

稀植留叶枝棉花的光合特性和产量品质研究

李伶俐¹, 马宗斌¹, 房卫平², 谢德意², 张东林³, 台国琴¹

(1. 河南农业大学农学院, 郑州 450002; 2. 河南省农业科学院棉花油料作物研究所, 郑州 450002;
3. 河南省开封县棉花办公室, 开封 475100)

摘要:在大田条件下,以 3.75 万株·hm⁻²常规栽培去叶枝棉为对照,研究了 2.25 万株·hm⁻²简化栽培留叶枝棉的光合特性、生态特性及产量品质,结果表明:简化栽培的棉行间通风透光条件较差,霜前花率低,叶片非光化学猝灭系数 NPQ 和中下部叶片光合速率明显低,纤维比强度降低 5.2%。但两种处理间的主茎叶绿素含量、PS II 潜在光化学活性 F_v/F_o、实际光化学效率 Φ_{PSII}、气孔导度 C_s、光化学猝灭系数 qP 和纤维长度、麦克隆值、整齐度、成熟度及产量没有明显差别。

关键词:棉花;稀植;留叶枝;光合特性;产量;品质

中图分类号:S562.048 **文献标识码:**A

文章编号:1002-7807(2007)01-0008-05

Studies on Photosynthetic Characteristics Yield and Quality of Sparse Planting Cotton-retaining-leafy-shoots

LI Ling-li¹, MA Zong-bin¹, FANG Wei-ping², XIE De-yi², ZHANG Dong-lin³, TAI Guo-qin¹

(1. College of Agronomy, Henan Agricultural University, Zhengzhou 450002, China; 2. Cotton and Oil Crop Research Institute, Henan Academy of Agricultural Sciences, Zhengzhou 450002, China; 3. Kaifeng County Cotton Production Office, Kaifeng 457100, China)

Abstract: As compared with cotton-removing-leafy-shoot of conventional cultivation with 3.75×10^4 plants per hectare, the photosynthetic characteristics, the yield & quality of cotton-retaining-leafy-shoot of simplify cultivation with 2.25×10^4 plants per hectare was studied under field condition. The results showed that simplify-cultivation's ventilation and transmitting light rate between the row were inferior, the yield percent before frost was lower, the photosynthetic efficiency of leaves in middle-below layer of canopy and non-photochemical quenching coefficient (NPQ) of main stem leaves reduced obviously; fibre strength was reduced by 5.2%. But the contents of chlorophyll, PS II activity (F_v/F_o), actual photochemical efficiency of PS II (Φ_{PSII}), stomata conductance (G_s), photochemical quenching coefficient (qP) of main stem leaves, and cotton yield, and length, micronaire value, uniformity, maturity of cotton fibres were no obviously difference between the two treatments.

Key words: cotton; sparse planting; retaining leafy shoot; photosynthetic characteristics; yield; quality

棉花稀植留叶枝简化栽培是在 20 世纪 80 年代的研究基础上发展起来的,这一阶段主要对常规棉不同密度留叶枝群体的成铃规律、生育性状和产量特点进行了研究,徐兴华等^[1-3]在 4.02 万株·hm⁻²密度下研究苏棉 8 号指出留叶枝棉早发、早结铃、单株

结铃多,对主茎叶的叶绿素含量没有显著影响,但铃重降低,产量差异不明显。李维江等^[4]在 4.5 万株·hm⁻²密度下研究转基因抗虫棉 33B 指出留叶枝不改变棉花的生育进程,但能够提早封行,皮棉产量与整枝处理的基本相当。李国锋等^[5]在江苏研究指出

收稿日期:2006-04-10 作者简介:李伶俐(1961-),女,副教授, ndlll@126.com

基金项目:河南省重大科技攻关(0322010800)和河南省科技攻关项目研究的部分内容(0424020023)

