

杂交棉高产生理机制研究

房卫平¹, 李伶俐², 马宗斌², 谢德意¹, 杨铁钢¹, 台国琴², 李志敏², 阎旭霞²

(1. 河南省农业科学院棉花油料作物研究所, 河南 郑州 450002; 2. 河南农业大学农学院, 河南 郑州 450002)

摘要: 在相同密度和栽培管理条件下, 研究了豫杂 35、中棉 29 和中棉 19 3 个品种生长中后期主茎叶片光合特性及衰老特点, 以期探讨杂交棉高产形成的生理机制。结果表明: 杂交棉豫杂 35 和中棉 29 与常规棉中棉 19 相比, 打顶后其主茎倒 3 叶片的叶绿素含量高, 随叶片衰老下降的慢; 叶片生长前期气孔导度大, 生长后期叶片 PS II 实际光化学效率(Φ PS II) 大, 从而使其叶片光合速率高, 且随叶片衰老下降慢, 在后期仍表现较强的光合速率。此外, 3 个品种叶片的光合效率的日变化趋势均呈单峰曲线, 总体趋势是杂交棉品种的峰值较中棉 19 的高且下降的慢; 最大光化学效率(F_v/F_m) 和 Φ PS II 的日变化均表现为倒抛物线型, 但是豫杂 35 和中棉 29 的日变化曲线表现在中午前下降的慢, 中午谷值浅, 中午后恢复上升的快, 表现对强光利用能力高。杂交棉所表现的上述高光效特性, 为其多结铃, 增铃重, 获得高产奠定了光合生理基础。

关键词: 杂交棉; 叶绿素含量; 光合速率; 叶绿素荧光

中图分类号: S562 **文献标识码:** A **文章编号:** 1004-3268(2006)11-0039-04

Studies on High Yield Physiological Mechanism of Hybrid Cotton

FANG Wei ping¹, LI Ling li², MA Zong bin², XIE De yi¹,

YANG Tie gang¹, TAI Guo qin², LI Zhi min², YAN Xu xia²

(1. Cotton and Oil Crop Research Institute, Henan Academy of Agricultural Sciences Zhengzhou 450002, China;

2. College of Agronomy, Henan Agricultural University, Zhengzhou 450002, China)

Abstract: The photosynthesis property and ageing characteristic at middle later growing period of Yuza 35, Zhongmian 29 (both are hybrids) and Zhongmian 19 (conventional) was studied under same planting condition to investigate high yield physiological mechanism of hybrid cotton. The results showed that, comparing with Zhongmian 19, the chlorophyll content of the third leaf from the stem top to bottom of Yuza 35 and Zhongmian 29 after tip pruning was high and decreased slowly with leaves ageing; The stomata conductance(G_s) at early growing period and PS II practical light chemical efficiency (Φ PS II) at later growing period of the third leaf were higher and decreased slowly with leaf senescence. In addition, the diurnal changes of P_n of all the three cultivars were single peaked curves and the hybrid cotton had higher peak and slower declining; the diurnal change of F_v/F_m and Φ PS II showed an upside parabola for all three varieties, but the parabola of two hybrids decreased more slowly before noon and recovered quickly after noon, the valley was shallow at noon, indicating hybrid cotton have higher ability utilizing powerful light than conventional cotton.

Key words: Hybrid cotton; Chlorophyll content; Photosynthesis rate; Chlorophyll fluorescence

有研究表明, 不同产量水平的玉米品种, 其光合速率、荧光参数在生长后期存在差异, 表现为高产品

种具有较高的光合速率、最大光化学效率(F_v/F_m)、PSII 实际光化学效率(Φ PS II) 和潜在光化学活性

收稿日期: 2006-06-06

基金项目: 国家农业科技跨越计划

作者简介: 房卫平(1963-), 男, 河南虞城人, 研究员, 博士生导师, 博士, 主要从事棉花遗传育种工作。

(Fv/Fo)^[1,2],但在棉花上未见这方面的研究报道。本试验以常规品种中棉 19 为对照,对杂交棉豫杂 35 和中棉 29 生育中后期叶片叶绿素含量变化、荧光参数和光合特性变化进行了研究,以期探讨杂交棉高产形成的生理机制,为棉花高产高光效育种提供依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验在河南农业大学试验示范园区进行,试验地肥力中上等,试验材料为杂交棉豫杂 35、中棉 29 和常规棉中棉 19。3 月 25 日育苗,5 月 2 日移栽大田,行株距为 100cm×30cm,每品种栽一小区,每小区 3 行,行长 3m,设 3 次重复,均按高产棉田栽培管理。

