

王国霞,陈刚,张志浩,等. 郑州地区引种的 3 个油茶品种夏秋季光合特性研究[J]. 江苏农业科学,2019,47(10):153–158.
doi:10.15889/j.issn.1002–1302.2019.10.034

郑州地区引种的 3 个油茶品种夏秋季光合特性研究

王国霞¹, 陈刚¹, 张志浩², 罗青¹, 杨玉珍¹, 李娟², 雒红宇¹

(1. 郑州师范学院生命科学学院, 河南郑州 450044; 2. 郑州大学生命科学学院, 河南郑州 450000)

摘要:选择大暑(8月初)和秋分(9月末)2个典型时段对大别山1号(DBS1)、豫油茶1号(Y Y1)和豫油茶3号(Y Y3)嫁接苗进行光合指标测定,以探究油茶在郑州地区的适应性机制,筛选适于郑州地区种植的优良品种。结果表明,8月份3个油茶品种DBS1、Y Y3、Y Y1净光合速率 P_n 的日变化曲线均为双峰型,有明显的午休现象,9月3个品种 P_n 的日均值均高于8月,且上午峰值较高,说明在夏秋之交的9月份油茶光合能力优于8月。3个品种的气孔导度变化趋势在相同月份表现一致;胞间 CO_2 浓度、蒸腾速率的均值8月份均高于9月份;同一时段3个油茶品种的水分利用效率比较接近,但9月的利用效率明显好于8月。3个油茶品种主要光合指标与气候因子的相关性分析结果表明,温度、光合有效辐射、空气相对湿度等气候因子与油茶光合速率之间的相关性会因时、因地、因品种而异。初步认为豫油茶系列品种更适合郑州当地气候。

关键词:郑州;油茶;适应性;光合特性

中图分类号:S727.32;S794.401

文献标志码:A

文章编号:1002–1302(2019)10–0153–06

油茶(*Camellia oleifera*)是山茶科山茶属常绿小乔木或灌木,广泛分布于我国长江流域及其以南省份,是我国南方主要的木本实用油料植物,也是世界四大木本油料作物之一^[1–2]。油茶的主要产品茶油中不饱和脂肪酸占九成以上,营养价值极高,开发潜力巨大,具有很高的经济与社会效益,对保障国民身体健康、国家粮油安全有积极意义,发展前景广阔^[3–4]。长期以来,油茶产量低,品质差,是制约油茶产业持续发展的因素之一。因此,选育优良品种,扩大种植面积,是油茶产业中的一项基础性工作。在选育品质优良、高产油茶品种的同时,适当向北引种,扩大油茶种植面积也是一条重要的解决途径。

河南南部的信阳地区和安徽大别山地区是油茶天然分布的北界^[5–7]。信阳地处暖温带向亚热带过渡地带,郑州属暖温带大陆性季风气候,两地相距300多公里,此前没有开展过油茶引种的相关报道和研究工作,因此在郑州地区开展油茶引种驯化研究和品种的适应性研究,对向北扩大油茶种植面积具有很大的现实意义。本研究以引种到郑州地区进行栽培的在原种植区表现优良的大别山1号(DBS1)、豫油茶1号(Y Y1)和豫油茶3号(Y Y3)3个品种为研究对象,于大暑(8月初)和秋分(9月末)2个节气分别进行光合指标测定,考察3个油茶品种在郑州地区的气候适应性,以期信阳以北到郑州地区的油茶引种驯化提供科学依据,也为扩大油茶种植面积提供理论参考。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验地位于郑州市北郊郑州师范学院校园内(113°38'E, 34°51'N),属北温带大陆性气候,四季分明,年均气温在13.2℃;1年中7月最热,1月最冷;年降水量为640.9mm,年日照时数为2400h。

1.2 试验材料

本研究所用材料由信阳市商城县油茶良种繁育基地和安徽舒城德昌苗木有限公司提供,分别为大别山1号(DBS1)、豫油茶1号(Y Y1)和豫油茶3号(Y Y3)2年生嫁接苗。2016年3月,选择长势良好、相对一致、无病虫害的油茶苗进行盆栽种植,以草炭土+蛭石(体积比为1:1)为基质,每盆1株,露天栽培,统一进行日常管理。

1.3 试验方法

本研究于2016年8月初(大暑)和9月末(秋分)选择连续晴天无风天气,利用Li–6400XT便携式光合测定系统进行光合指标测定。各品种选择5株油茶苗,选取生长状况基本一致向阳的上部健康成熟叶片,每个植株测定1张叶,09:00–17:00,每隔2h测定1次。主要测定指标有净光合速率(P_n)、气孔导度(G_s)、细胞间 CO_2 浓度(C_i)、蒸腾速率(T_r)、水分利用效率(WUE)等;主要环境因子有大气温度(T_{air})、叶片温度(T_{leaf})、大气 CO_2 浓度(C_a)、空气相对湿度(RH)、光合有效辐射(PAR)等。

