

# 南疆杏棉复合系统条件下棉花冠层的光特性

张建雄<sup>1</sup>, 刘春惊<sup>2</sup>, 张保军<sup>1</sup>, 谭永军<sup>2</sup>, 陈瑞萍<sup>2</sup>, 陈耀锋<sup>1</sup>, 李中国<sup>1</sup>

(1. 西北农林科技大学农学院, 陕西 杨凌 712100; 2. 新疆轮台县农业技术推广站, 新疆 轮台 841600)

**摘要:** 为了探明杏棉复合系统条件下棉花冠层光合特性及遮荫对棉花产量的动态影响, 以中棉43号为试材, 研究了4种复合系统下棉花冠层光照强度、光合有效辐射(PAR)、叶面积指数(LAI)及产量构成要素。结果表明: 宽幅棉花冠层光照强度、PAR、LAI 优于窄幅棉花(即:  $6\text{ m} \times 4\text{ m} > 6\text{ m} \times 3\text{ m} > 4\text{ m} \times 2\text{ m} > 4\text{ m} \times 1.5\text{ m}$ ), 棉花冠层各光合指标在间作带中从东到西呈现出由小增大再减小的变化趋势; 4种复合系统下棉花产量及主要生长指标有较大差异, 其中各系统间籽棉产量、蕾铃脱落率、收获株数均达到极显著差异,  $6\text{ m} \times 4\text{ m}$  模式下平均籽棉产量达到  $6\ 092.59\text{ kg}/\text{hm}^2$ , 是  $4\text{ m} \times 1.5\text{ m}$  模式的3.1倍; 各复合系统产值与单作田产值的大小表现为  $6\text{ m} \times 4\text{ m} > 6\text{ m} \times 3\text{ m} > \text{CK} > 4\text{ m} \times 1.5\text{ m} > 4\text{ m} \times 2\text{ m}$ 。

**关键词:** 杏棉复合系统; 棉花; 光照强度; 光合有效辐射; 叶面积指数

**中图分类号:** S562.048 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-7601(2010)04-0173-06

作物生长与产量形成的物质来源是光合作用产生的碳水化合物, 不同配置方式具有不同的光强和光能利用率<sup>[1]</sup>, 群体光能利用效率直接与群体冠层结构相关, 冠层结构的合理与否影响到棉花的光合特性, 最终体现于棉花的生物学产量在各器官中的分配比例<sup>[2]</sup>, 果粮间作对冠层下温度、湿度、光照、光合有效辐射(PAR)等具有明显的调控作用, 同时具有一定的防风作用。研究表明, 果粮间作种植模式能充分利用气候资源, 改善田间小气候, 提高土、肥、水、气、热的利用率<sup>[3,4]</sup>。光在作物冠层内的分布是由进入冠层的太阳直接辐射和天空散射辐射经过植物体和地表面的多次透射、反射和吸收等一系列物理过程之后形成的, 具有非常复杂的变化<sup>[5]</sup>, 并影响田间水分蒸发与蒸腾<sup>[6]</sup>、作物光合物质积累、生长发育等多种活动<sup>[7~9]</sup>。杏棉间作田内温度和风速明显降低, 空气相对湿度明显提高, 对作物减轻干热风危害具有重要作用, 同时在南疆地区3月下旬正值倒春寒多发期, 恰好这个时期也是当地杏树的开花期, 在盛花期气温低于 $-2.2\text{ }^\circ\text{C}$ , 坐果期低于 $-0.6\text{ }^\circ\text{C}$ , 都会发生冻害, 造成杏树大量落花落果, 影响产量, 而杏棉复合系统改变了单一的栽培结构, 在杏棉复合系统下小气候发生了变化, 一定程度上减轻或减少了冻害的发生, 提高了单位面积上杏树和棉花的整体经济效益<sup>[10]</sup>。目前, 研究农桐间作<sup>[11]</sup>、枣粮间作<sup>[12]</sup>、杨粮间作<sup>[13]</sup>的文章较多, 但研究杏棉间作的文章较少, 尤其是反映我国林果产业带南疆杏棉间

作的文章就更少。本研究通过对南疆地区杏棉间作复合群体内棉花冠层光合特性研究, 为南疆地区杏棉间作研究和生产实践提供理论支撑。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验地概况

