

绿豆抗旱指标鉴选与评价

段义忠¹, 张 雄¹, 亢福仁¹, 王富刚¹, 王建武^{1,2}

(1. 榆林学院, 陕西 榆林 719000; 2. 中国科学院研究生院, 北京 100049)

摘要: 采用人工盆栽控水试验, 对 21 份绿豆种质资源进行抗早期综合评价, 鉴选绿豆品种抗旱性指标体系。结果表明, 与绿豆抗旱性相关的 10 个指标经主成分分析被分为 3 个主成分, 其中茎高、茎粗、结荚数、叶面积、叶绿素含量、丙二醛含量、脯氨酸含量与绿豆抗旱性密切相关。采用聚类分析, 并结合绿豆隶属函数法综合分析, 将 21 份绿豆品种分成: 强抗旱品种为‘良丰 1 号’、‘HX04037’和‘榆绿 1 号’, 中抗旱品种为‘嫩绿 1 号’、‘兴绿 1 号’、‘天山大明绿’、‘西绿 1 号’、‘绿宝绿豆’、‘赤绿 3 号’、‘白绿 1 号’、‘中绿 1 号’、‘晋绿 1 号’、‘八宝绿豆’、‘中绿 6 号’、‘鑫绿 1 号’和‘HX04050’, 弱抗旱品种为‘冀北 12-1 号’、‘绿珍珠 2 号’、‘ZKY-2’、‘白绿 522’和‘邯绿 8 号’。

关键词: 绿豆; 种质资源; 抗旱性; 隶属函数法; 综合评价

中图分类号: S522.034; S332.4 文献标志码: A 文章编号: 1000-7601(2014)06-0256-06

Evaluation and selection of drought resistance of mung bean (*Vigna radiate* L.)

DUAN Yi-zhong¹, ZHANG Xiong¹, KANG Fu-ren¹, WANG Fu-gang¹, WANG Jian-wu^{1,2}

(1. College of Life and Science, Yulin University, Yulin, Shaanxi 719000, China;

2. Graduate University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China)

Abstract: This study aims to evaluate drought resistance and select its indexes of 21 mung bean cultivars. Ten indexes related to drought resistance were divided into three main components according to principal component analysis, including stem length, stem diameter, pods, leaf area, chlorophyll content, MDA content, proline content, and shoot fresh weight, dry weight and water content. The results indicated that stem length, stem diameter, pods, leaf area, chlorophyll content, MDA content, and proline content were closely related to drought resistance. The mung bean cultivars were classified into three groups according to cluster analysis and subject function method. Liangfeng 1, HX04037, and Yulu 1 showed strong drought resistance, Jibei12-1, Lüzhenzhu 2, ‘ZKY-2, Bailü 522, and Hanlü weak resistance, and the others medium.

Keywords: mung bean (*Vigna radiate* L.); germplasm; drought resistance; subject function; comprehensive evaluation

干旱是作物生长发育的重要影响因素之一^[1]。干旱对作物的伤害极大, 主要表现在作物各部位间光合作用减弱、水分重新分配、渗透势下降、膜受损伤、光合作用减弱等方面。作物在干旱胁迫下, 通过自身调节或人为驯化, 快速提高作物活力和长势, 增强作物对逆境的抵抗力。榆林市地处陕西北部, 与内蒙古、宁夏、甘肃以及山西省接壤, 为我国典型的旱地农业区。每年榆林市的农作物都会因气候原因而遭受到不同程度的损害, 尤以干旱原因产生的水分胁迫效应更为突出^[2]。

绿豆(*Vigna radiata*)属豆科蝶形花亚科豇豆属植物, 在我国已有 2000 多年的栽培史, 是人类重要的杂粮作物^[3]。目前有关绿豆抗旱性研究较少, 其抗旱指标筛选方法和指标尚未明确。郝建军等^[4]在研究绿豆不同抗旱性品种叶片脱落酸含量中指出, 利用脱落酸而选育抗旱性品种是应对日益干旱条件下绿豆生产的最有效途径; 张璞^[5]的研究表明, 可以依据种子的吸水系数大小对绿豆抗旱性的强弱进行初步筛选, 郝建辉^[6]等研究了扁蓊豆种子萌发期和苗期抗旱指标, 适于扁蓊豆抗旱性鉴定的指标是干

