

# 大豆抗旱性鉴定指标评价的研究<sup>\*</sup>

张海燕 焦碧婵 李贵全<sup>\*\*</sup>

(山西农业大学农学院, 太谷 030801)

**摘要** 选用10个不同生态类型的大豆品种,采用盆栽播种,分别在正常供水与水分胁迫条件下,测定并分析了花荚期与品种抗旱性有关的多项生理生化指标,并结合大田试验对材料进行抗旱性综合评价。结果表明:株高、单株荚数、单株粒数、单株粒重、分枝数、株重、地上干物重和根干重等生态形态指标及相对电导率、RWC、光合速率、各种保护酶的活性等生理生化指标都可作为抗旱性综合评定的指标性状。生理生化和形态多个指标相结合进行品种的评价和选择是较好的抗旱育种方法。

**关键词** 大豆;抗旱性;隶属函数

**中图分类号** S 565.1 **文献标识码** A **文章编号** 1000-9841(2005)03-0183-06

干旱是限制作物产量的重要因素,抗旱育种是提高干旱条件下作物产量的有效手段<sup>[1]</sup>。大豆需水量多,是豆类作物中对缺水最敏感的一种<sup>[2]</sup>,而水分亏缺是影响作物产量的主要因素,因此大豆抗旱育种显得尤为重要。受多基因控制的数量性状。由于大豆的抗旱性是受多基因控制的数量性状,每一个与抗旱性有关的性状对大豆的抗旱性都起作用,但这种作用是微效的,因此利用单一性状指标鉴定大豆的抗旱性局限性很大,为了全面客观地评价某个品种的抗旱能力,需要根据多个性状综合评价大豆品种的抗旱性<sup>[3]</sup>。大豆在花荚期对水分胁迫最为敏感<sup>[4]</sup>,此时期受到干旱胁迫后各种生理指标及一些生态指标的变化也是比较大的,对这些指标进行考察对大豆的抗旱研究是非常有意义的。本文用盆栽试验模拟了花荚期的季节干旱,采用多项生理指标于开花结荚期在正常供水和干旱条件下进行测定,并采用各项形态和考种指标,最后用隶属函数的方法对几个大豆品种抗旱性进行综合评价。通过分析不同大豆品种的抗旱特性,希望为利用简单高效的选择指标进行大豆抗旱育种提供理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 供试材料

供试材料为中晚熟品种晋大53(国审2001006)、晋大74、晋大52为强抗品种;晋大71、晋大72、晋大73、晋大47为抗性品种,早熟品种晋大75、晋大76、冀黄4号抗性较弱,参试品种在试验地均可正常成熟。盆栽实验设在山西农业大学作物育种实验室楼前,用35×35cm的花盆,每盆装土9.5kg,留苗5株,设正常供水和水分胁迫两个处理,每处理3次重复,称重法控制水分,水分胁迫土壤含水量为9%~11%(7天),正常供水为17%~19%。在花荚期进行干旱处理,取上数第5叶片测定各项生理生化指标,成熟后考种。

大田实验于2001、2002年分别在山西农大实验地进行,二因素裂区设计,主区因素为水分,设正常浇水、水分胁迫两个处理,副区因素为品种,每小区6行,行距0.5m,行长5m,3次重复。播前浇足底墒水,正常供水处理,于苗期、始花期与鼓粒前期各浇一次水,成熟后计产,取两年的平均值。

### 1.2 测定方法

(1) 叶片相对含水量(RWC)按<sup>[6]</sup>的方法进行。(2) 相对电导率:采用电导仪法测定<sup>[5]</sup>。(3) 净光合速率(Pn)采用(I-30)便携式CO<sub>2</sub>GAS ANALYZER(Made in American)测定。(4) 过氧化物酶活性

<sup>\*</sup> 收稿日期:2004-12-06

科研项目:山西省自然科学基金项目,山西省科技厅科技攻关项目(001003)

作者简介:张海燕(1980-),女,硕士,研究方向主要从事作物抗性遗传育种

<sup>\*\*</sup> 联系作者:电话,0354-6289536(h),0354-6288374(0)

