

# 不同密度对大豆生理特性的影响

王 昱,范杰英,王 玮,姜晓丽,张世忠

(吉林省农业科学院,吉林 长春 130033)

**摘要:**为确定大豆高产栽培合理密度,以长农 18 大豆为试验材料,研究了不同密度对大豆生理特性的影响。结果表明:叶绿素含量变化均呈现先升高后降低的趋势,光合速率呈现双峰曲线变化,出现了两次光合高峰值。蒸腾速率、气孔导度由  $V_4$  期的最大值逐渐降低到  $R_7$  期的最小值。单株干物质积累量呈“S”形曲线的变化,在  $R_7$  期达到最大值。种植密度对叶绿素含量的影响是,从  $V_4$  之后到  $R_7$  期之前表现出明显差异,低密度的叶绿素含量高于高密度的叶绿素含量,在一定密度范围内,随着种植密度的增加光合速率降低,胞间  $CO_2$  浓度升高,群体叶面积指数变大,单株干物质积累量逐渐减少。蒸腾速率和气孔导度变化趋势基本相同,随着种植密度的降低蒸腾速率升高、气孔导度变大。

**关键词:**大豆;密度;生理特性

**中图分类号:**S565.1

**文献标识码:**A

**文章编号:**1002-2767(2012)08-0038-03

农作物栽培中,合理的群体密度是确保高产稳产的主要措施之一,不同的群体密度对大豆的生长发育影响不同。种植密度大,植物个体所拥有的空间和营养面积小,个体生长细弱;种植密度小,个体所拥有的光、气、水、肥份额大,个体长势健壮<sup>[1-6]</sup>。大豆是典型的  $C_3$  植物,一般产量不高。大豆的产量和光合作用除了受品种遗传特性的影响,还与环境和栽培措施密切相关。合理密植是大豆增产的有效措施。该研究以长农 18 为试验材料,研究了不同密度对大豆生理特性的影响。从而找出密度对大豆生理特性的影响规律,为大豆高产栽培确定合理密度提供依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

供试大豆品种为长春市农业科学院提供的长农 18。

### 1.2 方法

试验于 2008 年在吉林农业大学作物研究中心试验田进行。试验采用随机区组排列,共设 24 个小区,3 次重复,每小区 5 行,行长 5 m,小区面积 16.25 m<sup>2</sup>。于 2008 年 4 月末播种,密度试验在同一施肥量条件下进行,共设 4 个密度水平,15 万株·hm<sup>-2</sup> (B1),20 万株·hm<sup>-2</sup> (B2),25 万株·hm<sup>-2</sup> (B3)和 30 万株·hm<sup>-2</sup> (B4)。除处理外,整个生育期内进行常规田间管理。

## 2 结果与分析

### 2.1 密度对大豆叶绿素含量的影响

由图 1 可知,从整个生育期来看,叶绿素含量

的变化呈现先升高后降低的变化规律,其中叶绿素含量最高值出现在鼓粒盛期( $R_6$ )。而从鼓粒盛期( $R_6$ )之后到成熟期( $R_7$ )叶绿素含量急剧下降到最低值。分析比较不同种植密度下的叶绿素含量变化可知,在  $V_4$  期和  $R_7$  期不同密度所对应的叶绿素含量之间差别不大,而从  $V_4$  之后到  $R_7$  期之前则表现出明显的差异,在  $R_2$  期呈现 B4 密度下的叶绿素含量最高,B3 次之,B1 最小,即高密度下的叶绿素含量要大于低密度下的叶绿素含量。而在  $R_4$  和  $R_6$  期又与  $R_2$  期有所不同,低种植密度的大豆叶片叶绿素含量高于高密度下的含量。这是由于随着生育期的推进,植株所需的营养物质越来越多,在相同的种植面积下,种植密度小的大豆植株更能得到充足的营养物质供应。

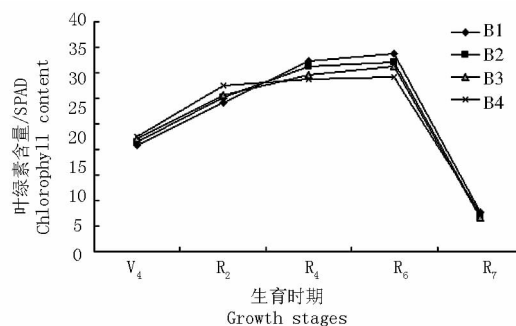


图 1 密度对长农 18 叶片叶绿素含量的影响

Fig. 1 The effect of different densities on chlorophyll content of Changnong 18

### 2.2 密度对大豆叶片光合速率的影响

不同种植密度对大豆叶片光合速率的影响见如图 2,可以看出, $V_4$  期各种种植密度之间的光合速率差别不大,而在  $R_2$ 、 $R_4$ 、 $R_6$  期则出现明显差异,低密度 B1 所对应的光合速率值最高,高密度 B4 所对的光合速率值最低,具体表现为:  $B4 < B3 <$

