

# 不同种类果树冠层特性比较

李 丹, 赵 经 华, 洪 明, 马 英 杰

(新疆农业大学 水利与土木工程学院, 新疆 乌鲁木齐 830052)

**摘 要:**在新疆阿克苏地区,以核桃树、枣树、苹果树、梨树为试验材料,利用 HemiView 数字植物冠层分析仪器,对新疆阿克苏温宿县试验基地内沟灌条件下的 5 年生果树进行冠层参数比较,分析计算不同种类果树的冠层参数,研究不同种类果树冠层参数之间的差异。结果表明:在沟灌条件下,不同种类果树叶面积指数的排列顺序为核桃树>枣树>苹果树>梨树;透光率的排列顺序为梨树>苹果树>枣树>核桃树;平均叶倾角的排列顺序为核桃树>枣树>苹果树>梨树;截获辐射能的排列顺序为核桃树>枣树>苹果树>梨树。在相同条件下,核桃树叶面积指数与透光率呈极显著负相关;枣树、苹果树、梨树的叶面积指数与透光率呈负相关关系、与截获辐射能呈正相关关系,而透光率与截获辐射能呈负相关关系。

**关键词:**HemiView;冠层特性;果树;沟灌

**中图分类号:**S 66 **文献标识码:**B **文章编号:**1001-0009(2015)16-0040-04

冠层是植物群体地上部分的绿色覆盖层,包括植物的叶、茎、枝条、花和果实等器官<sup>[1]</sup>。作为连通大气与土壤的重要组成部分之一,冠层可以影响植物的光合作用与呼吸作用,并对地表土壤的温湿度产生影响。冠层参数(Canopy parameters),例如叶面积指数、叶倾角和孔隙度,通常被用来描述植物干物质的积累情况,分析冠层的辐射分布,并可以用于估计植株的蒸发蒸腾量<sup>[2]</sup>。徐小利等<sup>[3]</sup>研究了膨瓜期西瓜的叶面积指数与产量之间的相互关系,最终得出 2.53 m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup> 时的叶面积指数最有利于西瓜产出;李志强等<sup>[4]</sup>指出过量施肥会影响棉花群体太阳辐射的透过系数;陈龙等<sup>[5]</sup>通过监测晚季水稻叶面积指数的动态变化情况,进而建立了根生物量预测模型。针对植物冠层特性方面,许多学者已经取得了大量成果,因此基于前人研究,现着重探讨不同类型果树在冠层特性方面的对比分析,以期通过试验研究进一步了解核桃树、枣树、苹果树、梨树 4 种类型果树冠层存在

的不同差异,为以后果树冠层环境改造、不同果树间栽培经验互补提供理论参考。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验地概况

试验区位于新疆阿克苏地区温宿县境内,地理位置为东经 80°14′、北纬 41°16′,海拔 1 318.8 m,多年平均太阳总辐射量 544.115~590.156 kJ/cm<sup>2</sup>,多年平均年日照时数 2 855~2 967 h,多年平均降雨量 65.4 mm,多年平均无霜期 208 d,多年平均气温 11.2℃。

### 1.2 试验材料

研究对象均为 5 年生果树,分别为核桃树、枣树、苹果树和梨树。果树总种植面积为 2 hm<sup>2</sup>,树行为南北方向,株行距 3 m×5 m,灌水方式为沟灌。

### 1.3 试验方法

试验于 2014 年 7 月 22 日进行,此时,各类型果树均处于生长稳定阶段。HemiView 数字植物冠层分析仪器主要包括单反数码相机、4.5 mm 鱼眼广角镜头、可伸缩单臂支架以及 HemiView 2.1 半球影像图片分析软件。针对 HemiView 冠层分析仪器对天气、光照条件的要求,试验于当天 10:30 开始,此时植株冠层无强烈太阳直射光照射,摄取的半球影像图片不会受到曝光等情况的干扰影响。试验前,在试验区内随机选取长势均一的核桃树 2 株,枣树、苹果树、梨树各 5 株,并依次拍摄各株果树的冠层影像图片。

