

密度和植株配置对大豆主要农艺及生理性状的影响

王文斌, 曹永强, 闫春娟, 王昌陵, 孙旭刚, 张立军, 宋书宏

(辽宁省农业科学院 作物研究所, 辽宁 沈阳 110161)

摘要:以辽豆 21 为试材, 设 3 个密度水平(15 万, 18 万, 21 万株·hm⁻²)及 4 种植株配置方式(1, 2, 3, 4 株·穴⁻¹), 研究各因素对大豆主要农艺性状和生理性状的影响。结果表明:大豆穴播方式(≥2 株·穴⁻¹)可以显著提高大豆出苗率;植株配置相同条件下,随种植密度的增加,植株株高、节间长度和结荚高度均显著增加,分枝数则逐渐减小,且叶面积指数峰值出现时间提前;相同密度条件下,随每穴株数的增加,株高和节间长度均呈下降趋势,结荚高度显著增加,分枝数则先增加后下降;同一时期,随每穴株数的增加,叶面积指数逐渐增大,植株配置对生物产量积累量的影响较小;不同处理大豆各器官所占比例的趋势一致,即:籽粒>茎秆>叶片>叶柄>荚皮。在适宜密度下,适当增加每穴株数,有利于形成合理的群体结构。

关键词:大豆;植株配置;农艺性状;生理性状

中图分类号:S565.1

文献标识码:A

DOI:10.11861/j.issn.1000-9841.2014.04.0502

Effects of Plant Density and Distribution Pattern on Main Agronomic and Physiological Characters in Soybean

WANG Wen-bin, CAO Yong-qiang, YAN Chun-juan, WANG Chang-ling, SUN Xu-gang, ZHANG Li-jun, SONG Shu-hong

(Crop Institute, Liaoning Academy of Agricultural Science, Shenyang 110161, China)

Abstract: The study was carried out in 2010 through the field experiment with Liaodou 21. Three levels in planting density and 4 levels in plant collocation were conducted in Shenyang to investigate the effects of different plant density and distribution pattern on main agronomic and physiological characters. The results were as follows: Bunch planting (more than 2 plants per cave) of soybean increased seedling rate significantly. Under the same plant distribution pattern, plant height, internode length and pod height increased significantly but the number of branches per plant decreased, and the peaks of LAI (leaf area index) of soybean population appeared earlier with the increase of planting density. Under the same planting density, plant height and panel length decreased but branch per plant first increased and later decreased with plant per cave increased. At the same growing stage, plant density and plant distribution pattern had less effect on dry matter accumulation and LAI increased gradually with plant per cave increased. The proportion of dry matter weight of different organs was nearly identical under different treatments. The trend of organ distribution ratio among treatments showed in the same order: seed > stem ≥ leaf > petiole > pod shell. In the optimum density, it is more beneficial for the formation of reasonable population structure to increase plant number per hole appropriate.

Key words: Soybean; Plant distribution; Agronomic character; Physiological character

群体密度和植株配置显著影响作物的生长发育,在一定生产条件下,群体与个体协调统一,有利于形成合理的冠层结构,进而有利于提高产量^[1]。在一个生长周期中,对于产量形成起决定作用的群体结构是群体光合系统和非光合系统达到最大值且相对稳定^[2-3]。要获得稳定且较高的产量,就必须使得个体、群体和环境相协调达到最优。由于大豆生长类型、各地区环境条件的不同使试验结果差异较大,而对于一个特定的品种,在特定地区其适宜密度一般比较稳定^[4-5]。在确定的种植密度中,适宜行距、株距是调节大豆合理分布的重要手段和

措施^[6]。很多学者通过调节行距与株距来确定合理的群体结构,进而提高了大豆产量,但是有关密度和植株配置如何通过调节光合速率、LAI、LAD 以及光合产物的生产与分配方面的研究相对较少,为此探讨密度和植株配置对大豆主要农艺性状及生理性状的影响,旨在为建立辽宁省高产大豆栽培技术体系提供理论和实践依据。

