

# 高产大豆干物质积累与产量关系的研究<sup>\*</sup>

孙贵荒 刘晓丽 董丽杰 陈艳秋

(辽宁省农业科学院作物研究所, 沈阳 110161)

**摘要** 本研究采用具高产潜力的三个大豆新品种(系), 研究了在不同密度、不同施肥水平下大豆干物质积累动态、作物生长率等, 并在此基础上研究了干物质积累与经济产量的相关关系。结果表明: 品种间、不同施肥量间、不同种植密度间的干物质积累动态均存在较大差异; 各阶段干物质积累量与经济产量呈正相关变化趋势, 其中盛花期干物质积累与产量呈显著正相关, 结荚鼓粒期干物质积累与产量呈极显著正相关。

**关键词** 大豆; 干物质; 经济产量

**中图分类号** S565.1 **文献标识码** A **文章编号** 1000-9841(2002)03-0199-04

近年来, 对高产大豆生理参数的研究越来越引起人们的关注, 其中干物质积累是人们关注的重要生理参数之一。国外有学者主张通过增大叶面积指数来增加干物质积累量最终实现产量的突破, 也有人认为“曲茎短节间”大豆寄予厚望, 认为这有利于通过密植截获到更多阳光, 增加单位土地面积干物质积累量, 达到提高产量的目的。我国大豆学者<sup>1,2</sup>通过对高产大豆育种材料的研究, 提出了大豆高产理想型群体生理性状模式及高产特异株型的具体量化指标, 对干物质积累、生物产量与经济产量的关系也进行了深入的探讨, 取得了较一致的看法。

本研究在前人研究的基础上, 选用具有超高产潜力的大豆新品种(系)配以相应的种植密度及施肥水平设计, 研究了超高产大豆品种(系)的干物质积累动态, 分析了环境条件对干物质积累的影响, 探讨了超高产大豆干物质积累与经济产量的关系。

## 1 材料和方法

试验于 2000 年和 2001 年在辽宁省农业科学院试验田进行。

### 1.1 供试材料

供试材料选用经高产潜力栽培试验获 327.2kg/667m<sup>2</sup> 产量的大豆新品种系辽 21051、辽宁省主栽大豆品种辽豆 10 号(CK)和综合农艺性状优良并具有高产潜力的大粒大豆辽 8864 作为参试材料。

### 1.2 试验设计

本试验采用品种×密度×施肥水平复因子区组设计。其中品种(系)为辽 21051(V<sub>1</sub>)、辽豆 10 号(V<sub>2</sub>)和辽 8864(V<sub>3</sub>), 密度设置为 D<sub>1</sub>(7cm 单株, 保苗 1.6 万株/667m<sup>2</sup>)、D<sub>2</sub>(10cm 单株, 保苗 1.1 万株/667m<sup>2</sup>), 施肥水平设置为 F<sub>0</sub>(不施肥)、F<sub>1</sub>(播种时施磷酸二铵 7.5kg/667m<sup>2</sup>)、F<sub>2</sub>(播种时施磷酸二铵 15kg/667m<sup>2</sup>)。小区为 5 行区, 行长 5m, 行距 0.6m, 3 区组。田间管理与生产田相同。

### 1.3 测定方法

#### 1.3.1 干物质重量测定

从出苗后 20 天起, 每隔 20 天取样 1 次测定有关生理指标。每次所取的样品, 将子叶节以上部分进行风干测重, 以风干重计干物质重量。

#### 1.3.2 作物生长率测定

作物生长率(g/m<sup>2</sup>·土地·日)测定依下式求得:

$$\text{作物生长率} = \frac{W_2 - W_1}{T} \text{ 式中 } W_1 \text{ 为第一次测得}$$

风干物重, W<sub>2</sub> 为第二次测得风干物重, T 为两次取样间隔的日数。

1.3.3 产量测定收获时每小区收中间 3 行(9m<sup>2</sup>)实收计产, 然后将其折算每 667m<sup>2</sup> 产量。同时每小区连续收取 10 株考种。

