

# 谷子全生育期抗旱性鉴定及抗旱指标筛选

张文英<sup>1</sup>, 智慧<sup>2,3</sup>, 柳斌辉<sup>1</sup>, 彭海成<sup>1</sup>, 李伟<sup>2</sup>, 王永芳<sup>2</sup>, 李海权<sup>2</sup>, 栗雨勤<sup>1</sup>, 刁现民<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup>河北省农林科学院旱作农业研究所, 衡水 053000; <sup>2</sup>河北省农林科学院谷子研究所, 石家庄 050031;

<sup>3</sup>中国农业科学院作物科学研究所, 北京 100081)

**摘要:** 作物全生育期抗旱性对发掘和利用抗旱品种和抗旱基因至关重要, 但谷子全生育期抗旱鉴定至今未有报道, 抗旱鉴定缺乏鉴定指标。本试验在干旱池模拟干旱条件下, 对苗期抗旱性表现不同的谷子品种进行了全生育期抗旱性研究, 调查分析了根干重等形态和生理性状在干旱胁迫条件下的变化; 采用相关和灰色关联度等方法, 分析这些指标与抗旱性(DRI)的关系。结果表明, 相对根冠比、相对单穗粒重和灌浆期光合速率、蒸腾速率同抗旱性表现极显著相关, 可以作为谷子全生育期抗旱性鉴定的指标; 而相对根干重、相对单穗重、相对株高和气孔导度则可以作为谷子全生育期抗旱性鉴定的参考指标; 在供试的品种中, 红根谷和大齐头白表现了良好的综合抗旱性。本文还讨论了抗旱性的复杂性以及不同性状对干旱胁迫的反应, 所建立的指标对谷子全生育期抗旱鉴定具有指导意义。

**关键词:** 谷子; 干旱胁迫; 抗旱指数; 鉴定指标

## Indexes Screening for Drought Resistance Test of Foxtail Millet

ZHANG Wen-ying<sup>1</sup>, ZHANG Hui<sup>2,3</sup>, LIU Bin-hu<sup>1</sup>, PENG Hai-cheng<sup>1</sup>, LI Wei<sup>2</sup>,

WANG Yong-fang<sup>2</sup>, LI Hai-quan<sup>2</sup>, LI Yu-qin<sup>1</sup>, DIAO Xian-min<sup>2,3</sup>

(<sup>1</sup>Dryland Farming Institute Hebei Academy of Agriculture & Forestry Sciences Hengshui 053000; <sup>2</sup>Institute of

Millet Crops, Hebei Academy of Agriculture & Forestry Sciences, Shijiazhuang, 050031; <sup>3</sup>Institute of Crop Sciences, Chinese Academy of Agriculture Sciences, Beijing 100081)

**Abstract** Testing indexes for identification of drought tolerant and resistant varieties and genes plays the key role in crop drought tolerant research, but no such studies were carried out for the whole growing period of foxtail millet (*Setaria italica* (L.) Beauv.) so far. To explore the method for whole growing period drought resistant test of foxtail millet and screening suitable indexes morphological and physiological characteristics correlating with drought resistance were monitored under both normal and drought stress conditions for the whole growing period of foxtail millet. The results showed that relative root and shoot ratio (RSR), relative grain weight per panicle (GWPP) and transpiration rate at grain filling stage were greatly significant correlated with drought resistance of foxtail millet and can be used as identification indexes for drought resistant varieties. Other indexes such as relative root dry weight (RDW), relative panicle weight (RW), relative plant height (RPH), and stomatal conductance were significantly related with drought resistant of foxtail millet varieties and can be used as referenced indexes in drought resistant research. The indexes established in this paper will facilitate foxtail millet drought study and related researches.

