

# 大豆苗期耐旱性与根系性状的鉴定和分析\*

杨守萍 陈加敏 刘莹 喻德跃 盖钧镒\*\*

(南京农业大学大豆研究所, 国家大豆改良中心, 作物遗传与种质创新国家重点实验室, 南京 210095)

**摘要** 2003年对63份大豆品种在盆栽自然干旱和盆栽水分控制两种条件下进行苗期耐旱性鉴定, 两者鉴定结果间的关联分析表明两者呈极显著相关, 两者间的鉴定分级结果比较一致, 筛选出一批苗期耐旱型品种。综合分析2001~2003年的大豆苗期耐旱性鉴定结果, 筛选出稳定耐旱型(1级)品种4份(晋豆14、汉中八月黄、科丰1号和国黑豆)和稳定干旱敏感型(5级)品种1份(宁海晚黄豆)。苗期耐旱隶属函数值与根系性状间的相关分析表明, 比根长、比根干重、比根表面积和比根体积等根系性状相对值与耐旱隶属函数值呈极显著相关, 根总长、侧根总长、侧根数等根系性状绝对值与耐旱隶属函数值间的相关不显著, 说明利用根系性状绝对值进行苗期耐旱性的评价较为牵强, 而利用根系性状相对值进行耐旱品种的鉴定筛选比较可靠。

**关键词** 大豆; 苗期; 耐旱性; 根系性状; 鉴定

**中图分类号** S 565.1 **文献标识码** A **文章编号** 1000-9841(2005)03-0176-07

干旱对植物的影响是非常广泛而深刻的, 它的影响可以表现在生长发育的各个阶段, 如萌发、营养生长和生殖生长等<sup>[1]</sup>。大豆在苗期受旱会使植株生长缓慢, 分枝数减少, 单株荚粒数减少, 从而使产量显著降低<sup>[2-4]</sup>。大量研究表明根系的特性和活动与抗旱性有密切的关系<sup>[5-7]</sup>。因此研究大豆的耐旱性及大豆耐旱性与根系性状的相关性具有重要的理论和实践意义。本研究采用盆栽自然干旱和盆栽水分控制两种方法进行大豆苗期耐旱性鉴定, 并系统分析大豆苗期耐旱性与根系性状的相关性, 为大豆耐旱性品种的选育及大豆耐旱性与根系性状的关系研究提供依据。

## 1 材料和方法

### 1.1 实验材料

本实验的供试材料共有63份大豆品种, 其中59份大豆品种于2001和2002年由刘莹在南京农业大学大豆研究所江浦试验站大棚盆栽条件下进行了耐旱性鉴定, 2003年加入4份新选的大豆品种进行鉴定, 对照为前人鉴定耐旱型品种晋豆14和崇明

铁梗豆。

### 1.2 实验设计与方法

#### 1.2.1 大豆苗期耐旱性盆栽自然干旱鉴定

2003年在南京农业大学大豆研究所江浦试验站进行, 大棚盆栽条件。采用裂区实验设计, 主处理为水分, 分适宜水分与干旱胁迫两种处理, 副处理为品种, 共有63个大豆品种, 每品种1盆, 每盆15株, 两次重复。播种基质为自然土。5月27日播种, 6月10日开始处理, 适宜水分处理每日称重盆钵并及时补水, 干旱胁迫处理不补水。6月21日开始记载植株萎蔫度, 记载时以90%植株萎蔫为准, 7月3号结束。

#### 1.2.2 大豆苗期耐旱性盆栽水分控制鉴定

2003年在南京农业大学大豆研究所江浦试验站进行, 大棚盆栽条件。裂区设计, 主处理为水分, 分适宜水分与干旱胁迫两种处理, 副处理为品种, 共有63个大豆品种, 每品种1盆, 每盆留苗两株, 两次重复。盆栽基质为沙土混合物, 沙土比值为85:15, 适宜水分处理加入12kg水(100kg沙土混合物), 干旱胁迫处理加入7kg水(100kg沙土混合物)。3月29日播种, 然后用塑料薄膜对盆钵封口, 避免水分

\* 收稿日期: 2005-01-19

基金项目: 国际原子能机构资助项目 No. 12988(International Atomic Energy Agency Project No. 12988)

作者简介: 杨守萍(1967-), 女, 副教授, 博士, 主要从事大豆遗传育种研究。E-mail: spyang@njau.edu.cn.

