

湖南秋季不同矮生豇豆品种评价及筛选

蒋万¹, 张忠武¹, 黄琳¹, 孙信成¹, 李璐¹, 段赞赞²

(1. 常德市农林科学研究院 湖南常德 415000; 2. 常德市农业农村局 湖南常德 415000)

摘要:为探究不同矮生豇豆常见品种之间的差异,为选种、育种、豇豆品种更新换代提供数据参考,选取10个常见矮生豇豆品种,通过对品种性状数据收集,运用显著性差异分析、相关性分析、主成分分析、聚类分析、公因子得分法等方法,对不同矮生豇豆品种进行综合评价与筛选。结果表明,在湖南省秋季栽培中,矮生豇豆品种生长期较短,从播种到采收总时长51 d左右。通过主成分分析可将15个农艺性状指标降维至5个综合因子,累积方差贡献率为88.475%;依据聚类分析可分为5大类,分别是林丰长地白、玉抗无架豆、摘不败、美国无架豆、其他品种。根据综合评价得分情况,筛选出林丰长地白、玉抗无架豆、美国无架豆3个表现良好的品种,适合在湖南秋季栽培。研究结果对湖南省矮生豇豆选种育种、品种迭代以及国内矮生豇豆产业的发展具有一定的指导及参考价值。

关键词:矮生豇豆;农艺性状;综合评价;品种筛选

中图分类号:S643.4

文献标志码:A

文章编号:1673-2871(2024)05-142-09

Evaluation and screening of different dwarf cowpea (*Vigna sinensis* Endb) varieties in autumn in Hunan province

JIANG Wan¹, ZHANG Zhongwu¹, HUANG Lin¹, SUN Xincheng¹, LI Lu¹, DUAN Zanzan²

(1. Changde Agriculture and Forestry Science Academy, Changde 415000, Hunan, China; 2. Changde Agriculture and Rural Bureau, Changde 415000, Hunan, China)

Abstract:In order to explore the differences among different common dwarf cowpea (*Vigna sinensis* Endb) varieties, and provide data reference for seed selection, breeding and variety replacement of cowpea, 10 common varieties of dwarf cowpea were studied through the collection of variety traits data, significance difference analysis, correlation analysis, principal component analysis and cluster analysis to comprehensively evaluate and screen different varieties of dwarf cowpea. The results showed that in the autumn cultivation of dwarf cowpea in Hunan province, the growth period was short, and the whole period from sowing to harvest was about 51 days. The principal component analysis indicated that the 15 agronomic traits indexes were reduced to 5 comprehensive factors, and the cumulative variance contribution rate was 88.475%. According to the cluster analysis, they were divided into 5 categories, Linfeng Changdibai, Yukang Wujiadou, Zhaibubai, Meiguo Wujiadou and other varieties, respectively. According to the comprehensive evaluation score, three varieties (Linfeng Changdiba, Yukang Wujiadou and Meiguo Wujiadou) with good performance were screened out and suitable for autumn cultivation in Hunan province. The results provided some certain guiding and reference value for dwarf cowpea seed selection and breeding in Hunan province and the development of dwarf cowpea industry in China.

Key words: Dwarf cowpea; Agronomic trait; Comprehensive evaluation; Variety screening

矮生豇豆 (*Vigna sinensis* Endb), 又称无架(豇)豆、甜豆、地(豇)豆等, 原产于非洲地区^[1], 广泛分布于热带、亚热带、温带地区^[2]。我国福建地区自1985年从美国引进矮生豇豆品种后, 在全国各地掀起了试种的热潮, 普遍反映较好。矮生豇豆是极具有潜力的菜用长豇豆类型, 对比蔓生豇豆具有3个最主要的优点, 其一是无需搭架, 节省人工和材料, 符合

轻简化栽培的概念; 其二是矮生豇豆结荚期集中且荚条位置相对集中, 相比蔓生豇豆的长季节开花结荚, 更符合集约化生产的概念, 更能适应机械化生产, 特别是在农业人力资源缺少且成本高昂的今天, 具有明显的优势; 其三是抗病性与抗逆性表现优异, 特别是在抗旱、抗热、抗锈病等方面优势明显^[3]。当然, 矮生豇豆也存在不少的问题, 如荚条较

收稿日期:2023-11-02; 修回日期:2024-01-22

基金项目:国家现代农业产业技术体系(CARS-23-G31);湖南省常德市技术创新引导项目(CDKJJ20220265)

作者简介:蒋万,男,农艺师,研究方向为蔬菜育种与栽培。E-mail:523609659@qq.com

通信作者:张忠武,男,高级农艺师,研究方向为蔬菜育种与栽培。E-mail:tczyzzw@163.com

短且弯曲,不符合主流的消费习惯;花梗不够长和粗^[4],导致在栽培的过程中出现豆荚拖地,影响豆荚的商品性;育种规模无法与蔓生豇豆媲美,可选品种少,且在品质、产量方面也不如蔓生豇豆。