1.2 叶绿素含量测定

每小区定 10 株,用日本生产的 SPAD-502 叶绿素仪,分别于开花期测定主茎倒 4 叶和花铃期(打顶后)主茎倒 3 叶不同叶龄的叶绿素含量。

1.3 叶片气体交换参数的测定

于晴天上午 9:00~11:00,用美国 CID-301PS 便携式光合测定仪,每小区定 5 株,分别于开花期测定主茎倒 4 叶和花铃期(打顶后)主茎倒 3 叶不同叶龄的光合速率(Pn)和气孔导度(Cs)。叶片光合日变化于 2004 年 8 月 7 日(晴天),分别在 7:30~8:30,10:30~11:30,13:30~14:30,16:30~17:30 进行 4 次测定。

1.4 叶绿素荧光参数的测定

选晴天,用英国 Hansatech 公司生产的 FMS-2 脉冲调制式荧光仪,每小区定 5 株,测定棉花主茎倒 3 叶片在光适应下最大荧光 Fm、最小荧光 Fo 和稳态荧光 Fs,测定叶片在暗适应夹中适应 20min 后的初始荧光 Fo 和最大荧光 Fm,计算 PS II 最大光化学效率 Fv/Fm=(Fm-Fo)/Fm,PS II 实际光化学效率 ΦPS II=(Fm'-Fs)/Fm',PS II 潜在光化学活性 Fv/Fo=(Fm-Fo)/Fo^[3]。光化学效率(Fv/Fm)和实际光化学效率(ΦPS II)的日变化于 2004 年 8 月 7 日,分别在 7:00,10:00,13:00,16:00,19:00 进行 5 次测定。

1.5 产量构成因素调查

每小区定 2 行,收获 2 行絮铃并计数,测定铃重和衣分,最后小区单收计产。

2 结果与分析

2.1 不同棉花品种叶片叶绿素含量

叶绿素含量是衡量叶片光合性能强弱的重要指标之一。由表 1 可见,7 月 2 日开花初期,叶绿素含量以中棉 29 最高,其次为豫杂 35,2 个杂交种间差异不显著,但均显著高于中棉 19。打顶以后,3 个品种的叶绿素含量都是先上升后下降,但是豫杂 35 和中棉 29 上升快下降慢,而且各时期含量较中棉 19 的高,说明杂交种叶片在花铃期光合功能强,而且衰老的慢,这有利于维持较高的光合效率,多结铃,增铃重。

表 1 不同棉花品种主茎叶片叶绿素含量 (SPAD 值)

品种	调查日期(月-日)						
	07-02	07-26	08-06	08-24	09-01	09-12	09-25
豫杂 35	38.5a	37.0a	45.3a	47.3a	53.7a	47.5a	40.3a
中棉 29	39.5a	37.2a	46.0a	44.9a	49.6b	43.1b	37.2b
中棉 19	36.4b	37.3a	37.6b	40.5b	46.3b	39.2b	32.4c

注:07-02 为初花期,测倒 4 叶;07-26~09-25 均测挂牌的倒 3 叶;同列不同小写字母表示差异达显著水平,不同大写字母表示差异达极显著水平。下同

2.2 不同棉花品种叶片光合速率(Pn)及气孔导度(Cs)

Pn 大小是叶片光合性能强弱的最终体现,Pn 降低是叶片衰老的主要指标。通常叶片气孔导度(Cs)大,有利于气体交换,改善叶肉细胞的光合能力,使叶片 Pn 提高^[5]。从表 2 可以看出,豫杂 35 和中棉 29 叶片的 Pn 在 7 月 2 日显著高于中棉 19;打顶后主茎倒 3 叶不同叶龄期的 Pn 均显著高于中棉 19,且下降的慢,和叶绿素的变化趋势基本一致。豫杂 35 和中棉 29 叶片的气孔导度在 7 月 2 日显著高于中棉 19,与 Pn 变化一致;打顶后,9 月 1 日以前各

