

大豆耐旱种质的鉴定

闫春娟, 宋书宏, 王文斌, 王昌陵

(辽宁省农业科学院 作物研究所, 辽宁 沈阳 110161)

摘要:采用盆栽的方法,依据隶属函数值法,对18个大豆品种分别进行营养生长期和生殖生长期的抗旱鉴定;同时采用田间原位测定的方法,依据抗旱系数和产量,对这18个品种分别种植在半干旱地区(朝阳)和湿润-半湿润地区(沈阳)进行全生育期的抗旱鉴定。结果表明:依据隶属函数值法共筛选出营养生长期较强耐旱型(2级)品种2个,分别是辽豆24和锦豆36;生殖生长期较强耐旱型(2级)品种2个,分别是辽豆26和铁豆37;全生育期抗旱鉴定表明铁豆49为强耐旱品种;综合全生育期的抗旱系数和耐旱隶属函数值,筛选出3个优良大豆品种,分别为辽豆26、铁豆37和铁豆49,建议在半干旱地区推广种植。研究认为对大豆种质耐旱性鉴定采用隶属函数值法及全生育期综合鉴定的方法较为准确,与营养生长期相比生殖生长期耐旱性结果鉴定与全生育期鉴定结果更为一致。

关键词:大豆;耐旱性;隶属函数值;抗旱系数;产量

中图分类号:S565.1 **文献标识码:**A **DOI:**10.11861/j.issn.1000-9841.2015.01.0163

Identification of Drought Stress Tolerance in Soybean [*Glycine max* (L.) Merr.]

YAN Chun - juan, SONG Shu - hong, WANG Wen - bin, WANG Chang - ling

(Crop Institute of Liaoning Academy of Agricultural Sciences, Shenyang 110161, China)

Abstract: In the study, the main physiological traits at vegetative and reproductive period of 18 soybean cultivars were investigated to screen drought resistant varieties in pot culture condition. Field experiments were conducted with the same soybean cultivars, yield were investigated under semi - arid region (Chaoyang) and humid and semi - humid region (Shenyang) respectively to select drought - resistant varieties at the whole growth period. The results showed that two soybean cultivars, Liaodou24 and Jindou36 were screened with 2 levels of drought tolerance at vegetative growth period. Two soybean cultivars, Liaodou26 and Tiedou37 were screened with 2 levels of drought tolerance at reproductive growth period. Tiedou 49 was high drought tolerant cultivar in the whole growth stage drought test. Based on the drought tolerance coefficients and the subordinate function value, 3 soybean varieties with high yield and tolerant to drought were screened out including Liaodou26, Tiedou37 and Tiedou49. These three cultivars are recommended to be planted in semi - arid area. Combined subordinate function values method with whole growth period method in drought resistance identification of soybean germplasm was more effective. The identification result of reproductive period was more accordance with the whole growth period method.

Keywords: Soybean; Drought - tolerance; Subordinate function values; Drought resistance coefficient; Yield

我国干旱、半干旱地区占国土面积的一半以上,其中耕地面积为 $5.1 \times 10^7 \text{ hm}^2$,约占全国总耕地面积的51%^[1],耕地中没有灌溉条件的旱地约占耕地的65%^[2]。干旱对农业造成的损失相当于其他不良因子造成损失的总和^[3]。通过抗旱鉴定可以为抗旱育种提供优异种质资源^[4],前人已对玉米、燕麦等作物进行了耐旱种质鉴定,并筛选出一批优良的抗旱品种^[5-7]。目前大豆抗旱鉴定的方法包括产量直接评价方法、抗旱指数法、冠层萎蔫指数法等^[8]。本试验中采用隶属函数方法进行营养生长期和生殖生长期耐旱品种的鉴定与筛选,综合产量评价法与抗旱系数法进行全生育期耐旱品种的筛选,以期辽宁省大豆抗旱生产筛选出一批优良的

