

不同种源山杏光合生理特性日进程研究

李 济 阳, 何 炎 红, 白 玉 娥, 田 有 亮

(内蒙古农业大学 林学院, 内蒙古 呼和浩特 010019)

摘 要:以 12 个种源的山杏为试材,采用 LI-6400 便携式光合作用测定仪,在自然条件下对内蒙古林木良种繁育中心,对山杏种质资源库中的 12 个种源的山杏光合速率日进程变化进行了测定研究,进而研究了其光合日进程变化特征和对该区环境的适应性。结果表明:各种源光合速率、气孔导度和蒸腾速率日变化都具有单峰、双峰和多峰 3 种类型,第 1 峰一般出现在 10:00—12:00。除凉城种源外东部区各种源光合速率日均值都大于西部区各种源,科左后旗最大($4.772\ 5\ \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$),而气孔导度和蒸腾速率日均值没有东部和西部种源的差异。万家沟种源光合速率、气孔导度和蒸腾速率日均值都低于其它种源,分别为 $1.665\ 5$ 、 $0.041\ 5$ 、 $0.817\ 8\ \text{mmol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 。依据水分利用效率大小 12 个种源可分为 3 类:水分利用效率较高的种源有克什克腾旗、科左后旗、阿鲁科尔沁;其次为扎鲁特旗、科右中旗、扎赉特旗、巴林右旗、乌兰浩特,较小的为乌拉山、凉城、敖汉、万家沟。克什克腾旗最大($4.180\ 7\ \text{mmol/mol}$),万家沟最小($1.893\ 5\ \text{mmol/mol}$)。根据光合能力、水分消耗和水分利用效率综合分析指出,在呼和浩特地区推广栽植的山杏种源首选克什克腾旗种源,其次为科左后旗和阿鲁科尔沁种源,其光合能力大、水分消耗小,能适应该区干旱气候条件,为该区山杏引种选育和栽培提供理论依据。

关键词:山杏;种源;光合速率;蒸腾速率;适应性

中图分类号:S 662.2 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2016)09-0035-07

山杏(*Armeniaca sibirica* (L.) Lam.) 属蔷薇科李亚科杏属树种^[1],喜光、抗旱、抗寒、耐瘠薄,耐盐碱、不耐涝;苦杏仁营养丰富,富含蛋白质、脂肪、糖以及人体所需微量元素,广泛应用于食品、医药及工业等领域,是集经济、生态和社会效益于一体的生态经济型树种,是北方干旱半干旱区生态恢复和发展生产的造林先锋树种^[2]。山杏的研究对于我国北方地区生态建设和经济建设都具有重要性。

目前,国内学者对山杏光合特性的研究主要集中在不同土壤含水量与山杏光合性能^[3]、耗水性能^[4]的关系、胁迫作用对山杏苗木光合作用的影响^[5]、实生苗木光合特性^[6]等方面,而对于不用地理种源引种选育的研究尚少。余海滨^[7]通过在辽西地区对 11 个引种山杏光合特

性的研究,阐述了种源地比引种地环境恶劣和环境相同的情况下,各种源山杏对引种地的适应性,而该研究的种源地环境条件均强于引种地或相同。不同种源树种长期适应各自生存环境,在形态结构、生理生态等形成不同特征以适应环境条件的变化,研究不同种源树木的差异性,对于阐述树木的适应性和引种造林都具有理论实践意义。该试验对内蒙古林木良种繁育中心引种栽培的 12 个山杏种源为研究对象,测定了其光合生理生态特性,进而比较了不同种源山杏对环境的适应性,以期如山杏优良种源的选择和内蒙地区山杏经济林建设提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

呼和浩特市和林县的内蒙古林木良种繁育中心山杏资源库地处内蒙古自治区中南部,地理坐标为北纬 $39^{\circ}58'\sim 40^{\circ}41'$,东经 $111^{\circ}26'\sim 112^{\circ}18'$ 。该地区地形地貌多样,山、丘、川兼备,总体地形呈东高西低、南高北低的态势。属于中温带半干旱大陆性季风气候,其主要特征是干旱、多风、温差大,冬季长而冷,夏季短而热,春季升温快,秋天降温烈。年平均气温 6.2°C 左右。1 月平均

第一作者简介:李济阳(1990-),男,辽宁凌源人,硕士研究生,研究方向为森林培育。E-mail:jiyanglee1990@hotmail.com.

责任作者:何炎红(1979-),女,内蒙古呼和浩特人,博士,副教授,现主要从事山杏新品种研发及培育等研究工作。E-mail:hyh20012008@imau.edu.cn.

