

大豆野生与栽培资源苗期耐淹性的鉴定、生态区特征和优异种质发掘

王芳,赵团结,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 大豆资源耐涝性鉴定,是开展大豆耐涝育种的基础。耐涝性可分为耐湿(渍)性和耐淹性。研究旨在通过对大豆资源的耐淹性评价筛选出耐性强的种质,为大豆耐涝性育种提供耐源。抽取不同来源地的栽培大豆和野生材料,以相对死苗率为鉴定指标,在苗期进行耐淹性盆栽鉴定试验。结果表明,野生和栽培大豆耐淹性均存在相当大的遗传变异;野生大豆中的极端耐淹材料略比栽培大豆的多,但在全国二者大部分材料的耐淹性差异不大;野生大豆的耐淹性在区域内和区域间均存在一定的变异,栽培种的耐淹性在区域内的变异比区域间的变异大,各个区域内均存在丰富的变异,变异系数均在30.0%以上。耐淹性与地理纬度、种皮色、籽粒大小、生育期长短及脂肪含量等有低程度相关;筛选出N24835.0、N24850.0、N23444.0、N04974.1等11份耐淹性极强的野生和栽培优异种质。

关键词 大豆;种质资源;耐淹性;生态区域

中图分类号 S565.1 **文献标识码** A **文章编号** 1000-9841(2007)06-0828-07

EVALUATION, ECO-REGION CHARACTERIZATION AND ELITE GERMPALSM IDENTIFICATION OF SUBMERGENCE TOLERANCE AT SEEDLING STAGE IN WILD AND CULTIVATED SOYBEANS

WANG Fang, ZHAO Tuan-jie, GAI Jun-yi

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

Abstract Identification of germplasm with flooding tolerance is a basic work in breeding for tolerance in soybean. There are two facets in flooding tolerance, i. e. tolerance to soil waterlogging and tolerance to submergence. The objective of the present research was to establish an evaluation system for submergence tolerance of soybeans at seedling stage and then use it to evaluate the germplasm accessions from different eco-regions and screen for elite accessions highly tolerant to submergence at seedling stage for breeding programs. The cultivated soybean (*Glycine max*(L.) Merr.) and annual wild soybean (*Glycine soja* Sieb & Zucc.) accessions from different eco-regions were sampled and used in this experiment. The submergence experiment of soybean was carried out at seedling stage with artificial flooding in pot experiment un-

收稿日期:2007-08-09

基金项目:国家自然科学基金资助项目(30490250);国家重点基础研究发展规划项目(2002CB111304,2004CB7206,2006CB1017 国家863项目(2002AA211052,2006AA100104);长江学者和创新团队发展计划资助项目(PCSIRT)

作者简介:王芳(1976-),女,博士研究生,研究方向为作物资源研究与利用。E-mail: wangfang1210@163.com

通讯作者:盖钧镒教授,中国工程院院士,博士生导师。Tel:025-84395405;E-mail: sri@njau.edu.cn

der randomized complete blocks design. The relative death percentage was used as tolerance index. There were significantly genetic differences both among the genotypes of wild and cultivated soybean. The frequency of highly tolerant wild soybean was slightly more than that of cultivated soybean, but most part of both cultivated and wild soybean was intermediate and less sensitive to submergence. There existed certain amount of variation of submergence tolerance both within and among eco-regions in *G. soja*, while in *G. max* the among eco-region variation was smaller than the within eco-region variation, of which the CV values were all more than 30.0%. There showed a weak correlation between submergence tolerance and some traits, including geographical latitude, seed coat color, 100-seed weight, maturity date, and fat content. Eleven elite accessions with high tolerance to submergence, including eight *G. soja* accessions and three *G. max* accessions, such as N24835.0, N24850.0, N23444.0, N04974.1 were identified and selected, which will be important sources for future submergence tolerance breeding programs.

