

Research on the Daily Dynamic Changes of Photosynthetic Characteristics of Honeysuckle

Xiangkai Dong, Minjie Wang, Yue Cai, Dan Yang, Jing Wei, Chengchen Chu

Marine Harbor Institute, Lianyungang Normal College, Lianyungang Jiangsu
Email: 1784901768@qq.com

Received: Aug. 1st, 2018; accepted: Aug. 13th, 2018; published: Aug. 20th, 2018

Abstract

Using photosynthesis, transpiration and optical apparatus determine various photosynthetic parameters and fluorescence detector, light intensity and chlorophyll fluorescence parameters, this paper analyzes the main environmental factors of the honeysuckle daily variation and the concentration of net photosynthetic rate, the concentration of NET photosynthetic rate and Inter cellular of CO₂, light intensity, temperature and the relationship between net photosynthetic rate and chlorophyll fluorescence kinetics parameters of daily variation. Studies show that temperature and light intensity are presented first after rising downward trend; Net photosynthetic rate of honeysuckle presents a significant trend of bimodal type, which has the phenomenon of photosynthetic lunch; net photosynthetic rate and inter cellular CO₂ concentration have certain negative correlation; Honeysuckle can appear in the midday light inhibition phenomena, and photosynthetic protection mechanism.

Keywords

Honeysuckle, Daily Variation, Chlorophyll Fluorescence Characteristics, Photosynthetic Characteristics

金银花光合特性的日变化研究

董祥开, 王敏杰, 蔡悦, 杨丹, 魏景, 储呈晨

连云港师范高等专科学校海洋港口学院, 江苏 连云港
Email: 1784901768@qq.com

收稿日期: 2018年8月1日; 录用日期: 2018年8月13日; 发布日期: 2018年8月20日

摘要

利用光合蒸腾仪、光度仪和荧光测定仪测定各个光合参数、光照强度和叶绿素荧光参数,分析金银花主要环境因子的日变化和净光合速率的关系、净光合速率和细胞间隙CO₂浓度的关系、光照强度、温度与净光合速率的关系和叶绿素荧光动力学参数的日变化。研究表明,温度和光照强度都呈现出先上升后下降的趋势;金银花的净光合速率呈现出显著的双峰型趋势,即存在光合午休的现象;净光合速率和细胞间隙CO₂浓度呈现出负相关性关系;金银花在正午会出现光抑制现象,并且具有光合保护机制。

关键词

金银花, 日变化, 叶绿素荧光特性, 光合特性

Copyright © 2018 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 前言

植物的光合作用较复杂,是生物获得食物、能量以及氧气的根本途径,各种环境因子的变化在很大程度上会影响植物的光合作用。光照下,植物利用自身的光合色素,进行光合作用给自然界植物、微生物、动物提供了O₂、有机物以及能量。

金银花(*honeysuckle*)又名忍冬,属于多年生灌木,夏季开花,花形为唇形,有淡淡的香味,外层有短柔毛,为对生植物。其分布范围较广,具有清热解毒药用观赏的功能。金银花的光合特性前人已有研究过[1][2][3],但金银花光合特性日变化的系统研究以及对金银花叶绿素荧光参数的日变化研究甚少。

此次研究通过测定金银花的蒸腾速率、净光合速率、细胞间隙CO₂浓度以及光照强度等光合参数和叶绿素荧光参数,分析金银花主要环境因子的日变化、净光合速率和细胞间隙CO₂浓度的关系、光照强度、温度与净光合速率的关系和叶绿素荧光动力学参数的日变化,为金银花今后更好的生理学研究和栽培技巧提供方案。

2. 材料与方法

2.1. 材料

本文采用的金银花为江苏师范大学(连云港校区)校园内生长良好的金银花。(连云港位于中国沿海地区,属于温带季风气候。)

2.2. 方法

2.2.1. 相关光合参数的测定

选取2016年10月晴朗天气从6:00到18:00用Yaxin-1102型便携式光合蒸腾仪(北京雅欣理仪科技有限公司)测定蒸腾速率(E)、细胞间隙CO₂浓度(Ci)、净光合速率(Pn)等参数。另外,每个时间点测定之前,用光度仪测定光照强度。每2h测1次,每次选择生长良好、长势一致的叶片测定,实验3次重复,最后取平均值。

