

# 大豆抗食心虫性的遗传及抗虫育种方法研究\*

## Ⅱ. 开花期和成熟期与虫食率的关系

孙志强 阎日红 王继安 田佩占

(吉林省农科院大豆研究所, 136100)

### 摘 要

以一个营养生长期长的有限型大豆品系通交 83—932 与营养生长期短的无限型品系公交 8324—19 和亚有限型品种吉林 27 号杂交获得开花期和生育期广泛分离的  $F_2$  群体, 在虫害大发生的条件下靠自然害虫群体在田间鉴定了亲本,  $F_1$  和  $F_2$  代的抗虫性, 研究了开花期和成熟期对大豆抗虫性表现的影响。结果表明, 三个组合  $F_2$  代单株的虫食率与开花期和成熟期均呈极显著负相关。开花期和虫食率间的关系较复杂, 受多种因素的影响, 可以用多项式曲线拟合。对一组正反交组合的研究表明, 用营养生长期长的材料做母本时,  $F_2$  代低虫食率单株的频率显著高于其反交组合。在抗虫筛选中, 按成熟期严格分组, 在组内进行抗虫性选择有助于减少生育期的干扰, 提高准确性。

**关键词** 大豆食心虫; 开花期; 成熟期; 虫食率

食心虫是我国东北地区最主要的大豆害虫, 在华北地区也经常发生, 危害大豆的荚和子粒, 造成虫口, 增加大豆脱粒损失, 降低大豆的品质和产量。虫害发生较轻时, 虫食率一般 3~10% 左右, 严重年份或地块可高达 40~50%, 严重影响大豆生产。由于生产上的主推品种抗虫性不高和轮作体制的不完善, 近年来东北地区的食心虫日趋严重, 给大豆生产带来很大威胁。尽快育成抗虫性好, 丰产潜力高的大豆主推品种是防治大豆食心虫的最经济有效的途径。

大豆虫食率是大豆和食心虫两种生物群体在一定的自然生态条件下相互作用的综合表现, 受许多种内在和外在因素的影响。在寄主方面, 可能与大豆的结荚习性, 茸毛密度及其有无, 荚皮硬度及结构, 荚皮和子粒的化学成分, 子粒的大小, 生育期的早晚等性状有关<sup>[1,2,3,6,7,8]</sup>。大豆的生殖器官的发育进程与食心虫的发生期对营养物质的需要相吻合是

\* 本文于 1992 年 5 月 30 日收到

This paper was received on May 30, 1992.

食心虫得以正常发育繁殖的必要条件。因此大豆的生育期和生殖生长期的早晚必然会对食心虫的危害程度有影响,张子金等<sup>[7]</sup>发现生育期过早或过晚的大豆植株虫食率显著降低。但是有关大豆开花期对食心虫危害程度的影响尚没有报道。本研究的目的是进一步明确当生育期适宜的情况下大豆的开花期和生育期对大豆虫食率的影响,为制定合理的育种筛选策略提供依据。

## 材 料 和 方 法

1989 年利用通交 83—932 与公交 8324—19 和吉林 27 号杂交配制了 3 个杂交组合:

C13 通交 83—932×公交 8324—19

C14 通交 83—932×吉林 27 号

C15 吉林 27 号×通交 83—932

通交 83—932 为有限结荚习性,开花期晚。公交 8324—19 和吉林 27 号分别为无限和亚有限结荚习性,营养生长期较短。在公主岭三个亲本均属于中晚熟品种或品系。选用它们做亲本是为了获得开花期分离幅度较大且含有各种结荚习性的杂交后代群体。

1990 年在田间种植亲本和  $F_1$ ,以花色,下胚轴色,叶形和结荚习性为标记性状,去掉  $F_1$  单株中的伪杂种株,成熟后将  $F_1$  植株混合脱粒。

