

7个茶树新品种不同供水水平的光合特性比较*

骆耀平 潘根生

(浙江农业大学, 杭州 310029)

摘要 在3种土壤水分(高湿、中湿和低湿)条件下,研究了新育成品种浙农121、苹云、龙井长叶、浙农113、菊花春、碧云及国家级良种福鼎大白茶等7个茶树品种的光合特性。结果表明:①浙农121和浙农113两个品种在各种供水条件下的净光合速率(P_n)、蒸腾速率(Tr)和气孔导度(G_s)3个参数数值大,光合特性优;高湿条件下,苹云和龙井长叶也表现较优;中湿条件下,苹云与碧云光合特性较优;低湿条件下,福鼎大白茶显示出较好的光合特性。② Tr 与 G_s 呈极显著正相关,在高湿与低湿条件下, P_n 与细胞间隙 CO_2 浓度(C_i)呈负相关;中湿条件下, Tr 与 C_i 和 G_s 与 P_n 呈显著正相关, Tr 与 P_n 和 G_s 与 C_i 呈极显著正相关。

关键词 茶属; 品种资源; 墒情; 给水; 光合特性

中图分类号 S571.101

水分对茶树(*Camellia sinensis*)光合特性及茶叶产量和品质有重大影响,历来受到国内外学者的关注。茶树供水不足或水分供应失调,将直接影响光合作用的正常进行。已有研究表明,适宜的土壤水分使茶树光合速率增加,反之光合速率下降^[1-6]。但不同茶树品种的这一变化规律不甚相同。本研究旨在探讨“七五”期间新育成的浙农121、苹云、龙井长叶、浙农113、菊花春、碧云6个茶树良种和福鼎大白茶作为对照茶树品种,于不同供水条件下的光合特性变化规律,为茶树栽培上的合理用水及指导茶园灌溉提供依据。

1 材料和方法

1.1 材料

供试品种为浙农121(B_1)、苹云(B_2)、龙井长叶(B_3)、福鼎大白茶(B_4)、浙农113(B_5)、菊花春(B_6)和碧云(B_7)等7个品种。于1992年11月选择植株大小及长势基本一致的2年生扦插苗移栽到盆钵中。每盆钵[上部直径(27±1)cm,下部直径(20±1)cm,高(17±1)cm]装土7L。每盆植茶苗3株,每品种植10盆。以5盆为1组,共16组。顺序排列,边侧设保护

收稿日期:1995-08-31;修改稿收到日期:1995-10-27

*农业部“八五”攻关资助项目

行。各品种处理前管理水平一致。

1.2 处理

1994年7月6日傍晚,每盆钵浇水2 000 mm,使各处理初时土壤含水量处于饱和持水量状态。以后每天傍晚对各供试品种按高湿 A₁(控制在田间持水量95%~100%),中湿 A₂(为田间持水量80%~90%)和低湿 A₃(为田间持水量50%~60%)3种水平供水。7月12日低湿处理表现出轻度萎蔫症状。处理期间,天气晴热无雨,日平均最高气温为36℃。

1.3 测定

1994年7月12日下午14:30~16:30,用英国ADC公司生产的便携式二氧化碳(CO₂)红外测定系统,在室外自然光照和温湿度条件下测定:叶片净光合速率(*Pn*)、蒸腾速率(*Tr*)、气孔导度(*Gs*)和细胞间隙CO₂浓度(*Ci*)。光合有关参数*Pn*, *Tr*, *Gs*和*Ci*由ADC-1200程序软件计算获得。每一品种各供水水平在连体条件下,选当年生春梢叶4片作为测定对象。

2 结果与讨论

2.1 不同供水水平下茶树品种光合特性的比较

不同供水水平茶树光合特性差异如表1所示。测定表明,不同茶树品种光合特性在各供

表1 不同供水水平茶树光合特性参数比较

Table 1 Comparison of photosynthetic character parameters of tea plant under different soil moisture levels

