

斜纹夜蛾在葡萄上的种群生命表

刘世涛¹, 王忠跃², 刘永强², 曲爱军^{1*}

(1. 山东农业大学, 泰安 271018; 2. 中国农业科学院植物保护研究所, 植物病虫害生物学国家重点实验室, 北京 100193)

摘要 斜纹夜蛾是一种间歇性发生的世界性害虫,近年来在葡萄上的发生面积和种群数量不断扩大,为明确斜纹夜蛾在葡萄上的发育与繁殖潜力,本研究采用生命表方法对斜纹夜蛾在葡萄上的适应能力进行了研究。结果表明:与棉花相比,斜纹夜蛾在葡萄上的存活率低、幼虫生长周期长、龄期增多、繁殖能力低,幼虫期取食棉花、‘巨峰’和‘红地球’葡萄叶片的斜纹夜蛾成虫产卵量分别为 786.80 粒 $\pm$ 41.88 粒、581.27 粒 $\pm$ 20.03 粒、619 粒 $\pm$ 17.99 粒。以‘巨峰’和‘红地球’为寄主的斜纹夜蛾内禀增长率分别为 0.139 2 和 0.114 1,低于其在棉花上的内禀增长率 0.149 7。斜纹夜蛾在葡萄上能够正常完成生活史,种群可顺利繁衍,但其在葡萄上发育与繁殖适合度低于棉花。

关键词 斜纹夜蛾; 葡萄; 生命表; 寄主适应性

中图分类号: S 436.631.2 **文献标识码:** A **DOI:** 10.16688/j.zwbh.2018126

Life table of *Spodoptera litura* on grape

LIU Shitao¹, WANG Zhongyue², LIU Yongqiang², QU Aijun¹

(1. Shandong Agricultural University, Tai'an 271018, China; 2. State Key Laboratory for Biology of Plant Diseases and Insect Pests, Institute of Plant Protection, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100193, China)

Abstract *Spodoptera litura* (Fabricius) is a worldwide pest. In recent years, there has been an increasing trend in the occurrence area and population size of *S. litura* on the grape. In order to understand the adaptability of *S. litura* to grapes, the age-stage, two-sex life tables were used in this study. Compared to rearing on cotton, the survival rate and fecundity of *S. litura* were decreased, and the developmental duration of larvae and larval instar number were increased on grape. The fecundity of *S. litura* reared on cotton, ‘Kyoho’ and ‘Red Earth’ grape leaves were 786.80 $\pm$ 41.88, 581.27 $\pm$ 20.03 and 619 $\pm$ 17.99 eggs, respectively. The intrinsic rates of *S. litura* were lowest in ‘Red Earth’ (0.114 1), but highest in cotton (0.149 7). Though *S. litura* could normally complete the life history on the grape, its fitness on the grape was lower than on cotton.

Key words *Spodoptera litura*; grape; life table; host adaptation

斜纹夜蛾 *Spodoptera litura* Fabricius 属鳞翅目,夜蛾科,是一种间歇性发生的世界性害虫,在我国各地均有分布,为害严重。该虫在我国 20 世纪 80 年代以前仅零星发生,随后,其种群数量逐年上升、暴发频率逐步加大,90 年代中期至今,斜纹夜蛾几乎连年大暴发,已成为粮食作物和经济作物的主要害虫之一^[1-4]。斜纹夜蛾以幼虫为害植物叶片、花、花蕾及果实,初孵幼虫常群集叶背为害,4 龄后进入暴食期,严重为害时能将全田农作物叶片吃成光杆,造成农作物绝收。2003 年,斜纹夜蛾在江苏姜堰棉田大暴发,严重田块棉桃损失达 40% 以上^[5]。庞红云 2007 年报道斜纹夜蛾在云南宾川烟草上大发生,发生严重的烟田被害植株率达 90% 以上,被

害叶率在 50% 左右^[6]。斜纹夜蛾在印度卡纳塔克邦对葡萄为害严重,可对葡萄造成 15%~20% 的损害^[7-8]。近年来,斜纹夜蛾在葡萄上的发生面积和种群数量不断扩大,尤其在南方各省^[9]。

