

多小叶源对大豆光合特性和产量的影响

宗春美^{1,2}, 岳岩磊², 邵广忠², 童淑媛³, 徐显利³, 杜震宇³, 任海祥²

(1. 东北农业大学 农学院, 黑龙江 哈尔滨 150030; 2. 黑龙江省农业科学院 牡丹江分院, 黑龙江 牡丹江 157041; 3. 黑龙江农业经济职业学院, 黑龙江 牡丹江 157041)

摘 要:以多小叶大豆品系牡 5796-3 为材料, 设置在不同生育时期摘除多的 2 片小叶, 共 5 个处理, 研究了多小叶源对大豆光合特性和产量的影响。结果表明: 各处理 R6 期的叶绿素含量差异不显著; 全生育期不摘叶处理的光合速率、单株叶面积、叶面积指数、单株荚数、单株粒数和百粒重均明显高于全生育期摘除多的 2 片叶的对照处理, 因此, 产量明显高于对照。总之, 由于多小叶大豆品系具有良好的农艺性状和产量表现, 可做育种亲本加以利用。

关键词:大豆; 多小叶; 光合特性; 产量

中图分类号:S565.1

文献标识码:A

文章编号:1000-9841(2010)04-0627-03

Effects of Multifoliolate Compound Leaf on Photosynthetic Characteristics and Yield of Soybean

ZONG Chun-mei^{1,2}, YUE Yan-lei², SHAO Guang-zhong², TONG Shu-yuan³, XU Xian-li³, DU Zhen-yu³, REN Hai-xiang²

(1. Agronomy College of Northeast Agricultural University, Harbin 150030; 2. Mudanjiang Branch of Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Mudanjiang 157041; 3. Heilongjiang Agricultural Economy Vocational College, Mudanjiang 157041, Heilongjiang, China)

Abstract: To investigate the effect of leaf source on photosynthetic characteristics and yield in multifoliolate soybean, the multifoliolate soybean strain Mu 5796-3 was selected as material and five treatments of removing the extra two leaflets at different growth stages were set in this study. The results showed that the difference of chlorophyll content at R6 stage among treatments didn't reach significant level. The net photosynthetic rate (P_n), leaf area per plant and leaf area index (LAI) of not removing the extra leaflets (T5) were significantly higher than those removing the extra leaflet at whole growth periods (CK). Thereby leading to the increase of seed number per plant and 100-seed weight, increased seed yield of T5 treatment. Considering the better agronomic and yield performance of soybean strain Mu 5796-3, it could be used as parent in soybean breeding.

Key words: Soybean; Multifoliolate; Photosynthetic characteristics; Yield

大豆先后出现子叶、真叶、复叶和先出叶。复叶是典型的完全叶, 由托叶、叶柄和叶片三部分组成, 也有个别品种或植株由小叶片的托叶变大则产生 4~5 片复叶^[1]。

大豆产量主要受遗传特性和环境因素的影响, 同时也受“源流库”变化的影响。大豆“源流库”与其生理特性密切相关^[2], 而且严重影响大豆产量^[3]。大豆的源是指能够进行光合作用的器官和组织, 即广义的源^[4], 功能叶在大豆生殖生长阶段成为主要的源, 即狭义的源^[5]。目前生产上推广的大豆品种均为三出复叶。多小叶大豆品系是在大豆叶片性状上表现特异的生态类型, 有 4~5 片复叶。高明杰对 3 个多小叶大豆种质进行评价, 发现多小叶大豆的小叶数以 5 片小叶居多, 并且具有农艺性状和产量性状较好, 蛋白质含量高、中抗灰斑

病及病毒病等优点, 是优异大豆种质资源^[6]。多小叶大豆种质增加了叶片数量, 单株源的增加, 是否会对库发生影响? 以及这种多小叶源对大豆生理功能及产量等性状的影响如何? 目前鲜有报道。该试验对 5 片复叶大豆在不同生育时期进行摘除多余 2 片小叶处理, 探讨了多小叶源对大豆光合特性和产量的影响, 为多小叶大豆品系的评价利用提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 供试材料

多小叶大豆品系牡 5796-3。亚有限结荚习性, 株高 90 cm, 披针叶形, 5 片复叶率达 100%, 称为多小叶类形, 紫花, 杆较强, 籽粒圆形, 种皮黄色, 种脐黄色, 生育期 120~125 d, 品质优良。

