

# 群体配置对大豆品种黑农 51 产量和相关性状发育作用的初步分析

林蔚刚, 吴俊江, 钟 鹏, 董德健  
(黑龙江省农业科学院大豆研究所, 哈尔滨 150086)

**摘要:** 通过对正方形和传统垄作栽培模式下不同群体密度的产量表现及相关的产量性状进行研究, 结果初步表明, 正方形最佳田间密度为  $15.32 \text{ 株} \cdot \text{m}^{-2}$ , 最高理论产量为  $2\,585.70 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ ; 垄上双行栽培最佳密度为  $19.9 \text{ 株} \cdot \text{m}^{-2}$ , 最高理论产量为  $3\,159.35 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ ; 垄上双行最高产量高于正方形栽培; 单株产量的有效株行距为  $62.43 \text{ cm} \times 62.43 \text{ cm}$ , 与传统垄作垄距  $65 \sim 70 \text{ cm}$  是接近的, 说明对于繁茂型晚熟大豆品种而言, 传统的  $65 \sim 70 \text{ cm}$  垄作模式仍然不失为一种实用有效的栽培技术模式。7 月中旬以后旱情导致 LAI 在  $R_4$  期下降; 在  $R_4$  和  $R_6$  期,  $25.0 \sim 44.4 \text{ 株} \cdot \text{m}^{-2}$  不同密度间的 LAI, 传统垄作高于正方形模式; 在分枝期( $V_6$ )干物质积累量最低, 同期根冠比相对最高, 表明前期是根系发育优先期; 在  $R_6$  期从  $5.9 \sim 36.6 \text{ 株} \cdot \text{m}^{-2}$  密度范围内, 传统垄作栽培模式单株干物质积累值显著高于正方形栽培模式; 与平作为特点的正方形栽培相比, 传统垄作模式有利于根系发育。

**关键词:** 大豆; 群体配置; 正方形栽培; 传统垄作

中图分类号: S565.1      文献标识码: A      文章编号: 1002-2767(2008)05-0033-05

## Effect of Different Distribution of the Population on Development of Plant and Yield of Heinong51 Soybean Variety

LIN Wei-gang, WU Jun-jiang, ZHONG Peng, DONG De-jian  
(Soybean Institute of Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Harbin 150086)

**Abstract:** The object of this work is to study on the yield under different plant density and characteristics related to yield between square and conventional ridge systems as the base work for improving yield of late maturity soybean varieties. The results were as follows: The maximum seed yield were estimated as  $2\,585.70 \text{ kg}$  per hectare with the density of  $15.32$  plants per square meter for square system, as  $3\,159.35 \text{ kg}$  per hectare with the density of  $19.9$  plants per square meter for conventional ridge system, and the maximum yield of conventional ridge system was higher than square system. Effective plant/ row spacing of seed weight per plant was  $62.43 \text{ cm} \times 62.43 \text{ cm}$ , and this value was similar to  $65 \sim 70 \text{ cm}$  ridge spacing of conventional ridge system. Conventional ridge system still played an important role for the thrifty late maturity variety. Leaf Area Index (LAI) fell at  $R_4$  stage due to drought after second ten days in July; and between  $R_2$  and  $R_4$  stage LAI under conventional ridge system was higher than that of square system significantly, from  $25.0$  to  $44.4$  plants per square meter. The mean values of dry weight per plant accumulated were the lowest at  $V_6$  stage meanwhile the ratio between root and shoot were the highest, and this indicated that roots developed in priority at early stage of the growing period. At  $R_6$  stage, dry weight per plant accumulated were higher than conventional ridge system significantly, from  $5.9$  to  $36.6$  plants per square meter. Compared with square growing system, the practices of conventional ridge system were propitious to the development of root systems.