\*\* 通讯作者: Author for correspondence. E-mail: cn, @njau.edu.cn

散失。4月11日,揭膜,每盆留两株生长一致的豆苗。4月11日至4月26日每日下午4时称重盆钵并及时补水。4月26日将基质倒出盆钵,以子叶节为界把植株分为地上部分(简称茎)和地下部分(简称根),记载植株的株鲜重、株高、叶龄、主根长和最大根长,然后把植株浸入水中,洗掉根系上的沙土,立即将茎放入烘箱杀青,将根浸入 FAA 固定液处理半小时,利用 Epson 扫描成像仪扫描根,结合 WinRhizo 根系分析软件,获得包括根总长、侧根总长、侧根数、根表面积、根体积和根平均直径等根系性状的数据资料,扫描结束后将全部根系于 105℃ 下杀青半小时,然后于 80℃ 下与茎一起烘至恒重,冷却后称重,记录根干重、茎干重和株干重。

### 1.2.3 盆栽自然干旱鉴定实验的数据处理及分析方法

以适宜水分处理结果为对照,根据干旱胁迫处理两次重复植株萎蔫的平均表现,将供试品种分为五类:

I 类:耐旱型,播种至 90% 植株萎蔫的天数为 37d 以上;

II 类:较耐旱型,播种至 90% 植株萎蔫的天数为 34~36d;

III 类:中间型,播种至 90% 植株萎蔫的天数为 31~33d;

IV 类:干旱较敏感型,播种至 90% 植株萎蔫的天数为 28~30d;

V 类:干旱敏感型,播种至 90% 植株萎蔫的天数为 25~27d。

### 1.2.4 盆栽水分控制鉴定实验的数据处理及分析方法

采用隶属函数法:

凡干旱减少某性状表现的耐旱隶属函数值(F)为:

$$F_i = \frac{X_i - X_{\min}}{X_{\max} - X_{\min}}$$

凡干旱增加某性状表现的耐旱隶属函数值(F)为:

$$F_i = 1 - \frac{X_i - X_{\min}}{X_{\max} - X_{\min}}$$

其中  $F_i$  为第  $i$  个品种某性状的耐旱隶属函数值,  $X_i$  为第  $i$  个品种某性状的干旱胁迫平均值与适宜水分平均值的比值,  $X_{\max}$  为比值中的最大值,  $X_{\min}$  为比值中的最小值。

根据株高、叶龄、根干重和茎干重四个性状的隶

属函数值的平均值的大小,依下列标准划分耐旱级别:

1 级—耐旱型,隶属函数值在 0.8 以上;

2 级—较耐旱型,隶属函数值在 0.6 至 0.8 之间;

3 级—中间型,隶属函数值在 0.4 至 0.6 之间;

4 级—干旱较敏感型,隶属函数值在 0.2 至 0.4 之间;

5 级—干旱敏感型,隶属函数值在 0.2 以下。

### 1.2.5 大豆苗期耐旱性与根系性状及其它性状的相关性分析

#### 1.2.5.1 根系性状与苗期耐旱性之间的相关分析

计算干旱胁迫条件下的根系性状平均值与适宜水分条件下的根系性状平均值的比值,获得根系性状相对值,然后利用根系性状相对值和干旱胁迫条件下的根系性状平均值与耐旱隶属函数值进行相关分析。