1 材料与方法

1.1 试验区概况

试验于 2010 年在辽宁省农业科学院试验田进

收稿日期:2014-02-21

基金项目:现代农业产业技术体系建设专项(CARS-004-CES11)。

第一作者简介:王文斌(1968-),男,硕士,研究员,主要从事大豆育种及栽培研究。E-mail:wbwang@163.com。

通讯作者:宋书宏(1964-),男,博士,研究员,主要从事大豆育种及栽培研究。E-mail:sshun@163.com。

行。生长季 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 的活动积温为 $3\,280^{\circ}\text{C}$,全年日照时数 $2\,370\text{ h}$,全年平均降水量为 721.9 mm 。试验地地势平坦,土壤为棕壤,有机质含量 1.06% ,碱解N、速效P和速效K含量分别为 $8.60,12.80,89.60\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$,pH 6.8 ,前茬作物为高粱。

1.2 试验设计

供试大豆品种为辽豆21,亚有限结荚习性。试验设密度和植株配置2个因素,其中,密度设置3个水平,分别为: $15\text{ 万株}\cdot\text{hm}^{-2}$ (D1)、 $18\text{ 万株}\cdot\text{hm}^{-2}$ (D2)、 $21\text{ 万株}\cdot\text{hm}^{-2}$ (D3);植株配置设置4个水平,分别为: $1\text{ 株}\cdot\text{穴}^{-1}$ (S1); $2\text{ 株}\cdot\text{穴}^{-1}$ (S2); $3\text{ 株}\cdot\text{穴}^{-1}$ (S3); $4\text{ 株}\cdot\text{穴}^{-1}$ (S4),重复3次。小区为8行区,行长 6 m ,行距 0.60 m ,面积 28.8 m^2 。每穴1株,称为单粒播;每穴 ≥ 2 株时,称为穴播。

1.3 测定项目与方法

自大豆出苗期(VE)开始,调查出苗率,并每隔 14 d 随机取样5株,测定干物重、叶面积(比叶重法)。计算光合势, $\text{LAD}(\text{m}^2\cdot\text{d}\cdot\text{hm}^{-2})=1/2(L_1+L_2)\times(t_2-t_1)$,其中 L_1 、 L_2 分别为前后2次测定的叶面积, t_1 、 t_2 为前后2次测定的时间。分别在大豆的始花期(R1)、始荚期(R3)和始粒期(R5)3个生育时期采用Li-6400光合仪对大豆植株的倒三叶进行光合速率的测定。大豆成熟后,小区测产,并取具有代表性、生长正常的连续10株进行室内考种,测定株高、节数、分枝数、节间长度、结荚高度以及单株籽粒、荚皮重量、茎秆、叶柄、叶片等器官重量。

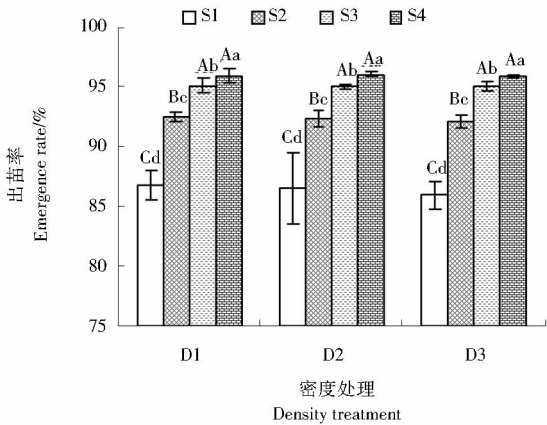
1.4 数据分析

采用Excel 2003和DPS 7.05统计软件进行数据分析。

2 结果与分析

2.1 密度和植株配置对保苗率的影响

由图1可以看出,相同植株配置,不同密度间,大豆出苗率没有显著差异;相同密度,不同植株配置方式对出苗率影响差异显著,除3和4株 $\cdot\text{穴}^{-1}$ 配置方式的出苗率差异显著外,其他各处理出苗率差异极显著,其中 $1\text{ 株}\cdot\text{穴}^{-1}$ 配置方式的出苗率最低,平均为 86.70% , $4\text{ 株}\cdot\text{穴}^{-1}$ 的平均出苗率最高,为 95.90% 。



不同大、小写字母分别表示差异达1%、5%显著水平,下同。
Different capital and lowercase letters mean significant difference at 1% and 5% level, respectively. The same below.

