

基于灰色关联度分析的广西沿海地区 设施长豇豆品种综合评价

陈 琴¹, 赵 坤², 孙晓妍¹, 郭元元¹, 张 力¹,
李 洋¹, 文俊丽², 黎键湧³, 陈振东²

(1. 广西农业科学院花卉研究所 南宁 530007; 2. 广西农业科学院 南宁 530007;
3. 广西农业工程职业技术学院 广西崇左 532100)

摘 要: 为了给广西沿海地区设施长豇豆的良种引育提供参考依据, 采用灰色关联度分析法对 31 个长豇豆品种的主要农艺性状、品质性状及耐贮性在内的 17 个指标进行综合分析。结果表明, 各品种农艺性状变异系数范围在 6.59%~34.05%, 其中单荚粒数变异系数最低为 6.59%, 双荚率变异系数最大达 34.05%。各长豇豆品种的品质性状变异系数在 14.25%~30.94%, 其中可溶性糖含量最低为 14.25%, 维生素 C 含量最高达 30.94%。丰产 6 号、玉泉 3 号和豇山美分别在密度差、种子与嫩荚鲜质量比、失重率变化最小。通过灰色关联度分析发现, 立新 12 号、天源绿妃等 19 个品种的等权关联度和加权关联度排名均在对照品种(农家宝)之前; 再结合商品性分析, 天源绿妃、德刚、农丰 3 号、优乐美、京科 12 号和农丰 12 号等 6 个品种综合表现优异。综上, 天源绿妃等 6 个品种可作为广西沿海地区优良设施长豇豆品种推广应用。

关键词: 灰色关联度分析法; 广西沿海; 设施长豇豆; 耐贮性; 综合评价

中图分类号: S643.4

文献标志码: A

文章编号: 1673-2871(2025)09-156-13

Comprehensive evaluation of facility long cowpea varieties in coastal areas of Guangxi based on grey relational analysis

CHEN Qin¹, ZHAO Kun², SUN Xiaoyan¹, GUO Yuanyuan¹, ZHANG Li¹, LI Yang¹, WEN Junli², LI Jianyong³, CHEN Zhendong²

(1. Flower Research Institute, Guangxi Academy of Agricultural Sciences, Nanning 530007, Guangxi, China; 2. Guangxi Academy of Agricultural Sciences, Nanning 530007, Guangxi, China; 3. Guangxi Agricultural Engineering Vocational Technical College, Chongzuo 532100, Guangxi, China)

Abstract: To provide a reference for the introduction and breeding of high quality varieties of facility long cowpea in the coastal areas of Guangxi, the grey relational analysis method was used to comprehensively analyze 17 indicators including the main agronomic traits, quality traits, and storage tolerance of 31 long cowpea varieties. The results showed that the coefficient of variation of agronomic traits among the varieties ranged from 6.59% to 34.05%, with the lowest for single pod number being 6.59%, and the highest for double pod ration reaching 34.05%. For quality traits, the variation coefficients ranged from 14.25% to 30.94%, with soluble sugar content showing the lowest variation, and vitamin C content the highest. Chuanqi 108, Yuquan No. 3, and Jiangshanmei had the smallest changes in density, seed to pod fresh mass ratio, and weight loss ratio, respectively. Grey correlation analysis revealed that 19 varieties, including Lixin No. 12 and Tianyuanlüfei, ranked higher than the control variety in terms of both equal weight correlation and weighted correlation. Combined commodity analysis, six varieties including Tianyuanlüfei, Degang, Nongfeng No. 3, Youlemei, Jingke No. 12, and Nongfeng No. 12 had shown excellent comprehensive performance. In summary, six varieties including Tianyuanlüfei can be promoted and applied as excellent facility long cowpea varieties in the coastal areas of Guangxi.

Key words: Grey correlation analysis method; Coastal region of Guangxi; Facility long cowpea; Storability; Comprehensive evaluation

收稿日期: 2024-12-13; 修回日期: 2025-04-21

基金项目: 广西创新驱动项目(桂科 AA23062048); 广西重点研发计划(桂农科 AB241484012); 广西高校科研基础能力提升项目(2023KY2096); 广西农业科学院基本科研业务专项(桂农科 2021YT101); 广西设施生态环境搭建与高效栽培技术创新示范(Z2024080)

作者简介: 陈 琴, 女, 助理研究员, 主要从事设施豇豆育种与栽培研究工作。E-mail: 499200824@qq.com

通信作者: 陈振东, 男, 研究员, 主要从事设施豇豆育种与栽培研究工作。E-mail: czd3808@gsaas.net

长豇豆(*Vigna unguiculata* L. ssp. *sesquipedalis*)富含蛋白质、粗纤维等多种营养物质,兼具鲜食与加工之用^[1]。在广西沿海地区主要分布在北海合浦县的石康镇、石湾镇等 15 个乡镇,年种植面积达 1.5 万 hm^2 ,产值超 20.0 亿元,从业人员超 30 万人^[2],是国内最大的冬春长豇豆生产基地,亦是广西南菜北运蔬菜产业中的重要品类之一。近年来,广西设施农业发展迅猛,设施蔬菜生产规模保持 8% 的增速,增长空间巨大;广西沿海地市作为全区最大的设施蔬菜产区,播种面积超过 3933 hm^2 ,占全区设施蔬菜播种面积的 26.51%^[3]。设施环境通常具有高温、高湿、弱光等特点,因此设施栽培的品种需要具备更高的抗性,开展设施条件下长豇豆品种的筛选评价对广西设施蔬菜和长豇豆的产业发展具有重要的意义。陈琴等^[4]通过品质性状、农艺性状和市场需求综合分析,筛选出丰乐、桂豇 1 号和翠宝 2 号适宜作为广西沿海地区外销型露地栽培长豇豆品种;赵坤等^[5]综合主要农艺性状、产量、抗病性和耐贮藏性等指标筛选出农丰 1 号、农丰 3 号、农家宝等 8 个品种适宜在广西沿海地区种植;王红梅等^[6]比较研究了长豇豆品种的产量、豆荚特性和抗病性,发现适宜桂北地区常规栽培品种 1 个、早熟品种 3 个和宜加工品种 1 个;刘志新等^[7]以 14 个农艺性状指标和 5 个营养品质指标进行综合评价,筛选出适宜设施无土栽培水果黄瓜品种 3 个;马绍鎔等^[8]以果实性状、营养品质指标、产量和抗病性为指标筛选出适合设施栽培的高品质番茄品种 3 个;朱琦^[9]通过农艺性状、品质、产量等 6 个指标筛选出适宜河北馆陶地区设施栽培的优良黄瓜品种 4 个;陈阳等^[10]以农艺性状、抗病性和产量为评价指标筛选出 3 个优质茄子品种适宜在厦门及周边地区设施栽培;李亚林^[11]以农艺性状、产量、品质为评价指标,筛选出 4 个适宜在青海地区设施栽培的辣椒品种;赵坤等^[12]通过条荚密度、种子与嫩荚鲜质量比、失重率、发泡率等指标筛选出 3 个长豇豆品种适宜作外销推广种植。在设施豇豆栽培技术方面,张朝明等^[13]研究总结了一套广西长豇豆设施栽培技术;黄骅^[14]总结了北方地区早春豇豆设施栽培技术;王德信等^[15]通过番茄、豇豆套种和使用抗重茬肥料及全程营养方案能有效解决设施豇豆重茬问题。目前,针对广西沿海地区设施长豇豆主要农艺性状、品质性状和耐贮性等指标进行综合评价的研究鲜见报道。笔者比较分析了 31 个参试品种的主要农艺性状、品质性状和耐贮性,并通过灰色关联度分

析法进行综合分析,为广西沿海地区设施长豇豆品种引育提供参考依据。

1 材料与方法

1.1 材料

供试材料为广西农业科学院花卉研究所收集的 31 份长豇豆品种,其中农家宝是当地主栽品种,设为对照品种,各品种详细信息见表 1。

1.2 方法

试验于 2023 年秋在广西北海市石湾镇周江村的连栋设施大棚内进行。试验采用随机区组设计,小区长 3.0 m,宽 1.5 m(包沟),每小区面积 4.5 m^2 ,每个品种设置 3 个重复,共 93 个小区。每畦双行种植,行距 0.7 m,株距 0.3 m,每穴留苗 2 株。四周设保护行。地块土壤为中上等肥力沙壤土,统一田间管理。

1.2.1 农艺性状测定 每个小区随机采收成熟豆荚 5 条,参照《豇豆种质资源描述规范和数据标准》^[16]测量嫩荚色、荚长、荚宽、单荚质量、单株荚数等农艺性状,并记录小区产量。用直尺测量荚长,用游标卡尺测量荚宽和荚厚,用电子秤测量单荚质量和小区产量。

熟性:从播种到商品荚始收期的天数;**初花节位:**主茎上第一个花序所在的节位;**荚色/长/质量:**商品嫩荚的颜色/长度/质量;**荚宽:**嫩荚最宽处的直线距离;**荚厚:**嫩荚最宽处荚厚度;**单株荚数:**每株上的成熟荚数;**单荚粒数:**每荚内所含的成熟籽粒数;**双荚率:**开花后每花穗上生成多对荚的数量比例;**小区产量:**小区实际收获嫩荚产量。

1.2.2 品质性状测定 在生长旺盛期对各品种每个小区随机采收 10 条嫩荚作为样品进行品质分析,在广西蔬菜育种与新技术研究实验室内进行品质性状测定。采用蒽酮比色法测定可溶性糖含量;采用考马斯亮蓝法测定可溶性蛋白含量;参照南京建成试剂盒的方法测定维生素 C 含量和纤维素含量;每个品种设置 3 次重复。