苏杂 16 留叶枝种植密度以 3.12 万株·hm²为最好。毛树春等^[6]研究指出,在全国 3 大棉区的高产地区常规棉留叶枝栽培密度降低 20%左右表现增产。杨峰等^[7]指出棉花留叶枝简化栽培要把密度控制在 2.25 万~3.0 万株·hm²,有利于构成高产群体。董合忠等^[8-9]在山东进一步研究和总结的基础上提出了以精量播种、扩行稀植和简化整枝为主要内容的抗虫杂交棉“精稀简”栽培技术,并证实该技术具有显著的节本增效作用。河南省目前生产上也多采用类似“精稀简”的方法(1.5 万~2.25 万株·hm²留 2~3 个叶枝)种植杂交棉,过去对稀植留叶枝比稀植去叶枝增产虽有较多研究,但与中等密度条件下去叶枝相比的效果则不清楚。为此,本文以杂交棉豫杂 35 为材料,研究了稀植简化栽培和传统栽培棉花光合特性及产量品质特点,以期对杂交棉花高产、优质栽培提供依据。

1 材料和方法

1.1 试验材料与设计

试验于 2004 年和 2005 年在河南省开封县姬坡农场进行,试验地土壤为两合土,肥力中上等,土壤有机质 10.6 g·kg⁻¹,碱解氮 65.6 mg·kg⁻¹,速效磷 23.7 mg·kg⁻¹,速效钾 98.6 mg·kg⁻¹。供试品种为杂交棉豫杂 35。试验设稀植简化 L(2.25 万株·hm²留 2 个叶枝)和传统栽培 Q(3.75 万株·hm²去叶枝)两个处理,3 次重复,每小区面积为 25 m²。棉花于 5 月初按密度要求移栽到 4-1 式麦套行,麦后为 120 cm 等行距。管理同一般大田。

1.2 测定项目与方法

1.2.1 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,测定中后期主茎倒 4 叶和倒 10 叶不同叶龄的叶绿素含量(SPAD 值)。

表 1 不同处理对主茎叶叶绿素含量的影响

Table 1 Effects of different treatments on chlorophyll contents in trunk leaves of cotton

SPAD

处理	倒 4 叶				倒 10 叶			
	07-25	08-17	08-28	09-17	07-25	08-17	08-28	09-17
L	46.2a	47.8a	56.6a	45.2ab	48.2a	44.7b	38.5a	34.8a
Q	46.9a	48.6a	57.2a	46.9a	49.6a	47.5a	40.6a	36.5a

注:同列中不同字母表示差异达 5%显著水平,下同。

2.2 不同处理对棉花主茎叶片光合速率(Pn)及气体交换参数的影响

从表 2 可见,主茎倒 4 叶不同时期各测定值处理间差异不明显;主茎倒 10 叶的 Pn 值表现为

1.2.2 叶片气体交换参数的测定。晴天上午 9:00-11:00 用美国 CID-301PS 便携式光合测定仪,每小区定株 10 株,测主茎倒 4 叶和主茎倒 10 叶的光合速率(Pn),气孔导度(Cs),蒸腾强度(E),细胞间隙 CO₂ 浓度(Ci)。

1.2.3 叶绿素荧光参数的测定。晴天用英国 FMS-2 脉冲调制式荧光仪,每小区定 5 株测定棉花主茎倒 4 叶片在光适应下最大荧光 Fm'、最小荧光 F_o'和稳态荧光 F_s,测定叶片在暗适应夹中适应 20 min 后的暗适应下初始荧光 F_o 和最大荧光 F_m,计算 PS II 最大光化学效率 Fv/Fm=(Fm-F_o)/Fm、PS II 实际光化学效率 ΦPS II=(Fm'-F_s)/Fm'、PS II 潜在光化学活性 Fv/F_o=(Fm-F_o)/F_o、光化学猝灭系数 qP=(Fm'-F_s)/(Fm'-F_o)、非光化学猝灭系数 NPQ=Fm/Fm'-1^[8,10]。

1.2.4 产量构成因素调查。每小区定 2 行,收絮铃并计数,测定铃重和衣分,最后小区单收计产。

1.2.5 纤维品质测定。每小区所收絮铃轧花后取样送河南省棉花质量检测中心测定,HVICC 标准。

1.2.6 群体光照和风速的测定。群体光照分布选晴天按照群体上层、中层、下层用 ST-80C 型照度计定 5 个点测定,每天上午 8:30-9:30、中午 12:00-13:00、下午 15:30-16:30 三次在行间测定;群体风速用 ZRQF-2FJ 型智能风速计在行间进行测定,方法和时间与光照测定相同,每点每次 1 min 内测定 5 次取平均数。

2 结果与分析

2.1 不同处理主茎叶片叶绿素含量(SPAD 值)

