檸檬桉与大叶桉的水分状况的比較研究

韓德聪　黄慶昌*

（生物系）

摘　要

1963年—1964年我們对檸檬桉与大叶桉的水分状况进行了一些观察研究，所获得的結果表明：在同一生态条件下檸檬桉与大叶桉的水分状况具有較显著的差异。在湿潤的气候条件下，檸檬桉的水分代謝水平較大叶桉高。当气候变得比較干旱时，檸檬桉的耗水量却比大叶桉少，其組織中的水分状况比大叶桉稳定。其次檸檬桉叶片的結构与其机能相适应具有旱生植物类型的特徵，大叶桉的叶片为中生植物类型。从而我們认为檸檬桉比大叶桉更适宜于干旱条件下生长。

檸檬桉（Eucalyptus citriodora HK. f.）与大叶桉（Eucalyptus robusta sm.）是具有多种用途的热带經济树种，由于生长迅速，适应能力較强，世界各国相继引种，我国从澳洲引入桉树已有七十余年的历史[1]。在华南地区有大面积栽种，并有規模很大的桉树林場。

近年来对桉树的分类，栽培和生长情况进行过一些調查研究工作，但是对桉树的生理生态方面研究尚少，为了进一步的了解和掌握桉树的生活特性，我們对同一地区的檸檬桉与大叶桉的水分状况作了一些初步研究，希望在生产实践上有助于正确地选择宜林地和制定合理的栽培措施。

实驗材料和方法

实驗工作是在广州中山大学的桉树栽培区內进行，1963年3—6月，1964年3—6月，在同一生态环境中对八龄的檸檬桉与大叶桉进行了以下几方面的测定。

蒸騰强度的测定是采用伊万諾夫（Л.А.иванов）的快速称量法[2]。叶片含水量的测定采用烘干法[3]。白日水分亏缺的测定是計算同一植株的叶片含水量在上

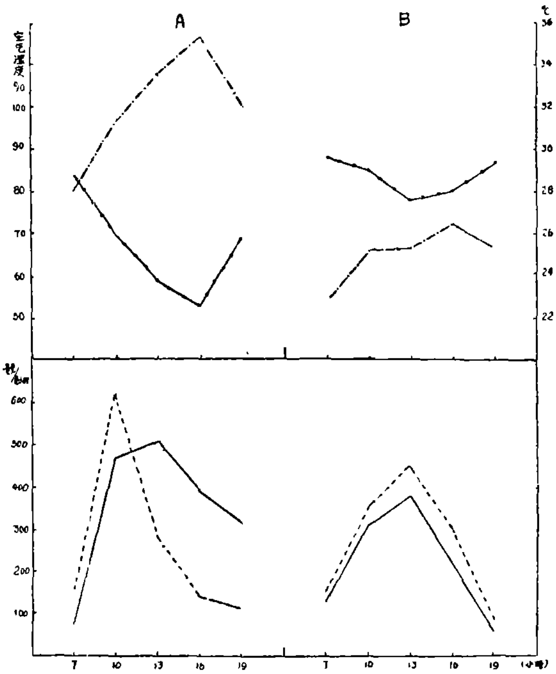
本文于1965年10月7日收到。

* 閻家林、朱念德、李伟超曾参加部份实驗工作。

午七时与下午四时含水量之差而得。用称重法测定萎蔫速度，剪取长20—25厘米的两种桉树的带叶枝条，迅速在室內称重，然后架在通风处，每隔一小时称重一次，共称九次，并計算带叶枝条每次称重时的含水量，然后以第一次的鲜重作为100%的含水量，依次求出每一間隔时間內蒸发水分的百分率。組織吸水力采用小液流法和折光法[4]。細胞滲透压采用质壁分离法。束縛水与自由水的测定用杜曼斯基（А.В.Думанский）法[5]。此外在显微鏡下观察了叶片的解剖結构和气孔的分布状况。同时进行了小气候因子的测定。