1.4 数据处理

采用Excel 2007进行数据整理,用Origin Pro 8.0作图,用SPSS 20.0统计分析软件进行相关性分析。

2 结果与分析

2.1 夏秋季主要环境因子的日变化

由图1可以看出,在夏秋季观测时间段内,除大气 CO_2

收稿日期:2017–12–23

基金项目:河南省科技计划基础与前沿研究计划(编号:162300410161);河南省高等学校青年骨干教师项目(编号:2014GGJS–147)

作者简介:王国霞,女,河南平顶山人,博士,副教授,主要从事经济植物栽培利用研究。E-mail:wgxia191919@sina.com。

浓度外,主要环境因子的总体日变化趋势一致。其中,大气温度(T_{air})的变化曲线均呈单峰型,而各月份气温峰值分别出现在 15:00 和 11:00 附近。空气相对湿度在 8 月初明显高于 9 月末,均自 09:00 开始不断降低,15:00 后回升。光合有效辐

射的变化趋势也呈单峰型,各月份峰值分别在 11:00 和 13:00 附近。与 9 月 C_a 的日变化情况相比,8 月的 C_a 在 13:00 时出现拐点,这可能与当天高温强光条件下,周围植物叶片气孔关闭有关,使大气中 CO_2 浓度升高。

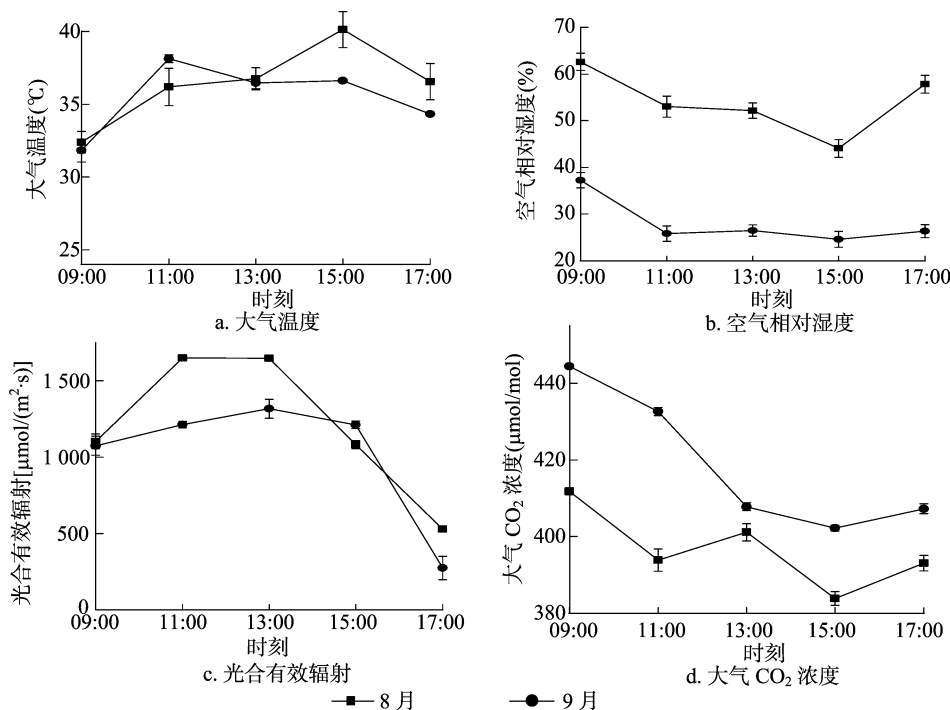


图1 主要环境因子的日变化

2.2 夏秋季油茶叶片光合因子日变化与日均值比较

2.2.1 净光合速率的日变化 由图 2-a 可以看出,8 月 3 个油茶品种 DBS1、YY3、YY1 净光合速率的日变化曲线均为双峰型,峰值均出现在 11:00 和 15:00 附近。从 09:00 开始,随着气温升高,光照渐强,油茶叶片的光合作用增强, P_n 值增大,13:00 左右,由于高温强光,出现光合“午休”现象,随后 P_n 回升,至 15:00 左右,此时是一天中的最大值,然后逐渐下降。结合图 3 可知,3 个油茶品种 8 月的净光合速率日均值从大到小依次为 YY1 [$4.909 \mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$] > YY3

[$4.100 \mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$] > DBS1 [$2.097 \mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$]。

与 8 月相比,9 月 P_n 日变化情况各异(图 2-b),除 YY1 品种为单峰型曲线外,其他 2 个品种为双峰型,且后两者曲线的第 1 个高峰提前,均在 11:00 附近,次高峰在 15:00 附近,“午休”深度小于 8 月。3 个品种 9 月的净光合速率日均值大小依次为 YY3 [$9.043 \mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$] > YY1 [$8.642 \mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$] > DBS1 [$7.213 \mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$],同时,9 月 3 个品种 P_n 的日均值均高于 8 月,说明在夏秋之交阶段,9 月的油茶光合能力均优于 8 月。

