

# 不同种源软枣猕猴桃幼苗 光合特性的比较及变异分析

李红莉, 龙作义

(黑龙江省牡丹江林业科学研究所, 黑龙江 牡丹江 157010)

**摘要:**以5个种源的软枣猕猴桃2年生幼苗为试材,采用LI-6400便携式光合测定系统测定其光合指标,分析不同种源软枣猕猴桃的光合日变化,揭示种源间光合特性的差异。结果表明:不同种源软枣猕猴桃幼苗净光合速率、气孔导度和水分利用效率日变化呈“双峰”曲线;蒸腾速率有“单峰型”和“双峰型”2种形式;胞间 $\text{CO}_2$ 浓度呈‘W’型趋势;不同种源间存在一定的差异,各时间段的光合指标大小、峰值的大小及出现的时间有所不同。不同种源间的净光合速率、蒸腾速率、气孔导度、胞间 $\text{CO}_2$ 浓度和水分利用效率存在极显著差异,通过隶属函数值综合评价,敦化和林口种源的光合能力强,属于较高光效种源。

**关键词:**软枣猕猴桃;种源;光合特性;变异分析

**中图分类号:**S 665.3 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2017)17-0014-07

软枣猕猴桃 (*Actinidia arguta* (Seib. et Zucc.) Planch. ex Miq.) 属猕猴桃科猕猴桃属的多年生落叶木质藤本植物<sup>[1]</sup>,是继中华猕猴桃和美味猕猴桃后极具开发利用价值的光果猕猴桃种类之一。天然资源广泛分布于我国东北地区,以小兴安岭和长白山地区资源最为丰富,是珍贵的抗寒果树资源<sup>[2]</sup>。其果实富含多种维生素和矿物质,营养价值极高,风味独特,还有一定的药用价值<sup>[3]</sup>,因此越来越受到人们的青睐。近年来,有关软枣猕猴桃的研究主要集中在种质资源<sup>[4-5]</sup>、良种选育<sup>[6-8]</sup>、苗木繁殖<sup>[9-10]</sup>、营养化学成分<sup>[11-12]</sup>及分子生物学<sup>[13]</sup>等方面。也有一些学者对软枣猕猴桃光合特性进行了研究,李旭等<sup>[14]</sup>比较了软枣猕猴桃雌雄株间光合特性的差异,认为雌雄株在

光合特性日变化上具有显著差异;范书田等<sup>[15]</sup>和王振兴等<sup>[16-17]</sup>研究了“魁绿”“8401”“9701”这3种不同软枣猕猴桃的光合生理生态特性,对其光合日变化与气象因子的关系、净光合速率对光强和 $\text{CO}_2$ 浓度的响应特性及叶片光系统II活性对不同温度的响应进行了研究。而对不同种源软枣猕猴桃幼苗光合特性方面的研究尚鲜见报道。该试验以不同区域5个种源的2年生软枣猕猴桃苗木为研究对象,对其光合特性进行比较,揭示苗期不同种源软枣猕猴桃光合特性的差异,探讨光合特性的种源变异,分析不同种源的光合能力,以期软枣猕猴桃优良资源的选择利用和筛选高光效种源及新品种的选育提供参考依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验地概况

试验地位于黑龙江省牡丹江市军马场经济林试验基地。地理坐标为北纬 $44^{\circ}40'$ ~ $44^{\circ}43'$ ,东经 $129^{\circ}24'$ ~ $129^{\circ}27'$ ,海拔550~580 m,属半湿润地区,寒温带大陆性季风气候。冬季寒冷漫长,夏

**第一作者简介:**李红莉(1981-),女,硕士,高级工程师,现主要从事经济林培育等研究工作。E-mail:lihongli0916@163.com.

**基金项目:**黑龙江省森林工业总局应用研究资助项目(sg-zjY2013013)。

**收稿日期:**2017-04-06

季炎热短促,秋季降温迅速,春季升温快。年平均气温约 2.5℃,最高气温 33.6℃,最低气温 -30℃。年平均降水量 537 mm,日照时数 2 400 h,平均积温 2 200℃,无霜期约 110 d。土壤为暗棕壤。

