

# 不同进化类型大豆花荚形成 和脱落的比较研究\*

徐 豹 路琴华

(吉林省农业科学院大豆研究所)

## 摘 要

同步观察了44—45°N的野生、半野生、半栽培、栽培型大豆花荚形成和脱落在时间和空间上的配置以及各部分的干物分配。发现：1. 单株粒数、荚数、花数、分枝级数和分枝数、茎长和粗细，营养生长期和生殖生长期的长度，开花、结荚、鼓粒、成熟的始期到终期的天数，百粒重等数量性状，一般均随进化而呈连续性变异，且表现上述生物学性状之间的明显相关性。2. 四种类型大豆的开花均按“上行轮圈模式”进行。3. 四种类型大豆的花荚脱落率均在55%以上，收获指数均在43—47%之间，这种相似性反映了种间系统发育上的同源性。本试验的开花资料可供种间杂交参考。

**关键词：**野生 半野生 半栽培 栽培大豆 开花模式 花荚脱落

栽培大豆 (*G. max*) 的花荚形成和脱落已有丰富的研究资料<sup>[1, 2, 3, 7]</sup>，而野生大豆 (*G. soja*) 和中间型大豆花荚的形成和脱落，很少研究。特别是原产地相近的野生、中间、栽培大豆的同步比较观察，迄今未见报导。掌握不同进化类型大豆结实器官形成和脱落的基本规律，对于野生和中间类型大豆在育种中的利用，对于大豆性状进化的研究均有重要意义。

## 材 料 与 方 法

用原产我国44—45°N的野生大豆(W) JW17，半野生大豆(SW) JSW853，半栽培大豆(SC) JSC451，栽培地方品种(C) “四粒黄”为材料。W型的特点：原始种百粒重1g左右，粒黑色，有泥膜，蔓生，叶小而长，紫花，荚熟易裂。SW型：粒稍大，原始种百粒重3g左右，粒黑色，有泥膜，半蔓生，叶较大为长椭圆形，紫花，荚

\* 国家自然科学基金资助项目。

本文于1987年8月24日收到。This paper was received in Aug. 24, 1987.

熟较易裂。SC 型：粒更大，原始种百粒重 5 g 左右，粒黑色，有泥膜，半蔓生，叶比 SW 大，为长椭圆形，紫花，荚熟不裂。C 型：百粒重 20 g 左右，直立，叶大为椭圆形，白花，荚熟不裂。

1986 年 5 月 12 日在公主岭 ( $43^{\circ}31'N$ ,  $124^{\circ}48'E$ , 203 M) 盆栽。每种材料 5 盆，每盆 3 株。W 另设单株盆。5 月 23 日同期出苗，生育期间气候正常。选择生育正常植株调查主茎和各级分枝各节位花序各个花的现蕾、开花、结荚、鼓粒、成熟的日期。成熟期各器官的干重。调查数据除注明为典型株外，均为三株平均值。

调查标准：现蕾：肉眼观察。开花始：见第一朵花花瓣为准。结荚始：W 和 SW 第一个荚长达 0.5 cm。SC 和 C 荚长达 1 cm 为准。鼓粒始：第一个荚定形，手摸稍鼓粒（阳光下透视见豆粒）。成熟始：W 和 SW 第一个荚皮深褐色，手触裂荚。SC 和 C 荚皮为黄褐色。

## 试 验 结 果

### 一、不同进化类型大豆发育期的比较

1. 发育期的构成因进化而有明显差异。表 1 表明 (1) 营养生长期随着进化而缩短，出苗到开花始 W 与 SW 为 62 天，SC 59 天，C 49 天，C 比 W 相对缩短 21%。(2) 开花始到鼓粒始期恰恰相反，因进化而延长。W 与 SW 为 14—15 天，SC 18 天，C 为 27 天。C 比 W 相对延长 80%。(3) 开花始到成熟始期因进化而延长，分别为 47、48、55 和 67 天。C 比 W 相对延长 43%。(4) 出苗到成熟始因进化而延长，分别为 109、110、114 和 116 天，C 比 W 相对延长 6%。

表 1 不同进化类型大豆的发育期 (1986 公主岭)

