

大豆抗食心虫性的遗传及抗虫 育种方法的研究

I. 人工接虫条件下 F_2 代的抗虫性

孙志强 田佩占 岳德荣

(吉林省农业科学院大豆研究所)

摘 要

在网室内用人工接虫的方法对2个抗虫×抗虫, 和7个抗虫×感虫大豆杂交组合的 F_2 群体, 及抗虫和感虫亲本, 进行了抗性鉴定。根据抗、感亲本的虫食粒率和受害荚率, 将 F_2 代植株的抗虫性分为5级。结果表明, F_2 代的抗虫性呈非对称分布, 分布高峰的位置因组合而异, 且不具有数量性状特有的中心对称分布特征。2个抗×抗组合的 F_2 代, 均分离出一定比例的感虫或高感个体, 暗示父母本可能分别带有不同的抗虫基因。同一抗虫亲本与不同的农艺亲本杂交后, F_2 代的抗虫性分离比例有较大的差异。抗×抗和抗×感组合的 F_2 代, 都可以分离出较大比例的抗虫单株, 超亲现象很普遍, 因此, 在适宜的接种强度下, 抗食心虫性的选择, 可能比选择其它数量性状更易奏效。

大豆食心虫 [*Leguminivora glycinivorella* (Mats.)] 是我国东北地区的主要大豆害虫之一, 黄淮春大豆种植区亦有不同程度的发生。这种害虫主要为害大豆荚部和籽粒, 增加脱粒损失, 降低大豆的商品品质。吉林农科院大豆所对数千份大豆品种资源进行了大量的筛选, 鉴定出一批对大豆食心虫具有较高抗性的原始材料, 并育成了吉林3号, 吉林13号, 吉林16号等抗虫性较好的大豆品种^{[1]—[6]}。由于大豆抗虫育种工作起步较晚, 育种理论和育种方法都很不成熟, 有必要深入研究加以完善。据张子金等^[7]研究大豆对食心虫的抗性属数量性状, F_1 介于两亲之间, F_2 表现为连续变异。大豆的抗食心虫机制可能是多方面的, 其中, 生育期, 荚皮硬度, 荚皮的结构, 茸毛密度及有无, 荚熟色等因素有可能与抗虫性有关^{[1]—[3]}, 因此, 大豆抗食心虫性的遗传方式也可能是多种形式的。本研究旨在进一步探讨不同鉴定条件下大豆抗食心虫性状的遗传特点, 确定稳定可靠的选择指标及行之有效的筛选方法, 提高育种效率。本文报导在网室

本文于1988年3月9日收到。

This paper was received on March 9, 1988.

人工接虫条件下大豆杂交 F₂ 代抗食心虫性的分离特点。

材 料 和 方 法

1985 年，用吉林农科院大豆所筛选出的 4 份抗源（吉林 16 号，辉南 黑铁荚，公交 5205-10-6-6-6 和公交 5205-20-2-5）和 6 个农艺亲本（吉林 20 号、长农 4 号，公交 84-5813，公交 7606-6，丰交 7607 和校辐 72-2-32）配制了 2 个抗虫×抗虫及 7 个抗虫×感虫杂交组合。为了避免生育期过早或过晚影响研究结果，抗虫和感虫亲本均选用中熟或中晚熟品种或品系。1985 年夏天在公主岭进行杂交获得杂交种子。同年冬季在海南岛种植 F₁ 代，根据亲本的表现拔除伪杂种，1986 年夏季在公主岭种植 F₂ 及父母本。为便于网室内作业，采用 2 m 行长，株距 10 cm，行距 50 cm，每隔一定行数在 F₂ 群体内各种植父母本一行。于食心虫羽化之前扣网，网室面积约 55×5 m²。人工捕虫，每天向网室内接虫，连续进行 10 天左右，最终接虫密度达到每平方米网室 4—5 头雌虫（雄虫不计）。成熟时收获全部 F₂ 单株，每个组合收获父、母本各 20 株，室内考种，调查单株荚数，单株粒数，虫害荚数和虫食粒数，并按以下两式计算虫食粒率和受害荚率：

