

冯乐勇,焦雄飞,于晋.基于DUS测试的绿豆品种多样性与特异性分析[J].山西农业科学,2026,54(2):11-18.

FENG L Y, JIAO X F, YU J. Analysis of diversity and specificity of mung bean varieties based on DUS testing[J]. Journal of Shanxi Agricultural Sciences, 2026, 54(2): 11-18.

doi:10.26942/j.cnki.issn.1002-2481.2026.02.02

基于DUS测试的绿豆品种多样性与特异性分析

冯乐勇,焦雄飞,于晋

(山西农业大学玉米研究所,山西忻州030043)

摘要:为了优化绿豆DUS测试,为绿豆新品种选育提供参考依据,研究对2023年绿豆新品种申请测试的24份品种的31个性状进行聚类、多样性、相关性、变异系数等综合分析。结果表明,下胚轴花青苷显色、小叶基部花青苷显色、种子种皮光泽等3个质量性状的遗传多样性均偏低,83.33%~87.50%的品种表现为下胚轴和小叶基部花青苷显色、种子有光泽,表型高度趋同;10个数量性状中,成熟期的遗传多样性指数最高、主茎茸毛最低;所有测试品种均为三小叶表型,叶柄花青苷显色强度以弱表达为主,植株分枝与主茎夹角普遍在中等及以上。7个核心数量性状里,荚果数的变异系数最大,为28.53%,荚果种子数变异系数最小,为6.25%。相关性分析结果表明,株高与主茎节数、荚果长度与百粒质量均呈极显著正相关,其中荚果长度对百粒质量正向贡献最大,株高、荚果数与百粒质量呈负相关。聚类分析结果将24份品种分为5类,荚果长度与荚果数在类群间区别度较高,可作为绿豆新品种特异性判定的核心性状。

关键词:绿豆;DUS测试;数量性状;质量性状

中图分类号:S522

文献标识码:A

文章编号:1002-2481(2026)02-0011-08

Analysis of Diversity and Specificity of Mung Bean Varieties based on DUS Testing

FENG Leyong, JIAO Xiongfei, YU Jin

(Institute of Maize Research, Shanxi Agricultural University, Xinzhou 030043, China)

Abstract: In order to optimize the DUS testing of mung bean, provide reference for breeding new varieties of mung bean. In this study, the clustering, diversity, correlation, and coefficient of variation of 31 traits of 24 varieties applying the mung bean new variety testing in 2023 were comprehensively analyzed. The result showed that the genetic diversity of three quality traits (anthocyanin coloration of hypocotyl, anthocyanin coloration of leaflet base, and seed coat luster) was all low, and 83.33%~87.50% of the varieties showed anthocyanin coloration of hypocotyl and leaflet base with glossy seeds, presenting a highly convergent phenotype. Among the 10 quantitative traits, the genetic diversity index of maturity stage was the highest, and the index of main stem villi was the lowest, all tested varieties had a trifoliolate phenotype, the anthocyanin coloration intensity of petiole was dominated by weak expression, and the angle between plant branches and main stem was generally above the medium level. Among the 7 core quantitative traits, the coefficient of variation of plant pod number was the largest (28.53%), and that of pod seed number was the smallest (6.25%). Plant height was extremely significantly positively correlated with the number of main stem nodes, and pod length was extremely significantly positively correlated with 100-seed weight, among which pod length had the greatest positive contribution to 100-seed weight, while plant height and pod number were negatively correlated with 100-seed weight. Cluster analysis divided the 24 varieties into 5 groups, and pod length and pod number had a high degree of differentiation among the groups, so the two traits could be used as the core traits for judging the distinctness of new mung bean varieties.

Keywords: mung bean; DUS testing; quantitative traits; qualitative traits

绿豆,又名青小豆,属豆科豇豆属作物。绿豆原产于印度和缅甸地区,目前在全球多个国家都

有种植^[1],在我国已有超过2 000 a的栽培史,黄河、淮河流域及东北地区为主要产区。内蒙古、吉林、

收稿日期:2025-04-30

作者简介:冯乐勇,助理研究员,主要从事玉米和杂粮DUS测试研究,E-mail:542160366@qq.com

安徽、河南、山西、陕西和湖南为绿豆的主要种植区,其播种面积合计占全国播种总面积的 78.8%;吉林和内蒙古的产量最多,合计占总产量的 42.2%,其次是河南、湖南、山西、新疆、重庆、四川和湖北。绿豆的营养丰富,籽粒中蛋白质含量较高,占干质量的 25%~28%,是集粮食、蔬菜、绿肥和医药用途于一身的传统豆类食物^[2]。基于绿豆的实用价值及人们对其喜爱程度,培育适应性更强、产量更高、品质更好的绿豆新品种尤为重要。

