

河南省长豇豆区域试验综合分析

王红宾¹, 于海培¹, 姬晓晨¹, 庞淑敏², 方贯娜², 李童¹

(1. 安阳市农业科学院 河南安阳 455000; 2. 郑州市农业科技研究院 郑州 450015)

摘要:为加快河南省豇豆新品种的选育与推广进程,对河南省5个试点9个品种的区试结果进行了农艺性状、品质和抗病性的比较分析,并通过相关性分析、聚类分析和主成分分析进行综合评价。结果表明,农艺性状中仅全生育期、荚厚和单株荚数在不同品种间差异不显著,其他性状差异显著。安豇早丰、安豇长青和紫豇1号前期产量较高,安豇长青、绿宝特和紫豇1号总产量较高;紫豇1号的蛋白质含量最高,安豇长青的维生素C和粗纤维含量最高,奇美的可溶性总糖含量最高;郑研荚多宝田间锈病抗性最强,奇美和安豇长青田间白粉病抗性最强,绿宝特田间病毒病抗性最强。相关性分析结果表明,株高、荚长等农艺性状与产量、品质之间呈显著相关性。聚类分析将9个豇豆品种分为4类,郑研荚美人、郑研荚多宝、绿宝特和紫豇1号为第I类,青丰2号、奇美和安豇早丰为第II类,安豇长青为第III类,之豇28-2为第IV类。主成分分析将19个农艺性状转化为6个主成分,综合得分较高的为绿宝特、紫豇1号、安豇长青和郑研荚美人,适宜在河南省内大面积推广种植。

关键词:豇豆;区域试验;农艺性状;相关性分析;聚类分析;主成分分析

中图分类号:S643.4

文献标志码:A

文章编号:1673-2871(2025)03-155-09

Comprehensive analysis of regional test of cowpea varieties in Henan province

WANG Hongbin¹, YU Haipai¹, JI Xiaochen¹, PANG Shumin², FANG Guanna², LI Tong¹

(1. Anyang Academy of Agricultural Sciences, Anyang 455000, Henan, China; 2. Zhengzhou Academy of Agricultural Science and Technology, Zhengzhou 450015, Henan, China)

Abstract: To accelerate the breeding and promotion of new cowpea varieties in Henan province, a comparative analysis of agronomic traits, quality, and disease resistance was conducted on the regional trial results of nine cowpea varieties across five test sites in Henan province. Comprehensive evaluations were performed using correlation analysis, cluster analysis, and principal component analysis (PCA). The experimental results revealed significant differences in plant height, internode length, node of the first flower, pod length, pod width, single pod mass, early yield and yield among the varieties in terms of agronomic traits. Anjiangzaofeng, Anjiangchangqing, and Zijiang 1 exhibited higher early yields, while Anjiangchangqing, Lübaote, and Zijiang 1 demonstrated higher total yields. Zijiang 1 had the highest protein content, Anjiangchangqing showed the highest vitamin C and crude fiber content, and Qimei exhibited the highest total soluble sugar content. In terms of disease resistance, Zhengyanjiaduobao displayed the strongest field resistance to rust, Qimei and Anjiangchangqing exhibited the strongest resistance to powdery mildew, and Lübaote showed the strongest resistance to viral diseases. Correlation analysis indicated significant relationships between agronomic traits (e.g., plant height and pod length) and yield or quality parameters. Cluster analysis categorized the nine cowpea varieties into four groups: Zhengyanjiangmeiren, Zhengyanjiaduobao, Lübaote, and Zijiang No. 1 were classified as Group I; Qingfeng 2, Qimei, and Anjiangzaofeng as Group II; Anjiangchangqing as Group III; and Zhijiang 28-2 as Group IV. PCA transformed 19 agronomic traits into six principal components, with cumulative variance contribution rate reaching 83.4%. Varieties such as Lübaote, Zijiang 1, Anjiangchangqing, and Zhengyanjiangmeiren achieved higher comprehensive scores, indicating their suitability for large-scale cultivation in Henan province.

Key words: Cowpea; Regional test; Agronomic trait; Correlation analysis; Cluster analysis; Principal component analysis

豇豆,俗称豆角,是豆科豇豆属的一年生草本植物,富含植物蛋白、膳食纤维、碳水化合物及多种

维生素^[1-2],可补充人体所需的多种营养成分^[3],茎叶可作为绿饲料,亦有覆盖、改良土壤的作用^[4]。豇豆

收稿日期:2025-01-27;修回日期:2025-02-13

基金项目:河南省大宗蔬菜产业技术体系(HARS-22-07-Z3);安阳市豆类蔬菜品种改良工程技术研究中心(2021BJC052)

作者简介:王红宾,男,副研究员,主要从事蔬菜育种及栽培技术研究。E-mail:hnaywhb@163.com

栽种历史悠久,适应性强,经济价值高,种植面积不断扩大,是夏秋季主要栽种蔬菜之一^[5]。我国是豇豆的次生起源中心,拥有丰富的豇豆种质资源^[6],随着豇豆育种工作的不断进步,冀豇 2 号^[7]、成豇 12^[8]、苏紫豇 2 号^[9]、鄂豇豆 14^[10]、娄文豇 1 号^[11]等优质豇豆新品种层出不穷,为促进当地豇豆产业发展提供了保障。然而,豇豆品种繁多也造成了种植户选种的难题,品种间适应性不同,大部分品种未经试种便用于生产,有些品种可能在适生地表现优异,引进后的产量和品质却表现不佳^[12]。因此,对豇豆品种进行多年、多点的区域试验及分析,对豇豆品种的引进与推广具有重要意义。

