

# 大豆茎生长习性类型鉴别方法研究<sup>\*</sup>

刘顺湖 王晋华 张孟臣 盖钧镒<sup>\*\*</sup>

(南京农业大学大豆所/国家大豆改良中心, 作物遗传与种质创新国家重点实验室, 南京 210095)

**摘要** 为找到清楚、简便、准确地鉴别大豆茎生长习性类型的方法, 于1988—1997年分别在南京和石家庄, 研究了来自不同地区的共1536份品种和6个不同杂交组合F<sub>1</sub>、F<sub>2</sub>、F<sub>3</sub> Bernard标准的茎生长习性类型及有关的11个性状, 从中选出有无顶花序(ETIMS)和上部节数相对值(RVNN)作为划分茎生长习性类型的成分性状。划分标准为: (1)有限型, 有顶花序, RVNN < 0.2(夏播)或RVNN < 0.25(春播); (2)亚有限型, 有顶花序, RVNN ≥ 0.2(夏播)或RVNN ≥ 0.25(春播); (3)无限型, 无顶花序, RVNN ≥ 0.2(夏播)或RVNN ≥ 0.25(春播)。用该法划分的结果与用Bernard标准划分的结果有很高的一致性, 故在田间调查时可以用成分性状法代替Bernard方法。该法鉴定结果明确、稳定, 方法简便易行, 可在R<sub>3</sub>~R<sub>7</sub>期间于田间一次确定。

**关键词** 大豆; 茎生长习性; 有无顶花序; 上部节数相对值

中图分类号 S 565.1 文献标识码 A 文章编号 1000-9841(2005)02-0081-09

大豆茎生长习性(stem growth habit)也称为茎端类型(stem termination)<sup>[1]</sup>, 结荚习性(pod bearing habit)<sup>[2]</sup>, 我国大豆科学工作者习惯上称为结荚习性。早期分为有限和无限两类, 后通常分为有限型、无限型和亚有限型。大豆茎生长习性是一种生态性状, 其形成与地理、气候及土壤营养等生态条件有关, 因而也称有限、无限、亚有限为不同的生态类型。大豆茎生长习性的表现既受遗传控制又受环境影响, 分为三类是一种相对的分, 实际材料往往有一定的中间类型, 尤其因为是多性状的综合表现, 可能在多方面有变异。因而在具体实践中往往难以确切鉴别某一材料的茎生长习性类型。目前, 主要有两类鉴别方法, 以Bernard<sup>[1]</sup>为代表的研究者们依据花期长短、茎生长状态、茎粗细变化、节间数、叶大小变化和茎顶结荚情况等综合性状的表现划分类型。这种方法长期以来被大多数人所采用, 但其不足之处是, 如此多的性状难以掌握, 尤其对个别具体材料的划分结果常会因人而异。Thseng<sup>[3]</sup>、Dayde<sup>[4]</sup>、曹大铭<sup>[5]</sup>、祝其昌<sup>[6]</sup>等研究者们则分别依据某一个或两个性状的表现划分类型, 这样虽然减少了所依据的性状数, 但划分结果却与Bernard等的结果有较大差异, 往往不为人们所接受, 且对所依

据性状的观察费时费事, 不甚方便。鉴于此, 国家大豆改良中心组织了一系列的研究、探索<sup>[7]</sup>, 期望找到简单易行, 比传统Bernard方法判别结果更稳定、个人间重复性好的大豆茎生长习性类型的方法和标准。本研究的思路包括: (1)筛选与判别茎生长习性类型有关的成分性状, (2)采用家系品种及杂种后代分离群体两类材料, (3)经多年多地多种环境下检验, (4)既以Bernard标准为比照标准又期望比Bernard标准判别结果更稳定。该项研究自1988至1997共10年, 现将所获结果作一综合归纳。

## 1 材料与方法

### 1.1 1988—1990年南京夏播试验

供试材料分品种和杂种后代两种类型。品种部分共976份, 来自山东、江苏、安徽、江西和福建。杂种后代部分, 共两个组合, 即N6582×邗江大花脸(有限×亚有限)的F<sub>2</sub>、F<sub>3</sub>群体, 江阴碧螺青×N6582(无限×有限)的F<sub>3</sub>代群体。

试验在南京农业大学大豆研究所江浦试验站进

\* 收稿日期: 2004-08-16

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(9390013)