处 理	品 种	<i>Pn</i> /μmol·m ⁻² ·s ⁻¹		<i>Tr</i> /mmol·m ⁻² ·s ⁻¹		<i>Gs</i> /mmol·m ⁻² ·s ⁻¹		<i>Ci</i> /μl·L ⁻¹	
		\bar{x}	<i>s</i>	\bar{x}	<i>s</i>	\bar{x}	<i>s</i>	\bar{x}	<i>s</i>
A ₁	B ₁	4.5	0.85	5.9	0.42	0.13	0.01	233	7.5
	B ₂	4.7	0.72	4.8	1.81	0.11	0.06	232	24.6
	B ₃	6.3	0.33	4.9	0.18	0.12	0.01	220	4.8
	B ₄	4.2	0.90	4.3	0.45	0.09	0.01	235	18.6
	B ₅	5.6	0.51	4.9	0.38	0.11	0.01	225	5.5
	B ₆	3.3	0.64	4.2	0.63	0.07	0.02	243	7.5
	B ₇	4.7	3.12	3.7	3.29	0.07	0.07	194	36.9
A ₂	B ₁	5.9	0.33	4.9	0.51	0.10	0.02	210	13.95
	B ₂	5.5	0.32	3.7	0.47	0.07	0.01	189	18.66
	B ₃	4.9	0.97	2.7	1.19	0.05	0.03	172	34.76
	B ₄	5.0	1.20	3.0	0.96	0.06	0.02	174	38.87
	B ₅	5.2	1.29	4.0	0.43	0.09	0.01	220	16.52
	B ₆	4.5	0.96	2.9	1.16	0.06	0.03	190	41.98
	B ₇	5.5	0.62	3.5	0.34	0.08	0.01	198	7.32
A ₃	B ₁	4.3	0.47	3.9	0.42	0.09	0.01	235	13.93
	B ₂	2.9	1.07	2.0	1.64	0.04	0.04	260	22.27
	B ₃	2.2	0.67	0.6	0.31	0.03	0.02	291	18.54
	B ₄	4.2	2.98	3.5	2.71	0.09	0.08	222	23.61
	B ₅	3.9	1.70	5.2	3.55	0.18	0.17	257	39.09
	B ₆	0.8	0.34	5.4	0.49	0.16	0.03	315	5.59
	B ₇	2.8	1.34	1.4	0.07	0.06	0.01	287	19.09

水水平条件下差异明显。在高湿和中湿条件下光合特性参数稳定,标准误小;低湿条件下,光合特性参数标准误大,反映了低湿条件下进行光合特性测定时数值不稳定,结果可靠性差,同时也表明了茶树缺水时体内代谢受影响。品种间、植株间、叶片间都有较大的差别。比较各供水水平光合特性参数的极值比(表2)看出,低湿条件下品种间差异大。不同供水水平条件下,细胞间隙CO₂浓度品种间差异小,极值比较稳定。蒸腾速率极值比变化最大,高湿条件下其极值比为1.6倍,低湿条件下达9.0倍之多。净光合速率(*Pn*),气孔导度(*Gs*)和蒸腾速率高湿和中湿条件下极值比为0.1~0.6倍,而在低湿条件下,极值比明显增大,达3.5~7.4倍。各供水水平条件下,光合特性参数基本表现为A₁>A₂>A₃。按不同供水处理下光合特性参数大小对品种进行排序,结果如表3所示。各品种细胞间隙CO₂浓度在不同供水水平下变化无规律。高湿条件下,净光合速率、蒸腾速率和气孔导度3个参数基本表现为品种B₁, B₅, B₃, B₂,中湿条件下,品种B₁, B₅, B₇, B₂,低湿条件下,品种B₅, B₃, B₁测定值较大。高湿条件下,品种B₅, B₇,中湿条件下,品种B₃, B₅,低湿条件下,品种B₃, B₇的3个光合特性参数值较小。据此,研究认为,不论在何种供水条件下,品种B₁, B₅的光合特性参数均优于品种B₃, B₆, B₇,但在高湿条件下,品种B₃, B₂,中湿条件下,品种B₇, B₂,低湿条件下,品种B₄也显示出较好的光合特性。

表2 不同供水水平光合特性参数极值比(最大值/最小值)

Table 2 Extreme value ratio (Max/Min) of photosynthetic character parameters under different soil moisture levels