2.2.2. 叶绿素荧光动力学参数的测定

选取 2016 年 10 月晴朗的天气从 6:00 到 18:00 采用 Yaxin-1161 型便携式荧光测定仪(北京雅欣理仪科技有限公司)测定金银花的最大荧光。在实验前,用黑袋子对选取的植株枝条生长良好的叶片进行暗处理的准备工作,暗处理 20 min。预处理之后再行叶绿素荧光动力学参数的测定。每 2 h 测 1 次,每次选之前暗处理过的 5 片叶子测定,最后取平均值。

2.3. 数据分析

采用 Excel2010 进行图表绘制以及数据分析。

3. 结果分析

3.1. 主要光合参数的日变化及相互关系

采用便捷式光合蒸腾仪,对主要环境因子进行测定,结果见表 1。

3.1.1. 金银花主要光合参数的日变化

由图 1 得,一天中,净光合速率呈现出先升高后降低而后再升高再降低的“M”字形变化,即典型的双峰变化趋势。从 6:00 开始,净光合速率迅速增大,于 8:00 时达到最大值,为第一个峰值,此时,金银花的净光合速率为 $12.36 \mu\text{mol}/(\text{m}^2\text{s})$,在 12:00 至 14:00 期间,净光合速率有轻微的升高,14:00 时到达第二个峰值,此时的净光合速率为 $9.76 \mu\text{mol}/(\text{m}^2\text{s})$,14:00 之后,净光合速率呈现出下降趋势。

由图 2 得,一天中,细胞间隙 CO_2 浓度呈现出先降低后升高再降低再升高的“W”字形变化。从 6:00 开始,细胞间隙 CO_2 浓度迅速降低,于 8:00 时达到最小值,此时,金银花的细胞间隙 CO_2 浓度为 $223.2 \mu\text{mol}\cdot\text{mol}^{-1}$,在 12:00 至 16:00 期间,细胞间隙 CO_2 浓度再次降低,浓度降到 $9.76 \mu\text{mol}\cdot\text{mol}^{-1}$,16:00 之后,细胞间隙 CO_2 浓度呈现出上升趋势。

由图 3 得,在一天中,蒸腾速率呈现出先升高后降低而后再升高再降低的“M”字形变化,即呈典型的双峰变化趋势。从 6:00 开始,蒸腾速率迅速增大,于 10:00 时达到最大值,即为第一个峰值,此时,金银花的蒸腾速率为 $4.51 \text{mmol}/(\text{m}^2\text{s})$,随着时间的推移,12:00 至 14:00 期间,蒸腾速率有轻微的升高,14:00 时到达第二个峰值,此时的蒸腾速率为 $4.35 \text{mmol}/(\text{m}^2\text{s})$,14:00 之后,蒸腾速率呈现出下降趋势。表明金银花的日变化规律为中午前后蒸腾速率较弱,早间以及傍晚蒸腾作用较强。

Table 1. The diurnal variation of main environmental factors

表 1. 主要环境因子的日变化

时间 Time	光照强度 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ Intensity of illumination	空气温度 /°C Ta	细胞间隙 CO_2 浓度 $\mu\text{mol}\cdot\text{mol}^{-1}$ $\text{CO}_{2\text{int}}$	蒸腾速率 $\text{mmol}/(\text{m}^2\text{s})$ E	净光合速率 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2\text{s})$ Pn
6:00	700	23.9	324.1	2.10	4.45
8:00	7000	27.1	223.2	2.90	12.36
10:00	7500	30.3	248.0	4.51	11.34
12:00	7900	35.5	303.4	4.01	9.24
14:00	7300	30.5	274.8	4.25	9.76
16:00	4600	27.0	251.5	3.51	9.26
18:00	2000	23.0	348.0	2.49	2.00