河南省是我国豇豆种植的主要产区之一,以春夏露地栽培为主,有春季温室、大棚、小拱棚早熟栽培,也有大棚秋延后栽培,不仅供应鲜食市场,也是加工蔬菜的主要原料。品种来源混杂、用工紧张、

药肥使用不规范、高效栽培发展缓慢是制约当地豇豆产业发展的主要因素^[13]。为加快豇豆品种的选育进程,推动豇豆产业的发展,河南省种子管理站于 2015—2016 年开展了豇豆区域试验。近年来,绿宝特、安豇长青、郑研豇美人等鉴定品种大面积示范和推广应用,促进了豇豆品种更新换代,提高了我省豇豆产业的发展水平。为总结区试经验,客观评价豇豆品种在河南省不同生态条件下的农艺性状、品质性状和抗病性,笔者对豇豆区域试验进行了综合分析,以期为河南省豇豆产业的发展提供参考。

1 材料与方法

1.1 材料

供试材料为参加 2015—2016 年河南省区域试验的 9 个品种(系),分别来源于河南省和浙江省,以之豇 28-2 为对照。参试品种具体信息如表 1 所示。

表 1 参试品种具体信息
Table 1 Specific information of tested varieties

编号 Number	品种名称 Variety name	来源 Source	类型 Type
1	安豇早丰 Anjiangzaofeng	安阳市农业科学院 Anyang Academy of Agricultural Sciences	长豇豆 Yardlong bean
2	安豇长青 Anjiangchangqing	安阳市农业科学院 Anyang Academy of Agricultural Sciences	长豇豆 Yardlong bean
3	郑研豇美人 Zhengyanjiangmeiren	郑州市蔬菜研究所 Zhengzhou Vegetable Research Institute	长豇豆 Yardlong bean
4	郑研荚多宝 Zhengyanjiaduobao	郑州市蔬菜研究所 Zhengzhou Vegetable Research Institute	长豇豆 Yardlong bean
5	紫豇 1 号 Zijiang 1	平顶山市农业科学院 Pingdingshan Academy of Agricultural Sciences	长豇豆 Yardlong bean
6	青丰 2 号 Qingfeng 2	平顶山市农业科学院 Pingdingshan Academy of Agricultural Sciences	长豇豆 Yardlong bean
7	绿宝特 Lübaote	河南省全王种业有限公司 Henan Quanwang Seed Co., Ltd.	长豇豆 Yardlong bean
8	奇美 Qimei	河南省全王种业有限公司 Henan Quanwang Seed Co., Ltd.	长豇豆 Yardlong bean
9	之豇 28-2 Zhijiang 28-2(CK)	浙江省农业科学院之种业有限公司 Zhijiang Seed Co., Ltd., Zhejiang Academy of Agricultural Sciences	长豇豆 Yardlong bean

1.2 设计

试验采取随机区组设计,3 次重复,小区面积 13 m²(宽 1.3 m,长 10 m),穴播,每区两行,每小区播种 80 穴,每穴定苗 2 株。直播种植,试验地采用春露地地膜覆盖高畦栽培,四周设置保护行。测产面积 13 m²。

1.3 试验时间及地点

试验于 2015—2016 年在安阳市蔬菜所、郑州市蔬菜所、平顶山市农业科学院、洛阳市农林科学院、周口市农林科学院等 5 个试点进行。试验田肥力均匀一致,土质为沙壤土或壤土,播前施用干鸡粪和复合肥作基肥,前茬作物为白菜、甘蓝或菠菜。播种、移栽、施肥和田间管理等按照当地适宜条件和方式进行。每年 4 月 15—25 日播种,对穴

播种,播种深浅一致,播种深度 2 cm,地膜覆盖。

1.4 性状调查及数据分析

按照《豇豆种质资源描述规范和数据标准》^[14]观察记载田间参试品种的生育期、前期产量,收获前每品种每重复随机取样 10 株,在田间调查植株的始花节位、株高、节间长度等,在豇豆盛荚期每品种每重复随机取 10 条豆荚测定荚长、荚宽、荚厚、单荚质量和单株荚数,记录采收期每小区的产量,折算为总产量。

河南省农业科学院植物保护研究所在豇豆生长中后期鉴定田间参试品种锈病、白粉病和病毒病抗性。锈病分级标准:1 级,无病斑;3 级,孢子堆占叶面的比例≤1%;5 级,1%<孢子堆占叶面的比例≤5%;7 级,5%<孢子堆占叶面的比例≤10%;9 级,孢

子堆占叶面的比例>10%。病毒病分级标准:0级,无症状;1级,明脉,局部褪绿,花叶不明显;3级,系统花叶明显;5级,重花叶伴有植株矮缩,叶片畸形;7级,植株严重矮化,病叶畸形或细条状并伴有坏死。白粉病分级标准:0级,叶片无病斑;1级,病斑占叶面的比例≤5%;3级,5%<病斑占叶面的比例≤15%;5级,15%<病斑占叶面的比例≤25%;7级,25%<病斑占叶面的比例≤50%;9级,病斑占叶面的比例>50%。病情指数(DI)计算公式:DI=Σ(各病情级别代表数值×各病情级别的叶片数)/(调查总叶片数×最高病情级别的代表数值)×100。

