

干旱胁迫对木兰科 5 树种生理生化指标的影响

何开跃¹, 李晓储^{2,①}, 黄利斌², 张永兵¹, 胡晓健¹

(1. 南京林业大学森林资源与环境学院, 江苏 南京 210037; 2. 江苏省林业科学研究院, 江苏 南京 211153)

摘要 对乐昌含笑(*Michelia chapensis* Dandy)、金叶含笑(*M. foreolate* Merr. ex Dandy)、阔瓣含笑(*M. platyeta* Hand.-Mazz.)、观光木(*Tsoongiodendron odorum* Chun)和红花木莲(*Manglietia insigis* (Wall.) Blume)进行 28 d 干旱胁迫处理, 测定了丙二醛(MDA)和可溶性糖含量;对除乐昌含笑以外的 4 个树种进行了 7 种脂肪酸成分即肉豆蔻酸、棕榈酸、棕榈油酸、硬脂酸、油酸、亚油酸、 α -亚麻酸的测定。结果表明,干旱胁迫时 MDA 和可溶性糖含量均升高。在 4 个树种的处理组和对照组中,饱和脂肪酸比例高于不饱和脂肪酸;在干旱胁迫时,饱和脂肪酸比例升高,不饱和脂肪酸比例下降。综合各生理指标变化与田间观察结果,上述 5 树种按抗旱能力强弱依次排序为:阔瓣含笑、乐昌含笑、观光木、金叶含笑和红花木莲。

关键词: 木兰科;干旱胁迫;丙二醛;可溶性糖;脂肪酸

中图分类号: S718.43; Q945.78 **文献标识码:** A **文章编号:** 1004-0978(2004)04-0020-04

Effects of drought stress on physiological and biochemical indices in five tree species of Magnoliaceae

HE Kai-yue¹, LI Xiao-chu^{2,①}, HUANG Li-bin², ZHANG Yong-bing¹, HU Xiao-jian¹ (1. College of Forest Resources and Environment, Nanjing Forestry University, Nanjing 210037, China; 2. Jiangsu Academy of Forestry, Nanjing 211153, China), *J. Plant Resour. & Environ.* 2004, 13(4): 20-23

Abstract: The *Michelia chapensis* Dandy, *M. foreolate* Merr. ex Dandy, *M. platyeta* Hand.-Mazz., *Tsoongiodendron odorum* Chun and *Manglietia insigis* (Wall.) Blume of Magnoliaceae were treated by drought stress for 28 d. The contents of MDA and soluble sugar, and seven kinds of fatty acid components in leaves were tested. The components of fatty acids were myristic acid, palmitic acid, palmitoleic acid, stearic acid, oleic acid, linolic acid and α -linolenic acid. The results showed that the contents of MDA and soluble sugar of five tree species increased under drought stress. The proportion of unsaturated fatty acids were higher than that of saturated fatty acids in both control and treatment groups. Comparing with control group, the proportion of saturated fatty acids increased and that of unsaturated fatty acids decreased under drought stress. According to the physiological indices of plants and results of field experiments, it can be concluded that the order from high to low of their drought resistance is *Michelia platyeta*, *M. chapensis*, *M. foreolate*, *Tsoongiodendron odorum* and *Manglietia insigis*.

Key words: Magnoliaceae; drought stress; MDA; soluble sugar; fatty acid

植物经常遭受干旱胁迫的危害,全世界干旱、半干旱地区的面积占总面积的 43%,而中国更为严重,约占 51.9%,因而研究植物的抗旱性尤为重要。木兰科(Magnoliaceae)树种是中国南方重要庭园绿化、生态景观树种,也是珍贵的用材树种和优良的药用树种。木兰科常绿树种的生物学特性,已有多方面报道^[1-3],但有关其抗旱性能的研究尚不多见。

逆境下植物体内的渗透调节物质如可溶性糖和伤害物质如 MDA 含量会发生改变,同时膜脂脂肪酸组分也会变化^[4-13]。因而,测定逆境中植物的这些指标的变化可以更深入地了解植物的抗性。