**Key words:** soybean [ *Glycine max* ( L. ) Merr. ]; distribution of the population; square system; conventional ridge system

收稿日期: 2008-03-19  
基金项目: 国家“ 十一五” 科技攻关项目(2006BAD21B01); 黑龙江省“ 十一五” 科技攻关项目 GA06B101-1-2)  
第一作者简介: 林蔚刚(1955-), 男, 黑龙江省绥化市人, 副研究员, 主要从事大豆栽培研究。 E-mail: linweigang99@126.com。

在大豆产量构成因素中, 群体产量是大豆最主要的产量因素。关于大豆群体田间合理配置, 国内外学者做了大量研究。Cooper R L<sup>[1]</sup>建立了以矮秆和半矮秆品种为核心的大豆窄行密植栽培技术体

系,提出增加密度、缩小行距、增大株距的窄行密植栽培方法;董钻等<sup>[2]</sup>研究了群体结构与产量的关系,指出大豆群体是具有高度自动调节功能的系统,品种分枝多少和结荚状况因土壤肥力和种植密度不同而有较强的可塑性;刘忠堂<sup>[3]</sup>引进了 R. L. Cooper 半矮秆栽培技术体系并进行了相关的研究,结果表明,大豆窄行密植,植株分布合理,增加了绿色面积并提高了光能利用率,使大豆获得显著增产;韩秉进<sup>[4]</sup>的研究结果指出,传统生产上广泛采用 67~70 cm 的垄作,已超过大豆的有效株行距,造成了土壤资源等的浪费,采用 45~50 cm 的垄距更有利于大豆群体产量的提高。以上研究中,Cooper 和刘忠堂先生的研究以及韩秉进等的研究是针对早熟矮秆或半矮秆品种进行研究的,而对于黑龙江省中南部以及吉林部分地区分布的中晚熟的较为繁茂的大豆品种类型的群体结构而言,采用何种群体配置更为有利于增加群体产量,报道较少。本试验的目的是通过对晚熟品种黑农 51 在传统垄作和正方形平作栽培对比研究,对黑龙江省晚熟大豆品种群体优化配置进行初步探索。

### 1 材料与方法

本试验于 2007 年在黑龙江省农业科学院大豆研究所试验园区内实施。供试品种为黑龙江省晚熟大豆品种黑农 51( $\geq 10^{\circ}\text{C}$  有效积温为  $2\,800^{\circ}\text{C}$ )。采用随机区组设计,4 次重复,8 m 行长,垄距 70 cm,6 行区,小区面积  $33.6\text{ m}^2$ ,传统垄作(垄上双条播)保持原垄形,在正方形栽培处理区,将相同面积的 70 cm 垄作区变成平作区。施肥量按照磷酸二铵 150、尿素 30、硫酸钾  $105\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$  的水平施入。传统垄上双行栽培区田间管理和大田相同,进行两次中耕和化学除草,正方形栽培免中耕作业,除草作业和垄上双行相同。

表 1 不同密度(单株营养面积)处理的行内株距对照

田间密度/ $\text{株}\cdot\text{m}^{-2}$	5.9	16.0	25.0	36.6	44.4
正方形栽培株距/cm	41.0	25.0	20.0	17.0	15.0
正方形单株营养面积/ $\text{cm}^2$	1681	625	400	289	225
垄上双行栽培株距/cm	48.4	17.9	11.4	7.8	6.4

在生育期内测定叶面积指数、单株干重和株根干重、根系的各项发育指标(单株根长、单株根表面积、单株根体积等),生育期间每次取样 10 株进行测定。用 LC4800 SCANNER 进行根系扫描分析。收获时小区测产面积  $10.0\text{ m}^2$ 。