收稿日期: 2010-03-26

基金项目: 黑龙江省农科院牡丹江分院青年基金资助项目。

第一作者简介: 宗春美 (1982-) 男, 研究实习生, 在职硕士, 研究方向为大豆遗传育种。

通讯作者: 任海祥, 副研究员。E-mail: rhx725@163.com。

1.2 试验设计

试验于 2009 年在黑龙江省农业科学院牡丹江分院试验田进行。随机区组排列,行长 8 m,株距 8 cm,行距 70 cm,种植密度为 $17.9 \text{ 万株} \cdot \text{hm}^{-2}$,4 行区,3 次重复,小区面积 22.4 m^2 ,常规田间管理。共设 5 个摘叶处理,T1:全生育期摘除植株多的叶片,为对照(CK);T2:R1 期开始摘除植株多的叶片;T3:R3 期开始摘除植株多的叶片;T4:R5 期开始摘除植株多的叶片;T5:全生育期不摘叶,保持多小叶。

R6 期测定各处理群体单株叶片叶绿素含量、光合速率,R5 期测单株叶面积及群体叶面积指数,R8 期测量小区产量及调查产量构成因子。

1.3 测定项目与方法

1.3.1 叶绿素含量 从各处理植株选择合适叶片用直径 1cm 打孔器打取叶圆片混匀,随机抽取其中 10 片以 80% 丙酮 20 mL 于暗处浸提 48 h,至叶片呈白色。用 T6 紫外可见分光光度计分别在 663、645 nm 测定 OD 值,计算出叶绿素 a(chla),叶绿素 b(chlb)的含量。其中 $\text{Ca} = 12.7A_{663} - 2.69A_{645}$, $\text{Cb} = 22.9A_{645} - 4.68A_{663}$, $\text{CT} = \text{Ca} + \text{Cb} = 8.02A_{663} + 20.21A_{645}$ 。

1.3.2 光合速率 于 R6 期取各处理正常单株,选取上数第 3~4 片复叶中间叶片,用 ECA-PB0402 光合测定仪,在饱和光强下,上午 9:00~11:00 测定群体单株叶片光合速率,每重复随机测 5 片叶,求其平均值。

1.3.3 产量及其构成因子 成熟期每小区从两端各去除 0.5 m,实收中间 19.6 m^2 测产,然后折合成公顷产量。每个小区在中间行连续取 10 株考种,调查单株荚数、单株粒数、单株粒重和百粒重等产量构成因子。

1.4 数据分析

用 DPS 数据处理系统对测定的结果进行差异显著性分析。

2 结果与分析

2.1 叶绿素含量

叶绿素含量是衡量光合作用功能的重要参数,在一定范围内与光合速率呈正相关。不同处理下,R6 期叶绿素含量表现为 T5 处理高于其它处理,但各处理间叶绿素含量无明显差异(表 1)。

表 1 各处理 R6 期叶绿素含量比较

Table 1 Chlorophyll content of different treatments at R6 stages/ $\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$

处理 Treatments	叶绿素 a 含量 Chla content	叶绿素 b 含量 Chlb content
T1	119.15 aA	214.28 aA
T2	79.03 aA	142.14 aA
T3	92.45 aA	166.26 aA
T4	101.26 aA	182.1 aA
T5	128.34 aA	230.8 aA

2.2 光合特性

大豆产量的 90% 来自光合作用固定的有机物质,因此提高光能吸收、传导和转化的效率是提高单产的根本。在不同生长发育阶段摘去多的叶片均能改变多小叶源大豆品系的光合速率,表现为 $\text{T5} > \text{T3} > \text{T4} > \text{T2} > \text{T1}$ (表 2)。即全生育期保持多小叶的群体单叶光合速率最高,而始终摘除多余叶片的群体单叶光合速率最低,表明多小叶源具有较高的光合速率。而水分利用效率也表现 T5 处理高于其它处理,这些指标的提高为 T5 处理的高产量奠定了光合生理基础。