\* 收稿日期: 2002-01-22

基金项目: 辽宁省自然科学基金资助项目(9910100203)的部分研究结果。

作者简介: 孙贵荒(1958-), 男, 研究员, 从事大豆遗传育种研究。E-mail: g\_sun@163.com

## 2 结果与分析

### 2.1 产量表现

#### 2.1.1 品种产量表现

本试验的结果显示,不同大豆品种(系)之间产量差异较大(表1)。V<sub>1</sub>和V<sub>3</sub>的平均产量较高,分别比V<sub>2</sub>高6.78%和5.92%。从三个品种(系)的最高产量表现看,V<sub>1</sub>最高,V<sub>2</sub>、V<sub>3</sub>次之。表明品种V<sub>1</sub>具有较高的产量潜力,如果条件适宜可以发挥出超高产的水平,变异系数分析的结果也说明了这一点。

表1 各品种(系)之间产量表现

Table 1 The yield level of cultivars

品种 Cultivars	平均产量 Mean yield (kg/666.7m <sup>2</sup> )	最高产量 Highest yield (kg/666.7m <sup>2</sup> )	变异系数 C. V.
V <sub>1</sub>	227.15	277.8	0.1485
V <sub>2</sub>	212.72	238.5	0.0887
V <sub>3</sub>	225.32	242.2	0.1099

#### 2.1.2 密度与施肥对产量的影响

研究结果表明,施肥水平与种植密度的不同对产量有较大的影响,从表2不同施肥量与种植密度对产量影响的结果看出,同一个品种不同处理组合的产量表现存在着十分明显的差异。即使种植密度相同,由于施肥水平不同也表现出产量的差异。本试验条件下,品种V<sub>1</sub>的最高产量技术组合为D<sub>2</sub>F<sub>2</sub>,品种V<sub>2</sub>的最高产量技术组合为D<sub>1</sub>F<sub>2</sub>,V<sub>3</sub>的最高产量技术组合也为D<sub>2</sub>F<sub>2</sub>。从中看出,在本研究中F<sub>2</sub>施肥水平有利于品种高产水平的发挥。

表2 不同处理组合间产量表现

Table 2 Yield performance of different treatments

处理组合 Treatments	产量 Yield(kg/667m <sup>2</sup> )		
	辽21051 Liao21051	辽豆10号 Liaodou10	辽8864 Liao8864
D <sub>1</sub> F <sub>0</sub>	166.7	193.3	233.3
D <sub>2</sub> F <sub>0</sub>	200.1	193.3	188.9
D <sub>1</sub> F <sub>1</sub>	264.5	214.8	216.3
D <sub>2</sub> F <sub>1</sub>	227.4	215.6	231.9
D <sub>1</sub> F <sub>2</sub>	226.4	238.5	239.3
D <sub>2</sub> F <sub>2</sub>	277.8	220.8	242.2

### 2.2 产量形成过程中干物质积累情况

#### 2.2.1 不同品种(系)干物质积累动态

不同品种(系)之间各生育阶段干物质积累情况见表3。总的趋势表明,参试品种(系)的干物质积累早期(苗期、始花期)差异较小,中后期(盛花期、结荚鼓粒期)差异逐渐加大,这说明在生长早期,株体

较小,品种(系)间的差异表现不十分明显;而到生长中后期,植株个体生长量增大,不同品种间的遗传差异逐渐显现出来。结荚鼓粒期V<sub>3</sub>的干物质积累量最大。中、后期干物质重量总的趋势是V<sub>3</sub>>V<sub>2</sub>>V<sub>1</sub>。

表3 品种(系)不同生育阶段干物质的积累

Table 3 The dry matter accumulation of different development period

测定时期 Growing period	苗期 Seedling stage	始花期 Initial flowering stage	盛花期 Full bloom stage	结荚鼓粒期 Pod filling stage
V <sub>1</sub>	108.0	277.8	553.4	753.7
V <sub>2</sub>	113.4	289.7	663.2	872.3
V <sub>3</sub>	115.7	327.8	759.7	1035.7

注:表中数字单位为g/m<sup>2</sup>。

Note: The unit of the data in the table is g/m<sup>2</sup>.

#### 2.2.2 不同施肥水平下干物质积累动态

从表4看出的不同施肥水平对干物质积累的影响不同,施肥(F<sub>1</sub>、F<sub>2</sub>)大于不施肥(F<sub>0</sub>),且差异十分明显。但从两种施肥水平看,F<sub>1</sub>施肥量干物质积累在生长早期(包括盛花期)略低于F<sub>2</sub>施肥量的干物质积累;至结荚鼓粒期,F<sub>1</sub>和F<sub>2</sub>施肥量之间的干物质积累差异变得不很明显。表明在大豆生长早期,土壤肥力对大豆生长有明显影响。而后期可能是由于品种(系)的生长量逐渐减少,生长势也趋减弱,对土壤肥力反应不敏感所致。

