

不同产地扁蓿豆种子萌发期抗旱性综合评价

肖红,徐长林,鱼小军,景媛媛,冯舒方,张玉琴,郑致宏

(甘肃农业大学草业学院,草业生态系统教育部重点实验室,中-美草地畜牧业可持续发展研究中心,
甘肃省草业工程实验室,甘肃 兰州 730070)

摘 要:采用不同渗透势聚乙二醇(PEG6000)溶液模拟干旱胁迫,研究了甘肃景泰、陇西、镇原、永昌、天水、榆中、宁县、夏河、临夏、渭源和内蒙古土默特、陕西陇县 12 个扁蓿豆(*Medicago ruthenica*)居群种子萌发期的抗旱性。结果表明,PEG 胁迫降低了扁蓿豆种质资源的发芽率、发芽指数、活力指数,抑制了胚芽和胚根的生长。 -0.3 MPa 的渗透势胁迫可促进陇西扁蓿豆种子的萌发,且在此浓度下其相对发芽指数和相对活力指数均显著高于其他 11 份材料。在 -0.3 MPa PEG 胁迫下景泰和土默特扁蓿豆的相对胚根长较高,表现出一定的抗旱性;高渗透势的胁迫严重抑制了扁蓿豆胚芽和胚根的生长。以种子萌发期的相对发芽率、相对发芽指数、相对活力指数、相对胚根长和相对胚芽长等 5 项为指标,应用隶属函数法对 12 份扁蓿豆抗旱性进行综合评价,抗旱性强弱依次为:景泰>陇西>土默特>镇原>永昌>天水>榆中>宁县>夏河>临夏>陕西陇县>渭源。

关键词:扁蓿豆;萌发期;PEG 胁迫;隶属函数

中图分类号: S543:Q948.11 文献标志码: A 文章编号: 1000-7601(2014)05-0073-05

Evaluation of drought resistance of different habitats of *Medicago ruthenica* seed germination stage under PEG – 6000 stress

XIAO Hong, XU Chang-lin, YU Xiao-jun, JING Yuan-yuan,

FENG Shu-fang, ZHANG Yu-qin, ZHENG Zhi-hong

(Pratacultural College, Gansu Agricultural University/Key Laboratory of Grassland Ecosystem of Ministry of Education/ Sino – U. S. Centers for Grazing land Ecosystem Sustainability, Lanzhou, Gansu 730070, China)

Abstract: Drought resistances were evaluated based on seeds germination stage under different osmotic potential of polyethylene glycol (PEG 6000) among 12 accessions of *Medicago ruthenicac* collected from Jingtai, Longxi, Zhenyuan, Yongchang, Tianshui, Yuzhong, Ningxian, Xiahe, Linxia and Weiyuan of Gansu Prvience, Tumote of Inner Mongolia, and Longxian of Shanxi. The results showed that the germination rate, germination index and vigor index of *M. ruthenica* decreased, and the growth of plumule and radical were inhibited under PEG stress. The seed germination of *M. ruthenica* (Longxi) was improved by draught stress of -0.3 MPa osmotic potential, and the relative germination index and relative vigor index were significantly higher than other 11 materials under this concentration. The relative radical length of *M. ruthenica* (Jingtai) and *M. ruthenica* (Tumote) were higher than others under draught stress of -0.3 MPa osmotic potential, which showed some drought resistance. The growth of radical was seriously inhibited under high osmotic potential stress. Based on the relative germination rate, relative germination index, relative vigor index, relative plumule length and relative radical length, The comprehensive evaluation of 12 accessions of *M. ruthenica* by the subordinate function method indicated that the drought resistance ability were ranked as Jingtai > Longxi > Tumote > Zhenyuan > Yongchang > Tianshui > Yuzhong > Ningxian > Xiahe > Linxia > Longxian (from Shanxi) > Weiyuan.