**Key words** Foxtail millet (*Setaria italica* (L.) Beauv.); Drought stress; Drought Resistant Index; Appraisal index

选育抗旱节水高产作物品种, 可显著增加产量, 提高水分生产效率, 是最为经济有效的节水措施。

收稿日期: 2009-11-17 修回日期: 2010-05-06

基金项目: 国家自然科学基金 (30630045); 国家“863”课题 (2006AA10Z157, 200810Z158); 国家科技部支撑计划项目 (2007BAD69B01, 2006BAD02B02); 国家现代农业产业技术体系谷子体系

作者简介: 张文英, 在职硕士, 研究方向为农作物抗旱性鉴定及遗传规律研究。Email: zm\_0223@163.com

通讯作者: 栗雨勤, Email: hbhslq@163.com; 刁现民, Email: xm\_diao@yahoo.com.cn

不同作物及同种作物的不同品种对土壤和大气干旱条件所具有的适应性和抵御能力不同, 抗旱品种在形态结构、生长发育、生理生化等方面形成了一系列抗御干旱的机制和对干旱胁迫的反应, 而鉴定作物品种的抗旱性是一切利用的前提。鉴定作物抗旱性分不同生育时期, 包括种子萌发期、苗期、开花期、灌浆期和全生育期等; 也有多种的鉴定方法, 包括模拟干旱胁迫渗透法、苗期反复干旱法和全生育期干旱胁迫法等; 鉴定的指标包括形态指标、生理生化指标和产量指标等<sup>[1-3]</sup>。各种方法和指标都有其优缺点, 在揭示作物抗旱性上各有特点。其中抗旱指数法是基于作物在干旱胁迫和水分正常供应情况下产量表现的相对比较来综合衡量作物抗旱性的方法, 是品种抗旱性最直接的产量表现, 最能满足生产的实际应用需要, 已在小麦 (*Triticum aestivum*)、玉米 (*Zea mays*)、花生 (*Arachis hypogaea*) 等多种作物上应用, 并得到了良好的效果<sup>[2-4]</sup>。

谷子 (*Setaria italica*) 是我国北方的主要粮食作物, 在禾本科中表现了较为突出的抗旱性, 由于谷子主要种植在旱薄地, 其品种的抗旱性对生产应用显得更为重要。在对谷子的抗旱性研究中, 李荫梅<sup>[4-5]</sup>和温琪汾等<sup>[6]</sup>分别采用苗期反复干旱法对我国部分农家品种和 20 世纪 80 年代前育成的一些品种进行了抗旱性研究, 并将谷子苗期抗旱性分为 5 级, 鉴定出了苗期抗旱和旱敏感的品种, 为谷子抗旱性研究和遗传育种研究奠定了一定的基础。张锦鹏等<sup>[7]</sup>和朱学海等<sup>[8]</sup>对利用萌发和发芽期一些生理指标进行谷子抗旱性鉴定方法研究的结果表明, 在甘露醇渗透胁迫下的相对发芽率、相对根长可以作为谷子芽期的抗旱指标。但利用全生育期模拟干旱利用抗旱指数鉴定谷子抗旱性尚未见报道, 对谷子全生育期抗旱性鉴定的指标分析也缺乏研究。本试验目的在于探讨全生育期模拟干旱鉴定法在谷子上应用的可行性, 揭示全生育期干旱胁迫对谷子不同性状的影响, 并寻找谷子全生育期抗旱性鉴定的适合指标, 为谷子抗旱育种和抗旱材料的筛选提供科学依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

采用经 2007 年苗期反复干旱法鉴定获得的抗旱性表现不同的 10 个品种, 苗期抗旱性表现列于表 1。

### 1.2 试验设计

供试材料全生育期抗旱性鉴定试验在河北省农

林科学院旱作农业研究所模拟干旱防雨棚内抗旱鉴定池 (长 3m、宽 2m、深 3m) 进行, 鉴定池同外界土壤密闭隔绝, 灌水量用水表严格计量控制。遇雨时干旱防雨棚自动关闭, 保证灌水量的准确和不受自然降雨的影响。播种日期: 2009 年 6 月 19 日; 收获日期: 2009 年 9 月 21 日。种植方式: 行长 2 m, 行距 20 cm, 3 行区, 小区面积 1.26 m<sup>2</sup>, 3 次重复; 每个旱池种 5 个品种。留苗密度按照华北夏谷区生产上的种植密度 5 万株 / 667 m<sup>2</sup> 操作。全小区收获, 测定小区产量。

