

# 野生苋菜光合日变化及与环境因子的相关性研究

杜社妮<sup>1,2</sup>, 白岗栓<sup>1,2</sup>

(1. 西北农林科技大学 水土保持研究所, 陕西 杨凌 712100; 2. 中国科学院 水利部 水土保持研究所, 陕西 杨凌 712100)

**摘要:** 在自然生长条件下测定了野生苋菜的光合速率和蒸腾速率及环境因子的日变化规律, 并分析了光合速率、蒸腾速率与环境因子的相关性。结果表明: 光合速率和蒸腾速率的日变化呈“单峰”曲线, 光合速率的峰值出现在 12:00 左右, 蒸腾速率的峰值比光合速率的峰值晚 2 h, 出现在 14:00 左右。苋菜的  $P_n$  与  $PAR$ 、 $T_a$ 、 $G_s$  呈极显著的正相关 ( $P < 0.01$ ), 与  $C_a$  呈显著的正相关 ( $P < 0.05$ ), 与  $RH$  呈负相关。苋菜的  $Tr$  与  $T_a$  呈极显著的正相关 ( $P < 0.01$ ), 与  $RH$  呈极显著的负相关 ( $P < 0.01$ ), 与  $PAR$ 、 $G_s$ 、 $C_a$  呈显著的正相关 ( $P < 0.05$ )。

**关键词:** 苋菜; 光合速率; 蒸腾速率; 环境因子; 相关系数

**中图分类号:** S 636.4 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-0009(2011)09-0016-03

苋菜 (*Amaranthus mangostanus* L.) 为苋科 (Amaranthaceae) 苋属 1a 生草本植物, 别名苋, 俗名人旱菜, 主要食用嫩茎叶。在世界各地均有分布。苋菜为喜温性短日照植物, 在高温、短日照条件下极易开花结籽。苋菜对土壤要求不严格, 但以偏碱性土壤生长良好, 它具有一定的抗旱能力。近年来, 人们追求回归自然, 野生的苋菜成为人们餐桌上和高级饭店需用量较大的蔬菜。苋菜含有丰富的维生素和矿物元素, 每 100 g 苋菜中含蛋白质 1.8 g、脂肪 0.3 g、碳水化合物 5.4 g、粗纤维 0.8 g、胡萝卜素 1.95 mg、维生素 B<sub>1</sub> 0.04 mg、维生素 B<sub>2</sub> 0.16 mg、维生素 C 28 mg、钙 180 mg、铁 3.4 mg、磷 46 mg<sup>[1]</sup>; 其次苋菜抗病、虫害能力强, 无需施用农药, 是典型的绿色食品; 第三, 苋菜富含 VA、VB、核黄素、铁离子及人体所必需的氨基酸; 第四, 苋菜全株可入药, 对肠炎、便秘、甲状腺肿大、缺铁性贫血、黄疸病及癌症等有食疗功效; 苋菜性凉, 能清热明目、通利二便, 可用于治疗肝火旺、目赤肿痛。随着需求量的增大, 苋菜的人工栽培面积在全国各地有增加的趋势, 苋菜的栽培技术、水肥等对其影响已有报道<sup>[2-6]</sup>, 但对其光合日变化规律

及与环境因子关系的研究尚未有系统的报道。该试验在田间开展了苋菜光合特性与环境因子的相关性研究, 为苋菜的设施及露地高产高效栽培管理提供理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 实验地概况

试验在陕北黄土丘陵沟壑区安塞县水土保持研究所综合实验站院内进行。该站位于陕北白于山山区南麓的安塞县墩滩, 北纬 36°21′、东经 108°10′, 年日照时数为 2 397.3 h, 日照百分率为 54%; 土壤为黄绵土。该地年均气温为 8.8℃, 7 月为 22.6℃, 1 月为 -6.9℃, 极端最高气温为 36.8℃, 极端最低气温为 -23.6℃, 平均日较差为 13.9℃,  $\geq 10^\circ\text{C}$  的活动积温为 3 171.2℃, 年太阳辐射为 528.6 kJ/cm<sup>2</sup>, 年降水量为 505.4 mm, 降水主要集中在 7~9 月, 无霜期 159 d。

