

文章编号: 100F 1498(2002) 0F 0047 07

黄土丘陵区沙棘林几个水分生理生态特征研究

阮成江¹, 李代琼²

(1. 盐城工学院海洋工程系, 江苏 盐城 224003; 2. 中国科学院水土保持研究所, 陕西 杨陵 712100)
水利部

摘要: 为探讨沙棘对半干旱黄土丘陵区水分条件的适应性, 1998 年对沙棘的水分生理生态及抗旱性进行了分析研究。试验结果表明: (1) 沙棘适应半干旱黄土丘陵区生境形成了耐旱、御旱的双重抗旱方式。在旱季, 沙棘体内束缚水含量随干旱加剧而上升, 束缚水与自由水比值随干旱加剧而增大, 叶片维持较高的含水量, 蒸腾减弱, 叶水势降低, 临界饱和亏增大, 表现出较强的抗旱性。(2) 沙棘光合速率具明显的日变化, 10:00—12:00 出现第 1 次峰值, 14:00—15:00 出现第 2 次峰值。沙棘光合速率与环境因子(气温、相对湿度和光合有效辐射)间有显著的相关关系, 相关系数为 0.846 6—0.935 1, 其中光合有效辐射对光合速率影响最显著, 气温次之, 相对湿度最小; 沙棘光合速率与气孔导度及细胞间 CO₂ 浓度间有十分显著的相关关系, 相关系数为 0.985 2—0.985 6。(3) 沙棘蒸腾速率与气孔导度具明显的日变化, 两者的变化趋势相似, 5、7 月日变化曲线呈单峰型, 6、8、9 月日变化曲线呈双峰型。在生长季(5—9 月)中 7 月蒸腾速率最大, 5、9 月较小, 5 月(0.39 g·g⁻¹·h⁻¹)仅为 7 月(0.93 g·g⁻¹·h⁻¹)的 41.93%。黄土丘陵区安塞的环境条件基本满足沙棘生长的要求, 沙棘可作为该地区造林恢复植被的先锋树种。这为沙棘的抗旱造林、引种、育种及造林后的经营管理提供了科学依据。

关键词: 黄土丘陵区; 沙棘; 水分生理生态; 抗旱性

中图分类号: S715 文献标识码: A

目前全球发生干旱的频度日益增加, 越来越多的植物生长受到威胁, 而水分是半干旱黄土丘陵区植物生长的主要限制因子, 因而引起广泛重视。沙棘(*Hippophae rhamnoides* L.) 在半干旱黄土丘陵区造林成果显示, 其适应性强, 生长迅速, 具较高的“生态、经济和社会效益”, 很快成为我国西北、华北、东北、西南地区的主要造林树种之一^[1-5]。但目前在该地区营造沙棘林仍存在由于干旱导致的育苗成活率低、造林后保存率以及成林后的生产力较低等问题^[6]。沙棘的水分生理生态特征及抗旱性前人已做了部分研究工作^[7-11], 本研究探讨半干旱黄土丘陵区沙棘的水分生理生态特征及其抗旱性, 旨在为沙棘的抗旱造林、造林后经营管理和综合评价提供依据, 为在该地区大面积营造沙棘林和高效、持续发展沙棘产业服务。

收稿日期: 2001-05-11

基金项目: 国家科技部中俄国际合作项目和水利部“948”引进项目(975154)

