

DOI: 10.3724/SP.J.1006.2009.01722

## 夏大豆群体内植株分布对干物质积累分配及产量的影响

齐 林 杨国敏 周勋波 陈雨海\* 高会军 刘 岩

山东农业大学农学院 / 作物生物学国家重点实验室, 山东泰安 271018

**摘 要:** 试验于 2007—2008 年进行, 在相同密度下, 设置 5 种处理, 即行距×株距分别为 A: 18 cm×18 cm, B: 27 cm×12 cm, C: 36 cm×9 cm, D: 45 cm×7.2 cm, E: 54 cm×6 cm, 研究其对干物质积累分配及产量的影响。结果表明, A、B 处理叶面积指数分别高出 E 处理 30%、25%, 差异显著; A、B 处理干物质总量分别高于 E 处理 20%、19%, 差异显著, C、D、E 处理间无显著差异; A、B、C 处理分枝豆荚重量和总豆荚重量显著高于 E 处理, D、E 间无显著差异; A、B 处理产量分别高于 E 处理 11%、10%, 差异显著, C、D、E 处理间无显著差异。植株分布均匀性变差使群体内部对资源的利用产生激烈竞争, 降低了群体叶面积指数, 从而使干物质积累量以及分配比例减少, 最终导致产量下降。因此, 在确定的种植密度下较均匀的植株分布能够使光合产物积累分配合理, 形成较高经济产量。由于 A、B 处理间无显著差异, 而 B 处理便于实际生产过程中的栽培管理, 所以, 本文推荐 B 处理为大田生产的最优群体。

**关键词:** 群体; 夏大豆; 干物质; 产量

## Effect of Plant Density Patterns in Population on Dry Matter Accumulation, Partitioning and Yield in Summer Soybean

QI Lin, YANG Guo-Min, ZHOU Xun-Bo, CHEN Yu-Hai\*, GAO Hui-Jun, and LIU Yan

Agronomy College of Shandong Agricultural University / State Key Laboratory of Crop Biology, Taian 271018, China

**Abstract:** The experiment was carried out in 2007–2008. The five treatments of plant density patterns under the same plant density were A: 18 cm×18 cm, B: 27 cm×12 cm, C: 36 cm×9 cm, D: 45 cm×7.2 cm, E: 54 cm×6 cm in row spacing (cm) ×plant spacing (cm). The results showed that the average leaf area index in treatments A and B was 30% and 25% significantly higher than that in treatment E respectively in the whole growing period across the two years. Comparing with treatment E, the dry matter accumulation in treatments A and B was increased significantly by 30% and 19% at the whole growing stage in the two years, respectively, treatments C, D, and E had no significant difference between each other. The number of pods and pods per branch in treatments A, B, and C were significantly higher than those in treatment E in the two years, while there was no significant difference between treatments D and E. Treatments A and B were 11% and 10% significantly higher than treatment E in average yield in the two years, respectively, while there was no significant difference between treatments C, D, and E. The leaf area index (LAI) decreased with the increase of row spacing that caused intense competition for ecological resources, and thus the reduction in dry matter accumulation and partitioning, and eventually the yield decreases. These results indicate that summer soybean population with relatively uniform plant density leads to rational dry matter partitioning and high yield. For dry matter accumulation and yield, treatments A and B had no significant difference, but treatment B was better for cultivation and management in the actual production process, suggesting that treatment B is the best plant density pattern for a population.

**Keywords:** Plant density pattern; Summer soybean; Dry matter; Yield

群体分布是指群体内各个体间的水平空间位置, 是群体结构的重要组成部分。群体分布不同, 影响群体内个体间的关系和资源利用<sup>[1]</sup>。要获得稳定较高的产量, 就必须使个体、群体和环境相协调达到最优化<sup>[2]</sup>。

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。赵双进等<sup>[3]</sup>和 Ethredge 等<sup>[4]</sup>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。金剑等<sup>[5]</sup>研究表

本研究由国家重点基础研究发展计划(973 计划)项目(2005CB121106)资助。

\* 通讯作者(Corresponding author): 陈雨海, E-mail: yhchen@sdaa.edu.cn

第一作者联系方式: E-mail: qilinaaaa@126.com

Received(收稿日期): 2008-11-18; Accepted(接受日期): 2009-04-26.