收稿日期: 2014-03-16

基金项目: 陕西省自然科学基金基础研究计划项目(2012JQ3018); 陕西省教育厅自然科学研究计划项目(2013JK0732)

作者简介: 段义忠(1981—), 男, 内蒙古多伦县人, 博士, 讲师, 主要研究方向为植物抗逆育种与生态农业。E-mail: duanyizhong2006@163.com。

物质胁迫指数、株高胁迫指数、活力指数和千粒重。谢皓等^[7]对43个大豆品种,利用盆栽干旱胁迫的方法,对叶片萎蔫度、抗旱系数、抗旱指数和隶属函数等指标进行综合评定,筛选出抗旱型大豆品种。综上所述,作物抗旱性是由多基因控制的数量性状,不同作物适应干旱的方式多种多样,作物可能具有几种机理共同起作用的综合抗旱性特征。作物抗旱性主成分分析在不损失或很少损失原有信息的前提下,将众多的指标转换成新的、个数较少且彼此独立的因子。抗旱性隶属函数分析提供了一条在多指标测定基础上,对作物特性进行综合评价的途径,抗旱性隶属函数法为目前应用最广的抗旱综合分析方法^[8]。结合隶属函数法,可得到各品种抗旱性的综合评价值,从而能比较科学地对植物的抗旱性进行评价。因此本研究选取了与抗旱性密切相关的10项指标,采用主成分分析法、模糊数学的隶属函数法以及聚类分析方法,来确定鉴定21份不同绿豆品种抗旱性指标体系,综合评价绿豆品种的抗旱性。

1 试验材料与方法

1.1 试验材料

供试绿豆品种“中绿1号”,“中绿6号”,“榆绿1号”,“晋绿1号”和“白绿1号”等中国农科院和各省市农科院选育的品种以及陕西北部、内蒙古等地地方品种共计21个品种。

1.2 试验地概况

试验于2013年5月在榆林学院西区防雨棚内进行,盆栽所用盆内径25 cm,高30 cm,每盆装土12.5 kg,土壤为壤沙土,pH值7.5,全氮 $1.56 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ 、水解氮 $84.3 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 、速效磷 $34.8 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 、速效钾 $104.5 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ 。

1.3 试验方法

试验采取正常供水和中度干旱胁迫两个处理,每个处理设置3个重复,随机排列。正常供水处理在整个生育期控制土壤含水量为田间持水量的75%~80%,中度干旱胁迫处理整个生育期控制土壤含水量为田间持水量的35%~40%,每盆施500 g生物有机肥作为底肥。初始浇足底墒水至田间持水量的80%~85%,自然蒸发渗透至田间持水量的60%左右进行播种。选取色泽一致,籽粒饱满的不同绿豆种子10粒播种,出苗后定苗6株。控水采取隔日称重法严格控制每个处理的水量,干旱胁迫处理从出苗期连续控水直至结荚期。

1.4 测定指标与方法

数据采集正常供水处理以及水分胁迫处理的结

荚期茎高、茎粗以及叶面积,并在结荚期采集每个处理的叶片测定叶绿素、丙二醛、脯氨酸、叶片含水量以及生物量。

茎高、茎粗测定:茎高为植物基部到植物主茎分枝处;茎粗测量为根茎交界处上部5 cm处,仪器为日本三丰530-108数显游标卡尺;

叶面积:采用托普手持叶面积仪YMJ-A进行测量;

叶绿素含量:参照谭桂英等^[9]丙酮法进行测定;

丙二醛含量:参照李合生等^[10]的硫代巴比妥酸(TAB)比色法测定;

脯氨酸含量:参照Li等^[11]的磺基水杨酸法测定;

地上部含水量:(地上部鲜重/地上部干重)/地上部鲜重。

1.5 抗旱指标性状的筛选与抗旱性的综合评价

为消除品种(系)间基础性状的差异,采用性状相对值进行抗旱性的综合评价。抗旱系数=水分胁迫下产量/正常供水产量;各指标性状相对值(a)=水分胁迫下性状测定值/正常供水性状测定值。