1.2.3 耐贮性检测 参照赵坤等^[5]和徐淑萍^[17]的方法对供试长豇豆品种开展耐贮性试验。经预冷后的长豇豆运至广西蔬菜育种与新技术研究实验室,平铺在垫有保鲜膜的常温室内(温度 20~25 $^{\circ}\text{C}$)的地面上,自然干爽后开始测定耐贮藏性相关指标,始测时间安排在采收后 12 h,自开始测定计时,每隔 12 h 测定 1 次,96 h 截止,3 次重复。

密度/ $(\text{g} \cdot \text{cm}^{-3})$ =测定嫩荚质量(g)/体积(cm^3);

表 1 供试长豇豆品种信息
Table 1 Information on tested varieties of long cowpea

编号 No.	品种名称 Variety name	品种来源 Variety source	编号 No.	品种名称 Variety name	品种来源 Variety source
1	农丰 9 号 Nongfeng No. 9	广西南宁赛绿农业科技有限公司 Guangxi Nanning Sailü Agricultural Technology Co., Ltd.	17	金泰 1 号 Jintai No. 1	广州市金丰农业科技有限公司 Guangzhou Jinfeng Agricultural Technology Co., Ltd.
2	农丰 12 号 Nongfeng No. 12	广西南宁赛绿农业科技有限公司 Guangxi Nanning Sailü Agricultural Technology Co., Ltd.	18	德刚 Degang	合浦县农业技术推广中心 Hepu County Agricultural Technology Extension Center
3	农丰 10 号 Nongfeng No. 10	广西南宁赛绿农业科技有限公司 Guangxi Nanning Sailü Agricultural Technology Co., Ltd.	19	连丰 1 号 Lianfeng No. 1	广州市金苗种子有限公司 Guangzhou Jinmiao Seed Co., Ltd.
4	农丰 3 号 Nongfeng No. 3	广西南宁赛绿农业科技有限公司 Guangxi Nanning Sailü Agricultural Technology Co., Ltd.	20	农家宝 Nongjiabao (CK)	合浦县雄成种子有限公司 Hepu County Xiongcheng Seed Co., Ltd.
5	桂豇 2 号 Guijiang No. 2	广西南宁赛绿农业科技有限公司 Guangxi Nanning Sailü Agricultural Technology Co., Ltd.	21	精美翠冠 Jingmei Cuiguan	江西大家族种业有限公司 Jiangxi Dajiazu Seed Industry Co., Ltd.
6	京科 12 号 Jingke No. 12	辽宁蔬菜研究所 Liaoning Vegetable Research Institute	22	桂丰 5 号 Guifeng No. 5	广西南宁赛绿农业科技有限公司 Guangxi Nanning Sailü Agricultural Technology Co., Ltd.
7	贵翡豇豆 Guifei Jiangdou	河南省全王种业有限责任公司 Henan Quanzhang Seed Industry Co., Ltd.	23	立新 11 号 Lixin No. 11	广西现代立新农业科技有限公司 Guangxi Xiandai Lixin Agricultural Technology Co., Ltd.
8	天源绿妃 Tianyuan Lüfei	英德市天源农业科技发展有限公司 Yingde Tianyuan Agricultural Technology Development Co., Ltd.	24	立新 4 号 Lixin No. 4	广西现代立新农业科技有限公司 Guangxi Xiandai Lixin Agricultural Technology Co., Ltd.
9	优乐美 Youlemei	广州市维圣种业有限公司 Guangzhou Weisheng Seed Industry Co., Ltd.	25	立新 3 号 Lixin No. 3	广西现代立新农业科技有限公司 Guangxi Xiandai Lixin Agricultural Technology Co., Ltd.
10	传奇 108 Chuanqi 108	河南丰多多种业有限公司 Henan Fengduoduo Seed Industry Co., Ltd.	26	立新 12 号 Lixin No. 12	广西现代立新农业科技有限公司 Guangxi Xiandai Lixin Agricultural Technology Co., Ltd.
11	广茂豆角 Guangmao Doujiao	广东科农种业有限公司 Guangdong Kenong Seed Industry Co., Ltd.	27	豇山美 Jiangshanmei	江苏丰城强丰种业有限公司 Jiangsu Fengcheng Qiangfeng Seed Industry Co., Ltd.
12	丰产 6 号 Fengchan No. 6	广东科农种业有限公司 Guangdong Kenong Seed Industry Co., Ltd.	28	好佳好 Haojiahao	江苏丰城南江种业有限公司 Jiangsu Fengcheng Nanjiang Seed Industry Co., Ltd.
13	丰产 2 号 Fengchan No. 2	广东科农种业有限公司 Guangdong Kenong Seed Industry Co., Ltd.	29	宝石绿 Baoshilü	江西赣新种子有限公司 Jiangxi Ganxin Seed Co., Ltd.
14	玉泉 3 号 Yuquan No. 3	广东科农种业有限公司 Guangdong Kenong Seed Industry Co., Ltd.	30	靓美丽 Liangmeili	沈阳市高田种苗有限公司 Shenyang Gaotian Seed Co., Ltd.
15	玉泉 2 号 Yuquan No. 2	广东科农种业有限公司 Guangdong Kenong Seed Industry Co., Ltd.	31	懒汉豆 Lanhandou	宁夏金豆种业有限公司 Ningxia Jindou Seed Industry Co., Ltd.
16	名优天下白株豆 Mingyou Tianxia Baizhudou	广西雄记农业科技发展有限公司 Guangxi Xiongji Agricultural Technology Development Industry Co., Ltd.			

种子与嫩荚鲜质量比=测定嫩荚种子鲜质量(g)/嫩荚鲜质量(g);

失重率/%=(测定嫩荚原始质量-现质量)/原始质量×100。

1.2.4 灰色关联度分析 运用灰色系统理论将 31 个长豇豆品种看成 1 个灰色系统,每个长豇豆品种即系统中的 1 个因素(i)。根据广西沿海地区豇豆

引育目标,同时结合长豇豆品种优良性状的优良指标确定 1 个理想品种作为参考品种(X_0),以 X_0 的各性状指标为参考数列(X_{0k}), k 为考察性状,以 31 个长豇豆品种的各性状指标为比较数列(X_{ik}),用下列公式分别计算 31 个长豇豆品种与参考品种的关联系数、等权关联度和加权关联度,根据关联度大小评价 31 个长豇豆品种的优劣。17 个性状分

别如下记录:熟性(Z_1)(d);初花节位(Z_2)(节);荚长(Z_3)(cm);荚宽(Z_4)(mm);荚厚(Z_5)(mm);单荚质量(Z_6)(g);双荚率(Z_7)(%);单荚粒数(Z_8)(颗);单株荚数(Z_9)(个);小区产量(Z_{10})(kg);可溶性糖含量(Z_{11})($\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$);维生素C含量(Z_{12})($\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$);可溶性蛋白含量(Z_{13})($\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$);纤维素含量(Z_{14})($\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$);始测密度与96 h测定密度差(Z_{15});种子与嫩荚鲜质量比变化(Z_{16});始测失重率与96 h测定失重率差(Z_{17})。

1.3 数据分析

试验数据采用 DPS 7.05 进行统计分析,对其差异显著性用 Duncan's 检验法进行多重比较;采用 Excel 2020 作图。

2 结果与分析

2.1 主要农艺性状观测与分析

从表 2 可以看出,熟性方面,农丰 3 号、立新 3 号和靓美丽 3 个品种表现为最早熟,播种后 34 d 进入首次采收,名优天下白株豆表现最晚熟,播种后 45 d 进入首次采收,变异系数 8.47%;初花节位方面,立新 12 号最低,为 4.0,名优天下白株豆和农丰 9 号最高,为 8.6,变异系数为 19.16%;嫩荚性状中荚长、荚宽、荚厚、单荚质量的变异系数介于 9.37%~20.61%;双荚率变异系数最大,达 34.05%,且双荚率大于 0.5 的有农丰 9 号、农丰 12 号、桂丰 5 号、农家宝、玉泉 2 号和名优天下白株豆 6 个品种;单荚粒数变异系数最低,为 6.59%,其中以立新 4 号粒数最多,为 20.6,丰产 2 号粒数最少,为 16.2;单株荚数以玉泉 3 号最多,为 14.67 个,豇山美最少,为 5.33 个,变异系数为 23.15%;小区产量变异系数为 9.52%,以德刚最高,为 7.95 kg,豇山美最低,为 5.29 kg。

2.2 长豇豆品种的品质性状分析

从表 3 可以看出,供试长豇豆品种间的品质性状差异明显,各品种性状的变异系数为 14.25%~30.94%。可溶性糖含量方面,贵翡翠豇豆含量最高,为 $52.95 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$,宝石绿和优乐美次之,分别为 52.33 和 $47.58 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$,三者之间无显著差异,但贵翡翠豇豆和宝石绿显著高于其他品种,变异系数为 14.25%;维生素 C 含量方面,京科 12 号含量最高,达 $0.022 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$,农丰 9 号次之,为 $0.021 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$,二者之间无显著差异,立新 3 号含量最低,仅为 $0.006 6 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$,变异系数为 30.94%;可溶性蛋白含量方面,农丰 9 号含量最高,为 $24.85 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$,显著高于连丰 1 号

($18.80 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$),且显著高于其他 29 个品种,变异系数为 15.95%;纤维素含量方面,桂豇 2 号含量最高,为 $37.09 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$,显著高于其他 30 个品种,金泰 1 号含量最低,为 $17.82 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$,变异系数为 15.11%。

