

康泽然,王晓磊,魏云山,等. 绿豆种质资源主要农艺性状、经济性状遗传多样性分析及综合评价[J]. 江苏农业科学,2022,50(21):36-41.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2022.21.005

绿豆种质资源主要农艺性状、经济性状遗传多样性分析及综合评价

康泽然, 王晓磊, 魏云山, 刘迎春, 周学超, 胡海波, 李 峰, 崔智慧

(赤峰市农牧科学研究所, 内蒙古赤峰 024000)

摘要:为合理利用绿豆种质资源,以来自全国 20 份绿豆种质为试验材料,对其 10 个主要农艺性状、经济性状进行遗传多样性分析及综合评价,并且同时进行相关性、聚类分析和主成分分析。结果表明,主茎分枝数的变异系数最大,为 19.21%,单荚粒数的遗传多样性指数表现最高,为 1.956;相关性分析中,单株产量与百粒质量、单株荚数分别呈显著、极显著正相关;聚类分析把 20 份绿豆种质资源分成 5 大类群,其中第Ⅱ类群的单株产量、单株荚数表现最佳,可以作为选育高产量品种的优良亲本;主成分分析将 10 个农艺性状、经济性状指标集中在累积贡献率达 79.193% 的 4 个主成分中,其中第 2 主成分与单株产量、百粒质量密切相关,贡献率为 18.94%。综上所述,20 份绿豆种质材料遗传多样性较丰富、变异潜力较大。综合评价表明,横山大绿豆、龙博 9 号、中绿 5 号可以作为育种的优良亲本材料。

关键词:绿豆;农艺性状;经济性状;遗传多样性;聚类分析;主成分分析;综合评价

中图分类号:S522.02 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2022)21-0036-05

绿豆(*Vigna radiata* L.)属于豆科(Leguminosae)蝶形花亚科(Papilionaceae),是一年生自花授粉作物,在中国具有 2 000 多年的种植历史^[1]。绿豆具有良好的抗旱耐贫瘠性,同时共生固氮能力强,是禾谷类、幼龄果树等作物的间作套种适合作物和前茬,同时也经常被当作填闲和救灾作物^[2]。

内蒙古赤峰市作为典型的干旱半干旱雨养农业地区,非常适宜绿豆生产,是主要的种植区^[3]。但是多年来,赤峰地区绿豆在生产上存在品种退化严重、稳定性差、产量不高等问题,导致绿豆种质资源狭窄,严重影响绿豆产业的发展。因此,对部分优异种质资源进行遗传多样性分析,根据不同性状的表现来选择和利用亲本,通过杂交育种方法进行品种改良可加速本地区优质、高产绿豆新品种选育。

对农作物的农艺性状、经济性状进行研究有助于有针对性地利用资源和加速新品种选育。近年来,国内研究学者多采用遗传多样性指数^[4-5]、系统聚类分析^[6-7]、主成分分析^[8]等方法对绿豆资源进行性状评价,对筛选出适宜当地种植的优异绿豆品种起到了理论支撑的作用。本研究借鉴前人研究

方法,对来自国内不同地区的 20 份绿豆种质材料的 10 个主要农艺性状、经济性状进行调查,同时利用统计软件进行遗传多样性、相关性、聚类分析和主成分分析,综合评价分析了参试绿豆种质资源主要农艺性状的变异丰富度,用科学数据为赤峰区域绿豆高产育种进行指导。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验地位于内蒙古赤峰市农牧科学研究所梁上基地,该地位于赤峰市西郊 10 km 处(42°17'N, 118°51'E),海拔 520 m。年日照时数 2 800 ~ 3 100 h,年均降水量 300 ~ 540 mm,年平均气温 7.2 ℃,无霜期在 120 ~ 145 d 范围内,积温 2 200 ~ 2 800 d·℃。土壤类型为壤土,地形平坦、肥力均匀。