Key words Soybean; Germplasm resource; Submergence tolerance; Eco-region

广义的涝害^[1], 根据土壤水分超过田间持水量的多少, 可将过多水分对植物所造成的危害划分为湿害和涝害。所谓湿害(渍害), 是指土壤水分过多达到饱和时对植物(一般指旱田作物)的危害; 而涝害是指地面积水, 淹没了作物的部分或全部, 影响植物的生长发育而造成的危害。大豆(*Glycine max* (L.) Merr.) 原产于我国, 在我国从南到北, 特别是在江汉平原以及长江两岸的中下游平原地区有着广泛栽培^[2]。它是重要的养地作物, 也是需水较多的作物, 对土壤水分比较敏感, 开花结荚期需水较多, 此期充足的水分供应对大豆产量具有决定意义^[3-4]。但是, 水分过多也会带来不良影响。江汉平原四湖地区以及长江中下游地区(包括苏、浙、沪、鄂、湘、皖等)处在亚热带季风气候控制下, 全年降雨量约为 1100 mm, 降雨主要集中在 5~9 月, 一般年份 5~8 月降雨量之和约占全年降雨量的 60%。这一时期正是大豆的生长时期, 由于此期降雨集中, 并且常有暴雨甚至大暴雨发生, 常使大豆发生洪涝灾害, 严重影响大豆的生产。筛选可以在湿涝土壤上生长的抗性大豆品种具有重要育种意义。一般在种子发芽期^[5]、营养生长(出苗~R1)早期和生殖生长(R1~R5)早期^[6]的大豆对涝害比较敏感。安徽省黄河农场的 1955 年淹水试验结果表明^[7], 大豆开花期、结荚期和鼓粒期分别受涝, 与对照相比, 相应减产 32.8%、16.1% 和 18.5%。大豆 V1、V4 和 R2 三个时期连续 7 d 受涝害, 结果相对籽粒产量分别为 88%、83% 和 44%。Oosterhuis 等^[8]采用 2 个大豆品种(Essex 和 Forrest)在 V4 期和 R2 分别进行涝害处理, 结果籽粒产量分别下降 52% 和 40%。据估计, 在 V4 生育时期水淹 2 d, 大豆减产 18%, 而

在 R2 期水淹则减产 26%^[9]。Scott 等^[9]报道, 涝害发生在营养生长和生殖生长时期时, 大豆分别减产 89 和 129 kg hm⁻²。在美国中南部, 涝害发生在大豆的营养生长时期, 其产量降低 17%~43%, 而在生殖生长时期受害时, 大豆产量将降低 50%~56%^[8]。VanToai 等^[10]研究表明, 在 R1~R2 期水淹 4 周, 84 个大豆栽培种平均减产 25%。可见, 涝害对大豆产量的影响因其所发生的生育时期而异, 生殖生育时期的涝害比营养时期的涝害对大豆产量影响大^[6,8-9]。植物的抗涝能力因不同植物类型、品种、生育期而有很大差异^[11], 其实质是基因型差异在表型上的体现。大豆一般来说是不耐涝的旱田作物。VanToai 等^[10]报道, 大豆耐涝性具有遗传多样性, 美国 84 个大豆栽培种的耐涝性在遗传上存在广泛差异, 其产量差异接近 1 倍。另外, 大豆耐涝性与其地理分布有关, 来自中国东南部的大豆地方品种能适应高水位条件^[12], 且比中西部的一些栽培大豆种更耐室内涝害^[13]。

减少涝害的途径除通过排涝降渍等水利设施降低地下水水位外, 最根本的方法是选育耐涝性较好的品种应用于生产, 耐涝资源的筛选是其基础。然而, 迄今未见有关系统筛选鉴定栽培大豆和野生大豆耐淹性的报道。2003 年江浦试验站遭受水淹, 在资源圃中发现极大的表型差异, 其中有水淹没顶 6 d 仍能存活的变异材料, 因而决定探究大豆资源的耐淹性, 旨在通过对大豆种质资源的耐淹性评价筛选出耐性最强的种质, 为大豆耐涝性育种、生产利用和有关专题研究, 包括耐淹性的遗传与基因定位研究提供耐源材料和科学依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