Keywords: *Medicago ruthenica*; seed germination; PEG stress; subordinate function

中国干旱、半干旱面积约占国土面积的 52.50%,特别是我国西北地区,水资源相对匮乏,严重制约着农业和畜牧业的发展^[1]。近年来,随着中国农业产业结构的调整,牧草及饲料作物在畜牧业

收稿日期:2014-01-09
基金项目:甘肃省高校基本科研业务费资助
作者简介:肖红(1990—),女,甘肃省兰州人,硕士生,主要从事牧草种质与草地生态研究。E-mail:1181827215@qq.com。
通信作者:鱼小军,E-mail:yuxj@gsau.edu.cn。

快速发展以及生态环境治理方面发挥着重要作用。扁蓿豆 (*Medicago ruthenica*) 又名花苜蓿、野苜蓿, 属豆科苜蓿属植物, 广泛分布于我国甘肃、青海、新疆、内蒙古、山西、河北、辽宁、吉林及黑龙江等地, 是一种生态适应性广、抗旱抗寒、耐贫瘠、营养价值较高的优良野生豆科牧草^[2-4]。扁蓿豆可以与羊草 (*Leymus chinensis*) 等禾本科牧草建立混播栽培草地, 在改良草地、建立人工草地、防治水土流失等方面具有重要意义, 尤其在寒冷半干旱、土壤贫瘠区引种具有特殊意义^[4]。

对分布于内蒙古的扁蓿豆, 研究较多的集中于形态、生物学特性以及引种选育等方面^[5-7], 揭示了内蒙古扁蓿豆群体遗传多样性。但对分布于西北的扁蓿豆研究报道很少, 而甘肃也是我国扁蓿豆重要的分布区, 因此, 本研究以土默特扁蓿豆为对照, 采用聚乙二醇 (PEG6000) 模拟干旱^[8], 分析不同产地扁蓿豆种子萌发期的抗旱性, 测定种子萌发期相对发芽率、相对发芽指数等指标, 应用隶属函数进行综合分析, 评价 12 份扁蓿豆种质材料萌发期的抗旱性, 为扁蓿豆种质资源的评价和抗旱新品种的选育提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 供试材料

供试 12 份扁蓿豆种子, 10 份于 2012 年 9—10 月采集于甘肃各地 (表 1), 1 份于 2012 年 9—10 月采集于陕西陇县, 1 份为野生栽培品种土默特扁蓿豆。

1.2 试验方法

由于扁蓿豆种子存在硬实, 所有种子均用浓硫酸 (98%) 破除硬实, 处理 10 ~ 15 min 后用流水冲洗 10 min, 再用蒸馏水冲洗 2 次, 挑取饱满均匀一致的种子以供萌发试验^[9-10]。用 PEG 溶液作为种子发芽的培养液模拟干旱。按照 Michel 等^[8]的方法配制 PEG 渗透势分别为 -0.3、-0.6、-0.9、-1.2、-1.5、-1.8 MPa 溶液。在培养皿 (直径 12 cm) 中铺双层滤纸下垫一层脱脂棉, 分别加入上述浓度溶液 10 ml, 对照组用蒸馏水, 每个培养皿中均匀置入 50 粒种子, 每处理 4 次重复。萌发条件为 20℃ 恒温, 8 h 光照 ($9.375 \sim 15.625 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$), 16 h 黑暗。每天定时记录种子发芽数 (以胚根露白为标准), 并用电子天平称量补充蒸发的水分。PEG 胁迫 7 d 后, 取生长均匀一致的 10 株幼苗测其根芽长。

表 1 供试的 12 份扁蓿豆种质材料
Table 1 Material of 12 populations of *Medicago ruthenica* seeds

序号 Number	采集地 Collecting or introduce site	生境 Habit	地理坐标 Geographical coordinate	海拔 Elevation/m	年降雨量 AMP/mm
1	甘肃景泰 Jintai, Gansu Province	地埂、路边 Terrace edge、Roadside	不详 Unknown	不详 Unknown	182.4
2	甘肃临夏 Linxia, Gansu Province	水渠边、阴坡 Side drains、North-facing slope	N35°42'E103°08'	2150	537.4
3	甘肃陇西 Longxi, Gansu Province	路边、阴坡 Roadside、North-facing slope	N35°08'E104°24'	2000	445.8
4	甘肃宁县 Ningxian, Gansu Province	地埂 Terrace edge	N35°33'E107°49'	1220	572.1
5	甘肃天水 Tianshui, Gansu Province	地埂 Terrace edge	N34°27'E108°12'	1360	491.7
6	甘肃渭源 Weiyuan, Gansu Province	高寒草甸 Alpine meadow	N56°26'E104°03'	2780	525.7
7	甘肃夏河 Xiahe, Gansu Province	路边、水渠边 Roadside、Side drains	N35°14'E102°49'	2510	516.0
8	甘肃永昌 Yongchang, Gansu Province	地埂、水渠边 Terrace edge、Side drains	N38°16'E101°39'	2170	185.1
9	甘肃榆中 Yuzhong, Gansu Province	地埂、路边 Terrace edge、Roadside	N35°51'E104°01'	2280	350.0
10	甘肃镇原 Zhenyuan, Gansu Province	地埂 Terrace edge	N35°32'E107° 14'	1170	594.0
11	陕西陇县 Yangling, Longxian Province	水渠边、路边 Side drains、Roadside	N34°59'E106°33'	1363	600.1
12	土默特 Tumete, Autonomous Region of Inner Mongolia	野生栽培品种 Wild cultivar			