作者简介: 阮成江(1972), 男, 河南新县人, 讲师, 博士生。

1 自然概况与研究方法

1.1 自然概况

沙棘林位于中国科学院/水利部水土保持研究所安塞综合试验站,该站位于陕西省安塞县,约 $109^{\circ}19' E$, $36^{\circ}51' N$,居黄土高原腹地,属典型的梁峁状丘陵沟壑区,植被属森林草原区,主要土壤类型为黄绵土。沟壑密度 $4.2 \sim 8.0 \text{ km} \cdot \text{km}^{-2}$,土壤侵蚀模数平均 $13\ 500 \text{ t} \cdot \text{km}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$,海拔 $1\ 010 \sim 1\ 431 \text{ m}$ 。暖温带半干旱气候,年平均降水量 535 mm ,降水量年际差异较大,年内分布不均,有明显的干湿季。年平均气温 $8.8 \text{ }^{\circ}\text{C}$,极端最低气温为 $-23.6 \text{ }^{\circ}\text{C}$, $\geq 10 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 积温 $3\ 113.9 \text{ }^{\circ}\text{C}$,平均无霜期 160 d 。热量资源丰富,日照充足,年总辐射量为 $132 \text{ kJ} \cdot \text{cm}^{-2}$ 。

1.2 材料与方法

选择安塞站1993、1995年栽植的沙棘林作为野外观测样地,造林株行距为 $1.5 \text{ m} \times 2.0 \text{ m}$ 。沙棘造林后生长迅速,4~5 a即可郁闭,形成林茂草丰的灌木—草本群落,至1998年林木平均高 2.2 m ,冠幅 1.8 m ,平均地径 4 cm ,小乔木平均胸径 2.8 cm 。根据前人的研究,认为取植株中部叶片测定水分生理指标具有较好的稳定性并接近全株水平^[12],选择沙棘标准木作为测定样株,选取样株中部向阳面成熟健壮叶片进行测定。

1998年5~10月,对沙棘叶片相对含水量、临界饱和亏、束缚水和自由水、叶水势、蒸腾强度(5~9月)、气孔导度(5~9月)、光合速率及胞间 CO_2 浓度(5~9月)进行了分析。

每月的上、中、下旬各选一晴朗白天,10:00左右采集沙棘叶片,测定相对含水量、临界饱和亏、自由水和束缚水含量。每次作3个重复,取平均值,以各月3 d的均值为月值。叶片相对含水量与临界饱和亏的测定采用饱和水量法^[13]。其计算公式为:临界饱和亏=(饱和含水量-临界含水量)/饱和含水量 $\times 100\%$ 。临界饱和亏可反映植物的抗旱能力,临界饱和亏越大,说明植物抗脱水能力越强。用阿贝折射仪测定自由水与束缚水含量。

每月的上、中、下旬各选一晴朗白天,在6:00~18:00测定沙棘叶水势、蒸腾速率、气孔导度、光合速率、胞间 CO_2 浓度及环境因子,每隔1 h测定1次,每次测3个重复,取平均值,各月3 d的均值为月值。叶水势用日本产的压力式水势仪进行离体测定,用美国产的CF30IPS型光合仪测定叶片的光合速率、蒸腾速率、气孔导度、胞间 CO_2 浓度、气温、大气相对湿度和光合有效辐射。定期对沙棘的生长发育、林地土壤水分(烘干法测定,每月上、中、下旬各测定1次,每次作3个重复,取均值)及降水量进行观测,用计算机对所测数据进行处理分析。

2 结果与讨论

2.1 沙棘的自由水与束缚水含量的月变化

试验区4~10月降水量及沙棘试验地土壤含水量的季节变化见表1。5、7月降水较多,4、10月较少,土壤含水量在5、9月较低,6、8月较高。

表1 沙棘林地水分因子的月变化

因子	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月
降水量/mm	30.0	116.1	67.1	130.1	53.7	43.2	21.0
土壤含水量/%	7.56	6.52	10.19	9.83	10.85	7.92	6.45

从表 2 可以看出:沙棘自由水含量季节变幅为 31.41%—59.14%,较高值出现在 6、8 月,最低值出现在 10 月;束缚水含量季节变幅为 10.85%—32.30%,较高值出现在 5、9 月,最大值出现在 10 月;束缚水与自由水比值季节变幅为 0.18—1.03,最大值出现在 10 月,最小值出现在 6 月。表 2 与表 1 对比可以看出,在沙棘生长季(5—9 月)最早月 5 月,沙棘体内束缚水含量较高,达年生长季最大值(19.42%),束缚水与自由水比值较大(达 0.40);在 7 月土壤含水量比 6 月和 8 月低,沙棘体内束缚水含量比 6、8 月高;10 月为年最早月,沙棘体内束缚水含量明显提高,束缚水与自由水比值达年最大值(1.03),明显提高沙棘的耐旱能力。以上说明,在土壤干旱的条件下,沙棘体内束缚水含量增加,束缚水与自由水比值增大,且随着干旱加重,束缚水含量及束缚水与自由水比值的增加更为明显,耐旱能力提高,以适应水分胁迫的环境。

