

野生大豆抗蚜性的利用研究^{*}

I 栽培大豆和野生大豆杂交 F₂代的抗蚜性

孙志强 田佩占 王继安

(吉林省农业科学院大豆研究所)

摘 要

以3份栽培大豆(*Glycine max*)与2份野生抗蚜大豆(*G. soja*)材料杂交,用人二接虫鉴定的方法研究了杂交F₂代的抗蚜性分离特点和抗性遗传规律。研究结果表明,F₂代单株抗蚜性呈连续性单峰分布,分布高峰倾向于感虫的栽培亲本。绝大多数F₂单株都表现为感虫或高感,3个杂交组合分离出的抗蚜单株约占F₂群体的7.2~10.2%。有2个组合的抗蚜性分离非常适合2对主效基因控制抗蚜性的假设($P>0.50$),而另一组合的抗蚜性分离也倾向于2对基因的假设,上述结果说明,抗蚜性可能是由2个独立的隐性基因和一些微效基因共同控制的。如果将抗蚜性视为数量性状,根据F₂和亲本方差估计的广义遗传力,介于85.5~97.0%之间。尽管抗蚜性的遗传力较高,由于F₂代抗性个体很少,而野生大豆又带有许多难以克服的不利性状,因此,选择的世代应适当推迟。由于抗虫性属于隐性,在利用回交法转移野生大豆的抗蚜基因时,为了避免抗性基因的丢失,每轮选择的回交次数不宜过多。

关键词 野生大豆;大豆蚜虫;抗性分离;抗性遗传

大豆蚜虫(*Aphis glycine*)是我国北方大豆产区最主要的害虫,每年都造成很大的经济损失。它不但直接危害大豆植株造成严重减产,而且还是大豆花叶病毒等多种病毒的主要传播媒介,使大豆籽粒的斑驳加重,降低大豆的商品品质。大豆蚜虫的防治多采用化学防治,其缺点是防治成本高,易使蚜虫产生抗药性,杀害大量的天敌,造成严重的环境污染和生态破坏。从长远的利益来看,选育和利用抗蚜或耐蚜的大豆品种是一种最经济有效的防治途径。从70年代起,一些科研单位先后开展了抗蚜品种资源的筛选和鉴定。冯真等^[1,2]对2073份栽培大豆品种资源进行了抗蚜鉴定,但除国育98-4、国育100-4等无毛材料

^{*} 本研究由吉林农科院大豆所植保室岳德荣同志,生理室徐豹先生提供野生大豆试材,谨此致谢。

本文于1989年8月18日收到。 This paper was received on Aug. 18, 1989.

外,没有发现高抗的种质资源。范遗传^[3]对 902 份栽培大豆在田间评价了抗蚜性,发现仅青皮平顶香和嘟噜豆有一定的抗性。由于栽培大豆中缺乏抗性高的种质资源,无毛材料往往伴随着一系列的形态,生理和代谢上的缺陷,很难在育种中利用,因此抗蚜育种一直无法开展。

野生大豆是栽培大豆的近缘种,也是大豆蚜的寄主之一^[4],在野生大豆中有可能存在可资利用的抗蚜种质。岳德荣等^[2]对近千份野生和半野生大豆材料进行了抗蚜性筛选,鉴定出了野 85-32,野 85-39 和野 85-1 三份高抗种质,其抗性高于具有抗蚜性的栽培材料,从而为利用野生大豆的抗蚜种质进行抗蚜育种,奠定了基础。本项研究的目的,在于探讨由野生大豆向栽培大豆转移抗蚜基因的可能性及其有效途径。本文报道了栽培大豆×野生大豆杂交 F_2 代的抗蚜性分离及抗性的遗传规律。

材 料 与 方 法

1987 年以吉林 20 号,选杂 85-8 和公交 7514-2 三份栽培大豆与抗蚜的野生大豆野 85-32 和野 85-39 杂交配制了公交 8794(吉林 20 号×野 85-32),公交 8795(选杂 85-8×野 85-39)和公交 8796(公交 7514-2×野 85-32)3 个杂交组合。1988 年在公主岭田间种植 F_1 代,去除伪杂种,获得 F_1 植株的种子。1989 年在网室内种植 3 个杂交组合的亲本及 F_2 群体,网室的规格为 20m×5m×2.1m,尼龙网的密度为 40 目。行距 50cm,株距 15cm。6 月 13 日人工接蚜。接种方法是从吉林 21 号上采集带蚜虫的植株,用小剪刀剪取带蚜的叶片,使每个叶块上留下 10~15 头大小中等且较一致的若蚜,用大头针别到每个植株尚未完全展开的心叶上。7 月 11 日调查抗蚜性,抗感分级方法基本上是按照冯真和岳德荣等^[1,2]介绍的方法进行的,具体分极标准如下:

0 级:全株无蚜;

1 级:植株正常,有零星蚜虫,估计在 100 头以内;

2 级:植株发育正常,顶部幼茎和嫩叶有较多蚜虫,估计约在 101~300 头;

3 级:植株发育基本正常,但幼茎和嫩叶有大量蚜虫,估计约在 301~800 头;

4 级:叶片皱缩较重,植株生长发育受阻,嫩叶和嫩茎布满蚜虫,估计约在 801~1200 头;

5 级:植株矮小,叶片起油,幼茎和心叶抱成一团,蚜量很大,约在 1200 头以上。

按照下式计算了亲本和 F_2 群体的感病指数:

$$\text{感虫指数} = \frac{\sum(\text{受害级别} \times \text{相应级别株数})}{5 \times \text{总株数}} \times 100\%$$

计算抗感分离比例,估计抗性基因的数目和抗蚜性的遗传力。

研 究 结 果

一、亲本和 F_2 的平均抗性

3 个组合抗虫亲本的级别均为 1 级左右,表现为高抗,与以前报道的结果一致^[2]。感

虫亲本的平均感虫级别均大于 4 级, 表现为高感。F₂代的平均感虫级别和感虫指数均介于 2 个亲本之间而倾向于感虫亲本, 说明感虫性一般表现为不完全显性(表 1)。

表 1 亲本和 F₂代的平均抗性

Table 1 Average resistance of parents and F₂ generation

组 合 Crosses	世 代 Generations	抗 级($\bar{x} \pm S$) Grade of resistance	感病指数(%) Indices
公交 8794 Gong 8794	P ₁ 吉林 20 Jilin 20	4.94 \pm 0.23	98.9
	P ₂ 野 85-32 Yie 85-32	1.00 \pm 0.00	20.0
	F ₂	3.76 \pm 0.94	75.1
公交 8795 Gong 8795	P ₁ 选 85-8 Xuan 85-8	4.41 \pm 0.50	88.2
	P ₂ 野 85-39 Yie 85-39	1.00 \pm 0.00	20.0
	F ₂	3.88 \pm 0.93	77.6
公交 8796 Gong 8796	P ₁ 公交 7514-2 Gong 7514-2	4.83 \pm 0.39	96.6
	P ₂ 野 85-32 Yie 85-32	1.10 \pm 0.38	22.0
	F ₂	4.08 \pm 1.02	81.6

二、亲本和 F₂的单株抗虫性分布

各杂交组合的农艺亲本的感虫级别大都分布在 5 级, 4 级很少。野生大豆亲本的抗虫级别基本上都分布在 1 级, 表现免疫的几乎没有, 只有少数单株表现为 2 级。说明抗虫和感虫亲本都是纯合稳定的, 抗虫性受环境条件的影响较小。

3 个杂交组合 F₂代单株的抗虫性均呈连续性单峰分布, 公交 8794 和公交 8795 二个组合的分布高峰位于 4 级, 而 8796 的分布高峰位于 5 级。各组合 F₂单株的分布都是非

表 2 栽培大豆(*G. max*)与野生大豆(*G. soja*)杂交 F₂代抗蚜性分离比例

Table 2 Aphid resistance segregating ratios of crosses between cultivated (*G. glycine*) and wild (*G. soja*) soybeans in F₂ generation

组合 Crosses	世代 Generations	总株数 Total No. of plants	抗 虫*		感 虫		适 合 性**	
			Resistant		Susceptible		Fitness	
			株 数 No. of plants	频 率 Frequencies	株 数 No. of plants	频 率 Frequencies	X ²	P
8794	P ₁	19	0	0.000	19	1.000	—	—
	P ₂	14	14	1.000	0	0.000	—	—
	F ₂	176	18	0.102	158	0.898	4.10	>0.025
8795	P ₁	22	0	0.000	22	1.000	—	—
	P ₂	17	17	1.000	0	0.000	—	—
	F ₂	221	16	0.072	205	0.928	0.22	>0.500
8796	P ₁	12	0	0.000	12	1.000	—	—
	P ₂	22	22	1.000	0	0.000	—	—
	F ₂	179	13	0.073	166	0.927	0.16	>0.500
8794+ 8796	F ₂	355	31	0.087	324	0.912	3.32	>0.05

*: 抗级为 0, 1 和 2 级的单株做为抗虫单株。

** : 测验分离比例为 1 抗 : 15 感。

* :Plants with resistant scores of 0, 1 and 2 are considered to be resistant.