表4 不同施肥水平对干物质积累的影响

Table 4 The effect of fertilizer levels on dry matter accumulation

施肥水平 Fertilizer	苗期 Seedling stage	始花期 Initial flowering stage	盛花期 Full bloom stage	结荚鼓粒期 Pod filling stage
F <sub>0</sub>	80.8	244.4	504.8	610.9
F <sub>1</sub>	117.0	301.6	705.5	1013.0
F <sub>2</sub>	138.6	349.2	766.1	1047.8

注:表中数字单位为g/m<sup>2</sup>。

Note: The unit of the data in the table is g/m<sup>2</sup>.

#### 2.2.3 不同种植密度对干物质积累的影响

两种种植密度对干物质积累的影响如表5。总的趋势是:D<sub>1</sub>的干物质质量大于D<sub>2</sub>。这可能是由于D<sub>1</sub>密度的单位土地面积上植株个体多,作物生长总量高使单位土地面积干物质积累相对增加。从不同生长时段密度间的差异来看,生长早期差异越大,至生长后期差异渐小。生育后期群体趋于郁闭,群体自我调节加强,致使因密度不同所造成群体生长量

的差异逐渐缩小, 干物质日积累也趋于平衡。

表 5 种植密度对干物质积累的影响

Table 5 The effect of densities on dry matter accumulation

种植密度 Densities	苗期 Seedling stage	始花期 Initial flowering stage	盛花期 Full bloom stage	结荚鼓粒期 Pod filling stage
D <sub>1</sub>	137.1	342.5	749.8	934.0
D <sub>2</sub>	87.1	254.3	567.8	840.4

注: 表中数字单位为 g/m<sup>2</sup>。

Note: The unit of the data in the table is g/m<sup>2</sup>.

#### 2.2.4 作物生长率

在研究干物质积累的时候, 有必要分析一下作物生长率的变化对干物质积累的影响。现将不同品种、不同种植密度和不同施肥水平条件下的作物生长率测定值列于表 6。结果表明, 苗期生长率较低, 盛花期生长率最高, 进入结荚鼓粒期生长率渐缓, 呈正态分布状。不同品种间存在着遗传差异, 苗期 V<sub>3</sub> 的生长率较高、V<sub>1</sub> 和 V<sub>2</sub> 的差异不大, 盛花期 V<sub>3</sub> 的生长率仍然最高、V<sub>2</sub> 与 V<sub>1</sub> 之间也开始出现明显的差异, 至结荚鼓粒期三个品种(系)间的差异又逐渐缩小, 品种间总的表现为 V<sub>3</sub>>V<sub>2</sub>>V<sub>1</sub>。两种种植密度间的作物生长率表现为前期 D<sub>1</sub> 生长率高, 可能是由于前期植株矮小, 高密度使单位土地面积植株较多而使生长率相对较高所致; 进入结荚鼓粒期 D<sub>2</sub> 生长率高于 D<sub>1</sub>, 可能是由于在生长后期 D<sub>1</sub> 因密

表 6 不同品种、不同种植密度和不同施肥水平条件下的作物生长率

Table 6 The growth rate of different genotype, densities and fertilizer levels

	出苗至始花 Seedling stage	盛花期 Full bloom stage	结荚鼓粒期 Pod filling stage
品种 Cultivars			
(V <sub>1</sub> )	4.63	13.26	13.28
(V <sub>2</sub> )	4.83	17.79	13.62
(V <sub>3</sub> )	5.46	20.57	14.73
密度 Densities			
(D <sub>1</sub> )	5.71	19.44	10.99
(D <sub>2</sub> )	4.24	14.97	14.35
施肥水平 Fertilizer levels			
(F <sub>0</sub> )	4.08	12.53	8.86
(F <sub>1</sub> )	5.03	17.31	17.66
(F <sub>2</sub> )	5.82	19.85	17.51

注: 表中数字单位为 g/m<sup>2</sup> 土地·日。

Note: The unit of the data in the table is g/m<sup>2</sup>·d.