图1 密度和植株配置对出苗率的影响

Fig. 1 Effect of different density and plant distribution on seedling rate in soybean

2.2 密度和植株配置对主要农艺性状影响

由表1可见,在相同植株配置条件下,随着密度的增加,植株高度、节间长度和结荚高度显著增加,

表1 不同密度和植株配置下主要农艺性状均值及比较
Table 1 Average and comparison of agronomic characters for soybean in different density and plant distribution treatment

处理 Treament		株高 Plant height/cm	主茎节数 Stem nodes number	分枝数 Effective branches number	节间长度 Internodes length/cm	结荚高度 Bottom pod height/cm
D1	S1	88.17 f	19.53 a	1.50 cd	4.52 f	13.50 h
	S2	85.50 g	19.10 b	1.80 b	4.48 f	15.40 g
	S3	83.83 h	18.90 bcd	2.30 a	4.43 fg	17.33 f
	S4	81.50 i	18.73 de	2.20 a	4.35 g	19.13 de
D2	S1	93.17 d	19.03 bc	1.13 e	4.89 c	17.67 f
	S2	90.17 e	18.93 bcd	1.60 bcd	4.76 d	18.60 ef
	S3	87.00 fg	18.80 cd	1.77 b	4.63 e	20.17 d
	S4	85.67 g	18.50 efg	1.73 bc	4.63 e	21.50 c
D3	S1	99.67 a	18.73 de	0.80 f	5.32 a	21.53 c
	S2	97.17 b	18.70 def	1.50 cd	5.20 b	23.83 b
	S3	94.83 c	18.40 gh	1.57 bcd	5.15 b	24.84 b
	S4	93.17 d	18.20 h	1.43 d	5.12 b	25.63 a

主茎节数逐渐下降,单株分枝数明显减少,其中以株高的变化差异最为突出;在相同密度条件下,随着每穴株数的增加,株高、节间长度均呈下降趋势,结荚高度显著提高,分枝数则先增加后下降,3株·穴⁻¹时值最大,主茎节数变化不明显。

2.3 密度和植株配置对主要生理性状的影响

2.3.1 叶面积指数(LAI) 由图2可见,在生育期间,各处理群体LAI值变化趋势大体相同,均随着生育进程的推进呈现先增后降的趋势,且同一密度

下,LAI达到峰值的时期相同,但不同密度条件下,群体LAI峰值大小及出现的时期不同,种植密度越大,群体LAI峰值越高,出现时期越早,且达到峰值后群体LAI值下降更迅速。此外,在相同密度条件下,不同植株配置处理LAI值随生育进程变化趋势相同,均是在LAI峰值出现前,随着每穴株数的增加,群体LAI值逐渐增加,而在峰值出现后,呈现相反的变化趋势,即每穴株数越多的配置方式,LAI下降速度越快。