### 1.2 试验材料

2006 年 7 月 24 日, 天气晴, 在田间选择生长势基本一致, 苗高 55~60 cm 的苋菜植株。

### 1.3 测试项目

用 LI-6400 便携式光合仪田间活体测定苋菜叶片的光合速率 ( $P_n$ ,  $\mu\text{mol CO}_2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ )、蒸腾速率 ( $Tr$ ,  $\text{mmol H}_2\text{O} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ )、气孔导度 ( $G_s$ ,  $\text{mol H}_2\text{O} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ ) 等生理因子以及大气温度 ( $T_a$ ,  $^\circ\text{C}$ )、相对湿度 ( $RH$ ,  $\%$ )、田间  $\text{CO}_2$  浓度 ( $C_a$ ,  $\mu\text{mol} \cdot \text{mol}^{-1}$ )、光合有效辐射 ( $PAR$ ,  $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ )、饱和蒸汽压 ( $VPD$ ,  $\text{KPa}$ ) 环境因子。测定从 7:00 至 17:00, 每隔 1 h 测定 1 次, 每次测定均随机选取 10 株从上数第 5 个叶片重复测定。

**第一作者简介:** 杜社妮 (1966-), 女, 助理研究员, 现主要从事设施蔬菜栽培研究工作。E-mail: sndu@nwsuaf.edu.cn.

**责任作者:** 白岗栓 (1965-), 男, 硕士, 研究员, 现主要从事果树及蔬菜生态与栽培方面的研究。E-mail: gshb@nwsuaf.edu.cn.

**基金项目:** 国家“十一五”科技支撑计划资助项目 (2006BAD09B07)

**收稿日期:** 2011-03-09

1.4 数据处理

试验数据采用 Excel 2003 作图, SSR 软件进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 苋菜生长的环境因子的日变化规律

PAR、Ta、Ca 和 RH 的日变化规律表明(图1), 苋菜生长的环境因子的日变化均为“单峰”曲线。在 7:00~17:00 期间, PAR 7:00 左右的值最小, 为  $494.83 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ , 12:00 左右 PAR 值增加到最大值  $1998.00 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ , 随后降低, Ta 的变化与太阳有效辐射有很大的关系, 随着有

效辐射的增强温度迅速上升, 7:00~10:00 温度上升幅度大于 10:00~14:00, 到 14:00 达到最高温度  $40.28^{\circ}\text{C}$ , 之后降低, Ta 的最高值比 PAR 的峰值推后 2 h; RH 的变化与 PAR、Ta 的变化呈现相反的规律, 随着 PAR 和 Ta 的增加而降低, 早上 7:00 左右最高, 为 79.50%, 到 16:00 达到最低值 27.20%, 随后又回升。Ca 的变化范围为  $333.00 \sim 429.66 \mu\text{mol} \cdot \text{mol}^{-1}$ , 趋势与 RH 的变化趋势相似, 随着外界太阳辐射的增强和温度的上升而降低, Ca 的最低值出现在 15:00, 其值为  $333.00 \mu\text{mol} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

