

宁南八种植物组织结构抗旱性的研究

刘学师^{1,2}, 任小林¹

(1. 西北农林科技大学园艺学院, 陕西 杨陵 712100; 2. 辉县市第一职业中等专业学校, 河南 新乡 453600)

摘要: 对宁夏固原地区 8 个植物种的组织结构进行显微观察研究。结果表明: 同一种植物不同的组织器官其抗旱性不同; 不同植物种的同一器官其组织结构差异较大, 抗旱性不同; 植物抗旱性与植物器官抗旱性呈极显著的正相关; 不同植物种间抗旱性的定量综合评定在抗旱性植物引种中具有一定的应用价值。

关键词: 植物; 组织结构; 抗旱性指标

中图分类号: Q945.171

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2005)03-0076-05

The Study of Tissue Structure and Drought Resistance From 8 Varieties in South Ningxia

LIU Xue-shi^{1,2}, REN Xiao-lin¹

(1. Horticulture College, Northwest Sci-tech University of Agriculture & Forestry, Yangling, Shaanxi 712100, China;

2. No. 1 Vocational Technical School of Huixian City, Xinxiang, Henan 453600, China)

Abstract: Tissue structure from 8 different varieties in Guyuan city were observed. It showed that different tissue had different drought resistance in the same varieties, structures of the same tissue from different varieties and drought resistance had big difference. The drought resistance between tissue structure and varieties had obviously positive relevance. The evaluation of drought resistance among varieties had practical value to drought-tolerance plant introduction.

Key words: plant; tissue structure; drought resistance

干旱威胁世界农业的生存和发展, 是人类所面临的最严重问题之一。据统计, 干旱、半干旱地区占地球土地面积的 36%, 占耕地面积的 43.9%, 我国干旱、半干旱地区占国土面积的 50%。选择抗旱性植物进行适地适栽和采取抗旱栽培技术已成为半干旱退化山区生态建设的重要途径。对植物组织结构与抗旱性关系方面的研究, 前人多从同一植物种的某些方面进行评定, 而对不同植物种组织结构与抗旱性关系的研究及定量评定却鲜见报道。本研究对同一生态条件下宁夏固原半干旱山区 8 种常见的植物组织结构与抗旱性的关系进行较全面、深入地观察分析, 找出其差异和综合单项抗旱指标定量评定的方法, 为干旱地区抗旱性植物的引种提供了科学依据。

1 材料与方法

1.1 材料

试验于 2002~2003 年进行。试材来源于宁夏固原地区“半干旱退化山区生态农业建设技术与示范”基地河川乡上黄村, 共 8 个植物种, 分别是: 旱柳、柠条、山榆、野枸杞、沙棘、槐树、山桃和山杏。

1.2 方法

(1) 从 20~40 cm 土层中挖取长 0.5~0.8 cm、粗 0.2~0.5 cm 的水平根, 用清水冲洗其表面的泥土, 每种类同一深度、方位取 3 个样根; 从当年生枝基部 15 cm 左右截取长 0.5~0.8 cm、粗 0.3~0.6 cm 的小段, 每种类在同一高度、方位取 3 个样枝; 从新梢 6~10 节选取正常的成龄叶片, 每种类在同一方位取 5~8 个样叶。对以上样品, 用 FAA 固定, 按张丕方^[1]、李正理^[2]的方法制成永久性切片。在光学显微镜下观察并用测微尺测量各指标, 用 Olympus 万能显微镜进行显微照相。

(2) 通过对叶厚、栅栏组织厚和海绵组织厚的测定, 计算 CTR、SR 指标, 共计算公式为:

叶片组织结构紧密度 CTR% = 栅栏组织厚 / 叶厚 × 100%

叶片组织结构疏松度 SR% = 海绵组织厚 / 叶厚 × 100%

(3) 通过对根、茎木质部导管大小的测定, 计算根、茎导管比密度(即木质部所有导管复合体总面积与木质部相对面积之比)等, 其计算公式如下:

导管比密度 = $\pi \bar{r}^2 \cdot f$
式中: \bar{r} ——导管平均半径, f ——导管密度。

(4) 运用统计学原理, 在 29 项测定指标中, 参考文献 [3~16], 选取 21 项与抗旱有关的单项指标(其中根、茎、叶各

① 收稿日期: 2004-12-22

基金项目: 国家科技攻关资助项目(2001BA606A-04)

