

doi:10.7668/hbxb.2014.S1.032

花生抗旱性鉴定评价指标的研究

王 瑾, 李玉荣, 张嘉楠, 程增书, 陈四龙, 宋亚辉, 孔海彦, 王利媛, 张朋娟

(河北省农林科学院 粮油作物研究所, 河北省作物遗传育种实验室, 河北 石家庄 050035)

摘要:为了筛选花生抗旱性鉴定评价指标, 构建评价体系, 利用 177 个株系组成的花生重组自交系群体为研究对象, 连续 2 年在充分灌溉和干旱胁迫条件下种植, 收获考种后分析了 22 个表型性状、2 个生理指标与抗旱系数间的相关关系。结果表明: 总分枝数、结果枝数、结果节数、单株果数、百仁质量这 5 个表型性状的干旱胁迫指数以及叶绿素含量、冠层温度 2 个生理指标的抗旱性综合评价价值均与抗旱系数有显著相关关系, 这 7 个性状可作为判定花生抗旱性的评价指标。以抗旱系数 ≥ 1.1 为标准, 筛选到 3 个抗旱株系, 即 L19、L121 和 L146。

关键词:花生; 抗旱性; 抗旱系数; 胁迫指数; 综合评价

中图分类号: S565.202 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-7091(2014)增刊-0162-07

Identification Index of Drought Resistance in Peanut

WANG Jin, LI Yu-rong, ZHANG Jia-nan, CHENG Zeng-shu, CHEN Si-long,
SONG Ya-hui, KONG Hai-yan, WANG Li-yuan, ZHANG Peng-juan(Institute of Cereal and Oil Crops, Hebei Academy of Agriculture and Forestry Sciences,
Laboratory of Crop Genetics and Breeding of Hebei Province, Shijiazhuang 050035, China)

Abstract: The objective of this article was to screen the drought resistance identification indexes and build evaluation system of peanut. In this study, a RIL population consisting of 177 lines which were planted in well-watered and drought stress environments in 2 years was analyzed based on 22 agronomic traits and 2 physiological characters. To detect the drought-resistant identification indexes, the correlation between these traits and the drought coefficient were analysis. The results showed that the correlation between drought coefficient and stress index of number of branch, number of bearing branch, number of bearing node, number of pods per plant, 100-seed weight, comprehensive appraisal D value of chlorophyll content and canopy temperature were showed significant level. So these 7 traits can be used to screen drought-resistant germplasm. Drought-resistant germplasm were identified using a minimum drought coefficient score of 1.1. Using this criterion, steady drought tolerant lines L19, L121, L146 in the population were screened out.

Key words: *Arachis hypogaea*; Drought resistance; Drought coefficient; Stress index; Comprehensive appraisal

干旱是世界常见的气候灾害, 全世界平均每年因干旱造成的损失相当于其他非生物胁迫造成损失之和^[1]。干旱也是制约我国农业发展的一个关键问题, 据统计, 我国作物年受旱面积达 200 万~270 万 hm^2 , 因缺水导致粮食减产 350 亿~400 亿 kg。在花生中, 每年因干旱造成减产 30%~50%^[2]。因此, 培育抗旱性强的花生品种是当前育种工作的主要

目标之一。花生品种抗旱性准确鉴定依赖于完善的鉴定评价体系, 因此, 系统开展花生抗旱性评价指标的筛选鉴定研究, 对构建抗旱鉴定评价体系及抗旱性育种具有重要的指导意义。

多年来, 人们在花生抗旱性鉴定方面做了大量工作, 从不同角度提出了许多抗旱性评价指标, 如形态指标、生理生化指标等^[2-14]。花生抗旱性

收稿日期: 2014-10-18

基金项目: 河北省自然科学基金项目(C2013301044); 国家自然科学基金项目(31301354; 31201239); 国家花生产业技术体系建设项目(CARS-14-油用品种选育); 河北省省级预算项目(2011055002); 河北省农林科学院科学技术研究与发展计划项目(A2012060101); 河北省科技计划项目(14226313D)