1991 年在公主岭田间种植亲本,  $F_1$  和  $F_2$  群体,每个组合亲本和  $F_1$  各种植 4.5 米行长 1 行,  $F_2$  种 15 行,行距 65 厘米,株距 15 厘米。生长期调查出苗,开花和成熟期。出苗期以 5 月 20 日为准,将苗龄控制在 3 天范围内,去掉出苗过早和过晚的单株。从 6 月 20 日起调查开花期,每 2 天调查一次,以  $R_1$  期作为单株开花的标准,发现开花的植株即挂上塑料飞子,用铅笔注明开花日期,直到所有植株全部开花为止。从 9 月 14 日起开始收获,每 3 天收获一次,按组合和世代将同时成熟的植株捆在一起,注明成熟期。生长期喷乐果二次防治蚜虫。对食心虫不进行防治,靠田间自然发生的害虫群体进行鉴定。由于 1990 年食心虫大发生,越冬虫口基数很高,1991 年仍然属于大发生年份,对于自然鉴定抗虫性极有利。

对各世代收获的单株进行考种,考种内容有株高,单株荚数,单株粒数,虫食粒数,单株产量,虫食率。计算了各世代开花期,生育期,虫食率的平均表现及其变异幅度;虫食率与开花期和成熟期的相关;  $F_2$  代不同结荚习性单株虫食率与开花期和成熟期的相关;同一熟期内单株虫食率与开花期的相关;并用多项式拟合的方法研究了开花期与虫食率间的关系。

## 结 果 分 析

### 一、生育期性状

1991 年大豆生长期苗期和鼓粒期严重干旱少雨,对大豆的生长发育不利,并使整

个生育期缩短。C13, C14 和 C15 三个组合父本和母本从出苗到开花的天数分别相差 18.5, 25.8 和 24.1 天。F<sub>1</sub> 和 F<sub>2</sub> 的营养生长期长度介于两亲本之间(表 1)。正反交组合(C14 和 C15)F<sub>1</sub> 代的平均营养生长期长度有较大的差异。营养生长期长的通交 83-932 为母本时 F<sub>1</sub> 的平均营养生长期是 58.0 天, 而其反交组合 F<sub>1</sub> 的平均营养生长期仅有 52.3 天, 两者相差 5.7 天, 成熟期相差 1 天, F<sub>2</sub> 代的开花期和成熟期均出现大幅度的遗传分离。C13, C14 和 C15 开花期和成熟期的广义遗传力分别为 82.9 和 83.2%, 89.9% 和 87.8%, 93.2 和 81.8%。生育期和开花期广泛的遗传分离满足了本试验的需要。

## 二、各世代的平均虫食率

C13 组合 P<sub>1</sub>, P<sub>2</sub>, F<sub>1</sub> 和 F<sub>2</sub> 代的平均虫食率分别为 12.8, 14.7, 15.9 和 15.7, 两个亲本间的差异不大, F<sub>1</sub> 和 F<sub>2</sub> 的平均虫食率高于双亲(表 2)。

表 1 亲本, F<sub>1</sub> 和 F<sub>2</sub> 到开花和成熟的天数

Table 1 Average days to flowering and maturity of P<sub>1</sub>, P<sub>2</sub>, F<sub>1</sub> and F<sub>2</sub> populations

组 合 Crosses	世 代 Generations	开 花 期 * Days to flowering	成 熟 期 * Days to maturity
C13	♀ 通 83-932 Tong 83-932	63.3±2.4	122.0±1.8
	♂ 公交 8324-19 Gongjiao 8324-19	44.8±4.6	121.0±2.1
	F <sub>1</sub>	57.8±4.2	122.3±1.0
	F <sub>2</sub>	54.9±9.0	122.3±1.0
C14	♀ 通 83-932 Tong 83-932	63.2±2.8	120.0±1.7
	♂ 吉林 27 号 Jilin No. 27	39.1±2.8	118.3±1.5
	F <sub>1</sub>	58.0±2.9	121.3±1.0
	F <sub>2</sub>	53.5±9.0	122.8±4.1
C15	♀ 吉林 27 号 Jilin No. 27	37.6±2.7	118.4±1.5
	♂ 通 83-932 Tong 83-932	63.4±2.4	120.1±2.0
	F <sub>1</sub>	52.3±3.0	120.3±0.8
	F <sub>2</sub>	52.4±10.5	123.0±3.6

\*: 从 5 月 20 日算起。

\*: Days from May 20.

