

文章编号: 1674-7054(2011)04-0310-06

罗望子对干热环境的生态适应机理研究

纪中华, 潘志贤, 钱坤建, 杨艳鲜, 方海东, 李建增

(云南省农业科学研究院 热区生态农业研究所, 云南 元谋 651300)

摘 要: 从根系生长状况、植物组织的含水量、脯氨酸含量、光合特性、蒸腾特点等方面分析, 罗望子适应干旱环境的机理。结果表明: 罗望子在干旱的环境下, 根系发达, 利于从土壤吸收更多的水分满足其水分生理需要; 组织内的束缚水含量大于自由水的含量, 水分代谢减慢; 干旱季节植物组织的脯氨酸含量提高, 有助于细胞持水, 防止脱水作用; 通过调节气孔导度来调节光合速率和蒸腾速率适应干旱环境。但这些适应性均对罗望子的产量潜力有抑制作用。

关键词: 罗望子; 干热环境; 适应性; 机理

中图分类号: S 311

文献标志码: A

罗望子(*Tamarindus indica* L.) 又称酸角、罗晃子、酸豆等, 为苏木科酸角属果树。原产非洲, 是热带亚热带常绿大乔木, 罗望子树抗旱、耐瘠薄, 易栽培管理。1992年在金沙江流域干热亚区^[1]元谋干热河谷“雨养种植”罗望子 67 hm²。该区域气候高温、干燥, 年降雨量为 613.8 mm。雨季集中在 5~10 月份, 其他月份少雨, 蒸发量为 3 911.2 mm。干燥度 4.4(以 penman 公式计算), 土壤凋萎湿度长达 7~8 个月^[2]。通过 18 年的实践与研究, 罗望子适应了干热环境生长, 营养生长良好, 生态效益显著, 但经济效益不够理想^[3]。理论^[4]上说, 干旱环境的干旱胁迫对植物生理机制可造成直接和间接损害, 直接损害表现为因细胞脱水而引起的超微结构的破坏; 间接损害表现为因细胞脱水而引起水分代谢失调、物质代谢紊乱、毒物积累、细胞膜选择透性丧失、营养缺乏、生长受到抑制、光合作用和呼吸作用受到影响等。本研究从根系生长、水分代谢、光合作用、蒸腾作用等方面探讨, 罗望子通过自身的生理变化调节代谢节律, 适应干旱环境, 完成营养生长的过程的生理机理, 为在生产管理中改善罗望子生长的逆境, 提高其经济效益提供参考依据。

1 材料与方法

1.1 供试材料 选择 1 年生盆栽罗望子植株作为根系测定、植物组织水分测定的供试材料; 选择 18 年生, 株行距为 6 m × 8 m, 平均株高 8.5~9 m、胸径 0.45~0.50 m 的罗望子树作为测定光合作用、蒸腾作用的供试材料。

1.2 试验设计

1.2.1 根/冠比的测定 在水分胁迫环境条件下进行根/冠比的测定。水分胁迫条件设置 4 个处理, 各处理的土壤含水量分别为 23%~25%, 18%~20%, 13%~15%, 8%~10%。土壤含水量采用称重法控制。每处理设 3 个重复。

1.2.2 植物组织水分测定 每月测定 3 次罗望子根区土壤水分含量; 树叶组织含水量、自由水、束缚水含量; 树叶组织脯氨酸含量。取 3 次平均值作为当月的有效数据。植物组织内自由水、束缚水含量用马林契克法测定。植物缺水程度鉴定用脯氨酸法。

收稿日期: 2011-10-02

基金项目: “十二五”国家支撑项目(2011BAC09805); 云南省攻关项目(2011CA009)

