

# 大豆抗旱种质资源筛选及利用

张彦军<sup>1</sup>, 王兴荣<sup>1</sup>, 张金福<sup>2</sup>, 李 玥<sup>1</sup>, 苟作旺<sup>1</sup>, 祁旭升<sup>1</sup>, 何正奎<sup>3</sup>

(1. 甘肃省农业科学院作物研究所, 甘肃 兰州 730070; 2. 甘肃省农业广播电视学校, 甘肃 兰州 730030; 3. 永靖县农业技术推广中心, 甘肃 永靖 731600)

**摘要:** 为筛选大豆抗旱种质资源, 2016 年对 246 份征集自不同省份的大豆种质资源在年降水量不足 40 mm 的敦煌市设置田间自然抗旱鉴定试验, 利用加权抗旱系数法综合评价大豆种质资源抗旱性。结果显示, 干旱胁迫严重影响了大豆的生长发育, 显著降低了农艺性状等指标。通过相关性分析, 株高、主茎节数、单株荚数、单株粒数、单株粒重、单株生物量等 6 个性状指标与平均抗旱系数和加权抗旱系数呈极显著正相关。利用加权抗旱系数法综合评价筛选出 69 份强抗旱大豆种质资源, 其中甘肃省的 5 份材料均属于抗旱类型。

**关键词:** 大豆; 种质资源; 抗旱性; 综合评价

**中图分类号:** S565.1 **文献标志码:** A

**doi:** 10.3969/j.issn.1001-1463.2018.08.017

**文章编号:** 1001-1463(2018)08-0054-07

干旱是全球农业生产面临的主要问题之一, 干旱对农作物造成的损失在所有非生物胁迫中占首位, 每年因干旱造成巨大的农业损失<sup>[1-2]</sup>。近年来, 由于社会经济的迅速发展, 用水量大幅度增加, 以及气候的异常, 水资源供需矛盾已由干旱地区向湿润地区扩展<sup>[3]</sup>, 将使这一矛盾更加尖锐化。甘肃省是我国水资源严重短缺的省份之一, 在全球变暖背景下, 甘肃省气候也趋于变暖, 旱灾程度和频次呈增加趋势, 仅 2016 年下半年, 兰州市及周边地区出现了持续 100 多天无有效降水的干旱天气, 干旱一直是限制甘肃农业生产的重要灾害之一。

大豆(*Glycine max*)是重要的粮、油、饲兼用作物, 需求量日益增大, 在我国农业生产中起着重要的作用。据我国大豆产业技术体系研究中心调查, 在遗传育种领域, 除高产品种需求占 39%

以外, 耐逆和抗旱品种的需求占调查总样本的近 50%, 说明提高对非生物逆境的抗性是大豆育种的重要任务。由于作物抗旱性的可遗传性, 对其进行选择是有效的<sup>[4]</sup>, 因此, 筛选大豆抗旱种质资源及应用于育种当中是必然选择。前人关于大豆抗旱性的研究报道较多, 从抗旱性评价指标及方法的研究<sup>[5-6]</sup>、大豆种质资源抗旱性综合评价<sup>[7-8]</sup>、生理生化<sup>[9-10]</sup>, 到抗旱功能基因、转录因子等许多方面进行了研究<sup>[11-13]</sup>。但随着育种进程加快、遗传基础匮乏的问题日渐明显, 大豆新品种选育需要更加优良的亲本材料。我们选取 246 份国内大豆种质资源, 在年降水量不足 40 mm 的甘肃省敦煌市绿洲灌区对其进行了田间自然抗旱鉴定, 综合评价抗旱性, 筛选抗旱种质资源, 以期干旱、半干旱地区大豆新品种的选育提供材料和参考。

收稿日期: 2018-02-28; 修订日期: 2018-06-16

基金项目: 国家重点研发计划子课题(2016YFD0100201-12); 国家农作物种质资源共享服务平台—甘肃子平台(NICGR2017-22); 甘肃省农业生物技术研究与应用开发项目(GNSW-2016-17); 甘肃省农业科学院科技创新专项(2016GAAS37)。

作者简介: 张彦军(1984—), 男, 甘肃通渭人, 助理研究员, 主要从事农作种质资源研究工作。Email: zhangyanjun1221@163.com。

通信作者: 祁旭升(1966—), 男, 甘肃会宁人, 研究员, 主要从事农作种质资源研究工作。Email: qixusheng6608@sina.com。

报, 2014, 20(1): 129-138.

[18] 秦 梦, 谢晓亮, 温春秀, 等. 施肥种类和施肥量对菘蓝产量和有效成分含量的影响[J]. 贵州农业科学, 2015, 43(11): 147-152.

