油菜素内酯对沙棘和紫穗槐苗木水分生理的效应

韩 刚[a],孙 楠[b],李凯荣[c]
(西北农林科技大学 a. 林学院,b. 科研处,c. 资源环境学院,陕西 杨凌 712100)

[摘 要] 为了探讨油菜素内酯对林木抗旱水分生理特性的影响,采用盆栽试验,在控水条件下用蘸根和叶面喷施不同质量浓度油菜素内酯的方法,对黄土丘陵区主要造林树种沙棘和紫穗槐苗木的水分状况进行了测定和分析。结果表明,在重度干旱(土壤含水量 7 %～8 %)条件下,0.1～0.4 mg/L 油菜素内酯处理的沙棘苗清晨叶水势均显著高于对照(清水处理);0.2～0.4 mg/L 油菜素内酯处理的沙棘苗叶片含水量、相对含水量较对照显著提高,而水分饱和亏较对照显著降低。在轻度干旱(土壤含水量 12 %～13 %)和重度干旱条件下,0.1～0.4 mg/L 油菜素内酯处理的紫穗槐苗清晨叶水势均显著高于对照;在适宜水分(土壤含水量 17 %～18 %)和重度干旱条件下,0.1 mg/L 油菜素内酯处理的紫穗槐苗叶片含水量较对照显著升高;在重度干旱条件下,0.2～0.4 mg/L 油菜素内酯处理的紫穗槐苗叶片含水量、相对含水量较对照显著提高。在适宜水分、轻度干旱及重度干旱条件下,0.2 和 0.3 mg/L 油菜素内酯处理的沙棘和紫穗槐苗午间平均蒸腾速率均较对照显著降低。在重度干旱条件下,0.1～0.4 mg/L 油菜素内酯处理的沙棘和紫穗槐苗在饱和含水量时的最大渗透势(ψ_{π}^{100})和膨压为 0 时的渗透势(ψ_{π}^{0})均较对照显著降低;ψ_{π}^{100} 和 ψ_{π}^{0} 的差值仅用 0.1 和 0.2 mg/L 油菜素内酯处理的紫穗槐苗较对照显著降低;膨压为 0 时的相对含水量(RWC^{0})和渗透水含量($ROWC^{0}$)仅用 0.2 mg/L 油菜素内酯处理的紫穗槐苗显著降低。以上结果表明,0.1～0.4 mg/L 油菜素内酯处理改善了干旱胁迫下沙棘和紫穗槐苗木的缺水状况,提高了两种苗木的抗旱能力。

[关键词] 油菜素内酯;沙棘;紫穗槐;水分生理
[中图分类号] S718.43;S793.01 [文献标识码] A [文章编号] 1671-9387(2007)11-0095-06

Effect of brassonolide on water physiology of Hippophae rhamnoides L. and Amorpha fruticosa L.

HAN Gang[a],SUN Nan[b],Li Kai-rong[c]
(a. College of Forestry, b. Division of Sci-Res, c. College of Resources and Enviroment, Northwest A & F University, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract: In order to discuss effects of brassinolide on drought-resistant water physiology of tree, the water status of *Hippophae rhamnoides* L. and *Amorpha fruticosa* L. seedlings were measurated and analyzed by controlling soil water and dipping roots and spraying leaves of two species seedlings with different concentrations of brassinolide under potted condition. The results showed after 0.1 - 0.4 mg/L brassinolide treatments the leaf water potentials in early morning of *Hippophae rhamnoides* L. seedlings were under severe drought (soil moisture 7 % - 8 %) and *Amorpha fruticosa* L. under light drought (soil moisture 12 % - 13 %), and severe drought were higher than untreated ones significantly. For *Hippophae rhamnoides* L. seedlings with 0.2 - 0.4 mg/L brassinolide treatments, the leaf water content and relative water content were increased under severe drought and water saturated deficiency was decreased remarkably. For

*[收稿日期] 2006-10-11
[基金项目] 中国科学院"百人计划"项目(2004109);黄土高原土壤侵蚀与旱地农业国家重点实验室基金项目(10501-163);陕西省自然科学基金项目(2006C123)
[作者简介] 韩 刚(1972 -),男,陕西三原人,助理研究员,在读博士,主要从事旱区森林培育研究。
[通讯作者] 李凯荣(1955 -),男,陕西扶风人,教授,主要从事林(果)业生态工程与水土保持研究。E-mail:zxphg@nwsuaf.edu.cn