葡萄属于葡萄科 Vitaceae,葡萄属 *Vitis*,是世界上栽培历史最长、产量最大的果树种类之一,年产量占世界水果的 1/4 以上。葡萄是我国五大栽培果树之一,遍布我国所有省(市、自治区),2016 年种植面积已超过 18 000 hm²,占世界 10%,为世界第二。近年来,斜纹夜蛾在葡萄上的发生量及面积的扩大已给葡萄安全生产构成了重要威胁。

然而斜纹夜蛾在葡萄上的发生是由于葡萄种植面积扩大、常规寄主减少导致的被动选择,还是葡萄

收稿日期: 2018-03-21 修订日期: 2018-06-14

基金项目: 国家葡萄产业技术体系(CARS-29)

* 通信作者 E-mail: aijunqu1965@163.com

已成为该虫的喜食寄主,有待研究。本文采用两性生命表方法,以棉花为对照寄主,对斜纹夜蛾在葡萄上的适生性进行了研究,以期明确葡萄是否是斜纹夜蛾适宜的寄主植物,为有针对性地防控葡萄斜纹夜蛾提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 供试虫源和寄主

供试虫源:采自中国农业科学院植物保护研究所廊坊科研中试基地,随后转入室内采用人工饲料进行继代饲养,饲养方法同朱丽梅等^[10]方法,略有改动。实验室饲养条件为温度(27±1)℃,65%±5%RH,光照 L//D=16 h//8 h。

供试寄主:葡萄(‘巨峰’、‘红地球’)和棉花叶片均采自中国农业科学院植物保护研究所廊坊科研中试基地。

1.2 斜纹夜蛾种群生命表研究

选取雌蛾产卵高峰期(羽化后第 3 天) 24 h 之内所产卵块,并用 0.2%~0.3%次氯酸钠溶液对卵块消毒后晾干,供试验使用。待卵孵化后,将初孵 1 龄幼虫放入盛有寄主叶片的培养皿中(直径 6.0 cm,高 1.0 cm)饲养,每皿 1 头幼虫,每天更换叶片,待其化蛹。于化蛹后第 3 天,将蛹取出并用 0.2%~0.3%次氯酸钠消毒,放入另一只垫有湿润滤纸的培养皿中待其羽化。成虫羽化后饲喂 10%蜂蜜水补充营养,雌雄个体两两配对,放入一次性塑料杯(上口 5.8 cm,下口 4.0 cm,高 6.0 cm)中进行观察记录。雌性成虫产的卵块消毒处理之后放入垫有湿润滤纸的培养皿中,待其孵化。每天准确记录斜纹夜蛾各个阶段的生长状况、产卵情况,直至成虫死亡。试验饲养条件为温度(27±1)℃,RH65%±5%,光照 L//D=16 h//8 h。

1.3 数据分析

本试验采用 Twosex-MSchart 软件^[11-12] 和 SPSS 13.0 软件进行数据处理。其中,年龄-阶段特征存活率(S_{xj})(x 是年龄, j 是发育阶段)指个体从卵发育到年龄 x 、阶段 j 的概率;种群年龄-特征存活率(l_x)指从卵发育达到年龄 x 的存活率, $l_x = \sum_{j=1}^m s_{xj}$;种群年龄-特征繁殖力(m_x)指整个种群在年龄 x 的平均

$$\text{产卵量}, m_x = \frac{\sum_{j=1}^m s_{xj} f_{xj}}{\sum_{j=1}^m s_{xj}}。$$

2 结果与分析

2.1 不同食料植物对斜纹夜蛾存活率和繁殖率的影响

观测结果表明,斜纹夜蛾取食不同寄主叶片的存活率存在差异,在‘红地球’葡萄上的斜纹夜蛾死亡率高于‘巨峰’葡萄和棉花上死亡率;取食‘红地球’的斜纹夜蛾死亡大多发生在 22~25 d,此期为斜纹夜蛾化蛹的时期,取食‘红地球’的斜纹夜蛾化蛹率较低。(图 1)。斜纹夜蛾以棉花为食料时,繁殖率最高,与其相比,斜纹夜蛾取食‘巨峰’和‘红地球’葡萄叶片时,繁殖率均有所下降(图 2)。从图 3 可以看出,由于个体间复杂多变的生长关系,斜纹夜蛾在 3 种寄主条件下生长曲线都存在大量重叠。取食‘红地球’葡萄叶片的斜纹夜蛾各阶段的存活率都低于‘巨峰’葡萄和棉花,特别是蛹期存在明显下降。取食棉花斜纹夜蛾成虫的存活时间明显长于葡萄(‘巨峰’、‘红地球’)。

