

# 中国大豆染色体结构变异的研究<sup>\*</sup>

赵丽梅 孙 寰 黄 梅

(吉林省农业科学院大豆研究所,公主岭 136100)

## 摘 要

本研究利用不同地理来源的大豆 411 份与已知的具正常染色体的栽培大豆杂交,通过对 F<sub>1</sub> 育性观察,间接判断大豆染色体结构变异情况。研究结果表明,中国野生大豆(野生大豆、半野生大豆)染色体易位频率为 73.3%,染色体倒位频率为 7.4%,染色体正常的野生大豆占 19.3%。栽培大豆(半栽培大豆、栽培大豆)染色体易位频率为 4.7% (全部为半栽培大豆),倒位频率为 1.7%,染色体正常的频率为 93.6%。说明不同进化程度的大豆染色体结构变异频率有所不同。随着进化程度的提高,染色体易位频率随之下降,栽培大豆仅存在极少的染色体倒位。中国各省份的野生大豆染色体易位频率普遍比较高,以河南、河北二省为最高,内蒙、吉林次之,而沿海地区染色体易位的频率相对较低。染色体倒位频率则以辽宁、黑龙江、浙江、江苏、湖南为高。

**关键词** 大豆;染色体倒位;染色体易位

中国是大豆的起源国,拥有极为丰富的大豆种质资源,现已收集和保存栽培大豆 22 000 份,一年生野生大豆 6 000 余份,占世界大豆资源的 90%,即大豆资源的主要部分和核心在中国。对收集到的大豆资源,已经进行了广泛的形态、生态、抗病虫、抗逆、品质等方面的鉴定,筛选出一批优异种质和特殊基因型<sup>[1]</sup>。但在染色体水平上开展遗传变异研究却很少。

在许多物种中,遗传变异可以由染色体结构的明显改变引起。大豆也不例外,在长期的演化过程中,产生并积累了极为丰富的遗传变异。郑惠玉等<sup>[2]</sup>(1984)对少数野生大豆进行了根尖染色体观察,就发现了具 4 个随体的材料。在研究野生大豆与栽培大豆染色体结构的差异时,发现野生大豆染色体易位频率相当高。而在栽培大豆群体中,天然发生的易位极少。在已经鉴定出的 6 个易位断裂点不同的易位系中,有 4 个来源于栽培大豆,但其中 3 个是通过诱变产生的,只有一个是天然发生的。易位频率高,已经成为野生大豆种群的一个重要特征<sup>[8]</sup>。孙寰等<sup>[3]</sup>(1983)对来自中国北方 6 省区 64 份野生大豆进行了观察,

<sup>\*</sup> 国家自然科学基金资助项目。

发现染色体易位频率为 83%。Delannay<sup>[8]</sup> (1982)做了 142个组合的栽培大豆与野生大豆的杂交,发现有 41份野生大豆具有易位染色体,易位频率为 29%,而来自中国的 19份野生大豆中,就有 16份具有易位,频率为 84%。Palmer<sup>[9]</sup> (1987)对来自中国的 26份野生大豆、来自苏联的 30份野生大豆进行了研究,结果表明,中国野生大豆染色体易位的频率为 80.8%,前苏联为 83.3%,染色体倒位频率均为 0。研究还表明,所有野生大豆的染色体易位均发生在同一条染色体的同一位点上。

以上试验所用的中国野生大豆,取材片面,而且数量较少,不具有代表性。本试验利用了不同地理来源、不同进化程度、具有一定代表性的大量大豆资源为试验材料,旨在对中国大豆资源的染色体易位及倒位情况做较深入地考察,以指导野生大豆遗传、进化等理论研究和育种应用。

## 材料与方法

由于大豆的细胞学观察比较难,通过常规的细胞学方法很难观察其染色体结构变异,因此对大量品种资源逐一进行直接的细胞学观察,既是不可能的,也是不必要的。而利用某些容易检测的性状间接进行研究,则不失为一个好办法。本试验以  $F_1$  花粉育性变化,间接判断染色体结构变异。在 Palmer 的研究中就采用了这种方法<sup>[9-10]</sup>。

