

棉蝗生长发育及其对大豆叶片取食规律的研究

李维宇^{1,2}, 崔娟¹, 毕锐¹, 史树森¹

(1. 吉林农业大学 农学院/大豆区域技术创新中心, 吉林 长春 130118; 2. 山东省邹城市植物保护站, 山东 邹城 273500)

摘要: 在室内条件下, 以大豆叶片为食物饲养棉蝗并系统观测其各虫态的发育历期, 测定了雌雄各龄若虫和成虫的取食量及其体长、体重等指标参数。结果表明: 在 27~28℃ 条件下, 卵的平均发育历期为 98.19 d, 雌雄若虫的平均发育历期分别为 65.90 和 58.68 d, 雌雄成虫的平均寿命分别为 116.25 和 146.75 d。各发育阶段对大豆叶片的累积取食量回归模型为: 取食质量, 雄虫, $y_{m\delta} = 763\,637.552\,0/[1 + \exp(19.892\,3 - 1.515\,8x)]$ ($R^2 = 0.997\,7$), 雌虫, $y_{m\varphi} = 1\,614\,393.604\,8/[1 + \exp(23.309\,1 - 1.970\,2x)]$ ($R^2 = 0.998\,6$); 取食面积, 雄虫, $y_{s\delta} = 14\,776\,047.963\,4/[1 + \exp(18.657\,1 - 1.524\,5x)]$ ($R^2 = 0.997\,1$), 雌虫, $y_{s\varphi} = 22\,861\,437.346\,9/[1 + \exp(19.444\,6 - 1.670\,6x)]$ ($R^2 = 0.998\,2$); 体长和体重随着龄期的增加而增加, 体长和体重的生长模型分别为: 体长, 雄虫, $y_{l\delta} = 7.392\,9/[1 + \exp(2.103\,2 - 0.420\,729x)]$ ($R^2 = 0.990\,5$), 雌虫, $y_{l\varphi} = 13.046\,9/[1 + \exp(2.772\,9 - 0.392\,563x)]$ ($R^2 = 0.996\,8$); 体重, 雄虫, $y_{w\delta} = 2.873\,4/[1 + \exp(5.061\,9 - 0.911\,303x)]$ ($R^2 = 0.982\,6$), 雌虫, $y_{w\varphi} = 3.918\,1/[1 + \exp(9.045\,7 - 1.700\,7x)]$ ($R^2 = 0.990\,5$)。

关键词: 棉蝗; 生长发育; 取食量; 大豆

中图分类号: S565.1

文献标识码: A

DOI: 10.11861/j.issn.1000-9841.2014.06.0885

Study on Growth and Feeding Amount on Soybean Leaves of *Chondracris rosea rosea*

LI Wei-yu^{1,2}, CUI Juan¹, BI Rui¹, SHI Shu-sen¹

(1. Agronomy College of Jilin Agricultural University/Innovation Center of Soybean Region Technology, Changchun 130118, China; 2. Plant Protective Station of Zoucheng in Shandong, Zoucheng 273500, China)

Abstract: The developmental duration of each stages, feeding amount of each developmental stage, the body length and body weight of *Chondracris rosea rosea* fed by soybean leaves were measured in the laboratory. The results showed that developmental duration of *Chondracris rosea rosea* egg, larvae female, larvae male, adult female, adult male was 98.19, 65.90, 58.68, 116.25 and 146.75 d separately under the condition of 27-28℃. The regression models in cumulative feeding amount of *Chondracris rosea rosea* is: leaf weight, male, $y_{m\delta} = 763\,637.552\,0/[1 + \exp(19.892\,3 - 1.515\,8x)]$ ($R^2 = 0.997\,7$), female, $y_{m\varphi} = 1\,614\,393.604\,8/[1 + \exp(23.309\,1 - 1.970\,2x)]$ ($R^2 = 0.998\,6$); leaf area, male, $y_{s\delta} = 14\,776\,047.963\,4/[1 + \exp(18.657\,1 - 1.524\,5x)]$ ($R^2 = 0.997\,1$), female, $y_{s\varphi} = 22\,861\,437.346\,9/[1 + \exp(19.444\,6 - 1.670\,6x)]$ ($R^2 = 0.998\,2$). Body length and body weight are both increasing with the instars, the growth equation is as follows: body length, male, $y_{l\delta} = 7.392\,9/[1 + \exp(2.103\,2 - 0.420\,729x)]$ ($R^2 = 0.990\,5$), female, $y_{l\varphi} = 13.046\,9/[1 + \exp(2.772\,9 - 0.392\,563x)]$ ($R^2 = 0.996\,8$); body weight, male, $y_{w\delta} = 2.873\,4/[1 + \exp(5.061\,9 - 0.911\,303x)]$ ($R^2 = 0.982\,6$), female, $y_{w\varphi} = 3.918\,1/[1 + \exp(9.045\,7 - 1.700\,7x)]$ ($R^2 = 0.990\,5$).

