

不同品种金银花光合作用对干旱胁迫的响应

彭素琴¹, 刘郁林²

(1. 赣南师范学院 江西 赣州 341000; 2. 江西环境工程职业学院 江西 赣州 341000)

摘 要: 研究不同品种金银花光合作用对干旱环境的适应机理,为南方喀斯特地区植被恢复筛选耐旱植物提供科学的理论依据。采用土壤干旱胁迫方法,比较了不同品种金银花的光合生理变化。结果表明:干旱胁迫下各金银花的净光合速率和呼吸速率均下降,但光合效率变化趋势不尽相同;各金银花的光合作用对干旱胁迫采取不同的适应方式。

关键词: 干旱胁迫; 品种; 金银花; 光合作用

中图分类号: S 567.1⁺9 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-0009(2010)19-0191-03

在全球气候变暖的植物生态学研究,有关光合作用、蒸腾作用、气孔导度和水分利用效率等对土壤水分亏缺的响应研究对于深入探讨植物在水分胁迫下的光合生理和水分生理具有重要意义^[1]。喀斯特环境是一种脆弱的环境,由于岩石裸露率高,土被不连续,土层浅薄,岩石的渗漏性使土壤贮水量低,造成水分不足,且环境系统内物质的移动能力很强,受干扰后自然恢复的速度慢,因此充分利用自然力,利用植物对环境的适应、改造能力,加快植被恢复至关重要。

光合作用是植物重要的生命活动,是植物生长的生理基础,植物在干旱胁迫条件下的光合生产力是鉴定植物耐旱能力最为重要的指标之一^[23]。因此研究植物光合作用对干旱胁迫的响应,以阐明干旱胁迫对植物光合作用影响的机理是十分重要的。现探讨喀斯特地区和非喀斯特地区不同品种金银花光合作用对土壤干旱胁迫的响应,以期为南方喀斯特地区植被恢复筛选耐旱植物提供科学的理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料与处理

选择地理分布上有一定代表性的金银花,分别为喀斯特地区贵州麻江宣威的巴东忍冬(*Lonicera henryi* Hemsl)、贵州遵义凤岗的贵州忍冬(短柄忍冬)(*Lonicera pampaninii* Levl)、贵州花溪 1 的蕊帽忍冬(*Lonicera pileata* Oliv)、花溪 2(小山峡)的忍冬(*Lonicera japonica* Thunb)和非喀斯特地区山东淄博的大毛花(*Lonicera japonica* Thunb. cv. *tomentosa*)、河南封丘的小花金银花(主流品种金银花)(*Lonicera japonica* Thunb)、内蒙古呼和浩特的小花忍冬(*Lonicera tatarica* var. *micrantha* Trautv),以下分别简称为:麻江金银花、遵义金银花、花

溪 1 金银花、花溪 2 金银花、山东金银花、河南金银花、内蒙古金银花。

于大棚内进行盆栽试验,盆栽土壤取自贵州大学生态室苗圃内, pH 7.2,盆规格为:高 26 cm,直径 32 cm。不同金银花 1 a 生苗在干旱处理前,充分浇水 3 d,以后不再浇水,使其自然干燥,定期取土样和枝叶进行指标测定。水分胁迫梯度分为:正常供水(含水量为 30%±1%)、轻度胁迫(24%±1%)、中度胁迫(17%±1%)、重度胁迫(14%±1%)。

1.2 测定指标及方法

1.2.1 叶水势的测定 采用压力室法^[4],应用 ZLZ-5 型(兰州大学产)植物水分状况测定仪测定,于清晨黎明前 5:00~6:00 取各水分处理代表性健壮金银花苗枝条。

1.2.2 土壤含水量的测定 采用快速烘干法^[5]。

1.2.3 光合作用及暗呼吸作用的测定 选择晴朗无云日为测定日,于 15:00~17:00 用 CI-30LPS 便携式光合作用测定仪(美国),采用开路系统测定不同干旱梯度处理苗木的净光合速率(Pn),并以黑袋遮光,使 PAR 为 0 测定暗呼吸速率(Dr),求算光合利用效率(PUE)。

2 结果与分析

2.1 土壤干旱胁迫对净光合速率 Pn 的影响

水分胁迫下植物能否保持旺盛的光合作用能力是判断植物抗旱性的一个重要参数,在水分逆境的研究中,净光合速率的降低已经成为显著的特征。水分胁迫对光合作用的影响涉及光能捕获(叶面积)、CO₂ 吸收(气孔效应)、CO₂ 固定速率和光合产物的运输与分配,轻度缺水一般不直接影响光合作用,研究表明,轻度的干旱胁迫就会使植物的光合速率下降,生长受到明显的抑制^[68],当水势降到一数值后光合作用稍有下降,然后迅速下降,光合速率开始降低时的叶水势值因不同树种和试验条件而异,变幅较大,约在-0.5~-0.25 MPa 之间^[9],而且水分胁迫对光合作用的抑制有严重的后效应,植物的光合生理对土壤水分胁迫具有一定的适应时

