

姜柄瓜不同品种发芽期抗旱性鉴定及评价*

刘院梅, 裴徐梨, 荆赞革**, 梁正娇, 焦 鹏

(昆明学院 农学与生命科学学院, 云南 昆明 650214)

[摘 要] 为了探究姜柄瓜品种发芽期抗旱性的差异, 筛选出抗旱品种. 利用 PEG-6000 模拟干旱胁迫对姜柄瓜发芽期进行抗旱处理, 测定其胚根长、胚轴长、鲜质量、发芽势、发芽率、发芽指数和活力指数指标进行综合分析. 结果发现, PEG 质量分数越高抑制作用越强, 在 10% 的 PEG 质量分数下, 各项指标的变化总体最大, 除发芽指数和活力指数在 10% 的 PEG 质量分数下差异不显著外, 其余各指标差异均显著. 使用 10% 的 PEG 质量分数处理不同的姜柄瓜, 发现活力指数指标的变异系数最大为 54%. 所测品种当中, G11 的发芽势指标和鲜质量指标最大, 发芽率指标达到 90% 及以上的品种有 G3、G7、G11、G13, G14 和 G11 分别具有最大的胚根长和胚轴长, 发芽指数在 11~12 之间的有 G7、G11、G13 和 G16, 活力指数测量值介于 40~50 的有 G7、G11、G13、G14. 胚根长与胚轴长、发芽指数与活力指数这两组指标的相关系数最高, $r=0.986$. 隶属函数分析排在前 5 位的是 G11、G14、G7、G13、G16, 它们的各项指标都高于其他品种. 所测品种的聚类分析分为 4 类, 其中第 4 类为 G13、G16、G11、G14、G7, 共 5 份种质, 其主要特征是发芽势、发芽率、发芽指数、活力指数、胚根长、胚轴长、鲜质量的测量值在这 4 类当中最高, 属于抗旱型. 综合来看, 各项指标抗旱优异品种有 G13、G16、G11、G14、G7, 可作为优良抗旱种质. 试验结果可为姜柄瓜抗旱育种提供一定的理论依据.

[关键词] 姜柄瓜; 抗旱性; 发芽期; 种质评价

[中图分类号] S642.1 **[文献标志码]** A **[文章编号]** 1674-5639(2023)06-0096-08

DOI: 10.14091/j.cnki.kmxyxb.2023.06.014

姜柄瓜属于葫芦科南瓜属中国南瓜圆南瓜品种, 是云南的优良地方品种, 也是滇中地区栽培面积最大的南瓜品种. 其嫩瓜品质好, 价格稳定, 产值效益好^[1], 深受消费者喜爱. 干旱是制约农业生产的主要生态因子^[2], 对农作物的不同生育时期均有影响, 尤其种子发芽时期易受干旱影响, 将直接影响作物的品质和产量, 导致生产受限^[3,4]. 云南省一直以来都是干旱较为严重的地区, 农作物的大规模的种植与生产不仅要依赖于水利资源, 也要优选抗旱品种, 以应对干旱造成的减产损失. 因此, 筛选抗旱姜柄瓜种质具有重要生产意义^[5,6].

种子发芽期是衡量该作物抗旱性强弱的重要时期之一^[7]. Bouslama M. 等^[8]提出可以作为干旱胁迫下的种子萌发指标有种子的发芽率、发芽势及萌发指数. 郭晓丽^[9]对 10 个不同甘蓝型油菜品种萌发期进行 PEG 胁迫, 提出种子萌发期抗旱性评价方法, 并采用隶属函数法^[10,11]进行抗旱性综合评价. 王敬东^[12]以胚芽鞘的长度为参考值, 胚根长可作为春小麦萌发期的抗旱指标来鉴定抗旱材料^[12]. 张树林^[13]采用 20% 的 PEG 对小麦进行模拟干旱胁迫, 结果表明发芽势、芽长、根鲜重等指标可以用于萌发期抗旱性鉴定的筛选依据.

在玉米^[14-17]、小麦^[18,19]、绿豆^[20]、水稻^[21]等植物的耐旱性研究中常使用 PEG 溶液来模拟干旱胁迫. 但在姜柄瓜种子萌发期抗旱性方面的研究报道较少. 本试验拟对姜柄瓜发芽期的抗旱性进行鉴定, 以期筛选出优质抗旱品种, 同时为姜柄瓜抗旱育种提供一定的理论依据.

* [收稿日期] 2023-03-31

[作者简介] 刘院梅, 女, 贵州毕节人, 昆明学院在读硕士研究生, 研究方向为资源利用与植物保护.