2.3 长豇豆品种的商品性分析

长豇豆的外观品质直接影响收购时商品性。31 个长豇豆品种商品性见表 4,除丰产 2 号和贵翡翠豇豆外,农丰 9 号、农丰 12 号等 29 个品种均表现为顺直;桂豇 2 号、名优天下白株豆和金泰 1 号 3 个品种表现为白色,农丰 12 号等 19 个品种为绿色,农丰 9 号等 9 个品种表现为浅绿色;农丰 9 号、农丰 12 号等 19 个品种无鼓籽现象;传奇 108、金泰 1 号和连丰 1 号有鼠尾,其他 28 个品种无鼠尾;农丰 12 号、农丰 3 号等 14 个品种商品率达 100%,丰产 6 号商品率最低,为 92.5%。

2.4 长豇豆品种的耐贮性分析

2.4.1 长豇豆品种的密度变化情况 在预冷和贮运条件下,各参试长豇豆品种的嫩荚密度变化情况如表 5 所示。在常温下存放过程中,密度普遍随存放时间的延长而降低。丰产 6 号的始测密度与 96 h 的测定密度差最小,为 $0.043 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$,其次为靓美丽 $0.073 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ 。始测密度与 96 h 的测定密度差变化在 $0.100 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ 以内的共 11 个品种,分别为丰产 6 号、靓美丽、天源绿妃、懒汉豆、京科 12 号、玉泉 3 号、优乐美、德刚、桂丰 5 号、立新 12 号和名优天下白株豆,说明这些品种豆荚的密度变化小且变化较慢,耐贮藏性表现较佳;桂豇 2 号、豇山美的始测密度与 96 h 的测定密度差最大,为 $0.183 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$,其次为农丰 9 号($0.172 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$);始测密度与 96 h 的测定密度差变化在 $0.130 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ 以上的共计 10 个品种,分别为传奇 108、农丰 10 号、玉泉 2 号、连丰 1 号、贵翡翠豇豆、农家宝、宝石绿、豇山美、农丰 9 号和桂豇 2 号,这些品种豆荚的密度降幅大,说明这些品种耐贮性表现较差。

2.4.2 种子与嫩荚鲜质量比的变化情况 种子与嫩荚鲜质量比能够反映荚壁厚度及失水速率,是评估耐贮藏性的一个重要指标。经预冷、贮运及在常温下存放后各品种种子与嫩荚鲜质量比见表 6,玉泉 3 号的最大值与最小值差异最小,为 0.21,其次是金泰 1 号,差异为 0.27。差异在 0.30(含)以内的品种还有 8 个,包括农家宝、传奇 108、广茂豆角、农丰 12 号、连丰 1 号、靓美丽、玉泉 2 号和贵翡翠豇豆;嫩荚中种子所占比例较小,荚壁较厚,失水较慢,耐贮藏性相对较好;反之,耐贮藏性相对较差。

表 2 长豇豆品种的主要农艺性状
Table 2 Main agronomic traits of long cowpea varieties

编号 No.	品种名称 Variety name	Z ₁ /d	Z ₂ /节 node	Z ₃ /cm	Z ₄ /mm	Z ₅ /mm	Z ₆ /g	Z ₇ /%	Z ₈	Z ₉	Z ₁₀ /kg
1	农丰 9 号 Nongfeng No. 9	42	8.6±1.14 a	65.94±1.48 abcde	9.27±0.29 abc	2.27±0.17 abc	28.57±5.46 abc	0.57±0.07 abc	17.4±0.89 ab	10.00±0.58 fghij	5.88±0.31 jk
2	农丰 12 号 Nongfeng No. 12	35	8.2±1.64 abc	71.20±5.93 abc	8.25±0.46 bc	1.61±0.13 bcd	28.80±6.14 abc	0.55±0.16 abc	19.4±0.89 ab	7.33±1.15 kl	6.97±0.33 bcdefgh
3	农丰 10 号 Nongfeng No. 10	35	6.2±0.84 cdefgh	70.00±5.61 abcd	8.06±0.73 c	1.30±0.20 d	25.60±1.95 bc	0.39±0.11 abc	19.0±1.00 ab	10.33±1.15 efghi	7.22±0.39 abcdef
4	农丰 3 号 Nongfeng No. 3	34	4.2±1.10 hij	69.24±3.83 abcd	8.31±1.30 bc	1.48±0.26 cd	28.00±4.69 abc	0.22±0.07 c	19.2±1.10 ab	10.33±1.15 efghi	7.86±0.26 ab
5	桂豇 2 号 Guijiang No. 2	41	7.6±2.07 abcd	42.78±4.20 g	10.33±0.71 ab	2.42±0.17 ab	26.18±4.10 abc	0.39±0.08 abc	16.6±2.61 ab	11.33±1.15 defg	7.30±0.38 abcde
6	京科 12 号 Jingke No. 12	41	7.4±1.52 abcde	74.42±9.16 ab	9.05±2.04 abc	1.59±0.18 bcd	33.20±8.70 abc	0.43±0.06 abc	17.0±1.22 ab	8.67±2.31 ijk	7.10±0.51 abcdefg
7	贵翡翠豆 Guifei Jiangdou	41	5.0±1.87 fghij	76.26±5.11 a	8.18±0.79 bc	1.71±0.18 bcd	28.60±6.54 abc	0.32±0.19 bc	17.8±1.79 ab	6.67±1.00 lm	7.12±0.48 abcdefg
8	天源绿妃 Tianyuan Lüfei	39	6.4±2.19 bcdefg	63.70±5.17 bcde	8.32±0.24 bc	1.97±0.40 bcd	27.29±3.51 abc	0.31±0.12 bc	17.4±1.82 ab	10.67±0.58 efgh	7.81±0.31 ab
9	优乐美 Youlemei	38	6.2±0.84 cdefgh	68.40±3.80 abcd	8.30±0.63 bc	1.40±0.37 cd	26.80±3.11 abc	0.33±0.16 bc	18.6±1.14 ab	12.67±0.58 bcd	7.27±0.49 abcde
10	传奇 108 Chuanqi 108	38	6.2±1.10 cdefgh	76.52±5.67 a	9.19±1.32 abc	1.80±0.35 bcd	34.60±4.04 ab	0.34±0.13 abc	17.6±2.61 ab	10.33±1.53 efghi	7.17±0.65 abcdef
11	广茂豆角 Guangmao Doujiao	42	8.4±1.34 ab	69.40±2.93 abcd	7.60±0.52 c	1.67±0.53 bcd	25.60±1.67 bc	0.46±0.07 abc	17.6±2.30 ab	8.67±0.58 ijk	6.79±0.43 defghij
12	丰产 6 号 Fengchan No. 6	42	7.4±1.14 abcde	61.30±2.83 cdef	7.84±0.86 c	1.46±0.05 cd	23.80±2.28 bc	0.30±0.13 bc	19.6±1.82 ab	10.33±0.58 efghi	6.50±0.56 efghij
13	丰产 2 号 Fengchan No. 2	38	7.2±0.84 abcde	68.54±3.80 abcd	8.89±0.36 abc	1.78±0.42 bcd	31.60±3.97 abc	0.36±0.04 abc	16.2±1.92 b	9.67±1.00 ghij	7.39±0.29 abcde
14	玉泉 3 号 Yuquan No. 3	41	7.2±0.45 abcde	71.48±4.57 abc	8.40±0.53 bc	1.69±0.29 bcd	27.16±3.31 abc	0.46±0.08 abc	19.8±1.10 ab	14.67±1.00 a	6.60±0.47 efghij
15	玉泉 2 号 Yuquan No. 2	35	5.6±1.14 defghij	71.40±2.68 abc	8.32±1.55 bc	1.58±0.44 bcd	26.00±6.78 abc	0.70±0.07 a	18.0±1.41 ab	12.00±0.58 cde	6.86±0.37 cdefghi
16	名优天下白株豆 Mingyou Tianxia Baizhudou	45	8.6±2.70 a	49.92±2.60 fg	10.66±0.59 a	2.94±0.61 a	29.89±1.90 abc	0.70±0.21 a	17.2±1.10 ab	9.33±0.58 hij	5.96±0.59 ijk
17	金泰 1 号 Jintai No. 1	44	7.2±0.84 abcde	40.96±2.97 g	10.43±0.45 ab	2.93±0.51 a	24.79±2.42 bc	0.45±0.12 abc	16.6±1.67 ab	13.33±0.58 abc	6.32±0.46 fghij
18	德刚 Degang	38	4.2±0.84 hij	65.96±5.17 abcde	8.83±1.22 abc	1.91±0.59 bcd	26.60±7.16 abc	0.28±0.08 c	18.2±1.30 ab	8.33±2.08 ijkl	7.95±0.51 a
19	连丰 1 号 Lianfeng No. 1	42	6.2±0.84 cdefgh	58.68±2.40 def	8.24±0.60 bc	1.72±0.19 bcd	24.73±3.35 bc	0.41±0.16 abc	17.8±1.48 ab	8.33±0.58 ijkl	6.23±0.61 ghij
20	农家宝 Nongjiabao(CK)	43	7.6±1.52 abcd	61.88±5.55 cde	9.12±0.50 abc	2.06±0.21 abcd	27.37±5.64 abc	0.65±0.05 ab	16.4±1.14 b	8.33±0.58 ijkl	7.16±0.50 abcdef
21	精美翠冠 Jingmei Cuiguan	38	5.4±0.89 efghij	63.04±8.66 bcde	8.51±0.87 abc	1.69±0.34 bcd	24.80±5.26 bc	0.33±0.12 abc	19.6±1.67 ab	11.67±0.58 cdef	7.35±0.68 abcde
22	桂丰 5 号 Guifeng No. 5	38	6.8±0.84 abcdefg	72.72±3.38 abc	7.44±0.56 c	1.80±0.56 bcd	26.40±1.34 abc	0.54±0.19 abc	19.6±1.67 ab	11.00±0.58 defgh	7.77±0.32 abc
23	立新 11 号 Lixin No. 11	36	4.8±1.30 ghij	63.02±3.54 bcde	7.70±0.84 c	1.53±0.10 bcd	22.00±2.35 c	0.24±0.07 c	16.4±2.41 b	9.33±0.58 hij	7.69±0.48 abcde
24	立新 4 号 Lixin No. 4	42	7.0±1.22 abcdef	61.34±1.64 cdef	8.24±0.58 bc	1.66±0.31 bcd	25.20±1.48 bc	0.32±0.12 bc	20.6±2.70 a	8.67±0.58 ijk	6.73±0.42 efghij
25	立新 3 号 Lixin No. 3	34	6.4±0.89 bcdefg	73.80±5.16 ab	9.04±1.13 abc	1.82±0.37 bcd	37.40±6.58 a	0.38±0.07 abc	19.2±1.64 ab	9.67±1.15 ghij	6.77±0.55 defghij
26	立新 12 号 Lixin No. 12	35	4.0±0.71 j	68.20±2.92 abcd	8.92±0.76 abc	1.95±0.47 bcd	34.40±6.22 ab	0.36±0.04 abc	18.6±0.89 ab	14.33±0.58 ab	6.86±0.72 cdefghi
27	豇山美 Jiangshanmei	42	6.0±1.22 defghi	70.36±3.16 abcd	8.78±1.28 abc	2.15±0.33 abcd	35.16±7.13 ab	0.23±0.15 c	17.8±2.17 ab	5.33±0.58 m	5.29±0.35 k
28	好佳好 Haojiahao	37	7.0±1.41 abcdef	72.82±1.63 abc	8.62±0.77 abc	2.14±0.10 abcd	34.73±4.26 ab	0.35±0.07 abc	19.2±1.30 ab	6.67±1.15 lm	6.13±0.34 hij
29	宝石绿 Baoshili	35	7.0±1.41 abcdef	64.44±4.39 bcde	7.52±0.91 c	1.94±0.56 bcd	27.40±4.93 abc	0.25±0.04 c	19.8±2.77 ab	7.00±0.58 klm	6.21±0.50 ghij
30	靓美丽 Liangmeili	34	6.0±1.87 defghi	69.20±8.32 abcd	7.61±0.49 c	1.70±0.65 bcd	23.80±5.89 bc	0.29±0.18 bc	17.8±1.10 ab	7.33±0.58 kl	6.63±0.38 efghij
31	懒汉豆 Lanhandou	37	6.0±0.71 defghi	56.00±7.97 ef	8.88±1.67 abc	1.91±0.18 bcd	24.00±2.92 bc	0.24±0.06 c	18.8±0.84 ab	8.33±1.73 ijkl	7.91±0.43 a
变异系数 Variable coefficient/%		8.47	19.16	13.26	9.37	20.61	14.05	34.05	6.59	23.15	9.52