Table 1 The developmental stages of different types of soybean (1986 Gongzhuling)

类 型  Types	发 育 日 期 (Date)						各发育期间的天数 (Days)							
	出 苗 A*	现 蕾 始 B	开 花 始 C	结 荚 始 D	鼓 粒 始 E	成 熟 始 F	A   B	B   C	C   D	D   E	E   F	A   F	C   F	
W	5.23	7.21	7.24	7.31	8.8	9.9	59	3	7	8	32	109	47	
SW	5.23	7.18	7.24	8.2	8.7	9.10	56	6	9	5	34	110	48	
SC	5.23	7.15	7.21	7.26	8.8	9.14	53	6	5	13	37	114	55	
C	5.23	7.6	7.11	7.19	8.7	9.16	44	5	8	19	40	116	67	

\* A: Emergence, B: First flowering bud, C: First flower, D: First pod, E: First seed filling, F: First maturing.

2. 各个生殖发育阶段的期间 (始期到终期)，也因进化而有差异

表 2 表明，C 各个生殖发育阶段的始期到终期的天数均明显短于 W，特别是成熟始

到成熟终短了 14 天。整个生殖发育时期 C 比 W 长 20 天（表 1），而各个发育阶段的期间又短于 W，说明进化型大豆的生殖发育期既提前又集中，而中间型，大体为 SW 倾向 W，SC 倾向 C。

表 2 不同进化类型大豆各生殖发育阶段始期到终期的天数（1986 公主岭）

Table 2 Days from the begining to the end of different reproductive stages of soybean (1986 Gongzhuling)

类 型 Types	现 蕾 Budding	开 花 Flowering	结 荚 Podding	鼓 粒 Seed filling	成 熟 Maturing
W	30	30	24	16	20
SW	21	19	21	14	13
SC	16	21	18	11	7
C	20	24	19	12	6

