

大豆光合生理生态的研究^{*}

第18报 不同株型大豆某些生理特性的研究

石连旋 苗以农 朱长甫

(东北师范大学生命科学学院, 长春 130024)

摘要 对美国扁茎大豆、中国有限结荚习性大豆 7514 及其杂交后代新品系 94—1—1、94—1—6 某些生理特性及部分产量构成因素的测试分析结果表明: 1. 新品系材料从结荚期开始光合速率明显高于亲本。光合速率的日变化显示, 后代材料类似于美国扁茎大豆, 与中国普通大豆差异较大。2. 比叶重的变化也表明, 后代材料高于美国扁茎与中国普通大豆 7514, 尤其在结荚期和鼓粒期表现更为突出。3. 水分利用效率的变化表现为, 前期差异不大, 从鼓粒期开始, 后代材料明显优于亲本。4. 新品系与亲本材料相比具有特异的花序性状和叶片着生态势以及生殖生长期较大的光合速率, 从而降低大豆花荚脱落率。

关键词 大豆; 株型; 光合速率; 水分利用效率; 花荚脱落率

中图分类号 S 565. 101 **文献标识码** A **文章编号** 1000—9841(2003)02—0097—05

大豆具有顶生和腋生长花序及多花序的材料已受到育种家的重视^[1—3]。田佩占(1997, 1999)对中国扁茎大豆的植株形态特征和高产育种中的利用价值进行了论述^[4, 5]。张桂茹(2000)对中国扁茎大豆群体条件下结荚期鼓粒期光合特性进行了研究^[6]。苗以农从 1993 年开始引育美国扁茎大豆, 并利用其和中国有限结荚习性大豆杂交, 培育出了多份优异种质材料, 创制出多份顶生花序特异株型大豆^[7—9]。但是, 对美国扁茎大豆及其杂交后代选育出的新品系的光合等生理特性研究还未见报道。

大豆理想型除理想株型外貌, 还包括内在光合特性、物质积累与分配等源、流、库的相应生理过程^[10]。光合作用是决定产量的重要因素, 大豆下部叶片最大光合速率的持续时间较短, 对最终产量影响较小, 中上部叶片光合速率大且持续时间长, 对最终产量贡献较大^[11]。大豆生长期间特别是生殖生长期缺水, 将造成严重的减产及子粒品质下降^[12]。大豆花荚期过长, 营养生长与生殖生长对营养的竞争激烈, 营养供应不足造成大豆花荚脱落, 茎节上结实为主的株型在田间生长条件下花荚脱落率高, 是其低产的重要原因^[8]。

我们对美国扁茎大豆、中国普通大豆 7514 及其

杂交后代新品系大豆的形态及生殖生长时期的光合生理进行了初步研究, 探讨顶端花序大豆的某些生理特性。

1 材料与方法

供试栽培大豆 (*Glycine max* (L.) Merrill) 材料为: 美国扁茎(母本, 刘忠堂 1993 年提供)、中国普通大豆 7514(父本, 田佩占 1993 年提供)及通过以上二材料杂交选育的新品系 94—1—1、94—1—6。2001 年 4 月 29 日将上述材料播种于东北师范大学试验田, 行距 60cm, 株距 10cm, 田间管理同一般农田。

在大豆生殖生长的不同时期选择植株上部长成叶片作为试验材料进行形态和生理指标测定。成熟时室内考种。

1.1 光合速率、蒸腾速率测定

大豆叶片光合速率、蒸腾速率的测定使用美国产便携式 PP—1 型光合测定系统测定, 每个试验材料选择 5 株, 每株重复 3 次。光合速率日变化于结荚期(8 月 13 日、14 日、15 日)连续测定三天, 取其平均值。光合速率单位为: $\mu\text{molCO}_2\text{m}^{-2}\text{s}^{-1}$; 蒸腾速

* 收稿日期: 2002—12—02

基金项目: 东北师范大学青年科学基金。

作者简介: 石连旋(1972—), 男, 硕士, 讲师, 主要从事大豆生理及育种研究。

率单位为: mmolH₂O m⁻² s⁻¹。

1.2 比叶重(SLW)的测定

用英国产 ΔT—叶面积测定系统测量叶片全面积, 叶片于 100℃下杀青 30 分钟, 80℃下烘干至恒重, 用感量 0.0001 g 电子天平称重, 单位为: gm⁻²。