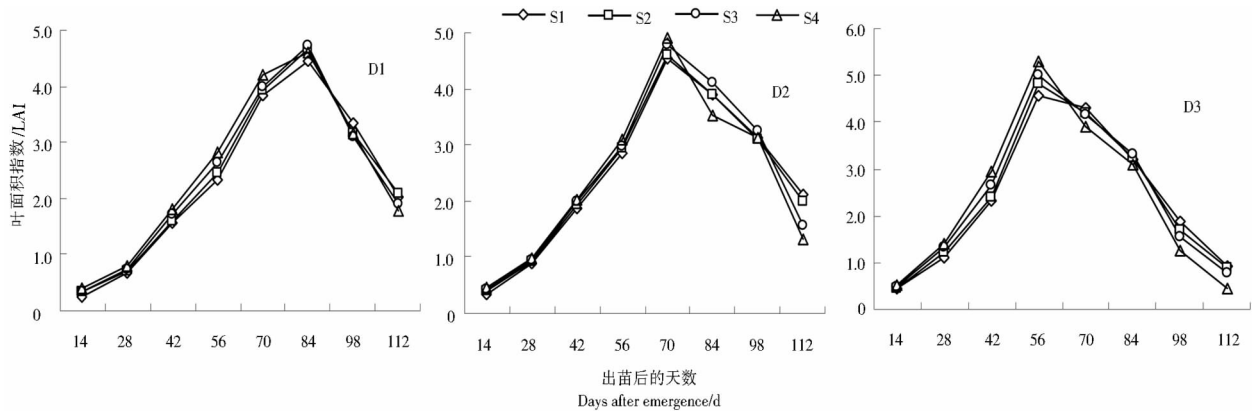


图2 不同密度下植株配置对大豆叶面积指数的影响

Fig.2 Effect of density and plant distribution on LAI in soybean

2.3.2 光合势(LAD) 由图3可以看出,当密度为D1和D2时,LAD峰值均出现在出苗的后的第70~84天;而密度处理为D3时,LAD峰值均出现在出苗的后的第56~70天之间。在同一密度条件下,LAD峰值出现之前,相同时期光合势随每穴株数的增加

而逐渐增加,说明每穴株数越多越有利于前期光合势的积累。在峰值出现后,各处理的LAD值表现不同,但处理S4的LAD值始终低于其他配置处理,表明过高的植株配置方式,不利于光合势的积累。

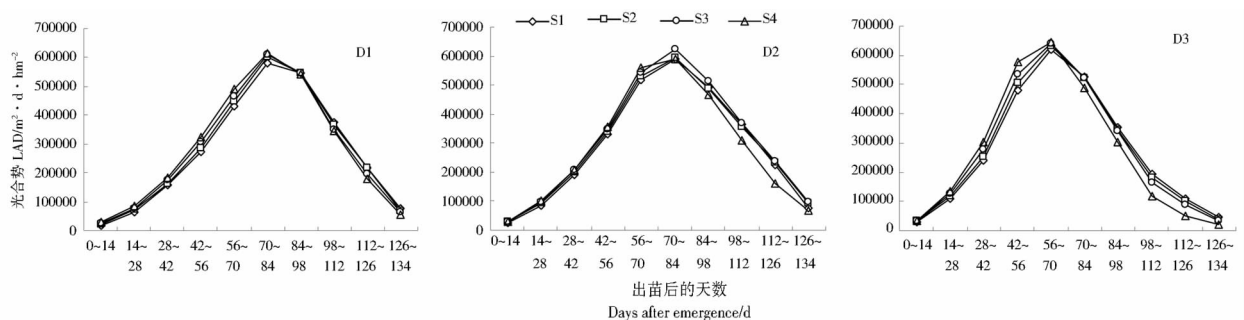


图3 不同密度下植株配置对大豆光合势的影响

Fig.3 Effect of density and plant distribution on LAD in soybean

2.3.3 净光合速率(P_n) 图4表明,密度为D1时,叶片 P_n 值在测定期间的变化范围为23~25 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$,且各时期均是S3处理的 P_n 值最高,S1处理最低。密度为D2时,各处理的叶片 P_n 值的变化范围为23.0~24.5 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$,随着生育进程的推进,不同配置处理净光合速率均表现为先增高后降低的趋势,在R3期叶片 P_n 值达到峰值。同一生育时期,植株配置对净光合速率的影响表现为:S3>S4>S2>S1。密度为D3时,叶片 P_n