作者简介: 纪中华(1972-), 女, 山西人, 云南省农业科学研究院热区生态农业研究所研究员。

通信作者: 李建增(1964-), 男, 副研究员, 主要从事果树生态研究。E-mail: rqljz@tom.com。

1.2.3 光合作用和蒸腾作用的测定 选取罗望子树冠的上、中、下部的内、外不同方向部位的成熟健壮的叶片,在树体上进行各项测定,包括光合速率(P_n)、蒸腾速率(Tr)、气孔导度(G_s)等生理因子,每月测 3 次,每次测 3 个重复,测定时间为每天的 6:00 ~ 18:00,每隔 2 h 测定 1 次。光合作用和蒸腾作用的测定采用英国生产的 TPS - 1 型便携式光合仪。

2 结果与分析

2.1 罗望子根系对干旱环境的适应性 根冠比是植物抗旱的生理指标之一,是植物光合作用产物分配的重要体现^[5]。在自然环境中,环境因子的胁迫作用往往限制了植物生长量分配格局,对光、养分、水分的竞争是决定生物量分配的重要因素^[6]。从罗望子不同水分条件的根/冠比结果(见表 1)可见,罗望子的根/冠比的大小与土壤含水量成反比,当土壤含水量为 8% ~ 10% 时,罗望子处于严重干旱胁迫中,其根/冠比达到 62.41 ~ 66.88,根系非常发达;当土壤含水量为 13% ~ 15% 和 18% ~ 20% 时,罗望子仍处于水分胁迫状态,其根/冠比达到 53.12 ~ 60.84,根系生长仍大于地上部分;当土壤含水量为 23% ~ 25% 时,罗望子地上部分与根系生长量基本各占 49.66 ~ 51.55。以上数据说明,当罗望子受到干旱胁迫时,其根系生长加快,以便吸收更多的水分满足其水分生理需要。在干热河谷,植物具有发达的根系,所以吸水功能的提高是适应干旱环境的基础。

表 1 罗望子不同水分条件的根/冠比

处理	株高/cm	生物量/(g·株 ⁻¹)			根/冠比	土壤含水量/%
		根	茎	叶		
1-1	39.0	1.280	0.920	0.994	66.88	8~10
1-2	35.2	1.093	1.002	0.638	63.35	8~10
1-3	32.1	1.142	1.048	0.782	62.41	8~10
2-1	38.5	1.355	1.336	0.891	60.84	13~15
2-2	49.5	2.143	2.041	2.019	55.25	13~15
2-3	24.2	0.894	0.878	0.812	54.18	13~15
3-1	32.8	1.556	1.821	0.998	55.21	18~20
3-2	42.0	0.877	0.973	0.654	53.90	18~20
3-3	32.4	1.423	1.421	1.258	53.12	18~20
4-1	47.0	0.899	0.845	0.918	51.45	23~25
4-2	29.0	0.961	0.856	1.051	49.66	23~25
4-3	37.5	0.815	0.857	0.821	51.55	23~25

2.2 罗望子叶片组织水分变化 在干旱季节,特别是 3 ~ 4 月份,由于蒸发量较大,雨量较小(见表 2),导致土壤水分短缺,土壤含水量从 2 月份的 11.4% 下降到 3 月份的 6.2%(见表 3)。从 12 月份开始到翌年 5 月份,本试验区土壤含水量均低于最适土壤含水量,尤其在 2 ~ 4 月份,根区土壤含水量严重短缺。依据文献[7]的土壤含水量在最大持水量的 70% 左右时,最利于根系发育的观点,则 12 月份开始到翌年 5 月份,本试验区罗望子的根系几乎停止生长。依据正常进行强烈代谢的细胞的自由水含量占总含水量的百分比高,束缚水含量低,自由水/束缚水比率大的理论,本试验区 6 ~ 12 月份罗望子的自由水/束缚水比率为 1.68 ~ 1.13,说明罗望子代谢较强,植物生长旺盛;1 ~ 5 月份,自由水/束缚水比率为 0.27 ~ 0.97,组织内自由水含量低于束缚水含量,说明植物处于极低的代谢状态,利于罗望子抗旱,完成其生理周期(见表 3)。罗望子适应干热环境生长的适应性还表现在体内水分的合理变化和脯氨酸的保护作用。3 ~ 4 月份,降雨量很小(见表 2),土壤含水量下降到最低,罗望子树叶组织含水量降低,组织内束缚水含量增加,自由水含量降低(见表 3),此时细胞内的原生质粘性加大,代谢变弱,利于植物抵抗逆境^[8];此时植物缺水倍数明显上升,2 ~ 5 月份缺水倍数达到 3.17、4.20、5.50、3.55 倍;脯氨酸含量也分别达到 168、222.6、290.8、188.0 $\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$,体内脯氨酸上升了 3 ~ 5 倍(见表 3)。干旱胁迫下,脯氨酸的大量积累被认为是一种保护反应,有助于细胞持水,防止细胞脱水,能够调节渗透压,稳定生物大分子建构,降低细胞酸性,提供合成蛋白质的硫源和氮源,解除毒素,提供代谢能源^[9]。