(POD)采用愈创木酚法<sup>[6]</sup>;超氧化物歧化酶(SOD)活性采用 NBT 光化还原法<sup>[5]</sup>。过氧化氢酶(CAT)活性按 Thomas Brennan and Chain Frenkel 方法测定<sup>[8]</sup>。(5)生态指标的测定:收获后按室内考种结果统计。

1.3 抗旱指标计算方法

抗旱性综合评价参照孙祖东等的隶属函数法进行<sup>[7]</sup>。隶属函数值计算公式为:

$$\overline{X}_y = \frac{X_y - X_{jmin}}{X_{jmax} - X_{jmin}}$$

表 1 不同大豆品种(系)的抗旱指数及抗旱性评定

Table 1 The drought index among soybean varieties and comprehensive evaluation on soybean drought-resistance

品种 Varieties	平均产量(kg/hm <sup>2</sup> )		抗旱系数 Drought coefficient	抗旱指数 Drought index	抗旱顺序 Sequence
	水 ck	旱 Drought			
晋大 53	2515.56	1684.44	0.67	0.85	3
晋大 74	2431.11	1942.22	0.80	1.17	1
冀黄 4 号	1708.89	1073.33	0.63	0.51	6
晋大 71	2842.22	1273.33	0.45	0.43	8
晋大 72	1931.11	1100.00	0.57	0.47	7
晋大 73	2484.44	1880.00	0.76	1.07	2
晋大 47	1760.00	1142.22	0.65	0.56	5
晋大 52	2404.00	1562.22	0.65	0.76	4
晋大 75	1333.33	751.11	0.56	0.32	10
晋大 76	1486.67	900.00	0.61	0.41	9

2 结果与分析

2.1 不同大豆品种抗旱性的确定

胡福顺<sup>[10]</sup>指出,抗旱基因型应同时具有旱地产量高和抗旱系数大的双重标准。在作物的抗旱性鉴定中以抗旱指数为指标收到了良好的效果。本研究利用大田试验大豆产量的抗旱指数作为各种实际抗旱性的评定依据。其结果见表 1。

2.2 不同大豆品种生理生化特性与抗旱性的关系

干旱对大豆的生理生化代谢影响很大,本研究测定了叶片相对含水量、光合强度、质膜透性、酶活性等<sup>[9]</sup>,生理生化指标结果见表 2。

表 2 的结果表明:(1)大豆在遭受干旱胁迫时,叶片组织相对含水量明显下降,水分胁迫与正常供水间差异达极显著水平( $F=204.89^{**}>F_{0.01}$ ),但抗旱性强的品种下降幅度小,能保持较高的含水量,相关分析表明,RWC 和抗旱性呈极显著负相关  $r=-0.777^{**}$ ;(2)大豆在受干旱胁迫后,相对电导率显著增加,水分胁迫与正常供水间差异达极显著水平( $F=35.19^{**}>F_{0.01}$ ),品种间增幅差异也十分明显,而且胁迫下不同品种间的电导率差异明显,抗旱性强的品种与弱的品种相比,相对电导率小。相关分析表明,相对电导率和抗旱性呈显著相关  $r=-0.655^{*}$ ;(3)干旱胁迫下作物的光合强度迅速下降,水分胁迫与正常供水间差异达极显著水平( $F=569.88^{**}>F_{0.01}$ ),但抗旱性强的品种往往能维持较高的光合速率。相关分析表明,光合强度和抗旱性呈极显著相关  $r=-0.739^{**}$ ;(4)各大豆品种在遭受水分胁迫后,POD、SOD、CAT 酶活性均发生变化,基本的趋势都是酶活性增强,其中 POD 酶活性变化较大,水分胁迫与正常供水间差异达极显著水平( $F=26.24^{**}>F_{0.01}$ ),而 SOD、CAT 变化较小,水分胁迫与正常供水间 SOD 差异达显著水平( $F=7.23^{**}>F_{0.05}$ ),CAT 差异不显著,这可能是由于不同品种的抗旱机制不同所致。