时期各品种主茎倒 3 叶气孔导度变化也与 Pn 基本一致,说明该阶段叶片气孔导度是影响 Pn 的主要因素;而 9 月 1 日以后品种间的气孔导度没有差异,这说明叶片衰老期气孔导度不是影响 Pn 的主要因素,这与前人研究结果一致^[4,5]。

2.3 不同棉花品种叶片 Pn 的日变化

棉花生育期间常因光照过强、温度过高等造成光合抑制而形成减产^[6]。在晴天,照射到植物叶片上的太阳光强度和大气温度从早到晚是逐渐变化的,与此同时,植物叶片的光合速率也呈现相应的日变化动态。从图 1 可以看出,不同品种的 Pn 日变化

表 2 不同品种棉花叶片光合速率(Pn)及气孔导度(Cs)

品种	07 -02		07 -26		08 -06		08 -24		09 -01		09 -12		09 -25	
	Pn	Cs	Pn	Cs	Pn	Cs	Pn	Cs	Pn	Cs	Pn	Cs	Pn	Cs
豫杂 35	19. 7a	373. 6a	18. 5a	408. 3a	20. 8a	303. 8a	30. 2a	395. 2a	26. 1a	358. 3a	17. 2a	283. 8a	16. 2a	258. 2a
中棉 29	18. 5a	370. 5a	18. 8a	403. 3a	20. 3a	298. 8ab	29. 7a	378. 8a	24. 4ab	323. 3a	15. 9b	268. 8a	14. 2b	278. 2a
中棉 19	13. 3b	277. 4b	17. 1ab	405. 5a	18. 5ab	285. 8ab	24. 3b	324. 8b	20. 4b	286. 6b	13. 2c	265. 5a	13. 3c	262. 3a

注: Pn 的单位为 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$; Cs 的单位为 $\text{mmol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$

表现相同的趋势,均呈单峰曲线,其高峰出现在 10:30~11:30,此阶段的光照强度平均为 $1308\mu\text{mol}/(\text{m} \cdot \text{s})$ 。而在 13:30~14:30[最高光强 $1580\mu\text{mol}/(\text{m} \cdot \text{s})$],各品种 Pn 开始下降,主要与温度过高有关,此阶段气温平均达 37.7°C 。杂交品种与常规品

种相比,杂交品种的曲线峰值高且下降缓慢,在 13:30~14:30,2 个杂交棉品种的 Pn 显著高于中棉 19 的,这反映出杂交棉在一天内有较高的光合速率,且利用强光能力强。

2.4 不同棉花品种叶片 Fv/Fm、Fv/Fo 和 ΦPS II

PS II 最大光化学效率(F_v/F_m)和 PS II 潜在光化学活性(F_v/F_o)值大,说明 PS II 反应中心的能量捕捉效率高^[6];实际光化学效率($\Phi\text{PS II}$)是 PS II 反应中心部分关闭时的光化学效率,其值高,说明光合结构电子传递能力强、吸收的光能被用于光化学反应的份额大,这有利提高叶肉细胞的光合能力^[7]。从各时期测定结果看(表 3),各品种的 F_v/F_m 和 F_v/F_o 没有大的差异; ΦPSII 的差异表现在后期,特别是 8 月 24 日后,豫杂 35 和中棉 29 的显著高于中棉 19,这说明叶肉细胞实际光化学效率是影响叶片后期

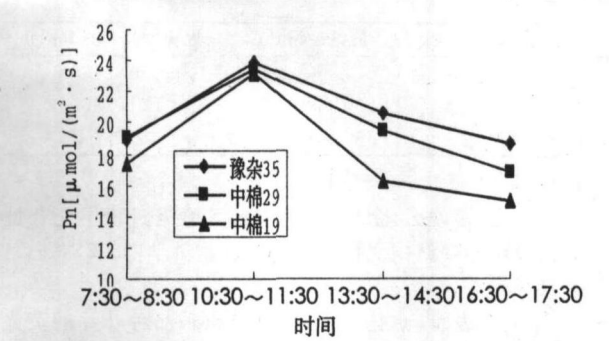


图 1 不同棉花品种叶片 Pn 的日变化

表 3 不同棉花品种叶片 Fv/Fm、Fv/Fo 和 ΦPSII 的变化

品种	调查日期(月-日)											
	07 -02			07 -26			08 -06			08 -24		
	Fv/Fm	Fv/Fo	ΦPSII	Fv/Fm	Fv/Fo	ΦPSII	Fv/Fm	Fv/Fo	ΦPSII	Fv/Fm	Fv/Fo	ΦPSII
豫杂 35	0.86a	3.56a	0.68a	0.88a	7.18a	0.75a	0.86a	6.97a	0.75a	0.86a	6.08a	0.79a
中棉 29	0.87a	3.37a	0.67a	0.86a	6.80b	0.77a	0.87a	6.65a	0.75a	0.85a	5.92a	0.78a
中棉 19	0.82a	3.40a	0.64a	0.87a	6.80b	0.68a	0.87a	5.97b	0.72a	0.87a	6.09a	0.70b

