农林害虫,并对害虫天敌、环境和人畜无害,是一种值得推广的绿色生物农药。为有效利用绿色生物农药防治病虫害,对我国近几年关于甜菜夜蛾核型多角体病毒的毒力、病毒制剂研究与生产、田间应用及药效试验、增效剂研究、分子生物学等方面进行了阐述,并提出了新的展望和应用需求。

关键词:甜菜夜蛾核型多角体病毒;病毒毒力;病毒制剂研究与生产;田间应用及药效试验;增效剂研究;分子生物学

中图分类号:S511 文献标识码:A 文章编号:1002-2767(2016)01-0162-04 DOI:10.11942/j.issn1002-2767.2016.01.0162

甜菜夜蛾(*Spodoptera exigua* Hiibner)是世界性分布的多食性害虫,甜菜夜蛾核型多角体病毒(*Spodoptera pteraeigui* multicapsid nucleopolyhedrovirus, SeNPV)是一种能有效防治甜菜夜蛾的病原微生物,本文就我国甜菜夜蛾核型多角体病毒的研究现状与应用需求概况进行综述。

1 病毒毒力

苏越^[1]报道了甜菜夜蛾核型多角体病毒 A 分离株(从美国 TTC 公司引进)的形态学观察、宿主范围的测定、活体生物测定及其与甜菜夜蛾核型多角体病毒 B 分离株(从中大生防室引进)的毒力、限制性内切酶图谱等方面进行了比较研究。蒋杰贤等^[2]研究发现在恒温 29℃ 以下,随温度的升高,病死率增加,幼虫病死速率加快,病死持续时间缩短;该病毒的热抑制温度在 27℃ 左右。蒋杰贤^[3]以两种浓度的病毒液感染甜菜夜蛾 4 龄、5 龄幼虫,发现该病毒可通过母体介导(卵内、卵表)和父体(精子)介导 3 种方式传递给子代,造成子代感染。郭慧芳等^[4]研究发现利用斜纹夜蛾多角体病毒 SINVP 和甜菜夜蛾多角体病毒 SeNPV 的异源重组级宿主交替可明显提升甜

菜夜蛾病毒活性。李充璧等^[5]研究发现用 5×10^7 PIB·mL⁻¹ 的重组甜菜夜蛾核型多角体病毒 SeXD1 感染甜菜夜蛾五龄幼虫,并以 $2 \mu\text{g} \cdot \text{头}^{-1}$ 点滴处理效果最佳,其感染死亡率、平均单头病毒含量、病毒总产量分别比对照提高 65.1%、115.0% 和 264.1%,此外还发现 Methoprene 处理不仅延长甜菜夜蛾幼虫历期,增加其取食量,还显著提高幼虫的食物转化率。刘琴等^[6]室内毒力测定表明,在一定范围内,对于 2 龄幼虫,浓度越高,甜菜夜蛾死亡率越高,开始死亡时间越早,全程感染至死亡的天数越短,半致死时间(LT₅₀)为 2.44~5.60 d,致死中浓度 LC₅₀ = 7.11×10^4 PIB·mL⁻¹;以剂量为 2×10^5 PIB·mL⁻¹ 的 SeNPV 样品感染甜菜夜蛾 1~4 龄幼虫,低龄幼虫的死亡高峰期为 4~5 d,全程期为 6~7 d;3 龄以上幼虫死亡高峰期为 7 d 左右,全程期为 10~12 d。徐彩霞等^[7]研究发现在 (25±1)℃ 条件下,病毒浓度为 1×10^7 、 1×10^6 、 1×10^5 、 1×10^4 、 1×10^3 PIB·mL⁻¹ 时,甜菜夜蛾 3 龄幼虫感染 10 d 后的累计死亡率分别为 83.3%、83.3%、86.7%、90.3%、96.7%;病毒浓度为 1×10^6 PIBs·mL⁻¹ 时,在 30℃ 和 35℃ 下,甜菜夜蛾 3 龄幼虫感染 10 d 后的累计死亡率均为 96.7%,在 15℃ 下仅为 53.3%;在 35、30、25、20、15℃ 下,LT₅₀ 分别为 5.0、4.8、5.4、8.8、13.7 d。相比病毒浓度,温度更显著影响甜菜夜蛾病毒的致病力。徐树兰等^[8]研究发现对于 3 龄甜菜夜蛾幼虫,半致死浓度(LC₅₀)为 1.66×10^5 PIB·mL⁻¹,并计算出 1×10^8 、 1×10^7 、 1×10^6 PIB·mL⁻¹ 3 种浓度的半致死时间(LT₅₀)分别为