作者简介: 刘学师(1963-), 男(汉), 硕士, 主要从事植物抗旱生理研究及教学工作; 通讯作者: 任小林(1964-), 男(汉), 博士, 副教授, 主要从事果树生理及果品产后处理研究工作。

7 项) 用于每一植物种。把单项指标根据大小进行 ~ 的分级排序, 然后依据排序情况, 统计每植物种各器官单项指标在 ~ 级中的分布情况, 并按设定的级分进行评分, 以综合评定分数的高低来比较不同植物种间抗旱性的高低, 其计算公式为:

单项指标各级得分: 级 8 分、级 7 分、...、级 1 分

器官单项指标综合评定得分 = $8 \times$ 级分布个数 + $7 \times$ 级分布个数 + ... + $1 \times$ 级分布个数

综合评定得分 = 根评定得分 + 枝评定得分 + 叶评定得分

分

2 结果与分析

2.1 同一植物种不同器官组织结构与抗旱性的关系

观察结果表明(表 1, 表 2, 图 1-20), 同一植物种不同器官组织结构及其指标、抗旱性都存在较大的差异。如旱柳、山桃、柠条各器官抗旱性顺序为: 叶 > 枝 > 根; 山榆各器官抗旱性顺序为: 根 > 枝 > 叶; 山杏、沙棘、野枸杞各器官抗旱顺序为: 叶 > 根 > 枝。这说明不同的抗旱植物抗旱性的主因子不同。同时表明多数抗旱植物的叶片组织结构差异较大, 而根茎次之, 根、枝组织结构异同点表现在 5 项测定指标上, 而叶片的异同点表现在 9 项测定指标上, 主要在于叶片上、下表皮细胞排列、结构及形态特征等指标的不同。

表 1 宁南八种旱生植物部分组织结构异同点

器官	差 异	旱柳	柠条	山榆	野枸杞	沙棘	槐树	山桃	山杏
根	裂间隙(裂隙腔)	√	√			√			√
	韧皮纤维		√						
	周皮				√				
	异样细胞	√		√		√			
枝	晶簇细胞			√			√		
	皮层厚			√		√			√
	韧皮纤维	√	√	√	√	√	√		√
	异样细胞	√					√		√
	裂间隙(裂隙腔)	√	√		√	√		√	√
	晶簇细胞			√	√				√
叶	上表皮凸凹不平	√	√	√	√	√	√		√
	全栅型栅栏组织	√							
	环栅型栅栏组织			√					
	气孔突出				√				
	气孔下陷	√	√				√	√	
	下表皮凸凹不平	√	√	√			√	√	√
	气孔下限	√	√	√			√		
	裂隙腔		√	√	√	√	√	√	√
	叶片主脉发达且有异样细胞			√					