在吉林公主岭、河南郑州、江苏徐州、浙江杭州、湖南长沙、福建泉州建立 6个试验点。于 1983~1992年,用来自全国 25个省区近 500份不同进化程度的野生大豆(包括野生大豆、半野生大豆)和 300份栽培大豆(包括半栽培大豆、栽培大豆)与特定的栽培大豆进行杂交,采用  $I-KI$ 染色方法,于公主岭光照控制室对  $F_1$  进行育性观察。由于有的组合未获得种子,有的组合全部是伪杂种,再合并一些一父多母的组合,实际测验的野生大豆亲本共 176个,栽培大豆 235个。

## 结果与分析

一条染色体发生易位的最主要遗传效应表现为半不育,即有 50%左右的花粉和胚珠败育。染色体倒位时,因倒位区段长度和位置不同,倒位杂合体花粉败育率一般在 10%~30%之间<sup>[5]</sup>。一般说来,栽培大豆染色体易位的频率极低,特别是改良程度高的育成品种,很少有易位现象。在本试验中,以吉林 16号、合丰 23号、开育 8号为共同父本与 200份东北地方品种杂交,除发现两个品种(孙吴小白眉、微大鱼)染色体倒位外,其他染色体均正常<sup>[4]</sup>。所以,在一定范围内,可以认为栽培大豆是一个共同的无易位亲本。Forrai等<sup>[7]</sup> (1984)和 Palmer等<sup>[10-11]</sup> (1976-1984)从遗传学、细胞学两方面证实了栽培大豆与野生大豆杂交, $F_1$ 花粉出现的半不育是由野生大豆染色体易位造成的。由于在光照控制室所观察的花粉不育率往往偏高,可以认为,当  $F_1$ 花粉败育率低于 10%时,说明亲本野生大豆具有正常染色体;在实际试验中,败育率介于 30%~40%之间的材料几乎没有这段区间为空白,反映了倒位和易位之间的区别。为了保持分类的连续性,设定败育率为 10.0%~

40%者具有倒位染色体;败育率为 40. 1%~ 70% 具有易位染色体。当败育率大于 70% 时是两个以上染色体易位或其他原因造成的不育。现将 176份野生大豆和 235份栽培大豆杂种 F<sub>1</sub>的花粉育性列于表 1

表 1 野生、半野生、半栽培大豆和栽培大豆的染色体结构变异频率\*  
Table 1 Frequency of chromosome structure aberration of wild,  
semi- wild,semi- cultivated and cultivated soybean

类型 Type	材料数 No. accession	花粉败育率% Percentage of sterile pollen			
		< 10	10. 1- 40	40. 1- 70	> 70
野生 Wild	160	18. 8( 30)* *	6. 9( 11)	71. 3( 114)	3. 1( 5)
半野生 Semi wild	16	25( 4)	12. 5( 2)	56. 3( 9)	6. 2( 1)
合计 Total	176	19. 3( 34)	7. 4( 13)	69. 9( 123)	3. 4( 6)
半栽培 Semi cultivated	35	62. 9( 22)	25. 7( 9)	11. 4( 4)	0( 0)
栽培 Cultivated	200	99( 198)	1( 2)	0( 0)	0( 0)
合计 Total	235	93. 6( 220)	4. 7( 11)	1. 7( 4)	0( 0)

注: \* 百粒重小于 2. 5g,为野生大豆;百粒重为 2. 5g~ 5g,为半野生大豆;百粒重为 5g~ 10g,为半栽培大豆;百粒重为 12g 以上,为栽培大豆。

\* \* 括号内数字为材料份数。

从表中结果可以看出,野生、半野生大豆 F<sub>1</sub> 花粉败育率 < 10% 的频率为 19. 3% ( 34), 10. 1%~ 39% 的频率为 7. 4( 13), 40. 1%~ 70% 的频率为 69. 9% ( 123), > 70% 的频率为 3. 4% ( 6)。现已通过回交转育的方法,从花粉败育率> 70% 的组合中获得了一个质-核互作不育系<sup>[6]</sup>,另外还有 4 个野生大豆也与之用的是同一个母本材料,说明这 5 个野生大豆除了有一条染色体发生易位,产生 50% 左右的花粉败育率外,母本细胞质对它的育性也有影响,从而产生了高度不育。另外的 1 个野生大豆有可能是 2 条染色体同时发生了易位而产生高度不育。因此, F<sub>1</sub> 花粉败育率> 70% 的野生大豆也应属于染色体易位类型。这样,实际的野生大豆染色体易位频率应为 73. 3% ,染色体倒位频率为 7. 4% ,染色体正常的频率为 19. 3%。这与 Delannay 等<sup>[8]</sup> 1982 年的研究结果是一致的。栽培大豆(半栽培、栽培)染色体易位频率为 4. 7% ,倒位频率为 1. 7% ,染色体正常的频率为 93. 6%。

