

海岸带复合梨园的光能分布与利用规律*

彭方仁 黄宝龙 李杰

张纪林

(南京林业大学森林资源与环境学院, 南京 210037)

(江苏省林业科学研究院, 南京 211153)

摘要 采用方格法和分层法相结合的技术对江苏省如东县棉花原种场林网保护区内 13 年生梨园的树冠结构特征和光能分布与利用规律进行了系统研究。结果表明:梨树叶幕光能分布状况直接受叶面积系数、树冠结构、太阳位置及光强的影响。各层叶幕中的光合有效辐射(PAR)分布随自然光照条件的变化而改变,其日平均透光率大小和 PAR 日变化范围均从叶幕外围向内膛随累积叶面积系数(LAI)的增加而减弱;不同生长期及不同天气变化下树冠光能分布存在明显的差异性;树冠结构与累积 LAI 对 PAR 的分布及利用率具有决定性的影响。在生产实践中,通过密度调控、整形修剪等农业技术措施,维持成年梨园盛果期高效光合生产的叶幕厚度在 2.5 m 以上,有效 LAI 为 4 左右,是增强梨树光合生产能力、提高产量和品质的有效措施。

关键词 梨树;树冠结构;光能分布与利用;叶面积系数

The pattern of light distribution and utilization in compound pear orchard in seacoast area Peng fangren, Huang Baolong and Li Jie (College of Forest Resources and Environment, Nanjing Forestry University, Nanjing 210037), Zhang Jilin (Forestry Research Institute of Jiangsu, 211153), *J. Plant Resour. & Environ.* 1999, 8(4): 25~29

Using grid system and layer methods, the characteristics of canopy structure and the patterns of light distribution and utilization in the 13-year-old pear orchard conserved by forest network were studied in Ru Dong county, Jiangsu Province. The result showed that the light distribution in the canopy were obviously affected by the leaf area index (LAI), the structure of canopy, solar radiation and its apparent movement, etc. The light distribution in the different layers of the canopy varied with the changes of the natural sunlight, the mean daily light transmissivity and the daily changes of PAR were reduced as the accumulative total LAI increased from the external to the internal part of the canopy; There were great different in the light distribution between different development stages and different weather condition. The light distribution and the efficiency of its utilization were directly determined by the structure of the canopy and the accumulative LAI. In order to enhance the light penetration and its efficiency in the photosynthesis, it was suggested that by controlling density, training and pruning and other agricultural techniques, the thickness of the canopy of a mature, bearing tree be maintained at more than 2.5 m, with an effective LAI of approximately 4.

Key words pear; tree canopy structure; light distribution and utilization; leaf area index (LAI)

* 国家“九五”重点科技攻关资助项目(96-007-03-05-03)

彭方仁:男,1963年7月生,博士,副教授,主要从事林农复合经营及经济栽培的研究。

收稿日期:1999-07-02

我国拥有广阔的沿海滩涂,沿海防护林建设已从单一的网带模式向复合型片林发展^[1]。在沿海地区,通过开沟洗盐、种植林木、建立林-果复合型生态系统是提高滩涂土地资源利用率的一项有效措施。梨树是我国重要的水果树种之一,其适应性强、经济价值高^[2],江苏沿海在林网保护区内已建立起大面积梨园。本文对林网保护下的梨园在自然生长条件下叶幕中光能分布与利用规律及主要影响因子进行系统分析,旨在进一步探索改造目前生产中成熟梨园的不合理叶幕结构,提高光能利用率,增强树体光合生产力和结实能力的可能途径,为生产实践提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验在江苏省如东县棉花原种场(原如东林场)内进行,该地位于东经 $121^{\circ}12'$,北纬 $32^{\circ}28'$,属亚热带湿润气候区,年平均气温 14.8°C ,年均降雨量 $1\ 025\ \text{mm}$,全年平均气温 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 的作物生长期有 $227\ \text{d}$ 。该地为沿海滩涂围垦区,地势平坦,土壤为滩涂滨海盐土。

