

苦豆子和披针叶黄华种子萌发和幼苗生长 对干旱胁迫的响应*

王 进¹ 王桔红^{2**} 张 勇² 马昭远³ 颜 霞²

(1. 河西学院农学系 张掖 734000; 2. 甘肃省高校河西走廊特色资源利用省级重点实验室 张掖 734000;
3. 张掖市农业信息中心 张掖 734000)

摘 要 以采集于河西走廊中部荒漠边缘的苦豆子(*Sophora alopecuroides* L.)和披针叶黄华(*Thermopsis lanceolata* L.)种子为试验材料,以不同渗透势 PEG-6000 溶液模拟干旱条件,研究了 2 种植物种子萌发和幼苗生长对干旱胁迫的响应特征。研究结果显示,随着干旱胁迫程度的加剧,2 种植物种子吸水速率、萌发率、萌发指数、活力指数、苗高、根长和组织饱和含水量等指标均表现出明显降低趋势,而幼苗干重、根干重和根冠比均呈先升后降趋势。2 种植物种子萌发对干旱胁迫均较为敏感,苦豆子和披针叶黄华种子能够萌发的最低渗透势阈值分别为 -0.65 MPa 和 -0.42 MPa。2 种植物因干旱胁迫未能萌发的种子复水后萌发率均较高。分析认为,2 种植物种子萌发和幼苗生长对干旱胁迫的响应特征对幼苗的成功定植和种群的自然更新具有重要生态学意义,但在人工栽培时保证土壤墒情应是保障建植成功的关键措施。

关键词 干旱胁迫 苦豆子 披针叶黄华 萌发率 吸水率

中图分类号: S181 文献标识码: A 文章编号: 1671-3990(2011)04-0872-06

Response of *Sophora alopecuroides* and *Thermopsis lanceolata* seed germination and growth to drought stress

WANG Jin¹, WANG Ju-Hong², ZHANG Yong², MA Zhao-Yuan³, YAN Xia²

(1. College of Agronomy, Hexi University, Zhangye 734000, China; 2. Key Laboratory of Resources Utilization of Gansu Universities, Zhangye 734000, China; 3. Centre of Agricultural Information of Zhangye City, Zhangye 734000, China)

Abstract Seed germination and seedling stages are not only crucial stages of the life span of plants, but also important adaptation stages to different environmental conditions. The response of *Sophora alopecuroides* L. and *Thermopsis lanceolata* L. seed germination and seedling growth to drought stress in border desert lands of the Hexi Corridor were investigated under simulated drought conditions of polyethylene glycol-6000 (PEG) with -0.03 MPa, -0.10 MPa, -0.24 MPa, -0.42 MPa, -0.65 MPa and -0.94 MPa osmotic potentials. The main objectives of the study were to reveal the adaptive mechanisms of desert plants and to provide further technical guidance on seedling cultivation and restoration of desert vegetation. The result showed that the rate of seed water uptake, germination percentage, germination index, vigor index, seedling height, root length and plant water content decreased with increasing PEG drought stress. However, seedling and root dry weight and root/shoot ratio initially increased followed by a decrease. Furthermore, seed germination was sensitive to drought stress. The lowest osmotic potential threshold was -0.65 MPa for *S. alopecuroides* seeds and -0.42 MPa for *T. lanceolata* seeds. For seeds incapable of germination under drought stress, germination percentage was high once water was recovered. The results suggested that response of seed germination and seedling growth to drought stress was ecologically essential for later establishment of seedlings and vegetation. In artificial cultivation, however, a key step for successful planting was guaranteed soil moisture.

Key words Drought stress, *Sophora alopecuroides* L., *Thermopsis lanceolata* L., Germination percentage, Seed water uptake (Received Aug. 1, 2010; accepted Apr. 13, 2011)

* 国家自然科学基金项目(31040009)、甘肃省自然科学基金项目(1010RJZG204)、甘肃省高校河西走廊特色资源利用省级重点实验室基金(XZ1013)和河西学院校长基金项目(XZ201001)资助

** 通讯作者: 王桔红(1963~), 女, 博士, 教授, 硕士生导师, 主要从事植物生态学研究。E-mail: wjuh1918@yahoo.cn
王进(1974~), 男, 硕士, 副教授, 主要从事种子生理抗逆性等方面的研究。E-mail: wangjin0810@163.com