Key words: *Chondracris rosea rosea*; Growth; Feeding amount; Soybean

棉蝗 (*Chondracris rosea rosea*), 属直翅目 (Orthoptera), 蝗科 (Locustidae), 斑腿蝗亚科 (Catantopidae), 主要分布于河北、内蒙古、山东、陕西、江苏、江西、浙江、湖北、湖南等省份, 在我国长江以南地区密度较大。棉蝗食性较杂, 寄主植物主要有大麻黄、刺槐、柚木、竹类、棉花、水稻、可可、生菜、花生、大豆等豆类、苕麻及杂草等。棉蝗是我国南方大豆田中主要的食叶性害虫之一, 以若虫、成虫为害大豆叶片, 造成缺刻, 减少光合叶面积, 一般减产可达 10%~20%, 严重时可将整株豆叶食尽, 导致颗粒无

收。关于棉蝗的相关研究已有一些报道, 吴刚^[1]对棉蝗的生物学生态学特性及人工饲料进行了研究; 荣秀兰等^[2-6]对棉蝗头部、胸骨骼、胸部附肢和附器、腹部、消化系统等形态学方面进行了详细的描述; 郭祥^[7]对棉蝗暴发成灾的诱因进行了分析; 张怀玉等^[8-9]曾报道安徽省五河县棉蝗严重危害大豆、棉花等农作物, 对棉蝗的发生规律及防治技术进行了初步报道, 并简单观察分析大豆田棉蝗的发育历期及取食量等。但到目前为止, 鲜见对棉蝗为害大豆较深入系统的研究, 为进一步明确该害虫对

收稿日期: 2014-02-26

基金项目: 现代农业产业技术体系建设项目 (CARS-04-16)。

第一作者简介: 李维宇 (1989-), 男, 硕士, 主要从事农业昆虫与害虫综合治理研究。E-mail: liweiyu001@21cn.com。

通讯作者: 史树森 (1963-), 男, 教授, 主要从事农业害虫综合防治及资源昆虫利用研究。E-mail: sss-63@263.net。

大豆的危害规律及生长发育等生物学特征,以大豆叶片为食料对棉蝗各龄期若虫和成虫的生长发育进行了系统观察,同时对其取食规律进行了研究,以期为准确评估其在大豆田间的生长发育状况,深入探讨其不同龄期对大豆的为害动态,有效开展预测预报及实施科学防治提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料

将采自浙江金华大豆田间的棉蝗成虫置于实验室内,以大豆饲养并将其扩繁建立试验种群,作为试验虫源。以新鲜大豆叶片为寄主材料,品种为吉农14。

试验仪器主要有:AL104型METTLER电子天平,TOLEDO仪器(上海)有限公司,精度为1/10000;佳能IXUS210数码相机;ZDR-F20型号温湿度记录仪(杭州泽大仪器有限公司);有机玻璃养虫罐,直径10 cm,高14 cm。