二、不同进化类型大豆开花进程的比较

1. 不同进化类型大豆全株开花进程（典型株）有明显差别。图 1 表明 W 开花晚，花

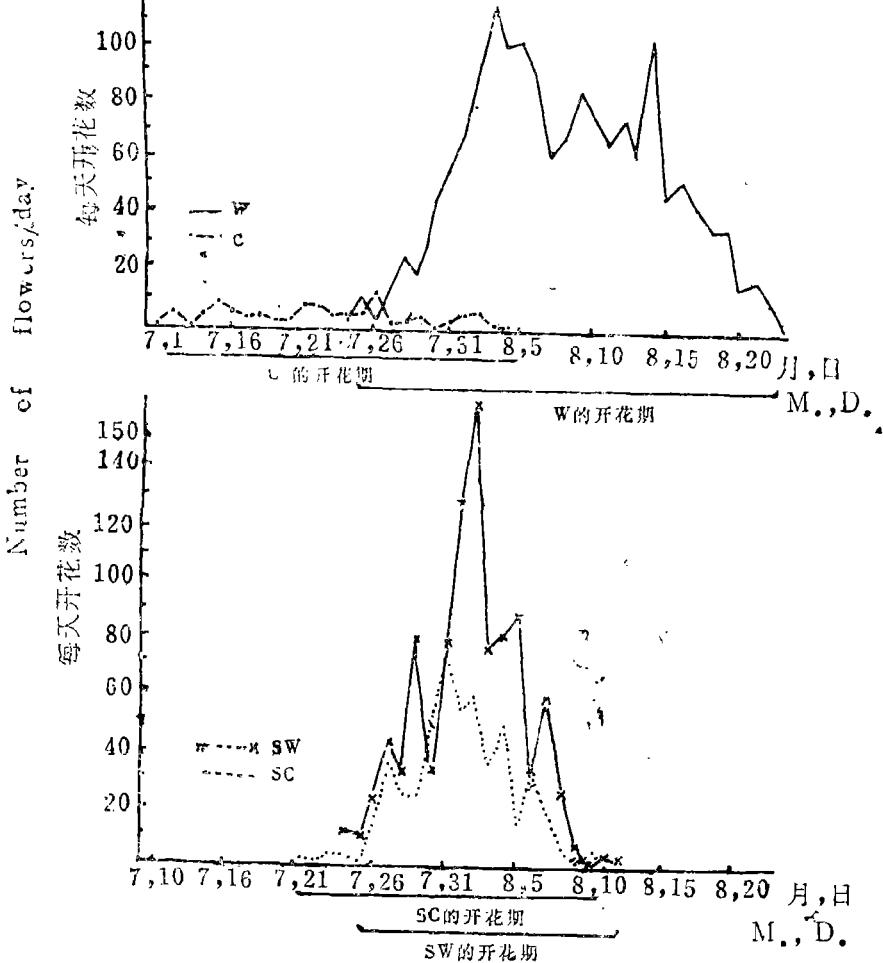


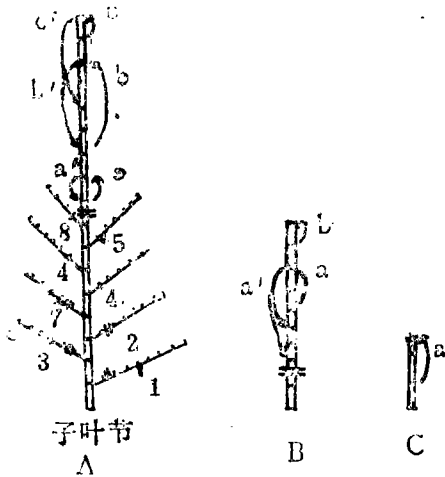
图 1 不同类型大豆开花动态比较 1986 公主岭

Fig. 1 The comparison of flowering process of different type soybean 1986 Gongzhuling

数多, 日开花数变幅大, 出现两个高峰。前一个高峰在8月初, 次峰出现在8月中旬。C的开花数仅为W的10%, 日开花数变幅小, 分布比较均匀, 高峰出现在中后期(7月下旬)。SW与SC开花数介于W与C之间, 开花比较集中。基本呈正态分布, 高峰期出现在中期(8月初), 约比C的高峰期晚一旬, 而与W第一高峰期相接近。这种分布反映了进化在开花进程上的趋向。对于种间杂交的实践有指导意义。

## 2. 不同部位开花进程的比较

(1) 大豆的“上行轮圈开花模式(UCFM)”: 观察不同进化类型主茎和分枝不同部位的开花进程, 发现有一定的规律性, 我们称之为“上行轮圈开花模式”。以栽培大豆(无限型)典型株的开花顺序为例(图2)。主茎(图2A)2—9节均有分枝, 第10节于7月11日首先开花, 上行到第11节于7月12日开花(a), 7月13日第12节不开花而下轮(a'↘)到10节开花。(a'↘a)称为第一轮圈。7月14日第12节开花, 并向上逐节



图例: 1 A为主茎, B为一级分枝, C为二级分枝。

2. A的斜线表示分枝, 斜线上的每一小格表示分枝节位。
3. 斜线边上的数字表示分枝开花顺序日。
4. 双线表示分枝节和开花节的分界线。

图2 栽培大豆的开花模式图1986公主岭  
Fig. 2 The flowering pattern of cultivated soybean 1986 Gongzhuling

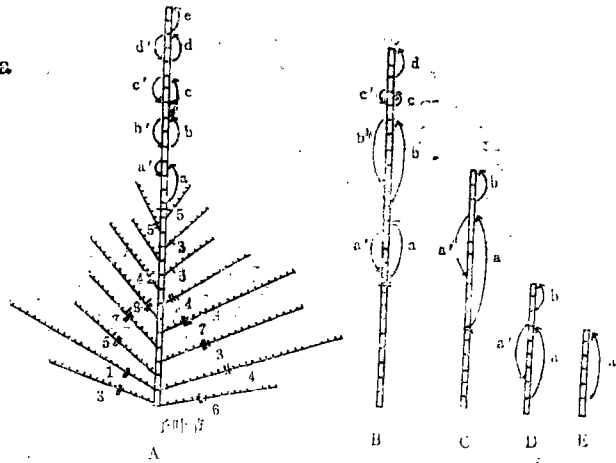


图3 野生大豆的开花模式图1986公主岭  
Fig. 3 The flowering pattern of wild soybean 1986 Gongzhuling