焦雄飞等^[3]对 45 份兵豆种质资源的质量性状进行了多样性分析,对其数量性状进行了相关性分析与分级,为兵豆种质资源保护和兵豆 DUS 测试指南的制定提供了参考。官玲等^[4]采用符合系数(COC)分析 17 份蚕豆标准品种在重庆地区的性状表现与指南描述的差异性,从而筛选出重庆地区适宜种植的蚕豆种质资源。王红娟等^[5]对 106 份南方春大豆品种采用不同方法对各数量性状进行研究,旨在为大豆资源的综合评价提供参考。杨学乐等^[6]对收集的 176 份湖南省绿豆种质资源的田间农艺性状进行综合分析和评价,结果表明,绿豆田间农艺性状易受环境、气候和栽培措施等的影响,并利用分子标记进行遗传多样性分析,以期绿豆种质资源创制和新品种选育提供参考。朱慧珺等^[7]对 10 份绿豆种质资源在榆次、怀仁和临汾三地的农艺性状及营养品质进行综合分析,结果表明,主要农艺性状和品质性状受气候因子不同程

度的影响。

植物新品种测试是对申请保护的植物新品种进行特异性(Distinctness)、一致性(Uniformity)和稳定性(Stability)的栽培鉴定试验或室内分析测试的过程(简称 DUS 测试)。根据特异性、一致性和稳定性的试验结果,判定测试品种是否属于新品种,为植物新品种保护提供可靠的判定依据^[8-9]。《植物新品种特异性、一致性和稳定性测试指南 绿豆》(NT/T 2350—2013)2013 年发布实施,本研究以 2023 年农业农村部植物新品种测试中心委托、社会委托的 24 份绿豆申请品种为试材,严格参照该指南开展 31 个农艺性状的 DUS 测试,通过对测试性状进行遗传多样性、相关性、变异系数及聚类等综合分析,筛选绿豆新品种特异性判定的核心性状,优化绿豆 DUS 测试技术体系,旨在为绿豆新品种的定向选育、审定登记及植物新品种权保护提供技术支撑。

1 材料和方法

1.1 试验材料

供试材料包括 12 份社会委托测试品种(中绿 29、中绿 28、中绿 27、中绿 26、并绿 11 号、并绿 20 号、并绿 21 号、汾绿豆 6 号、冀绿 25 号、汾黑绿豆 12 号、航农绿豆、庆绿 8 号)和由农业农村部植物新品种测试中心提供的 12 份绿豆申请品种(表 1)。

表 1 24 份绿豆品种情况

Tab.1 Details of 24 mung bean application varieties

试验序号 Testing serial number	品种 Variety	测试编号 Testing number	试验序号 Testing serial number	品种 Variety	测试编号 Testing number
1	绿豆	20201003996A	13	中绿 28	20225330265A
2	绿豆	20201003997A	14	中绿 27	20225330263A
3	绿豆	20191005629A	15	绿豆	20222002796A
4	绿豆	20201002477A	16	中绿 26	20225330264A
5	绿豆	2021100923A	17	并绿 11 号	20225330270A
6	绿豆	2021102440A	18	并绿 20 号	20225330271A
7	绿豆	2021100786A	19	并绿 21 号	20225330272A
8	绿豆	20222000992A	20	汾绿豆 6 号	20225330273A
9	绿豆	20222000992B	21	冀绿 25 号	20225330274A
10	绿豆	20222002798A	22	汾黑绿豆 12 号	20235330463A
11	绿豆	20222002797A	23	航农绿豆	20235330464A
12	中绿 29	20225330266A	24	庆绿 8 号	20235330466A

注:数据来源于农业农村部植物新品种测试(忻州)分中心。下同。

Note: The data were sourced from the Xinzhou Branch Center for Plant New Variety Testing of the Ministry of Agriculture and Rural Affairs. The same as below.