表2 试验区周年气象资料

月份	气温/ ℃	降水/ mm	雨日/ 天	蒸发量/ mm	湿度/ %	月份	气温/ ℃	降水/ mm	雨日/ 天	蒸发量/ mm	湿度/ %
1月	15.0	3.8	1.0	242.6	46	7月	26.3	141.4	20.2	285.0	67
2月	17.8	3.7	0.3	308.9	37	8月	25.3	123.2	14.0	228.9	71
3月	21.7	4.7	3.6	448.7	32	9月	24.0	96.8	13.0	210.4	70
4月	24.9	11.9	3.8	496.1	35	10月	21.3	58.6	8.5	194.8	68
5月	26.9	42.9	8.6	490.1	45	11月	17.5	18.2	5.8	184.6	62
6月	26.4	110.1	12.6	337.2	61	12月	14.6	5.7	1.6	186.3	56

表3 罗望子植物组织含水量及缺水倍数

月份	根区土壤 含水量/%	组织含水量/ %	自由水/ %	束缚水/ %	自由水: 束缚水	脯氨酸含量/ ($\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$)	缺水倍数
1	11.6	68.9	34.0	34.9	0.97	120.1	2.27
2	11.4	69.6	28.4	41.2	0.69	168.0	3.17
3	6.2	58.7	12.6	46.1	0.27	222.6	4.20
4	4.8	58.4	12.4	46.0	0.27	290.8	5.50
5	11.6	63.4	18.5	45.4	0.39	188.0	3.55
6	15.4	77.0	48.3	28.7	1.68	101.4	1.92
7	17.8	78.4	56.2	22.2	2.53	58.7	1.10
8	17.3	78.4	59.5	18.9	3.15	52.4	0.99
9	15.8	81.1	59.2	21.9	3.70	53.2	1.00
10	16.2	72.4	47.5	24.9	1.90	94.6	1.79
11	14.8	68.6	44.2	24.4	1.81	108.6	2.05
12	12.0	70.4	37.4	33.0	1.13	121.4	2.29

注:8月份 林内土壤含水量达到最大持水量,1周内多次测量罗望子树叶脯氨酸含量,其平均值作为饱和参数,其他月份测定值与之相除得到缺水倍数。

2.3 旱季罗望子光合速率(Pn)、蒸腾速率(Tr)变化

2.3.1 光合速率(Pn)和蒸腾速率(Tr)的日变化 植物光合作用的日变化是随着气候条件、生长环境及生育期的不同而呈现出多种变化的^[10]。图1为罗望子在旱季(3~4月)光合速率Pn的日变化。可以看出其日变化规律呈单峰曲线,一天中从8:00开始,随着光强的增大,光合速率呈上升趋势,于14:00出现峰值,3月和4月的光合速率峰值(CO_2)分别为 $9.3 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 和 $7.9 \text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$,随后