表 2 各处理 R6 期群体单叶光合特性

Table 2 Photosynthetic characteristics of different treatments at R6 stage

处理 Treatments	光合速率 $Pn/\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$	蒸腾速率 $Tr/\text{mmol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$	水分利用效率 $\text{WUE}/\mu\text{molCO}_2 \cdot \text{mmol}^{-1} \text{H}_2\text{O}$	气孔导度 $\text{Cond}/\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$
T1	8.97 cB	1.1 bB	1.67 aA	0.09 bB
T2	12.67 bA	1.4 bB	1.30 aA	0.09 bB
T3	14.53 abA	1.4 bB	1.83 aA	0.09 bB
T4	12.86 bA	1.5bB	2.60 aA	0.10 bB
T5	15.3 aA	5.4aA	3.40 aA	0.36 aA

2.3 单株叶面积和叶面积指数的变化

在 R5 期测定各处理单株叶面积和叶面积指数,其变化依次为 $\text{T5} > \text{T4} > \text{T3} > \text{T2} > \text{T1}$ (图 1)。表

明较长时间保留多小叶有促进原节位叶片叶面积增加的趋势,单株叶面积和叶面积指数以全生育期不摘叶保持多小叶为最高,叶面积指数达到 6.14,而

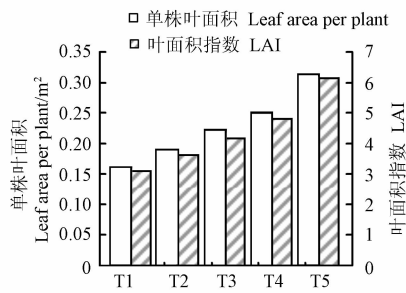


图1 各处理 R5 期单株叶面积和叶面积指数
Fig.1 Leaf area per plant and LAI of different treatments at R5 stage

且未发生植株倒伏。由于是同一品系,全生育期光合作用时间相同,随着叶面积指数增加,光合势也随之增加,导致产量的提高。

2.4 产量及构成因子的差异

由表 3 得知,各处理产量及其构成因子之间存在差异。T5 处理的产量最高,达到 4 432.2 kg·hm⁻²,比 T1 处理增产 56.54%,各处理产量高低依次为,T5>T3>T4>T2>T1。T5 比 T1 处理增产的主要原因在于单株荚数增加 37.95%、单株粒数增加 52.01% 和百粒重增加 3.41%,库的差异影响大豆产量的变化。

表 3 各处理产量及产量构成因子比较

Table 3 Yield and yield component factors of different treatments

处理 Treatment	分枝数 Branch No.	总荚数 Total pods	四粒荚数 4-seeded pod per plant	三粒荚数 3-seeded pod per plant	二粒荚数 2-seeded pod per plant	一粒荚数 1-seeded pod per plant	瘪荚数 0-seeded pod per plant	单株粒数 Seed No. per plant	单株粒重 Seed weight per plant /g	百粒重 100-seed weight /g	产量 Yield /kg·hm ⁻²	比对照增产 Increased yield/%
T1	3.4	44.0	3.5	14.9	13.6	6.8	5.2	92.7	18.48	19.94	2831.40	0
T2	3.4	51.0	5.4	18.7	17.1	6.5	3.3	118.4	22.51	19.01	3701.85	30.74
T3	4.0	59.2	5.4	22.2	19.4	7.7	4.5	134.7	26.47	19.65	4062.00	43.50
T4	3.7	56.0	5.1	22.6	18.3	7.0	3.0	131.8	25.40	19.27	3841.95	35.69
T5	2.9	60.7	7.4	20.8	20.9	6.2	5.4	140.0	28.87	20.62	4432.20	53.54

3 讨论

多小叶大豆品系,全生育期均保持多小叶源,其产量达到 4432.2 kg·hm⁻²,比全生育期保持三出复叶对照增产 56.54%,表明多小叶大豆品系具有较好的丰产性能。其增产原因主要是由于多小叶品系增加 2 片叶——源的贡献,即增加了单株叶面积、群体叶面积指数和光合势,同时提高了群体单叶光合速率,这些指标均与大豆产量有直接正相关,是构成大豆增产的生理基础。适当地增大叶面积指数是现阶段提高大豆产量的主要途径之一^[7]。保留多小叶大豆品系比在不同生育阶段摘去 2 片小叶处理的单株叶面积和群体叶面积指数增加,能更有效的吸收光能。而高的光合速率和水分利用效率又使吸收的光能较快的进行传导和转化,为提高大豆产量奠定生理基础。