关于矮生豇豆的研究大多集中在育种方面,通过多年的品种选育,得到了一批优异品种,如皖青512^[5]、中豇1号^[6]、矮蔓一号^[7]、鄂豇豆7号^[8]等。另有较大一部分关于矮生豇豆的研究集中在田间栽培经验总结方面,李品汉^[9]总结了美国无架豇豆的栽培技术,徐立功等^[10]总结了轮作栽培技术,潘剑等^[11]总结了间作栽培技术,叶巍等^[12]总结了温室种植技术等。关于矮生豇豆品种对比筛选的研究较少,其中有一部分是与蔓生豇豆同时开展比较,张忠武等^[13]在开展长豇豆资源的相关性分析、主成分及聚类分析中涉及到了3个矮生豇豆品种。王佩芝等^[14]在对230份豇豆资源进行综合评价时,涉及37份矮生豇豆。仅有少数研究者开展了矮生豇豆之间的品种比较,陈禅友等^[15]以美国无架豆为对照,对比了湖北地区6个矮生豇豆品系在农艺性状、产量、品质等方面的差异,筛选出2个优良株系。薛雍松等^[16]选取3个紫色矮生豇豆品种开展盆栽试验,通过对农艺性状及品质的测定,筛选出了适合盆栽的紫色矮生豇豆品种。

笔者选取了10个常见矮生豇豆品种,通过对品种性状数据收集,运用显著性差异分析、相关性分析、聚类分析等方法,对不同品种进行综合评价,探究不同品种之间的差异,为育种家选种和育种、种植户看豆选种及豇豆品种更新换代提供数据参考,对湖南地区豇豆产业提质增效具有重要意义。

1 材料与方 法

1.1 材 料

试验于2021年7—11月在常德市农林科学院蔬菜研究所进行。供试的10个矮生豇豆品种来自江西、湖北、河南、江苏等多区域,均由市场上购买,详见表1。

1.2 试验设计

试验地块为塑料大棚保护地,土壤肥力为全氮含量(w,后同)1.21 g·kg⁻¹、速效磷含量76.1 mg·kg⁻¹、速效钾含量292 mg·kg⁻¹、有机质含量17.5 g·kg⁻¹、pH 6.7、EC值126 μS·cm⁻¹,土壤肥力基本均匀。采用免耕免肥栽培,上茬作物为苦瓜。试验采用完全随机区组设计,每个品种设置3次重复,共30个小区,小区面积为12.6 m²,按包沟1.4 m成垄,垄高

表1 品种信息

Table 1 Information on varieties

品种 Variety	来源 Source
玉抗无架豆 Yukang Wujiadou	江西 Jiangxi
摘不败 Zhaibubai	江西 Jiangxi
玉抗无架2号 Yukang Wujia 2	江西 Jiangxi
宇翔无架豆 Yuxiang Wujiadou	江西 Jiangxi
恒丰无架豆 Hengfeng Wujiadou	湖北 Hubei
美国无架豆 Meigu Wujiadou	湖北 Hubei
矮早无架摘不败 Aizao Wujia Zhaibubai	河南 Henan
林丰长地白 Lin feng Changdibai	辽宁 Liaoning
绿领矮蔓2号 Luling Aiman 2	江苏 Jiangsu
鄂豇豆7号 E Jiandou 7	湖北 Hubei

20 cm,沟宽0.4 m,垄长9 m,每小区栽种46株。矮生豇豆在加盖遮阳网的专用育苗棚内穴盘统一播种,每穴3粒种子。出苗至2叶1心后选择出苗齐整的豇豆苗单垄双行种植,株行距为40 cm×70 cm。各品种播种后统一田间管理,大棚裙膜全程收卷,棚门打开保持棚内通风。

1.3 指标测定

1.3.1 关键时期记载 对矮生豇豆关键物候期,包括见花期(第1朵花开出的日期)、开花期(50%开花)、盛花期(80%开花)、初荚期(第1个商品荚形成的日期)、结荚期(50%结荚)、结荚盛期(80%结荚)进行记载。

1.3.2 农艺性状调查 参考张忠武等^[13]的方法,对豇豆的生长势、单株分枝数、节间距离、花梗长、花梗粗等性状进行测定,对花色、叶色、有无蔓生茎、嫩荚颜色、嫩荚外观、荚面进行描述赋值,具体见表2。

1.3.3 产量性状统计 参考《豇豆种质资源描述规范和数据标准》^[17],在商品荚成熟后及时采收,每处理每重复随机选取10条豇豆测定荚长、荚粗、单荚质量并记录均值,每处理随机选取3株测定结荚数、单株产量。

1.4 统计分析

采用WPS office对数据进行整理以及制图;采用SPSS17.0进行相关性分析、差异显著性分析、主

表2 主要性状赋值
Table 2 Assignment of main traits

性状 Main traits	赋值 Assign	性状 Main traits	赋值 Assign
花色 Flower color	白色=1, 紫色=2 White=1, Purple=2	嫩荚颜色 Pod color	白色=1, 浅绿=2, 绿色=3, 深绿=4, 红=5, 紫红=6, 斑纹=7 White =1, Light green =2, Green =3, Dark green =4, Red =5, Fuchsia =6, Markings =7
叶色 Leaf colour	浅绿色=1, 绿色=2, 深绿色=3 Light green =1, Green =2, Dark green =3	嫩荚外观 Pod appearance	顺直=1, 微弯=2, 弯曲=3 Straight =1, Slightly bent =2, Bent =3
蔓生茎 Sarmentum	无=1, 有=2 None =1, Yes =2	荚面 Pod surface	稍平=1, 微凸=2, 凸=3 Slightly flat =1, Slightly convex =2, Convex =3