** :Ratio tested is 1 resistant : 15 susceptible.

对称的,绝大多数单株都分布在 3~5 级,表现为 1、2 级的很少,没有发现免疫的个体(图 1)。

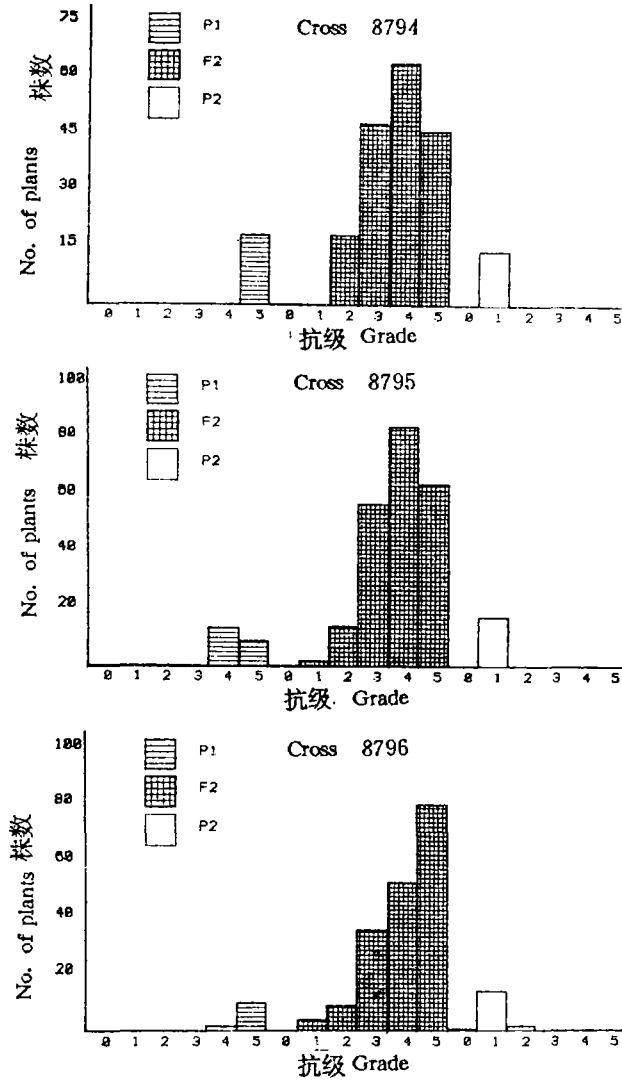


图 1 三个栽培大豆×野生抗蚜大豆杂交组合 F_2 代单株抗蚜性分布

Fig. 1 Aphid resistance distribution of F_2 plants of three crosses between cultivated and aphid resistant wild soybeans

三、 F_2 抗虫性的分离比例及抗蚜性遗传

根据抗感亲本的表现,将 1、2 级做为抗虫,3、4 和 5 级做为感虫,将 F_2 群体的单株分成抗虫和感虫二类,研究了抗蚜性的分离比例(表 2)。公交 8794, 8795 和 8796 三个杂交组合分离出的抗蚜个体分别约占 F_2 群体的 10.2, 7.2 和 7.3%, 实际抗感分离比例分别为 1:8.8, 1:12.8 和 1:12.8。说明抗蚜单株的出现频率很小,绝大多数 F_2 单株都是感蚜的。

为了估计控制抗虫性的基因数,对试验资料进行了适合性测验。结果表明公交 8795 和公交 8796 两个组合的抗虫性分离非常适合 2 对独立基因控制抗性的假设,分离比例符合 1 抗:15 感的理论比率($P>0.50$)。公交 9784 的适合性稍差($0.05>P>0.025$),但与一对基因的假设相比($\chi^2=19.70, P<0.001$)显然更适合 2 对基因的假设。因公交 8794 和公交 8796 的抗蚜亲本都是野 85-32,将两个组合的 F_2 资料合并进行适合性测验,抗性的分离仍然适合 1 抗:15 感的理论值($\chi^2=3.32, P>0.05$)。因此,野 85-32 和野 85-39 的抗蚜性可能是由 2 对独立的主效基因控制的,感虫性表现为不完全显性,抗虫性表现为隐性。由于 F_2 的单株抗虫性是呈连续性的非对称分布,因此,抗蚜性尚受一些微效基因的影响。如果将抗蚜性假设为数量性状,根据本研究的资料估计的广义遗传力分别是 97.0、85.5 和 85.8%,可见遗传力是相当高的,这也支持前面关于主要由少数主效基因控制抗蚜性的假设。