1.3 测定指标与方法

发芽率 (%) = 发芽种子数 / 供试种子数 × 100%;
相对发芽率 (%) = 处理浓度发芽数 / 对照发芽数 × 100%;

发芽指数 (GI) = $\sum (G_t / D_t)$ (G_t 为第 t 天的发芽数, D_t 为相应的发芽天数);
相对发芽指数 = 处理浓度发芽指数 / 对照发芽指数;
活力指数 (VI) = $GI \times S$ (GI 为发芽指数, S 为—

定时期内的幼苗长度);

相对活力指数 = 处理浓度活力指数/对照活力指数;

相对胚根长 = 处理浓度胚根长/对照根长;
相对胚芽长 = 处理浓度胚芽长/对照芽长。

由于在 PEG 胁迫 7 d 测的芽长和根长,此时在大于 -0.3 MPa 胁迫下的植株幼苗还未成长健全,更高胁迫的处理还未发芽,所以只测定了 -0.3 MPa 处理下幼苗的芽长和根长。

1.4 抗旱性综合评价

应用隶属函数法对扁蓊豆材料萌发期抗旱性进行综合评价。先利用公式 $X(\mu) = (X - X_{\min}) / (X_{\max} - X_{\min})$ 计算每份材料的相对发芽率、相对发芽指数、相对活力指数、相对胚根长、相对胚芽长在不同 PEG 胁迫下的具体隶属函数值^[11]。式中, X 为参试植物某一抗旱指标的测定值, $X_{\max}$ 和 $X_{\min}$ 分别为所有材料中该指标的最大值和最小值,然后把每一指标在不同 PEG 胁迫下的隶属值累加求平均值,最后把每份材料各抗旱项指标隶属函数值累加求平均值,根据各材料平均隶属函数值大小确定其抗旱性强弱,平均值越大,抗旱性越强;反之,抗旱性越弱。

表 2 不同扁蓊豆种质材料在不同渗透势下的相对发芽率和相对发芽指数

材料 Material	相对发芽率 Relative germination percentage/%			相对发芽指数 Relative germination index		
	- 0.3 MPa	- 0.6 MPa	- 0.9 MPa	- 0.3 MPa	- 0.6 MPa	- 0.9 MPa
景泰 <i>M. ruthenica</i> (Jingtai)	100.00 ± 1.41b	53.06 ± 6.07a	5.10 ± 4.45ab	0.51 ± 0.02bc	0.08 ± 0.01b	0.01 ± 0.01ab
临夏 <i>M. ruthenica</i> (Xiahe)	85.75 ± 3.17bcde	30.77 ± 3.47cd	2.75 ± 1.38ab	0.46 ± 0.04bcd	0.07 ± 0.01b	0.00 ± 0.00ab
陇西 <i>M. ruthenica</i> (Longxi)	117.50 ± 1.44a	31.85 ± 8.22bcd	1.28 ± 0.74ab	0.68 ± 0.06a	0.06 ± 0.02bc	0.00 ± 0.00b
宁县 <i>M. ruthenica</i> (Ningxian)	82.00 ± 4.76cde	14.57 ± 3.00ef	0.00 ± 0.00b	0.45 ± 0.03bcd	0.02 ± 0.00e	0.00 ± 0.01b
天水 <i>M. ruthenica</i> (Tianshui)	83.75 ± 4.91cde	23.56 ± 5.01cde	0.00 ± 0.00b	0.33 ± 0.04ef	0.03 ± 0.01de	0.00 ± 0.00b
渭源 <i>M. ruthenica</i> (Weiyuan)	74.25 ± 9.04e	13.33 ± 3.08ef	1.03 ± 1.03ab	0.37 ± 0.05cdef	0.03 ± 0.01de	0.00 ± 0.00ab
夏河 <i>M. ruthenica</i> (Xiahe)	80.25 ± 6.69de	13.83 ± 4.71ef	0.53 ± 0.53b	0.31 ± 0.03f	0.02 ± 0.01e	0.00 ± 0.00b
永昌 <i>M. ruthenica</i> (Yongchang)	97.75 ± 2.78bc	44.15 ± 5.45ab	1.07 ± 0.61ab	0.53 ± 0.03b	0.12 ± 0.02a	0.00 ± 0.00b
榆中 <i>M. ruthenica</i> (Yuzhong)	76.00 ± 1.29de	9.89 ± 1.42f	0.00 ± 0.00b	0.42 ± 0.02bcde	0.02 ± 0.00e	0.00 ± 0.00b
镇原 <i>M. ruthenica</i> (Zhenyuan)	90.25 ± 3.54bcd	21.20 ± 1.86def	6.52 ± 4.16a	0.41 ± 0.02cdef	0.04 ± 0.00cde	0.01 ± 0.00a
陇县 <i>M. ruthenica</i> (Longxian)	78.50 ± 12.33de	9.95 ± 2.92f	0.00 ± 0.00b	0.36 ± 0.07def	0.02 ± 0.00e	0.00 ± 0.00b
土默特 <i>M. ruthenica</i> (Tumote)	96.50 ± 0.96bc	35.21 ± 4.36bc	4.59 ± 2.26ab	0.43 ± 0.02bcde	0.05 ± 0.00bcd	0.01 ± 0.00ab