收稿日期: 2010-08-01 接受日期: 2011-04-13

苦豆子(*Sophora alopecuroides* L.)是豆科槐属植物,为多年生草本,根茎地下芽生耐盐植物,别名苦豆根、苦豆草和欧苦参等。其根、茎、全草及种子可药用,味苦性寒,具有清热解毒、抗菌消炎、祛风燥湿、止痛杀虫、平喘止咳等功效^[1];临床用于治疗痢疾、湿疹、顽癣、滴虫、外伤化脓及胃痛等^[2]。苦豆子耐干旱、抗风蚀、固沙抗风,有良好的保持水土作用,是西部荒漠干旱地区重要绿肥和饲料作物。披针叶黄华(*Thermopsis lanceolate* L.)别名牧马豆,是豆科野决明属植物,广泛分布于内蒙古、甘肃、宁夏、青海等省区。牧马豆是有毒植物,可引起牲畜中毒,但也是药用植物,具有兴奋呼吸、抗辐射及祛痰止咳等功效^[3]。其种子和全草可提取金雀花碱、黄华碱和臭豆碱等,该类生物碱多具有抗癌、抗心率失调、抗微生物等作用^[4],具有潜在的药用和经济价值。

以往,国内外学者曾对这2种植物开展过研究,但多集中在化学成分测定、药用价值开发、农业以及饲料应用等方面^[4-6],对种子萌发、种子硬实特性、播种条件及抗旱特性等方面研究较少^[7-11]。本文以河西走廊中部荒漠边缘的苦豆子和披针叶黄华种子为研究对象,通过硬实破除后种子吸胀、萌发和幼苗生长对干旱胁迫的响应特点的研究,揭示苦豆子和披针叶黄华适应干旱荒漠气候的机制,为直播栽培和幼苗培育提供技术指导,为2种植物的人工栽培提供理论支撑。

1 材料与方法

1.1 试验材料

成熟的苦豆子果穗于2009年10月采集于甘肃省张掖市大满镇沙漠边缘(38°44'N, 100°30'E),该地区海拔1 615 m,年均降水150 mm,年潜在蒸发量2 000 mm左右。成熟的披针叶黄华果穗于2009年8月采集于甘肃省张掖市三闸镇的绿洲-荒漠交错带(39°03'N, 100°27'E),该地区海拔1 433 m,年均降水180 mm,年潜在蒸发量2 000 mm。将采集的苦豆子和披针叶黄华果穗阴干后用手揉搓清选,分别获净种子2 000 g和500 g,在4℃冷柜中储存待用。

1.2 试验方法

1.2.1 种子处理

将苦豆子和披针叶黄华种子在25℃水中浸泡24 h,获取硬实种子^[12],然后将硬实苦豆子种子和披针叶黄华种子用90% H_2SO_4 分别处理70 min和120 min以破除硬实。

1.2.2 干旱胁迫条件

干旱胁迫条件采用不同浓度PEG(聚乙二醇,分

子量为6 000)溶液模拟。PEG溶液浓度设5%、10%、15%、20%、25%、30% 6个梯度,以蒸馏水处理为对照。根据Michel和Kaufmann^[13]文献中PEG溶液浓度与渗透势的关系方程计算,以上PEG溶液在25℃的渗透势依次为-0.03 MPa、-0.10 MPa、-0.24 MPa、-0.42 MPa、-0.65 MPa和-0.94 MPa。

1.2.3 吸水试验

随机取处理后的苦豆子和披针叶黄华种子约5.0 g,放置在直径为7 cm的培养皿内,用不同浓度PEG溶液或蒸馏水(15 mL)淹没种子后加盖,在25℃下培养,每处理4次重复。为减少蒸发和种子吸水引起培养皿内水势的改变,3 h更换1次溶液。试验时间为48 h,每3 h测定1次吸水量。测定时将培养皿内的种子全部取出,用滤纸吸去种子表面黏附的溶液,快速称重。并根据下式计算种子吸水率: $Wr=(W_t-W_0)/W_0$,式中, Wr 为种子重量的增加率, W_t 和 W_0 分别为种子吸水后和吸水前的重量^[12]。