试验地位于新疆轮台县, 地理位置  $\text{N}41^\circ 45'$ 、 $\text{E}84^\circ 11'$ , 平均海拔  $972\text{ m}$ , 该地处于天山南麓洪积冲击平原地带中部, 属典型的绿洲灌溉农业区, 地势较平缓, 基本为潮土性灌淤土和草盐土, 气候属于暖温带大陆性干燥气候, 干旱、高温和多风是其主要气候特点, 光热资源丰富, 年平均气温为  $10.6\text{ }^\circ\text{C}$ , 无霜期为  $188\text{ d}$ , 年平均降水量为  $52\text{ mm}$ , 平均年总蒸发量  $2\ 071.9\text{ mm}$ , 风沙浮尘天气较多, 主要集中在春季和夏季, 现有果园面积  $2\ 708\text{ hm}^2$ , 其中杏园面积  $2\ 042\text{ hm}^2$ 。

### 1.2 试验设计

试验于2008年在新疆轮台县试验田进行, 杏树品种为小白杏, 棉花品种为中棉43号, 2008年4月8日播种, 播前施农家肥  $11\text{ t}/\text{hm}^2$ , 磷酸二铵  $300\text{ kg}/\text{hm}^2$ , 春季结合灌水共追施尿素  $430\text{ kg}/\text{hm}^2$ , 全生育期共灌水6次, 分别在苗期(4月28日)、现蕾期(6月10日)、开花盛期(7月13日)、结铃期(8月3日)各1次, 结铃盛期(8月17日~9月2日)2次。

杏棉复合系统类型共4种, 分别为  $6\text{ m} \times 4\text{ m}$  ( $6\text{ m}$  指棉花间作行宽,  $4\text{ m}$  指杏树株距, 以下同),  $6\text{ m}$

收稿日期: 2009-12-22

基金项目: 国家科技支持计划项目(2007BAD36B03-3)

作者简介: 张建雄(1979-), 男, 甘肃甘谷人, 硕士研究生, 主要从事作物栽培与耕作方面的研究。E-mail: jxbp1314521@126.com。

通讯作者: 张保军(1960-), 男, 陕西户县人, 教授, 硕士生导师, 主要从事作物栽培与耕作方面的研究。E-mail: zhbjun2566@163.com。

×3 m, 4 m×2 m 和 4 m×1.5 m。树龄均为 7 年生树, 杏树平均树高 4.75 m, 平均冠幅 3.49 m×3.14 m, 杏树带型走向为南北走向。间作行区棉花采用机器条播, 平均行距 30 cm, 平均株距为 10 cm, 4 m 幅宽模式中种植共 8 行, 有效株数  $17.52 \times 10^4$  株/hm<sup>2</sup>, 6 m 幅宽模式中种植共 14 行, 有效株数  $16.91 \times 10^4$  株/hm<sup>2</sup>。以单作棉田为对照(CK)。

### 1.3 测点的设置

试验测点从东行杏树开始到西行杏树, 距东杏树水平距离依次为 50、100、150、200、300、400、450、500、550 cm (6 m 幅宽), 50、100、150、200、250、300、350 cm (4 m 幅宽)。

### 1.4 测定指标

1.4.1 光照强度 采用 ZDS-10 型自动换挡数字式照度计对行间每个测点处棉花冠层(与最高处叶片水平面平行)光照强度进行测定, 测定方法为把光学探头水平置于棉花冠层处, 待与之相连的主机显示器读数停止变动开始读数, 重复 3 次。

1.4.2 光合有效辐射(PAR)和叶面积指数(LAI) 采用美国 CID 公司生产的 CI-110 植物冠层分析仪对行间每个测点处棉花冠层(与最高处叶片水平面平行)PAR 和 LAI 进行测定, 测定方法是将传感器探头水平置于棉花冠层处, 通过探头拍照的方法, 照片通过传感器在与之相连的笔记本电脑上经过计算机图像数字化处理, 专用软件分析后, 可直接得到所需参数, 重复 3 次。

1.4.3 测定时间 棉花冠层光特性指标的测定时间为 7 月 17~20 日(盛花期), 8 月 28~31 日(盛铃期), 均选择晴天 12:00~16:00 进行。

1.4.4 棉花产量的调查 棉花采收分为两期, 第一吐絮期(9 月 15 日), 第二吐絮期(10 月 5 日)。方法

是在垂直于杏树行方向(由东向西)统计每行长 2 m 的株数、棉桃数和单株结桃数, 每行各取 2 段, 长度均为 2 m, 把采摘的棉桃晾晒干后称重, 计算单桃重, 最后计算距杏树行不同距离的籽棉理论产量。

