

株行距和种植密度对高油大豆农艺性状及产量的影响^{*}

张 伟 张惠君 王海英 谢甫绌 陈振武

(沈阳农业大学农学院, 沈阳 110161)

摘要 选用辽宁省高油大豆品种辽豆 14 号和辽豆 11 号, 探讨了不同株行距对两个品种的农艺性状和产量表现的影响。结果表明: 随着种植密度的增加, 株高增高, 主茎节数、分枝数减少, 单株有效荚重降低, 百粒重下降。叶面积指数随种植密度增加呈上升趋势, 单株叶面积和干物质积累呈下降趋势。品种、种植密度间产量差异达极显著水平, 而行距间产量差异不显著。

关键词 大豆; 种植密度; 行距; 农艺性状; 产量

中图分类号 S 565.1 文献标识码 A 文章编号 1000-9841(2006)03-0283-05

大豆生产是群体生产, 不同的群体密度对大豆的生长发育影响不同, 建造良好的群体冠层结构将有利于大豆群体对光能的利用和群体内的气体交换, 有利于籽粒产量的提高^[1-4]。为了建造良好的群体结构, 提高群体的物质生产能力, 早在 1939 年 Wiggams 就提倡“方型”栽培方法, 并建立了相应的栽培技术体系。1967 年美国学者 Cooper 开始了“大豆的最高产”的研究, 建立了大豆高产“SSS”(半矮秆密植)栽培系统, 认为增加种植密度、缩小行距、增大株距, 有利于大豆产量潜力的表达。Ethredged 等(1989)研究表明, 窄垄栽培条件下大豆籽粒产量显著高于宽垄^[10]。进入上个世纪 90 年代随着我国耐密植大豆品种的育成, 品种抗倒伏能力的增强, 以及土壤耕作条件的改善和化学除草剂的广泛应用, 窄行密植栽培在黑龙江省不同生态区得到了推广应用, 并获得了较显著的增产效果。该项技术同时推

广应用到吉林、新疆、云南等地区^[9]。然而, 在辽宁省有关缩小行距、增大株距的研究未见报道。本研究结合当前辽宁省高油大豆的生产形势, 选用不同时期育成的高油大豆品种, 探讨了不同株行距对它们的影响效应, 试图为高油大豆的高产栽培提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料与设计

供试品种为辽豆 14 号和辽豆 11 号, 品种的特征特性如表 1 所示。试验于 2002~2003 年在沈阳农业大学试验地进行。以品种为主区, 行距为副区(30cm、60cm), 裂区为种植密度(7.5、15.0、22.5 万株/hm²)。3 次重复, 小区行长 5m, 小区面积为 18m²。5 月 1 日播种, 人工点播, 正常田间管理。

表 1 参试品种的主要特征特性

Table 1 Main traits of soybean varieties used in the experiment

品种 Variety	生长习性 Growth habit	生育期 Growing period(days)	百粒重 100 grain weight(g)	种脐颜色 Hilum	蛋白质含量 Protein (g)	脂肪含量 Fat (%)	育成年份 Released year
辽豆 14 号 Liaodou 14	亚有限 Semi determinate	131	16~18	黑色	37.5	22.0	2003
辽豆 11 号 Liaodou 11	亚有限 Semi determinate	135	23~25	黄色	39.4	22.8	1996

* 收稿日期: 2005-12-26

基金项目: 本研究得到 948 项目和辽宁省教育厅项目的支持

作者简介: 张伟(1979-), 男, 在读博士, 从事大豆产量生理研究。

通讯作者: 谢甫绌教授, 博士生导师。

1.2 测定方法

6月3日起每隔两周取样一次,每个小区取4株,采用鲜样称重法测定叶面积。然后将所取植株风干称重。

1.2.1 叶面积指数测定 采用打孔称重法测定叶面积。通过折算单位土地面积的叶面积求得叶面积指数。

1.2.2 室内考种 大豆成熟后,每小区分别随机取样20株,其中10株常规考种:测定株高、主茎节数、分枝数、百粒重以及主茎和分枝的荚重、粒重。另10株每10cm为一段做大田切片,测定荚、粒的分布。