成分分析^[18-20]、公因子得分法进行综合评价^[21];采用 DPS 9.01 进行数据标准化转化和聚类分析,聚类距离采用欧氏距离,聚类方法选择最短距离法。

2 结果与分析

2.1 关键物候期对比

由表 3 可知,10 个豇豆品种的关键物候期整体差距较小,玉抗无架豆所用时间最短,从播种至结荚盛期仅用了 47 d,宇翔无架豆所用时间最长,达到了 54 d,二者相差 7 d,其他品种所用时间处于二者之间,其中玉抗无架 2 号、美国无架豆用时与玉抗无架豆接近,为 49 d,而恒丰无架豆、绿领矮蔓 2 号用时则与宇翔无架豆接近,为 53 d。

2.2 农艺性状对比

由表 4 可知,10 份矮生豇豆资源叶色与嫩荚颜色均为绿色,花色以紫色为主,仅美国无架豆、林丰长地白 2 个品种为白花。林丰长地白株高最高,达 131.00 cm;摘不败最低,仅有 49.00 cm,二者呈显著差异。茎粗在 1.00 cm 以上的仅有林丰长地白,在 0.90~1.00 cm 的有 5 个品种,分别是玉抗无架 2 号、宇翔无架豆、美国无架豆、矮早无架摘不败、绿领矮蔓 2 号;摘不败茎粗最小,仅为 0.69 cm。在单株分枝数方面,林丰长地白与恒丰无架豆均有 18.00 条以上分枝,其余品种分枝数在 10.00~16.00 条。在蔓生茎方面,除玉抗无架豆与美国无架豆无蔓生茎外,其余品种均有一定数量的蔓生茎。在节间距离方面,摘不败、美国无架豆、绿领矮蔓 2 号的节间距

表3 关键物候期(年-月-日)
Table 3 Key phenological phase(Year-Month-Day)

品种 Variety	播种期 Seeding period	移苗期 Planting period	见花期 Initial flowering period	开花期 Flowering period	盛花期 Florescence	初荚期 The first pod period	结荚期 Podding period	结荚盛期 Pod peak period
玉抗无架豆 Yukang Wujiadou	2021-07-27	2021-08-03	2021-08-29	2021-08-30	2021-09-01	2021-09-08	2021-09-10	2021-09-12
摘不败 Zhaibubai	2021-07-27	2021-08-03	2021-09-02	2021-09-05	2021-09-07	2021-09-12	2021-09-14	2021-09-17
玉抗无架 2 号 Yukang Wujia 2	2021-07-27	2021-08-03	2021-08-31	2021-08-02	2021-09-04	2021-09-09	2021-09-12	2021-09-14
宇翔无架豆 Yuxiang Wujiadou	2021-07-27	2021-08-03	2021-09-01	2021-09-03	2021-09-06	2021-09-12	2021-09-15	2021-09-19
恒丰无架豆 Hengfeng Wujiadou	2021-07-27	2021-08-03	2021-09-02	2021-09-05	2021-09-07	2021-09-10	2021-09-12	2021-09-18
美国无架豆 Meiguo Wujiadou	2021-07-27	2021-08-03	2021-09-01	2021-09-03	2021-09-05	2021-09-10	2021-09-12	2021-09-14
矮早无架摘不败 Aizao Wujia Zhaibubai	2021-07-27	2021-08-03	2021-08-30	2021-09-01	2021-09-04	2021-09-09	2021-09-13	2021-09-15
林丰长地白 Linfeng Changdibai	2021-07-27	2021-08-03	2021-09-02	2021-09-03	2021-09-05	2021-09-10	2021-09-13	2021-09-17
绿领矮蔓 2 号 Luling Aiman 2	2021-07-27	2021-08-03	2021-09-03	2021-09-04	2021-09-06	2021-09-09	2021-09-14	2021-09-18
鄂豇豆 7 号 E Jiangdou 7	2021-07-27	2021-08-03	2021-09-02	2021-09-02	2021-09-03	2021-09-11	2021-09-14	2021-09-16