1.2 试验方法

在室温条件下,将初孵若虫单个置于养虫罐内,喂食新鲜的大豆叶片进行系统观察,每天8:00、20:00调查其生长发育及取食情况,重复观察30头以上。每次调查时首先观察记录养虫罐中若虫是否有蜕皮,及时清理虫粪,保持供试棉蝗试验环境的清洁。当观察到若虫蜕皮或者大豆叶片取食殆尽时,取出罐中叶片,并拍照、称重,同时对更换的新鲜叶片进行称重、拍照后放入罐中。另取试验种群中卵、各龄期若虫和成虫,对其体长、体重等指标

进行测量与描述,观测标本随机选择,不少于30头(粒)。

取食量计算方法:

取食叶面积 = 完整叶片面积 - 取食后剩余叶面积。叶面积计算采用图像转换法,即图片整个背景面积 × 叶片图像覆盖度;

取食叶重量 = 取食前叶片重量 × (1 - 取食后叶片面积/取食前叶片面积);

龄期取食量:该龄期内取食叶片面积、重量之和;

累积取食量:若虫发育到某一龄期的累积取食量^[10]。

1.3 数据分析

数据采用Excel 2007和DPS 13.50统计软件进行处理^[11]。

2 结果与分析

2.1 棉蝗各虫态的发育历期

在室温(27~28℃)条件下,从棉蝗各虫态发育历期(表1)可以看出,棉蝗卵发育的平均历期为98.19 d;若虫一般为6龄,其发育历期随虫龄增加呈上升趋势,2龄发育最快,雌虫和雄虫的平均发育历期分别为7.25和6.92 d,6龄发育历期最长,雌虫和雄虫的平均发育历期分别为19.92和16.29 d;雌雄成虫的寿命分别为116.25和146.75 d。就整个个体发育期而言,雌虫的历期大于雄虫,雌雄个体的历期分别为280.34和303.62 d。

表1 棉蝗各虫态的发育历期

Table 1 Developmental duration of each stages for *Chondracris rosea rosea*

发育阶段 Developmental stage	雄虫 Male/d		雌虫 Female/d	
	极值 Class limits	平均 Mean	极值 Class limits	平均 Mean
卵 Egg	96.50 ~ 99.00	98.19 ± 1.14	96.50 ~ 99.00	98.19 ± 1.14
1龄 1st instar	8.00 ~ 8.40	8.10 ± 0.20	8.60 ~ 9.00	8.90 ± 0.20
2龄 2nd instar	6.70 ~ 7.00	6.92 ± 0.17	7.00 ~ 8.00	7.25 ± 0.50
3龄 3rd instar	7.00 ~ 7.67	7.29 ± 0.34	8.00 ~ 9.00	8.40 ± 0.43
4龄 4th instar	8.33 ~ 9.00	8.75 ± 0.32	9.00 ~ 9.00	9.00 ± 0.00
5龄 5th instar	11.00 ~ 11.50	11.33 ± 0.24	12.00 ~ 13.00	12.44 ± 0.52
6龄 6th instar	16.00 ~ 16.67	16.29 ± 0.34	19.67 ~ 20.00	19.92 ± 0.17
成虫 Imago	141.00 ~ 157.00	146.75 ± 7.14	94.00 ~ 137.00	116.25 ± 20.12

2.2 棉蝗生长发育过程对大豆叶片的取食规律

2.2.1 棉蝗各龄若虫和成虫阶段对大豆叶片的取食量 从表2可以看出,若虫取食量随虫龄增加而增加,1~4龄累积取食量占整个生育期总取食量不超过5%(雌雄取食面积分别为2.89%和4.15%,雌雄取食质量分别为2.20%和3.90%);5龄和6

龄占整个生育期总取食量的20%左右(雌雄取食面积分别为18.81%和20.98%,雌雄取食质量分别为14.82%和20.02%),整个若虫期取食量不超过生育期总取食量的25%;成虫期取食量占整个生育期的75%左右(雌雄取食面积分别为78.30%和74.87%,雌雄取食质量分别为82.97%和