式中 $\overline{X}_j$ 为*i*品种*j*性状的隶属函数值, $X_{ij}$ 为*i*品种*j*性状值, $X_{jmin}$ , $X_{jmax}$ 分别为各品种*j*性状的最小值,最大值。按以上公式计算各指标的具体隶属值,然后将每个品种各个性状的隶属值累加,计算平均数:

$$\overline{X} = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \overline{X}_j$$

为 $\overline{X}_i$ 品种的抗旱隶属函数平均值, $\overline{X}_i$ 越大,表明品种耐旱性越强。

均数: $\overline{X} = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \overline{X}_j$

为 $\overline{X}_i$ 品种的抗旱隶属函数平均值, $\overline{X}_i$ 越大,表明品种耐旱性越强。

2.3 不同大豆品种生态形态指标与抗旱性的关系

在干旱胁迫下,植物生长发育遭受到不同程度的影响。在大豆抗旱育种中形态学指标和标记采用的最多最早,并且至今仍占绝对的比重,它是广大育

种者在长期育种过程中宝贵经验的积累,具有简单、株高、分枝数、粒重等对分析品种的抗旱性都有一定实用性强的特点。研究表明大豆的某些形态指标如 的参考价值。

表 2 水分胁迫下大豆品种生理指标的变化

Table 2 Change of physiological indexes among soybean varieties under water stress											
项目	处理	晋大 53	晋大 74	冀黄 4 号	晋大 71	晋大 72	晋大 73	晋大 47	晋大 52	晋大 75	晋大 76
Item	Tr	Jinda 53	Jinda 74	Jihuang 4	Jinda 71	Jinda 72	Jinda 73	Jinda 47	Jinda 52	Jinda 75	Jinda 76
RWC(%)	水	89.05	88.47	91.19	90.68	90.72	91.38	91.18	91.59	89.75	93.88
	旱	79.39	80.92	74.43	80.19	78.60	80.36	79.63	80.65	76.32	80.24
相对电导率 Relativity conductivity	水	25.00	23.22	19.40	24.44	20.69	18.31	17.61	23.92	21.38	25.52
	旱	29.37	28.63	31.76	29.66	26.21	25.33	30.00	26.58	32.00	28.35
光合速率 Photo-synthesis rate	水	4.16	3.84	4.63	3.87	3.82	4.22	3.61	3.89	3.75	3.64
	旱	1.3	1.31	1.06	1.42	1.32	1.25	0.94	1.37	0.96	1.40
POD	水	253.33	378.33	595.00	380.56	426.11	550.00	587.78	590.00	838.89	786.67
	旱	568.33	950.35	928.45	888.33	1101.67	1128.89	1097.78	770.33	1175.00	1021.67
SOD	水	118.75	102.65	107.77	99.62	116.86	104.36	81.44	123.48	128.03	132.77
	旱	134.47	138.26	122.16	101.89	121.21	118.94	150.95	145.83	122.35	167.42
CAT	水	131.23	85.57	139.21	134.02	148.84	133.54	150.08	149.13	125.52	158.57
	旱	141.10	118.91	135.43	144.88	161.41	165.66	148.18	153.38	89.73	148.18

