

王永强,姚梦楠,周恩强,等. 萌发期大豆种质耐涝性鉴定[J]. 江苏农业科学,2022,50(18):169-174.

doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2022.18.026

萌发期大豆种质耐涝性鉴定

王永强,姚梦楠,周恩强,薛冬,赵娜,魏立斌,周瑶,李波,汪凯华,缪亚梅,王学军

(江苏沿江地区农业科学研究所,江苏南通 226001)

摘要:为研究不同大豆种质种子萌发期耐涝性差异,以浸水 72 h 为评价标准,测定 102 份大豆种质的理化特性、标准发芽率、根长、苗长等指标,利用相关性分析法对理化特性与种子浸水发芽率进行相关性分析,利用聚类分析法对大豆种质耐涝性进行等级划分,筛选出耐涝性强的大豆种质材料。浸水 72 h 后,102 份材料发芽率、苗长呈正态分布,根长、相对电导率呈偏正态分布,材料之间存在差异。相关性分析结果表明,根长、苗长与浸泡发芽率之间相关系数分别为 0.79、0.80,呈极显著正相关;种子长度与浸泡发芽率之间相关系数为 -0.31,呈显著负相关;种子相对电导率与浸泡发芽率之间相关系数为 -0.66,呈极显著负相关。聚类分析结果将材料分为 3 类:感型、中间型、抗型。抗型材料共 26 份(川豆 1913、苏 X19011、南农 J9-68 等),表现为耐涝型;中间型材料 30 份(通豆 15-02、南农 416 等);感型材料 46 份(南夏豆 35、淮 16-21 等),表现为不耐涝型。

关键词:大豆;种质;耐涝性

中图分类号:S565.103.4 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2022)18-0169-06

大豆是我国重要的油料作物。江淮地区是我国大豆的重要产区,夏大豆播种一般集中在 6—7 月,常发生涝害,强降水导致种子处于缺氧状态,形成烂粒或不正常苗而影响产量。研究萌发期大豆种质耐涝性对于保证大豆田间出苗率,提高大豆产量有重要意义。有研究表明,大豆种质实验室涝害发芽率与田间涝害出苗率呈显著正相关,可以利用实验室模拟田间涝害发生情况开展大豆种质耐涝性研究^[1-2]。研究大豆耐涝性关键在于准确进行耐涝表型鉴定。耐涝性鉴定指标中,直观形态指标包括种子发芽情况、叶绿素含量变化情况等;间接指标包括生理生化代谢指标、细胞膜完整性等^[3]。王彩洁等在苗期、花期、全生育期对大豆淹水处理,发现大豆淹水后叶片黄化、株高降低、生长发育延后、主根腐烂、不定根代替主根行使功能、产量降低、品质下降^[4]。王芳等对大豆 V0 期进行研究,发现随着淹水时间延长,叶片失绿,最终导致整体植株死

亡^[5]。Sallam 等对大豆 V₁、V₂、花荚期进行研究,发现大豆 V₁ 期受涝害胁迫时,根瘤生成受到抑制;V₂ 期受涝害导致株高、荚数和产量相应降低;大豆花荚期受渍害胁迫,会引起产量下降^[6]。张子戌等对 44 个大豆品种进行耐涝性研究,发现 44 种不同大豆品种的耐涝性差异较大,耐涝性强的品种,其叶绿素含量、光合速率降低幅度比耐涝性差的品种小^[7]。目前,关于大豆耐涝性研究主要集中于大豆生长的苗期、营养生长期和生殖生长期,而大豆萌发期耐涝性研究较少。本研究采用实验室模拟田间涝害淹水办法,选取江淮地区种植的大豆种质材料,利用相关性分析法统计分析大豆种质理化特性与浸泡发芽率之间的关系,利用聚类分析法对大豆种质材料进行等级划分,筛选出耐涝性较好的大豆种质材料,以期为今后培育耐涝大豆新品种提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

