

种植密度对不同叶型大豆近等位基因系物质生产特性的影响

敖雪¹, 谢甫绋¹, 曹慧², 张湘¹, 张惠君¹, 王海英¹

(1 沈阳农业大学 农业部作物生理生态遗传育种重点开放实验室, 辽宁 沈阳 110866 2 内蒙古经济作物工作站, 内蒙古 呼和浩特 010011)

摘要:以两对叶型不同的大豆近等位基因系品系为材料, 设置 4.5、6.0、10.5、15.0、19.5、24.0、28.5 万株 /hm² 的密度处理, 研究种植密度对不同叶型近等基因系大豆物质生产特性的影响。结果表明, 密度对不同叶型近等基因系叶片叶色值的影响不大, 但对叶片光合速率影响较大, 尖叶组的净光合速率在低密度 (4.5、6.0 万株 /hm²) 和高密度 (28.5 万株 /hm²) 条件下较高, 而圆叶组净光合速率在较低密度和正常密度 (6.0、10.5、15.0 万株 /hm²) 下较高, 生育前期种植密度处理对不同叶型大豆的生物产量影响较小, 而生育中后期, 尖叶组和圆叶组各生育阶段单株生物产量的积累随种植密度的增加呈减小趋势, 但最终尖叶组生物产量高于圆叶组。随种植密度增加, 尖叶和圆叶组的单株粒数呈逐渐下降趋势。种植密度的变化对尖叶和圆叶组的荚粒数没有一致的规律性的影响, 但在不同种植密度下, 尖叶组四粒荚数百分比均高于圆叶组, 差异达显著水平。从 15.0 万株 /hm² 到 28.5 万株 /hm² 种植密度下, 尖叶组产量随着种植密度增加而逐渐下降, 但下降幅度 (9.5%) 小于圆叶组 (16.0%)。总体来说, 尖叶组不同密度处理下, 仍能有较高的产量表现, 可能由于其自身调节功能较强, 叶片结构疏朗, 有利于通风透光所致。

关键词: 大豆; 种植密度; 叶型; 物质生产特性

中图分类号: S565.03 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-7091(2010)增刊-0074-05

Effect of Plant Density to Matter Production Characteristics in Soybean Near-isogenic Lines with Different Leaflet Shapes

AO Xue¹, XIE Fu-ti¹, CAO Hui², ZHANG Xiang¹, ZHANG Huai-jun¹, WANG Hai-ying¹

(1 Shenyang Agricultural University Key Laboratory of Crop Physiology Ecology, Genetics and Breeding Ministry of Agriculture, Shenyang 110866 China 2 Inner Mongolia Cash Crops Workstation Huhhot 010011, China)

Abstract Effect of plant density to matter production characteristics were carried out by 4 soybean near-isogenic lines with different leaflet shapes (narrow and broad) under different plant density treatments (4.5 × 10⁴, 6.0 × 10⁴, 10.5 × 10⁴, 15.0 × 10⁴, 19.5 × 10⁴, 24.0 × 10⁴, 28.5 × 10⁴ plants/ha density). The result showed that the effect of density to SPAD value of leaves was slight in soybean near-isogenic. On contrast the effect of density to photosynthetic is significant higher Pn of narrow leaflet shape group is higher in low density (4.5 × 10⁴ and 6.0 × 10⁴ plants/ha density) and high density (28.5 × 10⁴ plants/ha density) than in normal density. Pn of broad leaflet shape group is higher in low density and normal density (6.0 × 10⁴, 10.5 × 10⁴ and 15.0 × 10⁴ plants/ha density) than in high density. Effect of plant density on biomass of different leaflet shapes were slight at earlier growing stage, the single plant biomass accumulation of narrow and broad group were decrease as planting density increasing at mid-later growing stages but the biomass of narrow group were higher at the end. With the planting density increasing seeds per plant of both groups were decreasing. Effect of plant density on seed pod number had no regulation, but the percentage of four seed pods of narrow group was significantly higher compared with broad group. Ranging from 15.0 × 10⁴ plants/ha density to 28.5 × 10⁴ plants/ha density of plant density, the yield of narrow group decreased as planting density increasing and decrease by 9.5%, as well as 16.0% of broad group. All above, narrow group maintained high yield un-