作者简介: 王 瑾(1980-), 女, 河北行唐人, 副研究员, 博士, 主要从事花生遗传育种与栽培研究。

通讯作者: 李玉荣(1956-), 女, 河北保定人, 研究员, 主要从事花生遗传育种与栽培研究。

是多基因控制的数量性状,受环境因素影响较大,以往对花生抗旱性的鉴定多是在单一环境或者仅针对某一生育时期,筛选到的抗旱性鉴定指标,其适用范围狭窄,对不同类型的品种难以实现综合鉴定。针对以上问题,本研究选择表型性状广泛分离的重组自交系群体(RIL)稳定家系为研究对象,通过分析2年、2个试点多个指标的测定结果,以抗旱系数为参考,系统分析观测性状与抗旱系数的相关性,选取不同环境条件下与抗旱系数稳定相关的性状作为抗旱性评价指标,为花生育种抗旱性状选择提供依据。

1 材料和方法

1.1 试验材料

以远缘杂交后代稳定品系 SW9721-3 为母本,特 21 为父本,采用单粒传法构建了由 177 个株系组成的 F₇重组自交系(RIL)群体为材料。

1.2 试验方法

1.2.1 田间试验及农艺性状调查 RIL 群体分别在 2011 年和 2012 年种植于堤上试验站(DS2011 和 DS2012)和 3502 农场(NC2011 和 NC2012),于 5 月上中旬播种,9 月上旬收获,每个试点分别设计正常灌溉(A)和雨养(即干旱胁迫,B)2 个处理,正常灌溉处理在初花期和结荚饱果期各浇 1 次水,每次灌水量为 750 m³/hm²,干旱胁迫处理在花生全生育期仅利用自然降水,播种至收获的降雨量分别为 DS2011 381.6 mm、DS2012 435.6 mm、NC2011 521.7 mm、NC2012 488.7 mm。每个株系种植 1 行,行长 5.6 m,行距 40 cm,穴距 16.5 cm,植株密度 150 000 穴/hm²,每穴 2 粒。

依据花生区域试验田间调查及考种项目记载标准,在生育期间对 6 个性状进行调查,包括:开花习性、株型、叶片形状、二次分枝(有无)、叶色和花色;成熟后每个株系取 10 株进行室内调查和考种,以 10 株均值作为表型性状值进行分析,共调查了 17 个表型性状指标,包括主茎高、侧枝长、基部节间长、结果范围、总分枝数、结果枝数、结果节数、荚果形状、网纹深浅、种仁大小、种仁形状、种皮颜色、单株果数、单株产量、百果质量、百仁质量、出仁率。

1.2.2 生理指标测定 自盛花期开始到收获,每隔 15 d 测定花生叶绿素含量和冠层温度,共观测 5 次。

叶绿素含量:采用 SPAD-502 便携式叶绿素仪测定叶片叶绿素含量,选择主茎倒三叶,每个株系测定 10 株,取平均值。

冠层温度(CT):采用德国欧普士生产的 OP-

TRIS LaserSight 双功能便携式红外测温仪,于晴天午后(13:00-15:00)测定。按农田小气候观测的对称法观测,测温仪感应头距冠层 20 cm,探棒倾角为 30 °,避开裸土影响,直接读取数据。为减少误差,每个株系测定 3 次,取 3 次平均值作为观测值进行分析。

1.2.3 数据处理 抗旱性直接鉴定:在干旱胁迫条件下,作物产量是响应相关的多个性状综合作用的结果,常以单株产量的抗旱系数作为抗旱性的评定依据^[15-16],抗旱系数 = 水分胁迫下产量/正常供水产量,抗旱系数越大,表明该品种抗旱性越强。为排除环境的影响,本研究以不少于 3 个环境下抗旱系数 ≥ 1.1 表示该株系抗旱性强。

抗旱性相关指标的筛选:利用 SPSS 11.5 软件计算各指标与抗旱系数的相关程度。22 个表型性状中,开花习性、株型、叶片形状、二次分枝(有无)、叶色、花色、荚果形状、网纹深浅、种仁大小、种仁形状和种皮颜色等直接计算其与抗旱系数的相关程度;主茎高、侧枝长、基部节间长、结果范围、总分枝数、结果枝数、结果节数、单株果数、百果质量、百仁质量和出仁率利用各指标胁迫指数计算与抗旱系数的相关程度,各指标胁迫指数 = 水分胁迫下性状测定值/正常供水性状测定值;对于叶绿素含量和冠层温度,采用 5 次测量结果的综合评价(D)与抗旱系数进行相关性分析,以此判断此性状是否可作为鉴定品种抗旱性的依据^[7]。

