

云杉、落叶松等树种种子发芽对水分胁迫的反应

马常耕 王建华

关键词 云杉、落叶松、聚乙二醇、水分胁迫

聚乙二醇(PEG)是一种中性长链多聚化合物,可配成预定水势溶液,用来模拟土壤的自然水势,造成水分胁迫,以研究植物对水分胁迫的反应^[1,2],揭示其抗旱能力。有研究认为大分子量的PEG比小分子量的更适用于植物^[3],因此,近些年来国外学者探索用分子量为6000的PEG配成不同浓度的溶液,来研究同一树种、不同种源种子发芽的反映,揭示种源在抗旱性方面的相对差异,已取得较好结果^[4~10],我国曾在侧柏和油松种源研究中应用过^[11,12]。为了验证此法的广泛性,本文又采用云杉和落叶松等4个属19个树种的种子进行研究,这是因为,树种间遗传差异比种内种源间要大,更有利于验证这种抗旱性测定方法的效应。

1 材料和方法

1.1 试材

1986年和1987年收集了13种云杉:鱼鳞云杉(*Picea jezoensis* var. *microsperma* (Lindl) Cheng et L. K. Fu.)、红皮云杉(*P. koraiensis* Naka)、白扦(*P. meyeri* Rehd et Wils.)、青扦(*P. wilsonii* Mast.)、青海云杉(*P. crassifolia* Kom.)、天山云杉(*P. schrenkiana* Fisch et Mey.)、粗枝云杉(*P. asperata* Mast.)、紫果云杉(*P. purpurea* Mast.)、川西云杉(*P. balfouriana* Rehd et Wils.)、鳞皮云杉(*P. retroflexa* Mast.)、丽江云杉(*P. likiangensis* (Franch) Pritz.)和西藏云杉(*P. spinulosa* (Greff.) Henry)等。另外还有德国黑森州产的欧洲云杉(*P. abies* (L) Karst.)、4种落叶松:华北落叶松(*Larix principis-ruppe-rechtii* Mayr.)、兴安落叶松(*L. gmelinii* (Rupr.) Rupr.)、长白落叶松(*L. olgensis* Henry)和西伯利亚落叶松(*L. sibirica* Ledeb.)、杉木(*Cunninghamia lanceolata* Hook.)和油松(*Pinus tabulaeformis* Carr.)。种子均是委托各产地林场或是林业局协助收集的当地商品种子。

1.2 试验方法

1987年底和1988年初用分子量为6000的PEG和蒸馏水配制成浓度为10%、14%、18%、22%和26%的溶液,按Michel^[2]提出的公式计算,其渗透势约为-1.5、-2.5、-4.4、-6.4和-8.0 bar。以蒸馏水作对照。发芽试验4次重复,每次重复为50粒纯净种子,

1993-05-07收稿。

马常耕研究员,王建华(中国林业科学研究院林业研究所 北京 100091)。

播在两层滤纸上, 滤纸事先用各种浓度溶液浸泡(稍有余液渗出)并置于培养皿中。种子置床后视其需要补充与各处理相同浓度的PEG溶液至有少量余液渗出。为防止浓度变化影响试验结果的可靠性, 每4 d 更换滤纸和新溶液一次。试验在组织培养室进行, 其温度为25 ℃, 光照16 h。

1.3 观察项目和统计方法

从种子置床日起观察, 以胚根长度等于种子长度作为发芽标准。只要4个重复中有1个种子发芽时, 即为该处理发芽始期, 以后每天定期记录发芽种子数, 当连续4 d 不再有种子发芽时作为发芽结束期, 并从各重复中随机取出10粒发芽种子测量新生根(胚轴+根)的长度。以发芽终期对照的发芽率作为100%, 计算各浓度的发芽相对百分率, 并配合发芽延滞期和新生根长度, 判别各树种对水分胁迫的敏感性。

2 结果和分析

2.1 不同属的树种在种子发芽阶段对水分胁迫的反应

表1可见, 随着PEG浓度的提高, 各树种发芽率普遍降低, 新生根变短。但不同属的树种对同一浓度的反应有差异, 其中杉木最为敏感, 10%浓度时的发芽率急剧降低; 油松次之,

