

不同大豆品种大豆蚜田间种群发生及实验种群生殖力表研究

王兴亚, 陈彦, 赵彤华, 徐蕾, 许国庆

(辽宁省农业科学院 植物保护研究所, 辽宁 沈阳 110161)

摘要:系统调查了大豆蚜在3个大豆品种(辽豆15、辽豆18和辽豆22)上的种群发生动态,并在温室自然变温条件下利用小纱网笼罩法组建了大豆蚜在这3个大豆品种上的实验种群生殖力表,以了解不同大豆品种对大豆蚜的抗性差异。结果表明:大豆蚜在辽豆22上发生量明显低于辽豆18和辽豆22。种群净增殖率(R_0)、平均世代历期(T)和内禀增长率(r_m)参数值均表现为辽豆18 > 辽豆15 > 辽豆22。因此,在3个大豆品种中,辽豆22最不适合大豆蚜生长发育和繁殖。

关键词:大豆蚜;大豆;生殖力表

中图分类号:S565.1

文献标识码:A

文章编号:1000-9841(2011)05-0830-04

Population Dynamic and Fecundity Parameters of *Aphis glycines* in Different Soybean Cultivars

WANG Xing-ya, CHEN Yan, ZHAO Tong-hua, XU Lei, XU Guo-qing

(Institute of Plant Protection, Liaoning Academy of Agricultural Sciences, Shenyang 110161, Liaoning, China)

Abstract: Soybean aphid, *Aphis glycines* Matsumura, is an important agriculture pest in China. It heavily damaged soybean and had caused serious economic losses in some main soybean production areas. To understand the resistance difference to soybean aphid in soybean cultivars, this study examined the population dynamics of *Aphis glycines* on three soybean cultivars (LD15, LD18 and LD22) in fields, and then used small clip cages to build the fecundity table of experiment population of soybean aphids on three soybean cultivars in the greenhouse. The results showed that the amounts of soybean aphids in LD22 were fewer than LD15 and LD18. The parameters size of the net reproductive rate (R_0), the mean generation time (T) and the intrinsic rate of increase (r_m) of soybean aphid were LD18 > LD15 > LD22. Consequently, the study suggested that LD22 was the most unsuitable cultivars for the growth and reproduction of soybean aphid.

Key words: *Aphis glycines*; Soybean; Fecundity table

大豆 [*Glycine max* Merr. (L)] 是我国重要的油料和经济作物。大豆蚜 (*Aphis glycines* Matsumura) 是为害大豆的主要害虫, 隶属于半翅目 (Hemiptera) 蚜科 (Aphididae) 蚜属 (*Aphis* Linnaeus)^[1]。大豆蚜常以成、若蚜群集在大豆嫩叶、嫩茎等处为害, 致使叶片变黄、卷曲, 植株生长迟缓、分枝及结荚减少, 导致大豆严重减产。此外, 大豆蚜亦可传播大豆花叶病毒病 (SMV) 等病害^[2-3]。目前, 大豆蚜已对我国以及北美地区的大豆产业造成了较为严重的经济损失^[4-5]。

选育抗(耐)蚜品种是蚜虫综合治理的一项重要内容。伊利诺大学对3 000份大豆种质和野生大豆进行了鉴定, 发现30份材料具有抗蚜性或推测具有抗蚜性。其中, “Bowling”、“Jackson”和“Dowl-

ing”等大豆品种对大豆蚜具有高抗性^[6-9]。Mensah等^[10]鉴定出山东省4个抗蚜品种。Li等^[11]找到2个与抗性基因 *Rag1* 连锁的 SSR 分子标记, 初步确定了抗性基因在大豆连锁群中的位置。Kang等^[12]首次发现一种由显性基因控制的抗蚜品种, 此抗性不能被蚜虫打破, 抗蚜效果好。在我国, 一些学者在大豆抗蚜品种鉴定方面也进行了一些研究^[13-17]。但是, 抗蚜性鉴定多是依据田间不同品种上发生的蚜量来确定。生命表方法是广泛用于评价作物品种抗性的一个重要手段。但是, 迄今为止, 该方法用于大豆品种的抗蚜性研究中鲜有报道。

为此, 通过田间大豆蚜在不同品种上的种群发生动态调查, 结合温室内不同品种上接虫观察试验, 利用小纱网笼罩法组建大豆蚜在不同大豆品种

收稿日期: 2011-07-25

基金项目: 公益性行业(农业)科研专项经费资助项目(201103022)。

第一作者简介: 王兴亚(1979-), 男, 助理研究员, 博士, 主要从事昆虫生态及害虫防治研究。E-mail: wangxingya2008@yahoo.cn。