收稿日期:2012-05-18

第一作者简介:王昱(1980-),女,吉林省公主岭市人,硕士,助理研究员,从事农业综合信息研究。

通讯作者:张世忠(1954-),男,吉林省长春市人,学士,副研究员,从事农业综合信息研究。jljnykx@cjaas.com。

B2<B1。在大豆进入成熟期时叶片的光合速率值又有所变化,此时呈现为高密度条件下的大于低密度条件下的光合速率数值。从整个生育期来看,不同密度下的大豆光合速率变化呈现双峰曲线的变化趋势,从 V<sub>4</sub> 到 R<sub>2</sub> 期光合速率逐渐升高,而后在 R<sub>4</sub> 期又略有下降,到 R<sub>6</sub> 期再次升高,进入成熟期则迅速下降。在整个生育期中出现两次光合高峰期,分别在 R<sub>2</sub> 和 R<sub>6</sub> 期。

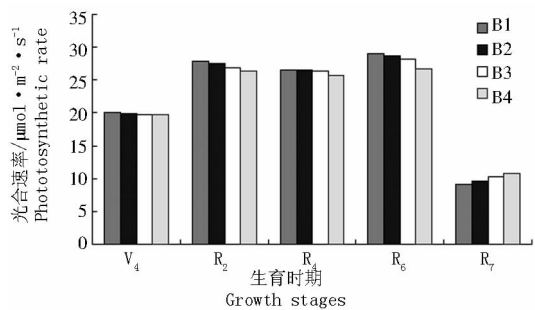


图2 密度对长农 18 叶片光合速率的影响  
Fig. 2 The effect of different densities on photosynthetic rate of Changnong 18

### 2.3 密度对大豆叶片蒸腾速率的影响

由图 3 可知,不同密度下的大豆叶片蒸腾速率均呈现先高后低的变化趋势,生育前期的蒸腾速率明显高于生育后期,在 V<sub>4</sub> 期蒸腾速率最高, R<sub>7</sub> 期蒸腾速率最低。对不同密度下的蒸腾速率进行比较可知,除了 R<sub>7</sub> 期外,其它各时期内的不同密度下对应的蒸腾速率表现为,低密度的蒸腾速率高于高密度下的蒸腾速率,即蒸腾速率 B1>B2>B3>B4。分析原因,是由于不同密度群体内的透光率不同,密度低群体透光性好,光照较强,叶表面温度相对也较高,因此蒸腾速率也高;密度高群体透光性差,光照较弱,叶表面温度相对也较低,蒸腾速率也低。

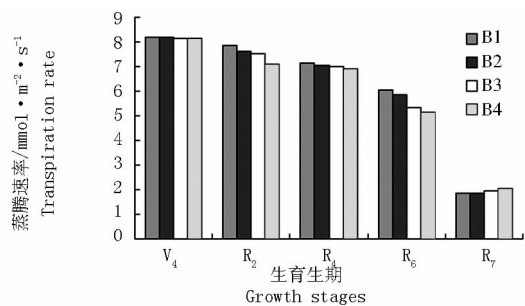


图3 密度对长农 18 叶片蒸腾速率的影响  
Fig. 3 The effect of different densities on transpiration rate of Changnong 18

### 2.4 密度对大豆叶片胞间 CO<sub>2</sub> 浓度的影响

由图 4 可以看出,不同密度下的胞间 CO<sub>2</sub> 浓度在全生育期内均呈现先迅速升高而后又缓慢下降的趋势。其中以 V<sub>4</sub> 期的胞间 CO<sub>2</sub> 浓度最低, R<sub>2</sub> 期的最高。从 V<sub>4</sub> 到 R<sub>2</sub> 期曲线的斜率最大,说明这段时期是变化最显著的时期,胞间 CO<sub>2</sub> 浓度由

最低值升到了最高点。从 R<sub>4</sub> 到 R<sub>6</sub> 期曲线下降的最为平缓,胞间 CO<sub>2</sub> 浓度变化不大。不同密度水平间的胞间 CO<sub>2</sub> 浓度比较得出,低密度下的胞间 CO<sub>2</sub> 浓度最低,而高密度下的胞间 CO<sub>2</sub> 浓度最高,它们之间的具体表现规律是: B4>B3>B2>B1。