1.2 试验材料

以 5 个软枣猕猴桃种源的实生苗为试材。5 个种源分别为:黑龙江省哈尔滨地区的山河屯林业局、方正林业局;黑龙江省牡丹江地区的林口林业局、穆棱林业局;吉林省敦化林业局(表 1)。

表 1 软枣猕猴桃不同种源的地理分布

Table 1 Geographic location of different provenances of *Actinidia arguta*

种源地 Provenances	经度 Longitude	纬度 Latitude	海拔 Altitude/m	年均温 Mean annual temperature/℃	无霜期 Frost-free period/d	年降水量 Annual rainfall/mm
山河屯 Shanhetun	126°33'~128°14'	44°04'~45°26'	523	3.5	125	625
方正 Fangzheng	128°14'~129°33'	45°33'~46°10'	518	2.7	125	577
林口 Linkou	129°40'~130°34'	45°51'~45°59'	452	2.5	110	580
穆棱 Muling	129°43'~130°00'	43°32'~44°39'	386	2.4	120	550
敦化 Dunhua	127°51'~128°14'	43°55'~44°06'	487	2.9	125	572

1.3 试验方法

试验按完全随机区组排列每个种源为 1 个小区,株行距为 5 cm×5 cm,3 次重复,常规水肥管理。试验以 2 年生苗为研究对象,对其叶片的光合作用各项指标进行测定。

每个种源随机选择长势中等、具有代表性的 3 株树作为测定树,每株树选取正常生长阳面中层的 3 片健康叶片作为测定叶,并记录编号。采用 LI-6400 便携式光合测定系统(美国 LI-COR 公司)于 2016 年 8 月 1 日(天气晴朗)从 06:00—17:00 测定叶片的光合指标,每隔 1 h 测定 1 次,3 次重复取平均值。测定的指标为:净光合速率( $P_n, \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ )、蒸腾速率( $T_r, \text{mmol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ )、气孔导度( $G_s, \text{mmol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ )和胞间  $\text{CO}_2$  浓度( $C_i, \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ )等光合参数,光合水分利用效率( $R_{\text{WUE}}$ )通过  $P_n/T_r$  计算。

1.4 数据分析

采用 Excel 2007 和 SPSS 19.0 软件进行数据分析、处理、图形绘制;评价采用隶属函数法对测定的光合指标进行综合评价<sup>[18-19]</sup>。

2 结果与分析

2.1 不同种源软枣猕猴桃幼苗光合指标日变化分析

2.1.1 净光合速率的日变化

从图 1 可以看出,不同种源软枣猕猴桃幼苗

光合速率日变化均呈双峰曲线,有明显的“午休”现象。06:00 光合速率较低,随着环境温度的升高,随光合有效辐射的增强和叶面温度的升高,  $P_n$  快速升高,在 09:00—10:00 达到第 1 个峰值,之后  $P_n$  有所下降,在 12:00—13:00 时,由于光合有效辐射和温度过高,蒸腾作用增强,使  $P_n$  下降到最低,出现“午休”现象。13:00 之后,光照强度逐渐减弱,温度降低,光合速率开始回升,在 15:00—16:00 达到第 2 个峰值,随后  $P_n$  逐渐下降。不同种源净光合速率日变化的进程基本一致,但不同种源各时间段的净光合速率大小、峰值的大小及出现的时间有所不同。敦化和林口种源的光合速率峰值出现在 09:00 和 15:00,分别为  $9.4, 9.2 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$  和  $5.8,$

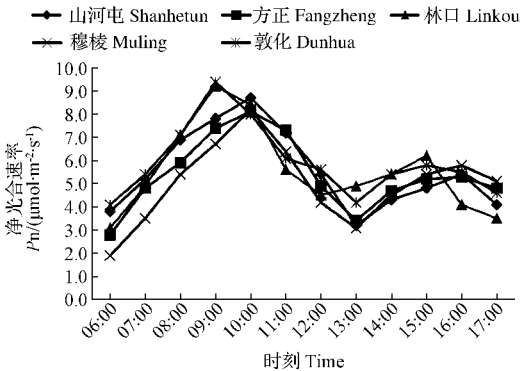


图 1 不同种源软枣猕猴桃净光合速率日变化

Fig. 1 Diurnal variation of net photosynthesis rate of *A. arguta* among different provenances