1.2 试验材料

供试绿豆种质材料 20 份,来自北京市、内蒙古自治区、吉林省等地(表 1)。

1.3 试验设计

试验材料于 2019 年 5 月在赤峰市农牧科学研究所梁上试验播种,随机区组排列,设置 3 次重复,行距 50 cm,株距 20 cm,每个小区面积 3 m²。播种方式为穴播,试验四周设保护行。试验基地为水浇地,前茬作物为谷子,肥力中等,机器开垄,人工穴

收稿日期:2022-02-17

基金项目:国家食用豆现代农业产业技术体系项目(编号:CARS-08);内蒙古自治区科技攻关项目(编号:2020GG0089)。

作者简介:康泽然(1991—),女,内蒙古赤峰人,硕士,助理研究员,主要从事绿豆新品种选育研究。E-mail:1209049612@qq.com。

表 1 供试绿豆种质资源及其来源

序号	资源名称	来源
1	中绿 5 号	中国农业科学院
2	中绿 8 号	中国农业科学院
3	中绿 10 号	中国农业科学院
4	中绿 11 号	中国农业科学院
5	白绿 8 号	吉林省白城市
6	白绿 9 号	吉林省白城市
7	辽绿 8 号	辽宁农业科学院
8	吉绿 3 号	吉林农业科学院
9	吉绿 7 号	吉林农业科学院
10	龙博 9 号	吉林省白城市
11	龙博 7 号	吉林省白城市
12	小明绿	内蒙古赤峰市
13	嫩绿 2 号	黑龙江齐齐哈尔
14	赤绿 1 号	内蒙古赤峰市
15	赤绿 5 号	内蒙古赤峰市
16	赤绿 6 号	内蒙古赤峰市
17	赤绿 7 号	内蒙古赤峰市
18	洮绿 208	吉林省农业科学院
19	天山大明绿	内蒙古赤峰市
20	横山大绿豆	陕西省榆林市

播,田间管理栽培措施同大田常规。

1.4 测定指标

根据《绿豆种质资源描述规范和数据标准》^[9]调查本试验的主要农艺性状、经济性状。在绿豆生长发育期间,调查各品种的全生育期。成熟期,从每个小区随机抽取 10 株植株进行株高、主茎粗、荚长、主茎节数、主茎分枝数、单株荚数、单荚粒数、百粒质量、单株产量的测定。

1.5 数据分析

采用软件计算平均值(\bar{X})和变异系数(CV);根据平均值(\bar{X})和标准差(σ)对数量性状分为 10 级,即 1 级 $< \bar{X} - 2\sigma$, 10 级 $\geq \bar{X} + 2\sigma$, 中间每级相差

$0.5\sigma^{[10]}$;利用 Shannon's 信息指数计算各性状的遗传多样性。计算公式:

$CV = \text{平均值} / \text{标准差} \times 100\% ;$

$H' = - \sum P_i \ln P_i$ (P_i 表示第 i 种变异出现的频率)。

利用 SPSS 软件进行相关分析、聚类分析和主成分分析。

2 结果与分析

2.1 绿豆种质资源主要农艺性状的表现及变异分析

对 20 份绿豆种质资源 10 个农艺性状、经济性状进行分析,结果(表 2)表明,各农艺性状、经济性状变异程度大小不同(3.72% ~ 19.21%),变异广泛。10 个性状的变异系数平均值为 10.72%,变异较大的性状分别为主茎分枝数、单株荚数、株高、单株产量,其变异系数分别为 19.21%、14.36%、13.52%、12.37%,其极差分别为 1.80、13.73、40.70、7.82。表明 20 份种质资源在这 4 个性状上变异潜力大,育种的选择基础广。单荚粒数的变异系数最小,为 3.72%,说明该性状的环境稳定性较高。10 个性状的多样性指数在 1.429 ~ 1.956,平均为 1.746,说明各性状遗传多样性丰富,选择基础广,合理利用这些绿豆资源,通过品种杂交方式促进优异新品种的选育。综上所述,供试 20 份绿豆材料的 10 个主要农艺性状、经济性状的变异系数及遗传多样性指数较高,具有丰富的遗传性。