表 2 沙棘叶片自由水与束缚水含量的月变化

项 目	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月
含水量/ %	67.92	69.99	68.98	65.99	64.19	63.17
自由水含量/ %	48.50	59.14	53.40	55.02	48.01	31.41
束缚水含量/ %	19.42	10.85	15.58	10.97	16.18	32.30
束缚水/自由水	0.40	0.18	0.29	0.20	0.34	1.03

2.2 沙棘叶片的相对含水量和饱和亏的月变化

表 3 表明:沙棘叶片相对含水量为 80.69%—91.57%,月变化不十分明显,从生长初期到生长末期,均存在着不同的水分亏缺;临界饱和亏在 20.52%—49.42%之间。对比表 3 和表 1 可以看出:在沙棘年生长季(5—9 月)中,土壤含水量最低的 5 月,沙棘临界饱和亏增大,达年最大值 49.42%,叶片相对含水量维持较高水平(86.49%),以适应不利生境,保证生长的顺利进行;在 10 月土壤干旱时,沙棘的临界饱和亏也随之增大。以上说明:在旱季,沙棘通过自身的水分调节,临界饱和亏增大,维持较高的叶片相对含水量,以增强抗旱能力,这是沙棘在半干旱黄土丘陵区能良好生长的重要原因之一。

表 3 沙棘叶片相对含水量和饱和亏的月变化

项 目	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月
相对含水量	86.49	91.57	87.76	89.60	80.69	85.22
临界饱和亏	49.42	20.52	36.53	33.03	38.52	49.03

2.3 沙棘叶水势、气孔导度和光合速率的日变化

气温、相对湿度及光合有效辐射日变化见图 1。从清晨开始,随光照增强,气温不断升高,湿度下降,光照在 12:00 左右达峰值,此后随光照不断减弱,气温在 12:00—14:00 达最大值后不断下降,湿度在 14:00—16:00 出现最低值后,不断回升。

沙棘叶水势的日变化规律见图 2。清晨 6:00 左右叶水势最高(均值为 -0.229 MPa);日出后,随着光照增强,气温升高,蒸腾加快,沙棘体内水分出现亏缺,叶水势下降,这样增强了沙棘从土壤中吸水的能力,至 12:00—16:00 降到最低值,此后至夜间随着气温降低,体内水分亏缺得到补偿,叶水势回升,直到清晨达最高值。在不同月份,叶水势峰值出现的时间和大小不同,5、7、9 月出现在 12:00 左右,均值为 -2.030 MPa,6、8 月出现在 15:00 左右,均值为 -1.375 MPa。沙棘叶水势日变化呈单峰型,平均日变幅为 -0.743 — -1.487 MPa,总变幅为 -0.198 — -2.167 MPa。