收稿日期: 2010-10-23

基金项目: 辽宁省科技厅项目 (2008201005); 沈阳农业大学青年教师科研基金 (20091021)

作者简介: 敖雪 (1979-), 女, 黑龙江齐齐哈尔人, 讲师, 博士, 主要从事大豆营养、产量生理研究。

通讯作者: 张惠君 (1968-), 女, 辽宁沈阳人, 副教授, 主要从事大豆和菜用豆产量研究。

der the d i f f e r e n t p l a n t i n g d e n s i t y p e h a p s i t h a d p o w e r f u l s e l f - r e g u l a t i o n a n d V e n t i l a t i o n c o n d i t i o n w a s i m p r o v e d

Key words Soybean, Plant density, Leaflet shape, Matter production characteristics

农作物栽培中,合理的群体密度是确保高产稳产的重要措施之一,不同的群体密度对大豆的生长发育影响不同。种植密度大,植株个体所拥有的空间和营养面积小,个体生长细弱;种植密度小,个体所拥有的光、气、水、肥份额大,个体长势健壮。大豆产量是指群体条件下所获得的产量,创造良好的群体冠层结构有利于大豆群体对光能的利用和群体内的气体交换,对于产量的提高非常重要^[1]。而叶型是影响作物冠层结构的重要性状之一^[2]。在大豆冠层结构中,叶片形态影响群体对光能的截获与利用,叶面积密度分布特征是决定冠层光照分布的重要原因,且与产量密切相关^[3]。前人的研究多数是采用不同叶型的栽培品种进行的比较研究,很难排除品种间遗传背景差异的影响。

本研究中所采用的近等基因系 (Near-isogenic line) (或称等位基因系 (Isoline))是指两个或多个品系除了目的基因附近的基因组存在差异外,其他性状遗传物质大致相同的一组材料,因而在理论上可最大限度地降低遗传背景的差异,避免基因互作的影响,它在作物的遗传育种、生理生化、基因的功能分析等方面具有重要作用^[3,4]。为此,本试验以不同叶型近等位基因系为材料,研究种植密度处理对不同叶型大豆近等基因系物质生产特性的影响,试图为大豆高产调控技术提供理论依据。

1 材料和方法

试验于 2005 - 2006 年在沈阳农业大学进行。试验选用两对叶型不同的大豆近等位基因系品系, A31 尖叶品系 (叶型指数为 2.5)、圆叶品系 (叶型指数为 1.4), 6059 尖叶品系 (叶型指数为 3.0)、圆叶品系 (叶型指数为 1.6)。试验设 7 个种植密度处理,分别为 4.5 6.0, 10.5 15.0 19.5 24.0 28.5 万株 /hm²。试验采用 5 行区,行长 5 m,田间管理同一般生产田。

在田间定点选株 (每小区 5 株, 3 次重复)测定生育期内全株叶 (三出复叶中间小叶) 的叶长、宽等; 分别于开花期、结荚期和鼓粒期用 SPAD-502 型叶绿素仪测定叶片叶色值,并于同时期用 LI-6400 光合仪测定光合指标。从 6 月 3 日起每隔 21 d 取一次样,取样后将样品风干、称重,求得生物产量。收获时每小区连续取样 10 株, 3 次重复,供室内考种。

2 结果与分析

2.1 叶片叶色值

种植密度对不同叶型大豆叶色值影响较小 (图 1), 差异均未达显著水平 ($P = 0.134$)。从叶色值平均值来看,不同种植密度下,尖叶组大豆的叶色值均高于圆叶组,在 19.5 万株 /hm² 密度下相差最大。从叶色值变化的模拟趋势中看出,圆叶组在 4.5 万株 /hm² 到 15.0 万株 /hm² 种植密度下,叶色值变化幅度较大,在高密度种植条件下,变化幅度较小;尖叶组在较高和较低密度处理下,叶色值变化幅度均较大。

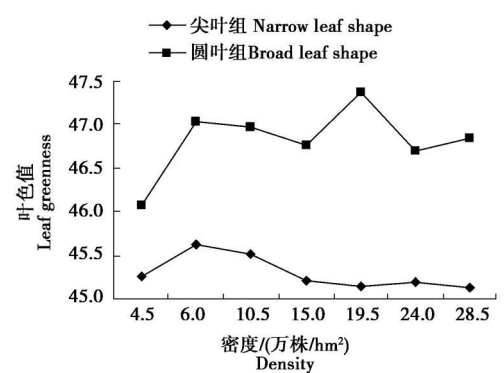


图 1 不同种植密度下大豆叶片叶色值的变化

Fig 1 Changes on SPAD of leaf in soybean near-isogenic lines with different leaflet shapes under different plant densities