1.3 粒茎比的测定

不计叶片、叶柄、荚皮的重量, 只以成熟时子粒重与地上部分茎秆重比值来表示。

1.4 水分利用效率的测定

采用光合速率与蒸腾速率的比值来表示, 单位为: μmolCO₂/mmolH₂O。

1.5 花荚脱落率的计算

每种材料在花期调查 10 株花数, 每株重复 3 次并挂牌标记, 成熟时取 10 株进行室内考种, 确定平均荚数, 计算花荚脱落率。

2 结果与分析

2.1 生物形态性状

通过表 1 外部形态性状的记载可以看出, 母本美国扁茎大豆及其新品系 94—1—1、94—1—6 与父本普通大豆 7514 有着明显的差别。美国扁茎大豆花序为顶生总状花序形成大荚簇, 叶片中上部轮生, 下部对生, 茎秆扁。7514 为有限结荚习性, 花序为腋生总状花序, 茎秆圆。94—1—1、94—1—6 花序着生于顶部, 暂定为有限结荚习性, 形态上类似于禾本科作物顶端穗状花序, 叶片多数集中生长于中上部且为轮生或对生, 主茎中下部为圆秆, 上部扁状, 节间不明显。

表 1 不同株型大豆外部形态

Table 1 Morphology of soybean lines with different plant—types

材料	花色	花序类型	荚皮颜色	叶序	茸毛色	茎形态
M aterial	Flower color	Inflorescence type	Pod color	Phyllotaxy	Pubescence color	Stem form
美国扁茎 FSA	白色 White	顶生总状 Terminal raceme	褐色 Brown	对生、互生、轮生 Opposite/ Alternative/ Cyclic	棕色 Taw ny	扁 Fasciated
7514	紫色 Purple	腋生总状 Axillary raceme	灰色 Grey	对生、互生 Opposite/ Alternative	灰色 Grey	圆 Toroid
94—1—1	紫色 Purple	变异的顶生总状 Variant terminal raceme	褐色 Brown	对生、互生、轮生 Opposite/ Alternative/ Cyclic	棕色 Taw ny	上扁、中下圆 Superior part fasciated others toroid
94—1—6	紫色 Purple	变异的顶生总状 Variant terminal raceme	灰色 Grey	对生、互生、轮生 Opposite/ Alternative/ Cyclic	灰色 Grey	上扁、中下圆 Superior part fasciated others toroid

通过表 2 可以看出, 美国扁茎大豆属于多花, 多荚, 百粒重小, 花荚脱落率高的类型。不同株型大豆在花数上的差异明显表现为, 美国扁茎> 7514> 94—1—6> 94—1—1; 单株粒重的大小顺序为 94—1—6(21.1 g)> 7514(19.8 g)> 美国扁茎(17.9 g)> 94—1—1(15.7 g); 粒茎比为, 94—1—6(2.05)>

7514(1.83)> 94—1—1(1.54)> 美国扁茎(1.21); 花荚脱落率从高到低的顺序为, 美国扁茎(87.7%)> 7514(75.4%)> 94—1—1(52.8%)> 94—1—6(46.0%)。特异株型大豆 94—1—1 花荚脱落率分别比美国扁茎和 7514 降低了 39.79%、29.97%, 94—1—6 则分别降低了 47.55%、39.0%。

表 2 不同株型大豆产量构成因素和花荚脱落率

Table 2 Yield components and flower and pod abscission rate of soybean lines with different plant—types

材料	株高	株花数	株叶数	株荚数	株粒数	株粒重	株茎重	百粒重	粒茎比	脱落率
Material	Plant height (cm)	Flow er numbers per plant	Leaves per plant	Pod No. per plant	Seed No. per plant	Seed weight per plant (g)	Stem dry weight per plant (g)	100—seed weight (g)	Seed/ Stemradio	Flower & Pod abscission rate (%)
美国扁茎 FSA	70.2	745	24.9	91.9	128.8	17.9	14.7	13.8	1.21	87.7
7514	62.6	216	24.2	53.2	84.6	19.8	10.8	23.2	1.83	75.4
94—1—1	58.1	122	18.7	57.6	83	15.7	10.2	18.0	1.54	52.8
94—1—6	63.1	124	19.8	67.2	124.9	21.1	10.3	18.0	2.05	46.0

2.2 光合速率

2.2.1 生殖生长不同时期光合速率的变化

从图 1 看出: 4 种材料的表现基本一致, 即在盛花期的下降后逐步上升, 到鼓粒期达到最大值, 之后

急剧下降, 这一结果与前人研究结果一致^[13]。从 4 种材料分析表明, 94—1—6、94—1—1 在各个时期均高于亲本, 在鼓粒期的光合速率 94—1—1 分别比美国扁茎、7514 高出 34.92%、24.1%, 94—1—6 分别