基金项目:国家科技支撑资助项目(2013BAD14B02)。

收稿日期:2015-12-18

气温为 -12.8°C ,极端最低气温为 -31.7°C ,7月平均气温为 22.1°C ,极端最高气温为 37.9°C 。年平均降水量为 392.8 mm ,一天内最大降水量为 99.1 mm ^[8]。

1.2 试验材料

供试12个种源分别采自:西部区的乌拉山、凉城和万家沟;赤峰地区的克什克腾旗(克旗)、敖汉、阿鲁科尔沁和巴林右旗;兴安盟的乌兰浩特、扎赉特旗、科右中旗、科左后旗、扎鲁特旗。

1.3 试验方法

每个种源选择长势较好的3株树作为测定树,每株树选取正常生长阳面中层的5片树叶作为测定叶,并记录编号。

1.4 项目测定

光合速率等指标日进程测定使用LI-6400光合测定

仪(美国LI-COR公司)进行测定。选取晴朗天从08:00开始,20:00结束,每隔2 h测定1次。在生长季7月中旬和8月下旬分别测定1次。

1.5 数据分析

使用Excel软件处理数据并绘图。

2 结果与分析

2.1 山杏光合速率(Pn)日变化

由图1可知,山杏光合速率日进程具有单峰型、双峰型和多峰型3种类型,不同种源峰的多少、高峰出现时间和峰值大小并不相同。如在7月阿鲁科尔沁等种源出现单峰型,出现双峰型的种源如敖汉,而出现多峰型种源只有乌拉山。不同种源在相同月份、相同的生长环境下,其光合速率日进程的差异反映了种源间差异