虫食粒率(%) = (虫食粒数/单株粒数) × 100

受害荚率(%) = (虫害荚数/单株荚数) × 100

以抗虫亲本为对照，根据虫食粒率或受害荚率将 F₂ 植株的抗虫性分为 5 级，分级标准见表 1。根据各组合 F₂ 植株的抗性分离制成抗性频率分布图，研究它们的分离特点。

表 1 大豆抗食心虫性分级标准

Table 1 Rating scale for soybean pod borer resistance

虫食粒率或受害荚率 (%) Percentage of damaged seeds or pods	抗 级 Rate	描 述 Description
0.0—2.0	1	高抗 (HR)
2.1—4.0	2	抗 (H)
4.1—6.0	3	中感 (MS)
6.1—8.0	4	感 (S)
8.1 以上	5	高感 (HS)

结 果 与 分 析

一、抗、感亲本及 F₂ 群体的平均表现

表 2 是各组合的杂交亲本和 F₂ 代在网室内人工接虫条件下的平均表现。抗虫亲本的虫食粒率和受害荚率分别为 1.5—3.8% 和 1.1—4.7%，而感虫亲本分别为 4.1—16.6% 和 5.0—16.1%。如果根据虫食粒率和受害荚率按照表 1 所示的方法进行分级，除 85161 组合两亲的受害荚率偏高外，其它组合所有抗虫亲本都分别表现为抗虫或高

表 2 亲本和 F₂ 群体在网室中的平均抗虫表现
Table 2 Average insect resistance performance of parents and F₂ populations

组 合 Crosses	母 本 Female				父 本 Male				F ₂	
	材 料 Parents	虫食粒率 Percentage of damaged seeds	受害荚率 Percentage of damaged pods		材 料 Parents	虫食粒率 Percentage of damaged seeds	受害荚率 Percentage of damaged pods		虫食粒率 Percentage of damaged seeds	受害荚率 Percentage of damaged pods
85161	公 5205-10-6 Gong 5205-10-6	3.8	6.4		吉林 16 号 Jilin 16	2.8	4.7		4.0	4.6
85162	辉南黑铁荚 Huinanheitejia	2.5	2.8		吉林 16 号 Jilin 16	2.5	3.6		4.4	4.9
85163	公 5205-10-6 Gong 5205-10-6	2.6	2.5		公交 7606-6 Gong 7606-6	6.0	6.0		5.0	6.0
85164	吉林 16 号 Jilin 16	1.5	1.1		公交 84-5813 Gong 84-5813	4.1	5.0		4.8	5.0
85166	公 5205-20-5 Gong 5205-20-5	3.5	3.3		丰交 7607 Fengjiao 7607	12.5	14.4		3.0	3.3
85167	吉林 16 号 Jilin 16	2.0	2.5		丰交 7607 Fengjiao 7607	9.6	10.3		4.1	4.2
85168	辉南黑铁荚 Huinanheitejia	1.8	2.0		校辐 72-2-32 Xiao Fu 72-2-32	12.3	9.9		5.4	5.3
85169	公 5205-20-5 Gong 5205-20-5	3.5	3.8		吉林 20 号 Jilin 20	16.4	14.0		8.5	7.1
85170	公 5205-20-5 Gong 5205-20-5	1.8	1.9		长农 4 号 Changnong 4	16.6	16.1		8.2	8.0

抗, 农艺亲本中除公交 84-5813 表现为中感外, 其它材料均表现为感虫或高感, 抗虫和感虫亲本差异显著, 与先前在田间和网室内多次鉴定的结果基本一致, 说明采用上述分级标准是较客观的。9 个杂交组合的 F_2 群体中, 85169 和 85170 两组合的平均表现为高感, 85166 表现为抗虫, 其他 6 个组合都表现为中感 (表 2)。

二、 F_2 代抗食心虫性的分离特征

图 1 和图 2 是各组合 F_2 群体中各抗级单株的分布频率。图 1 是以虫食粒率为分级依据, 而图 2 则以受害荚率为分级依据。比较两图可以发现它们的分布趋势是基本一致的。所研究的 9 个杂交组合大致可以分为 3 种分布类型, 但都不具备数量性状的中心对称分布特征。