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

Amorpha fruticosa L. seedlings with 0.1 mg/L brassinolide treatment the leaf water content was significantly increased under adequate soil water (soil moisture 17% - 18%) and severe drought compared with untreated one and the relative water content was increased and water saturated deficiency was decreased significatly when treated with 0.2 - 0.4 mg/L brassinolide and under severe drought. Under adequate soil water, light and severe drought noontime mean transpiration rates of *Hippophae rhamnoides* L. and *Amorpha fruticosa* L. seedlings with 0.2 and 0.3 mg/L brassinolide treatments were significantly decreased compared with untreated one. Under severe drought the ψ_{π}^{100} and ψ_{π}^{0} of *Hippophae rhamnoides* L. and *Amorpha fruticosa* L. seedlings with 0.1 - 0.4 mg/L brassinolide treatments were significantly decreased compared with untreated one. Under severe drought the difference between ψ_{π}^{100} and ψ_{π}^{0} was decreased significantly only when *Amorpha fruticosa* L. seedlings was treated by 0.1 and 0.2 mg/L brassinolide. Under severe drought the RWC^{0} and $ROWC^{0}$ were significantly decreased only when *Amorpha fruticosa* L. seedlings was treated by 0.2 mg/L brassinolide. The lack of water in *Hippophae rhamnoides* L. and *Amorpha fruticosa* L. seedlings treated with 0.1 - 0.4 mg/L brassinolide was improved under drought stress. The treatment enhanced the drought resistance of two seedlings.

Key words: brassinolide; *Hippophae rhamnoides* L.; *Amorpha fruticosa* L.; water physiology

油菜素内酯类(Brassinosteroids,简称BRs)是迄今在植物界发现的惟一具有植物生长调节作用的甾醇类化合物,其对处于逆境条件下的植物具有显著的生理效应,能够增强植物根系的吸水性能,稳定膜系统的结构功能,维持较高的能量代谢,调节细胞内生长环境,促进正常的生理生化代谢,从而增强植物的抗逆性,所以BRs又被称为逆境条件下的缓冲剂[1]。干旱逆境下的许多研究显示,BRs能够通过改善植物体内的水分状况,来减轻或克服植物水分的胁迫。Sairam[2]研究发现,高油菜素内酯能增加干旱条件下生长小麦的相对含水量及叶绿素和可溶性蛋白质含量。李凯荣[3]应用不同浓度表油菜素内酯(epiBR)喷施光亮桉苗木发现,在水分胁迫下,10^{-8} mol/L表油菜素内酯能够提高苗木水势,减轻苗木的水分胁迫。将天然油菜素内酯(NBR)用于苹果、核桃和侧柏后发现[4-6],天然油菜素内酯处理在提高叶片含水量、相对含水量、临界饱和亏,降低自然饱和亏、需水程度和蒸腾强度等方面的作用非常明显。王乃江等[7]对大扁杏喷施天然芸苔素内酯,明显提高了大扁杏的光合速率和水分利用率,降低了蒸腾速率。但以上研究都是在植物处于自然条件下进行的,试验未设定土壤水分梯度。本研究以黄土丘陵区两个主要造林树种沙棘(*Hippophae rhamnoides* L.)和紫穗槐(*Amorpha fruticosa* L.)苗木为试验材料,用不同质量浓度的油菜素内酯溶液进行了蘸根和叶面喷施,采取盆栽控水模拟土壤干旱环境,控制土壤在适宜水分、轻度干旱和重度干旱3个水分条件下的水分梯度,并对苗木的水分状况进行了测定和分析,以期探讨油菜素内酯对两树种苗木抗旱性的影响,为干旱半干旱区抗旱造林中应用油菜素内酯提高造林成效提供科学依据。