表 4 不同矮生豇豆品种的农艺性状表现

Table 4 Agronomic traits of different dwarf cowpea varieties

品种 Variety	株高 Plant height /cm	茎粗 Stem thickness/cm	单株分枝数 Plants branches	花色 Flower color	叶色 Leaf colour	蔓生茎 Sarmentum
玉抗无架豆 Yukang Wujiadou	67.67±12.06 cd	0.84±0.08 bc	12.33±2.52 cd	2	3	1
摘不败 Zhaibubai	49.00±7.55 d	0.69±0.02 c	10.33±3.51 d	2	2	2
玉抗无架 2 号 Yukang Wujia 2	73.67±8.50 cd	0.90±0.05 abc	13.00±1.00 cd	2	2	2
宇翔无架豆 Yuxiang Wujiadou	73.33±5.51 cd	0.93±0.13 ab	13.33±1.53 bcd	2	2	2
恒丰无架豆 Hengfeng Wujiadou	108.67±12.66 ab	0.82±0.06 bc	18.33±2.08 ab	2	2	2
美国无架豆 Meiguo Wujiadou	72.33±7.02 cd	0.91±0.11 ab	14.33±2.08 abcd	1	2	1
矮早无架摘不败 Aizao Wujia Zhaibubai	86.33±25.7 bc	0.94±0.21 ab	16.00±3.61 abc	2	2	2
林丰长地白 Linfeng Changdibai	131.00±21.93 a	1.09±0.17 a	18.67±2.31 a	1	2	2
绿领矮蔓 2 号 Lüling Aiman 2	72.67±23.67 cd	0.95±0.07 ab	14.00±5.29 abcd	2	2	2
鄂豇豆 7 号 E Jiangdou 7	54.67±8.39 d	0.83±0.08 bc	11.00±1.00 cd	2	2	2
品种 Variety	节间距离 Internodal distance/cm	花梗长度 Pedicel length/cm	花梗粗度 Pedicel thickness/cm	嫩荚颜色 Pod color	荚条外观 Pod appearance	荚面 Pod surface
玉抗无架豆 Yukang Wujiadou	7.33±1.15 a	34.67±4.62 ab	0.43±0.01 a	3	3	2
摘不败 Zhaibubai	2.67±0.29 cd	26.33±5.51 b	0.42±0.10 a	3	3	3
玉抗无架 2 号 Yukang Wujia 2	3.17±0.76 cd	37.67±3.79 a	0.40±0.04 a	3	3	2
宇翔无架豆 Yuxiang Wujiadou	3.00±0.50 cd	32.67±2.08 ab	0.37±0.04 a	3	3	2
恒丰无架豆 Hengfeng Wujiadou	3.67±1.04 bcd	32.67±10.69 ab	0.38±0.08 a	3	3	2
美国无架豆 Meiguo Wujiadou	2.50±0.50 d	36.00±6.56 ab	0.47±0.05 a	3	3	2
矮早无架摘不败 Aizao Wujia Zhaibubai	3.83±1.26 bcd	39.33±7.57 a	0.42±0.05 a	3	2	2
林丰长地白 Linfeng Changdibai	5.00±1.80 b	43.67±3.06 a	0.44±0.02 a	3	3	2
绿领矮蔓 2 号 Lüling Aiman 2	2.50±0.50 d	33.33±5.13 ab	0.38±0.04 a	3	2	1
鄂豇豆 7 号 E Jiangdou 7	4.33±0.29 bc	37.83±1.26 a	0.37±0.03 a	3	1	2

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 lowercase letters in the same column data represent significant differences at 0.05 level. The same below.

离均在 3.00 cm 以下,玉抗无架豆的节间距离最长,达到了 7.33 cm,与其他品种呈显著差异。在花梗的长度和粗度方面,林丰长地白花梗长度最大,达到了 43.67 cm;花梗粗度为 0.44 cm,处于 10 个品种的第二位。在荚条外观和荚面上,绿领矮蔓 2 号和

鄂豇豆 7 号表现最好,其荚条弯曲度小,基本没有鼓籽现象。

2.3 产量相关性状对比

由表 5 可知,矮生豇豆的荚条普遍较短,仅林丰长地白的荚条长度在 50 cm 以上,与其他品种呈

表5 不同矮生豇豆品种的产量性状

Table 5 Yield characters of different dwarf cowpea varieties

品种 Variety	荚长 Pod length/cm	荚粗 Pod thickness/cm	单荚质量 Single pod mass/g	结荚数 Number of pods	单株产量 Yield per plant/g
玉抗无架豆 Yukang Wujiadou	44.00±4.36 bc	0.80±0.03 bc	18.55±3.97 abcd	15.00±2.00 ab	282.52±87.99 bc
摘不败 Zhaibubai	41.83±2.93 bc	0.85±0.02 abc	13.86±2.10 de	8.00±1.73 c	111.74±34.13 c
玉抗无架2号 Yukang Wujiadou 2	48.33±2.52 b	0.87±0.05 abc	21.50±2.09 abc	7.67±3.51 c	162.44±66.75 bc
宇翔无架豆 Yuxiang Wujiadou	44.67±2.89 bc	0.97±0.06 a	22.17±2.84 ab	11.00±2.65 c	248.00±87.40 bc
恒丰无架豆 Hengfeng Wujiadou	41.00±2.00 c	0.87±0.03 abc	16.92±1.88 bcd	9.33±3.51 c	153.92±42.46 bc
美国无架豆 Meiguo Wujiadou	43.17±0.58 bc	0.93±0.15 abc	16.33±2.73 cd	12.00±6.93 c	205.35±146.28 bc
矮早无架摘不败 Aizao Wujia Zhaibubai	31.33±3.21 d	0.83±0.03 abc	10.58±0.52 e	11.67±4.04 c	122.08±36.15 c
林丰长地白 Linfeng Changdibai	54.67±5.69 a	0.79±0.05 c	23.75±2.38 a	20.00±6.08 a	483.33±192.4 a
绿领矮蔓2号 Lüling Aiman 2	48.00±5.29 b	0.94±0.12 ab	23.36±4.18 a	14.67±4.73 ab	340.88±119.21 ab
鄂豇豆7号 E Jiangdou 7	47.33±3.51 bc	0.92±0.10 abc	18.61±4.39 abcd	9.33±2.31 c	171.99±46.11 bc