各指标性状采用模糊数学中的隶属函数法进行抗旱性评价与鉴定,将各品种抗旱系数扩展到 $[0, 1]$ 闭区间,并对其进行等级划分。隶属函数公式为:

$$\mu(X_{ij}) = \frac{X_{ij} - X_{j\min}}{X_{j\max} - X_{j\min}} \quad (1)$$

式中, X_{ij} 为*i*品种第*j*项指标测定值; $X_{j\min}$ 为全部品种第*j*项指标的最小值; $X_{j\max}$ 为全部品种第*j*项指标的最大值。

$$V_j = \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^n (X_{ij} - \bar{X}_j)^2}}{\bar{X}_j} \quad (2)$$

式中, V_j 表示第*j*项指标标准差系数; \bar{X}_j 表示全部品种第*j*项指标的平均值。

$$W_j = \frac{V_i}{\sum_{j=1}^m V_j} \quad (3)$$

式中, W_j 表示第*j*项指标权重。

$$D = \sum_{j=1}^n [\mu(X_{ij} \times W_j)] \quad (4)$$

最后,采用Microsoft Excel 2010对数据进行处理和绘图,并采用SPSS19.0统计分析软件进行主成分分析、差异显著性以及聚类分析。

2 结果与分析

2.1 抗旱性的直接评价

绿豆抗旱性是由多种因素相互作用而构成的复

杂综合性状,但绿豆在水分胁迫条件下,产量成为鉴定不同品种绿豆抗旱性最直接的指标,故通常以单株产量的抗旱系数作为作物实际抗旱性的评定依据。由表 1 可知,不同绿豆品种单株产量的抗旱系数对水分胁迫的反应存在很大差异,表现出不同的

抗旱性。‘良丰 1 号’、‘榆绿 1 号’、‘HX04037’、‘西绿 1 号’、‘兴绿 1 号’以及‘赤绿 3 号’等 6 个品种的抗旱指数均大于 1,具有较强的抗旱性;其余品种的抗旱系数均小于 1,其抗旱性较弱或不具抗旱性。

表 1 正常供水与水分胁迫下不同绿豆品种的茎高、茎粗、结荚数、叶面积

Table 1 Stem length, stem diameter, pods, leaf area for normal water supply and water stress

