

水分胁迫对红小豆和绿豆发芽的影响

刘世鹏, 叶 飞, 曹娟云, 陈宗礼

(延安大学 生命科学学院, 陕西省区域生物资源保育与利用工程技术研究中心, 陕西 延安 716000)

摘 要:采用配置不同浓度的聚乙二醇(PEG-6000)溶液来模拟土壤自然水势,对红小豆和绿豆种子萌发进行人工水分胁迫处理。结果表明:随着胁迫程度的加剧,红小豆和绿豆的发芽率、发芽势、发芽指数、活力指数均呈下降趋势;胁迫浓度达 20%时红小豆种子不能萌发,表明红小豆种子的萌发的临界水分胁迫值小于 20%,而绿豆种子在 25%的胁迫溶液中没有发芽,表明绿豆种子萌发的临界水分胁迫值小于 25%;发芽后胚轴和胚根的生长亦受到水分胁迫的影响,胚轴/胚根的比值随水分胁迫强度的加强而减小,表明红小豆和绿豆种子萌发后对水分胁迫具有较强的适应性。

关键词:水分胁迫;发芽率;发芽势;发芽指数;活力指数

中图分类号:S 52 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2011)15-0038-04

红小豆(*Vigna angularis*)又名赤豆、赤小豆、红豆,绿豆(*Vigna radiate* L.)又名青小豆,属豆科(Leguminosae)菜豆属(*Phaseolus*),原产于我国,在我国已有二千多年的栽培历史,是人类重要的杂粮作物,富含淀粉、蛋白质等成分,具有很高的营养价值和药用价值。红小豆和绿豆在我国西部干旱、半干旱地区产量较高,是黄土高原地区的重要经济作物,西部地区生态环境严酷,降水少且分布不匀,水土流失严重,土壤贫

瘠,自然灾害频繁,这一地区的作物从播种开始就受到不可预测的干旱影响,给作物的生长发育和农业增产造成无法估计的后果,且随着人们生活水平的提高,在国内外市场中需求量越来越大。因此,研究种子的抗旱、耐旱性特点与机理,可为干旱、半干旱地区的农作物种植选择提供理论依据与现实指导。而种子又是植物最重要的繁殖材料,它在发芽阶段的耐旱状况在一定程度上反映了该作物的耐旱程度,种子发芽状况也是判定种子质量、确定播种量的一项重要指标。关于红小豆和绿豆的研究主要表现在种子的营养、药用、经济价值等方面,有关水分胁迫的研究报道及文献较少,且主要是从水分胁迫对作物的生理指标方面的影响进行论述^[1-3];而有关发芽能力方面的研究报道很少,试

第一作者简介:刘世鹏(1973-),男,陕西清涧人,讲师,现主要从事植物学和生理生态学的研究工作。

基金项目:陕西省自然科学基金资助项目(S2009JC970);延安市自然科学基金基础研究资助项目(2008KN-01)。

收稿日期:2011-05-03

[3] 胡建斌. 河南山药品种退化原因及防治措施[J]. 长江蔬菜, 2007(9):31-32.

[4] 赵冰,李建明,秦晔,等. 山药不同繁殖材料所产零余子的形态学观测[J]. 中药材, 2003, 26(6):398-399.

[5] 赵冰,吴晓娜,江晓云,等. 山药零余子栽培特性的初步研究[J]. 特

产研究, 2003(1):1-3, 12.

[6] 陈昌. 崇山药品种筛选及其安全生产技术研究[J]. 中国农学通报, 2008, 24(11):211-214.

[7] 吴志刚,魏余煌,冷春鸿,等. 温州山药表型性状多样性研究[J]. 浙江农业科学, 2010(4):735-738.

Study on the Breeding Properties of 'Xinchengximao' Yam

XU Heng-jian¹, LI Cui-xiang², GONG Xu-dong³

(1. College of Life Science, Shandong University of Technology, Zibo, Shandong 255049; 2. The Seed Management Station of Huantai County, Huantai, Shandong 256400; 3. The Vegetable Office of Huantai County, Huantai, Shandong 256400)

Abstract: The local feature yam variety 'Xinchengximao' was selected for the test. The relations between its tubercle size, morphological characters and breeding properties were studied. Meanwhile the variety was used to elucidate the size and morphological characters of first seedling tuber and their production features. The results showed that the size of tubercle had direct influence on the size of first seedling tuber, and there were significant differences among the treatments. The weight of tubercle was the major factor. As for the first seedling tuber, its weight decided the size of product tuber. So while in the breeding, it should be careful to eliminate the too small tubercles, and not to use those seedling tubers that the weight of one was below 50 g as far as possible.

