

# 菜豆种质资源鲜荚性状相关性分析

肖靖<sup>1</sup>, 陈树良<sup>1</sup>, 赵泰然<sup>1</sup>, 王喜山<sup>1</sup>, 管洪波<sup>1</sup>, 鄂成林<sup>1</sup>, 李玉环<sup>1</sup>, 李斌<sup>2\*</sup>

(1. 吉林省农业科学院, 长春 130033; 2. 吉林大学, 长春 130062)

**摘要:**对113份寒地菜豆种质资源鲜荚的荚厚、单荚种子数、荚宽、荚长、荚喙长、嫩荚肉厚和单荚质量等19个性状进行调查分析。结果表明,荚厚等性状变异系数逐渐升高,表现出遗传多样性。相关性分析结果表明,菜豆鲜荚相关性状之间存在显著相关性。聚类分析将菜豆种质资源分为5个大类群,表明了品种间亲缘关系远近。本研究结果可为菜豆鲜荚表观性状育种中选配亲本、预测杂交后代分离等提供参考。

**关键词:**菜豆; 鲜荚; 相关性分析

中图分类号: S643.1

文献标识码: A

文章编号: 2096-5877(2023)01-0063-04

## Correlational Analysis of Fresh Pod Traits on Kidney Bean Germplasm Resources

XIAO Jing<sup>1</sup>, CHEN Shuliang<sup>1</sup>, ZHAO Tairan<sup>1</sup>, WANG Xishan<sup>1</sup>, GUAN Hongbo<sup>1</sup>, E Chenglin<sup>1</sup>, LI Yuhuan<sup>1</sup>, LI Bin<sup>2\*</sup>

(1. Jilin Academy of Agricultural Sciences, Changchun 130033; 2. Jilin University, Changchun 130062, China)

**Abstract:** In this research, 113 kidney bean (*Phaseolus vulgaris*) germplasm resources in cold region were investigated according to 19 morphological traits, including pod thickness, number of seeds per pod, pod width, pod length and etc. And correlation analysis indicated that the variation coefficient increased from pod thickness, pod width, pod length, pod beak length, thickness and single pod weight, which indicated that the indicators of pod thickness and pod width are highly representative. There are significant positive correlations between pod quality and pod length, pod length and pod thickness. Based on cluster analysis, the 113 kidney bean germplasm resources were divided into 5 groups. The genetic relationships among these cultivars were indicated on the agronomic characters.

**Key words:** Kidney bean; Fresh pod; Correlation analysis

普通菜豆(*Phaseolus vulgaris* L.)是世界上种植面积最大的食用豆类,而作为菜豆次级起源中心的中国从生产面积、平均公顷产量及总产量等可称为菜豆第一生产大国<sup>[1-3]</sup>。目前为止,已有5 000份普通菜豆资源收入国家种质资源库,其中大部分已进行相关农艺性状鉴定<sup>[4-6]</sup>。近年来,形态学调查、种子蛋白质酶、随机扩增多态性DNA、叶绿体DNA和微卫星标记等技术也在菜豆野生种质资源使用、创新和新型栽培品种培育中得以应用<sup>[7]</sup>。

对400余份种质资源利用SSR标记进行遗传多样性分析的结果显示,国内外普通菜豆的遗传关系要比两者同野生菜豆的遗传关系近<sup>[8-10]</sup>。转录组学、蛋白质组学和代谢组学也成功地应用在菜豆种质资源遗传多样性的分析上,建立对农艺性状和营养性状快速鉴定及遗传多样性分析的快速、低成本和高准确率<sup>[11]</sup>的体系<sup>[11]</sup>,能够为菜豆营养品质的研究提供多效性的表型信息<sup>[12]</sup>。

一直以来,丰产性是菜豆育种的主要目标,如“园丰908”品种<sup>[13]</sup>、“翠龙”品种<sup>[14]</sup>、“长农菜豆2号”<sup>[15]</sup>。近年来,由于普通菜豆的高蛋白、低脂肪,愈来愈受到人们的重视<sup>[16-17]</sup>,因而,品质育种将成为菜豆育种的主要研究方向。如连农97-5品种,其商品荚可溶性总糖、V<sub>c</sub>、干物质含量均高于先前育成品种<sup>[18]</sup>。具有东北油豆角典型食用品质的菜豆新品种哈菜豆8号,其粗纤维含量低于对照,干物质含量、可溶性固形物和V<sub>c</sub>均高于对照<sup>[19]</sup>。