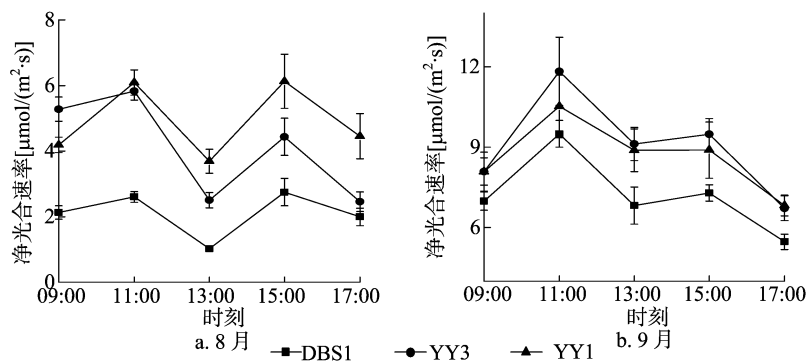
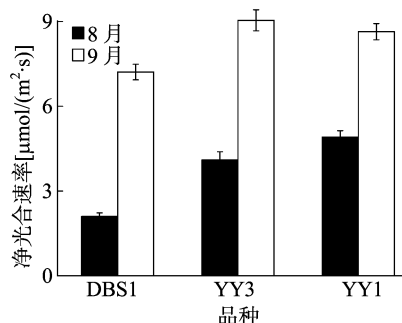


图2 净光合速率的日变化



同一时间不同品种间标有不同小写字母表示差异显著($P < 0.05$)。图 5、图 7、图 9、图 11 同

图3 净光合速率的日均值比较

2.2.2 气孔导度的日变化 3 个油茶品种 8 月的 G_s 变化趋势相同(图 4-a),上午(09:00—11:00)气孔逐渐开放,13:00 时由于叶片受到高温强光的刺激,为防止光合系统受损和体内水分散失,故启动保护机制,大部分气孔开始闭合, G_s 下

降,此后,随着温度和光照减弱, G_s 又逐渐回升,直至观测时间段末。3 个品种 8 月的 G_s 日均值大小依次为 DBS1 [$0.091 \mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$] > YY3 [$0.089 \mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$] > YY1 [$0.063 \mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$],反映了在该月内各品种在白天

气孔开启程度依次减小。

3 个品种气孔导度在 8 月的日变化趋势与 9 月相比表现存在差异(图 4-b),YY3 品种为单峰型;DBS1 为不明显的双峰型;YY1 先升高后降低再小幅度回升。由图 5 可知,三者 9

月的 G_s 日均值大小依次为 YY3 [$0.043 \text{ mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$] > DBS1 [$0.036 \text{ mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$] > YY1 [$0.033 \text{ mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$],均显著低于 8 月。

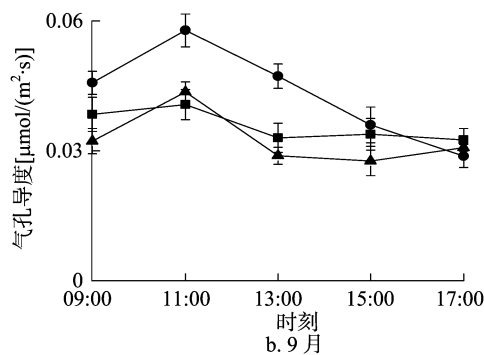
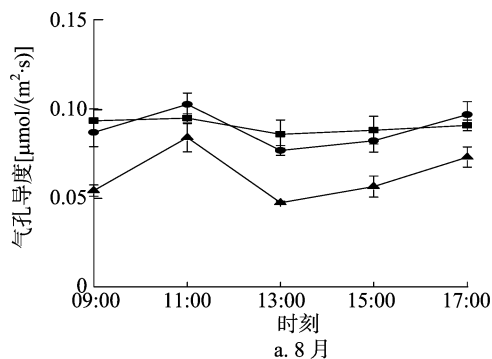


图4 气孔导度的日变化

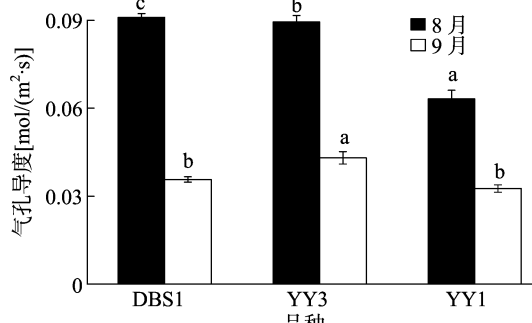


图5 气孔导度的日均值比较

2.2.3 细胞间 CO_2 浓度的日变化 8 月时,DBS1 品种的 C_i 在 1 d 中的变化呈“W”形(图 6-a)。09:00 后,气温回升,光合作用渐强,细胞间 CO_2 浓度开始降低,11:00 后与 YY3 品