75.02%)。在相同发育阶段,雌虫个体取食量明显高于雄虫,整个生育期雌雄个体平均取食量分别为 12 579. 79 cm² (143. 16 g) 和 6 728. 97 cm² (94.98 g),其中若虫期雌虫平均取食量是雄虫的 1.7 倍,成虫期雌虫平均取食量是雄虫的 2 倍以上。

表 2 棉蝗各发育阶段取食量
Table 2 Feeding amount of each developmental stage for *Chondracris rosea rosea*

发育阶段 Developmental stage	雌雄 Male/Femal	取食质量 Weight/g	占总量比例 Percentage/%	取食面积 Area/cm ²	占总量比例/% Percentage/%
1 龄 1st instar	♂	0.09 ± 0.00	0.09	6.77 ± 0.16	0.10
	♀	0.12 ± 0.02	0.08	8.21 ± 0.84	0.07
2 龄 2nd instar	♂	0.28 ± 0.02	0.38	20.78 ± 0.70	0.41
	♀	0.32 ± 0.03	0.22	25.33 ± 2.02	0.27
3 龄 3rd instar	♂	0.61 ± 0.01	1.02	45.91 ± 1.52	1.09
	♀	0.79 ± 0.07	0.55	60.47 ± 4.73	0.75
4 龄 4th instar	♂	1.32 ± 0.05	2.41	98.12 ± 0.72	2.55
	♀	1.93 ± 0.04	1.35	133.21 ± 2.84	1.81
5 龄 5th instar	♂	3.34 ± 0.07	5.92	241.30 ± 3.94	6.14
	♀	5.73 ± 0.14	4.00	420.21 ± 33.33	5.15
6 龄 6th instar	♂	8.77 ± 0.29	15.16	585.99 ± 7.85	14.84
	♀	15.50 ± 0.45	10.83	1071.83 ± 104.56	13.67
成虫 Imago	♂	56.86 ± 0.52	75.02	4039.02 ± 125.62	74.87
	♀	118.78 ± 29.39	82.97	8130.85 ± 1928.46	78.30
合计 Total	♂	94.98	100.00	6728.97	100.00
	♀	143.16	100.00	12579.79	100.00

2.2.2 棉蝗对大豆叶片的取食规律 棉蝗生长发育各阶段对大豆叶片的累积取食量动态如图 1 所示。各发育阶段累积取食量变化均符合逻辑斯蒂模型,其回归方程如下:

取食质量模型

雄虫: $y_{m\delta} = 763.637.552.0 / [1 + \exp(19.892.3 - 1.515.8x)]$ ($R^2 = 0.997.7$)

雌虫: $y_{m\varphi} = 1.614.393.604.8 / [1 + \exp(23.309.1 - 1.970.2x)]$ ($R^2 = 0.998.6$)

取食面积模型

雄虫: $y_{s\delta} = 14.776.047.963.4 / [1 + \exp(18.657.1 - 1.524.5x)]$ ($R^2 = 0.997.1$)

雌虫: $y_{s\varphi} = 22.861.437.346.9 / [1 + \exp(19.444.6 - 1.670.6x)]$ ($R^2 = 0.998.2$)

式中 y_m :质量,g; y_s :面积,cm²; x :虫体发育阶段 ($0 < x \leq 7$,其中 $6 < x \leq 7$ 代表成虫期)。

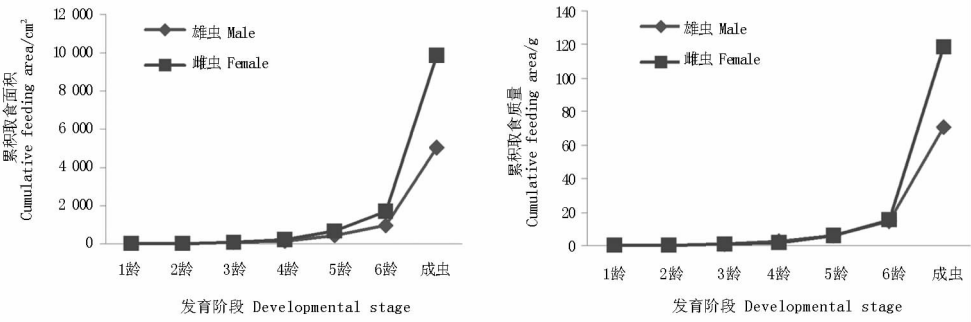


图 1 累积取食量动态
Fig. 1 Dynamic cumulative feeding amount of *Chondracris rosea rosea*