供水水平	<i>Pn</i> /μmol·m ⁻² ·s ⁻¹	<i>Tr</i> /mmol·m ⁻² ·s ⁻¹	<i>Gs</i> /mmol·m ⁻² ·s ⁻¹	<i>Ci</i> /μl·L ⁻¹
A ₁	1.9	1.6	1.9	1.2
A ₂	1.3	1.8	2.0	1.3
A ₃	5.4	9.0	6.0	1.4

表3 不同供水水平茶树光合特性参数排序

Table 3 Sequencing of photosynthetic character parameters of tea plant under different soil moisture levels

供水水平	光合特性	茶树品种排序
A ₁	<i>Pn</i> /μmol·m ⁻² ·s ⁻¹	B ₃ >B ₅ >B ₂ >B ₇ >B ₁ >B ₄ >B ₆
	<i>Tr</i> /mmol·m ⁻² ·s ⁻¹	B ₁ >B ₅ >B ₃ >B ₂ >B ₄ >B ₆ >B ₇
	<i>Gs</i> /mmol·m ⁻² ·s ⁻¹	B ₁ >B ₃ >B ₂ 、B ₅ >B ₄ >B ₆ 、B ₇
	<i>Ci</i> /μl·L ⁻¹	B ₆ >B ₄ >B ₁ >B ₂ >B ₅ >B ₃ >B ₇
A ₂	<i>Pn</i> /μmol·m ⁻² ·s ⁻¹	B ₁ >B ₇ >B ₂ >B ₅ >B ₄ >B ₃ >B ₆
	<i>Tr</i> /mmol·m ⁻² ·s ⁻¹	B ₁ >B ₅ >B ₂ >B ₇ >B ₄ >B ₆ >B ₃
	<i>Gs</i> /mmol·m ⁻² ·s ⁻¹	B ₁ >B ₅ >B ₇ >B ₂ >B ₄ 、B ₆ >B ₃
	<i>Ci</i> /μl·L ⁻¹	B ₅ >B ₁ >B ₇ >B ₆ >B ₂ >B ₄ >B ₃
A ₃	<i>Pn</i> /μmol·m ⁻² ·s ⁻¹	B ₁ >B ₄ >B ₅ >B ₂ >B ₇ >B ₃ >B ₆
	<i>Tr</i> /mmol·m ⁻² ·s ⁻¹	B ₆ >B ₅ >B ₁ >B ₄ >B ₂ >B ₇ >B ₃
	<i>Gs</i> /mmol·m ⁻² ·s ⁻¹	B ₅ >B ₆ >B ₁ 、B ₄ >B ₇ >B ₂ >B ₃
	<i>Ci</i> /μl·L ⁻¹	B ₆ >B ₃ >B ₇ >B ₂ >B ₅ >B ₁ >B ₄

2.2 不同供水水平下茶树光合特性参数的方差分析

以供水水平(A_i)与品种(B_j)对光合特性参数作双因子方差分析, 结果表明, 光合特性参数在各供水水平间与品种间的差异均达显著($P < 0.05$)或极显著($P < 0.01$)水平。A 因子的多重比较分析表明, 不同供水水平(A_i)的光合特性差异, 除细胞间隙 CO_2 浓度在 A_3 与 A_1 之间呈显著水平外, 其余各供水水平间差异均达极显著水平。不同供水水平光合特性参数平均数的排序结果如表 4 所示。净光合速率以中湿条件下值最大, 低温条件下最小。这表明, 中湿水平下茶树净光合积累量大, 这一供水条件是较适宜的供水水平; 高湿和低湿的供水条件

表 4 不同供水水平光合特性参数平均数排序

Table 4 The means sequencing of photosynthetic character parameters under different soil moisture levels

光合特性	不同供水水平排序
$Pn/\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$	$A_2 > A_1 > A_3$
$Tr/\text{mmol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$	$A_1 > A_2 > A_3$
$Gs/\text{mmol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$	$A_1 > B_3 > A_2$
$Ci/\mu\text{l}\cdot\text{L}^{-1}$	$A_3 > A_1 > A_2$