阈值调整为 HemiView2.1 软件的重要分析手段,通过调整阈值,可以科学的将可见天空部分与实际分析

**第一作者简介:**李丹(1988-),女,河南开封人,硕士研究生,现主要从事灌溉节水理论等研究工作。E-mail:aydans@163.com.

**责任作者:**赵经华(1979-),男,新疆奇台人,副教授,硕士生导师,现主要从事节水灌溉技术科研与教学工作。E-mail:zhaojinghua\_xj@126.com.

**基金项目:**新疆维吾尔自治区重大专项资助项目(201130103-1);国家科技支撑计划资助项目(2011Bad29B05);新疆水利科技资助项目(2013G03);新疆水利水电工程重点学科基金资助项目(XJZDXK-2002-10-05)。

**收稿日期:**2015-03-19

部分(果树冠层叶子)区分开来,同时,阈值计算方法也是最简单有效的图像分类方法之一。将图片载入 HemiView 分析软件后发现,不同种类果树最佳使用阈值在数值上存在差异,所以,每次在使用 HemiView 分析

计算数据前均要将阈值进行调整,以达到植株冠层与天空的最佳匹配状态。不同种类果树阈值处理后图片如图 1 所示。通过软件分析,即可得到果树叶面积指数值、透光率值、平均叶倾角值、截获辐射能值。

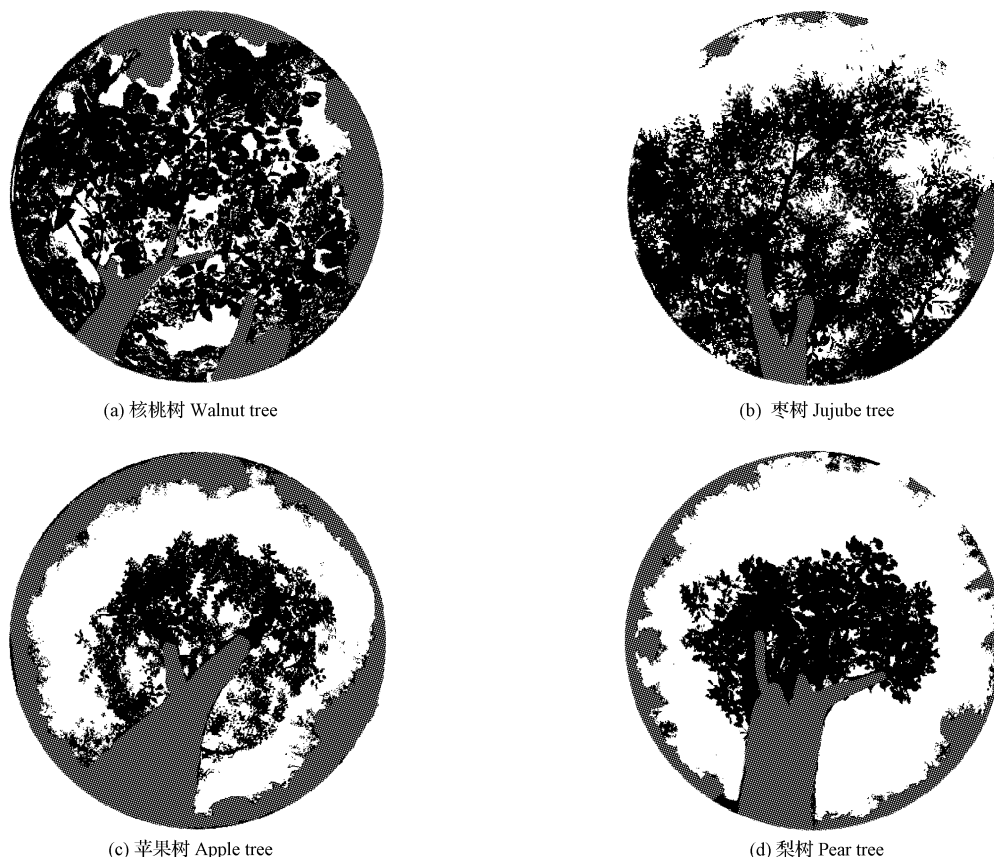


图 1 不同种类果树半球影像图片

Fig. 1 Hemispherical photography of different fruit trees

#### 1.4 数据分析

试验数据采用 SPSS 19.0 和 Excel 软件进行处理分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同种类果树叶面积指数比较