[19] 杨娟娟. 菘蓝种子质量标准及其幼苗钾肥营养研究[J]. 2014.5(1): 4-5.

[20] 陈 昆, 刘世琦, 张自坤, 等. 钾肥营养对大蒜生

长、光合特性及品质的影响[J]. 植物营养与肥料学报, 2011, 17(2): 506-512.

[21] 杨娟娟, 郭巧生, 陈苏丹, 等. 钾肥和水分对菘蓝幼苗生长和生理特性的影响[J]. 中国中药杂志, 2014(10): 1772-1776.

(本文责编: 陈 伟)

## 1 材料与方 法

### 1.1 试验材料

试验材料为我国不同省份育成的品种(系), 共计 246 份, 由国家农作物种质资源共享服务平台—甘肃子平台和 中国农业科学院作物科学研究所提供。

### 1.2 试验方法

为了准确判定大豆种质资源的抗旱性, 根据大豆种植生态区的不同将 246 份材料划分为早熟、中熟和晚熟组 3 个组别。

2016 年将 246 份大豆种质资源种植在甘肃省农业科学院敦煌试验站, 设干旱胁迫和正常灌水 2 个处理, 每处理小区按随机区组排列, 重复 3 次。按行长 2.0 m、行宽 0.5 m、株距 0.1 m 种植 2 行区。试验地前茬为玉米, 播种前结合整地施磷酸二铵 225 kg/hm<sup>2</sup>、尿素 75 kg/hm<sup>2</sup>。干旱胁迫处理播前灌 1 次水(灌水量 900 m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup>)以保证出苗, 出苗至成熟期不再灌水, 使其充分受旱; 对照处理按当地大田生产管理, 全生育期灌水 4 次, 每次灌水量为 900 m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup>。

### 1.3 形态指标测定

成熟后每小区取样 10 株, 参照《大豆种质资源描述规范和数据标准》分别对株高、主茎节数、单株荚数、单株粒数、单株粒重、单株生物量等 6 个形态指标进行测定<sup>[14]</sup>, 以平均值代表考察性状值。

### 1.4 抗旱性评价

参照祁旭升等<sup>[15]</sup>的方法对 246 份参试材料的抗旱性进行评价, 抗旱级别划分参照路贵和等<sup>[16]</sup>的逐级分类法, 将 246 份材料的抗旱性划分为极强、强、中等、弱、极弱 5 个级别。具体评价方法如下:

$$TR = X_d / X_w$$

$$ADC = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n TR$$

$$WDC = \sum_{i=1}^n [TR \times (|r_i|)] \div \sum_{i=1}^n |r_i|$$

式中:

TR——性状相对值;

X<sub>d</sub>——干旱胁迫处理性状测定值;

X<sub>w</sub>——正常灌水处理性状测定值;

ADC——平均抗旱系数;

WDC——加权抗旱系数;

r<sub>i</sub>——入选性状相对值与平均抗旱系数的相关系数;

|r<sub>i</sub>| ÷  $\sum_{i=1}^n |r_i|$ ——指数权数, 表示第 i 个指标在所有指标中的重要程度;

n——x、y 两变量的等级对子数, 即样本容量。

### 1.5 数据分析

采用 Excel 2007 进行数据处理, 利用 DPS 9.50 软件进行描述性统计、相关分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 干旱胁迫对不同大豆品种形态指标的影响

从表 1 可以看出, 在不同处理下, 6 个形态指标的变异系数介于 12.64%~58.40%, 其中单株粒重变异系数最大, 单株生物量、单株粒数、单株荚数、株高和主茎节数次之, 说明 246 份材料之间遗传差异比较大, 具有代表性。与正常灌水相比, 干旱胁迫严重影响了大豆的生长发育, 6 个形态指标均降低, 其中株高降低最为明显, 比对照降低了 60.86%; 单株粒重降低幅度最小, 较对照降低 6.79%。