** [通信作者] 荆赞革, 男, 河南灵宝人, 昆明学院副研究员, 博士, 研究方向为蔬菜分子生物学, E-mail: jingzange@aliyun.com.

[基金项目] 昆明学院引进人才科研项目 (YJL19009); 云南省教育厅项目 (ZX20230042).

1 材料与方法

1.1 供试材料

供试种均为云南栽培生产常用姜柄瓜品种, 详见表 1.

表 1 各姜柄瓜品种信息

编号	品种名称	育成单位
G1	易门姜柄瓜	河北早美农业科技有限公司
G2	极品易门姜柄瓜	河北早美农业科技有限公司
G3	上品姜柄瓜	河北早美农业科技有限公司
G4	丫皇姜柄瓜	河北早美农业科技有限公司
G5	玉溪姜柄瓜	河北早美农业科技有限公司
G6	黑宝石	河北早美农业科技有限公司
G7	顶级姜柄瓜	河北早美农业科技有限公司
G8	绿珍珠	宁夏润丰种业有限公司
G9	精选黑美人	山东润田种业有限公司
G10	特级绿珠	山东润田种业有限公司
G11	绿玉	山东润田种业有限公司
G12	翠珠	山东润田种业有限公司
G13	易门姜柄瓜	山东润田种业有限公司
G14	早熟姜柄瓜	甘肃省张掖市丰华兴农农业开发公司 甘肃省张掖市富荣种业
G15	高原明珠	甘肃省张掖市丰华兴农农业开发公司 甘肃省张掖市富荣种业
G16	玉溪姜柄瓜	甘肃省张掖市丰华兴农农业开发公司 甘肃省张掖市富荣种业
G17	黑元帅	甘肃省张掖市丰华兴农农业开发公司 甘肃省张掖市富荣种业
G18	精选玉溪姜柄瓜	甘肃省张掖市丰华兴农农业开发公司 甘肃省张掖市富荣种业
G19	黑珍珠	莱州市丰源种业有限公司宏大分公司 云南向善种子有限公司

1.2 试验方法

首先, 随机选取供试姜柄瓜品种进行预试验, 分别配置质量分数为 5%, 10%, 15%, 20% 和 25% 的 PEG-6000 (以下简称 PEG, 天津市科密欧化学试剂有限公司生产) 溶液为培养液, 并以清水 (CK) 作对照, 重复 3 次, 在上海一恒科学仪器有限公司生产的光照培养箱中培养 (温度: 30 ℃, 时长: 7 d, 光照强度 (光合有效辐射) 为 150 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$). 发芽试验中测量各相关测定指标, 并进行分析, 从而筛选出适宜的 PEG 质量分数进行进一步试验. 然后, 以筛选出的适宜 PEG 溶液模拟干旱对 19 种姜柄瓜品种进行发芽期抗旱性鉴定. 测量并记录数据进行整理和统计分析, 从而筛选出抗旱的姜柄瓜品种. 试验设 3 次生物学重复.

1.3 指标测定和计算公式

测定指标有胚根长、胚轴长、鲜质量、发芽势、发芽率、发芽指数、活力指数, 公式参考廖博通^[22]等人的方法.

$$\text{发芽势}(GP) = (\text{PEG 处理下第 4 d 种子发芽数} / \text{每个皿种子总数}) \times 100\%; \quad (1)$$

$$\text{发芽率}(GR) = (\text{PEG 处理下第 7 d 种子发芽数} / \text{每个皿种子总数}) \times 100\%; \quad (2)$$

$$\text{发芽指数}(GI) = \sum Gt/Dt; \quad (3)$$

$$\text{活力指数}(VI) = S \times GI. \quad (4)$$

式中: G_t 代表种子发芽数, D_t 代表相应种子萌发天数, S 代表鲜质量 (g).

1.4 耐旱性综合评价

本试验采用隶属函数法对姜柄瓜品种各项指标进行综合评价, 具体参考孙彩霞等^[10]和龚明^[11]的抗旱鉴定评价方法. 计算公式如下:

$$U(X_j) = u(X_j) = (X_{ij} - X_{\min}) / (X_{\max} - X_{\min}), j = 1, 2, 3 \dots, \quad (5)$$

式中, $u(X_j)$ 为姜柄瓜第 j 个指标的隶属函数值; X_{ij} 为姜柄瓜第 i 个品种第 j 个指标的测定值; X_{\max} 、 X_{\min} 为各供试姜柄瓜品种中第 j 个指标测定值的最大值和最小值. 总隶属函数值: 各项指标的隶属函数值求和算其平均值, 总隶属函数值越大, 耐旱性越强.