通讯作者: 许国庆(1966-), 男, 研究员, 博士, 主要从事害虫防治研究。E-mail: xgq66@126.com。

上的实验种群生命表,以期了解不同大豆品种对大豆蚜种群发生及其种群生殖力参数的影响,为建立一套较为完整的大豆蚜抗性评价体系,进而为大豆抗蚜基因的深入研究以及抗性种质的培育提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 供试材料

供试虫源采自辽宁省鞍山市岫岩满族自治县大豆田自然发生的大豆蚜,在辽宁省农业科学院(沈阳)的日光温室内进行饲养,以备试验用。

供试大豆品种为辽宁地区主栽大豆品种,辽豆 15、辽豆 18 和辽豆 22。

1.2 试验方法

1.2.1 田间大豆蚜在不同大豆品种上的种群动态

2009 年,在岫岩县,选择肥力水平较为一致的大豆田作为试验地,种植 3 个大豆品种,每个品种种植 667 m²。5 月上旬播种,种植密度约为 150 000 株·hm²,田间正常管理,不施用任何化学药剂。6 月 20 日始,在调查样地内选择有代表性的 30~60 株大豆植株进行全株调查,记录大豆蚜的发生量。每 5~6 d 调查 1 次,共调查 7 次。

1.2.2 温室自然变温条件下不同大豆品种接虫观察试验 试验在辽宁省农业科学院日光温室进行。采用花盆(直径 30 cm)种植 3 个大豆品种,每盆 3 株,每个品种共计 30 个大豆植株。利用毛笔将 10 头大豆蚜成蚜接到大豆植株上,每 4 d 调查 1 次蚜量,共调查 9 次。在蚜虫发生量较少时,进行全株蚜量调查,当蚜量较多时,仅调查大豆植株上部 3 对复叶上发生的蚜量。同时记录温室内的温湿度变化。

1.2.3 大豆蚜实验种群生殖力表研究 同样采用花盆盆栽上述 3 个大豆品种,利用小纱网笼罩法,于大豆发育 V3 期,在每笼罩内用毛笔接入 3 头高龄若蚜,待成蚜初产 3 头 1 龄若蚜后,将成蚜及多余的若蚜除去。试验处理 60 头大豆蚜,每 2 d 调查 1 次,记录大豆蚜死亡及产仔量等相关数据,直到蚜虫全部死亡为止。根据调查数据,组建大豆蚜实验种群生命表,分析和比较大豆蚜净增殖率(R_0)、平均世代历期(T)、周限增长率(λ)和内禀增长率(r_m)等生命表参数,确定不同品种的抗蚜性。

1.3 数据分析

采用 Microsoft Excel 2003 软件进行数据整理并绘图。

大豆蚜生殖力表的组建采用 Birch 方法^[18],相

关参数的计算参照徐汝梅介绍的方法^[19]。

$$R_0 = \sum l_x m_x; T = \frac{\sum x l_x m_x}{R_0}; r_m = \frac{1 \ln R_0}{T};$$

$$\lambda = e^{r_m}; DDP = \frac{1 \ln 2}{r_m}$$

式中 R_0 为种群净生殖率, T 为平均世代周期, r_m 为内禀增长率, l_x 为特定年龄存活率, x 为特定年龄, m_x 为每雌产雌率, λ 为周限增长率, DDP 为种群加倍时间。

2 结果与分析

2.1 田间大豆蚜在不同品种上的种群动态

2009 年在岫岩地区对 3 个大豆品种的大豆蚜种群动态调查(图 1)。大豆蚜在大豆上发生的初始期为 6 月下旬。7 月中下旬,大豆蚜在辽豆 15、辽豆 18 和辽豆 22 上皆达到发生高峰期,蚜虫发生量分别达到 48.77、102.97 和 10.85 头·株⁻¹。辽豆 22 上发生的大豆蚜量始终在较低水平。例如,6 月 20 日调查发现,辽豆 22 上大豆蚜发生量仅为 0.1 头·株⁻¹。到 7 月 12 日,大豆蚜在 3 个品种上蚜虫发生量依次分别增长了 46.08、42.06、28.10 倍,辽豆 22 的种群增长率明显低于另外 2 个品种。