叶面积指数(Leaf area index, LAI)是指单位面积上所有叶子表面积的总和<sup>[6]</sup>,是描述植物冠层的一个重要参数。研究表明,叶面积指数可以影响冠层对光能的吸收利用、植物干物质的积累等方面<sup>[7]</sup>。从图 2 可以看出,不同果树的叶面积指数值相差较大,其中,尤以核桃树叶面积指数测得的数据标准差最大,离散化程度最高,梨树的叶面积指数离散化程度最低,说明梨树叶子长势较核桃树均一。不同种类果树叶面积指数从大到小的排列顺序为核桃树>枣树>苹果树>梨树,说明核桃树冠层的叶面积最大,枝叶更为茂盛,其次依次为枣树、苹果树、梨树。叶面积指数大,冠层截获的太阳辐射能量增加,植株进行光合作用可以合成的光能产物也会相应提

升,因此可以推断出,在相同条件下,核桃树积累的物质最大,储备的能量物质可以更多的供于果实的生长发育。

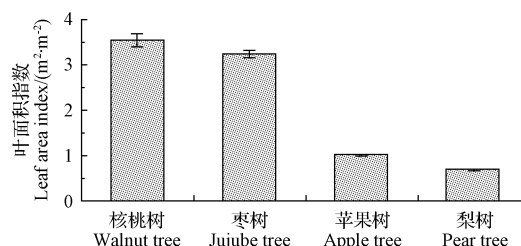


图 2 不同种类果树叶面积指数比较

Fig. 2 Comparison of leaf area index of different fruit trees

### 2.2 不同种类果树透光率比较

透光率是指天空可见部分占给定天空部分的比值。当透光率值为 0 时,说明给定天空部分完全被遮蔽物遮盖;当值为 1 时,说明给定天空区域完全可见。透光率可以间接代表植株冠层对潜在光环境的可用性范围,并且透光率的值不随特定太阳轨迹的改变而发生变化,但

却与植株的地理位置密切相关<sup>[8]</sup>。由图 3 可知,果树透光率大小的排序为梨树>苹果树>枣树>核桃树,其中,核桃树的透光率略小于枣树的透光率,苹果树的透光率略小于梨树的透光率。枣树、苹果树和梨树的叶子呈微卷状,相对于核桃树叶子来说,这 3 种果树的叶子较小,但枣树、核桃树枝叶更为繁茂。在试验基地内,核桃树与枣树冠层形状多为圆头形,苹果树与梨树冠层形状多为纺锤形,苹果树、梨树冠层内的通风透光性显然好于核桃树、枣树,这与试验得出数据相符。

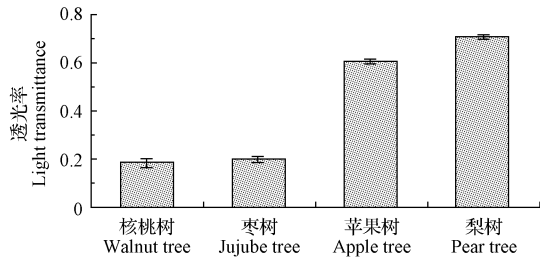


图 3 不同种类果树透光率比较

Fig. 3 Comparison of light transmittance of different fruit trees

2.3 不同种类果树平均叶倾角比较

作为植物冠层的又一个重要参数,叶倾角(Leaf inclination angle)在土壤-植物-大气系统的能量平衡与质量平衡方面起着重要作用<sup>[9]</sup>,同时也是影响植物冠层截获太阳辐射多少的因素之一。由图 4 可知,不同果树平均叶倾角的大小排列顺序为核桃树>枣树>苹果树>梨树,核桃树的平均叶倾角最大,说明核桃树冠层可以截获的辐射能最大,同样,这也与核桃树枝叶的生长状况密不可分。