1 材料与方法

盆栽试验设在西北农林科技大学林科院校区,该地属暖温带大陆性季风气候,海拔454.5 m,年均日照2 150 h,年均气温12.9 ℃,极端最高气温42 ℃,极端最低气温-19.4 ℃,≥10 ℃积温4 185 ℃,无霜期221 d,年均降雨量621.6 mm。

1.1 试验材料与处理

选用沙棘、紫穗槐2年生实生幼苗,沙棘平均株高、地径为57.1和0.5 cm,紫穗槐为59.3和0.7 cm。于03-24将苗木用质量浓度分别为0.1,0.2,0.3和0.4 mg/L的油菜素内酯溶液蘸根,以清水蘸根为对照,植入高27 cm,上口径35 cm、下口径22 cm的塑料桶中,桶中装土娄土12.50 kg,土壤平均含水量12.61%。每个树种每处理重复5次,每重复2株。之后,于苗木展叶期与蘸根处理对应,分别喷施相应质量浓度的油菜素内酯溶液及清水。

油菜素内酯(BR)用成都市朝阳生物激素研究所生产的0.1%油菜素内酯可溶性粉剂。配制时先用少量温水(50～60 ℃)稀释,再用清水配成所需质量浓度。溶液喷施时摇匀,喷于树冠,直到叶片滴水为止。

盆栽桶置于防雨塑料棚内,晴天揭开塑料膜正常照晒,雨天防雨。苗木栽植后充足浇水,使之正常萌芽成活。至5月底用称重法控制土壤含水量在适

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

宜水分(17 %～18 %) ,10 d 后测定各项指标 ,5～7 d 完成测定后使试验苗木自然失水至轻度干旱(12 %～13 %) ,维持 10 d 后重复以上测定 ,最后控制在重度干旱(7 %～8 %) ,重复以上过程。

1.2　测定指标及方法

1.2.1　清晨叶水势及水分状况参数的测定　采用压力室法[8-9]。清晨 5:00～6:00 ,于苗干中部用单面刀割取小枝 ,立即用万分之一天平称其鲜质量 ,然后快速放入压力室测定其清晨叶水势值。随即从压力室取出小枝 ,经饱和吸水后用于测定饱和含水量时的最大渗透势(ψ_{π}^{100})、膨压为 0 时的渗透势(ψ_{π}^{0})、膨压为 0 时的相对含水量(RWC^0)、膨压为 0 时的相对渗透水含量(ROWC^0)等水分状况参数。

1.2.2　叶片含水量、相对含水量及水分饱和亏的测定　用烘干称重法测定[8]。

1.2.3　蒸腾速率的测定　用英国 PP-system 公司生产的 TPS-1 便携式光合仪测定 ,从清晨 8:00 开始 ,傍晚 18:00 结束 ,每隔 2 h 测定苗木中部功能叶片。

以上各指标测定均重复 3 次。所有数据均应用 SPSS 统计分析软件处理。

2　结果与分析

2.1　油菜素内酯对沙棘和紫穗槐苗清晨叶水势的影响

水势(Water Potential)是植物水分状况的重要指标之一,它能直接反映植物的水分亏缺程度。当植物从白天进入夜间后 ,水势处于平稳恢复阶段 ,直到翌日清晨日出前后恢复到最高值 ,这时土壤 - 植物 - 大气系统水势变化在 1 d 内处于最稳定时期 ,此时最高水势称为清晨叶水势 ,反映了植物水分的恢复状况 ,可以判断植物水分的亏缺程度[10]。沙棘和紫穗槐苗木清晨叶水势的测定结果见表 1。

表 1　不同土壤水分条件下 BR 对沙棘和紫穗槐苗清晨叶水势的影响

Table 1　Effect of BR on the leaf water potential of *Hippophae rhamnoides* L. and *Amorpha fruticosa* L. seedlings in early morning under different soil moisture conditions　　MPa

