



# 点蜂缘蝽 (*Riptortus pedestris*) 为害对大豆植株“症青”发生及产量损失的影响

李文敬<sup>1,2</sup>, 高宇<sup>1,3</sup>, 胡英露<sup>1</sup>, 李昇<sup>1</sup>, 毕锐<sup>1</sup>, 张金平<sup>2</sup>, 史树森<sup>1</sup>

(1. 吉林农业大学 植物保护学院, 吉林 长春 130118; 2. 中国农业科学院 植物保护研究所/农业农村部 - CABI 生物安全联合实验室, 北京 100193; 3. 南京农业大学 植物保护学院, 江苏 南京 210095)

**摘要:**为明确点蜂缘蝽为害对大豆植株“症青”发生及产量损失的影响,采用人工罩网接虫法,设置6个密度处理,分别为每株0,0.5,1.0,1.5,2.0,2.5头,分别于盛花期(R2)、盛荚期(R4)和满粒期(R6)接点蜂缘蝽成虫,收获期系统观察大豆株高等主要农艺性状、“症青”症状(持绿叶片数)、主要产量性状及产量指标,分析接虫时期、接虫密度与上述各指标的相关性及差异显著性。结果表明:各时期接虫处理对大豆植株生长发育及产量的影响程度均呈随接虫密度增加而加重趋势。其中,R2期株高增加不显著,且均无“症青”植株发生;R4和R6期株高、节间距和“症青”等指标均随接虫密度的增加而显著增加;单株有效荚数、粒数、产量等均随接虫密度增加而显著下降,各产量性状及产量损失率与接虫密度之间呈显著正相关;植株持绿叶片数与接虫密度之间亦呈显著正相关,即接虫密度越大“症青”现象越明显。相同密度不同时期接虫处理结果显示,R4期大豆植株“症青”和产量损失等受害程度显著高于R2和R6。同时,大豆植株“症青”发生程度与单株产量损失率之间亦呈显著正相关,即植株“症青”越重其产量损失率越高。可见,点蜂缘蝽为害对大豆“症青”现象及产量的影响不仅与点蜂缘蝽密度有关,还与其为害时期密切相关,R4期是防控其为害的关键时期。

**关键词:**点蜂缘蝽;大豆;症青;农艺性状;产量;相关分析

## Effects of the *Riptortus pedestris* on Staygreen Syndrome and Yield of Soybean

LI Wen-jing<sup>1,2</sup>, GAO Yu<sup>1,3</sup>, HU Ying-lu<sup>1</sup>, LI Sheng<sup>1</sup>, BI Rui<sup>1</sup>, ZHANG Jin-ping<sup>2</sup>, SHI Shu-sen<sup>1</sup>

(1. College of Plant Protection, Jilin Agricultural University, Changchun 130118, China; 2. MARA - CABI Joint Laboratory for Bio-safety/Institute of Plant Protection, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100193, China; 3. College of Plant Protection, Nanjing Agricultural University, Nanjing 210095, China)

**Abstract:** The effect of *Riptortus pedestris* on staygreen syndrome (‘Zhengqing’) and yield of soybean was clarified in the greenhouse. Six treatments with the density as 0, 0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 2.5 per plant were set through inoculating insects to soybean plant in the flowering stage (R2), pod period (R4), full seed period (R6). The plant height and green leaf amount, main traits and yield indexes of soybean plants were observed. The correlation between the insects density and the above indexes, and the differences in different stages were analyzed. The results showed that the effects of inoculating insect treatments on the growth and yield of soybean plants at different stages increased with the increasing of insect density. Plant height in R2 stage didn’t significantly increased and there was no staygreen plants occurred. The height, pitch spacing and staygreen plants in R4 and R6 stages were significantly increased with the increasing of the insect density. The effective pod, seed and yield per plant decreased significantly with the increasing of insect density. In other word, the higher the insect density, the more apparent the staygreen syndrome. The results of insect treatment with the same densities in different densities showed that the damage degree of ‘Zhengqing’ and yield loss in R4 stages were significantly higher than that in R6 and R2 stage. Meanwhile, there was also a significant positive correlation between the occurrence degree of soybean staygreen syndrome and the yield loss rate per plant, that is, the heavier the staygreen syndrome, the higher the yield loss rate. So the effect of insect infestation on soybean stay green syndrome and yield is not only related to the density of insect infestation, but also closely related to its damage period. R4 stage is a key period to prevent and control pest infestation. The results provided a scientific basis for predicting the damage of *Riptortus pedestris* to soybean and determining the critical period of field control.