102 份大豆种质材料为江苏省区域试验收集所得,于 2020 年种植于江苏沿江地区农业科学研究所内,当年收获用于试验。品种编号及名称见表 1。

1.2 试验方法

大豆种子活力检测。102 份大豆种质材料为当年收获的新种子。为检测大豆种子活力是否符合试

收稿日期:2022-02-24

基金项目:江苏省种业振兴揭榜挂帅项目(编号:JBGS[2021]060);南通市基础科学计划(编号:JC2020161);江苏沿江地区农业科学研究所青年科技基金(编号:YJ2021002)。

作者简介:王永强(1990—),男,山东枣庄人,硕士,助理研究员,主要从事豆类遗传育种研究。E-mail:7476767231@qq.com。

通信作者:王学军,研究员,主要从事豆类遗传育种研究。E-mail:wangxj4002@sina.com。

表 1 102 份大豆种质资源材料编号及名称

编号	名称	编号	名称
1	通豆 15 -02	46	徐豆 18
2	通豆 15 -011	47	南农 1204
3	华科 7 号	48	中江 1907
4	中江 2020	49	苏夏 2055
5	盐豆 1502	50	华豆 34
6	南农 43	51	徐豆 18
7	南农 18	52	徐豆 26
8	苏鲜 19 -905	53	徐豆 23
9	苏夏鲜 1801	54	徐豆 20
10	洛豆 1 号	55	徐豆 22
11	川豆 1817	56	徐豆 21
12	新豆 9030	57	徐豆 25
13	南农 J9 -68	58	徐豆 24
14	浙夏豆 2015	59	苏豆 13
15	晋科 8 号	60	苏豆 21
16	通豆 15 -158	61	苏豆 18
17	南农 416	62	南农 201
18	通豆 16 -156	63	南农 1822
19	南农 99 -6	64	南农 J9 -15
20	南农 58	65	南农 1821
21	南夏豆 35	66	绿宝珠
22	南农 63	67	浙农 141
23	通豆 16 -058	68	奎鲜 9 号
24	荷豆 33	69	浙鲜 5 号
25	苏夏 18	70	浙农 11
26	吴吴 202	71	浙鲜 19
27	淮 18 -11	72	奎鲜 7 号
28	启豆 201	73	通豆 18 -262
29	苏夏 19 -787	74	南农 S5 -2
30	苏 SN18	75	南夏豆 25
31	淮 16 -21	76	浙夏豆 2020
32	南农 J8 -31	77	华豆 201
33	南夏豆 38	78	南农 1918
34	南农 W182	79	南 752 -24
35	圣育 102	80	南农 191
36	徐 0117 -17	81	通豆 6 号
37	南农 J9 -13	82	衢鲜 8 号
38	南农 48	83	川豆 1913
39	南农 J7 -2	84	南 752 -44
40	南农 J9 -19	85	淮鲜 1813
41	通豆 16 -367	86	苏夏鲜 18 -01
42	川农 5 号	87	南农 X211
43	苏 20X200	88	苏夏 X2
44	苏 X19011	89	南农 J0 -15
45	衢鲜 3 号	90	16 -146

表 1(续)

编号	名称	编号	名称
91	21J -5	97	19 -211
92	通 18 -20	98	16 -225
93	20J -2	99	11 -264
94	19 -212	100	09 -168
95	18 -273	101	JB18 -1
96	16 -068	102	11 -243

验需求,随机从 102 份大豆种质材料中挑选 12 份材料进行标准发芽试验,重复 3 次,检测试验材料发芽率。

种子长度、宽度测定。取 100 粒种子置于种子扫描仪上,利用种子扫描仪计算出种子平均长度与宽度值。

种子蛋白、油分含量测定。取 100 粒种子导入近红外光谱仪盒中,根据标准曲线直接读出上述值。

种子浸水处理、电导率测定。选取正常、无种皮破裂大豆种子 300 粒,浸于 75% 的乙醇中消毒 5 s,取出后用去离子水清洗干净晒干,重复 3 次,放入烧杯中,其中 150 粒加入 400 mL 去离子水浸泡 72 h。另外 150 粒分 3 次重复加 200 mL 去离子水浸泡 72 h,用 DS -1 型电导率仪测定浸泡液和对照液的电导率。