2.2 绿豆种质资源主要农艺性状、经济性状的相关性分析

20 份绿豆种质材料的 10 个性状间存在不同程度的相关性(表 3)。其中,单株产量与百粒质量呈显著正相关,相关系数为 0.511,与单株荚数呈极显著正相关,相关系数为 0.589,说明百粒质量、单株

表 2 绿豆种质资源 10 个农艺性状、经济性状的变异系数(CV)和多样性指数(H')

参数	全生育期 (d)	株高 (cm)	主茎粗 (cm)	主茎节数 (个)	主茎分枝数 (个)	单株荚数 (个)	单荚粒数 (粒)	荚长 (cm)	百粒质量 (g)	单株产量 (g)
极小值	80.33	45.03	0.60	7.57	1.50	17.70	11.10	8.45	5.10	12.31
极大值	103.33	85.73	0.90	10.93	3.30	31.43	12.77	12.90	7.47	20.13
极差	23.00	40.70	0.30	3.36	1.80	13.73	1.67	4.45	2.37	7.82
均值	93.33	68.43	0.76	9.55	2.31	23.74	11.94	10.79	6.36	17.38
标准差	5.53	9.25	0.07	0.82	0.44	3.41	0.44	1.09	0.63	2.15
CV(%)	5.92	13.52	9.45	8.58	19.21	14.36	3.72	10.14	9.95	12.37
H'	1.899	1.496	1.429	1.797	1.844	1.696	1.956	1.782	1.917	1.640

荚数这 2 个性状对绿豆单株产量影响较大。生育期与株高、主茎节数呈极显著正相关,相关系数分别为 0.564、0.648;株高与主茎粗、主茎节数呈极显著正相关,与单荚粒数呈显著正相关,相关系数分别

为 0.624、0.594、0.509,与主茎分枝数、单株荚数呈显著负相关;主茎节数与单荚粒数呈显著正相关,相关系数为 0.510,与单株荚数呈显著负相关;其他性状没有显著的相关性。

表 3 20 份绿豆种质资源各性状间的相关系数

项目	相关系数									
	生育期	株高	主茎粗	主茎节数	主茎分枝数	单株荚数	单荚粒数	荚长	单株产量	百粒质量
生育期	1.000									
株高	0.564 **	1.000								
主茎粗	0.356	0.624 **	1.000							
主茎节数	0.648 **	0.594 **	0.250	1.000						
主茎分支数	0.118	-0.447 *	-0.083	-0.010	1.000					
单株荚数	-0.436	-0.469 *	-0.148	-0.465 *	0.236	1.000				
单荚粒数	0.258	0.509 *	0.337	0.510 *	-0.085	-0.401	1.000			
荚长	0.045	0.338	0.421	0.340	0.062	-0.264	0.411	1.000		
单株产量	-0.230	0.015	0.000	-0.143	-0.128	0.589 **	0.113	0.168	1.000	
百粒质量	0.187	0.392	0.072	0.172	-0.417	-0.323	0.275	0.379	0.511 *	1.000

注: *、** 分别表示显著、极显著相关。

2.3 绿豆种质资源主要农艺性状、经济性状的聚类分析

采用 Ward 法对 20 份绿豆种质资源进行聚类分析,具体分析结果详见图 1。在欧式平方距离为 4.2 时,将供试绿豆种质资源分为 5 大类群(表 4)。第Ⅰ类群有 11 份种质资源,该类群的主要特征是荚长表现为最大,其他性状表现为适中。第Ⅱ类群有 2 份种质资源,该类群的单株产量最高,单株荚数最多,荚长最短。第Ⅲ类群有 3 份种质资源,该类群的单株产量最低,主茎分枝数最多。第Ⅳ类群有 1 份种质资源,该类群具有生育期、株高、主茎粗、主茎节数、单荚粒数、百粒质量最低的特点。第Ⅴ类群有 3 份种质材料,该类群具有生育期、株高、主茎粗、

