

内蒙古地区豌豆种质资源苗期耐旱性鉴定

潘 慧, 牛素清, 刘锦川, 扈 顺, 韩平安, 张瑞喜, 孙瑞芬*

内蒙古自治区农牧业科学院, 内蒙古 呼和浩特

收稿日期: 2023年11月24日; 录用日期: 2024年1月8日; 发布日期: 2024年1月18日

摘 要

筛选豌豆苗期抗旱种质资源, 对豌豆品种改良、促进豌豆产业发展具有重要意义。本研究以搜集内蒙地区的39份豌豆种质资源为材料, 采用盆栽并对幼苗进行反复干旱处理。测定幼苗存活率、叶片萎蔫指数、株高、叶片鲜重、叶片干重、叶片含水量、生物量和植株干物质胁迫指数指标。采用隶属函数法综合评价豌豆种质资源耐旱等级, 获得苗期抗旱材料27份、中抗种质资源11份和敏感种质资源1份。

关键词

豌豆, 苗期, 抗旱性, 反复干旱法, 隶属函数法

Evaluation of Pea (*Pisum sativum*) Germplasm Resources in Inner Mongolia for Drought Resistance during Seedlings Stage

Hui Pan, Suqing Niu, Jinchuan Liu, Shun Hu, Ping'an Han, Ruixi Zhang, Ruifen Sun*

Inner Mongolia Academy of Agricultural and Animal Husbandry Sciences, Hohhot Inner Mongolia

Received: Nov. 24th, 2023; accepted: Jan. 8th, 2024; published: Jan. 18th, 2024

Abstract

It is significant to identify and screen drought resistant germplasm resources at pea seedling stage for improving pea varieties improvement and development of pea industry. 39 accessions of pea resources were collected in Inner Mongolia were used as materials in this study. Pot experiment was conducted to measure survival rate of seedlings, wilt index, plant height, weight of fresh leaf, weight of dry leaf, relative water content, biomass weight and stress index by using the method of

*通讯作者。

repeat drought stress at seedling stage. The various resistant accessions of pea germplasm resources screened by subordinative function analysis included 27 resistant, 11 moderately resistant and 1 susceptible.

Keywords

Pea, Seedling Stage, Drought Tolerance, Germplasm Resources, Subordination Function Method

Copyright © 2024 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

豌豆(*Pisum sativum* Linn) 属豆科豌豆属, 1~2年生草本植物, 别名荷兰豆、麦豆、青小豆、寒豆、回回豆等。豌豆是世界第二大食用豆类, 其嫩荚、嫩梢和籽粒均可食用, 而且营养丰富, 清秀脆嫩, 深受人们喜食, 是世界卫生组织推荐的最佳健脑蔬菜之一[1]。豌豆是我国主要豆类作物之一, 主要分布在四川、甘肃、陕西、内蒙古、青海、宁夏、湖北、云南、贵州、云南等省区[2], 总产量仅次于大豆和蚕豆, 位居第三。内蒙古各地区均有豌豆种植, 主要在呼和浩特、乌兰察布、巴彦淖尔、通辽等地区。内蒙古自治区地域广袤, 纬度高, 高原面积大, 远离海洋, 形成山脉阻隔, 主要气候类型为温带大陆性季风气候。春季气温升高, 常见大风天气; 夏季炎热但持续时间较短, 降水量少; 秋季气温下降明显且少雨; 冬季寒冷而漫长、多数地区少雪[3]。内蒙古地区干旱气候特点已成为豌豆生产发展的重要限制因素。因此, 鉴定耐旱种质资源、选育耐旱新品种是广大豌豆育种工作者的首要任务。目前, 各研究者主要采用隶属函数法鉴定、综合评价作物种质资源的抗(耐)逆性并筛选抗(耐)逆作物种质资源。李玲[4]等采用隶属函数法对来自不同降雨量的我国 18 个省份的 87 份豌豆种质资源进行芽期耐旱性鉴定, 筛选出 1 份高抗种质, 7 份抗旱种质。沈宝玉[5]等采用隶属函数法从 87 份豌豆种质资源中, 筛选出 16 份生育期耐旱资源。采用隶属函数法鉴定、综合评价作物种质资源的耐旱性已在水稻[6]、大豆[7]、绿豆[8]、小麦[9]、玉米[10]等多种作物上应用。