种质资源。

1 材料与方法

1.1 营养生长期耐旱性鉴定

试验于2010年在辽宁省农业科学院院内盆栽场(N41°49',E123°32')进行。供试土壤为棕壤,采自辽宁省农业科学院试验田0~20 cm耕层土壤,前茬作物为大豆,土壤有机质含量为1.180%,全氮0.123%,全磷0.084%,全钾2.420%,碱解氮 $100 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$,有效磷 $16.8 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$,有效钾 $98 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$,pH6.90。供试品种为辽宁省审定并推广的较为优异的种质资源18份。试验采用普通塑料桶,每盆装风干土15 kg。塑料桶放置于全自动遮

收稿日期:2014 - 01 - 13
基金项目:转基因生物新品种培育重大专项(2013ZX08004 - 005);国家科技支撑计划(2011BAD35B06 - 2 - 3);辽宁省农业领域青年科技创新人才培养计划(2014027)。
第一作者简介:闫春娟(1983 -),女,硕士,助理研究员,主要从事大豆育种与栽培研究。E - mail:yanchunjuan1983@163.com。
通讯作者:王文斌(1964 -),男,硕士,研究员,主要从事大豆育种与栽培。E - mail:wbwang@163.com。

雨棚中,降雨时将塑料棚遮住。

试验采用裂区设计,主区为水分处理,设2个水平,适宜水分:水分为田间持水量的90%~100%,干旱胁迫:水分为田间持水量的45%~55%;副区为供试的18个品种,每盆播种4株,出苗后定苗2株,重复3次。待植株生长到二节期开始控水,每隔2~4 d灌水,共控水30 d。

控水结束后,取样测定株高、叶面积、茎、叶生物量。参照刘学义^[9]的方法,对各品种进行耐旱性鉴定。

依下式,分别计算各品种的株高、叶面积指数、茎生物量、叶生物量的耐旱隶属函数值,

$$F_i = X_{ij} - X_{\min} / X_{\max} - X_{\min}$$

X_{ij} 为第*i*个材料第*j*个性状胁迫条件对非胁迫条件的比值, X_{\max} 、 X_{\min} 分别为该性状中最大、最小比值。 F_i 为第*i*个品种该性状的隶属值。最后将各材料各性状的隶属值平均,得平均隶属函数值。

- 各供试材料按照下列标准进行耐旱性分级:
- 1级:各性状间平均隶属值在0.8以上—强耐旱型;
 - 2级:各性状间平均隶属值在0.6~0.8—较强耐旱型;
 - 3级:各性状间平均隶属值在0.4~0.6—中间型;
 - 4级:各性状间平均隶属值在0.2~0.4—干旱较敏感型;
 - 5级:各性状间平均隶属值在0.2以下—干旱敏感型。

1.2 生殖生长期耐旱性鉴定

试验设计和种植情况同上,待18个品种中有14个品种已开花时进行水分处理,历时50 d。成熟后考察株高、主茎节数、单株粒数、单株荚数、百粒重、茎秆生物量、荚皮生物量、根生物量、籽粒生物量。按上述方法求得平均耐旱隶属函数值并对材料进行耐旱性分级。

1.3 全生育期耐旱性鉴定

2011年田间条件下,将这18个大豆品种分别种植在半干旱地区(朝阳)和湿润—半湿润地区(沈阳)。朝阳的年降水量为450 mm,沈阳年降水量为550~750 mm,每个品种播种3行,行长6 m,垄距0.60 m,3次重复。成熟后将小区全部品种收割测产,依据抗旱系数(CI)和干旱地区大豆的产量表现来判断大豆品种的抗旱性。 $CI = \text{干旱地区大豆产量} / \text{湿润地区大豆产量}$ 。

2 结果与分析

2.1 营养生长期耐旱品种的筛选结果

由表1可以看出,营养生长期控水条件下,根据株高、叶面积指数、茎生物量、叶生物量的耐旱隶属函数值计算出平均隶属函数值,据此共筛选出大豆营养生长期较强耐旱型品种(2级)2个,分别是辽豆24和锦豆36;干旱较敏感型品种(4级)3个;中间型品种(3级)15个,没有筛选出强耐旱性(1级)和干旱敏感型(5级)品种。

表1 营养生长期各品种的耐旱隶属函数值及耐旱级别
Table1 Subordinate function values and class of drought tolerance of tested germplasm in vegetative growth period