种的变化趋势相同,13:00 时,由于处于午休状态,气孔关闭,光合作用减弱,导致光合底物 CO_2 浓度升高,直到“午休”状态解除,15:00 后,气温降低,光线减弱,细胞呼吸作用强于光合作用, C_i 逐渐回升。YY1 的 C_i 值在 15:00 前持续降低,此后回升。由图 7 可知,3 个品种 C_i 在 8 月的日均值大小依次为 DBS1 (341.795 μmol/mol) > YY3 (292.640 μmol/mol) > YY1 (229.074 μmol/mol)。

由图 6-b 可知,9 月份,DBS1 的 C_i 在 1 d 中维持在 217.404 μmol/mol 左右,变化趋势平坦。YY3 的 C_i 在 13:00 前逐渐升高,15:00 处出现拐点,随后回升直至观测时间段结束。YY1 的 C_i 在观测时间段内持续升高。3 个品种的 C_i 在 9 月日均值大小依次为 DBS1 (217.404 μmol/mol) > YY1 (199.806 μmol/mol) > YY3 (186.208 μmol/mol),均显著低于 8 月(图 7)。

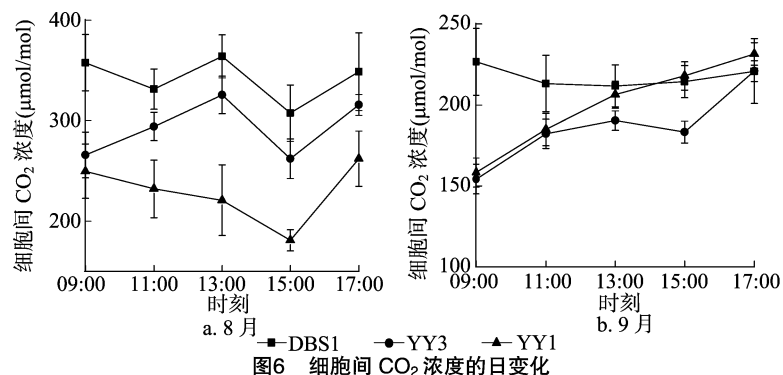


图6 细胞间 CO_2 浓度的日变化

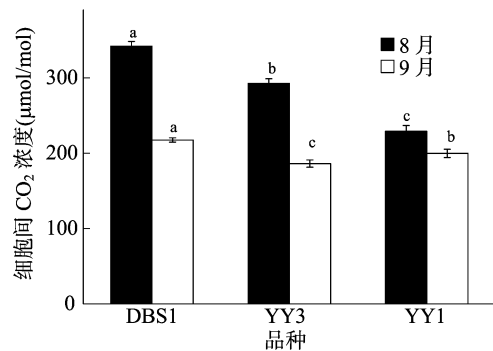
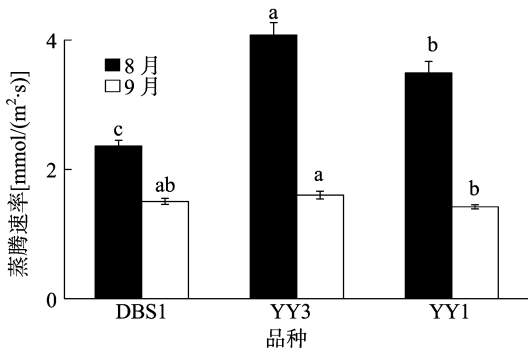
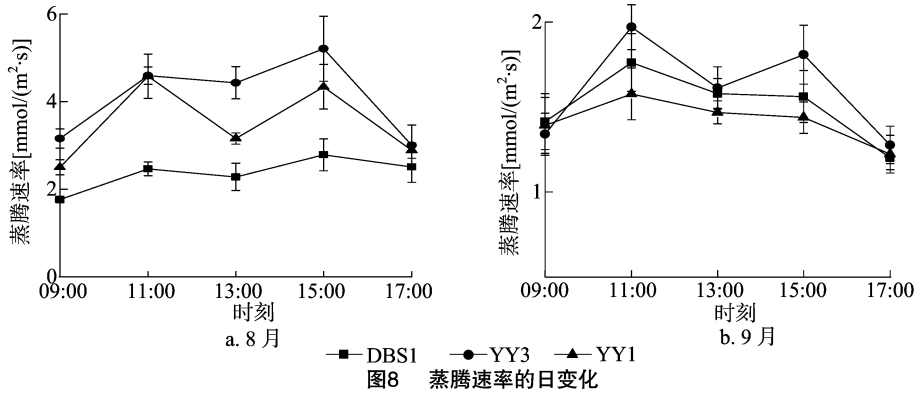