### 1.5 数据处理

用 Excel 2003 进行数据处理, DPS 6.55 进行显著差异性分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 杏棉复合系统条件下棉花冠层光照强度的变化

从图 1 可以看出, 4 种杏棉复合系统中棉花冠层光照强度从间作行东行开始随距杏树距离的增大呈现出由小增大再减小的变化趋势, 图形近似抛物线形。从图 1a 看出 6 m 幅宽中棉花冠层光照强度的大小为  $6 \text{ m} \times 4 \text{ m} > 6 \text{ m} \times 3 \text{ m}$ ,  $6 \text{ m} \times 4 \text{ m}$  和  $6 \text{ m} \times 3 \text{ m}$  类型中棉花冠层光照强度最大值分别为  $3.98 \times 10^4 \text{ lx}$  和  $3.47 \times 10^4 \text{ lx}$ , 前者比后者高出  $0.51 \times 10^4 \text{ lx}$ , 最大值均在间作行中部, 各测点棉花冠层光照强度的平均值分别为  $2.51 \times 10^4 \text{ lx}$  和  $1.97 \times 10^4 \text{ lx}$ , 前者比后者高出  $0.54 \times 10^4 \text{ lx}$ 。从图 1b 看出, 4 m 幅宽中棉花冠层光照强度强弱为  $4 \text{ m} \times 2 \text{ m} > 4 \text{ m} \times 1.5 \text{ m}$ , 4 m 幅宽间作棉花总体受光较差,  $4 \text{ m} \times 2 \text{ m}$  和  $4 \text{ m} \times 1.5 \text{ m}$  类型中棉花冠层光照强度最大值分别为  $2.05 \times 10^4 \text{ lx}$  和  $1.82 \times 10^4 \text{ lx}$ , 前者比后者高出  $0.23 \times 10^4 \text{ lx}$ , 最大值均在间作行中部, 各测点棉花冠层光照强度的平均值分别为  $1.13 \times 10^4 \text{ lx}$  和  $0.96 \times 10^4 \text{ lx}$ , 前者比后者高出  $0.17 \times 10^4 \text{ lx}$ 。从比较结果可以看出宽幅模式棉花冠层光照强度优于窄副模式, 间作行相同且杏树株距越大光照强度越大(即:  $6 \text{ m} \times 4 \text{ m} > 6 \text{ m} \times 3 \text{ m} > 4 \text{ m} \times 2 \text{ m} > 4 \text{ m} \times 1.5 \text{ m}$ )。

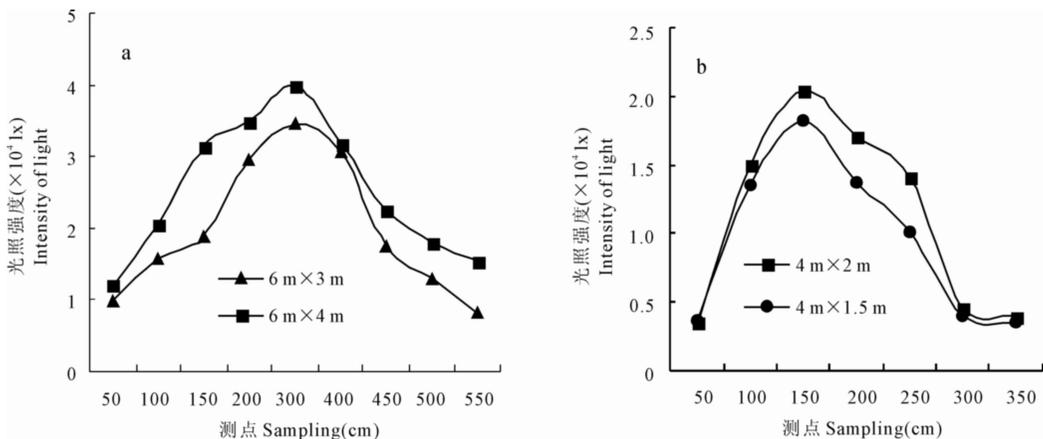


图 1 杏棉复合系统条件下 6 m 和 4 m 幅宽棉花冠层光照强度的变化

Fig. 1 Intensity of illumination of apricot canopy of apricot and cotton intercropping in 6 m and 4 m width