1.2 试验设计

2023年5月20日至9月1日在农业农村部植物新品种测试(忻州)分中心DUS试验基地进行集中测试。试验采用随机区组设计,采用条播种植,每小区播种株数不少于120株,株距15 cm,行距

60 cm,共设2个重复。在绿豆测试田块四周种植保护行,田间管理与当地种植管理方式保持一致。按照《植物新品种特异性、一致性和稳定性测试指南 绿豆》(2013版)(以下简称《指南》)的要求,采集31个基本性状数据如表2所示。

表2 性状信息及表达状态代码

Tab.2 Trait information and expression status code

性状序号 Trait sequence number	性状 Trait	观测时期 Observation pe- riod	观测方法 Observation method	性状类型 Trait type	记载标准与分级 Record standards and classifications
1	下胚轴:花青苷显色	10	VG	QL	1:无;9:有
2	叶:小叶基部花青苷显色	30	VG	QL	1:无;9:有
3	种子:种皮光泽	50	VG	QL	1:无;9:有
4	始花期	20	MG	QN	1:极早;2:极早到早;3:早;4:早到中;5:中;6:中到晚;7:晚;8:晚到极晚;9:极晚
5	主茎:茸毛	30	VG	QN	1:无或极少;2:少;3:多
6	叶:小叶数量	30	VG	QN	1:三小叶;2:多小叶
7	叶:绿色程度	30	VG	QN	1:极浅;2:极浅到浅;3:浅;4:浅到中;5:中;6:中到深;7:深;8:深到极深;9:极深
8	叶柄:花青苷显色强度	30	VG	QN	1:无或极弱;2:弱;3:强
9	成熟期	40	MG	QN	1:极早;2:极早到早;3:早;4:早到中;5:中;6:中到晚;7:晚;8:晚到极晚;9:极晚
10	植株:分枝与主茎夹角	40—50	VG	QN	1:小;2:小到中;3:中;4:中到大;5:大
11	植株:高度	40—50	MS	QN	1:极矮;3:矮;5:中;7:高;9:极高
12	植株:分枝数量	40—50	MS	QN	1:少;2:中;3:多
13	植株:荚果数量	50	MS	QN	1:极少;3:少;5:中;7:多;9:极多
14	主茎:节数量	40—50	MS	QN	1:少;2:中;3:多
15	荚果:长度	50	MS	QN	1:短;2:中;3:长
16	荚果:种子数量	50	MS	QN	1:少;2:中;3:多
17	种子:百粒质量	50	MG	QN	1:小;3:中;5:大
18	主茎:颜色	30	VG	PQ	1:绿;2:绿紫;3:紫
19	叶:小叶形状	30	VG	PQ	1:窄卵形;2:中等卵形;3:阔卵形;4:裂叶形
20	花:花冠颜色	30	VG	PQ	1:浅黄色;2:中等黄色;3:黄中带紫
21	花:龙骨瓣显色	30	VG	PQ	1:无;9:有
22	花:萼片显色	30	VG	PQ	1:无;9:有
23	植株:生长习性	40—50	VG	PQ	1:直立;2:半蔓形;3:蔓形
24	植株:炸荚性	50	VG	QN	1:无或极轻;2:轻;3:重
25	荚果:形状	50	VG	PQ	1:直筒形;2:镰刀形;3:弓形
26	荚果:横切面形状	40	VG	PQ	1:圆形;2:扁圆形
27	荚果:颜色	50	VG	PQ	1:黄白色;2:褐色;3:黑色
28	荚果:茸毛颜色	50	VG	PQ	1:灰色;2:褐色
29	种子:形状	50	VG	PQ	1:球形;2:短圆柱形;3:长圆柱形
30	种子:种皮颜色	50	VG	PQ	1:绿色;2:黄色;3:蓝色;4:褐色;5:黑色
31	仅适用于绿色种皮品种: 种子:绿色程度	50	VG	QN	1:浅;2:中;3:深

注:QL.质量性状;QN.数量性状;PQ.假质量性状;MG.群体测量;MS.个体测量;VG.群体目测;VS.个体目测;10.幼苗期;20.始花期;30.盛花期;40.成熟期;50.完熟期。

Note: QL. Quality trait; QN. Quantitative trait; PQ. False qualitative trait; MG. Group measurement; MS. Single measurement; VG. Group visual observation; VS. Individual visual observation; 10. Seedling stage; 20. Initial flowering stage; 30. Full-blooming stage; 40. Maturation period; 50. Full ripe stage.