开花(b↘), 到7月28日第16节开花(期间16以下节均有开花的), 7月29日17节不开花而下轮(b'↘)到12节开花, (b'↘b)称为第二轮圈。以后又上行(c↘), 8月1、3、5日17节下开花, 8月5日又越圈下轮到第14节开花(c'↘), 为第3轮圈。我们把这种上行、中止、下轮, 又上行、中止、下轮的开花形式, 称为UCFM。图2B、C是典型一级分枝和二级分枝的开花顺序, 二级分枝未出现下轮现象。

## (2) 不同进化类型大豆开花进程的差别

图3为W典型株主茎和各级分枝开花顺序的模式图, 与C比较主茎节数多达29个, 分枝有1、2、3、4级(图3, B、C、D、E)。其开花顺序特点为: 主茎轮圈数多, 每个轮圈之间停留的天数少, 顶节不下轮, 下轮无越圈现象。分枝的轮圈数因分枝级别

的提高而减少。各级分枝的顶节也均无下轮现象。

SC 与 SW 的主茎节数、分枝级数、花数均介于 W 与 C 之间。开花顺序 SC 近似 C，SW 近似 W。供试的 SW 主茎和 1、2 级分枝顶节开花后有下轮现象，且同时下轮到多个节位上开花，表现了有限结荚习性的趋向，值得注意。

表 3 不同进化类型大豆单株现蕾、开花、结荚、结粒及其分布 (1986 公主岭)

Table 3 Number of buds flowers, pods and seeds per plant of different soybean type (1986 Gongzhuling)

类 型 Types	主 茎	分 枝 Branch class				全 株 Whole plant	主 茎	分 枝 Branch Class			
	Main	一 级	二 级	三 级	四 级		Main	一 级	二 级	三 级	四 级
	Stem	1st	2nd	3rd	4th		stem	1st	2nd	3rd	4th
现 蕾 数 Number of flower buds							分 布 (%) Percentage				
W	53	496	790	328	25	1892	3.1	29.3	46.7	19.4	1.5
SW	84	490	329	2		905	9.3	54.1	36.4	0.2	
SC	55	255	153			463	11.9	55.1	33.0		
C	34	108	7			149	22.8	72.5	4.7		
开 花 数 Number of flowers							分 布 (%) Percentage				
W	46	338	656	238	13	1351	3.4	29.5	48.6	17.6	1.0
SW	75	407	288	2		772	9.7	52.7	37.3	0.3	
SC	51	240	146			437	11.7	54.9	33.4		
C	31	102	6			139	22.3	73.4	4.3		
幼 荚 数 Number of young pods							分 布 (%) Percentage				
W	23	224	399	168	11	830	3.4	27.0	48.1	20.2	1.3
SW	56	316	248	1		621	9.0	50.9	39.9	0.2	
SC	33	180	109			322	10.2	55.9	33.9		
C	17	54	2			73	23.3	74.0	2.7		
鼓粒荚数 Number of seeds filling pods							分 布 (%) Percentage				
W	22	170	293	141	10	636	3.5	26.7	46.1	22.2	1.6
SW	28	195	167	1		391	7.2	49.9	42.7	0.2	
SC	17	110	66			193	8.8	57.0	34.2		
C	11	28	1			40	27.5	70.0	2.5		
成熟荚数 Number of maturing pods							分 布 (%) Percentage				
W	18	150	257	127	10	562	3.2	26.7	45.7	22.6	1.8
SW	21	174	152	1		348	6.0	33.2	43.7	0.3	
SC	17	102	59			178	9.6	57.3	33.2		
C	9	23	1			33	27.3	69.7	3.0		
粒 数 Number of seeds							分 布 (%) Percentage				
W	43	382	644	341	32	1427	3.4	25.4	45.1	23.9	2.2
SW	48	407	343	4		802	6.0	50.7	42.8	0.5	
SC	35	206	117			358	9.8	57.5	32.7		
C	15	32	2			49	30.6	65.3	4.1		

三、不同进化类型大豆结实器官数量和脱落情况的比较

1. 结实器官数量因进化而显著减少 (表 3): W 的全株蕾、花、荚、粒数达 1692、1351、562 和 1427 个, 分别为 C 的 11、9、17 和 29 倍。SW 和 SC 因进化程度而顺次减少。每荚粒数也因进化而有所减少。