**Keywords:** *Riptortus pedestris*; Soybean; Staygreen syndrome; Agronomic traits; Yield; Correlation analysis

点蜂缘蝽 *Riptortus pedestris* 属半翅目(Hemiptera)蛛缘蝽科(Alydidae),在我国东北、华北、西北和

南方均有分布,是大豆田间常见的刺吸类害虫之一。点蜂缘蝽成虫在田间的秸秆、枯枝落叶、草丛

收稿日期:2019-06-28

基金项目:国家重点研发计划(2018YFD0201004);现代农业产业技术体系建设专项(CARS-04)。

第一作者简介:李文敬(1995-),女,硕士,主要从事为害虫综合治理。E-mail:1328168733@qq.com。

通讯作者:史树森(1963-),男,教授,博导,主要从事农业害虫综合治理与昆虫资源利用研究。E-mail:sss-63@263.net。

中越冬<sup>[1-2]</sup>,成虫和若虫主要刺吸危害大豆的花和荚,致使花荚脱落、荚而不实或形成瘪粒畸形等,严重影响大豆的产量和品质,发生严重时会造成全株瘪荚,颗粒无收<sup>[3]</sup>。近年来,点蜂缘蝽在我国黄淮海地区夏大豆田间发生为害严重,通过接虫、人工模拟针刺对比试验<sup>[4-5]</sup>和田间害虫发生与大豆“症青”现象的相关性分析研究,已确认点蜂缘蝽等刺吸害虫为害是导致大豆“荚而不实”型“症青”现象发生的主要原因之一<sup>[6-8]</sup>。目前,大豆“症青”现象是黄淮夏大豆生产中亟待解决的重要问题。并呈现出从黄淮流域大豆产区向西北、东北大豆产区扩散蔓延且逐年加重的趋势,严重威胁我国大豆产业振兴计划的实施。而明确点蜂缘蝽为害与大豆“症青”及产量损失的关系,进一步探索点蜂缘蝽为害大豆导致“荚而不实”型“症青”现象的发生机制,是研究解决大豆生产中“症青”问题的重要基础。现有国内外对点蜂缘蝽的研究主要集中在生物学特性、环境因子的影响、防治技术等方面<sup>[9-10]</sup>,例如,温度胁迫下对点蜂缘蝽雌成虫的产卵量、存活率以及呼吸代谢酶有较大影响等<sup>[11-12]</sup>。为了明确点蜂缘蝽危害时期和为害密度与产量性状及“症青”现象之间的关系,本研究采用盆栽罩网接虫法,设置6个不同接虫密度,在R2、R4、R6生育期进行接虫处理,系统研究分析不同时期、不同密度点蜂缘蝽刺吸危害与大豆生长发育过程中主要农艺性状、“症青”症状及产量性状等的关系,为进一步明确点蜂缘蝽经济危害密度、关键危害期及适时实施有效防控技术等提供理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

供试虫源采自贵州省贵阳市,试验地点在吉林农业大学教学基地(43°48′47″N,125°25′4″E;海拔240 m)温室内,以盆栽大豆苗置于养虫笼(长45 cm、宽45 cm)内饲养。大豆品种为吉农38。主要设备材料有塑料盆(直径28 cm)、铁支架(高120 cm、宽20 cm)、网罩(直径30 cm、高120 cm、孔径40目)、50 mL离心管。

### 1.2 试验设计

供试大豆植株:选用直径为28 cm的花盆播种,每盆播种2穴,每穴播种3粒种子,出苗后,进行正常的植株管理,每盆留2株长势良好的大豆以供后续试验。

接虫试验处理:分别于盛花期(R2)、盛荚期(R4)、满粒期(R6)3个时期进行接点蜂缘蝽成虫处

理,设置单株接虫密度分别为0,0.5,1.0,1.5,2.0,2.5头,共6个处理,利用盆栽罩网隔离法接虫,3次重复。

### 1.3 测定项目与方法

1.3.1 不同处理大豆主要农艺性状调查 在大豆成熟期,分别测量植株株高、节数、节间距、持绿叶片数等农艺性状指标。其中植株持绿叶片数量用来描述大豆的“症青”症状,所谓“症青”即在大豆植株正常成熟期仍保持青枝绿叶状态的现象<sup>[4]</sup>。

1.3.2 不同处理大豆主要产量性状调查 各处理在收获期以植株为单位,调查记录总荚数、瘪荚数、有效荚(有一粒及以上鼓粒的豆荚)数、粒数及百粒重等产量性状,并进行单株测产。

1.3.3 为害损失率统计  $\text{百粒重损失率}(\%) = (\text{对照组百粒重} - \text{处理组百粒重}) / \text{对照组百粒重} \times 100$

$\text{单株粒数损失率}(\%) = (\text{对照组单株粒数} - \text{处理组单株粒数}) / \text{对照组单株粒数} \times 100$

$\text{单株有效荚数损失率}(\%) = (\text{对照组单株有效荚数} - \text{处理组单株有效荚数}) / \text{对照组单株有效荚数} \times 100$

$\text{单株产量损失率}(\%) = (\text{对照组单株产量} - \text{处理组单株产量}) / \text{对照组单株产量} \times 100$