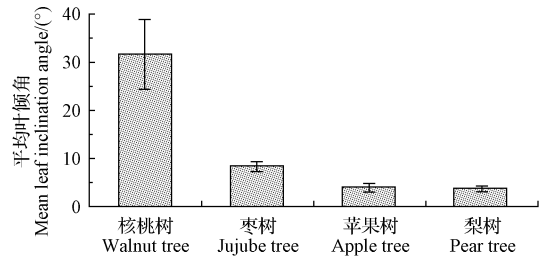


图 4 不同种类果树平均叶倾角比较

Fig. 4 Comparison of mean leaf inclination angle of different fruit trees

表 1 不同种类果树冠层特性参数的相关性

Table 1 Correlation of the canopy parameters of different fruit trees

冠层特性参数 Canopy parameters		核桃树 Walnut tree	枣树 Jujube tree	苹果树 Apple tree	梨树 Pear tree
叶面积指数	透光率	-0.961 **	-0.975 **	-0.999 **	-0.995 **
	平均叶倾角	-0.241	0.093	0.014	-0.101
	截获辐射能	0.187	0.596 **	0.460 *	0.828 **
透光率	平均叶倾角	0.471	-0.117	-0.008	0.019
	截获辐射能	-0.403	-0.622 **	-0.472 *	-0.815 **
平均叶倾角与截获辐射能		-0.672	-0.308	-0.080	-0.053

注: \*\* 表示在  $P=0.01$  水平上相关性显著, \* 表示在  $P=0.05$  水平上相关性显著。  
Note: \*\* shows significant correlation at 0.01 level, \* shows significant correlation at 0.05 level.

2.4 不同种类果树截获辐射能比较

从图 5 可以看出,不同种类果树截获的辐射能整体表现为核桃树>枣树>苹果树>梨树,核桃树与枣树冠层截获的辐射能在数值上相差不大,苹果树与梨树截获辐射能相差不大。冠层截获的辐射能与植物不断累积的生物量及生物量的分布状况密切相关<sup>[10]</sup>,核桃树与枣树辐射能的截获依然处于最大,说明在监测时段,核桃树与枣树能量获取多,可供于植株进行光合作用的能量也最大,表明沟灌条件下,核桃树与枣树之间的辐射能量需求相差不大。

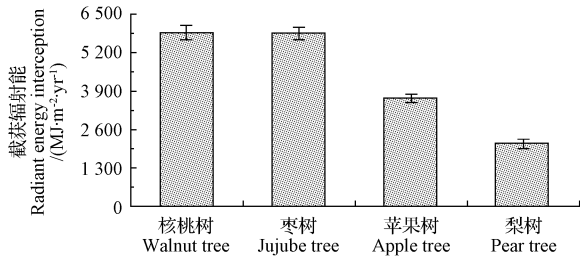


图 5 不同种类果树截获辐射能比较

Fig. 5 Comparison of radiant energy interception of different fruit trees

2.5 不同种类果树冠层特性相关性分析

从表 1 可以看出,在沟灌条件下,不同种类果树冠层参数之间的相关性存在差异。仅就核桃树而言,冠层特性参数中的叶面积指数与透光率存在极显著性负相关,其余参数之间相关性均不明显,说明可以通过调整核桃透光率来改变叶面积指数,从而改善核桃树冠层对光能的吸收利用。而以枣树、苹果树、梨树来讲,除去叶面积指数与透光率呈负相关外,叶面积指数还与截获辐射能呈现正相关、透光率与截获辐射能呈现负相关,表明对于后 3 种果树,叶面积指数、透光率与截获辐射能之间作用关系极其密切,结果显示随着透光率的增大,叶面积指数、截获辐射能均呈减小趋势。以上分析结果显示,不同种类果树间冠层参数的作用关系并不完全相同,因此,针对不同种类果树冠层特性的特点,可以随季节、生长期的改变,进行适度修剪、冠层形状的调整等,从而不同程度地促进果树光截获率的提高、碳水化合物的积累。



### 3 结论与讨论

植物冠层是植株最先接触太阳辐射的地上部分,并且,作为连通大气与土壤的桥梁,冠层对地表植物生长、土壤干湿度等方面也产生一定影响。研究发现,冠层参数与冠上光合有效辐射密切相关<sup>[1]</sup>,冠层参数的改变同样也会关系到植株的产量以及果实品质。试验结果表明,在相同条件下,核桃树的叶面积指数在4种类型果树中为最大,平均叶倾角及冠层截获辐射能也最大,表明核桃树叶进行光合作用可以利用的潜在能量最高,但经过透光率大小排序,核桃树的冠层透光率数值处于最小,梨树为最大。透光率越大,植株冠层光透过率也越大,冠层内部的通风透光性虽然得以提高,但是冠层截获的太阳辐射能会受到影响而呈减小趋势,适宜的冠层内部环境是储备果实生长发育所需能量的先期基础,所以,应当通过适度调整果树冠层结构来提升植株整体截获光能量的能力。