表 1 246 份大豆种质资源 6 个指标统计分析

指标	株高/cm	主茎节数/节	单株荚数/个	单株粒数/粒	单株粒重/g	单株生物量/g
最大值	105.50	19.80	89.60	184.00	24.91	64.80
最小值	22.35	6.20	6.75	9.15	1.10	4.10
极差	83.15	13.60	82.85	174.85	23.81	60.70
均值	61.61	13.06	27.63	51.98	7.38	21.35
标准差	19.97	2.95	12.62	25.29	4.31	11.38
变异系数/%	32.41	22.59	45.67	48.65	58.40	53.30
干旱胁迫						
最大值	86.85	17.50	79.90	124.75	19.55	58.39
最小值	23.05	6.00	6.25	8.75	1.24	3.90
极差	63.80	11.50	73.65	116.00	18.31	54.49
均值	46.32	11.18	17.78	31.35	4.38	12.68
标准差	13.84	2.37	8.01	14.54	2.48	6.87
变异系数/%	29.88	21.20	45.05	46.38	56.62	54.18
干旱胁迫/正常灌水						
最大值	1.70	1.57	1.49	1.68	1.91	1.32
最小值	0.37	0.52	0.29	0.19	0.28	0.50
极差	1.33	1.05	1.20	1.49	1.63	0.82
均值	0.77	0.87	0.69	0.67	0.67	0.65
标准差	0.13	0.11	0.21	0.26	0.26	0.22
变异系数/%	16.88	12.64	30.43	38.81	38.81	33.85

## 2.2 大豆抗旱评价指标与抗旱性评价价值间的相关性分析

抗旱指标的选择直接关系到抗旱鉴定结果的准确性。根据前期的研究结果<sup>[6, 17-18]</sup>, 最终筛选出株高、主茎节数、单株荚数、单株粒数、单株粒重、单株生物量等 6 个形态指标为评价大豆抗旱性最佳的抗旱指标。从表 2 可以看出, 株高与单株荚数、单株粒数和单株粒重不相关, 说明大豆株高越高并不代表其荚数越多, 相应的荚粒数和粒重越大。6 个抗旱指标与平均抗旱系数、加权抗旱系数间均呈极显著正相关, 说明所选指标可以准确、真实地评价大豆抗旱性。

## 2.3 大豆种质资源抗旱性综合评价

作物抗旱性受本身基因和所在环境的双重影响, 是一个极其复杂的过程。为更加准确评价大豆种质资源的抗旱性, 根据大豆种植生态区的不同将 246 份材料划分为早熟、中熟和晚熟组 3 个组别。利用加权抗旱系数法对其抗旱性进行综合评价, 其加权抗旱系数值越大表示抗旱性越强。参照路贵和等<sup>[16]</sup>的逐级分类法, 将 246 份大豆种质资源划分为极强、强、中等、弱、极弱 5 个级别(表 3)。

2.3.1 早熟组种质资源抗旱性分析 早熟组材料共计 75 份, 全部由黑龙江材料组成。田间记载早熟组材料的生育期在 90 d 左右, 干旱胁迫使得大豆

生育期较灌水对照缩短 2~5 d, 说明干旱胁迫加快了大豆的成熟, 不利于大豆生育后期的灌浆, 导致籽粒不饱满, 影响产量。

根据表 3 抗旱性分级标准, 将 75 份材料分为 5 级, 其中, 11 份属 1 级、8 份属 2 级、34 份属 3 级、9 份属 4 级、13 份属 5 级(表 4)。从表 4 可以看出, 每个品种系列在成株期表现出了不同程度的抗旱性, 如合农系列在 5 个抗旱级别中均有分布, 这可能与每个品种所选亲本有一定的关系。通过田间自然抗旱鉴定筛选出绥小粒豆 2 号、绥无腥豆 2 号、合农 75、黑农 71、绥农 36 等 19 份强抗旱大豆种质资源, 这些抗旱种质资源可为大豆早熟品种选育提供优良亲本材料。

2.3.2 中熟组种质资源抗旱性分析 中熟组材料由 51 份辽宁种质和 52 份吉林种质组成, 共计 103 份。该组材料的生育期为 120 d 左右, 干旱胁迫处理较对照提前 2~6 d 成熟。

根据表 3 抗旱性分级标准, 将 103 份材料分为 5 级, 其中, 16 份属 1 级、12 份属 2 级、47 份属 3 级、14 份属 4 级、14 份属 5 级(表 5)。从表 5 看出, 强抗旱种质中辽宁种质有 13 份、吉林种质为 15 份, 说明辽宁和吉林材料的抗旱性差别不大, 与早熟组种质相似, 每个品种系列在 5 个抗旱级别中均有分布, 如辽宁的辽豆系列和吉林的吉育系列。筛选出的辽豆 42、抚豆 21、开育 12、