收稿日期:2015-10-12

基金项目:农作物重大病虫害(玉米螟)专业化统防统治技术应用资助项目(2014DB3BN028)

第一作者简介:邵天玉(1981-),男,吉林省农安县人,博士,助理研究员,从事昆虫分类及农业害虫防治研究。E-mail:shaotianyusty@ sina.com。

通讯作者:王克勤(1966-),女,硕士,研究员,从事农业害虫防治研究。E-mail:wang.keqin@163.com。

3.95、4.47、5.35 d。

2 病毒制剂研究与生产

李广宏等^[9]研究获得甜菜夜蛾核多角体病毒高产优化的人工饲料组合方案为酵母粉 7 g, 黄豆粉 14 g 和麦麸 6 g。温小昭等^[10]研究发现利用甜菜夜蛾日本品系幼虫增殖 SeNPV 产量最高, 其平均单头病毒含量分别比广州品系和荷兰品系高 19.6% 和 53.3%; 病毒总含量分别高 20.4% 和 116.7%, 确定了利用甜菜夜蛾增殖 SeNPV 的最佳条件为 $27 \pm 1^\circ\text{C}$ 下用 $1 \times 10^8 \text{ PIB} \cdot \text{mL}^{-1}$ 的 SeNPV 感染 5 龄初幼虫, 并按 $30 \text{ 头} \cdot \text{dm}^{-2}$ 的密度饲养产量最高。汤历等^[11]研制了一种环境友好型农药制剂 $1 \times 10^9 \text{ PIB} \cdot \text{mL}^{-1}$ 甜菜夜蛾核型多角体病毒悬浮剂最优配方为: SeNPV $1 \times 10^9 \text{ PIB} \cdot \text{mL}^{-1}$ 、农乳 500[#] 3%、NNO 2%、白炭黑 1.5%、黄原胶 0.2%、硅酸铝镁 1%、苯甲酸钠 0.3%、乙二醇 3%、有机硅消泡剂 0.2%、余量水。徐树兰等^[12]研究发现感染浓度为 $1 \times 10^8 \text{ PIB} \cdot \text{mL}^{-1}$ 、感染龄期为 5 龄初幼虫、饲养密度为 $30 \text{ 头} \cdot \text{dm}^{-2}$ 时获得的病毒产量最高。

3 田间应用及药效试验

张俊杰等^[13]研究发现提纯的甜菜夜蛾病毒对二龄、三龄甜菜夜蛾的 LC_{50} 分别为 6.6×10^4 、 $2.6 \times 10^5 \text{ PIB} \cdot \text{mL}^{-1}$ 。刘劲军等^[14]研究发现宿主幼虫虫龄与其对病毒的敏感性呈显著负相关, 虫龄越小, 对病毒的敏感性越高; 低浓度病毒 ($8.24 \times 10^4 \text{ PIB} \cdot \text{mL}^{-1}$) 感染 1~3 龄幼虫, 患病率达 89% 以上, 患病个体死亡率达 94% 以上; 高浓度病毒 ($8.24 \times 10^6 \text{ PIB} \cdot \text{mL}^{-1}$) 能导致 89.6% 以上高龄幼虫死亡。王节萍等^[15]研究发现 AcNPV 对四龄甜菜夜蛾幼虫的致死中浓度为 $9.1 \times 10^6 \text{ PIB(多角体)} \cdot \text{mL}^{-1}$ 。谭春丽等^[16]研究发现 $6 \times 10^{10} \text{ PIB} \cdot \text{g}^{-1}$ 棉铃虫核型多角体病毒防治甜菜夜蛾, 效果都在 85% 以上, 与 4.5% 高效氯氰菊酯相比起效慢, 但是持效期长。吴永祥等^[17]引进新型生物杀虫剂甜菜夜蛾核型多角体病毒悬浮剂, 并开展了防治甜菜夜蛾的田间药效试验, 取得了很好的效果。徐树兰^[18]利用 $1 \times 10^9 \text{ PIB} \cdot \text{mL}^{-1}$ 甜菜夜蛾核型多角体病毒, 田间用量为 $1 \ 125 \sim 1 \ 500 \text{ g} \cdot \text{hm}^{-2}$, 药后 5 d 对甜菜夜蛾幼虫的防效可达 80% 以上, 药后 10 d 防效仍高达 70% 以上, 具有极好的持效性。而该药剂对菜田蜘蛛等天敌影