浸泡 72 h 后种子发芽率及根长、苗长测定。种子发芽率计算办法参照董学会等的纸间发芽法^[8]。发芽纸经灭菌消毒后,在去离子水中充分浸泡,取 200 粒种子经 75% 乙醇消毒后用去离子水洗净后,整齐摆放在发芽纸上,然后覆盖上另外一张发芽纸,疏松卷起,竖直放入自封袋中,25 ℃ 光照发芽 7 d,统计发芽率。利用直尺统计材料根长、苗长。

1.3 数据分析

采用 Microsoft Excel 2003、R 语言软件进行统计分析、方差分析。

2 结果与分析

2.1 大豆种质材料质量检测

对随机选出的 12 份大豆种质进行标准发芽试验,方差分析结果表明,12 份大豆种质材料发芽率均在 94% 以上,无显著差异(图 1)。可进行下一步试验。

2.2 不同种质材料理化特性结果统计

102 份大豆种质材料理化特性见图 2。种子长

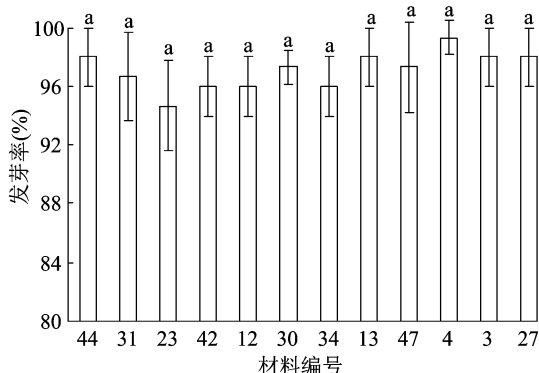


图1 12 份大豆种质材料标准发芽率

度、种子宽度、蛋白含量、油分含量呈正态分布。其