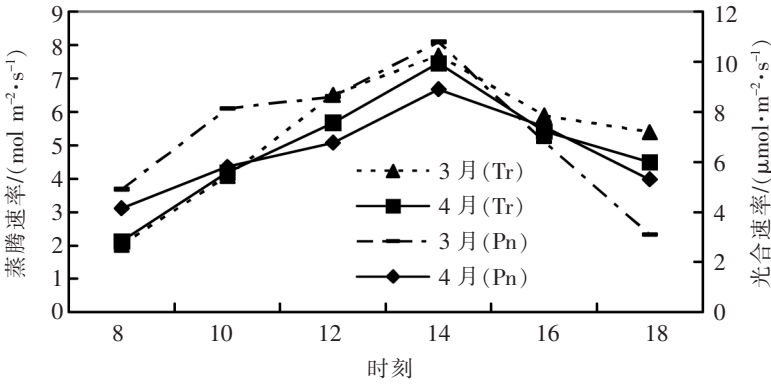


图1 罗望子光合速率(Pn)与蒸腾速率(Tr)的日变化

呈下降趋势,14:00~18:00随光合有效辐射的减弱,光合速率呈逐渐下降趋势,至18:00下降到最低谷。蒸腾速率存在与光合速率相似的变化趋势,峰值同样出现在14:00,3月和4月的蒸腾速率峰值分别为 $7.68 \text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 和 $7.45 \text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$,峰形接近,低谷出现在18:00时。上述结果说明:罗望子的光合速率和蒸腾速率都受到干热环境的制约,在本试验区14:00~16:00时,温度是较高的、光线也是较强的,但可能因水分条件的限制,植物自身调节,降低光合作用与蒸腾作用,保护植物免受高温伤害。

2.3.2 气孔导度(Gs)与光合速率(Pn)的日变化 从图2可见,在旱季(3~4月)罗望子气孔导度的日变化与光合速率的日变化基本一致,气孔导度的日变化也为单峰曲线。从清晨8:00起,随着光照的不断增强,气孔导度不断增大,在14:00出现峰值,3月和4月的气孔导度(H_2O)峰值分别为 $238.5 \text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 和 $256.8 \text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$,此后,由于气温升高增大了叶内外水汽压梯度,在强烈蒸腾下,叶片水势降低引

起气孔导度逐渐减小, 18: 00 降至最低。叶片气孔导度与叶片光合速率的日变化趋势有很强的正相关关系, 呈平行变化趋势。这与许大全^[11]提出的光合速率对气孔导度具有反馈调节作用, 在有利于叶肉细胞的光合时气孔导度增大, 不利于光合时, 气孔导度减小的看法相一致。

气孔调节能力的有效程度是植物适应干旱逆境的重要方式, 可作为评价植物抗旱性的重要指标^[12]。从图 1 和图 2 可知, 罗望子叶片气孔导度与叶片

光合速率、蒸腾速率的日变化趋势有很强的正相关关系, 呈平行变化趋势, 气孔导度减小是引起叶片光合速率下降的主要原因, 这表明罗望子光合速率和蒸腾速率在很大程度上决定了气孔的活动状态。这一结论与李晓清等^[13]对金沙江干热河谷希蒙得木的光合特性的研究的观点相一致。为了适应干旱环境, 罗望子叶片通过调节气孔导度来降低光合速率和蒸腾速率的特性, 是罗望子对元谋干热河谷地区特殊气候的适应性表现之一, 虽然这种特性可能导致其减产, 但不影响其正常生长发育。

2.4 罗望子人工林蒸腾耗水量季节变化 植物通过根系吸收的水分大部分被蒸腾作用所消耗, 仅有极少量水分直接用于植物自身的生长发育^[14], 因此植物的蒸腾耗水量基本上可以反映出植物从土壤中吸收的水量, 由于蒸腾耗水量受环境条件的影响, 处于不断的变化过程中, 为便于计算, 笔者分时间段来分析蒸腾耗水量的变化情况。计算方法是利用各时间段内罗望子叶片蒸腾速率与时间和叶面积的乘积, 全天蒸腾耗水量是将各时间段耗水量累计, 蒸腾时间以 8: 00 – 18: 00 计算^[15]。通过测定, 罗望子单株叶面积约为 349.38 m²(18 年生)。