注：同列数据后不同小写字母表示在 0.05 水平差异显著。下同。

Note: Different lowercase letters after the data in the same column indicate significant differences at 0.05 level. The same below.

表 3 长豇豆品种的品质性状
Table 3 Quality characteristics of long cowpea varieties

编号 No.	品种名称 Variety name	Z ₁₁ /(mg·g ⁻¹)	Z ₁₂ /(mg·g ⁻¹)	Z ₁₃ /(mg·g ⁻¹)	Z ₁₄ /(mg·g ⁻¹)
1	农丰 9 号 Nongfeng No. 9	30.53±3.56 jk	0.021 0±0.003 ab	24.85±3.28 a	20.62±3.04 bcd
2	农丰 12 号 Nongfeng No. 12	40.84±5.19 bcdefgh	0.009 2±0.001 fghij	15.61±2.57 bcdefg	21.11±7.35 bcd
3	农丰 10 号 Nongfeng No. 10	36.81±3.21 efghij	0.009 4±0.002 fghij	12.61±1.19 g	24.77±2.63 bcd
4	农丰 3 号 Nongfeng No. 3	32.65±1.82 ijk	0.016 0±0.004 abcde	13.01±1.31 efg	25.44±3.30 bc
5	桂豇 2 号 Guijiang No. 2	40.00±2.41 cdefgh	0.019 0±0.001 abc	14.53±2.75 cdefg	37.09±3.02 a
6	京科 12 号 Jingke No. 12	36.22±2.63 fghijk	0.022 0±0.002 a	15.18±1.85 bcdefg	25.64±4.10 bc
7	贵翡豇豆 Guifei Jiangdou	52.95±4.85 a	0.019 0±0.002 abcd	16.23±3.01 bcdefg	23.11±1.40 bcd
8	天源绿妃 Tianyuan Lüfei	40.03±6.55 cdefgh	0.019 0±0.002 abc	15.84±0.43 bcdefg	19.32±4.01 cd
9	优乐美 Youlemei	47.58±3.64 ab	0.013 0±0.002 defghij	14.09±0.29 defg	21.59±3.21 bcd
10	传奇 108 Chuanqi 108	42.53±1.58 bcdef	0.014 0±0.002 cdefgh	16.00±2.41 bcdefg	23.35±3.07 bcd
11	广茂豆角 Guangmao Doujiao	43.18±1.41 bcdef	0.013 0±0.004 cdefghi	12.72±0.94 fg	21.42±1.31 bcd
12	丰产 6 号 Fengchan No. 6	37.25±1.19 efghij	0.011 0±0.001 efghij	13.95±2.67 defg	25.24±4.66 bcd
13	丰产 2 号 Fengchan No. 2	45.05±2.93 bcd	0.007 6±0.004 hij	15.39±1.88 bcdefg	24.23±5.72 bcd
14	玉泉 3 号 Yuquan No. 3	29.43±2.53 k	0.011 0±0.003 efghij	13.31±0.23 defg	27.72±1.53 b
15	玉泉 2 号 Yuquan No. 2	36.84±4.57 efghij	0.012 0±0.001 efghij	15.75±3.61 bcdefg	21.87±4.31 bcd
16	名优天下白株豆 Mingyou Tianxia Baizhudou	43.19±1.51 bcdef	0.016 0±0.006 abcde	18.38±1.44 bc	19.10±5.32 cd
17	金泰 1 号 Jintai No. 1	38.26±2.34 defghi	0.011 0±0.006 efghij	15.26±1.53 bcdefg	17.82±1.06 d
18	德刚 Degang	31.74±5.39 ijk	0.016 0±0.003 abcde	17.51±2.66 bcd	25.72±1.39 bc
19	连丰 1 号 Lianfeng No. 1	40.18±5.90 cdefgh	0.011 0±0.005 efghij	18.80±2.68 b	26.29±1.96 bc
20	农家宝 Nongjiabao (CK)	40.19±5.73 cdefgh	0.008 2±0.001 ghij	17.07±2.34 bcde	22.96±2.32 bcd
21	精美翠冠 Jingmei Cuiguan	35.05±1.01 ghijk	0.012 0±0.004 defghij	12.99±2.25 efg	20.80±2.68 bcd
22	桂丰 5 号 Guifeng No. 5	37.85±2.72 defghi	0.013 0±0.006 defghij	12.52±1.19 g	22.43±0.56 bcd
23	立新 11 号 Lixin No. 11	41.11±5.94 bcdefg	0.010 0±0.004 efghij	16.53±1.51 bcdefg	19.15±4.01 cd
24	立新 4 号 Lixin No. 4	34.66±2.47 ghijk	0.016 0±0.003 abcdef	14.37±1.45 cdefg	19.72±3.25 cd
25	立新 3 号 Lixin No. 3	33.59±3.00 hijk	0.006 6±0.004 j	12.93±1.22 efg	23.42±3.36 bcd
26	立新 12 号 Lixin No. 12	41.91±4.57 bcdefg	0.012 0±0.001 defghij	15.12±0.68 bcdefg	23.99±6.69 bcd
27	豇山美 Jiangshanmei	43.37±5.07 bcdef	0.009 0±0.001 fghij	16.93±1.77 bcdef	23.07±4.25 bcd
28	好佳好 Haojiahao	43.99±3.01 bcde	0.015 0±0.004 bcdefg	15.07±1.46 bcdefg	21.78±3.17 bcd
29	宝石绿 Baoshilü	52.33±3.25 a	0.007 2±0.001 ij	18.65±4.81 bc	24.17±2.16 bcd
30	靓美丽 Liangmeili	45.61±2.33 bc	0.013 0±0.005 cdefghij	14.92±1.15 bcdefg	24.46±5.13 bcd
31	懒汉豆 Lanhandou	38.09±1.38 defghi	0.014 0±0.004 cdefg	14.95±1.30 bcdefg	25.50±4.13 bc
变异系数 Variable coefficient/%		14.25	30.94	15.95	15.11

2.4.3 失重率的变化情况 经预冷、贮运及在常温下存放后,参试长豇豆品种的失重率变化如表 7 所示,各品种的失重率在采收后的前 48 h 下降较快,而后变慢;在采后 96 h 时,豇山美、懒汉豆、桂丰 5 号、靓美丽、德刚和金泰 1 号等 6 个品种失重率差在 15%以内,耐贮性表现较好;京科 12 号、玉泉 2 号、玉泉 3 号、贵翡豇豆、桂豇 2 号和丰产 2 号等 6 个品种失重率差在 20%以上,耐贮性表现较差。