Pn 的主要因素,杂交棉后期叶肉细胞 PSII 的光合活性及光化学转化效率高,提高了叶片光合效率。

2.5 不同棉花品种叶片 Fv/Fm 和 ΦPSII 的日变化

PSI 最大光化学效率(F_v/F_m)和实际光化学效率(ΦPSII)日变化与光强有关,在强光下 PS II 功能下调, F_v/F_m 和 $\Phi\text{PS II}$ 下降, Pn 也随之下降,中午出现明显的光抑制,对强光适应能力强的品种,光抑制较轻, F_v/F_m , $\Phi\text{PS II}$ 和 Pn 下降幅度小,对强光利用能力高^[6,8]。由图 2、图 3 可以看出,8 月 7 日测定的 F_v/F_m 和 $\Phi\text{PS II}$ 日变化值在一天中呈先下降后上升的倒抛物线型,中午 13:00 时左右下降到一天中的最低值,然后缓慢上升,至下午 17:00 左右恢复到初始水平的 90% 以上,这与前人的结果一致^[6],但不同品种间的曲线谷深不同,豫杂 35 和中棉 29 的变化较缓,最低点显著大于中棉 19,这表明杂交棉品种对强光的利用能力强,与同时测

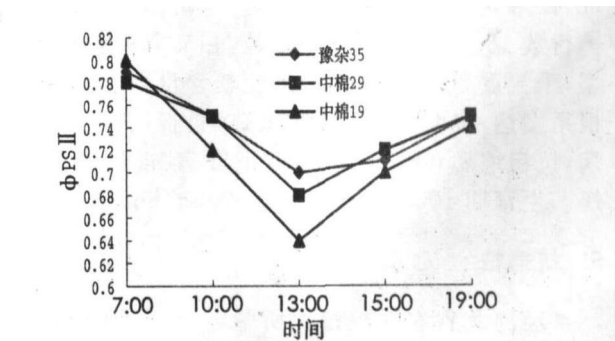


图 2 不同棉花品种叶片 ΦPSII 的日变化
得的 Pn 相对应。

2.6 不同棉花品种产量性状比较

从表 4 可以看出,在相同密度和栽培管理条件下,豫杂 35 和中棉 29 的单株铃数比中棉 19 显著多;铃重差异不显著,籽棉产量和皮棉产量极显著高于中棉 19。

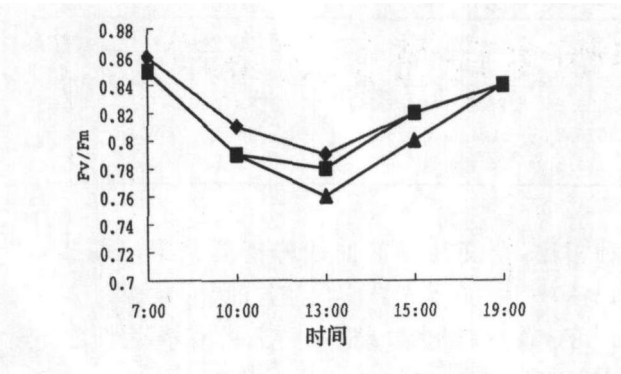


图 3 不同棉花品种叶片 Fv/Fm 的日变化

3 讨论

棉花叶片作为主要光合源, 其光合性能高低, 直接影响棉株光合产物积累和产量形成。从本试验结果看, 杂交棉之所以获得较高产量, 是以其叶片较高的光合效率为基础, 其叶片功能前期有较高的叶绿素含量和气孔导度, 使其有较高的光合速率; 其叶片功能后期叶绿素含量下降慢且维持较高的水平, 同时叶片实际光化学效率($\Phi PS II$)较高, 从而保持叶片仍具有较高的光合效率, 同时从叶片 P_n , F_v / F_m