1.3 性状检测方法

根据《指南》要求,对质量性状、数量性状和假质量性状进行调查,如表 2 所示。个体观测性状(VS、MS)在每个小区随机选取 20 株植株观测,在观测植株的器官或部位时,每个植株取样数量为 1 个。群体观测性状(VG、MG)应观测整个小区的样本,测试品种目测性状按照《指南》要求给出相应代码。株高、荚果长度使用直尺或游标卡尺测量,百粒质量使用电子天平测定。

1.4 数据统计与处理

1.4.1 质量性状的处理 根据《指南》的标准进行分级,对其中 3 个质量性状进行多样性分析,多样性分析参考文献[10-11]进行。

$$H' = -\sum P_i \ln P_i \quad (1)$$

式中, P_i 为某个性状第*i*个代码出现的概率。

1.4.2 数量性状的处理 采用 Excel 软件处理试验数据,计算各测试绿豆品种的平均值、最大值、最小值、标准差和变异系数等参数,按照级差 ≥ 2 倍标准差的计算方法进行分级^[12-14],其中,级差是指数量性状分级后,相邻等级之间的差值,用于统一性状分级标准,保证 DUS 测试结果规范可比。具体分级方式:级数 1=极差/(标准差 $\times 2$);级数 2=级数 1 最接近的整数(按照 1、3、5、7、9 的就小取值);级差=极差/级数 2;分级数是根据中值和级差而确定的、连续的不同数据分布范围的数量。采用 CORR 过程对 24 个品种的 7 个数量性状进行性状间相关性分析和最短距离聚类分析。

表 4 绿豆 7 个数量性状分级占比及多样性分析

Tab.4 Classification proportion and diversity analysis of the seven quantitative traits of mung bean

性状序号 Trait sequence number	性状 Trait	分级占比/% Classification proportion							多样性指数 Diversity index
		分级 1 Grade 1	分级 2 Grade 2	分级 3 Grade 3	分级 4 Grade 4	分级 5 Grade 5	分级 6 Grade 6	分级 7 Grade 7	
4	始花期				25.00	41.67	25.00	8.33	1.26
5	主茎:茸毛		33.33	66.67					0.64
6	叶:小叶数量	100.00							
7	叶:绿色程度					25.00	45.83	29.17	1.06
8	叶柄:花青苷显色强度	20.83	62.50	16.67					0.92
9	成熟期		4.16	41.67	16.67	29.17	8.33		1.36
10	植株:分枝与主茎夹角			29.17	50.00	20.83			1.03

从表 4 可以看出,始花期和成熟期的多样性指数均较高,分别为 1.26、1.36;叶的绿色程度和植株的分枝与主茎夹角的多样性指数也都大于 1,分别

2 结果与分析

2.1 绿豆品种质量性状的多样性分析

在 31 个测试性状中,有 3 个质量性状,分别是下胚轴(花青苷显色);叶(小叶基部花青苷显色);种子(种皮光泽)。由表 3 可知,3 个质量性状的多样性指数均小于 1,其中小叶基部花青苷显色的多样性指数最大,为 0.45,下胚轴花青苷显色和种子光泽的多样性指数相同,均为 0.38,说明本试验测试的 3 个质量性状在测试品种中的遗传多样性均较低。下胚轴花青苷显色占比是 87.50%,小叶基部花青苷显色占比是 83.33%,种子有光泽的占比是 87.50%,整体来看,较多数测试品种的下胚轴和小叶基部花青苷显色,种子有光泽。

表 3 绿豆质量性状分级占比及多样性分析

Tab.3 Classification proportion and diversity analysis of the three qualitative traits of mung bean

性状序号 Trait sequence number	占比/% Percentage		多样性指数(H) Diversity index
	分级 1 Grade 1	分级 9 Grade 19	
1	12.50	87.50	0.38
2	16.67	83.33	0.45
3	12.50	87.50	0.38

2.2 绿豆品种 7 个数量性状的多样性分析

绿豆品种 7 个数量性状分级占比及多样性分析如表 4 所示。

是 1.06、1.03;主茎茸毛的多样性指数最低,为 0.64。分析数据得知,绿豆成熟期的表达状态在测试品种中具有最高的遗传多样性,主茎茸毛的遗

传多样性最低。

始花期早到中、中、中到晚、晚的占比分别为25.00%、41.67%、25.00%、8.33%;主茎茸毛以多为主要表型,占比为66.67%,少表型占比为33.33%;小叶数量只有1种表型,均为三小叶,说明三小叶普遍存在于绿豆中,在下次绿豆测试指南修订时可以考虑去除此性状的测试;叶的绿色程度中、中到深、深的占比分别为25.00%、45.83%、29.17%;叶柄的花青苷显色强度弱的占比最高,为62.50%;成熟期极早到早、早、早到中、中、中到晚的占比分别是4.16%、41.67%、16.67%、29.17%、8.33%;植株分枝与主茎夹角中到大的占比为整体的1/2,夹角中等的占比是29.17%,夹角大的占比是