第一作者简介:彭素琴(1979-),女,硕士,讲师,现从事生物学教学与研究工作。
收稿日期:2010-06-30

期和适应范围^[10]。

由图 1 可看出, 各金银花净光合速率随着干旱胁迫的加剧而呈下降趋势。在正常供水时, 各金银花净光合速率存在差异, 变幅在 $3.64 \sim 6.18 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, 排序为花溪 2 ($6.18 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$) > 河南 ($5.70 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$) > 山东 ($5.04 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$) > 麻江 ($4.84 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$) > 花溪 1 ($4.80 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$) > 遵义 ($3.64 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$)。轻度水分胁迫时, P_n 降幅在 $10.21\% \sim 75.33\%$ 之间, 其中麻江和花溪 2 金银花下降幅度最大, 为 75.33% 和 52.39% , 遵义和花溪 1 金银花次之, 为 44.58% 和 33.21% , 河南和山东金银花最小为 26.90% 和 10.21% , 相比轻度胁迫时, 中度胁迫下 P_n 下降更为明显, 分别为花溪 2 (83.95%) > 遵义 (68.79%) > 山东 (55.04%) > 花溪 1 (53.29%) > 河南 (24.64%) > 麻江 (6.28%)。相比正常供水时, 重度胁迫时 P_n 下降幅度为花溪 2 (93.52%) > 河南 (90.58%) > 遵义 (90.12%) > 山东 (88.55%) > 麻江 (86.72%) > 花溪 1 (77.90%)。以上分析可看出, 麻江金银花在轻度水分胁迫下, P_n 大幅下降, 表明对轻度水分胁迫敏感; 花溪 2 金银花在胁迫过程中 P_n 下降速度最大, 因此对水分胁迫最敏感, 具有较差的光合耐旱能力; 非喀斯特地区 (河南、山东) 金银花重度胁迫下 P_n 下降幅度较大, 对重度水分胁迫较为敏感, 但却对轻度水分胁迫的敏感性较低, 因此具有相对较差的抗旱能力, 不利于光合产物的积累; 花溪 1 金银花在整个胁迫过程中 P_n 变化幅度最小, 表明对水分胁迫的敏感性较小, 有利于光合产物的积累。

2.2 土壤干旱胁迫对暗呼吸速率的影响

水分胁迫是影响植物呼吸作用的一个重要因素。由于呼吸作用要消耗大量的光合产物, 所以了解植物在干旱胁迫条件下呼吸作用变化的特点, 对研究干旱环境条件下植物的耐旱生产力、耐旱特性都是十分重要的。暗呼吸速率下降幅度越大, 一方面表示植物呼吸作用对水分亏缺越敏感, 但另一方面也说明对光合产物的消耗大幅度减少, 这有利于植物在干旱条件下提高耐旱生产潜力, 增强耐旱能力。一般认为, 随着干旱胁迫的加剧, 植物呼吸作用也随之加强, 但实际情况要复杂得多。研究表明, 小麦幼苗叶片在胁迫初期暗呼吸速率升高, 随着相对含水量的递减而急剧下降^[11]。

由图 2 可看出, 在供水良好的条件下, 麻江和花溪 2 金银花的暗呼吸速率最高为 0.88 和 $0.85 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, 花溪 1、遵义和山东金银花其次, 为 $0.72 \sim 0.77 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, 河南金银花最小为 $0.60 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, 暗呼吸速率越高, 虽然提供给生理生化过程的能量更多, 但是消耗掉的光合产物也越多, 不利于光合产物的积累。当苗木受到土壤干旱胁迫时, 供试金银花的暗呼吸速率均随土壤含水量下降而下降, 各金银花暗呼吸速率下降幅度不同, 轻度胁迫下, 下降幅度大小依次为遵