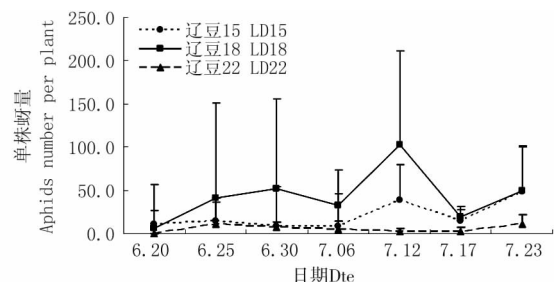


图 1 田间大豆蚜在三个大豆品种上的种群动态
Fig. 1 Population dynamics of *Aphis glycines* on three soybean cultivars in the field

2.2 温室自然变温条件下不同大豆接虫观察试验

2011 年在日光温室内对 3 个大豆品种上的大豆蚜种群动态调查(图 2)。总体上,蚜虫在此 3 个品种上于接虫后 1 个月(6 月 12 日)达到发生高峰期。在 5 月 15 日~5 月 31 日,辽豆 22 上发生的大豆蚜量始终低于辽豆 15 和辽豆 18,并且后两者发生的蚜量相近。

2.3 大豆蚜实验种群生殖力表研究

大豆蚜在辽豆 15 上的实验种群生殖力表见表 1(在其它 2 个品种上的生命表略)。由生殖力表可知大豆蚜在 3 个不同大豆品种上的生殖力表参数(表 2)。从表 2 可知,大豆蚜种群净增殖率在辽

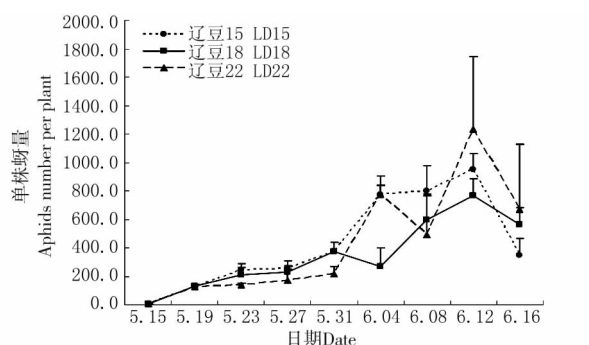


图2 温室自然变温条件下大豆蚜在3个大豆品种上的种群动态

Fig.2 Population dynamics of *Aphis glycines* on three soybean cultivars in the greenhouse

豆18上最大,为8.422,即每经过13.871 d,大豆蚜种群数量将为原来的8.422倍,其次为辽豆15,最小为辽豆22,仅为6.48。另外,平均世代历期的的大小依次为辽豆18 > 辽豆15 > 辽豆22。种群倍增时间大小依次为辽豆18 < 辽豆15 < 辽豆22,其中,大豆蚜在辽豆22上的种群倍增时间4.916 d,即种群数量每4.916 d增加1倍。内禀增长率则与种群倍增时间相反。上述分析表明,3个品种的抗性依次

为:辽豆22 > 辽豆15 > 辽豆18,辽豆22是最不适合大豆蚜生长发育和繁殖的大豆品种。

表1 大豆蚜在辽豆15上的实验种群平均生殖力表

Table 1 Fecundity table for experiment population of soybean aphids in the greenhouse

$x(d)$	l_x	m_x	$l_x m_x$	$x l_x m_x$
0	1.000	—	—	—
1	1.000	—	—	—
3	0.967	—	—	—
5	0.817	—	—	—
7	0.667	1.250	0.834	5.838
9	0.583	1.914	1.116	10.044
11	0.483	2.414	1.166	12.826
13	0.467	2.286	1.068	13.884
15	0.433	3.231	1.399	20.985
17	0.233	2.571	0.599	10.183
19	0.183	1.636	0.299	5.681
21	0.133	1.125	0.150	3.150
23	0.067	3.75	0.251	5.773
25	0.050	1.667	0.083	2.075
27	0.050	3.333	0.167	5.509
29	0.033	1.500	0.050	1.450
31	0.000	0.000	0.000	0.000
Σ	—	—	$Ro = 7.182$	97.398

表中 x 表示年龄(d); l_x 表示在 x 期内雌成蚜的存活率; m_x 表示在 x 期内雌成蚜的每雌产雌率。 x 、 l_x 和 m_x indicated age(d), the survival rate and the reproduction rate per aphid, respectively.