### 2.2 杏棉复合系统条件下棉花冠层光合有效辐射 (PAR)的变化

光合有效辐射(PAR)是太阳辐射能中可以被绿色植物用来进行光合作用的能量,是植物生长所需的基本能源<sup>[14]</sup>。从图2可以看出,4种模式下棉花冠层PAR从间作行东侧向西呈现出先增大后减小的变化趋势,从图2a看出,6m幅宽中50~300cm之间PAR增加较快,300~400cm迅速减小,400~550cm间变化幅度不大,但差异较明显,6m×4m和6m×3m中PAR最高值分别为18.87 μmol/(m<sup>2</sup>·s)和

16.2 μmol/(m<sup>2</sup>·s),最大值在间作行的中部300cm处,前者较后者高出2.67 μmol/(m<sup>2</sup>·s)。从图2b看出4m幅宽中PAR强弱为4m×2m>4m×1.5m,相同幅宽条件下杏树株距越大透光性越强,反之越差,4m×2m和4m×1.5m中PAR最高值分别为16.2 μmol/(m<sup>2</sup>·s)和14.9 μmol/(m<sup>2</sup>·s),最大值在间作行的中部200cm处,前者较后者高出1.30 μmol/(m<sup>2</sup>·s)。结果说明杏树遮荫对棉花冠层PAR有一定影响。4种模式中PAR的强弱表现为6m×4m>6m×3m>4m×2m>4m×1.5m。

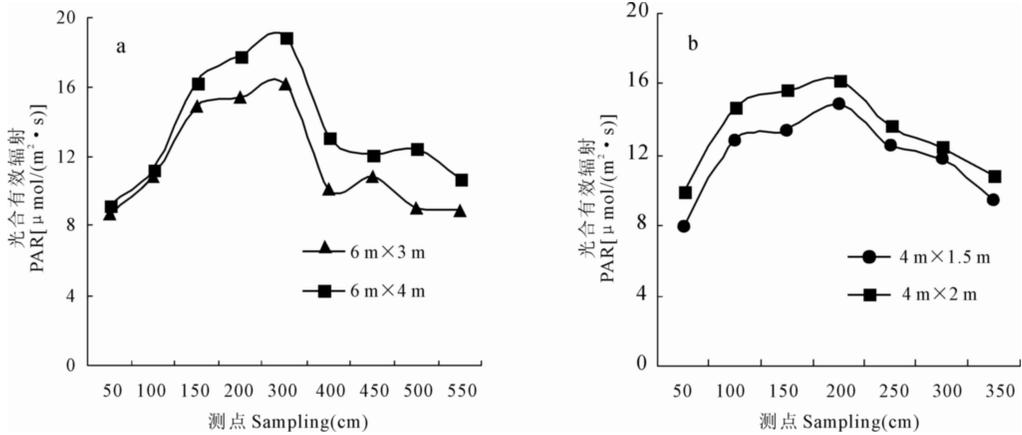


图2 杏棉复合系统条件下6m和4m幅宽棉花冠层PAR的变化

Fig.2 The PAR of apricot canopy of apricot-cotton intercropping in 6 m and 4 m width

### 2.3 杏棉复合系统条件下棉花冠层叶面积指数 (LAI)的变化

从图3可以看出,4种间作模式中棉花冠层LAI从间作行东行向西呈现出由小增大再减小的变化趋势,最大值均在间作行的中部或近中部,强弱表现为6m×4m>6m×3m>4m×2m>4m×1.5m,图3a和3b中,棉花冠层LAI变化均呈单峰曲线,由图3a可知,6m×4m和6m×3m模式下棉花冠层LAI最

大值分别为1.52和1.17,前者较后者高出0.35,最大值在间作行中部300cm处。各测点的平均值分别为0.99和0.85,前者比后者高0.14。由图3b可知,4m×2m和4m×1.5m模式下棉花冠层LAI最大值分别为1.25和1.20,前者较后者高出0.05,最大值在间作行中部200cm处,各测点的平均值均为0.86。由于4m幅宽下棉花受杏树遮荫影响较明显,2种间作模式叶面积指数差异较小。