从南京农业大学国家大豆改良中心种质库保存的大豆资源中,按不同来源地共抽取 749 份大豆材料,其中栽培资源 545 份,包括国外品种 37 份和国内 508 份(按中国大豆品种生态区^[14],459 份来自 6 区 26 个省份,49 份不明其来源地);野生材料 204 份,包括国外材料 7 份和国内 197 份(其中 192 份来自 5 区 23 个省份,5 份不明其来源地)。

1.2 试验设计及耐淹性鉴定

2005、2006 年,在南京农业大学江浦实验站的简易温室内对上述资源分 4 批进行鉴定,第一批 65 份,第二批 254 份,第三批 255 份,第四批 175 份。每批内均设耐性级别不同的 8 个公共对照种(其依据来源于 2003 年夏天江浦大田水灾的调查结果和预备试验结果)PI342618B(高度耐淹)、PI326582B(高度耐淹)、科丰 1 号(高度耐淹)、Centennial(中度耐淹)、N23512(中度耐淹)、南农 1138-2(较不耐淹)、通榆青秣食豆(极不耐淹)、鸡四长粒豆(极不耐淹),以便使各批淹水处理尽量保持一致亦便于各批的材料间相互比较。

盆栽土培法,3 次重复,每重复一盆,每盆留 20 株。试验用盆规格,盆钵为 φ 25 cm × h 28 cm,塑料桶为 φ 30 cm × h 25 cm。土壤经晒干,粉碎,过筛后装入盆钵,每盆装土 2.5 kg,盆底有排水孔道。供试土壤为小麦试验田的耕层土,其土壤养分含量如下,全氮 0.88 g kg⁻¹,碱解氮 87.65 mg kg⁻¹,速效磷 13.94 mg kg⁻¹,速效钾 151.00 mg kg⁻¹,有机质 6.4 g kg⁻¹,pH 为 7.6。

采用双套盆法,在大豆子叶期,将花盆放置在塑料桶中进行淹没处理,即灌入 15 ~ 18 cm 深的水,并保持稍微的溢流状态。淹没 2 d 开始每天检查敏感性品种。当极不耐淹对照品种的叶片变成黄棕色并腐烂时,开始将水排干,淹水处理约持续 2 ~ 5 d。排水后植株在自然条件下保持 7 d 左右以便恢复,随后记录死亡株(无任何绿叶的植株视为死亡株)并计算出死苗率。然后将供鉴材料的死苗率与与其同批的 8 个公共对照种的平均死苗率相比,得相对死苗率。相对死苗率低为耐淹性强,反之则弱。同时测定处理期间的水、气温度(用浙江大学生产的 ZDR-21 型温湿度记录仪每隔 30 min 记录一次)。

死苗率(%) = (某材料的死苗株数/该材料的总株数) × 100% ;

相对死苗率(%) = (某批某材料的死苗率/该批对照种的平均死苗率) × 100%

1.3 数据分析

采用 Excel 2003 和 SAS 9.0 软件分析相对死苗率的平均值、变幅、变异系数和其与地理纬度、多个农艺性状的相关性。

2 结果与分析

2.1 大豆淹水后的表现和分级标准以及鉴定结果

试验观察发现,若淹水处理期间平均气温为 25℃ 以上,则极不耐淹对照品种植株叶片在淹水第 3 天开始变黄;平均气温为 25 ~ 20℃ 时,则在第 4 天叶片开始表现出黄化症状;平均气温为 20℃ 以下时,则从水淹第 5 天开始叶片才失绿。表明,大豆植株在淹水时出现受害症状的迟早与其处理期间的温度高低有密切的关系。温度高,其耐淹性差异表现早,否则相反。所以,淹水处理时间因之而异。试验中还发现,虽排水时期相对一致,但不同批次试验的环境条件仍有一定的差异,因退水后的小气候(即气温的高低)也会影响着植株的存活。

表 1 表明,各批的 8 个公共对照平均值有差异,各公共对照材料在各批的受害结果也不一致,证明各批试验的环境条件确有一定的差异;即使是同一材料,不同批试验的结果也不一样。该表还表明,第一批公共对照的平均值与后三批的均值差异大,进一步说明是因退水后的各批材料所处的气温高低不同而所致。