$6.2 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ ; 在 12:00 时开始“午休”, 各时间段的  $P_n$  基本上处于较高水平。山河屯、方正和穆棱的第 1 个峰值出现在 10:00, 13:00 时达到谷值, 16:00 达到第 2 个峰值, 之后随着光强的减弱,  $P_n$  逐渐减小。敦化和林口种源全天的光合速率波动最大, 峰值最高, “午休”现象明显, 净光合速率明显比其它种源地高, 表现出较高的光合效率特性。

### 2.1.2 蒸腾速率的日变化

由图 2 可知, 不同种源间蒸腾速率的日变化趋势有一定的差异, 除穆棱外其它 4 个种源的蒸腾速率日变化表现为“单峰型”。早上气温低, 蒸腾作用普遍较小, 随着气温的升高, 蒸腾作用不断增强,  $T_r$  逐渐升高, 在 11:00—12:00 时达到峰值, 之后  $T_r$  下降。山河屯、方正、敦化种源在 11:00 时达到峰值, 分别为  $2.6$ 、 $2.9$ 、 $3.5 \text{ mmol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ , 而林口种源在 12:00 时达到峰值, 为  $3.5 \text{ mmol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 。穆棱种源的叶片蒸腾速率的日变化表现为“双峰曲线”, 10:00 时出现第 1 个峰值, 随后逐渐下降, 在 15:00 时有所回升, 16:00 时达到第 2 个峰值, 之后缓慢下降。不同种源间在同一时间段蒸腾速率变动幅度明显, 敦化和林口种源在各个时间段的蒸腾速率均高于其它种源, 其蒸腾作用较强。

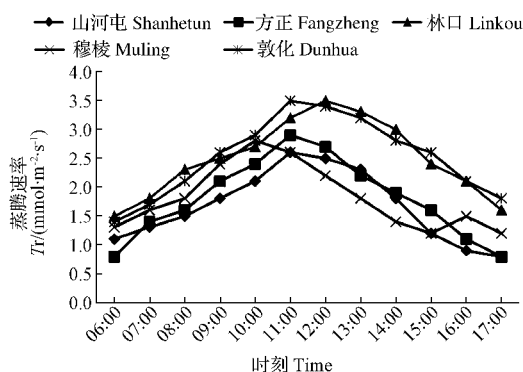


图 2 不同种源软枣猕猴桃蒸腾速率日变化

Fig. 2 Diurnal variation of transpiration rate of *A. arguta* among different provenances

### 2.1.3 气孔导度的日变化

气孔导度( $G_s$ )是影响光合作用、呼吸作用和蒸腾作用的重要生理指标之一。不同种源软枣猕猴桃幼苗气孔导度日变化如图 3 所示。结果表明, 不同种源气孔导度日变化呈双峰曲线。

06:00—08:00 时  $G_s$  缓慢上升, 09:00—10:00 出现第 1 个峰值, 之后下降较快, 在 13:00—14:00 时有所回升, 16:00 时左右出现第 2 个峰值, 随后缓慢下降。气孔导度日变化趋势与净光合速率的变化曲线基本一致。不同种源间各时间段的  $G_s$  略有差异, 峰值出现的时间和大小有所不同。林口和敦化种源在 09:00 出现第 1 个峰值, 出现峰值时间比其它种源早, 随后下降的速度比其它种源缓慢, 于 15:00 时达到谷值, 时间比其它种源较晚; 各种源均于 16:00 达到第 2 个峰值。总体上看, 林口和敦化种源的气孔导度值较高。

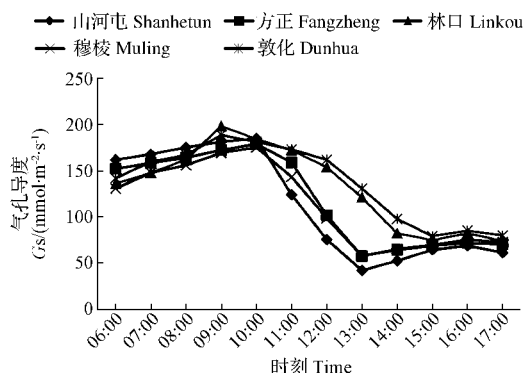


图 3 不同种源软枣猕猴桃气孔导度日变化

Fig. 3 Diurnal variation of stomatal conductance of *A. arguta* among different provenances