采用在多小叶大豆品系不同生长发育阶段摘去多的 2 片叶,在 R6 期测定光合速率。但是结果表明,这种摘去多余的 2 片叶,并未发生光合作用的补偿作用,这与前人的研究有所不同。Board 等^[8]在大豆生殖生长期去掉植株不同层次的叶和荚后,保留叶片的光合作用和干物质积累均出现了强的补偿作用,且高光效种质的补偿能力和源库平衡能力均大于高产品种^[9]。

结果表明,通过不同生育阶段摘去多小叶大豆品系多的 2 片叶,与全生育期保留多小叶类型相比,可使单株叶面积和叶面积指数减少,光合速率下降,产量降低。而全生育期保持多小叶源与上述结果相反,而且在 17.9 万株·hm⁻²密度下不倒伏,产量达到 4 432.2 kg·hm⁻²,百粒重为 20.62 g,田间表现为抗灰斑病和花叶病毒病,外观品质优良,故该多小叶大豆品系是有利用价值的优良品系,可作为育种亲本加以利用。

参考文献

[1] 王金陵,大豆[M]. 哈尔滨:黑龙江科学技术出版社,1982:37. (Wang J L. Soybean [M]. Harbin: Heilongjiang Science and Technology Press,1982:37.)
[2] 王四清,高聚林,刘克礼,等. 大豆源库关系的研究[J]. 华北农学报,2005,20(专辑):1-4. (Wang S Q, Gao J L, Liu K L, et al. Study on the relation of source and sink of soybean [J]. Acta Agriculturae Boreali-Sinica,2005,20(Increas):1-4.)
[3] 王永锋,郝聪慧. 大豆不同生育期去荚对其生长发育及产量的影响[J]. 安徽农业科学,2003,3(3):440-442. (Wang Y F, Hao C H. De-leaf effect on growth and yield of soybean [J]. Journal of Anhui Agricultural Sciences,2003,3(3):440-442.)
[4] 李绍长. 作物源库理论在产量形成中的应用[J]. 新疆农业科学,1998(3):106-110. (Li S C. The application of crops source-sink theory for yield form[J]. Xinjiang Agricultural Sciences,1998 (3):106-110.)

的效应相一致^[14]。低浓度硫对铜离子起到了解毒作用, POD 酶起关键作用,其活性持续增加,但在高硫和铜离子浓度大于 $1.0 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ 时,2 种离子的协同作用导致了 POD 酶活性的迅速降低,这与硫能增加一定浓度铜离子毒性是一致的^[15],但在 POD 酶活性下降的同时, CAT 酶活性却有所增强,这可能与硫对两种酶作用效应不一致和 2 种酶对过氧化氢的清除作用存在着一种协调关系有关。