2. 主茎和初级分枝的花荚比重因进化而显著增加。W 有一至四级分枝, 单株各级分枝数为 16、57、40 和 8 个; SW 有一至三级分枝, 分别为 15、20 和 2 个; SC 和 C 只有一至二级分枝, 分枝数分别为 15、5 和 7、1 个。主茎开花数占开花总数的百分率, W、SW、SC 和 C 顺次为 3.4、9.7、11.7 和 22.3%。一级分枝分别为 29.5、52.7、54.9 与 73.4%, 二级以上分枝分别为 67.2、37.6、33.4 和 4.3%, 各部位的荚粒数占总数的百分率, 与开花数的趋势一致。

表 4 不同进化类型大豆脱落情况比较

Table 4 Abscission % of flowers and pods of different type soybean

类 型 Types	主 茎 Main stem	分 枝 Branches class				全 株 Whole plant
		一 级 1st	二 级 2nd	三 级 3rd	四 级 4th	
落 蕾 % Flowering buds abscission %						
W	13.2	19.8	17.0	27.4	48.0	20.2
SW	10.7	16.9	12.5	0		14.7
SC	7.3	5.9	4.6			5.6
C	8.8	5.6	14.3			6.7
落 花 % Flower abscission %						
W	34.1	43.7	39.2	29.4	15.4	38.6
SW	25.3	22.4	13.9	50.0		19.6
SC	35.2	25.0	25.8			26.3
C	45.2	47.1	66.7			47.5
落 幼 荚 % Young pod abscission %						
W	21.4	24.1	26.6	16.1	9.1	23.4
SW	50.0	38.3	32.7	0		37.0
SC	48.5	38.9	39.5			40.1
C	35.3	48.2	50.0			45.2
落 鼓 粒 荚 % Seed filling pod abscission %						
W	18.2	11.8	12.6	9.9	0	11.6
SW	25.0	10.8	9.0	0		11.0
SC	0	7.3	10.6			7.8
C	18.2	17.9	0			17.5
花 荚 脱 落 % Flower and pod abscission %						
W	60.9	62.3	60.8	46.6	23.1	58.4
SW	72.0	57.3	47.2	50.0		54.9
SC	66.7	57.5	59.6			59.3
C	71.0	77.5	83.3			76.3

3. 不同进化类型大豆的花荚脱落率

表 4 表明：

(1) 全株脱落率，C 型落花率 47.5%，落荚率 28.8%，花荚脱落率 76.3%。分别比 W 高 8.9%、9.0%、和 17.9%。SW 和 SC 总脱落率和 W 近似，而其中落花率低，落荚率高。(2) 不同部位的脱落率：C 脱落率因分枝级数增加而加重，显示了主茎的成荚优势。而 W 的主茎、一、二、三级分枝脱落率近似，且随分枝级别的提高而减轻，显示了高级分枝成荚的优势。SW 和 SC 的脱落情况与 W 近似。(3) 典型株的上行花和下轮花以及分枝节位花（指同一节上既生分枝又生花序开的花）的脱落率（表 5）：第一，不论哪种类型，下轮花的脱落率都高于上行花。下轮花绝大多数（80% 以上）脱落。第二，上行花的脱落率以 C 为高，W 为低，SC、SW 更低。分枝节位花脱落率也高。C 未发现分枝节位花。(4) 后期花的脱落率，W 和 SW 在开花终止前 9 天内的晚期

表 5 不同进化类型大豆不同部位花的脱落率

Table 5 Abscission % of flowers on different parts of plant of soybean

类 型 Types	花 数 Number of flowers			脱落率 % Abscission %		
	上 行 Up ward	下 轮 Down ward	分枝节位花 Flowers on branching	上 行 Up ward	下 轮 Down ward	分枝节位花 Flowers on branching node
W	1059	138	61	49.6	94.2	80.3
SW	483	127	46	39.9	82.7	91.3
SC	272	83	21	39.3	94.0	76.2
C	87	13	0	63.2	92.3	—