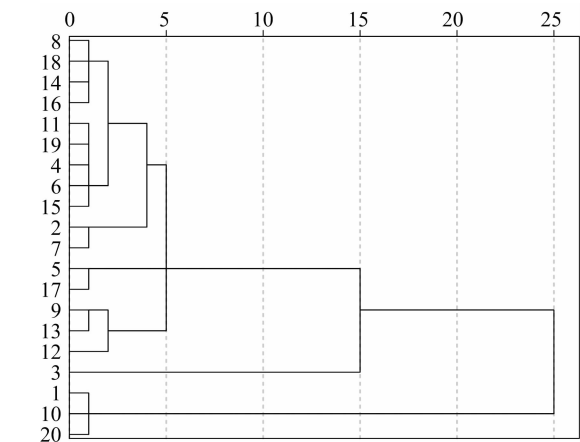


图1 绿豆种质资源主要性状的聚类分析

主茎节数、单荚粒数、百粒质量最高的特点。

表 4 不同类群绿豆种质资源的 10 个性状比较

类群	全生育期(d)	株高(cm)	主茎粗(cm)	主茎节数(个)	主茎分枝数(个)	单株荚数(个)	单荚粒数(粒)	荚长(cm)	百粒质量(g)	单株产量(g)
I	93.64	68.21	0.76	9.66	2.42	23.75	12.18	11.45	6.46	17.97
II	94.50	60.55	0.75	9.03	2.50	30.18	11.53	9.28	5.94	19.00
III	99.67	65.80	0.73	9.70	2.61	19.51	11.91	10.67	6.07	13.75
IV	82.00	45.03	0.60	7.57	2.10	27.07	11.10	9.80	5.80	16.53
V	100.00	84.91	0.83	10.40	1.57	20.73	12.28	10.85	6.79	16.88

2.4 绿豆种质资源主要农艺性状、经济性状的主成分分析及综合评价

2.4.1 绿豆种质资源主要性状的主成分分析 对 20 份绿豆种质资源的 10 个主要性状进行主成分分

析,分析结果见表 5,可以看到前 4 个主成分累计贡献率达 79.193%,基本代表了 20 份种质资源的主要遗传信息。第 1 主成分特征值为 3.698,贡献率为

36.976%,特征向量有正有负,其对株高、主茎节数的贡献最大,特征向量值分别为 0.899 和 0.767。第 2 主成分特征值为 1.894,贡献率为 18.939%,特征向量有正有负,主要反映单株产量、百粒质量,其向量值分别为 0.890 和 0.639。第 3 主成分特征值为 1.269,贡献率为 12.693%,从载荷数值大小来看,该成分主要反映主茎分枝数,其向量值为 0.742。第 4 主成分特征值为 1.059,贡献率为 10.585%,从数值大小来看,该成分主要反映单株荚数,其向量值为 0.464。

表 5 绿豆种质资源农艺性状、经济性状的主成分分析				
性状	特征向量值			
	P1	P2	P3	P4
生育期(X_1)	0.679	-0.423	0.101	0.371
株高(X_2)	0.899	0.070	-0.076	0.172
主茎粗(X_3)	0.625	0.018	0.430	0.082
主茎节数(X_4)	0.767	-0.260	0.050	0.392
主茎分枝数(X_5)	-0.301	-0.394	0.742	-0.071
单株荚数(X_6)	-0.665	0.369	0.399	0.464
单荚粒数(X_7)	0.658	0.152	0.201	-0.247
荚长(X_8)	0.476	0.356	0.432	-0.573
单株产量(X_9)	-0.059	0.890	0.220	0.347
百粒质量(X_{10})	0.504	0.639	-0.285	-0.032
特征值	3.698	1.894	1.269	1.059
贡献率(%)	36.976	18.939	12.693	10.585
累积贡献率(%)	36.976	55.915	68.608	79.193