明,高产大豆应具有生殖生长期 LAI 较高、干物质积累量大、光能利用率高等特性。王晓梅等<sup>[6]</sup>和章建新等<sup>[7]</sup>研究指出,生育前期密度对大豆叶面积指数和各器官干物质积累量的影响不大,开花期以后各密度对叶面积指数和各器官干物质积累量影响变大。勾玲等<sup>[8]</sup>研究表明,随群体密度增加,玉米节间的干重和干物质百分比均明显下降。宋启建等<sup>[9]</sup>、张伟等<sup>[10]</sup>和刘忠堂<sup>[11]</sup>研究表明,密度与行株距配置能够显著影响大豆产量,主要是由于缩小行距,扩大株距使植株分布更均匀合理,有利于改善单株生育状况,提高单株生产力。周勋波等<sup>[12]</sup>研究表明,随植株均匀性变差干物质积累量减少;干物质积累重心随行株距减小而上移。由此看来,“小行距,大株距”是夏大豆获得高产的理想群体分布。但是以往对于大豆种植方式的研究多采用多因素试验,不仅包括行株距配置还包括种植密度等,所以难以真正阐述株行距配置对干物质积累及产量的影响。Norsworthy 等<sup>[13]</sup>和 Holshouser 等<sup>[14]</sup>研究发现,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。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<sup>[15-16]</sup>。本文在相同密度条件下对夏大豆不同行株距配置的叶面积指数、干物质积累分配和产量的变化规律进行探讨,尤其对夏大豆豆荚的构成比例作详细分析,为确定夏大豆高产种植方式和合理的群体结构提供理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料与设计

试验于 2007—2008 年 6~9 月在山东泰安山东农业大学农学实验站(36°10' N, 117°09' E)进行。土壤为壤土,耕层(0~20 cm)含有机质 16.3 g kg<sup>-1</sup>、碱解氮 92.0 mg kg<sup>-1</sup>、速效磷 34.8 mg kg<sup>-1</sup>、速效钾 95.5 mg kg<sup>-1</sup>; 0~60 cm 土层的 pH 6.9, 容重 1.50 g cm<sup>-3</sup>, 田间持水量 38.6%。1971—2006 年,平均年降雨量 701.6 mm, 夏大豆生长的 6~9 月份恰为山东省的雨季,其间降雨量占年降雨量的 60%~70%,一般年份 420~490 mm, 2007 年 6~9 月降雨量 539.1 mm, 比常年略高; 2008 年降雨量 424.4 mm, 属正常情况。

试验地前茬作物为冬小麦,夏大豆供试品种为鲁豆 4 号。冬小麦收获后,于 2007 年 6 月 14 日、2008 年 6 月 18 日按每公顷  $3.09 \times 10^5$  株进行人工点

播。在相同密度条件下设置 5 种不同的植株分布类型,即行距×株距分别为 A: 18 cm×18 cm, B: 27 cm×12 cm, C: 36 cm×9 cm, D: 45 cm×7.2 cm, E: 54 cm×6 cm。小区面积为 4 m×5 m, 4 次重复,随机排列。生育期间不灌水。

### 1.2 干物质积累及分配

自播种后 20 d 起每 10 d 测定一次。每处理取样 3 株, 3 次重复。自子叶节处剪去根系,测量地上部分株高、茎粗、分枝数,然后将叶片、叶柄、主茎、分枝、主茎豆荚、分枝豆荚分开,在 105℃ 下杀青 5~10 min, 再在 80℃ 烘干至恒重,称重<sup>[17]</sup>。

### 1.3 叶面积指数测定

与干物质积累同期,采用打孔称重法测定叶面积<sup>[18]</sup>,通过折算单位土地面积的叶面积求得叶面积指数。

### 1.4 农艺性状及产量测定

收获时每个小区取 10 株, 3 次重复。自然风干后测株高、茎粗、分枝数、主茎及分枝有效英数、主茎及分枝荚重、主茎粒数和分枝粒数、百粒重等。分别于 2007 年 9 月 25 日和 2008 年 9 月 24 日收获,去除边行和小区两头,取群体中间部位 4 m<sup>2</sup> 实收测产,折算成每公顷产量。

### 1.5 气象资料与统计分析

由山东省泰安市农业气象站(距试验地 500 m)提供降水等气象资料;采用 Microsoft Excel 作图,用 DPS 软件统计分析实验数据<sup>[19]</sup>(LSD 法)。