从表 1 可见,两处理主茎叶叶绿素含量随叶龄变化趋势基本一致,各测定期 Q 处理高于 L 处理,但差异不明显。

Q 处理明显高于 L 处理,其它测定值差异不明显,这说明两处理主茎倒 10 叶 Pn 的差异主要是光照强度不同和叶绿素含量不同所致。

表 2 不同处理对主茎叶片光合速率(Pn)及气体交换参数的影响

Table 2 Effects of different treatments on photosynthetic rate and gas exchange parameters in trunk leaves of cotton

处理	07-25				08-23				09-15			
	Pn	E	Cs	Ci	Pn	E	Cs	Ci	P	E	Cs	Ci
倒4叶L	15.9a	5.6a	230.5ab	301.6a	17.6ab	7.5a	243.7ab	290.1a	16.9ab	7.3a	277.6a	245.1a
倒4叶Q	16.4a	5.7a	234.2a	306.2a	18.1a	7.7a	250.1a	287.3a	17.8a	7.3a	278.3a	252.4a
倒10叶L	12.4b	5.1a	212.1a	310.2a	12.1b	7.0a	231.8a	291.6a	11.4b	7.1a	265.4a	264.3a
倒10叶Q	13.8a	5.3a	214.5a	309.8a	13.6a	7.2a	238.4a	298.4a	13.1a	7.0a	271.5a	260.1a

注:表中Pn的单位是 $\mu\text{mol} \cdot (\text{m}^2 \cdot \text{s})^{-1}$ 、E和Cs的单位是 $\text{mmol} \cdot (\text{m}^2 \cdot \text{s})^{-1}$ 、Ci的单位是 $\mu\text{L} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

2.3 不同处理对棉花叶片 Fv/Fm、Fv/Fo 和 Φ_{PSII} 的影响

Fv/Fm 和 Fv/Fo 值大,说明 PS II 反应中心的能量捕捉效率高的; Φ_{PSII} 值高,说明光合结构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^[11]。从各时期测定

结果看(表 3),处理间主茎叶的 Fv/Fm 和 Fv/Fo 差异不显著;Q 处理的 Φ_{PSII} 在 7 月 20 日和 8 月 23 日高于 L 处理的,但差异不显著,9 月 15 日则显著高于 L 处理的,这与同期测定的 Pn 结果相符合。

表 3 不同处理对棉花主茎叶片 Fv/Fm、Fv/Fo 和 Φ_{PSII} 的影响Table 3 Effects of different treatments on Fv/Fm, Fv/Fo and Φ_{PSII} in trunk leaves of cotton

处理	07-25			08-23			09-15		
	Fv/Fm	Fv/Fo	Φ_{PSII}	Fv/Fm	Fv/Fo	Φ_{PSII}	Fv/Fm	Fv/Fo	Φ_{PSII}
L	0.846a	5.378abA	0.600a	0.863a	6.522a	0.786aA	0.836a	5.648a	0.444bA
Q	0.856a	5.650aA	0.624a	0.863a	6.554a	0.796abA	0.835a	5.825a	0.496aA

2.4 不同处理对棉花叶片 qP 和 NPQ 的影响

qP 大,表明 PS II 开放的反应中心所占的比例大,PS II 的电子传递活性高;NPQ 反映 PS II 反应中心非辐射能量耗散大小^[10]。从各时期测定结果看(表 4),两处理 qP 均无明显差异,表明不

同处理对棉花叶肉细胞的 PS II 关闭程度影响不大;而 L 处理的 NPQ 显著高于 Q 处理的,这反映出 L 处理后后期叶片对过剩光能以非辐射能形式的散失加大,光合效率降低。

表 4 不同处理对棉花主茎叶片 qP 和 NPQ 的影响

Table 4 Effects of different treatments on qP and NPQ in trunk leaves of cotton

处理	07-25		08-23		09-15	
	qP	NPQ	qP	NPQ	qP	NPQ
L	0.934a	0.538aA	0.952a	0.463aA	0.579a	0.549aA
Q	0.925a	0.478bA	0.991a	0.366bB	0.570a	0.421bB

2.5 不同处理对田间通风透光条件影响

从表 5、6 可见,在棉花生育期中后期,Q 处理

行间中下部的光照条件和通风条件比 L 处理的好,特别是下层通风和光照条件明显优于 L 处理。

表 5 不同群体冠层的透光率(冠顶自然光为 100%)