表 3 水分胁迫下大豆品种生态和形态指标的变化

Table 3 Change of ecological and morphological indexes among soybean varieties under water stress											
项目	处理	晋大 53	晋大 74	冀黄 4 号	晋大 71	晋大 72	晋大 73	晋大 47	晋大 52	晋大 75	晋大 76
Item	Tr	Jinda 53	Jinda 74	Jihuang 4	Jinda 71	Jinda 72	Jinda 73	Jinda 47	Jinda 52	Jinda 75	Jinda 76
株重 Plant weighe(g)	水	40.20	30.33	27.93	43.42	39.49	39.56	36.09	47.39	22.31	19.98
	旱	20.44	23.60	13.41	14.34	16.00	14.56	14.36	23.73	10.49	12.81
地上干物重 Dry weight of plant above ground(g)	水	36.00	25.80	24.00	37.90	35.00	35.80	31.00	41.00	20.00	17.50
	旱	16.75	20.00	10.75	12.25	14.20	11.67	12.50	19.50	9.00	10.40
根干重 Dry weight of root (g)	水	4.20	4.53	3.93	5.52	4.49	3.76	5.09	6.39	2.31	2.48
	旱	3.69	3.60	2.66	2.09	1.80	2.89	1.86	4.23	1.49	2.41
株高 Plant height (cm)	水	62.13	75.80	65.00	70.75	59.70	54.92	75.35	71.06	49.80	46.80
	旱	45.13	45.63	38.00	45.20	50.82	47.03	40.00	47.03	33.33	38.20
分枝数 Branches	水	3.2	4.0	2.4	3.9	5.8	5.8	4.3	3.5	1.8	2.5
	旱	3.00	2.33	2.00	1.75	2.60	2.67	4.25	1.50	0.80	1.40
单株荚数 Pods per plant	水	42.40	26.00	35.00	41.20	46.60	40.20	38.00	43.50	31.60	23.50
	旱	29.25	34.00	16.25	20.50	18.80	17.00	24.00	24.75	17.00	18.20
单株粒数 Grains per plant	水	85.80	49.40	56.00	80.50	80.60	88.60	84.40	81.50	586.00	37.75
	旱	50.00	56.33	41.75	31.50	38.40	36.67	46.00	36.50	26.20	30.60
单株粒重 Grainyied per plant(g)	水	16.18	9.14	11.14	18.13	15.00	13.88	16.04	15.37	10.58	8.00
	旱	7.30	7.43	5.25	4.78	6.70	8.17	5.50	6.33	4.60	5.68

由表 3 可以看出:考种指标的株高、单株荚数、单株粒数、单株粒重和分枝数在受到干旱胁迫时都有所降低,而且和正常供水相比均达极显著水平;植株的株重、地上干物重和根干重在受到胁迫后都显著减少。其中抗旱性强的品种下降幅度小,而抗旱性弱的品种大幅度下降。相关分析表明,和抗旱性呈极显著相关的有株重、地上干物重、根干重、株高、单株粒重,相关系数分别为  $r=0.874^{**}$ 、 $0.865^{**}$ 、 $0.762^{**}$ 、 $0.803^{**}$ 、 $0.719^{**}$  ( $r_{0.01}=0.708$ ),和其显著相关的有单株荚数、单株粒数,相关系数分别为

$r=0.727^*、0.576^* (r_{0.05}=0.576)$ 。说明这些均可用来估测品种的抗旱能力。

2.4 综合生理生态指标评价大豆品种的抗旱性

传统大豆抗旱育种的大田选株主要基于自然干旱胁迫下进行单株目测选择。这种选择是在长期经验积累的基础上建立起来的,对各种抗旱指标已熟悉了解,可对各指标进行大概的综合评价,这是符合

模糊数学的基本原理的。因此,我们在准确测定这些考种指标的基础上,计算各指标的隶属函数值,并求出各品种的隶属函数均值及其均值的隶属函数,然后进行品种的抗旱性排序,再加上生理指标进行同样的运算,对几个大豆品种的抗旱性进行综合评价,以期提高抗旱性鉴定的准确性和可靠性,结果见表4。

表4 水分胁迫下大豆品种生理及形态指标的隶属函数值

Table 4 The subordinate function values of physiological ecological and morphological indexes