品种 Cultivars	抗旱 指数 Drought resistance index	隶属函数 Subordinate function											
		对照 CK						水分胁迫 Water stress					
		茎高 Stem length	茎粗 Stem diameter	结荚数 Number of pods	叶面积 Leaf area	产量 Yield	D 值 D value	茎高 Stem length	茎粗 Stem diameter	结荚数 Number of pods	叶面积 Leaf area	产量 Yield	D 值 D value
赤绿 3 号 Chilu 3	1.073cd	0.343cd	0.377cd	0.429c	0.478c	0.055d	0.395c	0.223d	0.023d	0.334cd	0.489c	0.059e	0.160ef
白绿 1 号 Bailu 1	0.644de	0.250d	0.331cd	0.107d	0.341cd	0.055d	0.247d	0.819ab	0.000d	0.077d	0.336cd	0.038e	0.116ef
晋绿 1 号 Jinlu 1	0.659de	0.470cd	0.292cd	0.322cd	0.620bc	0.164bc	0.321c	0.548bc	1.000a	0.077d	0.649bc	0.108d	0.553c
鑫绿 1 号 Xinlu 1	0.676de	0.208de	0.046d	0.322cd	0.267cd	0.510a	0.161d	0.829ab	0.008d	0.692b	0.390cd	0.345ab	0.328de
兴绿 1 号 Xinglu 1	1.055cd	0.610bc	0.662bc	0.357cd	0.729b	0.182bc	0.553b	0.904ab	0.752b	0.385c	0.726b	0.192bc	0.419f
西绿 1 号 Xilu 1	1.222c	0.370cd	0.638bc	0.268 cd	0.621bc	0.346ab	0.487c	0.359cd	0.023d	0.435c	0.590bc	0.422ab	0.204e
良丰 1 号 Liangfeng 1	2.079a	1.000a	1.000a	0.715b	0.958ab	0.164bc	0.906a	1.000a	0.398c	1.000a	0.973a	0.341ab	0.882a
榆绿 1 号 Yulu 1	1.367bc	0.710b	0.708b	1.000a	1.000a	0.365ab	0.811a	0.515bc	0.451c	0.692b	1.000a	0.499a	0.651bc
HX04037	1.584b	0.755b	0.931a	0.678b	0.899ab	0.137cd	0.837a	0.929ab	0.842ab	0.846ab	0.889ab	0.217b	0.701b
HX04050	0.691de	0.655bc	0.069d	0.268 cd	0.765b	0.146c	0.189d	0.498c	0.609bc	0.231cd	0.755b	0.094de	0.474cd
白绿 522 Bailu 522	0.320f	0.065de	0.023d	0.280cd	0.226d	0.143cd	0.122d	0.062de	0.015d	0.128d	0.241d	0.064de	0.060f
嫩绿 1 号 Nenlu 1	0.619e	0.385cd	0.700bc	0.608 bc	0.197de	0.146c	0.641b	0.495c	0.083d	0.385c	0.269d	0.186bc	0.227de
天山大明绿 Tianshan- daminglu	0.799d	0.560bc	0.638bc	0.429c	0.421cd	0.219bc	0.558b	0.538bc	0.436c	0.128d	0.413cd	0.175bc	0.338de
邯绿 8 号 Hanlu 8	0.000g	0.000e	0.000d	0.286cd	0.081de	0.2bc	0.099e	0.000e	0.158d	0.128d	0.064d	0.00e	0.130ef
中绿 1 号 Zhonglu 1	0.701de	0.610bc	0.338cd	0.322cd	0.606bc	0.164bc	0.359c	0.644bc	0.729b	0.231cd	0.572bc	0.115cd	0.550c
绿宝绿豆 Lubaoludou	0.775de	0.360cd	0.485c	0.678b	0.297cd	0.346ab	0.538b	0.718b	0.594bc	0.538bc	0.298cd	0.268b	0.579bc
ZKY-2	0.449ef	0.145de	0.031d	0.250cd	0.000e	0.109d	0.126d	0.458c	0.398c	0.231cd	0.000d	0.064e	0.339d
冀北 12-1 号 Jibei12-1	0.763de	0.325cd	0.215d	0.393cd	0.087de	0.219bc	0.285c	0.718b	0.030d	0.000d	0.079d	0.167c	0.090f
中绿 6 号 Zhonglu 6	0.898d	0.485c	0.123d	0.214d	0.315cd	0.128cd	0.188d	0.581bc	0.617bc	0.128d	0.323cd	0.115cd	0.437cd
八宝绿豆 Babaoludou	0.644de	0.000e	0.638bc	0.000d	0.338cd	0.137cd	0.360c	0.939a	0.256cd	0.077d	0.345cd	0.115cd	0.265de
绿珍珠 2 号 Luzhenzhu 2	0.600ef	0.190de	0.046d	0.107d	0.038e	0.31b	0.080e	0.567bc	0.639bc	0.231cd	0.054d	0.192bc	0.479c

注:数字后的不同字母表示在 5% 水平上的差异显著。

Note: Different letter means significantly different at 5% level.

2.2 形态指标与抗旱性综合评价

表 1 表明,正常供水处理与水分胁迫处理至开

花结荚期的茎高、茎粗、结荚数以及叶面积对比,两个处理的形态指标的隶属函数值出现差异,不同绿

豆水分胁迫处理的形态指标隶属函数值绝大多数小于正常供水处理的隶属函数值。这表明在水分胁迫下,绿豆植株形态指标发生相对应的改变。不同绿豆品种水分胁迫至开花结荚期茎高、茎粗、结荚数以及叶面积等各形态因品种不同差异很大,同一品种的不同指标隶属函数值也有很大差异。茎高隶属函数值最大的‘良丰 1 号’(数值达到 1)以及‘HX04037’(数值 0.929);茎粗隶属函数值最大的是‘晋绿 1 号’(数值达到 1)以及‘HX04037’(数值 0.842);结荚数隶属函数值最大的‘良丰 1 号’(数值达到 1)以及 HX04037(数值 0.846);叶面积隶属函