表 4 不同棉花品种产量比较

品种	单株铃数(个)	铃重(g)	衣分(%)	霜前籽棉产量(kg/hm ²)	籽棉产量(kg/hm ²)	皮棉产量(kg/hm ²)
豫杂 35	25. 6a	5. 3a	42. 0	4 025. 0aA	4 522. 5aA	1 899. 5aA
中棉 29	25. 0a	5. 1b	41. 4	3 722. 9bAB	4 250. 0abA	1 759. 5bAB
中棉 19	19. 0b	5. 0ab	40. 2	2 783. 3cC	3 166. 4cC	1 272. 9cC

和 $\Phi PS II$ 的日变化看, 杂交棉利用强光的能力强, 每天光合对光能的利用率高, 这些均为杂交棉多结铃、增铃重, 获得高产奠定了光合生理基础。

参考文献:

[1] 李潮海, 刘奎. 不同产量水平玉米杂交种生育后期光合效率比较[J]. 作物学报, 2002, 28(3): 379 – 383.
[2] 赵明, 李少昆, 王树安, 等. 我国常用玉米自交系光合特性的聚类分析[J]. 作物学报, 1999, 25(6): 733 – 7.
[3] 许大全. 光合作用效率[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 2002. 29 – 37.
[4] 殷毓芬, 张存良, 姚凤霞. 冬小麦不同品种叶片光合速率与气孔导度等性状之间关系的研究[J]. 作物学报,

1995, 21 (5): 563 – 567.
[5] 李向东, 王晓云, 余松烈. 花生叶片衰老过程中光合性能及细胞微结构变化[J]. 中国农业科学, 2002, 35(4): 384 – 389.
[6] 李鑫, 刘友良, 焦德茂. 不同高产水稻品种叶片的荧光参数的日变化和光适应特性的关系[J]. 作物学报, 2002, 28(2): 145 – 153.
[7] GENTY B, BRIANTAIS J M, BAKER N R. The relationship between the quantum yield of photosynthetic electron transport and quenching of chlorophyll fluorescence [J]. Biochim Biophys Acta, 1989, 990: 87 – 92.
[8] 郭连旺, 许大全, 沈允钢. 田间棉花叶片光合效率中午降低的原因[J]. 植物生理学报, 1994, 20(4): 360 – 366.

(上接第 38 页)

穗行数 15. 1 行, 行粒数 35 粒, 白轴, 黄粒, 半硬粒型, 千粒重 301g, 容重 762g, 淀粉含量高(74. 24%)。根系发达, 抗倒性好。高抗大斑病, 青枯病和矮花叶病, 抗粗缩病和穗腐病, 中抗小班病、褐斑病和玉米螟。生育期 100d, 一般产量 9000kg /hm²。

5 抗病性

经河北省农科院植保所鉴定, 该品种高抗大斑病(病级 1)、茎腐病(病株率 0. 0)、矮花叶病(病株率 0. 0)、抗弯孢菌叶斑病(病级 3), 中抗小斑病(病级 5), 感瘤黑粉病(病株率 10. 2%)。中抗玉米螟(级别 6. 2)。

6 品质性状

经农业部农产品质量监督检验测试中心(郑州) 测定, 该品种容重 762g, 蛋白含量为 9. 27%, 淀粉含量 74. 24%, 脂肪含量 4. 22%, 赖氨酸含量 0. 28%。

7 栽培技术和适应地区

采用等行距或宽窄行种植均可, 等行距种植行距 0. 667m, 株距 0. 25m, 种植密度 60000 株 /hm²。控制氮肥施用量, 增施有机肥、磷肥和钾肥, 高产田要增施锌肥。麦收后力争早播, 确保一播全苗, 及时、定苗, 水肥管理要前控后促, 一般产量 9 000kg /hm²。根据省区试和生产示范结果, 适宜河南省各地春夏播种植, 在新乡、汝州、洛阳等地表现突出。

8 繁殖和制种技术要点

父母本繁殖时种植密度为 75000 株 /hm²。制种时行距 0. 67m, 父母本行比 1 : 4, 种植父本 15 000 株 /hm², 种植母本 67 500 株 /hm², 父母本同期播种, 田间管理一促到底, 带 1 片叶超前去雄, 去雄后及时灌水。一般繁殖和制种产量为 6 750kg /hm²。