由于试验环境不同,试验所获的四批数据存在系统误差。所以,本研究根据对 749 份大豆种质资源的温室人工模拟涝害的调查结果,先计算出死苗率,然后与其所在批次的公共对照的平均值相比,得出各材料的相对死苗率。根据相对死苗率的次数分布特点,将所有供鉴材料的耐淹性划分为 7 级(见表 2),即高度耐淹、耐淹、较耐淹、中等耐淹、较不耐淹、不耐淹、极不耐淹。749 份大豆资源的耐淹性鉴定结果见表 2。

表 1 8 个公共对照材料在各批鉴定试验的死苗率
Table 1 Death rate of eight common checks in each experiment (%)

对照种名称 Name of check	试验批次 Tested group			
	第 1 批	第 2 批	第 3 批	第 4 批
	First group (65)	Second group (254)	Third group (255)	Fourth group (175)
PI342618B	0	85.0	96.7	73.3
PI326582B	0	96.7	100.0	86.1
科丰 1 号 Kefeng No. 1	0	93.3	0	55.1
Centennial	86.7	95.0	100.0	100.0
N23512	71.7	100.0	76.7	100.0
南农 1138-2 Nannong 1138-2	58.3	100.0	46.7	100.0
通榆青秣食豆 Tongyuqingmoshidou	100.0	100.0	100.0	100.0
鸡四长粒豆 Jisichanglidou	98.3	100.0	100.0	100.0
平均 Mean	51.9	96.2	77.5	89.3

括号内为材料数。 In parentheses is number of materials tested.

表 2 大豆耐淹性的分级标准和资源鉴定结果
Table 2 Classification of submergence tolerance in soybean and identification of germplasms

级别 Grade	相对死苗率(%) Relative death rate	栽培种 <i>G. max</i>		野生种 <i>G. soja</i>		合计 Total	
		份数 No.	%	份数 No.	%	份数 No.	%
1 高度耐淹 Highly tolerant	0	8	1.5	3	1.5	11	1.5
2 耐淹 Tolerant	0 ~ 37.0	19	3.5	11	5.4	30	4.0
3 较耐淹 Less tolerant	37.0 ~ 74.0	41	7.5	11	5.4	52	7.04
4 中度耐淹 Intermediate	74.0 ~ 111.0	217	39.8	91	44.6	308	41.1
5 较不耐淹 Less sensitive	111.0 ~ 148.0	195	35.8	83	40.6	278	37.1
6 不耐淹 Sensitive	148.0 ~ 185.0	22	4.0	2	1.0	24	3.2
7 极不耐淹 Highly sensitive	> 185.0	43	7.9	3	1.5	46	6.1
共计 Total		545	100.0	204	100.0	749	100.0

由表 2 可知,在 204 份野生大豆材料中,高度耐淹和耐淹材料占资源总数的 6.9%,中度耐淹材料占 44.6%,较不耐淹占 40.7%,不耐淹和极不耐淹的材料占 2.5%。而 545 份栽培大豆材料中,高度耐淹和耐淹的品种占 5.0%,大多数为中度耐淹和较不耐淹品种分别占 39.8% 和 35.8%,不耐淹和极不耐淹的品种占总数的 11.9%。由此看出,野生材料中的高度耐淹和耐淹材料数比其不耐淹和极不耐淹的材料占的比例大,栽培大豆则相反;另外,野生大豆的高耐淹和耐淹材料的百分数比栽培大豆的稍大,反过来,栽培种的不耐淹和极不耐淹材料的百分数比野生大豆的大。野生和栽培大豆大多数属于中度耐淹和较不耐淹级别,两极端类型虽较少但均有一定数量,这为大豆耐涝性提供了选择潜力。

观察还发现,耐淹材料在淹水期间表现出的受害程度比不耐淹材料的受害程度轻很多;耐淹材料若在受淹时表现萎蔫,也是暂时性的,淹水结束后仍可恢复生长,可能是大豆品种耐淹性的另一种表现形式。耐淹材料的耐性强与其在淹水处理时植株生长适应能力强有关(如茎伸长,根系变浅、末端长出