品种 Cultivar	耐旱隶属函数值 Subordinate function values to drought resistance					耐旱级别 Class
	株高 Plant height	叶面积指数 LAI	茎生物量 Stem biomass	叶生物量 Leaf biomass	均值 Mean	
辽豆 15 Liaodou 15	0.47	0.39	0.45	0.50	0.453	3
辽豆 17 Liaodou 17	0.40	0.52	0.55	0.60	0.518	3
辽豆 18 Liaodou 18	0.44	0.36	0.39	0.61	0.450	3
辽豆 21 Liaodou 21	0.35	0.39	0.38	0.41	0.383	4
辽豆 23 Liaodou 23	0.55	0.46	0.52	0.50	0.507	3
辽豆 24 Liaodou 24	0.46	0.66	0.62	0.67	0.601	2
辽豆 26 Liaodou 26	0.44	0.41	0.49	0.48	0.455	3
锦豆 36 Jindou 36	0.68	0.63	0.65	0.62	0.645	2
锦豆 37 Jindou 37	0.63	0.48	0.49	0.55	0.536	3
开育 11 Kaiyu 11	0.40	0.47	0.45	0.47	0.447	3
开育 12 Kaiyu 12	0.37	0.37	0.38	0.41	0.380	4
铁丰 31 Tiefeng 31	0.56	0.58	0.62	0.63	0.599	3

续表 1

品种 Cultivar	耐旱隶属函数值 Subordinate function values to drought resistance					耐旱级别 Class
	株高	叶面积指数	茎生物量	叶生物量	均 值	
	Plant height	LAI	Stem biomass	Leaf biomass	Mean	
铁豆 37 Tiedou 37	0.48	0.46	0.47	0.55	0.488	3
铁豆 40 Tiedou 40	0.43	0.66	0.61	0.58	0.571	3
铁豆 49 Tiedou 49	0.34	0.38	0.46	0.45	0.404	3
丹东 12 Dandou 12	0.42	0.63	0.61	0.60	0.565	3
沈农 10 号 Shennong 10	0.58	0.61	0.57	0.62	0.595	3
抚豆 17 Fudou 17	0.37	0.53	0.40	0.45	0.436	3

2.2 生殖生长期耐旱品种的筛选结果

由表 2 可以看出,生殖生长期控水条件下,根据株高、主茎节数、单株荚数、单株粒数、百粒重、茎生物量、荚生物量、根生物量、籽粒生物量的耐旱隶属函数值计算出平均隶属函数值,据此共筛选出大豆

生殖生长期较强耐旱型(2 级)品种 2 个,分别为辽豆 26 和铁豆 37;其余均为中间型(3 级)品种,没有筛选出强耐旱性(1 级)、干旱较敏感型(4 级)和干旱敏感型(5 级)品种。