品种(系)抗旱性综合评价(D)计算公式为:

$$\text{公式一: } u(x_j) = \frac{x_j - x_{\min}}{x_{\max} - x_{\min}} \quad (j = 1, 2, 3, \dots, n)$$

$$\text{公式二: } u(x_j) = 1 - \frac{x_j - x_{\min}}{x_{\max} - x_{\min}}$$

$$\text{公式三: } D = \sum_{j=1}^n [u(x_j) \cdot (r_j / \sum_{j=1}^n |r_j|)] \quad (j = 1, 2, 3, \dots, n)$$

式中, $u(x_j)$ 为第 j 个指标的隶属函数值, x_j 为某一指标性状的相对值, x_{\max} 和 x_{\min} 分别表示参试品种(系)中第 j 个指标性状相对值的最大值和最小值。若某指标性状与抗旱性为负相关,则用公式二反隶属函数进行转换。 r_j 为第 j 个指标与抗旱系数间的相关系数, D 值大者抗旱性强。

2 结果与分析

2.1 RIL 群体抗旱性的直接评定

如表 1 所示,SW9721-3 在 4 个环境(DS2011、NC2011、DS2012 和 NC2012)下的抗旱系数分别为 1.06,1.21,1.13,1.32,特 21 在 4 个环境下抗旱系

数分别为 0.85,0.83,0.96,0.79。方差分析表明,两者差异达到极显著水平。RIL 群体株系表现出明显的分离,4 个环境下抗旱系数的变异为 0.32 ~ 1.99,变异系数为 22.37% ~ 30.36%。以 3 个以上环境下抗旱系数 ≥ 1.1 为标准,共检测到 29 个株系抗旱性较强,占参试株系的 16.38%。其中 3 个株系 L19、L121 和 L146 在 4 个环境下都表现为抗旱(抗旱系数 ≥ 1.1),是筛选到的优异抗旱株系。

表 1 不同环境下群体及其亲本的抗旱系数

Tab.1 Descriptive of drought coefficient of the RIL and the parents

环境 Environments	亲本 Parents		群体 Population			
	SW9721-3	特 21 Te 21	平均值 Mean	变异范围 Range	标准差 Standard deviation	变异系数/% Variable coefficient
DS2011	1.06	0.85	1.03	0.49 ~ 1.76	0.26	25.79
NC2011	1.21	0.83	1.06	0.56 ~ 1.99	0.26	24.40
DS2012	1.13	0.96	1.03	0.34 ~ 1.79	0.23	22.37
NC2012	1.32	0.79	0.93	0.32 ~ 1.98	0.28	30.36

表 2 群体亲本及其株系间的表型变异

Tab.2 Phenotypic variation of the parents and the RIL

表型性状 Phenotypic character	类型 Type	亲本 Parents		群体 Population	
		SW9721-3	特 21 Te 21	份数 Number	百分比/% Percent
开花习性 Flowering habit	连续	连续		105	59.32
	交替		交替	72	40.68
株型 Plant type	蔓生型		蔓生型	34	19.21
	半蔓生型			23	12.99
	直立型	直立型		120	67.80
叶片形状 Blade shape	长椭圆形	长椭圆形		124	70.06
	倒卵形		倒卵形	53	29.94
二次分枝 The secondary branch	有	无		108	61.02
	无		有	69	38.98
叶色 Leaf colour	淡绿		淡绿	19	10.73
	绿	绿		92	51.98
	深绿			66	37.29
花色 Flower colour	浅黄色	浅黄色	浅黄色	177	100.00
荚果形状 Pod shape	龙生型	龙生型		17	9.60
	普通形			137	77.40
	斧头形			4	2.26
	茧形		茧形	19	10.73
网纹深浅 Checkered depth	中等		中等	88	49.72
	明显			76	42.94
	非常明显	非常明显		13	7.34
种仁大小 Seeds side	大粒			70	39.55
	中粒			43	24.29
	小粒	小粒	小粒	64	36.16
种仁形状 Seeds shape	椭圆形	椭圆形		87	49.15
	三角形		三角形	29	16.38
	圆锥形			61	34.46
种皮颜色 Seed coat colour	淡黄	淡黄		36	20.34
	浅褐		浅褐	16	9.04
	淡红			38	21.47
	粉红			87	49.15