参考文献

- [1] Pandey N, Sharma C P. Effect of metal Co^{2+} , Ni^{2+} and Cd^{2+} on growth and metabolism of cabbage [J]. Plant Science, 2002, 163:753-758.
 - [2] 常红岩,孙百晔,刘春生. 植物铜素毒害研究进展[J]. 山东农业大学学报(自然科学版), 2000, 31(2): 227-230. (Chang H Y, Sun B Y, Liu C S. Advances in the study of plants copper toxicity [J]. Journal of Shandong Agricultural University (Natural Science), 2000, 31(2): 227-230.)
 - [3] 陈金峰,胡斌杰,韩艳霞,等. 钙对铜胁迫下大豆种子的解毒作用[J]. 大豆科学,2008,27(6):1072-1075. (Chen J F, Hu B J, Han Y X, et al. Detoxification of calcium on soybean seeds under copper stress[J]. Soybean Science, 2008,27(6):1072-1075.)
 - [4] Tripathi R D, Rai U N, Gupta M, et al. Induction of phytochelatins in *Hydrilla verticillata* (I. f.) royle under cadmium stress [J]. Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology, 1996, 56: 505-512.
 - [5] Glaeser H, Coblenz A, Kruczek R, et al. Glutathione metabolism and heavy metal detoxification in *Schizosaccharomyces pombe* [J]. Current genetics, 1991, 19: 207-213.
 - [6] 刘传平,郑爱珍,田娜,等. 外源 GSH 对青菜和大白菜镉毒害的缓解作用[J]. 南京农业大学学报, 2004, 27(4): 26-30 (Liu C P, Zheng A Z, Tian N, et al. Alleviation of glutathione on cadmium toxicity of *Brassica chinensis* L. and *Brassica pekinensis* Rupr. [J]. Journal of Nanjing Agricultural University, 2004, 27(4): 26-30.)
 - [7] Drazkiewicz M, Skórzyńska Polit E, Krupa Z. Response of the ascorbate-glutathione cycle to excess copper in *Arabidopsis thaliana* (L.) [J]. Plant Science, 2003, 164: 195-202.
 - [8] 张志良. 植物生理学实验指导[M]. 北京: 高等教育出版社, 1993. (Zhang Z L. The Experimental guide for plant physiology [M]. Beijing: Higher Education Press, 1993.)
 - [9] 邹琦. 植物生理学实验指导[M]. 北京: 中国农业出版社, 2000. (Zou Q. The experimental guide for plant physiology [M]. Beijing: Chinese Agricultural Press, 2000.)
 - [10] 张治安,张美善,蔚荣海. 植物生理学实验指导[M]. 北京: 中国,农业科学技术出版社, 2004. (Zhang Z A, Zhang M S, Wei R H. The experimental guide for plant physiology [M]. Beijing: China Agricultural Science and Technology Press, 2004.)
 - [11] Hawkesford M J. Plant responses to sulphur deficiency and the genetic manipulation of sulphate transporters to improve S-utilization efficiency[J]. Journal of Experimental Botany, 2000, 51: 131-138.
 - [12] Sommer A L. Copper as an essential for plant growth [J]. Plant Physiology, 1931, 6: 339-345.
 - [13] Demidchik V, Sokolik A, Yurin V. The effect of Cu^{2+} on ion transport systems of the plant cell plasma lemma [J]. Plant Physiology, 1997, 114: 1313-1325.
 - [14] 张治安,王振民,徐克章. 镉胁迫对萌发大豆种子中活性氧代谢的影响[J]. 农业环境科学学报, 2005, 24(4): 670-673. (Zhang Z A, Wang Z M, Xu K Z. Effect of cadmium stress on active oxygen metabolism in germinated soybean seeds[J]. Journal of Agro-Environment Science, 2005, 24(4): 670-673.)
 - [15] 陈玉胜,陈亚华,王桂萍,等. 硫对水稻种子萌发过程中铜毒害的缓解效应[J]. 南京农业大学学报, 2007, 30(2): 44-48. (Chen Y S, Chen Y H, Wang G P, et al. The alleviation effect of exogenous sulfate on copper toxicity in seed germination of rice [J]. Journal of Nanjing Agricultural University, 2007, 30(2): 44-48.)
-
- (上接第 629 页)
- [5] 王玲玲,杜吉到,郑殿峰,等. 大豆源库流关系的研究进展[J]. 大豆科学,2009,28(1):167-171. (Wang L L, Du J D, Zheng D F, et al. Advances in the studies of relation among source sink and Flux of soybean [J]. Soybean Science, 2009,28(1):167-171.)
 - [6] 高明杰. 多小叶大豆种质[J]. 大豆通报,2008(4):33. (Gao M J. Soybeans germplasm with multi-micropophylla [J]. Soybean Bulletin, 2008(4):33.)
 - [7] 董志新,李绍长,张煜星,等. 大豆源库间物质转化及同化物运输规律[J]. 新疆农业科学,2001,38(4):174-176. (Dong Z X, Li S C, Zhang Y X, et al. Soybean source-sink substance transferring and the rule of assimilating substance translation[J]. Xinjiang Agricultural Sciences, 2001,38(4):174-176.)
 - [8] Baand J E, Wier A T, Boethel D J. Source strength influence on soybean yield formation during early and late reproductive development[J]. Crop Science, 1995,35:1104-1110.
 - [9] 满为群,杜维广,张桂茹,等. 大豆高光效种质与高产品种源库平衡研究 I. 去叶、去荚对光合速率和干物质积累的影响[J]. 中国油料作物学报,1995,17(2):8-11. (Man W Q, Du W G, Zhang G R, et al. Study of source-sink balance between high photosynthetic rate germplasm and high yielding variety of soybean I. Effect of defoliating and depodding on photosynthetic rate and dry matter accumulation of soybean [J]. Chinese Journal of Oil Crop Sciences, 1995,17(2):8-11.)