BR 处理/ (mg ·L^{-1}) Treatment of BR	沙棘 *Hippophae rhamnoides* L.			紫穗槐 *Amorpha fruticosa* L.		
	土壤含水量/ % Soil water content			土壤含水量/ % Soil water content		
	17～18	12～13	7～8	17～18	12～13	7～8
0	- 0.61 a	- 0.61 a	- 2.16 a	- 0.67 a	- 0.34 a	- 0.64 a
0.1	- 0.63 a	- 0.62 a	- 1.59 b	- 0.44 a	- 0.24 b	- 0.51 b
0.2	- 0.66 a	- 0.69 a	- 1.45 b	- 0.44 a	- 0.17 c	- 0.45 b
0.3	- 0.66 a	- 0.68 a	- 1.43 b	- 0.43 a	- 0.25 b	- 0.52 b
0.4	- 0.64 a	- 0.67 a	- 1.26 b	- 0.43 a	- 0.23 bc	- 0.50 b

注:采用 SSR($P \leq 0.05$)检验 ,每列数据后不同小写字母表示差异显著。下表同。

Note: Different small letters in the each column indicate significant difference by SSR($P \leq 0.05$) test. The following tables are the same.

由表 1 可以看出 ,在适宜水分和轻度干旱条件下 ,不同质量浓度油菜素内酯处理的沙棘苗 ,清晨叶水势与对照差异不显著;在重度干旱条件下 ,不同质量浓度油菜素内酯处理的沙棘苗 ,清晨叶水势与对照差异显著 ,各处理分别较对照增加 26.39 %～41.67 %。在适宜水分条件下 ,不同质量浓度油菜素内酯处理的紫穗槐苗 ,清晨叶水势与对照之间无显著差异;轻度和重度干旱条件下 ,不同质量浓度油菜素内酯处理的紫穗槐苗 ,清晨叶水势均显著高于对照 ,其中轻度干旱时较对照增加 26.47 %～50.00 %,重度干旱时增加 18.75 %～29.69 %。从以上结果可以看出 ,油菜素内酯对苗木清晨叶水势的影响与苗木所处的水分条件密切相关 ,适宜水分条件下影响不大;在重度干旱条件下 ,油菜素内酯处理后 2 种苗木的清晨叶水势显著高于对照苗。

2.2　油菜素内酯对沙棘和紫穗槐苗叶片含水量、相对含水量和水分饱和亏的影响

在不同土壤水分条件下 ,植物叶片含水量的高低反映了其在水分胁迫下叶片保水能力的强弱。由表 2 可以看出 ,在适宜水分和轻度干旱条件下 ,不同质量浓度 BR 处理的沙棘苗叶片含水量与对照无显著差异;当达到重度干旱时 ,0.2 ,0.3 和 0.4 mg/L BR 处理的沙棘苗叶片含水量分别较对照提高了 5.72 %,5.83 %和 4.37 %,差异显著。在适宜水分条件下 ,仅 0.1 mg/L BR 处理的紫穗槐苗叶片含水量与对照差异显著 ,轻度干旱时均无显著差异 ,达重度干旱时仍是仅 0.1 mg/L BR 的处理较对照差异显著 ,紫穗槐苗叶片含水量较对照提高了 6.61 %。从以上结果可以看出 ,当达到重度干旱时 ,BR 处理对叶片含水量的增加效应较为明显。

植物组织的相对含水量、水分饱和亏是反映植

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

物水分状况、研究植物水分关系的重要指标,其反映了植物保水、吸水和抗脱水的能力,尤其是水分饱和亏受环境的影响较小,比较稳定,常被作为抗旱性指标用于鉴定植物抗旱能力的大小[11-12]。一般认为,植物抗旱性越强,则相对含水量、水分饱和亏值就越大。表2结果显示,在适宜水分和轻度干旱时,BR处理的沙棘和紫穗槐苗叶片相对含水量和水分饱和亏与对照均无显著差异;但重度干旱时,0.2,0.3和0.4 mg/L BR处理沙棘苗叶片相对含水量和水分饱和亏与对照之间差异显著,其中相对含水量最大增加了10.7%,水分饱和亏则降低了2.15%～15.47%;BR处理的紫穗槐苗叶片相对含水量和水分饱和亏与对照差异均达到显著水平,其中相对含水量最大增加了15.77%,水分饱和亏则降低了17.28%～41.13%。从以上结果可以看出,在两种苗木受到严重干旱胁迫时,BR处理表现出明显的一致性,与对照相比,叶片相对含水量增加,水分饱和亏则降低。