数值最大的‘榆绿 1 号’(数值达到 1)以及‘HX04037’(数值 0.889)。

采用模糊隶属函数法,对不同绿豆品种开花结荚期的 4 个形态指标作抗旱性综合评价。由表 2 可知:综合评价 D 值较高的是‘良丰 1 号’、‘HX04037’和‘榆绿 1 号’,表明这些品种具有较高的抗旱性;综合评价 D 值较低的是‘冀北 12-1 号’、‘邯绿 8 号’以及‘白绿 522’,表明这些品种具有较低的抗旱性。由上述结果可知,植物抗旱性鉴定并不能由单一指标来确定,需多种指标进行综合评价。

表 2 不同绿豆品种各生理指标隶属函数值与 D 值

Table 2 Physiological indexes of subject function and D value of the 21 cultivars

品种 Cultivars	隶属函数 Subordinate function						D 值 D value	排序 Order
	叶绿素 Chlorophyll content	丙二醛 MDA content	脯氨酸 Proline content	地上部鲜重 Fresh weight of shoot	地上部干重 Dry weight of shoot	地上含水量 Water content of shoot		
赤绿 3 号 Chilú 3	0.555bc	0.131d	0.032d	0.487cd	0.504c	0.446c	0.327bc	16
白绿 1 号 Bailu 1	0.628bc	0.397cd	0.009d	0.479cd	0.493c	0.452c	0.363bc	14
晋绿 1 号 Jinlu 1	0.372cd	0.469bc	0.313c	0.326de	0.343cd	0.452c	0.372bc	10
鑫绿 1 号 Xinlu 1	0.116de	0.214cd	0.428bc	0.136de	0.102d	0.955a	0.369bc	12
兴绿 1 号 Xinglu 1	0.238d	0.233cd	0.604b	0.795bc	0.769b	0.541c	0.523ab	5
西绿 1 号 Xilu 1	0.378cd	0.291cd	0.258cd	0.651c	0.566bc	0.701bc	0.451bc	8
良丰 1 号 Liangfeng 1	0.732b	1.000a	0.558bc	1.000a	1.000a	0.471c	0.806a	1
榆绿 1 号 Yulu 1	1.000a	0.076d	0.509bc	0.933ab	0.915ab	0.510c	0.615ab	3
HX04037	0.726b	0.275cd	1.000a	0.981ab	0.976ab	0.484c	0.747a	2
HX04050	0.805ab	0.653b	0.440bc	0.113e	0.000d	1.000a	0.342bc	15
白绿 522 Bailu 522	0.116de	0.293cd	0.252cd	0.012e	0.004d	0.586bc	0.207cd	20
嫩绿 1 号 Nenlu 1	0.744b	0.234cd	0.348c	0.885b	0.831ab	0.592bc	0.540ab	4
天山大明绿 Tianshandaminglu	0.756b	0.171d	0.365c	0.768bc	0.640bc	0.777b	0.519b	6
邯绿 8 号 Hanlu 8	0.000e	0.000d	0.055d	0.000e	0.114d	0.000d	0.028d	21
中绿 1 号 Zhonglu 1	0.470c	0.199d	0.237cd	0.439d	0.485c	0.357c	0.477bc	7
绿宝绿豆 lubaoludou	0.402cd	0.264cd	0.219cd	0.587cd	0.545c	0.599bc	0.400bc	9
ZKY-2	0.543bc	0.968a	0.062d	0.064de	0.026d	0.707bc	0.318c	19
冀北 12-1 号 Jibei12-1	0.683bc	0.432c	0.000d	0.175de	0.124d	0.720bc	0.372bc	11
中绿 6 号 Zhonglu 6	0.555bc	0.131d	0.032d	0.487cd	0.504c	0.446c	0.321bc	17
八宝绿豆 Babaoludou	0.628bc	0.397cd	0.009d	0.479cd	0.493c	0.452c	0.363bc	13
绿珍珠 2 号 Luzhenzhu 2	0.372cd	0.469bc	0.313c	0.326de	0.343cd	0.452c	0.318bc	18

注:数字后的不同字母表示在 5% 水平上的差异显著。

Note: Different letter means significantly different at 5% level.