2.4.2 绿豆种质资源综合评价 利用入选的特征向量和特征值,计算 20 份绿豆种质资源的主成分值,根据主成分得分进行评价和排序。利用表 5 的各成分特征向量值得到如下关系式:

$$F_1=0.679X_1+0.899X_2+0.625X_3+0.767X_4-0.301X_5-0.665X_6+0.658X_7+0.476X_8-0.059X_9+0.504X_{10};$$
$$F_2=-0.423X_1+0.070X_2+0.018X_3-0.260X_4-0.394X_5+0.369X_6+0.152X_7+0.356X_8+0.890X_9+0.639X_{10};$$
$$F_3=0.101X_1-0.076X_2+0.430X_3+0.050X_4+0.742X_5+0.399X_6+0.201X_7+0.432X_8+0.220X_9-0.285X_{10};$$
$$F_4=0.371X_1+0.172X_2+0.082X_3+0.392X_4-0.071X_5+0.464X_6-0.247X_7-0.573X_8+0.347X_9-0.032X_{10};$$

综合评价函数 $F=[\lambda_1/(\lambda_1+\lambda_2+\lambda_3+\lambda_4)]F_1+$

$$[\lambda_2/(\lambda_1+\lambda_2+\lambda_3+\lambda_4)]F_2+[\lambda_3/(\lambda_1+\lambda_2+\lambda_3+\lambda_4)]F_3+[\lambda_4/(\lambda_1+\lambda_2+\lambda_3+\lambda_4)]F_4=0.467F_1+0.239F_2+0.160F_3+0.134F_4$$
(式中 λ_1 、 λ_2 、 λ_3 、 λ_4 分别为 4 个主成分对应的特征值)。

综合得分越高,表明综合表现越好。由表 6 可知,综合得分排在前 5 名的绿豆品种依次为横山大绿豆、龙博 9 号、中绿 5 号、赤绿 5 号、龙博 7 号。

表 6 20 份绿豆种质资源的综合得分						
编号	主成分因子得分				综合得分	排序
	F ₁	F ₂	F ₃	F ₄		
1	148.89	-2.52	24.04	60.80	81.79	3
2	121.52	-0.33	23.72	53.24	68.31	18
3	96.49	-0.03	26.29	50.17	56.54	20
4	133.84	-4.35	24.41	55.66	73.64	7
5	116.48	-1.96	27.33	59.68	66.97	19
6	129.75	-0.32	26.54	58.89	73.41	9
7	125.79	-3.83	25.48	53.24	69.77	16
8	133.59	-6.03	26.13	59.33	73.85	6
9	135.27	-5.87	23.96	53.44	73.55	8
10	152.61	-5.42	23.11	62.67	82.95	2
11	133.51	-3.28	26.06	58.45	74.33	5
12	136.88	-15.12	25.85	58.82	73.12	11
13	132.83	-13.39	21.83	55.53	70.53	15
14	128.31	-3.39	25.92	56.77	71.61	14
15	139.63	-2.27	25.87	59.43	77.58	4
16	128.31	-0.20	26.95	58.09	72.71	13
17	119.58	-1.09	29.54	61.49	69.24	17
18	131.19	-4.28	25.91	57.97	72.92	12
19	131.41	-2.97	26.24	57.50	73.32	10
20	157.76	-10.83	21.61	60.45	83.51	1

3 讨论与结论

3.1 绿豆种质资源的遗传多样性

对遗传多样性进行研究是作物育种工作的基础,充分挖掘种质资源的遗传变异和遗传背景,可以为绿豆的育种工作提供理论支撑。各性状的遗传变异系数是变异程度是否丰富的体现,变异系数与变异潜力是正相关关系,变异系数越高变异潜力越大,该性状被改变的可能性也最大^[11]。陈红霖等分析了来自国内外的 481 份绿豆种质资源的 21 个农艺性状,发现变异系数较高的是与产量相关的性状单株荚数 and 小区产量,而荚长、主茎节数等性状变异系数较低^[8]。本研究 20 份绿豆资源 10 个主要性状的变异系数中,变异系数较高的性状为单株荚