由农业农村部农产品质量监督检验测试中心(郑州)依据 GB 5009.5—2010 采用凯氏定氮法测定蛋白质含量^[15],依据 GB/T 6195—1986 采用 2,6-二氯酚靛酚滴定法测定维生素 C 含量^[16],依据 NY/T 1278—2007 采用铜还原碘量法测定可溶性总糖含量^[17],依据 GB/T 5009.10—2003 酸碱洗涤法测定粗纤维含量^[18],依据 GB 5009.3—2010 采用直接干燥法测定水分含量^[19]。

1.5 数据分析

采用 Excel 进行数据的初步统计;采用 SPSS 26.0 进行多重比较、相关性分析、聚类分析和主成分分析。

2 结果与分析

2.1 不同豇豆品种农艺性状比较

对参试品种进行方差分析,结果表明,11 个产

量和农艺性状中仅全生育期、荚厚和单株荚数在不同品种间差异不显著,其他性状存在显著差异(表 2)。郑研荚多宝的株高最高,显著高于安豇早丰。安豇长青的节间长度最大,且显著高于除绿宝特和对照品种之豇 28-2 外的其他品种。安豇早丰的始花节位最早,显著早于除紫豇 1 号和青丰 2 号外的其他品种。安豇长青的荚长最大,且显著大于除紫豇 1 号、郑研荚多宝和安豇早丰外的其他品种。绿宝特的荚宽最长,显著长于紫豇 1 号和郑研豇美人,与其他品种差异不显著。郑研荚多宝的单荚质量最大,且显著大于对照品种之豇 28-2,与其他品种差异不显著。安豇早丰的前期产量最高,显著高于除安豇长青、紫豇 1 号和青丰 2 号以外的其他品种。安豇长青和绿宝特总产量位居前二,两者之间差异不显著,且均显著高于对照品种之豇 28-2,与其他品种差异不显著。11 个产量和农艺性状的变异系数介于 1.11%~19.75%,其中前期产量变异系数最大,全生育期变异系数最小。参试品种中,安豇早丰生育期最短,平均 90.6 d,安豇长青生育期较长,平均 94.0 d,其余品种生育期与对照相当;参试品种的株高范围为 288.3~321.0 cm,其中郑研荚多宝平均株高最高,而安豇早丰最低;各品种的始花节位介于 3.0~5.0 节之间;各豇豆品种荚宽介于 8.2~9.1 mm 之间,其中绿宝特荚宽最大,郑研豇美人和紫豇 1 号最小;荚厚介于 7.1~7.7 mm 之间;8 个品种的单荚质量均大于对照,其中郑研荚多宝最大,为 24.1 g;各参试品种的单株荚数介于 13.0~

表 2 不同豇豆品种的农艺性状比较
Table 2 Comparison of agronomic traits of different cowpea varieties

品种编号 Variety number	全生育期 Whole growth period/ d	株高 Plant height/ cm	节间长度 Internode length/ cm	始花节位 Node of the first flower	荚长 Pod length/ cm	荚宽 Pod width/ mm	荚厚 Pod thickness/ mm	单荚质量 Single pod mass/ g	单株荚数 Number of pods per plant	前期产量 Early yield/ (kg·667 m ⁻²)	总产量 Total yield/ (kg·667 m ⁻²)
1	90.6 a	288.3 b	20.9 bc	3.0 b	63.2 ab	8.7 ab	7.6 a	22.9 ab	13.1 a	884.9 a	1 716.4 ab
2	94.0 a	298.6 ab	23.5 a	4.4 a	66.5 a	8.3 ab	7.2 a	22.3 ab	17.2 a	735.1 ab	1 976.2 a
3	93.7 a	312.1 ab	21.3 b	4.9 a	61.0 bc	8.2 b	7.6 a	23.2 ab	13.9 a	555.0 b	1 831.9 ab
4	93.6 a	321.0 a	21.4 b	4.6 a	63.3 ab	8.5 ab	7.7 a	24.1 a	13.0 a	527.9 b	1 715.1 ab
5	93.8 a	306.5 ab	21.0 bc	4.0 ab	65.2 a	8.2 b	7.1 a	21.7 ab	15.9 a	690.1 ab	1 834.2 ab
6	93.6 a	297.7 ab	20.9 bc	3.7 ab	58.8 c	8.8 ab	7.3 a	21.5 ab	13.9 a	676.1 ab	1 706.0 ab
7	93.5 a	314.1 ab	22.2 ab	5.0 a	61.0 bc	9.1 a	7.7 a	23.4 ab	15.3 a	522.7 b	1 891.2 a
8	93.4 a	311.5 ab	19.1 c	4.4 a	57.6 c	8.4 ab	7.7 a	21.2 ab	13.4 a	592.1 b	1 726.6 ab
9	93.6 a	306.9 ab	21.6 ab	4.6 a	57.2 c	8.6 ab	7.7 a	21.0 b	14.2 a	510.9 b	1 546.0 b
变异系数 CV/%	1.11	3.26	5.50	14.72	5.34	3.52	3.22	4.87	9.82	19.75	7.12

注:同列数字后不同小写字母表示在 0.05 水平差异显著。下同。
Note: Different small letters in the same column indicate significant difference at 0.05 level. The same below.