高出 25.1%、12.65%。5 个时期的平均值为, 94-1-1(17.37)> 94-1-6(17.11)> 7514(13.61)> 美国扁茎(11.61)。

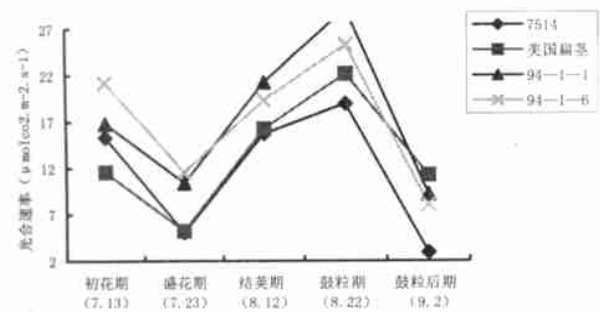


图1 不同株型大豆生殖生长时期光合速率变化

Fig. 1 Variation of photosynthetic rate at reproductive growth stages of soybean lines with different plant types

2.2.2 光合速率日变化

图2表明, 普通大豆 7514 与其它 3 种材料差别明显。父本普通大豆 7514 呈“双峰曲线”, 与孙广玉研究结果一致^[14]。母本美国扁茎及 94-1-1、94-1-6 在早 8:00 出现第一个高峰后下降, 在下午 2:00 达到第二个高峰, 表现为近似于“双峰曲线”, 但又有不同, 这种第一个高峰出现在早晨的类型, 尚属少见。一天中光合速率最大值为, 94-1-6(22.05)> 94-1-1(19.09)> 美国扁茎(16.94)> 7514

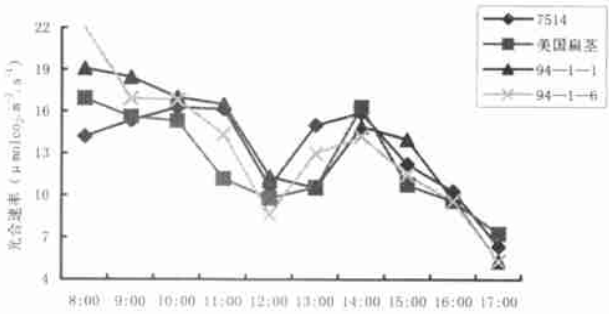


图2 不同株型大豆光合速率日变化

Fig. 2 Diurnal change of photosynthetic rate of soybean lines with different plant types

(16.18)。

2.3 比叶重的变化

在图3中, 4种材料在不同生育时期比叶重的变化趋势基本一致, 在鼓粒期达到最大值, 这一结果与苗以农(1982)论述相似^[15]。4个材料的比叶重在营养生长时期(7月5日)差异不大, 但从初花期(7月13日)逐渐差异明显, 94-1-1显著大于其它3个材料, 在鼓粒期尤为突出, 而美国扁茎在5个时期均小于其它材料。

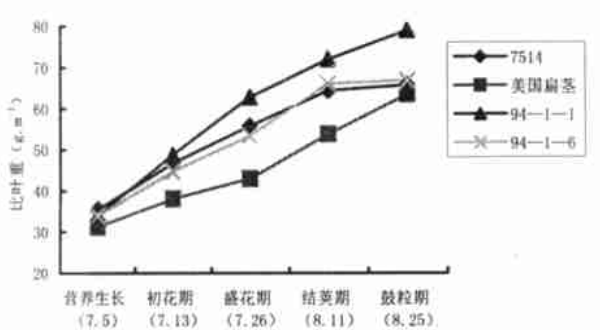


图3 不同株型大豆不同生育时期比叶重变化

Fig. 3 Variation of SLW at different stages of varies soybean lines with different plant types

2.4 蒸腾速率

2.4.1 不同生育时期蒸腾速率的变化

从图4中看出, 美国扁茎、7514 变化相似, 在盛花期有一个明显下降后逐渐上升, 到鼓粒期达最大值后下降。2个后代材料在盛花期也有下降趋势但变化较平缓, 其它时期与亲本材料变化趋势相同。后代材料蒸腾速率明显大于亲本材料, 在盛花期最为明显。5个时期的平均值为, 94-1-1> 94-1-6> 美国扁茎> 7514。这一变化与光合速率相似, 表