20.83%,说明植株分枝与主茎夹角普遍在中等夹角以上。

将24个测试品种7个数量性状的原始数据平均值进行统计分析,从表5可以看出,各数量性状的变异系数最大的是荚果数,为28.53%,其次是分枝数,为17.22%,表明植株荚果数和分枝数在种间相较于其他5个性状差异较大;株高、荚果长度、荚果种子数和百粒质量的变异系数相对较小,均小于15%,变异系数最小的是荚果种子数,仅为6.25%,荚果种子数的种间差异最小。按照级差大于等于2倍平均标准差的要求,对各数量性状进行分级^[15-16],所有性状均可分为3个连续分布的分级范围(表6)。

表5 绿豆7个数量性状的数据统计

Tab.5 Data statistics of the seven quantitative traits of mung beans

性状序号 Trait sequence number	性状 Trait	最小值 Mini- mum	最大值 Maxi- mum	平均数 Average	标准差 Standard deviation	中值 Median	变异系数/% CV	级数1 Series 1	级数2 Series 2	级差 Step dif- ference	分级数 Number of grades
11	株高/cm	46.34	73.79	60.01	7.82	59.41	13.03	1.75	1.00	27.45	3.00
12	分枝数/个	3.20	5.85	4.26	0.73	4.33	17.22	1.81	1.00	2.65	3.00
13	荚果数/个	9.00	106.20	68.30	19.48	70.93	28.53	2.49	1.00	97.20	3.00
14	主茎节数/个	5.15	8.60	7.02	0.86	7.15	12.31	2.00	1.00	3.45	3.00
15	荚果长度/cm	8.34	13.97	11.03	1.29	10.86	11.63	2.19	1.00	5.63	3.00
16	荚果种子数/个	9.75	13.65	12.15	0.76	12.15	6.25	2.55	1.00	3.90	3.00
17	百粒质量/g	4.82	7.97	6.49	0.79	6.62	12.12	2.00	1.00	3.15	3.00

表6 绿豆7个数量性状的分级

Tab.6 Classification of the seven quantitative traits of mung bean

性状序号 Trait sequence number	性状 Trait	1	2	3
11	株高/cm	≤45.67	45.68~73.13	≥73.14
12	分枝数/个	≤3.02	3.03~5.63	≥5.64
13	荚果数/个	≤22.32	22.33~119.53	≥119.54
14	主茎节数/个	≤5.41	5.42~8.87	≥8.88
15	荚果长度/cm	≤8.03	8.04~13.67	≥13.68
16	荚果种子数/个	≤10.19	10.20~14.10	≥14.11
17	百粒质量/g	≤5.03	5.04~8.19	≥8.20

从表7可以看出,在7个性状中有2组性状具有一定的相关性,株高和主茎节数呈极显著正相关($P<0.01$),相关系数为0.578;荚果长度和百粒质量也呈极显著正相关($P<0.01$),相关系数为0.549,说明荚果长度对百粒质量的贡献最大。株高、荚果数与百粒质量均呈负相关,相关系数分别为-0.296、-0.223,结合表5中荚果数的较大变异

性,因此,在DUS测试和审查时,要针对荚果数对百粒质量的相关性进行重点比对。

对24个测试品种的7个数量性状进行聚类分析(图1),可分为5类,第Ⅰ类只有1号品种,主要特征为株高中等,荚果数中等,主茎节数中等,荚果长度长到极长;第Ⅱ类包含20个品种,占全部品种的83.33%,分别是试验编号2、22、8、12、17、

18、9、13、11、10、23、5、19、20、6、7、15、3、24、21, 主要特征为 7 个数量性状多处于中等范围; 第 III 类是 16 号品种, 主要特征为株高矮到中, 荚果数极多; 第 IV 类是 14 号品种, 主要特征为株高较矮, 分

枝数较少, 荚果数多到极多; 第 V 类是 4 号品种, 主要特征为荚果数极少, 荚果长度较长, 荚果种子数少。

表 7 绿豆 7 个数量性状的相关性分析
Tab.7 Correlation analysis of the seven quantitative traits of mung beans

性状 Trait	株高 Plant height	分枝数 Branching number	荚果数 Pod number	主茎节数 Number of main stem nodes	荚果长度 Pod length	荚果种子数 The number of pod seeds	百粒质量 100-seed weight
株高 Plant height	1.000	-0.092	-0.295	0.578**	-0.119	0.298	-0.296
分枝数 Branching number		1.000	0.294	0.284	0.055	0.125	0.013
荚果数 Pod number			1.000	0.016	-0.391	0.399	-0.223
主茎节数 Number of main stem nodes				1.000	-0.119	0.321	0.017
荚果长度 Pod Length					1.000	0.123	0.549**
荚果种子数 The number of pod seeds						1.000	0.019
百粒质量 100-seed weight							1.000

注:**表示在 0.01 水平下极显著相关。

Note: ** indicatesd extremely significant correlation at the 0.01 level.