### 1.4 数据分析

使用WPS 2019软件初步统计数据,用DPS 9.0统计软件Duncan检验法进行差异显著性分析( $P < 0.05$ ),用一元非线性回归法进行各指标间相关回归分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同时期接不同密度点蜂缘蝽对大豆主要农艺性状的影响

2.1.1 大豆主要农艺性状 由表1可知,点蜂缘蝽成虫为害对大豆株高、节间距及持绿叶数均有显著影响。不同时期接虫处理大豆植株高度均呈现随接虫密度增大而增高的趋势,其中,盛荚期(R4)和满粒期(R6)接虫处理株高显著高于不接虫处理,而盛花期(R2)接虫处理大豆株高变化不显著;不同时期接虫处理植株节数均无显著差异;而其节间距均随接虫密度增加而显著增长;R2期接虫处理大豆成熟期无叶片持绿现象,而R4和R6期持绿叶片数则随接虫密度增加而显著增加。可见,点蜂缘蝽对大豆为害程度除了受接虫密度影响外,还与为害时期有关。

表 1 点蜂缘蝽为害对大豆主要农艺性状的影响

Table 1 Effects of *Riptortus pedestris* on main agronomic characters of soybean

主要农艺性状 Main agronomic characters	接虫时期 Insect period	单株接虫密度 Insect density of single plant					
		0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5
株高 Plant height /cm	R2	73.25 ± 2.05 a	72.11 ± 2.10 a	74.75 ± 0.87 a	74.89 ± 1.74 a	75.50 ± 0.99 a	75.44 ± 1.89 a
	R4	71.00 ± 0.22 c	71.75 ± 1.28 bc	72.44 ± 1.06 abc	74.00 ± 2.36 ab	73.00 ± 0.98 abc	74.67 ± 1.69 a
	R6	71.60 ± 1.20 b	72.50 ± 2.06 ab	74.00 ± 2.91 ab	74.83 ± 2.24 ab	76.17 ± 2.29 ab	77.00 ± 1.03 a
节数 Node number	R2	15.25 ± 0.48 a	14.83 ± 0.35 a	15.33 ± 0.44 a	15.75 ± 0.59 a	15.33 ± 0.41 a	14.41 ± 0.18 a
	R4	14.80 ± 0.51 a	14.50 ± 0.57 a	14.80 ± 0.51 a	15.14 ± 0.34 a	15.00 ± 0.90 a	15.14 ± 0.77 a
	R6	14.4 ± 1.03 a	14.6 ± 1.29 a	13.75 ± 0.73 a	15.4 ± 1.60 a	16.6 ± 0.93 a	13.8 ± 0.58 a
节间距 Internodes length/cm	R2	4.97 ± 0.15 d	4.96 ± 0.05 c	4.95 ± 0.17 c	4.94 ± 0.23 bc	5.10 ± 0.17 b	5.70 ± 0.18 a
	R4	4.44 ± 0.03 c	4.97 ± 0.18 b	4.80 ± 0.25 bc	4.99 ± 0.08 b	5.48 ± 0.10 a	5.45 ± 0.32 a
	R6	4.69 ± 0.20 b	4.90 ± 0.17 b	5.10 ± 0.11 b	4.70 ± 0.37 b	5.08 ± 0.28 b	5.76 ± 0.06 a
绿叶数 Number of green leaves	R2	0.00 ± 0.00 a	0.00 ± 0.00 a	0.00 ± 0.00 a	0.00 ± 0.00 a	0.00 ± 0.00 a	0.00 ± 0.00 a
	R4	0.00 ± 0.00 d	3.17 ± 1.05 c	4.00 ± 1.06 bc	6.00 ± 0.68 bc	6.33 ± 2.04 b	10.67 ± 1.23 a
	R6	0.00 ± 0.00 c	1.00 ± 0.45 c	0.80 ± 0.48 c	1.83 ± 0.91 bc	3.17 ± 0.87 b	7.00 ± 0.86 a

同行不同小写字母表示处理间差异显著性( $P < 0.05$ )。下同。  
Different lowercase in the same row indicating the significant difference between different treatments ( $P < 0.05$ ). The same below.

2.1.2 不同时期接虫密度与大豆植株“症青”关系分析 由表 2 可知,除 R2 期接虫至成熟期大豆植株叶片无明显持绿现象外,R4 期和 R6 期接虫植株持绿叶片数均与接虫密度呈显著正相关,即点蜂缘蝽密度越高,植株持绿叶片数越多,“症青”现象越明显。

表 2 不同时期接虫密度与大豆植株“症青”(持绿叶片数)的回归分析

Table 2 Regression analysis of insect density and stay green syndrome (the number of green leaves) in soybean plants in different periods

接虫时期 Insect period	回归方程 Regression equation	显著性检验			符合模型 Coincidence model
		$R^2$	$F$	$P$	
R2	—	—	—	—	—
R4	$Y_{R4} = 0.3976 + 3.7046x$	0.9343	56.9111	0.0017	一次函数 Linear function
R6	$Y_{R6} = 0.2145\exp(1.3889x)$	0.9853	269.0052	0.0001	指数函数 Exponential function

回归方程  $Y$  代表单株持绿叶片数, $X$  代表接虫密度。  
The regression equation  $Y$  represents the number of green leaves held by a single plant,  $X$  represents the density of the insects.