作者简介: 刘顺湖(1960—), 男, 从事作物遗传育种研究与教学工作。

\*\* 联系作者: Tel: 025-4395405; Fax: 025-4395405; E-mail: sri@njau.edu.cn

行,均为夏播(6月12—14日播种)。1988—1990年进行了品种部分研究。1988—1989年进行了杂种后代的研究。每份品种均调查典型株5株,取平均值作为该品种性状观察值;杂种后代部分则逐株调查。所筛选性状为: Bernard标准下的茎生长习性类型、主茎总节数、主茎最大展开复叶着生节位、主茎顶端有无花序轴(existence of terminal inflorescence on main stem 简称为 ETIMS)、主茎顶端花序轴长度、主茎顶端花序轴上的花数、主茎最上层展开复叶中间小叶的最长度和最宽度、主茎最大展开复叶着生节位以上节数(简称上部节数)、上部节数相对值(即上部节数/主茎总节数, relative value of number of nodes above the node with largest leaf on main stem, 简称为 RVNN)、主茎最上层展开复叶中间小叶最大宽度与主茎最大展开复叶中间小叶最大宽度之比(简称叶宽比, ratio of leaf width of the top one to that of the largest one, 简称为 RL-WTL)。

### 1.2 1994—1995年石家庄地区不同播期试验

品种试验部分有152份品种,分别来自于北京、河北、山西、山东、河南、安徽。分为1994年夏播(6月24日播种)、1995年春播(5月1日播种)和1995年夏播(6月21日播种)3个处理。杂种后代试验共有两个组合即冀18—5×鲁豆4号(无限×有限)和冀18—5×烟黄3号(无限×有限)的 $F_{2,3}$ 世代家系群体,均为春播。

试验于1994—1995年,在河北省农科院粮油作物研究所(石家庄)大豆育种试验地进行。调查方法与调查性状同1988—1990年南京夏播试验。

### 1.3 1996—1997年南京地区不同播期、日照长度试验

品种试验共408份,来自全国各地。分播期和日照长度2个试验。播期试验设4个处理:春播(4/23)、夏播1(5/24)、夏播2(6/24)和秋播(7/24)。日照长度试验设3个处理:短日照1(8h)、短日照2(11h)和长日照(18h),均在4月23日播种。短日照处理用不透光的黑色薄膜进行遮光,长日照处理以碘钨灯人工延长光照时间。杂种后代试验有两个组合,即通州豆×南农88—48(有限×亚有限)和通州豆×野4174(有限×无限),参试世代为 $P_1$ 、 $P_2$ 、 $F_1$ 、 $F_2$ 和 $F_{2,3}$ 。试验于1996—1997年在南京农业大学大豆研究所江浦试验站进行。田间调查方法大致同1988—1990年南京夏播试验。

试验数据经微机处理,制成次数分布表及相依

表。适合性测验及独立性测验参见文献<sup>[8]</sup>的 $\chi^2$ 测验一章。

## 2 结果与分析

### 2.1 1988—1990年南京夏播试验结果分析与验证

#### 2.1.1 判别茎生长习性类型成分性状的筛选

对所调查性状如主茎总节数、主茎最大展开复叶(简称最大叶)着生节位、主茎顶端有无花序轴(ETIMS)、主茎顶端花序轴上的小花数、主茎最上一片展开复叶中间小叶的最长和最宽度、主茎最大展开复叶着生节位以上节数、上部节数相对值(RVNN)、主茎最上一片展开复叶中间小叶最宽度与主茎最大展开复叶中间小叶最宽度之比(RL-WTL)等分别制成次数分布表,与 Bernard 标准划分的三种类型进行比较,结果表明只有有无顶花序、上部节数相对值、叶宽比三个性状与三种类型的关系比较密切,其余性状的次数分布均呈单峰分布,在三种类型之间没有明显的区分界限。

**有无顶花序** 调查的品种中168份为无限型,其主茎顶端均没有花序轴。而263份有限型和572份亚有限型品种的主茎顶端都有明显可见的花序轴。这表明,有无顶花序这一性状在无限型与其他两种类型之间有明显的区分,该性状可以作为成分性状之一。

在 $N6582 \times$ 邗江大花脸(有限×亚有限)的后代中没有出现无限型,其 $F_2$ 代中有16株有限型,82株亚有限型,其 $F_3$ 代中有57株有限型,123株亚有限型,都有明显的顶花序。

在江阴碧螺青× $N6582$ (无限×有限)的 $F_3$ 代中,59株为无限型,没有顶花序,70株亚有限型,59株有限型,这两种类型都有明显的顶花序。这一结果与品种试验结果一致。

**上部节数相对值** 表1表明,有限型与亚有限型和无限型在该性状上具有相对明显的区分,而无限型与亚有限型在该性状上则无相对明显的区分。从次数分布的范围看,有限型为0—0.2,没有超过0.3,其次数分布的高峰在0—0.1组,分布在其中的品种占有有限型总品种数的89.76%,大于0.2的占5.11%。亚有限型的次数分布范围较大,在0.1—0.7之间,其集中范围在0.2—0.6之间,次数分布的高峰在0.3—0.5之间,其中亚有限型品种数占总亚有限型品种数的70.64%,低于0.2的品种数极少,仅占0.36%。有、亚两种类型次数分布范围的重叠区