√代表有指标特性。

表 2 宁南八种旱生植物组织结构及抗旱性指标一览表

植物种类	旱柳	柠条	山榆	野枸杞	沙棘	槐树	山桃	山杏
皮部厚度/ μm	182.10	637.86	1986.90	957.14	2181.55	409.52	751.19	1105.36
* 材部厚度/ μm	401.17 d ₈	1238.10 d ₆	2264.88 d ₂	1387.5 d ₅	1518.45 d ₄	535.69 d ₇	1598.81 d ₃	2745.24 d ₁
根皮率	0.45	0.52	0.88	0.69	1.44	0.76	0.47	0.40
材部面积/ mm^2	0.50	4.82	16.04	6.07	7.25	0.92	8.04	23.75
横断面积/ mm^2	1.06	11.10	56.72	17.34	42.99	2.83	17.34	46.78
根 * 材部面积/横断面积	1/2.12 d ₂	1/2.30 d ₄	1/3.54 d ₇	1/2.86 d ₅	1/5.93 d ₈	1/3.08 d ₆	1/2.16 d ₃	1/1.97 d ₁
* 导管大小/ μm	44.76 d ₄	47.88 d ₃	78.45 d ₁	42.83 d ₅	64.55 d ₂	38.80 d ₆	21.66 d ₈	31.12 d ₇
* 导管密度/(个· mm^{-2})	265 d ₁	183 d ₃	163 d ₄	122 d ₅	163 d ₄	183 d ₃	265 d ₁	204 d ₂
* 导管比密度	0.42 d ₃	0.33 d ₄	0.79 d ₁	0.18 d ₆	0.53 d ₂	0.22 d ₅	0.098 d ₈	0.16 d ₇
* 导管总面积/材部面积	1/2.40 d ₃	1/3.03 d ₄	1/1.27 d ₁	1/5.68 d ₆	1/1.88 d ₂	1/4.61 d ₅	1/10.24 d ₈	1/6.45 d ₇
* 导管总面积/横断面积	1/5.01 d ₂	1/6.98 d ₃	1/3.54 d ₁	1/16.23 d ₇	1/11.15 d ₄	1/14.18 d ₆	1/22.08 d ₈	1/12.70 d ₅
皮部厚度/ μm	318.45	423.21	1351.79	280.36	740.48	472.62	629.76	550.00
* 材部厚度/ μm	1413.10 d ₂	1363.69 d ₄	1468.45 d ₁	785.71 d ₈	1296.43 d ₇	1315.48 d ₆	1347.6 d ₅	1408.93 d ₃
茎皮率	0.23	0.31	0.92	0.36	0.57	0.36	0.47	0.39
材部面积/ mm^2	6.24	5.81	6.79	1.96	5.31	5.47	5.72	6.24
横断面积/ mm^2	9.40	9.95	24.97	3.51	13.07	10.06	12.31	12.06
枝 * 材部面积/横断面积	1/1.51 d ₁	1/1.71 d ₂	1/3.68 d ₈	1/1.79 d ₃	1/2.46 d ₇	1/1.84 d ₄	1/2.15 d ₆	1/1.93 d ₅
* 导管大小/ μm	27.95 d ₄	33.47 d ₃	61.76 d ₁	23.30 d ₆	21.29 d ₈	38.84 d ₂	22.43 d ₇	27.65 d ₅
* 导管密度/(个· mm^{-2})	428 d ₃	265 d ₅	163 d ₈	204 d ₆	693 d ₁	183 d ₇	326 d ₄	510 d ₂
* 导管比密度	0.26 d ₃	0.23 d ₅	0.49 d ₁	0.087 d ₈	0.25 d ₄	0.22 d ₆	0.13 d ₇	0.31 d ₂
* 导管总面积/材部面积	1/3.18 d ₂	1/4.29 d ₅	1/2.05 d ₁	1/11.5 d ₈	1/4.05 d ₄	1/4.60 d ₆	1/7.76 d ₇	1/3.27 d ₃
* 导管总面积/横断面积	1/5.74 d ₁	1/7.35 d ₃	1/7.54 d ₄	1/20.6 d ₈	1/9.97 d ₆	1/8.46 d ₅	1/16.70 d ₇	1/6.32 d ₃
* 叶片厚度/ μm	249.51 d ₁	155.49 d ₇	177.36 d ₄	206.75 d ₂	191.20 d ₃	172.25 d ₅	123.18 d ₈	167.64 d ₆
* 栅栏组织厚度/ μm	197.76 d ₁	92.32 d ₃	87.59 d ₅	103.74 d ₂	92.32 d ₃	89.26 d ₄	48.29 d ₇	53.45 d ₆
* 海绵组织厚度/ μm	/d ₁	34.01 d ₂	49.32 d ₄	62.69 d ₇	68.03 d ₈	55.88 d ₅	44.46 d ₃	57.83 d ₆
叶 * 栅/海比	/d ₁	2.71 d ₂	1.78 d ₃	1.65 d ₄	1.36 d ₆	1.60 d ₅	1.09 d ₇	0.92 d ₈
* CTR/ % ⁽³⁾	79.26 d ₁	59.37 d ₂	49.93 d ₅	50.18 d ₄	48.28 d ₆	51.82 d ₃	39.20 d ₇	31.88 d ₈
* SR/ % ⁽⁴⁾	/d ₁	21.87 d ₂	27.81 d ₃	30.32 d ₄	35.58 d ₇	32.44 d ₅	36.09 d ₈	34.50 d ₆
* 主脉导管大小	10.10 d ₅	3.75 d ₇	10.94 d ₄	9.69 d ₆	11.88 d ₃	20.01 d ₁	12.19 d ₂	10.94 d ₄