2.2 不同时期接虫密度对大豆主要产量性状的影响

2.2.1 对产量相关性状及相应损失率的影响 由表 3 可知,R4 期大豆植株的百粒重随接虫密度的增加而显著降低,而 R2 期和 R6 期百粒重在各处理间无显著性差异。R4 期不同接虫密度百粒重损失率如图 1 所示,当单株接虫密度大于等于 1.5 头时,其百粒重损失率显著高于单株接虫密度小于 1.5 头的处理。不同接虫时期,大豆植株的单株粒数和有效荚数均随接虫密度的增加而呈下降的趋势,下降趋势最明显的亦为 R4 期,单株接虫密度为 0 头(对

照)时单株粒数为 73.33 粒,单株接虫密度为 2.5 头时单株粒数仅为 6.17 粒,损失率高达 91.50%,各密度单株粒数损失率在不同接虫时期处理间的差异显著性如图 2A 所示,表现出随接虫密度增加而损失率加重的趋势,R4 期单株粒数损失率显著高于 R6 与 R2 期,R2 与 R6 期之间未表现出显著性差异。不同接虫时期,大豆单株有效荚数均随接虫密度的增加而减少,其中 R4 期减少最明显,对照单株有效荚数为 31.63 个,单株接虫密度为 2.5 头时单株有效荚数仅为 5.83 个,损失率高达 81.56%,各密度单株有效荚数损失率在不同接虫处理间的差

异如图 2B 所示,不同接虫时期均表现出随接虫密度增加而单株有效荚数损失率增加的趋势,各接虫密度,R4 期单株有效荚数损失率均显著高于 R6 期、R2 期,在单株接虫密度为 2.5 头时,R6 期单株有效荚数损失率显著高于 R2 期。从图 2 可以看

出,在相同密度下,R4 期接虫对大豆单株粒数损失、单株有效荚数损失均显著大于 R6 期和 R2 期。可见,R4 期是点蜂缘蝽危害造成产量损失的关键时期。

表 3 点蜂缘蝽为害对大豆主要产量性状的影响

产量性状		单株接虫密度 Insect density of single plant					
Yield trait	Insect period	0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5
百粒重 100-seed weight/g	R2	14.12 ± 0.50 a	15.65 ± 0.62 a	16.00 ± 0.89 a	15.66 ± 1.26 a	16.05 ± 1.42 a	15.49 ± 0.72 a
	R4	15.91 ± 0.23 a	13.95 ± 3.15 a	13.80 ± 4.38 a	5.39 ± 2.00 b	4.07 ± 6.33 b	3.57 ± 3.92 b
	R6	14.00 ± 0.26 a	15.39 ± 0.65 a	14.42 ± 0.50 a	15.55 ± 0.65 a	14.09 ± 0.81 a	15.18 ± 0.37 a
单株粒数 Amount of seed per plant	R2	76.40 ± 4.31 a	76.40 ± 4.31 a	75.40 ± 11.51 a	74.00 ± 11.97 a	70.00 ± 4.76 a	66.80 ± 10.89 a
	R4	73.33 ± 1.76 a	43.50 ± 6.83 b	28.00 ± 6.73 c	12.67 ± 5.79 d	13.67 ± 8.83 cd	6.17 ± 3.35 d
	R6	73.80 ± 13.56 a	70.80 ± 13.68 ab	61.40 ± 13.68 abc	54.60 ± 11.76 abc	49.20 ± 9.23 bc	41.00 ± 6.49 c
单株有效荚数 Amount of effective pods per plant	R2	35.60 ± 4.50 a	30.83 ± 4.77 ab	30.50 ± 5.34 ab	28.67 ± 4.28 bc	24.83 ± 2.18 cd	22.33 ± 3.45 d
	R4	31.63 ± 3.20 a	13.08 ± 2.34 b	8.67 ± 1.45 bc	8.43 ± 1.51 bc	8.17 ± 1.97 bc	5.83 ± 1.65 c
	R6	34.00 ± 4.15 a	29.80 ± 4.67 ab	28.40 ± 5.50 ab	23.40 ± 4.92 ab	22.00 ± 7.08 ab	16.20 ± 4.79 b