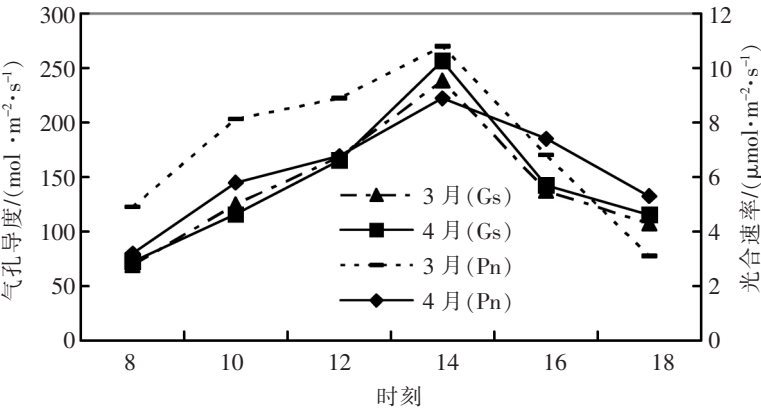


图2 罗望子光合速率(Pn) 与气孔导度(Gs) 的日变化

表4 罗望子蒸腾耗水量的日变化						g
月份	8: 00 – 10: 00	10: 00 – 12: 00	12: 00 – 14: 00	14: 00 – 16: 00	16: 00 – 18: 00	00: 00 – 24: 00
3	13. 81	21. 49	29. 66	30. 72	25. 56	121. 24
4	14. 10	21. 37	28. 99	29. 95	24. 63	119. 04
6	30. 31	36. 88	38. 24	32. 28	24. 36	162. 07
7	23. 07	23. 57	32. 31	34. 28	23. 57	136. 80

从表 4 可以看出, 罗望子在整个生长季节, 降雨充沛高温高湿的雨季 6 月和 7 月的蒸腾耗水量分别为 162.07 g 和 136.8 g, 高于旱季 3 月的 121.24 g 和 4 月的 119.04 g。这与罗望子自身的生长节律有关, 4 月罗望子正处在落叶期, 单株叶面积相对较小, 所以蒸腾耗水量低; 而雨季蒸腾耗水量较高, 尤其是 6 月份, 此时期罗望子正处于大量抽发夏梢, 需要从土壤吸收大量水分和养分, 供其生长, 所以其蒸腾耗水量较高。气孔的蒸腾作用促使根从土壤中吸取水和营养物, 是乔木植物营养吸收的主要因素, 树木蒸腾作用的强弱会直接影响到干物质的积累; 刘增文等认为蒸腾作用与光合产量有较大的相关性^[16], 罗望子也表现出了这一特性, 并通过对自身生长的节律变化适应了干热河谷的干旱气候环境。

3 讨 论

植物生物量和根系的水分密切相关, 在干旱和半干旱地区, 水分是生物量形成的主要限制因子, 植物根冠比与干旱程度和温度有关^[17-18], 罗望子生长在干旱的环境, 其根系发达, 有利于吸收更多的水分满足其水分生理需要。罗望子抗旱机理的关键是其自身水分代谢节律的调节作用, 因为参与各种代谢作用的水分是植物体内的自由水, 植物体内的束缚水不参与代谢作用^[19], 处于干旱环境下, 罗望子体内束缚水含量提高, 使植物代谢强度降低, 利于植物度过干旱的环境。植物缺水程度的另一个生理指标是植物体内的脯氨酸含量。植物受到干旱胁迫时, 脯氨酸含量大幅度提高对植物具有保护作用^[8, 19-21], 罗望子体

内的脯氨酸含量符合此规律,在其他抗旱保墒措施配合下顺利度过旱季,在雨养条件下存活、生长,但是果实的产量和品质受到影响,为了使罗望子高产、优质,必须采取补灌措施。根据罗望子的缺水参数进行初步分析,补灌时间应早于植物最缺水时间,即 1~2 月份为第 1 次补灌时间,补灌关键期应在土壤干旱前进行,以保证罗望子不因土壤干旱而导致植物组织严重缺水,从而停止生长代谢,造成果实产量下降,品质降低。