2.2 叶片净光合速率

从不同叶型品种净光合速率的总体平均值来看 (表 1), 密度处理对尖叶组影响较大, 变幅为 13.2%, 而对圆叶组影响较小, 变幅为 12.8%。尖叶组的净光合速率在低密度 (4.5 和 6.0 万株 /hm²) 和高密度 (28.5 万株 /hm²) 条件下较高, 而圆叶组净光合速率在较低密度和正常密度 (6.0 10.5 15.0 万株 /hm²) 下较高, 且与最高密度处理差异达显著。两类型品种在 28.5 万株 /hm² 密度下, 净光合速率均达最低。

在 10.5 15.0 19.5 万株 /hm² 3 个种植密度下, 于 7 月 24 日 (始荚期), 倒 7 叶 (中层), 倒 11 叶 (下层) 的净光合速率 (表 2)。结果表明, 密度对尖叶组和圆叶组的净光合速率均有影响, 密度增加, 两叶型不同层次净光合速率有所下降, 尖叶组在 10.5 万株 /hm² 种植密度处理下净光合速率达最高, 且与其他 2 个密度处理差异达极显著; 圆叶组中层叶片净光合速率在 19.5 万株 /hm² 种植密度处理下急剧下

降,与其他 2 个密度处理差异达显著水平。尖叶组下层叶片在较高密度处理时,也可以保持较高的净光合速率,可能是由于高密度处理,尖叶组冠层结构较疏朗,中层和下层通风透光水平较好。

表 1 不同种植密度下两对近等位系大豆叶片净光合速率的比较

Tab 1 Net photosynthetic rate of near-isogenic lines with different leaflet shapes under different plant densities		
$\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$		
种植密度 /(万株 / hm^2) Plant densities	尖叶组 Narrow leaf shape	圆叶组 Broad leaf shape
4.5	21.33 a	20.40 ab
6.0	21.65 a	21.48 a
10.5	20.18 ab	21.48 a
15.0	20.38 ab	21.15 ab
19.5	19.73 b	20.08 bc
24.0	19.68 b	20.40 ab
28.5	19.13 b	19.05 c

2 3 植株生物产量

不同种植密度处理下(图 2)。生育前期(6月 3 日到 7月 16日),生物产量积累量较少,积累速率也较低,因此在这段时期,种植密度处理对不同叶型大豆的生物产量影响也较小,随着生育进程的推进,生

物产量积累速率逐渐加快,尖叶组和圆叶组各生育阶段单株生物产量的积累随种植密度的增加呈减小趋势。3个种植密度处理下,生物产量积累量的最大值约出现在 9月 15日。

表 2 密度对两对近等位系大豆植株不同层次叶片的净光合速率的影响

Tab 2 of near-isogenic lines with different leaflet shapes of different leaf layers under different plant densities				
$\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$				
种植密度 /(万株 / hm^2) Plant densities	尖叶组		圆叶组	
	Narrow leaf shape		Broad leaf shape	
	中层 Mid-layer	下层 Under-layer	中层 Mid-layer	下层 Under-layer
10.5	18.27 A	7.17 a	12.90 a	4.57 a
15.0	9.77 B	2.53 b	12.53 a	3.27 ab
19.5	8.90 B	3.07 b	8.27 b	2.10 b

在 15.0 万株 / hm^2 种植密度处理下,从 7月 16 日(开花期)后,尖叶组的生物产量一直高于圆叶组;在 10.5、19.5 万株 / hm^2 处理下,尖叶组的生物产量,从 8月 26 日(始荚期)到 9月 15 日低于尖叶组;尖叶组最终生物产量高于圆叶组。