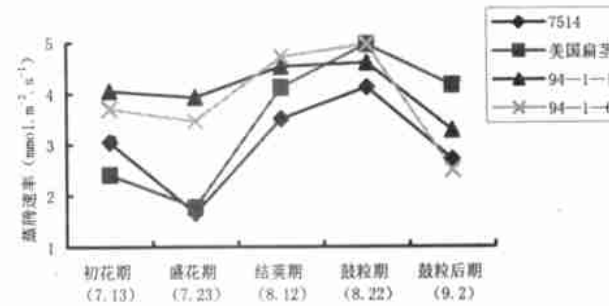


图4 不同株型大豆不同生育时期叶片蒸腾速率

Fig. 4 Variation of transpiration rate at different stages of soybean lines with different plant types

明新品系的光合、蒸腾生理活性明显高于亲本。

2.4.2 蒸腾速率日变化

图5显示, 4种材料蒸腾速率的日变化趋势相似, 呈“双峰曲线”。从蒸腾作用速率来看, 94-1-1、94-1-6 明显高于亲本, 在 12:00 之前表现突出, 日变化平均值为, 94-1-1(4.12)> 94-1-6(4.11)> 美国扁茎(3.75)> 7514(3.43)。

2.5 水分利用效率的变化

图6表明, 不同株型大豆水分利用效率的变化

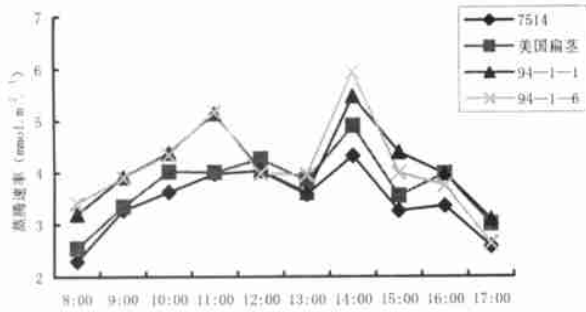


图5 不同株型大豆蒸腾速率日变化

Fig. 5 Diurnal change of transpiration rate of soybean lines with different plant types

趋势类似于光合速率的变化,在盛花期的下降之后逐步上升,到鼓粒期达最大值后急剧下降。4个材料鼓粒期差异最大表现为,94-1-1>94-1-6>7514>美国扁茎。五个时期的平均值为,94-1-6(4.3)>94-1-1(4.13)>美国扁茎(3.78)>7514(3.65)。

3 讨论

美国扁茎大豆与普通大豆品种(系)相比,在形态上有着较大的差异:主茎呈扁状;叶片数目与普通大豆相似,但着生奇特,多数着生于中上部;花序着生在茎顶端形成扁冠状大荚簇,中下部基本无花,花多,花荚脱落率达87.7%。美国扁茎大豆与中国普通大豆具有地理远缘及形态差异大的特点,杂交后产生疯狂分离。我们选育出的特异株型大豆新品系主茎中下部圆秆,上部扁状,叶片数较多,而且轮生或对生于植株中上部;花序为顶生类似于穗状花序,花数虽少,但集中,开花期短,生殖生长时期尤其鼓粒期的光合速率、比叶重、水分利用效率明显高于亲本。这一结果与苗以农等(1992, 1999)关于大豆高产品种和新品种光合特性的论述相符合^[19]。这种株型大豆生殖生长时期,植株中上部叶片能截取较多的光能,提高光合速率,合成更多的光合产物,就近供应顶部花序的开花、结荚、鼓粒的需要。

从我们选育特异株型大豆来看,降低大豆的花荚脱落率不在于增加花数,而在于减少脱落。利用美国扁茎与有限结荚习性大豆杂交筛选出的新品系,株型由节上结实改变为顶端结实。这种特异的株型大豆在一定程度上减弱了营养生长和生殖生长竞争营养的矛盾。新品系与亲本材料相比具有特殊

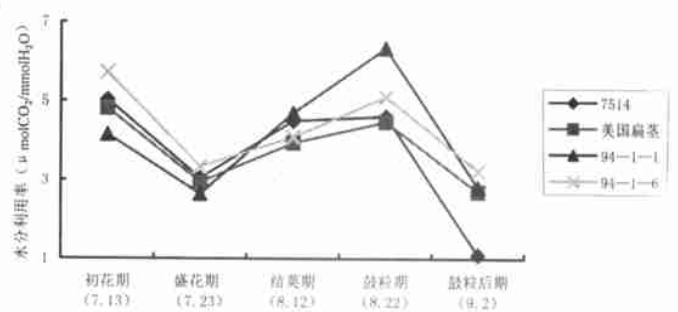


图6 不同株型大豆不同生育时期水分利用率变化

Fig. 6 Variation of water use efficiency at different stages of soybean lines with different plant types