1.2.3 产量测定 收获时去除边行和小区两头,取群体中间部位进行实收测产,测产面积为 10m^2 ,然后将其折算成每公顷产量。

2 结果分析

2.1 不同株行距对大豆植株农艺性状的影响

随着种植密度的增加,株高呈增加趋势,而主茎节数、有效分枝数、单株干重、单株荚重则随种植密度增加有减少趋势,百粒重略有降低(表2)。

表2 不同株行距对大豆植株农艺性状的影响

Table 2 Effect of different spacings on agronomic characteristics in soybeans

品种	行距	种植密度	株高	主茎节数	有效分枝数	单株茎重	单株荚重	百粒重
Variety	Row spacing	Planting density	Plant height	Number of nodes	Branches	Main stem weight	Pod weight per plant	100 grain weight
	(cm)	($\times 10^4$ plants/hm ²)	(cm)			(g)	(g)	(g)
辽豆14号 Liaodou14	60	7.5	102 b	25.5 a	5.7 A	31.0 A	57.1 A	15.8 a
		15.0	105 ab	23.0 a	3.1 BC	15.6 B	33.2 BC	15.5 a
		22.5	110 a	23.8 a	2.2 BC	13.9 B	29.7 C	15.8 a
	30	7.5	105 ab	24.3 a	5.4 A	29.4 A	53.2 A	16.2 a
		15.0	108 ab	23.8 a	3.3 B	22.4 AB	44.9 AB	15.4 a
		22.5	110 a	23.3 a	1.6 C	16.1 B	30.7 C	15.3 a
辽豆11号 Liaodou11	60	7.5	102 b	26.8 A	4.4 A	37.9 A	57.3 A	20.0 a
		15.0	104 ab	24.3 ABC	1.5 B	19.1 B	28.8 D	19.6 a
		22.5	110 a	23.8 BC	0.5 B	11.9 B	19.0 B	19.2 a
	30	7.5	106 ab	26.5 AB	4.7 A	34.7 A	44.9 B	19.7 a
		15.0	109 ab	23.3 C	2.2 B	23.2 B	34.6 C	19.1 a
		22.5	110 a	23.8 BC	0.9 B	17.9 B	22.4 E	19.1 a

注: Duncan 新复极差法, $\alpha=0.05$, $A=0.01$, 0.05 标出显著的, 0.01 未达显著。

不同行距间,株高随行距减小而增加。在种植密度为7.5万株/hm²时,60cm行距下植株的主茎节数大于30cm行距的,而种植密度为15.0、22.5万株/hm²时,主茎节数差异不大,从显著水平看两品种表现并不一致。有效分枝数、单株茎重、单株荚重在种植密度为7.5万株/hm²时,随行距变小而减少,种植密度为15.0、22.5万株/hm²时,则随行距减小而增加。

2.2 不同株行距对大豆叶面积的影响

整个生育期间单株叶面积和群体叶面积指数呈单峰曲线变化。辽豆14号的单株叶面积和叶面积指数高峰出现时间要比辽豆11号推后两周,在结荚期达最大,这有利于辽豆14号在鼓粒时有更充足的营养供应,增加籽粒产量。在株行距不同的条件下,单株叶面积和群体叶面积指数表现出显著差异。相

同行距下,随种植密度增加,单株叶面积呈下降趋

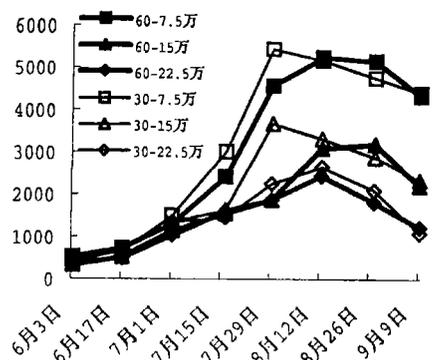


图1 辽豆14号和辽豆11号不同株行距不同时期单株叶面积变化

Fig.1 Dynamics of leaf area per plant of Liaodou14 and Liaodou11 under different spacings at different growth stages