根系性状相对值 =

$$\frac{\text{干旱胁迫条件下的根系性状平均值}}{\text{适宜水分条件下的根系性状平均值}}$$

#### 1.2.5.2 含水率与苗期耐旱性之间的相关分析

称重干旱胁迫条件下的植株鲜重和其烘至恒重下的干重,计算两者的差值,获得植株的含水量,再计算含水量与植株鲜重的比值获得植株含水率,然后利用此含水率与耐旱隶属函数值进行相关分析。

$$\text{含水率} = \frac{\text{株鲜重} - \text{株干重}}{\text{株鲜重}} \times 100\%$$

#### 1.2.5.3 失水速率与苗期耐旱性之间的相关分析

收获干旱胁迫条件下各大豆品种的植株后,迅速称其鲜重(0h 称重),然后放置在室外同质条件下,10h 后再次称重,计算两者的差值后除以鲜重与 10 的乘积,获得各大豆品种的失水速率,然后利用此失水速率与耐旱隶属函数值进行相关分析。

$$\text{失水速率} = \frac{\text{株重}(0h) - \text{株重}(10h)}{\text{株重}(0h) \times 10}$$

## 2 结果与分析

### 2.1 大豆苗期耐旱性盆栽自然干旱实验鉴定结果

由表 1 可看出供试的 63 个大豆品种中有 10 个品种属于 I 类耐旱型,有 18 个品种属于 II 类较耐旱型,有 14 个品种属于 III 类中间型,有 15 个品种属于 IV 类干旱较敏感型,有 6 个品种属于 V 类干旱敏感型。

表 1 大豆苗期耐旱性盆栽自然干旱实验鉴定结果(2003 年)

Table 1 Results of drought tolerance identification of seedlings of soybean varieties under condition of natural drought

品种名称 Varieties	90%萎蔫日数* Days of 90% plants wilting	耐旱级别** Grades of drought tolerance	品种名称 Varieties	90%萎蔫日数* Days of 90% plants wilting	耐旱级别** Grades of drought tolerance
舒城去荚黄豆	37	I	谷城一树猴	31	Ⅲ
汉中八月黄	37	I	南农 96B-2	31	Ⅲ
晋豆 14	37	I	中豆 8 号	31	Ⅲ
晋豆 19	37	I	滁县农家无名	31	Ⅲ
耐阴黑豆	37	I	西峡小粒黄	31	Ⅲ
仙居小毛豆	37	I	汶上黄龙珠	31	Ⅲ
6-13	37	I	涡阳黑豆	31	Ⅲ
晋豆 16	37	I	襄县双庙大粒黄	31	Ⅲ
园黑豆	37	I	六丰	31	Ⅲ
晋豆 1 号	37	I	启东黑豆	31	Ⅲ
崇明铁梗豆	34	Ⅱ	德清香株豆	28	Ⅳ
略阳药黑豆	34	Ⅱ	南城贼不要	28	Ⅳ
长垣范屯小天鹅蛋	34	Ⅱ	铜鼓夏至豆	28	Ⅳ
余干早乌豆	34	Ⅱ	绿宝珠	28	Ⅳ
夏县太平紫花豆	34	Ⅱ	南农 1138-2x86-53	28	Ⅳ
丰县孙楼子黄	34	Ⅱ	南农 88-29	28	Ⅳ
苍山小黑豆	34	Ⅱ	宁强老鼠皮	28	Ⅳ
中豆 19	34	Ⅱ	齐黄 10 号	28	Ⅳ
科丰 1 号	34	Ⅱ	南农 1138-2	28	Ⅳ
齐黄 1 号	34	Ⅱ	南农 18-6	28	Ⅳ
3-29	34	Ⅱ	油 91-11	28	Ⅳ
5-5	34	Ⅱ	镇巴小白黄豆	28	Ⅳ
易县黑豆	34	Ⅱ	大乌豆	28	Ⅳ
惠民铁竹杆	34	Ⅱ	新昌六月豆	28	Ⅳ
扁黑豆	34	Ⅱ	齐黄 22 号	28	Ⅳ
晋大 53	34	Ⅱ	上海大青豆(选)	25	V
鲁豆 4 号	34	Ⅱ	句容大扁青豆	25	V
Holiday	34	Ⅱ	横丰桂子兰	25	V
泗洪大粒黄豆	31	Ⅲ	宁海晚黄豆	25	V
南农 86-4	31	Ⅲ	临河大粉青	25	V
汝南平顶豆	31	Ⅲ	南农 88-31	25	V
苏协 1 号	31	Ⅲ			