17.2 个,其中安豇长青单株荚数最多,其次是紫豇 1 号;从前期产量来看,安豇早丰前期产量最高,为 884.9 kg·667 m²,其次是安豇长青和紫豇 1 号,之豇 28-2 前期产量最低;从总产量来看,8 个参试品种的总产量均高于对照,其中安豇长青总产量最高,为 1 976.2 kg·667 m²,其次是绿宝特和紫豇 1 号。

2.2 不同豇豆品种的品质特性比较

由表 3 可知,可溶性总糖含量的变异系数最大,为 25.59%,表明各品种间可溶性总糖含量差异较大,而水分含量变异系数最小,仅为 0.33%,说明各品种间水分含量差异较小。不同豇豆品种的蛋白质含量(w,后同)位于 2.48%~2.85%之间,其中紫豇 1 号最高,可作为高蛋白的豇豆品种进行推广;维生素 C 含量范围在 23.0~31.0 mg·100 g⁻¹ 之间,其中安豇长青最高,紫豇 1 号最低;可溶性总糖含量在 2.23%~4.35%之间,其中奇美含量最高,紫豇 1 号最低;各品种粗纤维含量差异较小,介于 1.04%~

1.18%之间,8 个参试品种的粗纤维含量均高于对照,其中安豇长青和奇美粗纤维含量较高。

2.3 田间抗病性分析

参试的 9 个品种抗病性评价结果如图 1 所示,对照品种之豇 28-2 锈病、白粉病和病毒病病情指数均高于其余品种,表明参试的 8 个品种抗病性均优于对照。进一步分析发现,锈病的病情指数介于 4.88~8.90 之间,其中郑研荚多宝最低,抗性最好,其次是安豇长青和奇美;白粉病的病情指数介于 3.17~7.84 之间,其中奇美和安豇长青较低,抗性最好;病毒病的病情指数介于 0.30~1.04 之间,其中绿宝特最低,抗性最好,其次是郑研豇美人和郑研荚多宝。

2.4 豇豆品种各农艺性状的相关性分析

对豇豆品种的全生育期、株高、荚长、荚宽等 19 个农艺性状进行相关性分析(表 4),结果表明,始花节位与全生育期呈显著正相关,与株高呈极显著正

表 3 不同豇豆品种的品质测试结果
Table 3 Quality test results of different cowpea varieties

品种编号 Variety number	w(蛋白质) Protein content/%	w(维生素 C) Vitamin C content/(mg·100 g ⁻¹)	w(可溶性总糖) Total soluble sugar content/%	w(粗纤维) Crude fiber content/%	w(水分) Moisture content/%
1	2.56	27.2	3.50	1.14	90.8
2	2.48	31.0	2.58	1.18	90.4
3	2.64	28.1	2.56	1.07	90.7
4	2.66	25.2	2.38	1.08	90.5
5	2.85	23.0	2.23	1.05	91.2
6	2.56	27.6	3.58	1.12	90.4
7	2.70	23.3	2.27	1.10	90.8
8	2.52	24.3	4.35	1.17	90.2
9	2.52	26.2	2.56	1.04	90.8
变异系数 CV/%	4.44	9.81	25.59	4.57	0.33

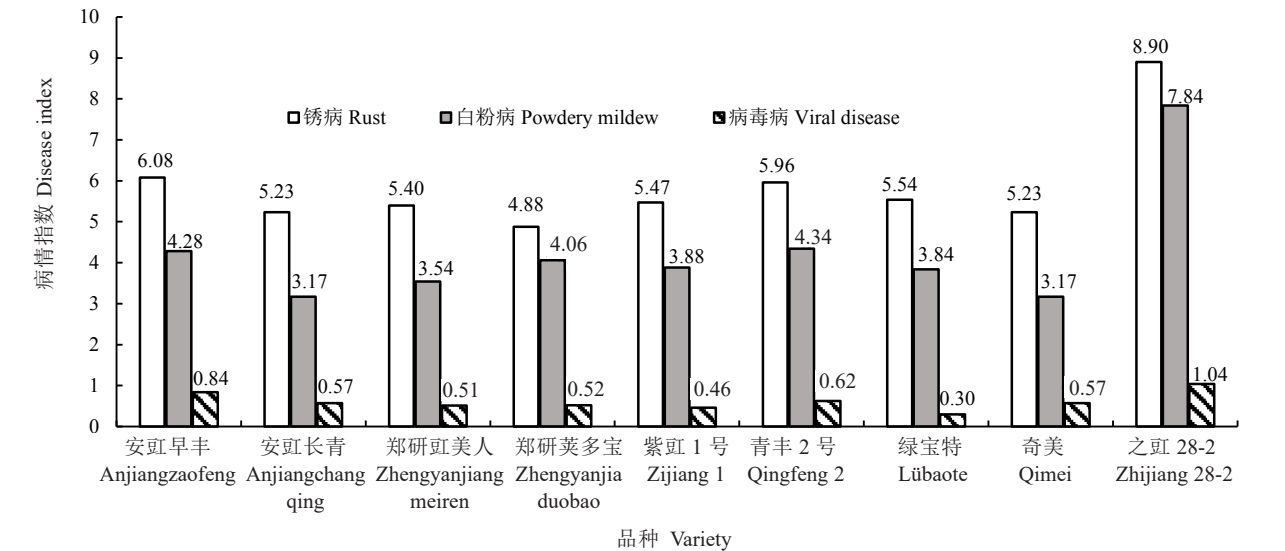


图 1 不同豇豆品种锈病、白粉病和病毒病的病情指数
Fig. 1 Disease index of rust, powdery mildew and virus disease of different cowpea varieties