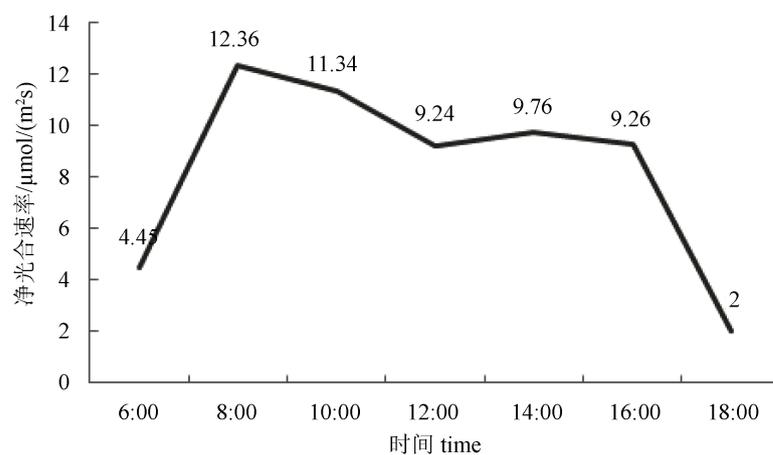


Figure 1. The diurnal variation of net variation of photosynthetic rate

图 1. 净光合速率的日变化

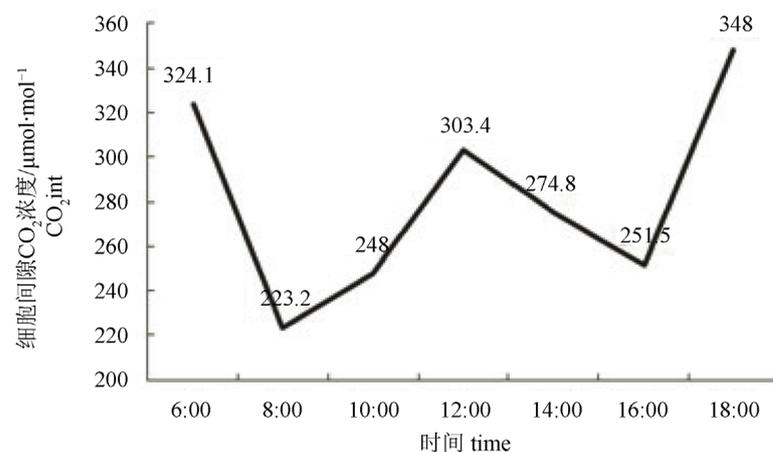


Figure 2. The diurnal variation of Intercellular concentration of carbon dioxide

图 2. 细胞间隙 CO_2 浓度的日变化

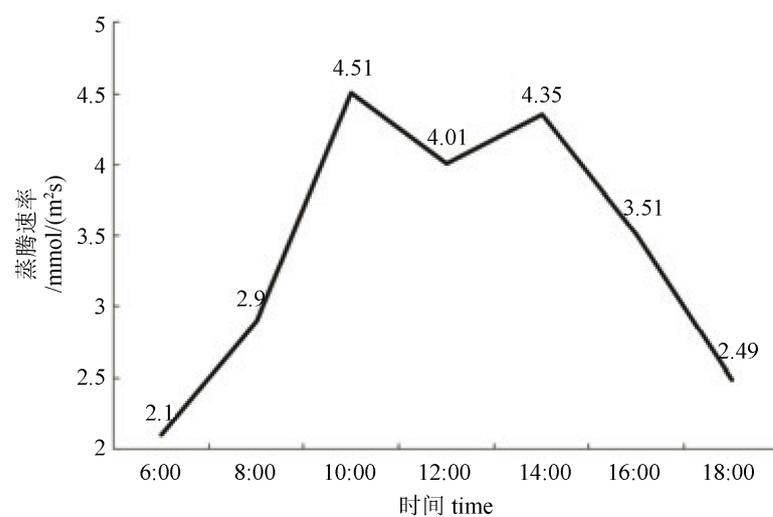


Figure 3. The diurnal variation of Transpiration rate

图 3. 蒸腾速率的日变化

3.1.2. 净光合速率和细胞间隙 CO₂ 浓度的关系

通过对金银花细胞间隙 CO₂ 浓度和净光合速率的数据分析, 可以得出两者之间体现出多项式, 对数, 线性的关系, 具体见图 4。

由图 4 得, 细胞间隙 CO₂ 浓度与净光合速率之间体现出多项式, 对数, 线性的关系, 并且在三种关系中, 多项式关系的拟合度最高, 达到 0.9134。从其线性关系可以看出, 金银花的净光合速率和细胞间隙 CO₂ 浓度呈负相关性。

3.1.3. 光照强度和温度与净光合速率的关系

由表得, 在一天中, 随着时间的推移, 温度和光照强度都是先升高后降低, 在 12:00 时达到最大值, 为倒“V”形。而净光合速率则在 12:00 时出现一个谷值。