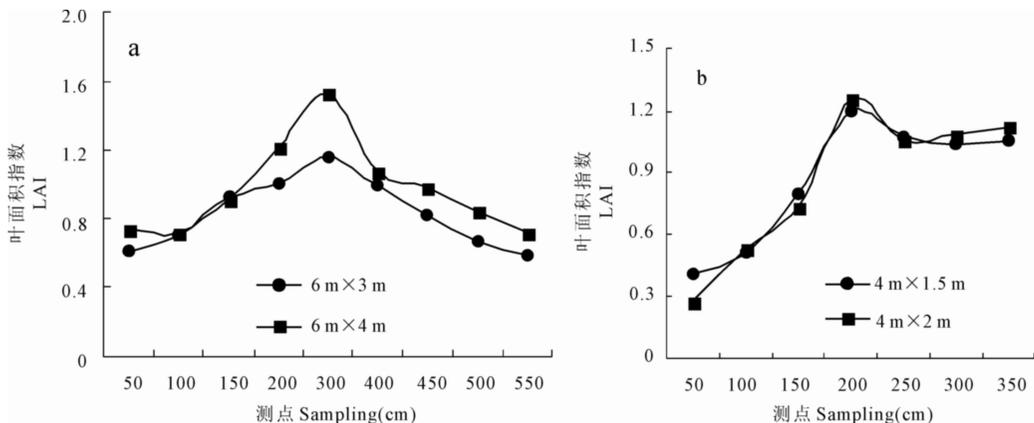


图3 杏棉复合系统条件下6m和4m幅宽棉花冠层LAI的变化

Fig.3 The leaf area index of apricot canopy of apricot-cotton intercropping in 6 m and 4 m width

## 2.4 杏棉复合系统条件下不同配置方式对棉花产量和产量性状的影响

从表 1 可知, 4 种不同间作模式下棉花产量及主要生长指标有较大差异, 具体表现为, 6 m 幅宽下平均株高、平均单铃重、籽棉产量、单株平均结铃数均优于 4 m 幅宽, 蕾铃脱落率由于 4 m 幅宽受光不足, 生育时期湿度较高, 脱落率较 6 m 幅宽高。4 m × 1.5 m 与 4 m × 2 m 模式下平均株高均与 6 m × 4 m 和 6 m × 3 m 模式间达到极显著差异。4 种间作模

式籽棉产量相互间均达到极显著差异, 蕾铃脱落率在 2 个显著水平下差异显著。单株平均结铃数 6 m × 4 m 间作模式与其它 3 种模式间均达到极显著差异, 6 m × 3 m 间作模式与其它 3 种模式间也均达到极显著差异, 6 m × 4 m 与 6 m × 3 m 模式间达到极显著水平, 4 m × 2 m 与 4 m × 1.5 m 模式间无差异。从产量结果来看 6 m × 4 m 模式平均产量最高, 达到 6 092.59 kg/hm<sup>2</sup>。因此, 在 4 种间作模式中 6 m × 4 m 是优选模式。

表 1 不同幅宽间作类型中棉花产量及产量构成因子变化

Table 1 Cotton yield and components at different plant modes of intercropping

处理 Treatments	平均株高(cm) Average plant height	平均收获株数(10 <sup>4</sup> /hm <sup>2</sup> ) Plant quantity of harvest	蕾铃脱落率(%) Abscission rate boll	单株平均结铃数(个) Boll number per cotton plant	平均单铃重(g) Average weight per boll	籽棉产量(kg/hm <sup>2</sup> ) Cotton yield
6 m × 4 m	71.57aA	15.78aA	29.68aA	4.78aA	3.32aA	6092.95aA
6 m × 3 m	64.83bB	18.04bB	32.02bB	3.81bB	3.11bB	5008.53bB
4 m × 2 m	47.50cC	17.78cC	38.97cC	1.71cC	2.75cC	1997.07cC
4 m × 1.5 m	47.30cC	17.26dD	51.91dD	1.70cC	2.69cC	1956.74dD

注: 表中数据为 3 次重复平均值, 纵列不同大小写字母分别表示差异为 0.01 和 0.05 显著水平。

Note: The values in the table are average of 3 replications. Different capital and small letters mean significance at 0.01 and 0.05 levels.

## 2.5 杏棉复合系统经济效益分析

杏棉复合系统是将杏树与棉花在同一地块上进行立体配置, 重新组成的新生态系统。复合系统条件下间作田与单作田经济效益的收益情况如表 2 所示: 试验中杏棉间作地的总产值 = 棉花产值 + 杏子产值, 由于杏树林带根盘留有左右各 0.5 m 的保护带, 所以 6 m 幅宽中林带根盘用地占总面积的 16.7%, 4 m 幅宽中林带根盘用地占总面积的

25.0%, 杏子产量因间作模式的不同也有差异, 6 m × 4 m 与 6 m × 3 m 模式下总产值均大于单作田, 4 m × 1.5 m 与 4 m × 2 m 模式下总产值均小于单作田, 4 种间作模式中总产值与单作田产值大小为 6 m × 4 m > 6 m × 3 m > CK > 4 m × 1.5 m > 4 m × 2 m。结果表明, 6 m × 4 m 与 6 m × 3 m 模式适宜在当地推广, 4 m × 1.5 m 与 4 m × 2 m 应被淘汰, 其中 6 m × 4 m 模式是推广的最佳模式。