表2 不同土壤水分条件下BR对沙棘和紫穗槐苗叶片含水量、相对含水量和水分饱和亏的影响

Table 2 Effect of BR on the leaf water content, RWC and WSD of *Hippophae rhamnoides* L. and *Amorpha fruticosa* L. seedlings under different soil moisture conditions %

树种 Tree	BR处理/(mg·L⁻¹) Treatment	含水量 Water content			相对含水量 Relative water content			水分饱和亏 Water saturation deficiency		
		土壤含水量/% Soil water content			土壤含水量/% Soil water content			土壤含水量/% Soil water content		
		17～18	12～13	7～8	17～18	12～13	7～8	17～18	12～13	7～8
沙棘 *Hippophae rhamnoides* L.	0	69.75 a	69.01 a	56.78 a	63.22 a	67.54 a	30.78 a	36.78 a	32.46 a	69.22 b
	0.1	69.97 a	69.88 a	57.95 ab	65.93 a	68.31 a	32.24 a	34.07 a	31.69 a	67.76 b
	0.2	70.26 a	70.12 a	60.03 b	68.51 a	72.85 a	41.49 b	31.49 a	27.15 a	58.51 a
	0.3	70.88 a	70.42 a	60.09 b	66.70 a	69.99 a	40.51 b	33.30 a	30.01 a	59.49 a
	0.4	69.90 a	69.25 a	59.26 b	65.71 a	69.88 a	40.99 b	34.29 a	30.12 a	59.01 a
紫穗槐 *Amorpha fruticosa* L.	0	70.77 a	68.29 a	61.42 a	94.15 a	83.57 a	72.28 a	5.85 a	16.43 a	27.72 a
	0.1	74.88 b	71.31 a	65.48 b	96.26 a	85.96 a	83.68 c	3.74 a	14.04 a	16.32 c
	0.2	73.79 ab	70.05 a	64.51 ab	95.89 a	84.40 a	81.19 c	4.11 a	15.60 a	18.81 c
	0.3	72.69 ab	69.66 a	64.32 ab	95.58 a	84.34 a	81.16 c	4.42 a	15.66 a	18.84 c
	0.4	72.59 ab	69.95 a	61.08 a	95.12 a	84.05 a	77.07 b	4.88 a	15.95 a	22.93 b

2.3 油菜素内酯对沙棘和紫穗槐苗叶片蒸腾速率的影响

蒸腾作用较光合作用对水分胁迫的反应更为敏感,这是植物对干旱适应的一种反应,有利于保持体内水分,维持正常的生理功能。通过分析沙棘、紫穗槐苗蒸腾速率日变化的测定结果发现,在午间高温强光时段(12:00～14:00左右),BR处理对两种苗木蒸腾速率的影响较为显著,而这一时段前后与对照相比基本无显著差异,因此以12:00和14:00蒸腾速率平均值代表午间时段的平均蒸腾速率,结果见表3。从表3可以看出,在适宜水分和轻度干旱条件下,BR处理的沙棘苗午间平均蒸腾速率均较对照显著降低;而重度干旱时,仅0.2和0.3 mg/L BR处理较对照显著降低。在适宜水分条件下,各质量浓度BR处理均显著降低了紫穗槐苗的午间平均蒸腾速率;在轻度和重度干旱时,0.2和0.3 mg/L BR处理均显著降低了紫穗槐苗木的午间平均蒸腾速率。

表3 不同土壤水分条件下BR对沙棘和紫穗槐苗午间平均蒸腾速率的影响

Table 3 Effect of BR on noontime mean *Tr* of *Hippophae rhamnoides* L. and *Amorpha fruticosa* L. seedlings under different soil moisture conditions mmol/(m²·s)

BR处理/(mg·L⁻¹) Treatment	沙棘 *Hippophae rhamnoides* L.			紫穗槐 *Amorpha fruticosa* L.		
	土壤含水量/% Soil water content			土壤含水量/% Soil water content		
	17～18	12～13	7～8	17～18	12～13	7～8
0	19.435 0 c	10.673 3 c	4.273 3 c	8.930 0 c	4.190 0 c	3.080 0 c
0.1	15.506 7 b	8.806 7 ab	3.578 3 bc	6.423 3 a	3.845 0 bc	2.816 7 bc
0.2	13.340 0 a	8.211 7 a	2.633 3 a	5.746 7 a	2.981 7 a	2.163 3 a
0.3	15.565 0 b	9.415 0 b	2.991 7 ab	6.510 0 a	3.070 0 ab	2.525 0 ab
0.4	15.803 3 b	9.490 0 b	3.723 3 bc	8.021 7 b	3.901 7 bc	3.095 0 c