干旱池田间土壤最大持水量为 28%, 播前所有处理灌水均达最大持水量, 每个鉴定池灌水 0.6 m<sup>3</sup>。试验设 3 个处理: (1) 干旱胁迫 (全生育期仅灌底墒水, 其他时期不再灌水); (2) 灌浆期干旱胁迫 (除底墒水外, 拔节期再灌水一次); (3) 非干旱胁迫, 全生育期满足水分供应 (全生育期灌水 3 次, 底墒水、拔节期和灌浆初期各一次, 每次 0.6 m<sup>3</sup> 达田间最大持水量的 85%)。

### 1.3 测定项目和方法

**1.3.1 全生育期抗旱性评价指标 - 抗旱指数** 抗旱指数的计算参照河北省地方标准“农作物品种抗旱性鉴定规程” (DB13/T 398.5-1999)<sup>[3]</sup> 的方法进行抗旱性分级。抗旱指数计算公式如下:

$$\text{抗旱指数 (DRI)} = \frac{(Ya)^2}{Ym} \times \frac{M}{(YA)^2}$$

式中,  $Ya$  - 待测材料胁迫处理子粒产量 (kg),  $Ym$  - 待测材料对照处理子粒产量 (kg),  $YA$  - 对照品种对照处理子粒产量 (kg),  $M$  - 对照品种胁迫处理子粒产量 (kg)。

$$\text{抗旱系数 (DC)} = Ya / Ym$$

式中,  $Ya$  - 待测材料胁迫处理子粒产量 (kg),  $Ym$  - 待测材料对照处理子粒产量 (kg)。

**1.3.2 田间调查、室内考种** 每个试验小区, 全区收获测定。收获前单株取样, 每个小区随机选取有代表性的 10 株, 收获后室内考种, 分别在干旱胁迫和非干旱胁迫条件下, 测定供试谷子品种的单株根干重 (g)、单株茎干重 (g)、株高 (cm)、穗下茎长 (cm)、茎粗 (基部第二节间) (cm)、穗长 (cm)、单穗重 (g)、单穗粒重 (g)、千粒重 (g) 等, 然后计算了各性状干旱胁迫与非胁迫的比值, 称为某个性状的相对值, 如相对根干重、相对茎干重等, 从而反映干旱胁迫处理对各性状的影响。

在小麦成熟期, 用根钻 (直径 9cm) 取根, 深 60cm, 取 10 株, 取出倒在网袋中, 将待测根系用清水

冲洗干净,然后用滤纸吸干附着水,进行根重、根冠比的测定;根干重采用常规的烘干称重法测定。

**1.3.3 灌浆期的光合速率、气孔导度和蒸腾速率测定** 参照河北省地方标准“农作物品种抗旱性鉴定规程”,对抗旱性强、中、弱等3个类型的3个代表性品种在谷子品种灌浆期进行了光合速率、气孔导度、蒸腾速率的测定,用美国产 LI-6400 光合测定仪测定。

#### 1.4 数据处理

采用唐启义等研制的《DPS 数据处理系统》<sup>[9]</sup>,对所得的数据进行统计分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 供试品种抗旱性鉴定

将各试验处理和对照的小区子实产量数据,按照前述公式计算各品种的全生育期干旱胁迫处理抗旱系数和抗旱指数,以及灌浆期胁迫处理的抗旱指数,结果列于表 1。由表 1 可见谷子不同品种的抗旱性表现了较大的差异,全生育期抗旱指数大于 1.0 的有 5 个品种,红根谷抗旱指数最高,为 1.130 另外 4 个品种以抗旱指数高低依次是硬半月谷 (1.110)、七月黄 (1.110)、大齐头白 (1.070) 和饿死驴 (1.051); 抗旱指数在 0.800 ~ 1.000 范围的有 4 个,气死稗谷的抗旱性最弱,