目前, 我国种质资源利用率不足, 内蒙地区抗旱种质资源的研究工作投入较少。为了挖掘内蒙地区有潜在利用价值的优异豌豆种质资源, 以选育抗旱优良品种、促进豌豆产业发展。本研究以从内蒙地区搜集到的豌豆种植资源为材料, 鉴定了苗期抗旱性, 筛选出一批抗旱(耐旱)种质资源。

2. 试验材料与方法

2.1. 试验材料

供试材料总计 39 份, 为在内蒙古自治区各盟市搜集到的豌豆种质资源(表 1)。

Table 1. The germplasm resources for testing

表 1. 供试种质资源

序号	编号	名称	来源地	序号	编号	名称	来源地
1	2012150035	豌豆	鄂尔多斯市准格尔旗	21	P150123030	小灰豌豆	呼和浩特市和林格尔县
2	2012150092	豌豆	巴彦淖尔市乌拉特前旗	22	P150123059	大粒绿豌豆	呼和浩特市和林格尔县

续表

3	20121500262	绿豌豆	呼和浩特市武川县	23	P150125039	褐麻豌豆	呼和浩特市武川县
4	20121500286	白豌豆	巴彦淖尔市乌拉特前旗	24	P150125059	白豌豆	呼和浩特市武川县
5	20121500287	灰豌豆	巴彦淖尔市乌拉特前旗	25	P150221013	美岱召豌豆	包头市土默特右旗
6	20121500448	豌豆	鄂尔多斯市达拉特旗	26	P150426038	翁牛特旗豌豆	内蒙古赤峰市翁牛特旗
7	20121500449	豌豆	鄂尔多斯市达拉特旗	27	P150622015	青豌豆	鄂尔多斯市准格尔旗
8	20121500452	豌豆	巴彦淖尔市乌拉特前旗	28	P150824052	石哈河绿豌豆	内蒙古巴彦淖尔市乌拉特中旗
9	20121500454	豌豆	巴彦淖尔市乌拉特前旗	29	P150825059	本地豌豆	巴彦淖尔市乌拉特后旗
10	20121500458	豌豆	巴彦淖尔市乌拉特前旗	30	P150826012	蛮会豌豆	巴彦淖尔市杭锦后旗
11	20121500468	豌豆	巴彦淖尔市乌拉特前旗	31	P150923016	白豌豆	乌兰察布市商都县
12	20121500471	豌豆	巴彦淖尔市乌拉特前旗	32	P150925007	白皮圆豌豆	乌兰察布市凉城县
13	20121500477	豌豆	巴彦淖尔市乌拉特前旗	33	P150927006	灰葫芦豌豆	察哈尔右翼中旗
14	2017150080	黧米豌豆	乌兰察布市凉城县	34	P150928036	本地豌豆	察哈尔右翼后旗
15	2017150157	豌豆	呼和浩特市清水河县	35	P150929064	白豌豆	乌兰察布市四子王旗
16	2018150023	豌豆	乌兰察布市凉城县	36	P152202031	小豌豆	兴安盟阿拉山市
17	2020150046	青豌豆	张掖市民乐县	37	P152530020	豌豆	锡林郭勒盟正蓝旗
18	2020150048	白豆	张掖市民乐县	38	P152530056	白豌豆	锡林郭勒盟正蓝旗
19	2020150094	小绿豌豆	呼和浩特市清水河县	39	P152630034	麻豌豆	察哈尔右翼前旗
20	P150105042	小灰豌豆	呼和浩特市赛罕区				

2.2. 试验方法

2.2.1. 材料种植与干旱处理

2022 年, 在内蒙古自治区农牧业科学院作物科学研究所实验室采用盆栽进行试验。花盆上口径×高为 27 cm × 20.5 cm。基质为有机培养土, 每盆分装基质 4.5 kg, 浇水 0.8 L, 备用。每份材料选取大小一致、饱满、无病虫害的种子进行盆播, 每盆播种 20 粒, 播种深度 2~4 cm。每份材料播种 6 盆, 干旱处理和对照各 3 盆, 每盆为一次重复, 各 3 次重复。第 1 次干旱胁迫-复水处理, 出苗后正常供水。待材料生长到第 1 片复叶完全展开时停止供水, 每盆留苗 10 株。测定土壤含水量, 当土壤绝对含水量下降至 7% 时复水, 每盆浇水 0.8 L。第 2 次干旱胁迫-复水处理, 第 1 次复水后不再供水, 当土壤绝对含水量降至 7% 时复水, 每盆浇水 0.8 L。