图7 细胞间 CO_2 浓度的日均值比较

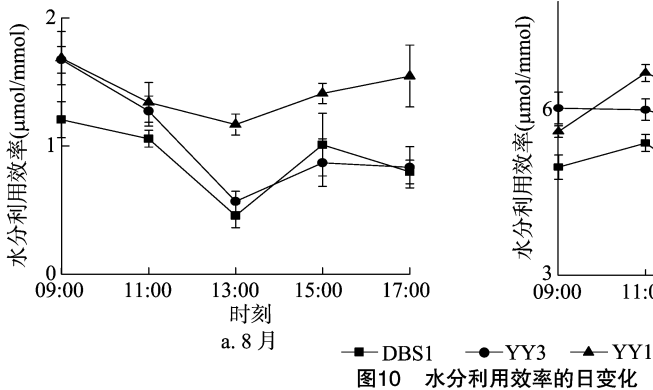
2.2.4 蒸腾速率的日变化 8 月份 3 个油茶品种的 T_r 日变化趋势同 P_n ,均为双峰型(图 8)。不同的是 DBS1 和 YY3 的次高峰和 YY1 的高峰出现时刻一致。早晨气温较低,空气相对湿度较高,气孔导度较小, T_r 低。11:00 和 15:00 附近时,气温高且空气湿度较低,气孔导度较大,使得 T_r 到达峰值。而 13:00 时,由于前期高 T_r 耗散了大量水分,植物为维持体内水分平衡,保护光合机构,使大部分气孔关闭, T_r 因此降低(图 8-a)。由图 9 可知,3 个品种 T_r 在 8 月份的日均值大小依次为 YY3 [$4.078 \text{ mmol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$] > YY1

[$3.491 \text{ mmol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$] > DBS1 [$2.362 \text{ mmol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$]。

由图 8-b 可知,9 月 3 个油茶品种的 T_r 日变化情况各不相同。YY3 为双峰型,11:00 附近时达到高峰 [$1.970 \text{ mmol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$],次高峰 [$1.808 \text{ mmol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$] 在 15:00 附近。DBS1 和 YY1 为单峰型,峰值均在 11:00 附近,分别为 1.762 、 $1.578 \text{ mmol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ 。3 个品种 T_r 在 9 月的日均值大小依次为 YY3 [$1.601 \text{ mmol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$] > DBS1 ($1.504 \text{ mmol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$) > YY1 [$1.420 \text{ mmol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$],均显著低于 8 月(图 9)。

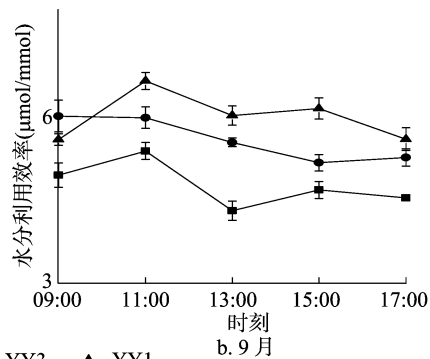


2.2.5 水分利用效率的日变化 水分利用效率是评价植物耐旱能力的重要指标之一,反映了植物在光合生产过程中单位水分的能量转化效率^[8], $WUE = P_n/T_r$ 。8月3个品种



15:00 前对水分的利用效率日变化趋势相同(图10),1 d中水分利用效率最低在13:00时,此时正值光合午休期。15:00后 DBS1和 YY3的 WUE 下降,而 YY1持续升高,这可能是因为15:00—17:00阶段,YY1的 G_s 较小, P_n 较大,而3个品种的 T_r 水平相当,使得 YY1的 WUE 较高。由图11可知,8月的 WUE 日均值大小依次为 YY1 (1.431 $\mu\text{mol}/\text{mmol}$) > YY3 (1.044 $\mu\text{mol}/\text{mmol}$) > DBS1 (0.906 $\mu\text{mol}/\text{mmol}$)。

9月,DBS1和 YY1的水分利用效率日变化趋势相同,为双峰型,峰值分别在11:00和15:00附近,而 YY3在15:00前持续下降,17:00附近有小幅回升(图10-b)。该月的 WUE 日均值大小依次为 YY1 (6.040 $\mu\text{mol}/\text{mmol}$) > YY3 (5.628 $\mu\text{mol}/\text{mmol}$) > DBS1 (4.794 $\mu\text{mol}/\text{mmol}$),均显著高于8月(图11)。



性分析 如表1所示,油茶品种 DBS1 光合指标与主要环境因子的相关性存在季节差异性。8月 DBS1 品种 P_n 与 C_i 、 C_a 呈显著负相关,与 WUE 呈极显著正相关。 G_s 与 WUE 呈显著正相关。 C_i 与 T_r 、 T_{air} 、 T_{leaf} 呈显著或极显著负相关,与 C_a 、 RH 呈显著或极显著正相关。 T_r 与 T_{air} 、 T_{leaf} 呈极显著正相关,与 C_a 、 RH 呈极显著负相关。在9月, P_n 与 G_s 、 T_r 、 WUE 、 T_{air} 、 T_{leaf} 、 PAR 呈极显著正相关。 G_s 与 WUE 、 C_a 呈极显著正相关。 T_r 与 T_{air} 、 T_{leaf} 、 PAR 呈极显著正相关。