数与单株产量,这与陈红霖等的研究结果^[8]大体一致。本研究中各性状的遗传多样性指数均较高,其中单荚粒数和百粒质量的遗传多样性指数较高,但其相应的遗传变异系数相对较低,说明遗传多样性指数的大小和变异系数的高低并不具有一致性,这与万述伟等对豌豆农艺性状的研究^[12]相同。

很多作物的农艺性状间存在相关性,育种工作时可以利用性状间的相关性对一些性状进行选择^[13-14]。在对参试绿豆性状的相关性分析上,百粒质量、单株荚数对单株产量有较大的影响,与徐东旭等的研究结果^[15-16]相一致,因此在绿豆的高产育种工作中应该优先考虑百粒质量和单株荚数等主要因素;生育期的长短对绿豆形态建成有一定的影响^[8],在本试验中全生育期与株高、主茎节数均呈极显著正相关,本结果与陈红霖等对生育期的相关性分析结果^[8]一致。

3.2 绿豆种质资源的聚类分析

对性状进行聚类分析能够客观体现种质材料间的亲缘关系,在育种工作时可以根据聚类特点进行亲本选配,因此聚类分析是育种的重要手段之一。本试验采用 Ward 联接法在欧氏平方距离为 4.2 时将供试资源分成 5 大类群,各个类群的差异明显。来自同一区域的种质资源并没有聚为一类,可能与绿豆种质资源之间的相互交叉利用有关,此研究结果与王丽侠等的研究结果^[17]相似。本研究的 4 个类群中,第Ⅰ类群包括 11 份种质资源,荚最长,有益性状不明显;第Ⅱ类群的单株产量、单株荚数最多,可以作为选育高产绿豆品种的优良亲本;第Ⅲ类群的单株产量低,有益性状不明显;第Ⅳ类多为矮秆、早熟品种,可以作为选育抗倒伏育种研究的亲本材料;第Ⅴ类群的百粒质量最高,可以作为改良绿豆籽粒大小的亲本材料加以利用。

3.3 绿豆种质资源的主成分分析

在数据分析方法中主成分分析经常被利用,它是采取的一种降维方法,以把分散在一组变量上的信息集中到几个综合因子上为主要目的,简化数据并尽可能多地反映原来变量的大部分信息以及变量之间的关系,从而使得数据分析更加简单直观^[18]。目前主成分分析法已广泛运用到小麦^[19]、水稻^[20]、大豆^[21]、燕麦^[22]等作物育种中。

在对 10 个性状的主成分分析中发现,前 4 个主成分对表型变异的累积贡献率达到了 79.193%。根据各主成分的特征向量,可将 4 个主成分分为两

大类,其中第 2、第 4 主成分对单株产量、百粒质量、单株荚数的贡献比较大,是与产量性状密切相关的因子,而对绿豆单株产量的相关性分析也表明,单株产量与百粒质量、单株荚数呈显著、极显著相关关系,说明可通过增加百粒质量和单株荚数的方式来提高绿豆的单株产量;而第 1、第 3 主成分对株高、主茎节数、主茎分枝数的贡献较大,是与绿豆生态建成相关的因子。陈红霖等对来自国内外的 481 份绿豆种质资源进行农艺性状及豆象抗性鉴定评价的研究,主成分分析表明,前 6 个主成分反映总信息量的 83.41%^[8],高于本研究主成分分析结果,这可能与供试材料容量大小不同有关。