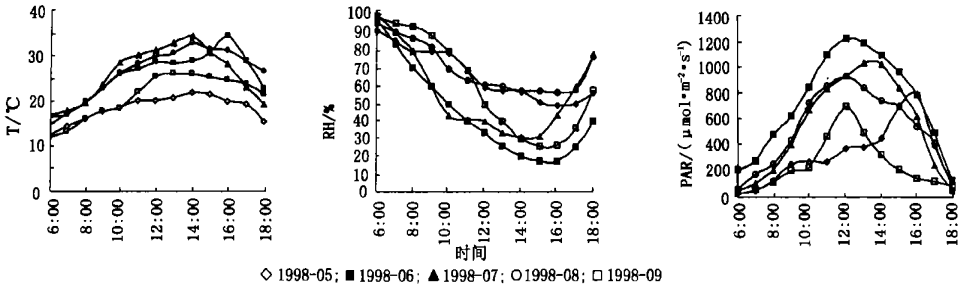


图1 气温(T)、相对湿度(RH)、光合有效辐射(PAR)的日变化

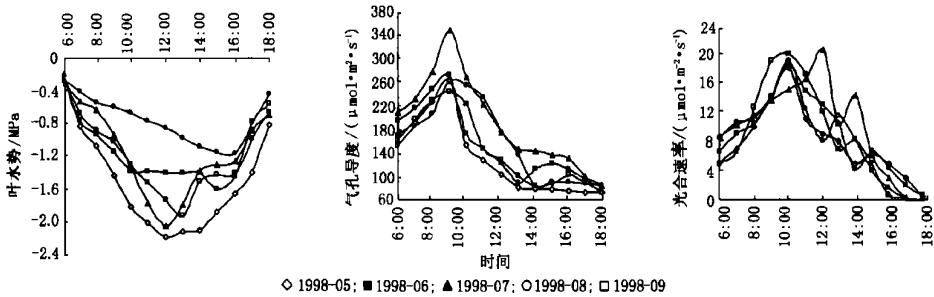


图2 沙棘叶水势、气孔导度及光合速率的日变化

图2表明沙棘气孔导度具明显的日变化。在不同月份中,气孔导度呈不同的日变化:在6、8、9月,从清晨起随着光照的不断增强,气孔受光线的影响而张开,气孔导度不断增大,在9:00达第1峰值(均值为 $289.02 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$),此后因气温升高增大了叶内外水汽压梯度,强烈蒸腾下叶水势降低引起气孔导度减小,蒸腾因之减弱,蒸腾的下降使沙棘叶片叶肉细胞的含水量在午后得到一定程度的恢复,从而带来气孔导度的回升,并在15:00左右出现一天中的第2次峰值(均值为 $109.00 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$),以后随光照减弱,气孔导度不断减小;在5、7月,沙棘气孔导度日变化呈单峰型,在9:00左右达峰值。沙棘气孔导度日均值为 $159.00 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$,总变幅为 $73.9 \sim 363.9 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 。一天两次峰值出现的时间及大小与当天的气候因子、植物体内的水分状况及细胞间 CO_2 浓度等有密切关系。通过多元回归分析表明:沙棘气孔导度与细胞间 CO_2 浓度有十分显著的相关关系,回归方程为: $G_s = 416.7 \ln(C_i) - 1960.2$, $R^2 = 0.9849$, $n = 60$ 。式中, G_s :气孔导度($\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$); C_i :细胞间 CO_2 浓度($\mu\text{L}\cdot\text{L}^{-1}$); R^2 :复相关系数; n :样本数。

从图2中也可看出,沙棘光合速率具明显的日变化。从清晨起,随着光照增强,气温升高,光合速率逐渐增大,在10:00~12:00出现第1次峰值,此后相对湿度下降,沙棘叶内外水气压差增大,蒸腾急剧上升,沙棘体内水分出现亏缺,光合速率减小,12:00以后,随着光照减弱,蒸腾降低,缓和了水分亏缺和吸收的矛盾,光合速率回升,14:00~15:00出现第2次峰值,随后光合速率逐渐减少。两次峰值出现的早晚及大小与当天的环境因子及植物因子有密切关系。测定结果分析表明:沙棘光合速率与环境因子(气温、相对湿度和光合有效辐射)间有显著的相关关系,相关系数为 $0.8466 \sim 0.9351$,用最优子集和最小残差平方和原则分析表明,光合有效辐射对光合速率影响最显著,气温次之,相对湿度最小;沙棘光合速率与气孔导度及细胞间