2.5 灰色关联系数和性状权重系数分析

综合考虑各参试品种优良性状的上下限指标确定参考品种。根据 31 个长豇豆品种的 10 个农艺性状、4 个品质性状和 3 个耐贮性状的最优指标

设定参考品种的 17 个性状值,其中熟性、初花节位、纤维素含量、密度差值、种子与嫩荚鲜质量比值和失重率差设定为最低值,其余指标设定为最高值,耐贮性状均采用始测值与 96 h 测量值之差。由于供试品种与参考品种各农艺性状计量单位不同,不便于比较,需对其原始数据进行无量纲化处理,将参试品种各性状数据除以对应的参考品种数据。根据各品种不同性状原始数据的无量纲化处理结果,计算 31 个长豇豆品种与参考品种 17 个性状的关联系数、关联度和权重系数(表 8)。关联度排名前五的性状分别是熟性、单荚粒数、小区产量、荚长和荚宽,说明这些性状与参考品种的关联度最

表 4 长豇豆品种的商品性
Table 4 Commerciality of long cowpea varieties

编号 No.	品种名称 Variety name	外观 Appearance	荚色 Pod color	鼓籽 Drum seed	鼠尾 Rat tail	商品率 Commodity rate/%
1	农丰 9 号 Nongfeng No. 9	顺直 Straight	浅绿 Light green	无 None	无 None	96.00
2	农丰 12 号 Nongfeng No. 12	顺直 Straight	绿 Green	无 None	无 None	100.00
3	农丰 10 号 Nongfeng No. 10	顺直 Straight	绿 Green	无 None	无 None	100.00
4	农丰 3 号 Nongfeng No. 3	顺直 Straight	绿 Green	无 None	无 None	100.00
5	桂豇 2 号 Guijiang No. 2	顺直 Straight	白 Whtie	少 Little	无 None	95.50
6	京科 12 号 Jingke No. 12	顺直 Straight	绿 Green	无 None	无 None	100.00
7	贵翡豇豆 Guifei Jiangdou	不顺直 Not straight	绿 Green	少 Little	无 None	97.50
8	天源绿妃 Tianyuan Lüfei	顺直 Straight	绿 Green	无 None	无 None	100.00
9	优乐美 Youlemei	顺直 Straight	绿 Green	无 None	无 None	100.00
10	传奇 108 Chuanqi 108	顺直 Straight	浅绿 Light green	少 Little	有 Yes	100.00
11	广茂豆角 Guangmao Doujiao	顺直 Straight	浅绿 Light green	无 None	无 None	100.00
12	丰产 6 号 Fengchan No. 6	顺直 Straight	浅绿 Light green	少 Little	无 None	92.50
13	丰产 2 号 Fengchan No. 2	不顺直 Not straight	绿 Green	少 Little	无 None	90.00
14	玉泉 3 号 Yuquan No. 3	顺直 Straight	浅绿 Light green	少 Little	无 None	100.00
15	玉泉 2 号 Yuquan No. 2	顺直 Straight	浅绿 Light green	少 Little	无 None	97.50
16	名优天下白株豆 Mingyou Tianxia Baizhudou	顺直 Straight	白 Whtie	少 Little	无 None	97.50
17	金泰 1 号 Jintai No. 1	顺直 Straight	白 Whtie	少 Little	有 Yes	97.50
18	德刚 Degang	顺直 Straight	绿 Green	无 None	无 None	100.00
19	连丰 1 号 Lianfeng No. 1	顺直 Straight	浅绿 Light green	少 Little	有 Yes	97.50
20	农家宝 Nongjiabao (CK)	顺直 Straight	浅绿 Light green	无 None	无 None	100.00
21	精美翠冠 Jingmei Cuiguan	顺直 Straight	绿 Green	无 None	无 None	100.00
22	桂丰 5 号 Guifeng No. 5	顺直 Straight	绿 Green	无 None	无 None	95.00
23	立新 11 号 Lixin No. 11	顺直 Straight	绿 Green	无 None	无 None	95.00
24	立新 4 号 Lixin No. 4	顺直 Straight	绿 Green	无 None	无 None	100.00
25	立新 3 号 Lixin No. 3	顺直 Straight	绿 Green	少 Little	无 None	97.50
26	立新 12 号 Lixin No. 12	顺直 Straight	绿 Green	无 None	无 None	97.50
27	豇山美 Jiangshanmei	顺直 Straight	浅绿 Light green	无 None	无 None	95.00
28	好佳好 Haojiahao	顺直 Straight	绿 Green	无 None	无 None	97.50
29	宝石绿 Baoshilü	顺直 Straight	绿 Green	少 Little	无 None	100.00
30	靓美丽 Liangmeili	顺直 Straight	绿 Green	无 None	无 None	95.00
31	懒汉豆 Lanhandou	顺直 Straight	绿 Green	无 None	无 None	98.50

大。各评价指标的权重系数排序如下：小区产量(0.066)与单荚粒数(0.066)并列第一，熟性(0.065)与荚长(0.065)并列第二，荚宽(0.063)位居第三，可溶性糖含量(0.062)与单荚质量(0.062)并列第四，纤维素含量(0.060)与失重率差(0.060)并列第五，单株荚数(0.059)排在第六位，荚厚(0.058)与可溶性蛋白含量(0.058)并列第七，维生素 C 含量(0.057)位于第八，双荚率(0.056)排在第九，密度差(0.054)位于第十，初花节位(0.052)排在第十一位，种子与嫩荚鲜质量比变化(0.036)则位于最后。

2.6 31 个长豇豆品种与参考品种的关联度分析

将供试品种与参考品种的关联系数和相应性

状的权重系数代入公式(3)获得各参试品种的等权关联度和加权关联度(表 9)。等权关联度中立新 12 号的等权关联度最高,为 0.864,等权关联度其余前 10 由大到小为天源绿妃(0.853)、德刚(0.851)、名优天下白株豆(0.846)、金泰 1 号(0.845)、靓美丽(0.842)、桂丰 5 号(0.841)、玉泉 2 号(0.841)、传奇 108(0.841)和农丰 9 号(0.837);加权关联度最大的是立新 12 号(0.875),加权关联度前 10 排名其余品种由大到小分别为天源绿妃(0.862)、德刚(0.859)、金泰 1 号(0.856)、名优天下白株豆(0.856)、传奇 108(0.854)、玉泉 2 号(0.853)、桂丰 5 号(0.853)、靓美丽(0.850)和农丰 9 号(0.849);参试品种的等权

表 5 采后不同时间各长豇豆品种的密度变化										
Table 5 Density changes of various long cowpea varieties at different post harvest times										(g·cm ⁻³)
编号	品种名称	采后时间 Different postharvest time/h								Z ₁₅
No.	Variety name	12	24	36	48	60	72	84	96	
1	农丰 9 号 Nongfeng No. 9	0.976	0.912	0.911	0.866	0.861	0.859	0.814	0.804	0.172
2	农丰 12 号 Nongfeng No. 12	0.906	0.895	0.891	0.888	0.878	0.866	0.848	0.780	0.125
3	农丰 10 号 Nongfeng No. 10	0.995	0.931	0.920	0.905	0.905	0.888	0.881	0.860	0.134
4	农丰 3 号 Nongfeng No. 3	0.977	0.958	0.915	0.909	0.898	0.883	0.864	0.851	0.126
5	桂豇 2 号 Guijiang No. 2	0.875	0.865	0.838	0.827	0.803	0.791	0.769	0.692	0.183
6	京科 12 号 Jingke No. 12	0.905	0.866	0.869	0.874	0.864	0.863	0.838	0.818	0.087
7	贵翡豇豆 Guifei Jiangdou	0.893	0.872	0.861	0.806	0.808	0.806	0.760	0.745	0.148
8	天源绿妃 Tianyuan Lüfei	0.904	0.887	0.894	0.854	0.837	0.830	0.829	0.823	0.081
9	优乐美 Youlemei	0.912	0.888	0.859	0.851	0.842	0.839	0.839	0.821	0.091
10	传奇 108 Chuanqi 108	0.878	0.876	0.842	0.834	0.798	0.797	0.772	0.746	0.132
11	广茂豆角 Guangmao Doujiao	0.912	0.900	0.887	0.843	0.836	0.828	0.814	0.793	0.119
12	丰产 6 号 Fengchan No. 6	0.890	0.889	0.884	0.876	0.871	0.856	0.861	0.848	0.043
13	丰产 2 号 Fengchan No. 2	0.886	0.838	0.839	0.805	0.776	0.774	0.772	0.764	0.122
14	玉泉 3 号 Yuquan No. 3	0.880	0.861	0.852	0.849	0.813	0.829	0.801	0.792	0.088
15	玉泉 2 号 Yuquan No. 2	0.908	0.904	0.899	0.849	0.824	0.794	0.789	0.769	0.140
16	名优天下白株豆 Mingyou Tianxia Baizhudou	0.895	0.900	0.890	0.865	0.854	0.841	0.827	0.815	0.080
17	金泰 1 号 Jintai No. 1	0.956	0.897	0.890	0.859	0.850	0.852	0.852	0.838	0.118
18	德刚 Degang	0.918	0.906	0.898	0.875	0.864	0.842	0.844	0.827	0.091
19	连丰 1 号 Lianfeng No. 1	0.910	0.833	0.826	0.831	0.816	0.816	0.805	0.764	0.146
20	农家宝 Nongjiabao (CK)	0.921	0.906	0.887	0.879	0.864	0.837	0.819	0.765	0.156
21	精美翠冠 Jingmei Cuiguan	0.927	0.924	0.896	0.883	0.879	0.876	0.816	0.805	0.122
22	桂丰 5 号 Guifeng No. 5	0.926	0.902	0.878	0.877	0.875	0.844	0.829	0.828	0.098
23	立新 11 号 Lixin No. 11	0.919	0.915	0.905	0.877	0.858	0.865	0.802	0.800	0.119
24	立新 4 号 Lixin No. 4	0.943	0.910	0.903	0.868	0.868	0.859	0.824	0.814	0.129
25	立新 3 号 Lixin No. 3	0.941	0.902	0.862	0.855	0.854	0.838	0.837	0.821	0.120
26	立新 12 号 Lixin No. 12	0.964	0.954	0.904	0.903	0.888	0.884	0.884	0.860	0.079
27	豇山美 Jiangshanmei	0.952	0.920	0.914	0.901	0.863	0.840	0.808	0.769	0.183
28	好佳好 Haojiahao	0.946	0.896	0.892	0.884	0.874	0.851	0.842	0.818	0.128
29	宝石绿 Baoshilü	0.952	0.876	0.870	0.856	0.850	0.834	0.825	0.796	0.157
30	靓美丽 Liangmeili	0.922	0.898	0.873	0.862	0.863	0.857	0.852	0.849	0.073
31	懒汉豆 Lanhandou	0.919	0.880	0.883	0.880	0.869	0.860	0.858	0.837	0.083