注：\* 90%萎蔫日数：表示从播种至 90%植株萎蔫的天数。

\*\* I (耐旱型)，90%萎蔫日数在 37 天以上；Ⅱ (较耐旱型)，90%萎蔫日数在 34~36 天；Ⅲ (中间型)，90%萎蔫日数在 31~33 天；Ⅳ (干旱较敏感型)，90%萎蔫日数在 28~30 天；V (干旱敏感型)，90%萎蔫日数在 25~27 天。

2.2 大豆苗期耐旱性盆栽水分控制实验鉴定结果

由表 2 可看出，2003 年 63 个大豆品种中有 11 个属于耐旱型品种，13 个属于较耐旱型品种，19 个属于中间型品种，14 个属于干旱较敏感型品种，6 个属于干旱敏感型品种。

两次重复(I 和 II)的方差分析结果表明，区组

间和品种间差异皆达到极显著水平。区组间差异极显著可能是由于大棚条件下环境差异所造成，大豆苗期受阳光与温度影响较大，盆栽时，I 区钵体放置于大棚北面，Ⅱ区放置于大棚南面，由于大棚内南北

表 2 2001~2003 年大豆苗期耐旱性盆栽水分控制实验鉴定结果和综合耐旱表现

Table 2 Results of drought tolerance identification and comprehensive performance of seedlings of soybean varieties under condition of water control in 2001~2003