随着消费水平的提高要求菜豆商品日益多元

收稿日期: 2020-04-16

基金项目: 吉林省农业科技创新工程项目(CXGC2021ZY101); 吉林省科技发展计划重点研发项目(20210202126NC); 吉林省科技发展计划国际科技合作项目(20200801075GH)

作者简介: 肖靖(1977-),女,副研究员,博士,主要从事菜豆等蔬菜种质资源创新及新品种选育研究。

通讯作者: 李斌,男,博士,副教授, E-mail: libin770908@jlu.edu.cn

化,且菜豆感观品质也被提到育种的研究课题当中,但目前对于菜豆鲜荚性状研究的报道还不多见。本研究对收集到的100余份种质资源进行鲜荚相关农艺性状的调查,以期建立科学合理的高效育种体系,提高菜豆的杂交育种效率,创制培育品质优良的菜豆新品种,以满足消费者对菜豆商品日益增长的需求。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

新收集到的东北地区有代表性的种质资源以及研究团队原有基础上收集到的种质资源,共113份蔓生普通菜豆种质资源(表1)。

表1 供试菜豆种质资源

编号	名称	编号	名称	编号	名称	编号	名称	编号	名称
1	哈优三	24	小油豆	47	日本花皮架豆	70	红旗油豆	93	日本豆
2	江东宽	25	地图	48	新73-5	71	黄荚黑油豆	94	俄罗斯
3	灰豆1号	26	一棵树	49	红白豆	72	绿几豆	95	绿箭
4	吉菜豆一号	27	无筋面豆	50	红云丰	73	红大马掌	96	架豆王
5	早将军	28	吉丰油豆	51	翻白眼	74	紫珍珠	97	大荚紫花
6	W引	29	大紫袍	52	喜鹊翻白眼	75	哈优4号	98	九粒红
7	白云峰	30	花生米油豆	53	红麻子	76	太空豆	99	驴耳朵
8	大灰油豆	31	大马掌	54	长春60	77	金满架	100	泰国豇豆
9	红麻子	32	哈菜六	55	May-97	78	八月红	101	精选紫扁豆
10	引6	33	榆树油豆	56	香蕉豆	79	大九月油豆	102	灰豆一棵松
11	白架豆	34	江东宽	57	泰国豆	80	白棒豆	103	青丰眉豆
12	花皮架豆	35	黑油豆	58	一窝蜂	81	棚室王	104	太空二号
13	一点红	36	大连白架豆	59	九月青	82	大连九七托五架豆	105	红白眼
14	紫花油豆	37	紫粒早豆	60	红家雀蛋	83	冠军豆-2	106	冠军豆-1
15	一挂鞭(精)	38	猫胡子	61	虎山油豆	84	红泰国豆	107	龙豆
16	A1	39	三半斤	62	春秋绿	85	绿荚黑珍珠	108	崔-1
17	龙眼豆	40	特早	63	白粒架豆	86	面条豆	109	大油豆
18	压趴架	41	黑珍珠	64	桃山绿油豆	87	大花八	110	吉菜豆一号
19	一粒王	42	超早王	65	大七三一八	88	早将军	111	长马掌
20	家雀蛋	43	超级一棵树	66	小七三一八	89	泥鳅鱼	112	绿冠
21	大红袍	44	J油豆	67	小马掌	90	太空油豆	113	冻死鬼
22	五常油豆	45	J黑豆	68	压跛车	91	新将军豆		
23	一挂鞭	46	老来少	69	冠军油豆	92	后弯腰		

### 1.2 试验设计

2017年至2019年连续3年将113份普通菜豆材料播种在吉林省农业科学院经济植物研究所试验田里,小区面积为 $8\text{ m}^2(2\text{ m}\times 4\text{ m})$ ,采用露地直播,垄宽65 cm,株距35 cm,每穴2株,随机区组,3次重复。按正常生产状态进行田间管理,并在生育期的不同阶段调查菜豆的各农艺性状。

### 1.3 调查项目

调查项目为菜豆外部特征特性,如商品荚长、宽、厚、荚色等性状。此种方法简单直观,是种质资源分类、鉴定及育种材料选择的最基础表型性状。以下数量性状指标均为5个样本测量结果的平均值。

