

# 中国辽宁省与美国近纬度地区新育成大豆品种的株型与产量的比较研究<sup>\*</sup>

王海英<sup>1</sup> 张惠君<sup>1</sup> 刘 闯<sup>1</sup> 谢甫缙<sup>1\*</sup> Steven SK Martin<sup>2</sup>

(1. 沈阳农业大学农学院, 沈阳 110161; 2. Ohio State University, USA)

**摘要** 试验采用中国辽宁省与美国地理纬度相近、结荚习性相同的中国和美国大豆品种各 4 个在相同种植条件下对株型性状进行了比较研究,探讨了大豆高产的株型特征。结果表明:美国大豆品种的节间较短、株高较矮,分枝数较多。美国大豆品种的叶片性状比较好,下部叶片为卵圆形,由下向上叶片逐节变长,中上部叶片较细小。美国大豆品种的荚数显著多于中国大豆品种,而百粒重却显著低于中国品种。在荚粒分布上,美国品种植株上层荚粒所占比例较小,下层荚粒所占比例较大,在同等种植条件下,美国大豆品种的产量显著高于中国品种。

**关键词** 大豆; 株型; 产量

中图分类号 S 565.1 文献标识码 A 文章编号 1000-9841(2005)04-0286-05

前人的研究表明,大豆株型对产量的形成有重要影响<sup>1-5]</sup>。大豆的株型是由众多性状决定的,包括株高、节数、节间长度、分枝数、分枝(叶柄)长度和角度、叶片大小、叶形和叶层分布以及叶片的光合等生理特性。这些器官空间分布合理,将有利于提高光能利用率<sup>[4]</sup>,促进养分吸收,调节源-库关系,进而提高大豆产量。近几十年来,美国、巴西、阿根廷、印度等国的大豆生产发展迅猛<sup>[6]</sup>,单产水平在不断提高。单产水平提高的原因有两方面,一方面是品种的改良,另一方面是配套栽培技术的应用。比如,美国大豆品种株型改良开展比较早,品种的抗倒性<sup>[7]</sup>,耐密植性较好,加上窄行密植配套栽培技术的推广应用,使美国大豆的单产水平大大提高,据王育民报道 2000 年达到了 2676kg/hm<sup>2</sup>,而我国的大豆单产只有 1698.5kg/hm<sup>2</sup><sup>[8]</sup>。为了探讨中美两国大豆品种产量差异性的原因,对中美大豆品种的株型性状进行了比较研究,试图为我国大豆株型育种和高产栽培提供理论依据。

## 1 材料与方 法

### 1.1 材料及设计

采用地理纬度相近、结荚习性相同的中国辽宁省和美国大豆品种各 4 个,即美国俄亥俄州立大学近年育成的 4 个亚有限结荚习性的品种(以下简称美国品种):Hs93-4118、OhioFG1、Darby 和 Kottman;中国辽宁省近年育成的 4 个亚有限结荚习性的品种(以下简称中国品种):辽豆 11 号、辽豆 12 号、沈农 94-11 和沈豆 4 号。

试验于 2002 和 2003 年在沈阳农业大学试验地进行。种植密度均为 150000 株/hm<sup>2</sup>。采用裂区设计,3 次重复,每个小区 5 行,行长 5m,行距 0.6m。

### 1.2 测定内容和方法

大豆出苗后,每隔 21 天取样一次,测定植株的动态变化。每个品种连续选有代表性的植株 10 株,从下往上依次测定植株各节位已成熟叶片的长、宽、叶柄的长度和角度。叶绿素含量采用活体叶绿素测定仪(SPAD504)测定。成熟时,每小区连续选有代表性的植株 10 株进行考种。

## 2 结果与分析

\* 收稿日期:2005-02-16

项目来源:辽宁省自然科学基金和辽宁省骨干教师计划。

作者简介:王海英(1971-),女,助研,博士生,主要从事大豆株型育种与产量生理研究。

\*\* 通讯作者

## 2.1 中美大豆品种形态性状的比较

### 2.1.1 株高、分枝数、节数、节间长度和茎粗

根据考种结果看出(表 1),美国大豆品种的株高均显著低于中国大豆品种的株高( $F = 128.2 > F_{0.01} = 3.0$ )。品种间的新复极差测验进一步表明:中国品种除辽豆 12 号外,其余品种的株高都显著高