2.3 棉蝗取食大豆叶片的生长发育模型

从表 3 可以看出,若虫期随着虫龄的增加,体长逐渐增长,体重逐渐增重,成虫期个体体长和体重达到最高值,雌雄体长分别为 6.44 和 5.19 cm,雌

雄体重分别为 3.63 和 2.21 g。若虫 4 龄以前,雌雄体长差异不大,5 龄以后,雌虫的体长增加量明显大于雄虫,各龄期之间存在显著差异。

表3 棉蝗取食大豆叶片各发育阶段的体长及体重

Table 3 The body length and body weight of each developmental stage for *Chondracris rosea rosea* feeding soybean leaf

发育阶段 Developmental stage	体长 Body length/cm		体重 Body weight/g	
	雄虫 Male	雌虫 Female	雄虫 Male	雌虫 Female
1龄 1st instar	1.01 ± 0.16 g	0.92 ± 0.12 g	0.03 ± 0.01 f	0.03 ± 0.01 e
2龄 2nd instar	1.67 ± 0.16 f	1.73 ± 0.12 f	0.12 ± 0.04 e	0.13 ± 0.04 e
3龄 3rd instar	2.35 ± 0.20 e	2.26 ± 0.15 e	0.30 ± 0.11 de	0.25 ± 0.05 de
4龄 4th instar	3.07 ± 0.23 d	3.01 ± 0.19 d	0.64 ± 0.14 d	0.52 ± 0.15 d
5龄 5th instar	3.43 ± 0.25 c	3.93 ± 0.18 c	0.88 ± 0.13 c	1.26 ± 0.16 c
6龄 6th instar	4.53 ± 0.20 b	5.22 ± 0.21 b	1.89 ± 0.25 b	3.14 ± 0.35 b
成虫 Imago	5.19 ± 0.23 a	6.44 ± 0.26 a	2.21 ± 0.70 a	3.63 ± 0.93 a

经回归分析,棉蝗各龄若虫及成虫体长和体重的增长变化符合逻辑斯蒂模型,其回归方程如下:

体长生长模型

雄虫: $y_{1\delta} = 7.3929 / [1 + \exp(2.1032 - 0.420729x)]$ ($R^2 = 0.9905$)

雌虫: $y_{1\phi} = 13.0469 / [1 + \exp(2.7729 - 0.392563x)]$ ($R^2 = 0.9968$)

体重生长模型

雄虫: $y_{w\delta} = 2.8734 / [1 + \exp(5.0619 - 0.911303x)]$ ($R^2 = 0.9826$)

雌虫: $y_{w\phi} = 3.9181 / [1 + \exp(9.0457 - 1.7007x)]$ ($R^2 = 0.9905$)

式中 y_1 : 体长, cm; y_w : 体重, g; x : 虫体发育阶段 ($0 < x \leq 7$, 其中 $6 < x \leq 7$ 代表成虫期)。

3 结论与讨论

研究结果表明,棉蝗若虫的生长发育一般经历6个龄期,在27~28℃室内条件下,卵的平均发育历期为98.19 d,若虫的平均发育历期雌雄分别为65.90和58.68 d,雌雄成虫平均寿命为116.25和146.75 d,雌雄个体发育历期分别为280.34和303.62 d。棉蝗雌雄个体生长发育期累积取食大豆叶片面积分别为12 579.79和6 728.97 cm²,累积取食大豆鲜叶片重量分别为143.16和94.98 g,其中若虫取食量随龄期的增长而增加,4龄前累计取食量仅为总取食量的3.5%,整个若虫期取食量占总取食量的15%左右,而成虫期则占75%左右,可见棉蝗为害大豆主要在成虫期,其为害期可达3个月以上。