注:同列不同小写字母表示在 5% 水平差异显著,下表同。
Note: The different small letters in same column is significant at 5% probability level, the same below.

2.2 干旱胁迫对 12 份扁蓊豆发芽指数的影响

随着 PEG 胁迫的加剧,12 份扁蓊豆种子的相对发芽指数均呈下降趋势,在 -0.3 MPa 下,陇西扁蓊豆的相对发芽指数显著高于其他 11 份材料 ($P < 0.05$) (表 2)。在 -0.6 MPa 时,永昌扁蓊豆的相对发芽指数显著高于其他材料 ($P < 0.05$),在 -0.9

1.5 数据统计

用 SPSS13.0 统计软件包中的 Compare Means 法对试验数据进行单因素方差分析,差异显著性用 LSD 法进行多重比较。

2 结果与分析

2.1 PEG 胁迫对野生扁蓊豆发芽率的影响

种子发芽率受种子本身特性的影响较大,相对发芽率可以较客观地反映种子萌发期的相对抗旱性,相对发芽率越大则说明抗旱性越强。随着 PEG 胁迫的加剧,陇西扁蓊豆的相对发芽率呈先升后降趋势,其它扁蓊豆均呈下降趋势(表 2)。在渗透势为 -0.3 MPa 时,陇西扁蓊豆的相对发芽势显著高于其他 11 份材料 ($P < 0.05$),且随着胁迫加剧,陇西扁蓊豆的相对发芽率迅速下降,说明较低浓度的 PEG 胁迫有利于陇西扁蓊豆种子的萌发。当 PEG 渗透势为 -0.6 MPa 时,景泰扁蓊豆的相对发芽率最高,且显著高于陇西扁蓊豆 ($P < 0.05$),当 PEG 渗透势为 -0.9 MPa 时,则以镇原扁蓊豆的相对发芽率为最高,但与陇西、景泰扁蓊豆无显著差异 ($P > 0.05$)。当 PEG 渗透势为 -1.2 ~ -1.8 MPa 时,扁蓊豆的萌发严重受到抑制,其发芽率均为零。

MPa 时,除景泰、镇原和土默特扁蓊豆的相对发芽指数为 0.01 外,其他材料均下降至零。在 PEG 胁迫为 -1.2 ~ -1.8 MPa 时,在胁迫时间内均未发芽,其发芽指数也均为零。
2.3 干旱胁迫对 12 份扁蓊豆种苗活力指数的影响
在 -0.3 MPa 的胁迫下,陇西扁蓊豆种苗的相

对活力指数显著高于其他材料 ($P < 0.05$), 渭源和陕西扁蓊豆的相对活力指数最低, 均为 0.22(表 3)。大于 -0.3 MPa 胁迫下的植株幼苗还未成长健全, 更高胁迫的处理未发芽, 活力指数皆为零。

2.4 干旱胁迫对 12 份扁蓊豆根长和芽长的影响

PEG 胁迫对扁蓊豆种子的芽长和根长影响较大。胁迫 7 d, 只有 -0.3 MPa 的植株生长良好, 随着 PEG 胁迫的加剧, 扁蓊豆的萌发和生长严重受到抑制。在 -0.3 MPa 胁迫下, 各供试扁蓊豆幼苗的芽长和根长均呈下降趋势, 但景泰和土默特扁蓊豆