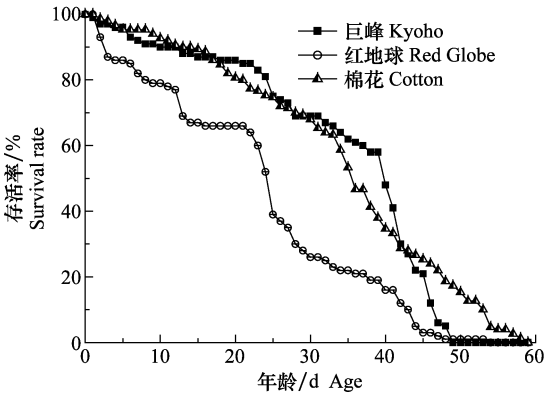


图 1 不同寄主植物对斜纹夜蛾存活率的影响
Fig. 1 Effects of different hosts on the survival rate of *Spodoptera litura*

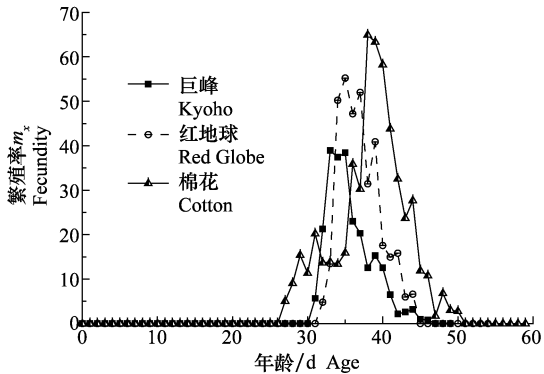


图 2 取食不同寄主植物斜纹夜蛾的繁殖能力
Fig. 2 Reproductive ability of *Spodoptera litura* fed on different host plants

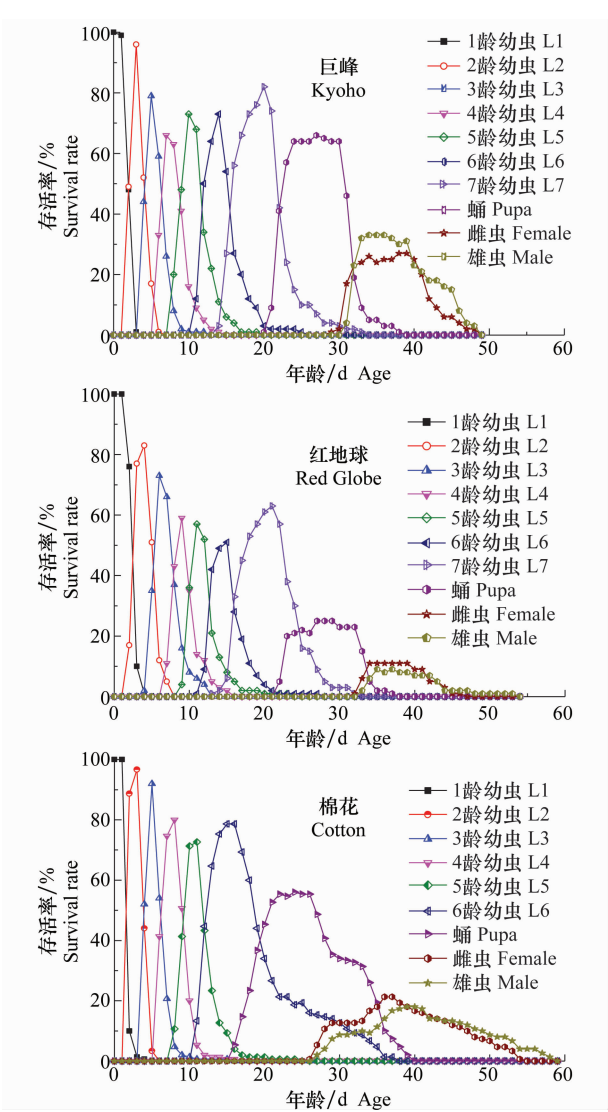


图3 取食不同寄主植物斜纹夜蛾的年龄-阶段特征存活率
Fig.3 Age-stage characteristic survival rate of *Spodoptera litura* fed on different host plants