### 2 结果与分析

#### 2.1 群体产量和单株产量

作物产量的构成是由个体与群体共同决定

34

的<sup>[5]</sup>。不同密度下群体内个体所占有的营养空间不同,所形成的籽粒产量也不同。对不同密度下的产量优化分析表明,正方形栽培产量优化结果为:最佳田间密度  $X=15.32\text{ 株}\cdot\text{m}^{-2}$ ,最高理论产量为  $Y=2585.70\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$  其产量优化方程式为  $Y=2\,311.69+35.75x-1.166x^2$ ,  $R=0.9445$ ;垄上双行优化结果为:最佳密度  $X=19.9\text{ 株}\cdot\text{m}^{-2}$ ,最高理论产量  $Y=3\,159.35\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ ,产量方程式为  $Y=2672.15+48.76x-1.22x^2$ ,  $R=0.9326$ 。对比这两个不同栽培模式,垄上双行最高产量高于正方形栽培,最佳产量高峰出现的密度也不同,正方形栽培在相对稀植状态下产量表现较好,垄上双行相对密植产量较高,这说明正方形栽培在稀植条件下单株增产潜力较大,垄上双行则主要是靠群体产量。正方形栽培模式的单株营养面积和单株粒重表现为如下关系:  $Y_{\text{单株粒重}}=-4.7272+0.0372x-0.00004772x^2$ ,在单株营养面积为  $3\,897.73\text{ cm}^2$  时单株粒重值最高,对应的株行距为  $\sqrt{3897.73}=62.43\text{ cm}$ ,这一株行距就是单株产量的有效株行距,这个数值和传统垄作 65~70 cm 垄距是接近的。

#### 2.2 叶面积指数(LAI)变化

群体叶面积指数是决定光合产物数量的重要性状,叶面积指数大小直接反映了大豆群体的发育状况,最终决定产量。图 1a 和图 1b 的结果表明了正方形和传统垄作栽培模式 LAI 的不同密度处理间差异和不同生育期生长趋势。分枝期( $V_6$ )到盛花期( $R_2$ )正方形和传统垄作栽培 LAI 随田间密度增加呈显著增加趋势,盛荚期( $R_4$ )和鼓粒期( $R_6$ )降低;正方形和传统垄作模式在盛花期密度为  $25.0、36.6、44.4\text{ 株}\cdot\text{m}^{-2}$  处理相对较高;在盛荚期( $R_4$ )和鼓粒期( $R_6$ ),正方形栽培的 LAI 从  $16.0\sim44.4\text{ 株}\cdot\text{m}^{-2}$  处理间各密度差异不显著,垄上双行栽培从  $25.0\sim44.4\text{ 株}\cdot\text{m}^{-2}$  处理间差异亦不显著。今年 7 月中旬至 8 月末的降雨量偏低是正方形和传统垄作栽培 LAI 在  $R_4$  期下降的重要原因,耕层土壤水分不能充分满足大豆植株发育的需求,引起叶片过早脱落。两种栽培模式对比结果(图 1A 至图 1E)表明,在  $V_6$  期两种模式无显著差异;在  $R_4$  期和  $R_6$  期,  $25.0\sim44.4\text{ 株}\cdot\text{m}^{-2}$  密度间 LAI 传统垄作高于正方形模式。

#### 2.3 单株干物质积累和分配动态

大豆的干物质的积累是产量形成的物质基础。图 2A 和图 2B 反映了这两种不同栽培模式干物质积累动态,种植密度的增加导致了单株营养面积的下降,造成了单株干物质积累的下降,  $V_6$  期干物重最低,高密度处理  $36.6\text{ 株}\cdot\text{m}^{-2}$  和  $44.4\text{ 株}\cdot\text{m}^{-2}$  的

R<sub>4</sub>期和 R<sub>6</sub>期差异不显著,表明这两个高密度处理盛荚期之后干物质积累不再增加。正方形和传统垄作栽培对比结果(图 2a ~2e)表明,生于前期 V<sub>6</sub>和 R<sub>2</sub>期两种栽培模式差异不显著,在 R<sub>6</sub>期从 25.0 ~36.6 株·m<sup>-2</sup> 范围内,传统垄作栽培模式显著高于正方形栽培模式。