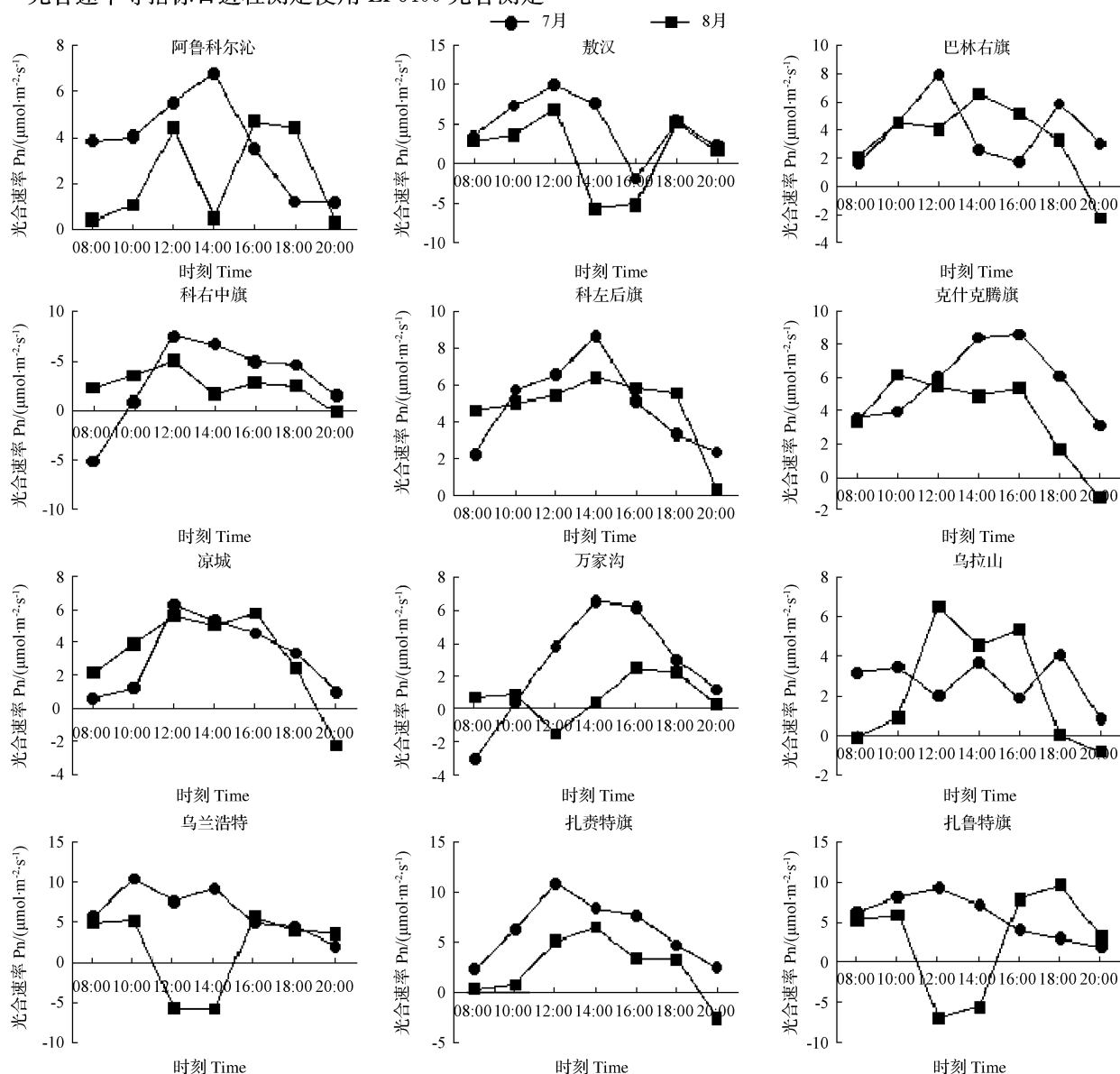


图1 7—8月各种源光合速率日进程变化

Fig.1 Pn change of all kinds of provenances in July and August

性,即不同种源对环境变化的反应不同。这种差异也反映在7—8月山杏光合速率日进程变化上,8月日进程变化较7月复杂。8月多呈双峰型和多峰型,在峰值上,除乌拉山和凉城外其它各种源8月峰值都小于7月,可能与乌拉山种源来源于西部区有关。凉城种源7、8月基本相同。同属于西部区的万家沟种源变化可能是受其来源于西部山区的影响。

2.2 山杏气孔导度(Gs)日变化

由图2可知,不同种源的山杏气孔导度日进程出现单峰型、双峰型和多峰型的峰值时间以及峰值大小并不相同。在7月出现单峰型种源只有凉城,如敖汉等种源则出现双峰型,科右中旗、万家沟、乌拉山呈现多峰型。由于种源之间的差异性,各种源对气候适应性的差异导致气孔导度日进程也出现显著差异。相同

种源的山杏气孔导度日进程不同月的表现不尽相同。在各种源山杏进入8月后,均表现为双峰型和多峰型,峰值出现时间均发生改变,峰值大小也发生了明显变化,各种源表现为7月峰值小于8月峰值。各种源在进入8月后气孔导度日最大值也发生明显变化,其中克什克腾旗和扎鲁特旗在进入8月后有所降低,保水性增加。

2.3 山杏蒸腾速率(Tr)日变化

由图3可知,蒸腾速率日进程除乌拉山外其它种源都呈单峰型、双峰型,乌拉山7月呈双峰,而8月呈多峰型。高峰数量、高峰出现的时间和峰值大小因种源、月的不同而不同。根据7、8月蒸腾速率日进程变化,12个种源可分为3类:8月蒸腾明显大于7月种源有乌拉山、克什克腾旗和科左后旗;7、8月蒸腾变化