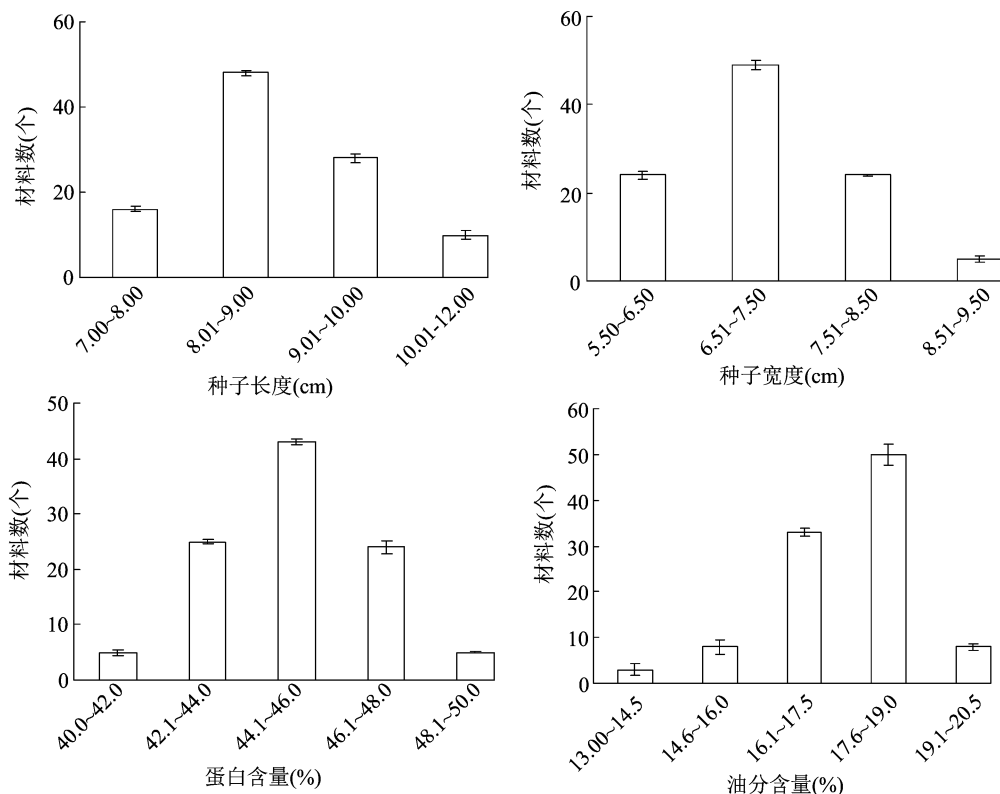


图2 102 份大豆种质材料理化特性

2.3 不同种质材料浸水发芽率、根长、苗长、相对电导率结果

不同种质材料浸水 72 h 后,其发芽率、根长、苗长、相对电导率分布见图 3。25 ℃ 环境下,材料之间浸水发芽率、根长、苗长呈显著差异。其中浸水发芽率、苗长呈正态分布,根长、相对电导率呈偏正态分布。浸水 72 h,标准发芽率在 60.1% ~ 80.0% 之间的材料占 25.7%;无发芽率材料占 4%,表现为极不耐涝;其中发芽率最高的为 83 号材料川豆 1913,发芽率为 100%,表现为抗涝型。根长 4.1 cm 以上的占 53.4%,其中 64 号材料根最长,为 17.6 cm;苗

长 4.1 cm 以上的占 68.3%,44 号材料苗最长,为 14.5 cm。相对电导率在 0.20 ~ 0.30 之间的材料占 7.8%,表现为种子浸水后结构完整,内含物流出较少;其中 16 号材料相对电导率最低,为 0.24;相对电导率 0.51 以上的材料占 38.2%,浸水 72 h 后,种子内含物流出较多。