表 2 大豆抗旱指标与抗旱性评价价值的相关性分析<sup>①</sup>

性状	株高	主茎节数	单株荚数	单株粒数	单株粒重	单株生物量	平均抗旱系数
主茎节数	0.698 2**						
单株荚数	0.189 8	0.329 1**					
单株粒数	0.116 1	0.327 4**	0.925 1**				
单株粒重	0.187 6	0.326 2**	0.877 7**	0.885 5**			
单株生物量	0.323 4**	0.406 8**	0.884 4**	0.849 4**	0.904 6**		
平均抗旱系数	0.362 1**	0.497**	0.945 6**	0.934 5**	0.942 3**	0.952**	
加权抗旱系数	0.278 3**	0.427 3**	0.958 1**	0.951 5**	0.954 9**	0.952 5**	0.995 7**

① \* 表示 0.05 水平上差异显著, \*\* 表示 0.01 水平上差异极显著。

表 3 抗旱性分级标准

抗旱等级	加权抗旱系数			抗旱性等级
	早熟组	中熟组	晚熟组	
1级	≥0.954 6	≥0.716 5	≥0.982 6	极强(HR)
2级	≥0.867 3<0.954 6	≥0.624 1<0.716 5	≥0.938 0<0.982 6	强(R)
3级	≥0.705 8<0.867 3	≥0.474 8<0.624 1	≥0.700 3<0.938 0	中等(MR)
4级	≥0.631 8<0.705 8	≥0.429 2<0.474 8	≥0.614 7<0.700 3	弱(S)
5级	<0.631 8	<0.429 2	<0.614 7	极弱(HS)

吉农36、辽豆39等28份强抗旱大豆种质资源可为大豆中熟品种的选育提供优良亲本材料。

2.3.3 晚熟组种质资源抗旱性分析 晚熟组材料主要由黄淮生态区的材料和甘肃省的2个新育成品种及3个品系组成,共计68份。该组材料的生育期为140 d左右,干旱胁迫处理较对照提前2~8

d成熟。

根据表3抗旱性分级标准,将103份材料分为5级,其中,11份属1级、11份属2级、22份属3级、10份属4级、14份属5级(表6)。从表6看出,强抗旱种质中包括来自山西、陕西、北京、宁夏、山东、甘肃、河北的22份种质,而内蒙古

表4 早熟组大豆种质资源抗旱性评价

序号	材料名称	来源	加权抗旱系数	等级	序号	材料名称	来源	加权抗旱系数	等级
1	绥小粒豆2号	黑龙江	1.351 1	1	39	东农63	黑龙江	0.778 4	3
2	绥无腥豆2号	黑龙江	1.340 8	1	40	东农61	黑龙江	0.777 1	3
3	合农75	黑龙江	1.092 8	1	41	北豆36	黑龙江	0.776 7	3
4	黑农71	黑龙江	1.071 4	1	42	北疆91	黑龙江	0.760 8	3
5	绥农36	黑龙江	1.057 7	1	43	黑农33号	黑龙江	0.759 6	3
6	黑河8号	黑龙江	1.019 0	1	44	合农64	黑龙江	0.759 5	3
7	垦农38	黑龙江	0.991 2	1	45	合农71	黑龙江	0.756 1	3