1.5 数据统计及分析

试验数据采用 Excel 2010 进行数据分析及差异性分析、相关性分析, 聚类分析采用 SPSS 25 软件.

2 结果与分析

2.1 姜柄瓜干旱胁迫溶液 PEG 质量分数筛选

2.1.1 不同 PEG 质量分数对测定指标的影响

随着 PEG 质量分数的升高, 姜柄瓜胚根长和胚轴长明显呈下降趋势, 当 PEG 质量分数高达 25%, 出现了种子无法生长胚轴的现象. 显然 PEG 溶液对胚轴生长的抑制比胚根更强 (图 1). 由表 2 可见, 随着 PEG 质量分数的上升, 种子鲜质量呈下降趋势. 胚根长在 5% PEG、25% PEG 的处理下较对照组分别减少了 3.17 cm、1.72 cm, 胚轴长在 5% PEG、25% PEG 的处理下较对照组分别减少了 16.22 cm、10.99 cm. 可见胚轴长受 PEG 溶液的影响更大. 和对照组相比, 发芽指数随着 PEG 质量分数的升高先增加 0.2 后在减少 1.7. 经过 5% PEG 处理后样品的活力指数较对照组下降 29.44, 经 25% PEG 处理后样品的活力指数较对照组下降 114.70. 当 PEG 质量分数 > 10%, 发芽指数和活力指数随 PEG 质量分数变化不明显. 除发芽指数没有显著差异外, 其余指标的差异都较为显著 ($P < 0.05$). 由此可见, PEG 溶液对姜柄瓜种子有明显的抑制作用, 各 PEG 质量分数处理下的胚根长、胚轴长、鲜质量、发芽指数、活力指数与对照组相比都被抑制, 抑制程度随质量分数升高而增强, 指标间的变化程度随着 PEG 质量分数的升高先变化明显后变化减弱.

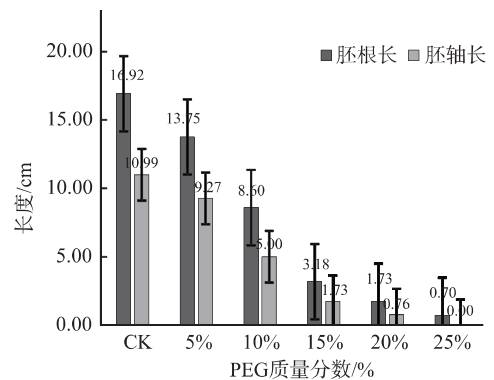


图 1 不同质量分数 PEG 溶液处理后种子胚根长和胚轴长

表 2 不同质量分数的 PEG 溶液处理下姜柄瓜种子各测定指标与 CK 对比

PEG 质量分数/%	胚根长/cm	胚轴长/cm	鲜质量/g	发芽指数	活力指数
5	-3.17 ^a	-1.72 ^a	-2.01 ^a	0.20 ^a	-29.44 ^a
10	-8.32 ^{ab}	-5.99 ^b	-4.29 ^b	-0.67 ^a	-70.18 ^b
15	-13.74 ^b	-9.26 ^{bc}	-5.78 ^{bc}	-1.70 ^a	-95.80 ^{bc}
20	-15.19 ^b	-10.23 ^c	-6.31 ^c	-1.06 ^a	-100.99 ^{bc}
25	-16.22 ^b	-10.99 ^c	-7.11 ^c	-1.75 ^a	-114.70 ^d

注: 同列数据后不同小写字母表示差异显著 ($P < 0.05$), 下表同.

2.1.2 不同处理测定指标差异性分析

和对照组 (CK) 相比 (表 3), 发芽指数指标没有达到显著性差异 ($P \geq 0.05$), 在 PEG 质量分数为 5% 时除姜柄瓜胚根长未达到显著性差异 ($P \geq 0.05$), 其余都具有显著性差异 ($P < 0.05$). 在 PEG 质量分数为 0 (CK) 到 15% 区间内各处理间除发芽指数外都差异性显著, PEG 质量分数超过 10% 的各项指标间差异不显著. PEG 质量分数从 0 (CK) 到 10% 区间内处理间除发芽指数外差异性显著, 10% 以后处理间差异不显著.

综上所述: 各项测量指标在 PEG 质量分数从 0 (CK) 到 10% 总体差异显著, 在 10% 之后差异不显著, 所以 10% 的 PEG 浓度为姜柄瓜模拟抗旱处理的最适质量分数.