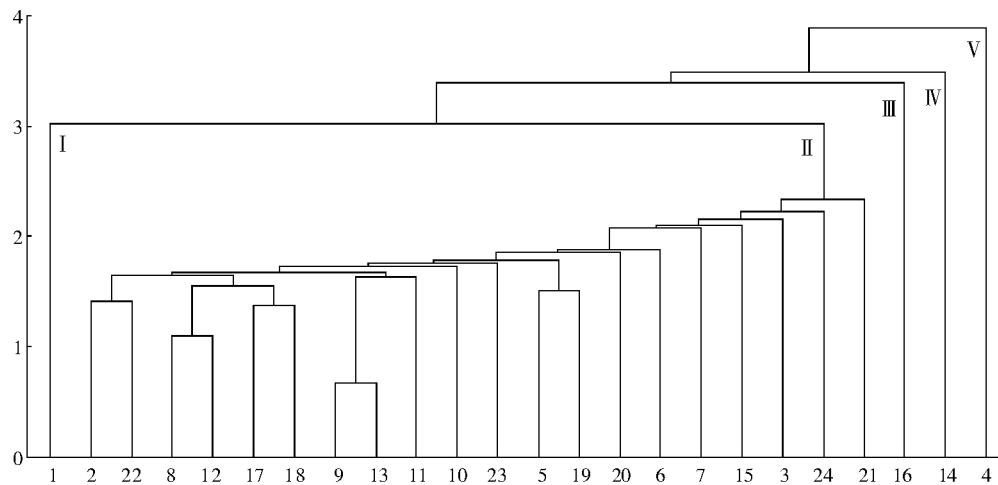


图 1 7 个数量性状的聚类分析
Fig.1 Cluster analysis of the seven quantitative traits of mung bean

3 结论与讨论

绿豆是一种高蛋白、低脂肪、中淀粉的医食同源豆类作物, 是理想的营养保健食品, 被广泛应用在食品、酿造和医药多领域^[17]。由于其生长周期短、平均产量高且具有耐旱和固氮等特点, 被广泛种植。近年来, 世界绿豆的种植面积和总产量都呈现较快的发展趋势, 特别是一些发达国家绿豆产量较高、竞争力较强, 对我国绿豆产业形成挑战^[18]。我国绿豆主要在干旱、半干旱、瘠薄、山坡、高地种植, 生产基本条件差, 产量极不稳定^[19-20]。

选育适应性强的优质绿豆品种尤为重要, 以扩大绿豆的种植范围, 提升绿豆产能, 提高我国绿豆的国际竞争力^[21]。美国、加拿大、澳大利亚等国家通过生物技术、分子标记辅助选择等方法, 培育出具有较高产量、优质、抗病虫害等特点的绿豆品种。我国应借鉴国外先进经验, 提高绿豆品种选育水平。

DUS 测试使优良种质得到较好保护, 也会促进种质资源开发与利用, 注重品种的综合性和挖掘优异基因, 选育出高产稳产的绿豆新品种, 对绿豆产业的发展意义重大。本研究选用 24 份送检的绿

豆新品种进行31个性状测试,结果表明,87.50%的测试品种下胚轴花青苷显色,83.33%的测试品种小叶基部花青苷显色,87.50%的测试品种种子有光泽,整体来看,较多数测试品种的下胚轴和小叶基部花青苷显色,种子有光泽;绿豆成熟期的表达状态在测试品种中具有最高的遗传多样性,主茎茸毛的遗传多样性最低,且66.67%的测试品种主茎茸毛为紫色。小叶数量只有1种表型,均为三小叶,说明三小叶性状普遍存在于绿豆中,三小叶的性状测试似乎没有意义,可以考虑在下次绿豆测试指南修订时去除此性状的测试。7个主要数量性状的变异系数均未超过30%,其中变异系数最大的是荚果数,最小的是荚果种子数,说明测试品种的7个主要数量性状数据均较为集中,变异程度不大;利用2倍标准差法可将7个数量性状均分为3级,等级为中级的性状频率较高,低级和高级的频率相对较少。

数量性状在测定过程中易受气候条件、栽培条件等众多因素的影响^[14]。就忻州分中心的栽培条件,对绿豆7个数量性状进行相关性分析得知,株高和主茎节数、荚果长度和百粒质量均呈极显著正相关,株高、荚果数量对百粒质量均呈负相关。综合荚果数的较大变异性,在DUS测试和审查时,要针对荚果数与百粒质量的相关性进行重点比对,建议绿豆测试指南修订时进行荚果数对百粒质量影响的优化。