值的变化范围在22.5~23.5 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$,其中处理S1、S2、S3在R3时期叶片 P_n 值最高,处理S4随着生育进程的推进,净光合速率逐渐降低;在相同时期,植株配置对净光合速率的影响表现为:S2>S1>S3>S4。可见,密度越大,群体净光合速率越小;群体密度较低时,每穴株数较多的处理净光合速率较高,反之,每穴株数较少的处理净光合速率较高。

2.3.4 干物质积累 由图5可以看出,不同密度处

理下,植株干物质积累随生育时期呈“S”型曲线增长趋势,且密度越大,干物质积累越多。

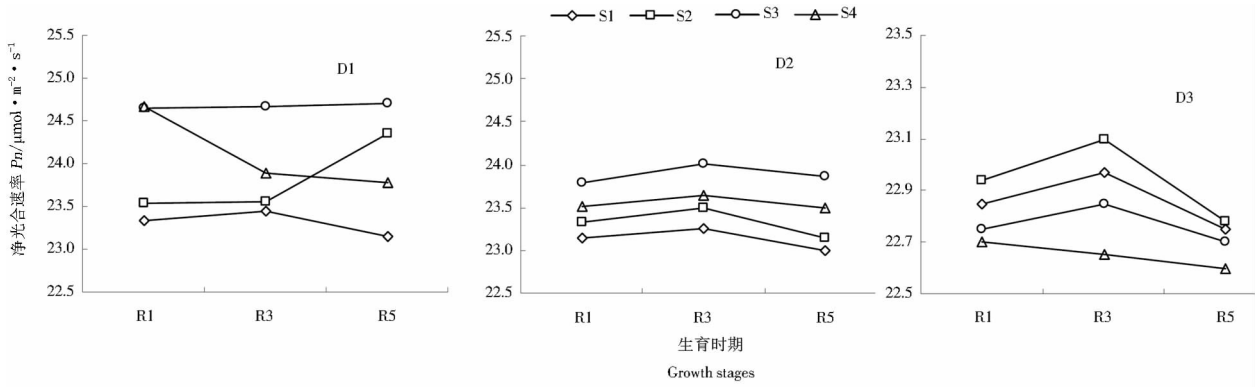


图 4 不同密度下植株配置对光合速率的影响

Fig. 4 Effect of density and plant distribution on Pn in soybean

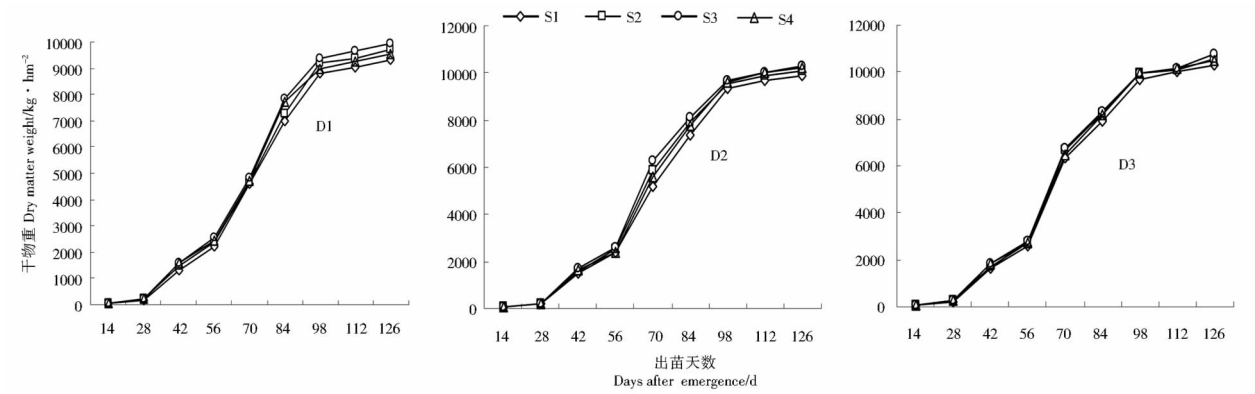


图 5 D1、D2、D3 密度下植株配置对干物重的影响

Fig. 5 Effect of density and plant distribution on dry matter accumulation in soybean