本研究选择木兰科乐昌含笑(*Michelia chapensis*

Dandy)、金叶含笑(*M. foreolate* Merr. ex Dandy)、阔瓣含笑(*M. platyeta* Hand.-Mazz.)、观光木(*Tsoongiodendron odorum* Chun)和红花木莲(*Manglietia insigis* (Wall.) Blume)5 个树种,通过测定干旱胁迫过程中可溶性糖和 MDA 的含量,观察其抗旱性能的差异,同时测定了其中 4 个树种在干旱

收稿日期: 2004-07-04

基金项目: 国家林业局林业科学研究资助项目“城镇绿化乔木树种及生态功能树种区试”(2002-17A)和江苏省农业三项工程资助项目“耐寒常绿阔叶树选育”(SX(2003)077)

作者简介: 何开跃(1959-),女,重庆人,博士,副教授,主要从事植物生理学与生物化学的研究。

① 通讯作者

胁迫时的饱和与不饱和脂肪酸成分的组成,找出脂肪酸成分在干旱胁迫时发生变化的规律,以期为扩大木兰科植物的引种及城市生态绿化优良观赏树种的选择提供科学依据。

1 材料和方法

1.1 实验材料

实验材料为金叶含笑(*Michelia foreolate* Merr. ex Dandy)、阔瓣含笑(*M. platyeta* Hand.-Mazz.)、乐昌含笑(*M. chapensis* Dandy)、观光木(*Tsoongiodendron odorum* Chun)和红花木莲(*Manglietia insigis* (Wall.) Blume)的1年生盆栽苗,由江苏省林业科学研究院提供。

1.2 实验设计

实验于2004年4月1日开始在南京林业大学进行,每树种20株苗,各树种随机分为对照与处理组,每组10株,每处理均设3个重复。

对照(CK):正常养护,使土壤含水量维持在田间最大持水量的50%~60%。

处理(T):处理前管理与对照相同,从处理开始停止浇水,使土壤自然干旱,其他环境条件与对照组相同。采样时间为4月15日、4月22日和4月29日。实验在南京林业大学树木园温室内进行。

1.3 实验方法

土壤含水量测定按文献[14]方法进行;丙二醛(MDA)含量和可溶性糖含量按文献[15]方法进行测定;脂肪酸成分测定按文献[16]方法进行。

对实验结果分别进行统计学处理,5个树种MDA和可溶性糖含量在对照与处理组间进行团体比较 t -检验。

2 结果和分析

2.1 干旱胁迫下土壤含水量的变化

干旱胁迫下土壤含水量显著下降,且随干旱处理时间的延长,植物可吸收的水分越来越少。在本实验中,土壤含水量变化情况如图1。

2.2 干旱胁迫下各树种的伤害症状

在干旱处理的不同时期,各树种的田间生长状况不同。干旱初期苗木外观无明显变化,随着干旱时间延长,各苗木均出现伤害状况。4月15日(土

壤含水量为14.07%)以后,幼叶开始失水,顶尖部幼叶萎蔫变黑;随后,新叶、芽出现失水症状但仍保持绿色;随着干旱延续,叶片均失水失色,有的苗木上部变黑,最后直至枯死。

观测结果表明:4月1日至4月15日,5种苗木均无伤害表现。4月15日后阔瓣含笑无伤害表现,金叶含笑、乐昌含笑和红花木莲受到轻度伤害,观光木受到中度伤害。在4月22日(土壤含水量为7.60%)5树种均呈现重度伤害症状。在4月29日(土壤含水量为3.78%)5树种均枯萎近死亡。从外观表现来看,阔瓣含笑抗旱性最强,红花木莲抗旱性最弱。