品种名称 Varieties	FI				耐旱级别 Grades of drought tolerance			综合 Comprehensive
	2001	2002	2003	平均 Average	2001	2002	2003	
汉中八月黄	0.822	0.854	0.853	0.843	1	1	1	1
科丰 1 号	0.872	0.901	0.824	0.867	1	1	1	1
晋豆 14	0.955	0.916	0.871	0.914	1	1	1	1
园黑豆	0.875	0.817	0.852	0.848	1	1	1	1
易县黑豆	0.796	0.915	0.871	0.861	2	1	1	1
略阳药黑豆	0.865	0.636	0.809	0.770	1	2	1	2
苍山小黑豆	0.874	0.616	0.817	0.769	1	2	1	2
晋豆 19	0.841	0.728	0.825	0.798	1	2	1	2
耐阴黑豆	0.830	0.637	0.400	0.622	1	2	3	2
扁黑豆	0.809	0.648	0.813	0.757	1	2	1	2
长垣范屯小天鹅蛋	0.690	0.918	0.650	0.753	2	1	2	2
丰县孙娘子黄	0.725	0.833	0.825	0.794	2	1	1	2
仙居小毛豆	0.650	0.839	0.816	0.768	2	1	1	2
6-13	0.603	0.802	0.707	0.704	2	1	2	2
崇明铁梗豆	0.665	0.653	0.529	0.616	2	2	3	2
齐黄 1 号	0.760	0.733	0.736	0.743	2	2	2	2
涡阳黑豆	0.787	0.451	0.572	0.603	2	3	3	2
西峡小粒黄	0.579	0.783	0.678	0.680	3	2	2	2
Holiday			0.750				2	
鲁豆 4 号			0.660				2	
晋豆 1 号			0.630				2	
晋大 53	0.628	0.619	0.407	0.551	2	2	3	3
镇巴小白黄豆	0.624	0.417	0.307	0.449	2	3	4	3
大乌豆	0.633	0.513	0.523	0.556		2	3	3
惠民铁竹杆	0.652	0.473	0.604	0.576	2	3	2	3
晋豆 16	0.674	0.447	0.424	0.515	2	3	3	3
滁县农家无名	0.417	0.619	0.400	0.479	3	2	3	3
夏县太平紫花豆	0.431	0.634	0.626	0.564	3	2	2	3
襄县双庙大粒黄	0.480	0.622	0.438	0.513	3	2	3	3
3-29	0.434	0.645	0.619	0.566	3	2	2	3
泗洪大粒黄豆	0.450	0.512	0.524	0.495	3	3	3	3
舒城去荚黄豆	0.540	0.570	0.609	0.573	3	3	2	3
南农 86-4	0.441	0.484	0.454	0.460	3	3	3	3
南农 18-6	0.485	0.422	0.369	0.425	3	3	4	3
中豆 8 号	0.423	0.448	0.418	0.430	3	3	3	3
汶上滚龙珠	0.480	0.473	0.428	0.460	3	3	3	3
中豆 19	0.533	0.440	0.517	0.497	3	3	3	3
六丰	0.417	0.442	0.461	0.440	3	3	3	3
绿宝珠	0.507	0.263	0.637	0.469	3	4	2	3
谷城一棵猴	0.474	0.366	0.503	0.448	3	4	3	3
5-5	0.570	0.253	0.507	0.443	3	4	3	3
余干早乌豆	0.241	0.409	0.609	0.420	4	3	2	3
启东黑豆	0.324	0.407	0.476	0.402	4	3	3	3
宁强老鼠皮	0.446	0.413	0.332	0.397	3	3	4	4
南农 88-31	0.434	0.411	0.169	0.338	3	3	5	4
德清香株豆	0.438	0.229	0.379	0.349	3	4	4	4
南城贼不要	0.415	0.363	0.174	0.317	3	4	5	4
句容大扁青豆	0.357	0.405	0.191	0.318	4	3	5	4
南农 88-29	0.315	0.437	0.360	0.371	4	3	4	4
汝南平顶豆	0.244	0.409	0.459	0.371	4	3	3	4
铜鼓夏至豆	0.233	0.241	0.276	0.250	4	4	4	4
齐黄 10 号	0.392	0.344	0.311	0.349	4	4	4	4
南农 1138-2	0.248	0.286	0.194	0.243	4	4	5	4
油 91-11	0.325	0.340	0.309	0.325	4	4	4	4
南农 96B-2	0.242	0.330	0.421	0.331	4	4	3	4
横丰桂子兰	0.289	0.155	0.193	0.212	4	5	5	4
苏协 1 号	0.342	0.190	0.389	0.307	4	5	4	4
上海大青豆(选)	0.183	0.311	0.382	0.292	5	4	4	4
南农 1138-2x86-53	0.108	0.237	0.344	0.230	5	4	4	4
新昌六月豆	0.194	0.300	0.382	0.292	5	4	4	4
临河大粉青	0.153	0.171	0.386	0.237	5	5	4	4
齐黄 22 号			0.302				4	
宁海晚黄豆	0.112	0.179	0.151	0.147	5	5	5	5

注:FI为隶属函数值,1级(耐旱型),FI≥0.8;2级(较耐旱型),0.8>FI≥0.6;3级(中间型),0.6>FI≥0.4;4级(干旱较敏感型),0.4>FI≥0.2;5级(干旱敏感型),FI<0.2。

面接受阳光的差异,以及南北面的温度差异造成了区组间的差异。品种间差异极显著表明各品种对干旱胁迫的耐逆性存在真实的遗传差异,基因型不同的大豆品种存在耐旱性差异,说明通过干旱胁迫处理可以有效地进行耐旱资源的鉴定和筛选。重复间相关分析表明,I区与II区苗期耐旱性呈极显著相关( $r=0.92^{**}$ ),说明品种的耐旱性反应基本趋于一致,即品种耐旱性表现了较好的一致性。