其抗旱指数为 0.772。灌浆期抗旱指数和全生育期抗旱指数对品种抗旱性鉴定的结果基本是一致的,但存在微小的差异。灌浆期抗旱指数大于 1.0 的有 4 个品种,硬半月谷抗旱指数为 1.263 为最高,其他 3 个品种抗旱指数高低依次是红根谷 (1.149)、大齐头白 (1.114) 和七月黄 (1.076); 剩余 6 个品种抗旱指数均高于 0.8 抗旱指数最低的品种为鹅羊谷 (0.825)。而从抗旱系数来分析,抗旱系数数值在品种间差异较小,相对难以区分不同品种的抗旱性,且其差异并不能说明问题,例如红根谷与小穗黄干旱胁迫 667m<sup>2</sup> 产量分别为 214.65kg 和 161.62kg 差异明显,而抗旱系数则为 0.703 和 0.696,差异不明显。

### 2.2 谷子在干旱胁迫条件下农艺性状和生理指标与抗旱性的关系

**2.2.1 形态指标与抗旱性的关系** 试验所得结果见表 2。结果表明,各品种在干旱胁迫下株高、单穗粒重和茎干重等明显下降,说明这 3 个性状受干旱胁迫的影响最大,尤以株高和茎干重受影响最大。茎节数、茎粗、穗长和千粒重变化相对较小,或没有变化,说明这 4 个性状受干旱胁迫的影响较小。多数品种单穗重的相对值在 1 左右,说明干旱胁迫对谷子单穗重量影响不大,但单穗粒重却表现明显减低,说明干旱胁迫增加了秕谷的

表 1 不同谷子品种的抗旱系数和抗旱指数

Table 1 Drought resistance index and coefficient of different foxtail millet varieties

品种 Variety	苗期反复干旱 鉴定抗旱性 Drought resistant at seedling stage	产量 (kg/667m <sup>2</sup> ) Grain yield			全生育期抗旱系数 Drought resistance coefficient & rank		全生育期抗旱指数 Drought Resistant Index I of whole growing period stress & rank		灌浆期抗旱指数 Drought Resistant Index I at seedling stage stress & rank	
		非干旱胁迫 Control	灌浆期胁迫 Stress at seed filling stage	全生育期干 旱胁迫 Stress for the whole growing period	系数	名次	系数	名次	系数	名次
小穗黄	中抗	240.41	208.33	183.08	0.762	6	0.964	5	0.990	5
大青秸	中抗	232.32	219.70	161.62	0.696	8	0.851	8	0.941	6
东方亮	抗旱	209.60	198.23	174.24	0.796	3	0.878	7	0.919	7
气死稗谷	不抗	262.63	214.65	151.52	0.880	1	0.772	9	0.889	8
大齐头白	抗旱	231.06	212.12	203.28	0.774	5	1.070	3	1.114	3
饿死驴	中抗	257.58	232.32	199.50	0.835	2	1.051	4	0.868	9
七月黄	中抗	252.53	237.37	183.08	0.780	4	1.110	2	1.076	4
鹅羊谷	不抗	232.32	224.75	180.56	0.578	10	0.995	6	0.825	10
硬半月谷	不抗	328.28	266.42	210.86	0.644	9	1.110	2	1.263	1
红根谷	抗旱	305.56	242.43	214.65	0.702	7	1.130	1	1.149	2

比率。干旱胁迫下不同品种根干重表现了较大的差异,如红根谷和七月黄根重增加显著,这两个品种的相对根干重分别为 1.383 和 1.146 其他品种则表现减低。从根冠比来说,供试的 10 个品种中有 8 个品种表现大于 1,另外 2 个品种也接近于 1,说明干旱胁迫下根冠比是增加的趋势,其中尤以红根谷和七月黄增加的最多,它们的相对根冠比分别达到 1.425 和 1.396。这说明干旱对根的影响小,而对地上茎叶等生长影响大,或者说干旱胁迫在一定程度上诱导了根的生长。

相关分析表明(表 2),相对根冠比、相对单穗粒重与抗旱指数间的相关关系  $r$  值分别为 0.788 和 0.804 ( $r_{0.01} = 0.765$ ),呈极显著相关;相对根干重和

