

藜麦田甜菜筒喙象生物学特性初步研究

张金良², 杨建国², 岳瑾², 郭自军³, 袁志强²,
魏国树⁴, 梅丽⁵, 张奥⁴, 张桂芬^{1*}

- (1. 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, 农业部作物有害生物综合治理重点实验室, 北京 100193; 2. 北京市植物保护站, 北京 100029; 3. 北京市延庆区农业技术推广站, 北京 102100; 4. 河北农业大学, 保定 071001; 5. 北京市农业技术推广站, 北京 100029)

摘要 甜菜筒喙象是一种新发现的严重为害藜麦的害虫, 2016年首次在藜麦上大暴发, 导致当年北京地区藜麦损失惨重。本研究针对甜菜筒喙象杂草寄主范围广, 对藜麦为害严重却难以有效防控的问题, 采用种群生态学技术方法, 研究成虫产卵特性和杂草寄主在其种群发生中的作用。结果表明, 甜菜筒喙象成虫体色多变, 既有锈红色, 也有棕褐色和黑褐色。成虫夜伏昼出, 不喜阳光直射, 白天在生长茂密的植株中下部活动; 主要选择在茎秆直径 >5 mm、处于营养生长盛期的寄主植株上产卵; 株高150 cm以上(现蕾盛期-初花期, 直径 >20 mm)、生长健壮、茎秆比较坚硬的植株不利于成虫产卵。当藜麦尚未出苗或藜麦苗比较幼小(主干直径 <5 mm)时, 成虫主要在早发的幼嫩多汁的藜科杂草上产卵; 6月上旬, 藜麦进入旺盛生长期, 成虫开始在藜麦上产卵, 产卵期约为1个月; 7月下旬, 藜麦进入初花期, 茎秆粗壮, 成虫主要在苋科杂草上产卵。此外, 甜菜筒喙象成虫更喜欢在营养生长旺盛时期的藜麦植株上产卵, 其单株产卵痕数量是藜科和苋科杂草的6.06倍和1.55倍; 适时铲除田边杂草, 有利于减轻藜麦田甜菜筒喙象的发生与为害。研究结果对甜菜筒喙象的有效防控, 保障我国藜麦产业的健康发展意义重大。

关键词 甜菜筒喙象; 藜麦; 形态特征; 产卵特性; 杂草寄主

中图分类号: S 435.19 **文献标识码:** A **DOI:** 10.16688/j.zwbh.2018097

Biological characters of *Lixus subtilis* Boheman in quinoa field

ZHANG Jinliang², YANG Jianguo², YUE Jin², GUO Zijun³, YUAN Zhiqiang²,
WEI Guoshu⁴, MEI Li⁵, ZHANG Ao⁴, ZHANG Guifen¹

- (1. State Key Laboratory for Biology of Plant Diseases and Insect Pests, Key Laboratory of Integrated Pest Management in Crops, Ministry of Agriculture, Institute of Plant Protection, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100193, China; 2. Beijing Plant Protection Station, Beijing 100029, China; 3. Beijing Yanqing District Agricultural Technology Extension Station, Beijing 102100, China; 4. Hebei Agricultural University, Baoding 071001, China; 5. Beijing Agricultural Technology Extension Station, Beijing 100029, China)

Abstract *Lixus subtilis* Boheman is a new pest insect of quinoa, *Chenopodium quinoa* Willd., and has caused serious damage to quinoa in Beijing in 2016. Many species of weeds common in the field are host plants of this weevil, leading to difficulties to control the damages caused by it on the quinoa. In the present study, adult oviposition characters of *L. subtilis* as well as the role of the weeds were investigated by population ecology methods. The results indicated that the body color of *L. subtilis* adult was changeable, including rusty red, chocolate brown and black brown. The adult was active during the day time but avoid direct sunlight, and usually hid in the lower part of the plant. And the adult preferred laying eggs on host plants with stem diameter >5 mm being in the vegetative growth stage to host plants with height >150 cm (stem diameter >20 mm) being in the budding stage to flowering period and healthily-growing with stem stiffness. When just sowing or during the young seedlings period of quinoa (stem diameter <5 mm), the adult mainly laid eggs on tender-juicy weeds belonging to family Chenopodiaceae. In early June, the adult weevil laid eggs on quinoa in a vigorous growth period. About one month later, when the quinoa plant was in the early flowering period and healthily-growing with stem stiffness, the adult mainly laid eggs on