2.4 油菜素内酯对沙棘和紫穗槐苗水分状况参数的影响

PV技术的发明为进一步研究植物的水分关系开辟了新的途径[13]。借助PV曲线,可以得到植物许多重要的水分状况参数,这些参数被越来越多的研究者用来评价植物种的抗旱特性,或作为植物抗

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

旱良好的水分生理指标[14-22],如饱和含水量时的最大渗透势(ψ_{π}^{100})、膨压为 0 时的渗透势(ψ_{π}^{0})、膨压为 0 时的相对含水量(RWC^0),膨压为 0 时的相对渗透水含量(ROWC^0)等。

2.4.1　对 ψ_{π}^{100} 和 ψ_{π}^{0} 的影响。　ψ_{π}^{100} 和 ψ_{π}^{0} 是反映植物渗透调节能力的重要指标,ψ_{π}^{100} 反映了植物保持最大膨压的能力,其值越低表明植物饱和含水量时的细胞液浓度越大,则保持膨压的能力越强;而 ψ_{π}^{0} 的大小则说明树木处于最低膨压时的极限渗透势,反映了树木组织抗失水的能力。Tyree[23] 曾指出,植物耐旱特性表现在组织的细胞出现质壁分离时具有一个大的整体渗透势(ψ_{π}^{0}),其值越低表明树木维持膨压的能力越强,因此 ψ_{π}^{0} 被公认为是衡量植物抗旱性强弱的最佳指标之一。只有当渗透势在 ψ_{π}^{100} 和 ψ_{π}^{0} 变化范围内,树木才具有渗透调节能力,超出这一变化范围,树木的渗透调节功能消失,两值差值越大,渗透调节幅度越宽,调节能力就越强。由表 4 可知,在重度干旱条件下,0.1～0.4 mg/L BR 处理的沙棘和紫穗槐苗 ψ_{π}^{100} 值均较对照显著降低,沙棘降幅达 9.77 %～14.29 %,紫穗槐达 11.69 %～19.48 %;ψ_{π}^{0} 值较对照亦显著降低,其中沙棘降低达 12.26 %～14.19 %,紫穗槐达到 10.12 %～23.8 %。从 ψ_{π}^{100} 和 ψ_{π}^{0} 的差值来看,沙棘各处理差值与对照差异不显著;0.1 和 0.2 mg/L BR 处理的紫穗槐差值较对照显著增加。

表 4　重度干旱条件下 BR 对沙棘和紫穗槐苗主要水分状况参数的影响

Table 4　Effect of BR on main water parameters of *Hippophae rhamnoides* L. and *Amorpha fruticosa* L. seedlings under serious soil drought

树种 Tree	BR 处理/(mg·L^{-1}) Treatment	ψ_{π}^{100}/MPa	ψ_{π}^{0}/MPa	$\psi_{\pi}^{100}-\psi_{\pi}^{0}$/MPa	RWC^0/%	ROWC^0/%
沙棘 *Hippophae rhamnoides* L.	0	-1.33 a	-1.55 a	-0.22 a	89.37 a	86.01 a
	0.1	-1.46 b	-1.76 b	-0.30 a	86.23 a	83.20 a
	0.2	-1.52 b	-1.76 b	-0.24 a	90.10 a	86.58 a
	0.3	-1.47 b	-1.74 b	-0.27 a	88.15 a	84.56 a
	0.4	-1.47 b	-1.77 b	-0.30 a	86.58 a	83.05 a
紫穗槐 *Amorpha fruticosa* L.	0	-1.54 a	-1.68 a	-0.14 a	94.04 ab	91.62 ab
	0.1	-1.83 b	-2.08 c	-0.25 b	90.63 bc	87.99 bc
	0.2	-1.72 b	-2.03 c	-0.31 b	88.57 c	85.01 c
	0.3	-1.74 b	-1.85 b	-0.11 a	95.63 a	94.15 a
	0.4	-1.84 b	-1.92 b	-0.08 a	96.34 a	95.64 a