域在 0.1—0.2 组,正是总次数分布的谷。由于 80% 以上有限品种的主茎总节数在 10—16 节之间,比值  $< 0.2$ ,即在 0—0.1 之间,这意味着最大叶着生在主茎顶端节上或近顶端节。据田间观察,最大叶的叶柄一般比其它叶的叶柄长,若不考察主茎上的分枝,则株型就非常近似于一个倒圆锥体,平面图像一个倒三角形。而比值  $> 0.2$ ,即在 0.3—0.5 之间,就意味着最大叶在主茎中部,由于最大叶以下节间

较短,其株型非常接近于一个纺锤体,其平面图像一个菱形。两种株型之间的过渡型处在有、亚两种类型次数分布的谷,位于 0.2 处。所以在 0.2 处划一界限,凡是  $< 0.2$  者归为有限型;凡是  $\geq 0.2$  者归为亚有限型。

上部节数相对值次数分布的峰谷变化在 N6582 × 邗江大花脸和江阴碧螺青 × N6582 后代中的表现与品种试验结果一致(表 1)。

表 1 南京夏播试验上部节数相对值的次数分布

Table 1 Frequency distribution of RVNN in summer planting in Nanjing

试验类别 Experiment	组合 Cross	Bernard's 标准 Criteria	0—	0.1—	0.2—	0.3—	0.4—	0.5—	0.6—	合计 Total	
品种试验 Variety		有限型 Det	193	42	11					246	
		亚有限型 Sem		4	110	195	202	48	3	562	
		无限型 Ind				18	78	62	10	168	
		合计 Total	193	46	121	213	280	110	13	976	
杂种试验 Hybrid generation	Cross I F <sub>2</sub> +F <sub>3</sub>	有限型 Det	67	4	2					73	
		亚有限型 Sem		5	21	34	98	38	9	205	
		合计 Total	67	9	23	34	98	38		278	
	Cross II F <sub>3</sub>	有限型 Det	51	4	3						58
		亚有限型 Sem		4	18	20	25	2	1		70
		无限型 Ind				6	21	28	4		59
		合计 Total	51	8	21	80	46	30	5		187

Note: Cross I= N6582 × Hanjiang dahualian (邗江大花脸); Cross II= Jiangyin Biluoqing (江阴碧螺青) × N6582. The same is true for the later tables.

叶宽比 表 2 表明,该性状有限型与亚有限型和无限型有相对明显的区别,而亚有限型与无限型之间没有明显的区别。从次数分布的范围看,有限

型 94.72% 的品种分布在 0.9—1.0,低于 0.7 的品种仅有 5.28%。亚有限型品种分布在 0.4—0.5 组,大于 0.7 的仅有 3%。总次数分布的谷在 0.6—0.7

表 2 南京夏播试验叶宽比的次数分布

Table 2 Frequency distribution of RLWTL in Summer planting in Nanjing

试验类别 Experiment	组合 Cross	Bernard's 标准 Criteria	0—	0.1—	0.2—	0.3—	0.4—	0.5—	0.6—	0.7—	0.8—	0.9—	合计 Total	
品种试验 Variety		有限型 Det							13	8	72	153	246	
		亚有限型 Sem	17	79	86	89	111	98	65	17			562	
		无限型 Ind	31	68	49	15	5						168	
		合计 Total	48	147	135	104	116	98	78	25	72	153	976	
杂种 Hybrid generation	Cross I F <sub>2</sub> +F <sub>3</sub>	有限型 Det							2	6	16	48	72	
		亚有限型 Sem	3	5	12	20	54	76	28	7			205	
		合计 Total	3	5	12	20	54	76	30	13	16	48	277	
	Cross II F <sub>3</sub>	有限型 Det								4	5	16	33	58
		亚有限型 Sem	1	3	14	25	12	9	3	6				73
		无限型 Ind	4	20	28	6	1							59
		合计 Total	5	23	42	31	13	9	7	11	16	33		190

组。在0.7处划界,可将有限型与亚有限型大致分开。凡叶宽比 $>0.7$ 者归为有限型,凡叶宽比 $\leq 0.7$ 者归为亚有限型。

叶宽比的次数分布在 N6582 $\times$ 邗江大花脸和江阴碧螺青 $\times$  N6582 的后代中大致相同,与品种试验结果相似。

### 2.1.2 用成分性状划分茎生长习性类型的验证

上述结果中,没有个性状能区分开三种类型,只有同时利用两个性状才能做到。有无顶花序能将无限型与其它两种类型相对区分开,而用上部节数相对值或叶宽比可以将有限型与亚有限型区相对分开。但需要测验用这些性状划分茎生长习性类型的效果。