2.3 生理指标与抗旱性综合评价

丙二醛是作物体内通过酶系统与非酶系统产生氧自由基,后者能攻击生物膜中的多不饱和脂肪酸,引发脂质过氧化作用,并因此形成脂质过氧化物。脂质过氧化作用不仅把活性氧转化成活性化学剂,而且通过链式或链式支链反应,放大活性氧的作

用。氧自由基不但通过生物膜中多不饱和脂肪酸的过氧化引起细胞损伤,而且还能通过脂氢过氧化物的分解产物引起细胞损伤。因而测试丙二醛的量可反应机体脂质过氧化的程度,间接地反应出细胞损伤的程度,表 2 表明丙二醛含量的隶属函数值最高的是良丰 1 号,最低的邯绿 8 号。脯氨酸(Pro)是植

物蛋白质的组分之一,并可以游离状态广泛存在于植物体中。在水分胁迫条件下,作物体内脯氨酸大量积累,积累的脯氨酸在稳定生物大分子结构、降低细胞酸性、解除氨毒以及作为能量库调节细胞氧化还原势等方面起了非常重要的作用,因此脯氨酸的含量大小与作物的抗旱性大小有密切关系。表 2 表明脯氨酸含量的隶属函数值最高的是 HX04037,最低的冀北 12-1 号;叶绿素含量也与作物抗旱性有显著关系,表 2 表明叶绿素含量的隶属函数值最高的是榆绿 1 号,最低的是邯绿 8 号。

综合表 2 的各指标的隶属函数值和综合评价 D 值,可将 21 种绿豆品种抗旱性分为下列 3 个等级:第 1 等级是高抗旱性品种,生理指标综合评价 D 值在 0.7~0.85 之间,包括‘良丰 1 号’、‘HX04037’和‘榆绿 1 号’;第 2 等级是中等抗旱性品种,综合评价 D 值在 0.425~0.699 之间,包括‘嫩绿 1 号’、‘兴绿 1 号’、‘天山大明绿’、‘西绿 1 号’、‘绿宝绿豆’、‘赤绿 3 号’、‘白绿 1 号’、‘中绿 1 号’、‘晋绿 1 号’、‘八

宝绿豆’、‘中绿 6 号’、‘鑫绿 1 号’和‘HX04050’、‘冀北 12-1 号’;第 3 等级是综合评价 D 值在 0.083~0.363 之间,包括‘邯绿 8 号’、‘白绿 522’、‘绿珍珠 2 号’以及‘ZKY-2’。

2.4 抗旱性的主成分分析

水分胁迫处理下的形态指标茎高、茎粗、结荚数、叶面积以及生理生化指标叶绿素含量、丙二醛含量、脯氨酸含量、地上部鲜重、地上部干重、地上含水量与对照处理均呈极显著差异($P < 0.01$),故对这 10 个指标主成分分析。分析将所测定的形态指标与生理生化指标分成 3 个主成分因子,第 1 主成分包括茎高、茎粗、结荚数、叶面积,第 2 主成分包括叶绿素、丙二醛、脯氨酸,第 3 主成分地上部鲜重、地上部干重、地上含水量。表 3 表明第 1、2 主成分的贡献率分别是 81.73%、14.99%,两个主成分的累计贡献率达 96.72%,基本上涵盖了 10 个测定指标的绝大部分信息,因此,前两个主成分可作为 21 个绿豆品种抗旱性评价的综合分析指标。

表 3 水分胁迫下 21 种绿豆品种抗旱性评价的主成分分析

Table 3 Principal component analysis of drought resistance indexes of the 21 cultivars