2.4.2　对 RWC^0 和 ROWC^0 的影响　膨压为 0 时植物组织细胞初始质壁分离,植物的许多正常生理过程遭到破坏,此时的相对含水量和渗透水含量越低,表明细胞在很低的含水量下才发生质壁分离,则组织细胞对脱水的忍耐能力就越强,植物的抗旱性越强。由表 4 可以看出,在重度干旱条件下,0.1～0.4 mg/L BR 处理的沙棘苗 RWC^0 和 ROWC^0 值与其对照均无显著差异;0.2 mg/L BR 处理的紫穗槐苗 RWC^0 和 ROWC^0 值均较对照显著降低,而其他处理与对照差异不显著,说明 0.2 mg/L BR 处理对紫穗槐苗 RWC^0 和 ROWC^0 值的影响较大。

3　结论与讨论

(1) 油菜素内酯对苗木和树木水势、含水量及水分饱和亏的影响在文献中多有报道。其中对光亮桉[3]是在停止供水后按胁迫天数进行研究,对苹果[4]、核桃[5]和大扁杏[7]的研究是在自然状态下,均未提及所处土壤水分条件,而对侧柏[6]仅探讨了 9 %土壤水分条件下的影响。因此,难以判断油菜素内酯对各树种的影响与其所处土壤水分之间的关系。本研究在设定的 3 个土壤水分等级下,通过对油菜素内酯处理的沙棘和紫穗槐苗研究发现,在适宜水分和轻度干旱时,油菜素内酯对两种苗木清晨叶水势、叶片含水量、相对含水量、水分饱和亏的影响基本不显著,但是在重度干旱时油菜素内酯对苗木内各指标具有明显的改善作用,使清晨叶水势升高,叶片含水量和相对含水量增加,水分饱和亏降低。由此可以看出,油菜素内酯在重度干旱的关键时期,增强了植物保水、吸水和抗脱水的能力,提高了沙棘和紫穗槐苗对严重干旱胁迫的抵抗能力。

(2) 本研究中油菜素内酯处理,对沙棘、紫穗槐苗蒸腾速率的降低表现为在午间较为显著。这与文献中对苹果[4]、核桃[5]、侧柏[6]和大扁杏[7]用油菜素内酯处理后的结果是一致的。因为午间高温高光时段,抗旱植物一般会缩小或关闭气孔,降低蒸腾,以抵御高温强光对植物的伤害,尤其在干旱胁迫下有效的调节气孔关闭,有利于防止植物体内有限水分的过度蒸发,从而维持正常的生理功能。用油菜素

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

内酯处理的沙棘和紫穗槐苗的蒸腾作用降低,反映了苗木调节自身水分损耗能力及适应干旱环境的能力得以增强。

(3)应用PV技术研究油菜素内酯对苗木重要水分状况参数的影响还未见报道。本研究发现,用0.1～0.4 mg/L油菜素内酯处理的沙棘和紫穗槐苗,在重度干旱条件下ψ_{π}^{100}和ψ_{π}^{0}值均较对照显著降低,反映了沙棘和紫穗槐处理苗保持最大膨压、抵抗失水的能力显著增强。同时,结合ψ_{π}^{100}和ψ_{π}^{0}的差值来看,重度干旱条件下紫穗槐在0.1和0.2 mg/L BR处理时,叶片渗透调节能力得到显著增强。在重度干旱条件下,0.1～0.4 mg/L BR处理沙棘苗的RWC^{0}和$ROWC^{0}$与对照均无显著差异,而紫穗槐苗在0.2 mg/L BR处理时较对照显著降低,增强了对脱水的忍耐能力,抗旱性提高。

(4)由于整个控水期跨度较大,在如此长的时间里,各测定指标不可避免的会受到两种苗木生长发育时期的影响。但是试验中设置清水处理为对照,将油菜素内酯处理与对照在相同时间点及胁迫程度下进行横向比较,从而尽可能地排除了苗木生长发育期的影响。

[参考文献]

[1] Maudava N B. Plant growth-promoting brassinosteroids[J]. Ann Rew Plant Physiol Plant Mop Biol,1988,39:23-52.