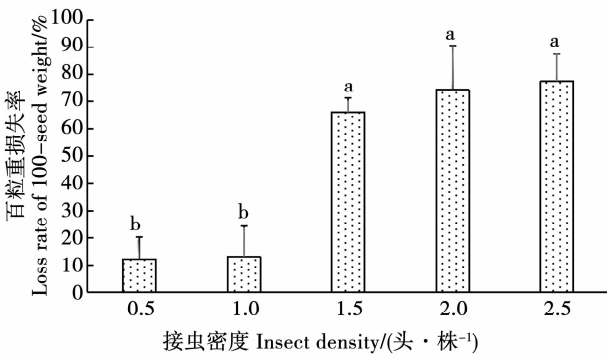


图 1 盛荚期不同密度点蜂缘蝽为害对大豆百粒重损失率的影响  
Fig. 1 Effect of different density of *Riptortus pedestris* on the loss rate of 100-seed weight of soybean

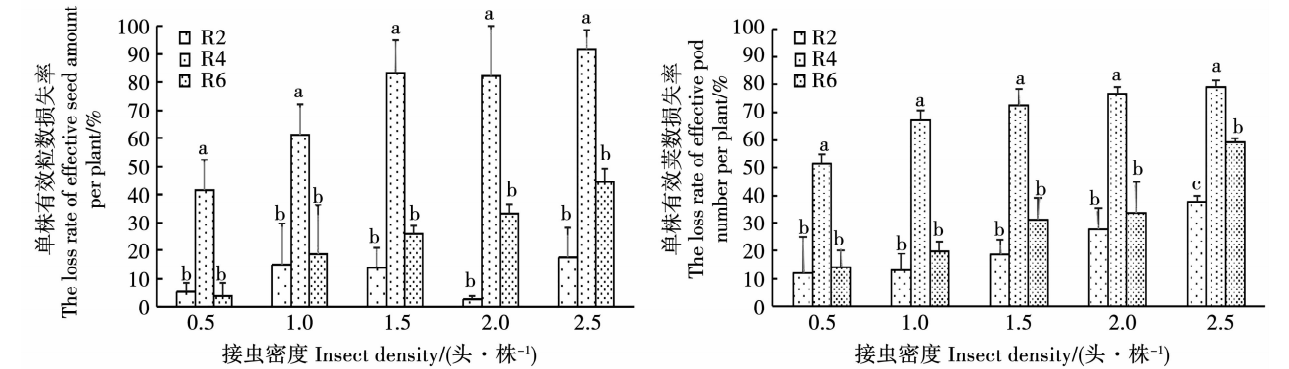


图 2 点蜂缘蝽为害对大豆单株粒数 (A) 及单株有效荚数损失率 (B) 的影响  
Fig. 2 Effect of *Riptortus pedestris* on the loss rate of effective seed amount per plant (A) and the loss rate of effective pod amount per plant (B) of soybean

2.2.2 不同接虫时期接虫密度与产量相关性状的

分析 除 R2 期、R6 期接虫的百粒重和 R6 期单株有效荚数外,大豆植株各产量性状与接点蜂缘蝽成

虫密度之间均呈显著负相关,相关指标间回归分析结果见表 4。可见,点蜂缘蝽为害密度越大,植株的结荚效果和质量越差。

表 4 不同接虫时期点蜂缘蝽成虫密度与主要产量性状的回归分析

Table 4 Regression analysis between adult densities and main yield traits of the different <i>Riptortus pedestris</i>						
产量性状 Yield trait	接虫时期 Insect period	回归方程 Regression equation	显著性检验 Significance test			符合模型 Compliance model
			$R^2$	$F$	$P$	
百粒重 100-seed weight/g	R2	——	——	——	——	——
	R4	$Y_{粒重R4} = 17.4589/[1 + \exp(-2.5003 + 1.8318x)]$	0.9178	16.7437	0.0236	逻辑斯蒂 Logistic
	R6	——	——	——	——	——
单株粒数 Amount of seed per plant	R2	$Y_{粒数R2} = 76.4000 + 0.5400x - 0.5000x^2$	0.9923	193.9896	0.0007	二次函数 Quadratic function
	R4	$Y_{粒数R4} = 72.9715\exp(-0.9986x)$	0.9908	429.4567	0.0001	指数函数 Exponential function
	R6	$Y_{粒数R6} = 75.2952 - 6.7314x$	0.9891	361.6270	0.0001	一次函数 Linear function
单株有效荚数 Amount of effective pods per plant	R2	$Y_{荚数R2} = 34.9492 - 2.4619x$	0.9570	88.9936	0.0007	一次函数 Linear function
	R4	$Y_{荚数R4} = 1/[0.1522 - 0.1206\exp(-x)]$	0.9939	646.7060	0.0001	S 曲线函数 S curve function
	R6	——	——	——	——	——