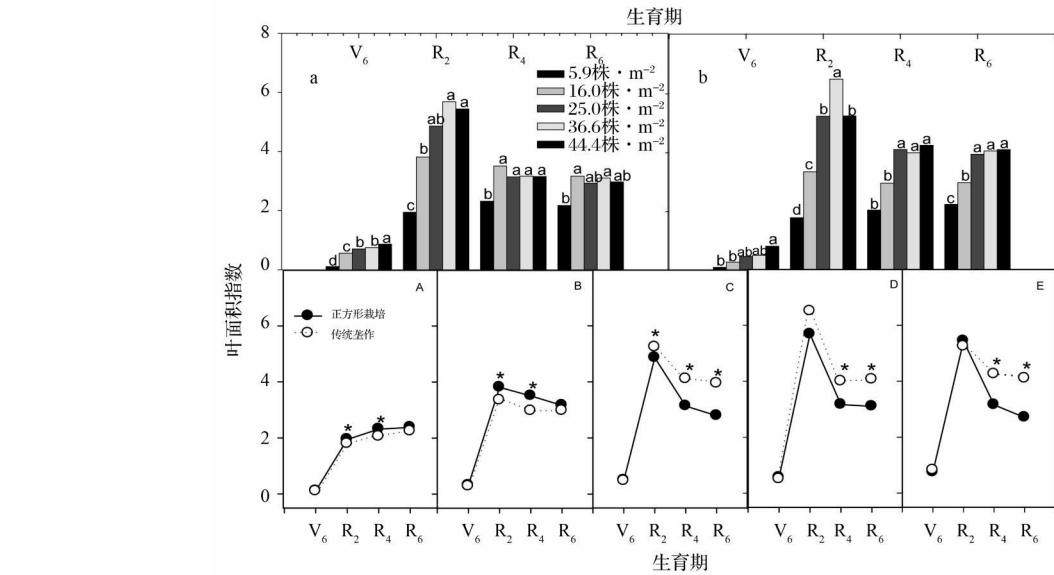


图 1 叶面积指数变化趋势

图 1a: 不同生育期正方形叶面积指数变化趋势; 图 1b: 不同生育期传统垄作叶面积指数变化趋势; 图 1A, 图 1B, 图 1C, 图 1D, 和图 1E 分别代表 5.9、16.0、25.0、36.6 和 44.4 株·m<sup>-2</sup> 的种植密度条件下不同生育期正方形和传统垄作栽培的 LAI 动态; 带有字符 \* 的平均值表明 P < 0.05 水平显著; 下同。

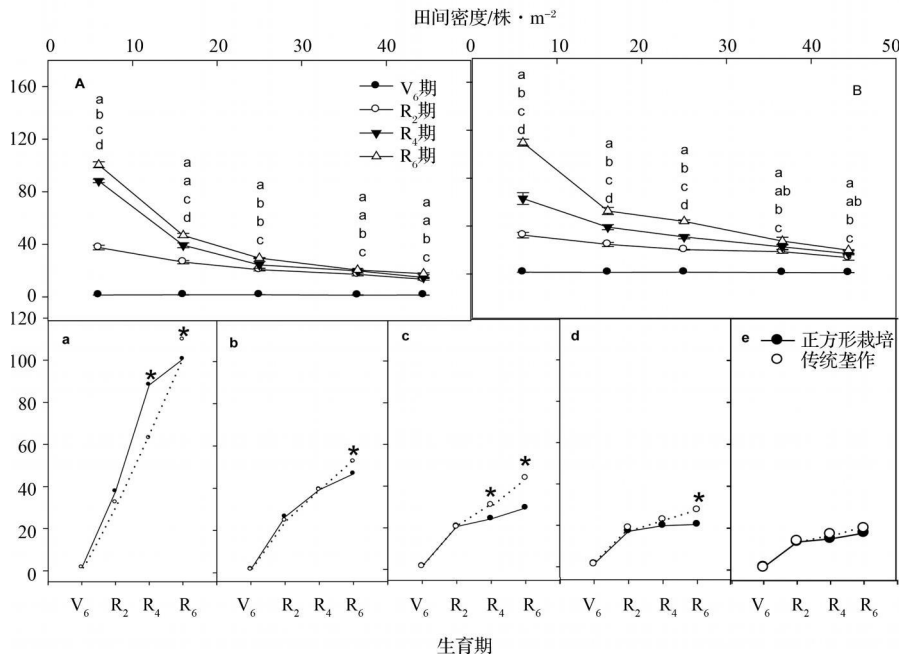


图 2 干物质积累动态

图 2A: 正方形栽培条件下不同种植密度干物质积累动态; 图 2B: 传统垄作条件下不同种植密度单株干物质积累动态; 图 2a, 图 2b, 图 2c, 图 2d 和图 2e 分别代表 5.9、16.0、25.0、36.6 和 44.4 株·m<sup>-2</sup> 的种植密度下不同生育期正方形和传统垄作栽培的干物质积累动态