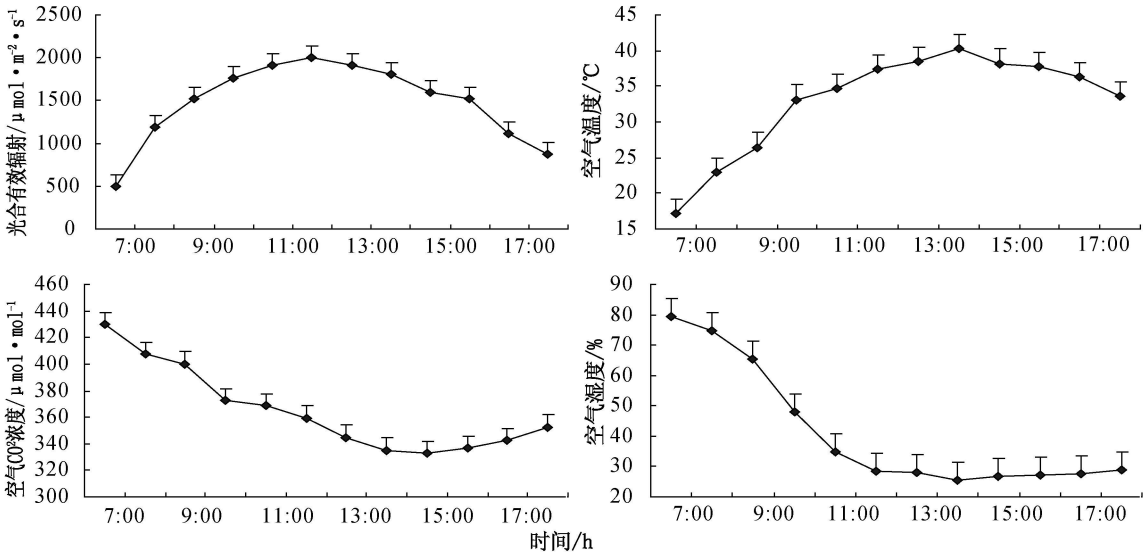


图 1 试验田环境因子日变化

2.2 苋菜光合和蒸腾速率日变化规律

由图 2 可知, 苋菜的光合速率日变化规律为“单峰”曲线, 峰值出现在 12:00, 其值为  $25.98 \mu\text{molCO}_2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 。苋

菜上午光合速率上升的速度大于下午下降的速度。苋菜的蒸腾速率日变化与光合日变化趋势一致, 也呈“单峰”曲线, 峰值出现在 14:00, 其值为  $7.28 \text{ mmol H}_2\text{O} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 。

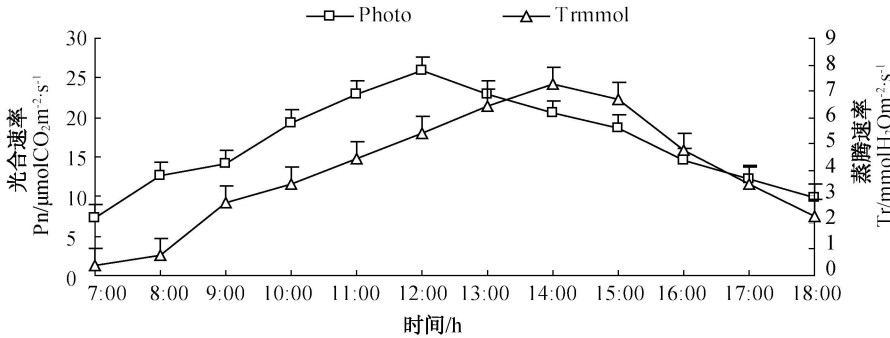


图 2 苋菜光合速率和蒸腾速率日变化

2.3 苋菜的光合特性与生理生态因子的相关分析

植物光合特性的变化与植物本身的特性有关外, 还与外界环境因子的变化有很大的关系。分析 Pn 和 Tr

与生理生态因子的相关关系表明(表 1), 苋菜的 Pn 与 PAR、Ta、Gs 呈极显著的正相关关系 ( $P < 0.01$ ), 与 Ca 呈显著的正相关关系 ( $P < 0.05$ ), 与 VPD 呈正相关

系 与 RH 呈负相关关系,但相关性不显著,相关性的大  
小顺序依次为 PAR、Gs、Ta、Ca、RH、VPD。 苋菜的 Tr  
与 Ta 呈极显著的正相关关系( $P<0.01$ ),与 RH 呈极显

著的负相关关系,与 PAR、Gs、Ca 呈显著正相关关系  
( $P<0.05$ ),与 VPD 呈正相关关系,但相关性不显著,相  
关性的大小顺序依次为 RH、Ta、Ca、PAR、Gs、VPD。