聚类分析是将个体的集合分组为由类似的对象组成的多个类的分析过程,可以用于分析品种之间的亲缘关系^[22]。本试验将24个品种的7个数量性状分为5类,群体间存在一定差异,第Ⅰ类只有1号品种,主要特征为株高中等、荚果数中等、主茎节数中等、荚果长度长到极长;第Ⅱ类包含20个品种,占全部品种的83.33%,主要特征为7个数量性状多处于中等范围;第Ⅲ类是16号品种,主要特征为株高矮到中、荚果数极多;第Ⅳ类是14号品种,主要特征为株高较矮、分枝数较少、荚果数多到极多;第Ⅴ类是4号品种,主要特征为荚果数极少、荚果长度较长、荚果种子数少。对比分析5类群体的综合性状,荚果长度与荚果数是特征性状,在群体间的区别度较大,可作为判定品种间的特异性标准。建议育种者在培育高产优质的绿豆新品种时,关注荚果长度、荚果数等区别度较

大的DUS测试性状,提高新品种特异性判定效率,同时针对遗传多样性偏低、表型高度趋同的性状开展定向培育与种质创新,丰富绿豆种质的遗传背景。

参考文献:

- [1] 田静,程须珍,范保杰,等.我国绿豆品种现状及发展趋势[J].作物杂志,2021(6):15-21.
TIAN J, CHENG X Z, FAN B J, et al. Current situation and development trend of mungbean varieties in China[J]. Crops, 2021(6):15-21.
- [2] KHAKET T P, DHANDA S, JODHA D, et al. Purification and biochemical characterization of dipeptidyl peptidase- II (DPP7) homologue from germinated *Vigna radiata* seeds[J]. Bioorganic Chemistry, 2015, 63:132-141.
- [3] 焦雄飞,于晋,冯乐勇,等.兵豆新品种DUS测试性状多样性分析与评价[J].江苏农业科学,2022,50(1):76-80.
JIAO X F, YU J, FENG L Y, et al. Diversity analysis and evaluation of DUS test characters for new cultivars of lentil (*Lens culinaris* M.)[J]. Jiangsu Agricultural Sciences, 2022, 50(1):76-80.
- [4] 官玲,王红娟,蒋晓英,等.蚕豆DUS标准品种在重庆的性状表达差异性分析[J].种子,2023,42(4):133-138.
GUAN L, WANG H J, JIANG X Y, et al. Analysis on differences of traits expression for *Vicia faba* L. DUS standard varieties in Chongqing[J]. Seed, 2023, 42(4):133-138.
- [5] 王红娟,蒋晓英,官玲,等.南方春大豆品种DUS测试数量性状表达状态分级[J].分子植物育种,2023,21(3):1015-1025.
WANG H J, JIANG X Y, GUAN L, et al. Grading of DUS testing quantitative characteristics of southern spring soybean varieties[J]. Molecular Plant Breeding, 2023, 21(3):1015-1025.
- [6] 杨学乐,王艳兰,王素华,等.湖南省绿豆种质资源收集与鉴定评价[J].植物遗传资源学报,2025,26(7):1278-1291.
YANG X L, WANG Y L, WANG S H, et al. Collection and evaluation of mung bean germplasm resources in Hunan province[J]. Journal of Plant Genetic Resources, 2025, 26(7):1278-1291.
- [7] 朱慧珺,么杨,乔嘉伟,等.绿豆种质在山西省不同生态条件下表型及品质的变异分析[J].植物遗传资源学报,2025,26(7):1331-1341.
ZHU H J, YAO Y, QIAO J W, et al. Variation analysis of phenotype and quality of mung bean germplasm under different ecological conditions in Shanxi province[J]. Journal of Plant Genetic Resources, 2025, 26(7):1331-1341.
- [8] 解艳华.大豆DUS测试标准品种测试性状表达差异性分析[J].大豆科学,2007,26(2):284-286.
XIE Y H. Difference analysis on dus traits of soybean standard varieties[J]. Soybean Science, 2007, 26(2):284-286.
- [9] 李晓辉,李新海,张世煌.植物新品种保护与DUS测试技术[J].中国农业科学,2003,36(11):1419-1422.
LI X H, LI X H, ZHANG S H. New plant variety protection and DUS testing technique system[J]. Scientia Agricultura Sinica, 2003, 36(11):1419-1422.