关联度和加权关联度排序较一致,排名靠前的品种说明其与参考品种的关联程度较高,综合表现较好,排名靠后品种说明与参考品种的关联程度较差,综合表现较差。立新 12 号、天源绿妃等 20 个品种的等权关联度和加权关联度排名均在对照品种农家宝之前。

2.7 供试长豇豆品种综合评价

品质、产量和市场需求是决定长豇豆产业经济效益的几个重要因素。多年调查表明广西沿海地区长豇豆市场更偏向豆荚外观顺直、颜色绿白、无鼓籽、无鼠尾等特性^[5]。本研究以当地主栽品种农家宝为对照,通过灰色关联度分析发现有立新 12 号、天源绿妃等 20 个品种的等权关联度和加权关

联度排名均在对照品种前,结合各品种商品性状分析,在广西沿海地区设施条件下,天源绿妃、德刚、农丰 3 号、优乐美、京科 12 号和农丰 12 号等 6 个品种综合表现优异,可作为广西沿海地区设施条件下优良长豇豆品种推广应用。

3 讨论与结论

长豇豆品种的引进筛选需要考虑商品性、适应性等多方面的因素,这些因素不仅影响新品种的种植效果,还直接关联从业者的经济效益。同时,作为广西沿海地区主要的外销蔬菜品类之一,其商品性、品质和耐贮性是决定产品市场竞争力的重要因素。近年来,广西沿海地区长豇豆品种引进筛选工

表 6 采后不同时间各长豇豆品种的种子与嫩荚鲜质量比变化
Table 6 Changes in fresh mass ratio of seeds and tender pods of various long cowpea varieties
at different post harvest times

编号 No.	品种名称 Variety name	采后时间 Postharvest time/h								Z ₁₆
		12	24	36	48	60	72	84	96	
1	农丰 9 号 Nongfeng No. 9	0.124	0.098	0.102	0.138	0.166	0.224	0.380	0.431	0.33
2	农丰 12 号 Nongfeng No. 12	0.145	0.098	0.126	0.118	0.203	0.286	0.391	0.372	0.29
3	农丰 10 号 Nongfeng No. 10	0.104	0.091	0.092	0.125	0.160	0.298	0.396	0.406	0.32
4	农丰 3 号 Nongfeng No. 3	0.043	0.124	0.051	0.104	0.151	0.297	0.382	0.414	0.37
5	桂豇 2 号 Guijiang No. 2	0.170	0.131	0.090	0.191	0.231	0.268	0.371	0.428	0.34
6	京科 12 号 Jingke No. 12	0.107	0.141	0.126	0.089	0.263	0.307	0.361	0.418	0.33
7	贵翡豇豆 Guifei Jiangdou	0.118	0.113	0.110	0.131	0.261	0.304	0.411	0.405	0.30
8	天源绿妃 Tianyuan Lüfei	0.122	0.108	0.142	0.120	0.258	0.310	0.387	0.441	0.33
9	优乐美 Youlemei	0.101	0.120	0.135	0.144	0.091	0.294	0.367	0.539	0.45
10	传奇 108 Chuanqi 108	0.124	0.127	0.132	0.115	0.167	0.322	0.378	0.398	0.28
11	广茂豆角 Guangmao Doujiao	0.128	0.099	0.177	0.137	0.166	0.300	0.370	0.389	0.29
12	丰产 6 号 Fengchan No. 6	0.108	0.094	0.085	0.171	0.204	0.280	0.363	0.397	0.31
13	丰产 2 号 Fengchan No. 2	0.119	0.081	0.121	0.102	0.199	0.282	0.376	0.400	0.32
14	玉泉 3 号 Yuquan No. 3	0.205	0.160	0.161	0.239	0.189	0.269	0.328	0.372	0.21
15	玉泉 2 号 Yuquan No. 2	0.108	0.114	0.161	0.184	0.211	0.282	0.369	0.408	0.30
16	名优天下白株豆 Mingyou Tianxia Baizhudou	0.146	0.135	0.102	0.146	0.200	0.284	0.367	0.449	0.35
17	金泰 1 号 Jintai No. 1	0.139	0.117	0.116	0.129	0.198	0.277	0.365	0.382	0.27
18	德刚 Degang	0.097	0.121	0.126	0.107	0.218	0.308	0.376	0.423	0.33
19	连丰 1 号 Lianfeng No. 1	0.121	0.154	0.152	0.172	0.209	0.291	0.353	0.415	0.29
20	农家宝 Nongjiabao (CK)	0.116	0.134	0.158	0.167	0.206	0.272	0.380	0.395	0.28
21	精美翠冠 Jingmei Cuiguan	0.081	0.105	0.058	0.094	0.223	0.301	0.394	0.456	0.40
22	桂丰 5 号 Guifeng No. 5	0.111	0.107	0.087	0.141	0.210	0.309	0.396	0.470	0.38
23	立新 11 号 Lixin No. 11	0.070	0.104	0.108	0.107	0.214	0.310	0.398	0.432	0.36
24	立新 4 号 Lixin No. 4	0.089	0.069	0.113	0.070	0.202	0.314	0.400	0.431	0.36
25	立新 3 号 Lixin No. 3	0.097	0.043	0.063	0.105	0.227	0.320	0.412	0.427	0.38
26	立新 12 号 Lixin No. 12	0.123	0.082	0.119	0.152	0.216	0.299	0.354	0.411	0.33
27	豇山美 Jiangshanmei	0.170	0.121	0.099	0.162	0.228	0.305	0.387	0.432	0.33
28	好佳好 Haojiahao	0.087	0.093	0.106	0.117	0.229	0.333	0.400	0.449	0.36
29	宝石绿 Baoshilü	0.131	0.108	0.122	0.138	0.220	0.312	0.371	0.431	0.32
30	靓美丽 Liangmeili	0.120	0.127	0.122	0.109	0.226	0.307	0.393	0.406	0.30
31	懒汉豆 Lanhandou	0.078	0.079	0.067	0.149	0.216	0.292	0.397	0.376	0.33

作在持续开展^[4-5,18],对广西合浦县长豇豆生产起到一定的促进作用。设施栽培可以有效避免季节性气候条件影响,对保障广西蔬菜外运以及增加农民收入具有重要意义。高温、高湿、低温弱光等是设施环境的普遍特点,在广西沿海地区表现更突出,对长豇豆品种有更高适应性要求。本研究旨在通过灰色关联度综合分析长豇豆品种在设施连栋大棚内的综合表现,为广西沿海地区设施长豇豆引育提供参考。

长豇豆果荚组织幼嫩且呼吸作用强烈,采后易出现成熟、衰老及锈斑化等现象,导致贮藏、运输和销售过程中的损失率在 15%~25%^[19]。广西作为“南

菜北运”及大湾区“菜篮子”基地,其生产的长豇豆在经过预冷处理后,销往全国超过十个省份,因此对品种的耐贮性提出了更高要求。徐淑萍^[17]通过密度变化、种子与嫩荚鲜质量的比值、失重率等指标变化筛选长豇豆品种的耐贮性;胡婷婷等^[20]研究发现,长豇豆的耐贮性与鼓粒程度、种子鲜质量/嫩荚鲜质量和嫩荚密度能多方位反映长豇豆的耐贮性;本研究以贮存期间果荚的密度变化、种子与嫩荚鲜质量比和失重率差 3 个指标为筛选依据对 31 个长豇豆品种耐贮性进行检测,结果表明,丰产 6 号、靓美丽、天源绿妃、懒汉豆等品种的密度变化较缓慢;玉泉 3 号、金泰 1 号、农家宝、传奇 108、广茂豆角、

表 7 采后不同时间各长豇豆品种的失重率

Table 7 Weight loss rate of different varieties of cowpea at different post harvest times %