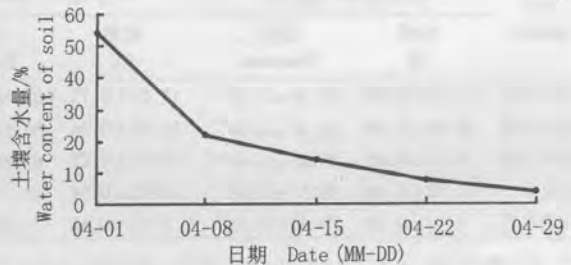


图1 不同采样时间的土壤含水量
Fig 1. Water content of soil in different times

2.3 干旱胁迫对各树种MDA和可溶性糖含量的影响

干旱胁迫下木兰科5树种MDA和可溶性糖含量变化见表1。可以看出,干旱胁迫下,各树种MDA含量呈增长趋势,干旱后期MDA含量明显较干旱前期又有所增长,但增幅减慢。植物MDA含量增幅越小,抗旱性越强,反之,MDA含量增幅越大,抗旱性越弱。从表1可看出,MDA含量增加率由小到大依次排序为:阔瓣含笑、观光木、乐昌含笑、红花木莲和金叶含笑。由此推测5个树种的抗旱性大小依次排序为:阔瓣含笑、观光木、乐昌含笑、红花木莲和金叶含笑。 t 检验表明,对照与处理组间差异极显著。

从表1还可看出,随干旱胁迫程度的增加,各树种可溶性糖含量也随之增加。4月15日可溶性糖含量增长情况从高至低排序为:观光木、金叶含笑、阔瓣含笑、红花木莲和乐昌含笑;而到4月29日,各树种可溶性糖含量增长情况发生较大变化,5个树种增长大小依次排序为:阔瓣含笑、观光木、红花木莲、乐昌含笑和金叶含笑。 t 检验表明,对照与处理组间差异显著。

2.4 干旱胁迫下各树种脂肪酸含量变化

选择阔瓣含笑、观光木、红花木莲和金叶含笑4树种,在4月29日,测定了干旱胁迫处理组(土壤含水量3.78%)和对照组(土壤含水量54.31%)叶片的各脂肪酸成分含量,结果见表2。

从表2可看出,叶片中不饱和脂肪酸比例总体高于饱和脂肪酸;在干旱胁迫下,饱和脂肪酸比例升高,而不饱和脂肪酸比例降低,因而不饱和脂肪酸

与饱和脂肪酸比值降低;饱和脂肪酸比例升高的幅度在4树种间差距较大。红花木莲处理组多聚不饱和脂肪酸高于对照组,而其余植物则低于对照组。观光木处理组不饱和脂肪酸指数(IUFA)低于对照组,其余树种则高于对照组。从多聚不饱和脂肪酸和IUFA在植物中的变化情况尚不能看出其与抗旱性间的关系,但饱和脂肪酸比例在干旱胁迫的植株中有所升高,有利于植物的抗旱。

表1 干旱胁迫下木兰科5树种MDA和可溶性糖含量的变化¹⁾
Table 1 Changes in contents of MDA and soluble sugar in five tree species of Magnoliaceae under drought stress¹⁾

树种 Tree species	MDA含量/ $\text{mmol}\cdot\text{g}^{-1}$ Content of MDA				可溶性糖含量/ $\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$ Content of soluble sugar			
	4月22日 April 22		4月29日 April 29		4月15日 April 15		4月29日 April 29	
	对照 CK	处理 Treatment	对照 CK	处理 Treatment	对照 CK	处理 Treatment	对照 CK	处理 Treatment
金叶含笑	11.88±0.45	92.59±0.58**	11.14±0.72	102.98±2.08**	6.01±0.29	10.28±0.29**	6.04±10.62	10.62±0.35**
阔瓣含笑	16.60±1.30	42.41±6.74*	18.06±0.36	50.53±0.70**	5.97±0.25	9.78±1.84	5.53±0.29	15.52±2.61*
乐昌含笑	9.77±0.45	49.85±8.41**	12.14±0.23	69.88±6.08**	8.23±0.18	10.95±1.59	7.64±0.52	14.39±0.97**
观光木	10.12±0.88	51.57±7.61**	11.03±0.54	53.27±1.31**	5.86±0.97	18.93±0.41**	8.38±0.19	22.73±1.35**
红花木莲	4.14±0.24	29.45±6.42*	4.59±0.13	30.46±3.88**	10.91±0.42	17.11±0.10**	9.92±0.27	19.52±0.45**

¹⁾ *: $P < 0.05$; **: $P < 0.01$; 金叶含笑: *Michelia foreolate* Merr. ex Dandy; 阔瓣含笑 *M. platyeta* Hand.-Mazz.; 乐昌含笑: *M. chapensis* Dandy; 观光木: *Tsoongiodendron odorum* Chun; 红花木莲: *Manglietia insignis* (Wall.) Blume; 4月15日、4月22日、4月29日和对照的土壤含水量分别为14.07%、7.60%、3.78%和54.31% The water contents of soil in April 15, April 22, April 29 and CK were 14.07%, 7.60%, 3.78% and 54.31% respectively.