2.3 大豆苗期耐旱性鉴定结果相关性分析

大豆苗期盆栽水分控制鉴定实验和自然干旱鉴定实验耐旱级别关联性分析表明二者间无关联的 $\chi^2$ 为112.79,相应的概率值P小于0.001,故否定原假设,即根据这两种指标进行的抗性分级间是极显著关联的。Mantel-Haenszel检验的概率值P也小于0.001,说明二者是极显著有序关联的,即根据盆栽水分控制实验获得的鉴定结果耐旱级别越高,则相应地根据盆栽自然干旱鉴定所得的耐旱等级也越高。这说明两种鉴定结果存在较好的一致性。

2.4 大豆苗期耐旱性三年鉴定结果间的比较和综合分析

2001~2003年大豆苗期耐旱性鉴定结果(表2),可以看出不同年份间鉴定结果并不完全相同,个别品种在不同年份间其耐旱级别差别较大,这可能是由于不同年份的气候差异和外界环境差异所造成,而隶属函数值在耐旱级别分级点处上下波动也是造成年份间品种耐旱级别差异的重要因素,说明多年的综合鉴定结果比单独年份的鉴定结果更为稳定可靠,因此,对大豆资源进行耐旱性鉴定和优异种质筛选不能只凭一年的鉴定结果,必须综合多年鉴定结果进行分析,才能降低风险。

2001~2003年耐旱隶属函数值间的相关分析表明,三年耐旱隶属函数值间的相关系数均在0.75以上,均达到了0.01水平的极显著相关,因此,总体来说,各品种的耐旱性还是保持了较好的稳定性。

综合分析2001~2003年大豆苗期耐旱性的鉴定结果,筛选出稳定耐旱型(1级)品种4份(晋豆14、汉中秋月黄、科丰1号和园黑豆)和稳定干旱敏感型(5级)品种1份(宁海晚黄豆),可作为今后大豆苗期耐旱性鉴定的标准品种。

表3 根系性状和其它性状的遗传变异  
Table 3 The genetic variance of root traits and other traits

性状 Traits	遗传变异 Genetic variance					
	$\bar{y}$	Max	Min	Sg	GCV	F
主根长(cm)	28.59	41.46	18.28			1.36
最大根长(cm)	32.31	41.46	24.60			1.00
根总长(cm)	477.42	1020.41	275.70	96.72	20.26%	1.96**
侧根总长(cm)	448.89	994.05	248.87	98.82	22.01%	2.04**
根表面积(cm <sup>2</sup> )	63.94	159.29	35.78	18.14	28.36%	2.41**
根体积(cm <sup>3</sup> )	0.68	2.21	0.35	0.28	41.90%	3.83**
根平均直径(cm)	0.42	0.68	0.26			1.09
侧根数(根)	977.25	3063.50	514.00	277.02	28.35%	1.53*
根干重(g)	0.11	0.23	0.05	0.02	19.58%	1.89**
株干重(g)	0.34	0.67	0.19	0.08	24.34%	4.62**
根冠比	0.56	0.74	0.34	0.12	21.80%	1.77*
比根长	0.57	1.55	0.26	0.16	27.46%	1.73*
比根干重	0.71	1.38	0.30	0.11	15.81%	1.63*
比根表面积	0.64	1.69	0.33	0.16	25.44%	1.54*
比根体积	0.73	1.85	0.31	0.20	27.19%	1.58*
含水率	0.88	0.90	0.84	0.12	13.63%	2.85**
失水速率	0.51	0.58	0.42	0.17	33.33%	2.69**

注: \* 0.05 水平, \*\* 0.01 水平。

2.5 大豆苗期耐旱性与根系性状和其它性状间的相 关分析

63 个大豆品种间根系性状及其它性状的方差分析(表 3)表明,除在主根长、最大根长和根平均直径三个性状上无显著差异外,在根总长、侧根总长、根表面积、根体积、根干重、株干重、含水率和失水速率等性状上存在极显著差异,在侧根数、比根长、比根干重、比根表面积、比根体积和根冠比等性状上存在显著差异。对表现显著和极显著差异的性状进一步进行遗传变异分析,由表 3 可看出它们的遗传变异系数均较大,在 13.63% ~ 41.90% 之间,说明这些性状均存在较丰富的遗传变异,因而具有较大的选择潜力。