### 2.1.4 胞间 $\text{CO}_2$ 浓度的日变化

由表 4 可知, 不同种源软枣猕猴桃细胞间  $\text{CO}_2$  浓度日变化曲线呈“W”型趋势, 全天内会出

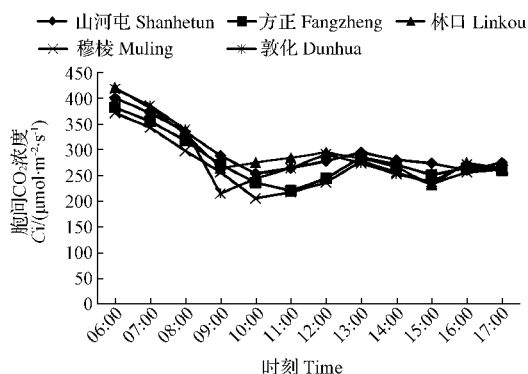


图 4 不同种源软枣猕猴桃胞间  $\text{CO}_2$  浓度日变化

Fig. 4 Diurnal variation of intercellular  $\text{CO}_2$  concentration of *A. arguta* among different provenances

现 3 次高峰,其变化趋势与光合速率、蒸腾速率和气孔导度的日变化呈相反的趋势。06:00 为  $C_i$  第 1 个峰值,之后随着光合速率升高而逐渐下降,09:00—11:00 时达到第 1 个谷值,此时正是光合速率最大的时间,说明光合作用固定了较多的  $CO_2$ ,  $P_n$  升高,导致  $C_i$  降低;12:00—13:00 时光合午休,  $C_i$  出现第 2 个峰值;至 15:00 时  $C_i$  再次回到低谷,之后达到第 3 个峰值。不同种源细胞间  $CO_2$  浓度的变化趋势基本一致,但峰值和谷值出现的时间略有不同,变化幅度也有所差别。敦化和林口种源在 09:00 时达到低谷,山河屯和穆棱出现在 10:00,而方正要再晚 1 h。林口和敦化在 12:00 时出现第 2 个峰值,而其它种源出现在 13:00。

2.1.5 水分利用效率的日变化

从图 5 可以看出,不同种源软枣猕猴桃叶片水分利用效率日变化基本呈“上升-下降-上升”趋势。08:00—09:00 时  $R_{WUE}$  达到峰值,之后逐渐下降,至 13:00 时  $R_{WUE}$  最低,可能是因为光合有效辐射较强,叶片温度较高,蒸腾作用较大的缘故。之后  $R_{WUE}$  逐渐升高或升高后略有回落。不同种源的日变化趋势存在一定的差异,在各个时间段也差别较大。山河屯、方正和穆棱种源在 08:00 水分利用效率达到最大值,林口和敦化在 09:00 时出现最大值。总体上看,山河屯和方正种源的水分利用效率较高,而林口和敦化种源的较小,但其净光合速率明显大于其它种源,说明林口和敦化种源能利用较少的水分进行较高效率的光合作用。

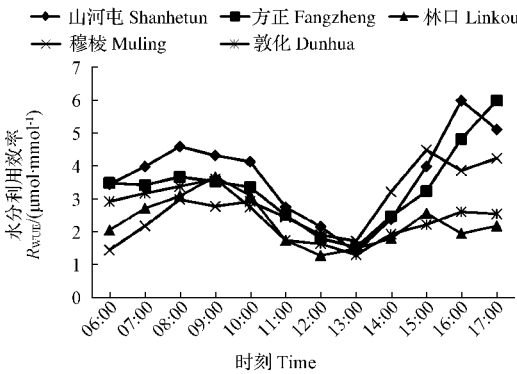


图 5 不同种源软枣猕猴桃叶片水分利用效率日变化  
Fig. 5 Diurnal variation of water use efficiency of *A. arguta* among different provenances