图 3 反映了干物质积累分配的变化趋势, 两种模式的 V<sub>6</sub>期根冠比(%)均显著高于其它生育时期(图 3a 和图 3b), 这表明生育前期是根系发育的优先时期, 前期良好的根系发育为中后期根系营养吸收打下坚实的基础; 随大豆生育进程的推进, 根冠比(%)呈下降趋势(图 3A、3B), 这表明进入营养生长阶段以后, 植株的地上部分发育加速; 不同田间密度处理间根冠比(%)除垄作栽

培模式下 V<sub>6</sub>期表现为差异显著外,其他各处理差异均不显著。

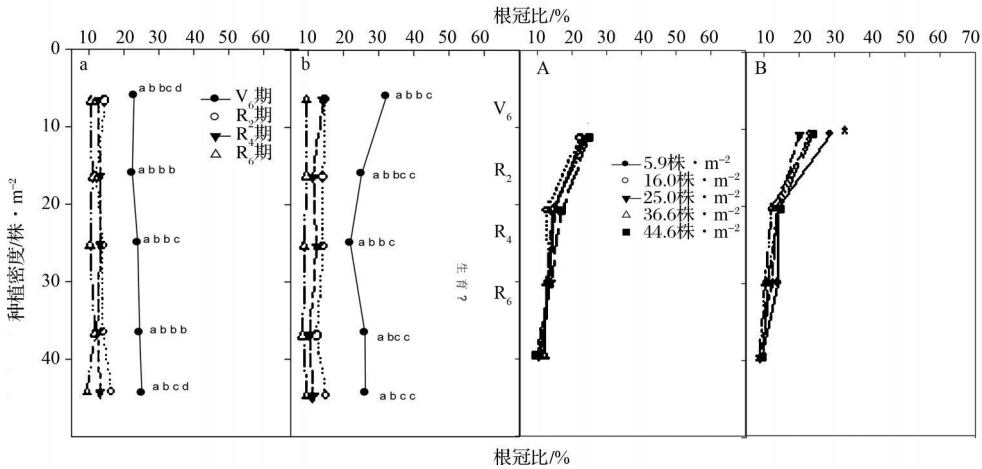


图 3 根冠比变化趋势

图 3a: 不同密度条件下正方形栽培根冠比/%变化趋势; 图 3b: 不同密度条件下传统垄作栽培根冠比/%变化趋势; 图 3A: 不同生育期正方形栽培根冠比/%变化趋势; 图 3B: 不同生育期传统垄作栽培根冠比/%变化趋势

图 4~6 表明了部分根系性状在生育季节内的变化动态。其中单株根体积(图 4a 和图 4b)从 V<sub>6</sub>~R<sub>4</sub>期, 两种模式均呈增长趋势, 但是在 R<sub>4</sub>~R<sub>6</sub>期基本停止增长, 两种模式表现了相同的趋势; 在盛花期以后传统垄作模式根系总长持续增长, 正方形栽培则增长缓慢或停止增长(图 5a 和图 5b); 从 V<sub>6</sub>至 R<sub>4</sub>期这两种栽培

模式根系总表面积均呈持续增长趋势, 但是 R<sub>4</sub>~R<sub>6</sub>期正方形栽培停止增长, 而传统垄作模式则持续增长(图 6a 和图 6b)。传统垄作模式中耕培土措施有利于根系发育, 根系总长和根系总表面积的后​​期持续发育, 而正方形栽培模式为平作模式, 没有中耕培土措施, 抗旱能力较弱, 根长和根系总表面积发育基本停止。