主成分 Principal component	特征值 Characteristic value	相邻特征值差异 Neighbouring latent root difference	贡献率/% Contribution ratio	累积贡献率/% Cumulative contribution ratio
1	8.173	6.675	81.732	81.732
2	1.498	1.170	14.985	96.717
3	0.328	0.328	3.283	100

2.5 抗旱性评价的聚类分析

以不同绿豆品种的形态指标茎高、茎粗、结荚数、叶面积以及生理生化指标叶绿素、丙二醛、脯氨酸、地上含水量为依据,对 21 种绿豆品种进行聚类分析。在欧式距离 5.0 处,将 21 个绿豆品种分成三类,第一类包括‘良丰 1 号’、‘榆绿 1 号’以及‘HX04037’;第二类包括‘邯绿 8 号’、‘ZKY-2’、‘邯绿 8 号’、‘ZKY-2’、‘冀北 12-1 号’以及‘绿珍珠 2 号’;第三类包括‘西绿 1 号’、‘中绿 1 号’、‘晋绿 1 号’、‘赤绿 3 号’、‘兴绿 1 号’、‘HX04050’、‘白绿 1 号’、‘八宝绿豆’、‘中绿 6 号’、‘嫩绿 1 号’、‘绿宝绿豆’、‘天山大明绿’、‘鑫绿 1 号’以及‘白绿 522’。

3 讨论

目前国内外对绿豆抗旱性的研究报道较少^[12-13]。郭中校^[14]等研究了 25 个绿豆品种的抗旱性早期鉴定方法,指出绿豆种子 24h 发芽率可作为绿豆品种早期抗旱性鉴定与筛选的方法。张智

猛^[15]等对花生抗旱性鉴定指标进行了筛选,指出单凭一个指标来评价农作物的抗旱性,存在片面性,最终评价结果也就可能会出现偏差。孙继颖^[16]等指出,大豆抗旱性与开花结荚期的叶绿素含量、保护酶活性以及质膜透性等有关。因此在进行作物抗旱性评价时,应从形态、生理、生化等多个指标中筛选出若干抗旱指标进行综合评价^[17-20]。

本研究以 D 值作为品种抗旱性的综合评价标准,消除了单个指标带来的片面性,更能科学全面地评价其抗旱性。结果表明单一的形态指标以及生理生化指标不能作为评价不同绿豆抗旱性的指标,而形态综合指标(茎高、茎粗、结荚数、叶面积)、生理生化综合指标(叶绿素、丙二醛、脯氨酸、地上含水量)以及综合评价 D 值可以作为评价不同绿豆抗旱性指标。