## 2 结果与分析

### 2.1 种质资源鲜荚性状

农艺性状的调查:将113份菜豆材料播种后,在相应的生长发育时期,分别调查测量商品荚长、宽、厚、荚色、种子百粒重、株型等19个性状。

单荚质量最大值为28.0 g,最小值为4.0 g,极差为24.0 g,变异系数为35.83%。单荚种子数最大值为9.4,最小值为4.3,极差为5.1,变异系数为16.90%。荚长是菜豆重要的商品性状之一,113份种质资源中,荚长在8.9~26.6 cm范围内变动,极差为17.7 cm,变异系数为25.20%。荚宽最大值为2.9 cm,最小值为1.0 cm,极差为1.9 cm,变异系数

为23.68%。荚厚最大值为1.5 cm,最小值为0.6 cm,极差为0.9 cm,变异系数为14.57%。嫩荚肉厚最大值为0.4 cm,最小值为0.1 cm,极差为0.3 cm,变异系数为35.34%。荚喙长最大值为2.4 cm,最小值为0.4 cm,极差为2.0 cm,变异系数为26.73%。根据以上数据,相关指标的代表性由高到低顺序为:荚厚、单荚种子数、荚宽、荚长、荚喙长、嫩荚肉厚和单荚质量。

## 2.2 菜豆鲜荚性状相关性分析

对113份普通菜豆的单荚质量、单荚种子数、荚长、荚宽、荚厚、荚型、荚果光泽、嫩荚质地、嫩荚切面、嫩荚肉厚、嫩荚主色、嫩荚次色、嫩荚弯

曲度、嫩荚弯曲形式、荚缝有无、荚缝颜色、荚喙方向、荚喙长进行调查。

数据统计分析:采用Statistical Product and Service Solution (SPSS) 22.0版本统计软件进行菜豆农艺性状基本数据统计和相关性分析。

单荚质量与单荚种子数、荚长、荚宽和荚厚均呈显著正相关,相关系数分别为0.243、0.651、0.522和0.706(表2)。荚长和荚厚呈正相关,相关系数为0.384。单荚种子数与荚长呈正相关,相关系数为0.637。而单荚种子数与荚宽、荚喙长呈显著负相关,相关系数分别为-0.460和-0.228。

表2 菜豆鲜荚形态性状分析

	单荚质量	单荚种子数	荚长	荚宽	荚厚	荚喙长
单荚质量	1					
单荚种子数	0.243**	1				
荚长	0.651**	0.637**	1			
荚宽	0.522**	-0.460**	-0.060	1		
荚厚	0.706**	0.188*	0.384**	0.153	1	
荚喙长	0.163	-0.228*	0.133	0.241*	-0.023	1

注:“\*\*”表示相关性在0.01水平显著,“\*”表示相关性在0.05水平显著,N=113

## 2.3 菜豆鲜荚性状聚类分析

由聚类分析结果以标尺值15为标准,113份菜豆种质资源被分为5大类群。类群I为May-97品种。此品种长圆棍形、窄荚亚光凸起、质地粗糙、嫩荚切面桃形、白色带红色条纹、S状微弯。类群II包括哈优3、大紫袍和白架豆。该类群为长圆棍、窄荚亚光、质地粗糙、切面桃形。驴耳朵、泰国、青丰眉豆和精选紫扁豆被分在类群III中。荚果为短扁条形、宽窄油光、质地平滑、切面为长梨形、荚喙方向为腹向。类群IV中有11个品种,分别为花皮架豆、引6、大连白架豆、W引、早将军、大连九七托五架豆、白粒架豆、超早王、一点红、花生米油豆、大荚紫花。此类品种为长扁条形、质地多粗糙、荚面凸、主色和荚缝多为绿色。类群V包括其他94个品种。该类群以标尺值10为标准,被分为7个亚类群。在亚类群中,最为特殊的是紫粒早豆品种单独成群。此品种主要显著特征为嫩荚次色为红晕,荚缝为褐色,在将来兼顾观赏菜豆品种选育中有潜在价值。