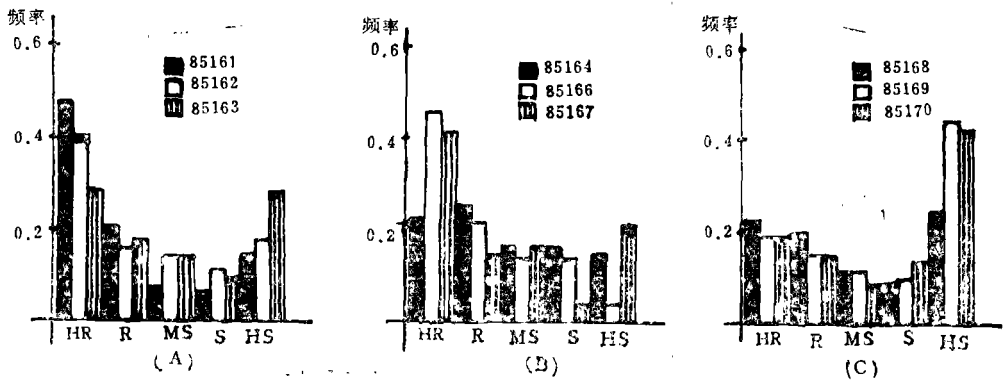


图 1 大豆 F_2 抗食心虫性分离 (根据虫食粒率)

Fig. 1 Segregation pattern of resistance to soybean pod borer in F_2 generation of soybean crosses (Based on percentage of damaged seeds)

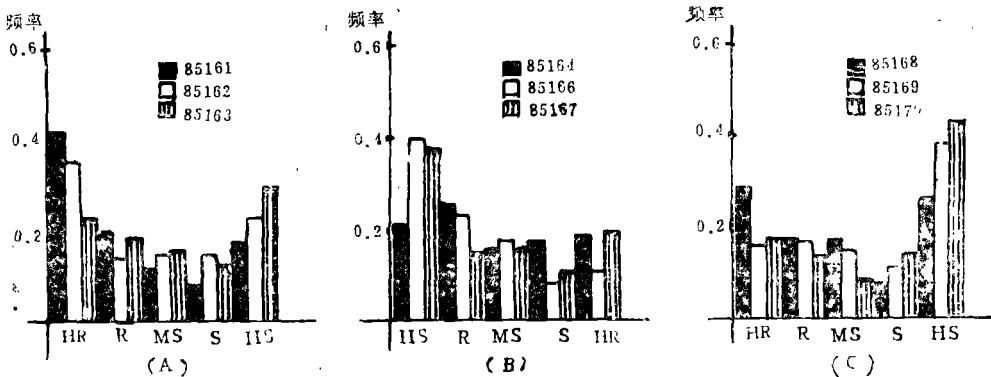


图 2 大豆 F_2 抗食心虫性分离 (根据受害荚率)

Fig. 2 Segregation pattern of resistance to soybean pod borer in F_2 generation of soybean crosses (Based on percentage of damaged pods)

85161, 85162, 85166 和 85167 4 个杂交组合的分布高峰位于 0.0—2.0% 这一分级, 以后各抗级的分布频率逐渐变小 (考虑到高抗级的范围较大)。85163 和 85168 两组合的分布情形与上述组合相近, 只是高抗级的分布频率较小, 而高感级的分布频率相对较大。85169 和 85170 F₂ 代抗虫性的分布恰好与 85161 等组合相反, 高感级的分布频率很大而高抗级的分布频率相对较小。85164 F₂ 代的分布特征介于上述两极端类型之间, 各抗级的分布频率差异较小, 只是抗虫级的分布频率略大于其它各抗级。根据上述试验结果, 可以认为大豆的抗食心虫性并不完全呈数量性状遗传, 很可能是由为数较少的主效基因和修饰基因共同控制的。在育种上比数量性状更易于取得选择进展。