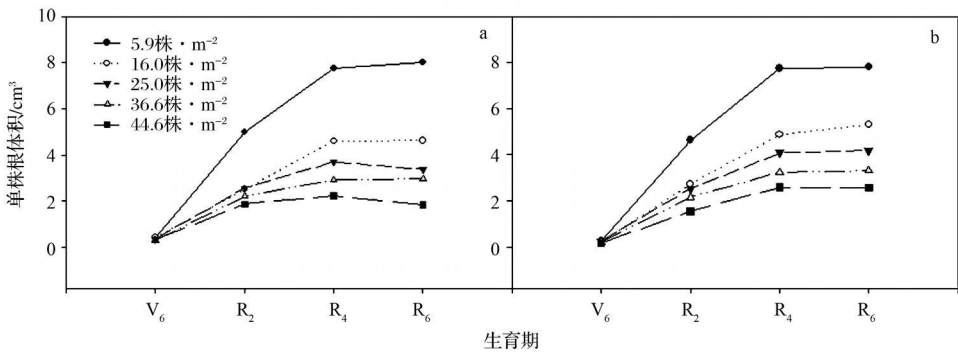


图 4 根体积变化趋势

图 4a: 正方形模式单株根体积变化趋势; 图 4b: 传统垄作模式单株根系总长变化趋势

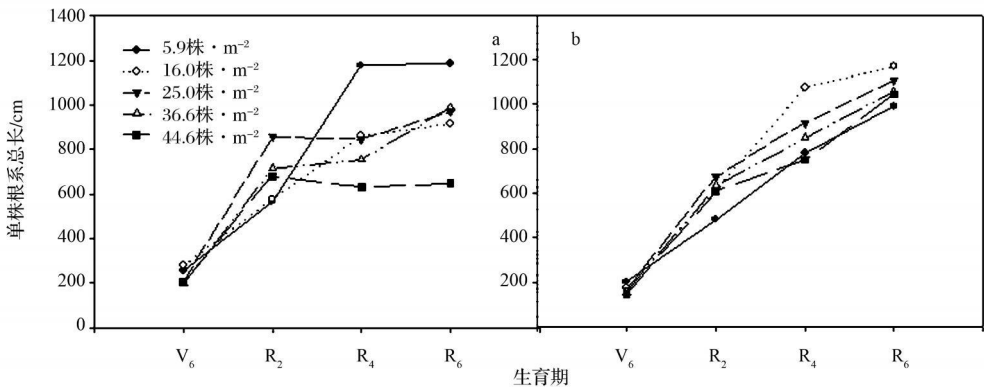


图 5 根长变化趋势

图 5a: 正方形栽培模式单株根系总长变化趋势; 图 5b: 传统垄作模式单株根系总长变化趋势

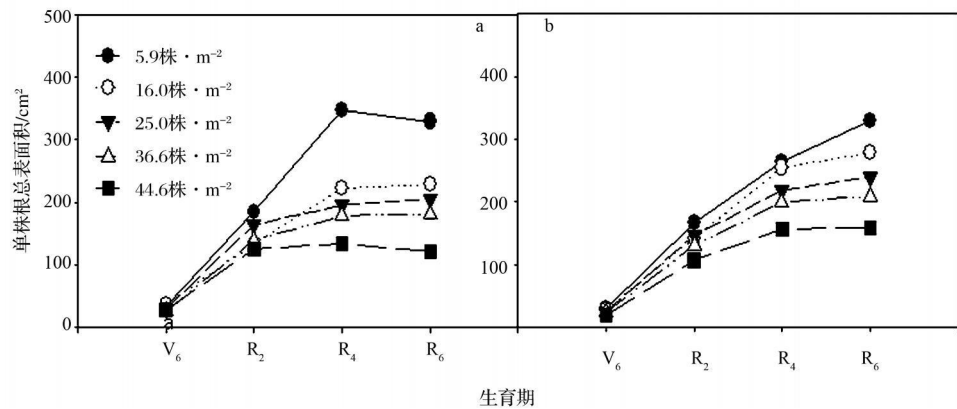


图6 根系总表面积变化趋势

图6a: 正方形栽培模式单株根系总表面积变化趋势; 图6b: 传统垄作栽培模式单株根系总表面积变化趋势

### 3 讨论

本试验结果表明,在相同的田间密度条件下,正方形和传统垄上双行栽培的产量优化结果不同,产量性状的表现亦有差异。正方形最佳田间密度为 $9.72\text{株}\cdot\text{m}^{-2}$ ,最高理论产量为 $2\,684.22\text{kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ ;垄上双行栽培最佳密度为 $19.9\text{株}\cdot\text{m}^{-2}$ ,最高理论产量为 $3\,159.35\text{kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ ;单株产量的有效株行距为 $62.43\text{cm}\times 62.43\text{cm}$ ,这个数值和传统垄作 $65\sim 70\text{cm}$ 垄距是接近的。对比这两个不同栽培模式,垄上双行最高产量高于正方形栽培,最佳产量高峰出现的田间密度(单株营养面积)也不同。本试验结果初步表明对于繁茂性较强的晚熟大豆品种而言,传统的 $65\sim 70\text{cm}$ 垄作模式有利于群体内单株个体的发育和产量的形成,在目前仍然是一种实用有效的栽培技术模式。

这两种栽培模式 $R_4\sim R_6$ 期,从 $25.0\sim 44.4\text{株}\cdot\text{m}^{-2}$ 的不同密度处理间LAI无显著差异,这表明了在封垄以后群体内部的调节功能;二者在生育前期的 $V_6$ 和 $R_2$ 期呈增长态势, $R_4$ 和 $R_6$ 期下降,2007年7月中旬至8月中上旬的偏旱气候是盛花期以后LAI停止增长或下降的主因。两种栽培模式对比,在 $R_4$

和 $R_6$ 期,传统垄作模式高于正方形栽培模式。

