

果树光合作用的环境调控

曾光辉¹, 郭延平²
刘辉¹, 郑毅²

(1. 浙江大学园艺系, 杭州 310029; 2. 安徽农业大学园艺系 合肥 230036)

摘要: 光合作用是果树产量和品质形成的重要物质基础, 光照、水分、温度、二氧化碳是影响果树光合作用的主要环境因子。现就这些因子对果树光合调控的研究进展作了简要综述。

关键词: 果树; 光合作用; 环境

中图分类号: S66 **文献标识码:** B

文章编号: 1001-0009(2004)03-0032-02

作为一类多年生, 以生产量多质优的果实、获取高效益为目的的经济植物, 果树和生态环境是一个相互紧密联系的辩证统一体。光合作用是果树产量和品质形成的重要物质基础, 因而深入研究和掌握环境对果树光合的调控作用, 对果树的区域化栽培、果树的丰产优质高效生产及各地制定相应的管理技术措施以及充分发挥果树的的生产潜力有重要意义, 现就近年来有关环境因子对果树光合影响的研究作一概述。

1 光照

许多研究结果指出, 光照是影响光合作用最重要的环境物理因子。强光处理降低 Q_A 的氧化态数量, 使 Q_A-Q_B 传递电子的能力下降, 导致光合电子传递速率下降, 进而影响光合作用的正常进行, 是阿月浑子叶片净光合速率(P_n)下降的主要原因^[1]。柑桔叶片在遇到强光时可能通过叶黄素循环的非辐射能量耗散来消耗部分过剩的光能^[2]。魏四军等^[3]的试验结果表明, 适度遮荫(72%自然光)桔苗叶子厚度、比叶重、含氮量、可溶性蛋白质含量均最高, 而且净光合速率、水分利用效率、叶肉导度也最大。这说明适度遮荫反而比全光能更有效地进行光合作用。

2 温度

植物光合作用与环境温度的关系表现在两个方面, 一方面植物光合作用要求一定的温度范围, 另一方面植物光合机构对环境温度有一定的适应能力。

不同树种的光合最适温不同, 枇杷、杨梅对冬季低温环境的适应能力较柑桔强^[4]。同一种果树的光合最适温会随季节的变化而变化。陈志辉等^[5]在年生长期中测定了温州蜜柑叶片光合作用对温度的响应。结果表明柑桔光合最适温和最适温下的光饱和和光合速率均有明显的季节变化, 光合最适温与植株前 10 d(天)所处的环境平均气温紧密相关, 显示了柑桔光合机构所具有的对环境温度变化的适应能力。此外, 还注意到柑桔光合作用对温度的响应在秋冬季比春夏季敏感。刘殊等^[6]在对龙眼的研究中也有类似报道。

在高温下 P_n 降低与高温明显增强光呼吸和暗呼吸有

关, 当气温由 20℃升至 30℃时, 暗呼吸增强一倍; 此外, 高温影响酶的稳定性和光合系统的完整性; 高温诱导水分亏缺可导致气孔关闭。吕均良报道 40℃高温对枇杷叶的光合系统有严重的破坏作用, 而短期适度的高温可能对某些酶具有激活效果, 在 35℃~40℃间存在一个温度转折点。温度低于光合适宜温度范围也会降低叶片光合速率。低温 10℃处理温州蜜柑树体几小时, 可见叶片光合速率下降。低温胁迫下温州蜜柑叶片光合作用的下降, 主要并不是气孔导度下降使 CO_2 供应减少所致, 而是由于非气孔因素阻碍了 CO_2 的利用, 因而造成细胞间隙 CO_2 的积累。低温降低了 RuBPCase 的活性。叶绿素荧光测定结果显示, 低温使 PSII 的能量转换受到了影响。30~40 $\mu mol \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$ 弱光下的低温对光合的影响明显大于黑暗下^[7]。低温胁迫使 J_r (依据叶绿素荧光参数计算所得的电子传递速率)和 J_c (依据 CO_2 同化测定所得的电子传递速率)下降, J_r/J_c 值升高, 其中机理有待于进一步研究^[8]。