实驗結果

环境因子的变化，对两种桉树的蒸騰强度所起的作用是不同的。在1964年5月空气溫度在30°C以下，空气相对湿度在70%以上的湿季里，檸檬桉的蒸騰强度比大叶桉大，以13时的蒸騰强度来計算，檸檬桉为450毫克/克·小时，大叶桉为380毫克/克·小时。但是在比較干旱的1963年5月当空气溫度升高到30°C以上，空气相对湿度下降至70%以下的干旱条件下，檸檬桉的蒸騰强度显著地减弱（274毫克/克·小时），而这时大叶桉的蒸騰强度却继續增强(506毫克/克·小时），見图一。



图一　蒸騰強度与环境因子的关係

A — 1963年5月31日　　B — 1964年5月15日

- - - - - 檸檬桉　　—— 大叶桉

—·—·— 空气溫度　　—•—•— 空气相对湿度

从测定檸檬桉和大叶桉的叶片含水量来看，两种桉树的叶片含水量也有差别，檸檬桉叶片含水量較大叶桉多。

但是由于不同种植物的叶片含水量有差异，因此只从叶片含水量的絕对值上有时很难看出其生理意义。为此测定了两种桉树的白日水分亏缺情况，从实驗結果看来，大叶桉的白日水分亏缺为檸檬桉的2.5—2.6倍。从而看出，大叶桉的体內缺水較多，即生理性状变化大，而檸檬桉体內的水分比較稳定，表一。

表一 叶片含水量与叶片水分亏缺（%干叶重）1963年

日期	植物名称 / 小时	大叶桉	檸檬桉	自日水分亏缺 大叶桉	自日水分亏缺 檸檬桉
7/Ⅵ	7.00	172	175	8	3
	10.00	153	171		
	13.00	140	190		
	16.00	164	172		
	19.00	154	184		
18/Ⅵ	7.00	172	176	15	6
	10.00	164	172		
	13.00	150	166		
	16.00	157	170		
	19.00	167	192		

檸檬桉不仅叶片总含水量比大叶桉多，而且自由水量也較多（檸檬桉为38.2%，大叶桉为29.4%），但束縛水反而比較少（檸檬桉为28%，大叶桉为32.2%），就自由水与束縛水的比値来看，檸檬桉大于大叶桉，表二。

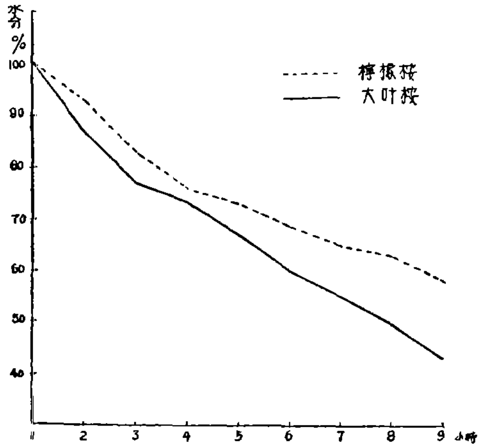
表二 檸檬桉与大叶桉叶片自由水与束縛水量的比較1964年（%）

日期	植物名称	总含水量	自由水量	束縛水量	自由水/束縛水
24/Ⅳ	大叶桉	61.9	29.4	32.2	0.91
	檸檬桉	66.2	38.2	28.0	1.36
11/Ⅵ	大叶桉	60.0	29.8	30.2	0.98
	檸檬桉	65.8	36.9	28.9	1.27

虽然檸檬桉的叶片內含有較多的水分，但是在严重缺水的情况下，檸檬桉的萎蔫速度比大叶桉緩慢，檸檬桉的带叶枝条离体后9小时失水为鲜重的45%，而大叶桉为58%。上述結果表明，檸檬桉的保水力較大叶桉强，图二。

同时我們还对两种桉树的細胞滲透压和組織吸水力进行了測定。在同一时間內，檸檬桉的細胞滲透压（14.80大气压）比大叶桉的大（12.35大气压），檸檬桉的組織吸水力也比大叶桉大（檸檬桉为10.52大气压，大叶桉为9.00大气压）。