的花序性状和优异的叶片着生态势以及叶片较强的光合速率,是特异株型新品系大豆降低花荚脱落率的主要原因。

这些类似于小麦、水稻产量形成时期的库源关系的半矮秆类型大豆新品系,可以结合栽培措施密植试验,进一步进行形态结构和生理生态及育种利用的研究。

参考文献

- 董钻. 关于大豆株型和株型育种的几个问题[J]. 大豆通报, 1997, (2): 1-2
- 苗以农. 大豆高产潜力限制因素分析及高产类型的设想[J]. 大豆通报, 1994, (1): 23-24.
- 游明安, 盖钧镒. 大豆花序性状的研究现状[J]. 中国油料, 1995, 17(1): 74-77.
- 田佩占, 袁全, 孙永纯, 等. 改良普通大豆生物学特性提高大豆产量的研究[J]. 大豆科学, 1999, 18(2): 95-100.
- 田佩占, 袁全, 孙永纯, 等. 扁茎大豆的生物学特性[J]. 大豆科学, 1997, 16(2): 113-117.
- 张桂茹, 杜维广, 满为群, 等. 扁茎大豆光生理特性及种质改良研究[J]. 大豆科学, 2000, 19(2): 115-118.
- 苗以农, 朱长甫, 石连旋. 大豆花序的变异(续)[J]. 大豆通报, 1998(2): 25.
- 苗以农, 朱长甫, 石连旋, 等. 从大豆产量形成生理特点探索特异高产株型的创新[J]. 大豆科学, 1999, 18(4): 342-346.
- 苗以农, 石连旋, 朱长甫. 株型结构和生理性状相结合培育绿色大豆优异新品系[A]. 当代作物生理研究[M]. 北京: 中国农业科学技术出版社, 2002, P310.
- 盖钧镒, 游明安, 邱家驹, 等. 大豆高产理想型群体生理基础探讨[A]. 大豆育种应用基础和技术研究进展[M]. 南京: 江苏科学技术出版社, 1990, P3-12.
- 杜维广, 王育民, 谭克辉. 大豆品种光合活性的差异及其与产量的关系[J]. 作物学报, 1982 8(2): 131-135.
- 闫秀峰, 许守民, 苗以农. 大豆叶片的光合效率和水分利用效率

[J] . 大豆科学, 1990, 9 (3): 221—227.

13 杨文杰, 苗以农. 野生大豆和栽培大豆光合作用特性的比较研究
[J] . 大豆科学, 1983, 2 (2): 83—92

14 孙广玉. 两个大豆[*Glycine max* (L.) Merrill] 品种光合作用日变
化的研究[J] . 大豆科学, 1989, (1): 33—38.

15 苗以农, 殷爱武, 李春荣, 等. 大豆比叶重的变异性[J] . 大豆科学,
1982, 1(1): 61—68.

16 苗以农, 许守民, 朱长甫, 等. 大豆不同品种光合性状和固氮能力
的比较[J] . 大豆科学, 1992, 11(2): 106—113.

PRELIMINARY STUDIES ON SOME PHYSIOLOGICAL CHARACTERS
OF SOYBEAN LINES WITH DIFFERENT PLANT—TYPES

Shi Lianxuan Miao Yinong Zhu Changfu

(*School of Life Sciences, Northeast Normal University, Changchun 130024*)

Abstract The physiological characters and yield forms in different plant—types soybean were determined, including FSA (fasciated soybean of America), 7514 (determinate podding habit soybean of China), and the new lines of soybean 94—1—1 & 94—1—6 (hybridization offspring). The results showed: (1) The photosynthetic rate of new lines of soybean (94—1—1 & 94—1—6) was obviously higher than that of the parent plants, FSA and 7514, from start of podding. Diurnal changes of photosynthetic rate in new lines was similar to the FSA, and obviously different to the 7514; (2) The specific leaf weight (SLW) in new lines was higher than that in the FSA and the 7514, especially in the periods of podding and seed filling; (3) Compared with the parent plants, the water use efficiency in new lines of soybean did not change much at the beginning of podding, however increased from the period of seed filling; (4) Compared with the parent plants, the new lines soybean had the special inflorescence, the dominant type in leaf position and the higher photosynthetic rate at reproductive growth stages, resulting in the lowest flower & pod abscission rates.

Key words Soybean; Plant—types; Photosynthetic rate; Water use efficiency; Flower & pod abscission rate