## 2 结果与分析

### 2.1 夏大豆群体内植株分布对叶面积指数的影响

夏大豆整个生育期叶面积指数呈单峰曲线变化(图 1),群体内植株分布对叶面积指数影响主要表现在中期,前期和后期影响较小。两年内各生育期叶面积指数平均值随行距加大而减小。表现为 A>B>C>D>E, 其中 A、B 处理分别高于 E 处理 30%、25%, 达显著差异; A、B 处理间无显著差异。A 处理叶面积指数最大,分别为 8.48 (2007 年)、6.49 (2008 年), 分别高出最低值 E 处理 29%、21%, 差异显著; B 处理叶面积指数分别为 8.48 (2007 年)、6.25 (2008 年), 分别高出 E 处理 29%、16%, 差异显著; A、B 处理间无显著差异。由此表明, A、B 处理在不同降雨年份均表现出较高的叶面积指数。同时,群体对叶面积指数影响的大小还受降雨量的影响, 2007 年较多的降雨扩大了各处理间差异。

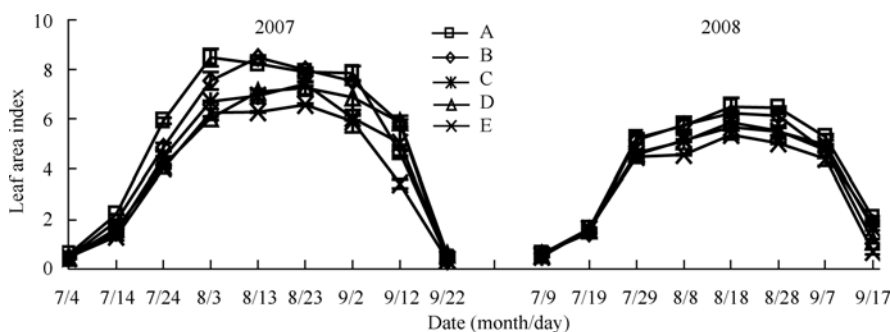


图1 夏大豆群体内植株分布对叶面积指数的影响

Fig. 1 Effect of different density patterns on leaf area index in summer soybean  
A: 18 cm×18 cm; B: 27 cm×12 cm; C: 36 cm×9 cm; D: 45 cm×7.2 cm; E: 54 cm×6 cm.

## 2.2 夏大豆群体内植株分布对干物质积累及分配的影响

夏大豆群体内植株分布对各生育期干物质积累量的影响规律与叶面积指数基本相同,即随行距增大干物质积累量减小(表1)。两年内各生育期干物质总量平均值为A>B>C>D>E, A、B处理分别高于E处理20%、19%,差异显著;A、B处理间无显著差异。干物质积累量于鼓粒期达最高值,此时最高值B处理分别高出E处理28%(2007年)、4%(2008年)。夏大豆干物质阶段积累量随行距增大而减小,阶段积累量最大值B处理比最小值E处理2007、2008年分别高36%、7%。生育前期干物质积累量较少且积累速率较低;随生育进程的推进两参数均增加。

前期干物质积累量主要分配给叶片,随生育进程推进叶片所占比例减少;结荚期茎、叶柄的分配比例开始上升,同时豆荚出现和增大;鼓粒期叶片、茎、叶柄所占比率均大幅度下降,而荚所占比重大幅上升。群体分布对干物质分配量的影响程度也随生育进程而增大,到成熟期影响最大。成熟期A、B、C、D、E处理豆荚分配比例分别为62.4%、62.2%、62.2%、61.7%、60.5%,A处理高出E处理3%;A、B处理分枝重量所占比例较高,分别为3.7%、3.6%,比最低值E处理分别高出46%、44%。结荚期以后A、B处理豆荚重量显著高于E处理,各生育期A、B处理的分枝重量显著高于D、E处理。

以上结果表明,植株分布较均匀的A、B处理总干物质积累量高于C、D、E处理,对各器官干物质分配量也有积极调节作用,尤其在分枝与豆荚重量方面,差异显著。

## 2.3 夏大豆群体内植株分布对豆荚总量及其构成的影响

群体内植株分布显著影响夏大豆豆荚总重量及

其构成比例(图2)。豆荚总重量随行距增大而减小且处理间B>A>C>D>E, A、B处理显著高于E处理;由于降水2007年A处理最高,而2008年B处理最高,但A、B处理间无显著差异。对于主茎荚重量而言,群体分布与其没有显著的相关性。分枝荚重量与行距呈显著负相关( $r = -0.889^*$ ,  $-0.885^*$ ),其中A显著高于C、D、E处理, B显著高于E处理。所以,群体内植株分布对豆荚构成的影响主要表现在分枝荚重量。扩大株距,减小行距有助于个体分枝的生长,从而增加分枝荚重量,改善群体内个体的生育状况。