表 3 不同质量分数的 PEG 溶液处理下姜柄瓜种子各测定指标

PEG 质量分数/%	胚根长/cm	胚轴长/cm	鲜质量/g	发芽指数	活力指数
0	16.92 ^a	10.99 ^a	9.98 ^a	15.40 ^a	153.88 ^a
5	13.75 ^a	9.27 ^b	7.97 ^b	15.60 ^a	124.44 ^b
10	8.60 ^b	5.00 ^c	5.69 ^c	14.73 ^a	83.71 ^c
15	3.18 ^c	1.73 ^d	4.20 ^d	13.70 ^a	58.08 ^d
20	1.73 ^c	0.76 ^d	3.67 ^{dc}	14.34 ^a	52.89 ^d
25	0.70 ^c	0.00 ^d	2.87 ^c	13.65 ^a	39.18 ^d

2.2 不同姜柄瓜品种抗旱性综合分析

2.2.1 姜柄瓜测定指标的变异分析

在 10% PEG 胁迫下姜柄瓜品种的抗旱相关性指标差异明显 (表 4、表 5), 其中发芽势在 20% ~ 90% 之间, 发芽率在 23.33% ~ 96.67% 之间, 发芽指数在 2.02% ~ 11.61% 之间, 活力指数在 5.70% ~ 46.76% 之间, 胚根长在 0.57 ~ 5.17 cm 之间, 胚轴长在 0.35 ~ 2.78 cm 之间, 鲜质量在 2.42 ~ 3.95 g 之间. 鲜质量的变异系数 0.13 为最小, 活力指数的变异系数 0.54 为最大.

表 4 姜柄瓜种子干旱胁迫下发芽相关指标的统计数据

统计数据	发芽势/%	发芽率/%	发芽指数	活力指数	胚根长/cm	胚轴长/cm	鲜质量/g
最大值	90.00	96.67	11.61	46.76	5.17	2.78	3.95
最小值	20.00	23.33	2.02	5.70	0.57	0.35	2.42
平均值	57.02	70.88	7.03	23.37	2.68	1.38	3.12
标准差	22.37	21.41	3.05	12.67	1.40	0.73	0.41

表 5 姜柄瓜种子干旱胁迫下发芽相关指标的变异系数

变异系数						
发芽势	发芽率	发芽指数	活力指数	胚根长	胚轴长	鲜质量
0.39	0.3	0.43	0.54	0.52	0.53	0.13

2.2.2 干旱胁迫对各项测定指标的影响

利用 10% PEG 溶液对不同姜柄瓜种子模拟干旱胁迫, 19 个姜柄瓜品种的发芽相关指标均受到了抑制, 各品种的抑制程度存在差异 (表 6). 在所测品种当中, 发芽势指标的最大值是 G11 的 90%, 最小值是 G9 的 20%. 发芽率指标达到 90% 及以上的品种有 G3、G7、G11、G13, 最小值是 G9 的 23%. 胚根长的最大值是 G14 (5.17 cm), 其余大多数介于 2.00 ~ 3.00 cm, 最小值是 G17 的 0.57 cm. G7、G11、G13、G14 和 G16 的胚轴长明显高于其余 14 个品种, 其余多数胚轴长介于 1.00 ~ 3.00 cm 之间, 最小值是 G17 的 0.35 cm. 鲜质量多数介于 3.00 ~ 4.00 g 之间, 其最小值是 G6 的 2.42 g, 差异较小. 发芽指数指标在 11 ~ 12 之间的有 G7、G11、G13 和 G16, 最小值是 2.02 (G9). 活力指数指标测量值介于 40 ~ 50 的有 G7、G11、G13、G14, 最小值是 5.70 (G9).

表 6 各品种姜柄瓜种子干旱胁迫下发芽相关测定指标

编号	发芽势/%	发芽率/%	胚根长/cm	胚轴长/cm	鲜质量/g	发芽指数	活力指数
G1	70.00	86.67	2.87	1.63	2.93	7.05	20.90
G2	50.00	80.00	2.45	1.17	2.80	6.03	17.15
G3	76.67	90.00	2.92	1.38	3.15	8.91	28.54
G4	60.00	83.33	3.65	1.83	3.15	7.60	23.84