表 2 生殖生长期各品种的耐旱隶属函数值及耐旱级别

Table 2 Subordinate function values and class of drought tolerance of tested germplasm in reproductive growth period											
品种 Cultivar	耐旱隶属函数值 Subordinate function values to drought resistance										耐旱 级别 Class
	株高	主茎节数	单株荚数	单株粒数	百粒重 100 –	茎生物量	荚生物量	根生物量	单株产量	平均值	
	Plant height	Main stem node number	Pods per plant	Seeds per plant	seed weight	Stem weight	Pod weight	Root weight	Yield per plant	Mean	
辽豆 15 Liaodou 15	0.43	0.65	0.53	0.44	0.60	0.58	0.42	0.43	0.55	0.514	3
辽豆 17 Liaodou 17	0.48	0.39	0.34	0.4	0.55	0.49	0.44	0.41	0.43	0.435	3
辽豆 18 Liaodou 18	0.48	0.60	0.54	0.58	0.57	0.63	0.51	0.46	0.56	0.549	3
辽豆 21 Liaodou 21	0.50	0.47	0.54	0.61	0.54	0.59	0.46	0.36	0.56	0.516	3
辽豆 23 Liaodou 23	0.65	0.56	0.40	0.45	0.55	0.52	0.41	0.53	0.54	0.513	3
辽豆 24 Liaodou 24	0.51	0.42	0.37	0.35	0.52	0.46	0.48	0.35	0.56	0.446	3
辽豆 26 Liaodou 26	0.61	0.56	0.65	0.61	0.66	0.62	0.65	0.56	0.58	0.612	2
锦豆 36 Jindou 36	0.52	0.53	0.51	0.60	0.42	0.60	0.64	0.58	0.39	0.532	3
锦豆 37 Jindou 37	0.47	0.33	0.42	0.63	0.40	0.49	0.39	0.65	0.63	0.490	3
开育 11 Kaiyu 11	0.63	0.48	0.55	0.59	0.44	0.48	0.58	0.64	0.51	0.543	3
开育 12 Kaiyu 12	0.39	0.34	0.43	0.58	0.45	0.61	0.48	0.50	0.41	0.466	3
铁丰 31 Tiefeng 31	0.37	0.33	0.33	0.59	0.64	0.57	0.37	0.38	0.36	0.436	3
铁豆 37 Tiedou 37	0.65	0.58	0.65	0.65	0.52	0.53	0.66	0.58	0.64	0.607	2
铁豆 40 Tiedou 40	0.60	0.44	0.38	0.45	0.54	0.35	0.36	0.60	0.38	0.454	3
铁豆 49 Tiedou 49	0.42	0.58	0.46	0.49	0.56	0.51	0.62	0.40	0.39	0.492	3
丹东 12 Dandou 12	0.48	0.65	0.44	0.51	0.59	0.61	0.57	0.40	0.56	0.532	3
沈农 10 Shennong 10	0.39	0.60	0.64	0.56	0.40	0.63	0.48	0.39	0.59	0.521	3
抚豆 17 Fudou 17	0.58	0.49	0.55	0.51	0.47	0.47	0.63	0.46	0.65	0.533	3

2.3 全生育期耐旱品种的筛选结果

各品种在湿润半湿润地区(沈阳)和半干旱地区(朝阳)的产量及其抗旱系数见表3,其中抗旱系数在0.6~0.8的品种为6个,占总数的33.30%;抗旱系数在0.8~1.0的有9个,占总数的50.00%;抗旱系数高于1的共有3个,占总数的16.70%。沈阳地区产量表现较高的3个品种是辽豆21、铁豆40和辽豆18,分别为

3 409.67,3 272.81 和3 464.61 kg·hm²,朝阳产量表现较高的2个品种是铁豆49和辽豆18,产量分别为3 127.10和3 285.43 kg·hm²,其中铁豆49在沈阳地区产量相对较低(2 586.15 kg·hm²),但在朝阳地区产量高达3 127.10 kg·hm²,且抗旱系数最高达到1.21,由此可见铁豆49为强耐旱品种,因此建议可以在半干旱地区推广种植。

表3 不同品种在非干旱地区(沈阳)和半干旱地区(朝阳)的产量及抗旱系数
Table 3 Yield and drought resistance of tested cultivars in Shenyang (semi-humid) and Chaoyang (semi-arid) regions

品种 Cultivar	产量 Yield/kg·hm ²		抗旱系数 Drought resistance coefficients
	沈阳 Shenyang	朝阳 Chaoyang	
辽豆 21 Liaodou 21	3409.67	2097.93	0.62
抚豆 17 Fudou 17	3000.72	1860.43	0.62
丹豆 12 Dandou 12	2039.94	1345.84	0.66
开育 12 Kaiyu 12	3070.20	2177.09	0.71
沈农 10 Shennong 10	2796.13	2018.76	0.72
铁豆 40 Tiedou 40	3272.81	2414.60	0.74
铁丰 31 Tiefeng 31	3014.90	2533.35	0.84
辽豆 15 Liaodou 15	3047.63	2652.10	0.87
辽豆 24 Liaodou 24	3237.21	3008.35	0.93
锦豆 37 Jindou 37	3226.67	3008.35	0.93
辽豆 23 Liaodou 23	2785.35	2612.51	0.94
辽豆 18 Liaodou 18	3464.61	3285.43	0.95
锦豆 36 Jindou 36	3072.62	2929.18	0.95
辽豆 17 Liaodou 17	2398.26	2331.26	0.97
铁豆 37 Tiedou 37	2503.22	2454.18	0.98
辽豆 26 Liaodou 26	2449.53	2493.76	1.02
开育 11 Kaiyu 11	2566.57	2691.68	1.05
铁豆 49 Tiedou 19	2586.15	3127.10	1.21