CO₂ 浓度间有十分显著的相关关系, 相关系数为 0.985 2 ~ 0.985 6。

叶水势是反映植物水分状况的较直接的指标之一。从表 4 可以看出, 土壤干旱的 5 月(土壤含水量为 6.52%)、9 月(土壤含水量 7.92%)、10 月(土壤含水量 6.45%), 沙棘叶水势较低; 7 月土壤含水量(9.83%) 比 6 月(10.19%) 和 8 月(10.85%) 低, 沙棘叶水势也较低。因此, 在旱季, 沙棘叶水势降低, 吸水能力增强, 抗旱性提高。

表 4 沙棘叶水势的月变化

项 目	5月	6月	7月	8月	9月	10月
叶水势/MPa	-1.48	-1.12	-1.13	-0.74	-1.14	-1.30
气温/℃	18.2	25.5	25.8	26.1	20.8	16.0
相对湿度/%	66.7	44.8	56.3	70.5	60.9	55.8
光合有效辐射/($\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$)	326.2	728.0	544.6	521.0	245.9	237.4

叶片气孔对水分条件的反应有两种方式^[14], 一种是前馈式反应, 即由于空气相对湿度的降低引起气孔的关闭, 预防发生水分亏缺, 是一种“预警反应”; 另一种是反馈式反应, 是由于叶水势降低引起气孔关闭, 以减少水分散失。1998 年对沙棘的水分生理指标测定结果表明, 沙棘气孔导度与相对湿度间相关性不显著, 而与叶水势有显著的相关关系, 回归方程为: $G_s = 1440.5e^{1.0026Lws}$, $R^2 = 0.8176$, 式中, G_s : 气孔导度($\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$); Lws : 叶水势(MPa)。这表明, 沙棘适应半干旱黄土丘陵区气孔调节机理为反馈式反应, 即由于叶水势降低导致气孔导度减小, 以减少蒸腾耗水, 达到节约用水, 适应干旱的目的。

2.4 沙棘蒸腾速率的日变化和季节变化

图 3 表明沙棘蒸腾速率具明显的日变化, 在不同月份蒸腾速率日进程有不同的变化。在 5、7 月, 沙棘蒸腾速率的日变化呈单峰型, 清晨 6:00 7:00 蒸腾小, 均值为 $0.3060\text{ g}\cdot\text{g}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$, 随光照增强, 气孔导度增大, 这样增大了叶内外的水汽压差, 蒸腾速率不断提高, 在 12:00 左右达峰值, 午后, 较强蒸腾使气孔导度减小, 蒸腾下降, 且随光照减弱, 蒸腾减弱; 在 6、8、9 月, 沙棘蒸腾速率的日变化曲线呈双峰型, 上午 10:00 ~ 12:00 出现第 1 次峰值, 下午 14:00 ~ 16:00 出现第 2 次峰值, 两次峰值出现的时间和大小在不同月份有一定差异。

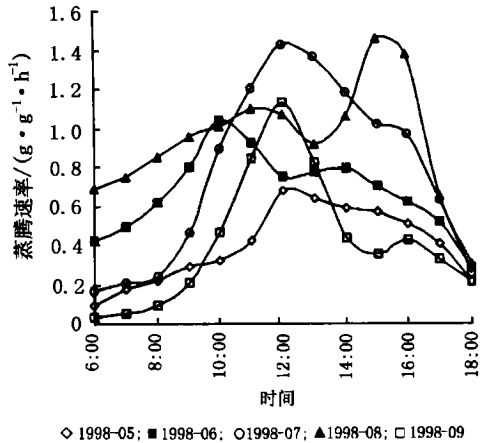


图 3 沙棘蒸腾速率的日变化

沙棘蒸腾速率的日变化节律与测定时生态环境中的气温、相对湿度、光合有效辐射、风速及天气状况等因素密切相关。从沙棘蒸腾的特点看, 其日进程为单峰或双峰曲线, 蒸腾速率一般较平稳。可以看出沙棘对干旱环境有一定的适应能力, 属中生植物蒸腾的特点。