由于8月测定当天处于二十四节气中的“大暑”,正值1年中温度和光照度最高时期,DBS1的光合和蒸腾作用在该气候条件下白天始终处于抑制状态,故 P_n 与 T_{air} 、 T_{leaf} 、 PAR 、 G_s 等因素相关性不显著, T_r 与 PAR 相关性不显著;同时受光合作用相关的酶部分失活等非气孔因素影响,光合进程减缓,

2.3 光合生理指标与主要环境因子的相关性分析

2.3.1 大别山1号的光合生理指标与主要环境因子的相关

表 1 DBS1 品种光合生理指标与主要环境因子的相关性分析

月份	指标	相关系数								
		G_s	C_i	T_r	WUE	T_{air}	T_{leaf}	C_a	RH	PAR
8	P_n	0.324	-0.501 *	0.233	0.814 **	0.204	0.178	-0.441 *	-0.285	-0.181
	G_s		0.061	-0.280	0.464 *	-0.312	-0.248	0.162	0.295	0.014
	C_i			-0.530 **	-0.150	-0.549 **	-0.505 *	0.529 **	0.501 *	-0.013
	T_r				-0.351	0.701 **	0.664 **	-0.732 **	-0.609 **	-0.062
	WUE					-0.268	-0.281	0.066	0.147	-0.172
9	P_n	0.512 **	-0.236	0.771 **	0.710 **	0.563 **	0.562 **	0.429 *	-0.114	0.631 **
	G_s		0.083	0.126	0.712 **	0.061	0.032	0.632 **	0.284	0.255
	C_i			-0.214	-0.004	-0.356	-0.374	0.210	0.356	-0.160
	T_r				0.240	0.588 **	0.623 **	0.162	-0.167	0.738 **
	WUE					0.187	0.149	0.676 **	0.128	0.188

注：“*”表示在 0.05 (双侧) 水平上显著相关, “**”表示在 0.01 (双侧) 水平上显著相关。表 2、表 3 同。

P_n 与 C_i 和 C_a 呈显著负相关。9 月测定当天处于秋分节气, 正式进入秋季, 气温下降, 昼夜温差变大, 光照度减弱, 此时环境胁迫减轻, 光、热变得重要起来, 故 P_n 与 T_{air} 、 T_{leaf} 、 PAR 等因素呈极显著正相关; 光合进程的加快使底物 (水分和 CO_2) 的供应成为影响反应进程的关键, 故 P_n 与 T_r 、 WUE 、 G_s 、 C_a 呈显著或极显著正相关, T_r 与 PAR 呈极显著正相关。

2.3.2 豫油茶 3 号光合生理指标与主要环境因子的相关性分析 由表 2 可知, 8 月 YY3 的 P_n 与 C_i 呈极显著负相关, 与

WUE 呈极显著正相关。 C_i 与 WUE 呈显著负相关。 T_r 与 WUE 、 C_a 、 RH 呈显著或极显著负相关, 与 T_{air} 、 T_{leaf} 呈极显著正相关。 WUE 与 T_{air} 、 T_{leaf} 呈极显著负相关, 与 C_a 、 RH 呈显著或极显著正相关。9 月, P_n 与 G_s 、 T_r 、 WUE 、 T_{air} 、 T_{leaf} 、 PAR 呈显著或极显著正相关。 G_s 与 C_i 呈极显著负相关, 与 T_r 、 WUE 、 C_a 、 PAR 呈极显著正相关。 C_i 与 WUE 、 C_a 、 RH 、 PAR 呈极显著负相关。 T_r 与 T_{air} 、 T_{leaf} 、 PAR 呈极显著正相关, 与 RH 呈显著负相关。 WUE 与 C_a 、 RH 呈极显著正相关。

表 2 YY3 品种光合生理指标与主要环境因子的相关性分析

月份	指标	相关系数								
		G_s	C_i	T_r	WUE	T_{air}	T_{leaf}	C_a	RH	PAR
8	P_n	0.328	-0.633 **	0.192	0.796 **	-0.229	-0.185	0.094	0.049	0.334
	G_s		0.031	-0.125	0.274	-0.115	-0.143	-0.138	0.234	-0.115
	C_i			-0.137	-0.552 **	-0.060	-0.001	0.062	0.126	0.084
	T_r				-0.409 *	0.643 **	0.740 **	-0.532 **	-0.808 **	0.570 **
	WUE					-0.647 **	-0.663 **	0.488 *	0.542 **	-0.032
9	P_n	0.752 **	-0.284	0.799 **	0.433 *	0.694 **	0.693 **	0.219	-0.240	0.661 **
	G_s		-0.543 **	0.546 **	0.733 **	0.361	0.372	0.585 **	0.181	0.695 **
	C_i			-0.183	-0.550 **	0.250	0.198	-0.655 **	-0.588 **	-0.639 **
	T_r				0.051	0.761 **	0.773 **	-0.051	-0.443 *	0.603 **
	WUE					-0.110	-0.112	0.853 **	0.559 **	0.352