响的统计表明, 其对蜘蛛种群影响较小, 当试验药剂和对照药剂用量为 $1 \ 125 \text{ g} \cdot \text{hm}^{-2}$ 时, 药后 5 d 和 10 d, 百株甘蓝上蜘蛛的减退率分别为 1.2% 和 0.5%, 显著低于对照药剂 3% 高效氯氰菊酯 $\cdot 10^7 \text{ PIB} \cdot \text{mL}^{-1}$ 甜菜夜蛾核型多角体病毒悬浮剂处理区的减退率。李艳丽等^[19]利用 $3 \times 10^9 \text{ PIB} \cdot \text{mL}^{-1}$ 甜菜夜蛾核型多角体病毒 SC750 倍液对甜菜夜蛾防效达 82%。徐爱仙^[20]利用 $3 \times 10^{10} \text{ PIB} \cdot \text{g}^{-1}$ 甜菜夜蛾核型多角体病毒对甜菜夜蛾有较好的防治效果, 且持效期较长, 建议在害虫发生高峰期配合高效低毒低残留农药使用。蒋杰贤等^[21]在实验室研究发现饲毒浓度在 $1.14 \times 10^8 \text{ PIB} \cdot \text{mL}^{-1}$ 以上时, 防效达 97%; 饲毒后 1~8 d, 致死中浓度 LC_{50} 在 $8.471 \ 8 \times 10^5 \sim 2.609 \ 5 \times 10^{12} \text{ PIBs} \cdot \text{mL}^{-1}$; 在饲毒浓度范围内, 半致死时间 LT_{50} 为 1.98~6.99。刘悦秋等^[22]在大田作物如棉花、大豆、窝苣、番茄及一些园艺植物上进行了防治试验, 结果表明其杀虫效果接近高效低毒新型化农药。

4 增效剂研究

刘悦秋等^[22]研究发现, 将病毒与 Bt 按一定的配比混合使用, 具有明显的增效作用。杨欣等^[23]筛选得到了对甜菜夜蛾核型多角体病毒具有较强增效作用药剂-虫酰肼, 并采用等效线法获得了两者的最佳配比为 15:2, 为联合应用这两种药剂开发新型生物杀虫剂提供了参考。利广规等^[24]研究发现在 0.25%~1.00% 的浓度范围内, 随着荧光增白剂 OB 浓度的增加, 其对甜菜夜蛾核型多角体病毒的增效作用不断升高, 最高增效倍数达 110.2 倍, 而在二至四龄幼虫上, 荧光增白剂 OB 对甜菜夜蛾核型多角体病毒的增效作用随甜菜夜蛾虫龄的增大而降低。

5 分子生物学研究

5.1 SeNPV 基因组结构分析

李充璧等^[25]通过鸟枪法克隆了甜菜夜蛾核型多角体病毒 (SeMNPV) 基因组 DNA *EcoR* I 酶切的 2.2 kb 片段。序列分析表明, 该片段含有 *gp37* 基因。段媛媛等^[26]采用 PCR 技术扩增了甜菜夜蛾核型多角体病毒的约 1.3 kb 片段, 通过将该片段亚克隆至原核表达载体 pET-28 构建出重组表达质粒 pET-Se39, 以 pET-Se39 转化至 *E. coli* BL21. 经 IPTG 诱导后, *SeMNPV* *vp39* 基