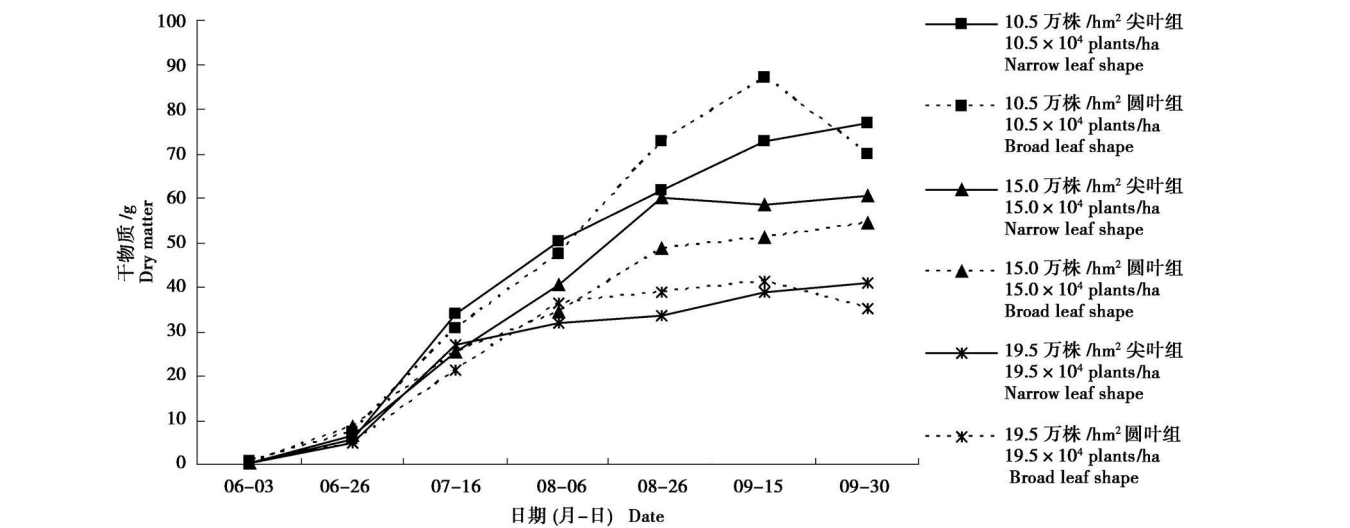


图 2 种植密度对不同叶型近等位系植株生物产量积累动态的影响

Fig 2 Effect of plant density to dynamic of biomass accumulation in soybean near-isogenic lines with different leaflet shapes

2 4 产量及产量性状

2 4 1 单株荚数 随种植密度的增加,尖叶和圆叶组单株荚数均有所下降,尖叶组下降了 83.6%,圆叶组下降了 82.6% (表 3)。且不同叶型品种单株荚数均为在较低种植密度(4.5~ 10.5 万株 / hm^2) > 正常种植密度(15 万株 / hm^2) > 较高种植密度(19.5~ 28.5 万株 / hm^2)。

2 4 2 单株荚粒数

分析了不同种植密度对荚粒数的影响(表 4),结果表明,种植密度的变化对尖叶和圆叶组的荚粒数没有一至的规律性的影响。在不同种植密度下,尖叶组四粒荚数百分比均高于圆叶组,差异达显著水平($P < 0.05$)。而尖叶组两粒荚数均低于圆叶组,但差异未达显著。说明尖叶品种往往有较多的四粒荚。亚有限结荚习性的尖叶品系

产生四粒荚的比例较高,且在密度越低的条件下四粒荚越多。

表 3 不同种植密度下大豆近等位基因系的单株荚数

Tab 3 Pods per plant of two near-isogenic lines with different leaflet shapes under different plant densities							
品系 Lines	种植密度 /(万株 / hm ²) Plant densities						
	4.5	6.0	10.5	15.0	19.5	24.0	28.5
尖叶组 Narrow leaf shape	146.5	123	77.5	57	40	24.5	24
圆叶组 Broad leaf shape	135.5	136	70.5	53.5	30.5	26.5	23.5