不同进化类型的大豆染色体发生易位和倒位的频率有所不同。如表 1 中所列,野生大豆中,以染色体易位的频率为最高( 71. 3% ),其次是染色体正常的频率( 18. 8% ),再次为倒位频率( 6. 9% )。在半野生大豆中,仍以染色体易位频率最高( 56. 3% ),染色体正常次之( 25% ),染色体倒位的频率最低( 12. 5% )。在半栽培大豆中,以染色体正常的频率为最高( 62. 9% ),染色体倒位的频率次之( 25. 7% ),染色体易位的频率为最低( 11. 4% )。栽培大豆仅有极低频率( 1% )的染色体倒位。从以上结果可以看出,随着大豆进化程度的增高,染色体易位的频率不断下降。

由于生育期的不同,杂交难易及其他原因,各省区试材差异比较大,在一定程度上降低了不同来源大豆染色体易位、倒位频率的可比性,但仍能看出一个总趋势,我国各省份野生豆染色体易位的频率普遍比较高,其中以河南、河北二省为最高,观察的 9 份和 15 份材料全部发生易位,频率为 100%。沿海地区染色体易位的频率较低,分别为 22. 2%、33. 3%。染色体倒位则以辽宁、黑龙江、浙江、江苏、湖南为高。现将材料数大于 4 的各省份大

豆(包括半野生大豆),染色体倒位和易位频率列于表 2

表 2 不同来源的野生大豆染色体结构变异的频率

Table 2 The frequency of chromosome structure aberration of wild soybean from different regions

来源	Percentage of pollen grain %				材料数
Sources	< 10	10. % - 35%	40. % - 70%	> 70%	No. Accession
黑龙江	0.125	0.250	0.625		8
Heilongjiang	(1)*	(2)	(5)		
吉林	0.167	0.033	0.800		30
Jilin	(5)	(1)	(24)		
辽宁	0.286	0.286	0.428		7
Liaoning	(2)	(2)	(3)		
内蒙古		0.077	0.923		13
Neimenggu		(1)	(12)		
山西	0.545		0.455		11
Shanxi	(6)		(5)		
河北		0.933	0.067		15
Hebei		(14)	(1)		
山东	0.210		0.632	0.158	19
Shandong	(4)		(12)	(3)	
江苏	0.333	0.167	0.333	0.167	6
Jiangsu	(2)	(1)	(2)	(1)	
浙江		0.400	0.600		5
Zhejiang		(2)	(3)		
福建	0.250	0.063	0.687		16
Fujian	(4)	(1)	(11)		
陕西	0.358	0.077	0.538		13
Shanxi	(5)	(1)	(7)		
河南			1.000		9
Henan			(9)		
湖南	0.250	0.250	0.500		4
Hunan	(1)	(1)	(2)		
湖北	0.250		0.500	0.250	4
Hubei	(1)		(2)	(1)	

注: \* 括号内数字为材料份数。

Delannay 等所考查的 142 份来自中国、前苏联、朝鲜和日本的野生大豆,其中前苏联和中国的野生大豆易位频率分别为 84.6% 和 84.2%。日本和朝鲜的易位频率则很低,分别为 2.7% 和 1.7%。在本试验中,中国野生大豆的染色体易位频率为 73.3%,这说明中国的野生大豆在染色体结构上与前苏联的相似而与朝鲜、日本的显著不同。朝鲜、日本的野生大豆更接近栽培大豆。

## 讨 论

为了拓宽大豆的基因源,近年来开始注意遗传背景有差异的外来种质的利用,如在春大豆区,利用夏大豆和国外引进的种质做亲本,已经育成了一批高产、抗病的新品种。育种

家们在扩大引入外来种质的同时,也把目光投向野生近缘种。近年来我国野生大豆利用研究取得了可喜进展,吉林省农业科学院大豆所利用野生大豆育成了适合制作纳豆的“吉林小粒 1号”。利用野生大豆选育高产品种的工作也取得了显著进展。但野生大豆的利用难度较大,除了要克服蔓生性、裂荚性、种子硬实等不良农艺性状外,野生大豆染色体结构变异—染色体易位、倒位等,常常给它的有效利用带来一定的困难。例如,杂合易位会造成花粉和雌性器官半不育,杂合倒位育性也有所降低,而且在后代中育性继续分离。鉴于中国野生大豆的染色体易位和倒位的频率比较高,建议在利用野生大豆做亲本时,最好利用无易位的材料。在对野生大豆的染色体变异情况不清楚时,检查  $F_1$  花粉育性,但不能因  $F_1$  育性降低而大量进行淘汰,分离世代的选择过程不能太短,以免漏掉优良的基因型。