表 2 供试谷子品种农艺性状指标与抗旱指数的关系

Table 2 Relationship between DRI and morphological traits of foxtail millet

品种名称 Variety	根干重 Root weight	茎干重 Stem weight	根冠比 Root shoot ratio	株高 Plant height	茎粗 Stem thickness	节数 Node number	穗下茎长 Top node length	穗长 Ear length	单穗重 Ear weight	单穗粒重 Kemel weight	千粒重 TGW	抗旱指数 DRI	灌浆期抗旱指数 DRI
小穗黄	0.685	0.693	0.979	0.937	1.071	0.907	1.041	1.003	1.008	0.946	1.04	0.964	0.99
大青桔	0.844	0.884	0.954	0.93	1.087	0.933	1.1	1.044	0.937	0.812	0.899	0.851	0.941
东方亮	0.734	0.674	1.085	0.797	0.841	0.95	0.968	1.067	0.598	0.606	1.024	0.878	0.919
大齐头白	0.778	0.63	1.243	0.918	1.133	0.912	1.027	0.844	1.172	0.912	0.993	1.07	1.114
饿死驴	0.983	0.722	1.357	0.865	0.911	0.963	0.919	0.805	0.96	0.878	1.055	1.051	0.868
七月黄	1.146	0.809	1.396	0.881	0.857	0.954	0.845	0.879	0.875	0.813	0.905	1.11	1.076
鹅羊谷	0.959	0.939	1.018	0.835	0.956	0.943	0.922	0.847	1.13	0.84	0.986	0.995	0.825
气死稗谷	0.773	0.705	1.094	0.8	0.905	0.949	0.728	0.739	0.553	0.533	1.028	0.772	0.889
硬半月谷	0.961	0.842	1.334	0.804	0.903	0.952	0.696	0.81	0.939	0.986	0.868	1.11	1.263
红根谷	1.383	0.972	1.425	0.98	1.177	0.995	0.943	0.927	1.329	0.982	0.994	1.13	1.149
相关系数	0.667*	0.293	0.788**	0.349	0.192	0.306	-0.108	-0.214	0.704*	0.804**	-0.28		
灰色关联度	0.432	0.341	0.533	0.459	0.369	0.484	0.45	0.338	0.333	0.53	0.454		

表中数据均为完全干旱胁迫处理与非胁迫处理的比值。\*、\*\* 分别为相关系数  $r$  在 0.05 和 0.01 的显著水平

The data in this table are the ration of drought stress and no stress \* , \*\* mean significance at 0.05 and 0.01 level respectively

2.2.2 谷子光合速率、气孔导度、蒸腾速率与抗旱性的关系 根据 2007 年试验的结果,选取抗旱性不同的 3 个品种七月黄、鹅羊谷和气死稗谷,在干旱胁迫、灌浆期胁迫和非胁迫对照条件下,测定光合速率、气孔导度和蒸腾速率,结果见表 3。由结果可见,水分胁迫对抗旱性弱的品种气死稗谷影响较大,光合速率随水分胁迫程度加大而减弱,而抗旱性较好的品种七月黄在水分胁迫下光合速率变化幅度不大,严重干旱胁迫下光合速率呈下降趋势。相关分析表明,干旱胁迫的光合速率和相对光合速率与抗

相对单穗重与抗旱指数间的相关关系  $r$  值分别为 0.667 和 0.7041 ( $r_{0.05} = 0.632$ ),呈显著相关;相对株高和相对节数与抗旱指数关系值  $r$  分别为 0.349 和 0.306 相关关系较密切。

灰色关联度分析中(表 2),相对根冠比与抗旱指数的关联度值为 0.533 关联度最大;其次是相对单穗粒重,关联度值为 0.530 相对节数、相对株高、相对千粒重、相对穗下茎长和相对根干重关联度分别为 0.484 0.459 0.454 0.450 和 0.432 这些性状与抗旱指数也有一定关联度。据此,谷子的相对根冠比和单穗相对粒重可作为评价抗旱性的指标,相对根干重、相对单穗重、相对株高和相对节数可作为参考指标。

旱指数间的相关关系  $r$  值分别为 0.998 和 0.987 ( $r_{0.01} = 0.981$ ),呈极显著相关。因此,谷子的干旱胁迫下光合速率和相对光合速率可作为灌浆期的一个抗旱性评价生理指标。