备注: * 表示选择的评价指标。d_x 表示单项指标在 8 种植物中抗旱性的排位, 即第 x 位。

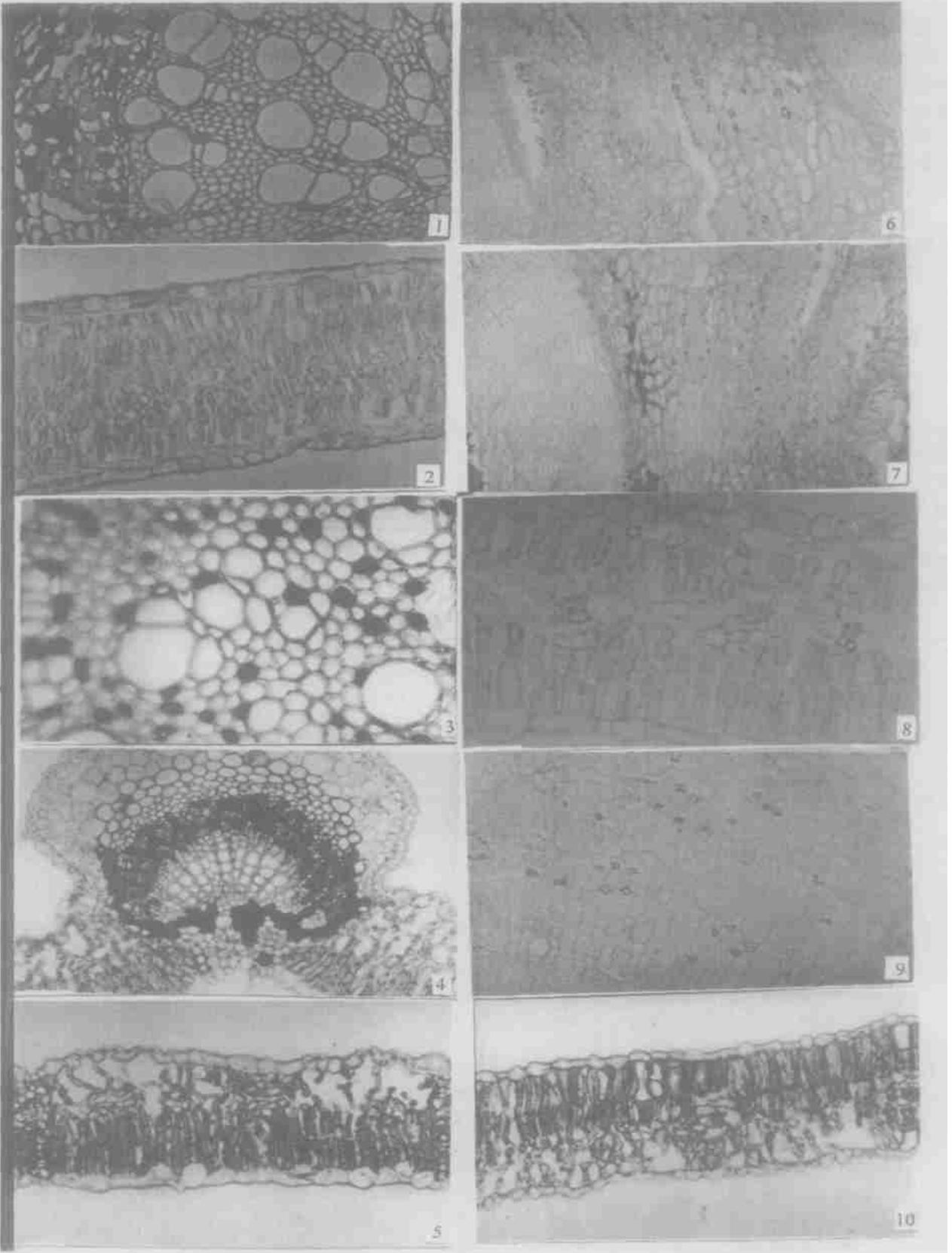


图 1 旱柳根横切 200×
图 3 山榆根横切 400×
图 5 山榆叶横断 200×
图 7 柠条茎横切 200×
图 9 槐根横切 200×

图 2 旱柳叶横切 200×