表 2 复合系统与单作农田收益对比

Table 2 The contrast of earnings between fields of intercropping system and single cropping

模式 Mode	棉花 Cotton		杏子 Apricot		总产值 (元/667m <sup>2</sup> ) Total output value
	籽棉产量 (kg/667m <sup>2</sup> ) Production	产值 (元/667m <sup>2</sup> ) Output value	产量 (kg/667m <sup>2</sup> ) Production	产值 (元/667m <sup>2</sup> ) Output value	
6 m × 4 m	406.2	1584.2	801.6	1362.7	2946.9
6 m × 3 m	333.9	1302.2	880.2	1496.3	2798.5
4 m × 2 m	133.15	519.3	434.6	738.8	1258.1
4 m × 1.5 m	130.45	508.8	495.0	824.5	1333.3
CK	446.8	1742.5			1742.5

注: 小麦单价以 2.0 元/kg, 籽棉产量以 3.9 元/kg, 鲜杏子以 1.7 元/kg 计算

Note: The prices of wheat, cotton and fresh apricot are 2.0 yuan/kg, 3.9 yuan/kg and 1.7 yuan/kg, respectively.

## 3 讨论

1) 间作不仅可以使空间光能得到更好的利用, 而且可以不同程度地改善田间光、CO<sub>2</sub>、温度、水、肥等条件, 进而达到提高作物光合效率和产量的目的。

棉花冠层光照强度、PAR、LAI 从间作行东行向西呈先增大后减小的变化趋势, 最大值在间作行中部或近中部, 这与陈兴武等研究相一致<sup>[15]</sup>。由于棉花间作行宽不同、杏树株距不同、太阳直射角度不同, 导致棉花冠层受光程度不同, 棉花产量也有差异。通

过对棉花生长指标的测定,结果表明,棉花行间各测点处蕾铃数的水平分布与光的分布一致,光照强的区域花蕾数、铃重均高于光照弱的区域。产量结果表现为,中部或近中部高于东西冠下。棉花适宜于较充足的光照条件下生长,据测定,棉花单叶的光补偿点为750~1 000 lx,光饱和点为70 000~80 000 lx,一般情况下,棉叶对光强的适宜范围为8 000~70 000 lx,在此范围内,棉叶的光合强度随光强的增加而提高<sup>[16]</sup>。图1a中两种间作模式下光照强度的范围在8 050~39 800 lx之间,图1b两种间作模式下光照强度的范围在3 560~20 500 lx之间。从结果来看,6 m幅宽条件下棉花冠层光照强度在棉叶受光的适宜范围内,4 m幅宽条件下靠近东西杏树冠下1 m以内棉花冠层光照强度小于8 000 lx,光照不足影响了棉花光合物质积累,进而影响了产量。在实际生产中可以通过杏树整形修剪的办法改善杏树冠层结构,使之向有利于杏树本身和冠下作物光照的方向发展,达到提高二者综合经济效益的目的。

2) 在影响棉花产量构成因素的主要因子中,棉花平均株高、收获株数、单株平均结铃数、平均单铃重等指标均为6 m幅宽模式优于4 m幅宽模式,蕾铃脱落率恰好相反,表现为6 m幅宽小于4 m幅宽,蕾铃脱落率高的主要原因是4 m幅宽模式整体受光较6 m模式差。结果表明,6 m×4 m、6 m×3 m、4 m×1.5 m与4 m×2 m复合系统中籽棉产量分别为6 092.95、5 008.53、1 997.07、1 956.74 kg/hm<sup>2</sup>;CK的产量为6 702 kg/hm<sup>2</sup>,4种复合系统的籽棉产量均低于单作田,可见,杏树遮荫对棉花的产量产生了一定的影响,尤其是4 m幅宽条件下减产更为严重,但遮荫只是影响棉花产量的主要因子之一。

从表2中可以看出,合理杏棉复合系统的总经济效益优于单作田,如6 m×4 m和6 m×3 m复合系统,其总产值分别达到2 946.9元/667m<sup>2</sup>,2 798.5元/667m<sup>2</sup>,是单作田的1.7倍与1.6倍,比单作田增收1 204.4元/667m<sup>2</sup>和1 056元/667m<sup>2</sup>,幅宽较窄的情况下由于光照、湿度、温度等局部小气候效应的影响其经济效益比单作田差,如4 m×1.5 m与4 m×2 m复合系统。研究结果将为南疆杏棉复合系统的优化提供理论参考。