C14 和 C15 两个组合的营养生长期长的亲本通交 83-932 的虫食率分别为 10.0 和 13.0%, 而吉林 27 号的虫食率分别为 27.0 和 23.0%。F<sub>1</sub> 代的虫食率分别为 16.2 和 12.0%, 介于两亲之间而倾向于通交 83-932。F<sub>2</sub> 代的平均虫食率分别为 16.8 和 20.9%, 前者倾向于通交 83-932, 后者倾向于吉林 27 号, 从 F<sub>2</sub> 代的平均虫食率来看, 似乎母本对

后代虫食率的效应大于父本(表 2)。

三、亲本的开花期对 F<sub>2</sub> 代虫食率的影响

由图 1 可以看出当以营养生长期长的通交 83-932 做母本时(C14),各个成熟日期 F<sub>2</sub> 单株的平均虫食率均毫无例外地低于其反交组合(C15)。图 2 是 C14 和 C15 两个组合 F<sub>2</sub> 代群体中不同虫食率单株的频率分布,亦可明显地反映出 C14 组合虫食率低的单株出现频率显著高于 C15 组合,而虫食率高的单株出现频率远远低于 C15 组合,使分布高峰明显左移。

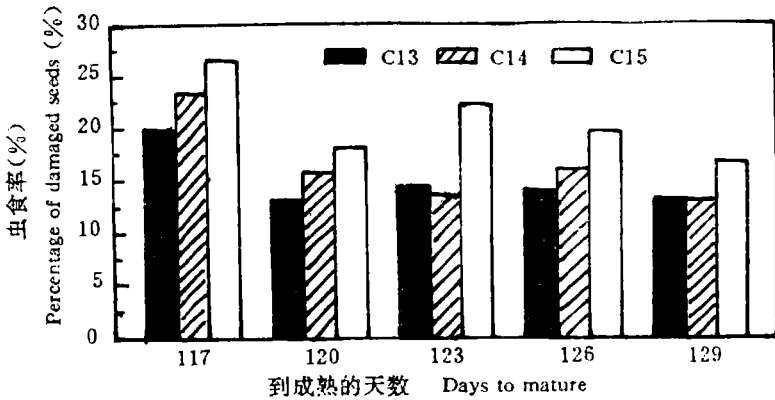


图 1 F<sub>2</sub> 群体中不同熟期组的虫食率

Fig. 1 Percentage of damaged seeds of different maturity groups within F<sub>2</sub> populations

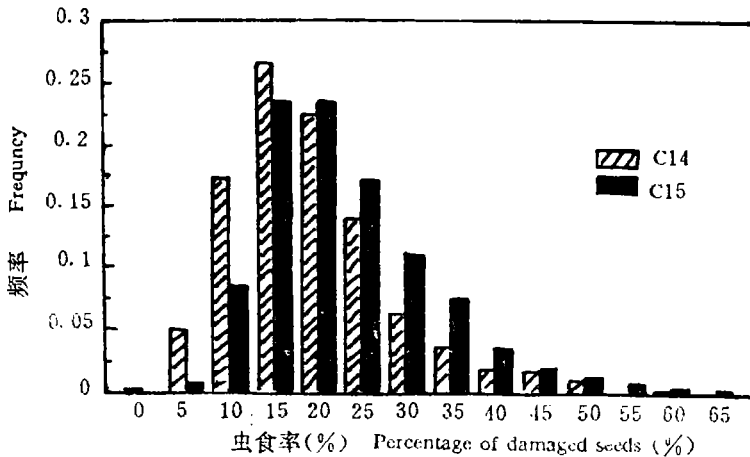


图 2 一组正反交组合 F<sub>2</sub> 代单株虫食率的分布

Fig. 2 Distributions of percentage of damaged seeds of F<sub>2</sub> plants from a pair of reciprocal crosses