表2 干旱胁迫下木兰科4树种脂肪酸组成的变化¹⁾
Table 2 Changes in composition of fatty acids in four tree species of Magnoliaceae under drought stress¹⁾

树种 Tree species	处理 Treatment	脂肪酸相对含量/% Relative content of fatty acid										UF/SF	∑PUFA	IUFA
		MA	PA	PO	SA	OA	LA	LE	QT	SF	UF			
MP	CK	0.82	18.58	0.00	3.61	8.96	18.06	20.80	29.13	23.02	76.97	3.34	38.86	136.73
	T	1.69	18.51	0.00	4.37	4.23	16.27	17.85	37.04	24.58	75.41	3.06	34.13	164.45
MI	CK	0.00	9.23	0.00	0.00	2.15	6.49	12.30	69.81	9.23	90.76	9.83	18.79	121.85
	T	0.43	24.31	0.46	2.72	6.71	14.28	17.42	33.62	27.47	72.52	2.64	31.71	155.28
TO	CK	0.00	11.51	0.00	1.48	3.43	11.20	23.58	48.77	13.00	86.95	6.69	34.79	145.38
	T	2.85	30.77	0.00	3.94	3.89	8.55	4.44	45.53	37.57	62.42	1.66	12.99	125.39
MF	CK	0.00	13.43	0.00	0.00	4.67	9.61	25.52	46.75	13.43	86.56	6.44	35.13	146.76
	T	1.54	21.19	0.00	2.19	4.50	4.86	5.02	60.66	24.93	75.06	3.01	9.89	150.65

¹⁾ MP: 阔瓣含笑 *Michelia platyeta* Hand.-Mazz.; MI: 红花木莲 *Manglietia insignis* (Wall.) Blume; TO: 观光木 *Tsoongiodendron odorum* Chun; MF: 金叶含笑 *Michelia foreolate* Merr. ex Dandy; MA: 肉豆蔻酸 myristic acid (14:0); PA: 棕榈酸 palmitic acid (16:0); PO: 棕榈油酸 palmitoleic acid (16:1); SA: 硬脂酸 stearic acid (18:0); OA: 油酸 oleic acid (18:1); LA: 亚油酸 linolic acid (18:2); LE: α -亚麻酸 α -linolenic acid; QT: 其他 the other; SF: 饱和脂肪酸 saturated fatty acid; UF: 不饱和脂肪酸 unsaturated fatty acid; ∑PUFA: 多聚不饱和脂肪酸 polyunsaturated fatty acid; IUFA: 不饱和脂肪酸指数 index of unsaturated fatty acid; CK: 对照组 control; T: 处理组 treatment; 对照组和处理组土壤含水量分别为54.31%和3.78% The water contents of soil in the control and treatment groups were 54.31% and 3.78% respectively.

3 讨 论

丙二醛(MDA)作为膜脂过氧化的重要产物,其含量与质膜相对透性具有相关性,是植物受伤害程度的指标之一,一般来说,MDA含量越高,表示植株

受伤害程度越大。从本实验可以看出,5树种在干旱处理后其叶片中MDA含量与对照之间差异达显著水平,其含量随着干旱程度的加剧而升高。在干旱初期增长较快,随着干旱时间延长,其上升缓慢。不同植物在正常情况下MDA含量就存在差异,所以将MDA作为干旱胁迫下植株伤害的指标之一有一定的

局限性,需要通过观察其在逆境中的增长幅度和速度来综合评价植物的抗旱性。

可溶性糖是生物体内重要成分之一,是生物体中的重要能源和碳源,糖可以降低水势,提高植物吸水 and 保水能力^[4]。可溶性糖含量还与植株在逆境胁迫下渗透调节有关,有利于增强抗逆性^[15]。从本实验可以看出可溶性糖含量随着干旱的加剧而随之上升。