通过试验研究发现,核桃树叶面积指数与透光率呈极显著负相关,而枣树、苹果树、梨树冠层参数中的叶面积指数与透光率呈负相关、与截获辐射能呈正相关,透光率与截获辐射能呈负相关,所以在后续试验中,针对枣树、苹果树、梨树这3种果树,可以着重定量分析透光率、叶面积指数与截获辐射能的关系,核桃树着重探讨叶面积指数与透光率的关系,找出不同种类果树冠层参数的最佳组合方式,从而为果树冠层的进一步调整、优化打下理论基础。

### 参考文献

- [1] 崔莉,董希斌,宋启亮,等. 大兴安岭底质林不同林型主要树种冠层分析与比较[J]. 东北林业大学学报,2013,41(9):1-5.
- [2] LIU C W, KANG S Z, LI F S, et al. Canopy leaf area index for apple tree using hemispherical photography in arid region[J]. Scientia Horticulturae, 2013, 164: 610-615.
- [3] 徐小利,赵卫星,常高正,等. 西瓜产量与叶面积指数的相关性分析[J]. 河南农业科学, 2010(7): 84-85.
- [4] 李志强,杨永林,刘洪亮,等. 不同施肥量对北疆高产棉花冠层结构、养分吸收和产量构成的影响[J]. 中国农学通报, 2014, 30(33): 105-109.
- [5] 陈龙,史学正,徐胜祥,等. 基于水稻叶面积指数的根生物量预测模型研究[J]. 土壤, 2014, 46(5): 862-868.
- [6] 王文杰,蒋卫国,王维,等. 环境遥感监测与应用[M]. 北京: 中国环境科学出版社, 2010: 170.
- [7] 段爱旺. 作物冠层辐射截获量的测定及其应用[J]. 灌溉排水, 1996, 15(1): 53-56.
- [8] KEELING H C, PHILLIPS O L. A calibration method for the crown illumination index for assessing forest light environment[J]. Forest Ecology and Management, 2007, 242(2): 431-437.
- [9] WANG W M, LI Z L, SU H B. Comparison of leaf angle distribution functions; Effect on extinction coefficient and fraction of sunlit foliage[J]. Agricultural and Forest Meteorology, 2007, 143: 106-122.
- [10] 李迪秦,秦建权,张运波,等. 品种与播期对齐穗期水稻群体光能截获量和干物质垂直分布的影响[J]. 核农学报, 2009, 23(5): 858-863.
- [11] 陆国富,杜华强,周国模,等. 毛竹笋快速生长过程中冠层参数动态及其与光合有效辐射的关系[J]. 浙江农林大学学报, 2012(6): 844-850.

## Comparison of the Canopy Structure Characteristics on Different Kinds of Fruit Trees

LI Dan, ZHAO Jinghua, HONG Ming, MA Yingjie

(College of Water Conservancy and Civil Engineering, Xinjiang Agricultural University, Urumqi, Xinjiang 830052)

**Abstract:** In order to compare the canopy parameters on different kinds of fruit trees, the experiment which was taking walnut trees, jujube trees, apple trees and pear trees as experimental materials by using the HemiView canopy image analysis instrument was carried out at Aksu region in Xinjiang. The results showed that under the condition of furrow irrigation among these different fruit trees, the order of leaf area index was walnut tree > jujube tree > apple tree > pear tree; the order of light transmittance was pear tree > apple tree > jujube tree > walnut tree; the order of mean leaf inclination angle was walnut tree > jujube tree > apple tree > pear tree; the order of radiant energy interception was walnut tree > jujube tree > apple tree > pear tree. In the same situation, leaf area index of walnut trees was significantly negative correlation with light transmittance. For the rest of the three kinds of fruit trees, this conclusion applied to them, too. Besides, leaf area index had a positive correlation with radiant energy interception. Light transmittance showed a negative correlation with radiant energy interception.

**Keywords:** HemiView; canopy structure characteristic; fruit tree; furrow irrigation