## 2.4 夏大豆群体内植株分布对产量及其构成因素的影响

群体分布方式对夏大豆产量及其构成因素产生明显影响(表2)。各处理的产量结果为A>B>C>D>E, A、B处理产量显著(2007年)或极显著(2008年)高于D、E处理,其他处理间无显著差异。从产量构成因素来看,主茎粒数与分枝粒数均随行距增大而减小,主茎粒数A处理分别高于E处理14%(2007年)、10%(2008年),差异显著, B处理分别高于E处理18%(2007年)、8%(2008年),差异显著,但A、B间无显著差异;分枝粒数A、B处理分别高于E处理33%、13%,差异显著;总粒数A、B处理分别高于E处理19%、12%,差异极显著;百粒重A处理极显著高于E处理。产量与产量构成要素之间回归分析表明,主茎粒数与产量呈极显著正相关( $r = 0.994^{**}$ ,  $0.981^{**}$ ),分枝粒数与产量呈显著正相关( $r = 0.945^*$ ,  $0.847^*$ )百粒重与产量呈显著正相关( $r = 0.893^*$ ,  $0.971^{**}$ ),由此看出,均匀分布群体是通过提高产量构成因素来提高产量的。

## 3 讨论

赵双进等<sup>[3]</sup>认为,作物群体产量最高时,其单

表 1 夏大豆群体内植株分布对干物质积累及分配的影响  
Table 1 Effect of different density patterns on accumulation and distribution of dry matter in summer soybean (kg hm<sup>-2</sup>)

处理 Treatment	2007 年					2008 年				
	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E
苗期 Seedling stage										
干物质 DM	164 a	138 b	127 c	125 c	127 c	283 a	274 b	270 b	268 b	258 c
茎 Stem	46 a	38 b	37 bc	36 c	34 c	58 a	55 ab	52 b	50 c	47 c
叶 Leaf	92 a	84 ab	83 b	81 b	79 b	198 a	193 a	179 b	175 b	166 b
柄 Petiole	17 a	15 b	14 c	12 d	13 cd	32 a	31 b	29 c	27 d	25 e
开花期 Flowering stage										
干物质 DM	3045 a	2452 b	2220 c	1995 d	2027 d	2800 a	2901 a	2418 b	2333 b	2254 b
茎 Stem	726 a	602 b	550 c	548 c	532 c	882 a	855 a	758 b	742 b	716 b
叶 Leaf	1629 a	1335 b	1188 c	1027 d	1051 d	1342 a	1372 a	1209 b	1086 c	1036 c
柄 Petiole	569 a	434 b	414 b	392 c	366 c	401 a	425 a	367 b	363 b	331 c
枝 Branch	120 a	81 b	68 c	60 c	46 d	116 a	97 b	84 c	76 c	74 c
结荚期 Podding stage										
干物质 DM	7547 ab	7877 a	6633 bc	5981 c	6139 c	8118 a	8269 a	7453 b	7411 b	7282 b
茎 Stem	2142 a	2181 a	1817 b	1681 b	1879 b	1861 a	1741 a	1702 b	1677 b	1697 b
叶 Leaf	2988 a	2888 b	2479 c	2493 c	2389 c	2537 a	2411 b	2357 b	2316 bc	2287 c
柄 Petiole	1394 a	1332 a	1175 b	1094 c	1064 c	1118 a	923 b	876 c	826 d	748 e
枝 Branch	431 a	398 ab	366 b	340 b	249 c	292 a	259 ab	248 b	202 c	192 c
荚 Pod	883 a	841 ab	820 ab	713 b	558 c	2177 a	2039 ab	1991 bc	1955 bc	1943 c
鼓粒期 Graining stage										
干物质 DM	12128 a	13102 a	10628 b	10497 b	10228 b	8702 ab	8896 a	8627 ab	8581 b	8551 b
茎 Stem	2867 a	2762 a	2426 b	2402 bc	2117 c	1580 a	1479 b	1467 b	1459 b	1423 b
叶 Leaf	3346 a	3430 a	2637 b	2772 b	2468 b	2013 a	1928 ab	1906 b	1750 c	1728 c
柄 Petiole	1810 a	1787 a	1562 b	1515 b	1150 c	894 a	863 ab	818 b	780 b	783 b
枝 Branch	676 a	608 a	494 b	463 b	491 b	266 a	265 a	190 b	151 c	120 d
荚 Pod	4015 a	4129 a	3618 b	3317 c	3230 c	4350 a	4486 ab	4380 abc	4131 bc	3821 bc
成熟期 Maturity stage										
干物质 DM	10881 b	10998 a	10546 c	10198 d	9837 e	8589 ab	8772 a	8251 b	8207 b	7892 c
茎 Stem	2381 ab	2506 a	2361 ab	2246 b	2001 c	1528 a	1436 b	1430 b	1405 b	1375 b
叶 Leaf	2153 a	1894 a	1874 a	1426 b	1161 b	1528 a	1615 a	1124 b	860 c	819 c
柄 Petiole	1331 a	1130 ab	1126 ab	1156 b	750 c	872 a	819 ab	749 b	586 c	614 c
枝 Branch	457 ab	503 a	438 bc	399 cd	351 d	273 a	236 ab	195 b	143 c	116 c
荚 Pod	6152 a	6123 a	5947 b	5871 bc	5814 c	5870 ab	6029 a	5757 ab	5407 bc	4893 c