于美国品种。美国大豆品种的分枝数也显著多于中国品种的分枝数( $P = 0.0003 < 0.01$ )。中国品种的主茎节数要多于美国品种,但差异未达显著水平( $P = 0.091 > 0.05$ )。平均节间长度,中美间差异显著( $P = 0.015 < 0.05$ ),美国品种的节间一般较短。中美大豆品种茎粗差异不明显。

表 1 中美大豆品种的株高、分枝数、节数、节间长度和茎粗的比较

Table 1 Comparison on plant height, branch number, node number, length of node and stem diameter of soybean varieties from China and America

品种 Varieties	株高 Plant height (cm)	分枝数 Branch number	节数 Node number	节间长度 Length of node (cm)	茎粗 Stem diameter (cm)
美国品种					
HS93-4118	90.7	2.4	22.5	3.9	0.87
OhioFG1	93.9	2.5	20.9	4.0	0.97
Darby	98.7	2.0	24.8	3.7	0.93
Kottman	95.8	1.8	24.0	3.8	0.92
中国品种					
辽豆 11	112.1	1.8	25.2	4.1	0.95
辽豆 12	102.5	1.7	26.3	3.6	0.92
沈农 94-11	120.8	0.4	26.9	4.4	0.87
沈豆 4 号	130.2	1.0	27.6	4.4	1.01

### 2.1.2 叶柄

美国大豆品种中、下部节位的叶柄长度比中国大豆品种长,中部节位的差异最大,随后美国品种的叶柄长度逐节变小,中国品种的叶柄长度继续加长

至 20 节后才逐节变小,在上部节位美国品种的叶柄长度小于中国品种(图 1)。叶柄角度无明显差异,美国品种的叶柄角度略小。

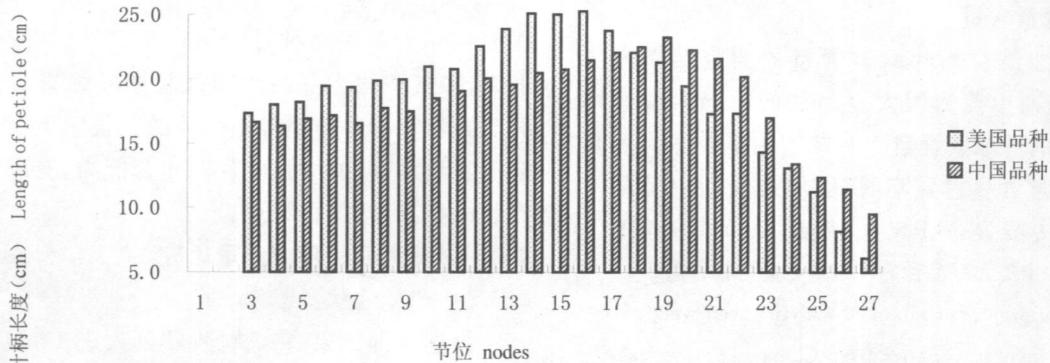


图 1 中美大豆品种的叶柄长度比较

Fig. 1 Length of petiole of soybean varieties from China and America

### 2.1.3 基部节间长度

考种时测定了植株基部 10 节的节间长度,结果表明,除第 1 节外大豆基部节间都较短,随着节位升高节间有加长的趋势(图 2)。中美两国品种相比,美国大豆基部节间(2-8 节)相对较长,但从第 9 节开始,节间长度要短于中国品种。

### 2.1.4 叶形指数

大豆叶片的形状通常用叶形指数(叶长/叶宽)

来表示,于大豆生长季陆续测定各节位长成叶片的长、宽,并计算叶形指数,中美大豆品种的叶形指数如图 3 所示。从图中可以看出,与中国品种相比,美国大豆品种下部节位的叶形指数较小,由下向上叶形指数逐节变大。美国大豆品种下部叶片呈卵圆形,有利于苗期截获光能;由下向上叶片逐节变长,中上部叶片较细小,这样构成的群体有利于通风透光,提高物质生产能力。