收稿日期: 2018-03-03 修订日期: 2018-04-21

基金项目: 国家重点研发计划(2017YFC1200600); 中国农业科学院科技创新工程项目(caasx-2013-2018-IAS); “十三五”国家科技支撑计划(2015BAD08B03); 北京市农业科技项目(20170136)

* 通信作者 E-mail: guifenzhang3@163.com

weeds belonging to family Amaranthaceae. Furthermore, the adult of *L. subtilis* prefer laying eggs on quinoa in vigorous growth to laying eggs on weeds. The number of oviposition markers was 6.06- and 1.55-fold higher on quinoa than those on weeds belonging to families Chenopodiaceae and Amaranthaceae, respectively. Eradicating weeds around the field of quinoa at the right moment could alleviate the damage caused by *L. subtilis*. Our present results should be benefit in management of this weevil pest and ensuring health development of quinoa industry in China.

Key words *Lixus subtilis*; quinoa; morphological character; oviposition characteristics; weed host

甜菜筒喙象 *Lixus subtilis* Boheman, 属鞘翅目 Coleoptera、象甲科 Curculionidae^[1]。国外主要分布在欧洲、高加索、中亚细亚,以及伊朗、日本、叙利亚等国家和地区,国内分布较为广泛,在安徽、北京、甘肃、河北、内蒙古、黑龙江、湖南、江苏、江西、吉林、辽宁、山西、陕西、上海、四川、新疆和浙江等地都有分布^[2]。在欧洲多数国家如斯洛伐克以及中亚和哈萨克斯坦等国家,该种象甲发生普遍,且曾用于防治藜科杂草^[1]。而在我国该种象甲主要为害甜菜,也可受害藜科、苋科、蓼科作物以及杂草^[3]。

藜麦 *Chenopodium quinoa* Willd, 属藜科 Chenopodioideae、藜属 *Chenopodium*, 别称南美藜、印第安麦、金谷子等^[4], 被古代印加人称之为“粮食之母”^[5], 被国际营养学家誉为“营养黄金”、“超级谷物”、“未来食品”等, 联合国粮农组织推荐藜麦为最适宜人类的全营养食品^[6-7]。目前, 我国仅在山西、吉林、青海、甘肃、河北等地的局部地区有一定面积种植^[8]。然而, 当今国际市场对藜麦的认可度较好, 产业优势明显, 因此发展前景十分广阔^[9]。此外, 藜麦生育后期, 不同品种的穗位部分呈现红、黄、粉、绿等不同色泽^[10], 颜色绚丽多姿, 观赏价值较高, 与旅游业相结合, 可明显提高农民收入。

然而, 2016 年甜菜筒喙象在北京藜麦上大暴发, 平均虫口密度为 5.6 头/株, 发生面积约 10 hm², 减产达 87.3%, 导致当年北京藜麦损失惨重, 对此, 张桂芬等进行了国内外首次报道^[11]。甜菜筒喙象主要以成虫和幼虫进行为害, 且在藜麦幼苗期即可进行为害, 为害方式主要包括两种。一是以成虫在主茎和分枝上钻孔产卵, 或造成苗期主茎严重失水、遇风倒折, 毁种重播; 或形成椭圆形或菱形小型黑褐色斑纹, 使组织增生膨大成结, 结疤干裂。二是以幼虫在主茎和分枝的髓部蛀食, 破坏输导组织, 造成营养物质的输送严重受阻; 并常常造成主茎风折、侧枝折断、籽实不饱满或形成瘪粒, 致使藜麦严重减产^[11-12]。此外, 其成虫产卵形成的伤口常促使病菌侵入, 诱发病害发生, 导致果穗腐烂夭折、收获无

望^[11-13]。本研究围绕甜菜筒喙象杂草寄主广泛, 在藜麦上发生为害严重, 但其田间寄主转换规律、活动习性等尚不清楚的问题, 采用种群生态学和行为学技术方法, 通过田间系统观察, 研究明确其成虫活动规律、产卵特性, 以及杂草寄主在其种群发生中的作用, 研究结果对该种象甲的有效防控, 保障我国藜麦产业的健康发展具有重要意义。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