2.3 点蜂缘蝽为害对单株产量的影响及其与产量损失率的相关分析

2.3.1 对单株产量的影响 由表 5 可知,不同时期接虫,其单株产量均表现为随着接虫密度的增加而降低的趋势,其中 R4 期和 R6 期接虫处理产量显著降低,而 R2 期各接虫密度间未表现出显著差异。在相同密度下,不同接虫时期处理间单株产量损失

率差异如图 3 所示,各接虫时期处理间,单株接虫密度≥1 头时,不同接虫时期处理间大豆单株产量损失均存在显著差异,即 R4 期显著大于 R6 期,R6 期显著大于 R2 期,在单株接虫密度为 0.5 头时,R4 期和 R6 期之间产量损失率无显著差异,但二者均显著高于 R2 期。可见,点蜂缘蝽在相同密度下对大豆危害所造成的产量损失为:R4 > R6 > R2。

表 5 点蜂缘蝽为害对大豆单株产量的影响

Table 5 Effect of <i>Riptortus pedestris</i> on soybean yield per plant (g)						
接虫时期 Insect period	单株接虫密度 Insect density of single plant					
	0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5
R2	11.74 ± 0.52 a	10.67 ± 1.71 a	10.15 ± 1.54 a	9.65 ± 1.49 a	9.97 ± 1.00 a	9.83 ± 0.80 a
R4	12.16 ± 0.19 a	6.34 ± 2.01 b	4.82 ± 1.36 bc	1.61 ± 0.87 cd	1.66 ± 1.09 cd	1.29 ± 0.61 d
R6	12.68 ± 0.31 a	9.70 ± 1.17 b	7.26 ± 0.51 b	8.27 ± 1.56 b	7.56 ± 1.28 b	7.04 ± 0.85 b

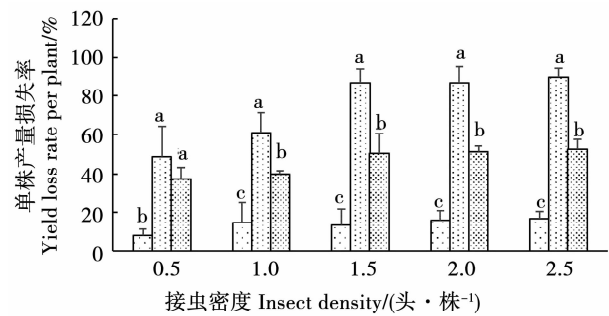


图3 不同密度点蜂缘蝽为害大豆单株产量损失率

Fig. 3 Loss rate of soybean yield per plant of different density of *Riptortus pedestris*

2.3.2 不同时期接虫密度与单株产量损失的相关性分析 R4 期和 R6 期接虫处理随接虫密度增加其单株产量呈现显著下降的趋势。分别对两个时期接点蜂缘蝽密度与大豆单株产量损失率进行相关分析,其中,R4 期符合负指数函数: $Y_{R4} = 107.2507 \exp(-0.4303/x)$  ( $R^2 = 0.9049$ ,  $F = 28.5576$ ,  $P = 0.0128$ );R6 期符合 S 曲线函数: $Y_{R6} = 1/[0.0173 + 0.0166 \exp(-x)]$  ( $R^2 = 0.9189$ ,  $F = 33.9990$ ,  $P = 0.0100$ )。可见,R4 期和 R6 期接点蜂缘蝽成虫,其产量损失率随接虫密度增加而显著加大。

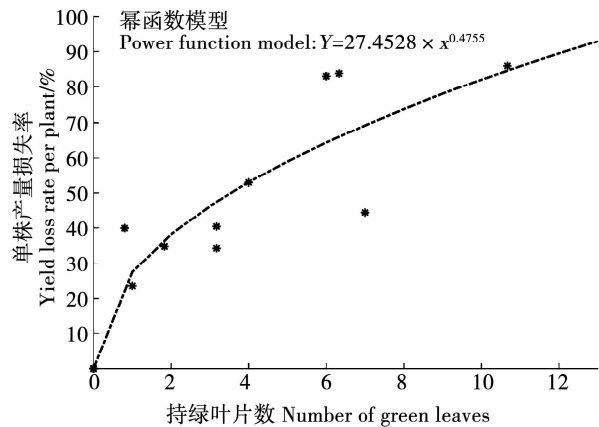


图4 盛荚期和满粒期不同接虫密度持绿叶片数与相应单株产量损失率之间相关性分析

Fig. 4 Correlation analysis between the number of green leaves with different insect densities at the pod and full seed stage and the corresponding yield loss rate per plant

2.4 大豆植株“症青”与产量损失率的相关性分析 点蜂缘蝽为害大豆可导致其植株出现“症青”现象,同时亦可造成减产,并且表现出明显的密度效应。将 R4 期和 R6 期各接虫密度处理“症青”持绿叶片数与其相应单株产量损失率之间进行相关分析,结果如图 4 所示。“症青”持绿叶片数与单株产量损失率之间呈显著正相关,并符合幂函数模型: $Y_{损失率} = 27.4528 \times x^{0.4755}$  ( $R^2 = 0.8139$ ,  $F =$