上部节数相对值与叶宽比的相关 在品种试验中,上部节数相对值与叶宽比的相关系数为0.674。在杂种后代试验中, N6582 $\times$ 邗江大花脸 F<sub>2</sub>、F<sub>3</sub> 代和江阴碧螺青 $\times$  N6582 F<sub>3</sub> 两者的相关系数分别为

0.599、0.661 和 0.665, 相关显著,但相关程度并不很高,这说明,区分有限型时这两个性状是有差异的。

依成分性状划分茎生长习性类型的验证 依照成分性状划分茎生长习性类型的方法是:无限型,无顶花序,上部节数相对值 $\geq 0.2$ ;有限型,有顶花序,上部节数相对值 $< 0.2$ ;亚有限型,有顶花序,上部节数相对值 $\geq 0.2$ 。用叶宽比划分有限型与亚有限型的标准是:有限型有顶花序,叶宽比 $> 0.7$ ;亚有限型有顶花序,叶宽比 $\leq 0.7$ 。用上述标准对 976 份品种和两个组合的后代分别重新划分,将此结果与用 Bernard 方法划分的结果进行相依关系  $\chi^2$  测验。表 3 和表 4 的结果说明, ETIMS+RVNN 和 ETIMS+RLWTL 两种方法的划分结果均与 Bernard 方法一致,尤其对于无限型更一致。但对有限型和亚有限型划分有一定差异。采用上部节数相对值要更好一些。

表 3 南京夏播试验成分性状划分法与 Bernard 方法的结果比较

Table 3 Comparison of results classified by component traits method vs. Bernard's criteria in summer planting in Nanjing

方法 Method	品种或组合 Variety or cross	世代 Generation	ETIMS+RLWTL			Bernard's criteria		
			有限 Det	亚有限 Sem	无限 Ind	有限 Det	亚有限 Sem	无限 Ind
ETIMS+	品种 Variety		239	545	168	235	558	168
	RVNN		11	11	0	15	15	0
	Cross I	F <sub>2</sub>	15	79		15	80	
			4	4		3	3	
	Cross II	F <sub>3</sub>	59	118		56	120	
			3	3		4	4	
	Cross II	F <sub>3</sub>	60	65	59	55	66	59
			4	4	0	8	8	0
ETIMS+	品种 Variety		15	79		233	545	168
	RLWTL					30	30	0
	Cross I	F <sub>2</sub>				15	79	
			4	4		4	4	
	Cross II	F <sub>3</sub>				55	119	
			6	6		6	6	
	Cross II	F <sub>3</sub>				54	65	59
			10	10		10	10	0

注:上行为结果相同的次数,下行为结果不同的次数。

Note: Figures in the upper lines are frequencies consistent between the two compared methods, and those in the lower lines are inconsistent ones.

## 2.2 1994—1995 年石家庄不同播期试验结果分析与验证

### 2.2.1 成分性状的分析与选取

有无顶花序 1994—1995 年在石家庄地区按

Bernard 方法对茎生长习性类型划分的调查结果(表 5)说明,97%以上的有限型品种有顶花序,86%以上的亚有限型品种有顶花序,而 66%以上的无限型品种无顶花序。这与南京夏播试验结果稍有不同,这

可能是由于对 Bernard 方法的标准掌握上因人而异造成的, 但仍然可以看出, 该性状在无限型与其它两种类型之间有相对明显的区别, 无顶花序者可归为无限型, 有顶花序者则归为有限型和亚有限型。相符性测验(表 5)结果说明, 用有无顶花序将无限型与其它两种类型区分开, 其结果与 Bernard 方法的相符性测验达 0.01 水平上的显著性, 因而支持了南京试验的结果。

**上部节数相对值** 1994 年夏播、1995 年夏播和 1995 年春播的品种均定株观察, 表 6 为调查结果。1995 年夏播 2 个组合杂种群体, 即组合 IIII8-5×鲁豆 4 号的 92 个 F<sub>2,3</sub> 家系和组合 IV 18-5×烟黄 3 号的 96 个 F<sub>2,3</sub> 家系, 两个组合均属于无限型×有限型。调查结果表明(表 6), 上部节数相对值的次数分布在不同播期有所不同。夏播条件下不论是品种还是杂种后代的次数分布谷在 0.18-0.24 组(组中值约为 0.2), 而次数分布的峰在 0.36-0.42 和 0.42