[2] Sairam R K. Effect of homobrassinolide application on plant metabolism and grain yield under irrigated and moisture stress conditions of two wheat varieties[J]. Plant Growth Regulation,1994,14:173-179.

[3] 李凯荣. 表油菜素内酯对光亮桉苗木水分胁迫的影响[J]. 西北林学院学报,1998,13(3):1-8.

[4] 李凯荣,吴发启,王 键. 天然油菜素内酯对黄土丘陵区苹果生长发育和产量的影响[J]. 水土保持学报,2003,17(3):174-177.

[5] 李凯荣,张胜利,李晓军. 天然油菜素内酯对核桃叶片水分和光合速率的影响[J]. 园艺学报,2003,30(6):715-718.

[6] 李凯荣,韩 刚,王红红. 天然油菜素内酯对侧柏苗木抗旱性的影响[J]. 西北林学院学报,2004,19(4):75-78.

[7] 王乃江,赵 忠,李 鹏,等. 天然芸苔素内酯对大扁杏光合作用和抗旱性的影响[J]. 水土保持研究,2000,7(1):89-91.

[8] 高俊凤. 植物生理学实验技术[M]. 西安:世界图书出版西安公司,1999.

[9] 陈由强,叶冰莹,朱锦懋. PV曲线技术比较三种木本植物的水分状况[J]. 福建师范大学学报:自然科学版,1999,15(4):71-75.

[10] 韩蕊莲,梁宗锁,邹厚远,等. 四个树种在干旱条件下的生理适应性初报[J]. 西北林学院学报,1991,6(4):23-28.

[11] 郭连生,田友亮. 八种针阔叶幼树清晨叶水势与土壤含水量关系及其抗旱性研究[J]. 生态学杂志,1992,11(2):4-7.

[12] 谢寅峰,沈惠娟,罗爱珍,等. 南方七个造林树种幼苗抗旱生理指标的比较[J]. 南京林业大学学报,1999,23(4):13-16.

[13] 王万里. 压力室(PRESSURE CHAMBER)在植物水分状况研究中的应用[J]. 植物生理学通讯,1984(3):52-57.

[14] Zine E A,Bernier M C,Bernier P Y,et al. Control of pressure-chamber and rehydration-time effects on pressure-volume determination of water relation parameters[J]. Can J Bot,1983(11):1009-1015.

[15] 郭连生,田友亮. 运用PV技术对华北常见造林树种耐旱性评价的研究[J]. 内蒙古林学院学报,1998,20(3):1-8.

[16] 柴宝峰,王孟本,李洪建. 三树种P-V曲线水分参数的比较研究[J]. 水土保持通报,1996,16(4):35-40.

[17] 李洪建,柴宝峰,王孟本. 北京杨水分生理生态特性研究[J]. 生态学报,2000,20(3):417-422.

[18] 孙志虎,王庆成. 应用PV技术对北方4种阔叶树抗旱性的研究[J]. 林业科学,2003,39(2):33-38.

[19] 李吉跃. PV技术在油松侧柏苗抗旱性研究中的应用[J]. 北京林业大学学报,1989,11(1):3-11.

[20] John E M,Kurt H J. Shoot water relations of mature black spruce families displaying a genotype ×environment interaction in growth rate Ⅲ Diurnal paterns as influenced by vapor pressure deficit and internal wate status[J]. Tree Physiology,2001(21):579-587.

[21] Maria J C,Dulce C,Maria M D. Response to seasonal drought in three cultivars of *Ceratonia siliqua*:leaf growth and water relations[J]. Tree Physiology,2001(21):645-653.

[22] Donald B Z,Lee R,Jay H K. Variation in water relations characteristics of terminal shoots of Port-Orford-Cedar (*Chamaecyparis lawsoniana*) seedlings[J]. Tree Physiology,2001(21):743-749.

[23] Tyree M T. The measurement of the turgor pressure and water relations of plants by pressure-bomb technique[J]. J Exp Bot,1972,23:267-282.

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net