Key words: yam; tubercle; seedling; breeding properties

验通过研究红小豆和绿豆种子对不同浓度 PEG 人工水分胁迫的反应,观测种子的发芽能力,旨在为研究红小豆和绿豆的抗旱机理,选育抗旱品种提供依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验材料为陕西延安地区种植的陕北红小豆种子和大明绿豆种子,选择籽粒饱满、大小、色泽一致的种子进行试验。

1.2 试验方法

1.2.1 种子预处理 将种子用清水浸泡法除去漂浮的种子和其它杂物,然后用 5% 高锰酸钾浸泡消毒 20 min,用清水冲洗干净,然后以 20℃ 的温水浸泡种子,红小豆浸泡 18 h,绿豆浸泡 10 h,使种子充分吸水,清洗干净沥干备试验用。

1.2.2 发芽试验 试验设 5 种聚乙二醇(PEG-6000)浓度,分别为:5%、10%、15%、20%、25% (w/v) (与其对应的渗透势分别为 -0.1、-0.2、-0.4、-0.6、-0.8 MPa)^[4],以清水作对照(CK),3 次重复,每重复 60 粒种子。在培养皿中(直径为 15 cm)置 2 层滤纸,先用少量渗透溶液浸润,将经过预处理的种子均匀摆放其中进行发芽试验,贴上标签,然后将培养皿随机摆放于(EHI)人工气候箱中,黑暗条件下培养,发芽温度为(25±1)℃,湿度 75%。并每天定时在滤纸上滴加渗透溶液少量,每隔 2 d 换 1 次滤纸,以保持滤纸的湿润和清洁,防止水势变动;从种子置床之日起观察,以胚根长度等于种子长度作为发芽标准,当 3 次重复中有 1 个种子发芽时,为该处理的种子发芽始期,以后每天记录发芽种子数;以连续 5 d 不发芽时作为发芽结束期;其中试验过程中所用的培养皿、镊子等均用蒸汽干蒸法进行消毒,防止其它因素影响试验结果。

1.3 项目测定方法

从发芽始期开始记录数据,参照《国际种子检验规程》^[5] 计算发芽率、发芽速度、发芽指数、活力指数并配合发芽的延后期和新生根长度判别种子对水分胁迫的敏感性。幼苗形态指标:发芽试验结束后,在每个处理的 3 次重复中分别随机抽取 20 株幼苗,用量尺(20 cm 标准测量尺)测定其胚轴、胚根长度。试验数据采用 SPSS 13.5 软件进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 水分胁迫对红小豆、绿豆种子发芽能力的影响

2.1.1 水分胁迫对发芽率的影响 由图 1 可看出,随着胁迫程度的加剧,红小豆和绿豆种子的发芽率呈不同程度的下降趋势。红小豆种子在胁迫浓度为 0%、5%、10% 时发芽率较高,分别为 100.00%、94.17%、93.33%;在胁迫浓度为 5% 时与对照相比差异不显著,当胁迫浓度达 15% 时发芽率明显下降,发芽率仅为 5.83%,下降了 93.75%,差异显著;当胁迫浓度达 20% 以上时红小豆种子不能发芽,说明红小豆种子能发芽的水势范围为 0~-0.4 MPa。绿豆种子较红小豆种子

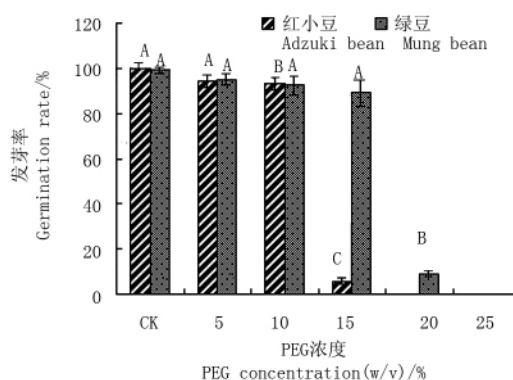


图 1 水分胁迫下红小豆和绿豆发芽率的变化

Fig. 1 The change of adzuki bean and mung bean germination rate to water stress

抗旱性强,胁迫浓度为 0%、5%、10%、15% 时的发芽率分别为 99.17%、95.00%、92.50%、89.17%;5%、10%、15% 胁迫浓度的处理与对照差异不显著,但是当胁迫浓度达 20% 时发芽率大幅度下降,仅有 9.17%,下降了 89.72%,且差异显著;胁迫浓度为 25% 时发芽率为 0,即种子发芽被完全抑制,则绿豆种子在水势范围为 0~-0.6 MPa 内具有发芽能力。