表1 取食不同寄主植物斜纹夜蛾的基本生活史参数¹⁾

Table 1 Life table parameters of *Spodoptera litura* fed on different host plants

寄主 Host	各虫态历期/d Developmental duration										平均产卵量/粒 Number of eggs laid per female
	1龄幼虫 L1	2龄幼虫 L2	3龄幼虫 L3	4龄幼虫 L4	5龄幼虫 L5	6龄幼虫 L6	7龄幼虫 L7	幼虫期 Larva	蛹 Pupa	成虫期 Adult	
巨峰 Kyoho	(2.46±0.09)ab	(2.20±0.11)b	(2.39±0.19)b	(2.66±0.08)ab	(3.32±0.04)a	(3.85±0.14)b	(6.83±0.05)	(23.07±0.15)b	(9.62±0.04)c	(10.25±0.55)ab	(581.27±20.03)b
红地球 Red Globe	(2.83±0.18)a	(2.81±0.09)a	(3.14±0.06)a	(2.51±0.03)b	(2.90±0.15)b	(3.40±0.09)b	(7.58±0.08)	(24.39±0.25)a	(10.62±0.11)b	(8.84±0.84)b	(619±17.99)b
棉花 Cotton	(2.12±0.05)b	(2.37±0.11)ab	(2.42±0.17)b	(2.97±0.13)a	(3.23±0.02)ab	(7.18±0.71)a		(18.86±0.64)c	(12.97±0.36)a	(11.85±0.14)a	(786.80±41.88)a

1) 表中所列数据均为平均数±标准误,同一列数据后有小写字母表示经 LSD 法多重比较后差异显著 ($P<0.05$).
The data in the table are means±SE; different lowercase letters indicate significant difference at $P<0.05$ by LSD test.

2.2 不同食料植物对斜纹夜蛾生长发育的影响

表1显示,取食葡萄(‘巨峰’、‘红地球’)和棉花的斜纹夜蛾,其幼虫期($F=65.445,df_1=2,df_2=6,P<0.001$)、蛹期($F=60.760,df_1=2,df_2=6,P<0.001$)、成虫期($F=6.536,df_1=2,df_2=6,P=0.031$)和产卵量($F=12.192,df_1=2,df_2=6,P=0.008$),均存在显著差异。以棉花为食的斜纹夜蛾幼虫期最短,为(18.86±0.64)d,显著低于以‘巨峰’(23.07±0.15)d和‘红地球’(24.39±0.25)d为食的试虫($F=65.445,df_1=2,df_2=6,P<0.001$)。取食不同食料植物的斜纹夜蛾幼虫,不仅发育历期存在差异,其所经历的龄期也不相同,以棉花为食,幼虫有6个龄期,而以葡萄(‘巨峰’和‘红地球’)为食,幼虫有7个龄期。以棉花为食的斜纹夜蛾蛹期最长(12.97±0.36)d,其次为以‘红地球’(10.62±0.11)d和‘巨峰’(9.62±0.04)d为食的试虫。以棉花为食的斜纹夜蛾成虫期最长(11.85±0.14)d,其次为以‘巨峰’(10.25±0.55)d和‘红地球’(8.84±0.84)d为食的试虫。取食不同食料植物对斜纹夜蛾产卵量存在显著影响,棉花组斜纹夜蛾雌虫的平均产卵量为(786.80±41.88)粒,显著多于两种葡萄处理;葡萄组斜纹夜蛾雌虫的平均产卵量分别为‘巨峰’(581.27±20.03)粒、‘红地球’(619±17.99)粒,两者间无显著差异。

表2显示,斜纹夜蛾以‘红地球’为寄主时内禀增长率最低,为0.1141,在棉花上,内禀增长率最高,为0.1497。斜纹夜蛾在棉花、‘巨峰’和‘红地球’葡萄上的周限增长率分别为1.1615、1.1493和1.1209,斜纹夜蛾在‘红地球’上净增殖率最低,为70.10,在棉花上净增殖率最高,为223.42。

表 2 取食不同寄主植物斜纹夜蛾的种群参数

Table 2 Population parameters of *Spodoptera litura* fed on different host plants