2.2.2. 测定指标及方法

(1) 土壤绝对含水量

采用烘干法。当 30% 材料叶片出现萎蔫时, 开始隔天取土。从所有干旱处理的材料中随机抽取 5 盆, 用直径约 1 cm 的取土器取 0~10 cm 深度的土, 称土壤湿重, 105℃ 烘箱干燥 2 d 后称土壤干重。按如下公式计算土壤绝对含水量。

$$SMC(\%) = (W - D) / D \times 100, \text{ 式中 } SMC \text{ 为土壤绝对含水量; } W \text{ 为土壤湿重; } D \text{ 为土壤干重。}$$

(2) 反复干旱幼苗存活率

分别于第 1 次和第 2 次复水 72 h 后调查幼苗存活率, 叶片转为鲜绿色视为存活。幼苗反复干旱存活率计算公式如下:

$$DS = (DS1 + DS2) / 2; DS1 = X_{DS1} / X_{TT} \times 100; DS2 = X_{DS2} / X_{TT} \times 100。$$

式中 DS 为幼苗干旱存活率; $DS1$ 为第 1 次干旱存活率; $DS2$ 为第 2 次干旱存活率; X_{DS1} 为第 1 次复水后 3 次重复存活株数的平均值; X_{DS2} 为第 2 次复水后 3 次重复存活株数的平均值; X_{TT} 为第 1 次干旱前 3 次重复总株数的平均值。

(3) 叶片萎蔫度

萎蔫度是指茎叶在干旱条件下的萎蔫程度, 适合苗期和试验田各种情况下使用, 且不影响其他性状的测定。萎蔫度越小, 抗旱级别就越高, 其抗旱性就越强; 反之萎蔫度越大, 抗旱级别就越低, 其对干旱的敏感性就越强。在第一次持续干旱复水前 2 d 的下午 14:00 开始每天观察并记载萎蔫度, 分为 5 级(分级标准见表 2)。

Table 2. Grade standard of wilting degree

表 2. 萎蔫度分级标准

级别	萎蔫表现
0	植株生长正常, 与对照无差别, 无叶片萎蔫
1	个别植株出现萎蔫, 但与对照差别很小, 叶片轻微萎蔫
2	半数植株或较多植株萎蔫
3	半数以上植株明显萎蔫
4	叶片黄化、褐化或大部分叶片死亡或脱落, 严重萎蔫

(4) 株高及株高胁迫指数

第 1 次干旱胁迫复水 72 h 后测量株高并计算平均株高和株高胁迫指数。株高胁迫指数用 $DPSI$ 表示, 计算公式为: $DPSI(\%) = (PHS/PHC) \times 100$ 。式中 PHS 为干旱胁迫下 3 次重复的幼苗株高的平均值; PHC 为 3 次重复的对照幼苗株高的平均值。

(5) 叶片相对含水量

于第 1 次干旱胁迫复水的前一天下午, 从胁迫处理和对照的每盆中分别随机选取 5 株幼苗, 剪取第 5 片真叶的 5 个叶片称鲜重(Fw), 105℃ 杀青 20 min, 80℃ 烘干至恒重, 称干重(Dw), 分别计算胁迫处理和对照的含水量($Fw-Dw$), 然后计算叶片相对含水量(RWC)。

$$RWC(\%) = WCS/WCC \times 100; WCS \text{ 为胁迫处理叶片含水量; } WCC \text{ 为水对照叶片含水量。}$$

(6) 干物质重及干物质胁迫指数

第 2 次干旱胁迫复水 72 h 后, 将处理和对照的每盆植株连根挖出去掉泥沙, 清洗干净, 用滤纸吸干水分, 称鲜重(DFw), 100℃ 杀青 20 min, 在 80℃ 烘干至恒重, 称干重(DDw), 分别计算处理和对照的干物质重($DFw-DDw$), 然后计算干物质胁迫指数($DMSI$), 计算公式如下:

$$DMSI(\%) = (DMS/DMC) \times 100, \text{ 其中 } DMS \text{ 为处理植株干物质重, } DMC \text{ 为对照植株干物质重。}$$