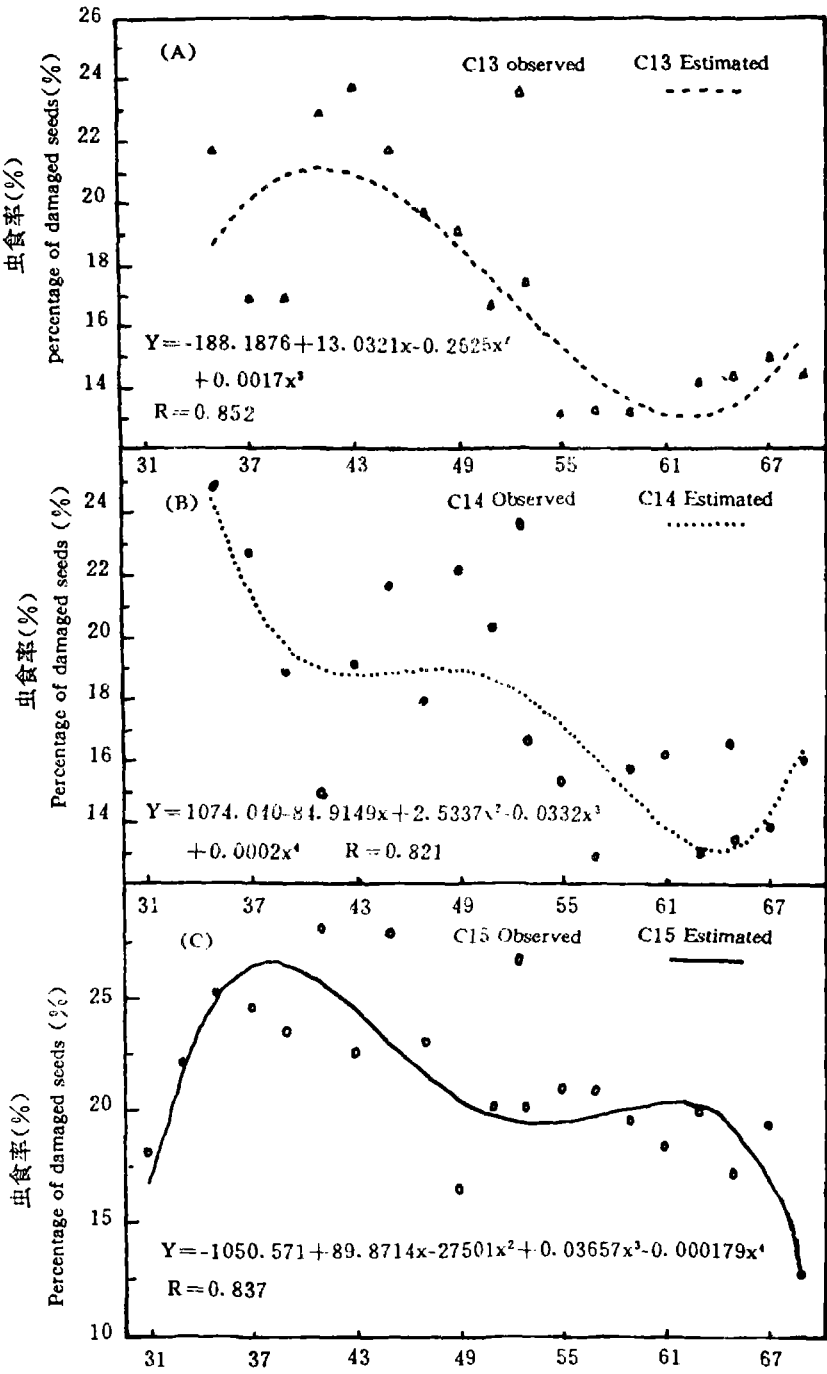


图 3 不同大豆杂交组合 F<sub>2</sub> 代虫食率与开花期的关系

Fig. 3 Relationships between percentage of damaged seeds and flowering date in different soybean crosses

表2 不同杂交组合亲本、 $F_1$  和  $F_2$  群体的平均虫食率Table 2 Average percentage of damaged seed of parente,  $F_1$  and  $F_2$  populations

组 合 Crosses	世 代 Generations	株 数 No. of plants	平均值±标准误(%) Means±std (%)
C13	♀ 通 83-932 Tong83-932	18	12.8±7.9
	♂ 公交 8324-19 Gong 8324-19	25	14.7±6.5
	$F_1$	19	15.9±7.2
	$F_2$	489	15.7±8.5
C14	♀ 通 83-932 Tong83-932	25	10.0±4.8
	♂ 吉林 27 号 Jilin No. 27	23	27.0±10.1
	$F_1$	16	16.2±6.8
	$F_2$	468	16.8±9.4
C15	♀ 吉林 27 号 Jiling No. 27	28	23.0±6.9
	♂ 通 83-932 Tong83-932	22	13.0±5.4
	$F_1$	6	12.0±5.2
	$F_2$	473	20.9±10.2