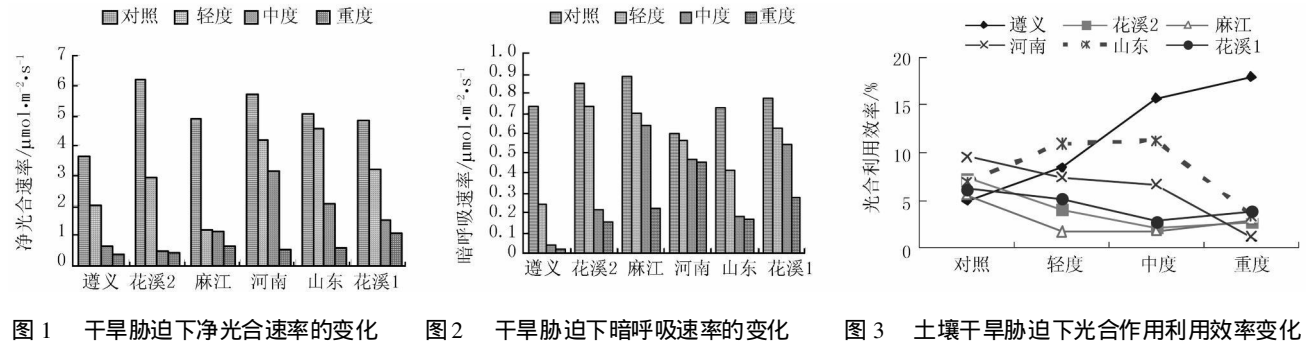
义 (67.27%) > 山东 (42.86%) > 麻江 (20.83%) > 花溪 1 (19.22%) > 花溪 2 (13.71%) > 河南 (5.32%)。中度胁迫下相比供水良好时下降幅度为遵义 (94.54%) > 山东 (75.12%) > 花溪 2 (30.17%) > 花溪 1 (30.17%) > 麻江 (27.27%) > 河南 (21.01%)。重度胁迫下, 河南金银花的暗呼吸速率最高为 $0.45 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, 花溪 1、麻江金银花为 0.23 和 $0.28 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, 山东、花溪 2 金银花为 0.15 和 $0.17 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, 遵义金银花最小为 $0.02 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, 下降幅度分别为遵义 (97.27%) > 花溪 2 (82.01%) > 麻江 (76.50%) > 山东 (74.43%) > 花溪 1 (63.82%) > 河南 (23.81%)。在水分胁迫过程中, 遵义金银花下降幅度一直处于最高水平, 且在中、重度胁迫下暗呼吸速率相对最低, 这表明遵义金银花呼吸作用对水分亏缺敏感, 但消耗的光合产物较少, 有利于提高耐旱生产潜力, 河南金银花呼吸作用下降幅度一直处于最小且在重度胁迫下呼吸速率相对最高, 因而消耗的光合产物多, 不利于光合产物的积累。

2.3 土壤干旱胁迫对光合利用效率的影响

与水分利用效率 (WUE) 相对应, 李吉越等人定义了光合利用效率的概念, 值为净光合速率/暗呼吸速率, 从公式可知, PUE 反映的是光合产物的积累与消耗比例的问题。PUE 越大, 则表明光合产物积累的量可能越大, 耐旱生产潜力就越高, 避免饥饿的能力就越强。

图 3 表明, 在供水良好的条件下, 河南金银花的光合利用效率最高, 为 9.58 , 因此光合产物积累的潜力最大, 显示出较高的生产潜力, 花溪 2、花溪 1 和山东金银花其次, 分别为 7.30 、 6.96 和 6.20 , 遵义和麻江金银花相对最低, 仅为 5.50 和 4.97 , 表明它们的生产潜力较差。当苗木受到干旱胁迫时, 各金银花之间的变化趋势不同, 遵义金银花随叶水势的下降一直呈上升趋势, 河南金银花呈下降趋势, 重度干旱胁迫时, 遵义金银花 PUE 最高为 18.00 , 说明具有很高的耐旱生产潜力, 对水分亏缺的适应能力和避免饥饿的能力是很强的, 河南金银花 PUE 值最低为 1.18 , 下降幅度也最大达 87.64% , 虽然河南金银花在供水良好时有较高的耐旱生产潜力, 但是在干旱胁迫下, 净光合速率下降幅度远高于暗呼吸速率下降的幅度, 光合作用更易于受干旱胁迫的影响, 这对提高耐旱生产潜力是不利的, 说明河南金银花对水分亏缺适应能力和抵御干旱的能力是很差的。花溪 2、麻江、花溪 1 金银花的 PUE 值随着干旱的加剧呈现先下降后上升的趋势, 但仍低于供水良好时的 PUE 值, 所不同的是上升幅度不同, 分别为麻江 (63.39%) > 花溪 1 (36.74%) > 花溪 2 (21.07%), 山东和麻江、花溪 1 和花溪 2 金银花等地变化趋势相反, 表现出先上升后下降的趋势, 中度胁迫下各金银花的 PUE 值为遵义 (15.75) > 山东 (11.30) > 河南 (6.68) > 花溪 1 (2.77) > 花溪 2 (2.17) > 麻江 (1.75); 重度胁迫下, PUE 值为遵义 (18.00) > 山东 (3.39) > 花溪 1 (3.79) > 麻江 (2.86) > 花