续表6

编号	发芽势/%	发芽率/%	胚根长/cm	胚轴长/cm	鲜质量/g	发芽指数	活力指数
G5	43.33	70.00	2.21	1.13	3.07	5.07	16.16
G6	26.67	43.33	1.20	0.53	2.42	3.11	7.90
G7	86.67	96.67	4.74	2.35	3.73	11.53	42.98
G8	63.33	73.33	2.40	1.44	2.98	7.92	23.45
G9	20.00	23.33	0.60	0.38	2.83	2.02	5.70
G10	40.00	53.33	1.84	0.93	2.80	4.58	12.87
G11	90.00	96.67	4.83	2.78	3.95	11.61	46.76
G12	40.00	66.67	1.44	0.71	2.79	5.14	14.57
G13	83.33	93.33	4.46	2.06	3.57	11.28	40.71
G14	83.33	86.67	5.17	2.72	3.86	10.71	41.66
G15	50.00	70.00	2.03	1.06	3.24	6.74	22.65
G16	83.33	86.67	3.97	2.07	3.45	11.10	38.14
G17	23.33	33.33	0.57	0.35	2.71	2.76	7.92
G18	33.33	43.33	1.15	0.61	2.70	4.01	10.81
G19	60.00	70.00	2.43	1.06	3.19	6.43	21.34

综上所述,各品种间的抗旱指标表现出较高的差异,而鲜质量这个指标的差异明显低于其他各项指标,说明鲜质量受到干旱胁迫的影响较小,并且品种间抗旱指标高低不同,所以单一指标进行姜柄瓜抗旱性鉴定不够准确,若要体现出评价结果的准确性需综合分析。

2.2.3 不同测定指标间的相关性分析

相关性分析表明,7个指标间均成正相关(表7)。其中,胚根长与胚轴长、发芽指数与活力指数,这2个指标的相关性系数最高, $r=0.986$ 。发芽率与鲜质量指标的相关性系数最小, $r=0.749$,其余指标相关性系数均在这两者之间,相关性系数值整体较高,说明这些指标与指标之间的变化具有一致性和相关性,关联程度较高。下一步采用隶属函数法对19个品种进行抗旱性综合评价分析。

表7 不同测定指标间相关性分析

指标	相关性系数						
	发芽势	发芽率	发芽指数	活力指数	胚根长	胚轴长	鲜质量
发芽势	1.000						
发芽率	0.934**	1.000					
发芽指数	0.982**	0.911**	1.000				
活力指数	0.959**	0.864**	0.986**	1.000			
胚根长	0.945**	0.888**	0.955**	0.962**	1.000		
胚轴长	0.935**	0.864**	0.942**	0.954**	0.986**	1.000	
鲜质量	0.864**	0.749**	0.894**	0.947**	0.906**	0.909**	1.000

注:“**”表示极显著相关($P<0.01$)。

2.2.4 各测定指标隶属值及综合分析

计算7个测定抗旱指标的隶属函数值,对姜柄瓜发芽期的抗旱性进行综合评价,总隶属值越大,抗旱性越强。

供试姜柄瓜品种的总隶属值均在0.04~0.99之间,抗旱性最强的是G11,其次是G7、G14,总隶属函数值大于0.9,总隶属值达到0.8以上的还有G16、G13。此外,抗旱性最弱的是G9,总隶属函数值为0.04。隶属函数值的综合排序详见表8,从中可以清晰看到每个品种的测定指标的隶属值以及抗旱性排序,排序越靠前的总隶属值越高抗旱性越强。

表 8 各品种姜柄瓜种子干旱胁迫下各发芽相关指标隶属函数值

编号	发芽势	发芽率	发芽指数	活力指数	胚根长	胚轴长	鲜质量	总隶属值	耐旱性排序
G11	1.00	1.00	1.00	1.00	0.93	1.00	1.00	0.99	1
G14	0.90	0.86	0.91	0.88	1.00	0.98	0.94	0.92	2
G7	0.95	1.00	0.99	0.91	0.91	0.82	0.85	0.92	2
G13	0.90	0.95	0.97	0.85	0.84	0.70	0.75	0.85	3
G16	0.90	0.86	0.95	0.79	0.74	0.71	0.67	0.80	4
G3	0.81	0.91	0.72	0.56	0.51	0.42	0.48	0.63	5
G4	0.57	0.82	0.58	0.44	0.67	0.61	0.48	0.60	6
G1	0.71	0.86	0.53	0.37	0.50	0.53	0.33	0.55	7
G8	0.62	0.68	0.62	0.43	0.41	0.45	0.37	0.51	8
G19	0.57	0.64	0.46	0.38	0.40	0.29	0.51	0.46	9
G15	0.43	0.64	0.49	0.41	0.32	0.29	0.54	0.45	10
G2	0.43	0.77	0.42	0.28	0.41	0.34	0.25	0.41	11
G5	0.33	0.64	0.32	0.25	0.36	0.32	0.43	0.38	12
G12	0.29	0.59	0.33	0.22	0.19	0.15	0.24	0.28	13
G10	0.29	0.41	0.27	0.17	0.28	0.24	0.25	0.27	14
G18	0.19	0.27	0.21	0.12	0.13	0.11	0.19	0.17	15
G6	0.10	0.27	0.11	0.05	0.14	0.07	0.00	0.11	16
G17	0.05	0.14	0.08	0.05	0.00	0.00	0.19	0.07	17
G9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.27	0.04	18