3 水

果树环境中水分状况包含土壤水分和空气湿度两大要素, 它们都是通过改变果树体内的水分状况影响光合作用的。

土壤干旱, 水分胁迫时, 新红星苹果树叶片气孔导度下降, 细胞质膜透性增大, 叶绿素含量、叶面积和叶量减少, 枝叶的细胞水势、相对含水量及自由水含量下降(束缚水含量相对增加), 从而使树体光合速率降低, 并且随土壤干旱程度的加剧, 干旱持续时间的延长而进一步下降。但水分过多也会降低叶光合速率, 因为土壤淹水会造成生理干旱, 同时影响根系营养和激素物质上运。陈凯等^[9]的研究结果表明, 供试植株叶片光合作用适宜的根际土壤相对持水率为 60%~80%, 当该指标 < 40% 或 > 90% 时, 不仅使净光合作用急剧下降, 而且使暗呼吸作用迅速提高, 光合产物输出速率和总光合作用都随之大幅度下降。因此, 对柑桔树叶片光合作用来说, 需要灌水和排水的土壤水分临界指标宜分别掌握在根际土壤相对持水率 40% 和 90% 左右。王克勤等^[10]报道光合速率(P_n)与光照强度(PAR)和土壤水分(SWC)之间存在着密切的关系。当林木供水充足, 即 $SWC > 15\%$ 达到田间持水量(FC)的 75% 以上时, P_n 的光响应曲线为直角双曲线, 但 SWC 低于这一水平时, P_n 的光响应曲线则为二次抛物线, 表现出不同程度的光抑制, 水分胁迫越严重, 出现光抑制越早。陈志辉等报道柑桔在水分胁迫条件下光合受抑制主要来自非气孔性的限制。罗华建等的研究表明水分胁迫抑制枇杷叶片的光合作用且品种间差异明显, 水分胁迫明显地降低了枇杷叶片的蒸腾速率。在轻度水分胁迫下, 气孔关闭, 阻碍 CO_2 进入叶内是叶片光合速率下降的主要原因; 而在严重胁迫下, 细胞光合能力降低可能是光合速率下降的非气孔因素。

空气湿度也是影响光合作用的一个因素。空气湿度低, 使得叶肉细胞空间和外环境之间的蒸汽压差变大, 促使叶迅速失水, 导致植株水分亏缺, 迫使叶气孔关闭, 气孔导度下降, 光合速率会明显降低。温州蜜柑在空气相对湿度为 86% 时比 28% 时的 P_n 几乎高达 2 倍。周蕾芝等报道当相对湿度为 73% 时, 柑桔光合作用最适宜, 低于 65% 或高于 81% 时, 湿度对光合作用起抑制作用。

4 CO₂

二氧化碳是叶光合同化反应的原料。空气中的二氧化碳浓度与叶光合速率的关系密切。空气中二氧化碳的浓度是万分之三多一点,而使强光下 C3 植物的光合速率达到最高值所需要的二氧化碳浓度常常是它的几倍。所以,空气中二氧化碳浓度低,几乎经常是光合作用的限制因子。

在高 CO₂ 浓度下,短期内叶片的光合速率会提高,但是时间长了常会产生一种适应,主要特征是在同样的 CO₂ 下测定时光合速率比普通空气下生长的对照低,其确切的机理尚在深入研究中。这种适应常常发生在根系生长受限的盆栽植物,而在田间生长的植物则很少发生,甚至出现相反的情况。果树的 P_n 随 CO₂ 浓度上升而增强,但主要是在高光强下 CO₂ 才可能是 P_n 的限制因子。陈丹等的研究表明,CO₂ 浓度加高对枇杷叶片 P_n 有明显地持续促进作用,在实验处理期内未发生 CO₂ 浓度加高对叶片的光合“驯化”作用;CO₂ 浓度升高使枇杷叶片气孔阻力增加,气孔导度降低,蒸腾速率下降,水分利用率(WUE)约提高 2.5 倍。