下, 净光合速率均下降。蒸腾速率和气孔导度在高湿条件下值大。高湿条件下, 水分蒸腾散失量大。这对缺水地区而言, 为充分利用水利资源, 控制一定的供水量, 减少过多的蒸腾水分散失。低湿条件下, 因缺水, 蒸腾速率较小。细胞间隙 CO_2 浓度在低湿条件下值大, 中湿条件下浓度低。这与体内代谢的正常运转不无关系。合适的供水条件, 细胞间隙 CO_2 能顺利地进入正常物质积累的循环过程, 而在逆境条件下, 则不能充分为物质

合成循环所利用。水分胁迫时, 茶树体内单糖含量增加, 加强了茶树的渗透调节, 维持原生理的生理活性, 此时, 呼吸作用明显增强, 体内的氧化还原作用趋向氧化, 细胞间隙 CO_2 浓度增加。

品种(B_j)间的多重比较结果如表 5 所示。4 项光合特性参数值均以品种 B_5 高, 品种 B_2 、 B_4 处于中间水平。品种 B_1 的光合速率、蒸腾速率和气孔导度均居各供试品种的前列。研究表明, 7 个供试品种中, B_1 、 B_5 两个品种的光合特性较优, 其净光合速率与蒸腾速率均与其他 5 个品种达极显著差异。作为对照的试验品种 B_6 居 7 个品种的中间水平。本研究“七五”期间选育的新品种光合特性都达到已在全国广泛推广、国家认定的良种水平。

表 5 不同茶树品种光合特性参数比较

Table 5 Comparison of photosynthetic character parameters among different tea varieties

品 种	$Pn/\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$		$Tr/\text{mmol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$		$Gs/\text{mmol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$		$Ci/\mu\text{l}\cdot\text{L}^{-1}$	
	\bar{x}	q	\bar{x}	q	\bar{x}	q	\bar{x}	q
B_1	20.0	a A	19.6	a A	0.41	b B	905	c B
B_2	17.4	b BC	13.9	c B	0.32	c C	909	c B
B_3	17.8	b B	10.9	d C	0.26	d D	910	c B
B_4	17.8	b B	14.4	c AB	0.31	c CD	841	d C
B_5	19.5	a A	18.8	a A	0.50	a A	936	b B
B_6	11.4	c C	16.7	b A	0.38	b B	997	a A
B_7	17.2	b BC	11.3	d C	0.27	d CD	907	c B

注: 小写字母为 $P < 0.05$ 水平, 大写字母为 $P < 0.01$ 水平

2.3 不同供水水平下光合特性参数的两两相关分析

以往的一些研究表明, 光合特性之间存在有一定的相关关系^[6]。本试验在不同供水水平

条件下测定的光合特性也反映出一定的两两相关关系(表6)。试验表明,蒸腾速率与气孔导度($Tr-Gs$)无论在何种供水水平下均呈极显著正相关,两者在 A_1 , A_2 , A_3 3种供水水平下的相关系数分别达 $r_1=0.921^{**}$, $r_2=0.952^{**}$, $r_3=0.939^{**}$ 。在高湿与低湿条件下,净光合速率与细胞间隙 CO_2 浓度呈负相关,低湿条件下,这一相关关系达极显著水平。中湿水平下, $Tr-Ci$, $Gs-Pn$ 均呈显著正相关, $Tr-Pn$, $Gs-Ci$ 呈极显著正相关。高湿和低湿条件下,其他几种组合光合特性的两两相关均未达显著水平。不难看出,低湿条件下,水分亏缺,植株已表现出一定的萎蔫症状,光合作用受影响, $Tr-Pn$, $Tr-Ci$, $Gs-Pn$, $Gs-Ci$ 相互间无相关性。中湿条件下,光合特性间相互协调,相关密切,表现出彼此制约、协同的关系。因此,对光合特性的深入研究应在合适的水分条件下进行。

表6 不同供水水平茶树光合特性参数的两两相关关系

Table 6 Correlation between photosynthetic character parameters of tea plant under different moisture levels

供水水平	$Tr-Gs$	$Tr-Pn$	$Tr-Ci$	$Gs-Pn$	$Gs-Ci$	$Pn-Ci$
A_1	0.921**	0.289	0.412	0.594	0.220	-0.436
A_2	0.952**	0.847**	0.799*	0.774*	0.910**	0.497
A_3	0.939**	0.057	-0.110	-0.033	0.068	-0.940**