Table 5 Transmitting rate of light in canopy of different cotton population

处理		08-15			09-01			09-15			09-23		
		上午	中午	下午	上午	中午	下午	上午	中午	下午	上午	中午	下午
上层	L	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	Q	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
中层	L	40.1a	26.9b	25.5n	41.4a	45.2a	41.3a	42.8b	37.6b	37.2a	53.1b	49.8b	51.8b
	Q	44.2a	39.2a	32.1a	44.2a	48.2a	41.8a	48.5a	47.4a	54.2a	58.0a	59.1a	60.7a
下层	L	12.0b	11.5n	7.5b	8.3b	11.4b	10.7b	11.3b	11.4b	7.5b	12.5b	13.0b	16.0b
	Q	16.3a	15.3a	14.2a	11.8a	16.1a	13.2a	17.4a	18.0a	17.4a	18.6a	18.0a	27.5a

注:上层为群体顶部,中层为群体 2/3 高度处,下层为群体 1/3 高度处,下同。

表 6 不同群体风速分布
Table 6 Speed of wind in canopy of different cotton population

处理	08-15			09-01			09-14			09-23			
	上层	中层	下层	上层	中层	下层	上层	中	下层	上层	中层	下层	
上午	L	1.15	0.22	0.18	1.52	0.38	0.24	0.37	0.20	0.11	1.28	0.32	0.20
	Q	1.14	0.22	0.16	1.52	0.42	0.28	0.36	0.23	0.13	1.29	0.32	0.21
下午	L	0.86	0.18	0.11	1.01	0.26	0.17	0.42	0.21	0.10	0.89	0.24	0.15
	Q	0.86	0.23	0.18	1.05	0.29	0.19	0.42	0.24	0.14	0.91	0.26	0.16

2.6 不同处理对棉花产量的影响

从表 7 可见,两年的试验均表现 L 处理主茎的铃重、衣分比其叶枝的高,霜前花率高 20.3~20.5 个百分点;而 Q 处理和 L 处理相比,其铃重高 3.9%~4.2%,霜前花率高 4.8~6.1 个百分

点,子棉产量和皮棉产量差异均不显著。2004 年由于 8—9 月份连续低温阴雨,单株结铃数和铃重下降,使产量显著低于 2005 年,但处理间差异也不显著。

表 7 不同处理对棉花产量的影响

Table 7 Effects of different treatments on cotton yield

年份	处理	单株铃数 /个	铃数 /(万个·hm ²)	铃重 /g	衣分 /%	霜前花率 /%	子棉产量 /(kg·hm ²)	皮棉产量 /(kg·hm ²)
2005	L 主茎	20.33	45.74	4.96a	42.2	90.2	2266.9	956.9
	叶枝	11.44	25.73	4.85ab	41.8	69.9	1247.6	522.1
	总计	31.77aA	71.48	4.91	42.1	82.4	3514.5aA	1479.0aA
	Q	19.29bB	72.34	5.10a	42.0	88.5	3690.0aA	1549.5aA
2004	L 主茎	18.19	40.93	4.35b	42.2	82.9	1780.2	751.2
	叶枝	10.01	22.52	4.24bc	42.0	62.4	955.1	401.2
	总计	28.20aA	63.45	4.31	42.1	75.7	2735.3bB	1152.4bB
	Q	17.17bB	64.39	4.48b	42.1	80.5	2884.5bB	1214.4bB

2.7 不同处理棉花品质比较

由表 8 可见,L 处理棉纤维比强度、纺纱均匀性指数均低于 Q 处理。叶枝的棉纤维比强度比其主茎低 3.3%,比 Q 处理低 5.2%;叶枝的棉纤

维纺纱均匀性指数比其主茎低 2.3%,而比去叶枝的低 6.3%;其它各项处理间差异很小。总的看,两群体的纤维品质属同一水平级。

表 8 不同群体的棉花品质比较

Table 8 Effects of different treatments on cotton fibres quality

处理	长度/mm	比强度/(cN·tex ⁻¹)	麦克隆值	整齐度/%	成熟度	纺纱均匀性指数
L 主茎	29.89a	30.6ab	4.4a	85.1a	0.89a	157.67ab
叶枝	29.63a	29.6ab	4.3a	83.6a	0.88a	154.14ab
Q	30.08a	31.2a	4.4a	85.3a	0.89a	164.48a