在 D1 处理下,在出苗后的前 70 d,同一测定时期不同植株配置处理的干物重相差无几,之后处理间差异明显,表现为 $S3 > S2 > S4 > S1$ 。在 D2 处理下,在出苗后的前 56 d,同一测定时期不同植株配置的干物质积累差异不明显,之后表现为 $S3 > S2 > S4 > S1$,出苗 98 d 之后,处理间的差距逐渐缩小。在 D3 处理下,同一时期不同配置处理的干物质积累表现为: $S3 > S2 > S4 > S1$,但处理间差异不明显。可见,在 3 个密度条件下, S3 植株配置更有利于群体干物质的积累,而 S1 植株配置不利于群体干物质积累。

2.3.5 器官平衡 对植株地上部分器官平衡比例进行综合分析(图 6),结果表明,不同处理下,大豆各器官比例的整体趋势一致,即:籽粒(26%~33%) > 茎秆(25%~27%) ≥ 叶片(23%~25%) > 叶柄(9%~13%) > 荚皮(7%~11%)。随密度增加,叶片、叶柄以及荚皮的比例均有所提高, D3 处理下的籽粒比例较 D1 和 D2 下降较大,而茎秆比例变化不

显著,各器官比例不理想,导致产量较低。在 D1 和 D2 条件下,植株配置的变化对籽粒和其他器官的比例影响较小。结合产量分析,辽豆 21 各器官平衡比例为:籽粒:33%~34%,茎秆:25%~26%,叶片:23%,叶柄:8%~9%,荚皮:8%~9%。

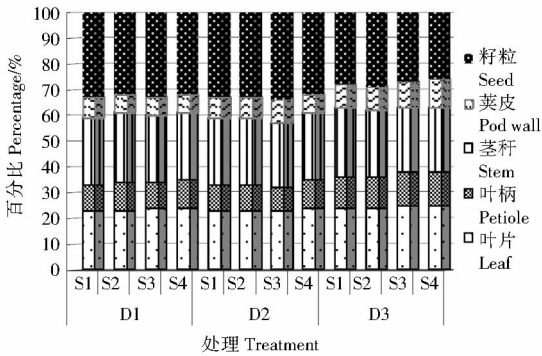


图 6 不同密度和植株配置下器官平衡的比较

Fig. 6 Comparison of organ balance with different density and plant distribution treatment

3 结论与讨论

植株配置方式对出苗率影响达极显著差异水平,随每穴播种粒数增加,出苗率显著提高,因此,在大田生产中,穴播有利于播种质量的提高。在相同植株配置条件下,随密度的加大,植株高度、节间长度和结荚高度均显著增加,而单株分枝数有明显减少趋势,主茎节数逐渐下降,这与前人的研究结果相吻合^[7-9],各处理主茎节数为 18.0~19.5,变化较小,说明大豆主茎节数受环境影响相对较小,主要受遗传因素控制。密度越大,光合势及叶面积指数峰值出现的时间越早,说明高密度不利于大豆后期光合势的积累。同等密度条件下,从出苗后第 28 天到叶面积指数达到最大值时,随着每穴株数的增加,光合势和叶面积指数逐渐增大,表明每穴株数的增加,利于前期叶片的发育和光合势的积累。在生长后期处理 D2S3 叶面积指数仍保持较高值,光合势也高于其他植株配置方式,表明群体在适宜的密度时,较高的叶面积指数和光合势可能是促进其产量较高因素之一^[10-11]。

本研究结果表明,生育前期密度对植株干物质积累的影响不大,生育后期则影响变大,这与翟云龙等^[12]的研究结果一致。相同生育时期、不同处理间,3 株·穴⁻¹处理的干物重始终位于前列,表明 3 株·穴⁻¹的植株配置方式更有利于群体干物质的积累。不同处理下大豆各器官所占比例的整体趋势一致,即:籽粒>茎秆≥叶片>叶柄>荚皮。在适宜的密度条件下,适当地增加每穴株数,影响大豆个体农艺性状和生理性状的变化,有助于形成较为合理的群体结构,进而实现大豆群体高产的目的。