讨 论

一、转移野生大豆抗蚜基因的适宜组配方式:野生大豆带有很多不利的性状,如蔓生性,炸荚性,粒小,硬实,籽粒品质不良,抗病性差等等。我们希望只将野生大豆的抗蚜基因引入到栽培大豆的遗传背景中,而又不引入其它不良性状基因。利用单交后代选择法对于抗蚜性的选择是有利的,但每一轮选择对农艺性状的恢复是有限的。为了加快农艺性状的恢复速度,一般可采用回交改良法,但是,随着回交次数的增多,丢失需引入的抗蚜基因的可能性也就越大,特别是当抗性基因表现为隐性的情况下,更是如此。因此,采用回交法时,每一轮选择的次数不应太多,以一次杂交一次回交为宜,并保证获得较多的回交种子以相应增大后代群体,提供更多的选择机会。

二、选择抗蚜性的最佳世代:根据本项研究结果,野生大豆的抗蚜性,可能是由 2 个隐性基因控制的, F_2 代出现抗虫单株的频率很小,应适当推迟选择世代。理论上当抗性是由 2 个隐性基因决定时, F_2 代群体中抗性个体的出现频率是 6.25%, F_3 为 14.06%, F_4 为 19.14%。 F_3 、 F_4 代群体中的抗性个体出现频率,分别是 F_2 代的 2.3 和 3.1 倍。因此,将选择世代推迟到 F_3 或 F_4 ,可在较多的抗虫个体中兼顾其它农艺性状的选择,从而大大提高选择效率。

三、抗蚜性的机制问题:野生大豆和栽培大豆在形态特征,生理生态学特性上有很大的差异。如果这些差异与抗蚜性有关,会给野生大豆抗蚜性的利用带来一些困难。栽培大豆与野生大豆的杂交 F_2 代,绝大多数单株的形态都倾向于野生大豆,但 F_2 群体中绝大多数个体都表现为感蚜,因此,野生大豆的抗蚜性与蔓生,多分枝等形态性状间可能并无必然联系。

四、转移野生大豆抗蚜基因的途径:通过传统的杂交或回交法转移抗蚜基因时,栽培大豆的农艺性状恢复速度慢,为了克服一些不利性状,往往需要进行几轮的杂交和选择,周期较长。根据本研究结果,野生大豆的抗蚜性可能主要由 2 个主效基因控制,那么,利用分子遗传操作技术提取野生大豆的 DNA 分子片断,将其导入栽培大豆的遗传背景,对后代进行抗蚜性选择可能是转移野生大豆抗蚜基因的有效途径,我们正在进行这方面的探

索。

参 考 文 献

- [1] 冯真、岳德荣:1986,大豆品种抗大豆蚜研究总结,(油印本)
- [2] 岳德荣等:1989,野生大豆抗大豆蚜研究, I 抗源筛选,吉林农业科学,3
- [3] 范遗传:1988,大豆抗蚜品种的筛选,大豆科学,7(2):167—169
- [4] 王承伦等:1962,大豆蚜(*Aphis glycine*)研究,11昆虫学报(1):31—44
- [5] 岳德荣等:1988,野生大豆抗蚜鉴定技术方法研究初报,吉林农业科学,3:1—3

STUDY ON THE UTILIZATION OF APHID RESISTANT CHARACTER IN WILD SOYBEAN I. APHID RESISTANT PERFORMANCE OF F_2 GENERATION FROM CROSSES BETWEEN CULTIVATED AND WILD SOYBEANS

Sun Zhiqiang Tian Peizhan Wang Jian

(*Institute of Soybean, Jilin Academy of Agricultural Sciences*)

Abstract

Three crosses between 3 cultivated (*G. max*) and 2 aphid resistant wild soybean (*G. soja*) lines were made to study the inheritance of resistance and segregation patterns in F_2 generation with artificial inoculation technique. The aphid resistance of the F_2 plants showed continuous monogenic distributions which inclined towards the susceptible parents. Most of the F_2 plants were susceptible or highly susceptible. Only about 7.2 to 10.2% of the F_2 plants were resistant to soybean aphid. The segregations in 2 out of the 3 crosses studied fitted the hypothesis that there are 2 independent gene pairs controlling the aphid resistant character of the wild soybean lines ($P > 0.50$). The segregation of the other cross also tended to fit the 2 major gene model. These results indicated that the aphid resistance of the wild parents might be controlled by 2 independent recessive genes and some other minor genes. Supposing that the aphid resistant character was quantitatively inherited, the broad sense heritability estimated from the variances of parents' and F_2 populations was between 85.5 and 97.0%. Despite of the high heritability of aphid resistance, It is recommended that the selection of resistance should be postponed to later generations such as F_3 or F_4 , because of the scarcity of resistant plants and the undesired wild soybean characters in F_2 generation. Because the aphid resistant genes may be recessively inherited, the number of backcrosses made in each cycle of selection should be limited to avoid the resistant genes being lost.

Key words Wild soybean; Soybean aphid; Resistance segregation; Inheritance of resistance