选择有显著和极显著差异的性状与耐旱隶属函数值进行相关分析(表 4),结果表明,比根长、比根干重、比根表面积和比根体积四性状与耐旱隶属函数值呈极显著相关,根冠比与耐旱隶属函数值呈显著相关,根总长、侧根总长、侧根数等性状与耐旱隶属函数值间的相关均不显著,说明利用根总长、侧根总长、侧根数等根系性状绝对值进行大豆苗期耐旱性的评价较为牵强,而利用比根长、比根干重等根系性状相对值进行耐旱品种的鉴定和筛选比较可靠。另外前人在研究作物耐旱性时,曾使用失水速率作为耐旱性的鉴定指标,但本研究结果表明失水速率与耐旱性的相关性并未达到显著水平,因此本研究认为利用失水速率作为耐旱性的筛选指标,其可靠性较低,当然一次实验结果可能不足为据,利用失水速率作为耐旱性指标还有待进一步的探讨。

表 4 大豆苗期耐旱隶属函数值与根系性状和其它性状间的相关分析

Table 4 The correlation analysis between FI and traits			
性状 Traits	相关系数 r	性状 Traits	相关系数 r
根总长	0.20	根冠比	0.27*
侧根总长	0.19	比根长	0.48**
侧根数	0.08	比根干重	0.62**
根表面积	0.07	比根表面积	0.41**
根体积	0.02	比根体积	0.37**
根干重	0.17	含水率	0.15
株干重	0.07	失水速率	0.06

注: \* 0.05 水平, \*\* 0.01 水平。

3 讨论

3.1 大豆耐旱性的筛选方法与鉴定指标

虽然大豆耐旱性研究起步较晚,还有待深入研

究,但对耐旱性筛选方法与鉴定指标的研究已相当活跃,大量的文献<sup>[2,3,8-10]</sup>提到了各种不同的筛选方法和鉴定指标来鉴别大豆品种的耐旱性,这些方法和指标各有优缺点。本实验中隶属函数值法和植株萎蔫度法鉴定结果间的关联分析表明两者呈极显著相关,两者间的鉴定分级结果比较一致。植株萎蔫度鉴定方法简单,结果可靠,但不利于耐旱性生理机制研究,也难以获得种子;隶属函数值法虽然方法繁琐,但结果也较为可靠,且利于在育种、生理等方面研究中应用。本实验的盆栽鉴定结果虽然具有一定的稳定性,对耐旱品种的筛选具有一定的参考意义,但因盆栽环境与田间环境存在一定的差异,小气候特点较为明显,因此得到的结果还需要今后在田间进一步检验。同时,还必须和各个领域的工作者,特别是生理研究者一起合作,从各个方面研究作物的耐旱机制和快速、准确的鉴定手段和筛选方法,为今后大规模耐旱资源的筛选和遗传育种研究工作打下基础。

3.2 大豆品种的耐旱性

不同大豆品种在耐旱性方面存在遗传上的差异,这是许多研究者得出的一致结论<sup>[2,5,9,10]</sup>。本研究利用隶属函数值法鉴定了 63 份大豆品种的苗期耐旱性,在一致环境条件下的鉴定结果表明,大部分品种的耐旱性属于中间型,两极端类型较少,显示品种间存在明显的遗传差异,为大豆耐旱性育种提供了丰富的选择潜力。

根据多年的鉴定结果,可将那些表现稳定一致耐旱或干旱敏感的品种作为标准品种,以作为今后鉴定筛选的对照品种,同时,本研究筛选的耐旱型品种可作为资源,为今后的耐旱性遗传育种研究以及耐旱性生理生化研究提供材料。