1.2.4 萌发试验

模拟干旱胁迫条件为15 mL的-0.03 MPa、-0.10 MPa、-0.24 MPa、-0.42 MPa、-0.65 MPa和-0.94 MPa的PEG溶液,以蒸馏水做对照,共7个处理,每处理4次重复,每重复50粒种子。萌发试验用破除硬实后的种子在人工气候箱内进行,采用25℃全光照、直径15 cm培养皿纸上发芽床萌发的方法。萌发试验期间每天统计萌发数,每2 d更换1次PEG溶液处理的发芽床,以保持发芽床水势恒定。记录种子起始萌发的天数,第10 d统计种子萌发率,计算萌发指数和活力指数。萌发率以正常幼苗占测试种子的百分率表示,萌发指数按 $GI=\sum Gt/Dt$ 公式计算,活力指数按 $VI=GI\times S$ 公式计算,式中, G 为萌发率, GI 为萌发指数, Gt 为逐日萌发数, Dt 为相应的萌发天数, VI 为活力指数, S 为幼苗鲜重^[14-16]。

此外,为了分析干旱胁迫对幼苗生长、物质分配及复水后萌发率的影响,在萌发试验进行到第10 d时,于每一培养皿中随机取30株正常幼苗测量幼苗高度、初生根长度、次生根个数、幼苗鲜重、初生芽干重、初生根干重、初生芽相对含水量、初生根相对含水量及根冠比;将未萌发的种子清洗后用蒸馏水处理做恢复萌发试验,第5 d统计恢复萌发率,恢复萌发率(%)=(萌发种子数/未萌发种子总数) $\times 100\%$ 。

1.3 统计分析

本研究应用SPSS 10.0软件进行数据统计分析。采用单因素方差分析(One-way ANOVA)和最小显著差法(LSD)检验各平均值间的差异显著性。结果以平均数 \pm 标准误表示。

2 结果与分析

2.1 种子累计吸水率及对干旱胁迫的响应

破除硬实的苦豆子和披针叶黄华种子在 25 ℃ 下的累计吸水率随模拟干旱胁迫的加剧呈显著降低趋势($P<0.05$, $N=4$)。苦豆子和披针叶黄华种子吸水速度很快, 且苦豆子种子在对照、-0.03 MPa、-0.10 MPa、-0.94 MPa PEG 溶液处理下 27 h 达到最大吸水率, 在-0.24 MPa、-0.42 MPa、-0.65 MPa PEG 溶液处理下 30 h 达到最大吸水率; 披针叶黄华种子在对照、-0.03 MPa、-0.10 MPa、-0.94 MPa PEG 溶液处理下 45 h 达到最大吸水率(图 1 a, b)。

2.2 种子萌发对干旱胁迫的响应

萌发试验结果(表 1)显示, 苦豆子种子在对照条件下萌发率为 97%; 与对照相比, 在-0.03 MPa、-0.10 MPa PEG 溶液处理下, 萌发率未显著降低; 在-0.24 MPa、-0.42 MPa、-0.65 MPa PEG 溶液处理下, 萌发率显著降低, -0.94 MPa 处理下不萌发。披

针叶黄华种子在对照条件下萌发率为 97%; 与对照相比, 在-0.03 MPa PEG 溶液处理下, 萌发率未显著降低; 在-0.10 MPa、-0.24 MPa、-0.42 MPa PEG 溶液处理下, 萌发率显著降低, 在-0.65 MPa 处理下不萌发(表 1)。

随着干旱加剧和水势降低, 2 种豆类种子萌发指数和活力指数显著降低; 苦豆子和披针叶黄华种子萌发的最低渗透势阈值分别为-0.65 MPa 和-0.42 MPa(表 1)。

随着干旱胁迫的加剧, 2 种豆类种子萌发起始天数推迟。苦豆子种子在对照、-0.03 MPa、-0.10 MPa 的 PEG 溶液处理下, 第 1 d 开始萌发; 在-0.24 MPa、-0.42 MPa 下, 第 2 d 开始萌发; -0.65 MPa 的处理第 6 d 才开始萌发。披针叶黄华种子在对照条件下第 1 d 开始萌发; 在-0.03 MPa、-0.10 MPa 处理下, 第 2 d 开始萌发; 在-0.24 MPa 处理下第 3 d 开始萌发; 在-0.42 MPa 处理第 5 d 才开始萌发。