2.2 抗旱相关性状的评价指标分析

对群体进行 22 个表型性状和 2 个生理指标的调查,从表 2~4 中可以看出,群体中除花色未出现分离外,其余皆表现出明显差异。群体中 59.32% 的株系表现为连续开花,40.68% 的株系为交替开花类型;株型分离为蔓生型、半蔓生型和直立型,其中 67.80% 为直立型;叶片形状表现为 70.06% 的长椭圆形和 29.94% 的倒卵形;群体中 61.02% 有二次分枝,38.98% 无二次分枝;叶色出现了淡绿色、绿色和深绿色 3 种,分别占群体的 10.73%, 51.98%, 37.29%;花色未出现分离;群体中荚果形状为 9.60% 龙生型、77.40% 普通形、2.26% 斧头形和 10.73% 茧形;网纹表现为 3 种类型中等、明显和非常明显,分别占 49.72%, 42.94%, 7.34%;群体中两亲本都为小粒型,后代则出现了 39.55% 大粒、24.29% 中粒和 36.16% 小粒的分离;群体的种仁形状表现为 49.15% 的椭圆形、16.38% 的三角形和 34.46% 的圆锥形;种皮颜色为 20.34% 的淡黄色、

9.04% 的浅褐色、21.47% 的淡红色和 49.15% 的粉红色。

表 3 为 11 个表型性状的胁迫指数变异情况,从表中可以看出,在 4 个环境下,主茎高胁迫指数均值为 0.94~1.03,变异范围为 0.47~1.72;侧枝长的胁迫指数均值为 0.92~1.03,变异范围为 0.56~1.63;基部节间长的胁迫指数均值为 0.92~1.08,变异范围为 0.42~1.84;结果范围的胁迫指数均值为 1.01~1.12,变异范围为 0.30~2.25;总分枝数的胁迫指数均值为 1.00~1.12,变异范围为 0.44~1.97;结果枝数的胁迫指数均值为 1.06~1.08,变异范围为 0.45~2.28;结果节数的胁迫指数均值为 0.96~1.08,变异范围为 0.39~2.50;单株果数的胁迫指数均值为 0.93~1.17,变异范围为 0.28~2.46;百果质量的胁迫指数均值为 0.95~1.06,变异范围为 0.42~1.82;百仁质量的胁迫指数均值为 0.97~1.19,变异范围为 0.49~1.74;出仁率的胁迫指数均值为 0.99~1.01,变异范围为 0.50~1.75。

表 3 不同环境下群体家系间的水分胁迫指数变异

Tab.3 Water stress index variation of the RIL under different environments

性状 Traits	DS2011		NC2011		DS2012		NC2012	
	平均值	变异范围	平均值	变异范围	平均值	变异范围	平均值	变异范围
	Mean	Range	Mean	Range	Mean	Range	Mean	Range
主茎高 Length of main stem	0.94	0.61~1.41	0.96	0.47~1.42	1.03	0.64~1.51	1.01	0.66~1.72
侧枝长 Length of cotyledonary branches	0.92	0.57~1.44	0.97	0.56~1.44	1.03	0.70~1.63	1.01	0.70~1.40
基部节间长 Basal elongated internode	0.98	0.57~1.50	1.06	0.53~1.75	0.92	0.42~1.84	1.08	0.51~1.71
结果范围 Bearing scope	1.05	0.50~1.96	1.09	0.62~2.13	1.12	0.36~2.03	1.01	0.30~2.25
总分枝数 No. of branch	1.00	0.57~1.75	1.12	0.44~1.88	1.01	0.65~1.53	1.06	0.58~1.97
结果枝数 No. of bearing branch	1.08	0.52~2.00	1.07	0.50~1.94	1.06	0.45~2.21	1.06	0.57~2.28
结果节数 No. of bearing node	1.05	0.45~2.04	1.04	0.48~2.50	1.08	0.47~2.43	0.96	0.39~2.29
单株果数 No. of pods per plant	1.12	0.65~2.46	1.17	0.58~2.42	1.04	0.37~2.02	0.93	0.28~2.12
百果质量 100-pod weight	1.00	0.42~1.75	1.06	0.50~1.82	0.95	0.47~1.63	0.99	0.57~1.73
百仁质量 100-seed weight	1.19	0.52~1.74	1.05	0.49~1.45	0.97	0.50~1.66	1.00	0.73~1.46
出仁率 Kernel percent	0.99	0.85~1.25	0.99	0.65~1.51	1.00	0.50~1.75	1.01	0.91~1.52