-0.48 组(组中值分别约为 0.4 和 0.45)。这与南京夏播试验结果基本一致。但春播条件下, 次数分布的谷在 0.24-0.3 组(组中值约为 0.25), 峰在 0.42-0.48 组(组中值约为 0.45), 上部节数相对值次数分布的峰与播期关系不明显, 而谷的表现与播期有较大关系。夏播条件下, 以 RVNN 为 0.2 为界, 将品种或群体划为两类型, 在 0.2 以上的为一种类型, 0.2 以下的为另一种类型; 春播条件下, 区分界限的值为 0.25。本试验供试材料数较小, 这将由后文数据作进一步验证。

对 1994-1995 年夏播, 1995 年春播品种, 按 Bernard 方法调查其茎生长习性类型, 结合上部节数相对值结果, 夏播和春播条件下有限型与亚有限型品种的次数分布交叉点分别在 0.2 和 0.25, 且有限型品种在夏播和春播条件下上部节数相对值的次数分别分布在 0-0.2 和 0-0.25。故夏播和春播宜采用的两个标准分别为 0.2 和 0.25。

表 4 南京夏播试验划分茎生长习性方法之间相依关系  $\chi^2$  测验

Table 4  $\chi^2$  test for the coincidence between the two methods of classifying stem growth habit types in summer planting in Nanjing

方法 Method	品种或组合 Variety or cross	世代 Generation	类型 Type	Bernard's method 方法			$\chi^2$	$\chi^2_{0.01}$	
				Det	Sem	Ind			
ETIMS + RVNN	品种 Variety		有限型 Det	235	4		1871.71	13.28	
			亚有限型 Sem	11	558				
			无限型 Ind			168			
	Cross I	F <sub>2</sub>	有限型 Det	15	2		77.95	6.63	
			亚有限型 Sem	1	80				
		F <sub>3</sub>	有限型 Det	56	3		162.26	6.63	
			亚有限型 Sem	1	120				
		Cross II	F <sub>3</sub>	有限型 Det	55	5		332.10	6.63
				亚有限型 Sem	3	66			
ETIMS + RLWTL	品种 Variety		有限型 Det	233	17		1789.58	13.28	
			亚有限型 Sem	13	545				
			无限型 Ind			168			
	Cross I	F <sub>2</sub>	有限型 Det	15	3		72.45	6.63	
			亚有限型 Sem	1	79				
		F <sub>3</sub>	有限型 Det	55	4		153.59	6.63	
			亚有限型 Sem	2	119				
		Cross II	F <sub>3</sub>	有限型 Det	55	5		332.106.63	
				亚有限型 Sem	3	66			
			无限型 Ind			59			

叶宽比 在石家庄的不同播期试验中, 叶宽比 这一性状的次数呈单峰分布, 三种类型之间没有明

显的区分界限,说明该性状受地理环境条件影响较大,作为成分性状的通用性较差。

2.2.2 成分性状划分法在石家庄不同播期试验中的验证

1994年夏播、1995年夏播按有无顶花序+上部节数相对值为0.2,1995年春播按有无顶花序+上部节数相对值0.25对有顶花序的品种进行类型鉴别并与Bernard方法分类结果进行 $\chi^2$ 测验,结果表明(表7), $\chi^2$ 测验都达到了显著或极显著水平,夏播条件下相符率为74.90%,春播条件下为76.15%。

表5 石家庄不同播期试验有无顶花序的次数分布及ETIMS与Bernard方法的相符性

Table 5 Frequency distribution of ETIMS and coincidence between ETIMS and Bernard's criteria under different planting dates in Shijiazhuang

年份 Year	顶花序 Terminal inflorescence	Bernard 茎生长习性 Bernard's stem termination			合计 Total	相符率 Coincidence ETIMS vs. Bernard's	$\chi^2$	$\chi^2_{0.01}$
		有限 Det	亚有限 Sem	无限 Ind				
1994 夏 Summer	有 with	54	40	8	133	82.7	30.80	6.63
	无 without	1	14	16				
1995 春 Spring	有 with	56	54	10	119	88.2	52.47	
	无 without	0	6	16				
1995 夏 Summer	有 with	25	61	10	142	88.7	51.54	
	无 without	1	3	19				

表6 石家庄不同播期试验上部节数相对值的次数分布

Table 6 Frequency distribution of the RVNN under different planting dates in Shijiazhuang

年份 Year	材料 Material	0— 0.06	0.06— 0.12	0.12— 0.18	0.18— 0.24	0.24— 0.30	0.30— 0.36	0.36— 0.42	0.42— 0.48	0.48— 0.54	0.54— 0.60	0.60— 0.66	0.66— 0.72	合计 Total
1994 夏 Summer	品种 Variety	7	5	4	7	10	8	18	14	8	4	2		87
1995 夏 Summer	品种 Variety	8	3	4	5	13	16	21	12	3	1	1		87
1995 春 Spring	品种 Variety	13	2	2	2	1	8	10	11	8	8	2	3	70
1995 夏 Summer	Cross III F <sub>2,3</sub>		3	2	4	5	13	19	20	11	13	1	1	92
1995 夏 Summer	Cross IV F <sub>2,3</sub>	1	1	1	0	1	3	11	26	20	21	11		96

Note: Cross III=18-5×Ludou4(鲁豆4号); Cross IV=18-5×Yanhuang3(烟黄3号); both are Ind×Det.

