

密度对北疆复播大豆荚粒时空分布及产量形成的影响

张永强¹, 张娜¹, 唐江华¹, 徐文修¹, 王娜², 郝维维¹, 李怀胜¹

(1. 新疆农业大学农学院, 新疆乌鲁木齐 830052; 2. 新疆伊犁伊宁县农业技术推广中心, 新疆伊犁 835100)

摘要: 采用单因素随机区组试验设计, 在滴灌条件下, 对北疆复播大豆不同密度茎节性状、荚粒时空分布以及产量构成因素等进行了研究。结果表明: 单株荚数、单株空荚数、单株粒数随密度的增大而降低; 主要改变了荚粒在上层和下层的分布比例, 而对中层荚粒所占比例影响很小。着粒密度则随着密度的增加而降低, 最低密度处理较最高密度处理着粒密度提高了 63.16%。随着密度的增大, 株高增高, 茎节节间长度呈增大趋势, 而茎粗呈现减小趋势。产量随着密度的增加呈现开口向下的抛物线变化趋势。试验设计条件下以 52.5 万株·hm⁻² 密度处理的产量最高, 为 3 205.04 kg·hm⁻², 与其他处理差异均达到了极显著水平 ($P < 0.01$)。

关键词: 滴灌; 复播大豆; 密度; 荚粒分布; 产量

中图分类号: S565.1

文献标识码: A

文章编号: 1000-9841(2014)02-0179-05

Effects of Planting Density on Yield Formation and Tempo-spatial Distribution of Pod and Seed of Summer Soybean in North Xinjiang

ZHANG Yong-qiang¹, ZHANG Na¹, TANG Jiang-hua¹, XU Wen-xiu¹, WANG Na², HAO Wei-wei¹, LI Huai-sheng¹

(1. Agronomy College of Xinjiang Agricultural University, Urumqi 830052, China; 2. Agricultural Technology Extension Center of Yining County, Yili 835100, China)

Abstract: The effects of planting density on the stem elongation, distribution of pod and seed, yield and yield components of summer soybean under drip irrigation were studied. Treatments were established following one factor and randomized block design. The result showed that the number of pods, seedless pods and seeds per plant declined with the increasing density. The effect of planting density on variations of the number of pods and seeds were significant in upper and lower layers, but not in middle layer. With the increasing of planting density, plant height and internode length increased, while the grain density and stem diameter decreased. The difference in grain density was up to 63.16% due to plant density. The yield showed a downward parabola against planting density. It found that 5.25×10^5 plants per hectare had the highest yield of 3 205.04 kg·ha⁻¹, which reached a very significant difference ($P < 0.01$) compared to the other treatments.

Key words: Drip irrigation; Summer soybean; Planting density; Distribution of pod and seed; Yield

大豆属于群体生产作物, 不同的群体密度对大豆的生长发育影响不同, 尤其是对大豆茎的生长影响很大; 茎是大豆植株营养物质运输、分配、贮藏的重要器官, 同时也很大程度地影响植株的株型结构^[1], 大豆荚粒在茎秆上的垂直分布与产量形成密切相关^[2-5], 大豆结实性状又受到株型结构的影响^[6]。大豆是全株结荚性作物, 茎的高低、粗细与大豆的结荚性、抗倒伏性有着直接的关系。我国自 20 世纪 50 年代以来对大豆种植密度开展了广泛的研究。赵荣琛^[7] 和常耀中^[8] 均对大豆群体合理摆布和行株距进行了研究, Purcell 和 Board 对大豆群落结构方面的研究也指出合理的种植密度对大豆叶片有效光截获的重要性^[9-11]。林蔚刚等^[12] 研究了亚有限和无限类型品种在不同密度条件下叶、