## 3 讨 论

通过对113份菜豆种质资源的开花期,结荚期,花色,商品荚长、宽、厚、荚色,种子百粒重,株

型等19个形态性状分析得出,荚厚、荚宽、荚长、荚喙长、嫩荚肉厚和单荚质量变异系数逐渐升高,说明荚厚和荚宽等指标具有代表性强的特点。同时也说明在这113份种质资源之间表现出遗传多样性。

Statistical Product and Service Solution统计软件的相关性分析结果表明,菜豆鲜荚相关性状之间存在显著相关性。如单荚质量与单荚种子数相关系数为0.243、与荚宽相关系数为0.651、与荚长相关系数为0.522、与荚厚相关系数为0.706,均呈显著正相关。这些结果说明在产量为育种目标选择育种中,以上性状都应作为影响因素考虑其中,这与余莉等<sup>[20]</sup>的研究结果一致。单荚种子数与荚长也呈正相关,相关系数为0.637。表明如以菜豆鲜粒作为育种目标时,应考虑此两项指标相加性。而单荚种子数与荚宽、荚喙长都呈显著负相关,其相关系数分别为-0.460和-0.228,在育种中如何进行性状组合尚需进一步探讨。

113份菜豆种质资源根据荚型、光泽、质地、嫩荚切面等特征特性被分为5个大类群,其中类群V中包含94个品种,并进一步被分为7个亚类群。聚类树状图表明了品种间亲缘关系远近,但这种形态学的研究受气候等环境影响,易形成误

差,应与分子标记等方法结合进行遗传多样性研究。其中对莢型、光泽、质地、莢面切面等这些质量性状的遗传规律分析,将对菜豆种质资源进一步创新利用中选配亲本、预测杂交后代分离等具有战略意义,这与华劲松等<sup>[21]</sup>的研究一致。

生物学特性调查是种质资源研究的最基础研究<sup>[22]</sup>。菜豆特别是油豆角以嫩莢作为菜用,含多种营养成分,受到人们的喜爱<sup>[23]</sup>。鉴于以上基础,下一步将开展菜豆营养成分及生物和非生物胁迫方面的研究,为建立和完善东北菜豆种质资源提供依据。