度过大, 群体趋于郁闭反而抑制了生长。尽管不同施肥水平间生长率的差异是明显的, 但苗期仍然差异较小, 盛花期表现出较大的差异, F<sub>2</sub>>F<sub>1</sub>>F<sub>0</sub>; 这种生长率差异顺序至结荚鼓粒期情况才有所变化, F<sub>0</sub> 生长率下降较快, 而 F<sub>1</sub>、F<sub>2</sub> 仍然保持较高的生长率, 且两者之间几乎没有差异。F<sub>1</sub>、F<sub>2</sub> 保持较高生长率的时间较长, 说明施肥有利于生长率的持续增长和干物质积累。

#### 2.3 干物质积累与产量的关系

干物质积累是产量形成的物质基础。现将干物质积累动态与产量形成的相关性分析结果列于表 7。从表 7 的结果可以看出, 苗期和始花期干物质积累与产量的相关不显著, 盛花期干物质积累与产量呈显著正相关, 结荚鼓粒期干物质积累与产量形成呈极显著正相关。说明前期干物质积累对产量影响不大, 后期干物质积累对产量的形成起着至关重要的作用。即: 高产品种应该在生长后期仍保持较高的干物质积累水平。

表 7 各生育阶段干物质积累与产量的相关性

Table 7 The coefficients of correlation between yield and dry matter accumulation

生长时期 Growing period	苗期 Seedling stage	始花期 Initial flowering stage	盛花期 Full bloom stage	结荚鼓粒期 Pod filling stage
相关系数 coefficients	0.263	0.265	0.635*	0.772**

### 3 讨论

3.1 高产品种(系)产量水平的表达, 除品种本身具有较高的产量潜力外, 还要求有相应的栽培措施组合恰当。在本研究所设置的密度、施肥量诸因素中, 对辽 21051 有合理的密度与施肥量组合, 本试验以 D<sub>2</sub>F<sub>2</sub> 最佳, 即最佳密度为 1.1 万株/667m<sup>2</sup>, 磷酸二铵施 15kg/667m<sup>2</sup>; 从上述三个参试材料的高产表达技术组合看, 施肥量 F<sub>2</sub> 是一项共同的措施, 即充足的施肥量是品种(系)高产表达的关键因素。

3.2 作物生长前期干物质积累量较少, 从开花期开始干物质积累量逐渐增多, 这种前期少后期多的现象反映了经济产量的形成过程。高产品种不但有较高的前期干物质积累量, 在生长中后期也依然要保持着较高的干物质积累量。本研究结果表明, 虽然品种(系)间干物质积累存在着遗传差异, 但各个时期不同的干物质积累量与产量形成有着不同程度的

相关性, 盛花期干物质积累量与经济产量呈显著正相关, 结荚鼓粒期则呈极显著正相关。此结果与李远明(1997)<sup>[5]</sup> 那桂秋、董钻(1993)<sup>[3]</sup> 的研究结果相符合。

3.3 本试验研究结果还表明, 作物生长率与干物质积累有着极为密切的关系, 前期相关系数为  $r=0.783^{**}$ , 盛花期为  $r=0.826^{**}$ , 结荚鼓粒期则为  $r=-0.563$ , 可见前期和中期作物生长率与干物质积累是一致的。采用高产潜力大的优良品种(系), 辅以相应的配套高产栽培措施, 调控前、中期作物生长率和干物质积累量, 可望获得高额产量。

### STUDIES ON THE RELATIONSHIP BETWEEN YIELD AND DRY MATTER ACCUMULATION IN HIGH YIELD POTENTIAL SOYBEAN

Sun Guihuang Liu Xiaoli Dong Lijie Chen Yanqiu

(Crop Research Institute, Liaoning Academy of Agricultural Sciences, Shenyang 110161)

**Abstracts** The relationship between seed Yield and dry (air-dry) matter accumulation and their correlation coefficients were studied by using 3 soybean cultivars (lines) which have high yield potency, under 2 kinds of densities and 3 fertilizer levels. The result showed that dry matter accumulation were various in different growing period and the correlation coefficients of yield with the dry matter accumulation were tending to positive correlation although the difference were existed in different development period.

**Key words** Soybean; Dry matter accumulation; Economic yield

### 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[ A]. 大豆育种应用基础和技术研究进展[ C]. 江苏科学技术出版社, 1990.
- 2 董钻, 张仁双. 大豆特异高产株型材料创新的思路和实践[ J]. 大豆通报, 1993 (1).
- 3 那桂秋、董钻. 大豆若干株型性状与产量的关系[ J]. 辽宁农业科学, 1993(5): 13-15.
- 4 张荣贵. 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).
- 5 李远明, 刘晓洁, 贾德华. 不同基因型大豆品种干物质积累与产量关系[ C]. 第六届全国大豆学术讨论会论文, 1997.