2.4 品种耐旱性综合分析

采用隶属函数值法,确定辽豆24和锦豆36为营养生长期较强耐旱性品种,辽豆26和铁豆37为生殖生长期较强耐旱性品种。采用抗旱系数法进行全生育期抗旱鉴定,发现生殖生长期筛选出的辽豆26和铁豆37的抗旱性指数均在0.98以上,为强耐旱品种。而在全生育期鉴定中耐旱性及产量表现均较好的铁豆49,在营养生长期和生殖生长期耐旱性鉴定中均表现为中间型,具有一定的耐旱能力。因此综合以上结果,建议在干旱地区推广种植辽豆26、铁豆37及铁豆49。

3 结论与讨论

3.1 大豆耐旱性的鉴定方法

干旱是世界农业面临的最重要自然灾害。抗旱品种的选育与筛选一直是国内外研究的重点和热点问题^[10-13]。植物的抗旱性是由多种因素共同影响的,不同的植物在逆境胁迫下对某一生理生化指标的反应不同,所以简单通过一、两个指标不能准确完整地反映出植物实际抗性的强弱,需要经过多个指标的综合评价才能得出全面而准确的判断。本试验采用隶属函数值法对大豆营养生长期和生殖生长期

进行耐旱鉴定,该方法虽然繁琐,但结果较为可靠,在不同作物育种、生理等方面的研究已得到广泛应用,但其结果为盆栽结果,因盆栽环境与田间环境存在一定的差异,故得到的结果还需要在田间进一步检验。本试验田间验证中,采用产量直接评价法和抗旱系数法对品种的全生育期抗旱性进行鉴定,虽然其可靠性不如隶属函数值法,但将品种种植在半干旱地区和湿润地区,田间直接测定产量,可以一定程度弥补盆栽试验的缺陷,具有良好的应用价值。因此,本研究中将盆栽试验与田间原位测定结合起来共同鉴定大豆品种的耐旱性,其结果更具可靠性和合理性。

3.2 大豆耐旱性鉴定时期

大豆不同时期对水分的需求不同,各时期干旱引起产量的下降程度表现为:鼓粒期 > 花荚期 > 营养生长期^[14]。因此将大豆抗旱品种的筛选与生育期联系起来意义重大。刘莹等^[15]对大豆生长前期和后期分别进行耐旱鉴定,指出前、后期耐旱性间具有极显著正相关。本研究生殖生长期较强耐旱型品种为辽豆 26 和铁豆 37,采用抗旱系数法进行全生育期抗旱鉴定,发现生殖生长期筛选出的辽豆 26 和铁豆 37 的抗旱性指数均在 0.98 以上,为强耐旱品种。因此大豆生殖生长期抗旱的鉴定结果与全生育期抗旱鉴定结果更为一致,也进一步说明,品种生殖生长期的耐旱性对产量的影响更大。

参考文献

[1] 文宏达,刘玉柱,李晓丽,等. 水肥耦合与旱地农业持续发展[J]. 土壤与环境,2002,11(3):315-318. (Wen H D, Liu Y Z, Li X L, et al. Water and fertilizer coupling and dryland agricultural sustainable development[J]. Soil and Environmental Sciences, 2002,11(3):315-318.)

[2] 陶毓汾,王立祥,韩仕峰,等. 中国北方旱农地区水分生产潜力及开发[M]. 北京:气象出版社,1993:1-11. (Tao Y F, Wang L X, Han S F, et al. Dryland farming area of northern China water production potential and development[M]. Beijing: Meteorological Press, 1993:1-11.)

[3] 山仑,康绍忠,吴普特. 中国节水农业[M]. 北京:中国农业出版社,2004. (Shan L, Kang S Z, Wu P T. Water saving agriculture in China[M]. Beijing: China Agriculture Press, 2004.)

[4] 黎裕. 作物抗旱鉴定方法与指标[J]. 干旱地区农业研究,1993,11(1):91-99. (Li Y. The identification method and index for crop drought resistance[J]. Agricultural Research in the Arid Areas, 1993,11(1):91-99.)