由表 3 可见,在干旱胁迫下,灌浆期抗旱性强的品种七月黄比抗性弱的品种气死稗谷、抗旱性中等品种鹅羊谷表现出较小的气孔导度和较低蒸腾速率。相关分析表明,非干旱胁迫蒸腾速率与抗旱指数间的相关关系  $r$  值为 0.984 ( $r_{0.01} = 0.981$ ),呈极显著相关;非干旱胁迫气孔导度和灌浆期干旱胁迫气孔导度与

抗旱指数间的相关关系  $r$  值均为  $-0.942$  ( $r_{0.05} = 0.932$ ), 呈显著负相关。因此谷子的非干旱胁迫蒸腾速率可作为灌浆期的一个抗旱性评价指标, 非干旱胁迫

气孔导度和灌浆期干旱胁迫气孔导度在评价谷子抗旱性时可作为灌浆期抗旱性参考指标。

表 3 谷子灌浆期光合速率、气孔导度、蒸腾速率与抗旱性的关系

Table 3 The relationship of photosynthetic rate, stomatal conductance, transpiration rate and DRI

名称 Variety	光合速率 Photosynthetic rate				气孔导度 Stomatal conductance				蒸腾速率 Transpiration rate				
	灌浆期		灌浆期干		灌浆期干		灌浆期干		灌浆期干		灌浆期干		
	抗旱 指数 DRI	非干旱 胁迫 drought stress	干旱胁迫 No Postulation period Drought stress	全生育期 干旱胁迫 Drought stress	干旱胁迫 Drought stress	非胁迫 Water stress	胁迫 Drought stress	全生育期 干旱胁迫 Drought stress	干旱胁迫 Drought stress	非胁迫 Water stress	胁迫 Drought stress	全生育期 干旱胁迫 Drought stress	干旱胁迫 Drought stress
气死稗谷	0.772	23.200	18.600	14.920	0.643	0.047	0.041	0.032	0.681	1.790	1.270	1.107	0.618
七月黄	1.110	22.000	20.200	17.567	0.799	0.041	0.025	0.022	0.537	2.307	2.063	1.095	0.475
鹅羊谷	0.995	21.700	22.333	16.733	0.771	0.035	0.028	0.030	0.857	2.220	1.450	0.629	0.283
相关系数	-0.862	0.584	0.998*	0.987*	-0.942*	-0.942*	-0.761	-0.266	0.984**	0.884	-0.199	-0.596	

表中数据均为灌浆期测定的光合速率、气孔导度、蒸腾速率数据的平均值。\*、\*\* 分别为相关系数  $r$  在 0.05 和 0.01 的显著水平

The data in the table are the medium value of photosynthetic rate, stomatal conductance, transpiration rate. \*, \*\* mean significance at 0.05 and 0.01 respectively.

### 3 讨论

谷子抗旱性因评价指标、鉴定方法和鉴定时期不同而异, 不同方法反映的抗旱性内涵不同, 分别适合不同的应用, 也反映了谷子抗旱性的复杂性。本研究用抗旱系数法和抗旱指数法, 鉴定了经苗期反复干旱鉴定表现不同抗旱性的 10 个谷子品种, 结果表明抗旱系数法和抗旱指数法的结果不一致, 苗期反复干旱鉴定和全生育期鉴定结果也不一致。首先, 采用抗旱系数法结果中, 抗旱性列前两位的品种是气死稗谷和饿死驴, 而在抗旱指数法中这 2 个品种分别列为第 9 和第 4 位; 而在抗旱指数法中抗旱性列前两位的红根谷和硬半月谷, 在抗旱系数法中则分别列第 7 和第 9 位, 其他品种的结果也不一致。抗旱系数是作物抗旱性鉴定比较通用的指标<sup>[1-3]</sup>, 它反映了不同作物品种对干旱的敏感程度, 一个品种的抗旱系数高, 说明抗旱性强、稳产性好, 抗旱性是以其自身胁迫与非胁迫对照的比较; 是一种简捷的度量基因型与环境互作的定义公式, 它主要是判断基因型与环境互作的, 不能反映一个基因型的产量水平。而抗旱指数法则将所有参数品种作为一个整体来计算比较, 融合品种的丰产性和抗旱性于一体, 是一个综合的指标, 揭示的抗旱性并不是品种对干旱胁迫的单纯生理反应, 这种指标更适合于生产