调查地点分别设在北京市延庆农场(延庆区, 40°26′49.18″ N, 115°55′8.43″ E), 以及北京市植保新技术示范展示基地(顺义区, 40°07′4.85″ N, 116°36′17.86″ E), 种植面积分别为 3.3 hm² 和 0.07 hm², 种植密度均为 75 000 株/hm², 定点定期调查; 同时, 在延庆、顺义、房山、昌平、大兴等地的藜麦种植区域进行不定期辅助调查。其中, 延庆农场为北京市藜麦试种点之一, 2016 年该地因甜菜筒喙象为害导致藜麦绝产绝收^[11]; 试验地周边作物主要有玉米和向日葵, 荒地上藜科、苋科、蓼科等杂草丛生; 靠自然降水灌溉, 随农场常规农事管理。北京市植保新技术示范展示基地(简称新技术示范基地), 为藜麦首次种植区域, 常规水肥管理, 不喷洒任何农药; 周边作物主要有糯玉米、番茄、茄子、辣椒、豇豆、冬瓜, 以及小面积中草药包括黄芩、薏苡、决明等。

1.2 甜菜筒喙象形态观察与描述

自 2017 年 6 月上旬开始, 分别在延庆农场、顺义新技术示范基地以及昌平延寿镇藜麦试验田(面积 0.26 hm²; 自 3 月 30 日开始播种, 每 15 d 播种 1 批, 5 月 25 日最后一次播种), 随机剖查藜麦茎秆产卵痕中甜菜筒喙象的发育状态, 并对各虫态的外部形态特征进行观察和描述。

1.3 甜菜筒喙象成虫活动习性观察

从 6 月 2 日开始, 在北京市延庆农场及其周边区域进行定点、定期、定时调查。分别于 8:00、10:00、14:00、18:00 各调查 1 次, 随机 5 点取样, 每点调查

5株,连续调查10d;调查场所除藜麦田外,周边藜科、苋科、蓼科等杂草地亦一并调查。同时详细记录甜菜筒喙象成虫活动时间、成虫数量、产卵痕数量,以及调查地周边环境、植株长势、发育状况等;并对成虫的交配、产卵、活动等习性进行观察和描述。

1.4 甜菜筒喙象成虫产卵特性观察

早春,当藜麦处于播种至幼苗期时(4月中旬—5月下旬),分别在延庆、顺义、房山和大兴,调查地肤 *Kochia scoparia* (L.) Schrad、藜 *Chenopodium album* Linn. 等长势较好的藜科杂草上甜菜筒喙象成虫产卵情况,同时记录有无产卵痕、产卵痕部位以及每株产卵痕的数量,每1~2周调查1次。6月上旬当藜麦主干直径达5mm时,在顺义区新技术示范基地藜麦试验田系统调查甜菜筒喙象的产卵痕变化情况,每周调查1次。当藜麦上产卵痕数量不再增加、且茎秆中有成虫羽化时,在藜麦田附近藜科、苋科(旺盛生长期)杂草上调查甜菜筒喙象的产卵痕情况,每周调查1次。所有调查均随机5点取样,每点调查5株。

2 结果与分析

2.1 形态特征

成虫:田间系统观察发现,甜菜筒喙象成虫体色多变,既有锈红色、棕褐色,也有黑褐色(图1a~c),

身体修长,体长9~12mm,覆有灰色细毛,鞘翅背面具有不明显的灰色毛斑,腹部两侧亦散布有灰色或浅黄色毛斑。其他特征参见前人报道^[14]。另外,田间观察还发现,处于交配期的成虫,身体多为棕褐色,且雌性和雄性成虫的体色没有明显区别(图1b)。

卵:圆柱形,大小约为1mm×0.6mm,具有光泽,初产为淡橘黄色(图1d),即将孵化时为浅棕色,且前端出现小黑点(幼虫头部)。

幼虫:初孵幼虫即可蛀食藜麦茎秆,且幼虫的整个发育期均在茎秆内取食为害。1龄和2龄(图1e)幼虫半透明,比较活跃,稍触即迅速扭动,平均体长分别为1.8mm和3.1mm。3龄和4龄幼虫乳白色,头部为淡棕黄色,明显较胸部颜色深,平均体长分别为5.1mm和9.6mm。老熟幼虫体柔软,弯曲呈“C”字形,乳白色,多皱纹,体长平均为11.6mm;头部发达,棕黄色;上颚发达,颜色略深;单眼1对;前胸背板骨化(图1f)。