8	龙达1号	黑龙江	0.980 1	1	46	合农68	黑龙江	0.755 3	3
9	克豆28	黑龙江	0.979 0	1	47	鹏豆158	黑龙江	0.753 0	3
10	龙生豆2号	黑龙江	0.959 2	1	48	北豆51	黑龙江	0.751 2	3
11	齐农2号	黑龙江	0.955 5	1	49	垦鉴豆28	黑龙江	0.750 9	3
12	东农58	黑龙江	0.952 5	2	50	东农60	黑龙江	0.744 8	3
13	合农63	黑龙江	0.950 9	2	51	北豆53	黑龙江	0.733 9	3
14	合农76	黑龙江	0.931 5	2	52	垦农26	黑龙江	0.732 5	3
15	垦农37	黑龙江	0.912 4	2	53	合农67	黑龙江	0.704 5	4
16	北豆6号	黑龙江	0.907 3	2	54	龙豆4号	黑龙江	0.692 4	4
17	龙生豆1号	黑龙江	0.901 3	2	55	黑农70	黑龙江	0.688 3	4
18	合农70	黑龙江	0.877 6	2	56	东农59	黑龙江	0.665 2	4
19	垦农39	黑龙江	0.869 8	2	57	东农青豆	黑龙江	0.655 0	4
20	绥农37	黑龙江	0.860 2	3	58	龙垦338	黑龙江	0.647 5	4
21	黑农37	黑龙江	0.853 6	3	59	齐农1号	黑龙江	0.639 4	4
22	东农5号	黑龙江	0.851 8	3	60	绥农35	黑龙江	0.636 8	4
23	北豆50	黑龙江	0.840 6	3	61	东农57	黑龙江	0.635 8	4
24	龙生豆1号	黑龙江	0.829 3	3	62	垦丰7号	黑龙江	0.630 6	5
25	东农62	黑龙江	0.826 5	3	63	抗线虫12号	黑龙江	0.627 6	5
26	绥农38	黑龙江	0.824 9	3	64	垦农23	黑龙江	0.622 0	5
27	垦农36	黑龙江	0.822 3	3	65	北豆54	黑龙江	0.616 0	5
28	庆豆13	黑龙江	0.816 1	3	66	北豆42	黑龙江	0.609 4	5
29	绥农40	黑龙江	0.816 0	3	67	垦农40	黑龙江	0.606 4	5
30	合农69	黑龙江	0.808 5	3	68	垦农41	黑龙江	0.605 1	5
31	龙豆5号	黑龙江	0.807 5	3	69	北豆40	黑龙江	0.601 5	5
32	绥农41	黑龙江	0.801 2	3	70	嫩丰17	黑龙江	0.601 2	5
33	金源55号	黑龙江	0.792 3	3	71	合农66	黑龙江	0.599 7	5
34	黑河46	黑龙江	0.791 0	3	72	合农65	黑龙江	0.577 5	5
35	龙黄2号	黑龙江	0.784 3	3	73	富豆6号	黑龙江	0.573 1	5
36	龙黄3号	黑龙江	0.783 3	3	74	宾豆1号	黑龙江	0.562 2	5
37	绥农39	黑龙江	0.779 9	3	75	黑科56	黑龙江	0.535 8	5
38	东农65	黑龙江	0.779 7	3					