2.1.2 水分胁迫对发芽势的影响 发芽势是反映种子品质的重要指标之一。一般认为,发芽势高的种子播种后发芽整齐。试验以种子发芽数达到高峰时的正常发芽种子总数占供试种子总数百分比为标准。由图 2 可看出,红小豆和绿豆种子在水分胁迫下随着胁迫强度的加剧发芽势呈明显的下降趋势,不同浓度胁迫下发芽势差异显著;5% 的水分胁迫下,种子的发芽势与对照相比已表现出明显的下降趋势,浓度为 15% 时的胁迫作用更为明显,发芽势对干旱胁迫比发芽率更敏感^[6-7]。因此,在自然干旱的条件下,干旱可能首先影响发芽势,而后影响发芽率。

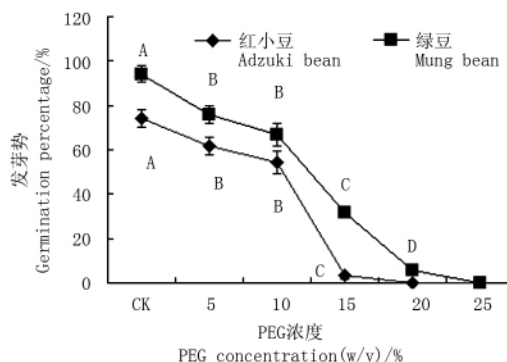


图 2 水分胁迫下红小豆和绿豆发芽势的变化

Fig. 2 The change of adzuki bean and mung bean germination percentage to water stress

注:图中误差棒代表平均值的标准误,标有不同大写字母者表示在 $\alpha=0.01$ 水平下差异显著,下同。

Note: The error bars indicate mean standard error, were marked with different capital letters indicate significant different at $\alpha=0.01$. The same beolw.

表 1 水分胁迫下红小豆和绿豆发芽指数的变化

Table 1 The change of adzuki bean and mung bean germination index to water stress

品种	溶液浓度	水势	重复 Repeat			平均值	下降百分率	
Cultivars	Solution concentration/%	Water potential/MPa	Repeat 1	Repeat 2	Repeat 3	Average X±S	Decreasing percentage/%	
红小豆 Adzuki bean	CK	0	40.00	39.00	40.00	39.67±0.5774	A	
	5	-0.1	21.17	23.17	24.17	22.83±1.5275	B	42.44
	10	-0.2	19.67	21.40	21.43	20.83±1.0105	B	8.76
	15	-0.4	2.00	1.00	1.50	1.50±0.5774	C	92.80
绿豆 Mung bean	CK	0	39.00	39.00	39.00	39.00±0.0000	A	
	5	-0.1	33.83	35.17	36.33	35.11±1.2509	B	9.97
	10	-0.2	31.58	34.45	34.58	33.54±1.6949	B	4.48
	15	-0.4	26.67	27.58	24.83	26.36±1.4002	C	21.40
	20%	-0.6	1.33	1.50	1.50	1.44±0.0962	D	94.52

2.1.3 水分胁迫对发芽指数的影响 发芽指数不仅包括发芽的种子数,而且强调发芽速度。每天发芽的种子在构成发芽指数中所起作用都不同,故发芽指数是良好的种子活力指标。由表 1 可知,随着水势的下降,红小豆和绿豆种子的发芽指数相应下降,经方差分析可知,不同的胁迫浓度对红小豆和绿豆种子发芽指数的影响显著,胁迫浓度为 5% 时对发芽指数的影响较浓度为 10% 时明显,且红小豆在胁迫浓度为 15% 时下降趋势较大,绿豆在胁迫浓度为 20% 时发芽指数大幅度下降。活力指数表达了种子发芽的速度、整齐度