表 4 不同种植密度下大豆荚粒数的比例变化

Tab 4 Percentage of seed numbers per pod in soybean near-isogenic lines with different leaflet shapes under different plant densities								%
种植密度 / (万株 / hm ²) Plant densities	尖叶组 Narrow leaf shape				圆叶组 Broad leaf shape			
	一粒荚 1-seed pods	二粒荚 2-seed pods	三粒荚 3-seed pods	四粒荚 4-seed pods	一粒荚 1-seed pods	二粒荚 2-seed pods	三粒荚 3-seed pods	四粒荚 4-seed pods
4.5	15.36	43.23	38.16	3.25	17.81	50.13	31.84	0.22
6.0	20.84	43.27	31.09	4.79	16.93	49.25	33.75	0.07
10.5	22.32	43.79	30.91	2.98	22.87	51.82	25.28	0.02
15.0	23.72	46.91	26.25	3.13	24.04	50.40	25.53	0.03
19.5	25.11	48.84	23.87	2.18	24.24	54.24	21.52	0.00
24.0	20.31	48.95	28.93	1.82	19.35	56.56	24.09	0.00
28.5	22.84	50.01	24.84	2.32	34.50	34.41	31.09	0.00

2.4.3 单株粒数 随种植密度增加,尖叶和圆叶组的单株粒数呈逐渐下降趋势(表 5),以较低种植密度下的单株粒数最多,其次是常规种植密度下的,较高密度下的单株粒数最少,且差异达极显著水平。在不同种植密度下,尖叶组单株粒数均高于圆叶组,

平均高 13.0%,且差异达显著水平 ($P = 0.02$),在 19.5 万株 /hm² 的较高密度条件下,尖叶和圆叶组的单株粒数相差最大,尖叶组单株粒数比圆叶组多 35.6%,而在高密度条件下 (24.0~ 28.5 万株 /hm²),两者差值较小。

表 5 不同种植密度处理两对近等基因系的单株粒数的比较

Tab 5 Comparison of seeds number per plant in soybean near-isogenic lines with different leaflet shapes under different plant densities								个
品系 Lines	种植密度 /(万株 / hm ²) Plant densities							
	4.5	6.0	10.5	15.0	19.5	24.0	28.5	
尖叶组 Narrow leaf shape	333.6	266.7	166.5	119.8	81.5	53.4	49.3	
圆叶组 Broad leaf shape	291.4	245.0	142.1	108.8	60.1	52.1	48.1	

表 6 不同种植密度下大豆近等基因系的百粒重

Tab 6 Comparison of 100-seed weight in soybean near-isogenic lines with different leaflet shapes under different plant densities								g
品系 Lines	种植密度 /(万株 / hm ²) Plant densities							
	4.5	6.0	10.5	15.0	19.5	24.0	28.5	
尖叶组 Narrow leaf shape	15.3	15.0	16.2	14.7	15.2	16.4	15.5	
圆叶组 Broad leaf shape	15.4	16.0	15.0	14.7	14.5	15.5	16.7	

2.4.4 百粒重 随种植密度对尖叶组和圆叶组的百粒重的影响无明显规律,同时对不同叶型近等基系大豆百粒重的影响也较小(表 6),处理间差异未达显著水平 ($P = 0.4018$)。在低种植密度处理 (4.5, 6.0 万株 /hm²) 和最高种植密度 (28.5 万株 /hm²) 处理下,尖叶组的百粒重略低于圆叶组,其他 4 个种植密度处理,尖叶组的百粒重略高于圆叶组,但尖叶组和圆叶组百粒重差异未达显著水平 ($P = 0.5957$)。

2.4.5 籽粒产量 从表 7 种植密度对不同叶型大

豆籽粒产量的影响中可以看出,较低种植密度 (4.5 ~ 10.5 万株 /hm²) 处理下,尖叶组产量变化幅度较小,而圆叶组产量随密度增加而增加且变化幅度较大;从 15.0~ 28.5 万株 /hm²,尖叶组产量随种植密度增加而逐渐下降,平均下降 9.3%,圆叶组产量下降幅度较大,平均为 16.0%,尤其在 28.5 万株 /hm² 处理时,下降幅度最大 (20.7%)。

本试验 7 个种植密度处理下,尖叶组的产量均高于圆叶组,在 19.5 万株 /hm² 处理时差异最大,比

圆叶组产量高 18.2%,但差异均未达显著水平。尖叶组的产量在 15.0万株 /hm² 条件下最高,而圆叶组在 10.5万株 /hm² 下产量达最高,在高种植密度