2.2.5 聚类分析及品种抗旱性等级分类

在 10% PEG 溶液处理下测定指标进行系统聚类分析(图 2)。根据总隶属函数值对 19 个姜柄瓜品种进行抗旱性等级的划分。

结果表明, 在欧氏距离为 5 处, 可将 19 份姜柄瓜供试材料划分为 4 个类型。第 1 类为 G19、G15、G2、G5、G10、G12, 6 份种质, 其主要特征是发芽势、发芽率、发芽指数、活力指数、胚根长、胚轴长、鲜质量的测量值偏低, 属于干旱较敏感型, 在干旱地区不适宜种植。第 2 类为 G1、G8、G4、G3, 4 份种质, 其主要特征是发芽势、发芽率、发芽指数、活力指数、胚根长、胚轴长、鲜质量的测量值较高, 属于较抗旱型, 一般较干旱地适宜种植, 第 3 类为 G6、G9、G17、G18, 4 份种质, 其主要特征是发芽势、发芽率、发芽指数、活力指数、胚根长、胚轴长、鲜质量的测量值相比于其他 3 类的值最低, 属于不抗旱型, 干旱地区不适宜种植。第 4 类为 G13、G16、G11、G14、G7, 共 5 份种质, 其主要特征是发芽势、发芽率、发芽指数、活力指数、胚根长、胚轴长、鲜质量的测量值在这 4 类中最高, 属于抗旱型, 适宜在干旱地区种植。此结果与上述隶属函数值分析结果一致。试验结果当中的抗旱品种 G7、G11、G13、G14 和 G16 可作为优良抗旱种质资源。

3 讨论

干旱是姜柄瓜在生产中要面临的主要问题之一, 筛选出优良的抗旱品种对于姜柄瓜干旱胁迫研究具有重要意义。但单一指标鉴定姜柄瓜抗旱性不够准确, 比如鲜重这个指标的差异明显低于其他各项指标, 说明鲜重受到干旱胁迫的影响较小, 这有可能与代谢和鲜质量自身的特性相关。并且品种间抗旱指标高低不同, 所以单一指标进行姜柄瓜抗旱性鉴定不够准确, 若要体现出评价结果的准确性需综合分析。

不同品种间同一指标变化差异较大, 差异变化较为分散, 没有系统的区分, 鲜质量指标在干旱胁迫

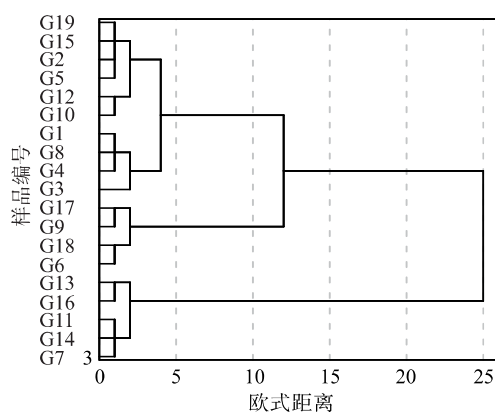


图 2 姜柄瓜抗旱指标隶属函数值聚类分析

下的影响较小, 变异系数最小为 0.13, 因此, 本实验采用隶属函数法和聚类分析法对姜柄瓜品种的各项指标进行综合评价。

鞠乐等^[23]、任毅等^[24]以 PEG 溶液作为胁迫剂来对植物种子萌发期进行干旱胁迫模拟试验, 结果表明, 可以把种子发芽率、种子发芽势、种子发芽指数、活力指数、根长、芽长作为萌芽期抗旱性鉴定的主要指标。这与本研究进行的姜柄瓜发芽期抗旱性指标鉴定的结果一致。为了进一步验证各项指标之间抗旱性的准确程度, 本研究对 PEG-6000 溶液质量分数进行筛选, 结果发现在 10% 的 PEG-6000 质量分数下各项指标的抗旱表现最好, 在选取 PEG 质量分数的参考方法上, 这与冯举伶等^[25]以 20% PEG 溶液作为胁迫剂对春小麦萌发期指标进行干旱胁迫模拟试验时一致, 以 10% PEG 溶液对姜柄瓜进行胁迫试验, 对各项指标之间进行相关性分析。结果显示, 各项指标间均成正相关, 整体相关性系数较高, 表明指标与指标之间相关性较高, 这也从侧面表明本试验所选取的供试姜柄瓜品种可用于干旱胁迫实验。这 7 项指标的综合评价可以有效地对姜柄瓜发芽期的抗旱性进行鉴定, 同时也说明不同作物之间抗旱鉴定指标的选取具有相似性, 抗旱机理也有可能相似。