同行标以不同小写字母的值在 0.05 水平差异显著。  
Values followed by different small letters in the same row are significantly different at the 0.05 probability level. DM: dry matter.

株在田间的分布应该处于最佳状态。本试验表明群体分布明显影响夏大豆叶面积指数、干物质积累分配及产量。

3.1 夏大豆群体内植株分布对叶面积指数的影响

韩秉进<sup>[20]</sup>研究指出改善(扩大)空间因子明显增加大豆的单株荚数和百粒重,增大单株叶面积和干物质重,降低株高和结荚部位。本实验研究表明夏大豆各时期叶面积指数平均值与行距呈极显著负相

关( $r = -0.985^{**}, -0.973^{**}$ ),较均匀分布群体叶面积指数较高且持续时间较长。2008 年 A、B、C、D 和 E 整个生育期内平均叶面积指数分别为 4.19、3.99、3.70、3.65 和 3.34,2007 年为 5.14、5.00、4.52、4.43 和 3.85,分别比 2008 年高 23%、25%、22%、21%和 15%;两年内叶面积指数变化趋势一致,但 2007 年各处理叶面积指数明显高于 2008 年,而且高峰值持续时间较长,表明增加降雨量可以显著提高叶面

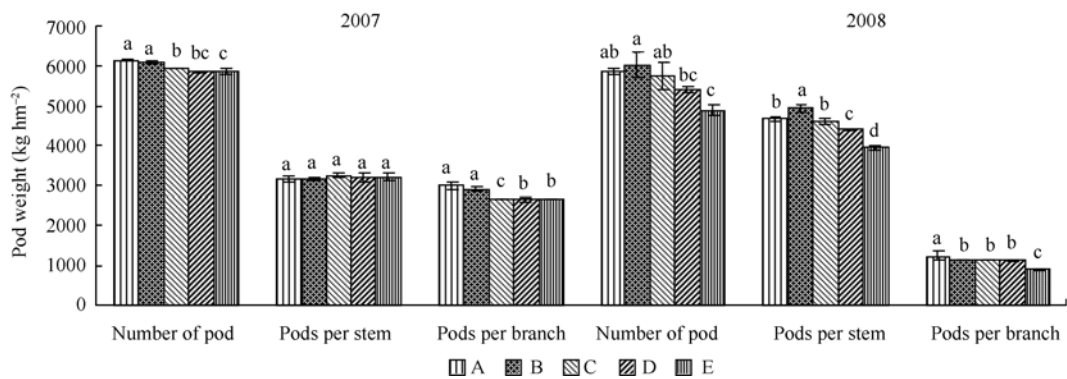


图 2 夏大豆群体内植株分布对豆荚重及其构成因素的影响  
Fig. 2 Effect of different distribution patterns on pod weight and its component in summer soybean

表 2 夏大豆群体内植株分布对产量及其构成因素的影响  
Table 2 Effect of different distribution patterns on yield and yield components in summer soybean