## 4 结 论

1) 在4种杏棉复合群体中棉花冠层光照强度、PAR、LAI随距杏树水平距离的不同呈现规律性变化,从间作行东行向西呈先增大后减小的变化趋势,

6m幅宽条件下棉花冠层光合特性优于4m幅宽,间作行越宽,光合特性差异越明显,相同幅宽条件下杏树株距越大其冠下棉花采光性越好。

2) 结果表明,采光较好的远冠区棉花生长相关因子和产量均优于近冠区,宽幅模式产量好于窄幅模式(6 m×4 m>6 m×3 m>4 m×2 m>4 m×1.5 m)。4种间作模式下棉花产量均低于单作田,但6 m×4 m和6 m×3 m复合系统经济效益分别是单作棉田的1.7倍与1.6倍,比单作棉田增收1 204.4元/667m<sup>2</sup>和1 056元/667m<sup>2</sup>,4 m幅宽模式下其综合经济效益较单作田差,该模式应被淘汰。从试验结果来看6 m×4 m是南疆杏棉间作的最佳模式,应加以推广。有关杏树和棉田立体结构模式下作物生理特性及生态效应的综合研究还有待进一步探讨。

## 参 考 文 献:

- [1] 毛树春,薛中立,张西岭,等.棉花不同配置方式群体光能分布规律的探讨[J].棉花学报,1993,5(1):65-72.
- [2] 赵中华,刘德章,郭美丽,等.棉花群体冠层结构与干物质生产及产量的关系[J].棉花学报,1997,9(2):90-94.
- [3] 崔学明,闫洁,李连国,等.果粮间作系统小气候效应的研究[J].内蒙古农牧学院学报,1998,19(3):54-57.
- [4] 蒋文伟,牛生明,侯正年.平原农区果农间作种植模式研究[J].新疆农业科学,2000,(6):243-247.
- [5] 孟昭清,刘国杰.果树整形修剪技术——密植简化优质修剪技术[M].北京:中国农业出版社,1996:110-112.
- [6] 左大康,周允华,项月琴.地球表面辐射研究[M].北京:科学出版社,1991:314-427.
- [7] 李伏生,Shabtai Cohen.利用林窗部分转换技术测定苹果树冠层结构[J].果树科学,2000,17(2):101-104.
- [8] 王锡平,李保国,郭焱,等.玉米冠层内光合有效辐射三维空间分布的测定和分析[J].作物学报,2004,30(6):568-576.
- [9] Grant R H. Ultraviolet Band photosynthetically active radiation environment of inclined leaf surfaces in a maize canopy and implications for modeling[J]. Agricultural and Forest Meteorology, 1999,9(5):187-201.
- [10] 木塔里甫,阿达来提.南疆杏树坐果率低的原因及防治措施[J].山西果树,2006,(2):27-28.
- [11] 杨修,赵铁顺,张存义.农桐间作的养分循环[J].农村生态环境学报,1994,10(4):7-11.
- [12] 俞涛,宋峰惠.枣麦间作系统小气候效应研究初报[J].新疆农业科学,2009,46(2):338-345.
- [13] 赵忠宝,万福绪,刘奕琳.杨粮复合系统内生态因子的变化及对小麦产量的影响[J].中国环境管理干部学院学报,2007,2(6):61-63.
- [14] 姚济敏,高晓清,冯起,等.额济纳地区苜蓿地光合有效辐射(PAR)的基本特征[J].高原气象,2005,24(5):772-776.
- [15] 陈兴武,雷钧杰,赵奇,等.杏麦间作复合群体内主要农业气象因素变化特点初探[J].新疆农业科学,2007,44(6):75-78.
- [16] 姚源松.新疆棉花高产优质高效理论与实践[M].乌鲁木齐:新疆科技出版社,2004:8-43.