2.4 不同种质材料理化特性与种质浸泡发芽率相关性

各观测性状之间相关性见表 2。不同种质种子电导率、蛋白含量、种子宽度、种子长度与种子浸水发芽率呈负相关,相关系数分别为 -0.66、-0.06、

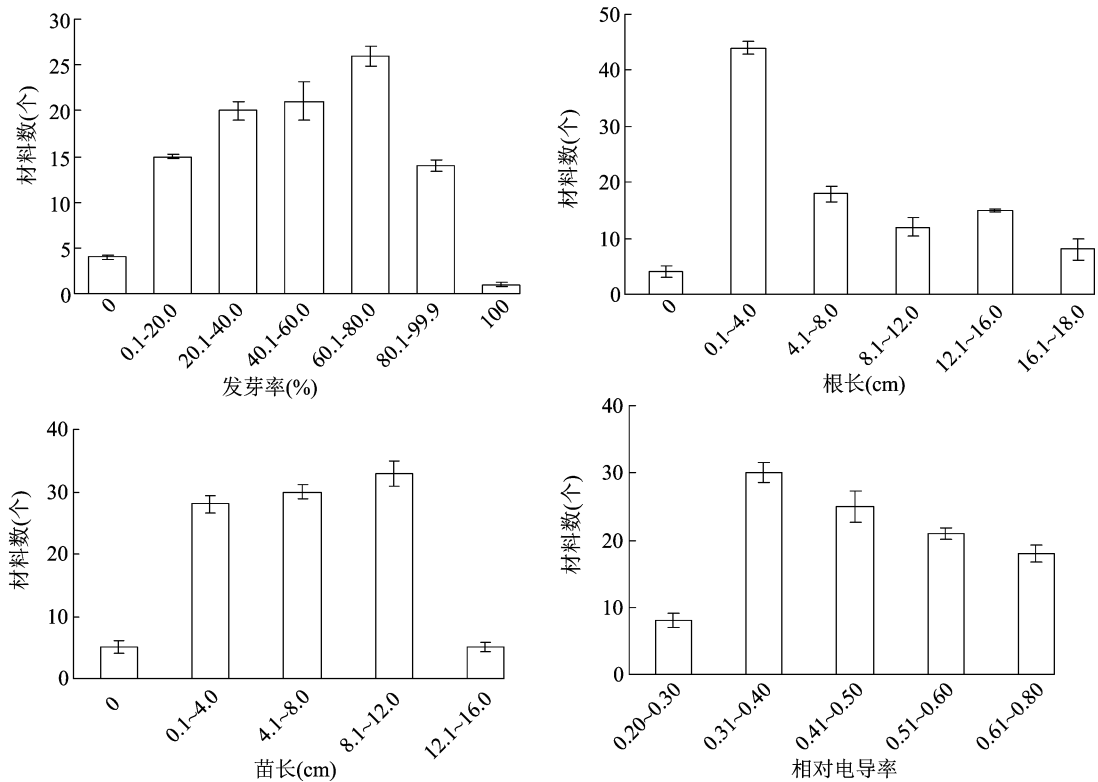


图3 102 份大豆种质发芽率、根长、苗长、相对电导率

表 2 各观测性状相关性

性状	相关系数						
	电导率	蛋白含量	种子宽度	种子长度	油分含量	种子发芽率	根长
蛋白含量	0.22 *						
种子宽度	0.29 *	0.33 *					
种子长度	0.41 **	0.48 **	0.74 **				
油分含量	-0.22 *	-0.64 **	-0.44 **	-0.48 **			
种子发芽率	-0.66 **	-0.06	-0.08	-0.31 *	0.05		
根长	-0.47 **	0.04	-0.09	-0.19	-0.01	0.79 **	
苗长	-0.52 **	0.02	-0.10	-0.16	-0.05	0.80 **	0.89 **

注:同列数据后 *、** 分别表示在 0.05、0.01 水平上显著差异。

-0.08、-0.31。油分含量、根长、苗长与种质浸水发芽率正相关,相关系数分别为 0.05、0.79、0.80。其中种子长度与种子发芽率呈显著负相关,表现为种子长度越长,种子浸水发芽率越差,种子越不耐涝。种子宽度与种子浸泡发芽率呈负相关,与种子长度相比,其相关性未达到显著水平;种子长度水平相较于种子宽度对种子耐浸泡性的影响更大。种子相对电导率与种子发芽率呈极显著负相关。在种子浸泡过程中,种子相对电导率越高,细胞膜完整性越差,种子内含物质流出越多,种子发芽率越低。根长、苗长与发芽率呈显著正相关,材料浸

泡发芽率越高,表现为根长、苗长越长,长势越好,材料越抗涝。因此,运用浸水发芽率、根长、苗长来作为评价不同大豆种质材料抗涝性的性状指标。

2.5 不同大豆种质耐涝性等级划分

根据浸水发芽率、根长、苗长指标,将 102 份大豆种质材料聚类分析,划分抗性等级,结果如图 4 所示。在欧氏距离 $D=8$ 时将材料分为 3 类:抗型、感型、中间型。其中抗型材料共 26 份,即 83 号、44 号材料等,表现为耐涝型;中间型材料 30 份,即 1 号、17 号材料等;感型材料 46 份,即 31 号、21 号材料等,表现为不耐涝型。