寄主 Host	内禀增长率 Intrinsic rate	周限增长率 Finite rate	净增殖率 Net reproductive rate	平均世代周期/d Mean generation time
巨峰 Kyoho	0.139 2	1.149 3	145.00	35.76
红地球 Red Globe	0.114 1	1.120 9	70.10	37.24
棉花 Cotton	0.149 7	1.161 5	223.42	36.13

3 讨论

‘巨峰’(‘Kyoho’)葡萄原产日本,系欧美杂交种,属中晚熟品种,1959 年引入我国。由于‘巨峰’葡萄易丰产,果粒大且口感好,成为我国鲜食葡萄的主要品种^[13]。‘红地球’(‘Red Globe’)葡萄又名美国红提,属欧亚种,原产美国,1992 年开始在我国小面积栽培,当前已成为我国葡萄栽培中取代‘巨峰’的主要品种^[14]。‘巨峰’和‘红地球’在我国均有大规模种植,因此本研究选取‘巨峰’和‘红地球’两种葡萄作为供试材料。斜纹夜蛾是多食性暴发性昆虫,在棉田发生较重,棉花为其喜食的寄主植物^[15-16],因此本研究选择棉花作为对照。

生命表是研究昆虫种群数量变动机制的重要方法^[17]。一般而言,较短的发育时间和较大的繁殖能力能够反映出昆虫对特定寄主的适应性,植食性昆虫幼虫期较高的存活率和较短的发育历期是衡量其与寄主适合度的重要指标^[18-19]。年龄-阶段两性生命表能够体现个体间发育速率的不同,本研究中斜纹夜蛾的特定年龄-阶段存活率存在明显的龄期重叠现象,是由于个体发育不一致造成的。

本研究发现,斜纹夜蛾在‘巨峰’和‘红地球’葡萄上的年龄-阶段存活率低于棉花,特别是在幼虫期,其中取食‘红地球’叶片的斜纹夜蛾存活率最低。斜纹夜蛾在棉花上的幼虫期最短,为(18.86±0.64)d,显著低于在‘巨峰’(23.07±0.15)d 和‘红地球’(24.39±0.25)d 的;取食‘巨峰’和‘红地球’葡萄的斜纹夜蛾其产卵量显著低于取食棉花的。同时,斜纹夜蛾在棉花上的内禀增长率、周限增长率、净增殖率和平均世代周期分别为 0.149 7、1.161 5、223.42 和 36.13 d,以‘巨峰’和‘红地球’为食的斜纹夜蛾的内禀增长率、周限增长率和净增殖率均低于棉花。棉花上平均世代周期(36.13 d)小于‘红地球’(37.24 d),可能原因是取食‘红地球’的斜纹夜蛾幼虫期显著延长导致的。因此,斜纹夜蛾在葡萄上适合度低于棉花。

斜纹夜蛾在取食甘蓝、豇豆、蓖麻等寄主植物和人工饲料时其幼虫有 6 个龄期^[20-22]。但本研究发

现,斜纹夜蛾幼虫以葡萄为寄主时,有 7 个龄期,而在棉花上幼虫龄期为 6 个,朱俊洪等^[21]研究发现,取食香蕉的斜纹夜蛾幼虫,不仅发育历期较其他寄主延长,其所经历的虫龄亦增加到 7 龄,当寄主植物营养不能满足昆虫进入到下一生命阶段时,昆虫会延长发育时间或增加龄期。因此,斜纹夜蛾幼虫龄期的增多可能与葡萄不是斜纹夜蛾的最适寄主有关,斜纹夜蛾幼虫取食葡萄叶片较其他寄主相比,需要花费更长的时间才能满足进入化蛹阶段营养要求。

本研究表明,斜纹夜蛾在葡萄上可顺利完成生活史,能够正常繁衍,但与棉花寄主相比,其在葡萄上适合度较低,且其在两种葡萄品种间适合度也存在一定差异。

参考文献

[1] 祝树德,陆自强,陈丽芳,等. 温度和食料对斜纹夜蛾种群的影响[J]. 应用生态学报,2000,11(1):111-114.

[2] 秦厚国,叶正襄,黄水金,等. 不同寄主植物与斜纹夜蛾喜食程度、生长发育及存活率的关系研究[J]. 中国生态农业学报,2004,12(2):40-42.

[3] 周忠实. 斜纹夜蛾种群控制的研究概况[J]. 昆虫知识,2009,46(3):354-361.