表7 石家庄地区成分性状法与Bernard方法划分结果 $\chi^2$ 测验

Table 7  $\chi^2$  test for the coincidence between the two methods in Shijiazhuang

年份 Year	Bernard 茎生长习性 Bernard's stem termination	ETIMS + RVNN (summer planting 0.2, spring planting 0.25)		$\chi^2$
		有限型 Det	亚有限型 Sem	
1994 夏 Summer	有限型 Det	18	5	3.94
	亚有限型 Sem	31	26	
1995 夏 Summer	有限型 Det	6	2	33.15
	亚有限型 Sem	3	63	
1995 春 Spring	有限型 Det	17	6	23.90
	亚有限型 Sem	11	51	

上部节数相对值 由表8看出,播期和日照长度两

2.3 1996—1997年南京不同播期和日照长度试验结果分析与验证

2.3.1 成分性状的分析

有无顶花序 在分期播种和不同日照长度条件下,按Bernard方法分类属于有限和亚有限型的品种都有顶花序,而无限型的品种都没有顶花序。由南京地区和石家庄地区的以上试验结果可见,依有无顶花序这一性状可以将无限型与其它类型相区别是相当一致的。

因素对上部节数相对值都有比较明显的影响。

2.3.1.1 不同日照长度下的试验结果 在人为设置的不同日照长度条件下, 亚有限型品种和无限型品种上部节数相对值的分布范围与南京夏播试验的结果基本一致, 在两种类型之间没有相对明显的区分界限。在短日照条件下, 亚有限型和无限型品种的上部节数相对值次数分布高峰在 0.5—0.6 组, 但在长

表 8 南京不同播期和日照长度试验中上部节数相对值的次数与分布

Table 8 Frequency distribution of RVNN under different planting dates and day—hours in Nanjing

处理	Treatm ent	Bernard's criteria	0—0.1	0.1—0.2	0.2—0.3	0.3—0.4	0.4—0.5	0.5—0.6	0.6—0.7	0.7—0.8	合计 Total
日照时数 Day—hours	8h	Det			32	26	3				70
		Sem		9	6	13	42	48	18	1	128
		Ind			14	30	43	62	24	1	174
	11h	Det			2	6					8
		Sem			2	3	26	91	46	10	178
		Ind			1	7	34	68	44	11	165
	18h	Det	19	33	26	8	1				87
		Sem			2	30	61	30	3		126
		Ind					19	29	21	1	70
播期 Planting date	4/23 Spring	Det	41	41	25	10					117
		Sem			1	21	25	18	2		67
		Ind				11	13	21	7	1	53
	5/24 Summer	Det	24	17	22	10	2				75
		Sem			1	33	56	60	6		156
		Ind			1	3	11	11	7	3	36
	6/24 Summer	Det	27	28	24	13	3				95
		Sem			1	27	37	36	17	3	121
		Ind					3	15	15	6	39
	7/24 Summer	Det	5	5	8						18
		Sem			3	22	63	62	27	8	185
		Ind			2	6	15	28	16	3	70

表 9 成分性状法与 Bernard 法划分结果在南京不同播期、日照长度试验中的比较

Table 9 Comparisons between ETIMS+RVNN and Bernard's criteria in classification of stem growth habits under different planting dates and day—hours in Nanjing

组合 Cross	世代 Generation	Bernard 生长习性类型 Bernard's criteria			不相符株数 In consistent plants	相符率(%) Coincidence (%)
		有限型 Det	亚有限型 Sem	无限型 Ind		
Cross V (Det× Sem)	P <sub>1</sub>	12(0)				
	P <sub>2</sub>		21(0)			
	F <sub>1</sub>		26(0)			
	F <sub>2</sub>	92(0)	171(21)	57(0)		
	F <sub>3</sub>	239(0)	212(54)	285(0)	75	92.92
Cross VI(Det× Ind)	P <sub>1</sub>	11(0)				
	P <sub>2</sub>			13(0)		
	F <sub>1</sub>			15(0)		
	F <sub>2</sub>	77(0)	110(34)	129(0)		
	F <sub>3</sub>	460(0)	303(0)	428(0)	34	92.31

注: 括号外为与 Bernard 方法相符株数; 括号内为与 Bernard 方法不相符株数。

Note: Cross V= Tongzhoudou((通州豆) × 88—48; Cross VI= Tongzhoudou(通州豆) × Ye4147(野4147). Figures not in the parentheses are frequencies consistent between the two methods, and those in the parentheses are inconsistent ones.