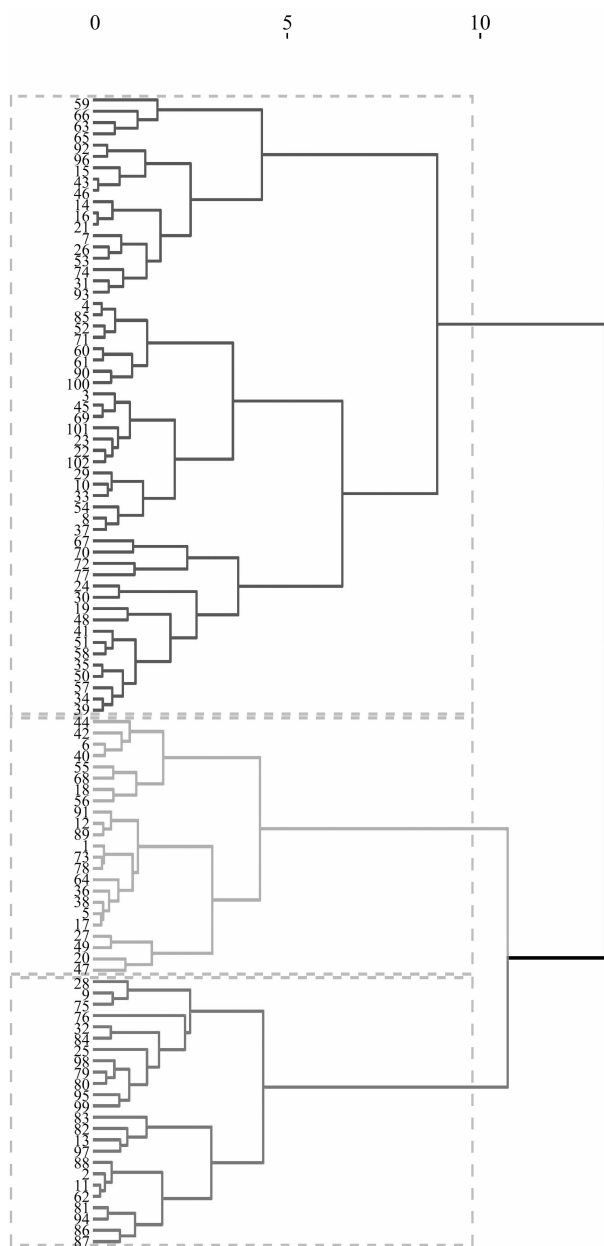


图4 102 份大豆种质材料聚类分析

3 讨论

3.1 萌发期种质耐涝性存在品种间差异

有研究表明,萌发期种质耐涝性存在品种间差异^[9-10]。孙志广等对 191 份粳稻种质资源进行了萌发期耐淹性鉴定,共筛选到 12 份耐淹性强的粳稻种质资源^[11]。陈雅慧等对 505 份甘蓝型油菜自交系群体进行了耐涝性研究,结合生理指标与表型指标筛选到 4 份耐淹材料、8 份敏感材料^[12]。郭九信等以 16 个玉米品种作为供试材料,发现不同品种在淹水胁迫下其发芽率、发芽势降低且存在品种间差异^[13]。邱柳等创建了花生种质耐涝性鉴定技术指

标体系,筛选出具有稳定耐渍性的优异种质 9 份^[14]。任海洋等利用 361 个东北大豆优异亲本材料,通过苗情、生育期、产量等观测指标分析,将大豆种质材料分为强耐涝、耐涝、中耐涝、弱耐涝 4 种类型^[15]。本研究对 102 份大豆种质浸水发芽率进行统计,种质材料耐涝性符合正态分布,种质材料耐涝性存在显著差异。根据浸水发芽率、根长、苗长等直观指标,将 102 份大豆种质材料聚类分析,划分抗性等级,共筛选出抗型材料 26 份,中间型材料 30 份,感型材料 46 份。