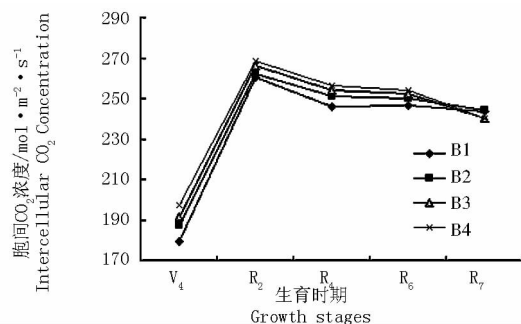


图4 密度对大豆不同生育时期叶片胞间 CO<sub>2</sub> 浓度的影响

Fig. 4 The effect of different densities on intercellular CO<sub>2</sub> concentration of Changnong 18 at different growth stages

### 2.5 密度对大豆叶片气孔导度的影响

由图 5 可知,大豆叶片气孔导度值呈现逐渐降低的趋势,在 V<sub>4</sub> 期气孔导度值最高,成熟期最低,这与大豆叶片蒸腾速率的变化趋势相同。在 V<sub>4</sub> 到 R<sub>2</sub> 期和 R<sub>4</sub> 到 R<sub>6</sub> 期气孔导度降低幅度较小,而在 R<sub>2</sub> 到 R<sub>4</sub> 期和 R<sub>6</sub> 到 R<sub>7</sub> 期气孔导度降低幅度则较大。大豆叶片气孔导度在不同种植密度时呈现出不同的变化差异,气孔导度随着种植密度的增加而逐渐变小,即低密度下气孔导度大于高密度下。除了 V<sub>4</sub>、R<sub>7</sub> 期略有不同外,其它各时期内的气孔导度以 B1 水平最大, B2 次之, B4 最小。

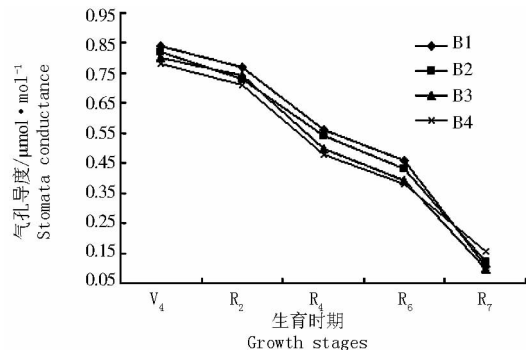


图5 密度对大豆不同生育时期叶片气孔导度的影响  
Fig. 5 The effect of different densities on stomata conductance of Changnong 18 at different growth stages

### 2.6 密度对大豆群体叶面积指数的影响

图 6 可知,从 V<sub>4</sub> 到 R<sub>7</sub> 期大豆群体叶面积指数呈现先升高后降低,其发展过程大致呈一条抛物线形的单峰曲线,从 V<sub>4</sub> 到 R<sub>4</sub> 期逐渐增加到最高值,由 R<sub>4</sub> 到 R<sub>7</sub> 期又逐渐降低。其中由 V<sub>4</sub> 至 R<sub>2</sub> 期是全生育期内叶面积指数上升最快的时期,而从 R<sub>6</sub> 到 R<sub>7</sub> 期则是群体叶面积指数下降最为迅速

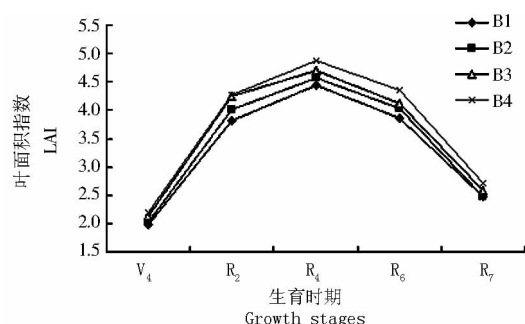


图6 密度对长农18不同生育时期单株叶面积指数的影响

Fig. 6 The effect of different densities on LAI of Changnong 18 at different growth stages

的阶段,在这个阶段叶面积指数快速下降分析原因是由于接近成熟期时大豆叶片逐渐变黄,绿叶面积逐渐减少,因而群体的叶面积指数下降较快。对在不同密度下的群体叶面积指数进行分析比较可知,在V<sub>4</sub>和R<sub>7</sub>期这4个密度所对应的群体叶面积指数差别不是很大,而在R<sub>2</sub>、R<sub>4</sub>和R<sub>6</sub>则表现出明显差别,种植密度最大的B4群体叶面积指数也是最大的,B3次之,B1最小。