新的白色根尖),且退水后其恢复生长和后期补偿能力也强。淹水对材料既有削弱其各器官生长的即时作用,也有滞后效应。

2.2 全国和各生态区域大豆种质资源耐淹性的变异和等级分布状况

将试验所获数据按照上述方法转换成相对死苗率,并根据盖钧镒等^[14]的品种生态区划标准,将 508 份栽培大豆中知其地理来源的 459 份归入 I ~ VI 的 6 个生态区,197 份中知来源地的 192 份野生大豆归入 I ~ V 的 5 个生态区(第 VI 区无一年生野生大豆)。

表 3 表明,全国野生种的平均相对死苗率为 104.5%,栽培大豆为 110.3%,二者的变幅和变异系数相差也均不大。另外,野生和栽培大豆集中分布在第 4 级(中度耐淹)和第 5 级(较耐淹)。表明,从全国来看野生种与栽培种大部分材料的耐淹性差异不大。

除 I 区外,各生态区野生种的相对死苗率平均值差异不大,最小 92.3%,最大 114.1%;不同区域间相对死苗率的变异度相差较大,I 区和 IV 区的变

异系数均大于其它区域。各个区域内也均存在一定 的变异。

表3 中国野生大豆和栽培大豆的各生态区的耐淹级别分布与遗传变异

Table 3 Distribution and genetic variation of submergence tolerance grade of wild and cultivated soybean in different eco-regions of China

物种 Species	生态区 Eco-region	级别、份数 Grade, Number							材料数 No.	相对死苗率 Relative death rate/%		
		1 级	2 级	3 级	4 级	5 级	6 级	7 级		变幅 Range	平均 Mean	CV/%
野生种 <i>G. soja</i>	I	1	6	5	42	7	1		62	0 ~ 159.3	92.3	36.0
	II			3	16	34			53	40.7 ~ 128.2	114.1	17.8
	III		3		10	33			46	6.4 ~ 133.3	108.9	26.1
	IV		2	3	14	4	1	3	27	7.4 ~ 207.4	106.1	43.5
	V				2	2			4	93.6 ~ 112.4	103.8	9.6
	全国 Country	1	11	11	84	80	2	3	192	0 ~ 207.4	104.5	30.6
栽培种 <i>G. max</i>	I	1		2	16	23	1	8	51	0 ~ 222.2	126.2	35.1
	II	3	4	12	61	55	5	12	152	0 ~ 214.8	112.0	34.5
	III	1	3	4	38	37	3	5	91	0 ~ 222.2	112.5	33.2
	IV	1	4	8	42	26	2	3	86	0 ~ 207.4	103.2	35.3
	V			2	20	10	2	1	37	3.7 ~ 207.4	107.8	32.1
	VI	2	1	5	18	16			42	0 ~ 137.0	97.2	33.6
	全国 Country	8	14	33	195	167	13	29	459	0 ~ 222.2	110.3	34.8

不同生态区的栽培种的情况与全国大多相同。各区栽培种的相对死苗率平均值差异不大,但与野生种相反, VI 区的相对死苗率平均值最小(97. 2%)。各区域间栽培种相对死苗率差异不大,但区域内均存在较大变异。各区的变异度相近,变异系数在 32. 1% ~ 35. 3% 。

总之,野生种的耐淹性在区域内和区域间均存在一定的变异;栽培种的耐淹性在区域间的变异比区域内的变异小,各个区域内均存在丰富的变异。来自 I 区的野生材料比其他区域的耐淹,而 VI 区的栽培大豆最耐淹,在这两区内选择耐淹性好的大豆材料的概率较大。