三、F₂ 抗食心虫性的分离比例

如果把抗虫和高抗视为抗虫, 其它 3 级作为感虫, 以虫食粒率和受害荚率两性状为指标评价 F₂ 单株的抗虫性, 其结果见表 3。85161 和 85162 两组合在 F₂ 代分离出的抗性个体比例最高, 以虫食粒率为指标, 抗感分离比例分别为 2.2 : 1 和 2.0 : 1。85169 和 85170 分离出的抗性个体比例最小, 为 0.5 : 1。其它 6 个组合的抗感分离比例均为 1 : 1 左右。以受害荚率为指标时趋势大体与虫食粒率相同, 但抗虫个体的比例略小。

表 3 大豆 F₂ 代抗食心虫性的分离比例

Table 3 Segregation ratios of resistance to soybean pod borer in F₂ generation of soybean crosses

组合 Crosses	标准 Standard 调查株数 No. of plants	虫食粒数 Percentage of damaged seed		受害荚率 Percentage of damaged pods	
		抗虫株数*	抗虫 : 感虫	抗虫株数*	抗虫 : 感虫
		Resistant plants	R vs. S	Resistant plants	R vs. S
85161	220	152	2.2 : 1	136	1.6 : 1
85162	124	69	1.3 : 1	60	0.9 : 1
85163	115	54	0.9 : 1	48	0.7 : 1
85164	126	62	1.0 : 1	59	0.9 : 1
85166	92	62	2.0 : 1	58	1.7 : 1
85167	81	46	1.3 : 1	43	1.1 : 1
85168	174	93	1.1 : 1	82	0.9 : 1
85169	190	64	0.5 : 1	63	0.5 : 1
85170	175	59	0.5 : 1	66	0.5 : 1

*: 虫食粒率或受害荚率 ≤ 4.0% 为抗虫, > 4.0% 则划为感虫。

*. Plants with damaged seeds or pods less than 4.0% were considered to be resistant, larger than 4.0% were classified as susceptible.

抗虫 × 抗虫组合 (85161 和 85162) 的 F₂ 除分离出较大比例的抗虫单株外, 尚分离出一定数量的感虫和高感单株, 表示两个抗虫亲本携带的抗种基因可能不同。同一抗虫亲本与不同农艺亲本杂交, F₂ 代的分离结果有较大的差异。例如, 85166, 85169 和

85170 三个组合的抗虫亲本都是公交 5205-20-2-5, 但 85166 在 F_2 分离出的抗虫单株显著地多于另外两个组合。85164 和 85167 的抗虫亲本都是吉林 16 号, 但 85167 在 F_2 分离出的抗虫个体也比 85164 多。无论抗 \times 抗, 还是抗 \times 感组合 F_2 都出现了一定比例的高抗个体 (表 4), 其中许多是抗虫性优于抗虫亲本的个体, 负向超亲也很普遍, 这种分离现象也与数量性状的分离特点不一致。

表 4 F_2 代高抗食心虫个体的出现频率
Table 4 Frequencies of plants with high level resistance to soybean pod borer in F_2 generation

指标性状 Indicators	受 害 荚 率 Percentage of damaged pods		虫 食 粒 率 Percentage of damaged seeds	
组 合 Crosses	株 数 No. of plants	频 率 Frequencies	株 数 No. of plants	频 率 Frequencies
85161	92	0.418	105	0.477
85162	43	0.347	49	0.395
85163	26	0.226	33	0.287
85164	26	0.206	29	0.230
85166	37	0.402	20	0.217
85167	31	0.383	34	0.420
85168	51	0.293	58	0.333
85169	30	0.158	36	0.189
85170	32	0.168	33	0.189

讨 论

一、大豆抗食心虫性的遗传方式: 本试验结果不支持大豆对食心虫的抗性为纯粹的数量性状的假设, 根据现有资料亦无法推测控制抗虫性的确切基因数。据有些研究报导, 大豆的抗食心虫特性与许多形态结构, 生理生化特性有关, 这些性状有的是多基因控制的, 有的是主效基因控制的。在不加限制的情况下, 各种抗性基因间相互作用, 在一定条件下可能表现为数量性状^[7], 也可能表现为质量性状的不连续变异、如本研究的试验结果。

二、抗虫性研究的遗传材料: 如果抗食心虫性是由多种因素制约的, 那么, 研究大豆的抗虫性时就必须考虑到这种复杂情况。在试验中应设法排除非试验因素的干扰, 研究单一相关因素与抗虫性的关系, 这样才能得出可靠的结论。在进行遗传研究时, 也应根据上述试验原则, 选用合适的遗传材料进行杂交, 逐个性状进行评价, 尽可能排除性状间的互作。