关于棉蝗的发育历期,本试验以大豆叶片为饲料饲养结果与张怀玉等^[9]试验结果相比若虫阶段各龄期基本相同,但成虫期明显延长,历期是其2倍以上。与陈芝卿等^[12]室内饲喂幼嫩木麻黄小枝条表皮研究结果相比,2龄、3龄若虫的发育历期明显缩短,其余龄期与其相似,但成虫寿命是其6倍以上。关于棉蝗取食量研究,张怀玉等^[9]用大豆叶片饲喂个体累计取食量为82.15 g,而本试验结果为119.07 g,明显高于前者。

目前,关于大豆食叶类害虫取食量研究主要集中在鳞翅目害虫,高乾魁等^[13]明确豆天蛾的取食大

豆叶片总面积为1 074.18 cm²,斜纹夜蛾为87.66 cm²;张建强等^[14]研究大豆造桥虫幼虫取食量结果为179.20 cm²,史树森等^[10]研究结果与其接近,为172.19 cm²;罗礼智^[15]明确了草地螟幼虫取食大豆叶片总质量为635.1 mg。从本研究结果看,棉蝗取食量为9 654.38 cm² (119.07 g)远远高于上述各种鳞翅目害虫,其原因除个体大小外,为害虫态及历期长短也是决定取食量大小的重要因素,因此棉蝗对大豆的危害更应引起重视。

参考文献

- [1] 吴刚. 棉蝗生物学、生态学特性及人工饲料研究[D]. 武汉: 华中农业大学, 2003. (Wu G. Studies on the biological, ecological characters and artificial diet of *Chondracris rosea rosea* [D]. Wuhan: Huazhong Agricultural University, 2003.)
- [2] 荣秀兰, 余逊玲, 朱达美, 等. 棉蝗 *Chondracris rosea rosea* (De Geer) 的形态研究 I 头部[J]. 华中农业大学学报, 1988, 7(3): 272-280. (Rong X L, Yu X L, Zhu D M, et al. Studies on the morphology of cotton grasshopper *Chondracris rosea rosea* (De Geer) I. The head. [J]. Journal of Huazhong Agricultural University, 1988, 7(3): 272-280.)
- [3] 荣秀兰, 余逊玲, 朱达美, 等. 棉蝗 *Chondracris rosea rosea* (De Geer) 的形态研究 II 胸骨骼[J]. 华中农业大学学报, 1989, 8(2): 113-120. (Rong X L, Yu X L, Zhu D M, et al. Studies on the morphology of cotton grasshopper *Chondracris rosea rosea* (De Geer) 2. Thoracic bones. [J]. Journal of Huazhong Agricultural University, 1989, 8(2): 113-120.)
- [4] 荣秀兰, 李琦, 邹应文. 棉蝗的形态研究 III 胸部的附肢和附器[J]. 华中农业大学学报, 1991, 10(4): 332-339. (Rong X L, Li Q, Zou Y W. Studies on the morphology of cotton locust *Chondracris rosea rosea* (De Geer) III. Artus and appendages of thorax [J]. Journal of Huazhong Agricultural University, 1991, 10(4): 332-339.)
- [5] 荣秀兰, 李琦, 赵华. 棉蝗的形态研究 IV 腹部[J]. 华中农业大学学报, 1992, 11(4): 333-338. (Rong X L, Li Q, Zhao H. Studies on the morphology of cotton grasshopper *Chondracris rosea rosea* (De Geer) 4. The abdomen. [J]. Journal of Huazhong Agricultural University, 1992, 11(4): 333-338.)
- [6] 荣秀兰, 邵明, 李琦. 棉蝗的形态研究 V 消化系统[J]. 华中农业大学学报, 1993, 12(6): 570-573. (Rong X L, Shao M, Li Q. Studies on the morphology of cotton locust *Chondracris rosea rosea* (De Geer). [J]. Journal of Huazhong Agricultural University, 1993, 12(6): 570-573.)
- [7] 郭祥. 棉蝗暴发成灾的诱因分析[J]. 中国森林病虫, 2005, 24(6): 23-25. (Guo X. Analysis on the cause of the outbreak of *Chondracris rosea rosea* [J]. Forest Pest and Disease, 2005, 24