显著差异；矮早无架摘不败荚条最短，仅为31.33 cm，与其他品种呈显著差异。在荚粗方面，宇翔无架豆的荚粗最大，为0.97 cm；林丰长地白的荚粗最小，为0.79 cm，二者间差值为0.18 cm，呈显著差异。在单荚质量方面，林丰长地白表现最好，为23.75 g，其余品种中单荚质量超过20.00 g的有玉抗无架2号、宇翔无架豆、绿领矮蔓2号，而矮早无架摘不败的单荚质量最小，仅有10.58 g，与其他品种（除摘不败外）呈显著差异。在结荚数方面，林丰长地白结荚条数达到了20.00条，显著高于除玉抗无架豆和绿领矮蔓2号外的其他品种，玉抗无架2号的结荚条数最少，只有7.67条。在单株产量方面，林丰长地白产量最高，每株达到了483.33 g；其次为绿领矮蔓2号，达340.88 g，林丰长地白与绿领矮蔓2号差异不显著，但与其他8个品种呈显著差异。

2.4 农艺性状相关性分析

对单株产量、株高、茎粗、节间距离、单株分枝数、花梗粗度、花梗长度、荚长、荚粗、单荚质量、结荚数共11项指标开展了相关性分析。由表6可知，有8对性状之间呈极显著正相关，包括株高与茎粗、株高与单株分枝数、单株分枝数与茎粗、茎粗与花梗长度、荚长与单荚质量、荚长与单株产量、单荚质量与单株产量、结荚数与单株产量。单株产量与荚长、单荚质量、结荚数呈极显著正相关，相关系

数分别为0.52、0.67、0.91。有3对性状呈显著正相关，分别为花梗长度与单株分枝数(0.43)、花梗长度与株高(0.42)、单荚质量与荚粗(0.36)。

2.5 农艺性状主成分分析

10个不同矮生豇豆品种的嫩荚均为绿色，无法进行有效的标准化转换，因此主成分分析不考虑嫩荚颜色，只涉及另外15个农艺性状。由图1可知，PC10到PC14的贡献度为0，在剩余的9个主成分因子当中，特征值大于1的主成分有5个。由表7可知，在最大方差旋转校准后按照贡献度大小分别为PC1=26.839%、PC2=17.41%、PC3=16.602%、PC4=15.658%、PC5=11.966%，这5个主成分的累积贡献率达到了88.475%，可以代表这15个性状的大部分信息。依据性状在5个主成分中的载荷量，PC1可概括结荚数、茎粗、株高、花梗长度、单株分枝数、花色、荚长这7个性状；PC2概括了叶色、蔓生茎、花梗粗度、荚粗、节间距离、荚面这6个性状；PC3概括了单荚质量；PC5概括了嫩荚外观。

2.6 聚类分析

由图2可知，在欧式距离为4时，可将10个品种划分为5类，第I类为林丰长地白，在株高、茎粗、单株分枝数、花梗长度、荚长、单荚质量、结荚数和单株产量等性状方面均优于其他品种；第II类为玉抗无架豆，在节间距离方面优于其他品种；第III类

表6 农艺性状相关性分析
Table 6 Correlation analysis of agronomic traits

性状 Trait	株高 Plant height	茎粗 Stem thickness	节间距离 Internodal distance	单株分枝数 Plants branches	花梗粗度 Pedicel thickness	花梗长度 Pedicel length	荚长 Pod length	荚粗 Pod thickness	单荚质量 Single pod mass	结荚数 Number of pods	单株产量 Yield per plant
株高 Plant height	1										
茎粗 Stem thickness	0.51**	1									
节间距离 Internodal distance	0.11	0.12	1								
单株分枝数 Plants branches	0.88**	0.48**	0	1							
花梗粗度 Pedicel thickness	0.15	0.15	0.11	0.25	1						
花梗长度 Pedicel length	0.42*	0.51**	0.23	0.43*	0.32	1					
荚长 Pod length	0.04	0.24	-0.08	0.15	-0.07	0.10	1				
荚粗 Pod thickness	0.08	0.28	0.26	-0.10	0.03	0.24	0.18	1			
单荚质量 Single pod mass	-0.19	0.02	-0.08	-0.07	-0.02	-0.09	0.73**	0.36*	1		
结荚数 Number of pods	-0.16	-0.27	-0.08	-0.12	-0.08	-0.30	0.26	-0.24	0.34	1	
单株产量 Yield per plant	-0.20	-0.18	-0.13	-0.13	-0.10	-0.29	0.52**	-0.04	0.67**	0.91**	1