### 2.7 密度对大豆单株干物质积累量的影响

由图7可知,干物质由V<sub>4</sub>期到R<sub>7</sub>期一直增高,其中干物质积累最快的时期是在R<sub>2</sub>期到R<sub>6</sub>期,此时的曲线斜率最大。在V<sub>4</sub>期各处理间干物质含量差别不大,而从R<sub>2</sub>期之后表现出显著差异,单株干物质积累量随着种植密度的增加而逐渐减少,越是到后期不同密度下的单株干物质积累量表现得差别越大。低密度B1干物质积累量最大,B2次之,B4最小。

## 3 结论

试验结果表明,生育中期低密度大豆叶片叶绿素含量高于高密度叶绿素含量,前期叶绿素含量差别不大。大豆叶片的光合速率随着种植密度

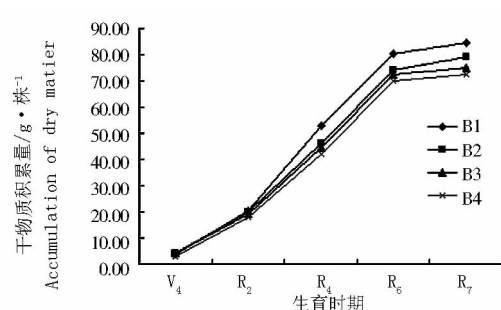


图7 密度对长农18不同生育时期整株干物质积累动态影响

Fig. 7 The effect of different densities on dry matter accumulation of Changnong 18 at different growth stages

的增加而降低,低密度下的群体内部有着更好的光照强度。蒸腾速率和气孔导度二者的变化趋势基本相同,随着种植密度的降低蒸腾速率升高、气孔导度变大。胞间CO<sub>2</sub>浓度随着密度的增加而升高,这与光合速率、蒸腾速率和气孔导度的变化相反。群体叶面积指数在一定密度范围内随着密度的增加而变大。单株干物质积累量呈“S”形曲线变化,在R<sub>7</sub>期达最大值,且低密度高于高密度。

### 参考文献:

- [1] 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):124-128.
- [2] 王中利.播期、密度和追氮量对黑豆产量及品质性状的影响[D].合肥:安徽农业大学,2007(9):51-53.
- [3] 陈新红,章建新,闫晓红,等.北疆冷凉地区大豆密度试验[J].新疆农业大学学报,2002,25(1):5-8.
- [4] 李思同,张桂花,谷传彦,等.播期、密度对夏大豆产量和脂肪含量的影响[J].安徽农业科学,2007,35(29):9185-9186.
- [5] 谢志涛,谢甫锦,王海英,等.不同种植密度和施肥水平对大豆籽粒品质的影响[J].种子,2006,26(3):60-62.
- [6] 石绍河.影响黑龙江高油大豆产量及品质的主要栽培因素研究[D].北京:中国农业科学院,2006:23-24.

## Effect of Different Density on the Soybean Physiological Characteristics

WANG Yu, FAN Jie-ying, WANG Wei, JIANG Xiao-li, ZHANG Shi-zhong  
(Jilin Academy of Agricultural Sciences, Changchun, Jilin 130033)

**Abstract:** For the purpose of defining reasonable density, the effect of different density on the soybean physiological characteristics with Changnong 18 as test materials was studied. The results showed that chlorophyll content changes were all increasing at first and then decreasing, photosynthetic rate present diauxie curve changes, appeared twice photosynthetic peak values. Transpiration rate and stomatal conductance value from the maximum of V<sub>4</sub> period gradually reduced to the minimum of R<sub>7</sub>. The accumulation of dry matter yield presented a "S" shape curve change, and at R<sub>7</sub> reached maximum. The effect of planting density on the chlorophyll content was as follows: from V<sub>4</sub> to R<sub>7</sub> period showed obvious difference, chlorophyll content of low density was higher than that of high density, in a certain density range, with the increase of planting density, photosynthetic rate reduced, the intercellular CO<sub>2</sub> concentration increased, group leaf area index increased, the accumulation of dry matter yield decreased. The transpiration rate and stomatal conductance change trend were the same, with the reduction of planting density, transpiration rate rised and stomatal conductance got big.

**Key words:** soybean; density; physiological characteristics