植物的脂肪酸组分在逆境下会发生改变^[17]。有研究表明^[18],干旱条件下小麦幼苗根膜脂总脂肪酸的含量、磷脂含量及总脂肪酸双链指数均下降。在果园土壤干旱和水胁迫时^[8],果树叶片细胞膜脂组分迅速发生变化,饱和脂肪酸含量增加,不饱和脂肪酸含量下降,IUFA下降,本研究结果与此结果一致,即在干旱胁迫时,饱和脂肪酸所占比例升高,不饱和脂肪酸比例下降。不饱和脂肪酸含量的降低可以减少不饱和脂肪酸的过氧化作用,减弱因膜脂过氧化作用引起的对细胞膜系统的伤害。膜脂脂肪酸不饱和程度下降,必然导致细胞膜流动性降低,可以减少生物膜对一些小分子物质的透性,因而植株就可以通过减少细胞内物质的外渗来维持细胞的膨压与吸水,并在一定程度上维持生长。在膜脂脂肪酸中,饱和脂肪酸在植物抗性中所起的作用还有待进一步研究。干旱条件下植物膜脂脂肪酸组分的改变与寒冷条件下的变化不同,这也许是植物抗旱的机制之一。

综合田间观察与抗性指标的测定结果,5个树种抗旱性按强弱依次排序为:阔瓣含笑、乐昌含笑、观光木、金叶含笑和红花木莲。

参考文献:

[1] 凌华,孙晓萍,俞仲裕,等.从生态园林谈含笑属树种的应用前景[J].浙江林学院学报,2001,18(3):262-266.

- [2] 曹基武,唐文东,许允泽,等.金叶含笑的林学特性及选林技术的研究[J].林业科技通讯,2001(6):14-16.
- [3] 李晓储,黄利斌,施士争,等.深山含笑和乐昌含笑的引种栽培技术[J].江苏林业科技,2001,28(3):37-41.
- [4] Dure L. Plant responses to cellular dehydration during environment stress[J]. Plant Physiology, 1993,103(10): 91-93.
- [5] Van Oosterom E J, Acevedo E. Adaptation of barley to harsh Mediterranean environment[J]. Phytica, 1992,62: 1-14.
- [6] Regan K L. Evaluation of chemical desiccation as a selection technique for drought resistance in dryland wheat breeding program[J]. Agric Res, 1993,44: 1683-1691.
- [7] Wan C G, Xu W W, Ronld E, et al. Hydraulic lift in drought tolerance and susceptible maize hybrids[J]. Plant and Soil, 2000, 219: 117-126.
- [8] 卜庆雁,周晏起.果树抗旱性研究进展[J].北方果树,2001(6): 1-3.
- [9] 倪郁,李唯.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.
- [10] 姚允聪,张大鹏,王有年,等. JM提高苹果幼树抗旱性研究初报[J].园艺学报,1999,26(5):333-334.
- [11] 程林海,阎继海,张原根,等.水分胁迫条件下谷子抗旱生理特性的研究[J].植物学通报,1996,13(3):56-58.
- [12] 赵言文,丁艳锋,陈留根,等.水稻旱育秧苗抗旱生理特性研究[J].中国农业科学,2001,34(3):283-291.
- [13] 王乃江,赵忠.三种杏抗旱生理特性比较研究[J].西北林学院学报,2001,16(1):1-4.
- [14] GB 7835-87.森林土壤水分物理性质的测定[S].1988.
- [15] 中国科学院上海植物生理研究所.现代植物生理学试验指南[M].北京:科学出版社,1999.
- [16] Choi S Y, Ryu D D W, Rhee J S. Production of microbial lipid: effects of growth rate and oxygen on lipid synthesis and fatty acid composition of *Rhodotorula gracilis* [J]. Biotechnol Bioeng, 1992, 24: 1165-1172.
- [17] 王明床,黄敏仁,倪卫汀,等.杨树杂种膜脂脂肪酸组分与抗寒的关系[J].南京林学院学报,1984(4):29-34.
- [18] 许长成,樊继萍,邹琪,等.干旱条件下冬小麦幼苗根细胞膜脂组成的变化[J].植物学通报,1996,13(2):21-24.