#### 四、 $F_2$ 代的成熟期和开花期对虫食率的影响

在  $F_2$  群体内,不同成熟期单株的虫食率有一定的差异,所研究的三个组合都是 9 月 14 日成熟单株的平均虫食率最高,C13 组合以后各熟期的虫食率降低且差异不大(图 1)。C15 组合 123 天熟期组的虫食率亦较高,呈明显的双峰分布。

正反交组合(C14,C15)比较,当以营养生长期长的通交 83-932 做母本时(C14), $F_2$  代各熟期单株的平均虫食率均显著低于其反交组合(图 1)。

线性相关分析表明三个组合  $F_2$  代单株的成熟期和开花期均与虫食率呈极显著负相关( $P<0.01$ )。将  $F_2$  单株按熟期分类后,同一熟期内  $F_2$  单株的开花期亦与虫食率呈负相关,但是相关程度降低,除 C13 组合 9 月 14 日成熟组和 C15 组合 9 月 23 日成熟组分别达到 0.05 和 0.01 显著概率平准外,其它相关系数都不显著(表 3)。将  $F_2$  群体内的单株按结荚习性分组,除 C15 组合有限组的成熟期与虫食率呈弱正相关外,其余所有分组的成熟期和开花期都与虫食率呈负相关。其中,C13 组合的无限组,C14 和 C15 组合亚有限组的成熟期和开花期,C13 组合有限组的成熟期,与虫食率的线性相关系数均达到 0.01 显著概率平准(表 3)。

表 3 不同世代群体虫食率与开花期及成熟期的相关系数

Table 3 Correlation coefficients between damaged seed by soybean pod borer and days to flowering and maturing in populations of different generations

组 合 Crosses	群 体 Populations	DF	r		r0.05
			开花 Flowering	成熟 Maturity	
C13	P <sub>1</sub>	17	-0.0175	0.0086	0.456
	P <sub>2</sub>	23	-0.2686	-0.3691 *	0.396
	F <sub>1</sub>	16	0.0281	0.2665	0.468
	F <sub>2</sub>	487	-0.2469 * *	-0.2523 * *	0.088
	F <sub>2</sub> 内亚组 Sub-groups within F <sub>2</sub>				
	有 限 Determinate	135	-0.1618	-0.2852 * *	0.166
	无 限 Indeterminate	350	-0.2474 * *	-0.1486 * *	0.104
	9 月 14 日 Sept. 14	144	-0.1355 *	—	0.161
	9 月 17 日 Sept. 17	88	-0.1205	—	0.210
	9 月 20 日 Sept. 20	86	0.0114	—	0.211
	9 月 23 日 Sept. 23	117	-0.1079	—	0.178
	9 月 26 日 Sept. 26	44	0.0873	—	0.291
C14	P <sub>1</sub>	21	0.2101	-0.1907	0.413
	P <sub>2</sub>	23	-0.0570	-0.0418	0.396
	F <sub>1</sub>	14	0.1458	0.2563	0.497
	F <sub>2</sub>	466	-0.2888 * *	-0.3077 * *	0.090
	F <sub>2</sub> 内亚组 Sub-groups within F <sub>2</sub>				
	有 限 Determinate	105	-0.0750	-0.1758	0.188
	亚有限 Semideterminate	180	-0.4119 * *	-0.3566 * *	0.145
	无 限 Indeterminate	177	-0.1443	-0.0379	0.116
	9 月 14 日 Sept. 14	102	-0.0562	—	0.191
	9 月 17 日 Sept. 17	70	-0.1397	—	0.232
	9 月 20 日 Sept. 20	93	-0.0986	—	0.203
	9 月 23 日 Sept. 23	138	-0.0835	—	0.165
	9 月 26 日 Sept. 26	55	-0.2067	—	0.262
C15	P <sub>1</sub>	20	0.2576	-0.1478	0.423
	P <sub>2</sub>	26	-0.3783 *	-0.1548	0.374
	F <sub>1</sub>	4	0.2683	-0.5147	0.811
	F <sub>2</sub>	471	-0.2348 * *	-0.1742 * *	0.090
	F <sub>2</sub> 内亚组 Sub-groups within F <sub>2</sub>				
	有 限 Determinate	116	-0.1586	0.1335	0.179
	亚有限 Semideterminate	209	-0.3162 * *	-0.3478 * *	0.134
	无 限 Indeterminate	142	-0.0386	-0.0385	0.162
	9 月 14 日 Sept. 14	67	-0.0866	—	0.238
	9 月 17 日 Sept. 17	90	-0.0082	—	0.205
	9 月 20 日 Sept. 20	122	-0.1509	—	0.175
	9 月 23 日 Sept. 23	144	-0.2568 * *	—	0.161
	9 月 26 日 Sept. 26	116	-0.1586	—	0.179