- (6):23-25.)
- [8] 张怀玉. 安徽省五河县棉蝗危害严重[J]. 植物保护, 1990(5): 51. (Zhang H Y. The harm of *Chondracris rosea rosea* is serious in Wu He, Anhui province. [J]. Plant Protection, 1990(5): 51.)
- [9] 张怀玉, 张贤光, 李强. 棉蝗的发生规律及防治技术[J]. 昆虫知识, 1993, 30(1): 12-14. (Zhang H Y, Zhang X G, Li Q. The occurrence regularity and control technology about *Chondracris rosea rosea* [J]. Entomological Knowledge, 1993, 30(1): 12-14.)
- [10] 史树森, 崔娟, 齐灵子, 等. 大造桥虫幼虫生长发育及其取食规律的初步研究[J]. 大豆科学, 2012, 31(6): 972-975. (Shi S S, Cui J, Qi L Z, et al. Preliminary study on growth and feeding amount of *Ascotis selenaria* Larva [J]. Soybean Science, 2012, 31(6): 972-975.)
- [11] 唐启义, 冯明光. 使用统计分析及其 DPS 数据处理系统[M]. 北京: 科学出版社, 2002: 51-53. (Tang Q Y, Feng M G. DPS^R data processing system for practical statistics [M]. Beijing: Science Press, 2002: 51-53.)
- [12] 陈芝卿, 林允洞, 李珍华. 棉蝗的初步研究[J]. 动物学研究,

1982(S2): 209-218. (Chen Z Q, Lin Y D, Li Z H. A preliminary study on the cotton locust [J]. Zoological Research, 1982(S2): 209-218.)

- [13] 高乾魁, 刘凤英. 大豆食叶性害虫食叶量的初步研究[J]. 中国植保导刊, 1988(1): 34-36. (Gao Q K, Liu F Y. A primary study on leaf consumption of soybean leaf-feeding insects [J]. China Plant Protection, 1988(1): 34-36.)
- [14] 张建强, 姚艳. 青尺蠖生长发育特性及为害损失测定[J]. 蚕学通讯, 1997, 17(2): 13-17. (Zhang J Q, Yao Y. Growth and development of mugwort looper (*Ascotis selenaria*) and determination of the losses caused by it [J]. Newsletter of Sericultural Science, 1997, 17(2): 13-17.)
- [15] 罗礼智, 刘大海, 张蕾. 草地螟幼虫取食量、头宽、体长及体重的测定[J]. 2008, 34(6): 32-36. (Luo L Z, Liu D H, Zhang L. Determination of food consumption, head width, body length, and body weight of the larvae of the meadow moth, *Loxostege sticticalis* [J]. Plant Protection, 2008, 34(6): 32-36.)

(上接第 860 页)