表 4 不同豇豆品种各农艺性状的相关性分析

Table 4 Correlation analysis of agronomic traits of different cowpea varieties

性状 Trait	全生 育期 Whole growth period	株高 Plant height	节间 长度 Internode length	始花 节位 Node of the first flower	荚长 Pod length	荚宽 Pod width	荚厚 Pod thickness	单荚 质量 Single pod mass	单株荚数 Number of pods per plant	前期 产量 Early yield	总产量 Total yield	蛋白质 含量 Protein content	维生素C 含量 Vitamin C content	可溶性 总糖含量 Total soluble sugar content	粗纤维 含量 Crude fiber content	水分 含量 Mois- ture content	锈病病 情指数 Disease index of rust	白粉病 病情指数 Disease index of powdery mildew	病毒病 病情指数 Disease index of virus disease
全生育期 Whole growth period	1	0.604	0.251	0.734*	-0.055	-0.292	-0.261	-0.172	0.467	-0.672*	0.253	0.165	-0.039	-0.385	-0.241	-0.151	-0.090	-0.038	-0.404
株高 Plant height		1	-0.098	0.830**	-0.185	-0.093	0.434	0.342	-0.136	-0.885**	0.008	0.376	-0.506	-0.365	-0.411	-0.063	-0.220	-0.059	-0.474
节间长度 Internode length			1	0.271	0.562	0.083	-0.300	0.338	0.694*	0.028	0.518	-0.056	0.499	-0.710*	-0.017	0.171	0.046	0.057	-0.102
始花节位 Node of the first flower				1	-0.180	-0.070	0.344	0.225	0.220	-0.882**	0.225	0.120	-0.160	-0.476	-0.296	-0.096	-0.039	0.015	-0.404
荚长 Pod length					1	-0.353	-0.582	0.457	0.556	0.495	0.692*	0.347	0.240	-0.491	0.144	0.311	-0.523	-0.482	-0.357
荚宽 Pod width						1	0.390	0.157	-0.194	-0.084	-0.181	-0.094	-0.244	0.077	0.060	-0.032	0.219	0.235	-0.010
荚厚 Pod thickness							1	0.305	-0.679*	-0.498	-0.468	-0.254	-0.263	0.172	-0.098	-0.231	0.225	0.280	0.194
单荚质量 Single pod mass								1	-0.156	-0.087	0.372	0.296	0.009	-0.445	-0.062	0.078	-0.526	-0.384	-0.467
单株荚数 Number of pods per plant									1	0.123	0.712*	0.145	0.219	-0.485	0.123	0.234	-0.099	-0.189	-0.320
前期产量 Early yield										1	0.200	-0.148	0.379	0.328	0.498	0.094	-0.165	-0.278	0.213
总产量 Total yield											1	0.245	0.210	-0.322	0.381	0.024	-0.694*	-0.765*	-0.749*
蛋白质含量 Protein content												1	-0.670*	-0.549	-0.603	0.733*-0.303	-0.189	-0.189	-0.563
维生素C含量 Vitamin C content													1	0.073	0.425	-0.404	0.033	-0.060	0.315
可溶性总糖含量 Total soluble sugar content														1	0.631	-0.622	-0.059	-0.181	0.256
粗纤维含量 Crude fiber content															1	-0.702*-0.439	-0.576	-0.576	-0.111
水分含量 Moisture content																1	0.266	0.295	0.007
锈病病情指数 Disease index of rust																	1	0.961**	0.816**
白粉病病情指数 Disease index of powdery mildew																		1	0.775*
病毒病病情指数 Disease index of virus disease																			1

注: *表示在 0.05 水平上显著相关; **表示在 0.01 水平上极显著相关。

Note: * represents significant correlation at 0.05 level; ** represents extremely significant correlation at 0.01 level.

相关;单株荚数与节间长度呈显著正相关,与荚厚呈显著负相关;前期产量与全生育期呈显著负相关,与株高和始花节位均呈极显著负相关;总产量与荚长和单株荚数均呈显著正相关;维生素 C 含量与蛋白质含量呈显著负相关;可溶性总糖含量与节间长度呈显著负相关;水分含量与蛋白质含量呈显著正相关,与粗纤维含量呈显著负相关;锈病病情指数与总产量呈显著负相关;白粉病病情指数与总产量呈显著负相关,与锈病病情指数呈极显著正相关;病毒病病情指数与总产量呈显著负相关,与锈病病情指数呈极显著正相关,与白粉病病情指数呈

显著正相关。通过以上分析可知,参试品种的产量、品质和农艺性状间存在复杂的相关性,由性状提供的信息存在大量重叠,需要采用降维的方法去除重复信息,以简化数据,才能更加科学合理地对参试品种评价。

2.5 不同豇豆品种的聚类分析

以 9 个豇豆品种的 19 个农艺性状为基础进行聚类分析,采用 Ward's 法绘制聚类树形图。结果如图 2 所示,在欧式距离为 16 时,9 个豇豆品种可分为 4 类,I 类包括 4 个品种,分别为郑研豇美人、郑研荚多宝、绿宝特和紫豇 1 号,II 类包括 3 个品