3.2. 叶绿素荧光动力学参数的日动态变化

由图 5 得, 一天中, 最大荧光 F_m 先降低, 最低达到 345, 12:00 过后, 又上升, 逐渐恢复到早上 8:00 时的状态。

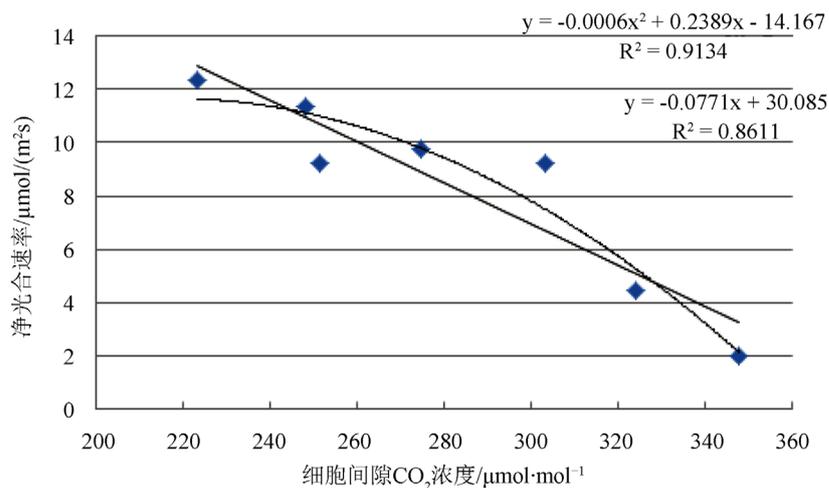


Figure 4. The concentration of Inter cellular of CO₂ and NET photosynthetic rate
图 4. 细胞间隙 CO₂ 浓度与净光合速率的关系

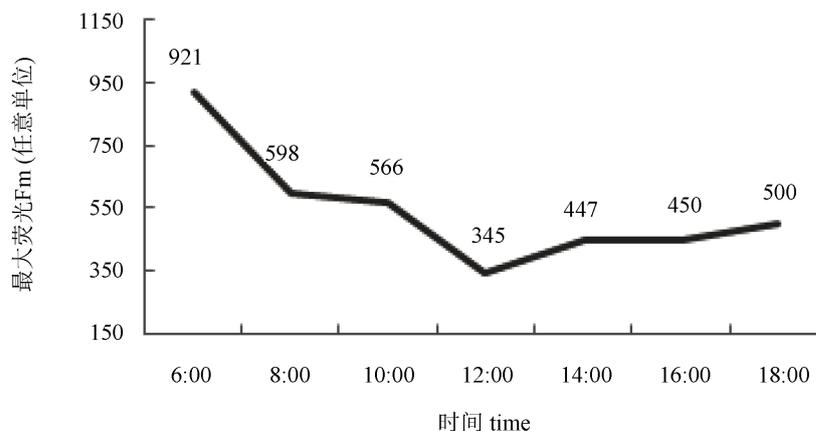


Figure 5. The diurnal variation of maximum fluorescence
图 5. 最大荧光的日变化

4. 结论与讨论

4.1. 主要光合参数对金银花光合作用的影响

光照强度对光合作用意义重大。在一天中,随着时间推移,光照强度增加,在到达光饱和点之前,植物的净光合速率增加,而到达光饱和点后,光照强度再增加,植物的净光合速率不会再增加,甚至可能会减弱,因此,净光合速率并不是随着光照强度的增加而增加的。

温度是影响植物光合作用的一个重要的环境因子[4]。正常情况下,植物净光合速率与温度呈现正相关关系,分析中得出,温度升高,净光合速率也升高,正午之后,净光合速率下降,出现光合午休的现象,之后净光合速率第二次升高,随后温度降低,净光合速率也呈现出下降趋势。总体表现为双峰型。

温度不仅会直接影响植物的净光合速率,也会通过影响其他环境因子间接影响净光合速率。如:蒸腾速率。植物蒸腾速率与温度呈正相关关系,从分析可得,随着温度的升高,与净光合速率的变化趋势相似,蒸腾速率升高,帮助植物降温,但在正午期间,温度继续上升,由于植物的气孔几乎全部闭合,蒸腾速率下降,而后温度气孔张开,蒸腾速率第二次升高,最后温度下降,蒸腾速率也随之下降。