荚、粒重垂直分布比例。张伟等^[13] 和王程等^[14] 的研究均表明单株干物质随着密度的增加而减小。于洪久认为^[15], 单位面积干物质积累量随密度增加而增加, 高密度处理下群体干物质积累总量最高。根系宽、根体积、根干重及伤流量随密度增加而降低^[16]。章建新等^[17] 研究表明合理施氮能增加主茎各节的荚数和粒数。这些研究多集中生育期较长的春大豆上, 而对生育期较短的复播大豆的研究很少, 尤其对北疆复播大豆密度方面的研究鲜有报道。因此, 在滴灌条件下, 研究不同密度对北疆复播大豆的茎节性状生长发育及荚粒的时空分布规律的影响, 旨在筛选出最佳的密度群体结构, 为提高北疆复播大豆产量, 进行合理供水、肥及采取相应的化学调控措施提供科学依据。

收稿日期: 2013-08-25

基金项目: 国家自然科学基金 (31260312); 公益性行业 (农业) 科研专项 (201103001); 新疆干旱区水循环与水利利用实验室开放题 (XJYS0907-2012-04)。

第一作者简介: 张永强 (1988-), 男, 在读硕士, 主要从事绿洲高效农作制度研究。E-mail: zyq988@yeah.net。

通讯作者: 徐文修 (1962-), 女, 博士, 教授, 博士生导师, 主要从事农作制度与农业生态研究。E-mail: xjxwx@sina.com。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验于2012年7~10月在伊犁哈萨克自治州伊宁县农业科技示范园进行。该区位于天山西段,伊犁河谷中部,有喀什河、博尔博松河、布力开河、吉尔格朗河等河流。地处E81°,N44°,海拔1200~3500 m,属温带大陆性半干旱气候,冬春温暖湿润,夏秋干燥较热,昼夜温差明显,日照年平均可达2800~3000 h,年平均气温8.9℃,年均降水量257 mm。全年无霜期169~175 d。试验地有机质2.35 g·kg⁻¹,碱解氮85.2 mg·kg⁻¹,速效磷21.8 mg·kg⁻¹,速效钾116 mg·kg⁻¹,酸碱度8.4。

1.2 试验设计

采用单因素随机区组试验设计,以大豆品种黑河43为供试材料,共设置5种不同密度处理(万株·hm⁻²),分别为:37.5(A),45.0(B),52.5(C),60.0(D),67.5(E)。各处理均于6月30日播种,种植方式为30 cm等行距;灌水方式为滴灌,1条滴灌带多灌2行大豆。小区面积28 m²(4 m×7 m),每个处理重复3次。

播前结合整地深施尿素225 kg·hm⁻²,磷酸二铵150 kg·hm⁻²,开花期结合灌水随水滴施尿素150 kg·hm⁻²,全生育期滴水5次,共计4500 m³·hm⁻²。

1.3 测定项目与方法

大豆成熟后,测量每小区的倒伏株数及实际收获株数,折算出各处理的倒伏率;并在每小区分别随机取样20株,其中10株常规考种:测定株高、茎粗、主茎节数、茎节长度、百粒重。另10株从下往上按1~5节为下层,6~10节为中层,11节以上为上层,分别测定各层的荚、粒的分布,并计算着粒密度:着粒密度(粒·cm⁻¹)=单株粒数/株高。

1.4 数据处理

所有数据采用Excel 2003和DPS 6.50进行处理及统计分析。

2 结果与分析

2.1 密度对复播大豆株高、茎粗及着粒密度的影响

由表1可以看出,大豆株高随着密度的增加而增高,而大豆茎粗则随着密度的增加呈现减小趋势,二者呈负相关性($R = -0.8928$)。最高密度处理的株高较最低密度处理的株高增加7.76 cm,但茎粗却相应减小了0.085 cm;方差分析表明,各处理之间的株高均达到了显著差异,处理B、C与处理

A、D、E之间达到极显著差异;茎粗表现为A、B两个处理与其他3个处理均达到了极显著差异水平,而二者之间达到显著差异水平。充分说明随着密度的增大,大豆个体间对光照及空间的竞争也越加激烈,这种竞争在株高上得到了明显的体现,密度越大,植株过高越细,越容易发生倒伏,从而导致减产。此外,植株过高必然导致着粒密度降低,不同处理着粒密度均呈极显著差异,最低密度处理较最高密度处理着粒密度提高了63.16%。也就是说密度越大,着粒密度越小。

表1 不同密度条件下复播大豆植株性状
Table 1 Effects of different planting density on plant characters of summer soybean

处理 Treatment	株高 Plant height/cm	茎粗 Stem diameter/cm	着粒密度 Seed-setting density/seeds·cm ⁻¹
A	77.94 eD	0.674 aA	0.62 aA
B	79.42 dC	0.655 bB	0.58 bB
C	80.42 cC	0.611 cD	0.51 cD
D	82.70 bB	0.595 dD	0.44 dD
E	85.70 aA	0.589 dD	0.38 eE

大小写字母分别表示差异达到0.01和0.05显著水平。下同。

The capital and lowercase letters indicate significant difference at 0.01 and 0.05 level, respectively. The same below.