编号 No.	品种名称 Variety name	采后时间 Postharvest time/h								Z ₁₇
		12	24	36	48	60	72	84	96	
1	农丰 9 号 Nongfeng No. 9	2.56	5.79	9.21	12.31	14.88	17.44	19.89	22.54	19.97
2	农丰 12 号 Nongfeng No. 12	1.87	4.78	6.73	9.22	11.31	13.38	15.82	17.63	15.77
3	农丰 10 号 Nongfeng No. 10	2.13	5.96	8.67	11.59	14.00	16.43	18.75	21.48	19.35
4	农丰 3 号 Nongfeng No. 3	1.97	4.63	7.15	10.11	12.21	14.38	15.85	18.19	16.22
5	桂豇 2 号 Guijiang No. 2	3.17	7.26	11.51	14.60	17.86	20.78	23.97	26.22	23.05
6	京科 12 号 Jingke No. 12	2.64	6.30	9.37	12.76	15.42	18.09	20.47	22.98	20.35
7	贵翡豇豆 Guifei Jiangdou	2.53	7.12	10.89	13.91	16.59	19.89	22.45	25.20	22.67
8	天源绿妃 Tianyuan Lüfei	2.35	5.00	7.19	8.51	10.56	13.17	15.44	17.58	15.23
9	优乐美 Youlemei	2.19	5.13	7.40	9.87	11.86	13.95	15.85	17.95	15.77
10	传奇 108 Chuanqi 108	2.45	5.59	8.41	10.69	13.26	15.62	18.01	20.40	17.95
11	广茂豆角 Guangmao Doujiao	2.39	5.46	8.47	11.18	13.83	15.86	18.36	20.44	18.06
12	丰产 6 号 Fengchan No. 6	2.41	5.51	8.44	11.56	13.85	16.13	19.01	18.18	15.76
13	丰产 2 号 Fengchan No. 2	3.87	8.67	11.75	15.57	18.53	21.82	25.00	28.07	24.20
14	玉泉 3 号 Yuquan No. 3	2.97	6.98	10.37	14.17	16.47	19.23	21.73	24.96	21.99
15	玉泉 2 号 Yuquan No. 2	2.94	6.73	10.14	12.99	15.64	18.36	21.00	23.48	20.54
16	名优天下白株豆 Mingyou Tianxia Baizhudou	1.61	5.45	7.05	10.45	13.03	16.31	18.14	20.23	18.63
17	金泰 1 号 Jintai No.1	4.10	6.92	9.00	10.69	12.67	14.51	16.49	18.46	14.37
18	德刚 Degang	2.10	4.25	6.54	8.09	10.34	12.47	13.96	15.87	13.77
19	连丰 1 号 Lianfeng No. 1	2.99	5.83	8.66	10.35	13.46	15.41	17.14	19.66	16.67
20	农家宝 Nongjiabao (CK)	2.52	5.12	7.95	9.71	12.01	14.66	17.35	19.56	17.04
21	精美翠冠 Jingmei Cuiguan	1.97	5.06	7.54	10.21	12.07	13.88	15.56	17.75	15.79
22	桂丰 5 号 Guifeng No. 5	1.87	4.17	6.17	8.20	9.72	11.44	13.45	15.46	13.59
23	立新 11 号 Lixin No. 11	2.38	4.65	7.13	9.29	11.57	13.37	15.25	17.45	15.07
24	立新 4 号 Lixin No. 4	2.09	6.12	8.99	11.78	14.01	16.55	18.74	21.21	19.12
25	立新 3 号 Lixin No. 3	2.01	5.58	8.18	11.08	13.26	16.10	18.49	20.51	18.51
26	立新 12 号 Lixin No. 12	1.17	3.24	5.82	7.42	10.24	12.45	14.84	17.05	15.88
27	豇山美 Jiangshanmei	1.61	3.88	5.86	7.22	9.31	11.13	12.60	14.65	13.04
28	好佳好 Haojiahao	1.45	4.26	6.33	8.70	10.37	12.36	14.32	16.52	15.06
29	宝石绿 Baoshilü	2.60	5.93	10.19	12.14	14.59	14.86	19.24	21.62	19.02
30	靓美丽 Liangmeili	1.57	3.62	5.87	7.62	9.92	11.55	13.08	15.19	13.62
31	懒汉豆 Lanhandou	1.59	3.86	5.65	7.76	9.38	11.26	13.26	14.97	13.38

农丰 12 号等品种的种子与嫩荚鲜质量比变化较缓慢;豇山美、懒汉豆、桂丰 5 号、靓美丽、德刚和金泰 1 号等品种的失水速率较慢。综合分析后发现,懒汉豆、丰产 6 号、靓美丽、德刚、玉泉 3 号、天源绿妃、桂丰 5 号、立新 12 号、优乐美、名优天下白株豆、京科 12 号这 11 个品种相较于当地主栽品种农家宝,其耐贮性更佳。

灰色关联度分析法是一种有效的工具,用于评估目标性状与品种性状之间的关联程度,进而提升育种工作的效率。利用灰色关联度分析的方法进行品种筛选已在青花菜^[21]、高粱^[22]、小麦^[23]等多种作物上开展过相关研究。本研究采用灰色关联度分析法对 31 个长豇豆品种的 17 个农艺性状与参考

品种优良性状之间的关联度进行了深入分析。通过计算,确定了各性状指标的权重系数排序,具体为小区产量与单荚粒数并列第一,熟性与荚长并列第二。权重系数反映了相应指标对目标性状影响的重要性。权重系数的确定方法包括本研究采用的策略^[24-25]以及赋值法^[26-27]。许如意等^[28]在运用灰色关联度分析法对三亚市设施豇豆品种进行综合分析时,通过赋值法确定产量的权重系数最高;符启位等^[29]在对 37 份长荚豇豆种质资源进行综合评价时,同样通过赋值法确定产量为最大权重系数,其次是与产量相关的构成因子,如单荚质量、荚长等。这些研究结果与本研究结果有类似之处,进一步证实了产量是长豇豆引种和育种中的关键性

表 8 不同长豇豆品种的关联系数、关联度及权重系数

Table 8 Correlation coefficients, correlation degrees, and weight coefficients of different varieties of long cowpea

编号 No.	Z ₁	Z ₂	Z ₃	Z ₄	Z ₅	Z ₆	Z ₇	Z ₈	Z ₉	Z ₁₀	Z ₁₁	Z ₁₂	Z ₁₃	Z ₁₄	Z ₁₅	Z ₁₆	Z ₁₇
1	0.875	0.588	0.922	0.926	0.878	0.874	0.898	0.914	0.843	0.863	0.795	0.973	1.000	0.913	0.742	0.469	0.755
2	0.982	0.610	0.959	0.879	0.784	0.877	0.885	0.966	0.767	0.930	0.878	0.735	0.815	0.899	0.811	0.459	0.887
3	0.982	0.749	0.951	0.871	0.746	0.839	0.788	0.955	0.848	0.947	0.843	0.735	0.769	0.808	0.770	0.434	0.772
4	1.000	0.970	0.945	0.882	0.768	0.867	0.705	0.960	0.843	0.993	0.811	0.858	0.775	0.793	0.687	0.457	0.871
5	0.889	0.646	0.788	0.981	0.903	0.845	0.788	0.894	0.878	0.953	0.870	0.923	0.798	0.603	0.734	0.498	0.681
6	0.889	0.659	0.984	0.916	0.781	0.936	0.810	0.904	0.800	0.939	0.839	1.000	0.808	0.789	0.749	0.614	0.745
7	0.889	0.868	0.998	0.876	0.797	0.875	0.751	0.924	0.751	0.940	1.000	0.923	0.826	0.847	0.796	0.400	0.690
8	0.918	0.732	0.907	0.882	0.833	0.859	0.747	0.914	0.858	0.989	0.871	0.923	0.819	0.951	0.742	0.645	0.907
9	0.933	0.749	0.939	0.881	0.758	0.853	0.756	0.944	0.917	0.950	0.942	0.800	0.791	0.886	0.596	0.593	0.887
10	0.933	0.749	1.000	0.923	0.809	0.956	0.761	0.919	0.838	0.944	0.893	0.819	0.822	0.841	0.831	0.439	0.813
11	0.875	0.599	0.946	0.851	0.792	0.839	0.827	0.919	0.796	0.918	0.899	0.800	0.771	0.890	0.817	0.480	0.810
12	0.875	0.659	0.892	0.861	0.765	0.819	0.742	0.971	0.838	0.900	0.847	0.767	0.789	0.798	0.777	1.000	0.887
13	0.933	0.672	0.940	0.908	0.806	0.914	0.772	0.885	0.828	0.959	0.917	0.721	0.812	0.820	0.765	0.470	0.657
14	0.889	0.672	0.961	0.886	0.794	0.857	0.827	0.977	1.000	0.906	0.787	0.767	0.779	0.747	1.000	0.608	0.705
15	0.982	0.804	0.961	0.882	0.780	0.843	1.000	0.929	0.906	0.923	0.844	0.783	0.818	0.878	0.797	0.420	0.740
16	0.835	0.588	0.825	1.000	1.000	0.891	1.000	0.909	0.819	0.868	0.899	0.858	0.863	0.958	0.721	0.550	0.793
17	0.848	0.672	0.779	0.987	0.998	0.830	0.821	0.894	0.929	0.889	0.855	0.767	0.810	1.000	0.867	0.482	0.941
18	0.933	0.970	0.922	0.905	0.824	0.850	0.732	0.934	0.783	1.000	0.804	0.858	0.847	0.787	0.752	0.590	0.967
19	0.875	0.749	0.876	0.879	0.798	0.829	0.798	0.924	0.796	0.884	0.872	0.767	0.871	0.775	0.809	0.404	0.855
20(CK)	0.861	0.646	0.896	0.919	0.846	0.860	0.958	0.890	0.796	0.943	0.872	0.721	0.840	0.851	0.837	0.489	0.842
21	0.933	0.824	0.903	0.891	0.794	0.830	0.756	0.971	0.884	0.956	0.829	0.783	0.775	0.908	0.651	0.470	0.886
22	0.933	0.701	0.971	0.845	0.809	0.848	0.878	0.971	0.868	0.986	0.852	0.800	0.768	0.864	0.671	0.560	0.975
23	0.965	0.891	0.903	0.855	0.774	0.799	0.714	0.890	0.819	0.980	0.880	0.751	0.831	0.957	0.699	0.479	0.913
24	0.875	0.686	0.892	0.879	0.790	0.834	0.751	1.000	0.800	0.915	0.826	0.858	0.796	0.939	0.699	0.449	0.778
25	1.000	0.732	0.979	0.915	0.812	1.000	0.782	0.960	0.828	0.917	0.818	0.707	0.774	0.839	0.668	0.476	0.796
26	0.982	1.000	0.938	0.910	0.830	0.953	0.772	0.944	0.973	0.923	0.887	0.783	0.807	0.826	0.748	0.535	0.883
27	0.875	0.767	0.953	0.903	0.859	0.965	0.710	0.924	0.717	0.831	0.901	0.735	0.837	0.848	0.742	0.333	1.000
28	0.949	0.686	0.971	0.896	0.858	0.958	0.767	0.960	0.751	0.878	0.907	0.838	0.807	0.881	0.698	0.451	0.913
29	0.982	0.686	0.912	0.848	0.828	0.860	0.719	0.977	0.758	0.882	0.993	0.707	0.868	0.822	0.759	0.381	0.781
30	1.000	0.767	0.945	0.852	0.796	0.819	0.737	0.924	0.755	0.908	0.922	0.800	0.804	0.815	0.804	0.698	0.973
31	0.949	0.767	0.860	0.908	0.824	0.821	0.714	0.949	0.792	0.997	0.854	0.819	0.805	0.792	0.747	0.638	0.984
关联度 Correlation γ_k	0.924	0.737	0.923	0.897	0.820	0.871	0.796	0.935	0.832	0.929	0.871	0.809	0.816	0.849	0.758	0.515	0.842
排名 Rank	1	16	4	5	11	7	14	2	10	3	6	13	12	8	15	17	9
权重系数 Weight coefficient ω_i	0.065	0.052	0.065	0.063	0.058	0.062	0.056	0.066	0.059	0.066	0.062	0.057	0.058	0.060	0.054	0.036	0.060