表2 大豆蚜在不同大豆品种上的种群参数

Table 2 Population parameters in the fecundity table of soybean aphids, *Aphis glycines* reared with different soybean cultivars

品种 Cultivars	生殖力参数 Fecundity parameters				
	净增殖率 Net reproductive rate(Ro)	平均世代历期 Mean generation time(T)/d	周限增长率 Finite rate of increase(λ)	内禀增长率 Intrinsic rate of increase(r_m)	种群倍增时间 Doubling time for population(DDP^*)/d
辽豆15(LD15)	7.182	13.561	1.156	0.145	4.780
辽豆18(LD18)	8.422	13.871	1.166	0.154	4.501
辽豆22(LD22)	6.48	13.272	1.151	0.141	4.916

3 讨论

植物抗虫性是植物抗虫遗传特性、害虫危害遗传特性与环境等多种因素相互作用的结果,是植物与害虫之间在一定的环境条件下相互影响的集中表现。选育和利用抗蚜或耐蚜的大豆品种是生产上迫切需要解决的问题^[20]。该研究结果表明,大豆蚜在辽豆22上发生量明显低于辽豆18和辽豆15。另外,大豆蚜在辽豆22上的种群净增殖率(Ro)和内禀增长率(r_m)均最小,群倍增时间相对最大。3个大豆品种的抗性由高至低依次为辽豆22 > 辽豆15 > 辽豆18,辽豆22是最不适合大豆蚜生长发育和繁殖的大豆品种。上述研究表明,田间抗性鉴定结果与通过温室实验得到的不同品种上大豆蚜种群参数所反映的结果相一致,说明采取田间鉴定的方法,具有一定的可行性和可靠性,可基本反映大豆品种对大豆蚜的抗性程度。

值得注意的是,由于田间自然天敌的捕食、雨水的冲刷作用以及大豆蚜在田间的非均匀分布和随机扩散转移等原因,造成同一大豆品种不同植株上的蚜量差异较大。因此,在对不同品种田间抗性鉴定时,应先依据田间植株上蚜量进行初步鉴定,然后根据罩盒试验确定各品种抗生性,从而明确大豆品种的抗蚜水平。另外,采用小纱网笼罩进行抗性鉴定,既可节省人力、物力及时间,又能保证鉴定结果的可靠性。不同大豆品种接虫观察试验是在温室自然变温条件下进行的,排除了降雨等环境条件的影响,致使所得结果与自然种群动态存在差异。

目前,筛选和鉴定大豆抗蚜品种资源,成为大豆育种工作中迫切需要解决的问题。该研究初步探讨了大豆蚜在3个大豆品种上的种群发生动态,利用小纱网笼罩法组建了大豆蚜在此3个大豆品种上的实验种群生殖力表,进而初步确定了不同大豆品种的抗性水平。但是,由于寄主的形态结构特

征、寄主植物基础营养物质、(非)挥发性次生代谢物质,以及抗性基因的存在等因素皆可产生抗性。因此,要想进一步确定抗蚜品种的抗性来源,需要进行抗蚜性的遗传学研究,包括抗源的遗传关系、抗性基因分子标记及抗性种质的培育等相关研究,这将为建立一套较为完整的大豆蚜抗性鉴定体系,进一步加大大豆蚜抗性资源的筛选力度、明确抗性机制,最终为大豆蚜的可持续控制提供理论依据。