花，有 7.7% 与 14% 成荚（表 6），而 C 和 SC 在开花终止前 9 天内的晚期花全部脱落。

四、不同进化类型大豆成熟期各器官干重和经济系数的比较

表 6 不同进化类型大豆后期花

（终花前 9 天内开的花）的脱落率

Table 6 Flower abscission % of late flowers (9 days before the end of flowering) of soybean

类 型 Types	花 数 Number of flowers	脱落率 % Abscission %
W	260	92.3
SW	193	86.0
SC	61	100.0
C	39	100.0

1. 粒重：表 7 结果表明

(1) 单株粒重以 SW 为最高，其次是 SC 和 W，C 最低。W 比 C 高 35%。

(2) 主茎和一级分枝的粒重，随进化而明显提高，C 为 96.8%，SC 67.8% SW56.3%，W31.4%。而二级以上分枝的粒重恰恰相反，分别为 3.4%、32.6%，43.6%，68.6%。

(3) 百粒重因进化而增大，C 最大，SC 明显小，SW 更小，W 仅 0.98 g，C

为 W 的 21.5 倍。

2. 茎重、荚皮重、地上部总干重与粒重的趋势一致（表 8）。均为 SW 最高，SC 和 W，次之 C 最低。而主茎的茎重、荚皮重、地上部干重，则均因进化而提高，表现 W

表 7 不同进化类型大豆单株粒重和百粒重

Table 7 Seed wt./plant and 100 seeds wt. of soybean

类 型 Types	全 株 Whole plant	粒 重 Seed wt. (g)					分 布 % (Percentage)					百粒重 Seeds 100 wt. (g)
		主 茎 Main stem	分 枝 Branch class				主 茎 Main stem	分 枝 Branch class				
			一 级 1st	二 级 2nd	三 级 3rd	四 级 4th		一 级 1st	二 级 2nd	三 级 3rd	四 级 4th	
W	14.00	0.39	4.01	6.28	3.00	0.32	2.8	28.6	44.9	21.4	2.3	0.98
SW	18.10	1.18	9.01	7.82	0.09		6.5	49.8	43.2	0.5		2.26
SC	15.65	1.46	9.15	5.04			9.3	58.5	32.2			4.37
C	10.34	3.28	6.71	0.35			21.7	64.9	3.4			21.10

表 8 不同进化类型大豆荚皮重、茎重、总重和粒/总重比较

Table 8 Dry wt of various parts of soybean

类 型 Types	全 株 Whole plant	主 茎 Main stem	分 枝 Branch class				全 株 Whole plant	主 茎 Main stem	分 枝 Branch class			
			一 级 1st	二 级 2nd	三 级 3rd	四级 4th			一 级 1st	二 级 2nd	三级 3rd	四级 4th
荚 皮 重 (克) Pod coat (g)							茎 干 重 (克) Stem (g)					
W	10.34	0.91	2.74	4.37	2.12	0.20	8.20	0.64	2.27	3.71	1.55	0.03
SW	12.56	0.77	6.67	5.06	0.03		9.16	2.10	4.73	2.29	0.04	
SC	9.08	0.88	5.32	2.88			8.87	3.13	4.50	1.24		
C	4.94	1.30	3.45	0.19			7.94	4.49	3.41	0.04		
总 干 重 (克) Whole plant (g)							粒重/总重 Seed wt./whole plant wt.					
W	32.54	1.94	9.02	14.36	6.67	0.55	43.02	20.10	44.46	43.73	45.39	58.18
SW	39.82	4.05	20.41	15.17	0.19		45.45	29.14	44.15	51.55	47.37	
SC	33.60	5.47	18.97	9.16			46.58	26.69	48.32	55.02		
C	23.22	9.07	13.57	0.58			44.53	36.16	49.45	60.36		