注:*表示在 0.05 水平显著相关,**表示在 0.01 水平极显著相关。

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

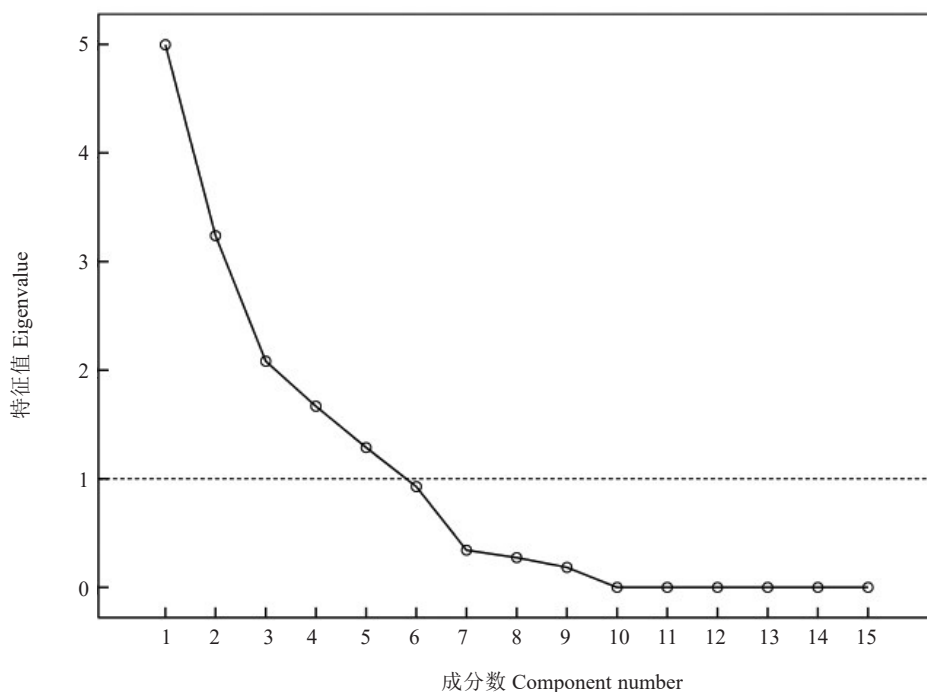


图1 农艺性状的主成分分析碎石图

Fig. 1 Scree plot of principal component analysis of agronomic traits

表7 农艺性状的主成分分析及贡献率

Table 7 Principal component analysis and contribution rate of agronomic traits

性状类型 Trait type	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5
株高 Plant height	0.822	0.131	-0.348	0.258	0.259
茎粗 Stem thickness	0.867	0.348	-0.012	0.020	-0.187
节间距离 Internodal distance	0.378	-0.585	0.527	0.421	0.118
单株分枝数 Plants branches	0.728	0.157	-0.451	0.284	0.091
花梗长度 Pedicel length	0.774	0.122	-0.004	0.283	-0.296
花梗粗度 Pedicel thickness	0.418	-0.681	-0.341	-0.353	-0.268
荚长 Pod length	0.487	0.314	0.428	-0.437	0.368
荚粗 Pod thickness	-0.404	0.632	0.110	-0.453	-0.302
结荚数 Number of pods	0.869	-0.097	0.221	0.002	-0.070
单荚质量 Single pod mass	0.474	0.499	0.531	-0.349	0.342
花色 Flower color	-0.709	0.139	0.336	0.497	0.204
叶色 Leaf colour	0.094	-0.722	0.637	0.125	0.047
蔓生茎 Sarmentum	-0.155	0.712	-0.247	0.404	0.389
嫩荚外观 Pod appearance	0.228	-0.411	-0.280	-0.434	0.559
荚面 Pod surface	-0.393	-0.529	-0.424	-0.073	0.383
特征值 Eigenvalue	4.026	2.611	2.490	2.349	1.795
贡献率 Contribution rate/%	26.839	17.410	16.602	15.658	11.966
累积贡献率 Cumulative contribution rate/%	26.839	44.249	60.851	76.509	88.475

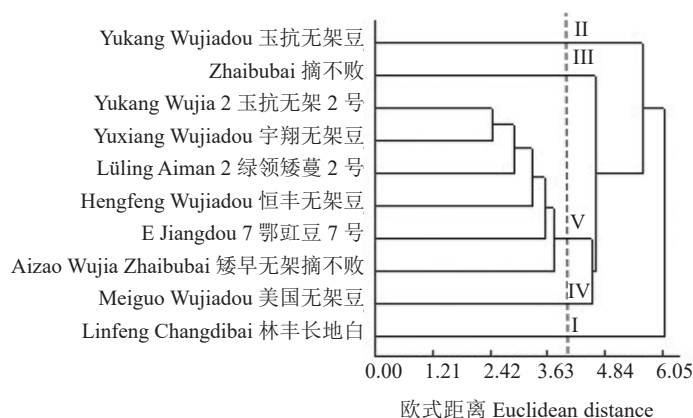


图2 不同矮生豇豆品种聚类分析

Fig. 2 Clustering analysis of different dwarf cowpea varieties

为摘不败,存在鼓籽现象,与其他品种间存在差异;第IV类为美国无架豆,此品种开白花且没有蔓生茎;第V类为剩余6品种,即玉抗无架2号、宇翔无架豆、绿领矮蔓2号、恒丰无架豆、鄂豇豆7号、矮早无架摘不败,此6个品种均开紫花,多有一定蔓生茎,数量性状处于所有品种中间部分。