- [10] 王业社,侯伯鑫,索志立,等. 紫薇品种表型多样性分析[J]. 植物遗传资源学报,2015,16(1):71-79.
WANG Y S, HOU B X, SUO Z L, et al. Phenotypic diversity of *Lagerstroemia indica* cultivars[J]. Journal of Plant Genetic Resources, 2015, 16(1):71-79.
- [11] 罗元凯,王晨宇,张秀杰,等. 基于DUS的30份普通小麦品种多样性及相关性分析[J]. 江苏农业科学,2024,52(21):97-103.
LUO Y K, WANG C Y, ZHANG X J, et al. Diversity and correlation analysis of 30 common wheat cultivars based on DUS[J]. Jiangsu Agricultural Sciences, 2024, 52(21):97-103.
- [12] 赵洪,李寿国,邓姗,等. 芫荽品种DUS测试指南的研制[J]. 分子植物育种,2024,22(7):2376-2385.
ZHAO H, LI S G, DENG S, et al. Development of guidelines for the conduct of DUS tests of coriander[J]. Molecular Plant Breeding, 2024, 22(7):2376-2385.
- [13] 王永行,单飞彪,闫文芝,等. 基于向日葵DUS测试的遗传多样性分析及代码分级[J]. 作物杂志,2019(5):22-27.
WANG Y H, SHAN F B, YAN W Z, et al. Genetic diversity analysis and code classification based on DUS testing in sunflower[J]. Crops, 2019(5):22-27.
- [14] 陈昌婕,苗玉焕,万修福,等. 艾DUS测试指南的研制[J]. 中国中药杂志,2024,49(21):5835-5842.
CHEN C J, MIAO Y H, WAN X F, et al. Development of DUS testing guidelines of *Artemisia argyi*[J]. China Journal of Chinese Materia Medica, 2024, 49(21):5835-5842.
- [15] 褚云霞,邓姗,黄志城,等. 朱顶红新品种DUS测试数量性状筛选与分级[J]. 植物遗传资源学报,2016,17(3):466-474.
CHU Y X, DENG S, HUANG Z C, et al. Selection and classification for *Amaryllis (Hippeastrum)* DUS testing quantitative traits[J]. Journal of Plant Genetic Resources, 2016, 17(3):466-474.
- [16] 何龙娇,孙哲,樊阿梅,等. 柴胡植物新品种DUS测试指南的研制[J]. 草地学报,2024,32(10):3121-3132.
HE L J, SUN Z, FAN A M, et al. Development of DUS test guide for new *Bupleurum chinense* varieties[J]. Acta Agrestia Sinica, 2024, 32(10):3121-3132.
- [17] 刘勇,叶鹏盛,韦树谷,等. 中国绿豆生产现状[J]. 四川农业科技,2022(12):89-93.
LIU Y, YE P S, WEI S G, et al. Production status of mung bean in China[J]. Sichuan Agricultural Science and Technology, 2022(12):89-93.
- [18] 郭永田,张蕙杰. 中国食用豆产业发展研究[M]. 北京:中国农业科学技术出版社,2015.
GUO Y T, ZHANG H J. Study on the development of edible bean industry in China[M]. Beijing: China Agricultural Science and Technology Press, 2015.
- [19] 韩昕儒,宋莉莉. 我国绿豆、小豆生产特征及产业发展趋势[J]. 中国农业科技导报,2019,21(8):1-10.
HAN X R, SONG L L. Study on production and consumption characteristics and industrial development trends of mung bean and adzuki bean in China[J]. Journal of Agricultural Science and Technology, 2019, 21(8):1-10.
- [20] 王欣,冯豪,卜镡,等. 不同种植模式对绿豆根际环境、根系发育及产量的影响[J]. 山西农业科学,2026,54(1):96-105.
WANG X, FENG H, BU K, et al. Effects of different planting patterns on the rhizosphere environment, root development, and yield of mung beans[J]. Journal of Shanxi Sciences, 2026, 54(1):96-105.
- [21] 谢冕,张名位,邓媛元,等. 绿豆蛋白的结构、提取及其在食品中的应用[J]. 现代食品科技,2025,41(4):97-108.
XIE M, ZHANG M W, DENG Y Y, et al. Structure, extraction methods, and application of mung bean protein[J]. Modern Food Science & Technology, 2025, 41(4):97-108.
- [22] 焦爱霞,张丽娜,李娟,等. 基于DUS测试性状的贵州水稻品种综合分析[J]. 西南农业学报,2024,37(8):1655-1668.
JIAO A X, ZHANG L N, LI J, et al. Comprehensive analysis of rice varieties in Guizhou based on DUS testing traits[J]. Southwest China Journal of Agricultural Sciences, 2024, 37(8):1655-1668.