处理 Treat.	株高 PH (cm)	茎粗 ST (cm)	分枝数 BN	总粒数 TSN	主茎有效荚数 VPMS	主茎粒数 SNMS	分枝有效荚数 VPB	分枝粒数 SNB	百粒重 100-SW (g)	产量 Yield (kg hm <sup>-2</sup> )
2007										
A	71.4 aA	0.75 aA	4.2 aA	69.5 abA	20.6 aAB	38.1 abAB	16.9 aA	31.4 aA	18.4 aA	2616 aA
B	71.1 abA	0.76 aA	4.1 aA	70.5 aA	21.6 aA	39.4 aA	16.6 aA	31.1 abA	18.3 aA	2668 aA
C	69.8 abA	0.73 aA	4.0 aA	64.3 abAB	19.0 bBC	34.8 bcAB	16.1 aA	29.5 abAB	18.2 aAB	2340 abA
D	69.6 abA	0.72 aA	3.7 aA	62.1 bcAB	18.4 bcC	33.8 cB	15.4 aA	28.3 bcAB	17.8 aAB	2265 bA
E	69.1 bA	0.68 aA	4.0 aA	60.0 cB	17.9 cC	33.4 cB	15.5 aA	26.6 cB	17.7 aB	2196 bA
2008										
A	62.9 bB	0.66 aA	3.6 aA	92.3 aA	27.80 aA	56.3 aA	14.55 aA	36.0 aA	18.1 aA	2447 aA
B	62.4 bB	0.65 aA	3.5 aAB	81.9 bB	27.75 aA	55.6 aA	13.95 abA	26.3 bB	17.8 aAB	2358 aA
C	63.5 bB	0.60 bA	3.2 aBC	79.5 bBC	25.83 aA	53.5 abA	13.84 abA	26.0 bcB	17.2 abAB	2205 bBC
D	68.2 aA	0.59 bA	3.1 bBC	76.4 cC	25.65 aA	52.1 bA	13.54 abA	24.3 cB	16.6 bAB	2176 bBC
E	66.9 aA	0.59 bA	3.0 bC	75.5 cC	26.22 aA	51.3 bA	12.77 bA	24.2 cB	16.4 bB	2107 bC

同列标以不相同小写和大写字母的值分别在 0.05 和 0.01 水平差异显著。  
Values followed by different letters in the same column are significantly different at the 0.05(small letter) and 0.01(capital letter) probability levels, respectively.  
PH: plant height; ST: stem thickness; BN: branches number; TSN: total seed number; VPMS: valid pods on main stem; SNMS: seed number on main stem; VPB: valid pods on branch; SNB: seed number on branch; 100-SW: 100-seed weight.

积指数, 延长叶片功能期。较均匀分布的群体可改善植株个体的生育状况, 增加群体叶面积指数, 减轻个体间的叶片交互郁闭, 改善通风透光条件, 减少部分叶片死亡, 提高光合效率, 从而提高干物质积累。  
3.2 夏大豆群体内植株分布对干物质积累分配的影响

植物总干物质的累积是作物产量形成的基础<sup>[21]</sup>。国内外研究者证实<sup>[22-24]</sup>, 随着生长中心的转移, 某些器官积累的干物质可以转移到其他更需要生长的器官。本试验研究表明各处理的干物质积累量以及各器官干物质分配量随群体分布均匀性变差而减少, 结荚期以后 A、B 处理豆荚积累量显著高于 E 处理,

由此表明减小行距、增大株距有利提高干物质积累, 同时有助于光合产物的有效分配。2007 年干物质积累明显高于 2008 年, 说明不同生育阶段降雨均可显著增加植株干物质积累量, 尤其是开花期-鼓粒期, 此时正是由营养生长到生殖生长的过渡时期, 适量增加水分供应有助于植株茎叶等营养器官的生长, 为后期的产量形成提供生理基础。不同年份间各处理器官干物质积累趋势一致, 豆荚积累量在结荚鼓粒期 2008 年稍高, 然而成熟期却低于 2007 年。2008 年除分枝荚数外其他两项均高于 2007 年, 而百粒重低于 2007 年。降雨的影响主要是对营养生长, 而对生殖生长主要是防止早衰, 提高百粒重, 最后使产

量得以提高。总结两年结果可以看出, 行距加大后株距减少, 使行内个体间竞争激励, 导致营养分配失调是非均匀分布群体产量下降的主要原因。

### 3.3 夏大豆群体内植株分布对产量及其构成因素的影响

群体内植株分布显著影响夏大豆产量及其构成因素。产量与行距呈显著负相关( $r = -0.925^*$ ,  $-0.975^{**}$ ); 主茎粒数与行距呈显著负相关( $r = -0.881^*$ ,  $-0.987^{**}$ ); 分枝粒数与行距呈显著负相关( $-0.982^{**}$ ,  $-0.912^*$ ); 总粒数与行距呈显著负相关( $-0.945^*$ ,  $-0.916^*$ ); 百粒重与行距呈极显著负相关( $r = -0.965^{**}$ ,  $-0.991^{**}$ )。降雨较多年份(2007年) B处理产量较高, 而降雨正常年份(2008年) A处理产量较高, 但各年份内 A、B处理间无显著差异。由此表明, 植株分布较均匀的群体无论在那种降水条件下都能够提高群体产量。