参 考 文 献

- 1 庄雪岚. 茶树光合作用的研究进展. 国外农学—茶叶, 1982, (3), 1~10
- 2 Sandaram S 著, 孟庆恩译. 茶树叶片的水分扩散阻力. 国外农学—茶叶, 1982, (3), 25~30
- 3 杨跃华, 庄雪岚, 胡海波. 土壤水分对茶树生理机能的影响. 茶叶科学, 1987, 7(1), 23~28
- 4 伍炳华. 茶树水分生理及抗旱性的研究概况与探讨. 茶叶科学简报, 1991, (1), 1~5
- 5 粟本文. 水分胁迫对茶树生理过程的影响. 贵州茶叶, 1991, (2), 14~17
- 6 须海荣, 童启庆, 骆耀平等. 福建茶树资源光合特性的研究. 福建茶叶, 1992, (1), 15~18

Luo Yaoping (Zhejiang Agricultural University, Hangzhou 310029, PRC) and Pan Gensheng. **Photosynthetic Characters of Seven New Tea Plant Varieties under Different Soil Moisture Levels.** *J Zhejiang For Coll*, 1996, 13(2):130~135

Abstract: Under the conditions of high, medium and low moisture, photosynthetic characters of seven tea plant varieties including six new varieties of Zhenong121, Pingyun, Longjingchangye, Zhenong 113, Juhuachun, Biyun and one national improved tea variety Fuding-dabaicha were studied. The results indicated that: 1. Under different soil moisture levels, the net photosynthesis rate (Pn), transpiration rate (Tr) and stomatal conductance (Gs) values of Zhenong 121, Zhenong 113 were high with excellent photosynthetic characters;

Under high soil moisture level, photosynthetic characters of Pingyun and Longjingchangye were quite good; Under medium soil moisture level, photosynthetic characters of Pingyun and Biyun were quite good; Under lower soil moisture level, photosynthetic characters of Fdingdabaicha were quite good. 2. T_r was significant correlated with G_s . Under the high and lower soil moisture levels, P_n was negative correlated with C_i (carbon dioxide concentration among lacunae); Under medium soil moisture level, T_r was significant correlated with C_i , and G_s was significant correlated with P_n ; T_r was significant correlated with P_n , and G_s was highly significant correlated with C_i .

Key words: *Camellia*; variety resources; soil moisture; water supply; photosynthetic characters

“浙江省鹤类及候鸟资源调查研究”通过省级鉴定

该项目由林业部资助, 我院朱曦副教授主持完成。该项研究历时 9 年, 查明了浙江省候鸟的种类、分布、数量、迁徙时间、迁徙路线、迁徙的主要停栖地、越冬期及越冬地生境, 进行了岛屿间鸟类的相似性, 多样性、稳定性、种群数量和优势种的测定; 分析了鸟类种数与岛屿面积的关系及造成岛屿鸟类密度较大陆高的原因, 为开拓我国海岛生物多样性、海岛生物地理学等研究提供了第一手资料。根据浙江省鸟类栖息环境及鸟类生态地理特点, 划分了 5 种主要鸟类群, 并首次将浙江鸟类的地理分布划分为 6 省 2 州, 3 种候鸟栖息地。由中科院动物研究所等 7 个科研所的著名专家对该项目进行了鉴定。专家认为, 该项研究反映了浙江省鸟类资源的现况和利用特点, 是 19 世纪以来浙江省鸟类研究中较系统的调查研究之一, 为浙江省鸟类研究重要成果。其中舟山群岛、嵊泗列岛的鸟类调查是国内首次对海岛鸟类的研究, 在海岛鸟类生态地理方面工作突出。该项研究成果不但可为指导生产提供依据, 而且对于继续研究动物与环境协同变化规律, 以及国民经济建设的关系, 为从事生物、农、林、牧、渔、医药卫生、工业、环境保护、航空事业、自然保护区建设、旅游开发、科技教育等提供必需的参考资料, 对于拯救保护濒危珍稀鸟类具有重要意义。该项研究无论从深度与广度均具有较高的理论水平和应用价值, 达到国内先进水平。

(元 吉)