表 1 苋菜光合速率和蒸腾速率与生理生态因子的相关系数

项目	光合有效辐射	空气 CO <sub>2</sub> 浓度	空气温度	空气湿度	气孔导度	饱和蒸汽压
光合速率	0.9289 **	0.7245 *	0.8885 **	-0.6633	0.9191 **	0.5810
蒸腾速率	0.7814 *	0.7949 *	0.8568 **	-0.9231 **	0.7524 *	0.4468

注 \*表示相关性达显著水平( $P<0.05$ ); \*\*相关性达极显著水平( $P<0.01$ )。

3 结论

苋菜的光合速率和蒸腾速率均呈“单峰”曲线,光合  
速率的峰值出现在 12:00 左右,蒸腾速率峰值出现在  
14:00左右,比光合速率的峰值出现的时间晚 2 h。

苋菜的光合速率与光合有效辐射、空气温度和气孔  
导度呈现极显著的正相关关系,与空气 CO<sub>2</sub> 浓度呈现显  
著的正相关关系,与空气湿度呈不显著的负相关。

苋菜的蒸腾速率与空气温度呈现极显著的正相关关  
系,与空气湿度呈极显著的负相关关系,与光合有效辐射、  
气孔导度和空气 CO<sub>2</sub> 浓度呈现显著的正相关关系。

参考文献

[1] 杜社妮,白岗栓.黄土高原野生蔬菜资源与开发利用[J].水土保持

研究 2000 7(2): 150-154.  
[2] 刘向阳 刘永 刘化明 等.无公害创汇特菜—苋菜高效栽培技术  
[J].北方园艺 2003(3): 28.  
[3] 于红梅 龚元石,李子忠,等.不同水氮管理对苋菜和菠菜的产量及  
硝酸盐含量的影响[J].植物营养与肥料学报,2004,10(3): 302-305.  
[4] 王羽梅 任安祥,潘春香,等.长时间盐胁迫对苋菜叶片细胞结构的  
影响[J].植物生理学通讯,2004,40(3):289-292  
[5] 隋益虎 朱世东,张子学,等.环境因子对苋菜碳、氮代谢关键酶及抗  
氧化酶活性的影响[J].生态学杂志,2005,24(8):925-929.  
[6] 王羽梅 任安祥,潘春香.不同浓度 NaCl 对苋菜幼苗生长、光合速  
率、离子吸收和甜菜碱含量的影响[J].植物生理学通讯,2003,39(1):  
13-16

Studies on Diurnal Photosynthetic Dynamics of Edible Amaranth and  
Its Correlation with Environmental Factors

DU She-ni<sup>1,2</sup>, BAI Gang-shuan<sup>1,2</sup>

(1. Institute of Soil and Water Conservation, Northwest Agricultural and Forestry University, Yangling, Shaanxi 712100; 2. Institute of Soil and  
Water Conservation, Chinese Academy Sciences and Ministry of Water Resources, Yangling, Shaanxi 712100)

**Abstract:** In nature growing, the diurnal dynamics of photosynthetic rate (Pn) and transpiration rate (Tr) of edible  
amaranth, and environment factors, and analyzed correlation between photosynthetic rate or transpiration rate in leaves  
of edible amaranth and environment factors. The results showed that the curves of diurnal variation in Pn and Tr of  
edible amaranth leaves had one peaks, but there were differences in the time and the value of the peaks occurred in terms  
of Pn and Tr, the time of the peaks of Pn was at 12:00 o'clock, and peaks of Tr was at 14:00 o'clock. There were  
extremely remarkable positive correlation between Pn and PAR, Ta and Gs, and remarkable positive correlation between  
Pn and Ca, negative correlation between Pn and (RH) ( $P>0.05$ ), and extremely remarkable positive correlation between  
Tr and Ta, extremely remarkable negative correlation between Tr and RH, and remarkable positive correlation between  
Tr and PAR, Gs and Ca.

**Key words:** edible amaranth; photosynthetic rate; transpiration rate; environment factor; correlative coefficient