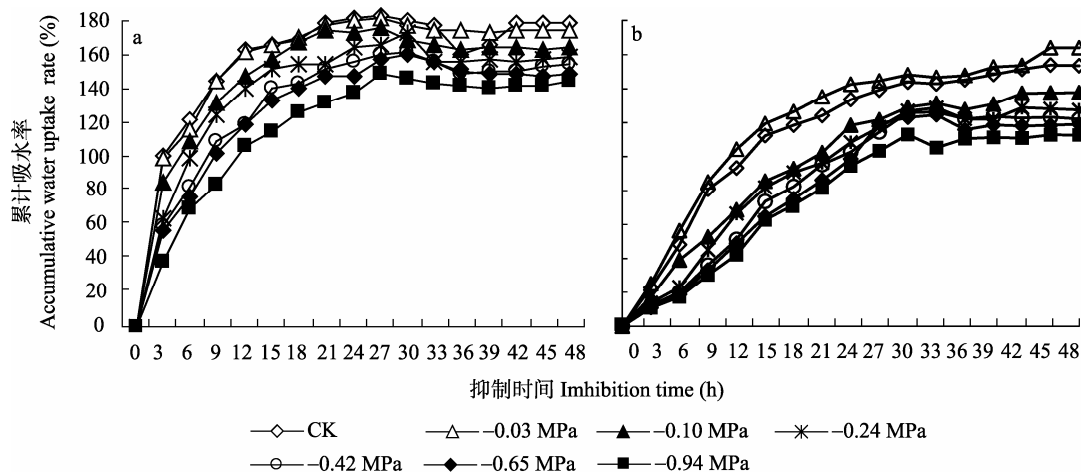


图 1 不同模拟干旱胁迫下苦豆子(a)和披针叶黄华(b)种子的累计吸水率

Fig. 1 Dynamics of accumulative water uptake rate of seeds of *S. alopecuroides* (a) and *T. lanceolata* (b) under different simulated drought stresses

表 1 干旱胁迫条件下苦豆子和披针叶黄华种子的萌发率、萌发指数与活力指数

Table 1 Seed germination percentage, germination index and vigor index of *S. alopecuroides* and *T. lanceolata* under different simulated drought stress

渗透势 Osmotic potential (MPa)	萌发率 Germination percentage (%)		萌发指数 Germination index		活力指数 Vigor index	
	苦豆子 <i>S. alopecuroides</i>	披针叶黄华 <i>T. lanceolata</i>	苦豆子 <i>S. alopecuroides</i>	披针叶黄华 <i>T. lanceolata</i>	苦豆子 <i>S. alopecuroides</i>	披针叶黄华 <i>T. lanceolata</i>
0 (CK)	97±2a	97±1a	93.0±2.7a	73.8±2.1a	13.20±0.94a	8.79±0.86a
-0.03	94±0a	95±2ab	72.4±1.0b	34.2±2.0b	7.79±0.05b	3.83±0.17b
-0.10	95±3a	93±1bc	42.9±2.8c	30.3±1.4c	3.79±0.25c	2.89±0.44c
-0.24	64±4b	91±4c	22.7±3.8d	23.8±1.7d	1.94±0.33d	1.98±0.35d
-0.42	48±10c	81±2d	10.5±3.1e	13.1±0.8e	0.76±0.27e	0.90±0.13e
-0.65	11±4d	0±0e	1.8±0.9f	0±0f	0.10±0.05f	0±0f
-0.94	0±0e	0±0e	0±0f	0±0f	0±0f	0±0f

不同小写字母表示处理间差异显著($P<0.05$, $N=4$), 下同。Different small letters indicate significant difference at 0.05 level ($N=4$). The same below.

2.3 种子萌发率与 48 h 累计吸水率的关系

种子最终萌发率与累计吸水率的相关性回归分析结果表明(图 2): 模拟干旱胁迫条件下, 2 种植物种子最终萌发率与 48 h 累计吸水率均呈显著正相关($P<0.05$; $r=0.950\ 2, 0.939\ 6$; $N=4$), 2 种植物种子萌发率与累计吸水率的相关趋势符合二次方程曲线模型。