本研究通过对主要性状的综合分析,基本客观、科学地评价了 20 份绿豆资源群体,但由于作物的性状不单一地受到遗传因素的影响,环境因素同样会影响作物性状的表达,因此导致地理来源一致的同一品种资源在不同环境下具有丰富的变异。国内外已有从形态学标记和分子标记技术等方面对绿豆进行的研究^[22],因此为了能够更加精准地评价和分析绿豆种质资源的遗传背景,可以通过分子生物学的方法寻找有利基因,缩短绿豆育种进程。

本试验研究表明,供试的 20 份绿豆种质资源均可在内蒙古赤峰地区正常生长发育,且遗传多样性丰富。其中种质横山大绿豆、龙博 9 号、中绿 5 号综合得分最高,可作为内蒙古赤峰地区绿豆品种选育改良的优良亲本,也可在生产上大面积种植推广。

参考文献:

- [1]郑卓杰. 中国食用豆类学[M]. 北京:中国农业出版社,1997: 141-166.
- [2]程须珍,王述民. 中国食用豆类品种志[M]. 北京:中国农业科学技术出版社,2009:19-20.
- [3]魏云山,林在隆,周学超,等. 旱区不同播期绿豆群体生长及产量动态分析[J]. 作物杂志,2017(2):109-113.
- [4]王成,闫锋,崔秀辉,等. 绿豆农艺性状的遗传多样性分析[J]. 杂粮作物,2010,30(3):182-184.
- [5]张毅华,张耀文,张泽燕. 绿豆种质资源表型性状多样性分析[J]. 农学学报,2013,3(1):15-19.
- [6]韩粉霞,李桂英. 绿豆主要农艺性状的相关分析[J]. 华北农学报,1998,13(4):66-69.
- [7]杨春玲,王阔,关立,等. 绿豆主要农艺性状间的相关及通径分析[J]. 杂粮作物,2005,25(5):314-315.
- [8]陈红霖,胡亮亮,杨勇,等. 481 份国内外绿豆种质农艺性状及豆象抗性鉴定评价及遗传多样性分析[J]. 植物遗传资源学报,2020,21(3):549-559.
- [9]程须珍,王素华,王丽侠,等. 绿豆种质资源描述规范和数据标准

刘毅强,田再民,祁利潘,等. 20 份马铃薯品种(系)指纹图谱构建和遗传多样性分析[J]. 江苏农业科学,2022,50(21):41-46.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2022.21.006

20 份马铃薯品种(系)指纹图谱构建和遗传多样性分析

刘毅强,田再民,祁利潘,龚学臣,冯 琰,张云帅,翟鑫娜,苏晨晨,柴国柱,王 然

(河北北方学院,河北张家口 075000)

摘要:为明确马铃薯品种(系)的亲缘关系,研究马铃薯品种(系)遗传多样性,利用形态学鉴定和 SSR 分子标记鉴定,对 20 份马铃薯材料进行遗传多样性分析,并构建其指纹图谱。形态学聚类结果表明,20 份马铃薯材料在欧氏距离 19.6 处可分为 3 个类群,第Ⅰ类包括 4 份材料,第Ⅱ类包括 2 份材料,第Ⅲ类包括 14 份材料。SSR 分子标记聚类结果表明,12 对多态性丰富、条带清晰的引物,共扩增出 91 个标记位点,其中多态性位点有 87 个,多态性比率 95.6%。每对 SSR 引物扩增得到多态性位点 1~19 个,平均 7.3 个。20 份马铃薯材料间的遗传距离范围为 0.148 1~0.655 2,平均遗传距离 0.486 9,在遗传相似系数为 0.51 时可被分为 3 个类群,第Ⅰ类包括 1 份材料,第Ⅱ类包括 8 份材料,第Ⅲ类包括 11 份材料。选用引物 STM1052 和 S25 构建 DNA 指纹图谱,可对 20 份马铃薯材料进行区分。本试验可为马铃薯种质资源的利用、亲缘关系分析及品种鉴定提供理论依据。

关键词:马铃薯;遗传多样性;SSR 标记;指纹图谱

中图分类号:S532.03 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2022)21-0041-06