表3 还表明,野生种在 I 和 IV 生态区内存在较多不同耐性级别,其它区内主要集中分布在 4 级和 5 级内,但栽培大豆在各区内各级耐淹性几乎均有。这也说明,栽培大豆耐淹性在各生态区域间的变异不大,但野生大豆存在较大差异。各区的野生和栽培大豆均集中分布在第 4 级和第 5 级,野生种在 I 区内存在 1 级耐淹材料但不存在 7 级不耐淹材料,其它区均无 1 级耐淹材料;栽培大豆在 I 和 II 区内存在的 1 级耐淹材料均比 7 级不耐淹材料少,但 VI 区内存在 1 级耐淹材料却没有 7 级不耐淹材料。进一步说明 I 区的野生材料和 VI 区的栽培大豆耐性最强。野生种各级内材料的来源不太广,第 4、5 级除外,这与野生种的喜湿群居性的生长习性有关,集中分布在潮湿地带;栽培种则较广,不同耐淹级别内几乎在各个生态区域内均有分布,说明人工选择的重

要性。

综上,从全国来看野生种与栽培种大部分材料的耐淹性差异不大,其耐淹性强弱与生态区关系均不大,仅 I 区的野生材料和 VI 区的栽培大豆相对最耐淹。野生大豆的耐淹性在区域内和区域间均有一定变异,栽培大豆耐淹性在生态区域内的变异比区域间的变异大。

2.3 大豆资源的耐淹性与地理纬度、形态、农艺、品质等性状的关系

各性状与耐淹性的相关程度均不大,但有一些具有显著性(表 4)。栽培种耐淹性与地理纬度呈极显著负相关(-0. 159),而野生种耐淹性与纬度显著正相关(0. 194),但相关程度均不高。若以野生种的表现作为未经人工选择的本底,则栽培大豆耐淹性随着地理纬度的增加而减低的趋势应是人工选择的结果。换言之,南方因为雨多、水多,人工选择的结果增强了耐淹性,反之北方干旱条件下并不需要进行耐淹性选择。当然这里相关程度均较低,说明人工选择影响的程度和数量均不大。

耐淹性表现因种皮色的深浅而异,而与茎茸毛量的多少、粒形、花色无关。种皮色深的栽培品种,耐淹性较强,反之,耐淹性较弱;野生种却与之不相关。Hou 和 Thseng^[5] 指出大豆种子的耐涝性与其种皮色有关,黑豆比黄豆耐涝,因而种皮色泽可作为识别品种耐淹性的形态参考指标。大豆耐淹性与生育期、百粒重也有关。生育期较短的早熟品种,其耐淹性较生育期长的晚熟品种强;小籽粒比大粒大豆耐淹。大豆

的耐淹性与种子含油量有一定关系,含油量较低的品种(系),其耐淹性较强,反之,耐淹性较弱。

表4 大豆耐淹性与地理纬度、形态、农艺、品质等性状的相关

Table 4 Correlation between submergence tolerance and geographical latitude, quality ,morphological ,agronomic traits								
物种	地理纬度	花色	粒色	茸毛量	粒形	生育期/d	百粒重/g	脂肪/%
Species	Latitude(°N)	Flower color	Seed coat color	Pubescence density	Seed shape	Maturity date	100-seed weight	Fat content
野生种	0.194 *	0.085	0.070			-0.086	-0.226 *	-0.211 *
<i>G. soja</i>	(195)	(122)	(122)			(122)	(122)	(122)
栽培种	-0.159 **	-0.084	0.155 *	-0.029	-0.042	-0.180 **	-0.278 **	-0.169 **
<i>G. max</i>	(499)	(217)	(217)	(442)	(489)	(217)	(217)	(217)

* * 表示差异极显著(P<0.01)。括弧内为材料数。 * * stands for significant difference at p<0.01. In parentheses is number of materials.