沙棘蒸腾速率与气孔导度的日变化趋势相似, 表明蒸腾作用总是与气孔导度呈正相关。低温与干旱是造成 5、9 月气孔导度和蒸腾速率降低的主要原因。

表 5 表明, 沙棘在 6、7、8 月蒸腾速率较高, 5、9 月较低, 7 月份的蒸腾速率最高, 而 5 月份最低, 仅为 7 月的 41.93%, 这是由于 5 月低温、干旱造成气孔关闭, 从而降低气孔导度, 减少沙

棘蒸腾消耗的水分,是沙棘适应环境变化的一种表现。表中也表明,尽管在干旱条件下,光合速率有所降低,但与蒸腾相比,蒸腾对干旱胁迫更为敏感,即水分状况的变化引起蒸腾速率的变幅大于光合作用的变幅。

表5 沙棘蒸腾速率及光合速率的月变化

项 目	5月	6月	7月	8月	9月
蒸腾速率/($\text{g} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$)	0.39	0.67	0.93	0.76	0.41
光合速率/($\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$)	10.62	11.31	14.11	12.72	10.45

3 结论

(1) 沙棘长期适应半干旱黄土丘陵区生境,形成了多种适应该地区生境的水分生理生态特性:在旱季,沙棘叶片维持较高的含水量,临界饱和亏增大,体内有较高的束缚水含量和较大的束缚水与自由水比值,叶水势降低,持水力增强,因此沙棘表现了较强的抗旱性。沙棘抗旱方式属于典型的耐旱性,同时沙棘在旱季减少蒸腾耗水又表明它具有御旱特性,沙棘这种双重耐旱、御旱的能力使它具有很强的抗旱性。在干旱情况下,其蒸腾减弱,光合速率下降,通过自身的水分生理调节,能维持正常的生存和生长。

(2) 沙棘光合速率具明显的日变化,10:00—12:00出现第1次峰值,14:00—15:00出现第2次峰值。沙棘光合速率与环境因子(气温、相对湿度和光合有效辐射)间有显著的相关关系,相关系数为0.8466—0.9351,其中光合有效辐射对光合速率影响最显著,气温次之,相对湿度最小;沙棘光合速率与气孔导度及细胞间 CO_2 浓度有十分显著的相关关系,相关系数为0.9852—0.9856。

(3) 沙棘蒸腾速率和气孔导度具有明显的日变化,且两者的变化趋势相似。5个不同月份的比较表明,在5、7月日变化呈单峰型曲线,6、8、9月变化呈双峰型曲线;蒸腾速率在7月最高,日变幅最大,5、9月较低。沙棘蒸腾速率季节变化明显,6、7、8月较高,5、9月较低,其中7月最高,5月最低,仅占7月的41.93%,水分状况的变化引起蒸腾速率的变幅大于光合作用的变幅。沙棘对水分有一定要求,只有在一定水分、光照、热量充足的环境下才能健康生长,黄土丘陵区安塞的环境条件基本满足沙棘生长的要求,其良好的生长状况表明,沙棘可作为该地区造林绿化的先锋树种。

参考文献:

- [1] 侯喜禄,梁一民.黄土丘陵沟壑区水土保持林建设及效益分析[A].中国科学院/水利部水土保持研究所集刊[C],1991,14:124—132
- [2] 魏冠东,侯庆春.上黄试区灌木树种蒸腾分析及土壤水分变化初探[J].水土保持通报,1990,10(6):104—107
- [3] 李海洋,田力平.辽西丘陵区沙棘生物量和生态适应性的初步研究[J].沙棘,1992,5(3):7—12
- [4] 梁宗锁,王俊峰,李敏.沙棘抗旱生理机制研究进展[J].沙棘,1998,11(3):8—12
- [5] 刘世荣.沙棘对中国亚湿润干旱区杨树人工林生长与生产力的影响[J].植物生态学报,2000,24(2):169—174
- [6] 李代琼,丛心海.飞播沙棘成林特点及经营管理[J].沙棘,1988,1(1):36—40
- [7] 土小守,何振祥,曹峰.沙棘几个抗旱生理指标的测定与分析[J].沙棘,1991,4(3):36—38
- [8] 志林.沙棘为什么能抗旱[J].林业月报,1981,(3):20—24
- [9] 韩蕊莲,梁宗锁,邹厚远.在土壤不同干旱条件下沙棘耗水特性的初步研究[J].沙棘,1991,4(4):33—38
- [10] 卢宗恩,卜宗武.沙棘的水分利用效率和抗逆性[A].见:卢宗恩.沙棘研究文集[C].太原:山西科学技术出版社,1987.45

