



非洲干旱森林 *Boswellia papyrifera* 的叶片气体交换特征

——使用 LCpro+便携式光合仪的测定

热带干旱森林的气候具有很强的季节性特征，具有较长的干季和较短的湿季。因此，该地带的植物在碳吸收和蒸腾作用间存在着显著的权衡关系。Mengistu 等利用 LCpro+光合仪，建立相关模型，以此来研究环境和生理因子对该地区的落叶物种 *Boswellia papyrifera* 气体交换的影响。

1 材料方法

对不同海拔下 *Boswellia papyrifera* 的环境因子和生理性状日变化进行测定。使用 GLM 进行分析，将地点和时间对气体交换的影响作为随机因子。

2 结果

2.1 生理因子与环境变量

结果表明，不同海拔的下 *Boswellia papyrifera* 部分生理性状和环境因子存在显著差异（表 1）

Trait	Units	Abergelle mean ± s.e.	Metema mean ± s.e.	F value
Ecophysiological				
Photosynthetic rate (A)	$\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$	6.16 ± 0.37	5.72 ± 0.30	1.16NS
Transpiration rate (E)	$\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$	3.12 ± 0.10	1.80 ± 0.08	99.23***
Stomatal conductance (g_s)	$\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$	0.22 ± 0.01	0.23 ± 0.01	0.03NS
Sub-stomatal CO_2 concentration (C _i)	$\mu\text{mol mol}^{-1}$	264 ± 4.7	297 ± 3.6	28.8***
Leaf nitrogen	%	2.83 ± 0.26	2.42 ± 0.18	2.1NS
Leaf water potential (Ψ_l)	MPa	-0.14 ± 0.01	-0.19 ± 0.01	14.16***
Water use efficiency (WUE)	$\mu\text{mol mmol}^{-1}$	2.16 ± 0.24	3.42 ± 0.19	8.6**
Maximum photosynthesis (A_{max})	$\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$	22.14 ± 1.291	14.89 ± 0.989	0.008***
Quantum yield (Φ)	$\text{mol CO}_2 \text{ mol}^{-1} \text{ light}$	0.086 ± 0.020	0.06 ± 0.013	0.43NS
Dark respiration rate (R_d)	$\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$	2.17 ± 0.550	3.23 ± 0.686	0.27NS
Curvature (Θ)	Dimensionless	0.47 ± 0.008	0.48 ± 0.008	0.44NS
Compensation point (Γ)	$\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$	55 ± 18.3	73 ± 5.55	0.39NS
Environmental				
PAR incident on the leaf (Q_l)	PPFD	804.42 ± 40.00	243.05 ± 32.51	112.39***
Atm. CO_2 concentration (C_a)	$\mu\text{mol mol}^{-1}$	374.5 ± 1.1	396.7 ± 3.1	25.8***
Temperature (T_a)	°C	27.71 ± 0.31	27.57 ± 0.25	0.03NS
Relative humidity (R_h)	%	49.31 ± 1.23	62.81 ± 1.0	68.51***
Vapor pressure deficit (VPD)	kPa	3.26 ± 0.1	2.11 ± 0.08	74.42***