参考文献

- [1] 张广学,钟铁森. 中国经济昆虫志,第25册,同翅目:蚜虫类(一)[M]. 北京:科学出版社,1983:214-216. (Zhang G X, Zhong T S. Economic insect fauna of China, fasc. 25, Homoptera: Aphidinea, part I. [M]. Beijing: Science Press, 1983: 214-216.)
- [2] 王素云,暴祥致,孙雅杰,等. 大豆蚜虫对大豆生长和产量影响的试验[J]. 大豆科学,1996,15(3):245-247. (Wang S Y, Bao X Z, Sun Y J, et al. Study on effect of population dynamics of soybean aphid (*Aphis glycines*) on both growth and yields of soybean [J]. Soybean Science, 1996, 15(3): 245-247.)
- [3] 王春荣,邓秀成,殷立娟,等. 2004年黑龙江省大豆蚜虫暴发因素分析[J]. 大豆通报,2005(3):19-20. (Wang C R, Deng X C, Yin L J, et al. Analysis on the factors which arose *Aphis glycines* break out in Heilongjiang province in 2004 [J]. Soybean Bulletin, 2005(3): 19-20.)
- [4] Ragsdale D W, McCornack B P, Venette R C, et al. Economic threshold for soybean aphid (*Hemiptera: Aphididae*) [J]. Journal of Economic Entomology, 2007, 100(4): 1258-1267.
- [5] 苗进,吴孔明,李国勋. 大豆蚜的研究进展[J]. 大豆科学,2005,24(2):135-138. (Miao J, Wu K M, Li G X. Advances in research on soybean aphid, *Aphis glycines* [J]. Soybean Science, 2005, 24(2): 135-138.)
- [6] Hill C B, Li Y, Hartman G L. Resistance to the soybean aphid in soybean germplasm [J]. Crop Science, 2004, 44(1): 98-106.
- [7] Kim K S, Hill C B, Hartman G L, et al. Identification of soybean aphid biotype diversity in North America [J]. Crop Science, 2008, 48: 923-928.
- [8] Hill C B, Li Y, Hartman G L. Soybean aphid resistance in soybean Jackson is controlled by a single dominant gene [J]. Crop Science, 2006, 46: 1606-1608.
- [9] Zhang G R, Gu C H, Wang D C. Molecular mapping of soybean aphid resistance genes in PI 567541B [J]. Theoretical and Applied Genetics, 2009, 118: 473-482.
- [10] Mensah C, DiFonzo C, Nelson R L, et al. Resistance to soybean aphid in early maturing soybean germplasm [J]. Crop Science, 2005, 45(6): 2228-2234.
- [11] Li Y, Hill C B, Carlson S R, et al. Soybean aphid resistance genes in the soybean cultivars dowing and Jackson map to linkage group M [J]. Molecular Breeding, 2007, 19(1): 25-34.
- [12] Kang S T, Mian M A R, Hammond R B. Soybean aphid resistance in PI 243540 is controlled by a single dominant gene [J]. Crop Science, 2008, 48(5): 1744-1748.
- [13] 范遗恒. 大豆抗蚜品种的筛选[J]. 大豆科学, 1988, 7(2): 167-169. (Fan Y H. Screening for soybean varieties resistant to soybean aphid [J]. Soybean Science, 1988, 7(2): 167-169.)
- [14] 颜范悦,何富刚,辛万民,等. 大豆品种的抗蚜类型与耐蚜类型研究[J]. 辽宁农业科学, 1993(6): 14-16. (Yan F Y, He F G, Xin W M, et al. Study of soybean cultivars in antibiosis and antixenosis types [J]. Liaoning Agricultural Sciences, 1993(6): 14-16.)
- [15] 何富刚,颜范悦,辛万民,等. 大豆蚜防治适期与防治指标研究[J]. 植物保护学报, 1991, 18(2): 155-159. (He F G, Yan F Y, Xin W M, et al. Optimum control period and control threshold of soybean aphid, *Aphis glycines* [J]. Acta Phytophylacica Sinica, 1991, 18(2): 155-159.)
- [16] 岳德荣,郭守桂,单玉莲. 野生大豆抗大豆蚜虫研究[J]. 吉林农业科学, 1989, 39(3): 15-19, 39. (Yue D R, Guo S G, Shan Y L. Study of wild soybean in resistance to soybean aphids [J]. Jilin Agricultural Science, 1989, 39(3): 15-19, 39.)
- [17] 杨振宇,本多健一郎,王曙明,等. 中国东北抗蚜野生大豆重复鉴定的研究[J]. 吉林农业科学, 2004, 29(5): 3-6. (Yang Z Y, Honda K, Wang S M, et al. The repetitive identification on aphid-resistant wild soybean in northeast of China [J]. Jilin Agricultural Sciences, 2004, 29(5): 3-6.)
- [18] Birch I C. The intrinsic rate of natural increase in an insect population [J]. Journal of Applied Ecology, 1948, 117: 15-26.
- [19] 徐汝梅. 昆虫种群生态学[M]. 北京:北京师范大学出版社, 1987: 97-107. (Xu R M. Entomological population ecology [M]. Beijing: Beijing Normal University Press, 1987: 97-107.)
- [20] 武天龙,马晓红,姚陆铭,等. 大豆抗蚜性资源抗性的鉴定分析[J]. 中国农业科学, 2009, 42(4): 1258-1263. (Wu T L, Ma X H, Yao L M, et al. Identification of soybean resources with resistance to aphids [J]. Scientia Agricultura Sinica, 2009, 42(4): 1258-1263.)