日照条件下,其高峰在 0.4—0.5 组,与南京夏播试验结果相一致。在短日照条件下,有限型品种的上部节数相对值的次数分布范围在 0.1—0.5 之间,高峰值在 0.2—0.3 组。这说明有限型品种在短日照条件下,株型发生了变化,与亚有限型的株型相似。但在长日照条件下,有限型品种的上部节数相对值的表现与南京夏播试验结果基本一致。由于日照长度的变化是人工设置的,这与自然状态下日照长度有许多差异。所以试验结果对于确定划分标准只能起参考作用。

2.3.1.2 不同播期条件下的试验结果 在不同播期条件下,无限型品种上部节数相对值的表现与南京夏播试验结果一致,难以与亚有限型品种区别开来。亚有限型品种的次数分布范围、高峰区也与南京夏播试验结果基本一致。对于有限型品种而言,尽管播期不同但上部节数相对值的次数多数分布在 0—0.2 之间,这与南京夏播试验结果吻合。将三种类型的次数合并可以发现,春播(4月23日)条件下,次数分布的谷在 0.2—0.3 组,夏播(5月24日)条件下,次数分布谷在 0.1—0.2 组,但7月下旬播种,次数分布呈单峰。由此可见,从4月—6月随播期的变化,上部节数相对值的次数分布谷有小幅度变化,这也说明了以 RVNN 为 0.2 作为区分界限的适用范围是有条件的,在夏播(5月份—6月份)条件下较为适合,而在春播条件下这个界限值可稍微提高,即在 0.2—0.3 之间。因为次数分布峰在 0.3—0.4 组,其下限是 0.3,故以其组中值 0.25 较为理想。这样确定两个界限值(0.2; 0.25)与在石家庄地区试验结果基本一致。

2.3.2 成分性状划分法在南京不同播期试验中的验证

品种试验验证结果 在不同播期条件下(4/23、5/24),对成分性状划分法(有无顶花序+RVNN 为 0.2)和 Bernard 方法进行茎生长习性类型划分结果的比较和测验。成分性状划分结果与 Bernard 方法划分结果的相符性较好,两个播期的相符率分别为 74.27%, 75.59%。其中夏播的相符性好于春播,这说明在春播条件下 RVNN 的数量标准可适当放宽至石家庄试验中确定的 0.25。经 F 检验表明两种方法的稳定性无显著差异。

杂种后代群体中的验证结果 表 9 表明,在杂种后代群体中,成分性状划分法(有无顶花序+RVNN 为 0.2)和 Bernard 法的相符性很高,且表现出稳定性好。尤其对无限型和有限型的划分结果,两种方

法完全一致。

### 3 结论和讨论

#### 3.1 主要结论

3.1.1 有无顶花序(ETIMS)和上部节数相对值(RVNN)可以作为划分大豆茎生长习性类型的成分性状,利用成分性状可以明确地把茎生长习性划分为有限型、亚有限型和无限型。

3.1.2 用成分性状划分大豆茎三种生长习性类型的标准在夏播条件下为:无限型没有顶花序,  $RVNN \geq 0.2$ ; 亚有限型有顶花序,  $RVNN \geq 0.2$ ; 有限型有顶花序,  $RVNN < 0.2$ 。在春播条件下为:无限型没有顶花序,  $RVNN \geq 0.25$ ; 亚有限型有顶花序,  $RVNN \geq 0.25$ ; 有限型有顶花序,  $RVNN < 0.25$ 。

3.1.3 成分性状划分法与 Bernard 方法的结果有较高的一致性,该方法使用简单、便于观察,重复性和个人间一致性均比 Bernard 方法好,特别适用于大量材料的鉴别。在开花后期到落叶前的时间内(即  $R_3-R_7$ ),可以在田间一次性完成鉴别工作。鉴别时,首先把无顶花序的植株划分为无限型,然后对有顶花序的植株找出主茎的最大叶着生节位,数出主茎的总节数和主茎最大叶以上的节数,计算上部节数相对值即 RVNN,  $RVNN < 0.2$ (夏播)或  $RVNN < 0.25$ (春播)的则为有限型,而  $RVNN \geq 0.2$ (夏播)或  $RVNN \geq 0.25$ (春播)的则为亚有限型。

3.1.4 本项试验覆盖了全国各地大量地方品种、多个杂种后代的分离群体、不同地点、不同播种季节、不同生长条件,因而所获结论有较广泛的代表性。实际应用结果认为确有上述优点,可用以替代 Bernard 方法,建议研究工作者试用。