单株干物质积累随着种植密度的增加而下降,营养生长期( $V_6$ )干物质积累量最低,同期的根冠比最高,说明营养生长期( $V_6$ )根系优先发育,前期良好的根系发育为中后期根系营养吸收提供必要的物质保证。正方形和传统垄作栽培对比结果表明,在鼓粒期从 $25.0\sim 36.6\text{株}\cdot\text{m}^{-2}$ 范围内,传统垄作栽培模式干物质积累显著高于正方形栽培模式。

与具有平作特点的正方形栽培相比,传统垄作模式有利于根系发育,在结英期~鼓粒期单株根系总长和根总表面积持续发育。

#### 参考文献:

- [1] Cooper R L. Breeding semi dwarf soybean [J]. Plant breeding reviews, 1985, 3: 289-311.
- [2] 董钻,孙卓韬.大豆株型、群体结构与产量关系的研究. I 大豆群体的自动调节和群体内光强、 $\text{CO}_2$ 的分布[J].大豆科学, 1984, 3(2): 110-119.
- [3] 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): 117-121.
- [4] 韩秉进,陈渊,金剑.大豆有效营养面积研究.中国油料作物学报, 2002, 24(4): 33-37.
- [5] 韩秉进,陈渊,孟凯等.作物有效土壤营养面积的研究[J].土壤学报, 2003, 40(5): 711-716.

### 欢迎订阅 2009 年《河南农业科学》

《河南农业科学》是河南省农业科学院主办的综合性农业科技期刊,主要报道粮食作物、经济作物、土壤肥料、水资源高效利用、植物保护、果树蔬菜、畜牧兽医、特种种植及养殖等方面的研究成果和先进技术。多年来,深受省内外农业科技人员、农业院校师生、基层干部和农民的喜爱,曾多次得到有关部门的奖励,连续被评为“全国中文核心期刊”、“全国优秀农业期刊”,连续获“河南省优秀科技期刊一等奖”。2006年被评为“中国科技核心期刊”、“中国农业核心期刊”。为了进一步扩大信息量,满足多层次读者的需求,本刊将进一步突出创新性、学术性、指导性;进一步加大对重大、重点项目以及基金项目、创新性成果的报道力度。同时,继续加强对科技新动态、生产新动向、市场新需求的报道。

本刊为月刊,国际标准16开本,120页,彩色封面,每期定价5.00元,全年60元。各地邮局均可订阅,邮发代号:36—32。如错过订期,可直接与本刊编辑部联系订阅。

地址:郑州市农业路1号

邮编:450002

电话:0371—65739041

E-mail: hnnykx@163.com

hnny@chinajournal.net.cn

传真:0371—65712747