蛹:蛹为裸蛹,长10.5mm、宽2.9mm,初期为乳白色,翅芽、足、喙及触角半透明,眼点浅棕褐色(图1g);之后,头部和腹部背面渐变为浅棕黄色。蛹室由食物残渣和粪便填成,每个蛹室仅有1头蛹。初羽化成虫乳白色,喙、口器,前胸背板侧缘,以及足的腿节和胫节端部均为棕红色,复眼棕褐色(图1h),在茎秆中停留一段时间以后,体色渐变为棕褐色^[11]。



a-c: 成虫,体色分别为锈红色、棕褐色、黑褐色; d: 卵; e: 2龄幼虫; f: 老熟幼虫; g: 蛹; h: 初羽化成虫

a-c: Adults in rusty red, chocolate brown and black brown colors, respectively; d: Egg; e: Second instar larva; f: Mature larva; g: Pupa; h: Newly emerged adult

图1 甜菜筒喙象各虫态形态特征(a~c和g~h, 张奥拍摄;d~f, 张桂芬拍摄;北京,2017年)

Fig. 1 Morphological character of *Lixus subtilis* (a-c and g-h, photo by ZHANG Ao;

d-f, photo by ZHANG Guifen; Beijing, 2017)

2.2 成虫活动习性

在延庆农场的田间系统观察发现,6月初甜菜筒喙象成虫多在 10:00~18:00 之间活动,尤其是上午 10:30 前后,而晚间少见其踪迹;成虫具有明显的假死习性,飞行能力不强,但爬行迅速。此外观察还发现,成虫喜欢在温暖、光线充足的时候活动,但不喜欢阳光直射,常栖息在生长茂密的植株(包括藜科、蓼科或苋科杂草)中下部叶片的正面或茎秆上,隐蔽性极强(图 1b)。

2.3 成虫产卵特性

成虫喜欢在直径 5 mm 以上,幼嫩且多汁的寄

主植物的主茎或侧枝上产卵。产卵时,通常先行咬一孔洞,然后将卵产入其中,并常在孔内遗留少许黑褐色粪便(图 2a);每孔产卵 1~3 粒(图 2b)。同时调查还发现,在藜麦幼苗期(5 月底)之前,由于茎秆直径不足 5 mm,甜菜筒喙象成虫更喜欢在生长茂密的藜科杂草上产卵(图 3a),且产卵痕数量多、排列密集,如 1 株地肤上最多可有产卵痕 10 余个,且连接成串(图 2c);沿产卵痕垂直剖开,茎秆内可见大量虫卵(图 2d);在苋菜上产卵时,其产卵痕为黑褐色(图 2e);而在蓼科植株如酸模叶蓼上,则很难发现其成虫产卵留下的痕迹。



a: 遗留在产卵孔内的黑褐色粪便; b: 单孔产卵 2 粒; c: 密集排列的产卵痕; d: 产卵痕内的虫卵; e: 苋菜茎秆上黑褐色的产卵痕
a: Feces in black brown left in the eyeable aperture; b: Two eggs in a eyeable aperture; c: Oviposition marks in dense arrangement; d: Eggs in the eyeable aperture; e: Oviposition marks in black brown color on the stem of amaranth

图 2 甜菜筒喙象成虫产卵特性(a, 张桂芬拍摄; b~e, 张奥拍摄; 北京, 2017 年)

Fig. 2 Oviposition character of *Lixus subtilis* adult (a, photo by ZHANG Guifen; b-e, photo by ZHANG Ao; Beijing, 2017)

此外,寄主植物的生长发育状况、茎秆的坚硬程度和直径大小等,对该种象甲的产卵亦有一定影响^[15]。调查发现,成虫不喜欢在植株生长健壮,或寄主茎秆比较坚硬的植株上产卵;如当地肤和藜处于现蕾盛期-初花期,植株高度达 150 cm 以上(直径约