因高效表达。张俊杰^[27]对甜菜夜蛾核型多角体病毒生物测定结果表明,其对二龄、三龄甜菜夜蛾的 LC_{50} 分别为 6.6×10^4 和 2.62×10^5 PIB·mL⁻¹, 序列测定结果表明该病毒与美洲分离株的多角体基因完全相同,几丁质酶基因的核苷酸和氨基酸同源性分别达到 98.8% 和 99.3%。段媛媛等^[28]利用 DNA 重组技术,将杆状病毒极早期基因 *ie1* 启动子基因克隆至重组质粒 pGEM-Se39 中,成功地构建了重组真核表达质粒 pGEM-IE1-Se39。杨凯等^[29]获得 1 株基因型较为均一且具完整基因组命名为 Se-4 的克隆株,序列分析结果为核多角体病毒 II 组的 non-hr 在病毒复制过程中具有重要作用的观点提供了体外实验的证据。杨凯等^[30]研究发现甜菜夜蛾核多角体病毒基因组 13.7~21.6 m. u. 区域是 SeMNPV 的重组热点区。并以 SeMNPV 美国分离株 SeUS1 为模板,长片段 PCR 对 SeUS1 的 13.7~21.6 m. u. 区域扩增,得到 11.3、2.0 和 0.7 kb 3 个片段。李玲玲等^[31]成功克隆并高效表达了甜菜夜蛾多角体病毒 Se100 和 Se101 两个基因,有效纯化了两种蛋白,为深入进行基因的功能研究奠定了基础。姚立等^[32]对甜菜夜蛾核型多角体病毒美国分离株(eSMNPV-M)和中国分离株(eSMNPV-Z)的基因组 DNA 经 *Bam*H I, *Eco*R I, *Eco*R V, *Hind* III, *Pst* I, *Sac* I 和 *Xho* I 核酸限制内切酶分析,显示两个分离株存在一定差别,但差异不十分明显,并发现 eSMNPV-M 分离株 *hV* I 扩增产物是两条等分子量的 DNA 片段,分子大小约为 1.5 kb 和 1.4 kb,显示它由两个基因型组成。李充壁等^[33]对甜菜夜蛾核型多角体病毒是对甜菜夜蛾专性的杆状病毒 *egt* 基因与 7 种核多角体病毒及 1 种颗粒体病毒 *egt* 基因的同源性比较显示,SeMNPV_{egt} 基因与核多角体病毒 *egt* 序列同源性较高,其中与黄地老虎核型多角体病毒(AsNPV)同源性最高。李赛男等^[34]对甜菜夜蛾核多角体病毒蛋白序列比对结果表明,SE29 与棉铃虫单核衣壳核多角体病毒(*Helicoverpa armigera* single nucleocapsid nucleopolyhedrovirus, HaSNPV) ORF128 (Ha128) 的编码蛋白(HA128)具有较高的同源性,其在病毒侵染过程中的作用值得关注。

5.2 SeNPV 部分基因的克隆及功能分析

吴福泉等^[35]证明了 SeNPV 感染非寄主细胞

并在其中复制病毒 DNA 的可能性。张海元^[36]研究了甜菜夜蛾核型多角体病毒的两个分离株(SeMNPV-M, SeMNPV-Z)的生物活性,蛋白特性;完成了组织蛋白酶基因的原核表达、生物功能以及基因序列测定与分析。牛国栋等^[37]对甜菜夜蛾核多角体病毒泛素基因 *ubiquitin* 被克隆和序列分析,结果显示,病毒中的泛素与真核细胞中的泛素相比较,泛素的氨基酸序列有较大的变化,杆状病毒的泛素基因在分子进化上可能有比较独特的途径。张海元等^[38]对甜菜夜蛾核型多角体病毒中国株(MNPV-Z)超氧化物歧化酶基因(*sod*)业已被克隆及在大肠杆菌中进行了表达,证明了 SeMNPV-Z 的 *sod* 基因产物确有 SOD 活性。罗开珩等^[39]用生命表方法和 PCR 检测研究了甜菜夜蛾核型多角体病毒对拟澳洲赤眼蜂的影响。结果发现 SeMNPV 对拟澳洲赤眼蜂成蜂并无明显影响,体内携带病毒的亲代蜂并不能将病毒传给子代。王成燕等^[40]研究发现,SeNPV 和 SeNPV 在共同经口侵染甜菜夜蛾后,产生能成功侵染甜菜夜蛾和斜纹夜蛾的宿主域扩大重组病毒(SI-NPV-1)株系,其对斜纹夜蛾的致死中浓度(LC_{50})与 SeNPV 间无显著差异,同时 SI-NPV-1 对甜菜夜蛾的侵染力显著低于 SeNPV。SI-NPV-1 株系的超微结构与 SeNPV 无显著差异,并发现 SI-NPV 和 SeNPV 混合侵染活体宿主后,能产生对斜纹夜蛾和甜菜夜蛾都具有侵染活性的宿主域扩大重组病毒。