和幼苗生长势,是在种子遗传特性和有利条件下,种子发芽和幼苗生长的综合反映,也表达了一定的植株生产潜力,较常规发芽率和其它生理指标更可靠有效的种子质量指标。

2.1.4 水分胁迫对活力指数的影响 由表 2 可知,随着水势的下降,红小豆和绿豆种子活力指数呈递减趋势,各处理与对照相比差异均显著,且活力指数在胁迫浓度为 5% 时与 10% 处理之间差异不显著;红小豆和绿豆分别在 15% 与 20% 时出现大幅度的下降。

表 2 水分胁迫下红小豆和绿豆活力指数的变化

Table 2 The change of adzuki bean and mung bean index to water stress

品种	溶液浓度	水势	重复 Repeat			平均值	下降百分率	
Cultivars	Solution concentration/%	Water potential/MPa	Repeat 1	Repeat 2	Repeat 3	Average X±S	Decreasing percentage/%	
红小豆 Adzuki bean	CK	0	191.73	165.10	186.13	180.99±14.0422	A	
	5	-0.1	35.28	40.16	34.48	36.64±3.0733	B	9.76
	10	-0.2	25.96	27.82	32.79	28.86±3.5327	B	21.23
	15	-0.4	0.40	0.20	0.30	0.30±0.1000	C	98.96
绿豆 Mung bean	CK	0	208.65	228.88	237.64	225.06±14.8686	A	
	5	-0.1	85.26	88.62	100.28	91.39±7.8830	B	59.39
	10	-0.2	58.96	64.08	66.17	63.07±3.7114	B	30.99
	15	-0.4	25.03	24.83	26.17	25.34±0.7259	C	59.82
	20	-0.6	0.27	0.30	0.30	0.29±0.0192	D	98.9

2.2 水分胁迫对红小豆和绿豆胚轴/胚根的影响

在水分胁迫下,植物能调节自身地上地下器官的协调关系,将有限的营养物质优先用于根系(胚根)生长的需要,水分胁迫下胚轴/胚根值的减小是植物对水分胁迫的一种适应性反应^[8]。红小豆和绿豆种子从种子萌发到形成幼苗的过程中,由表 3 可知,胚轴/胚根值随胁迫浓度的加强而减小,红小豆的胚轴/胚根值,各处理间经方差分析差异均显著;而绿豆的胚轴/胚根比值只有在胁迫浓度为 10% 时下降幅度不大,10% 与 15% 处理的值差异不显著。结果表明,红小豆和绿豆种子萌发后对水分胁迫具有较强的适应性。

3 结论与讨论

植物在生长发育过程中,会受到由于干旱和高盐引起的渗透胁迫。受到渗透胁迫的植物脱水,细胞膨压丧失,对植物产生许多不利效应,如发育受抑、生活力

降低、甚至死亡^[9]。因此,揭示渗透胁迫伤害机理,探讨植物的耐旱性水平,寻找提高植物抵抗胁迫能力的途径受到诸多学者的关注^[10-11]。试验利用聚乙二醇(PEG-6000)模拟土壤自然水势对红小豆和绿豆种子进行水分胁迫处理,测定结果表明,不同胁迫强度对红小豆和绿豆种子的发芽能力及幼苗生长具有明显的影响。

该试验结果表明,红小豆和绿豆种子在受到不同程度的干旱胁迫时,随着水势的下降,其发芽率、发芽势、发芽指数、活力指数、胚轴/胚根等出现不同程度的降低。对于红小豆,PEG 浓度为 20% 处理的种子在试验结束后仍未能萌发,表明红小豆种子萌发的临界水分胁迫值应小于 20%;发芽率在胁迫浓度为 5%、10% 时与对照相比下降幅度不大,且 5% 处理的发芽率与对照差异不显著。当胁迫浓度达 15% 时,其发芽率出

表 3 水分胁迫下红小豆和绿豆胚轴/胚根的变化

Tab 3 The change of adzuki bean and mung bean ratio of radicle to hypocotyls to water stress

品种	溶液浓度	水势	重复 Repeat			平均值	下降百分率	
Cultivars	Solution concentration/%	Water potential/MPa	Repeat 1	Repeat 2	Repeat 3	Average X±S	Decreasing percentage/%	
红小豆 Adzuki bean	CK	0	0.90	0.89	0.82	0.87±0.0451	A	
	5	-0.1	0.41	0.40	0.36	0.39±0.0253	B	54.79
	10	-0.2	0.33	0.30	0.31	0.32±0.0130	C	19.80
	15	-0.4	0.16	0.17	0.15	0.16±0.0067	D	48.77
绿豆 Mung bean	CK	0	1.39	1.42	1.57	1.46±0.0989	A	
	5	-0.1	0.66	0.67	0.71	0.68±0.2490	B	53.52
	10	-0.2	0.47	0.45	0.39	0.44±0.0415	C	35.64
	15	-0.4	0.28	0.32	0.32	0.31±0.0234	C	28.87
	20	-0.6	0.22	0.20	0.20	0.21±0.0162	D	34.00