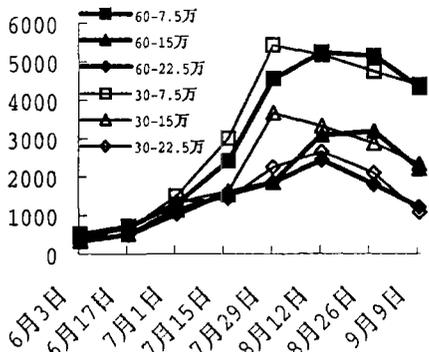


图2 辽豆 14 号和辽豆 11 号不同株行距不同时期叶面积指数变化

Fig. 2 Dynamics of LAI of Liaodou14 and Liaodou11 under different spacings at different growth stages

势。不同行距下,随着行距变小,单株叶面积高峰期提前,并且 30cm 行距最大叶面积大于 60cm 行距的(图 1)。

作物生长是群体生长,叶面指数消长更能说明群体长势。相同行距下,两个参试品种随种植密度增加,在不同时期叶面积指数均呈增加趋势,种植密度大时,叶面积指数出现早、上升快、下降也快(图 3、4)。说明种植密度过大,由于个体数增多,株间叶片郁闭,过早封垄,田间小气候状态变劣,叶片相互遮荫,株间通风透气不良,结果叶面积指数高峰提前,中下部叶片提早枯黄脱落,导致后期叶面积指数迅速下降。不同行距下,种植密度 7.5 万株/hm², 30cm 行距下叶面积指数前期的上升幅度要大于 60cm 行距的,但后期下降幅度也要大于 60cm 行距的。种植密度为 15.0、22.5 万株/hm² 时,30cm 行距下前期叶面积指数大于 60cm 行距的,后期叶面积指数

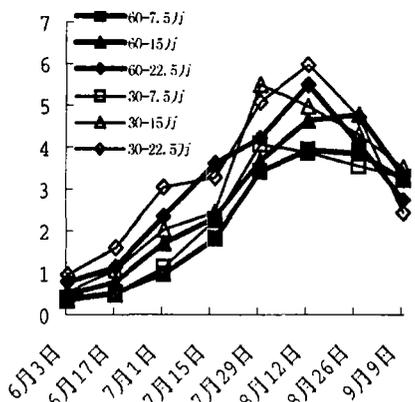


图3 辽豆 14 号和辽豆 11 号不同株行距不同时期单株生物产量变化

Fig. 3 Dynamics of biological yield per plant of Liaodou14 and Liaodou11 under different spacings at different growth stages

下降幅度又较 60cm 行距的慢。说明种植密度大时,缩小行距增加株距使大豆个体空间更合理,后期单株叶面积和叶面指数下降得更慢一些。

2.3 不同株行距对大豆生物产量的影响

根据动态取样测定结果,分析了不同株行距对大豆生物产量积累的影响(图 5、6),结果表明,不同生育时期单株生物产量随着种植密度的增加而减少。结荚期以后,种植密度 7.5 万株/hm², 30cm 行距下单株生物产量要小于 60cm 行距的。种植密度为 15.0、22.5 万株/hm² 时,30cm 行距下单株生物产量要大于 60cm 行距的。

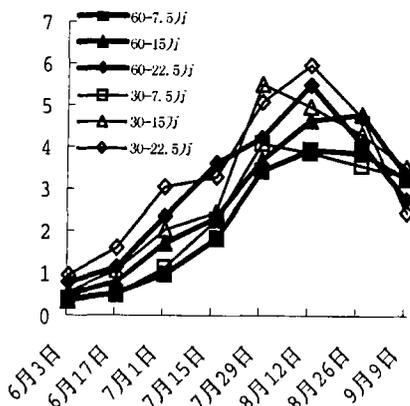


图4 辽豆 14 号和辽豆 11 号不同株行距下不同植株部位的粒重

Fig. 4 Grain weight of soybean Liaodou 14 and Liaodou11 at different positions under different spacings