20 mm),茎秆硬化程度比较高时,不再出现新的产卵痕。而且,在藜麦上的调查也发现了类似的现象,茎秆硬化程度比较高时,即使不喷洒化学农药,产卵痕的数量也不会明显增加(图 3b)。而与此同时,成虫多选择在幼嫩的苋科杂草上产卵(图 2e 和图 3c)。

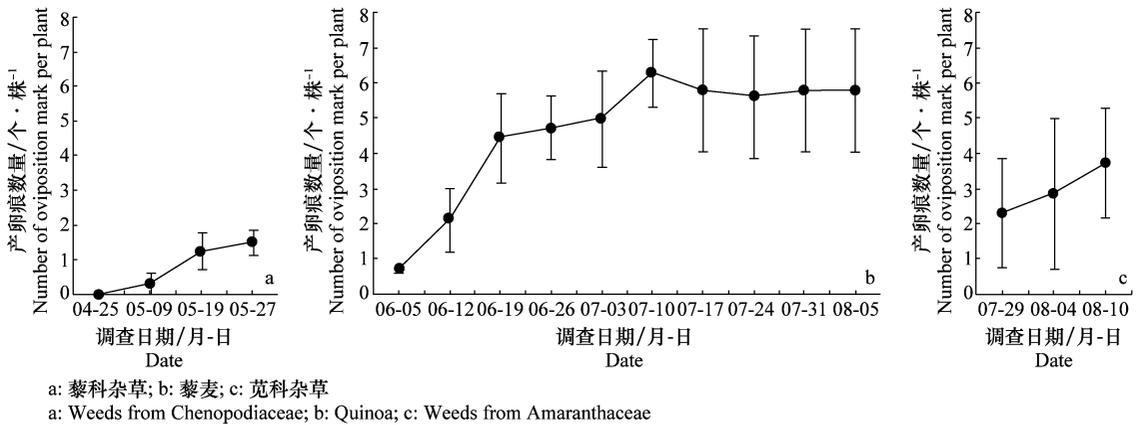


图 3 不同时期甜菜筒喙象成虫在藜科杂草(a)、藜麦(b)以及苋科杂草(c)上的产卵痕数量动态变化(北京, 2017年)
Fig. 3 Dynamics of number of oviposition marks of *Lixus subtilis* on weeds from Chenopodiaceae (a), quinoa (b) and weeds from Amaranthaceae (c) during different period (Beijing, 2017)

3 讨论

甜菜筒喙象的成虫多在白天活动。如田间系统调查发现,春季甜菜筒喙象成虫喜欢在温暖、阳光充足的日间活动,但活动场所多位于生长茂密的寄主植物的中下部。此外,成虫产卵对寄主植物的发育状况要求严格,喜欢选择直径大于 5 mm、含水量比较高的幼嫩植株产卵。同时调查还发现,在藜麦出苗前或幼苗生长期,成虫主要在藜科杂草上产卵,如 5 月下旬以前,甜菜筒喙象主要将卵产在处于旺盛生长期的地肤、藜等藜科杂草上(图 3a)。6 月上旬,藜科杂草进入现蕾盛期-开花初期,植株生长健壮、茎秆坚硬,已不再适合成虫产卵。然而,此时藜麦正处于营养生长的旺盛时期,植株茎秆幼嫩多汁,产卵痕数量几近直线上升;但到了 7 月中旬,当藜麦进入初花期、植株茎秆比较粗壮(>20 mm)时,产卵痕数量不再增加(图 3b)。而与此同时,藜麦田周边比较幼嫩的苋科杂草上的产卵痕开始出现(图 3c)。此外,甜菜筒喙象更喜欢在藜麦上产卵,如调查发现藜麦上的产卵痕数量平均为 4.6 个/株,分别为藜科和苋科杂草的 6.06 倍和 1.55 倍(图 3)。故此,早春(5 月底前后)及时铲除田埂地边的藜科、苋科、蓼科,尤其是藜科杂草,消灭其桥梁寄主,以及秋季清洁田园,均可降低藜麦田当年以及来年甜菜筒喙象的发生与为害;而适当晚播或早播,错开成虫产卵高峰期,亦可降低甜菜筒喙象对藜麦的为害。