2.4 干旱胁迫对幼苗生长的影响

从幼苗生长形态来看, 在对照条件下, 苦豆子幼苗生长健壮、心叶抽出、羽状复叶可见; 在 $-0.03\ \text{MPa}$ PEG 溶液处理下, 幼苗生长健壮、心叶叶柄抽出, 但羽状复叶不展开, 种皮全部脱离子叶; $-0.10\ \text{MPa}$ PEG 溶液处理下, 40%种皮脱离子叶, 心叶小但可见, 其余种皮紧裹子叶; $-0.24\ \text{MPa}$ 、 $-0.42\ \text{MPa}$ 和 $-0.65\ \text{MPa}$ PEG 处理下, 种皮紧裹子叶、幼苗生长较小。披针叶黄华种子在对照条件下, 幼苗生长健壮、子叶大而平展或呈大钝角展开, 心叶抽出但未展开; 在 $-0.03\ \text{MPa}$ PEG 溶液处理下, 幼苗生长健壮、子叶肥

厚呈锐角展开、心叶小但可见; $-0.10\ \text{MPa}$ PEG 溶液处理下, 幼苗鲜绿、种皮全部脱离子叶, 但子叶厚、呈小锐角微展, 心叶不可见; $-0.24\ \text{MPa}$ 和 $-0.42\ \text{MPa}$ PEG 溶液处理下, 种皮紧裹子叶, 幼苗生长较小。

表 2 结果表明, 随模拟干旱胁迫的加剧, 2 种植物幼苗的初生芽、根长、次生根个数和幼苗鲜重呈降低趋势, 均表现为对照处理的数值最大。与对照相比, 苦豆子初生芽长度在 $-0.03\ \text{MPa}$ PEG 溶液处理下显著降低($P<0.05$); 披针叶黄华初生芽长在 $-0.10\ \text{MPa}$ PEG 溶液处理下显著降低($P<0.05$)。与对照相比, 苦豆子幼苗根长在 $-0.03\ \text{MPa}$ PEG 溶液处理下降低不显著, 在 $-0.10\ \text{MPa}$ 、 $-0.24\ \text{MPa}$ 、 $-0.42\ \text{MPa}$ 、 $-0.65\ \text{MPa}$ PEG 溶液处理下显著变短。与对照相比, 披针叶黄华幼苗根长在 $-0.03\ \text{MPa}$ PEG 溶液处理下显著降低。从次生根个数来看, 苦豆子各处理均显著少于对照; 披针叶黄华幼苗在 $-0.03\ \text{MPa}$ 、 $-0.10\ \text{MPa}$ 处理与对照无显著差异, 但显著多于 $-0.24\ \text{MPa}$ 和 $-0.42\ \text{MPa}$ 处理。从幼苗鲜重来看, 苦

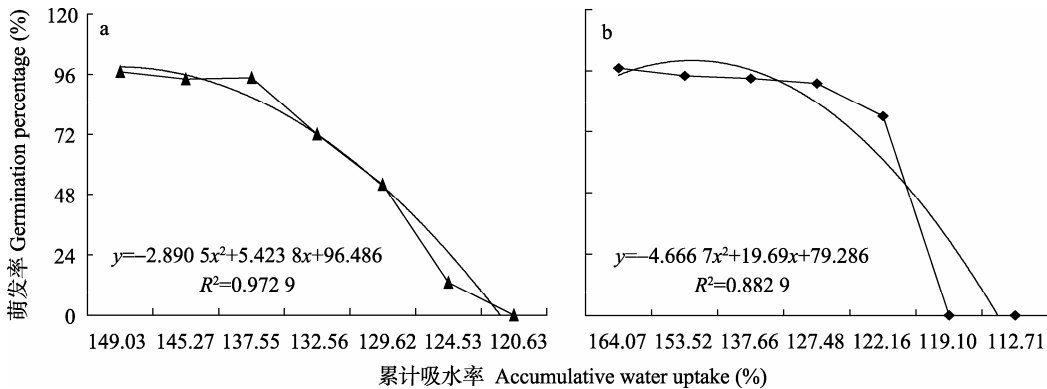


图 2 苦豆子种子(a)和披针叶黄华种子(b)萌发率与 48 h 累计吸水率的关系
Fig. 2 Relationships between germination percentage and accumulative water uptake rate of *S. alopecuroides* (a) and *T. lanceolata* (b) seeds

表 2 干旱胁迫条件下苦豆子和披针叶黄华幼苗的形态指标
Table 2 Morphology indexes of seedlings of *S. alopecuroides* and *T. lanceolata* under different simulated drought stresses