如果用曲线来描述开花期与虫食率间的关系更符合实际情形。图3是各开花期单株的平均虫食率散点图和将平均虫食率回归于开花期获得的多项式曲线。C13组合 $F_2$ 代单株的虫食率与开花期的关系可以很好地用三次多项式曲线拟合,曲线相关系数高达0.852。而C14和C15 $F_2$ 代这两个性状间的关系可以用四次多项式曲线来表示,曲线相关系数分别为0.821和0.837。C13组合6月28~31日期间开花的 $F_2$ 植株虫食率最高,此后开花植株虫食率逐渐降低,7月22~24日左右开花植株虫食率最低。然后又略有回升。C14组合6月24日左右开花的 $F_2$ 植株虫食率最高,以后逐渐降低,7月24~26日开花植株的虫食率最低,然后略有升高。C15组合6月26~28日开花的 $F_2$ 植株虫食率最高,早于和晚于该日期开花植株的虫食率都趋于降低(图3)。

## 讨 论

一、通交83-932和吉林27号的成熟期基本相同,但是花期却相差20多天。通交83-932的虫食率远低于吉林27号,两者间的差异不能用熟期的早晚解释。可以认为,在熟期相同的情况下,开花期的早晚对虫食率有显著的影响。由于通交83-932为有限结荚习性,花期晚且集中,使得通交83-932的生殖器官发育与食心虫的发生期在时间上不同步,从而使食心虫危害大大减轻。

二、根据本试验和前人的研究结果<sup>[7]</sup>,成熟期和开花期都对大豆抗食心虫表现有显著的影响,而成熟期又往往与开花期密切相关,那么,在对杂交后代进行抗食心虫性筛选时,将后代材料按照熟期严格分组,在熟期基本一致的前提下,筛选抗性,会在一定程度上减少熟期和花期对鉴定结果的影响,提高试验的准确性。在本试验中将 $F_2$ 按熟期分组后,虫食率与营养生长期的相关系数几乎都未达到显著水平,而在分组之前都是极显著的。上述结果说明即使是在亲本生育期基本一致,而花期不同的组合,采取这样的选择策略也会大幅度地降低熟期和开花期与虫食率间的相关,提高选择可靠性。

三、大豆的花期和成熟期是由5个主效基因和一系列微效基因控制的<sup>[9-11]</sup>,一般开花晚的基因型熟期也较晚,这是由于基因多效性引起的。本试验中的3个亲本的熟期差异不大,而花期差异很大, $F_2$ 代群体不但开花期,熟期也出现广泛的分离,说明亲本间所携带的熟期基因是不同的,这是由于不同基因对花期和熟期的相对效应各不相同引起的。

四、正反交组合杂交后代抗食心虫性的差异是与开花期的不同紧密联系在一起的,可以认为是由于花期较长引起的。由于只对一组正反交组合进行了研究,尚不能得出通交83-932的晚开花性状是受核基因和细胞质基因共同控制结论。但是,在本试验中确实有这样的迹象。对于这个问题尚需通过更多组合的试验结果去证实。