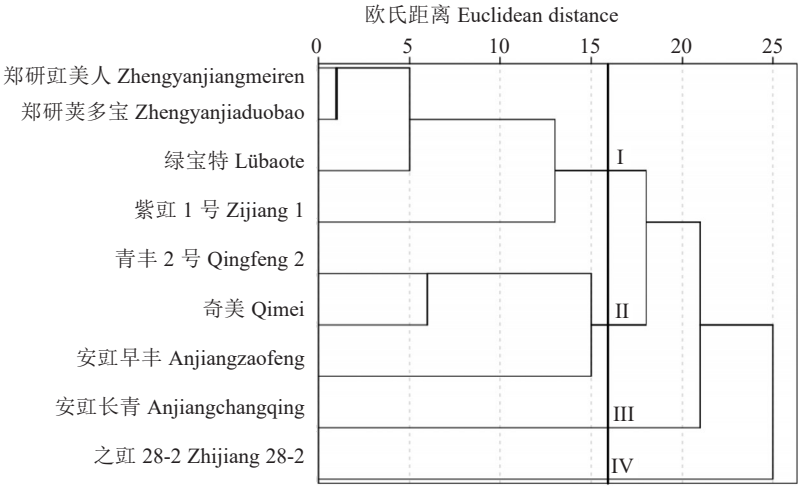


图 2 不同豇豆品种的聚类分析
Fig. 2 Cluster analysis of different cowpea varieties

种,即青丰 2 号、奇美和安豇早丰,III 类只包括 1 个品种安豇长青,IV 类只包括 1 个品种之豇 28-2。对 4 个类型的品种连续两年在各试点的农艺和产量性状进行方差分析,结果表明(表 5),4 种类型的节间长度、荚长等 5 个性状存在显著差异,其他性状差异不显著。第 III 类的节间长度、荚长、单株荚数及总产量最高,其中节间长度显著大于第 I 和第 II

类,荚长显著大于其他 3 种类型,单株荚数显著多于第 II 类,但与另外两种类型差异不显著,总产量显著高于第 IV 类,与其他两种类型差异不显著;第 I 类的始花节位最高,显著高于第 II 类,但与第 III 和第 IV 类差异不显著。

2.6 不同豇豆品种的主成分分析

以 9 个豇豆品种的 19 个农艺性状为研究对

表 5 不同类型品种的农艺及产量性状特征
Table 5 Characterization of agronomic and yield traits of different types of varieties

类型 Type	全生育期 Whole growth period/d	株高 Plant height/ cm	节间长度 Internode length/ cm	始花节位 Node of the first flower	荚长 Pod length/ cm	荚宽 Pod width/ mm	荚厚 Pod thickness/ mm	单荚质量 Single pood mass/ g	单株荚数 Number of pods per plant	前期产量 Early yield/ (kg·667 m ²)	总产量 Total yield/ (kg·667 m ²)
I	93.65± 10.21 a	313.46± 34.71 a	21.49± 2.26 a	4.63± 1.79 a	62.66± 4.76 b	8.6± 0.10 a	7.6± 0.11 a	23.11± 3.73 a	14.58± 4.56 ab	573.92± 311.08 a	1 818.11± 367.03 a
II	92.53± 10.70 a	299.18± 27.53 a	20.29± 2.26 b	3.70± 1.37 b	59.88± 4.72 c	8.6± 0.07 a	7.5± 0.11 a	21.87± 3.09 a	13.49± 3.37 b	717.67± 316.94 a	1 716.33± 321.71 ab
III	94.00± 10.35 a	298.62± 21.02 a	23.50± 2.31 c	4.40± 0.97 ab	66.55± 6.27 a	8.3± 0.10 a	7.3± 0.11 a	22.31± 4.14 a	17.22± 7.12 a	735.10± 398.26 a	1 935.19± 404.58 a
IV	93.60± 10.73 a	306.97± 37.40 a	21.58± 1.24 abc	4.60± 1.71 db	57.22± 2.60 c	8.6± 0.08 a	7.8± 0.12 a	21.00± 2.40 a	14.21± 5.55 ab	510.90± 313.92 a	1 545.97± 290.61 b

象,进行主成分分析,并计算各主成分的特征值和贡献率,根据特征值大于1的原则提取出6个主成分,累积贡献率达96.60%(表6),代表了大部分性状的遗传变异信息。第1主成分特征值为5.31,以豇豆总产量、病毒病病情指数、锈病病情指数为主要指标,主要反映的是产量和抗病性相关因子;第2主成分特征值为4.57,主要以豇豆前期产量、株高、粗纤维含量为主要指标,主要反映前期产量和品质相关因子;第3主成分特征值为3.15,以豇豆含水

量为主要指标,主要反映的是含水量相关因子;第4主成分特征值为2.48,以豇豆蛋白质含量和维生素含量为主要指标,主要反映的是品质相关因子;第5主成分特征值为1.78,以豇豆单荚质量为主要指标;第6主成分特征值为1.08,以豇豆荚宽为主要指标。

由表7可知,安豇早丰在第5主成分上有最大值,表明安豇早丰的单荚质量表现较好;安豇长青在第1主成分和第4主成分上表现最好,产量、抗

表6 不同豇豆品种主成分特征值与贡献率
Table 6 Principal component eigenvalue and contribution rate of different cowpea varieties