用品种鉴定和育种实践。其次, 本研究揭示的谷子全生育期抗旱性和苗期反复干旱鉴定结果不一致: 如硬半月谷在苗期不抗旱, 而在全生育期抗旱性突出; 但也存在苗期抗旱, 全生育期也抗旱的, 如红根谷和七月黄。苗期抗旱的东方亮和大齐头白, 根据全生育期抗旱系数判断也抗旱。谷子抗旱性的这种复杂表现和不同发育时期与鉴定方法、指标的不同内涵, 要求我们在进行不同研究工作时慎重考虑采用的方法和材料。

谷子不同形态性状和生理性状对干旱胁迫的反应不同, 相对根冠比、单穗相对粒重和灌浆期蒸腾速率可以作为谷子全生育期抗旱性鉴定的指标。本试验通过在正常供水和干旱胁迫下测定不同抗旱类型谷子品种的根干重、茎干重、根冠比、株高、茎粗、穗下茎长、穗长、单穗重、单穗粒重、千粒重、光合速率、气孔导度、蒸腾速率等性状和指标的变化和反应, 认为株高、单穗粒重和茎干重对干旱胁迫反应敏感, 而茎节数、茎粗、穗长、穗下茎长和千粒重对干旱胁迫反应较不敏感; 地上部茎干重在干旱胁迫下均表现降低, 而地下根干重除红根谷和七月黄两个品种外, 其他品种均表现降低; 但所有供试品种的相对根冠比均大于 1 或接近于 1, 抗旱性强的红根谷和七月黄增加的最多, 它们的相对根冠比分别达到 1.425 和 1.396 这说明干旱在一定程度上诱导了根的生

长,且抗旱性越强的品种根冠比越大。谷子光合速率、气孔导度、蒸腾速率 3个生理指标对干旱胁迫均反应敏感,但不同品种间表现了显著差异。蒸腾速率和光合速率同抗旱性的高度相关性在水稻、玉米和小麦的研究中也有报道<sup>[10-13]</sup>,说明禾谷类作物在该方面的相似性。将谷子各性状对干旱胁迫的反应同抗旱性进行关联和相关分析发现,相对根冠比、单穗相对粒重和灌浆期蒸腾速率可以作为谷子全生育期抗旱性鉴定的指标,而相对根干重、相对单穗重、相对株高、相对节数和气孔导度则可以作为谷子全生育期抗旱性鉴定的参考指标。鉴于全生育期抗旱鉴定工作量大、投入高、费时长等问题,在多雨地区利用抗旱棚和抗旱池很难进行大批量资源鉴定,但本研究建立的指标可用于在少雨和无雨的干旱地区(新疆等)进行谷子品种的大量鉴定。

#### 参考文献

[1] 黎裕. 作物抗旱鉴定方法与指标 [J]. 干旱地区农业研究, 1993, 11(1): 91-99

- [2] 景蕊莲. 作物抗旱节水研究进展 [J]. 中国农业科技导报, 2007, 9(1): 1-5
- [3] 栗雨勤, 王英军, 王有增, 等. 农作物品种抗旱性鉴定规程 (C). DB13/T 398 5-1999
- [4] 李荫梅. 谷子(粟)品种资源抗旱性鉴定研究 [J]. 华北农学报, 1991, 6(3): 20-25
- [5] 李荫梅. 苗期反复干旱法鉴定谷子抗旱性的可靠性与实用性 [J]. 河北农业科学, 1992(4): 9-11
- [6] 温琪汾, 王纶, 王星玉. 山西省谷子种质资源及抗旱种质的筛选利用 [J]. 山西农业科学, 2005, 33(4): 32-33
- [7] 张锦鹏, 王茅雁, 白云凤, 等. 谷子品种抗旱性的苗期快速鉴定 [J]. 植物遗传资源学报, 2005, 6(1): 59-62
- [8] 朱学海, 宋燕春, 赵治海, 等. 用渗透剂胁迫鉴定谷子芽期耐旱性的方法研究 [J]. 植物遗传资源学报, 2008, 9(1): 62-67
- [9] 唐启义, 冯明光. 实用统计分析及其计算机处理平台 [M]. 北京: 中国农业出版社, 1997: 46-70
- [10] 王贺正, 马均, 李旭毅, 等. 水稻开花期鉴定指标的筛选 [J]. 作物学报, 2005, 31(11): 1485-1489
- [11] 王贺正, 马均, 李旭毅, 等. 水稻开花期一些生理生化特性与品种抗旱性的关系 [J]. 中国农业科学, 2007, 40(2): 399-404
- [12] 王士强, 胡银岗, 余奎军, 等. 小麦抗旱相关农艺性状和生理生化性状的灰色关联度分析 [J]. 中国农业科学, 2007, 40(11): 2452-2459
- [13] 张文英, 柳斌辉, 杨国航, 等. 玉米不同时期抗旱性鉴定指标的灰色关联度与聚类分析 [J]. 华北农学报, 2008, 23(增刊): 96-98