3.2 关于顶花序有无的判别和上部节数相对值的临界标准

顶花序的有无一般在开花后期至结荚期进行判别,也可从有无荚簇判别,但不准确,因为顶部花荚常有脱落。有限性类型的顶花序较明显,易判别,亚有限型与无限型之间,有时因顶花序大小差异不大,不易判别,尤其在顶花序花数稀少时可能将有顶花序误判为无顶花序,或反之。王晋华等<sup>[9]</sup>对大豆顶端有无花序进行了形态解剖学研究,发现典型无限型品种有始终保持生长的特性,生长停止后,茎顶枯萎、脱落,顶端仅保留 2 个腋生双荚(并生)和一片复叶及其基部两片托叶。所有有限型和亚有限型品种茎顶花序由四部分构成:花序轴、三裂苞片、小苞片、

花朵, 其中三裂苞片是花序所特有的器官, 因而是判别花序存在与否的重要标记。无顶花序的茎顶因叶片脱落常易与有顶花序的花序轴相混淆, 但花序的三裂苞片只有一个, 而常常造成混淆的最上叶片的托叶有二个, 仔细观察, 可以将二者明确区分开来。

关于将有限型与亚有限、无限型相区分的上部节数相对值, 本研究提出用 0.2 作为夏播、0.25 作为春播条件下的临界值, 这是对连续性变异设定的一个统计标准, 既然是统计标准便必然有误判的风险。但依赖于可定量测定的性状, 总比经验性的目测判断更有依据, 重复性及一致性更有保证, 所以这种标准、方法是可以接受的。当然所提出临界值在其他情况下可能还需作补充修饰, 这将有赖于各地的检验和进一步研究。

参 考 文 献

1 Bernard RL. Two genes affecting stem termination in soybean

[ J ]. Crop Sci. 1972. 12: 235—239.  
 2 Woodworth CM. Genetics and breeding in improvement of soybean[ M ]. Univ. Ill. Agri. Exp. Sta. Bull. 384: 297—404. 1932.  
 3 Thseng FS, Hosokawa. Significance of growth habit in soybean breeding[ J ]. Japan Journal Breeding, 1972. 22: 261—268.  
 4 Dayde J, R Ecochard, V Coustaut. Heredity and breeding of determinate or semi-determinate soybean; a quantitative approach [ M ]. WSRC IV Proc. 1989.  
 5 曹大铭. 大豆结荚习性的研究[ J ]. 作物学报, 1982, 8(2): 81—96.  
 6 祝其昌. 大豆结荚习性的研究[ J ]. 大豆科学, 1984, 3(4): 318—326  
 7 Gai JY, SH Liu, JP Jin, ZL Cui, YH Ma. Study on pod-bearing habit and related component characters in soybeans[ M ]. WSRC V Proc. 266—299. Bangkok, Thailand: Kasetsart Univ. Press, 1997.  
 8 盖钧镒(主编). 试验统计方法[ M ]. 北京: 中国农业出版社, 2000.  
 9 王晋华, 汪越胜, 盖钧镒. 大豆茎生长习性分类方法的研究—有限型与无限型茎顶的特征与识别标记[ J ]. 大豆科学, 2001, 20(1): 5—8

A STUDY ON IDENTIFICATION PROCEDURE FOR SOYBEAN STEM GROWTH HABIT TYPE

Liu Shunhu Wang Jinhua Zhang Mengchen Gai Junyi \* \*

(Soybean Research Institute of Nanjing Agricultural University, National Center for Soybean Improvement, National Key Laboratory for Crop Genetics and Germplasm Enhancement, Nanjing 210095)

**Abstract** In order to find a simple, clear, and exact identification procedure for soybean stem growth habit type, Bernard’s stem termination types and related characters of 1536 landraces and F<sub>1</sub>, F<sub>2</sub>, F<sub>3</sub> of 6 crosses were studied in Nanjing and Shijiazhuang in 1988—1997. The relative value of number of nodes above the node with largest leaf on main stem (RVNN) and the existence of terminal inflorescence on main stem (ETIMS) were found to be the component characters of stem growth habit types. By using the component characters, stem growth habit could be divided clearly into determinate type (with ETIMS, RVNN < 0.2 in summer planting or RVNN < 0.25 in spring planting), semi-determinate type (with ETIMS, RVNN ≥ 0.2 in summer planting or RVNN ≥ 0.25 in spring planting), and indeterminate type (without ETIMS, RVNN ≥ 0.2 in Summer planting or RVNN ≥ 0.25 in spring planting). There existed good coincidence between the component method and Bernard’s method. The results by this method are relatively accurate and stable and the survey can be finished at one time of observation during R<sub>3</sub>—R<sub>7</sub>. Therefore the former may substitute for the latter in field survey.

**Key words** Soybean; Stem growth habit; ETIMS; RVNN