现了大幅度的降低,下降了 93.75%,是一个转折浓度;种子的发芽势、发芽指数、活力指数和胚轴/胚根随胁迫强度的增加呈明显的下降趋势;但 10%PEG 处理的下降幅度相对较小。表明水分胁迫对红小豆种子发芽的影响显著,且水势为 0~-0.4 MPa 范围内红小豆种子具有发芽能力。

绿豆与红小豆各项测量指标相比发芽能力相对较强。绿豆的发芽率在胁迫浓度为 5%、10%、15%时与对照相比下降幅度不大,但差异不显著,当胁迫浓度达 20%时,其发芽率下降了 89.72%;种子的发芽势、发芽指数、活力指数和胚轴/胚根随胁迫强度的增加呈明显的下降趋势;结果表明,水分胁迫对绿豆种子发芽的影响显著,水势为 0~-0.6 MPa 范围内绿豆种子具有发芽能力。

参考文献

[1] 刘世鹏,曹娟云,刘冲,等.水分胁迫对绿豆幼苗渗透调节物质的影响[J].延安大学学报,2008(1):55-58.
[2] 刘世鹏,徐玉霖.水分胁迫对绿豆抗氧化物质活性的影响[J].延安

大学学报,2008,27(3):77-81.
[3] Steuter A A, Mozafar A, Gooding J R. Water potential of aqueous Polyethylene glycol[M]. Plant Phydio, 1981, 67(1): 64-67.
[4] Michel B E, Kaufmann M R. The osmotic potential of polyethylene glycol 6000[J]. Plant physiology, 1973, 51: 914-916.
[5] 国际种子检验协会(ISTA). 国际种子检验规程[M]. 北京:北京农业大学出版社,1985.
[6] Humara J M, López M, Cassares A, et al. Temperature and provenance as two factors affecting Eucalyptus niters need germination[J]. Forestry, 2000, 73: 87-90.
[7] McLarenl K P, McDonald M A. The effects of moisture and shade on seed germination and seedling survival in a tropical dry forest in Jamaica [J]. For Ecol Man, 2003, 183: 61-75.
[8] 朱教君,李智辉,康宏樟,等.聚乙二醇模拟水分胁迫对沙地樟子松种子萌发影响研究[J].应用生态学报,2005,16(5):801-804.
[9] 张立军,樊金娟,阮燕晔,等.聚乙二醇在植物渗透胁迫生理研究中的应用[J].植物生理学通讯,2004,40(3):361-364.
[10] 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.
[11] 安建平,陈靠山.渗透胁迫下小麦的膜损伤与 ABA 增高的关系[J].兰州大学学报,1994,30(3):127-131.

Effect of Water Stress on Germination of Adzuki Bean and Mung Bean

LIU Shi-peng, YE Fei, CAO Juan-yun, CHEN Zong-li

(College of Life Sciences, Yan'an University, Shaanxi Engineering and Technological Research Center of Conservation and Utilization of Biological Resources, Yan'an, Shaanxi 716000)

Abstract: The treatment of water stress to adzuki bean and mung bean on seeds was made by the different concentrations of polyethylene glycol (PEG-6000). The results showed that with the increasing of PEG concentrations, the germination rate, germination percentage, germination index and seed vigor index were all decreased gradually. The adzuki bean seeds treated with 20% PEG could not germinate at all throughout the experiment period, suggesting that 20% PEG was the threshold for the germination of adzuki bean seeds. The mung bean seeds treated with 25% PEG could not germinate at all throughout the experiment period, suggesting that 25% PEG was the threshold for the germination of mung bean seeds. After germinates the lengths of radicle and hypocotyls were shorter, illustrating their growth be more sensitive to PEG-simulated drought stress, while the lengths of radicle/hypocotyls ratio was decreased with increasing PEG concentration, indicating that adzuki bean and mung bean seeds had a stronger resistance to drought stress after germination.

Key words: water stress; germination rate; germination percentage; germination index; vigor index