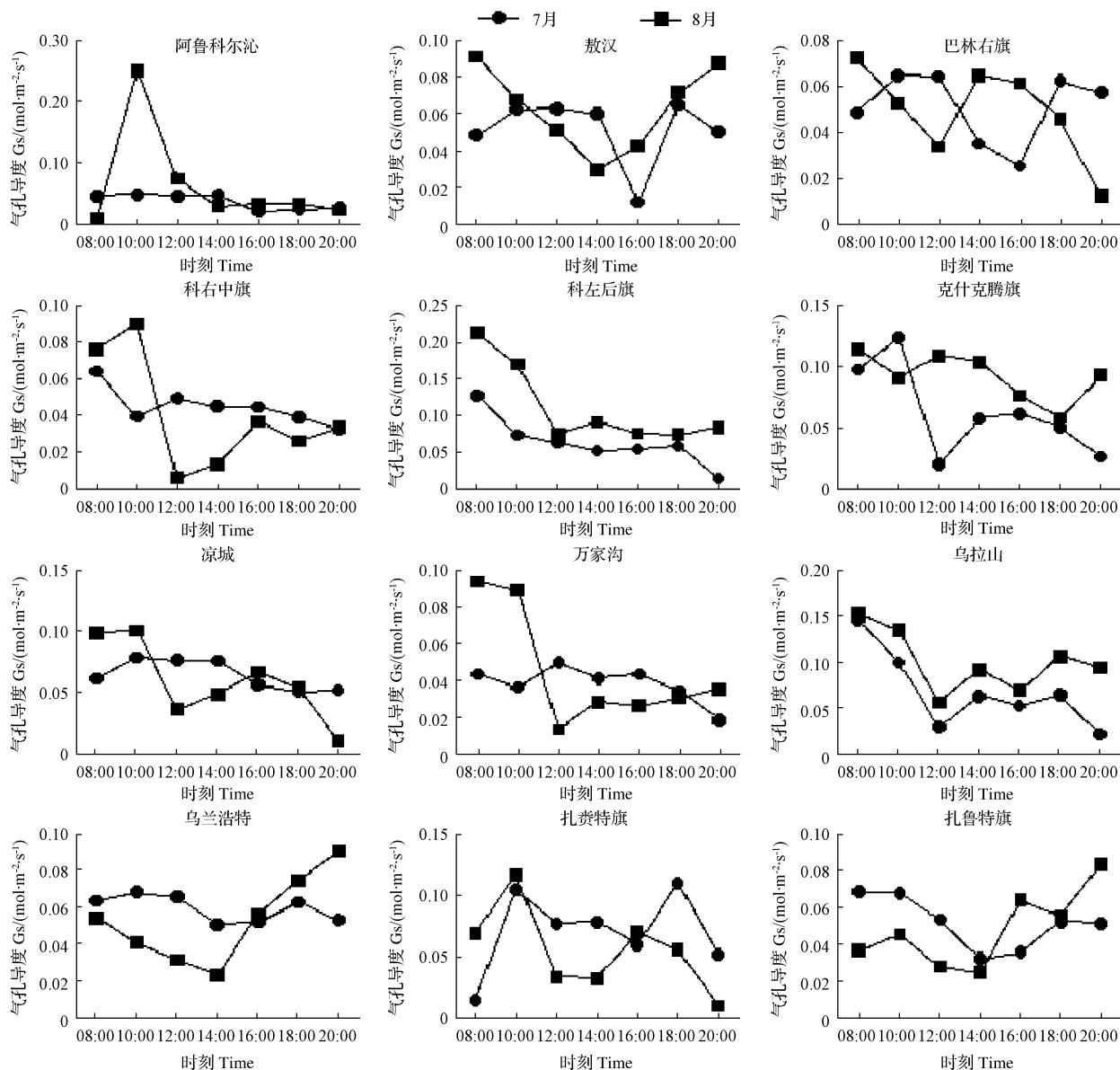


图2 7—8月各种源气孔导度日进程变化

Fig. 2 Gs change of all kinds of provenances in July and August

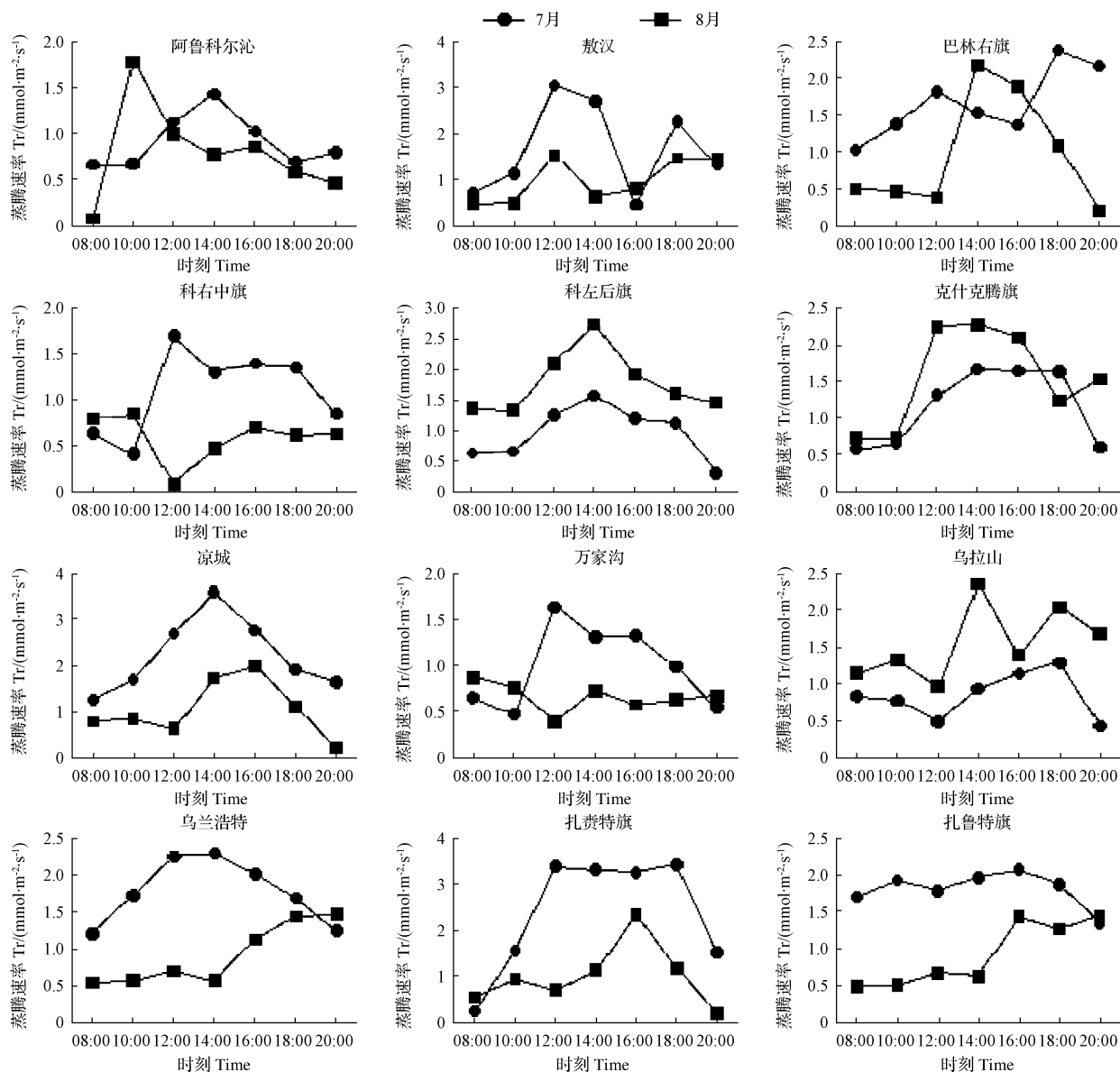


图3 7—8月各种源蒸腾速率日进程变化

Fig.3 Tr change of all kinds of provenances in July and August

不明显种源有阿鲁科尔沁;其它种源8月蒸腾明显小于7月,其可能反应了植物蒸腾对蒸腾环境3种响应。

2.4 山杏水分利用效率(WUE)日变化

由图4可知,山杏水分利用效率日进程分别呈单峰型、双峰型和多峰型3种类型,不同种源的高峰数量、峰值时间和峰值大小并不相同,与种源和月份有关。7月万家沟峰值最小(4.982 5 mmol/mol),其次阿鲁科尔沁、敖汉、科右中旗和乌拉山(分别为7.432 7、7.369 7、6.633 8、6.630 6 mmol/mol),其它种源较大,大于等于8 mmol/mol。

2.5 不同种源山杏光合速率、蒸腾速率等日进程平均值

在该区山杏生长从5月至10月下旬,由于5月气

温低且经常发生晚霜,5—6月是干旱季节,9月气温下降且易发生早霜,所以山杏在该区生长高峰为7—8月。对不同种源山杏光合速率、蒸腾速率和水分利用效率7—8月日进程平均值进行比较。由表1可知,不同种源在相同环境下,由于种间差异性导致各种源山杏的光合速率、气孔导度、蒸腾速率和水分利用效率日均值有所不同。

各种源在生长期光合速率日均值为1.665 5~4.772 5 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$,从大到小排序为科左后旗>克什克腾旗>扎赉特旗>扎鲁特旗>乌兰浩特>巴林右旗>凉城>敖汉>阿鲁科尔沁>科右中旗>乌拉山>万家沟;气孔导度日均值为0.041 5~0.087 6 $\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$,从大到小排序为科左后旗>乌拉山>克什