2.4 大豆耐淹性特异种质筛选

在对不同来源地的大豆资源耐淹性鉴定中(表2),共筛选出11份高度耐淹优异种质,相对死苗率均为0。入选的11份特异种质包括8份栽培种和3份野生种,详见表5。几乎每个生态区域都有入选材料,其中国内材料有9份,分别来自于Ⅰ区(2份)、Ⅱ区(3份)、Ⅲ区(1份)、Ⅳ区(2份)和Ⅵ区(1份);2份国外材料分别是N24835.0(来自USSR)、N24850.0(来自USSR)。材料N24835.0、N24850.0的鉴定结果与2003年夏天江浦水灾,经6昼夜约140多个小时水淹后的结果一致,说明这两份材料

的耐性较稳定。相比较而言,N24835.0、N24850.0的耐性较强于其他9份高耐材料,因二者在排水结束时的生长表现如同在自然条件下生长一样均好于其它材料。预备试验发现,N04974.1的基部在整个生育期淹水,其下部叶片黄化和脱落较不耐淹材料迟;而且不但未被淹死,还能开花结荚,不过荚数和籽粒大小等均受到了影响。不耐淹材料则仅开花不结荚。

以上优选出的耐淹种质资源,可用于耐淹性新品种选育和有关遗传、形态、解剖、生理、生化等耐淹基础性研究。

表5 入选特异资源表
Table 5 Selected specific elite accessions

物种	材料名称	来源	生态区域	物种	材料名称	来源	生态区域
Species	Name	Origin	Eco-region	Species	Name	Origin	Eco-region
野生种	N24835.0	USSR	—	栽培种	N24596.0	黑龙江 Heilongjiang	Ⅰ
<i>G. soja</i>	N24850.0	USSR	—	<i>G. max</i>	N23613.0	湖南 Hunan	Ⅳ
	N23444.0	吉林 Jilin	Ⅰ		N21043.0	江西 Jiangxi	Ⅲ
栽培种	N04974.1	北京 Beijing	Ⅱ		N05193.0	山东 Shandong	Ⅱ
<i>G. max</i>	N04268.0	广西 Guangxi	Ⅵ		N08673.1	云南 Yunnan	Ⅵ
	N23599.0	河南 Henan	Ⅱ				

表中材料的相对死苗率均为0。 The relative death rate of the materials in the table is all 0.

3 讨论

3.1 大豆种质资源耐涝性筛选的意义

江苏由于受西风带、副热带和热带天气系统的影响,气象灾害频繁发生,其中梅汛期降水形成的洪涝是江苏省主要的气象灾害,据估计水涝灾害给江苏的经济造成的损失,达237.6亿元。另外,我国拥有1.8万公里的海岸线、众多河流和面积广阔的大型湖泊,形成了数千万公顷高水位的低湿地、季节性积水地,且每年还有增加之势。这些低湿地大部分

处于荒芜或半荒芜状态,由于现有种植材料抗涝性较差而无法利用。所以非常有必要筛选耐涝性种质资源,培育抗涝大豆品种,从而充分利用土地资源,它耗资少、成本低、见效快,是切实可行的办法^[15]。

3.2 耐淹性的鉴定技术——鉴定方法和鉴定指标

尽管在大多数情况下,植物的根系是主要的受淹组织,但是,在播种出苗期及植物的苗期和/或在植物成株期的土壤积水较深时,植物叶片甚至整株也经常遭受水淹,常因此而出现萎蔫,甚至死亡、腐烂,严重影响灾后田间的苗情及最终产量。所以,本文在子叶期对盆栽大豆苗进行全淹处理。该方法与大田鉴定法相比较,较简便易行,周期短,受地势、气

候等环境因素干扰也较小,但需要一定设备,资源消耗大,难以进行大规模鉴定。

关于涝害的鉴定指标,本试验只是一次探索,并无既定标准^[16-18]。无论采用综合湿害指数还是单项湿害指数都易受环境影响,鉴定结果准确性较差。有些学者曾用植株的存活率作为湿害的鉴定指标,但在许多情况下,尤其是成株期遭受短期湿害,尚不足以使植株致死,况且存活的不同基因型的植株受害程度也有差异。本研究由于是在大豆苗期对植株进行全淹处理,所以采用相对死苗率作为鉴定指标,较适用,其品种耐淹分级鉴定结果相对可靠。排水时期设为极不耐淹对照品种表现出黄化并腐烂时开始排水,该指标不易把握,需积累有一定经验。另外,在自然条件下退水后的小气候(气温的高低)也会影响试验结果。