43.7480,  $P = 0.0001$ ),即单株产量损失随植株“症青”持绿叶数增加而增加。

### 3 讨论

植物的营养生长和生殖生长之间的关系是对立统一的,植株生长高大茂盛则被认为是更多营养物质用于营养生长,反之为生殖生长<sup>[13]</sup>。本研究结果表明,大豆在 R2、R4 和 R6 期 3 个时期接入点蜂缘蝽成虫,植株的节数未表现出明显差异,但节间距和株高(除盛花期)均表现为随密度增加而显著增高的趋势,其原因可能是随着点蜂缘蝽为害的加重,导致植株的花荚脱落严重,进而对植株正常的源库关系产生影响,使植株生长过程中更多的营养物质用于植株的营养生长,促进节间生长而表现出了植株随接点蜂缘蝽密度增加而增高的趋势。通过针刺机械损伤或去荚减库试验也得到类似的结果<sup>[11,14]</sup>。R4 期和 R6 期大豆植株“症青”持绿叶数随接虫密度增加呈增加的趋势,点蜂缘蝽密度越大,“症青”现象越明显。

在作物生长发育过程中,源库关系发生改变是导致其减产的主要原因<sup>[15-17]</sup>。大豆百粒重、单株荚数和粒数是决定大豆产量的主要因素<sup>[18-19]</sup>。管春英<sup>[20]</sup>研究表明:不同生育期改变植株源库关系,使大豆单株荚数、单株粒数、单株产量等均呈降低趋势。本试验研究亦得出类似结果。其中百粒重不仅与点蜂缘蝽的接虫密度有关,还与其为害时期密切相关;R4 期接虫处理对百粒重影响随接虫密度增加而显著降低,而 R2 期和 R6 期不同接虫密度间均未表现出差异显著性。可见,点蜂缘蝽在大豆 R2 和 R6 期为害对其百粒重影响不大;单株粒数、有效荚数随点蜂缘蝽密度的增加均呈下降的趋势,其中 R4 期为害最明显。可见,植株百粒重、单株粒数、单株有效荚数等产量因子的改变,不仅与点蜂缘蝽发生密度有关,而且与为害时期亦密切相关,R4 期点蜂缘蝽为害使大豆植株百粒重、单株粒数、单株有效荚数减少最为显著。

大豆植株“症青”叶片持绿症状发生既与点蜂缘蝽为害密度有关,同时也与为害时期有关。R2 期接点蜂缘蝽各密度处理植株均未出现“症青”现象,而 R4 期和 R6 期接点蜂缘蝽成虫,植株至成熟期的持绿叶片数均与接虫密度呈显著正相关,即点蜂缘蝽接虫密度越高,植株持绿叶片数越多,“症青”现象越明显。点蜂缘蝽为害导致植株发生“症青”持绿叶片数与单株产量损失率之间也呈显著正相关,即大豆发生“症青”现象越严重,其产量损失越大,产量越低。

点蜂缘蝽 R2 期为害大豆可显著降低植株有效荚数,但其单株产量降低并不显著,其原因可能与其自身补偿能力及点蜂缘蝽为害习性和营养需求有关,相关问题有待进一步探讨。

4 结 论

点蜂缘蝽为害 R4 期至 R6 期大豆,可以导致其节间距延长,株高增加,并发生“症青”现象。同时可显著降低单株荚数、粒数及其产量,其影响程度与点蜂缘蝽密度呈显著正相关。点蜂缘蝽为害所导致大豆植株“症青”持绿叶片发生程度与其产量损失之间亦呈显著正相关。在相同密度下,点蜂缘蝽对大豆的为害程度为:R4 > R6 > R2,大豆田间防控该害虫应重点针对 R4 期。

参考文献

[1] 高宇,陈菊红,史树森.大豆害虫点蜂缘蝽研究进展[J].中国油料作物学报,2019,41(5):1-12. ( Gao Y, Chen J H, Shi S S. Research progress on the soybean stink bug (*Riptortus pedestris*) [J]. Chinese Journal of Oil Crop Sciences, 2019,41(5):1-12. )

[2] Gao Y, Shi S S, Xu M L, et al. Current research on soybean pest management in China [J]. Oil Crop Science, 2018, 3 (4): 215-227.

[3] 史树森.大豆害虫综合防控理论与技术[M].长春:吉林出版集团有限责任公司,2013: 171. ( Shi S S. Soybean pest management and technology [M]. Changchun: Jilin Publishing Group Limited Liability Company, 2013: 171. )

[4] Li K, Zhang X X, Guo J Q, et al. Feeding of *Riptortus pedestris* on soybean plants, the primary cause of soybean stay green syndrome in the Huang-Huai-Hai river basin[J]. The Crop Journal, 2019,7(3):360-367.