在试验区中部,选择一代表性较好且具有完整林网保护的梨园,林网方格南北 $150\ \text{m}$,东西 $200\ \text{m}$ 。东西林带为双行 10 年生水杉,平均树高 $8.7\ \text{m}$,平均胸径 $11.3\ \text{cm}$,疏透度 $0.5\sim 0.6$;南北林带为 4 行 21 年生的刺槐,林带宽 $9\ \text{m}$,平均树高 $11.5\ \text{m}$,平均胸径 $16.4\ \text{cm}$,疏透度 0.4 左右。网内梨树为 13 年生的杭青和山水梨品种混栽,株行距为 $4\ \text{m}\times 4.5\ \text{m}$,南北走向,梨园郁闭前进行过间(套)种,每年进行整形修剪。

1.2 研究方法

1.2.1 梨园形态指标的观测 在梨园中部随机选择发育正常、生长基本一致的 50 株标准株,分别于展叶初期(4 月 26 日)和叶幕稳定期(6 月 4 日)逐株测定树高、地径、冠幅、光秃带距、叶幕厚度、树冠表面积、树冠总体积等形态指标。

1.2.2 叶幕光能分布调查 以上述形态指标为基础,在梨园内选择 2 株标准株,通过其树冠东西、南北向各作一纵剖面(均通过树冠中心),以经过树干与叶幕底层垂直向上 $0.25\ \text{m}$ 处的交叉点为基准,利用小竹杆将整个叶幕纵剖面搭成多个边长为 $0.5\ \text{m}$ 的方格(图1),分别于展叶初期(4 月 26 日)及叶幕稳定期(6 月 3 日),用北京师范大学光电子仪器厂生产的FGH-1型光合有效辐射计,于北京时间 $06:00\sim 18:00$ 每 $1\ \text{h}$ 次测定各方格交叉点处的光合有效辐射(PAR),通过同时刻的自然PAR资料换算成透光率(即相对PAR),并以 2 株标准株的观测资料求算各测定层全天的平均值。

1.2.3 叶面积系数的测定 从上述纵剖面叶幕底部东、西两侧的中心,分别自下而上每 $0.5\ \text{m}$ 划为一个测定层(图1中斜线框内部分),在每个叶幕层次中取边长 $0.5\ \text{m}$ 的立方体样方,用

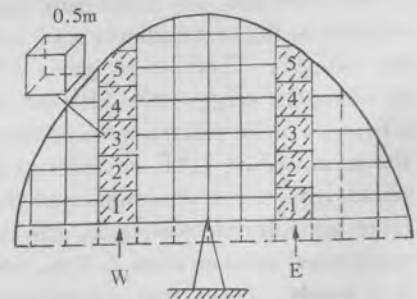


图1 树冠光能分布调查方法模式图
Fig 1 The model figure of investigation method of light distribution in canopy

叶形指数法测定样方内的每个叶面积^[3],然后根据各层体积换算各层及全树的叶面积,全树叶面积除以林冠投影面积即得叶面积系数。

2 结果与分析

2.1 林分结构特征分析

树冠结构对光的传播和利用起着决定性作用^[4~6]。为此,在研究梨园的光能分布规律时,首先对不同发育阶段林分的树冠结构进行了调查,其结果如表1。

表1 不同发育时期梨园树冠结构特征
Tab 1 The canopy structures of pear orchards in different development stages

日期 Date (day/month)	树高 Height of tree (m)	地径 Diameter of ground (cm)	冠幅 Diameter of canopy (m)	叶幕厚度 Thickness of canopy (m)	树冠表面积 Surface area of canopy (m ²)	树冠体积 Volume of canopy (m ³)	叶面积指数 Leaf area index
26/4	2.92	11.22	3.52	2.20	25.48	17.24	2.6
3/6	3.28	11.23	3.92	2.44	30.45	22.08	3.8

从表1可以看出,随着生长期的变化,梨树冠幅、叶幕厚度、树冠表面积、树冠体积和叶面积指数等形态指标均显著增加,这意味着随着林木的生长发育,叶片截获光能的能力逐渐增强,这为梨树的开花结果和果实的发育提供更多的能量资源。

2.2 不同天气条件下各树冠层次中 PAR 的日变化规律

不同天气条件下,梨树各叶幕层次内的 PAR 分布都随着自然光照强度的变化而呈现一致的单峰曲线(表2)。

表2 不同树冠层次内光合有效辐射(PAR)的日变化
Tab 2 Daily variation of PAR in the pear tree canopy at different layer