表1 各树种种子在不同浓度PEG条件下的发芽表现 (单位: %)

树种和产地	对照(CK)			10			14			18			22		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
油松(河南卢氏)	6	100		8	70		11	22		12	7		0	0	
杉木(湖北阳新)	6	100		7	37		8	25		9	7				
华北落叶松(山西方山)	6	100	2.4	6	96	1.9	7	93	1.2	9	20	0.7	12	18	
长白落叶松(吉林长白县)	7	100	1.8	8	93	0.9	10	65		0	0		0	0	
西伯利亚落叶松(新疆阿勒泰)	5	100	3.1	6	79	1.6	8	55		8	28		0	0	
兴安落叶松(黑龙江带岭)	7	100	1.4	7	87	1.1	10	72		11	34		0	0	
落叶松平均值		100	2.2		89	1.4		71	0.3		20				
鱼鳞云杉(黑龙江铁力)	5	100	3.3	6	98	1.9	7	94	1.3	7	4		0	0	
红皮云杉(黑龙江带岭)	5	100	2.3	6	115	1.0	9	52	0.9	0	0		0	0	
白扦(内蒙克旗)	5	100	3.5	6	101	2.1	7	49	1.3	9	18		0	0	
欧洲云杉(德国黑森州)	5	100	3.4	7	92	1.1	8	54	1.0	14	3		0	0	
天山云杉(新疆阜康)	5	100	3.9	7	85	2.2	9	53	1.3	10	20		14	5	
青扦(山西交城)	5	100	5.1	5	90	2.6	6	83	1.6	7	64		10	10	
青海云杉(甘肃张掖)	5	100	2.4	6	78	1.3	6	53	—	8	20		9	11	
粗枝云杉(四川黑水)	5	100	3.3	6	80	2.3	6	46	1.6	6	8	0.7	0	0	
紫果云杉(四川黑水)	7	100	3.5	8	81	1.7	8	42	0.8	13	6		0	0	
川西云杉(四川马尔康)	6	100	1.6	8	51	0.9	8	25	0.9	12	4	0.9	13	2	
鳞皮云杉(四川马尔康)	5	100	2.9	6	81	1.8	7	63	1.1	7	23	0.9	0	0	
丽江云杉(云南丽江)	5	100	1.6	9	31	0.6	14	3		0	0		0	0	
云杉(西藏)	8	100	2.5	10	32	1.6	12	3	0.9	0	0		0	0	
云杉平均值		100	3.0		78	1.6		48	1.0		13	0.2			

注: 表头“1”为播种至发芽所需天数(d); “2”为相对发芽率(%); 3为新生根长度(cm)。由于26%浓度无发芽种子, 故删去此栏。

在10%浓度时急剧降低。落叶松属和云杉属相近,10%浓度时的发芽率一般比对照下降不多,14%浓度时的相对发芽率仍在对照的50%以上。可以认为杉木对水分胁迫属敏感型树种,落叶松及云杉是属于迟钝型树种,油松居中。

2.2 属内不同树种的种子对水分胁迫的反应

本试验中落叶松属和云杉属包括有较多的物种,为属内种间的比较提供了可能。落叶松属4个种中除长白落叶松外,其余3种在18%浓度时仍有20%以上的相对发芽率,其中华北落叶松在22%浓度时仍有18%的相对发芽率,显示出属内种间对水分胁迫反应的巨大变异。在参试的13种云杉中间,除西藏云杉和丽江云杉在18%浓度时不能发芽外,其余11种均有一定的发芽能力。其中3个分布在大陆性气候带的天山云杉、青海云杉和青扦在22%浓度时虽然发芽始期比对照延后了5~10 d,但仍有一定的发芽力,而分布在海洋性气候区的鱼鳞云杉、红皮云杉和欧洲云杉,在18%浓度时已不能或仅个别种子能发芽。青藏高原东部的云杉比北方湿润气候区的云杉较耐水分胁迫。