光合作用是树木的重要生理生态学特性之一,是植物生长发育的基础,也是植物长势优劣的决定性因素,同时还是植物对环境条件变化十分敏感的生理过程^[22]。光合作用是构成生产力的最主要因素,植物叶片光合性能与其生产能力呈正相关。笔者探讨罗望子生长期的光合作用与环境间关系,揭示其基本生理生态学特征、规律和生态适应性,探明了罗望子(18 年生)在干热河谷进行雨养种植能够完成其生理周期,但由于干热条件的抑制,使其产量潜力不能得以充分发挥。为了发挥罗望子的最大生产潜力,应该解决浇灌条件。

参考文献:

- [1] 钟祥浩. 干热河谷区生态系统退化及恢复与重建途径[J]. 长江流域与环境, 2000, 9(3): 181-182.
- [2] 何毓蓉, 徐建忠, 黄成敏. 金沙江干热河谷区变性土的特征及系统分类[J]. 土壤学报, 1995, 32(增刊): 101-102.
- [3] 纪中华, 黄兴奇. 干热河谷生态恢复研究[M]. 昆明: 云南科技出版社, 2009: 128-149.
- [4] 湖南农学院. 植物生理学[M]. 海口: 海南出版社, 1992.
- [5] 耿浩林, 王玉辉, 王风玉, 等. 恢复状态下羊草草原植被根冠比动态及影响因子[J]. 生态学报, 2008, 28(10): 4629-4633.
- [6] CEIGER D R, SERVAITES J C. Carbon Allocation and Response to Stress[M]//MOONEY H A, WINNER W E, PELL E J. Response of plants to multiple stresses. CA: Academic Press, San Diego, 1991: 103-127.
- [7] SHARMA B R, CHANDHARY T N. Wheat root growth, grain yield and water uptake as influenced by water regime and depth of nitrogen placement in a sand soil[J]. Agriculture water Management, 1983(6): 365-373.
- [8] 汤章城. 逆境条件下植物脯氨酸的积累及其可能的意义[J]. 植物生理学通讯, 1984(1): 15-21.
- [9] 蒋明义, 杨文英, 徐江, 等. 渗透胁迫下水稻幼苗中叶绿素降解的活性氧损伤作用[J]. 植物学报, 1994, 36(4): 289-295.
- [10] 梁淑英, 胡海波, 夏尚光, 等. 枫杨、悬铃木和女贞光合特性的比较[J]. 南京林业大学学报: 自然科学版, 2008, 32(2): 135-138.
- [11] 许大全. 光合作用气孔限制分析中的一些问题[J]. 植物生理学通讯, 1997, 33(4): 241-244.
- [12] 马焕成, 吴延熊, MCCONCHIE J A. 元谋干热河谷几种外来树种在旱季的光合特点[J]. 浙江林学院学报, 2001, 18(1): 46-49.
- [13] 李晓清, 高捍东, 曹小军, 等. 金沙江干热河谷希蒙得木的光合特性[J]. 浙江林学院学报, 2007, 24(3): 302-307.
- [14] 陈一邨, 刘康. 渭北高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(9): 108-112.
- [15] 雷泽湘, 林鹏. 秋茄蒸腾作用日变化及其与生态因子的相关分析[J]. 湖北农学院学报, 1998, 18(3): 204-208.
- [16] 刘增文, 王佑民. 渭北高原油橙人工林蒸腾耗水量及林地土壤水分特征的研究[M]//王佑民. 黄土高原沟壑区综合治理及其效益研究. 西安: 陕西科学技术出版社, 1990: 89-96.
- [17] COUPLAND R T. Grassland Ecosystems of the World: Analysis of Grassland and Their Uses[M]. Cambridge: Cambridge University press, 1979: 62.
- [18] 杨万勤. 土壤生态退化与生物修复的生态适应性研究——以金沙江干热河谷为例[D]. 重庆: 西南农业大学, 2001.
- [19] 潘瑞炽, 董思得. 植物生理学[M]. 北京: 高等教育出版社, 1979.
- [20] SMIRONFF N, CUMBES Q J. Hydroxyl radical scavenging activity of compatible solutes[J]. Phytochem, 1989, 28: 1057-1060.
- [21] SOLOMON A, BEER S, WAISEL Y, et al. Effects of NaCl on the carboxylating activity of rubisco from *Tamarix jordanis* in the presence and absence of proline-related compatible solutes [J]. Physiol Plant, 1994, 90: 198-204.
- [22] 严俊鑫, 刘晓东, 张晓娇, 等. 6 种丁香的光合特性[J]. 东北林业大学学报, 2008, 36(7): 23-24.