表 1 不同海拔下 *Boswellia papyrifera* 生理性状和环境因子间的差异 (Mengistu et al., 2011)。

2.2 日动态的差异

不同海拔下 *Boswellia papyrifera* 各生理性状的日动态变化的差异 (图 1)。

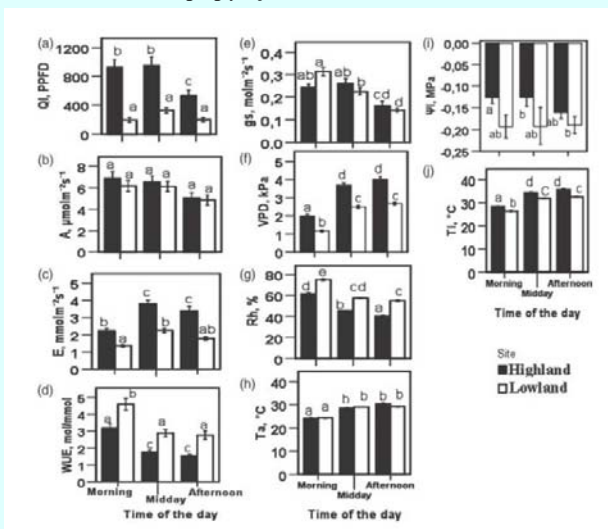


图 1 不同海拔下 *Boswellia papyrifera* 各生理性状日动态变化的差异 (Mengistu et al., 2011)。

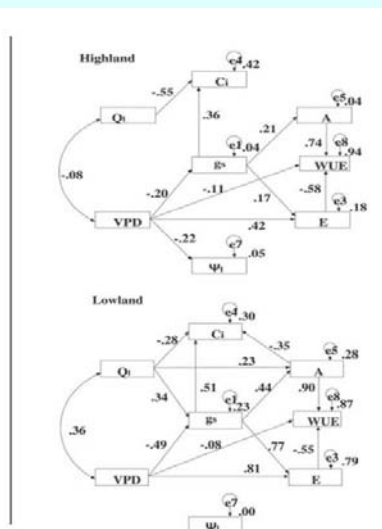


图 2 描述不同海拔下 *Boswellia papyrifera* 气体交换依赖因子的流程图 (Mengistu et al., 2011)。



2.3 气体交换响应类型

模型结果显示，来自于同化作用的变异远低于来自蒸腾作用的变异（图 2）。

2.4 不同海拔下环境因子与生理因子的关系

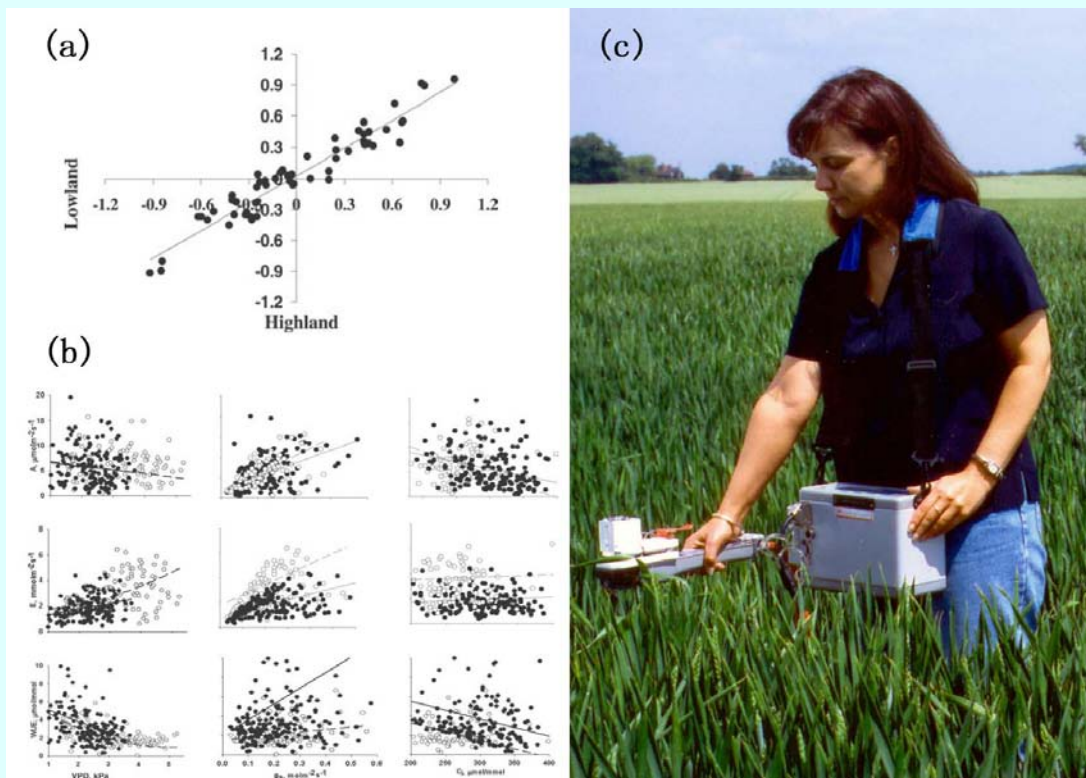


图 3 a) 不同海拔下 *Boswellia papyrifera* 的环境因子和生理性状间的相关性，数值为 Pearson 相关系数；b) 各生理性状与他们直接的随机影响因子间的关系（Mengistu et al., 2011） c) 研究者使用 LCpro+ 测量植物的生理性状。

3 结论

结果表明，*Boswellia papyrifera* 的日动态变化既不呈钟形，也不是在中午受到抑制，而是在上午达到峰值后表现出轻微的下降。我们也发现，大气 VPD，即蒸腾需求显著的控制着气孔导度，进而影响同化作用。而且更高的 VPD 导致更高的蒸腾作用和较低的水分利用效率。我们的结果同样表明，在低海拔下受到光照和 VPD 限制，而高海拔则主要受 VPD 限制。因此，我们认为，*Boswellia papyrifera* 适应了不同的环境条件，并且这种适应有助于理解干旱森林生态系统树木的生理表现。

4 文献

Tefera Mengistu, Frank J. Sterck, et al. Leaf gas exchange in the frankincense tree (*Boswellia papyrifera*) of African dry woodlands. *Tree Physiology*. 2011, 31, 740–750.

注：目前 LCpro+ 便携式光合仪已升级为 LCpro-SD 便携式光合仪，功能更为强大。如需 ADC 光合仪和 Opti-Sciences 叶绿素产品文献的列表及摘要汇总，可通过下列方式：浏览网站：www.aozuo.com.cn，与澳作公司联络并提供您的 Email 地址。