2.2.3. 耐旱性综合评价

参考沈宝宇等[5], 采用隶属函数法对豌豆种质进行芽期耐旱性综合评价。参照谢皓等[11]计算每份种质资源的平均隶属值(X_i), 计算公式如下:

$X_i = \sum U(X_{ij}) / n$, 其中 $U(X_{ij}) = (X_{ij} - X_{j\min}) / (X_{j\max} - X_{j\min})$, $U(X_{ij})$ 为 i 材料 j 指标的隶属值, n 为测定指标数; X_{ij} 为材料 i 材料 j 指标的实测值, $X_{j\max}$ 为该指标的最大值, $X_{j\min}$ 为该指标的最小值。

根据隶属值(X_i), 将种质资源的抗旱性划分为 5 个等级(分级标准见表 3)。结果中, X_i 值越大, 表明该材料抗旱性越强。

Table 3. Grade standard of drought resistance

表 3. 抗旱性分级标准

级别	X_i 值	抗旱性
1	$X_i \geq 0.8$	高抗(highly resistant, HR)
2	$0.6 \leq X_i < 0.8$	抗(resistant, R)
3	$0.4 \leq X_i < 0.6$	中抗(moderately resistant, MR)
4	$0.2 \leq X_i < 0.4$	敏感(susceptible, S)
5	$X_i < 0.2$	极敏感(highly susceptible, HS)

3. 结果分析

3.1. 干旱对豌豆耐旱指标的影响

反复干旱胁迫后, 幼苗的存活率、株高胁迫指数、叶片相对含水量和干物质胁迫指数值越大, 材料的耐旱性越强。由表 4 可知, 反复干旱幼苗存活率在 0.12~0.78 之间, 其中幼苗存活率 ≥ 0.60 的种质材料有 12 份, 由高到低的材料(序号, 下同)为 1、9/19、3、34、8/15、5、4、10/38 和 17 号, 其余 27 份均小于 0.60。其中 1 号材料最高, 为 0.78; 14 号材料最低, 为 0.12。调查发现, 干旱胁迫后, 不同材料其萎蔫程度不同, 其中 1 级萎蔫的材料有 9 份, 为 1、9、18、19、28、31、32、35 和 38 号; 3 级萎蔫的材料有 6 份, 为 3、6、17、25、30 和 36 号; 4 级萎蔫的材料有 2 份, 为 2 和 14 号, 其余为 2 级萎蔫的材料且最多, 有 23 份。株高胁迫指数的范围在 0.63~0.99 之间, 其中 ≥ 0.90 且株高胁迫指数由高到低的材料有 24 份, 分别为 6/15/18/25、11/13/28/32/36/39、9/17、14、27/37/38、4/19/23/24、1/31、34 和 16 号; ≥ 0.80 的材料有 10 份, 分别为 33、35、3/7/10、12/29、22/30 和 5 号; < 0.80 的有 5 份, 为 26、20、21、8 和 2 号。株高胁迫指数最低为 2 号材料(0.63); 最高为 0.99, 有 4 份材料, 为 6、15、18 和 25 号。叶片相对含水量在 0.76~0.99 之间, 其中 26 号材料最低, 为 0.76, 18 号材料为 0.88, 其余 37 份材料均达到 0.90 以上。干物质胁迫指数范围在 0.52~0.99 之间, 其中 ≥ 0.90 且干物质胁迫指数由高到低的种质材料有 13 份, 为 1/9、32/38、4/23、19、10、17/27/34、7 和 5 号; ≥ 0.80 的有 12 份, 为 29、24、13/39、11/25/31、12、3、26/35 和 8 号; ≥ 0.70 的有 9 份, 为 6、2/18/22、15、16/36/37 号; < 0.70 的有 5 份, 分别为 33、28、21、30 和 14 号。1 号和 9 号材料最高(0.99), 14 号最低(0.52)。以上结果表明, 39 份种子资源的 5 个抗旱相关指标不一致, 所以用单一指标确定其抗旱性存在一定偏差, 需要用 5 个指标综合评价。