对叶绿素含量和冠层温度 5 次测量结果进行抗旱性综合评价值(D)计算,从表 4 中可以看出,群体中出现明显分离,叶绿素含量在 4 个环境下 D 值均

值为 0.43~0.52,变异范围为 0.15~0.88;冠层温度在 4 个环境下 D 值均值为 0.44~0.58,变异范围为 0.24~0.92。

表 4 不同环境下群体家系间的叶绿素含量和冠层温度 D 值变异

Tab.4 The D value variation of chlorophyll content and canopy temperature of the RIL under different environments

性状 Traits	DS2011		NC2011		DS2012		NC2012	
	平均值	变异范围	平均值	变异范围	平均值	变异范围	平均值	变异范围
	Mean	Range	Mean	Range	Mean	Range	Mean	Range
叶绿素 Chlorophyll content	0.43	0.15~0.80	0.46	0.26~0.88	0.52	0.34~0.85	0.48	0.18~0.82
冠层温度 Canopy temperature	0.58	0.24~0.83	0.44	0.24~0.70	0.56	0.32~0.83	0.53	0.26~0.92

2.3 抗旱性相关指标的筛选

22 个表型性状和 2 个生理指标与抗旱系数进行相关分析,其中花色在此群体中未出现分离,分析时予以剔除。结果如表 5 所示,10 个与抗旱系数直

接进行相关分析的性状中,开花习性、二次分枝、叶色、荚果形状、网纹深浅、种仁大小、种皮颜色在 2011 年 2 个环境下和抗旱系数达到了极显著相关,种仁形状在 2012 年 2 个环境下和抗旱系数相关达

到了显著水平。株型和叶片形状与抗旱系数相关不显著,表明该性状与品种抗旱性无关。研究表明,交替开花类型、有二次分枝、叶色较深、荚果为茧形或

龙生型、网纹较明显、种仁较小、种仁为三角形和种皮颜色为浅褐色的植株抗旱性较好。

表 5 10 个表型性状与抗旱系数的相关系数

Tab.5 Correlation coefficients between 10 phenotype and drought coefficients

性状 Traits	环境 Enviroments			
	DS2011	NC2011	DS2012	NC2012
开花习性 Flowering habit	-0.47 **	-0.38 **	-0.10	-0.01
株型 Plant type	-0.08	-0.15	-0.04	-0.13
叶片形状 Blade shape	0.04	0.08	0.09	0.13
二次分枝 The secondary branch	-0.44 **	-0.48 **	-0.09	-0.03
叶色 Leaf colour	-0.32 **	-0.20 **	-0.09	-0.05
荚果形状 Pod shape	0.30 **	0.20 **	0.10	-0.07
网纹深浅 Checkered depth	0.39 **	0.31 **	0.08	0.00
种仁大小 Seeds side	0.50 **	0.36 **	0.12	0.04
种仁形状 Seeds shape	0.002	0.11	0.27 **	0.16 *
种皮颜色 Seed coat colour	0.51 **	0.48 **	0.05	0.02

注: **. 相关达到 0.01 极显著水平; *. 相关达到 0.05 显著水平。表 6,7 同。

Note: **. Correlation is significant extremely at 0.01 level. *. Correlation is significant at 0.05 level. The same as Tab. 6,7.