条件下 (28.5万株 /hm²)不同叶型品种籽粒产量均最低,且与其它种植密度处理差异达显著水平。

表 7 不同种植密度下大豆近等基因系籽粒产量

Tab 7 Comparison of yields in soybean near-isogenic lines with different leaflet shapes under different plant densities							
品系 Lines	种植密度 /(万株 /hm ²) Plant densities						
	4.5	6.0	10.5	15.0	19.5	24.0	28.5
尖叶组 Narrow leaf shape	2 148.7	2 106.1	2 116.7	2 226.8	2 021.0	1 860.4	1 695.2
圆叶组 Broad leaf shape	1 941.4	2 008.7	2 022.0	1 911.5	1 709.1	1 856.6	1 537.6

3 结论与讨论

尖叶品系有较高的叶片叶色值,但种植密度处理对不同叶型近等位基因系叶片叶色值的影响不大,对叶片光合速率影响较大,尖叶组下层叶片在较高密度处理时,也可以保持较高的净光合速率。章建新等以黑农 41 为材料,研究了密度对高产春大豆生干物质积累分配的影响,结果表明,种植密度对春大豆干物质积累分配的影响主要随着种植密度的增加干物质积累逐渐降低^[5]。本研究结果表明,生育前期种植密度处理对不同叶型大豆的生物产量影响较小,而生育中后期,尖叶组和圆叶组各生育阶段单株生物产量的积累随种植密度的增加呈减小趋势,但最终尖叶组生物产量较高。

对于大豆的产量高低而言,由于荚粒数和百粒重是一个相对稳定的性状,它的大小主要取决于品种本身的遗传特性,不同密度对不同株型品种的荚粒数和百粒重没有特殊的影响^[6],本研究结果表明,种植密度处理对不同叶型大豆百粒重影响较小,且种植密度的变化对尖叶和圆叶组的荚粒数没有一至的规律性的影响,在不同种植密度下,尖叶组四粒荚数百分比均高于圆叶组,差异达显著水平。

Hiebsch等分别以不同的群体种植密度和行距来评价两个近等基因系所控制的阔叶和窄叶 Clark63和 SRF400栽培品种,认为叶型对产量的影响不显著^[7]。游明安等对 3 对叶型近等基因系的产量及构成因素的差异进行了研究,发现不同叶型近等基因系间产量无显著差异,但每荚粒数窄叶大于圆叶,且窄叶系更适于密植,他们的试验结果表明,窄叶品系在较高种植密度 31.2株 /hm² 时有最

高产量 2 561 kg /hm²,宽叶品系在较低种植密度 18.7株 /hm² 时有最高产量 2 504 kg/hm²。游明安等^[8]认为窄叶品种可以用来改善冠层结构,同时也可以用来增加我国南方大豆栽培种的荚粒数。本试验研究结果也表明,尖叶组大豆产量较高,且在最大密度 (28.5万株 /hm²)时,产量下降也较缓慢。可能由于尖叶品系在不同种植密度下叶片相互郁闭少,叶片结构疏朗,空间配置较好所致。

参考文献:

[1] 金 剑,刘晓冰,王光华,等. 不同密度大豆生殖生长期群体冠层结构研究 [J]. 农业系统科学与综合研究, 2003 19(2): 124- 128

[2] 杜吉到,丁希武,郑殿峰,等. 不同密度下大豆叶部性状生长发育规律的研究 [J]. 黑龙江农业科学, 2006 (5): 40- 42

[3] 常汝镇. 大豆等位基因系的研究和利用 [J]. 大豆科学, 1991, 10(1): 64- 68

[4] 张 毅,李云峰,谢 戎,等. 水稻小穗簇生性近等基因系的构建及其近等性评价 [J]. 作物学报, 2006 32 (3): 397- 401.

[5] 章建新,翟云龙,薛丽华. 密度对高产春大豆生长动态及干物质积累分配的影响 [J]. 大豆科学, 2006, 25 (1): 1- 5.

[6] 王丕武,刘宗昭,张晓玲. EMS 诱发大豆农艺性状的遗传变异 [J]. 中国油料, 1991, 2 9- 13

[7] Hiebsch C K, Kanamasu E T, Nickell C D. Effects of soybean leaflet shape on net carbon dioxide exchange, water use, and water-use efficiency [J]. Can J Plant Sci 1976, 56: 455- 458

[8] 游明安,马国荣,刘佑斌,等. 大豆叶型、短叶柄近等基因系的选育与利用 [J]. 中国油料, 1995, 17(4): 7- 9