物种 Species	项目 Item	渗透势 Osmotic potential (MPa)						
		0 (CK)	-0.03	-0.10	-0.24	-0.42	-0.65	-0.94
苦豆子 <i>S. alopecuroides</i>	初生芽长 Primary shoot length (cm)	2.81±0.09a	2.19±0.05b	1.38±0.23c	1.30±0.11c	0.91±0.05d	0.79±0.02d	0±0e
	根长 Root length (cm)	5.01±0.03a	4.79±0.11a	3.36±0.12b	2.92±0.36c	0.64±0.15d	0.62±0.11d	0±0e
	次生根个数 Secondary root number	6.65±0.70a	5.05±0.09b	2.70±0.52c	1.47±0.10d	0.12±0.10e	0±0e	0±0e
	幼苗鲜重 Fresh weight of seedling (g·10plant ⁻¹)	1.42±0.11a	1.08±0.09b	0.88±0.06c	0.85±0.07c	0.67±0.06d	0.55±0.05e	0±0f
披针叶黄华 <i>T. lanceolata</i>	初生芽长 Primary shoot length (cm)	2.89±0.18a	2.65±0.20a	2.32±0.06b	1.83±0.21c	1.18±0.12d	0±0e	0±0e
	根长 Root length (cm)	2.32±0.12a	1.97±0.19b	1.92±0.21b	1.33±0.26c	0.91±0.19d	0±0e	0±0e
	次生根个数 Secondary root number	3.47±0.55a	3.12±0.43a	3.08±0.42a	0.78±0.03b	0.10±0.10c	0±0c	0±0c
	幼苗鲜重 Fresh weight of seedling (g·10plant ⁻¹)	1.20±0.20a	1.12±0.11a	0.95±0.12b	0.83±0.12c	0.66±0.07d	0±0e	0±0e

豆子幼苗在 -0.03 MPa PEG 溶液处理下比对照显著降低; 披针叶黄华幼苗在 -0.03 MPa PEG 溶液处理下与对照无差异, 但在 -0.10 MPa、 -0.24 MPa、 -0.42 MPa 干旱胁迫下显著降低。

2.5 干旱胁迫对幼苗饱和含水量、恢复萌发率和物质分配的影响

随着模拟干旱胁迫的加剧, 幼苗干重增加, 幼苗饱和含水量降低。苦豆子种子在 -0.03 MPa PEG

溶液处理下, 幼苗根干重和根冠比比对照显著增加, 之后随干旱胁迫的加剧幼苗根干重和根冠比降低。披针叶黄华种子在 -0.03 、 -0.10 MPa PEG 溶液处理下, 幼苗根干重和根冠比增加, 之后随干旱胁迫的加剧幼苗根干重和根冠比显著降低; 受到 -0.42 MPa、 -0.65 MPa、 -0.94 MPa PEG 溶液处理的苦豆子和披针叶黄华吸胀种子复水后的萌发率随胁迫加剧显著提高(表 3)。

表 3 干旱胁迫条件下苦豆子和披针叶黄华的物质分配、幼苗饱和含水量和萌发恢复率
Table 3 Dry matter distribution, seedling saturated water content and germination recovery rate of *S. alopecuroides* and *T. lanceolata* under different simulated drought stresses

物种 Species	项目 Item	渗透势 Osmotic potential (MPa)						
		0 (CK)	-0.03	-0.10	-0.24	-0.42	-0.65	-0.94
苦豆子 <i>S. alopecuroides</i>	饱和含水量 Saturated water content (%)	92.77±5.71a	89.20±0.99ab	84.19±2.51bc	77.78±6.40c	70.07±7.50d	63.89±9.15d	0±0e
	萌发恢复率 Recovery rate of germination (%)	0±0d	0±0d	0±0d	0±0d	15±8c	38±5b	46±6a
	幼苗干重 Seedling dry weight (mg·10plant ⁻¹)	97.51±1.63c	104.66±4.14bc	127.53±12.75b	192.73±14.74a	214.63±14.91a	201.18±27.84a	0±0d
	根干重 Root dry weight (mg·10plant ⁻¹)	26.22±0.53b	36.46±2.17a	24.33±2.27b	26.41±5.84b	11.35±1.62c	7.96±2.74c	0±0d
	根冠比 Root/shoot ratio	0.27±0.05b	0.35±0.01a	0.19±0.01c	0.14±0.03d	0.05±0.01e	0.04±0.01e	0±0f
	饱和含水量 Saturated water content (%)	91.02±0.73a	89.62±1.22a	86.11±0.86a	77.79±4.81b	72.14±9.27c	0±0d	0±0d
披针叶黄华 <i>T. lanceolata</i>	萌发恢复率 Recovery rate of germination (%)	0±0c	0±0c	0±0c	0±0c	80±2b	89±2a	89±2a
	幼苗干重 Seedling dry weight (mg·10plant ⁻¹)	96.93±3.53c	100.84±9.62c	115.13±14.22c	180.26±27.61b	217.82±14.35a	0±0d	0±0d
	根干重 Root dry weight (mg·10plant ⁻¹)	15.94±1.33bc	19.64±5.92ab	21.83±2.83a	13.87±0.53c	9.34±1.55d	0±0e	0±0e
	根冠比 Root/shoot ratio	0.16±0.01a	0.20±0.05a	0.19±0.02a	0.08±0.01b	0.04±0.01c	0±0d	0±0d