表 6 为花生形态指标的胁迫指数与产量抗旱系数间的相关程度,其中总分枝数、结果枝数、结果节数、单株果数和百仁质量的胁迫指数在 4 个环境下与抗旱系数间均呈显著或极显著相关关系,单株果数与抗旱系数的相关系数最大,为 0.84~0.89。结果范围和百果质量的胁迫指数在 DS2011 和

NC2011 这 2 个环境下与抗旱系数相关关系达极显著水平。抗旱系数与主茎高、侧枝长、基部节间长和出仁率相关不显著。以上研究结果表明,水分胁迫环境下与正常供水处理相比,植株结果范围增加越大,总分枝数、结果枝数、结果节数、单株果数、百果质量和百仁质量增加越多,植株抗旱性越强。

表 6 各指标胁迫指数与抗旱系数的相关系数

Tab.6 Correlation coefficients between stress indexes and drought coefficients

性状 Traits	环境 Enviroments			
	DS2011	NC2011	DS2012	NC2012
主茎高 Length of main stem	0.03	-0.02	0.02	-0.08
侧枝长 Length of cotyledonary branches	0.12	0.10	0.08	0.14
基部节间长 Basal elongated internode	0.04	0.06	0.01	0.05
结果范围 Bearing scope	0.38 **	0.32 **	0.10	0.12
总分枝数 No. of branch	0.47 **	0.39 **	0.36 **	0.19 *
结果枝数 No. of bearing branch	0.61 **	0.49 **	0.36 **	0.22 **
结果节数 No. of bearing node	0.46 **	0.24 **	0.21 **	0.35 **
单株果数 No. of pods per plant	0.87 **	0.89 **	0.87 **	0.84 **
百果质量 100-pod weight	0.28 **	0.24 **	0.11	0.07
百仁质量 100-seed weight	0.56 **	0.24 **	0.17 *	0.17 *
出仁率 Kernel percent	-0.04	-0.02	-0.08	-0.03

表 7 叶绿素含量和冠层温度 D 值与抗旱系数的相关系数

Tab.7 Correlation coefficients between the D value of chlorophyll content and canopy temperature and drought coefficients

性状 Traits	环境 Enviroments			
	DS2011	NC2011	DS2012	NC2012
叶绿素含量 Chlorophyll content	0.28 **	0.21 **	0.37 **	0.30 **
冠层温度 Canopy temperature	0.15 **	0.30 **	0.28 **	0.32 **

抗旱系数与叶绿素含量和冠层温度胁迫指数分别为正相关和负相关,将其与两性状的 D 值进行相

关分析,结果如表 7 所示,在 4 个环境下的相关都达到极显著水平。

综上所述,22 个表型性状和 2 个生理指标中,共 17 个性状胁迫指数与抗旱系数间相关达到显著或极显著水平,其中 10 个性状表现为某 1 个年份 2 个环境下与抗旱系数间相关达到显著或极显著水平,表明其受环境影响较大,利用此指标进行品种抗旱性鉴定时应该慎重。另 7 个指标总分枝数、结果枝数、结果节数、单株果数和百仁质量的胁迫指数、叶绿素含量和冠层温度 D 值在 4 个环境下都与抗旱系数间相关达到显著或极显著水平,因此,可作为鉴定品种抗旱性的依据。