2.3 树种间发芽始期的差异

从表1看到,云杉属各种一般发芽都比较快,置床后5 d就有个别种子发芽,随着PEG浓度的提高,发芽期开始延后,但不同树种延长期不同。18%是一个转折浓度,有些树种表现不能发芽,另一些树种发芽期明显延后。一般是延后期越长的树种发芽率也越低。落叶松属开始发芽期比云杉属延后得少;油松延后较长。

2.4 幼芽生长对水分胁迫的反应

发芽后幼根和胚轴是否伸长,受水分胁迫吸水能力的制约。从表1中数值看到,云杉属显示最强的吸水力,14%浓度中发芽终期幼芽长度仍在1 cm以上;落叶松属大都停止在出芽状态,胚轴短粗,根不伸长,但出现大量根毛。而对照都不出现根毛,呈正常伸长。

以上试验结果表明,不同树种种子发芽对水分胁迫的反应不同,这种反应的敏感性与树种自然分布区内水分状况有一定的吻合性,从而说明,用不同浓度的PEG溶液进行树种种子发芽试验可以揭示它们对水分的需求水平和对于旱的适应能力。

参 考 文 献

- 1 Steuter A A, Mozafar A, Gooding J R. Water potential of aqueous Polyethylene glycol. *Plant Physio.* 1981, 67: 64~67.
- 2 Michel B E, Kaufmann M R. The osmotic potential of polyethylene glycol 6000 *Plant physio.* 1973, 51: 914~916.
- 3 Zur B. Osmotic control of the matric soil-water potential: I. Soil-water system. *Soil Sci.*, 1966, 102(6): 394~398.
- 4 Kaufmann M R, Eckard A N. Water potential and temperature effect on germination of Engelmann spruce and Lodgepole pine seeds. *Forest Sci.* 1977, 23: 27~33.
- 5 Buxton G F, Cyr D R, Dumbroff E B. Physiological responses of three northern conifer to rapid and slow induction of moisture stress. *Can. J. Bot.*, 1985, 63: 1171~1176.
- 6 Thomas P A, Wein R W. Water availability and the comparative emergence of four conifer species. *Can. J. Bot.*, 1985, 63: 1740~1746.
- 7 Falusi R A, Focci A. Sensitivity of seed germination and seedling root growth to moisture stress in four provenances of *Pinus halepensis* Mill. *Silvae Genet.*, 1983, 32 (1, 2): 4~9.

- 8 Nguyen A, Lamant A. Variation in growth and osmotic regulation of roots of water-stressed Maritime pine (*Pinus pinaster* Ait.). *Tree Physio.*, 1989, (5): 123~133.
- 9 Schiller G, Waisel Y. Among-provenance variation in *Pinus halepensis* in Israel. *For. Eco. and Manag.*, 1989, 28: 141~151.
- 10 Moore M B, Kidd F A. Seed source variation in induced moisture stress germination of Ponderosa pine. *Tree Planter Notes*, 1982, 33(1): 12~14.
- 11 吴夏明, 马骥. 不同种源侧柏的光合特性和种子发芽对水分胁迫的反应. *林业科学*, 1988, 24(4): 448~453.
- 12 唐季林, 徐化成. 油松地理变异和种源选择. 北京: 中国林业出版社, 1992. 275~281.

Responses of seeds of spruce, larch and other conifers to water stress in the seed germination stage

Ma Changgeng Wang Jianhua

Abstract To explore the drought resistance of spruce, larch, Chinese pine and Chinese fir, their seed germinations were conducted on filter paper saturated with different osmotic potential solutions containing Polyethylene glycol 6 000 in petri dishes placed under the conditions for tissue culture. The results showed that the seed germination susceptible to water stress was varied among the species studied. This performance indicated that the adaptability of seed germination to soil water content exhibited significant differences among these tree species. Therefore, their drought resistance very differentiated and this difference in responses to water stress during seed germination stage reflected water availability in their natural ranges.

Key words spruce, larch, polyethylene glycol, water stress

Ma Changgeng Professor, Wang Jianhua (The Research Institute of Forestry, CAF Beijing 100091).