6 讨论

用甜菜夜蛾核型多角体病毒防治甜菜夜蛾取得令人瞩目的成果,但是在生产甜菜夜蛾核型多角体病毒的过程中,甜菜夜蛾幼虫一旦感染核型多角体病毒就无法得到有效控制,而如何在甜菜夜蛾人工饲料中添加某种成分来缓解或消除甜菜夜蛾核型多角体病毒的传播和扩散尚有待于进一步研究。

参考文献:

- [1] 苏越,彭建新,余泽华,等. 两株甜菜夜蛾核型多角体病毒的研究[J]. 中国病毒学,2000(S1):235.
- [2] 蒋杰贤,王冬生,曾爱平,等. 温度对甜菜夜蛾核型多角体病毒流行的影响[J]. 生态学报,2004(8):1726-1733.
- [3] 蒋杰贤,曾爱平,季香云,等. 甜菜夜蛾核型多角体病毒在宿主种群中的垂直传播研究[J]. 昆虫学报,2005(6):922-927.
- [4] 郭慧芳,方继朝,谢霖轮. 甜菜夜蛾和斜纹夜蛾核多角体病

- 毒的生物增效作用研究[C]//中国植物保护学会.植物保护科技创新与发展——中国植物保护学会2008年学术年会论文集,北京:中国植物保护学会,2008.
- [5] 李充璧,蔡毅,丁春钦,等.保幼激素类似物对重组甜菜夜蛾核多角体病毒 SeXD1 增殖的影响[J].中国生物防治,2009(3):209-214.
- [6] 刘琴,徐健,殷向东,等.甜菜夜蛾核型多角体病毒对甜菜夜蛾幼虫的毒力测定[J].江苏农业科学,2006(1):60-61.
- [7] 徐彩霞,韩日畴.不同温度和浓度下核型多角体病毒对甜菜夜蛾的致病力[J].长江蔬菜,2010(18):13-15.
- [8] 徐树兰,李辉,陈其津.甜菜夜蛾核型多角体病毒的致病力测定与群养对病毒产量的影响[J].长江蔬菜,2010(18):10-12.
- [9] 李广宏,陈其津,庞义.人工饲料成分对甜菜夜蛾核多角体病毒产量的影响[J].昆虫学报,2000(4):356-363.
- [10] 温小昭,李广宏,陈其津,等.利用甜菜夜蛾日本品系增殖核多角体病毒[J].中国生物防治,2003(1):19-22.
- [11] 汤历,江敏华,徐树兰,等.10亿 PIB·mL⁻¹甜菜夜蛾核型多角体病毒悬浮剂的配方研制与应用[J].广东农业科学,2011(15):65-67.
- [12] 徐树兰,李辉,陈其津.甜菜夜蛾核型多角体病毒的致病力测定与群养对病毒产量的影响[J].长江蔬菜,2010(18):10-12.
- [13] 张俊杰.甜菜夜蛾核多角体病毒中国分离株的分离鉴定及分子生物学研究[D].武汉:中国科学院武汉病毒研究所,2001.
- [14] 刘劲军,蒋杰贤,游兰韶.不同虫龄甜菜夜蛾幼虫实验种群对核型多角体病毒的敏感性[J].湖南农业大学学报:自然科学版,2004(1):40-42.
- [15] 王节萍,方继朝,郭慧芳,等.苜蓿银纹夜蛾核多角体病毒对甜菜夜蛾幼虫及成虫的影响[J].江苏农业学报,2005(1):40-44.
- [16] 谭春丽,王燕,吕岩,等.棉铃虫核型多角体病毒防治甜菜夜蛾药效试验[J].河南农业,2009(15):19.
- [17] 吴永祥,陆致平.甜菜夜蛾核型多角体病毒悬浮剂对甜菜夜蛾的控制研究[J].上海蔬菜,2010(6):48-49.
- [18] 徐树兰.10亿 PIB·mL⁻¹甜菜夜蛾核型多角体病毒悬浮剂防治甘蓝甜菜夜蛾的效果及对天敌昆虫的影响[J].广东农业科学,2011(12):87-88.
- [19] 李艳丽,潘进军,贾晴蔚,等.甜菜夜蛾核型多角体病毒生物杀虫剂防治甜菜夜蛾田间药效试验[J].华中昆虫研究,2012(8):147-149.
- [20] 徐爱仙.甜菜夜蛾核型多角体病毒防治蔬菜甜菜夜蛾田间药效试验[J].长江蔬菜,2013(6):50-51.