5 展望

进入 21 世纪,人类正面临着粮食、资源和环境等迫切问题,我国农业也面临着严重的挑战。农业的核心是种植,因而农业是光合作用应用研究的重要内容。不少人预测 21 世纪上半叶将发生以提高作物光合效率为中心的第二次“绿色革命”。就水果产业来说,除了因地制宜的发展果树生产外,更重要的是充分挖掘果树的生产潜力,不断选育产量更高、光合效率更高的果树新品种。这有赖于果树高产高效,特别是光合效率调节控制理论研究上的重大突破。因此,我们要通过研究环境因子对果树光合的调控机制以及果树光合对环境变化的响应机理,努力从叶片、细胞和叶绿体乃至分子等不同水平上揭示环境对果树光合效率的调节控制规律,确定改善叶片光合效率的主要限制位点与相应对策,为第二次“绿色革命”的兴起做出重要贡献。

参考文献:

[1] 路丙社,白志英等.阿月浑子叶片光合作用的光抑制研究[J].园艺学报,2002,29(4):313~316.
[2] 郭延平,张良诚等.温州蜜柑叶片光合作用的光抑制[J].园艺学报,1999,26(5):281~286.
[3] 魏四军,张良诚.柑桔光合作用适应性变化的研究[J].浙江农业大学学报,1993,19(3):321~326.
[4] 阮勇凌,吴立敏.枇杷和杨梅冬季光合特性的研究[J].园艺学报,1991,18(4):309~312.
[5] 陈志辉,张良诚.柑桔光合作用对环境温度的适应[J].浙江农业大学学报,1994,20(4):389~392.
[6] 刘殊,廖镜思等.龙眼光合作用对环境温度的响应和适应[J].中国南方果树,1998,27(1):7~10.
[7] 郭延平,张良诚等.低温胁迫对温州蜜柑光合作用的影响[J].园艺学报,1998,25(2):111~116.
[8] 郭延平,张良诚等.温州蜜柑叶片气体交换和叶绿素荧光对低温的响应[J].植物生理学报,2000,26(2):88~94.
[9] 陈凯,章文才等.6个柑桔良种叶片光合能力及其适宜生态指标的研究[J].南京农业大学学报,1991,14(4):23~28.
[10] 王克勤,王斌瑞.土壤水分对金矮生苹果光合速率的影响[J].生态学报,2002,22(2):206~214.

防风及其栽培技术

郭 才¹,潘志军¹,毕德利²

防风:别名关防风、东防风、旁风等。学名 *Saposhnikovia divaricata* (Turcz.) Schischk. 为伞形科多年生草本植物。以根入药。味甘、辛、性温。有解表发汗、祛风除湿等功能。主治风寒感冒、头痛、发热、无汗、关节痛、风湿痹痛、四肢拘挛、皮肤瘙痒等症。主产于黑龙江、吉林、辽宁、河北、山东、内蒙古等地。黑龙江省主产于西部草原杜尔伯特、安达、青岗、齐齐哈尔等地。

1 选地与整地 应选地势高燥向阳、排水良好、土层深厚的砂质壤土。粘土或白浆土上种植根短分叉多,质量差。整地时需施足基肥,最好每 667 m² (平方米)施厩肥 3 000 kg~4 000 kg (公斤)及过磷酸钙 15 kg~20 kg (公斤)。深耕 30 cm (厘米)以上,耕细耙平,做 60 cm (厘米)的垅,秋翻起垅为佳。