产卵痕是甜菜筒喙象早期发生的明显识别特征^[11,16]。鉴于早春田间藜科、苋科、蓼科杂草随处可

见,且难以彻底根除^[17],故此建议,当藜麦植株直径达到 5 mm 时,要严密监测田间产卵痕的发生,一经发现,迅即采取有效防治措施^[11],坚决避免成虫在藜麦上产卵,确保藜麦高产稳产。然而,有关甜菜筒喙象在藜麦田的发生代数、各世代的发生时期,及其越冬场所和越冬虫态等尚需详尽研究。

藜麦在原产地主要分布于南美洲的玻利维亚、厄瓜多尔、智利和秘鲁一带的安第斯山脉,但目前已在北美洲的美国和加拿大部分地区、欧洲的法国以及大洋洲和亚洲种植,其中美国是原产地以外国家中藜麦种植面积最大的国家,我国位居第二^[18]。尽管迄今为止,国外尚没有甜菜筒喙象为害藜麦的报道^[11],然而该种象甲已经在欧洲、高加索、中亚细亚,以及伊朗、日本、叙利亚等国家和地区分布^[19],其世界潜在适生区域尚不明确,并且随着藜麦价值被不断发现和认可,其国际贸易日趋频繁,世界各国引种栽培藜麦越来越广泛^[18],甜菜筒喙象一旦入侵到藜麦种植区域,势必会对藜麦产业的健康发展造成威胁,因此应予以高度重视和严加防范。

参考文献

[1] VRÁBLOVÁ M, TÓTH P, CAGÁN L. Occurrence and life history of *Lixus subtilis* Boheman (Coleoptera: Curculionidae) developing on *Amaranthus retroflexus* L. and *Amaranthus caudatus* L. in Slovakia [J]. Acta Fytotechnica et Zootechnica, 2000, 3(3): 70-74.
[2] 邱焯, 刘凯民, 高真, 等. 甜菜筒喙象新疆发生初报[J]. 新疆农业科技, 2003(6): 36-37.

- 措施[J]. 甘肃农业科技, 2007(4): 25-26.
- [13] 李小泉. 武威市玉米田棉铃虫幼虫孵化盛期防治指标的初步研究[J]. 甘肃农业科技, 2003(12): 46-47.
- [14] 魏铁松, 朱维芳, 庞民好, 等. 棉铃虫和玉米螟危害对玉米穗腐病的影响[J]. 玉米科学, 2013, 21(4): 116-118.
- [15] 胡韬纲. 玉米穗腐病研究进展[J]. 粮食科技与经济, 2015, 40(3): 50-52.
- [16] 段灿星, 王晓鸣, 宋风景, 等. 玉米抗穗腐病研究进展[J]. 中国农业科学, 2015, 48(11): 2152-2164.
- [17] 刘瑞红, 喻峰华, 张建萍. 石河子地区棉铃虫发生规律及药剂防治技术[J]. 中国农学通报, 2014, 30(7): 292-296.
- [18] FEFELOVA Y A, FROLOV A N. Distribution and mortality of corn earworm (*Helicoverpa armigera*, Lepidoptera, Noctuidae) on maize plants in Krasnodar Territory [J]. Entomological Review, 2008, 88(4): 480-484.
- [19] BARBER G W. Oviposition habits of the earworm moth in relation to infestation in the ears and to control [J]. Entomological Society of America, 1943, 36(4): 611-618.
- [20] JHA R K, TUAN S J, CHI H, et al. Life table and consumption capacity of corn earworm, *Helicoverpa armigera*, fed asparagus, *Asparagus officinalis* [J]. Journal of Insect Science, 2014, 14(34): 1-17.
- [21] GOMES E S, SANTOS V, ÁVILA C J. Biology and fertility life table of *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) in different hosts [J]. Entomological Science, 2017, 20(1): 419-426.
- [22] KUMAR R, RAM K, MISHRA V K, et al. Seasonal incidence of *Helicoverpa armigera* on Pigeonpea [J]. Annals of Plant Protection Sciences, 2017, 25(1): 221-222.
- [23] 马艳, 夏敬源. 不同寄主作物对棉铃虫产卵和生长发育的影响[J]. 中国棉花, 1997, 24(5): 17-18.
- [24] 李海龙, 曲金平, 郑宏伟. 东方红 3WX_280G 型高杆喷雾机施药防治玉米螟试验[J]. 现代农业科技, 2009(24): 167-168.
- [25] 日召. 农用无人机成市场新亮点[J]. 山东农机化, 2015(1): 50.
- [26] 张琳娜, 王金凤, 叶玉涛, 等. 高杆喷雾技术中雾滴在玉米植株上沉积分布衰减现象的初步观察[C]//公共植保与绿色防控—中国植物保护学会 2010 年学术年会. 北京: 中国农业科学技术出版社, 2010: 646-649.
- [27] 王淑敏. 生物农药与化学农药的辩证审视[J]. 安徽农业科学, 2008, 36(16): 6849-6852.
- [28] 李怡萍, 梁革梅, 作均祥, 等. 苏云金芽孢杆菌杀虫机理及害虫对其抗性机制的研究进展[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版), 2010, 38(9): 118-128.
- [29] 彭琦, 周子珊, 张杰. 苏云金芽孢杆菌杀虫晶体蛋白研究进展[J]. 中国生物防治学报, 2015, 31(5): 712-722.
- [30] 王龙龙, 刘钰, 崔蕊蕊, 等. 甲氨基阿维菌素苯甲酸盐研究开发现状与展望[J]. 农药, 2015, 54(6): 394-399.