在本研究的基础上拟建议的鉴定方法体系是:在温室盆栽条件下对子叶期的大豆植株进行淹水处理,淹水深度为超过植株高度的 2/3 左右。在极不耐淹对照品种大部分叶片黄化时开始排水,排水后植株恢复 7 d 左右记录死亡株。鉴于长江中下游地区水淹的主要时期是在苗期,因而本法适于本地区的应用。由于耐涝性是一个全生育期的综合性状,非幼苗期涝害的地区应该研究制订相应的鉴定方法。

3.3 优选耐淹资源的研究和利用

通过对 749 份大豆种质资源的耐淹性鉴定,结果表明,野生和栽培大豆的耐淹性遗传差异均十分明显;初步筛选出 11 份高度耐淹材料,是一批宝贵的耐源材料,可用于耐淹育种。但这些材料基本上是地方品种或野生大豆,综合性状并不很优良,因而需要利用他们创造亲本材料,这是耐淹性育种的第一步。

大豆的耐淹性是一个受多种因素制约的复杂问题,在发掘出耐淹优异资源的基础上需要进一步揭示其耐淹的形态、解剖、生理、生化和遗传的机制,以便更好地认识和利用这批材料。

参 考 文 献

[1] 赵可夫,王韶唐. 作物抗性生理[M]. 北京:农业出版社,1990:227.

[2] 康小湖. 大豆栽培与病虫害防治[M]. 北京:金盾出版社,1996:1-7.

[3] 李辰仁,张敬荣,郑慧琴,等. 不同供水量与大豆形态生理及产量的关系[J]. 东北农学院学报,1986,17(1):11-17.

[4] 气候变化与作物产量编写组. 气候变化与作物产量[M]. 北京:中国农业科学技术出版社,1992:264.

[5] Hou F F, Thseng F S. Studies on the flooding tolerance of soybean seed:varietal differences[J]. Euphytica,1991,57:169-173.

[6] Linkemer G, Board J E, Musgrave M E. Waterlogging effect on growth and yield components of late-planted soybean[J]. Crop Science,1998,38:1576-1584.

[7] 董钻. 大豆产量生理[M]. 北京:中国农业出版社,2000:177-179.

[8] Oosterhuis D M, Scott H D, Hampton R E, et al. Physiological response of two soybean [*Glycine max*(L.) Merr] cultivars to short-term flooding[J]. Environmental and Experimental Botany, 1990,30:85-92.

[9] Scott H D, DeAngulo J, Daniels M B, et al. Flood duration effects on soybean growth and yield[J]. Agronomy Journal,1989,81:631-636.

[10] VanToai T T, Beuerlein J E, Schmitthenner A F, et al. Genetic variability for flooding tolerance in soybeans[J]. Crop Science, 1994,34:1112-1115.

[11] 曹旸,蔡士宾,方先文. 小麦品种间孕穗期耐湿性差异[J]. 江苏农业学报,1992,8(3):51-52.

[12] Raph W. Soybean respond to controlled waterlogging[J]. Rural Research,1983,120:4-8.

[13] VanToai T T, Zhang J, Martin S K St. RAPD markers of flooding tolerance Chinese soybean germplasm[J]. Soybean Genetics Newsletter,1993,20:153-159.

[14] 盖钧镒,汪越胜. 中国大豆品种生态区域划分的研究[J]. 中国农业科学,2001,34(2):139-145.

[15] 赵可夫,张万钧,范海,等. 改良和开发利用盐渍化土壤的生物学措施[J]. 土壤通报,2001,32(专辑):115-119.

[16] 张国荣,余立云,毛美新. 大麦湿害的研究进展[J]. 大麦科学,2000,(4):7-9.

[17] 周广生,朱旭彤. 湿害后小麦生理变化与品种耐湿性的关系[J]. 中国农业科学,2002,35(7):777-783.

[18] 许如根,黄志仁,黄友圣,等. 大麦品种(系)间耐湿性的比较研究[J]. 大麦科学,1997,51:16-18.