的相对根长较高, 表现出一定的抗旱性, 天水扁蓊豆的相对芽长相对其他材料而言较高, 表明 -0.3 MPa 的胁迫对其胚芽的生长影响较小(表 3)。

2.5 12 份扁蓊豆种子萌发期耐旱性评价

利用每份材料相对发芽率、相对发芽指数、相对活力指数、相对胚根长和相对胚芽长, 采用隶属函数法对扁蓊豆种质材料萌发期抗旱性综合评价, 抗旱性强弱依次为: 景泰 > 陇西 > 土默特 > 镇原 > 永昌 > 天水 > 榆中 > 宁县 > 夏河 > 临夏 > 陕西陇县 > 渭源(表 4)。

表 3 PEG 胁迫 (-0.3 MPa) 下扁蓊豆种苗的活力指数、相对根长和相对芽长

材料 Material	相对活力指数 Relative vigor index	相对根长 Relative radical length	相对芽长 Relative plumule length
景泰 <i>M. ruthenica</i> (Jingtai)	0.38 ± 0.05b	0.97 ± 0.04a	0.73 ± 0.07bcd
临夏 <i>M. ruthenica</i> (Xiahe)	0.23 ± 0.03de	0.58 ± 0.05d	0.51 ± 0.04e
陇西 <i>M. ruthenica</i> (Longxi)	0.56 ± 0.06a	0.73 ± 0.05c	0.83 ± 0.08abc
宁县 <i>M. ruthenica</i> (Ningxian)	0.30 ± 0.05bcde	0.76 ± 0.04bc	0.65 ± 0.08cde
天水 <i>M. ruthenica</i> (Tianshui)	0.33 ± 0.06bcde	0.76 ± 0.05bc	0.98 ± 0.08a
渭源 <i>M. ruthenica</i> (Weiyuan)	0.22 ± 0.03e	0.44 ± 0.01e	0.58 ± 0.06de
夏河 <i>M. ruthenica</i> (Xiahe)	0.25 ± 0.03cde	0.65 ± 0.04cd	0.82 ± 0.05abc
永昌 <i>M. ruthenica</i> (Yongchang)	0.37 ± 0.02bc	0.69 ± 0.03cd	0.70 ± 0.00bcd
榆中 <i>M. ruthenica</i> (Yuzhong)	0.36 ± 0.04bcd	0.86 ± 0.02ab	0.83 ± 0.05ab
镇原 <i>M. ruthenica</i> (Zhenyuan)	0.34 ± 0.05bcd	0.69 ± 0.06cd	0.82 ± 0.08abc
陇县 <i>M. ruthenica</i> (Longxian)	0.22 ± 0.05e	0.64 ± 0.02cd	0.60 ± 0.05de
土默特 <i>M. ruthenica</i> (Tumote)	0.30 ± 0.02bcde	0.91 ± 0.05a	0.70 ± 0.06bcd

表 4 12 份扁蓊豆种子萌发期耐旱性各指标隶属函数值及综合评价值

隶属函数值 Subordinate function value						抗旱性综合评价值 Comprehensive evaluation of drought resistance	排序 Order
材料 Material	相对发芽率 Relative germination percentage	相对发芽指数 Relative germination index	相对活力指数 Relative vigor index	相对胚根长 Relative radicle length	相对胚芽长 Relative plumule length		
景泰 <i>M. ruthenica</i> (Jingtai)	0.793	0.714	0.471	1	0.468	0.689	1
临夏 <i>M. ruthenica</i> (Xiahe)	0.39	0.302	0.029	0.264	0	0.197	10
陇西 <i>M. ruthenica</i> (Longxi)	0.568	0.467	1	0.547	0.681	0.653	2
宁县 <i>M. ruthenica</i> (Ningxian)	0.013	0.126	0.235	0.604	0.298	0.255	8
天水 <i>M. ruthenica</i> (Tianshui)	0.179	0.051	0.324	0.604	1	0.431	6
渭源 <i>M. ruthenica</i> (Weiyuan)	0.079	0.087	0	0	0.149	0.063	12
夏河 <i>M. ruthenica</i> (Xiahe)	0.104	0	0.088	0.396	0.66	0.25	9
永昌 <i>M. ruthenica</i> (Yongchang)	0.5	0.532	0.441	0.472	0.404	0.47	5
榆中 <i>M. ruthenica</i> (Yuzhong)	0.013	0.099	0.412	0.792	0.681	0.4	7
镇原 <i>M. ruthenica</i> (Zhenyuan)	0.544	0.49	0.353	0.472	0.66	0.504	4
陇县 <i>M. ruthenica</i> (Longxian)	0.033	0.045	0	0.377	0.191	0.129	11
土默特 <i>M. ruthenica</i> (Tumote)	0.602	0.541	0.235	0.887	0.404	0.534	3