3 讨论

从试验结果分析看,简化栽培与常规栽培相比,其主茎叶片的叶绿素含量稍低,原因应在于叶枝对主茎有较强的 N 养分竞争^[12],而 N 素是合成叶绿素的主要成分,N 不足时,叶绿素减少^[13];其主茎上部叶片的光合速率稍低,主要原因是其叶绿素含量低;其中下部叶片光合速率明显低,主要原因是其群体中下部通风透光条件较差所致^[14]。

从本试验产量结果看,简化栽培的单株结铃量显著提高,而铃重降低,产量略有下降,没有表现增产,这与徐立华等^[2]、李德全等^[4]研究结果一致。毛树春等^[6]研究指出,在简化栽培中叶枝产量占总产量的阈值为 25%~30%,高于或低于这个阈值总产持平或下降,本试验叶枝产量占总产的 35.5%,表现减产,符合这一规律。杨铁钢等^[15]研究指出,在 4.05 万株·hm⁻² 比常规栽培密度低 15%条件下,由于叶枝铃对总成铃的补偿效应(毛树春等^[6]指出叶枝铃补偿阈值 25%~

30%为宜)使其增产。徐立华等指出^[3]留叶枝棉适宜密度比常规栽培的密度低5%~10%为宜,毛树春等^[6]指出,高产地区常规棉留叶枝栽培密度降低20%左右表现增产,而本试验中简化栽培密度比常规栽培密度低40%,叶枝铃占总铃数的36%,没有表现增产,与其密度偏低,叶枝铃不能补偿由于密度降低而减少的铃数和重量有关,如果叶枝铃补偿效应超过密度降低而减少的铃数和重量则表现增产,从而可以推测不同品种、不同栽培条件,简化栽培都有一个最适的稀植密度,以实现叶枝铃补偿增产的效果。再者试验中简化栽培的霜前花率降低,可以推测其密度偏低,生产中应当适当提高稀植留叶枝简化栽培的密度。

参考文献:

- [1] 徐立华,陈祥龙,李秀章,等.棉花叶枝发生的生物学特性研究[J].中国棉花,1999,26(1):19-20.
- [2] 徐立华,李国锋,何循宏,等.留叶枝棉花的成铃规律[J].江苏农业学报,2002,18(1):37-41.
- [3] 徐立华,朱永歌,王铁书,等.密度对棉花叶枝利用的调节效应[J].江苏农业科学,2000(5):26-27.
- [4] 李维江,董合忠,李振怀,等.棉花简化栽培技术在山东的效应研究[J].中国棉花,2000,27(9):14-15.
- [5] 李国锋,何循宏,徐立华,等.棉花留叶枝密度与产量及构成产量诸因子关系的分析[J].中国棉花,2001,28(11):11-13.
- [6] 毛树春,董合林,裴建忠.棉花栽培新技术[M].上海:上海科学技术出版社,2002:78-91.
- [7] 杨峰,王阶祥,徐家安.棉花留叶枝不同品种与密度关系研究[J].陕西农业科学,1999(5):6-8.
- [8] 董合忠,李维江,张学坤.优质棉生产的理论与技术[M].济南:山东科学技术出版社,2002.
- [9] 董合忠,李维江,李振怀,等.棉花营养枝的利用研究[J].棉花学报,2003,15(5):313-317.
- [10] 马宗斌,李伶俐,房卫平,等.正常叶与鸡脚叶杂交棉光合和叶绿素荧光参数的比较[J].棉花学报,2006,18(3):150-154.
- [11] 许大全.光合作用效率[M].上海:上海科学技术出版社,2002:29-37.
- [12] 杨铁刚,黄树梅,孟菊茹,等.棉花叶枝和主茎对无机营养(N)的竞争关系研究[J].中国棉花,2002,29(1):16-17.
- [13] 李德全,赵会杰,高辉远.植物生理学[M].北京:中国农业科技出版社,1999:32-33.
- [14] 李志博,魏亦农,张荣华,等.棉花不同叶位叶绿素荧光特性初探[J].棉花学报,2005,18(3):189-190.
- [15] 杨铁钢,黄树梅,赵志鹏,等.棉花留叶枝对其生育性状和产量的影响[J].河南农业科学,1999,8:11-13.