### 3.4 夏大豆群体内植株分布对豆荚构成比例的影响

以往研究都是从产量的高低来决定一种种植方式的优劣。本文着重从豆荚的构成比例分析了群体分布对产量的影响, 从而更细致地阐明了产量提高的原理。研究表明, 夏大豆豆荚总重量随行距增大而减少; 主茎荚重量与行距无显著相关性; 分枝荚重量是影响总豆荚重量提高的主要原因。但是, 对于有限型分枝的大豆品种均匀分布未必是最好的群体分布类型。降雨较充足年份(2007年)主茎荚重量与分枝荚重量所占比例差异较小, 而降雨较少年份主茎荚重量所占比例明显高于分枝荚重量, 这主要是由于降水较多时营养生长旺盛, 降低了主茎对分枝营养物质的竞争。

## 4 结论

行株距配置较均匀的 A、B 群体能够显著提高群体叶面积指数, 达到扩源的目的, 使干物质积累量增加; A、B 处理间无显著差异, 但 A 处理在实际生产过程对病虫害的防治等管理措施带来较大困难, 因此推荐 B 处理为大田生产的最优群体。

## References

- [1] Liu X-B(刘晓冰), Jin J(金剑), Wang G-H(王光华), Herbert S J, Hashemi A M. Influences of row-spacing on competing limited resources in soybean. *Soybean Sci* (大豆科学), 2004, 23(8): 215–221 (in Chinese with English abstract)
- [2] Liu X-B(刘晓冰), Jin J(金剑), Wang G-H(王光华), Zhang Q-Y(张秋英), Herbert S J. Eco-physiological characters of high yielding population in soybean. *Chin J Oil Crop Sci* (中国油料作物学报), 2003, 25(3): 109–112 (in Chinese with English abstract)
- [3] Zhao S-J(赵双进), Zhang M-C(张孟臣), Yang C-Y(杨春燕), Wang W-X(王文秀). Effect of culture factors on growth and yield of soybean: I. Effect of sowing date, density, space in row and plant space on yield. *Chin J Oil Crop Sci* (中国油料作物学报), 2002, 24(12): 29–32 (in Chinese with English abstract)
- [4] Ethredge W J, Ashley D A, Woodruff J M. Row spacing and plant population effect on yield components of soybean. *Agron J*, 1989, 81: 947–951
- [5] Jin J(金剑), Liu X-B(刘晓冰), Wang G-H(王光华), Herber S J. A comparative study on physiological characteristics during reproductive growth stage in different yielding types and maturities of soybean. *Acta Agron Sin* (作物学报), 2004, 30(12): 1225–1231 (in Chinese with English abstract)
- [6] Wang X-M(王晓梅), Cui C(崔冲), Fang Z(房正), Zhao Q-L(赵庆丽). The effect of different densities on population structure in soybean. *Jilin Agric Sci* (吉林农业科学), 1996, (4): 39–42 (in Chinese with English abstract)
- [7] Zhang J-X(章建新), Zhai Y-L(翟云龙), Xue L-H(薛丽华). Effect of plant density on growth tendency, dry matter accumulation and distribution in high yield spring soybean. *Soybean Sci* (大豆科学), 2006, 25(1): 1–5 (in Chinese with English abstract)
- [8] Gou L(勾玲), Hong J-J(黄建军), Zhang B(张宾), Li T(李涛), Sun Y(孙锐), Zhao M(赵明). Effects of population density on stalk lodging resistant mechanism and agronomic characteristics of maize. *Acta Agron Sin* (作物学报), 2007, 33(10): 1688–1695 (in Chinese with English abstract)
- [9] Song Q-J(宋启建), Wu T-X(吴天侠), Qiu J-X(邱家驯), Gai J-Y(盖钧镒). Effect of soybean population and space on yield and other agronomic traits of different types of variety. *Soybean Sci* (大豆科学), 1995, 14(1): 40–46 (in Chinese with English abstract)
- [10] Zhang W(张伟), Zhang H-J(张惠君), Wang H-Y(王海英), Xie F-T(谢甫缙), Chen Z-W(陈振武). Effects of spacing and planting densities on agronomic traits and yield in high-oil soybeans. *Soybean Sci* (大豆科学), 2006, 3(5): 283–287 (in Chinese with English abstract)
- [11] Liu Z-T(刘忠堂). Study on technology for high yield of solid-seeded soybean. *Soybean Sci* (大豆科学), 2002, 21(2): 117–122 (in Chinese with English abstract)
- [12] Zhou X-B(周勋波), Sun S-J(孙淑娟), Chen Y-H(陈雨海), Yang G-M(杨国敏), Yang R-G(杨荣光). Effect of plant-row spacings on solar utilization, dry matter weight and yield in summer soybean. *Chin J Oil Crop Sci* (中国油料作物学报), 2008, 30(3): 322–326 (in Chinese with English abstract)
- [13] Norsworthy J K, Shipe E R. Effect of row spacing and soybean genotype on main stem and branch yield. *Agron J*, 2005, 97: 919–923
- [14] Holshouser D L, Whittaker J P. Plant population and row-spacing effects on early soybean production systems in the Mid-Atlantic USA. *Agron J*, 2002, 94: 603–611
- [15] Li S-X(李生秀), Wei J-J(魏建军), Liu J-G(刘建国), Gao Z-J(高