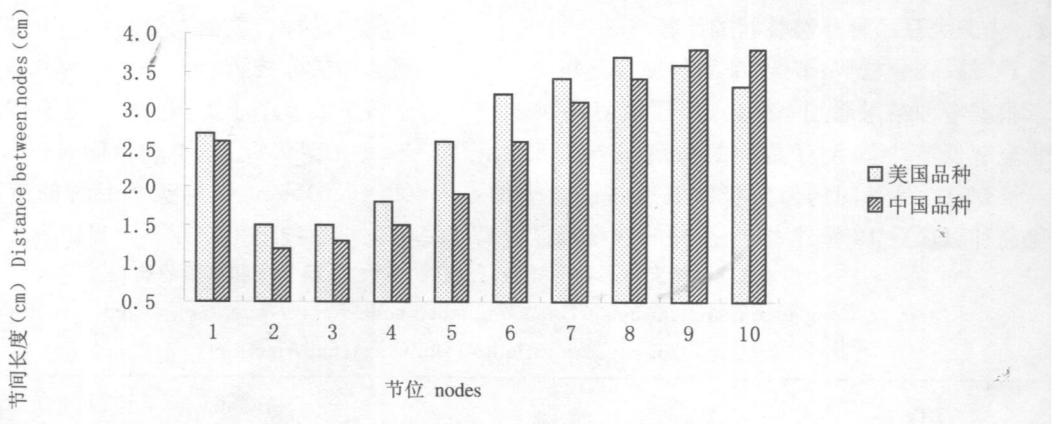


图2 中美大豆品种基部10节节间长度

Fig. 2 Node distance of basal 10 nodes of soybean varieties from China and America

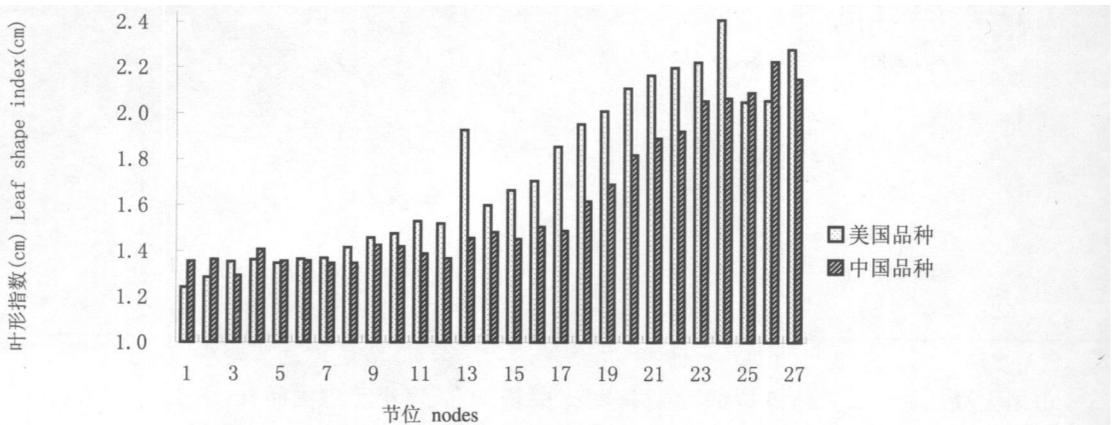


图3 中美大豆品种的叶形指数比较

Fig. 3 Comparison of leaf shape index of soybean from China and America

### 2.1.5 叶绿素含量

开花期和鼓粒期叶绿素含量的测定结果表明(表2), 鼓粒期中美两国大豆品种的叶绿素含量均高于开花期的叶绿素含量。开花期中美两国大豆品种间的叶绿素含量差异不明显, 但鼓粒期中美两国大豆品种间差异显著( $P = 0.0031 < 0.01$ ), 一般中

表2 中美大豆品种的叶绿素含量与百粒重

Table 2 Chlorophyll content of and 100 seed weight of different soybean varieties from China and America

品种 Varieties	品种	叶绿素 Chlorophyll content		百粒重(g) 100 seed weight(g)
		花期 Blooming	鼓粒期 Grain filling g	
美	HS93-4118	42.8	44.3	14.1
国	OhioFG1	45.8	52.6	19.1
品	Darby	39.7	45.1	14.3
种	Kottman	40.1	49.3	14.3
中	辽豆11	40.3	51.8	19.8
国	辽豆12	41.2	49.6	20.9
品	沈农94-11	41.154.7	20.7	
种	沈豆4号	42.1	49.4	15.4

注: 叶绿素值是spad单位

国品种高于美国品种(除OhioFG1外)。值得一提的是, 中美两国大豆品种间鼓粒期叶绿素含量的差异与百粒重的差异趋势是一致的。说明大豆鼓粒期叶绿素含量高, 能增强叶片的光合能力, 有利于光合产物的积累, 增加百粒重。