- [21] 蒋杰贤,胡颂平,季香云,等.甜菜夜蛾核型多角体病毒对宿主种群的控制作用[J].植物保护学报,2004(4):383-389.
- [22] 刘悦秋,江幸福.甜菜夜蛾无公害防治技术[J].农资科技,2001(4):21-22.
- [23] 杨欣,徐树兰,梁卿,等.复合型甜菜夜蛾核型多角体病毒杀虫剂配方的筛选[J].广东化工,2014(1):47-48.
- [24] 利广规,杨欣,徐树兰,等.荧光增白剂 OB 对甜菜夜蛾核型多角体病毒增效作用的研究[J].广东农业科学,2013(15):101-103.
- [25] 李充璧,闫庆生,李朝飞,等.甜菜夜蛾核多角体病毒(SeMNPV)gp37 基因的克隆及序列分析[J].中山大学学报:自然科学版,2001(3):70-73.
- [26] 段媛媛,杨成丽,刘德立,等.甜菜夜蛾多核壳型核型多角体病毒 vp39 基因的克隆与表达(英文)[J].华中师范大学学报:自然科学版,2001(2):214-218.
- [27] 张俊杰,李茂俭,未荣杰,等.甜菜夜蛾核型多角体病毒中国分离株的分离鉴定及毒力测定[J].中国病毒学,2001(4):73-75.
- [28] 段媛媛,杨成丽,周建刚,等.甜菜夜蛾核型多角体病毒 vp39 基因重组真核表达质粒的构建及鉴定[J].华中师范大学学报:自然科学版,2002(3):345-347,352.
- [29] 杨凯,PIJL MAN Gorben,于涓,等.甜菜夜蛾核多角体病毒在离体细胞中连续传代时重复 DNA 片段的产生和分析[J].生物化学与生物物理学报,2002(5):608-614.
- [30] 杨凯,代小江,彭亚玲,等.甜菜夜蛾核多角体病毒基因组 13.7~21.6 m. u. 区域的分析[J].中山大学学报:自然科学版,2003(5):54-58.
- [31] 李玲玲,李朝飞,庞义.甜菜夜蛾核多角体病毒(SeMNPV)ORF100 和 ORF101 基因的克隆、表达与纯化[J].生物技术,2007(5):21-24.
- [32] 姚立,梅小伟,刘海良,等.两个甜菜夜蛾核型多角体病毒分离株的基因型比较[C]//湖北省昆虫学会、湖南省昆虫学会、河南省昆虫学会.华中昆虫研究(第五卷).湖北省昆虫学会、湖南省昆虫学会、河南省昆虫学会,2008.
- [33] 李充璧,李广宏,冯笑珍,等.甜菜夜蛾核多角体病毒 SeMNPVegt 基因的克隆及序列分析[J].中国生物工程杂志,2008(S1):39-45.
- [34] 李赛男,李充璧,龚敬文,等.甜菜夜蛾核多角体病毒 Se29 基因的克隆与序列分析[J].安徽农业科学,2011(14):8520-8523.
- [35] 吴福泉,蔡月仙,廖森泰,等.甜菜夜蛾核型多角体病毒(SeNPV)对家蚕细胞株(BmN)的感染[J].中国病毒学,2000(S1):70-74.
- [36] 张海元.甜菜夜蛾核型多角体病毒(SeNPV)的研究及宿主中相关基因的分析[D].武汉:中国科学院研究生院(武汉病毒研究所),2004.
- [37] 牛国栋.甜菜夜蛾核多角体病毒泛素基因的分子进化及功能研究[D].武汉:中国科学院研究生院(武汉病毒研究所),2003.
- [38] 张海元,牛国栋,洪靖君,等.甜菜夜蛾核多角体病毒 sod 基因的克隆及原核表达[J].中国病毒学,2003(6):64-68.
- [39] 罗开珩,张古忍,古德祥,等.甜菜夜蛾核型多角体病毒对拟澳洲赤眼蜂的影响:种群参数比较和 PCR 检测[J].昆虫学报,2005(1):57-60.
- [40] 王成燕,钟万芳,刘宝生,等.斜纹夜蛾和甜菜夜蛾核型多角体病毒异源重组后的变异[J].江苏农业学报,2012(5):986-990.