作物的抗旱机制非常复杂, 需要鉴定多个抗旱性指标来进行综合分析^[26]。各品种间的抗旱指标都表现出较高的差异。并且不同的抗旱指标在 PEG 干旱胁迫下的变化不同。不同性状在干旱胁迫下做出的响应各异^[27]。本试验利用 10% PEG 溶液作为胁迫剂对 19 份姜柄瓜品种进行萌发期抗旱性鉴定, 通过对种子的发芽势、发芽率、胚根长、胚轴长、鲜质量、发芽指数和活力指数指标的测定, 分析品种间抗旱性的指标差异, 然后利用隶属函数法和聚类分析法进行抗旱性综合分析。结果表明, 抗旱型品种有 5 个: G7、G11、G13、G14 和 G16, 其余 14 个品种抗旱性较差, 不适宜做抗旱品种使用, 抗旱品种可提高干旱地区的姜柄瓜种子育苗发芽率, 在干旱环境下有利于产量的提高, 本研究结果可为姜柄瓜抗旱品种育种提供材料, 并为姜柄瓜种子萌发期抗旱鉴定提供参考。

[参考文献]

- [1] 钟建明. 优良保健蔬菜品种: 姜柄瓜 [J]. 农村百事通, 2009 (24): 33.
- [2] LOBELLD B, SCHLENKER W, COSTA-ROBERTS J. Climate trends and global crop production since 1980 [J]. Science, 2011, 333 (6042): 616-620.
- [3] 孔佳茜, 赵铭森, 孟晓康, 等. PEG 模拟干旱胁迫对大麻种子萌发的影响 [J]. 种子, 2020, 39 (9): 26-30.
- [4] 杨阳, 申双和, 马绎皓, 等. 干旱对作物生长的影响机制及抗旱技术的研究进展 [J]. 科技通报, 2020, 36 (1): 8-15.
- [5] 李静静, 任永哲, 白露, 等. PEG-6000 模拟干旱胁迫下不同基因型小麦品种萌发期抗旱性的综合鉴定 [J]. 河南农业大学学报, 2020, 54 (3): 368-377.
- [6] 周玉丽, 朱平, 胡能兵, 等. 不同大豆品种发芽期耐旱性评价及耐旱种质筛选 [J]. 大豆科学, 2015, 34 (4): 616-623.
- [7] 彭晓邦, 秦绍龙. 干旱胁迫对小麦萌发及苗期生理活性的影响 [J]. 陕西农业科学, 2020, 66 (9): 1-5.
- [8] BOUSLAMA M, SCHAPAUGH W T. Stress tolerance in soybeans. I. evaluation of three screening techniques for heat and drought tolerance [J]. Crop Science, 1984, 24 (5): 933-937.
- [9] 郭晓丽. 衡水地区不同小麦品种萌发期的抗旱性鉴定 [J]. 现代农村科技, 2020, 18 (5): 71-72.
- [10] 孙彩霞, 沈秀瑛. 作物抗旱性鉴定指标及数量分析方法的研究进展 [J]. 中国农学通报, 2002, 18 (1): 49-51.
- [11] 龚明. 作物抗旱性鉴定方法与指标及其综合评价 [J]. 云南农业大学学报, 1989, 4 (1): 73-81.
- [12] 王敬东, 马斯霜, 白海波, 等. PEG 胁迫下春小麦萌发期抗旱指标的遗传力 [J]. 中国农学通报, 2020, 36 (28): 6-12.
- [13] 张树林, 刘玉玲, 田丽, 等. 不同小麦新品系萌发期抗旱性的筛选与鉴定 [J]. 分子植物育种, 2018, 16 (21): 7138-7147.
- [14] 周芳, 曹国璠, 杨娟, 等. 20 个玉米品种发芽期抗旱性鉴定与评价 [J]. 种子, 2020, 39 (12): 73-79.
- [15] 李晶晶, 贾腾蛟, 王丽艳, 等. PEG 胁迫下玉米自交系萌芽期抗旱性鉴定与评价 [J]. 东北农业科学, 2021, 46 (4): 6-10.