2.2 密度对复播大豆荚、粒时空分布的影响

由图1可以看出,不同密度处理下大豆荚、粒主要分布在2~15节,而且无论是豆荚还是粒数均以第10节最多。在垂直分布上各处理基本上以中层分布最多,其荚数占总荚数的44.40%~48.57%,粒数占总粒数的39.07%~47.40%;其次是上层的荚、粒数,其分别占总荚数的28.62%~35.12%,占总粒数的29.09%~48.19%;下层分布最少,均不足25%。由表2可知,随着密度的增加单株荚数、单株粒数在上层所占的比例整体上呈增加趋势,尤其是粒数表现最为突出,最高密度处理的单株上层粒数所占比例比最低密度处理增加了19.1个百分点;除C处理外,下层的单株荚数、单株粒数所占比例均随着密度的增加而减小,密度对中层单株荚数所占比例的影响规律不明显,但对粒数所占比例的影响基本呈现随着密度增加而减少趋势;由于随着密度的增加,单株个体营养面积变小,群体内部通风透光条件逐步恶化,致使下部叶黄化脱落,由于大豆植株各个节位叶与荚构成一个小的“源-库”单位,因叶的脱落而断了“源”对“库”的供给,导致下层荚不能正常发育而脱落,这可能是导致下层的荚、粒所占比例减小的重要原因。研究表明,密度对荚、粒在垂直方向分布的影响主要是改变了荚、粒在上层和下层的分布比例,随着密度的增加,大豆光合产

物不断向上层籽粒运输,保证了上层籽粒的成熟,使得植株的重心不断上移,导致大豆植株“头重脚

轻”,加之植株高而细,从而造成鼓粒中后期大豆植株易倒伏,密度越大倒伏越严重。

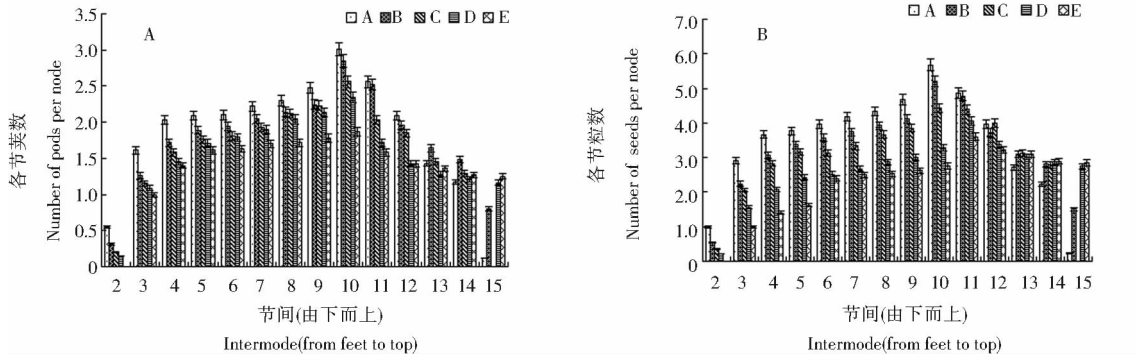


图1 不同密度条件下复播大豆荚(A)、粒(B)的时空分布

Fig.1 Effects of planting density on tempo-spatial distribution of pods(A) and seeds(B) of summer soybean

表2 密度对复播大豆荚、粒的时空分布的影响

Fig.2 Effects of planting density on tempo-spatial distribution of pods and seeds of summer soybean(%)