2.2 不同种源软枣猕猴桃幼苗光合性状的差异分析

由表 2 可知,软枣猕猴桃幼苗的光合性状在不同种源间有着较大的差异。经过方差分析表明,不同种源软枣猕猴桃幼苗的光合速率、蒸腾速率、气孔导度、胞间  $CO_2$  浓度、水分利用效率日平均值存在极显著差异。净光合速率以敦化种源的最大,比各种源平均值高出 8.0%,其次为林口和山河屯,二者之间差异不显著,而穆棱的最小,比各种源均值低 8.7%。蒸腾速率以敦化和林口的最大,显著高于其它种源,平均  $2.51\text{ mmol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ ,其次为穆棱,再次为方正和山河屯,这三者之间差异不大。气孔导度在种源间的差异与净光合速率的变化规律基本一致。胞间  $CO_2$  浓度的差异有所不同,以山河屯和林口的最大,穆棱的最小。从水

表 2 不同种源软枣猕猴桃幼苗光合性状差异比较

Table 2 Comparison of the photosynthetic characteristics of different *A. arguta* provenances

种源 Provenances	光合速率 $P_n$ /( $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ )	蒸腾速率 $T_r$ /( $\text{mmol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ )	气孔导度 $G_s$ /( $\text{mmol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ )	胞间 $CO_2$ 浓度 $C_i$ /( $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ )	水分利用效率 $R_{WUE}$ /( $\mu\text{mol} \cdot \text{mmol}^{-1}$ )
山河屯 Shanhetun	$5.57 \pm 0.22\text{bAB}$	$1.67 \pm 0.10\text{cC}$	$114.74 \pm 4.14\text{cdB}$	$298.33 \pm 6.00\text{aA}$	$3.36 \pm 0.19\text{aA}$
方正 Fangzheng	$5.38 \pm 0.10\text{bBC}$	$1.79 \pm 0.07\text{bBC}$	$118.30 \pm 3.30\text{cB}$	$280.42 \pm 7.75\text{bB}$	$3.02 \pm 0.17\text{bB}$
林口 Linkou	$5.58 \pm 0.07\text{bAB}$	$2.49 \pm 0.09\text{aA}$	$132.42 \pm 2.94\text{bA}$	$298.00 \pm 5.53\text{aA}$	$2.24 \pm 0.08\text{dD}$
穆棱 Muling	$5.02 \pm 0.14\text{cC}$	$1.82 \pm 0.04\text{bB}$	$113.51 \pm 4.37\text{dB}$	$267.92 \pm 8.32\text{cC}$	$2.76 \pm 0.06\text{cC}$
敦化 Dunhua	$5.94 \pm 0.57\text{aA}$	$2.52 \pm 0.06\text{aA}$	$137.36 \pm 3.24\text{aA}$	$288.25 \pm 6.84\text{bAB}$	$2.36 \pm 0.23\text{dD}$
F 值 F value	$8.149^{**}$	$179.237^{**}$	$53.813^{**}$	$20.309^{**}$	$49.811^{**}$

注:同列数据不同小写英文字母表示在 5% 水平的差异显著性,大写字母表示在 1% 水平的差异显著性。

Note: In the same column, the lowercase letters show significance of difference at 5% level, and the capital letters show significance of difference at 1% level.

分利用效率来看,山河屯种源的最大,平均为  $3.36 \mu\text{mol} \cdot \text{mmol}^{-1}$ ,显著高于其它种源,其它依次为方正>穆棱>敦化>林口。

软枣猕猴桃幼苗的光合指标不仅在种源间存在差异,在各种源内也存在一定的变异。如表3所示,在各种源内,净光合速率变异幅度最大的是敦化,变异系数高达9.63%,最小的是林口,约为1.33%。蒸腾速率以山河屯的变异幅度最大,敦

化和穆棱的较小。各种源气孔导度和胞间  $\text{CO}_2$  浓度的变异幅度差异较小,变异范围分别在2.22%~3.85%和1.86%~3.11%,均以穆棱的最大,林口的最小。种源内水分利用效率的变异较大,敦化的变异系数最大,为9.62%,其次为方正和山河屯,约为5.74%,而穆棱的最小,为2.01%。