Table 4. The results of drought tolerance indexes of 39 pea germplasm resources

表 4. 39 份豌豆种质资源各耐旱指标调查结果

序号	品种	幼苗存活率	萎蔫等级	株高胁迫指数	叶片相对含水量	干物质胁迫指数
1	2012150035	0.78	1	0.93	0.94	0.99
2	2012150092	0.17	4	0.63	0.99	0.78
3	20121500262	0.70	2	0.84	0.99	0.83
4	20121500286	0.64	2	0.94	0.97	0.97
5	20121500287	0.65	2	0.80	0.95	0.90

续表

6	20121500448	0.29	3	0.99	0.93	0.79
7	20121500449	0.20	3	0.84	0.96	0.91
8	20121500452	0.67	2	0.68	0.76	0.80
9	20121500454	0.72	1	0.97	0.94	0.99
10	20121500458	0.63	2	0.84	0.91	0.93
11	20121500468	0.59	2	0.98	0.95	0.85
12	20121500471	0.45	2	0.82	0.92	0.84
13	20121500477	0.45	2	0.98	0.96	0.86
14	2017150080	0.12	4	0.96	0.94	0.52
15	2017150157	0.47	2	0.99	0.99	0.75
16	2018150023	0.46	2	0.91	0.97	0.71
17	2020150046	0.62	2	0.97	0.99	0.92
18	2020150048	0.52	1	0.99	0.88	0.78
19	2020150094	0.72	1	0.94	0.98	0.95
20	P150105042	0.35	2	0.74	0.92	0.72
21	P150123030	0.32	2	0.71	0.99	0.61
22	P150123059	0.56	2	0.81	0.98	0.78
23	P150125039	0.43	2	0.94	0.97	0.97
24	P150125059	0.45	2	0.94	0.98	0.88
25	P150221013	0.20	3	0.99	0.96	0.85
26	P150426038	0.38	2	0.78	0.99	0.82
27	P150622015	0.43	2	0.95	0.96	0.92
28	P150824052	0.52	1	0.98	0.99	0.67
29	P150825059	0.56	2	0.82	0.95	0.89
30	P150826012	0.22	3	0.81	0.99	0.58
31	P150923016	0.53	1	0.93	0.97	0.85
32	P150925007	0.55	1	0.98	0.93	0.98
33	P150927006	0.33	2	0.89	0.98	0.68
34	P150928036	0.68	2	0.92	0.95	0.92
35	P150929064	0.67	1	0.86	0.95	0.82
36	P152202031	0.21	3	0.98	0.99	0.71
37	P152530020	0.45	2	0.95	0.96	0.71
38	P152530056	0.63	1	0.95	0.99	0.98
39	P152630034	0.54	2	0.98	0.96	0.86

3.2. 抗旱性综合评价

通过平均隶属值综合评价各性状受干旱胁迫影响, 平均隶属值越大, 该材料的综合耐旱性越强。依据抗旱性的分级标准, 将内蒙地区搜集的 39 份豌豆种质划分为 3 个抗性等级, 分别为抗旱(R)、中抗(MR)和敏感(S)类型, 无高抗(HR)和极敏感(HS)类型。表 5 所示, 获得抗性(R)资源 27 份, 分别为 1 号(2012150035)、3 号(20121500262)、4 号(20121500286)、5 号(20121500287)、6 号(20121500448)、7 号(20121500449)、9 号(20121500454)、10 号(20121500458)、11 号(20121500468)、13 号(20121500477)、15 号(2017150157)、17 号(2020150046)、19 号(2020150094)、22 号(P150123059)、23 号(P150125039)、24 号(P150125059)、25 号(P150221013)、27 号(P150622015)、29 号(P150825059)、30 号(P150826012)、31 号(P150923016)、32 号(P150925007)、34 号(P150928036)、36 号(P152202031)、37 号(P152530020)、38 号(P152530056)和 39 号(P152630034); 中抗(MR)资源 11 份, 分别为 2 号(P150123059)、12 号(20121500471)、14 号(2017150080)、16 号(2018150023)、18 号(2020150048)、20 号(P150105042)、21 号(P150123030)、26 号(P150426038)、28 号(P150824052)、33 号(P150927006)和 35 号(P150929064); 敏感(S)资源 1 份, 为 8 号(20121500452)。