处理 Treatment	单株荚数 No. of pods per plant			单株粒数 No. of seeds per plant		
	上层 Top	中层 Middle	下层 Bottom	上层 Top	中层 Middle	下层 Bottom
A	28.62	47.01	24.37	29.09	47.40	23.51
B	33.87	45.25	20.88	34.84	44.98	20.18
C	30.07	48.57	21.36	34.71	44.85	20.44
D	31.81	47.60	20.59	43.83	39.07	17.10
E	35.12	44.40	20.48	48.19	39.40	12.41

2.3 密度对复播大豆主茎节数及节间长度的影响

由图2可知,各处理大豆主茎节数平均达14~15节,全生育期大豆节间长度均表现为“倒S型”曲线变化。进一步分析不同节序的节间长度变化可知,不同密度群体下均表现为第1节节间长度长于第2节,由第2节开始各处理大豆节间长度逐渐增长至第9、10节,然后开始下降,各处理均表现出11~15节间急剧缩短的现象。从全生育期来看,密

度越大,大豆植株各节的节间长度越长,反映出密度对大豆节间长度的影响很大,尤其是在苗期,由于肥水充足,大豆第1节间生长迅速,密度越大越易导致第1节节间过长形成“高脚苗”,对大豆鼓粒后期的倒伏造成潜在危险,不利于高产。大豆由营养生长进入生殖生长是导致大豆第11节后节间长度急剧缩短的重要原因。进一步比较各处理节间长度可知,随着密度的增大,各茎节节间长度均有增

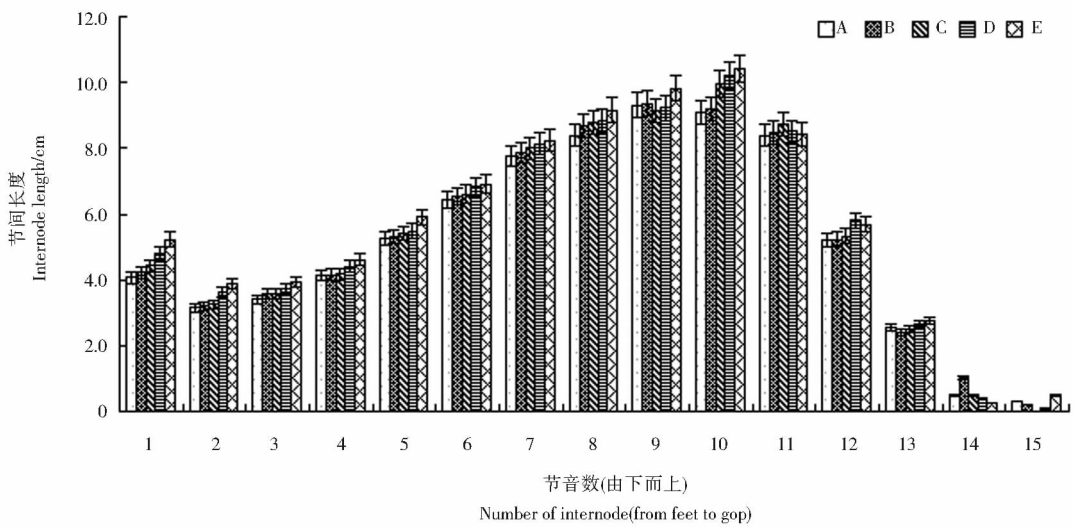


图2 密度对复播大豆节间长度的影响

Fig.2 Effects of planting density on internode length of summer soybean

长趋势,但最大节间长度出现的节序随着密度的加大有所延后,表现为:处理 A、B 的最大节间出现在第 9 节,处理 C、D、E 出现在第 10 节;最高密度的最大节间长度比最低密度的最大节间长 1.11 cm。节间长度不仅影响大豆的株高,还对荚粒在茎秆上的分布有着很大的影响。因此,在不同的生育时期对复播大豆进行合理的化控,不但能有效控制其株高,而且还能提高大豆茎秆的着粒密度,从而可以更有效地避免因荚粒分布不均造成的大豆植株“头重脚轻”而导致后期倒伏的现象。