[4] 严珍,吕宝乾,彭正强,等. 取食番茄、辣椒和人工饲料对斜纹夜蛾生长发育和繁殖力的影响[J]. 热带作物学报,2013,34(7):1335-1339.

[5] 成猛,王生元. 2003 年江苏姜堰市棉田斜纹夜蛾大暴发[J]. 中国棉花,2004,31(2):42-43.

[6] 庞云红,薛明,张勇,等. 烟田斜纹夜蛾和甜菜夜蛾幼虫对几种药剂的敏感性研究[J]. 中国烟草学报,2007(2):43-46.

[7] BALIKAI R A, BAGALI A N, RYAGI Y H. Incidence of *Spodoptera litura* Fab. on grapevine, *Vitis vinifera* L. [J]. Insect Environment, 1999, 46(6): 54-61.

[8] BALIKAI R A, KOTIKAL Y K. Pest status of grapevine in Northern Karnataka [J]. Agricultural Science Digest, 2003,2(2):12.

[9] 国家葡萄产业技术体系. 2016 年度葡萄产业技术发展报告[R]. 2016.

[10] 朱丽梅,倪钰萍,曹晓宇,等. 斜纹夜蛾的人工饲养技术[J]. 昆虫知识,2001,38(3):227-228.

[11] CHI H, LIU H. Two new methods for study of insect population ecology [J]. Bulletin of the Institute of Zoology, Academia Sinica, 1985, 24(2): 225-240.