- [16] 李建平, 刘伊凡, 王子铭, 等. 农单玉米新品种及其亲本萌芽期抗旱性鉴定 [J]. 江苏农业科学, 2021, 49 (13): 70-73.
- [17] 任小燕, 段运平, 刘守渠, 等. 不同玉米品种萌芽期和苗期抗旱性鉴定与评价 [J]. 种子, 2020, 39 (11): 75-80.
- [18] 孙绿, 李玉刚, 王圣健, 等. 模拟干旱条件下冬小麦品种萌芽期抗旱性评价 [J]. 干旱地区农业研究, 2017, 35 (6): 109-115.
- [19] 胡雯媚, 李国瑞, 樊高琼, 等. 增强小麦种子萌芽期抗旱性的植物生长调节物质的筛选与评价 [J]. 麦类作物学报, 2016, 36 (8): 1093-1100.
- [20] 王兰芬, 武晶, 彭琳, 等. 绿豆种质资源抗旱性鉴定评价 [J]. 植物遗传资源学报, 2019, 20 (5): 1141-1150.
- [21] 张军, 崔潇, 赵章囡, 等. 7 份喀麦隆水稻种质资源萌芽期抗旱性综合鉴定 [J]. 陕西农业科学, 2019, 65 (4): 32-34.
- [22] 廖博通, 陈琳, 唐可兰, 等. PEG 模拟干旱胁迫下辣椒种子萌发特性及抗旱性评价 [J]. 中国瓜菜, 2022, 35 (3): 64-69.
- [23] 鞠乐, 齐军仓, 贺雪, 等. 大麦种子萌芽期抗旱性鉴定指标的筛选及抗旱性评价 [J]. 新疆农业科学, 2016, 53 (11): 2008-2014.
- [24] 任毅, 颜安, 张芳, 等. 国内外 301 份小麦品种 (系) 种子萌芽期抗旱性鉴定及评价 [J]. 干旱地区农业研究, 2019, 37 (3): 1-14.
- [25] 冯举伶, 姚立蓉, 汪军成, 等. 119 份春小麦种质萌芽期抗旱性鉴定及抗旱相关基因表达特性分析 [J]. 麦类作物学报, 2022, 42 (3): 253-263.
- [26] 崔俊美, 张朝明, 张怀渝, 等. 7 个小麦品种的抗旱性比较 [J]. 麦类作物学报, 2015, 35 (11): 1542-1550.
- [27] 王力伟, 付晓峰, 房永雨, 等. 燕麦种子萌芽期抗旱能力的综合评价 [J]. 西北农业学报, 2019, 28 (5): 692-702.

Identification and Evaluation of Drought Resistance of Different Varieties of Jiangbing Melon During Germination Stage

LIU Yumei, PEI Xuli, JING Zange, LIANG Zhengjiao, JIAO Peng

(School of Agronomy and Life Sciences, Kunming University, Kunming, Yunnan, China 650214)

Abstract: In order to explore the difference of drought resistance of Jiangbing Melon varieties at germination stage, the drought resistant varieties were screened out. PEG-6000 was used to simulate drought stress to treat the germination stage of Jiangbing Melon. The radicle length, hypocotyl length, fresh weight, germination potential, germination rate, germination index and vigor index were measured for comprehensive analysis. The results showed that the higher the PEG concentration was, the stronger the inhibition was. At 10% PEG concentration, the changes of each index were the largest. Except that the germination index and vigor index were not significantly different at 10% PEG concentration, the other indexes were significantly different. Different ginger stalk melons were treated with 10% PEG concentration, and it was found that the maximum coefficient of variation of the vigor index index was 54%. Among the varieties measured, G11 had the largest germination potential index and fresh weight index. G3, G7, G11 and G13 had germination rate index of 90% or more. G14 and G11 had the largest radicle length and hypocotyl length, respectively. G7, G11, G13 and G16 had germination index between 11 and 12, and G7, G11, G13 and G14 had vigor index between 40 and 50. The correlation coefficients between radicle length and hypocotyl length, germination index and vigor index were the highest ($r=0.986$). Membership function analysis of the top five are G11, G14, G7, G13, G16, and their indicators are higher than other varieties. The cluster analysis of the tested varieties was divided into four categories, of which the fourth category was G13, G16, G11, G14, G7, a total of 5 germplasm. The main characteristics were that the measured values of germination potential, germination rate, germination index, vigor index, radicle length, hypocotyl length and fresh weight were the highest among the four categories, which belonged to drought resistance type. On the whole, G13, G16, G11, G14 and G7 were excellent drought-resistant varieties, which could be used as excellent drought-resistant germplasm. Our results could provide a theoretical basis for drought resistance breeding of Jiangbing Melon.

Key words: Jiangbing Melon; drought resistance; germination period; germplasm evaluation

(责任编辑: 陈伟超)