8 月温度和光照度较高, YY3 品种体内水分大量散失, 蒸腾作用加强, 水分利用效率降低, T_r 与 T_{air} 、 T_{leaf} 、 PAR 呈极显著正相关, 与 RH 呈极显著负相关, WUE 与 T_{air} 、 T_{leaf} 呈极显著负相关。9 月气温和光照度较低, 光热条件到达适宜范围, P_n 与 T_{air} 、 T_{leaf} 、 PAR 呈极显著正相关, 同时气孔限制因素直接影响光合蒸腾进程, G_s 与 C_i 呈极显著负相关, 与 P_n 、 T_r 、 WUE 、 C_a 、 PAR 呈极显著正相关。

2.3.3 豫油茶 1 号光合生理指标与主要环境因子的相关性分析 由表 3 可知, 8 月 YY1 的 P_n 与 G_s 、 T_r 、 T_{air} 、 T_{leaf} 呈显著或极显著正相关, 与 C_i 、 C_a 、 RH 呈显著或极显著负相关。 G_s 与 T_r 呈显著正相关。 C_i 与 T_r 、 T_{air} 、 T_{leaf} 呈显著或极显著负相关, 与 C_a 呈显著或极显著正相关。 T_r 与 WUE 、 C_a 、 RH 呈显著负相关, 与 T_{air} 、 T_{leaf} 、 PAR 呈显著或极显著正相关。 WUE 与 T_{leaf} 、 PAR 呈显著负相关, 与 RH 呈显著正相关。9 月 YY1 的 P_n 与 G_s 、 T_r 、 WUE 、 T_{air} 、 T_{leaf} 、 PAR 呈极显著正相关。 G_s 与 T_r 、 WUE 、 C_a 呈显著或极显著正相关。 C_i 与 C_a 、 RH 、 PAR 呈显著

或极显著负相关。 T_r 与 WUE 、 T_{air} 、 T_{leaf} 、 PAR 呈显著或极显著正相关。 WUE 与 T_{air} 、 T_{leaf} 、 PAR 呈极显著正相关, 与 RH 呈显著或极显著负相关。

在 8 月且 DBS1、YY3 相同的生境下, 温度显然在 YY1 的耐受范围内, 同 9 月表现一致, P_n 与 G_s 、 T_r 、 T_{air} 、 T_{leaf} 呈显著或极显著正相关, 与 C_i 、 C_a 、 RH 呈显著或极显著负相关, 而与 PAR 相关性不显著, 说明光照依然超出其耐受范围。9 月光照度减弱, 温度更加适宜, 水分利用效率提高, 此时 P_n 也与 PAR 、 WUE 呈极显著正相关。

3 结论与讨论

光合作用是植物获得物质和能量的重要代谢过程, 是判断植物生长、抗逆性强弱和适应性评价的指标^[9-14]。油茶光合作用日变化曲线有单峰型和双峰型 2 种^[15-18], 郭春兰等认为, 立地条件好, 油茶的光合日变化为双峰型, 反之则为单峰型, 并且夏季和晴天易出现双峰^[19]。本研究中所有油茶品种栽

表 3 YY1 品种光合生理指标与主要环境因子的相关性分析

月份	指标	相关系数								
		G_s	C_i	T_r	WUE	T_{air}	T_{leaf}	C_a	RH	PAR
8	P_n	0.504 *	-0.469 *	0.824 **	0.143	0.543 **	0.519 **	-0.659 **	-0.566 **	0.111
	G_s		0.314	0.464 *	0.016	0.023	0.007	-0.311	0.062	-0.090
	C_i			-0.468 *	0.128	-0.605 **	-0.628 **	0.425 *	0.671 **	-0.305
	T_r				-0.426 *	0.652 **	0.678 **	-0.704 **	-0.727 **	0.402 *
	WUE					-0.328	-0.427 *	0.242	0.447 *	-0.500 *
9	P_n	0.615 **	-0.276	0.681 **	0.779 **	0.606 **	0.626 **	0.216	-0.204	0.684 **
	G_s		-0.395	0.456 *	0.596 **	0.353	0.305	0.559 **	-0.009	0.135
	C_i			-0.297	-0.027	0.349	0.326	-0.902 **	-0.760 **	-0.451 *
	T_r				0.536 **	0.404 *	0.417 *	0.204	-0.049	0.635 **
	WUE					0.837 **	0.835 **	0.009	-0.544 **	0.555 **

培条件一致,8月3个油茶品种均为双峰型,变化趋势较为一致,豫油茶1号的 P_n 日均值最高;9月除豫油茶1号外,其他2个品种均为双峰型,豫油茶3号 P_n 日均值最高,说明不同油茶品种间光合特性存在明显差异。