3.2 温度、浸水时间与大豆种质耐涝性关系

种质资源耐涝性的筛选受温度和浸水时间影响^[16]。种子在涝害条件下,温度过高导致无氧呼吸速度过快,产生过多乙醇,对种子产生毒害作用,最终影响种子萌发。Hou 等研究发现,随着温度升高,种子耐浸水能力变差:15℃处理条件下,浸水 144 h,观测组与对照组无显著差异;30℃处理条件下,种子浸水后 96 h 失去发芽能力^[17]。Ali 等发现浸水 48 h 后大豆相对苗长遗传力最大,建议以相对苗长来评价大豆种质耐浸水能力^[18]。Hou 等在 25℃下对 730 份大豆材料进行种子淹水处理,发现种质材料之间耐淹性差异较大:淹水 2 d 处理下,部分材料具有发芽率;随着淹水胁迫增加,发芽率丧失,且淹水时间、水质、水温、种皮完整性影响种质耐涝性^[19]。陈文杰等观察桂春 8 号、桂春 11 号大豆种子在不同浸水时间处理条件下的受害表现,以种子浸水 12~68 h 为时间梯度,分别测定浸泡溶液电导性及种子的发芽势、出苗率和正常苗率等,结果表明,随着浸水时间的延长,大豆浸泡液电导率不断增加,发芽势、出苗率、正常苗率逐渐降低^[16]。淹水 120 h 条件下,测定 137 份大豆种质材料,筛选出耐浸水能力强的材料 9 份^[2]。此外,陈文杰等还对南方大豆种质种子耐浸水能力进行了鉴定与分析,筛选出耐浸水能力较好的抗性种质^[20]。本研究通过预备试验,结合江苏地区夏大豆播种时期实际温度,设定筛选种质资源温度为 25℃,浸水处理 72 h,可以有效评价大豆种质耐涝性。结果发现,标准发芽率在 60%~80%之间的材料占 25.7%;无发芽率材料占 4%,表现为极不耐涝;其中发芽率最高的为 83 号材料川豆 1913,发芽率为 100%,表现为抗涝型。

3.3 种质理化特性与种质耐涝性关系

种皮完整性与大豆种质耐涝性有密切关

系^[21-23]。Hou 等研究发现,大豆种质浸泡 4 d 后,种皮完整的大豆种质材料明显高于种皮破损的大豆种质材料^[19]。浸泡过程中,大豆种皮用于保护子叶,防止子叶浸泡分离,保护种子完整性。在本研究的预备试验中,大豆种皮破裂,大豆种子相对电导率明显高于完整性种子。相对于完整种皮,种皮破裂浸泡 72 h 更易糜烂,导致发芽率丧失。因此在试验过程中,利用 75% 乙醇消毒后,种皮破裂更容易显现出来,此时去除种皮破裂种子,减少试验误差。有研究表明,种子大小与种子发芽率之间显著相关^[24-25]。本试验对种子长度、种子宽度与种子浸泡发芽率之间作相关性分析,结果表明,种子长度与种子浸泡电导率呈显著相关,种子宽度与种子浸泡电导率相关性未达到显著水平。种子相对电导率与种质耐涝性呈极显著相关,这与陈文杰等的研究结果^[2]一致。可以利用种子长度、相对电导率作为评价种子耐涝性的理化指标。

4 结论

浸泡 72 h 后,102 份材料发芽率、苗长呈正态分布,根长、相对电导率呈偏正态分布,材料之间存在差异。相关性分析结果表明,根长、苗长与浸泡发芽率呈极显著正相关,种子长度与浸泡发芽率之间呈显著负相关,种子相对电导率与浸泡发芽率呈极显著负相关。因此,种子长度、相对电导率可以作为衡量种质耐涝性评价的理化指标,将种质材料进行区分。聚类分析结果筛选出抗型材料共 26 份,即川豆 1913、苏 X19011、南农 J9-68 等。抗性材料的筛选可以为江淮地区培育出耐涝性较好的大豆新品种提供理论依据。

参考文献:

- [1] Hou F F, Thseng F S. Studies on the screening technique for pre-germination flooding tolerance in soybean [J]. Japanese Journal of Crop Science, 1992, 61(3): 447-453.
- [2] 陈文杰, 梁 江, 汤复跃, 等. 不同大豆种质种子耐浸水能力鉴定[J]. 中国油料作物学报, 2018, 40(3): 381-390.
- [3] 陈文杰, 汤复跃, 梁 江, 等. 大豆耐涝研究进展[J]. 南方农业学报, 2012, 43(2): 191-195.
- [4] 王彩洁, 李 伟, 张礼凤, 等. 黄淮海地区主栽大豆品种耐涝性比较研究[J]. 山东农业科学, 2016, 48(5): 23-27.
- [5] 王 芳, 赵团结, 盖钧镒. 大豆野生与栽培资源苗期耐涝性的鉴定、生态区特征和优异种质发掘[J]. 大豆科学, 2007, 26(6): 828-834.
- [6] Sallam A, Scott H D. Effects of prolonged flooding on soybeans during early vegetative growth [J]. Soil Science, 1987, 144(1): 61-66.
- [7] 张子戌, 王 帅, 胡刘涛, 等. 不同小粒大豆品种幼苗期对耐涝性的生理响应及抗性鉴定[J]. 延边大学农学报, 2018, 40(4): 51-57, 64.
- [8] 尹燕萍, 董学会. 种子学实验技术[M]. 北京: 中国农业出版社, 2008: 10-12.
- [9] Yamauchi M, Aguilar A M, Vaughan D A, et al. Rice (*Oryza sativa* L.) germplasm suitable for direct sowing under flooded soil surface [J]. Euphytica, 1993, 67(3): 177-184.
- [10] Yamauchi M, Biswas J. Rice cultivar difference in seedling establishment in flooded soil [J]. Plant and Soil, 1997, 189: 145-153.
- [11] 孙志广, 王宝祥, 周振玲, 等. 水稻萌发耐淹性种质资源筛选及 QTL 定位[J]. 作物学报, 2021, 47(1): 61-70.
- [12] 陈雅慧. 油菜萌发期耐淹性种质资源筛选与遗传机制解析 [D]. 武汉: 华中农业大学, 2019: 65-70.
- [13] 郭九信, 周 毅, 范东坡, 等. 淹水胁迫萌发对玉米幼苗生长的影响及耐淹性的评价[J]. 安徽农业科学, 2010, 38(9): 4464-4465.
- [14] 邱 柳. 花生种质资源耐渍性鉴定研究 [D]. 长沙: 湖南农业大学, 2012: 70-80.
- [15] 任海洋, 王燕平, 邵广忠, 等. 东北春大豆耐涝品种的筛选[J]. 大豆科技, 2014(2): 18-22.
- [16] 陈文杰, 陈 渊, 梁 江, 等. 不同浸水时间对大豆种子发芽的影响[J]. 南方农业学报, 2013, 44(12): 1981-1984.
- [17] Hou F F, Thseng F S. Studies on the flooding tolerance of soybean seed: varietal differences [J]. Euphytica, 1991, 57(2): 169-173.
- [18] Ali M J, Yu Z P, Xing G N, et al. Establishment of evaluation procedure for soybean seed - flooding tolerance and its application to screening for tolerant germplasm sources [J]. Legume Research, 2017, 41(133): 1-9.
- [19] Hou F F, Thseng F S, Wu S T, et al. Varietal differences and diallel analysis of pre-germination flooding tolerance in soybean [*Glycine max*] seed [J]. Bulletin of the Research Institute for Bioresources - Okayama University, 1995, 3(1): 35-41.
- [20] 陈文杰, 陈 渊, 韦清源, 等. 南方大豆种质种子耐浸水能力鉴定与分析[J]. 大豆科学, 2020, 39(2): 160-173.
- [21] Kokubun M. Genetic and cultural improvement of soybean for waterlogged conditions in Asia [J]. Field Crops Research, 2013, 152: 3-7.
- [22] Jitsuyama Y. Morphological root responses of soybean to rhizosphere hypoxia reflect waterlogging tolerance [J]. Canadian Journal of Plant Science, 2015, 95(5): 999-1005.
- [23] Borella J, Amarante L D, de Oliveira D D S C, et al. Waterlogging - induced changes in fermentative metabolism in roots and nodules of soybean genotypes [J]. Scientia Agricola, 2014, 71(6): 499-508.
- [24] 顾日良, 王永强, 杨丽维, 等. 不同成熟度京科 968 种子活力与种子物理化学特性的关系研究[J]. 玉米科学, 2017, 25(5): 49-55.
- [25] 谢 皓, 贾秀婷, 陈学珍, 等. 播种深度和种子大小对大豆出苗率和幼苗生长的影响[J]. 农学报, 2012, 2(6): 10-14, 20.