## 参 考 文 献

- [1] 徐庆丰等,1965,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, I. 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, II. 大豆高抗食心虫材料的筛选,吉林农业科学,257—260
- [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,中国大豆科学情报交流中心,84—89
- [8] 孙志强等,1989,大豆抗食心虫性的遗传及抗虫育种方法研究, I. 人工接种条件下  $F_2$  代的抗虫性,大豆科学,8(2):177—184
- [9] Bernard, R. L. 1971. Crop Science 11:242-244
- [10] Buzzell, R. I. 1971. Can. J. Genet. Cytol. 13:703-707
- [11] Buzzell, R. I. and H. D. Voldeng. 1980. Soybean Genet. Newsl. 7:26-29

## STUDY ON INHERITANCE OF SOYBEAN POD BORER AND METHODS FOR RESISTANT BREEDING

### I. RELATIONSHIPS OF DAYS TO FLOWERING AND MATURE WITH PERCENTAGE OF DAMAGED SEEDS

Sun Zhiqiang Yan Rihong Wang Jian Tian Peizhan

(Soybean Institute, Jilin Academy of Agricultural Sciences)

#### Abstract

A determinate soybean line (Tong 83-932) with late flowering character was crossed with a indeterminate breeding line (Gong 8324-19) and a semi-determinate cultivar (Jilin No. 27) to obtain widely segregating  $F_2$  populations in flowering and mature dates. The  $P_1$ ,  $P_2$ ,  $F_1$  and  $F_2$  populations were evaluated in the field infested with soybean pod borer. The relationships of soybean pod borer resistance with days to flowering and maturity were investigated. The results showed that the percentage of damaged seeds by soybean pod borer of  $F_2$  plants was negatively correlated with days to flowering and maturity in all the 3  $F_2$  populations studied. The relationships between percentage of damaged seeds and days to flowering was rather complicate but could be well expressed with polynomial curves. The results from investigating a pair of reciprocal crosses indicated that if the line with late flowering character was used as the female parent, the frequencies of  $F_2$  plants with lower percentage of damaged seeds were much larger than that in the reciprocal cross. In a breeding program, it is advisable to evaluate insect resistance by grouping the testing materials into maturity classes with minimum maturity differences. The procedure could greatly lower the interferences from maturity and flowering date, and enhance the accuracy

of resistant screening.

**Key words** Soybean pod borer; Flowering date; Mature date; Percentage of damaged seeds

## 管好大豆留种田

一个大豆新品种在生产种植中往往由于机械混杂,不良气候条件及栽培条件以及天然杂交,突变等原因,使优良品种种性和纯度逐年变劣,而致大豆良种在大田生产中出现成熟期、株高、株形及粒大小等性状不一致及生长不良植株的混杂现象,使产量降低、品质变劣。因此,要想保持良种种性大豆年年增产,就必须重视大豆良种繁育工作。简而易行的大豆良种繁育方法是每年建立留种田。

大豆品种留种田面积可根据大豆大田生产面积所需要的种子数量及种子繁育倍数来确定、面积不宜过大或过小,过大则繁殖管理费工费事,去杂去劣不易彻底,过小则繁殖种子数量不足大田用种。一般留种田面积为大田的5%即可,如某农户常年约种大豆10亩,每亩播种量为4kg,留种田常年亩产量约100kg(完整粒),那么留种田面积为:

$$\text{留种田面积} = \frac{\text{大田播种需种量}}{\text{留种田每亩产量}} = \frac{10 \times 4}{100} = 0.4(\text{亩})$$

留种田应选择地势平坦,排灌方便,地力均匀,适合种大豆的地块,避免重茬或迎茬,适时播种,栽培管理应做到精耕细作优先管理,保证苗全苗壮。如今年未来得及单独建立留种田,可在大豆良种生产田中找一块生长良好的地块作留种田。

在大豆生育期间留种田应进行多次去杂去伪工作;在苗期根据苗色(青、紫)结合间苗进行;在开花期根据花色(白、紫),叶形(卵圆、披针);在成熟期根据成熟早熟,植株高矮、结荚习性(有限、亚有限、无限),茸毛色(灰、棕)、荚色(淡褐、褐、墨)等性状将不符合本优良品种性状植株及生长不良植株拔除。留种田在收获、运输、堆垛、脱粒、贮藏过程中要严格防止机械混杂,必须做到单割,单拉,单垛,先打,充分干燥,装袋后内外拴上有品种名的标签,妥为存放。

(编者)