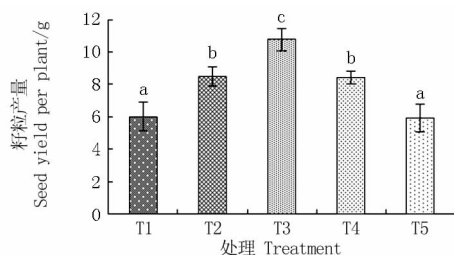


图1 锰胁迫对大籽粒豆产量的影响

Fig. 1 Effect of manganese stress on seed yield

3 结论与讨论

农业生产中, 土壤 pH 过高、土壤质地过于疏松、干旱等都会造成土壤中作物可利用锰素的数量减少, 造成锰素亏缺, 而酸性土壤和不合理的农业管理措施往往导致土壤溶液中锰浓度过高, 势必会对作物生长发育和产量产生影响^[11]。本研究采用沙培培养的方式, 通过控制营养液中锰浓度来设置不同的锰素胁迫处理, 进而在可控的条件下研究锰素胁迫对大豆生长和产量的影响。结果表明: 锰素浓度过高或过低对苗期大豆生长相关指标并未表现出显著影响, 而对中后期株高、根长、叶面积、根瘤相关指标以及干物质积累起明显抑制作用。可见, 大豆种子中存在的锰在一定程度上可以满足苗期大豆生长发育的需要, 因而锰素缺乏并未造成明显抑制作用, 而长时间的锰素缺乏必然影响生育中后期大豆生长。短时间内一定范围的锰素过量不会对大豆幼苗生长产生明显抑制作用, 但长时间的积累必然产生明显毒害作用。而张玉先等^[12]研究指出, 锰素缺乏或过量均会对大豆幼苗建成产生不利影响, 与本文结论有所不同, 可能是由于试验设置的锰素浓度范围不同所致。

参考文献

- [1] Millaleo R, Reyes-Diaz M, Ivanov A G, et al. Manganese as essential and toxic element for plants: Transport, accumulation and re-

sistance mechanisms[J]. Journal of Soil Science and Plant Nutrition, 2010, 10(4): 476-494.

- [2] Sayed R M, Mahmood S, Maryam R. A general overview on manganese(Mn) importance for crops production[J]. Australian Journal of Basic and Applied Sciences, 2011, 5(9): 1799-1803.
- [3] Ness P J, Woolhouse H W. RNA synthesis in Phaseolus chloroplasts. I. Ribonucleic acid synthesis and senescing leaves[J]. Journal of Experimental Botany, 1980, 31: 223-233.
- [4] Houtz R L, Nable R O, Cheniae G M. Evidence for effects on the *in vivo* activity of ribulose-biphosphate carboxylase/oxygenase during development of Mn toxicity in tobacco[J]. Plant Physiology, 1988, 86: 1143-1149.
- [5] Pfeffer P E, Tu S, Gerasimowicz W V, et al. *In vivo* 31P NMR studies of corn root tissue and its uptake of toxic metals[J]. Plant Physiology, 2001, 80: 77-84.
- [6] Ducic T, Polle A. Transport and detoxification of manganese and copper in plants[J]. Brazilian Journal of Plant Physiology, 2005, 17: 103-112.
- [7] Migocka M, Klobus G. The properties of the Mn, Ni and Pb transport operating at plasma of cucumber roots[J]. Physiologia Plantarum, 2007, 129: 578-587.
- [8] Abou M, Symeonidis L, Hatzistavrou E, et al. Nucleolytic activities and appearance of a new DNase in relation to nickel and manganese accumulation in *Alyssum murale*[J]. Journal of Plant Physiology, 2002, 159: 1087-1095.
- [9] Hauck M, Paul A, Gross S, et al. Manganese toxicity in epiphytic lichens: chlorophyll degradation and interaction with iron and phosphorus[J]. Environmental and Experimental Botany, 2003, 49: 181-191.
- [10] 金喜军, 马春梅, 龚振平, 等. 大豆鼓粒期对肥料氮的吸收与分配研究[J]. 植物营养与肥料科学, 2010, 16(2): 395-399. (Jin X J, Ma C M, Gong Z P, et al. Study on fertilizer-N absorption and distribution of soybean [*Glycine max* (L.)] during the seed-filling period[J]. Plant Nutrition and Fertilizer Science, 2010, 16(2): 395-399.)
- [11] 施益华, 刘鹏. 锰在植物体内生理功能研究进展[J]. 江西林业科技, 2003(2): 26-28. (Shi Y H, Liu P. Review of advance in physiological function of manganese in plants [J]. Jiangxi Forest Science and Technology, 2003(2): 26-28.)
- [12] 张玉先, 鲁巍, 崔洪秋, 等. 锰对大豆苗建成的影响[J]. 黑龙江八一农垦大学学报, 2007, 19(4): 5-9. (Zhang Y X, Lu W, Cui H Q, et al. Effect of manganese on seedling-building of soybean [J]. Journal of Heilongjiang August First Land Reclamation University, 2007, 19(4): 5-9.)