层次 Canopy layer	光合有效辐射日变化 Daily variation of PAR (mV/cm ²)													
	晴天(6月3日) Fair weather (June 3)							阴天(5月31日) Overcast weather (May 31)						
	06:00	08:00	10:00	12:00	14:00	16:00	18:00	06:00	08:00	10:00	12:00	14:00	16:00	18:00
Nature	2.07	16.02	28.73	32.14	24.92	15.13	1.98	2.41	11.05	16.38	18.59	17.24	14.32	2.56
5	2.04	13.25	20.18	25.32	19.44	13.21	1.86	2.12	8.72	10.54	13.06	11.22	10.07	2.10
4	1.92	8.73	15.42	19.50	15.04	8.76	1.54	2.00	4.82	7.04	8.96	7.80	6.50	1.87
3	1.57	6.28	11.32	14.05	12.27	7.94	1.32	1.58	4.11	6.24	7.05	6.30	4.85	1.46
2	1.24	3.00	6.25	8.73	7.03	3.76	0.94	1.12	2.50	3.21	4.36	3.45	2.08	0.96
1	0.78	1.97	3.26	4.54	3.34	1.89	0.72	0.80	1.64	2.05	2.92	1.96	1.73	0.77

从表2可以看出,在晴朗天气里,树冠外层、中层、内层的 PAR 水平于正午相差最大,在离正午越远的时刻这种差异越小,在06:00和18:00,由于自然 PAR 水平很低,使树冠内几乎不存在上述差异,各层次 PAR 的日变化幅度表现为外层>中层>内层,4~5层叶幕全天约有5~7h能接受大于15 mV/cm²的 PAR,该光强对梨树叶片的光合作用是足够的^[2],因此,供试梨树这两层叶幕中的光能分布符合梨树叶片的的光合需光要求。而1~2层叶幕的受光情况较接近,每天大于5 mV/cm²的光照也仅4~5h;而在阴天条件下,不同树冠层次的 PAR 日变化也呈单峰曲线,但各层变化平稳,特别是内层整天都无明显的变化,PAR 强度也明显低于晴

天,最外层(第5层)每天能接受大于 15 mV/cm^2 的 PAR 的时间只有 2~3 h,1~2 层全天的 PAR 值均低于 2.5 mV/cm^2 。

2.3 树冠纵剖面日平均透光率的分布规律

树冠透光率既是光通量密度的相对值,又能说明叶幕的透光能力,因此可用它作为衡量叶幕中光能分布的相对指标而进行相互比较。相关性检验结果表明,供试梨树叶幕内的日平均透光率(y)与其所接受的日平均 PAR(x)呈现极显著的正相关($y = 2.122 + 4.724x$, $r = 0.9854^{**}$)。平均透光率为 10%、25% 和 55% 的区域的日平均 PAR 分别是 1.97、4.89 和 14.56 mV/cm^2 。

对不同时期梨树树冠东西、南北纵剖面各测点的透光率的比较分析表明:供试梨树树冠同一层次中的 PAR 的分布水平是南侧高于北侧,东西两侧的情况比较接近,这些差异主要是由于树冠各部位所处的受光条件不同所致。这表明树冠结构自身对冠内相对 PAR 的分布水平存在直接的影响。在不同树冠层次中,相对 PAR 变化的总体规律是树冠外围 > 中部 > 内膛、上部 > 下部、南侧 > 北侧,这些情况反映在树冠纵剖面相对 PAR 等值线图上便出现上稀下密、外稀内密、南稀北密的规律。引起这些变化的原因主要是在于树冠自身透光性、不同树冠部位的累积 LAI 以及它们与太阳光线的入辐几何关系等因素不同。

从不同生长季的角度看,生长初期各测点的相对 PAR 大于生长后期,这主要是由于生长初期树冠发育不够充分,叶片尚未充分展开,叶面积系数较小,叶片的相互遮荫程度较低,同时与不同生长季节的太阳高度和方位的变化也有直接的关系。因此,太阳光辐射条件及其视运动变化状况也是影响梨树树冠内相对 PAR 分布水平的重要因素^[6,8,9]。