Table 5. Identification of 39 Peagermplasm resources with the drought-resistant by membership functions

表 5. 利用隶属函数综合评定 39 份豌豆种质资源的抗旱性

序号	品种	X_i 值	抗旱等级	序号	品种	X_i 值	抗旱等级
1	2012150035	0.72	R	21	P150123030	0.45	MR
2	2012150092	0.53	MR	22	P150123059	0.60	R
3	20121500262	0.69	R	23	P150125039	0.71	R
4	20121500286	0.77	R	24	P150125059	0.68	R
5	20121500287	0.65	R	25	P150221013	0.67	R
6	20121500448	0.65	R	26	P150426038	0.56	MR
7	20121500449	0.61	R	27	P150622015	0.68	R
8	20121500452	0.38	S	28	P150824052	0.58	MR
9	20121500454	0.73	R	29	P150825059	0.63	R
10	20121500458	0.64	R	30	P150826012	0.65	R
11	20121500468	0.71	R	31	P150923016	0.61	R
12	620121500471	0.55	MR	32	P150925007	0.67	R
13	20121500477	0.68	R	33	P150927006	0.53	MR
14	2017150080	0.54	MR	34	P150928036	0.73	R
15	2017150157	0.67	R	35	P150929064	0.59	MR
16	2018150023	0.59	MR	36	P152202031	0.64	R
17	2020150046	0.78	R	37	P152530020	0.60	R
18	2020150048	0.54	MR	38	P152530056	0.73	R
19	2020150094	0.73	R	39	P152630034	0.71	R
20	P150105042	0.42	MR				

4. 讨论

不同作物表现的抗旱机制复杂多样,并不完全相同,因此如果采用单一指标对作物抗旱性进行评价是不可靠的,需要采用科学合理的分析方法,通过多指标综合分析,从而提高抗旱性鉴定的准确性和可靠性[12]。已有学者对作物抗旱性鉴定方法和鉴定指标进行了综合的阐述,植物抗旱性评价指标可分为形态结构抗旱性指标、生理生化抗旱性指标、生长产量抗旱指标[13][14]。多数学者采用反复干旱幼苗存活率、叶片萎蔫指数、株高胁迫指数、叶片相对含水量和植株干物质胁迫指数作为苗期抗旱性鉴定的适宜指标。前人采用幼苗反复干旱存活率进行了作物苗期抗旱性鉴定[15][16][17]。胡荣海[18]认为,叶片萎蔫程度作为抗旱鉴定指标有一定误差,因为有些作物以叶片萎蔫下垂或卷曲等方式来适应水分胁迫。沈宝宇[5]等认为以某个单一指标为标准鉴定豌豆种质资源的耐旱性存在偏差。本研究结果也表明,不宜用单个指标鉴定豌豆种质资源的耐旱性。

作物抗旱性属于数量性状受多种因素影响,且不同作物表现的抗旱机制复杂多样,并不完全相同,如果采用单一指标以求对作物抗旱性做出有效准确的评价是不可靠的,需要采用科学合理的分析方法,通过多指标综合分析,从而提高抗旱性鉴定的准确性和可靠性[12]。沈宝宇[5]等用叶片萎蔫指数、叶片相对含水量、反复干旱幼苗存活率、株高胁迫指数、植株干物质胁迫指数和根干物质胁迫指数结合隶属函数法综合评价了豌豆种质资源耐旱性。本试验采用盆栽试验,基于形态指标鉴定,采用隶属函数法综合分析并划分等级,筛选出抗旱种质资源 27 份,中抗种质资源 11 份和敏感种质 1 份。研究结果为豌豆品种抗性改良、促进豌豆产业发展奠定了基础。

5. 结论

本研究结果表明,39 份豌豆品种资源在反复干旱处理下,各性状在品种间均存在着显著差异,表明 39 份豌豆材料的遗传基础较为广泛。通过调查统计、分析幼苗存活率、萎蔫等级、株高胁迫指数、叶片相对含水量和干物质胁迫指数,每个单项指标筛选出耐旱性种质不同,表明单项指标筛选具有一定的偏差性,而采用隶属函数法可以综合评价、筛选抗性种质资源。本研究采用隶属函数法将内蒙地区搜集的 39 份豌豆种质划分为 3 个抗性等级,分别为抗旱、中抗和敏感类型,其中筛选出抗旱材料 27 份、中抗种质资源 11 份、敏感种质资源 1 份。研究结果为豌豆耐旱机理研究及内蒙古地区豌豆种质资源利用等提供依据。