表 5 中熟组大豆种质资源抗旱性评价

序号	材料名称	来源	加权抗旱系数	等级	序号	材料名称	来源	加权抗旱系数	等级
1	辽豆 42	辽宁	1.013 0	1	53	吉科豆 9 号	吉林	0.550 4	3
2	抚豆 21	辽宁	0.996 7	1	54	铁豆 68	辽宁	0.541 6	3
3	开育 12	辽宁	0.951 7	1	55	沈农 16	辽宁	0.541 0	3
4	吉农 36	吉林	0.944 4	1	56	锦育 38	辽宁	0.539 4	3
5	辽豆 39	辽宁	0.852 7	1	57	锦育豆 39	辽宁	0.532 7	3
6	吉育 48	吉林	0.846 2	1	58	平安豆 80	吉林	0.528 4	3
7	铁豆 75	辽宁	0.830 7	1	59	辽豆 44	辽宁	0.526 2	3
8	航丰 2 号	辽宁	0.813 6	1	60	辽豆 24	辽宁	0.519 5	3
9	雨农豆 6 号	辽宁	0.803 4	1	61	美锋 18	辽宁	0.518 6	3
10	铁豆 74	辽宁	0.800 2	1	62	长密豆 30	吉林	0.518 0	3
11	吉农 35	吉林	0.773 3	1	63	东豆 641	辽宁	0.510 8	3
12	吉青 94	吉林	0.762 2	1	64	吉利豆 5 号	吉林	0.508 5	3
13	辽豆 22	辽宁	0.747 6	1	65	吉黄 210	吉林	0.508 3	3
14	吉科豆 10	吉林	0.745 2	1	66	四交 7815-31	吉林	0.508 2	3
15	吉育 608	吉林	0.736 5	1	67	吉黑 5 号	吉林	0.507 7	3
16	吉育 53	吉林	0.722 0	1	68	吉农 38	吉林	0.502 7	3
17	吉育 60	吉林	0.709 3	2	69	吉育 303	吉林	0.490 9	3
18	长交 B94-92	吉林	0.709 1	2	70	沈农 12	辽宁	0.489 1	3
19	吉农 40	吉林	0.695 7	2	71	辽豆 38	辽宁	0.483 7	3
20	吉科豆 8 号	吉林	0.695 1	2	72	辽豆 43	辽宁	0.481 5	3
21	辽豆 36	辽宁	0.689 4	2	73	吉青 38	吉林	0.476 9	3
22	奎鲜 2 号	辽宁	0.683 9	2	74	辽豆 34	辽宁	0.476 7	3
23	希豆 5 号	辽宁	0.660 3	2	75	铁豆 54	辽宁	0.475 7	3
24	吉科黄豆 20	吉林	0.649 5	2	76	首豆 34	辽宁	0.472 8	4
25	七星 1 号	辽宁	0.645 6	2	77	宏豆 1 号	辽宁	0.465 1	4
26	吉育 47	吉林	0.635 1	2	78	长农 28	吉林	0.464 9	4
27	吉育 607	吉林	0.626 0	2	79	铁豆 73	辽宁	0.464 8	4
28	吉农 37	吉林	0.625 3	2	80	丹豆 11	辽宁	0.463 6	4
29	开育 11	辽宁	0.616 9	3	81	沈农豆 19	辽宁	0.461 8	4
30	平安豆 7 号	吉林	0.616 7	3	82	铁豆 58	辽宁	0.455 3	4
31	平安豆 49	吉林	0.614 0	3	83	辽豆 41	辽宁	0.450 2	4
32	辽鲜豆 2 号	辽宁	0.613 1	3	84	吉育 107	吉林	0.450 2	4
33	铁豆 72	辽宁	0.599 9	3	85	吉青 118	吉林	0.445 0	4
34	吉农 39	吉林	0.599 4	3	86	辽豆 37	辽宁	0.440 9	4
35	吉育 40	吉林	0.598 5	3	87	吉育 39	吉林	0.434 5	4
36	吉农 34	吉林	0.591 8	3	88	铁豆 57	辽宁	0.433 3	4
37	吉育 507	吉林	0.590 4	3	89	吉青 63	吉林	0.430 8	4
38	开豆 16	辽宁	0.590 3	3	90	吉育 606	吉林	0.427 1	5
39	丹豆 15	辽宁	0.589 2	3	91	雁育 1 号	吉林	0.424 7	5
40	长农 29	吉林	0.586 4	3	92	吉大豆 5 号	吉林	0.417 8	5
41	辽豆 45	辽宁	0.586 3	3	93	辽豆 32	辽宁	0.412 5	5
42	吉育 506	吉林	0.582 5	3	94	吉育 84	吉林	0.411 5	5
43	吉豆 4 号	吉林	0.580 2	3	95	东豆 100	辽宁	0.408 0	5
44	沈农豆 20	辽宁	0.578 2	3	96	沈农 9 号	辽宁	0.405 7	5
45	延农小粒豆 1 号	吉林	0.574 7	3	97	抚豆 25	辽宁	0.395 7	5
46	辽豆 31	辽宁	0.566 2	3	98	辽豆 40	辽宁	0.389 8	5
47	吉育 62	吉林	0.565 2	3	99	铁豆 71	辽宁	0.386 9	5
48	辽豆 30	辽宁	0.563 4	3	100	杂交豆 3 号	吉林	0.385 7	5
49	吉育 69	吉林	0.555 0	3	101	通农 99-598	吉林	0.385 5	5
50	锦豆 36	辽宁	0.554 1	3	102	平安豆 16	吉林	0.368 2	5
51	吉育 41	吉林	0.551 1	3	103	吉密豆 3 号	吉林	0.338 2	5
52	吉育 407	吉林	0.550 7	3					