2 繁殖方法 种子繁殖和根插繁殖。a. 种子繁殖:播种分春播和秋播。春播 4 月中、下旬,秋播采收种子即可播种至地冻前,次春出苗,以秋播出苗早而整齐。春播需将种子放在 35℃ 的温水中浸泡 20 h (小时),使其充分吸水以利发芽,浸泡后捞出晾干播种。秋播可用干籽。在整好的垅上开沟,行距 20 cm~30 cm (厘米)开沟,均匀播种于沟内,覆土 1.5 cm (厘米)左右,稍加镇压。每 667 m² (平方米)播量 1 kg~2 kg (公斤)。如遇干旱要盖草保湿,浇透水,播后 20 d~25 d (天)即可出苗,亦可用育苗移栽法进行繁殖。播后喷灌保湿是保证出苗的有效措施。b. 根插繁殖:在收获时,取粗 0.7 cm (厘米)以上的根条,截成 3 cm~5 cm (厘米)长的根段为插条,按行距 30 cm (厘米),株距 15 cm (厘米)开穴栽种,穴深 6 cm~8 cm (厘米),每穴垂上或倾斜栽入一个根段,栽后覆土 3 cm~5 cm (厘米)。栽种时应注意根的形态学上端向上,不能倒栽。每 667 m² (平方米)用根量 50 kg (公斤)。

3 田间管理 间苗:出苗后苗高 5 cm (厘米)时,按株距 7 cm (厘米)间苗,待苗 10 cm~13 cm (厘米)时,按 8 cm~10 cm (厘米)株距定苗。除草培土:6 月前需进行多次除草,保持田间清洁。入冬时结合场地清理,可进行培土保护根部越冬。追肥:每年 6 月上旬,亩用过磷酸钙 15 kg (公斤)追肥。结合中耕培土,施入沟内即可。摘花苔:两年以上植株,除留种外,发现抽苔应及时摘除。减少养分消耗和根系木质化的形成,否则影响药用价值。排灌水:播种或栽种后至出苗前,需保持土壤湿润,促使出苗整齐。防风抗旱力强,成株一般不浇水。雨季应注意及时排水,防止积水烂根。

4 病虫害及其防治 病害:白粉病:病原是真菌中一种子囊菌。夏秋季为害叶片。被害叶片两面呈白粉状斑,后期逐渐长出小黑点,严重时使叶片早期脱落。防治方法:增施磷钾肥增强抗病力,注意通风透光。发病时喷 0.2~0.3 波美度石硫合剂,或 50% 托布津 800~1 000 倍液,或 25% 粉锈宁 1 000 倍液喷雾防治。虫害:黄翅茴香螟:现蕾开花期发生。幼虫在花苗上结网,咬食花与果实。防治方法:在清晨或傍晚用 90% 敌百虫 800 倍液或 80% 敌敌畏乳油 1 000 倍液喷雾。黄凤蝶:属鳞翅目凤蝶科。幼虫为害花、叶,6~8 月发生,被害状,咬成缺刻和仅剩花梗。防治方法:①人工捕杀;②幼龄期喷 90% 敌百虫 800 倍液,每 5 d~7 d (天)一次连续 2~3 次,或喷青虫菌(每克含孢子 100 亿)300 倍液。

5 采收与加工 a. 留种:应选择生长旺盛而无病虫害的二年生植株留种。为促进开花、结实饱满,可增施磷肥。种子成熟后割下茎枝,搓下种子,晾干后装布袋内,放置阴凉处备用。b. 采收加工:于第 2 或第 3 年 10 月上旬地上部枯萎时或春季萌芽前采收。春季根插繁殖的防风。生长的好的,当年就可收获。防风根部入土较深,松脆易折断,采收时须从畦的一端开深沟,顺序挖掘。根挖出后除去不残留茎叶和泥土,晒至半干时去掉须毛,按根的粗细分级,晒干即可。

产量为 667 m² (平方米)产干货 250 kg~350 kg (公斤),折干率 25%~30%。质量以根长肥大、平直、皮细质优、断面有菊花心者为佳。

(1. 黑龙江省通河县农业技术推广中心; 2. 黑龙江省通河县种子公司, 150900)