三、抗食心虫鉴定中的接虫密度：在影响抗虫性鉴定结果的许多外界因素中，接虫密度是最重要的因素。在接虫量较少的情况下，随着虫口密度的加大，对材料抗虫性差异的鉴别能力也相应增大，当达到一定程度后，在一定范围内鉴别效率与接虫量关系不密切，如果虫口密度继续加大：也会埋没一部分抗虫材料，使鉴别效率降低。在抗虫性筛选时，加入抗虫和感虫对照，可在一定程度上校正由于接虫量不同造成的差异。尽管如此，接虫量的大小也可能会影响杂交后代的抗虫性分布及抗感分离比例，因此，各试验间观察到的抗虫性分布特征的差异，除了试验材料的遗传原因外，也不能排除接虫量不同（或虫害自然发生严重度不同）这一因素。研究接虫量与鉴定效果间的关系，有助于确定最适宜的接虫量范围，提高育种选择效率。

参 考 文 献

- [1] 徐庆丰等, 1985, 大豆品种抗食心虫研究, 植物保护学报, 4(2): 111—118
- [2] 郭守桂等, 1983, 大豆抗食心虫研究初报, 大豆科学, 2(3): 200—206
- [3] 郭守桂等, 1980, 大豆品种抗食心虫研究简报, 吉林农业科学, 2: 58—65
- [4] 岳德荣等, 1985, 大豆品种抗大豆食心虫研究, I. 吉林省大豆推广品种、区域试验及高世代材料抗食心虫鉴定结果, 吉林农业科学, 3: 75—78
- [5] 岳德荣等, 1986, 大豆品种抗大豆食心虫研究, II. 大豆品种资源抗食心虫鉴定及筛选结果, 大豆科学, 5(3): 233—238
- [6] 岳德荣等, 1986, 大豆品种抗大豆食心虫研究, III. 大豆高抗食心虫材料的筛选, 吉林农业科学, 2: 57—60
- [7] 张子金等, 1983, 大豆抗食心虫性的遗传, 中美大豆科学讨论会论文集, 中国大豆科技情报交流中心, 84—89
- [8] 郭守桂, 1986, 大豆品种抗病、虫性鉴定技术方法及分级标准试行方案, 吉林省农科院大豆所。

STUDY ON INHERITANCE OF SOYBEAN POD BORER RESISTANCE AND METHODS FOR INSECT RESISTANCE BREEDING IN SOYBEAN

I. INSECT RESISTANCE PERFORMANCE UNDER ARTIFICIAL INOCULATING CONDITIONS

Sun Zhiqiang Tian Peizhan Yue Derong
(*Soybean Institute, Jilin Academy of Agricultural Sciences*)

Abstract

The F_2 populations of two resistant \times resistant and 7 resistant \times susceptible soybean crosses together with their parents were planted in the net chamber houses, and were artificially inoculated with soybean pod borer (*Leguminivora glycinivorella* (Mats.)) to investigate the genetic base for resistance to the insect. Based on the percentage of damaged seeds or pods of the resistant and susceptible parents, insect resistance of the F_2 plants were rated on a 5 grade scale. The results showed that the percentage of damaged seeds or pods in F_2 generation were unsymmetrically distributed, and were not characterized by the centrally symmetrical distribution pattern which a quantitative character usually possessed. The distribution pattern of a given cross was differed with its parents. Some susceptible and highly susceptible plants were identified in the F_2 populations of the resistant \times resistant crosses, suggesting that the resistant genes from the male and female parents might be different. Significant segregating difference was found in the F_2 generation when the same resistant parent was crossed with different agronomical parents. A large proportion of resistant plants were observed in the F_2 populations of both resistant \times resistant and resistant \times susceptible crosses, and transgressive segregations were universal. The results also suggested that selections for resistance to soybean pod borer may be more effective than selection for other quantitative characters.

Key words: Soybean pod borer Insect resistance Artificial inoculation Segregating pattern