#### 欢迎 订阅

《生物技术通报》是中国农业科学院农业信息研究所主办、中国农业科学院生物技术研究和中国农学会高新技术农业应用专业委员会合办的综合性科技刊物。本刊报道国内外生物技术领域基础研究成果及其在农、林、牧、渔及医药、食品、轻工、环保领域中的应用和产业化趋势。内容包括基因工程、细胞工程、酶工程、发酵工程、生化工程、蛋白质工程以及生物工程的应用、研究现状和新的实验技术与方法等。

月刊, 大 16 开, 128 页, 每期定价 25 元, 全年定价 300 元。邮发代号为 18-92 国外发行代号为 BM 5607, 也可直接向编辑部订阅(免邮费), 挂号需每期另加 3 元。

电话: 010-82109903, 82109925

E-mail biotech@mail.caas.net.cn

地址: (100081)北京中关村南大街 12 号信息所《生物技术通报》编辑部

《辣椒杂志》是一本以辣椒为专门研究报道对象的科技期刊, 具有鲜明的行业特色与优势。在本领域内报道科技成果和学术论文具有权威性和导向性。其内容科学、丰富、实用, 涵盖辣椒新品种选育、无公害栽培技术、新优品种介绍、市场行情分析、产品加工、产业论坛等方面。是科技工作者、辣椒种植者、辣椒经销商、加工企业的良师益友。

大 16 开国际标准开本, 邮发代号 42-210 季刊, 每册定价 6 元, 全年 24 元。

地址: (410125)湖南长沙省农科院内辣椒新品种技术研究推广中心《辣椒杂志》编辑部

电话: 0731-84692655

E-mail zgjzz@yahoo.com.cn

《吉林农业科学》是吉林省农科院主办的农业综合性科学技术刊物。本刊融学术性、技术性、信息性和知识性于一体, 是理论与实践相结合、普及与提高并重的刊物。旨在报道最新农业科研成果、研究进展和科技动态, 传播农业科学知识, 推广农业新品种和新技术, 介绍农业生产新经验等。辟有作物育种栽培、生物技术、土壤肥料、植物保护、畜牧兽医、园艺果树、种子简介、国外农业、实用技术和广告信息等栏目。本刊是中国科技核心期刊和中国科技论文统计源期刊。双月刊, 大 16 开 64 页, 每期定价 4.00 元, 全年 24.00 元。邮发代号: 12-71, 全国各地邮局(所)均可订阅, 漏订者亦可随时向本刊编辑部订阅, 不另收邮费。

电话: 0431-87063151

E-mail jlhyk@cjaas.com

地址: (130033)吉林省长春市彩宇大街 1363 号《吉林农业科学》编辑部

《中国南方果树》是中国农业科学院柑桔研究所主办的国家级专业性技术类期刊。主要报道我国南方地区栽培的所有果树作物的创新性研究成果, 反映国内南方果树科技动态, 介绍新的实用技术和先进经验, 扶持培养果树技术人才, 推动和促进我国果树学科的发展, 为我国南方果树产业发展提供技术支持。

双月刊, 16 开本, 72 页, 定价 5 元, 全年价 30 元。全国各地邮局(所)均可订阅, 邮发代号 78-13。

地址: (400712)重庆市北碚区歇马镇柑桔研究所

电话: 023-68349198

E-mail tougao@southfruit.com.cn