图 4 山榆叶主脉横切 400×
图 6 柠条根横切 200×
图 8 柠条叶横切 400×
图 10 槐叶横切 200×

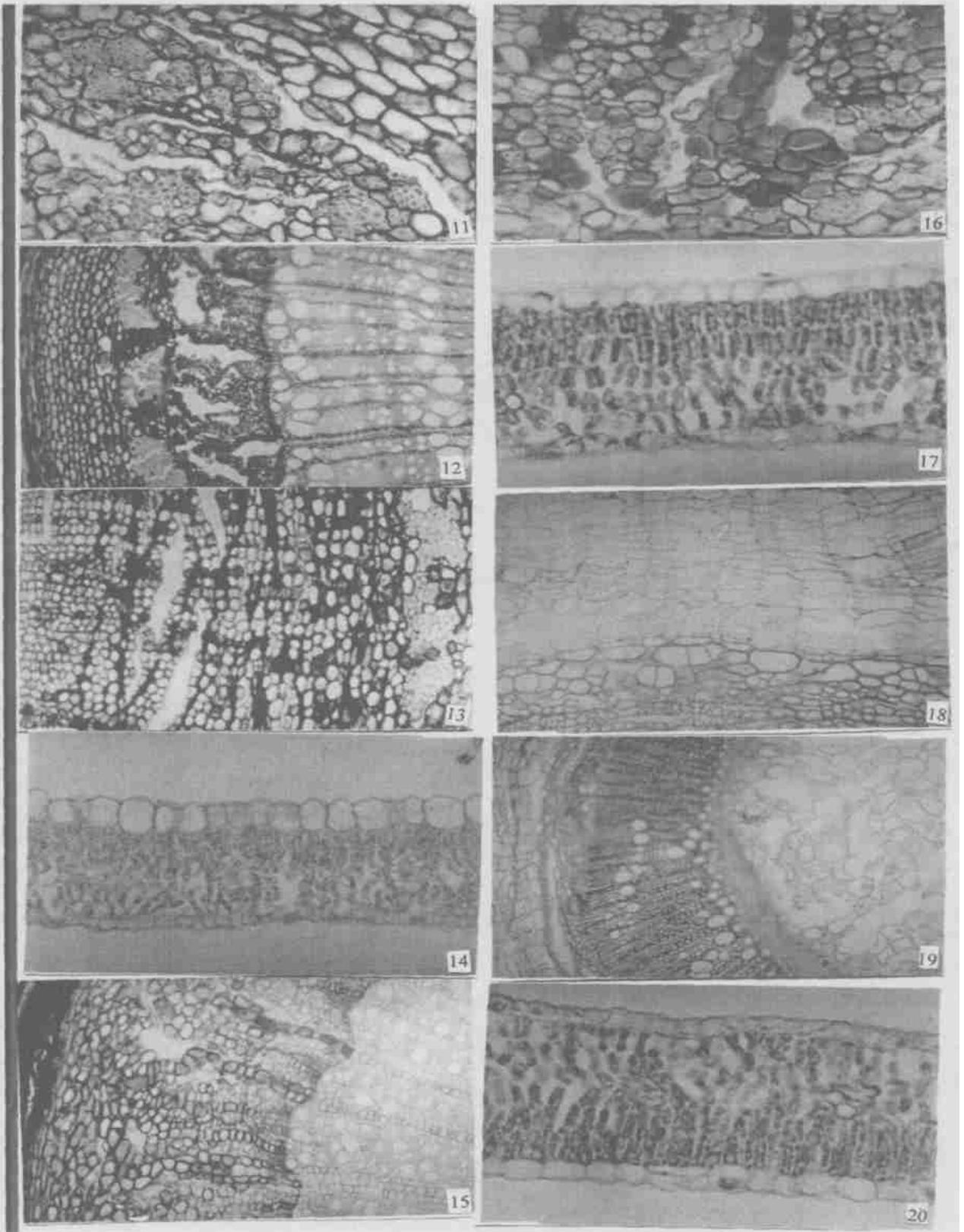


图 11 山杏根横切 200 ×
 图 13 沙棘茎横切 200 ×
 图 15 山桃根横切 100 ×
 图 17 山桃叶横切 400 ×
 图 19 枸杞茎横切 100 ×