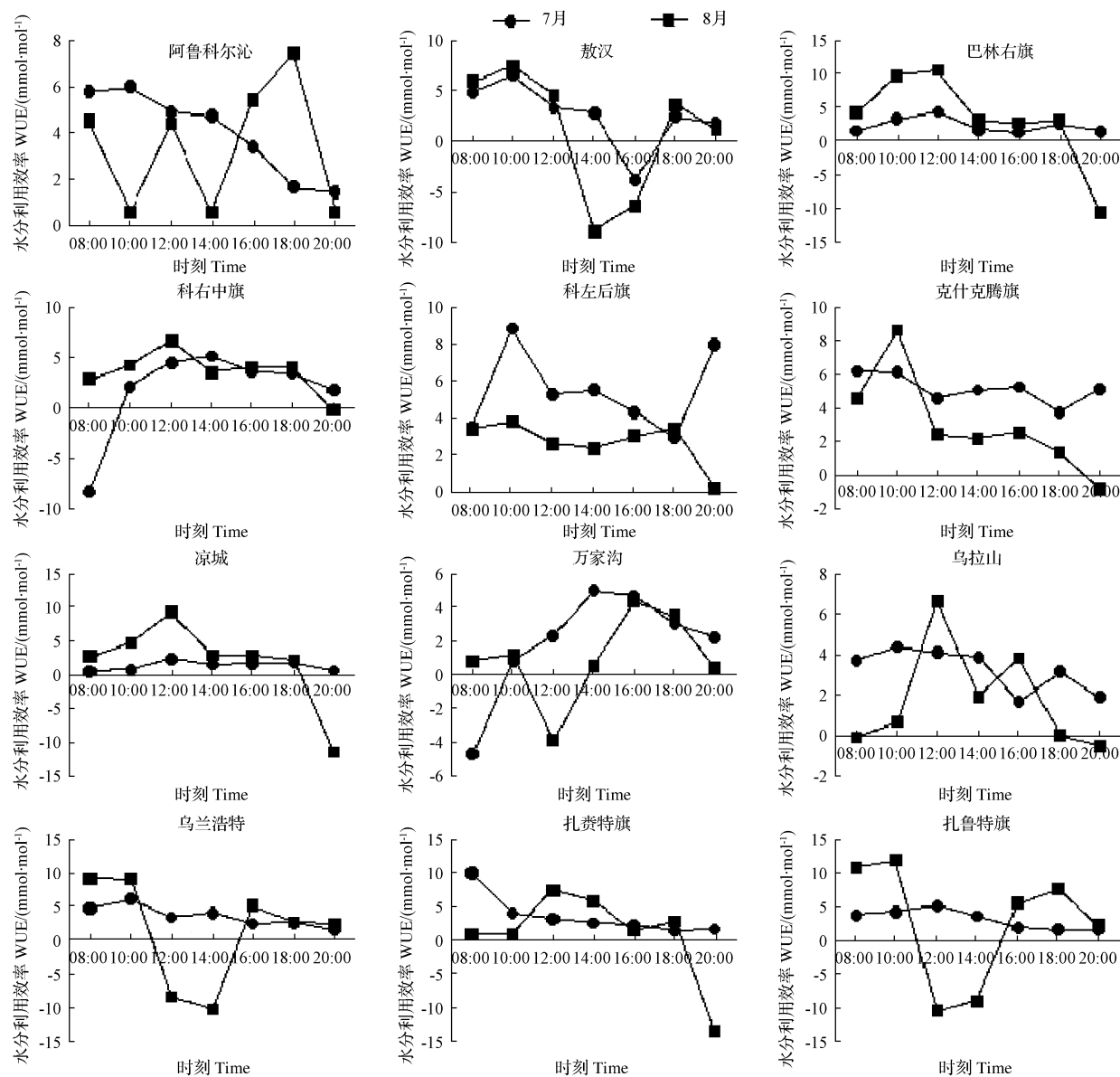


图 4 7—8 月各种源水分利用效率日进程变化

Fig. 4 WUE change of all kinds of provenances in July and August

表 1 7—8 月各种源光合作用参数平均值比较

Table 1 Photosynthesis parameters to compare of all kinds of provenances in July and August

种源	光合速率 /($\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$)	气孔导度 /($\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$)	蒸腾速率 /($\text{mmol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$)	水分利用效率 /($\text{mmol} \cdot \text{mol}^{-1}$)
阿鲁科尔沁	2.957 7	0.050 7	0.853 6	3.668 0
敖汉	3.156 3	0.057 2	1.324 1	1.979 0
巴林右旗	3.621 9	0.049 8	1.312 5	2.889 1
科右中旗	2.753 4	0.042 7	0.832 0	3.042 6
科左后旗	4.772 5	0.087 6	1.364 3	4.085 4
克什克腾旗	4.662 3	0.074 6	1.245 5	4.180 7
凉城	3.202 8	0.061 7	1.623 0	2.211 9
万家沟	1.665 5	0.041 5	0.817 8	1.893 5
乌拉山	2.518 8	0.083 9	1.204 5	2.369 2
乌兰浩特	4.009 0	0.056 2	1.339 0	2.711 8
扎赉特旗	4.271 8	0.062 8	1.686 2	3.015 3
扎鲁特旗	4.218 6	0.049 6	1.362 3	3.061 7

克腾旗>扎赉特旗>凉城>敖汉>乌兰浩特>阿鲁科尔沁>巴林右旗>扎鲁特旗>科右中旗>万家沟;蒸腾速率日均值为 $0.817\ 8\sim 1.686\ 2\ \text{mmol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$,从大到小排序为扎赉特旗>凉城>科左后旗>扎鲁特旗>乌兰浩特>敖汉>巴林右旗>克什克腾旗>乌拉山>阿鲁科尔沁>科右中旗>万家沟;水分利用效率日均值为 $1.893\ 5\sim 4.180\ 7\ \text{mmol}/\text{mol}$,从大到小排序为克什克腾旗>科左后旗>阿鲁科尔沁>扎鲁特旗>科右中旗>扎赉特旗>巴林右旗>乌兰浩特>乌拉山>凉城>敖汉>万家沟。

3 讨论与结论

不同种源的山杏在相同环境下光合速率、气孔导度、蒸腾速率和水分利用效率的日进程表现存在明显差异,说明在相同的环境条件下,不同种类植物的光合能力不同,这是其固有的遗传特性决定的。结合董胜君等^[10]在辽西地区对山杏光合生理特性的研究表明,山杏对于干旱半干旱地区的适应能力具有种源差异性。

通过测定与对比各种源光合特性的各参数指出,属于西部区的乌拉山、凉城和万家沟种源山杏的参数并不突出,由于这3个种源地的环境特点与该地区相同,对该地区的适应性应该更强,所以对于产生这种结果有待于进一步观察与研究。