### 2.2 中美大豆品种的产量比较

#### 2.2.1 产量性状

根据考种结果, 将产量性状列入表3。从表3可知, 美国品种的单株荚数显著多于中国品种, 差异达到了0.01显著水平( $P = 0.0000 < 0.01$ ); 中美间每荚粒数差异不显著( $P = 0.919 > 0.05$ )。中美两国品种的百粒重差异显著( $P = 0.0001 < 0.01$ ), 美国品种除OhioFG1外, 百粒重均小于中国的大豆品种。测产结果表明, 美国品种的平均产量显著高于中国品种, 达到了0.05显著水平( $P = 0.017 < 0.05$ )。另外, 美国品种HS93-4118的单株荚数最多、百粒重最小, 而中国品种辽豆12号的单株荚数最少、百粒重最大, 但二者均获得了较高的产量, 说明大豆产量构成因素是相互制约的。

表 3 中美大豆品种的产量性状

Table 3 Yield characteristics of soybean varieties from China and America

品种 Varieties	单株荚数 Pods per plant	每荚粒数 Seeds per pod	百粒重 100 seed weight(g)	产量 Yield (kg/hm <sup>2</sup> )	
美国 品种	HS93-4118	77.2	1.98	14.10	3040.2
	OhioFG1	68.2	1.61	19.10	2756.0
	Darby	75.1	2.00	14.30	3101.7
	Kottman 70.5	2.19	14.27	3312.0	
中国 品种	辽豆 11	63.8	1.70	19.80	2463.2
	辽豆 12	56.5	2.00	20.93	2965.8
	沈农 94-11	57.3	2.04	20.73	2663.3
	沈豆 4 号	71.9	2.21	15.37	2601.8

表 4 中美大豆品种不同层次粒重所占比例(%)

Table 4 Ratio of seed weight at different canopy layers among of soybean varieties from China and America

品种 Varieties	上层粒重所占比例 Ratio of seed weight at upper canopy layer	中层粒重所占比例 Ratio of seed weight at middle canopy layer	下层粒重所占比例 Ratio of seed weight at lower canopy layer	
美国	HS93-4118	41.00	45.90	13.10
品种	OhioFG1	29.14	58.13	12.73
	Darby	39.21	51.04	9.76
	Kottman	36.84	52.28	10.88
中国	辽豆 11	46.66	44.84	8.50
品种	辽豆 12	35.53	59.01	5.46
	沈农 94-11	43.58	50.34	6.09
	沈豆 4 号	50.26	41.83	7.90

### 3 讨论

美国大豆品种的株高相对较矮<sup>[9]</sup>, 平均节间长度较短, 这可能是美国品种抗倒性强的重要原因之一。美国大豆品种叶片多为较小的卵圆形叶片, 而且中下层叶片叶柄较长, 上层节位叶柄相对较短, 这有利于叶片的空间镶嵌, 改善下部叶片的受光态势, 提高群体的光能利用率, 这样构成的群体有利于通风透光, 群体间个体竞争小, 最终有利于产量的形成。

美国大豆品种的清秀的株型特点决定其构成的群体更有利于群体内部的通风透光, 有利于植株下部结荚, 使植株下层荚粒所占比例较大, 上层荚粒所占比例较小, 这一荚粒分布特点有利于提高植株生育后期承重能力, 增强植株的抗倒性。

与中国辽宁的大豆品种相比, 美国大豆品种的特点是株高较矮, 节数较少, 有效分枝数较多, 节间

#### 2.2.2 粒重的垂直分布

粒重的垂直分布是指粒重在垂直方向即植株不同层次的分配比例。中美大豆品种粒重垂直分布比例不同(表 4), 与中国大豆品种相比, 美国大豆品种植株上层粒重所占比例较小, 植株下层粒重所占比例较大。t 测验表明, 中美两国品种间上层粒重所占比例的差异达到了 0.05 显著水平 ( $P=0.022<0.05$ ), 下层粒重所占比例差异达极显著水平 ( $P=0.0000<0.01$ ), 中层差异不显著 ( $P=0.5332>0.05$ ), 这可能与美国大豆品种的叶形指数分布特点(上部小、下部大)有关。美国大豆品种的叶形和荚粒分布特点有利于提高植株的抗倒能力, 利于密植和产量提高。

较短, 叶片较细小, 而且中下层叶片叶柄较长, 上层节位叶柄相对较短, 中下部结荚较多, 最终获得了较高的产量, 说明大豆的株高并非越高越好, 适当降低辽宁省的亚有限结荚习性的的大豆品种的株高(以 100cm 左右为宜)、主茎节数(22-25 节为好), 增加有效分枝数(2 个左右), 缩短节间长度(4.0cm 左右), 减小叶片(尤其是植株上部叶片)<sup>[1]</sup>, 叶柄的分布有层次, 使之适于密植, 协调个体和群体间的关系, 充分发挥个体和群体的增产潜力, 可能是辽宁省大豆高产育种的重要途径。