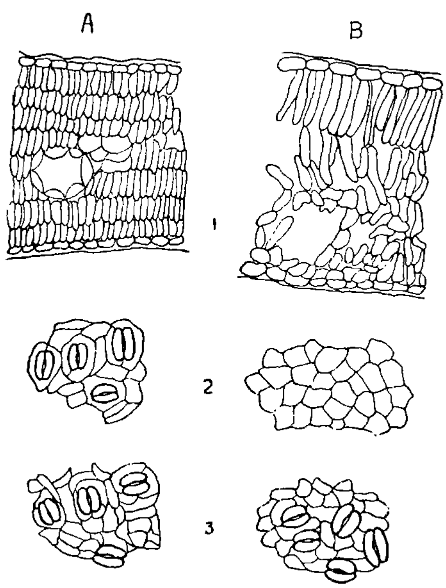
与上述生态生理学特点相适应，在叶片的形态結构方面，两种桉树也有显著的差异。檸檬桉的叶片具有較厚的角质层，全部叶肉組織由7—8层的栅栏組織构成，細胞彼此排列紧密，无細胞間隙或甚狹窄，叶片的上下表皮分布有大量的气孔，下表皮的每一平方毫米的叶面积內有气孔 377 个，上表皮是 303 个。而大叶桉的叶片的角质层較薄，叶片內組織分化明显，由 1 层的栅栏組織和发达的海綿組織构成，細胞間隙大，气孔只分布在叶片的下表皮，在每一平方毫米的叶面积內有 411 个，图三。



图二　带叶枝条萎蔫速度的比較　1963年8月4日

討　論

在1964年 5 月比較湿潤的条件下，两种桉树的蒸騰强度具有显著的差异，檸檬桉比大叶桉消耗較多的水分。但是在1963年 5 月当环境变得比較干旱时，檸檬桉消耗水分較少，而大叶桉却大量地消耗水分。从上述实驗結果看来，在比較湿潤的条件下，檸檬桉以較大的吸水力吸收水分，因而叶片总含水量和自由水量較多，故其蒸騰作用也較强。相反地，大叶桉的吸水力較小，所以叶片內总含水量和自由水量也較檸檬桉为少，因而其蒸騰强度也比較弱。



图三　桉树叶的解剖結构
A— 柠檬桉　　B— 大叶桉
1—叶横切面，2— 上表皮，3— 下表皮

但是当环境变得比較干旱时，檸檬桉以較大的細胞渗透压力增强了植物的吸水力和忍受脫水的能力，并以旱生叶片的形态結构防止水分过多的蒸騰。而大叶桉的細胞渗透压力較小，植物的吸水力和忍受脫水的能力均較差，同时叶片的形态結构对水分蒸騰的控制能力較弱，因而其蒸騰强度也比較大。这里可以看出，細胞渗透压和叶片形态結构在調节水分代謝方面起着一定的作用[6]。

在桉树的水分代謝調节方面还可以从桉树的萎蔫速度的情况来看，檸檬桉的带叶枝条萎蔫緩慢，而大叶桉萎蔫迅速。这一差异我們认为一方面与檸檬桉和大叶桉具有不同的細胞滲透压和吸水力有关。只有具有較大的細胞滲透压力和組織吸水力的檸檬桉才能抵抗水分强烈地蒸騰，因此可以忍受較长时期的缺水。同时細胞滲透压力增加时从細胞中脫水便減少，因而萎蔫緩慢。另一方面，桉树在缺水萎蔫时，也必然显示出蒸騰器官——叶的形态結构在控制和調节水分方面的保卫作用。具有旱生結构的檸檬桉能以其形态結构保持体內的水分，防护自己以免过多的蒸騰水分。显然在缺水的情况下，檸檬桉能保持体內有較多的水分，这就說明檸檬桉的保水力較大叶桉强，換而言之它对不良的干旱环境具有較大的适应性。

其次从两种桉树的白日水分亏缺情况来看，在白天大叶桉的叶片比檸檬桉的叶片缺水多。通常当植物体內缺水时一切正常的生理过程将受到抑制或破坏。显然在缺水情况下，檸檬桉能尽量保持水分于稳定的状态，也就再一次表明它受缺水的危害性較小，保水能力較强。

同时不仅檸檬桉的总含水量比大叶桉多，而且自由水量也比大叶桉多，束縛水反而較少，就自由水与束縛水的比值来看，檸檬桉的比值大于大叶桉。一般认为自由水和束縛水的比值是衡量植物生理活动性的一个指标。抗旱性較强的植物，能維持較高的比值，即朝着自由水增加的方向变动，在缺水条件下能維持自由水在一个較高的水平上，也就能够保持水分代謝强度在一个較高的水平上，这是更积极的对外界不良环境的适应。而抗旱性較弱的植物是朝着自由水減少的方向变动，自由水的減少就会使植物的生命活动能力減弱[7]。