品种 Variety	RWC(%) Relative water content	电导率 Relative conductivity	光合速率 Photo-synthesis rate	POD Peroxi-dase	株重 Plant weight	地上干物重 Dry weight of plant above ground	根干重 Dry weight of root	株高 Plant height	分枝数 Branch-es per plant	株荚数 Pods per plant	株粒数 Grains per plant	株粒重 Grain yield per plant
晋大 53	0.76	0.39	0.77	1	0.75	0.70	0.80	0.67	0.64	0.73	0.79	0.76
晋大 74	1	0.51	0.62	0.37	0.99	1.00	0.77	0.70	0.44	1.00	1.00	0.79
冀黄 4	0	0.04	0.16	0.41	0.22	0.16	0.43	0.27	0.35	0	0.52	0.18
晋大 71	0.89	0.35	1.00	0.47	0.29	0.30	0.22	0.68	0.28	0.24	0.18	0.05
晋大 72	0.64	0.87	0.68	0.12	0.42	0.47	0.11	1.00	0.52	0.14	0.40	0.59
晋大 73	0.91	1	0.42	0.08	0.31	0.24	0.51	0.78	0.54	0.04		0.35
晋大 47	0.8	0.30	0.24	0.13	0.29	0.32	0.14	0.38	1.00	0.44	0.66	0.25
晋大 52	0.96	0.81	0.74	0.67	1.00	0.95	1.00	0.78	0.20	0.48	0.34	0.48
晋大 75	0.29	0	0.04	0	0	0	0	0	0	0.04	0	0
晋大 76	0.9	0.55	0.70	0.25	0.18	0.13	0.34	0.28	0.17	0.11	0.15	0.30
相关系数 $r=0.777^{***}、0.655^{**}、0.739^{**}、0.609^{*}、0.874^{***}、0.865^{***}、0.762^{**}、0.803^{**}、0.326、0.727^{**}、0.576^{*}、0.719^{**}$												

注: r 是各指标和综合抗旱性的相关系数, \*、\*\*、\*\*\* 分别表 0.05、0.01 水平上显著

由表4可看出,每一品种在不同的抗旱指标上的表现是不一致的,可能表现为从0~1的连续分布或巨大差别。同样的,不同品种在同一指标上的表现也很不一致。这些都反映了抗旱性状受微效多基因控制,每个微效基因在同一品种上的表达水平差异也各不相同。由表5和图1可看出,每一品种的形态抗旱水平和生理抗旱水平是很不一致的,各个品种之间的形态或生理抗旱水平也是呈连续分布或巨大差别的。这样在单纯使用形态指标进行选择就必然会丢失部分生理抗旱水平较好的材料,而单纯以生理指标决选又缺乏实践意义。只有利用形态和生理指标进行综合选择才是比较科学的。在本实验中,若把隶属函数区间[0,1]划分为5级,即每0.2个单位为一级,依次为1级—高抗旱型,2级—中抗旱型,3级—中间型,4级—干旱较敏感型,5级—干旱敏感型。育种选择1级和2级抗旱的材料,按形态指标我们应选择晋大53、晋大74为强抗旱品种,晋大52为中抗旱品种。而两种指标综合平均计算应选晋大53、晋大74、晋大52为强抗旱品种,晋大71、晋大72、晋大73为中抗旱品种。可见传统的基

表5 各品种隶属函数均值的隶属函数及抗旱性综合评价

Table 5 The subordinate function of the average values of the subordinate function among soybean varieties and comprehensive evaluation on soybean drought-resistance

品种 Variety	形态 Morpho-logical	生理 Physiol-ogical	形态+生理 M+P	抗旱顺序 Sequence	抗旱等级 Rank
晋大 53	0.87	0.91	1	1	1
晋大 74	1	0.76	0.99	3	1
冀黄 4 号	0.31	0.10	0.23	9	4
晋大 71	0.33	0.84	0.65	6	2
晋大 72	0.54	0.70	0.69	5	2
晋大 73	0.55	0.73	0.72	4	2
晋大 47	0.52	0.4	0.52	8	3
晋大 52	0.77	1	0.99	2	1
晋大 75	0	0	0	10	5
晋大 76	0.24	0.73	0.54	7	3

于形态学的抗旱育种与利用形态和生理指标进行综合选择育种是有一定的区别的。从表5可看出对于晋大73形态选择为中间型,其均值隶属函数仅0.55,在胁迫下的外观形态不良,大田选择极有可能

放弃,可生理指标为中抗,综合选择为中抗,最重要的是其产量最高;晋大 71 形态选择为干旱较敏感型,但生理指标为强抗,综合选择为中抗。再者就选择的数量来说,形态选择丢失了晋大 72、晋大 73、晋大 71 这些具有较强生理抗旱性而综合指标较好的材料。晋大 76 只有生理抗性好,但综合抗旱性较差,可作为后备育种的材料库,用以改良生理抗旱性较差而形态抗旱较好的品种,但无法在生产上进行