马铃薯 (*Solanum tuberosum* L.) 属于茄科 (*Solanaceae*) 茄属 (*Solanum*) 一年生草本植物,是以

收稿日期:2022-01-01

基金项目:现代农业产业技术体系建设专项(编号:CARS-09);河北省现代农业产业技术体系(马铃薯品种筛选与繁育)项目(编号:HBCT2018080201);河北省马铃薯产业协同创新中心项目(编号:HB2018063602020002);河北省教育厅项目(编号:QN2018111)。

作者简介:刘毅强(1995—),男,河北张家口人,硕士研究生,主要从事马铃薯分子育种研究。E-mail:764060990@qq.com。

通信作者:田再民,博士,副教授,主要从事马铃薯育种与栽培研究。E-mail:nkxztm@163.com。

块茎为食物的粮菜兼用作物。据 2017 年联合国粮食及农业组织 (FAO) 统计,中国马铃薯种植面积、产量分别占世界的 29.88%、25.56%,是种植面积和产量最大的国家^[1]。马铃薯的遗传多样性可以从很多方面体现,包括形态特征、生理特征、细胞特征和 DNA 序列等,其中遗传多样性的本质是 DNA 多样性^[2],因此,应用分子标记技术对马铃薯进行 DNA 标记和遗传差异性分析显得至关重要。简单重复序列 (simple sequence repeat,简称 SSR) 是一种应用较广泛的分子标记技术,该技术具有低成本、

[M]. 北京:中国农业出版社,2006:13-22.

[10] 雷 雄,游明鸿,白史且,等. 川西北高原 50 份燕麦种质农艺性状遗传多样性分析及综合评价[J]. 草业学报,2020,29(7):131-142.

[11] 黎松松,许文静,张 威,等. 大豆种质资源主要农艺性状的评价与分析[J]. 江苏农业科学,2021,49(19):35-38.

[12] 万述伟,宋风景,郝俊杰,等. 271 份豌豆种质资源农艺性状遗传多样性分析[J]. 植物遗传资源学报,2017,18(1):10-18.

[13] 吕玲玲,李 威,肖熙鸥. 茄子种质资源主要性状评价及其相关性分析[J]. 中国农学通报,2016,32(4):165-170.

[14] 石建斌,周 红,王 宁,等. 陆地棉纤维品质与主要农艺性状的相关性分析[J]. 江苏农业学报,2019,35(4):770-775.

[15] 徐东旭. 冀西北芸豆产量与主要农艺性状的灰色关联度分析[J]. 农业科技通讯,2015(5):133-135.

[16] 闫 锋. 绿豆品种高产稳产性的高稳系数法分析[J]. 湖南农业科学,2011(11):19-20.

[17] 王丽侠,程须珍,王素华,等. 中国绿豆应用型核心样本农艺性状的分析[J]. 植物遗传资源学报,2009,10(4):589-593.

[18] Lyu Y Y, Li T, Zhang M, et al. Correlation and principal component analysis on main agronomic traits of new waxy corn varieties[J]. Agricultural Science & Technology, 2017, 18(9):1732-1737.

[19] 程晓明,程婧晔,胡文静,等. 23 个小麦品种春化特性主成分分析及聚类分析[J]. 江苏农业科学,2019,47(8):64-68.

[20] 张巩亮,李 逸,魏媛媛,等. 寒地水稻抗旱相关性状主成分分析及综合评价[J]. 福建农业学报,2020,35(8):811-819.

[21] Wang B Q, Zhang L F, Dai H Y, et al. Genetic variation analysis, correlation analysis and principal component analysis on agronomic traits of summer sowing soybean (*Glycine max* Merr.) in Huang-Huai-Hai region[J]. Agricultural Biotechnology, 2013, 2(3):25-29.

[22] 南 铭,马 宁,刘彦明,等. 燕麦种质资源农艺性状的遗传多样性分析[J]. 干旱地区农业研究,2015,33(1):262-267.