染色体易位在大豆的进化过程中无疑起到了极为重要的作用,但不同频率的染色体易位在生物学上究竟有什么意义,还有待于进一步研究。

### 参 考 文 献

- [1] 徐豹, 1989, 中国野生大豆 (*G. soja*) 研究十年, 吉林农业科学, (1): 5~ 12
- [2] 郑惠玉, 陈瑞阳, 1983, 中国野生大豆根尖染色体细胞学观察初报, 吉林农业科学, (4): 34~ 37
- [3] 孙襄、李永忠、郑惠玉等, 1987, 野生大豆遗传多样性研究初报, 大豆育种“七五”攻关东北片经验交流会议论文摘要汇编, p. 34
- [4] 孙襄、赵丽梅、黄梅, 1991, 栽培大豆倒位系的研究, 全国第四届大豆学术讨论会论文摘要汇编, p. 40
- [5] 浙江农业大学主编, 1986, 遗传学, 农业出版社, p. 135~ 138
- [6] 孙襄、赵丽梅、黄梅, 1993, 大豆质—核互作不育系研究, 科学通报, 38(16): 1535~ 1536
- [7] Forrai L. G., and R. G. Palmer, 1984, Genetic and cytological studies of chromosome interchanges in soybean (*Glycine max* (L.) Merr.) and related species. In R. Shibles (ed), World soybean research conference III. Abstr. 296. Westview Press, Boulder, Co., p. 64
- [8] Delannay, X., T. C. Kilen and R. G. Palmer, 1982, Screening of soybean (*Glycine max*) accessions and *G. soja* accessions. Agron. Abstr. American Society of Agronomy, Madison, WI. p. 63
- [9] Palmer R. G., Newhouse K. E., Graybosch R. A. et al, 1987, Chromosome structure of the wild soybean, The Journal of Heredity. 78, 243~ 247
- [10] Palmer R. G., 1976, Cytogenetics in soybean improvement, In H. D. Louden and D. Wilkenson (ed.) Proc. Sixth Soybean Seed Res. Conf. American Seed Trade Association, Washington. p. 56~ 66
- [11] Palmer R. G., and H. Heer, 1984, Agronomic characteristics and genetics of a chromosome interchange in soybean, Euphytica, 33, 651~ 663

## STUDIES ON CHROMOSOME STRUCTURE ABERRATION OF SOYBEAN IN CHINA

Zhao Limei Sun Huan Huang Mei

*(Soybean Institute, Jilin Academy of Agricultural Science, Gongzhuling, 136100)*

## Abstract

The chromosome structure aberration of soybean was indirectly identified by checking the percentage of sterile pollen grains in  $F_1$  plants from crosses between 411 accessions of soybean collected from various regions in China and cultivated soybeans with normal chromosome. The results showed that the frequencies of chromosome translocation, inversion and the normal chromosome of wild soybean (including semi-wild soybean) were 73.3%, 7.4% and 19.3% respectively. The frequencies of chromosome translocation, inversion and the normal chromosome of cultivated soybean (including semi-cultivated soybean) were 4.7% (all are semi-cultivated), 1.7% and 93.6% respectively. The chromosome structure aberration frequencies of different evolutionary level soybean was different. As the evolution level of the tested accessions was increased the frequency of translocation decreased. In general, the chromosome translocation frequency of wild soybean in China was high and the highest ones appeared in Hebei and Henan provinces. The frequencies were also higher in Nei Menggu and Jilin provinces. The lower frequency was located in coastal regions, including Jiangsu and Zhejiang provinces. The chromosome inversion frequency was higher in Liaoning, Heilongjiang, Zhejiang, Jiangsu and Henan provinces.

**Key words** Soybean; Chromosome inversion; Chromosome translocation