### 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: 222-249.
- [ 2 ] 郑卓杰. 中国食用豆类品种资源目录(第一集)[M]. 北京: 中国农业科技出版社, 1983: 277-359.
- [ 3 ] 龙静宜, 林黎奋, 侯修身, 等. 食用豆类作物[M]. 北京: 科学出版社, 1989: 209-222.
- [ 4 ] 辛大昊, 顾新良. 东北油豆角主要病害无公害防治技术[J]. 现代农业科技, 2008(22): 121.
- [ 5 ] 王 坤. 普通菜豆抗炭疽病基因的分子标记与定位研究[D]. 北京: 中国农业科学院, 2008.
- [ 6 ] 胡家篷, 程须珍, 王佩芝. 中国食用豆类品种资源目录(第三集)[M]. 北京: 中国农业出版社, 1995: 142-209, 398-437.
- [ 7 ] 栾非时, 崔成煥, 王金陵. 菜豆种质资源形态标记的研究[J]. 东北农业大学学报, 2001, 32(2): 134-138.
- [ 8 ] 刘庞源, 何伟明. 菜豆种质资源特征评价及信息分析[J]. 现代农业科技, 2007(19): 13-14.
- [ 9 ] 张赤红, 王述民. 利用SSR标记评价普通菜豆种质遗传多样性[J]. 作物学报, 2005, 31(5): 619-627.
- [ 10 ] 张赤红. 普通菜豆种质资源遗传多样与分类研究[D]. 北京: 中国农业科学院, 2004.
- [ 11 ] Mensack M M, Fitzgerald V K, Ryan E P, et al. Evaluation of diversity among common beans (*Phaseolus vulgaris* L.) from two centers of domestication using ‘omics’ technologies[J]. BMC Genomics, 2010, 2:686.
- [ 12 ] Marsolais F, Pajak A, Yin F, et al. Proteomic analysis of common bean seed with storage protein deficiency reveals up-regulation of sulfur-rich proteins and starch and raffinose metabolic enzymes, and down-regulation of the secretory pathway[J]. Journal of Proteomics, 2010, 73: 1587-1600.
- [ 13 ] 许玉香, 王 焱, 邸文静. 菜豆新品种园丰908选育[J]. 北方园艺, 2006(3): 81.
- [ 14 ] 尹凤龙, 袁立新, 李树会. 优质高产菜豆新品种翠龙选育及应用[J]. 辽宁农业科学, 2007(3): 95.
- [ 15 ] 葛善欣, 计秀杰, 蔡艳华, 等. 菜豆新品种“长农菜豆2号”选育报告[J]. 北京农业, 2015(35): 32-33.
- [ 16 ] Doria E, Campion B, Sparvoli F, et al. Anti-nutrient components and metabolites with health implications in seeds of 10 common bean landraces cultivated in southern Italy[J]. Journal Food Composition and Analysis, 2012, 26: 72-80.
- [ 17 ] Reyes-Bastidas M, Reyes-Fernández E Z, López-Cervantes J, et al. Physicochemical, Nutritional and Antioxidant Properties of Tempeh Flour from Common Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) [J]. Food Science and Technology International, 2010, 16: 427-434.
- [ 18 ] 郭建华, 刘学东, 李 梅. 菜豆新品种连农97-5的选育[J]. 中国蔬菜, 2005(10/11): 97-98.
- [ 19 ] 冯国军, 刘大军, 叶永亮, 等. 菜豆新品种哈菜豆8号的选育[J]. 中国蔬菜, 2007(8): 28-29.
- [ 20 ] 余 莉, 葛平珍, 王昭礼, 等. 籽粒型芸豆品种主要农艺性状的主成分分析和聚类分析[J]. 农业科技通讯, 2019(6): 143-149.
- [ 21 ] 华劲松, 罗中魏, 阿力里呷, 等. 西南高原生态区28个芸豆品种主要农艺性状的相关性及聚类分析[J]. 现代农业科技, 2018(24): 83-84.
- [ 22 ] 肖 靖, 李 斌, 石晓华, 等. 普通菜豆蛋白质组学研究进展[J]. 东北农业科学, 2016, 41(4): 90-93.
- [ 23 ] 凤 桐, 石晓华, 王清发, 等. 吉林省中部地区油豆角地膜覆盖栽培技术[J]. 东北农业科学, 2017, 42(1): 38-39.
- (责任编辑: 刘洪霞)
- ~~~~~
- (上接第49页)
- [ 8 ] 刘学周, 赵智灵, 李绍宾, 等. 西洋参内生菌群落结构与多样性[J]. 微生物学报, 2015, 55(3): 330-340.
- [ 9 ] 刘 霞, 党峰峰, 贺晓龙, 等. 陕北野生甘草内生菌的分离及抑菌活性筛选[J]. 西北植物学报, 2010, 30(10): 2110-2115.
- [ 10 ] 赵智灵, 刘学周, 魏晓雨, 等. 人参可利用内生菌株的筛选和鉴定[J]. 中草药, 2015, 46(14): 2143-2148.
- [ 11 ] 陈 凡. 水拉恩氏菌HX2菌株防治葡萄根癌病的初步研究[D]. 北京: 中国农业大学, 2007.
- [ 12 ] 宋芳旭, 吴小芹, 赵 群. 水拉恩氏菌JZ-GX1对杨树溃疡病菌的拮抗作用[J]. 南京林业大学学报(自然科学版), 2017, 41(4): 42-48.
- [ 13 ] Entry J A, Cromack K J, Kelsey R G, et al. Response of Douglas-fir to infection by *Armillaria ostoyae* after thinning or thinning plus fertilization[J]. Phytopathology, 1991, 81(6): 682-689.
- [ 14 ] Zhou C, Zhu L, Ma ZY, et al. Improved iron acquisition of *As-tragalus sinicus* under low iron-availability conditions by soil-borne bacteria *Burkholderia cepacia*[J]. Journal of Plant Interactions, 2018, 13(1): 9-20.
- [ 15 ] 余贤美, 郑服丛, 林 超, 等. 土壤产嗜铁素拮抗细菌CAS15的分离鉴定[J]. 植物保护学报, 2009, 36(2): 129-135.
- [ 16 ] 费美娟, 陈建省, 王晓云. 小麦叶片磷酸酯酶生化特性的研究[J]. 西北植物学报, 2006, 26(1): 110-113.
- [ 17 ] 姜 云, 陈长卿, 尹 望. 药用植物内生菌及其产生活性物质的应用研究[J]. 吉林农业科学, 2013, 38(4): 94-96.
- (责任编辑: 王 昱)