3 讨 论

种子萌发期是植物生命史中最为重要的阶段,是对外界渗透胁迫响应比较敏感的时期,是进行抗旱性研究的重要时期,通过研究发芽率、幼苗长度等形态生长发育指标与抗旱性之间的关系,为抗旱性种质选择和鉴定具有重要意义^[11]。大量研究表明,利用 PEG - 6000 模拟干旱水分胁迫来鉴定不同植物的抗旱性是一种比较可靠的方法^[11-18]。本试验以不同渗透势的 PEG 溶液模拟不同强度的干旱胁迫条件,对 12 份扁蓿豆种质材料的萌发特性和抗旱性进行了研究,试验结果显示,12 份扁蓿豆种子萌发期的相对发芽率、相对发芽指数、相对活力指数、相对胚根长、相对胚芽长基本上都是随着胁迫程度的加剧,呈现一种下降的趋势,但陇西扁蓿豆的相对发芽率随干旱胁迫的加剧呈先升高后下降的趋势,在 PEG 渗透势为 - 0.3 MPa 时,陇西扁蓿豆的相对发芽率显著高于其他 11 份材料($P < 0.05$),且随着干旱胁迫加剧,陇西扁蓿豆的相对发芽率迅速下降,说明低浓度的 PEG 胁迫有利于陇西扁蓿豆种子的萌发。在 PEG 胁迫 7 d 时,只有 - 0.3 MPa 胁迫下的植株生长良好,在更高胁迫下扁蓿豆的生长和萌发严重受到抑制。

有研究^[19]表明,低浓度的 PEG 胁迫有利于种子的萌发,高胁迫下植株的生长严重受到抑制,本试验也得出了类似的结果。这可能是由于一定浓度的 PEG 胁迫能够启动种子体内一系列保护机制,减少种子吸胀过程中膜系统的损伤,有利于膜系统的修复,从而提高植物种子发芽率,促进幼胚的生长,随着 PEG 胁迫的加剧,这种促进作用就转化为抑制作用^[20-21]。本研究表明,不同的扁蓿豆种质在同一渗透胁迫下,同一指标的相对值差异很大,本试验所用的材料为采集于不同地区的扁蓿豆种子,扁蓿豆的抗旱性除了与本身的遗传特性有关外,还可能与种子成长的环境以及采集时间有关。

抗旱性是一个受多种因素影响的复杂的数量性状,不同扁蓿豆种质对某一具体指标的抗旱性反应不一定相同,因此,用单一的指标难以全面而准确地反映抗旱性的强弱,必须运用多个指标进行综合评价^[11]。赵丽丽等^[22]采用聚乙二醇溶液模拟干旱胁迫,以黄花苜蓿作对照,对扁蓿豆 4 个品系种子萌发期的抗旱性进行了研究,通过对种子相对发芽率、相对发芽势、相对发芽指数等综合分析,初步得出扁蓿豆四个品系的抗旱性高于黄花苜蓿(*Medicago falcate*

L.);蔡丽艳等^[23]也通过此方法对不同生态区的 6 份扁蓿豆种质材料采用聚类分析和隶属函数法对干旱胁迫下扁蓿豆种子萌发期的抗旱性进行了综合评价;王赞等^[24]采用隶属函数法通过相对发芽势、相对发芽率、相对胚芽长、相对胚根长评价了 20 份野生鸭茅(*Dactylis glomerata*)种子萌发期的抗旱性。本试验也采用隶属函数法,利用相对发芽率、相对发芽指数、相对活力指数、相对胚根长、相对胚芽长共 5 个单项指标对 12 份扁蓿豆种质材料萌发期抗旱性进行了综合评价,抗旱性强弱依次为,景泰 > 陇西 > 土默特 > 镇原 > 永昌 > 天水 > 榆中 > 宁县 > 夏河 > 临夏 > 陕西陇县 > 渭源(表 4)。

本研究仅对萌发期的生长发育指标做出了系统分析,但对种子萌发期的内部生理生化指标未作分析。要综合评价扁蓿豆的抗旱性不但要从形态、生理、生化等多个指标进行综合评价^[24-25],而且也需要对其种子萌发期、苗期乃至全生育期进行综合评价。

参 考 文 献:

[1] 谭 艳,彭显晖.植物抗旱机理及抗旱性鉴定方法研究进展[J].广西农业科学,2010,41(5):423-426.