#### 参 考 文 献

- 1 王金陵. 东北地区大豆株型的演变[J]. 大豆通报, 1996, 1: 5-7.
- 2 董钻. 大豆产量生理[M]. 北京: 中国农业出版社, 2000.
- 3 游明安, 盖均益, 吴晓春, 等. 大豆产量空间分布特点的初步研究[J]. 大豆科学, 1993, 12(1): 64-69.
- 4 Boerman, H. R. D. A. Ashley. Canopy photosynthesis on seed fill duration in recently developed soybean cultivars and selected

- plant introductions[ J ]. Crop Sci. 1988, 28: 137 – 140.
- 5 Buttery, B. R, R. I. Buzzell, W. I. Findlay, Relationships among photosynthetic rate, bean yield and other characters in field growth cultivars of soybean[ J ]. Canadian J. of Plant Sci. 1981, 61: 191 – 198.
- 6 常汝镇. 第六届世界大豆研究会简况及主产国家大豆生产状况 [ J ]. 大豆通报 2000, 3: 26 – 27.
- 7 金剑, 刘晓冰, 王光华, 等. 美国大豆品种改良过程中生理特性变化的研究进展[ J ]. 大豆科学, 2003, 22( 2): 137 – 140
- 8 王育民, 卜实, 刘忠臣. 国内外大豆生产和贸易现状分析及前景展望[ J ]. 大豆通报, 2001, 6: 21 – 23
- 9 王培英, 王连铮, 王玫, 等. 中美大豆品种( 0.1 组) 性状比较[ J ]. 中国油料, 1988, 4: 30 – 33

## COMPARISON ON THE PLANT TYPE AND YIELD OF SOYBEAN VARIETIES FROM CLOSE LATITUDE OF CHINA AND AMERICA

Wang Haiying<sup>1</sup> Zhang Huijun<sup>1</sup> Liu Chuang<sup>1</sup> Xie Futi<sup>1</sup> Steven SK Martin<sup>2</sup>

(1. *Shenyang Agricultural University, Shenyang 110161; 2. Ohio State University, USA*)

**Abstract** 8 varieties with the same growth habit were used in this experiment, among of them Hs93 – 4118, OhioFG1, Darby and Kottman 4 American soybean varieties are from Ohio State University; and 4 Chinese soybean varieties Liaodou – 11, Liaodou – 12, Shennong 94 – 11 and Shendou – 4 are from Liaoning province. Under same conditions, the plant – type and yield were compared among the 8 soybean varieties. The results show that the plant height of American soybean varieties is lower than that of Chinese varieties, the branch number of American soybean varieties are significantly more than those of Chinese soybean varieties, the length of basal nodes of American varieties is longer than that of Chinese varieties. The length of nodes become shorter with the rising of node – position, the leaf shape index of American varieties is bigger than those of Chinese varieties at the lower layer, the leaf shape index of American varieties become bigger from lower layer to upper layer, the top leaves of American varieties are small and sharp, which would benefit the leaves productivity at the bottom of plant. The pods per plant of American varieties are bigger than those of Chinese varieties, the 100 – seed weight of American varieties is smaller than that of Chinese varieties significantly. The ratio of seed weight at upper canopy layer of American varieties is smaller and the ratio of seed weight at lower canopy layer is bigger than those of Chinese varieties, the yield of American varieties is higher than that of Chinese varieties.

**Key words** Soybean; Plant – type; Yield

(上接第 285 页)

the low yielding soybean line, i. e. Hai 9731, and the N and P content in plant had the same trend, which indicated that Beifeng 11 had a relatively high capability of nutrient absorption. The distribution of N and P across rhizosphere was different. The soluble N in rhizosphere was higher than non – rhizosphere, but a negative trend was found for the soluble P. Total N and P in rhizosphere were same as non – rhizosphere. The capability of nutrient mobilization in rhizosphere of the two genotypes was different. The soluble N and P in 0 – 8 mm of rhizosphere for Beifeng 11 were higher than Hai 9731, which might be related to the difference of pH in rhizosphere. Beifeng 11 had higher pH in rhizosphere.

**Key words** Soybean; Rhizosphere; N and P; Rhizobox method