2.4 不同株行距对大豆植株籽粒分布的影响

采用大田切片分析法,测定了不同株行距对大豆植株籽粒分布的影响。结果表明,辽豆 14 号籽粒分布集中在中下部,辽豆 11 号籽粒主要分布在中部。并且辽豆 14 号中部粒重明显高于辽豆 11 号。随种植密度增加,植株不同部位的粒重都表现为递减趋势。不同行距间,种植密度 7.5 万株/hm², 30cm 行距下不同部位的粒重要小于 60cm 的。种植密度为 15.0、22.5 万株/hm² 时,30cm 行距下不同部位的粒重大于 60cm 的。

2.5 不同株行距对大豆产量的影响

方差分析结果表明:辽豆 14 号的籽粒产量高于辽豆 11 号的籽粒产量,两品种间产量差异达极显著水平。不同种植密度条件下,7.5 万株/hm² 和 15.0 万株/hm² 之间产量未达显著水平,但这两种种植密度与 22.5 万株/hm² 间均达极显著差异水平。说明,辽豆 14 号和辽豆 11 号的种植密度,宜在 7.5 万株/hm² 至 15.0 万株/hm² 之间。不同行距间,产量

差异未达显著水平, 但种植密度 7.5 万株/hm², 距的产量有增高趋势。

60cm 的行距产量略高。随种植密度增加, 30cm 行

表 3 不同株行距对高油大豆产量的影响

Table 2 Effect of different spacings on yields of high oil soybeans

品种 Variety	行距 Row spacing (cm)	密度 Planting density (x10 plants/hm ²)	平均产量 Yield average (kg/hm ²)	不同处理间产量均值 Average yield among different treatments (kg/hm ²)			差异显著性 Variation significance	
				品种 Variety	行距 Row spacing	密度 Planting density	5%	1%
辽豆 14 号 Liaodou 14	60	7.5	3.426					
	60	15	3.310	3.307			a	A
	60	22.5	3.171	2.761			b	B
	30	7.5	3.339					
	30	15	3.323		3.027		a	A
	30	22.5	3.271		3.041		a	A
辽豆 11 号 Liaodou 11	60	7.5	2.921					
	60	15	2.796			3.145	a	A
	60	22.5	2.535			3.060	a	A
	30	7.5	2.896			3.896	b	B
	30	15	2.811					
	30	22.5	2.607					

注: * 2002 和 2003 年产量的平均值。

* Yield average of 2002 and 2003

3 讨论

本研究的结果证明, 不同种植密度条件下, 7.5 万株/hm² 和 15.0 万株/hm² 之间产量未达显著水平, 但这两种种植密度与 22.5 万株/hm² 间均达极显著差异水平。说明辽豆 14 号和辽豆 11 号的适宜种植密度在 7.5 万株/hm² 至 15.0 万株/hm² 之间。这一研究结果与以往的研究结果是一致的^[8,9], 即由于大豆植株具有较强的自动调节能力, 因此在较大的种植密度范围内, 产量差异不显著。但种植密度一旦超出品种的自动调节能力, 产量就会出现明显差异。

理论上来说, 大豆群体产量最高时, 其单株在田间的分布应该是处于最佳状态。行距、株距是调节大豆合理分布的重要手段和措施。大豆适当缩小行距, 因前期叶面积指数较大, 能充分利用中前期的光能资源; 适当增加株距, 有利于改善单株生育状况和后期通风透光条件, 使大豆植株上、中、下始终处于良好的光照条件下, 能充分发挥生育后期的单株生产力^[9]。从研究看, 两个品种行距间产量差异不显著, 说明设计方案缩小行距增加株距完全在高油

大豆辽豆 14 号和辽豆 11 号的自我调节能力的范围内。但在进行株行距调整, 实施密植栽培时, 要特别注意品种的耐密植和抗倒伏能力。也就是说, 栽培方式和栽培技术的改进要与品种改良密切结合, 只有选育成功了抗倒伏耐密植的品种, 才能实施窄垄密植栽培。