[5] Zhang X X, Wang M, Wu C X, et al. Physiological and molecular studies of stay green caused by pod removal and seed injury in soybean[J]. The Crop Journal, 2016,4(6):435-443.

[6] 高宇,史树森.大豆“荚而不实”型“症青”与蝽类害虫为害的相关性及防控策略[J].大豆科学,2019,38(4):650-655. ( Gao Y, Shi S S. The relationship between stay green syndrome in soybean and stink bugs and preventive strategy[J]. Soybean Science, 2019,38(4):650-655. )

[7] 郭建秋,马雯,雷全奎,等.黄淮海夏大豆“症青”现象发生原因初步探讨[J].河南农业科学,2012,41(4):45-48,53. ( Guo J Q, Ma W, Lei Q K, et al. Tentative analysis of “Zhengqing” phenomena of soybean in Huanghuai valleys[J]. Journal of Henan Agricultural Sciences, 2012,41(4):45-48,53. )

[8] 郭奎英,杨彩云.大豆症青综合防治与高产栽培技术[J].大豆科技,2017(3):39-42. ( Guo K Y, Yang C Y. Integrated control and high yield cultivation practices for soybean “stay-green” phenomenon [J]. Soybean Science and Technology, 2017 (3):

39-42. )

[9] 陈菊红,毕锐,黄佳敏,等.不同蝽类为害对大豆生长发育及产量影响的差异性分析[J].大豆科学,2018,37(4):585-589. ( Chen J H, Bi R, Huang J M, et al. Analysis on the different effects of differernt stinkbugs infestatlons on growth and yield of soybean[J]. Soybean Science, 2018,37(4):585-589. )

[10] Kho J W, Jung M, Lee D H. Evaluating the efficacy of two insect detection methods with *Riptortus pedestris* (Hemiptera: Alydidae): Portable harmonic radar system and fluorescent marking system [J]. Pest Management Science, 2019,75(1):224-233.

[11] 陈菊红,崔娟,张金平,等.温度胁迫对点蜂缘蝽成虫呼吸代谢关键酶活性的影响[J].昆虫学报,2018,61(9):1003-1009. ( Chen J H, Cui J, Zhang J P, et al. Effects of temperature on the activities of key enzymes related to respiratory metabolism in *Riptortus pedestris* (Hemiptera: Coreidae) adults[J]. Acta Entomologica Scientia, 2018,61(9):1003-1009.

[12] 陈菊红,崔娟,唐佳威,等.温度对点蜂缘蝽生长发育和繁殖的影响[J].中国油料作物学报,2018,40(4):579-584. ( Chen J H, Cui J, Tang J W, et al. Effects of temperature on the growth and development of *Riptortus pedestris* Fabricius[J]. Chinese Journal of Oil Crop Sciences, 2018,40(4):579-584. )

[13] 李彦连,张爱民.植物营养生长与生殖生长辩证关系解析[J].中国园艺文摘,2012,28(2):36-37. ( Li Y L, Zhang A M. Analysis of the relationship between plant nutrient growth and reproductive growth syndrome differentiation [J]. Chinese Horticulture Abstracts, 2012,28(2):36-37. )

[14] 王四清,高聚林,刘克礼,等.大豆源、库关系的研究[J].华北农学报,2005(S1):1-4. ( Wang S Q, Gao J L, Liu K L, et al. Study on the relation of source and sink of soybean[J]. Acta Agriculturae Boreali-Sinica, 2005(S1):1-4. )

[15] 王灿.作物产量与源流库学说[J].现代农村科技,2010(15):79. ( Wang C. Theory of crop yield and source stream database [J]. Modern Rural Science and Technology, 2010(15):79. )

[16] 赵全志,黄丕生.略论作物生产的源库系统行为[J].耕作与栽培,1998(6):36-38. ( Zhao Q Z, Huang P S. On the source-sink system behavior of crop production [J]. Tillage and Cultivation, 1998(6):36-38.

[17] 赵洪梅,郑洪兵.改变源库关系对大豆产量生理的影响[J].大豆科学,2009,28(4):736-739. ( Zhao H M, Zheng H B. Research advance on physiological changes respond to alteration of source sink relationship in soybean [J]. Soybean Science, 2009,28(4):736-739. )

[18] Board J E, Tan Q. Assimilatory capacity effects on soybean yield components and pod number [J]. Crop Science, 1995, 35: 846-851.

[19] Jiang H F, Egli D B. Soybean seed number and crop growth rate during flowering[J]. Agronomy Journal, 1995,87:164- 167.

[20] 管春英.改变源库关系对大豆产量与品质的影响[D].长春:吉林农业大学,2005. ( Guan C Y. Effects of changing source-sink relationship on yield and quality in soybeans [D]. Jilin Agricultural University, 2005. )