2.4 叶面积系数对光能分布的影响

在供试梨树的各个叶幕层次中随着累积叶面积系数(x)的增加,叶幕透光率(y)依次减小,两者呈极显著的负相关($y = 86.2887 - 15.3970x$, $r = 0.8380^{**}$)。可见叶面积系数是直接影响梨树叶幕光能分布的重要因素之一。统计分析表明,梨树叶幕稳定后,透光率为 55%、25% 和 10% 时的累积叶面积系数分别为 2.03、3.98 和 4.95。由此可见,梨树累积叶面积系数大于 3.98 处的透光率即低于 25%,此时的光能分布水平已达到梨树的低效光合生产指标^[2]。因此,从提高盛果期梨树树冠内光能分布的有效性方面考虑,成龄梨园的有效叶面积系数应控制在 4 左右,这与前人的研究结果基本吻合^[2,5,7,9,10]。

3 结论与讨论

(1) 叶面积系数是影响梨树树冠光能分布的决定因子。盛果期梨树叶幕厚度在 2.5 m 左右的情况下,累积叶面积系数为 3.98 时,其日平均透光率只有 25%。根据梨树的光合生长特点,此时光能分布水平已达到低效光合生长指标,因此,从叶幕光能分布对叶片光合生产的有效性来看,盛果期梨树最适宜的有效 LAI 为 4 左右。在生产中,在控制同量叶量的条件下,如能适当加大梨树叶幕层间的距离,使整个叶幕空间增大,有利于改善叶幕内部光照条件,这样叶幕的有效 LAI 将可适当增大,从而将有利于提高整个树体的光合生产能力,这项技术完全可通过采用适宜的整形修剪技术来实现。

(2) 不同树冠层次中的 PAR 分布随自然光照条件的变化而改变。梨树树冠内的光能分

布除受林分结构特征(主要是 LAI)的影响外,还与太阳光辐射条件及其视运动变化状况密切相关。

(3) 本研究首次采用方格法与分层法相结合技术对沿海地区梨树树冠纵剖面内光能分布规律进行了系统研究,并分析了光能分布与树冠结构及叶面积系数的相关。从研究结果来看,基本能反映客观事实。需要说明的是,研究结果是在特定的立地条件下,13 年生杭青及山水梨品种的树冠光能分布与利用规律,当立地条件、品种、年龄发生变化时,树冠中的光能分布情况也将发生改变。有关不同发育阶段、不同梨树品种树冠光能分布的动态变化还有待进一步研究。

参 考 文 献

- 1 张纪林,康立新. 沿海防护林体系的结构与功能及发展趋向. 世界林业研究, 1998, 11(1): 50~56.
- 2 束怀瑞主编. 果树栽培生理学. 北京:农业出版社, 1993. 24~138.
- 3 华南农业大学主编. 果树栽培学各论. 北京:农业出版社, 1993. 137~244.
- 4 陈 凯. 果树叶面积系数的测量. 植物杂志, 1984, (1): 6~7.
- 5 陈 凯. 影响梅树自然叶幕光能分布的因素. 园艺学报, 1986, 15(1): 33~38.
- 6 彭方仁,黄宝龙. 板栗密植园树冠结构特征与光能分布规律的研究. 南京林业大学学报, 1997, 21(2): 27~31.
- 7 Cohen S. The distribution of leaf area, radiation, photosynthesis and transpiration in a shamouti orange hedgerow orchard. Agricultural and Forest Meteorology, 1987, 40: 123~144.
- 8 Heinicke D R. The micro-climate of fruit tree II. Foliage and light distribution patterns in apple trees. Proc Amer Soc Hort Sci, 1963, 83(1): 21~38.
- 9 Jackson J E. Light interception and utilization by orchard system. Hort Rev, 1980, 2: 208~267.
- 10 Smort R E. Solar radiation interception as a guide to the design of horticultural planting. Acta Hort, 1989, 240: 87~94.

(责任编辑:宗世贤)

欢迎订阅 2000 年《食用菌学报》

《食用菌学报》系由国家科委批准,全国公开发行的学术类刊物。主要为食用菌专业教学和科研人员、生产单位的技术人员及供销外贸系统和领导机关的专业干部提供食用菌遗传育种、驯化栽培、菇房管理、栽培材料、病虫害防治、生理生化及产后加工等方面的最新研究成果。

《食用菌学报》为季刊,16 开本,64 页。每期定价 5.00 元,全年 30.00 元(含平寄邮资),需挂号者

另加 5 元挂号费。自办发行。欢迎读者直接向编辑部踊跃订阅。

汇款地址:上海市北翟路 291 号

上海市农业科学院农业科技信息研究所

邮政编码:201106

开户银行:农行北新泾营业所

帐 号:033283-00873000886