表3 不同种源软枣猕猴桃幼苗光合性状的变异分析

种源 Provenances	光合速率 $P_n$	蒸腾速率 $T_r$	气孔导度 $G_s$	胞间 $\text{CO}_2$ 浓度 $C_i$	水分利用效率 $R_{wUE}$
山河屯 Shanhetun	3.98	6.30	3.61	2.01	5.71
方正 Fangzheng	1.88	4.02	2.79	2.76	5.79
林口 Linkou	1.33	3.45	2.22	1.86	3.40
穆棱 Muling	2.73	2.24	3.85	3.11	2.01
敦化 Dunhua	9.63	2.29	2.36	2.37	9.62

### 2.3 不同种源软枣猕猴桃光合能力的综合评价

净光合速率、蒸腾速率和水分利用效率这3个光合指标是反映光合能力的重要指标,在一定程度上可以作为评判不同种源光合能力和水分利用效率高低的标准。对不同种源的这3个指标进

行隶属函数值计算,再进行总体评价。由表4可知,5个种源中光合相关指标平均隶属函数值综合评价和排名依次为敦化、林口、穆棱、山河屯和方正,说明敦化和林口种源的光合能力相对较强,山河屯和方正种源相对较弱。

表4 不同种源软枣猕猴桃光合能力的综合评价

种源 Provenances	光合速率 $P_n$	蒸腾速率 $T_r$	水分利用效率 $R_{wUE}$	综合评价 Comprehensive evaluation	排序 Order
山河屯 Shanhetun	0.586 1	0.383 3	0.456 8	0.475 4	4
方正 Fangzheng	0.364 2	0.475 0	0.454 9	0.431 4	5
林口 Linkou	0.606 1	0.408 3	0.458 3	0.490 9	2
穆棱 Muling	0.480 2	0.393 9	0.558 8	0.477 6	3
敦化 Dunhua	0.626 7	0.464 3	0.551 6	0.547 5	1

## 3 结论与讨论

不同种源软枣猕猴桃在相同的环境下,幼苗的光合特性表现出明显差异,可能是由于各种源长期适应不同的地理环境,形成了固有的遗传特性,导致种源间存在差异,从而引起种源间的光合速率、蒸腾速率、气孔导度、胞间  $\text{CO}_2$  浓度、水分利用效率的日变化及日平均值有所不同。

光合速率日变化揭示光合作用日进程,不同种源软枣猕猴桃幼苗净光合速率日变化呈双峰曲

线,有明显地“午休现象”。这与王振兴等<sup>[16]</sup>的研究结果基本一致。不同种源间存在一定的差异,各时间段的净光合速率大小、峰值的大小及出现的时间有所不同。蒸腾速率的日变化有“单峰型”和“双峰型”2种形式,不同种源间同一时段其变化幅度明显。气孔导度日变化趋势与净光合速率的基本一致,不同种源间各时间段略有差异,峰值出现的时间和大小各不相同。胞间  $\text{CO}_2$  浓度日变化曲线呈“W”型趋势,一天内会出现3次高峰,其变化趋势与光合速率、蒸腾速率和气孔导度的

日变化呈相反的趋势。水分利用效率日变化呈“双峰”曲线,种源间的变化趋势存在一定的差异。

对不同种源软枣猕猴桃幼苗的光合指标日平均值进行方差分析,结果表明,不同种源间的净光合速率、蒸腾速率、气孔导度、胞间  $\text{CO}_2$  浓度和水分利用效率存在显著或极显著差异,说明种源间的光合特性存在差异,其差异反映了不同种源光合能力的高低。因此,可将光合指标作为种源选择的关键指标,为高光效种源选育和新品种选育奠定基础。通过对净光合速率、蒸腾速率和水分利用效率这 3 个光合重要指标的隶属函数综合评价,敦化和林口种源的净光合速率高,光合能力强,与其它种源相比属于高光效种源,山河屯和方正种源光合能力较弱,但其水分利用效率较高,可适应较干旱的气候条件。后续将进一步研究不同种源软枣猕猴桃幼苗生长与光合特性的相关性研究,从而有利于综合性状优良种源的选育。