3.3 大豆耐旱性与根系性状的相关性

众多研究表明品种耐旱性强弱与根系有密切关系<sup>[5-7]</sup>。本研究利用耐旱隶属函数值,分析了大豆品种的耐旱性与诸多根系性状的相关性,结果显示,大豆品种的耐旱性与所测量的根系性状绝对值间的相关性并不显著,表明以根系性状绝对值作为耐旱性筛选指标可能并不可靠;而耐旱性与根系性状相对值间呈显著或极显著相关,说明在干旱胁迫环境下耐旱品种和干旱敏感品种相对于适宜水分环境下的根系性状变化是显著不同的,显示根系性状相对值可以作为耐旱型品种筛选的参考,这与刘莹等<sup>[5]</sup>的研究结果基本一致。但由于盆栽实验的局限性,本研究结果还有待进一步的检验。

## 参 考 文 献

- 1 汤章城. 植物对水分胁迫的反应和适应性 II 植物对干旱的反应和适应性[J]. 植物生理学通讯, 1983, (4), 1—7.
- 2 寿惠霞, 朱丹华, 陈彩霞, 等. 8个春大豆品种对旱境的反应及抗旱指标初探[J]. 浙江农业科学, 1991, (6), 278—281.
- 3 孙祖东, 陈怀珠, 杨守臻等. 大豆抗旱性研究进展[J]. 大豆科学, 2001, 20(3), 221—226.
- 4 Hudak C M, R P Patterson. Vegetative growth analysis of a drought—resistant soybean plant introduction[J]. Crop Science, 1995, 35, 464—471.
- 5 刘莹, 董钧铨, 吕慧能. 大豆苗期根系与抗旱性基因型差异的研究[J]. 作物杂志, 2003, (4), 12—15.
- 6 任冬莲, 路贵和, 刘学义. 大豆成苗期抗旱性与根系生长的关系[J]. 中国油料, 1993, (1), 37—39.
- 7 Hudak C M, R P Patterson. Root distribution and soil moisture depletion pattern of a drought—resistant soybean plant introduction[J]. Agron. J., 1996, 88, 478—486.
- 8 任冬莲, 任天佑, 刘学义, 等. 适于大豆育种应用的抗旱性鉴定技术研究[J]. 华北农学报, 1997, 12(1), 61—64.
- 9 刘良舟, 董钧铨, 马青华. 江淮下游大豆地方品种抗旱性鉴定的初步研究[J]. 南京农业大学学报, 1989, 12(1), 15—21.
- 10 王敏, 张从宇, 马同富. 大豆品种苗期抗旱性研究[J]. 中国油料作物学报, 2004, 26(3), 29—32.

# IDENTIFICATION AND ANALYSIS OF DROUGHT TOLERANCE AND ROOT TRAITS OF SEEDLINGS IN SOYBEANS

Yang Shouping Chen Jiamin Liu Ying Yu Deyue Gai Junyi\* \*

(Soybean Research Institute of Nanjing Agricultural University, National Center for Soybean Improvement, State Key Laboratory of Crop Genetics and Germplasm Enhancement, Nanjing 210095)

**Abstract** In 2003, drought tolerance of seedlings of 63 soybean varieties was identified under both conditions of natural drought and water control. There was significant relationship between the grades of drought tolerance of the two methods. However each method had advantages and disadvantages. The results of drought tolerance identification of seedlings of soybean varieties in 2001~2003 were analyzed comprehensively, it was found that 4 varieties (Jindou 14, Hanzhongbayuehuang, Kefeng 1, Yuanheidou) displayed strong drought tolerance steadily and 1 variety (Ninghaiwanhuangdou) showed high drought sensitive steadily, these five varieties could be used as standard varieties in studies of drought tolerance of seedlings in soybeans. The correlation analysis showed there was significant relationship between subordinative function value and relative root values such as relative length of roots, relative weight of dry roots, relative surface area of roots and relative volume of roots, but there wasn't significant relationship between subordinative function value and absolute root values such as full length of roots, full length of side roots, number of side roots etc. It was demonstrated that it was unreliable to select absolute root values as drought index, but it was reliable to use relative root values as drought index to identify drought tolerance of seedlings in soybeans.

**Key words** Soybean; Seedling; Drought tolerance; Root trait; Identification