46

- [11] 李代琼. 半干旱黄土区沙棘水分生理生态和形态解剖学特性研究[J]. 水土保持研究, 1998, 5(10): 97-103
- [12] 俞新妥, 卢建煌, 王锦上. 不同种源马尾松水分生理生态的比较研究[J]. 植物生态学与地植物学学报, 1991, 15(4): 355-365
- [13] 山东农业科学院, 西北农学院. 植物生理学实验指导[M]. 济南: 山东科学技术出版社, 1980. 115-119
- [14] 汤章成. 植物对水分胁迫的反应和适应性[J]. 植物生理学通讯, 1983, (4): 1-7
- [15] 陈一鄂, 刘康. 渭北旱原紫花苜蓿的蒸腾强度与水分平衡研究[J]. 水土保持通报, 1990, 10(6): 108-112

Study on Several Hydrological and Ecological Characteristics of *Hippophae rhamnoides* in the Loess Hilly Region

RUAN Cheng-jiang¹, LI Dai-qiong²

(1. Department of Marine Engineering, Yancheng Institute of Technology, Yancheng 224003, Jiangsu, China;

2. Institute of Soil and Water Conservation, Chinese Academy of Science and Ministry of Water Resources, Yangling 712100, Shaanxi, China)

Abstract: To analyze the adaptation of *Hippophae rhamnoides* L. to water condition of the semiarid loess hilly region, water physiological and ecological characteristics of *Hippophae rhamnoides* L. and drought-resistance were studied in 1998. The following results are obtained: (1) *Hippophae rhamnoides* L. forms the way of drought resistance of dry-hardiness and keeping out drought to adapt the habitat of semiarid loess hilly region. In dry season, *Hippophae rhamnoides* L. shows stronger drought resistance, leaves of *Hippophae rhamnoides* L. can keep higher relative water content, weak transpiration intensity, low leaf water potential, big critical saturation deficiency, higher bound water content and bigger ratio of bound water to free water. (2) Photosynthetic rate of *Hippophae rhamnoides* L. has obviously diurnal variation, first peak assumed at 10:00-12:00, the second at 14:00-15:00. Photosynthetic rate has significant correlation with environmental factors (temperature, relative humidity and photosynthetic active radiation), and the coefficient was 0.8466-0.9351, of which photosynthetic active radiation has the biggest effect on photosynthetic rate, followed by temperature and relative humidity. Photosynthetic rate has utterly significant correlation with stomatal conductance and intercellular CO₂ concentration, and the coefficient is 0.9852-0.9856. (3) Transpiration rate and stomatal conductance have a similar diurnal variation, both exhibiting a single-peak pattern in May and July, and bimodal pattern in June, August and September. In growing season, May through September, the maximum of transpiration occurs in July, lower value in May and September; Transpiration rate in May ($0.39 \text{ g} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$) was just 41.93% of that in July ($0.93 \text{ g} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$). The result indicates that precipitation primarily could meet the need of growth of *Hippophae rhamnoides* L. to the environmental condition of Ansai loess hilly region, *Hippophae rhamnoides* L. can be selected as pioneer species for planting in this region. These provide scientific basic for drought-resistant forestation of *Hippophae rhamnoides* L., introducing fine variety, breeding and improving management.

Key words: loess hilly region; *Hippophae rhamnoides*; water physiology and ecology; drought-resistance