#### 参考文献

- [1] 黄宏文. 猕猴桃属分类、资源、驯化、栽培[M]. 北京: 科学出版社出版, 2013.
- [2] 刘延吉, 朱雪妮, 田晓艳. 辽宁地区软枣猕猴桃果实性状次生物质鉴定及营养分析[J]. 沈阳农业大学学报, 2010, 41(2): 228-230.
- [3] 孙宁宇. 长白山野生软枣猕猴桃的成分分析及保鲜研究[D]. 长春: 吉林农业大学, 2007.
- [4] 李红莉. 不同地区软枣猕猴桃果实性状评价[J]. 林业科技, 2013(5): 33-35.
- [5] 秦红艳, 许培磊, 艾军, 等. 软枣猕猴桃种质资源果实品质、表型性状多样性及主成分分析[J]. 中国农学通报, 2015, 31(1): 160-165.
- [6] 杨义明, 赵淑兰, 艾军, 等. 大果软枣猕猴桃优系“8401”选育初报[J]. 北方园艺, 2011(2): 186-187.
- [7] 谢玥, 王丽华, 董官勇, 等. 软枣猕猴桃新品种“宝贝星”[J]. 园艺学报, 2014, 41(1): 189-190.
- [8] 冯健, 曾凡顺, 王嘉, 等. 软枣猕猴桃良种选育研究进展[J]. 安徽农业科学, 2015, 43(11): 46-47.
- [9] 朴一龙, 朴日子. 野生软枣猕猴桃离体培养体系的建立及优化[J]. 北方园艺, 2011(15): 157-160.
- [10] 龙茹, 秘树青, 王子华, 等. 外源激素对软枣猕猴桃硬枝扦插生根的影响[J]. 河北科技师范学院学报, 2010, 24(2): 12-15.
- [11] JANG D S, LEE G Y, KIM J, et al. A new pancreatic lipase inhibitor isolated from the roots of *Actinidia arguta* [J]. Arch Prm Res, 2008, 31(5): 666-670.
- [12] LATOCHA P, KRUPA T. The mineral composition of new genotypes of hardy kiwifruit (*Actinidia* Lindl.) bred at SGGW [J]. Ann Warsaw Univ Life Sci-SGGW Hortic Landscape Archit, 2008, 29: 105-110.
- [13] 王佳卉. 软枣猕猴桃 EST-SSR 分子标记的开发及遗传多样性分析[D]. 长春: 吉林农业大学, 2014.
- [14] 李旭, 曹万万, 姜丹, 等. 软枣猕猴桃雌雄株光合特性差异研究[J]. 中国农学通报, 2015, 31(13): 108-112.
- [15] 范书田, 艾军, 王振兴, 等. 软枣猕猴桃对光强和二氧化碳浓度的响应[J]. 北方园艺, 2010(20): 44-46.
- [16] 王振兴, 艾军, 陈丽, 等. 软枣猕猴桃光合日变化的研究[J]. 北方园艺, 2010(6): 29-31.
- [17] 王振兴, 艾军, 陈丽, 等. 软枣猕猴桃叶片光系统 II 活性对不同温度的响应[J]. 西北植物学报, 2015, 35(2): 329-334.
- [18] 谢乾瑾, 夏新莉, 刘超, 等. 水分胁迫对不同种源蒙古莜光合特性与生长的影响[J]. 林业科学研究, 2010, 23(4): 567-573.
- [19] 杨瑞卿, 楚秀丽, 杨万霞, 等. 不同种源青钱柳苗期光合特征及变异分析[J]. 南京林业大学学报(自然科学版), 2012, 36(4): 41-45.