2.4 密度对复播大豆产量及产量构成因素的影响

密度与产量之间的关系可以得到模拟方程 $y = -1.2509x^2 + 138.353x - 619.55$, $R^2 = 0.9947$, 该方程是开口向下的抛物线,其峰值出现在 52.5 万~60.0 万株·hm⁻² 密度范围,本试验条件下以 C 处理 (52.5 万株·hm⁻²) 的产量最高,为 3 205.04 kg·hm⁻²,较 A、B、D、E 处理分别高出 14.26%、

4.09%、1.42%、5.88%,均达到了极显著差异水平。由表 3 可以看出,随着密度的增加,单株荚数、单株粒数均表现为降低趋势;空荚率随密度的增加则呈现明显的上升趋势,而且各处理间达极显著差异;随着密度的增加百粒重呈降低趋势,最低密度处理的百粒重较最高密度处理的高 1.24 g,造成这种差异的原因很可能与大豆在鼓粒-成熟期出现不同程度的倒伏有关,A、B、C、D、E 处理的倒伏率依次为:18.41%、24.02%、33.17%、42.55%、53.47%,比较倒伏率与百粒重的变化可得出,倒伏率与百粒重呈极显著负相关,相关系数达 -0.95。大豆产量是群体产量,单纯依靠增加群体密度,会造成单株有效荚数、单株粒数的降低,最终导致产量降低。所以选择适宜的群体密度,构建适宜的群体结构是协调个体与群体关系的关键,只有产量各构成因素之间处于协调状态,才能获得理想的产量结果。

表 3 不同密度条件下复播大豆产量及产量构成因素

Table 3 Effects of planting density on yield and yield components of summer soybean

处理 Treatment	收获株数 Harvest number /10 ⁴ plants·hm ⁻²	单株有效荚数 Effective pods per plant	单株空荚数 Empty pods per plant	单株粒数 Seeds per plant	百粒重 100-seed weight/g	空荚率 Empty pods rate/%	产量 Yield/kg·hm ⁻²
A	35.13	25.76 aA	1.10 bcB	48.13 aA	16.59 aA	4.27 eE	2805.05 eE
B	41.92	24.80 aA	1.30 bcB	45.68 bB	16.08 bB	5.24 dD	3079.17 cC
C	48.83	21.96 bB	1.23 bcB	41.10 cC	15.97 bcBC	5.60 cC	3205.04 aA
D	54.32	21.42 bB	1.33 bB	36.66 dD	15.87 cC	6.21 bB	3160.31 bB
E	60.82	19.60 bC	2.30 aA	32.51 eE	15.31 dD	11.73 aA	3027.18 dD

3 结论与讨论

众所周知,密度是作物栽培试验的基础和起点,也是农业生产和相关学者研究的热点。本研究表明,随着密度的增加,复播大豆的株高增高、茎粗变细,二者呈负相关 ($R = -0.8928$),株高的增加主要是由于随密度增加,大豆主茎 6~10 节节间长度明显增长所致。而焦浩等^[18]、张晓艳等^[19] 研究均表明随密度的增加,大豆株高趋于降低,这与本研究结果相反;但与章建新等^[20] 关于春大豆密度对株高影响的研究结果一致。合理密植是提高大豆产量的重要措施之一,然而,单株荚数和粒数及其分布的差异往往是造成大豆产量差异的重要原因。本研究研究表明,随着密度的增加,单株荚数、单株粒数呈降低趋势,空荚率随密度的增加而增加,且各处理间达极显著差异;单株荚、粒数在上层所占的比例整体上呈现增加趋势,而下层所占比例减小,密度对中层单株荚数所占比例的影响规律不明显,但对粒数所占比例表现出随着密度增加而减少趋势。这可能是由于叶面积指数随着密度的增加

而增加^[21],群体上、中、下 3 个层次所截获的光能不同^[22],导致大豆植株不同层次叶片光能的利用和群体内气体的交换差异较大,由于大豆各个节位叶片和荚所形成的“源-库”关系^[23],密度过高必定影响中、下层“源”对“库”光合产物的输入量,导致花荚的形成和脱落,进而影响到荚粒在茎秆上的分布。