3 讨论

3.1 种子吸胀和萌发对干旱胁迫的响应特征及其生态学涵义

不同类型的豆科植物种子, 在吸胀和萌发时要求水势不同, 萌发期间吸水速度也不同。一般认为抗旱类型的植物种子吸水速度快, 而对干旱敏感类型的种子吸水速度慢^[17-18]。本试验结果显示, 苦豆子种子吸水速度快, 披针叶黄华种子吸水速度相对较慢, 表明苦豆子种子萌发较披针叶黄华种子更为抗旱。在轻度胁迫下(苦豆子: -0.10 MPa, 披针叶黄华: -0.03 MPa), 与对照相比 2 种植物种子萌发率无显著差异; 更低的水势下, 种子吸水率、萌发率、萌发速度和活力水平显著下降。苦豆子和披针叶黄华种子萌发的最低渗透势阈值分别为 -0.65

MPa 和 -0.42 MPa, 与其他豆科植物种子柠条(*Caragana Korshinskii* K., 最低渗透势阈值为 -2.1 MPa)和花棒(*Hedysarum scoparium* F., 最低渗透势阈值为 -1.8 MPa)相比, 萌发时对干旱胁迫均为敏感。有学者认为, 限制水分条件下萌发缓慢、萌发率低的特性是干旱沙漠区植物保证幼苗存活的策略之一^[19]。因此, 供试的 2 种植物种子萌发对干旱胁迫的响应特征对种的延续具有重要生态学意义。然而, 在人工直播栽培苦豆子和披针叶黄华时, 必须保证土壤墒情和较高水势, 以促使种子充分吸胀, 保证良好的田间出苗率。

3.2 幼苗生长对干旱胁迫的响应特征及其对苗期管理的启示

苦豆子和披针叶黄华的苗高、根长、次生根个数和幼苗生长量随干旱胁迫加剧而降低, 表明即使

轻度干旱胁迫对2种植物幼苗生长均具有限制性影响。在干旱胁迫下, 初生芽比根长的生长受干旱胁迫影响更大, 这与曾彦军等^[18-21]对红砂、霸王种子的研究结果相一致。因此, 在人工直播栽培苦豆子和披针叶黄华时, 应注意幼苗期的土壤水分管理, 以确保幼苗健壮生长, 防止因干旱导致幼苗生长不良或闷苗。

3.3 幼苗饱和含水量、萌发恢复率和物质分配对干旱胁迫的响应特征

本试验结果显示, 随干旱胁迫加剧, 苦豆子和披针叶黄华幼苗子叶养分转化率降低, 幼苗饱和含水量降低。2种植物种子随干旱胁迫加剧未能萌发的种子经复水后萌发率较高, 这从另一方面反映2种植物种子萌发适应干旱环境的对策。

在水分胁迫下, 萌发种子通常会自动调节根冠比, 使有限的营养物质和水分优先满足根部生长。随着干旱的加剧, 初生芽干重增加; 根干重在轻度胁迫下增加, 重度胁迫下降低; 根冠比随胁迫的加剧先升后降; 表明2种植物幼苗对于外界干旱胁迫首先采取增加胚根/胚芽比的措施来适应环境。该结果与刘长利等^[22]对甘草的研究相一致, 并显示出植物幼苗生长对干旱的适应性反应。但胁迫时间长或干旱很严重时, 幼苗发育受到抑制甚至不能成苗。因此, 在幼苗发育期给予适当干旱条件提高幼苗根冠比, 也是可采取的农艺措施。