参考文献

- [1] 盖钧镒,游明安,邱家驹,等. 大豆高产理想型群体生理基础的探讨[M]. 南京:江苏科学技术出版社,1990:3-12. (Gai J Y, You M A, Qiu J X, et al. Discussion on soybean high yield ideal population physiological basis[M]. Nanjing: Jiangsu Science and Technology Press, 1990:3-12.)
- [2] 董钻. 大豆株型育种的若干生理问题[J]. 大豆科学, 1988, 7(1): 69-74. (Dong Z. Some physiological problems in soybean plant type breeding[J]. Soybean Science, 1988, 7(1): 69-74.)
- [3] Ethredge W J J, Ashley D A, Woodruff J M. Row spacing and plant population effect on yield components of soybean[J]. Agronomy Journal, 1989, 81: 947-951.
- [4] Norsworthy J K, Shipe E R. Effect of row spacing and soybean genotype on main stem and branch yield[J]. Agronomy Journal, 2005, 97: 919-923.
- [5] Holshouser D L, Whittaker J P. Plant population and row-spacing effects on early soybean production systems in the Mid-Atlantic USA[J]. Agronomy Journal, 2002, 94: 603-611.
- [6] 李生秀, 魏建军, 刘建国, 等. 窄行密植对大豆群体冠层结构及光分布的影响[J]. 新疆农业科学, 2005, 42(6): 412-414. (Li S X, Wei J J, Liu J G, et al. Effects of planting with narrow line and proper density on canopy structure light penetration of soybean[J]. Xinjiang Agricultural Sciences, 2005, 42(6): 412-414.)
- [7] 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): 125-128. (Jin J, Liu X B, Wang G H, et al. Study on canopy structure in reproductive stage of soybean with different density[J]. System Sciences and Comprehensive Studies in Agriculture, 2003, 19(2): 125-128.)
- [8] 杨加银, 徐海斌, 徐海风. 栽培因子对高油大豆产量及品质性状的影响[J]. 中国农学通报, 2007(5): 196-199. (Yang J Y, Xu H B, Xu H F. Effects of cultural factors on seed yield and quality characters of high-oil soybean[J]. Chinese Agricultural Science Bulletin, 2007(5): 196-199.)
- [9] 张伟, 张惠君, 王海英, 等. 株行距和种植密度对高油大豆农艺性状及产量的影响[J]. 大豆科学, 2006, 25(3): 283-287. (Zhang W, Zhang H J, Wang H Y, et al. Effect of spacing and planting densities on agronomic traits and yield in high-oil soybean[J]. Soybean Science, 2006, 25(3): 283-287.)
- [10] 张荣贵, 宋宇. 大豆叶面积、净光合生产率与产量的相关性[J]. 中国农业科学, 1979(2): 40-46. (Zhang R G, Song Y. Correlation of yield between soybean leaf area and net photosynthetic rate[J]. Scientia Agricultura Sinica, 1979(2): 40-46.)
- [11] Westgate J M. Managing soybean for photosynthetic efficiency[M]. Chicago: Superior Print, 1999: 223-228.
- [12] 翟云龙, 章建新. 密度对超高产春大豆叶粒空间分布的影响研究[J]. 新疆农业科学, 2005, 42(1): 5-8. (Zhai Y L, Zhang J X. Study on the effect of density on the distribution in the space of the leaf and seed of super high-yield spring soybean[J]. Xinjiang Agricultural Sciences, 2005, 42(1): 5-8.)
- [13] 杜维广, 王玉民, 谭克辉. 大豆品种(系)间光合活性的差异及其与产量的关系[J]. 作物学报, 1982(2): 130-134. (Du W G, Wang Y M, Tan K H. Relationship between yield and the differences of photosynthetic activity with soybean varieties(lines)[J]. Acta Agronomica Sinica, 1982(2): 130-134.)