图 12 山杏茎横切 100 ×
 图 14 山杏叶横切 200 ×
 图 16 山桃茎横切 200 ×
 图 18 枸杞根横切 200 ×
 图 20 枸杞叶横切 200 ×

图 1 宁南 8 种旱生植物组织结构

2.2 不同植物种同一器官组织结构与抗旱性的关系

根据综合评价结果表 3 可以看出, 不同植物种同一器官抗旱性有明显的差异。在所调查的 8 种植物中, 根的抗旱性高低顺序为: 山榆 > 旱柳 > 槐树 > 柠条 > 山杏 > 山桃 > 沙棘 = 野枸杞; 枝的抗旱性高低顺序为: 旱柳 > 山杏 > 山榆 > 柠条 > 山桃 > 槐树 > 沙棘 > 野枸杞; 叶的抗旱性高低顺序为: 旱柳 > 柠条 > 山桃 > 山榆 > 野枸杞 > 槐树 > 沙棘 > 山杏; 综合抗旱性高低顺序为: 旱柳 > 山榆 > 柠条 > 山杏 > 山桃 = 槐树 > 野枸杞 > 沙棘。

表 3 宁南八种旱生植物单项指标抗旱强度分布及综合评定表

植物种类	器官	(8)	(7)	(6)	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)	器官得分	综合得分
旱柳	根	1	2	2	1	0	0	0	1	40	139
	茎	2	2	2	1	0	0	0	0	47	
	叶	6	0	0	0	1	0	0	0	52	
柠条	根	0	0	3	3	0	1	0	0	36	110
	茎	0	1	2	1	3	0	0	0	36	
	叶	0	4	1	0	0	0	2	0	38	
山榆	根	4	0	0	1	1	0	1	0	42	116
	茎	4	0	0	1	0	0	0	2	39	
	叶	0	0	2	3	2	0	0	0	35	
野枸杞	根	0	0	0	0	4	2	1	0	24	74
	茎	0	0	1	0	0	2	0	4	16	
	叶	0	2	0	3	0	1	1	0	34	
槐树	根	0	3	0	3	0	0	0	1	37	87
	茎	1	0	0	2	0	0	2	1	23	
	叶	0	0	3	0	0	2	1	1	27	
山桃	根	0	0	1	0	2	3	1	0	5	87
	茎	0	1	0	1	1	3	1	0	27	
	叶	1	0	1	1	4	0	0	0	35	
沙棘	根	1	0	2	0	0	0	0	4	24	65
	茎	0	0	0	1	1	1	4	0	20	
	叶	0	1	1	0	0	0	3	2	21	
山杏	根	2	1	0	0	1	0	3	0	33	93
	茎	0	3	2	0	2	0	0	0	41	
	叶	0	0	0	1	0	4	0	2	19	

由表 2 可以看出, 在根、枝所分析的 7 项与抗旱性有关的指标中, 根与枝稍有差异。一般来讲, 材部厚度越大、材部面积/横断面面积越大, 其抗旱性越强; 导管直径越大, 其导

参考文献:

- [1] 张丕方, 倪德祥. 植物制片技术[A]. 见: 薛应龙. 植物生理学实验手册[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1985.
- [2] 李正理. 植物组织制片学[M]. 北京: 北京大学出版社, 1996.
- [3] 周智彬, 李培军. 我国旱生植物的形态解剖学研究[J]. 干旱地区研究, 2002, 19(1): 35-40.
- [4] 马永贵, 周有寿. 阿尼玛卿五种植物茎、叶结构适应性分析[J]. 青海师范大学学报, 2001, (4): 53-58.
- [5] 王虹, 邓彦斌, 许秀珍, 等. 新疆 10 种旱生、盐生植物的解剖学研究[J]. 新疆大学学报, 1998, 15(4): 67-73.
- [6] 初敬华, 高晨光, 朱秋广. 吉林省西部四种旱生植物茎和叶解剖结构的研究[J]. 天津师范大学学报, 2001, 21(1): 58-72.
- [7] 李春阳. 桉树的抗旱性研究进展[J]. 世界林业研究, 1998, (3): 22-27.
- [8] 王勋陵, 马骥. 从旱生植物叶结构探讨其生态适应性的多样性[J]. 生态学报, 1999, 19(6): 787-792.
- [9] 谭数, 梁计南, 陈建平, 等. 甘蔗基因型苗期叶片形态解剖性状与糖分产量关系研究[J]. 华南农业大学学报, 2001, 22(1): 5-8.
- [10] 玮子, 吴少辉, 高海涛, 等. 旱地小麦品种筛选鉴定以其形态特征探讨[J]. 干旱地区农业研究, 2001, 19(2): 76-80.
- [11] 高秀萍, 张勇强, 童兆平. 梨树在自然干旱条件下叶片解剖学特征[J]. 山西农业科学, 2001, 29(1): 62-64.
- [12] 曲桂敏, 李光国, 赵飞, 等. 水分胁迫对苹果叶片和新根显微结构的影响[J]. 园艺学报, 1999, 26(3): 147-151.
- [13] 吴林, 李亚东, 刘洪章, 等. 果树水分胁迫研究进展[J]. 吉林农业大学学报, 1996, 18(2): 91-97.
- [14] 王中英. 果树抗旱生理[M]. 北京: 中国农业出版社, 2000.
- [15] 周广泰, 吴高明, 刘风琴, 等. 青海定山植物解剖特点的研究[J]. 青海师范大学学报, 1992, (10): 48-52.
- [16] 倪郁, 李维. 作物抗旱机制及其指标的研究进展与现状[J]. 甘肃农业大学学报, 2001, 36(1): 14-22.

水强度越大, 抗旱性越强; 导管密度和导管比密度越大, 导管总面积/材部总面积、导管总面积/横断面总面积越大, 其抗旱性越强。而在叶片中, 叶片愈厚、栅栏组织愈厚、栅/海比越大其抗旱越强; CTR 越大, 其抗旱性越强。这说明同一植物的同一器官其测定指标不同抗旱性有所差异, 但同一植物根、叶片的抗旱性与植物种的抗旱性基本保持一致, 这一点为我们引种抗旱植物提供了可靠的理论依据。

2.3 植物各器官与抗旱性间的相互关系

通过相关分析表明, 植物抗旱性与各器官抗旱性的高低呈极显著正相关(见表 4)。

表 4 植物器官抗旱性(x)与抗旱性(y)之间的回归相关

器官名称	回归方程	相关系数(r)	类型数	样本数
根	$y = 1.44 + 2.95x$	0.8758	8	21
一年生枝	$y = 24.68 + 2.22x$	0.8991	8	21
叶	$y = 37.73 + 1.80x$	0.8228	8	21

可以看出, 植物器官抗旱性的高低是影响植物抗旱性高低的重要因素, 单独应用某一器官来衡量不同植物种抗旱性的高低是不确切的。抗旱栽培上, 可以通过利用各种技术措施提高植物器官的抗旱性, 以进一步提高植物的抗旱性。

3 讨论

植物抗旱性是其对干旱长期适应的一种综合遗传特性, 不仅与其内部的生理生化活动和外部结构特性有关, 而且取决于自身不同器官的形态结构特征, 因为结构和功能是统一的整体。本研究采用优中选优的方法, 利用植物种抗旱性较为可靠的指标, 一级指标: CTR、SR、栅/海比、导管总面积/横断面面积、周皮厚度; 二级指标: 导管比密度、栅栏组织厚、海绵组织厚, 对八种植物的抗旱性进行了分析比较。从整体上讲, 不同植物种根、叶片抗旱性指标与植物抗旱性指标基本一致, 因此, 叶片指标可作为不同植物种间抗旱性高低比较的重要参考指标。同时, 本研究所应用的植物抗旱性综合定量评分法表示不同植物种间的抗旱性与生产实践基本相一致, 具有较高的应用价值。植物的抗旱性是一个复杂的综合性状, 不可能用一个的性状指标来表示。本文只对不同植物种解剖结构与抗旱性关系作观察研究, 对生理生化、外界环境条件等因素的影响有待于以后深入地研究探讨。