溪 2(2.63)> 河南(1.18), 可知, 山东金银花在轻、中度干旱胁迫时具有较高的 PUE 值, 但在重度胁迫下 PUE 下降幅度较大, 说明对重度干旱胁迫较敏感, 但相对其它金银花仍具有较强的耐旱生产潜力。



3 结论

麻江金银花在轻度水分胁迫下, Pn 大幅下降, 对轻度水分胁迫敏感; 花溪 2 金银花在胁迫过程中 Pn 下降速度最大, 对水分胁迫相对最敏感, 具有较差的光合耐旱能力, 花溪 1 金银花 Pn 变化幅度最小, 对水分胁迫的敏感性较小, 有利于光合产物的积累, 非喀斯特地区金银花重度胁迫下 Pn 下降幅度较大, 对重度水分胁迫较为敏感, 但却对轻度水分胁迫的敏感性较低, 因此具有相对较差的抗旱能力, 不利于光合产物的积累。

干旱胁迫下, 遵义金银花暗呼吸速率下降幅度相对最高, 在中、重度胁迫下暗呼吸速率相对最低, 呼吸作用对水分亏缺敏感, 消耗的光合产物较少, 有利于提高耐旱生产潜力, 河南金银花呼吸作用下降幅度一直处于最小且在重度胁迫下呼吸速率相对最高, 消耗的光合产物多, 不利于光合产物的积累。

在供水良好的条件下, 河南金银花的光合利用效率最高, 光合产物积累的潜力最大, 显示出较高的生产潜力, 花溪 2、花溪 1 和山东金银花其次, 遵义和麻江金银花相对最低, 表明它们的生产潜力较差。当苗木受到干旱胁迫时, 光合利用效率因金银花品种不同变化趋势不同, 河南金银花对水分亏缺适应能力和抵御干旱的能力

是较差, 山东金银花相对其它金银花仍具有较强的耐旱生产潜力。

参考文献

[1] 姬兰柱, 肖冬梅, 王森. 模拟水分胁迫对水曲柳光合速率及水分利用效率的影响 [J]. 应用生态学报, 2005(3): 408-411.

[2] Li Z W, Cai Q G, Tang Z H, et al. Crop productivity model and its application [J]. Chin J Appl Ecol, 2002, 13(9): 1174-1178.

[3] Zhao T H, Shen X Y, Yang D G, et al. Effect on chlorophyll content and photosynthetic rate of maize leaves under water stress and rew atering [J]. Rain Fed Crops, 2003, 23(1): 33-35.

[4] 王万里. 压力室在植物水分状况中的应用 [J]. 植物生理学通讯, 1984 (3): 52-57.

[5] 鲍士旦. 土壤农化分析 [M]. 3 版. 北京: 中国农业出版社, 2000.

[6] 付士磊, 周永斌, 何兴元, 等. 干旱胁迫对杨树光合生理指标的影响 [J]. 应用生态学报, 2006(11): 2016-2019.

[7] 钱莲文, 郭建宏, 杨智杰. 干旱胁迫对常绿杨光合特性及生长量的影响 [J]. 福建林学院学报, 2009(1): 57-61.

[8] 宋玉伟, 赵丽英, 杨建伟. 水分胁迫下玉米幼苗光合变化和生理特性分析 [J]. 河南大学学报(自然科学版), 2009(4): 387-391.

[9] 刘友良. 植物水分逆境生理 [M]. 北京: 中国农业出版社, 1992: 144-146.

[10] 李树华, 许兴, 何军, 等. 水分胁迫对牛心朴子光合生理特性影响的研究 [J]. 西北植物学报, 2004 24(1): 100-104.

[11] 王学臣, 任海云, 姜成后. 干旱胁迫下植物与地上部间的信息传递 [J]. 植物生理学通讯, 1992, 28(6): 397-402.

The Response of Photosynthesis to Drought Stress
in Different Varieties of *Lonicera japonica* Thunb

PENG Su-qin¹, LIU Yu-lin²

(1. Department of Chemistry and Life Science, Gannan Teachers College, Ganzhou, Jiangxi 341000; 2. Jiangxi Environmental Engineering Vocational College, Ganzhou, Jiangxi 341000)

Abstract: The aim of the study was to find the photosynthesis adaptation mechanisms to drought environments of different kinds of *Lonicera japonica* Thunb., to provide a scientific basis for the South China Karst region drought-tolerant plant screening vegetation. We used methods of drought stress, compared with photosynthesis of different *Lonicera japonica* Thunb.. The results showed that under soil drought stress the net photosynthetic rate, dark respiration rate of all *Lonicera japonica* Thunb. decreased all declined, but change trend of photosynthetic efficiency was different. And the photosynthesis of different *Lonicera japonica* Thunb. had different adaptive manner to resist the effect of water stress.

Key words: drought stress; varieties; *Lonicera japonica* Thunb.; photosynthesis