性状 Trait	主成分 1 PC1	主成分 2 PC2	主成分 3 PC3	主成分 4 PC4	主成分 5 PC5	主成分 6 PC6
全生育期 Whole growth period	0.45	0.48	-0.06	0.58	-0.42	0.04
株高 Plant height	0.31	0.83	-0.41	0.06	-0.03	-0.16
节间长度 Internode length	0.52	-0.08	0.48	0.47	0.50	0.10
始花节位 Node of the first flower	0.38	0.72	-0.24	0.48	0.07	-0.01
荚长 Pod length	0.75	-0.43	0.31	-0.17	0.16	-0.23
荚宽 Pod width	-0.28	0.12	-0.08	-0.14	0.53	0.75
荚厚 Pod thickness	-0.47	0.48	-0.45	-0.06	0.50	-0.07
单荚质量 Single pod mass	0.49	0.12	-0.23	-0.30	0.73	-0.25
单株荚数 Number of pods per plant	0.66	-0.19	0.43	0.41	-0.18	0.32
前期产量 Early yield	-0.05	-0.91	0.26	-0.32	0.01	-0.01
总产量 Total yield	0.89	-0.33	-0.10	0.11	0.05	0.16
蛋白质含量 Protein content	0.55	0.42	0.22	-0.65	-0.22	0.05
维生素 C 含量 Vitamin C content	-0.01	-0.59	0.14	0.61	0.27	-0.33
可溶性总糖含量 Total soluble sugar content	-0.61	-0.47	-0.56	-0.05	-0.29	0.09
粗纤维含量 Crude fiber content	0.01	-0.77	-0.51	0.24	0.06	0.20
水分含量 Moisture content	0.22	0.28	0.74	-0.52	-0.02	0.04
锈病病情指数 Disease index of rust	-0.69	0.29	0.59	0.26	0.04	0.11
白粉病病情指数 Disease index of powdery mildew	-0.64	0.44	0.58	0.19	0.10	0.02
病毒病病情指数 Disease index of virus disease	-0.82	-0.13	0.44	0.19	0.08	-0.25
特征值 Eigenvalue	5.31	4.57	3.15	2.48	1.78	1.08
方差贡献率 Contribution rate/%	27.93	24.03	16.57	13.05	9.35	5.66
累积贡献率 Accumulative contribution rate/%	27.93	51.96	68.53	81.58	90.93	96.60

表7 不同豇豆品种主成分综合得分与排名
Table 7 Comprehensive score and ranking of principal component of different cowpea varieties

品种编号 Variety number	主成分 1 PC1	主成分 2 PC2	主成分 3 PC3	主成分 4 PC4	主成分 5 PC5	主成分 6 PC6	综合得分 Comprehensive score	排名 Ranking
1	-2.25	-3.21	0.76	-2.27	1.50	-0.25	-1.50	9
2	2.67	-3.07	0.67	2.75	0.31	-0.08	0.52	3
3	1.16	1.05	-0.55	0.33	0.17	-1.43	0.48	4
4	0.92	1.81	-1.27	-0.58	1.16	-1.25	0.46	5
5	2.45	0.43	2.18	-1.93	-2.23	-0.01	0.71	2
6	-1.48	-1.26	-0.31	0.36	-0.71	0.90	-0.76	7
7	1.93	1.99	-0.62	-0.46	1.46	2.02	1.14	1
8	-1.80	-0.31	-3.32	0.18	-1.70	0.14	-1.30	8
9	-3.60	2.57	2.45	1.61	0.05	-0.05	0.24	6

病性和品质表现较好;绿宝特在第2和第6主成分上得分最高,产量、品质和荚宽表现较好。对9个豇豆品种进行主成分综合得分及排名,综合得分最高的是绿宝特,为1.14,排名第1,其他依次是紫豇1号、安豇长青、郑研豇美人、郑研荚多宝、之豇28-2、青丰2号、奇美和安豇早丰。

3 讨论与结论

区域试验是作物新品种审定与推广不可或缺的一环^[20],广泛应用于粮食、蔬菜、水果等作物。沈成春等^[21]在云南省6个马铃薯主要生产区对11个新品种开展了区域试验,综合分析了其丰产性、抗逆性及适应性;段姗等^[22]对参加2005—2022年陇东旱地区区域试验的192份小麦进行了综合分析,发现穗粒数及千粒重是影响其产量的主要因素;杨海丽等^[23]在云南省7个试验区对3个玉米新品种开展了自主区域试验,加快了当地鲜食糯玉米的选育与推广进程。河南省仅在2015—2016年组织了1次豇豆新品种区域试验,经过8a(年)示范推广应用,绿宝特、安豇长青、郑研豇美人等鉴定品种在丰产性、抗病性、适应性等方面与引进品种相比优势突出,目前推广面积大,是一些县市的主栽品种,但仍有一定的推广潜力有待挖掘。笔者将此次区域试验数据重新汇总,使用多重比较、相关性分析、聚类分析、主成分分析等方法进行综合分析,以期对豇豆育种者提供经验参考,为农技推广者提供数据支撑。

产量、品质和抗病性是豇豆品种选育的关键因素^[24],通过比较分析各参试品种的农艺性状、品质和抗病性,发现安豇早丰、安豇长青、紫豇1号的前期产量较高,适宜作为早春早熟栽培品种进行推广;安豇长青、绿宝特和紫豇1号总产量较高,适宜在河南省内进行大面积推广种植。近年来,豇豆蛋白质、维生素等营养物质逐渐受到人们的关注^[25],分析各豇豆品种的品质性状有助于创制和培育高营养价值的栽种植种,满足市场需求,鉴定结果表明,紫豇1号的蛋白质含量最高;安豇长青的维生素C和粗纤维含量最高;奇美的可溶性总糖含量最高。豇豆在田间易遭受病虫害侵袭,导致其产量和品质下降^[26],因此抗性是培育新品种的一个重要指标,研究表明,除之豇28-2外,其余8个品种对锈病、白粉病、病毒病的抗性较高,田间主要病害发病率较低,其中郑研荚多宝对锈病抗性最好,奇美和安豇长青对白粉病抗性最好,绿宝特对病毒病抗性最好。