目前,学术界普遍认可许大全等对于影响净光合速率下降原因的观点^[20-21],即叶片光合能力下降的非气孔因素和气孔限制因素。当气孔的部分关闭是叶片光合速率降低的主要原因时,胞间 CO_2 浓度降低,正如本研究中9月大别山1号和8月的豫油茶1号;而当叶肉细胞光合活性降低是叶片光合速率降低的原因时,胞间 CO_2 浓度升高,正如本研究中8月的大别山1号、豫油茶3号以及9月的豫油茶1号、豫油茶3号。

植物的光合与蒸腾过程相辅相成。蒸腾作用为光合作用提供水分来源,通过水分运输可将源端有机物运输至库端,同时蒸腾作用也可降低叶片温度,防止叶片灼伤,保护光合机构。本研究中3个油茶品种在这2个月的 T_r 与其对应的 P_n 日变化情况一致。

水分利用效率是光合生产过程中单位水分的能量转化效率,是净光合速率和蒸腾速率高低的综合体现。3个品种的 WUE 在8月午间明显下降,而9月变化幅度减小,且3个品种的日均值也高于8月,说明9月的气候更利于油茶的生长。从品种间看,无论是8月还是9月,豫油茶1号表现最佳,豫油茶3号次之,大别山1号最低。温度、光合有效辐射、空气相对湿度等气候因子具有时间和空间的异质性,各因素间相互影响,具体在与3个油茶品种主要光合指标的相关性分析方面各不相同,本研究结果也表明,光合速率与气候因子之间的相关性会因时、因地、因品种而异。

参考文献:

[1] 庄瑞林. 中国油茶[M]. 2版. 北京:中国林业出版社,2008:2-7.

[2] 范亚丽,董倩倩,袁金凤,等. 岑软油茶4个不同品种的光合特性研究[J]. 西北农业学报,2014,23(3):164-169.

[3] 乔迺妮,陈益元. 油茶引种研究初报[J]. 湖北林业科技,2013,42(4):24-26.

[4] 黄欣,张乃燕,马锦林,等. 我国油茶品质育种研究进展与展望

[J]. 广西林业科学,2010,39(4):235-238.

[5] 夏尚光,肖正东. 大别山油茶4个优良品种光合作用特性[J]. 林业科技开发,2011,25(4):18-21.

[6] 卜付军,徐绪志,黄红云,等. 河南省油茶产业发展现状及对策研究[J]. 河南林业科技,2011,31(1):20-22.

[7] 王晶. 河南油茶品种资源选育现状[J]. 安徽农业科学,2012(36):17652-17653.

[8] 魏孝荣,郝明德,张春霞,等. 土壤干旱条件下外源锌、锰对夏玉米光合特性的影响[J]. 作物学报,2005,31(8):1101-1104.

[9] 陈丽培,王国霞,杨玉珍,等. 广玉兰在自然降温条件下的光合响应机制研究[J]. 河南农业科学,2016,45(1):114-118.

[10] 徐子涵,徐逸,唐海萍. 几个引种苜蓿品种的生理适应性研究[J]. 草原与草坪,2017,37(3):1-7.

[11] 黄伟,曹坤芳. 几内亚格木和降香黄檀对热带北缘地区冬季低温的光合适应[J]. 植物分类与资源学报,2014,36(3):310-320.

[12] 郭连金,杜佳朋,吴艳萍,等. 香果树实生苗的光合特性及其与环境因子的关系[J]. 应用生态学报,2017,28(5):1473-1481.

[13] 王伟婧,张继宗,郝雅星,等. 华北高寒区4种根茎类喜凉作物的光合特性[J]. 华北农学报,2015,30(2):212-219.

[14] 杨玉珍,张云霞,彭方仁. 干旱胁迫对不同种源香椿苗木光合特性的影响[J]. 北京林业大学学报,2011,33(1):44-48.

[15] 高雪,莫宝盈,奚如春,等. 盆栽条件下三个油茶栽培种的光合蒸腾特性比较[J]. 中南林业科技大学学报,2012,32(4):89-94.

[16] 王瑞,陈永忠,王湘南,等. 油茶无性系新梢生长期光合特性的研究[J]. 林业科学研究,2010,23(3):405-410.

[17] 曹永庆,姚小华,王开良,等. 不同树形油茶无性系发枝及光合特性研究[J]. 林业科学研究,2014,27(3):367-373.

[18] 宋祥兰,白冰,王兰英,等. 5个油茶“赣州油”优良无性系光合特性的比较[J]. 西部林业科学,2015(4):18-24.

[19] 郭春兰,张露. 油茶光合特性研究进展[J]. 林业工程学报,2012,26(1):10-12.

[20] 许大全. 光合作用气孔限制分析中的一些问题[J]. 植物生理学报,1997,33(4):241-244.

[21] Farquhar G D, Sharkey T D. Stomatal conductance and photosynthesis[J]. Annual Review of Plant Physiology,1982,33:317-345.