实际应用,不是我们的选择目标。利用生理生化指标和生态形态指标综合评价大豆的抗旱性与利用抗旱指数评价的相关系数  $r=0.709^{**}$ 。

由此可见,大豆的抗旱性表现为综合的特异性反应,在生产上不仅要重视其农艺性状和产量因素,而且还应注意生理抗旱性表现的重要地位,强调对整体指标的综合研究,以期提高其抗旱性筛选的可靠性。

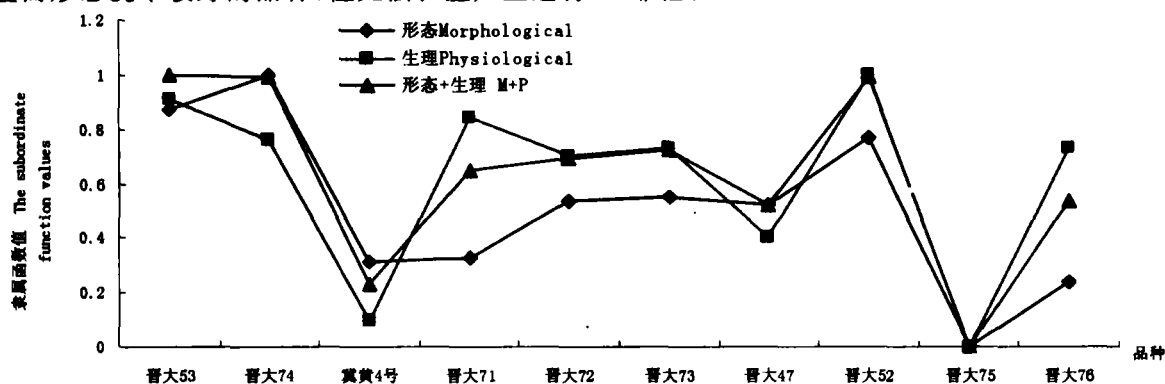


图1 不同大豆品种的隶属函数均值的隶属函数  
Fig1 The subordinate function of the average of the subordinate function among soybean varieties

图 1 不同大豆品种的隶属函数均值的隶属函数

Fig. 1 The subordinate function of the average of the subordinate function among soybean varieties

### 3 结果与讨论

3.1 由于抗旱性是一个受多基因控制的复杂性状,单一指标难以全面准确地反映抗旱性强弱。因此利用多指标对品种进行综合评价,提高了抗旱鉴定的准确性。采用隶属函数法对大豆抗旱生理生态指标进行综合评价,既可以消除利用个别指标带来的片面性又由于各性状的隶属函数值是 $[0,1]$ 闭区间上的纯数,使不同性状指标之间及各品种之间的综合抗旱性差异具有可比性,将它应用于抗旱鉴定,可以提高抗旱性筛选的可靠性。本研究中各品种的抗旱性评价基本上与这些品种在生产上的实际抗旱性相符。晋大 53 号 1998~2000 年参加国家黄淮海大豆区试试验,三年平均产量  $180.93\text{kg}/667\text{m}^2$ ,比对照鲁豆 4 号增产 12.97%,参加山西省大豆中晚熟区域试验,三年平均产量  $157.7\text{kg}/667\text{m}^2$ ,比对照晋豆 19 增产 14%,在所有参试品种中名列前茅。晋大 74 号 2002~2003 年参加山西省大豆中晚熟区域试验,两年平均产量  $194.3\text{kg}/667\text{m}^2$ ,比对照晋豆 19 增产 13.1%,名列第一位,是山西省的超高产品种。因此本研究的抗旱性鉴定方法具有一定的实践意义。

3.2 盆栽能够人为地控制浇水量和浇水时间,比较

灵活,但盆栽限制了根系的自由生长。也有人用防水棚,周围挖隔离沟的方法研究作物的抗旱性,克服了盆栽的弊端,但其对供试材料的光照、温度又有了影响。因此各种研究方法各有利弊,这就要求我们根据研究目的灵活运用。但目前也有专家认为可以创造出完全人工的土壤气候模拟干旱室,用以控制影响作物生长的各个因素。如果这样的话,无疑会提高试验的准确性,加快抗旱性研究的进程。