表 6 晚熟组大豆种质资源抗旱性评价

序号	材料名称	来源	加权抗旱系数	等级	序号	材料名称	来源	加权抗旱系数	等级
1	晋豆 21	山西	1.165 3	1	35	兴豆 5 号	内蒙古	0.796 6	3
2	秦豆 11	陕西	1.137 1	1	36	新大豆 14	新疆	0.791 2	3
3	中黄 75	北京	1.105 1	1	37	菏豆 16	山东	0.783 0	3
4	宁豆 5 号	宁夏	1.034 6	1	38	晋品 15 号	山西	0.755 0	3
5	晋豆 44	山西	1.026 8	1	39	晋豆 31	山西	0.747 1	3
6	中黄 59	北京	1.020 4	1	40	登科 2 号	内蒙古	0.743 6	3
7	中黄 70	北京	1.017 9	1	41	Z11-221-1	甘肃	0.739 4	3
8	菏豆 18	山东	1.012 1	1	42	长豆 001	山西	0.728 4	3
9	齐黄 36	山东	0.991 5	1	43	潍豆 9	山东省	0.713 6	3
10	陇中黄 602	甘肃	0.990 5	1	44	蒙豆 32	内蒙古	0.710 6	3
11	Z11-295	甘肃	0.990 3	1	45	山宁 11	山东	0.690 4	4
12	石豆 8 号	河北	0.981 6	2	46	97 观 58	河北	0.686 7	4
13	山宁 12	山东	0.972 0	2	47	山宁 16	山东	0.680 9	4
14	晋大 73	山西	0.963 8	2	48	品豆 16	山西	0.670 7	4
15	Z11-8-1	甘肃	0.962 8	2	49	89712-1	山东	0.665 4	4
16	菏豆 22	山东	0.956 5	2	50	菏豆 14	山东	0.656 4	4
17	晋豆 47 号	山西	0.953 0	2	51	新大豆 13	新疆	0.644 2	4
18	陇中黄 601	甘肃	0.952 0	2	52	新大豆 11	新疆	0.637 8	4
19	晋豆 24	山西	0.950 4	2	53	蒙豆 36	内蒙古	0.623 4	4
20	青集 3	山西	0.948 0	2	54	圣豆 10 号	山东省	0.622 0	4
21	秦豆 12	陕西	0.940 6	2	55	新大豆 7 号	新疆	0.612 4	5
22	山宁 15	山东	0.938 2	2	56	菏豆 15	山东	0.608 9	5
23	秦豆 13	陕西	0.934 2	3	57	蒙豆 15	内蒙古	0.600 9	5
24	山宁 14	山东	0.931 1	3	58	黄矮丰	陕西	0.582 3	5
25	8340-6	山东	0.900 4	3	59	蒙豆 35	内蒙古	0.574 3	5
26	L-6(L-6)	山西	0.899 5	3	60	中黄 47	北京	0.565 7	5
27	山宁 17	山东	0.891 8	3	61	新大豆 10 号	新疆	0.551 7	5
28	农大豆 2 号	河北	0.889 1	3	62	冀豆 16	河北	0.528 1	5
29	蒙豆 37	内蒙古	0.888 3	3	63	宁豆 3 号	宁夏	0.511 7	5
30	晋豆 32	山西	0.881 0	3	64	石豆 7 号	河北省	0.511 1	5
31	圣豆 9 号	山东	0.880 7	3	65	登科 1 号	内蒙古	0.505 3	5
32	中黄 37	北京	0.864 7	3	66	蒙豆 34	内蒙古	0.489 3	5
33	鲁黄 1 号	山东	0.840 5	3	67	宁豆 4 号	宁夏	0.481 7	5
34	蒙豆 38	内蒙古	0.817 3	3	68	冀承豆 5 号	河北	0.469 5	5

和新疆的种质抗旱性相对较差。甘肃省参试的 5 个品种(系)均属于抗旱类型,其中新育成品种陇中黄 601 和陇中黄 602 的亲本是前期抗旱性鉴定表现为抗旱的种质,进一步说明大豆抗旱性是可遗传的,以抗旱性强的种质做亲本,可选育出强抗旱的大豆新品种。通过抗旱性综合评价,筛选出晋豆 21、秦豆 11、中黄 75、宁豆 5 号、晋豆 44 等 22 份强抗旱大豆种质资源,可为大豆晚熟品

种的选育提供遗传资源。

### 3 小结与讨论

为与大田生产相结合,田间自然条件下进行作物抗旱性研究十分必要。有学者认为符合条件的田间自然抗旱鉴定是最理想的方法<sup>[19]</sup>,但我国大部分地区年降水量高,不能够达到自然干旱胁迫的程度。甘肃省农业科学院敦煌试验站位于东经 92° 13' ~ 95° 30'、北纬 39° 53' ~ 41° 35',年

平均降水量仅为 39.9 mm, 蒸发量高达 2 486 mm, 属典型的暖温带干旱性气候<sup>[20]</sup>, 同时具有充足的光热资源和良好的灌溉条件, 相当于一个巨大的“天然抗旱棚”。因此, 本试验设置在甘肃省敦煌市, 提高了大豆种质资源抗旱鉴定评价的准确性。干旱胁迫处理后, 大豆种质资源的生长发育受到极大影响, 其农艺性状等指标大幅度降低, 不同熟期组的生育期较对照缩短 2~8 d, 这与前人的研究结果相一致<sup>[6, 18, 21-22]</sup>。

在前期研究中我们得出, 株高、主茎节数、单株荚数、单株粒数、单株粒重、单株生物量等 6 个形态指标与大豆抗旱性相关性最为密切。通过相关性分析, 发现上述 6 个抗旱指标与平均抗旱系数和加权抗旱系数间呈极显著正相关。利用加权抗旱系数法对 246 份大豆种质资源进行抗旱性综合评价, 筛选出 69 份强抗旱大豆种质资源。来自甘肃省的 2 个品种和 3 个品系均属于抗旱类型, 通过对前期抗旱鉴定结果分析发现, 新育成品种陇中黄 601 和陇中黄 602 的亲本是均属于强抗旱材料, 进一步说明作物抗旱性是可遗传的<sup>[23]</sup>。因此, 本研究所筛选出的强抗旱大豆种质资源可为干旱、半干旱地区大豆抗旱育种提供遗传基础材料。