- classification of *Xanthomonas campestris* pv. *citri* (ex Hasse 1915) Dye 1978 forms A, B/C/D, and E as *X. smithii* subsp. *citri* (ex Hasse) sp. nov. nom. rev. comb. nov., *X. fuscans* subsp. *aurantifolii* (ex Gabriel 1989) sp. nov. nom. rev. comb. nov., and *X. alfae* subsp. *citrumelo* (ex Riker and Jones) Gabriel et al., 1989 sp. nov. nom. rev. comb. nov.; *X. campestris* pv. *malvacearum* (ex Smith 1901) Dye 1978 as *X. smithii* subsp. *smithii* nov. comb. nov. nom. nov.; *X. campestris* pv. *alfalfae* (ex Riker and Jones, 1935) Dye 1978 as *X. alfae* subsp. *alfalfae* (ex Riker et al., 1935) sp. nov. nom. rev.; and — var. *fuscans* || of *X. campestris* pv. *phaseoli* (ex Smith, 1987) Dye 1978 as *X. fuscans* subsp. *fuscans* sp. nov. [J]. Systematic and Applied Microbiology, 2005, 28: 494 – 518.
- [7] CAFATI C R, SAETTLER A W. Transmission of *Xanthomonas phaseoli* in seed of resistant and susceptible *Phaseolus* genotypes [J]. Phytopathology, 1980, 70(7): 638 – 640.
- [8] ARNAUD-SANTANA E, PENA-MATOS E, COYNE D P, et al. Longevity of *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli* in naturally infested dry bean (*Phaseolus vulgaris*) debris [J]. Plant Disease, 1991, 75(9): 952 – 953.
- [9] DARRASSE A, BUREAU C, SAMSON R, et al. Contamination of bean seeds by *Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli* associated with low bacterial densities in the phyllosphere under field and greenhouse conditions [J]. European Journal of Plant Pathology, 2007, 119(2): 203 – 215.
- [10] WELLER D M, SAETTLER A W. Evaluation of seedborne *Xanthomonas phaseoli* and *Xanthomonas phaseoli* var. *fuscans* as primary inocula in bean blights [J]. Phytopathology, 1980, 70(2): 148 – 152.
- [11] BURKHOLDER W H. The bacterial blight of bean: a systemic disease [J]. Phytopathology, 1921, 11(2): 61 – 69.
- [12] SUTTON M D, Wallen WALLEEN V R. Epidemiological and ecological relations of *Xanthomonas phaseoli* and *Xanthomonas phaseoli* var. *fuscans* on beans in southwestern Ontario, 1961 – 1968 [J]. Canadian Journal of Botany, 1970, 48(7): 1329 – 1334.
- [13] MABAGALA R B. The effect of populations of *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli* in bean reproductive tissues on seed infection of resistant and susceptible bean genotypes [J]. European Journal of Plant Pathology, 1997, 103(2): 175 – 181.
- [14] 陈泓宇, 徐新新, 段灿星, 等. 菜豆普通细菌性疫病病原菌鉴定 [J]. 中国农业科学, 2012, 45(13): 2618 – 2627.
- [15] LANE D J. 16S/23S rRNA sequencing [M]//STACKEBRANDT E, GOODFELLOW M. Nucleic acid techniques in bacterial systematics. New York: John Wiley and Sons, 1991: 115 – 175.
- [16] LI X, DE BOER S H. Selection of polymerase chain reaction primers from an RNA intergenic spacer region for specific detection of *Clavibacter michiganensis* subsp. *spedonicus* [J]. Phytopathology, 1995, 85(8): 837 – 842.
- [17] AUDY P, LAROCHE A, SAINDON G, et al. Detection of the bean common blight bacteria, *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli* and *X. c. phaseoli* var. *fuscans*, using the polymerase chain reaction [J]. Phytopathology, 1994, 84(10): 1185 – 1192.
- [18] ALBUQUERQUE P, CARIDADE C M, MARCAL A R, et al. Identification of *Xanthomonas fragariae*, Xap, and *Xanthomonas fuscans* subsp. *fuscans* with novel markers and using a dot blot platform coupled with automatic data analysis [J]. Applied and Environmental Microbiology, 2011, 77(16): 5619 – 5628.
- [19] BILJANA T, SVETLANA M, EMIL R, et al. Susceptibility of bean genotypes to *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli* in greenhouse conditions [J]. Pesticides and Phytomedicine, 2008, 23: 167 – 173.
- [20] ALAVI S M, SANJARI S, DURAND F, et al. Assessment of the genetic diversity of *Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli* and *Xanthomonas fuscans* subsp. *fuscans* as a basis to identify putative pathogenicity genes and a type III secretion system of the SPI-1 family by multiple suppression subtractive hybridizations [J]. Applied and Environmental Microbiology, 2008, 74(10): 3295 – 3301.
- (责任编辑: 田 喆)
-
- (上接 61 页)
- [12] CHI H. Life-table analysis Incorporating both sexes and variable development rates among individuals [J]. Environmental Entomology, 1988, 17(1): 26 – 34.
- [13] 柴寿. 巨峰葡萄栽培 [M]. 王化忠, 译. 北京: 中国农业出版社, 1987: 1 – 16.
- [14] 潘兴, 刘崇怀, 郭景南, 等. 红地球葡萄在河南省发展状况及前景分析 [J]. 中外葡萄与葡萄酒, 2006(1): 38 – 41.
- [15] 黄水金, 秦厚国, 江金林. 取食不同食料对斜纹夜蛾后代抗药性的影响 [J]. 植物保护, 2007, 33(4): 60 – 64.
- [16] 杨进, 杨益众, 刘学儒, 等. 不同品种棉花对斜纹夜蛾种群增长的影响 [J]. 江苏农业科学, 2010(6): 186 – 190.
- [17] 吴坤君, 龚佩瑜. 粘虫的年龄—发育期结构生命表 [J]. 昆虫学报, 1994, 37(4): 426 – 434.
- [18] MOREAU J, BENREY B, THIÉRY D. Grape variety affects larval performance and also female reproductive performance of the European grapevine moth *Lobesia botrana* (Lepidoptera: Tortricidae) [J]. Bulletin of Entomological Research, 2006, 96(2): 205 – 212.
- [19] 孙程鹏, 刘爱萍, 李钢铁. 不同寄主植物对苜蓿蚜生长发育的影响 [J]. 中国植保导刊, 2017, 37(12): 12 – 15.
- [20] SREELAKSHMI P, MATHEW T B. Development of castor based oligidic diet for tobacco caterpillar, *Spodoptera litura* (Fabricius) and its comparative study with other artificial and natural diets [J]. Journal of Entomology and Zoology Studies, 2017, 5(3): 1040 – 1044.
- [21] 姚苗苗, 杨茂发, 武承旭, 等. 不同寄主植物对斜纹夜蛾生长发育的影响 [J]. 广东农业科学, 2016, 43(1): 93 – 97.
- [22] 朱俊洪, 张方平, 任洪刚. 四种食料植物对斜纹夜蛾生长发育及营养指标的影响 [J]. 昆虫知识, 2005, 42(6): 643 – 646.
- (责任编辑: 田 喆)