3 讨论

3.1 花生抗旱性鉴定指标的筛选

作物的抗旱性是复杂的数量性状,不仅受其基因型的影响还受环境条件的制约,因此,研究者们从不同角度出發,分別对作物的生态学、解剖学、形态学和生理学的抗旱表现进行了深入研究,提出了各种抗旱性鉴定指标。包括生长发育、形态特征指标、生理生化指标、产量鉴定指标和综合评价指标等^[15]。研究表明,交替开花类型具有无限开花习性,即使遇到较长时间的严重干旱,也能在水分恢复期通过大量生长、延长收获期得以补偿^[3,12]。本研究中交替开花类型抗旱性优于连续开花类型,与已有研究结果一致。谭忠等^[12]研究表明,荚果形状为龙生型叶色较深的品种抗旱性较好,本研究中龙生型叶色深花生的抗旱性优于其他类型,与已有研究结果相同。叶片叶绿素含量直接影响光合作用速率和光合产物的形成^[17],当植株受到干旱胁迫时叶绿素含量的变化可以指示植株对水分胁迫的敏感性,并直接影响产量^[6],所以叶绿素含量可作为花生抗旱性鉴定的简易指标^[11]。本研究表明,花生叶绿素含量较高的株系抗旱性较好,且叶绿素的综合评价 D 与抗旱系数呈极显著相关,进一步验证叶绿素含量可作为花生抗旱性鉴定的指标。作物冠层温度是作物体内的热量平衡和水汽运动的直接体现,它主要通过叶片气孔的开闭影响作物热量平衡^[18],使大气温度与作物冠层温度间达到双向动态平衡,因此,冠层温度可以作为作物水分胁迫的生理信号^[19]。在小麦中,冠层温度已被用于品种的抗旱性鉴定,且与抗旱指数呈负相关^[20]。本研究也表明冠层温度高的株系抗旱性差,冠层温度的综合评价 D 与抗旱系数的相关性达极显著水平,说明冠层温度也可以作为花生抗旱性评价的简易指标。

花生受干旱胁迫影响的程度,不仅与品种本身特征特性有关系,还受干旱发生时期、程度的影响,

是基因型与环境互作的结果^[7]。本研究中为消除环境的影响,将材料在 4 个环境下种植,结果表明,开花习性、二次分枝、叶色、荚果形状、网纹深浅、种仁大小、种仁形状、种皮颜色、结果范围和百果质量的胁迫指数在同一年份和抗旱系数达到了显著相关;总分枝数、结果枝数、结果节数、单株果数和百仁质量的胁迫指数在 4 个环境下与抗旱系数间均呈显著或极显著相关关系;叶绿素含量和冠层温度 D 值在 4 个环境下都与抗旱系数间相关达到极显著水平。以上研究表明,年际间的气候因素差异会造成抗旱性鉴定指标不同,因此,选择不同环境下与抗旱系数显著相关的指标用于评价花生品种抗旱性更为合理。以此为依据,本研究中共确定在 4 个环境下与抗旱系数相关的 7 个性状可作为花生抗旱性的评价指标,此结果可为构建抗旱鉴定评价体系及抗旱育种提供指导。

3.2 花生抗旱性评价方法的选择

从农业生产的目标考虑,作物的抗旱性最终要体现在产量上,各种形态性状和生理生化指标的正确与否最终需以作物产量结果作出判断^[16]。因而产量是作物抗旱性最直接切合生产实际的鉴定指标,应用最广泛也最为有效的是抗旱系数。利用此方法,可消除品种(系)间的固有差异,真正比较出不同品种的抗旱性差异。本研究以单株产量的抗旱系数为参照,分析了 22 个表型性状和 2 个生理性状与抗旱系数间的相关性,判断其是否可以作为抗旱性筛选指标的依据。表型性状中,开花习性、株型、叶片形状、二次分枝(有无)、叶色、花色、荚果形状、网纹深浅、种仁大小、种仁形状和种皮颜色这 11 个性状是品种(系)固有的属性,不随着环境改变发生变化,将其直接计算与抗旱系数的相关程度;主茎高、侧枝长、基部节间长、结果范围、总分枝数、结果枝数、结果节数、单株果数、百果质量、百仁质量和出仁率这 11 个性状则利用各指标性状相对值计算与抗旱系数的相关程度;对于叶绿素含量和冠层温度,由于同一指标在不同的生育阶段表现不同^[6],为排除此因素影响,本研究从盛花期开始对其进行测量,至收获共测量 5 次,采用 5 次测量结果的综合评价 D 与单株产量的抗旱系数进行相关性分析,以此判断此性状是否可作为鉴定品种抗旱性的依据。

3.3 花生抗旱性鉴定群体的选择

本研究选用的材料为包含 177 个株系的 RIL 群体,其亲本间遗传背景差异大,表型性状差异明显,所调查的 22 个表型性状和 2 个生理指标中,除花色外都出现明显差异,后代群体分离明显。其中