3.3 传统的单独以产量为主,利用形态指标以及间接的生理生化指标进行选择的方法,在早代决选是比较困难的,只能在  $F_4 \sim F_5$  代以后进行选择,往往周期太长,效率不高。随着生物技术的发展,生物工程在农作物品种改良方面的应用,正初步显示其独特的作用。我们可将控制抗旱性或抗旱相关的基因进行定位,借助遗传标记在早代对表现优良的基因型进行鉴定,从而大大提高了选择效率,加速了育种的进程<sup>[11-13]</sup>。总之,生物技术和常规育种是相辅相成、互相促进的,今后只有协调发展,互相补充,才能充分发挥各自的优点,为大豆抗旱育种带来突破性的进展。

## 参 考 文 献

- 1 张颖芹,贾伟琰,杨丽莉,等. 不同玉米品种苗期抗旱性研究[J]. 干旱地区农业研究,2001,19(1):83-86.
- 2 杨鹏辉,李贵全,郭丽,等. 干旱胁迫对不同抗旱大豆品种花荚期质膜透性的影响[J]. 干旱地区农业研究,2003,21(3):127-129.
- 3 Slafer G A, Araus J L. Improving wheat responses to abiotic stress[A]. In: A E. Slinkard(ed.). Proceedings of the 9th International Wheat Genetics Symposium [C]. Vol. 1. Saskatchewan, Canada, university Extension Press,1998,201-203.
- 4 M. Kokubun, S. Shimada, M. Takahashi. Flower abortion caused by preanthesis water deficit is not attributed to impairment of pollen in soybean. Crop Science, 2001,41:1517-1521.
- 5 李合生. 植物生理生化实验原理和技术[M]. 北京:高等教育出版社,2000,7:61-263.
- 6 张志良. 植物生理学实验指导[M]. 北京:高等教育出版社,1993,3-4.
- 7 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):224-225.
- 8 岳爱琴. 不同大豆品种抗旱生理生态的研究[D]. 山西农业大学硕士论文,2001,6-8.
- 9 任东莲,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.
- 10 兰巨生,胡福顺. 作物抗旱指数的概念和统计方法[J]. 华北农学报,1990,5(2):20-25.
- 11 周奕华,陈正华. 分子标记在植物学中的应用及前景[J]. 武汉植物学研究 1999. 17(1):75-86.
- 12 陈绍华. 大豆分子标记研究进展[J]. 大豆科学,1995,14(4):334-339.
- 13 邓丽琴,祝朋芳,陈长青. 试论常规育种与分子育种的研究应用[J]. 杂粮作物,2004,24(5):280-281.

## STUDY ON SELECTING TARGETS IN DROUGHT-RESISTANT BREEDING OF SOYBEAN

Zhang Haiyan Jiao Bichan Li Guiquan

(College of Agronomy, Shanxi Agricultural University, Taigu 030801),

**Abstract** The study of drought resistance was conducted to the ten soybean varieties with different eco-type, in the pot tests. The physiological and ecological indexes related to drought resistance in flowering to podding stage were measured and analyzed under both normal and drought conditions. And a comprehensive evaluation on drought resistance of different soybean varieties was given by subordinate function values analysis. The results showed that physiological indexes, such as relative water content, relative conductivity, net photosynthesis velocity, peroxidase and superoxide dismutase; morphology indexes, for example dry weight of plant above ground, dry weight of root, plant weight, plant height, pods per plant, grains per plant, grain yield per plant; can be the evaluation characters for drought resistance breeding, among of them, synthesis of physiological indexes and morphology indexes are better.

**Key words** Soybean; Drought-resistance; Subordinate function value

## 补 充

本刊2005年第2期P150页王桂玲的文章“胆碱磷酸转移酶基因转化大豆的初步研究”一文,在文章首页下边基金项目一栏补充“黑龙江省攻关课题(GB01C10603)和黑龙江省自然科学基金项目(C9934)资助”。

更正:本刊2005年第2期P101页王伟文章下面作者简介中“王伟(1979-)男,硕士研究生……”应为:“王伟(1979-),女,硕士研究生……”特此更正。