#### 参考文献:

- [1] 张永平, 王志敏, 黄 琴, 等. 不同水分供给对小麦叶与非叶器官叶绿体结构和功能的影响[J]. 作物学报, 2008, 34(7): 1213-1219.
- [2] 张 强, 韩兰英, 张立阳, 等. 论气候变暖背景下干旱灾害风险特征与管理[J]. 地球科学进展, 2014, 29(1): 80-91.
- [3] 沈振荣, 汪 林, 于福亮, 等. 节水新概念: 真实节水的研究与应用[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 2000.
- [4] 霍仕平, 晏庆九, 宋光英. 玉米抗旱性相关研究概述[J]. 园艺与种苗, 1994(5): 20-22.
- [5] 张家榕, 李贵全. 大豆农艺性状与抗旱性研究[J]. 山西农业大学学报, 2006, 26(2): 143-145.
- [6] 祁旭升, 刘章雄, 关荣霞, 等. 大豆成株期抗旱性鉴定评价方法研究[J]. 作物学报, 2012, 38(4): 665-674.
- [7] 王燕平, 任海洋, 孙晓环, 等. 不同基因型大豆花荚期抗旱性综合评价[J]. 植物遗传资源学报, 2015, 16(1): 37-44.
- [8] 王振东, 陈超力, 于佰双, 等. 大豆抗旱种质资源遗传多样性的 SSR 分析 [J]. 大豆科学, 2010, 29(3): 370-373.
- [9] 徐亚会, 董守坤, 李雪凝, 等. 干旱胁迫对春大豆氮代谢关键酶活性的影响[J]. 核农学报, 2016, 30(1): 164-170.
- [10] 李建英, 周长军, 杨 柳, 等. 水分胁迫对大豆苗期叶片内源激素含量与保护酶活性的影响 [J]. 大豆科学, 2010, 29(6): 959-963.
- [11] TRAN L P, QUACH T N, GUTTIKONDA S K, *et al.* Molecular characterization of stress-inducible GmNAC genes in soybean[J]. Molecular Genetics and Genomics, 2009, 281(6): 647-664.
- [12] THAO N, THU N, HOANG X, *et al.* Differential expression analysis of a subset of drought-responsive GmNAC genes in two soybean cultivars differing in drought tolerance[J]. International Journal of Molecular Sciences, 2013, 14(12): 23828-23841.
- [13] LE D T, NISHIYAMA R, WATANABE Y, *et al.* Genome-wide survey and expression analysis of the plant-specific NAC transcription factor family in soybean during development and dehydration stress [J]. DNA Research, 2011, 18(4): 263-276.
- [14] 邱丽娟, 常汝镇. 大豆种质资源描述规范和数据标准[M]. 北京: 中国农业出版社, 2006: 58-75.
- [15] 祁旭升, 王兴荣, 张彦军, 等. 胡麻成株期抗旱指标筛选与种质抗性鉴定[J]. 核农学报, 2015, 29(8): 1596-1606.
- [16] 路贵和, 戴景瑞, 张书奎, 等. 不同干旱胁迫下我国玉米骨干自交系的抗旱性比较研究[J]. 作物学报, 2005, 31(10): 1284-1288.
- [17] 王兴荣, 张彦军, 苟作旺, 等. 大豆种质资源抗旱性综合评价[J]. 干旱地区农业研究, 2015, 33(5): 17-23.
- [18] 王兴荣, 张彦军, 李 玥, 等. 干旱胁迫对大豆生长的影响及抗旱性评价方法与指标筛选[J]. 植物遗传资源学报, 2017, 19(1): 49-56.
- [19] 张小虎, 张振晓, 李晋花. 大豆田间抗旱性鉴定方法及评价[J]. 现代农业科技, 2011(2): 63-64.
- [20] 陈兴辉. 甘肃省敦煌市干旱气候特征分析[J]. 北京农业, 2015(29): 141-142.
- [21] 吴 伟, 陈学珍, 谢 皓, 等. 干旱胁迫下大豆抗旱性鉴定[J]. 分子植物育种, 2005, 3(2): 188-194.
- [22] 张小虎, 刘学义. 大豆品种资源抗旱性鉴定指标及方法[J]. 山西农业科学, 2011, 39(2): 106-108; 112.
- [23] 霍仕平, 晏庆九, 宋光英, 等. 玉米抗旱性的遗传和抗旱品种的性状选择[J]. 玉米科学, 1995, 3(2): 18-20.

(本文责编: 郑立龙)