SW9721-3 的抗旱系数为 1.06 ~ 1.32, 特 21 抗旱系数为 0.79 ~ 0.96, 两者差异达到极显著水平。群体抗旱系数的变异范围为 0.32 ~ 1.99, 变异系数为 22.37% ~ 30.36%。株型、叶色、荚果形状、网纹深浅、种仁大小、种仁形状和种皮颜色在后代材料中均出现了与两亲本不同的表型, 其他性状在群体中也出现明显分离。因此, 此群体是进行鉴定评价指标筛选的理想材料。对于群体中未出现分离的某些性状, 可选取包含此表型的种质资源进一步筛选。

参考文献:

- [1] 山 仑, 黄占斌, 张岁歧. 节水农业[M]. 广州: 暨南大学出版社, 2000: 12 - 13.
- [2] 姜慧芳, 任小平. 干旱胁迫对花生叶片 SOD 活性和蛋白质的影响[J]. 作物学报, 2004, 30(2): 169 - 174.
- [3] 姜慧芳, 段乃雄. 花生抗旱机制的研究进展[J]. 中国油料, 1997, 19(3): 73 - 76, 81.
- [4] 姜慧芳, 任小平, 段乃雄, 等. 几个龙生型花生的耐旱形态性状研究[J]. 中国油料作物学报, 2001, 23(1): 12 - 16.
- [5] Upadhyaya H D. Variability for drought resistance related traits in the mini core collection of peanut[J]. Crop Science, 2005, 45(4): 1432 - 1440.
- [6] 张智猛, 万书波, 戴良香, 等. 不同花生品种对干旱胁迫的响应[J]. 中国生态农业学报, 2011, 19(3): 631 - 638.
- [7] 张智猛, 戴良香, 丁 红, 等. 中国北方主栽花生品种抗旱性鉴定与评价[J]. 作物学报, 2012, 38(3): 495 - 504.
- [8] 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.
- [9] 薛慧勤, 孙兰珍. 水分胁迫对不同抗旱性花生品种生理特性的影响[J]. 干旱地区农业研究, 1997, 15(4): 84 - 87.
- [10] 严美玲, 李向东, 林英杰, 等. 苗期干旱胁迫对不同抗旱花生品种生理特性、产量和品质的影响[J]. 作物学报, 2007, 33(1): 113 - 119.
- [11] 严美玲, 李向东, 矫岩林, 等. 不同花生品种的抗旱性比较鉴定[J]. 花生学报, 2004, 33(1): 8 - 12.
- [12] 谭 忠. 花生品种形态性状与抗旱性关系的研究[J]. 花生科技, 1998(1): 18 - 20, 23.
- [13] 王福青, 王铭伦, 郑芝荣, 等. 花生苗期耐旱性与品种关系的研究[J]. 干旱地区农业研究, 2000, 18(4): 82 - 87.
- [14] 陈由强, 叶冰莹, 朱锦懋, 等. 渗透胁迫对花生幼叶活性氧伤害和膜脂过氧化作用的影响[J]. 中国油料作物学报, 2000, 22(1): 54 - 57.
- [15] 栗雨勤, 张文英, 王有增, 等. 作物抗旱性鉴定指标研究及进展[J]. 河北农业科学, 2004, 8(1): 58 - 61.
- [16] 兰巨生. 农作物综合抗旱性评价方法的研究[J]. 西北农业学报, 1998, 7(3): 92 - 94.
- [17] 王正航, 武仙山, 吕小平, 等. 小麦旗叶叶绿素含量及荧光动力学参数与产量的灰色关联度分析[J]. 作物学报, 2010, 36(2): 217 - 227.
- [18] 苘辉民, 于国华, 殷锡圣, 等. 旱地冬小麦生育后期有关光合特性及光合产物分配规律研究[J]. 核农学报, 1999, 13(4): 206 - 213.
- [19] 王长发, 张嵩午, 刘正辉, 等. 冷型小麦表观性状研究[J]. 西北农业学报, 2001, 10(1): 79 - 83.
- [20] 赵 刚, 樊廷录, 李尚中, 等. 不同品种冬小麦冠层温度与抗旱性和水分利用效率的关系研究[J]. 农业现代化研究, 2010, 31(3): 334 - 337.