胞间 CO_2 浓度也是影响植物光合作用的一个重要环境因子,从分析可得,胞间 CO_2 浓度与净光合速率呈显著的负相关性,但在有些条件下,胞间 CO_2 浓度与净光合速率也会呈正相关性甚至无相关性,还有待研究。

综上所述,光照强度,胞间 CO_2 浓度,温度都是能够引起植物光合作用增强或减弱的因素。其中,光照是植物能够进行光合作用必要条件,光照强度的增强可以带动叶片温度的上升,光照强度增加,气温增加,带动水分蒸发,叶片气孔开放,蒸腾速率增加,光合作用增强。光照强度,胞间 CO_2 浓度以及温度的变化共同影响着植物的光合作用。

4.2. 金银花净光合速率日变化呈双峰型

植物的光合作用特性较复杂,一般条件下,植物的光合作用是有规律可循的,变化曲线呈现出单峰型以及双峰型,出现双峰型的原因是植物的午休现象。在夏季的中午大概 12 点,太阳的光照很强烈,植物叶片的蒸腾作用十分剧烈,叶片的水分很容易散失,植物为了减少水分的散失,会将部分的气孔闭合,从而导致二氧化碳的含量减少,光合作用受到抑制,植物为了保护自己更好的生存下来,其净光合速率会出现一个低谷,即出现光合午休现象[5]。

本研究中,金银花的净光合速率在中午出现一个低谷,上午和下午各存在一个高峰,是典型的双峰型,该现象表明金银花在光照良好且温度较高时,有光合午休现象。前人研究过好多植物都会出现光合午休现象[6] [7] [8]。

4.3. 金银花存在光合保护机制

最大荧光 F_m 即当植物的反应系统处于完全关闭状态时的荧光产量, F_m 值的降低可作为植物受到光抑制[9] [10]的一个指标。金银花最大荧光 F_m 在中午前呈现下降趋势,说明金银花受到光抑制,中午过后, F_m 又有些许上升,说明金银花受到光抑制后,系统又自己恢复,具有光合保护机制。

基金项目

2017 年连云港市第五期“521 工程”资助科研项目;2018 年江苏省高等学校大学生创新创业训练计划资助项目。

参考文献

- [1] 吴大付, 张胜利, 李东方, 等. 金银花净光合速率日变化及其对光合有效辐射响应的数学模型安徽农业科学[J]. 安徽农业科学, 2009, 37(15): 6977-6978.
- [2] 李东方, 张胜利, 胡宁, 等. 金银花叶片 Pn 日变化影响因子间的相关性研究[J]. 湖北农业科学, 2010, 49(3): 628-629.
- [3] 李东方, 张胜利, 吴大付. 金银花叶片净光合速率日变化影响因子研究[J]. 山西农业科学, 2009, 37(12): 14-17.
- [4] 李洪军, 吴玉环, 张志祥, 等. 温度变化对木本植物光合生理生态的影响[J]. 贵州农业科学, 2009, 37(9): 39-42.
- [5] 耿显胜, 肖世奇, 葛晓改. 植物的光合午休[J]. 生物学教学, 2010, 35(12): 59.
- [6] 宋勤飞, 欧阳斌. 不同柑橘品种光合生理生态特性的日变化[J]. 贵州农业科学, 2009, 37(9): 178-180.
- [7] 李泽, 谭晓风, 袁军, 等. 4 个油桐品种光合特性的日变化研究[J]. 中国农学通报, 2013, 29(25): 12-15.
- [8] Jiang, D., Lu, Q., Weng, X.-Y., *et al.* (2001) Role of Key Enzymes for Photosynthesis in the Diurnal Changes of Photosynthetic Rate in Rice. *Acta Agronomica Sinica*, **27**, 301-307.
- [9] 段礼平. 魔芋叶绿素荧光参数日变化的研究[J]. 南方农业, 2016, 10(7): 16-18.
- [10] Wu, J.P., Liu, X.Y., Diao, Y., *et al.* (2012) Authentication and Characterization of a Candidate Antagonistic Bacterium against Soft rot of *Amorphophallus konjac*. *Crop Protection*, **34**, 83-87. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2011.12.008>

知网检索的两种方式:

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>
下拉列表框选择: [ISSN], 输入期刊 ISSN: 2164-5507, 即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>
左侧“国际文献总库”进入, 输入文章标题, 即可查询

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>
期刊邮箱: hjas@hanspub.org