## Study on photosynthetic characteristics of cotton canopy under apricot-cotton system in the south Xinjiang

ZHANG Jian-xiong<sup>1</sup>, LIU Chun-jing<sup>2</sup>, ZHANG Bao-jun<sup>1</sup>, TAN Yong-jun<sup>2</sup>,  
CHEN Rui-ping<sup>2</sup>, CHEN Yao-feng<sup>1</sup>, LI Zhong-guo<sup>1</sup>

(1. College of Agronomy, Northwest A & F University, Yangling, Shaanxi 712100, China;

2. Agricultural Technology Popularization Center of Luntai County, Luntai, Xinjiang 841600, China)

**Abstract:** A study was carried out to find out the photosynthetic characteristics of cotton canopy and dynamic effects of shading on cotton yield under apricot-cotton system. With the cotton variety of Zhongmian 43 as test material and under four types of apricot-cotton system, the cotton canopy intensity of illumination, photosynthetic active radiation, leaf area index and constituent elements of yield were studied. The result showed that: ① The canopy intensity, photosynthetic active radiation, leaf area index of cotton sowed in broader width is better than that in narrower width ( $6\text{ m} \times 4\text{ m} > 6\text{ m} \times 3\text{ m} > 4\text{ m} \times 2\text{ m} > 4\text{ m} \times 1.5\text{ m}$ ), and the graphic trends increased at first and then decreased. ② The cotton production and the main growth parameters are extremely different under the four different modes; the cotton yield, abscission rate of boll, plant quantity of harvest is significantly different, and the average cotton yield reached  $6\ 092.59\text{ kg}/\text{hm}^2$  under the mode of  $6\text{ m} \times 4\text{ m}$ , which is 3.1 times of that under the mode of  $4\text{ m} \times 1.5\text{ m}$  mode. ③ The order of output value of both monoculture and apricot-cotton system is:  $6\text{ m} \times 4\text{ m} > 6\text{ m} \times 3\text{ m} > \text{CK} > 4\text{ m} \times 1.5\text{ m} > 4\text{ m} \times 2\text{ m}$ .

**Keywords:** apricot-cotton system; cotton; intensity of illumination; photosynthetic active radiation; leaf area index

(上接第 168 页)

[6] 赵怀勇, 何新春, 张红菊, 等. 整薯播种对马铃薯生长发育及产量和品质的影响[J]. 甘肃农业大学学报, 2009, 44(3): 53.

[7] 苏斌程, 魏旭斌, 吴疆, 等. 陇南马铃薯冬播双膜栽培技术要点[J]. 甘肃农业科技, 2007, (10): 51.

[8] 康绍忠. 新的农业科技革命与 21 世纪我国节水农业的发展[J]. 干旱地区农业研究, 1998, 16(1): 1-17.

[9] 白雅梅. 马铃薯的需水特性及水分胁迫对其生理特性的影响[J]. 马铃薯杂志, 1990, 13(2): 120.

[10] 罗世武, 程炳文, 王勇, 等. 宁南山区马铃薯不同栽培方式节水增产技术研究[J]. 中国马铃薯, 2007, 21(5): 308-309.

[11] 郭志平. 马铃薯不同生育期追施钾肥增产提质效果[J]. 长江蔬菜, 2007, (11): 44-45.

[12] 魏卫东. 西宁水浇地马铃薯不同生育时期追施钾肥对产量的影响[J]. 青海农技推广, 1999, (1): 29-30.

[13] 何华, 陈国良, 赵世伟. 水肥配合对马铃薯水分利用效率的影响[J]. 干旱地区农业研究, 1991, 9(2): 59-66.

## Study on key techniques of potato production in Qinwangchuan irrigation area

LI Zhang<sup>1</sup>, ZHENG Yong-wei<sup>1</sup>, HE San-xin<sup>1</sup>, LV Xing-mi<sup>2</sup>

(1. Institute of Potato, Gansu Academy of Agricultural Sciences, Lanzhou, Gansu 730070, China;

2. Office of Demonstration Bases of Qinwangchuan Agricultural Hi-tech Development of Gansu Province, Lanzhou, Gansu 730000, China)

**Abstract:** To overcome constraints such as rigid restrictions, salinization and tuber easily deformed green top, facing potato production in Qinwangchuan irrigation area, planting pattern, variety, water-saving irrigation techniques and planting techniques were investigated in the study, key techniques for potato production in Qinwangchuan were as follows, 75 cm width with a large ridge mulching cultivation, use of early-maturing varieties of LK99, 50 g virus-free potato seed about 1 small whole potato, sown early in April, 4 500 points/ $667\text{ m}^2$ , the whole growth period in four irrigation  $160\text{ m}^3/667\text{ m}^2$ , growing season topdressing 5~10 kg 50% potassium, 2 000 kg goods of potato can be obtained in  $667\text{ m}^2$ . Potato industrial production in Qinwangchuan can be realized by carrying out early mature cultivation a large ditch and high ridge mulching soil cultivation mode.

**Keywords:** Qinwangchuan irrigation area; potato; key techniques