[2] 李鸿雁,李志勇,师文贵,等.内蒙古扁蓿豆叶片解剖性状与抗旱性的研究[J].草业学报,2012,21(2):138-146.

[3] 李小安.低温吸胀对不同扁蓿豆种子发芽特性的影响[J].青海大学学报(自然科学版),2011,29(2):62-64.

[4] 韩海波,师文贵,李志勇,等.扁蓿豆的抗性研究进展[J].草业科学,2011,28(4):631-635.

[5] 乌日娅,雍世鹏,包贵平.扁蓿豆属植物在内蒙古的生态地理分布[J].中国草地,1996,(2):5-6.

[6] 韩海波,师文贵,王晓娜,等.内蒙古扁蓿豆野生资源形态特征研究[J].植物遗传资源学报,2011,12(5):721-726.

[7] 乌日娅,雍世鹏,包贵平.扁蓿豆生态生物学特性的比较研究[J].中国草地,1994,(2):1-7.

[8] Michel B E, Kaufmann M R. The osmotic potential of polyethylene glycol 6000[J]. Plant Physiology, 1973,(51):914-916.

[9] 徐成体,德科加.用不同方法处理后直立型扁蓿豆种子的发芽效果[J].青海畜牧兽医杂志,1996,26(6):4-6.

[10] 赵丽丽,王照兰,杜建才,等.硫酸处理打破扁蓿豆不同品系种子硬实的效果研究[J].中国草地学报,2007,29(3):73-76.

[11] 刘 佳,徐昌旭,曹卫东,等.PEG 胁迫下 15 份紫云英种质材料萌发期的抗旱性鉴定[J].中国草地学报,2012,34(6):18-25.

[12] 鞠 乐,齐军仓,贺 雪,等.大麦种子萌发期对渗透胁迫的响应及抗旱性鉴定指标的筛选[J].干旱地区农业研究,2013,31(1):172-176.

[13] 伏兵哲,兰 剑,李小伟,等.PEG - 6000 干旱胁迫对 16 个苜蓿品种种子萌发的影响[J].种子,2012,31(4):10-14.

一定的保水作用,农田土壤含水量越大,越有利于土壤水分蒸发,农田蒸发为休闲农田土壤水分散失的主要途径。

3) 翻耕裸地、免耕荒草地、秸秆覆盖地农田蒸发量与其相应气温、0 cm、5 cm、10 cm 土壤温度的协同函数均呈现正向协同关系,协同系数普遍较大,说明农田温度升高,农田蒸发量增大,农田温度仍然是农田无效蒸发的主要推动因素,随着土壤深度增加,协同系数逐渐变小,随着田间覆盖物的增加,相同层次深度土壤温度与农田蒸发量的协同性降低,但旱季农田温度与农田蒸发量的协同关系有加强趋势。

由此,西南干热河谷区要开发利用季节性休闲农田,就必须做好农田土壤水分的保蓄,减少农田水分的无效蒸发,故增加地表覆盖物(如地膜覆盖、秸秆覆盖等)就显得格外重要,地表覆盖物的存在可有效抑制土壤水分的无效蒸发,稳定土壤温度,在干热地区还有降低土壤平均温度的作用,为旱季休闲农田的进一步开发利用奠定了良好的水分基础。此外,农田蒸发量与农田温度的变化规律及协同关系同农田土壤质地、农田覆盖物、农田小气候具有一定的关联,同时与土壤含水量、贮水量和田间持水量等也具有密切关系,均须做进一步的深入研究。

参 考 文 献:

[1] 陈利顶,王 军,傅伯杰.我国西南干热河谷脆弱生态区可持续发展战略[J].中国软科学,2001,6:95-99.

[2] 张建平,王道杰,王玉宽,等.元谋干热河谷区生态环境变迁探

讨[J].地理科学,2000,20(2):148-154.

[3] 钟祥浩.干热河谷区生态系统退化及恢复与重建途径[J].长江流域资源与环境,2000,(9):376-384.