钙果国内繁殖技术研究综述

黄 鹏

(河南省林业科学研究院,河南 郑州 450008)

摘要:钙果是我国特有的灌木树种,果实含钙量高,具有广阔的发展前景,如何快速高效育苗是生产中急需解决的问题。通过查阅相关资料,综述了国内有关钙果嫁接、扦插、组培和分株繁殖育苗的研究进展,提出了钙果育苗的建议,即钙果不宜采用嫁接繁殖;分株繁殖移栽苗成活率较低,在生产上没有广泛推广;组培繁殖成本较高,较难推广应用;扦插繁殖可以大面积繁殖优质钙果苗木,而且可以降低建立钙果园的成本,可考虑在生产中推广应用。

关键词:钙果;嫁接;扦插;组培;分株

中图分类号:S662.5 **文献标识码:**A **文章编号:**1002-2767(2016)01-0166-04 **DOI:**10.11942/j.issn1002-2767.2016.01.0166

钙果即欧李(*Prunus humilis* Bunge),属蔷薇科樱桃属矮小灌木,是集营养、保健、生态于一体的多功能果树,是我国特有的灌木树种,具有适应性广、丰产性强、果实含钙量高、经济效益显著等特点,是很有发展前景的第三代果树,目前尚未在国内大面积推广种植。钙果作为矮小灌木,其繁殖技术与苹果、梨等大宗水果相比有其自身的特点,钙果生产上育苗大多采用成本较低的种子播种进行实生繁殖,但存在明显的繁殖后代类型繁多、分化变异大等问题,无法进行良种化和规范化生产,如何快速高效地繁育钙果良种苗木是生产中急需解决的问题。本文就国内有关钙果苗木嫁接、扦插、组培、分株等无性繁殖技术研究方面进行了综述,以期钙果的推广发展提供参考。

1 钙果的嫁接繁殖

有关钙果嫁接繁殖的报道较少,张娟、蒋俊玲、金锦实、张晓伟等认为钙果萌蘖力强、根蘖发达、主干不明显、丛生显著,具有上下一体的特性,而嫁接繁殖不能产生基生枝和根蘖,因此,钙果不宜采用嫁接法繁殖苗木,嫁接繁殖多用于钙果品种选育和更新改良优良品种^[1-4];肖啸等则进行了

收稿日期:2015-07-28
作者简介:黄鹏(1969-),男,海南省文昌市人,教授级高级工程师,从事经济林良种选育与栽培技术研究。E-mail:hp1286@126.com。

New Progress of the *Spodoptera pteraeixigua* Multicapsid Nucleopolyhedrovirus in China

SHAO Tian-yu¹, LIU Xing-long¹, LIU Si-zhu², XIE Wei-xin³, WANG Ke-qin¹

(1. Plant Protection Institute of Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Harbin, Heilongjiang 150086; 2. Northeast Forestry University, Harbin, Heilongjiang 150040; 3. Information Center of Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Harbin, Heilongjiang 150086)

Abstract: *Spodoptera pteraeixigua* multicapsid nucleopolyhedrovirus is a new type of biological pesticide, the virulence of the virus, the preparation research and production, the field application and efficacy trials, the synergistic research, the molecular biology were in particular discussed, new advances and application requirements were proposed

Keywords: *Spodoptera pteraeixigua* multicapsid nucleopolyhedrovirus; virulence of the virus; virus preparation research and production; field application and efficacy trials; synergistic research; molecular biology