(责任编辑: 杨明丽)

(上接 166 页)

- [3] 孙昌学, 王剑义. 黑龙江省甜菜害虫防治的进展[J]. 中国甜菜糖业, 1985(2): 56-59.
- [4] JACOBSEN S E, MUJICA A, JENSEN C R. The resistance of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) to adverse abiotic factors [J]. Food Reviews International, 2003, 19(1/2): 99-109.
- [5] 蔺雪艳, 任宏干, 张文权, 等. 正宁县藜麦引进种植试验[J]. 中国农业信息, 2014(12): 96.
- [6] 王晨静, 赵习武, 陆国权, 等. 藜麦特性及开发利用研究进展[J]. 浙江农林大学学报, 2014, 31(2): 296-301.
- [7] 郭晓凤. 试论藜麦的推广前景及栽培技术[J]. 现代农业, 2015(2): 61-63.
- [8] 常儒, 尹亮, 王玖新, 等. 中国甜菜象虫种类及其分布[J]. 中国甜菜糖业, 2000(4): 24-27.
- [9] 任贵兴, 杨修仕, 么杨. 中国藜麦产业现状[J]. 作物杂志, 2015(5): 1-5.
- [10] 肖正春, 张广伦. 藜麦及其资源开发利用[J]. 中国野生植物资源, 2014, 33(2): 62-66.
- [11] 张桂芬, 张金良, 万方浩, 等. 甜菜筒喙象 *Lixus subtilis* Boheman 在藜麦上大暴发[J]. 植物保护, 2017, 43(2): 202-207.
- [12] 张金良, 梅丽, 张桂芬, 等. 藜麦甜菜筒喙象发生规律与防治技术[J]. 农业工程, 2017, 7(2): 133-135.
- [13] 孙昌学, 王剑义. 黑龙江省甜菜害虫防治的进展[J]. 甜菜糖业, 1985(2): 56-59.
- [14] 康乐. 甜菜筒喙象初步观察[J]. 昆虫知识, 1984(2): 63-65.
- [15] 冯祥和. 甜菜筒喙象的防治[J]. 植保技术与推广, 1994(4): 35.
- [16] 杨安沛, 曹禹, 孙桂荣, 等. 甜菜筒喙象田间危害规律及消长动态[J]. 中国糖料, 2015, 37(6): 28-29.
- [17] 刘靖, 王芹. 新疆甜菜田杂草危害与防治[J]. 中国糖料, 2000(2): 43-45.
- [18] 李娜娜, 裴艳婷, 宫永超, 等. 藜麦研究现状与发展前景[J]. 山东农业科学, 2016, 48(10): 145-148.
- [19] 世界潜在入侵象虫网[EB/OL]. (2013-01-01)[2018-05-08]. <http://www.piweevils.com/?app.html>.

(责任编辑: 杨明丽)