[5] 任君,卢成达. 玉米抗旱种质资源的筛选[J]. 山西农业科学,2010,38(10):10-12. (Ren J, Lv C D. Screening of drought resistant germplasm resources in maize[J]. Journal of Shanxi Agricultural Sciences, 2010,38(10):10-12.)

[6] 黎裕,王天宇,刘成,等. 玉米抗旱品种的筛选指标研究[J]. 植物遗传资源学报,2004,5(3):210-215. (Li Y, Wang T Y, Liu C, et al. Analysis on criteria for screening drought tolerant maize hybrids[J]. Journal of Plant Genetic Resources, 2004,5(3):210-215.)

[7] 彭远英,颜红海,郭来春,等. 燕麦属不同倍性种质资源抗旱性状评价及筛选[J]. 生态学报,2011,31(9):2478-2491. (Peng Y Y, Yan H H, Guo L C, et al. Evaluation and selection on drought-resistance of germplasm resources of avena species with different types of ploidy[J]. Acta Ecologica Sinica, 2011,31(9):2478-2491.)

[8] 林汉明,常汝镇,邵桂花,等. 中国大豆耐逆研究[M]. 北京:中国农业出版社,2009. (Lin H M, Chang R Z, Shao G H, et al. Research on tolerance to stresses in Chinese soybean[M]. Beijing: China Agricultural Press, 2009.)

[9] 刘学义. 大豆抗旱性评定方法探讨[J]. 中国油料,1986(4):23-26. (Liu X Y. Discussion on the soybean drought resistance evaluation method[J]. Chinese Oil, 1986(4):23-26.)

[10] 谢小玉,张霞,张兵. 油菜苗期抗旱性评价及抗旱相关指标变化分析[J]. 中国农业科学,2013,46(3):476-485. (Xie X Y, Zhang X, Zhang B. Evaluation of drought resistance and analysis of variation of relevant parameters at seedling stage of rapeseed (*Brassica napus* L.) [J]. Scientia Agricultura Sinica, 2013,46(3):476-485.)

[11] 方平,姚启伦,陈秘,等. 玉米地方品种耐旱种质的苗期筛选指标研究[J]. 玉米科学,2012,20(2):6-11. (Fang P, Yao Q L, Chen M, et al. Study on the main biological traits of maize landraces under drought stress and screening for drought-intolerant germplasm at seedling stage[J]. Journal of Maize Sciences, 2012,20(2):6-11.)

[12] 张灿军,姚子卿,王育红,等. 早稻抗旱性鉴定方法与指标研究—I 鉴定方法与评价指标[J]. 干旱地区农业研究,2005,23(3):33-36. (Zhang C J, Yao Y Q, Wang Y H, et al. Study on resistance drought identify method and evaluation index of dry-land rice[J]. Agricultural Research in the Arid Areas, 2005,23(3):33-36.)

[13] 廖江林,贺喜全,盛良学,等. 南方耐旱玉米种质资源筛选和鉴定指标研究[J]. 中国生态农业学报,2008,16(5):1154-1157. (Liao J L, He X Q, Sheng L X, et al. Selection of drought resistant materials and drought resistant index for maize in South China[J]. Chinese Journal of Eco-Agriculture, 2008,16(5):1154-1157.)

[14] 闫春娟,王文斌,涂晓杰,等. 不同生育时期干旱胁迫对大豆根系特性及产量的影响[J]. 大豆科学,2013,32(1):59-62. (Yan C J, Wang W B, Tu X J, et al. Effect of drought stress at different growth stage on yield and root characteristics of soybean[J]. Soybean Science, 2013,32(1):59-62.)

[15] 刘莹,盖钧镒,吕慧能. 大豆根区逆境耐性的种质鉴定及其与根系性状的关系[J]. 作物学报,2005,31(9):1132-1137. (Liu Y, Gai J Y, Lv H N. Identification of rhizosphere abiotic stress tolerance and related root traits in soybean [*Glycine max* (L.) Merr.] [J]. Acta Agronomica Sinica, 2005,31(9):1132-1137.)