参 考 文 献

- 1 沈秀瑛. 应用作物生态学[M]. 沈阳: 辽宁科学技术出版社, 1994
- 2 孙卓韬, 董钻. 大豆群体冠层粒荚分布[J]. 大豆科学, 1986, 5(2): 96-1021.
- 3 林蔚刚, 胡立成, 董丽华, 等. 大豆不同群体叶面积与光强垂直分布初步分析[J]. 大豆科学, 1996, 15(1): 56-60
- 4 刘晓冰, 宋春雨. 美国大豆产量生理研究的进展[J]. 大豆科学, 2001, 20(2): 141-1451.
- 5 何志鸿, 杨庆凯, 刘忠堂. 大豆窄行密植高产栽培[M]. 哈尔滨: 黑龙江科技出版社, 2000. 20-90
- 6 刘忠堂. 大豆窄行密植高产栽培技术的研究[J]. 大豆科学, 2002, 21(2): 117-122
- 7 宋书宏, 王文斌, 吕桂兰, 等. 北方春大豆超高产技术研究[J]. 中国油料作物学报, 2001, 23(4): 48-51.
- 8 孟祥勋, 李爱萍. 大豆适宜密度条件下群体产量的相对稳定性分

- 析[J]. 吉林农业科学, 199, 22: 10 – 12. J. 1989, 81: 947 – 951.
- 9 董钻. 大豆的种植密度与配置方式[J]. 新农业, 1983, 6: 6–8. 11 Lehman, W. F, J. W. Lambert. Effects of spacing on soybean plants between and within rows on yield and its components[J].
- 10 Ethredge W. J. Jr., D. A. Ashley, J. M. Woodruff. Row spacing and plant population effect on yield components of soybean[J]. Ag ron. J. 1960, 52(1): 84– 86.

EFFECTS OF SPACINGS AND PLANTING DENSITIES ON AGRONOMIC TRAITS AND YIELD IN HIGH OIL SOYBEANS

Zhang Wei Zhang Huijun Wang Haiying Xie Futi Chen Zhenwu

(College of Agriculture, Shenyang Agricultural University, Shenyang 110161)

Abstract A appropriate planting density and feasibility of narrow row spacings for higher yield in soybean were discussed by investigating the effects on agronomic, physiological characteristics and yield in two high oil varieties Liaodou 11 and Liaodou 14 under different spacings. With the increase of planting density, plant height was increased, while node number, branch number and pod weight per plant were decreased, and the 100 grain weight was declined slightly. Although LAI was increased, the leaf area per plant and dry matter accumulation was decreased. Significant yield differences were observed among varieties and different planting density, but no significant differences were found under different row spacings.

Key words Soybean; Planting density; Row spacing; Agronomic characteristics; Yield

(上接第 282 页)

IDENTIFICATION THE RESISTANCE OF SOYBEAN GERMPLASM TO PHYTOPHTHORA SOJAE

Ma Shumie¹ Li Baoying²

(1. Agricultural College of Heilongjiang University, Harbin 150080;

2. Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Harbin 150086)

Abstract Eighty soybean germplasm lines were investigated for their resistance to *Phytophthora sojae* using mixed culture by the hypocotyls inoculation technique. And the same time, the resistance of 69 lines to 7 physiological races of *Phytophthora sojae* were identified. The results indicate that 6 lines resistant to *Phytophthora sojae*, 12 lines intermediate response and 62 susceptible to *Phytophthora sojae*, the proportion were 7.5%, 15% and 77.5% respectively. Among the tested lines, 12 resistant to 7 physiological races of *Phytophthora sojae* (1, 3, 9, 11, 17, 21, 24) and 4 showed intermediate response, the ratio are 17.4% and 5.8%. Only 1 line showed intermediate response to race Number 1, 9, 11 and 24, rate 1.5%. Both in mixed culture tests and single physiological race tests, the resistance of equal lines to *Phytophthora sojae* was the same.

Key words Soybean germplasm; *Phytophthora sojae*; Identification the resistance