两种桉树由于种的差异性，因而在水分状况和形态結构上有明显的区别，这种差异的深刻化我們认为是与两者的原产地的气候和土壤条件有密切关系。檸檬桉原产于澳洲的干燥地区，常生长于干燥的礫质或砂质土壤上，年雨量仅630公厘左右，雨量分配又很不均匀，旱季时間較长，因而檸檬桉反复遭到干旱的威胁。而大叶桉原产于澳洲东南部湿潤气候区，常生长于沿海低湿地，年雨量1100公厘左右。由于它們在系統发育过程中同化了不同的生态条件，从而更加深了它們彼此之間的差异。总的来看檸檬桉具有更显著的旱生生理和旱生結构，因此我們认为檸檬桉在干旱的条件下生长比大叶桉更为适应。

結 論

1.在湿潤条件下，檸檬桉的蒸騰强度保持着比大叶桉較高的水分代謝水平——耗水量較多。檸檬桉的叶片含水量、自由水量、組織吸水力和細胞滲透压均比大叶桉大。然而叶片的白日水分亏缺却比大叶桉小。

在干旱条件下，檸檬桉的耗水量比大叶桉少，也就是說組織中的水分状况比較稳定，同时萎蔫速度比大叶桉緩慢，保水力較大叶桉强。

2.檸檬桉的叶片具有旱生植物类型的特征，而大叶桉的叶片为中生植物类型。

3.我們初步认为檸檬桉比大叶桉更适宜于干旱的条件下生长。

参 考 文 献

〔1〕 林业部林业科学研究所造林系：华南桉树生长情况与栽培方法，林业科学，1955年1期，47—90頁。

〔2〕 Л.А.Иванов А.А.Силина и Ю.Л.Цельникер. О методе быстрого взвешивания для определения транспирации в естественых условиях. батан. журн. 1950 т 35, №2 стр. 171—185.

〔3〕 中国医学科学院劳卫所营养系：食物营养成分测定法，人民卫生出版社，1961年，12—13頁。

〔4〕 斯卡兹金等:植物生理学实驗指导,高等教育出版社,1954年,43—45頁。

〔5〕 颜季琼等：植物生理学实驗指导,上海科学出版社,1959年，17—19頁。

〔6〕 杜曼諾夫等：植物抗性及水分生理学問題，科学出版社，1962年，45—46頁。

〔7〕 瓦西里也娃：論植物叶片中自由水和束縛水的比例与植物抗旱性的关系，植物生理学通訊，1956年，2期，50—53頁。

Сравнительное исследование водного режима эвкалитов (Eucalyptus citriodora u Eucalyptus robusta)

Хань Дэ—цун, Хуан Цин—чан.

Резюме

В 1963—1964 гг. на лесосаде университета им. Сунь ят—сена проводилось изучение водного режима эвкалитов. Все эколого—физиологические определения осуществлялись на фоне измерения микроклиматических факторов. Отдельные попытки изучения эколого—физиологических показателей могут дать некоторый материал дия понимания того, как особенность жизнедеятельности эвкалитов.

Результаты опытов показали:

1. В влажный период у Eucalyptus citriodora интенсивность транспирации, содержаиие воды в листьях, свободная вода, сосущая сила листьев и осмотическое давление больше, чем у Eucalyptus robusta. Наоборот, Eucalyptus citrideora содержит водный дефицит в листьях меньше Eucalyptus robusta.

В засушливый период интенсивность транспирации Eucalyptus citriodora слабее Eucalyptus robusta. у Eucalyptus citriodora скорость потери воды срезанными листьями при длительных экспозициях меньше, чем у Eucalyptas robusta.

2. Анатомнческое строение листовой пластики Eucalyptus citriodora обнаруживает прнзнаки ксерофита. Строение листьев Eucalyptus robusta обладает признаками мезофита.

3. Полученные данные говорят в польсу того, что Eucalyptus citriodora более приспособляется к засушливым Условиям. Eucalyptus robusta более приспособляется к влажным условиям.