2.7 综合评价

如表8所示,选取特征值大于1的5个主成分,对10个矮生豇豆品种进行综合评价。其中林丰长地白得分为95.05,远高于其他9个品种,排名第一;玉抗无架豆得分39.53分,排名第二;美国无架豆排名第三,得分8.43分;其余排名依次为恒丰无架豆、玉抗无架2号、宇翔无架豆、绿领矮蔓2

号、矮早无架摘不败、摘不败、鄂豇豆7号。

3 讨论与结论

品种引进评价与筛选是种植业中极为重要的一环,是品种更新换代的基础。笔者从全国筛选了10个矮生豇豆品种试种,并对其主要农艺性状、产量等进行了评价。在关键物候期方面,矮生豇豆的生长期较短,移栽后29 d,10个品种均进入见花期。从播种到采收总时长51 d左右,与大多数的矮生豇豆品种相比差异不大^[8-9],与有架豇豆相比少10~30 d^[13,22-24],生长期短意味着更适合在湖南秋季气温易变的条件下种植。10个品种间关键物候期差异很小,从播种到结荚盛期的极值差只有7 d,说

表8 主成分因子得分及综合得分
Table 8 Principal component factor score and comprehensive score

品种 Variety	入选主成分因子得分 Selected principal component factor score					综合得分 Comprehensive score	排名 Rank
	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5		
玉抗无架豆 Yukang Wujiadou	-0.714 82	2.605 47	0.184 13	0.628 62	0.037 58	39.53	2
摘不败 Zhaibubai	-1.265 48	-0.383 74	-0.686 90	-0.216 09	1.746 44	-34.53	9
玉抗无架2号 Yukang Wujia 2	-0.174 41	-0.274 45	0.551 48	-0.479 46	0.419 40	-2.79	5
宇翔无架豆 Yuxiang Wujiadou	-0.468 64	-0.667 79	0.842 78	-0.519 06	0.108 06	-17.05	6
恒丰无架豆 Hengfeng Wujiadou	0.621 13	-0.167 83	-0.470 15	-1.071 50	0.837 94	-0.81	4
美国无架豆 Meiguo Wujiadou	-0.243 25	-1.054 27	-0.252 51	2.487 89	-0.121 57	8.43	3
矮早无架摘不败 Aizao Wujia Zhaibubai	0.990 10	0.078 87	-2.219 33	-0.208 65	-0.840 89	-22.23	8
林丰长地白 Linfeng Changdibai	2.162 96	0.332 72	1.083 44	0.368 99	0.622 16	95.05	1
绿领矮蔓2号 Luling Aiman 2	-0.206 79	-0.531 54	1.043 98	-0.336 25	-1.358 47	-18.99	7
鄂豇豆7号 E Jiandou 7	-0.700 81	0.062 57	-0.076 90	-0.654 49	-1.450 66	-46.60	10

明目前我国矮生豇豆在熟性选育方面以早中熟品种为主,缺少迟熟类型^[4]。

农艺性状与产量相关性状对比以及相关分析结果表明,不同矮生豇豆品种的差异主要来自于株高、单株分枝数、节间距离、荚长、单荚质量、结荚数、单株产量等几个方面,而在茎粗、花色、叶色、蔓生茎、花梗长度和粗度、嫩荚颜色、荚条外观、荚粗等方面差异较小。单株产量与荚长、单荚质量、结荚数呈极显著正相关。以上结果说明目前市面上的矮生豇豆品种比较单一,在花色、花梗、荚条外观等方面大同小异,育种目标以提高产量为主。

公因子得分法是常见的用于品种资源综合评价的方法^[25-27],能够较为直观地反映不同品种的适应性,对比综合指数法^[28-29],公因子得分法可概括的性状范围更加全面,如非数量型性状、非优劣型性状/指标等,而且公因子得分法采取类似加权平均的方式,对不同的性状指标赋予不同的权重比例,显然更合理。在本研究中,林丰长地白得分95.05,远高于其他9个品种,排名第一;玉抗无架豆得分39.53分,排名第二;美国无架豆排名第三,得分8.43分。这3个品种是所有引进品种中秋季表现较好的品种。尽管这几个品种是当年度秋季表现较好的品种,但仍存在少量蔓生茎、荚条与有架豇豆相比较短等缺点,还有可优化提升的空间。此

外,本研究仅评价当年当地的栽种情况,缺乏多年多点多季节的数据,因此还有待进一步研究。

综上所述,在湖南省秋季栽培中,10个矮生豇豆品种生长期较短,从播种到采收总时长51d左右。通过主成分分析可将15个农艺性状指标降维至5个综合因子,累积方差贡献率为88.475%;依据聚类分析可分为5大类,分别是林丰长地白、玉抗无架豆、摘不败、美国无架豆、其他品种。根据综合评价得分情况,筛选出林丰长地白、玉抗无架豆、美国无架豆3个表现良好的品种,适合在湖南秋季栽培,其他品种有待进一步观察。