注：关联度 γ_k 的计算方法与等权关联度相同。

Note : The calculation method of correlation degree(γ_k) was the same as that of equal-weight correlation degree.

状。此外,本研究还揭示了单荚粒数与目标品种密切相关,这表明在引育过程中,除了关注产量外,单荚粒数也是一个不可忽视的重要指标。除了产量和单荚粒数之外,熟性、荚长、荚宽等性状也显示出较高的权重系数,表明这些性状对长豇豆的综合评价同样具有重要意义。因此,在育种实践中,除了关注产量外,还应综合考虑这些性状,以培育出既高产又

符合市场需求的优良品种。通过综合考虑这些性状,可以更全面地评价长豇豆品种的优劣,为引育工作提供科学依据。

本研究通过综合评价方法对引进的 31 份长豇豆品种进行评价,筛选出天源绿妃、德刚、农丰 3 号、优乐美、京科 12 号和农丰 12 号等 6 个品种综合表现优异,适宜在广西沿海地区设施连栋大棚种

表 9 不同长豇豆品种的关联度及排序

Table 9 Correlation and ranking of different long cowpea varieties

编号 No.	品种名称 Variety name	等权关联度 Equal-weight correlation degree	等权关联度排名 Equal-weight correlation ranking	加权关联度 Weighted correlation degree	加权关联度排名 Weighted correlation ranking
1	农丰 9 号 Nongfeng No. 9	0.837	10	0.849	10
2	农丰 12 号 Nongfeng No. 12	0.831	19	0.845	16
3	农丰 10 号 Nongfeng No. 10	0.812	26	0.826	25
4	农丰 3 号 Nongfeng No. 3	0.834	13	0.847	12
5	桂豇 2 号 Guijiang No. 2	0.804	31	0.815	31
6	京科 12 号 Jingke No. 12	0.833	17	0.843	17
7	贵翡豇豆 Guifei Jiangdou	0.832	18	0.846	13
8	天源绿妃 Tianyuan Lüfei	0.853	2	0.862	2
9	优乐美 Youlemei	0.834	14	0.845	15
10	传奇 108 Chuanqi 108	0.841	9	0.854	6
11	广茂豆角 Guangmao Doujiao	0.813	25	0.826	26
12	丰产 6 号 Fengchan No. 6	0.834	12	0.835	23
13	丰产 2 号 Fengchan No. 2	0.811	27	0.824	28
14	玉泉 3 号 Yuquan No. 3	0.833	16	0.841	18
15	玉泉 2 号 Yuquan No. 2	0.841	8	0.853	7
16	名优天下白株豆 Mingyou Tianxia Baizhudou	0.846	4	0.856	5
17	金泰 1 号 Jintai No. 1	0.845	5	0.856	4
18	德刚 Degang	0.851	3	0.859	3
19	连丰 1 号 Lianfeng No. 1	0.809	30	0.822	30
20	农家宝 Nongjiabao (CK)	0.827	21	0.839	21
21	精美翠冠 Jingmei Cuiguan	0.826	22	0.839	20
22	桂丰 5 号 Guifeng No. 5	0.841	7	0.853	8
23	立新 11 号 Lixin No. 11	0.829	20	0.841	19
24	立新 4 号 Lixin No. 4	0.810	28	0.823	29
25	立新 3 号 Lixin No. 3	0.824	23	0.838	22
26	立新 12 号 Lixin No. 12	0.864	1	0.875	1
27	豇山美 Jiangshanmei	0.818	24	0.833	24
28	好佳好 Haojiahao	0.833	15	0.848	11
29	宝石绿 Baoshilü	0.810	29	0.825	27
30	靓美丽 Liangmeili	0.842	6	0.850	9
31	懒汉豆 Lanhandou	0.836	11	0.845	14

植并大面积推广。

参考文献

[1] 符家平,李金泉,汪盛松,等.豇豆杂交育种亲本的筛选[J].长江蔬菜,2016(4):33-36.

[2] 周作高,黄田夫,赵坤.广西沿海地区长豇豆生产情况及潜力品种推荐[J].长江蔬菜,2021(7):10-13.

[3] 陈振东,李洋,文俊丽,等.广西设施蔬菜发展现状分析与对策[J].广西科学院学报,2024,40(1):1-8.

[4] 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.

[5] 赵坤,张朝明,李文嘉,等.2017—2018 年长豇豆品种广西沿海地区区域试验[J].南方农业学报,2019,50(3):628-634.

[6] 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.

[7] 刘志新,郑北平,杨硕,等.适合无土栽培设施种植的水果黄瓜品种筛选[J].中国瓜菜,2024,37(6):88-94.

[8] 马绍璠,方凌,严从生,等.安徽沿江地区设施高品质番茄品种筛选试验[J].安徽农业科学,2023,51(3):37-40.

[9] 朱琦.馆陶县设施黄瓜新品种引进及筛选研究[D].河北邯郸:河北工程大学,2021.

[10] 陈阳,林永胜,周先治.设施茄子新品种引进筛选试验[J].中国园艺文摘,2015,31(7):13-15.

[11] 李亚林.青海地区设施辣椒新品种筛选研究[D].陕西杨凌:西北农林科技大学,2019.

[12] 赵坤,莫永诚,周作高.广西 5 个长豇豆品种耐贮性比较试

- 验[J]. 长江蔬菜, 2021(4): 50-52.
- [13] 张朝明, 赵坤, 唐胜, 等. 广西长豇豆设施栽培技术[J]. 北方园艺, 2021(13): 174-176.
- [14] 黄骁. 北方地区早春豇豆设施栽培技术[J]. 现代农业科技, 2020(18): 84.
- [15] 王德信, 杨晓莹. 设施豇豆抗重茬高产栽培与品质提升技术[J]. 中国蔬菜, 2022(10): 126-128.
- [16] 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.
- [17] 徐淑萍. 不同长豇豆品种耐贮性比较试验[J]. 福建农业科技, 2015(3): 20-22.
- [18] 王英日, 李团, 贝近灵. 合浦县优质高产豇豆品种比较试验[J]. 长江蔬菜, 2016(2): 48-50.
- [19] 韩丽春, 王正荣, 王清, 等. 豇豆采后保鲜技术的研究进展[J]. 现代食品科技, 2023, 39(6): 321-330.
- [20] 胡婷婷, 刘永华, 吴晓花. 不同基因型长豇豆嫩荚采后外观形态特征比较研究[J]. 浙江农业科学, 2010, (6): 1326-1327.
- [21] 申领艳, 陈子臻, 栗淑芳, 等. 冀北高山高原区青花菜表型性状分析及综合评价[J]. 中国瓜菜, 2024, 37(11): 138-144.
- [22] 吴国江, 周伟, 余忠浩, 等. 基于主成分、灰色关联和 DTOPSIS 分析的 176 份糯高粱种质资源综合评价[J]. 河南农业科学, 2023, 52(5): 40-51.
- [23] 张凡, 薛鑫, 刘国涛, 等. 基于灰色关联度分析法和聚类分析法筛选小麦高产优质新品种(系)的研究[J]. 中国农学通报, 2020, 36(27): 6-13.
- [24] 张仲鹏, 郝曦煜, 王雪, 等. 齐齐哈尔地区适宜青贮玉米品种的筛选及综合评价[J]. 草业学报, 2024, 33(11): 228-240.
- [25] 柳茜, 胡玲, 唐斌, 等. 凉山地区适宜燕麦品种筛选评价研究[J]. 饲料研究, 2024, 47(19): 129-132.
- [26] 刘琴, 黄伟康, 符启位, 等. 99 份长荚豇豆种质资源及其枯萎病抗性相关分析研究[J]. 种子, 2022, 41(4): 70-80.
- [27] 叶建强, 蓝桃菊, 黄卓忠, 等. 不同来源毛木耳的农艺性状及其灰色关联度分析[J]. 西南农业学报, 2022, 35(2): 310-318.
- [28] 许如意, 袁廷庆, 罗丰, 等. 灰色关联度综合评判设施栽培豇豆品种[J]. 热带作物学报, 2011, 32(2): 213-216.
- [29] 符启位, 黄伟康, 陈积杰, 等. 基于灰色关联与主成分聚类分析综合评价 37 份长荚豇豆种质资源[J]. 广东农业科学, 2022, 49(2): 24-36.