- 振江). Effects of planting with narrow line and proper density on canopy structure light penetration of soybean. *Xinjiang Agric Sci* (新疆农业科学), 2005, 42(6): 412–414(in Chinese with English abstract)
- [16] Dong Z(董钻). Soybean Yield Physiology (大豆产量生理). Beijing: China Agriculture Press, 1999. pp 135–137 (in Chinese)
- [17] Zhang X-Z(张宪政). Crop Physiology Research Method (作物生理研究法). Beijing: China Agriculture Press, 1999. pp 37–47 (in Chinese)
- [18] Zhao Z-Y(赵增煜). General Experimental Methods of Agricultural Sciences (常用农业科学试验法). Beijing: Agriculture Press, 1986 (in Chinese)
- [19] Tang Q-Y(唐启义), Feng M-G(冯明光). Utility Statistics Analysis and Data Processing System (实用统计分析及其 DPS 数据处理系统). Beijing: Science Press, 2002. pp 333–339, 367–373 (in Chinese)
- [20] Han B-J(韩秉进). Effects of improving space factors on growth and yield of soybean. *Acta Agron Sin* (作物学报), 2006, 32(7): 1097–1100 (in Chinese with English abstract)
- [21] Zhang Y-S(张银锁), Yu Z-R(宇振荣), Driessen P M. Experimental study of assimilate production, partitioning and translocation among plant organs in summer maize (*Zea mays*) under various environmental and management conditions. *Acta Agron Sin* (作物学报), 2002, 28(1): 104–109 (in Chinese with English abstract)
- [22] Rajcan J, Tollenaar M. Effect of source-sink ratio on dry matter accumulation and leaf senescence of maize. *Can J Plant Sci*, 1982, 62: 855–860
- [23] Jones R J, Simmons S R. Effect of altered source-sink ratio on growth of maize kernels. *Crop Sci*, 1983, 23: 129–134
- [24] Liu K-L(刘克礼), Liu J-H(刘景辉). A study on the regularity of accumulation, distribution and translocation of dry matter in spring maize. *J Inner Mongolia Inst Agric Anim Husb* (内蒙古农牧学院学报), 1994, 15(1): 1–10 (in Chinese with English abstract)

## 《农业展望》2010 年征订启事

《农业展望》是由中华人民共和国农业部主管、农业部市场与经济信息司指导、中国农业科学院农业信息研究所主办的综合性农业科技类期刊。创刊于 2005 年，设有“产品预测”、“农业生产展望”、“农业消费展望”、“农业贸易展望”、“农业经济展望”、“农业科技展望”和“数据信息”7 大主要栏目。重点报道对农业经济形势、农业科技与农业、农产品贸易的分析和展望，既强调对农业经济领域的短期分析，也侧重于对农业政策、产业发展、农业贸易、农产品供需和粮食安全等的长期展望，并且每期都以一定篇幅刊载国内外主要农产品数据信息，是政府机关、研究机构、农业企业、金融单位、期货市场、进出口商等开展经济分析、市场预测、投资判断、生产决策的可靠参考资料。欢迎大家踊跃投稿和订阅《农业展望》杂志，欢迎来电来函洽谈广告业务。

本刊为月刊，国内外公开发行，每册定价 15.00 元，全年定价 180.00 元。国内统一刊号：CN 11-5343/S；国际统一刊号：ISSN 1673-3908。广告许可证：京海工商广字第 0095 号。全国各地邮局均可订阅，邮发代号：80-283。

地址：北京市海淀区中关村南大街 12 号《农业展望》编辑部（邮编：100081）

电话：010-82109913；E-mail: nyzwcaas@sina.com; nyzw@caas.net.cn