## Comparison and Variation Analysis in Photosynthetic Characteristics of *Actinidia arguta* Seedlings From Different Provenances

LI Hongli, LONG Zuoyi

(Mudanjiang Forestry Science Institute of Heilongjiang Province, Mudanjiang, Heilongjiang 157010)

**Abstract:** Five provenances of *Actinidia arguta* 2 years seedlings were used as test materials, the photosynthetic index was determined by using LI-6400 portable photosynthesis system. This paper study analyzed the diurnal variation of photosynthesis of different provenances, and revealed the difference of photosynthetic characteristics from different provenances. The results showed that net photosynthetic rate, stomatal conductance and water use efficiency diurnal variation in bimodal curve, transpiration rate in two types of unimodal, bimodal curve, intercellular  $\text{CO}_2$  concentration in ‘W’

# 叶幕厚度对“赤霞珠”葡萄叶幕微气候、 光合特性及果实品质的影响

王 珍<sup>1</sup>, 刘迪迪<sup>1</sup>, 张振文<sup>1,2</sup>

(1. 西北农林科技大学 葡萄酒学院, 陕西 杨凌 712100; 2. 陕西省葡萄与葡萄酒工程中心, 陕西 杨凌 712100)

**摘 要:**机械修剪以其高效高质的优势逐渐受到国内外葡萄种植业青睐。为探究机械修剪对葡萄叶幕微气候、光合特性及果实品质的影响,以4年生“赤霞珠”品种为试材,叶幕厚度分别设置为70 cm(不抹副梢)、85 cm(抹副梢)、85 cm(不抹副梢)、100 cm(不抹副梢),并于生长期调查了葡萄叶面积,测定光照强度、光合指标及浆果品质,采用单因素方差分析(ANOVA)进行数据分析。结果表明:叶幕厚度对叶幕微气候无显著影响,但随叶幕增厚,果际周围温度略降、湿度略升、光照强度减弱;葡萄转色期,70 cm(不抹副梢)叶幕光合速率较85 cm(抹副梢)显著提高12.9%,85 cm与100 cm处理差异不大;70 cm(不抹副梢)、85 cm(抹副梢)处理能在提高产量的同时促使葡萄提前成熟,增加果实含糖量、pH及总花色素含量,100 cm处理能提高总酚、单宁及总酸含量。总体来讲,山西晋中地区的“赤霞珠”葡萄叶幕厚度应选择70 cm。

**关键词:**“赤霞珠”葡萄;叶幕厚度;微气候;光合特性;果实品质

**中图分类号:**S 663.101 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2017)17-0020-09

“赤霞珠”(‘Cabernet Sauvignon’)葡萄原产法国,属欧亚种,由“品丽珠”(‘Cabernet Franc’)

和“长相思”(‘Sauvignon Blanc’)杂交而成,是广为栽培的酿造优质红葡萄酒的良种之一,葡萄及葡萄品质受不同产区自然生态条件、栽培管理技术及酿造工艺的影响表现出显著差异<sup>[1]</sup>。

葡萄夏季叶幕管理通常采用人工方式对主梢及副梢进行不同程度的摘心,不同管理方式对葡萄枝条成熟、光合作用及浆果质量有较大影响<sup>[2-4]</sup>,但人工管理普遍提升了生产成本。孙伟等<sup>[5]</sup>、魏晓峰等<sup>[6]</sup>采用简约化叶幕管理技术,即主梢、副梢不进行摘心,统一对架面以上15 cm,架

**第一作者简介:**王珍(1991-),女,硕士研究生,研究方向为葡萄与葡萄酒。E-mail:wangzhenxpt@163.com.

**责任作者:**张振文(1960-),男,硕士,教授,研究方向为葡萄与葡萄酒。E-mail:zhangzhw60@nwsuaf.cn.com.

**基金项目:**国家现代农业产业技术体系建设专项资助项目(CARS-30-zp-09)。

**收稿日期:**2017-04-01

type, and there were some differences among different provenances. The photosynthetic index, the peak value and the time of emergence were different. There were significant differences in net photosynthesis rate, transpiration rate, stomatal conductance, intercellular CO<sub>2</sub> concentration and water use efficiency of different provenances. By using the photosynthesis characteristics to do the Fuzzy mathematics evaluation, Dunhua and Linkou provenances had higher photosynthetic capacity, which belonged to the high light efficiency of provenance.

**Keywords:** *Actinidia arguta*; provenance; photosynthetic characteristics; variation analysis