综上所述,北疆复播大豆获得理想产量的适宜密度在 52.5 万~60.0 万株·hm⁻²,该密度与相关学者^[18,24] 对春大豆的研究结果相比高出很多,进一步说明相对春播大豆来说,高密度栽培是新疆复播大豆获得高产的重要技术措施之一。但是,由于复播大豆生长周期短,在生育前期没有充足的时间进行蹲苗,再加上滴灌条件下植株根系在土层中分布较浅^[25],以及 7~8 月份北疆地区进入雨季,常伴有大风天气等,加剧了高密度栽培导致的复播大豆茎秆细高而易倒伏的危险。因此,调整密度、株高与抗倒伏之间的矛盾,采取相应的肥、水供给及相应的化学控制,是今后进一步提高北疆复播大豆经济效益的研究重点。

参考文献

- [1] 杨庆凯,桂明珠,武天龙.大豆品种抗倒伏能力与产量、植株形态、茎解剖性状的相关分析[J].大豆科学,1986,5(2):113-116. (Yang Q K,Gui M Z,Wu T L. An analysis about relationship of lodging to agronomic characters and stem anatomy in soybean [J]. Soybean Science,1986,5(2):113-116.)
- [2] 孙卓韬,董钻.大豆株型、群体结构与产量关系的研究,第二报,大豆群体冠层的荚粒分布[J].大豆科学,1986,5(2):91-102. (Sun Z T,Dong Z. Studies on the relationships between plant type, population structure and yield in soybean II. Seed distribution in soybean canopies [J]. Soybean Science, 1986, 5 (2) : 91-102.)
- [3] 游明安,盖均镒,吴晓春,等.大豆产量空间分布特性的研究[J].大豆科学,1992,12(1):64-69. (You M A,Gai J Y,Wu X C, et al. Preliminary study on soybean yield distribution in space [J]. Soybean Science,1992,12(1):64-69.)
- [4] 林蔚刚,胡立成,董丽华,等.大豆群体冠层叶、粒与光照垂直分布的初步分析[J].中国油料,1996,18(3):42-46. (Lin W G,Hu L C,Dong L H, et al. Preliminary analysis on vertical distribution of leaf, grain and light of colony canopy of soybean [J]. Oil Crops of China,1996,18(3):42-46.)
- [5] 李金霞,章建新,邢永锋,等.高产春大豆结实性垂直分布规律研究[J].新疆农业科学,2009,46(3):493-497. (Li J X,Zhang J X,Xing Y F, et al. Preliminary analysis on vertical distribution of fecundity of high-yield spring soybean [J]. Xinjiang Agricultural Sciences,2009,46(3):493-497.)
- [6] 董钻,孙卓韬.大豆株型群体结构与产量关系的研究,第二报,大豆群体冠层的荚粒分布[J].大豆科学,1984,3(2):110-120. (Dong Z,Sun Z T. Studies on the relationships between plant type population structure and yield in soybean II. Seed distribution in soybean canopies [J]. Soybean Science,1984,3(2):110-120.)
- [7] 赵荣琛.杭州早大豆行株距试验[J].农业学报,1957,8(2):185-195. (Zhao R C. Experiment of soybean row planting in Hangzhou city [J]. Agricultural Journal,1957,8(2):185-195.)
- [8] 常耀中.大豆群体合理摆布与产量关系的研究[J].大豆科学,1983,2(2):132-139. (Chang Y Z. Studies on the relationship between optimum population and yield of soybean [J]. Soybean Science,1983,2(2):132-139.)
- [9] Purcel L C, Ball R A, Reaper J D, et al. Radiation use and biomass production in soybean at different plant population densities [J]. Crop Science,2002,42:172-177.
- [10] Board J E, Harville B G. Growth dynamic during the vegetative period affects yield of narrow-row, late-planted soybean [J]. Agronomy Journal,1996,88:575-579.
- [11] Haile F J, Higley L G, Specht J E. Soybean leaf morphology and defoliation tolerance [J]. Agronomy Journal,1998,90:353-362.
- [12] 林蔚刚,许忠仁,胡立成,等.不同株型大豆品种叶荚粒垂直分布规律的初步研究[J].大豆科学,1995,14(1):53-59. (Lin W G,Xu Z R,Hu L C, et al. Preliminary analysis on vertical distribution of leaf, pod, and grain of different plant types of soybean [J]. Soybean Science,1995,14(1):53-59.)
- [13] 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. Effects of spacing and planting densities on agronomic traits and yield in high-oil soybean [J]. Soybean Science,2006,25(3):283-287.)