绿豆品种抗旱性的鉴定与评价,不仅与筛选的指标有关,而且与选用的评价标准与方法有密切关系。

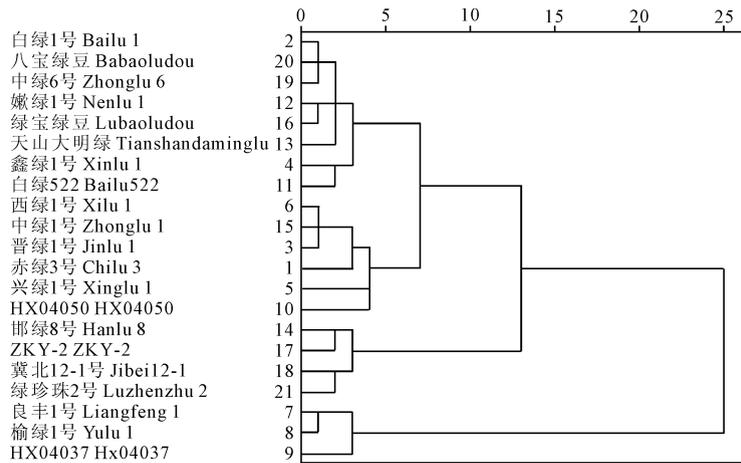


图1 21个绿豆品种的聚类分析

Fig. 1 Dendrogram of the 21 cultivars

评价方法对绿豆抗旱性强弱的鉴定和评价非常重要。目前有关作物抗旱性标准评价体系主要有直接评价和综合评价两种,直接评价主要以产量为主,包括抗旱系数、干旱伤害指数、敏感指数等;综合评价法有抗旱性隶属函数法、灰色关联分析法、抗旱总极值法等。选择哪种方法对作物做抗旱性鉴定与评鉴,目前尚未有统一的结论。直接评价法是最直观和直接的结果表达,可直接用于作物的抗旱性评价^[21]。但如果采用性状指标作为评价绿豆抗旱性的唯一指标,缺乏可信性。模糊隶属函数法是在多指标测定的基础上对作物进行综合评价的方法,各指标不但具有各自单方面的作用,更重要的是具有多指标间的相互作用,对抗旱指标的交互作用加以深入综合分析,从而提高抗旱鉴定的准确性和可靠性。

参考文献:

- [1] 山 仑,邓西平,康绍忠.我国半干旱地区农业用水现状及发展方向[J].水利学报,2002,(9):27-31.
- [2] 高 杨.榆林市生态农业发展现状与对策[D].杨凌:西北农林科技大学,2007.
- [3] 孙桂华,李茉莉,赵 阳.小杂粮作物的开发价值及战略意义[J].杂粮作物,2005,25(2):123-124.
- [4] 郝建军,卢 环,黄春华.不同绿豆品种主要理化特性的比较[J].吉林农业科学,2013,38(3):19-21.22.
- [5] 张 璞,田建华.抗旱性绿豆品种的选育[J].干旱地区农业研究,1999,(4):41-44.
- [6] 郝建辉,石凤翎.不同扁蓊豆材料抗旱性比较研究[J].中国草业科学,2006,25(2):39-43.
- [7] 谢 皓,宋世明,包子敬.干旱胁迫下大豆品种抗旱性评价与筛

- 选[J].北京农学院学报,2008,23(3):9-11.
- [8] 胡荣海,吕小平.反复干旱法的生理基础及其应用[J].华北农学报,1996,11(3):51-56.
- [9] 谭桂英,周百成.底栖绿藻叶绿素的二甲基亚砷提取和测定法[J].海洋与沼泽,1987,18(3):295-300.
- [10] Heath R L, Parker L. Photoperitration in isolated chloroplasts kineti and stoichimetry of fat acid per oxidation[J]. ArchBio Physics,1986,25:189-198.
- [11] 李合生.植物生理生化试验指导[M].北京:高等教育出版社,2000.
- [12] 申慧芳,李国柱.不同抗旱性绿豆突变体的抗旱生理特征[J].核农学报,2006,20(5):371-374.
- [13] 孙振雷,刘海学,刘 鹏,等.不同绿豆品种苗期抗旱性的比较研究[J].内蒙古大学学报(自然科学版),2002,17(1):33-38.
- [14] 郭中校,张连学,王明海,等.绿豆品种抗旱性早期鉴定方法研究[J].西北农林科技大学学报(自然科学版),2012,40(7):77-90.
- [15] 张智猛,万书波,戴良香,等.花生抗旱性鉴定指标的筛选与评价[J].植物生态学报,2011,35(1):100-109.
- [16] 孙继颖,高聚林,薛春雷,等.不同品种大豆抗旱性能比较研究[J].华北农学报,2007,22(6):91-97.
- [17] 景蕊莲,吕小平.用渗透胁迫鉴定小麦种子萌发期抗旱性的方法分析[J].植物资源遗传学报,2003,4(4):292-296.
- [18] 孙 静,曾 俊,王银杰,等.20个切花菊品种抗旱性评价与筛选[J].南京农业大学学报,2013,36(1):24-28.
- [19] 吴永华,许宏刚,张建旗,等.14种景天植物的抗旱性比较[J].草业科学,2012,29(6):904-908.
- [20] 覃光球,严重玲,韦莉莉.秋茄幼苗叶片单宁、可溶性糖和脯氨酸含量对 Cd 胁迫的响应[J].生态学报,2006,26(10):3366-3371.
- [21] 王育红,姚宇卿,张灿军,等.旱稻抗旱性鉴定方法与指标研究:IV旱稻苗期抗旱性[J].干旱地区农业研究,2005,23(4):133-137.