基金项目

内蒙古自治区科技计划项目(2020GG0052);内蒙古自治区农牧业创新基金项目(2020CXJJN05)。

参考文献

- [1] 韩淑艳. 北方豌豆高产栽培技术[J]. 北方园艺, 2013(9): 55-56.
- [2] 孙云越. 豌豆优良品种与栽培技术[M]. 北京: 金盾出版社, 2000: 2-3.
- [3] 王瑾. 内蒙古自治区植被覆盖度变化的驱动因素与气候因子响应[D]: [硕士学位论文]. 徐州: 中国矿业大学, 2020.
- [4] 李玲, 沈宝宇, 张天静, 杨涛, 刘荣, 宗绪晓. 豌豆种质资源芽期耐旱性评价及耐旱种质筛选[J]. 植物遗传资源学报, 2017, 18(4): 778-785.
- [5] 沈宝宇, 张天静, 李玲. 豌豆种质资源苗期耐旱鉴定[J]. 辽宁农业科学, 2017(6): 11-18.
- [6] 李艳, 马均, 王贺正, 张荣萍, 李旭毅. 水稻品种苗期抗旱性鉴定指标筛选及其综合评价[J]. 西南农业学报, 2005(3): 250-255.
- [7] 王利彬, 刘丽君, 裴宇峰, 董守坤, 孙聪姝, 祖伟, 阮英慧. 大豆种质资源芽期抗旱性鉴定[J]. 东北农业大学学报

- 报, 2012, 43(1): 36-42.
- [8] 徐宁, 王明海, 包淑英, 王桂芳, 郭中校. 18 份绿豆品种资源苗期耐旱性鉴定[J]. 吉林农业科学, 2015, 40(6): 17-20.
- [9] 孙楠楠, 周全, 职蕾, 乔朋放, 牟丽明, 倪胜利, Dauren Serikbay, 李兴茂, 胡银岗, 陈亮. 240 份小麦苗期抗旱性鉴定及抗旱指标与重要农艺性状的相关性分析[J]. 西北农业学报, 2022, 31(2): 147-156.
- [10] 李晚忱, 付凤玲, 袁佐清. 玉米苗期耐旱性鉴定方法研究[J]. 西南农业学报, 2001(3): 29-31.
- [11] 谢皓, 朱世明, 包子敬, 王文平, 兴百顺, 白宝良, 陈学珍. 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): 1002-3186.
- [12] 白旭瑞. 小麦苗期抗旱性鉴定及抗旱品种筛选[D]: [硕士学位论文]. 保定: 河北农业大学, 2020.
- [13] 李瑞雪, 孙任洁, 汪泰初, 陈丹丹, 李荣芳, 李龙, 赵卫国. 植物抗旱性鉴定评价方法及抗旱机制研究进展[J]. 生物技术通报, 2017, 33(7): 40-48.
- [14] 谭艳, 彭尽晖. 植物抗旱机理及抗旱性鉴定方法研究进展[J]. 广西农业科学, 2010, 41(5): 423-426.
- [15] 王贺正, 李艳, 马均, 张荣萍, 李旭毅, 汪仁全. 水稻苗期抗旱性指标的筛选[J]. 作物学报, 2007(33): 1523-1529.
- [16] 杨子光, 张灿军, 冀天会, 郭军伟, 孟丽梅, 张珂. 小麦抗旱性鉴定方法及评价指标研究 V 苗期抗旱指标的比较研究[J]. 中国农学通报, 2008, 24(1): 156-159.
- [17] 姚艳荣, 贾秀领, 马瑞昆, 贾银锁, 张丽华, 董志强, 申海平, 郭丽. 一种新型玉米苗期反复干旱存活率鉴定试验设计及效果研究[J]. 华北农学报, 2010, 25(z1): 148-151.
- [18] 胡荣海. 农作物抗旱鉴定方法和指标[J]. 作物种质资源, 1986(4): 36-39.