该研究以内蒙古呼和浩特市和林格尔县林木良种繁育中心的不同种源山杏为研究对象,在7—8月天气晴朗的自然条件下对光合速率的日变化进行测定,对不同种源山杏光合生理特性进行研究,结果表明如下。1) 12个种源山杏的光合速率、气孔导度和蒸腾速率都随时间的变化规律不同,变化的曲线一般呈现单峰、双峰和多峰3种类型,单峰曲线通常在10:00—12:00达到峰值,双峰曲线通常在10:00—12:00和16:00—18:00各出现1个峰值,多峰曲线通常在全天出现有规律变化。2) 对12个种源的生长长期光合速率日均值分析指出,属于东部区的科左后旗($4.772\ 5\ \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$)的光合速率日均值最大,而属于西部区的凉城则排在中游,其它2个西部区种源最低,可见除凉城种源外东部区各种源光

合速率日均值都大于西部区,科左后旗最大。3)对各种源的生长长期气孔导度和蒸腾速率日均值分析指出,气孔导度和蒸腾速率日均值不存在东西部种源的差异,万家沟种源光合速率、气孔导度和蒸腾速率日均值都低于其它种源,分别为 $1.665\ 5$ 、 $0.041\ 5$ 、 $0.817\ 8\ \text{mmol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 。4)水分利用效率是反映植物生长发育过程中水分利用状况的重要指标之一,它与植物的抗旱性有很强的相关性^[9]。对各种源山杏的水分利用效率分析指出,12个种源可分为3类:克什克腾旗、科左后旗、阿鲁科尔沁的水分利用效率高;扎鲁特旗、科右中旗、扎赉特旗、巴林右旗、乌兰浩特的水分利用效率中等;乌拉山、凉城、敖汉、万家沟的水分利用效率低。克什克腾旗最大($4.180\ 7\ \text{mmol}/\text{mol}$),万家沟最小($1.893\ 5\ \text{mmol}/\text{mol}$)。根据光合能力、水分消耗和水分利用效率综合分析指出,在呼和浩特地区推广栽植的山杏种源首选克什克腾旗种源,其次为科左后旗和阿鲁科尔沁种源,其光合能力大、水分消耗小,能适应该区干旱气候条件。

参考文献

- [1] 王利兵. 山杏开发与利用研究进展[J]. 浙江林业科技, 2008, 28(6): 76-80.
- [2] 王利兵. 三种山杏资源调查与其分布规律[J]. 林业资源管理, 2011(5): 65-70.
- [3] 张征坤, 张光灿, 刘顺生, 等. 土壤水分对山杏光合作用日变化过程的影响[J]. 中国水土保持科学, 2012, 10(3): 99-104.
- [4] 王百田, 张府娥. 黄土高原主要造林树种苗木蒸腾耗水特性[J]. 南京林业大学学报: 自然科学版, 2003, 27(6): 93-97.
- [5] 夏江宝, 张光灿, 刘京涛, 等. 遮光处理对山杏幼苗光合特性的影响[J]. 西北植物学报, 2010, 30(11): 2279-2285.
- [6] 董胜君. 山杏实生苗光合生理特性的研究[J]. 农业与技术, 2007, 27(2): 66-70.
- [7] 余海滨. 不同地理种源山杏在辽西地区引种适应性研究[D]. 沈阳: 沈阳农业大学, 2014: 1-76.
- [8] 张志东. 内蒙古地区山杏良种选育分析[J]. 内蒙古科技与经济, 2013, 292(18): 52-53.
- [9] 彭邵峰. 不同产量的油茶无性系光合特性研究[D]. 长沙: 中南林业科技大学, 2008: 30-32.
- [10] 董胜君, 刘明国, 赵桂玲. 山杏丰产优良无性系光合生理特性研究[J]. 安徽农业科学, 2007, 35(18): 5356-5357.

Research on Photosynthetic Physiological Characteristics of *Armeniaca sibirica* for Different Provenances

LI Jiyang, HE Yanhong, BAI Yu'e, TIAN Youliang

(Forestry College, Inner Mongolia Agricultural University, Hohhot, Inner Mongolia 010019)

Abstract: Using LI-6400 mobile photosynthesis meter, the daily photosynthesis rate process variation in natural condition of 12 seed sources of *Armeniaca sibirica* provided by *Armeniaca sibirica* germplasm bank of Inner Mongolia Forest Fine Variety Breeding Center was studied. Then the change of photosynthetic physiological characteristics and adaptability to the environment of *Armeniaca sibirica* were studied. The results showed that photosynthetic rate, stomatal conductance and transpiration rate diurnal variation in three types of unimodal, bimodal and many peak, the first peak average between