参考文献

- [1] LONARDI S, MUNOZ-AMATRIAIN M, LIANG Q H, et al. The genome of cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp.) [J]. The Plant Journal, 2019, 98(5): 767-782.
- [2] CHEN H L, WANG L X, LIU X Y, et al. De novo transcriptomic analysis of cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp.) for genic SSR marker development [J]. BioMed Central Genetics, 2017, 18: 65.
- [3] 刘乐承, 吴昊. 美国无架豇豆单株产量构成因素分析 [J]. 安徽农业科学, 2008, 36(29): 12651-12652.
- [4] 张忠武, 蒋万, 邓正春. 我国矮生豇豆育种研究进展 [J]. 现代农业科技, 2022(12): 35-39.
- [5] 江仁寅. 早熟无架豇豆: 皖青 512 [J]. 长江蔬菜, 1990(1): 22.
- [6] 王佩芝. 矮生直立早熟高产豇豆品种中豇 1 号 [J]. 中国种业, 2000(2): 48-49.

- [7] 杨永政,梁燕,何雪梅.矮蔓长豇豆新品种“矮蔓一号”栽培技术[J].西北园艺,2004(5):14-15.
- [8] 陈禅友,胡志辉,赵新春,等.矮生豇豆新品种鄂豇豆7号[J].长江蔬菜,2014(11):14-15.
- [9] 李品汉.美国无架豇豆的引种表现及其丰产栽培技术[J].科学种养,2012(12):26-27.
- [10] 徐立功,杨晓东,孙继峰,等.甜洋葱-美国无架豇豆-胭脂萝卜1年3茬高效栽培模式[J].蔬菜,2022(10):79-81.
- [11] 潘剑,黄坚雄,林位夫,等.全周期间作模式胶园间作无架豇豆初探[J].中国农业信息,2015(10):86-89.
- [12] 叶巍,鲁文娟,刘连成.夏季利用温室空闲进行矮生豇豆高产栽培[J].农业工程技术(温室园艺),2011(4):66-67.
- [13] 张忠武,孙信成,詹远华,等.豇豆种质资源农艺性状的相关性、主成分及聚类分析[J].中国农学通报,2017,33(36):63-71.
- [14] 王佩芝,冯庆平,阎家廉,等.豇豆优异种质资源综合评价[J].作物品种资源,1995(3):14-16.
- [15] 陈禅友,胡志辉,张凤银,等.不同育种途径育成的矮生豇豆新品系的比较研究[J].江汉大学学报,2001,18(3):1-5.
- [16] 薛雍松,张卫华.3个无架紫色豇豆品种盆栽筛选试验初报[J].甘肃农业科技,2018(1):58-61.
- [17] 王佩芝,李锡香,王述民.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.
- [18] DE SOUZA R R, CARGNELUTTI A, TOEBE M, et al. Sample size and genetic divergence: A principal component analysis for soybean traits[J]. European Journal of Agronomy, 2023, 149: 126903.
- [19] MANOJ C A, MARAPPA, KEERTHI N, et al. Genetic divergence assessment through K- means clustering and principal component analysis for seed yield, zinc, iron and protein content in *Vigna unguiculata* L. Walp. [J]. Indian Journal of Plant Genetic Resources, 2021, 35(2): 178-184.
- [20] 孟庆立,关周博,冯佰利,等.谷子抗旱相关性状的主成分与模糊聚类分析[J].中国农业科学,2009,42(8):2667-2675.
- [21] 张朝明,赵坤,唐胜,等.6个豇豆品种农艺性状的相关性、主成分及聚类分析[J].西南农业学报,2021,34(3):501-507.
- [22] 王红梅,贺申魁,蒋玉梅,等.桂北地区长豇豆品种筛选试验[J].南方园艺,2023,34(4):25-28.
- [23] 王红宾,贾楠,赵慧杰,等.河南省豇豆品种引进筛选试验[J].乡村科技,2022,13(21):71-75.
- [24] 公丹,罗高玲,张晓艳,等.34个豇豆新品系在不同生态区的适应性评价[J].作物杂志,2022(2):89-95.
- [25] 郑奋,李智斌,刘屹,等.41份文昌高秆椰子资源果实品质分析和综合评价[J].中国南方果树,2023,52(5):54-61.
- [26] 代涛,万嘉欣,黎洁华,等.基于主成分与聚类分析综合评价杞果种质资源果实糖酸品质[J].果树学报,2022,39(12):2253-2263.
- [27] 薛莲,荆丹,吴建静,等.9个番茄品种在汉中地区适应性评价与筛选[J].中国瓜菜,2023,36(10):78-83.
- [28] 陈琴,张朝明,郭元元,等.广西沿海地区不同长豇豆品种性状评价及品种筛选[J].种子,2020,39(12):146-150.
- [29] 陈禅友,胡金萍,刘伟,等.豇豆品种品质性状及其遗传参数分析[J].江汉大学学报(自然科学版),2007,35(3):64-68.