4 结论

苦豆子和披针叶黄华种子萌发对干旱胁迫均较为敏感。2种植物幼苗生长对干旱胁迫均显示出抑制性响应特征; 干旱胁迫条件下未能萌发的种子在复水后萌发率均较高; 幼苗对于外界干旱胁迫首先采取增加胚根/胚芽比来进行适应。种子萌发和幼苗生长对干旱胁迫的响应特征对幼苗的成功定植和种群的自然更新具有重要生态学意义, 但在人工栽培时, 保证土壤墒情应是保证建植成功的关键措施。

参考文献

- [1] 杨家新, 喻志芳. 苦豆子的研究进展[J]. 天津药学, 1998, 10(1): 43-45
- [2] 李爱华, 孙兆军. 苦豆子资源开发现状及前景初探[J]. 宁夏大学学报: 自然科学版, 2000, 21(4): 354-356
- [3] 李勇, 晁向阳, 张永康. 披针叶黄华的研究进展[J]. 农业科学研究, 2007, 28(1): 46-52
- [4] 魏启华, 赵博光. 披针叶黄华生物碱及其生物活性[J]. 南京林业大学学报: 自然科学版, 2000, 24(5): 73-76
- [5] 赵宝玉, 阮娜, 何生虎, 等. 牧马豆中生物碱的提取分离及鉴定[J]. 动物医学进展, 2003, 24(4): 86-91
- [6] 陈文娟, 杨敏丽. GC-MS 分析宁夏苦豆子不同部位挥发油的化学成分[J]. 华西药学杂志, 2006, 21(4): 334-336
- [7] 胡小文, 武艳培, 王彦荣. 苦豆子种子休眠的形成及其解剖结构变化[J]. 西北植物学报, 2009, 29(1): 16-21
- [8] 王进, 王泽基, 陈叶, 等. 苦豆子种子发芽特性研究[J]. 干旱地区农业研究, 2007, 25(4): 202-206
- [9] 王建宇, 王建新. 宁夏中部干旱带药用植物区系特点及开发利用[J]. 干旱地区农业研究, 2005, 23(1): 204-207
- [10] 杨辉, 华鹏, 黄培祐. 苦豆子种子特性与种群扩展关系的研究[J]. 干旱区资源与环境, 2006, 20(1): 198-201
- [11] 王进, 韩多宏, 陈叶, 等. 环境因子对苦豆子种子萌发和幼苗生长的影响[J]. 草地学报, 2007, 15(3): 259-262
- [12] 尹燕桦, 董学会. 种子学实验技术[M]. 北京: 中国农业出版社, 2008: 87-96
- [13] Michel B E, Kaufmann M R. The osmotic potential of polyethylene glycol 6000[J]. Plant Physiology, 1973, 51: 914-916
- [14] 韩建国. 实用牧草种子学[M]. 北京: 中国农业大学出版社, 1997: 87-92
- [15] 颜启传. 种子检验原理和技术[M]. 杭州: 浙江大学出版社, 2001: 50-80
- [16] 国际种子检验协会(1979). 种苗评定与种子活力测定方法手册[S]. 徐本美, 韩建国, 译. 北京: 北京农业大学出版社, 1993: 53-56
- [17] 杨鹏辉, 李贵全, 郭丽, 等. 干旱胁迫对不同抗旱大豆品种花英期质膜透性的影响[J]. 干旱地区农业研究, 2003, 21(3): 23-26
- [18] 曾彦军, 王彦荣, 萨仁, 等. 几种旱生灌木种子萌发对干旱胁迫的响应[J]. 应用生态学报, 2002, 13(8): 953-956
- [19] Zeng Y J, Wang Y R, Zhang J M. Is reduced seed germination due to water limitation a special survival strategy used by xerophytes in arid dunes?[J]. Journal of Arid Environments, 2010, 74(4): 508-511
- [20] 曾彦军, 王彦荣, 保平, 等. 几种生态因子对红砂和霸王种子萌发与幼苗生长的影响[J]. 草业学报, 2005, 14(5): 24-31
- [21] 曾彦军, 王彦荣, 庄光辉, 等. 红砂和霸王种子萌发对干旱与播深条件的响应[J]. 生态学报, 2008, 24(8): 1629-1634
- [22] 刘长利, 王文全, 魏胜利. 干旱胁迫对甘草种子吸胀萌发的影响[J]. 中草药, 2004, 35(12): 1403-1405