- [14] 王程,刘兵,金剑,等.密度对大豆农艺性状及产量构成因素空间分布特征的影响[J].大豆科学,2008,27(6):936-942. (Wang C,Liu B,Jin J, et al. Influences of planting density on agronomic traits and spatial distribution of yield components across main stem in soybean [J]. Soybean Science, 2008, 27 (6) : 936-942.)
- [15] 于洪久.种植密度对大豆光合生理及产量的影响[J].大豆科学,2009,28(6):1115-1118. (Yu H J. Effects of plant density on photosynthetic characteristics and yield of soybean [J]. Soybean Science,2009,28(6):1115-1118.)
- [16] 杜吉到,蔡纯意.不同密度下大豆根部性状的研究[J].干旱地区农业研究,2011,29(4):219-222. (Du J D,Cai C Y. Research of soybean root traits in different densities [J]. Agricultural Research in the Arid Areas,2011,29(4):219-222.)
- [17] 章建新,沈融,李宏琪,等.施氮对高产大豆结实性垂直分布的影响[J].大豆科学,2011,30(3):424-427. (Zhang J X,Shen R,Li H Q, et al. Nitrogen effects vertical distribution of yield components of high-yield soybean [J]. Soybean Science,2011,30(3):424-427.)
- [18] 焦浩,纪永民,张存岭.种植方式和密度对大豆产量和单株性状的影响[J].作物杂志,2008(5):50-53. (Jiao H, Ji Y M, Zhang C L. Effect of planting pattern and density on soybean yield and other traits [J]. Crops,2008(5):50-53.)
- [19] 张晓艳,杜吉到,郑殿峰,等.大豆不同群体叶面积指数及干物质积累与产量的关系[J].中国农学通报,2006,22(11):161-163. (Zhang X Y, Du J D, Zheng D F, et al. Studies on the relationship between yield and leaf area index and their dry matter accumulation dynamic on the different population [J]. Chinese Agricultural Science Bulletin,2006,22(11):161-163.)
- [20] 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. (Zhang J X,Zhai Y L,Xue L H. Effect of plant density on growth tendency, dry matter accumulation and distribution in high yield spring soybean [J]. Soybean Science,2006,25(1):1-5.)
- [21] 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. (Du J D,Ding X W,Zheng D F, et al. Studies on the regulation of growth and development for soybean leaf characters under different densities [J]. Heilongjiang Agricultural Sciences,2006(5):40-42.)
- [22] 刘玉平,李瑞平,李志刚.栽培模式与密度对大豆冠层结构及产量的影响[J].大豆科学,2010,29(5):796-799. (Liu Y P,Li R P,Li Z G. Effects of cultivation pattern and density on canopy structure and yield of soybean [J]. Soybean Science,2010,29(5):796-799.)
- [23] 苗以农,朱长甫,石连旋,等.从大豆产量形成生理特点探索特异高产株型的创新[J].大豆科学,1999,18(4):342-346. (Miao Y N,Zhu C P, Shi L X, et al. From soybean yield formation physiology characteristic explore specific high-yield plant-type innovation [J]. Soybean Science,1999,18(4):342-346.)
- [24] 高成芳,张光耀,王孟孟,等.麦收后复种夏大豆密度与施肥试验初报[J].甘肃农业科技,2009(11):17-18. (Gao C F,Zhang G Y,Wang M M, et al. Report for plant density and fertilization experiment of summer soybean after wheat harvest [J]. Gansu Agricultural Sciences and Technology,2009(11):17-18.)
- [25] 方志刚,马富裕,崔静,等.加工番茄膜下滴灌根系分布规律的研究[J].新疆农业科学,2008,45(1):15-20. (Fang Z G, Ma F Y, Cui J, et al. A study on root system distribution of processing tomato under film drip irrigation [J]. Xinjiang Agricultural Sciences, 2008, 45 (1) : 15-20.)