对9个豇豆品种的19个农艺性状进行相关性分析、聚类分析和主成分分析,发现各农艺性状之间存在一定的相关性,总产量和荚长、单株荚数呈显著正相关,这与黄伟康等^[27]的研究结果相一致;锈病、白粉病、病毒病等病情指数与总产量呈显著负相关,表明培育抗病性品种能显著提高豇豆产量。

综上所述,笔者对9个豇豆品种的农艺性状、品质和抗病性进行比较分析,并通过主成分分析、聚类分析和相关性分析进行综合评价,绿宝特、紫豇1号、安豇长青、郑研豇美人的综合表现良好,适宜在河南省内大面积推广种植。

参考文献

- [1] 孙加焱,张渭章.我国长豇豆新品种应用现状及良种繁育技术[J].长江蔬菜,2007(10):25-27.
- [2] 肖杰,艾辛,邓稳桥,等.豇豆主要经济性状的遗传效应及相关分析[J].湖南农业大学学报(自然科学版),2004,30(2):128-130.
- [3] 罗铭泳,姚詹武,陈东康,等.豇豆的营养成分分析及保健功能[J].中国果菜,2006(2):40.
- [4] HORN L N, NGHITUWAMATA S N, ISABELLA U. Cowpea production challenges and contribution to livelihood in Sub-Saharan region[J]. Agricultural Sciences, 2022, 13: 25-32.
- [5] 陈新,王学军,袁星星.豆类蔬菜设施栽培[M].北京:中国农业出版社,2013.
- [6] 王素.豇豆的起源分类和遗传资源[J].中国蔬菜,1989(6):49-52.
- [7] 王彦,张志肖,时会影,等.粒用豇豆新品种冀豇2号[J].中国种业,2024(6):189-190.
- [8] 向娟,郭昌湛,母陈,等.豇豆新品种成豇12的选育[J].中国蔬菜,2023(8):120-123.
- [9] 张红梅,刘晓庆,陈华涛,等.豇豆新品种苏紫豇2号的选育[J].中国瓜菜,2019,32(7):50-52.
- [10] 陈禅友,胡志辉,郭瑞,等.豇豆新品种鄂豇豆14[J].园艺学报,2018,45(增刊2):2771-2772.
- [11] 张侯,罗育才,敬媛蓉,等.优质早熟长豇豆新品种娄文豇1号的选育[J].中国瓜菜,2021,34(12):114-117.
- [12] 谭亮萍,刘跃进,黎绣凤.湖南省豇豆产业现状及发展建议[J].长江蔬菜,2020(14):4-6.
- [13] 王红宾,王莎,于海培,等.河南内黄县后河镇豇豆产业现状、存在问题及对策[J].中国园艺文摘,2017,33(9):88-89.
- [14] 王佩芝,李锡香.豇豆种质资源描述规范和数据标准[M].北京:中国农业出版社,2006.
- [15] 中华人民共和国卫生部.食品安全国家标准 食品中蛋白质的测定:GB 5009.5—2010[S].北京:中国标准出版社,2010.
- [16] 国家标准局.水果、蔬菜维生素C含量测定法(2,6-二氯酚酚滴定法):GB/T 6195—1986[S].北京:中国标准出版社,1986.
- [17] 中华人民共和国农业部.蔬菜及其制品中可溶性糖的测定铜还原碘量法:NY/T 1278—2007[S].北京:中国农业出版社,2007.
- [18] 中华人民共和国卫生部,中国国家标准化管理委员会.植物类

- 食品中粗纤维的测定:GB/T 5009.10—2003[S].北京:中国标准出版社,2003.
- [19] 中华人民共和国卫生部.食品安全国家标准 食品中水分的测定:GB 5009.3—2010[S].北京:中国标准出版社,2010.
- [20] 咎凯,陈亚光,申为民,等.黄淮海夏大豆(南片)品种(系)农艺性状的综合分析及评价模型构建[J].大豆科学,2023,42(2):129-137.
- [21] 沈成春,张婷,温宪勤.2022—2023年云南省马铃薯新品种区域试验[J].南方农业,2024,18(8):1-4.
- [22] 段珊,付之乐,王晶晶,等.陇东旱地冬小麦区域试验品系农艺性状及抗逆性分析[J].西南农业学报,2024,37(5):980-989.
- [23] 杨海丽,陈怀军,李国庆,等.2021—2022年云南省鲜食糯玉米自主区域试验报告[J].中国种业,2023(10):83-86.
- [24] 高金龙,李春燕,李育军,等.我国长豇豆育种现状及育种策略[J].长江蔬菜,2008(18):1-4.
- [25] 董君暘,汪宝根,吴晓花,等.之豇系列长豇豆品种营养品质分析[J].浙江农业科学,2022,63(5):1042-1047.
- [26] 马帅,黄魁建,马帅,等.我国豇豆用药和病虫害防治现状及对保障蔬菜质量安全的建议[J].世界农药,2023,45(4):13-21.
- [27] 黄伟康,刘勇,符启位,等.七十五份长荚豇豆品种资源农艺性状的主成分与聚类分析[J].北方园艺,2020(7):10-19.