Adapting Mechanism of *Tamarindus indica* under Dry-hot Environment

JI Zhong-hua , PAN Zhi-xian , QIAN Kun-jian , YANG Yan-xian , FANG Hai-dong , LI Jian-zeng

(Institute of Tropical Eco - Agricultural Sciences , Yunnan Academy of Agricultural Sciences , Yuanmou 651300 , China)

Abstract: In the report , to explore the drought-adaptation mechanism of *T. indica* , the root growth , water content and proline content in plant tissues , photosynthetic characteristic and transpiration characteristic were analyzed. The results showed that it is under arid environment that the roots of *T. indica* were greatly proliferated , and which were beneficial for absorbing water from soil to meet the request of physiological water; the bund water content in plant tissue was higher than free water content , which would result in slow hydraulic metabolism which should be helpful to adapt to arid environment; the proline content in plant tissue increased during dry season , and which could facilitate cell water retaining and prevent dehydration; to adapt dry environment , *T. indica* regulated the photosynthetic rate and transpiration rate by adjusting stomata conductance. However , all these adaptive characters would limit their productivity potential.

Key words: *Tamarindus indica* L. ; dry-hot environments; applicability; mechanism

(上接第 309 页)

Seasonal Variation of Major Fouling Organisms of *Pteria penguin* (Röding) and Its Effects on the Growth Performance of the Shell

CHENG Zan , WANG Mei-fang , WAN Zheng-ping , YU Xiang-yong

(Fisheries College , Guangdong Ocean University , Zhanjiang 524025 , China)

Abstract: The species , biomass , infection rate , infection position of biofouling at *Pteria penguin* and its effect on their growth performances were analyzed at different seasons. The results showed that ① the species and the biomass of fouling organisms on the *Pteria penguin* varied with seasons significantly , which were significantly higher in summer and autumn than that in spring and winter (that in summer was the highest) ($P < 0.05$) ; the common dominant species of biofouling in summer and autumn were sponge (phylum porifera) , polydora , hydroides , serpula , balanus and sea squirt , however , they were horny coral , balanus and bugula in spring , they were sea squirt , balanus and bugula in winter; in winter , the attachment situation of wild *Pteria penguin* were similar to that of cultured *Pteria penguin* , however , the parasitic load of polydora , hydroides and serpula in wild *Pteria penguin* were significantly lower than that in cultured *Pteria penguin*. ② the cultured *Pteria penguin* were infected by polychaete parasitosis in all seasons , and the infection rates of spring , summer , autumn and winter were 11.76% , 36.51% , 27.58% , 19.56% , respectively; in winter , the infection rate of cultured *Pteria penguin* was higher than that of wild *Pteria penguin*; the infection rates of surface shell were higher than that of the inner shell as well as both surface and inner shell in all seasons; in spring and winter , the infection rates of the inner shell were higher than that of both surface and inner shell , while in summer and autumn the results were opposite. ③ the growth performances of healthy *Pteria penguin* were higher than that of the infected one , especially in summer , the difference was significant.

Key words: *Pteria penguin* (Röding) ; fouling organisms; cultured population; wild population; seasonal variation