<SW<SC<C。

3. 不同进化类型全株的经济系数差别不大，均在 43—47% 之间。而主茎和一、二级分枝的经济系数，一般随进化而提高。

结 论 与 讨 论

一、野生和栽培大豆花荚形上成的巨大差别 同一地区的原始野生型大豆与栽培豆比较，表现了花、荚、粒的数量多、开花晚、成粒早，花荚分布分散的特点：

1. 单株花、荚、粒数：W分别为C的9.7、17.0、29.1倍。

2. W开花始和鼓荚始比C晚13—14天，而成熟始反而提早7天，开花始到成熟



始的天数缩短了20天，表现花晚粒早的快熟特点。

3. W开花、结荚、鼓粒、成熟的始期到终期的天数分别比C长6、5、4、20天，表现了W型结实器官形成在时间上的分散性。

4. W花荚在空间上分布的分散性，表现在主茎和一级分枝上的花荚数占全株数的32.9%与29.9%，而C占95.7%与97%；二是在“上行轮圈开花模式”中开花的轮圈数比C多，且有相当数量的“分枝节位花”。“分枝节位花”开花特别晚。

不同进化类型大豆荚粒数的差别远远超过舒世珍等〔4〕(1986)的报导，这可能是由于他们用的不同进化型材料不是按纬度相对应选择的。同地区材料的比较，可能更利于客观差别的揭示。

二、生物学相关性状在不同进化类型大豆上的连续性表现 早在1946年，王金陵〔5, 6〕即提出了野生与栽培型大豆一些生物学相关性状上的明显表现，我们四种进化类型大豆的结果充实了上述论点。我们认为：单株粒数和百粒重与一系列形态生理性状密切相关。W型单株粒数多——单株荚数多——单株花数多——着生花的节位多——主茎节位和分枝节位多——分枝级数和分枝数多——株高、茎细——茎叶繁茂——较长的营养生长期——较短的生殖生长期——粒小。而C型则与之相反。本试验野生型单株粒数1427个，百粒重0.93g，而栽培型分别为49个与21.1g，相差在20倍以上。其它性状上也相应变化。又供试的SW与SC型的单株粒数与百粒重介于W与C之间，在上述生物学相关性状上均呈W—SW—SC—C连续性变异。有力地说明了上述生物学相关性的普遍性。上述性状均属数量性状，我们的结果为栽培大豆是由野生大豆经过长期自然选择和人工选择积累微小基因突变演化而来的论点提供了具体资料。

三、不同进化类型大豆花荚脱落率均在55%以上；经济系数均在43—47%之间，表现了相当大的一致性，反映了soja亚属种间密切的亲缘关系。

## 参 考 文 献

- 〔1〕 孙醒东1956, 大豆, 科学出版社: 112—113.
- 〔2〕 贾家骅1981, 中国农业科学, 11: 36—42.
- 〔3〕 马国辅, 1962, 中国农业科学, 5: 19.
- 〔4〕 舒世珍等1986, 作物学报, 12 (4): 255—259.
- 〔5〕 王金陵1947, 农报, 12 (5): 6—11.
- 〔6〕 王金陵1962, 中国农业科学, 1: 11—15.
- 〔7〕 Van Schaik et al. 1958, Ag. on. J., 50: 192—197.

**COMPARATIVE STUDY ON FLOWERING AND PODDING  
CHARACTERISTICS OF WILD, SEMI-WILD, SEMI-CULTIVATED  
AND CULTIVATED SOYBEAN**

Xu Bao    Lu Qin-hua

*(Soybean Institute, Jilin Academy of Agri. Sciences)*

**Abstract**

Flowering, podding, seed-filling and maturing characteristics of wild (w), semi-wild (sw), semi-cultivated (sc) and cultivated (c) soybean originated from 44—45°N were observed. It was found that 1, According to the evolutionary process, the following characteristics were in general in order: seeds/plant, pods/plant, flowers/plant, class and number of branches, length and width of stem, length of vegetative and reproductive growing stage, time of first flowering and first maturing, the period between the first and the last flowering, podding seed-filling and maturing, 100 seeds weight. It exhibited some evident correlation within above mentioned quantitative characteristics. 2, In flowering process "Upward-cycling-flowering-model" was presented in w, sw, sc and c all 4 types. 3, The abscission percentage of flower and pod in 4 types were all >55%, and the harvest index of 4 types all within 43—47%. It presented the phylogenetic system of different types of soybean. Data of this experiment was profitable to the interspecific cross of soybean.

**Key words:** Wild Semi-wild Semi-cultivated Cultivated soybean Flowering process model Flower and pod abscission