独龙干与斜干水平树形对“赤霞珠”葡萄品质的影响

张军翔^{1,2}, 孙 晔²

(1. 宁夏葡萄与葡萄酒研究院, 宁夏 银川 750021; 2. 宁夏大学 农学院, 宁夏 银川 750021)

摘 要:以“赤霞珠”葡萄为试材,通过 2013、2014 年对“赤霞珠”葡萄果实总糖、总酸、pH 值以及葡萄酒的总酚、花色苷的测定,研究了贺兰山东麓产区葡萄独龙干与斜干水平树形对“赤霞珠”葡萄果实品质的影响。结果表明:斜干水平树形葡萄果实的含糖量显著高于独龙干,同时能保持较高的酸度和较低的 pH 值;斜干水平树形葡萄酒中的总酚和花色苷都显著高于独龙干形。斜干水平树形的果实品质要显著高于独龙干树形,该研究为生产区推广合理树形提供理论依据。

关键词:树形;葡萄;品质

中图分类号:S 661.105⁺.1 **文献标识码:**B **文章编号:**1001-0009(2016)09-0041-03

葡萄不同树形影响果实含糖量、着色以及酚类物质的积累,也影响葡萄浆果的风味物质形成。研究不同树形对葡萄品质的影响,对确定应用葡萄树形,具有重大的参考意义。我国主要的葡萄优质产区都属于埋土防寒产区,也是世界上新兴的葡萄酒产区。葡萄需要埋土才能越冬,几乎所有的栽培技术都针对这一根本问题制定的,树形也不例外。目前埋土防寒产区多采用无主干的多主蔓扇形和独龙干树形^[1],其中以独龙干树形管理简便^[2],推广面积最大。但独龙干树形枝梢容易重叠、叶幕郁闭、直立的树势造成了结果部位外移,随着树龄的增大,直立的主干逐年加粗后,对越冬树体压埋造成

一定难度,不易弯曲或造成劈裂。近几年,斜干水平整形方式在贺兰山东麓产区开始大面积推广,斜干水平式新树形(俗称“厂”字形),该树形主干(蔓)按埋土方向倾斜地面(一般小于 45°)延伸,在一道丝水平绑缚,结果枝均匀排列,向上垂直生长,较独龙干树形更易埋土,同时避免了独龙干形的一些缺陷,也为实现机械化作业和标准化管理奠定了树形基础^[3-4]。以上研究主要是从栽培管理角度研究了树形,即便对品质的研究^[3]也只主要针对糖和酸进行,缺少对其它品质指标^[5]的研究。该研究以产区主栽品种“赤霞珠”葡萄为试材,通过 2 年的数据对比研究贺兰山东麓产区独龙干与斜干水平形对酿酒葡萄品质指标^[7],包括糖、酸、pH 值、总酚、花色苷等的影响,以期确定贺兰山东麓葡萄优势树形提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

以 5、6 年生的“赤霞珠”(‘cabernet sauvignon’)葡萄

第一作者简介:张军翔(1971-),男,博士,教授,现主要从事葡萄栽培与酿酒等研究工作。E-mail:zhangjunxiang@126.com.

基金项目:国家科技支撑计划资助项目(2013BAD09B02)。

收稿日期:2015-12-16

10:00—12:00. Besides Liangcheng provenance, various source photosynthetic rate of eastern area was greater than that of western area, Kezuohouqi was the highest ($4.772\ 5\ \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$), there was no difference between east and west provenance of stomatal conductance and transpiration average rate. The daily mean value of photosynthetic rate, stomatal conductance and transpiration rate in Wanjiagou was lower than the others, they were $1.665\ 5\ \text{mmol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, $0.041\ 5\ \text{mmol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, $0.817\ 8\ \text{mmol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, respectively. Based on water use efficiency of size, 12 provenance could be divided into three categories Keqi, Kezuohouqi, Alukeerqin for high water use efficiency; Zhaluteqi, Keyouzhongqi, Zhalaiteqi, Balinzuoqi, Wulanhaote for medium water use efficiency; Wulashan, Liangcheng, Aohan, Wanjiagou for low water use efficiency. Keqi was the highest ($4.180\ 7\ \text{mmol/mol}$) and Wanjiagou was the lowset ($1.893\ 5\ \text{mmol/mol}$). According to the photosynthetic capacity, water consumption and water use efficiency comprehensive analysis pointed out, Keqi was the first place for cultivation in Hohhot, follow by Kezuohouqi and Alukeerqin, of that had higher photosynthetic capacity, less water consumption, they were able to adapt to the dry weather conditions. The study provided the basis for *Armeniaca sibirica* introduction, breeding and cultivation in the area.

Keywords: *Armeniaca sibirica*; provenance; photosynthetic rate; transpiration rate; adaptation