[4] 纪中华,刘光华,段曰汤,等.金沙江干热河谷脆弱生态系统植被恢复及可持续生态农业模式[J].水土保持学报,2003,17(5):1-4.

[5] 何永彬,陆培泽,朱 彤.横断山—云南高原干热河谷形成原因研究[J].资源科学,2000,22(5):69-73.

[6] 程圣东,李占斌,李 强.干热河谷地区土壤物理特性对土壤侵蚀的影响[J].水资源与水工程学报,2008,19(5):38-43.

[7] 赵元蛟,苏文华,张光飞,等.云南元谋干热河谷土壤水分季节动态[J].安徽农业科学,2013,41(8):3593-3594.

[8] 陈奇伯,王克勤,李金洪,等.元谋干热河谷坡耕地土壤侵蚀造成的土地退化[J].山地学报,2004,22(5):528-532.

[9] 张信宝,杨 忠,张建平.元谋干热河谷坡地岩土类型与植被恢复分区[J].林业科学,2003,39(4):16-25.

[10] 米艳华,陆 琳,陈艺齐,等.干热河谷区农业种植模式的资源利用率研究[J].西南农业学报,2011,24(1):61-67.

[11] 张建平,王道杰,杨 忠,等.元谋干热河谷区森林消长与生态环境变化研究[J].中国沙漠,2001,21(1):79-85.

[12] 杨艳鲜,纪中华,沙毓沧,等.元谋干热河谷区旱坡地生态农业模式的水土保持效益研究[J].水土保持学报,2006,20(3):70-75.

[13] 周红艺,熊东红,杨 忠.元谋干热河谷土地利用变化对生态系统服务价值的影响[J].农业工程学报,2008,24(3):135-140.

[14] 何锦峰,苏春江,舒 兰,等.基于 3S 技术的金沙江干热河谷区 LUCC 研究—以云南省元谋县为例[J].山地学报,2009,27(3):341-348.

[15] 张信宝,杨 忠,张建平.元谋干热河谷坡地岩土类型与植被恢复分区[J].林业科学,2003,39(4):17-26.

[16] 王克勤,沈有信,陈奇伯,等.金沙江干热河谷人工植被土壤水环境[J].应用生态学报,2004,15(5):809-813.

(上接第 77 页)

[14] De R, Kar R K. Seed germination and seedling growth of mung bean (*Vigna radiata*) under water stress induced by PEG-6000[J]. Seed Science and Technology, 1995,23(2):301-308.

[15] Singh M, Singh B B. Effect of iso-osmotic levels of salts and PEG-6000 on enzymes in germinating pea seeds[J]. Biologia Plantarum, 1992,34(5-6):415-422.

[16] 张 霞,谢小玉.PEG 胁迫下甘蓝型油菜种子萌发期抗旱鉴定指标的研究[J].西北农业学报,2012,21(2):72-77.

[17] 李培英,孙宗玖,阿不来提.PEG 模拟干旱胁迫下 29 份偃麦草种质种子萌发期抗旱性评价[J].中国草地学报,2010,32(1):32-39.

[18] 胡卉芳,王照兰,杜建材,等.PEG 胁迫下不同品系扁蓿豆种子的萌发特性[J].草原与草坪,2010,30(3):74-77.

[19] 孙建华,王彦荣,余 玲,等.聚乙二醇引发对几种牧草种子发芽率和活力的影响[J].草业学报,1999,8(2):34-42.

[20] 秦文静,梁宗锁.四种豆科牧草萌发期对干旱胁迫的响应及抗旱性评价[J].草业学报,2010,19(14):61-70.

[21] 许耀照,曾秀存,王勤礼,等.PEG 模拟干旱胁迫对不同黄瓜品种种子萌发的影响[J].中国蔬菜,2010,(14):54-59.

[22] 赵丽丽,王照兰,杜建材,等.扁蓿豆不同种质材料种子萌发期抗旱性比较[J].种子,2007,26(12):13-16.

[23] 蔡丽艳,李志勇,孙启忠,等.扁蓿豆萌发对干旱胁迫的响应及抗旱性评价[J].草业科学,2012,29(10):1553-1559.

[24] 王 赞,李 源,吴欣明,等.PEG 渗透胁迫下鸭茅种子萌发特性及抗旱性鉴定[J].中国草地学报,2008,30(1):50-55.

[25] 张灿军,王育红,姚宇卿,等.早稻抗旱性鉴定方法与指标研究—Ⅱ抗旱性鉴定评价技术规范[J].干旱地区农业研究,2005,23(2):37-39.