

# 普通豇豆产量与主要农艺性状的灰色关联度分析

邓昆鹏, 兰天娇, 程钰鑫, 王明海, 包淑英, 韩丹, 徐亚鹏, 王涵, 郭中校, 徐宁\*

(吉林省农业科学院(中国农业科技东北创新中心), 吉林 公主岭 136100)

**摘要:**为明确不同农艺性状对普通豇豆产量影响的相对重要性,本研究以14份普通豇豆品种(系)为试验材料,对产量与8个主要农艺性状采用灰色关联度进行分析,探明各主要性状对产量影响的相对主次关系。研究结果表明,各农艺性状与产量的关联度排序依次为:单株产量(0.770 6)>荚长(0.713 6)>单荚粒数(0.705 5)>单株荚数(0.702 2)>百粒重(0.698 1)>主茎分枝数(0.644 9)>株高(0.631 6)>主茎节数(0.618 0)。因此,在普通豇豆育种时应优先选择单株产量高、荚长较长的品种,其次选择单荚粒数多、单株荚数多和百粒重较重的品种,然后兼顾适当的主茎分枝数和株高,最后选择合适的主茎节数。本研究结果将为普通豇豆亲本筛选及新品种选育提供理论依据,对推动吉林省西部普通豇豆种植区产业发展有着积极作用。

**关键词:**普通豇豆;灰色关联度;产量;主要农艺性状

中图分类号:S643.4

文献标识码:A

文章编号:2096-5877(2025)04-0062-07

## Grey Correlation Analysis of Yield and Major Agronomic Traits in Common Cowpea

DENG Kunpeng, LAN Tianjiao, CHENG Yuxin, WANG Minghai, BAO Shuying, HAN Dan, XU Yapeng, WANG Han, GUO Zhongxiao, XU Ning\*

(Jilin Academy of Agricultural Sciences(Northeast Agricultural Research Center of China), Gongzhuling 136100, China)

**Abstract:** To clarify the relative importance of different agronomic traits on yield in common cowpea, 14 common cowpea varieties (lines) were used as experimental materials. Grey correlation analysis was applied to analyze the relationship between yield and 8 major agronomic traits, aiming to determine the relative priority of each trait's impact on yield. The results showed that the order of association between agronomic traits and yield was as follows: yield per plant(0.770 6) > pod length(0.713 6) > number of grains per pod(0.705 5) > number of pods per plant(0.702 2) > 100-seed weight (0.698 1) > number of main stem branches (0.644 9) > plant height (0.631 6) > number of main stem nodes (0.618 0). Therefore, in common cowpea breeding, varieties with high yield per plant and longer pod length should be prioritized, followed by those with higher number of grains per pod, higher number of pods per plant, and heavier 100-seed weight. Appropriate number of main stem branching and plant height should be considered, with suitable number of main stem nodes selected last. Applying these research findings to common cowpea variety selection provides a theoretical basis for parent plant screening and new variety development, playing a positive role in promoting the development of the common cowpea planting industry in the western region of Jilin Province.

**Key words:** Common cowpea; Grey correlation degree; Yield; Major agronomic traits

普通豇豆(*Vigna unguiculata*)属于豆科(Leguminosae)蝶形花亚科(Papilionoideae)豇豆属(*Vigna*)

中的一个栽培豆种,在我国具有悠久的栽培历史<sup>[1]</sup>。普通豇豆一般食用干籽粒,矮生直立,属一年生草本、自花授粉植物,普通豇豆籽粒营养丰富,因其富含人体所需的植物性蛋白及膳食纤维,具有较高的食疗保健和药用价值,在人们的日常饮食和营养保健中发挥着重要作用<sup>[2-3]</sup>。普通豇豆具有高效的固氮能力,可培肥地力,常与禾谷类作物轮作或间作套种<sup>[4]</sup>,因其生育期短、抗

收稿日期:2025-03-06

基金项目:国家现代农业产业技术体系建设专项(CARS-08-Z08);  
吉林省科技发展计划重点研发项目(20220202007NC)

作者简介:邓昆鹏(1991-),男,助理研究员,硕士,主要从事食用  
豆育种与栽培研究。

通信作者:徐宁, E-mail: xunig2008@163.com

旱耐瘠薄、产量高,在救灾补种、填闲垦荒等方面具有不可替代的作用,在食用豆类作物中越来越受重视<sup>[5]</sup>。随着“镰刀弯”种植结构的调整,特别是吉林省西部地区,土壤多为淡黑钙土、草甸土、风沙土、盐碱土,土壤pH高、盐碱化严重,导致保持水分和肥料的能力弱,土地贫瘠,该地区处于半湿润半干旱的特殊生态区,降水量少、蒸发量大,干旱频发,严重影响着作物的生长和产量,普通豇豆将作为调整种植结构的特色作物在吉林省西部地区种植,发展前景广阔<sup>[6]</sup>。然而普通豇豆育种进程缓慢,遗传研究相对滞后,难以有效满足生产及市场需求<sup>[7]</sup>,因此,研究普通豇豆产量与主要农艺性状间的相互关系,可以明确当前育种目标,有效提高品种选育效率,对推动吉林省西部普通豇豆种植区产业发展有着积极作用。

在研究作物产量和主要农艺性状相互关系时常用灰色关联度进行分析,其对样本需求量较少,可以针对某个因素与其他多个因素进行灰色关联度分析,从而确定关联程度最大的因素,具

有较强的可靠性。该方法已广泛应用在玉米<sup>[8]</sup>、水稻<sup>[9]</sup>、小麦<sup>[10]</sup>、大豆<sup>[11]</sup>、花生<sup>[12]</sup>、谷子<sup>[13]</sup>、高粱<sup>[14]</sup>等多种作物产量性状的相关研究,而对普通豇豆产量与主要农艺性状进行灰色关联度分析的研究却未见报道。因此,为明确不同农艺性状对普通豇豆产量影响的相对重要性,本研究以14份普通豇豆品种(系)为试验材料,对产量与8个主要农艺性状采用灰色关联度进行分析,探明各主要性状对产量影响的相对主次关系,为普通豇豆亲本筛选及新品种选育提供理论依据。

## 1 材料与方 法

### 1.1 试验材料

参试普通豇豆品种(系)14份,分别是:辽豇豆3号、JD16-1-1-1-6-4-4、桂豇1805、桂豇21-2、冀豇1302-2、冀豇1101-64-1-2、冀豇1303-3-1-1、冀豇1315-6-2-2、中豇12、中豇13、中豇14、中豇16、中豇18、中豇1号,由国家食用豆产业技术体系各科研单位提供,具体品种(系)来源见表1。

表1 参试品种(系)名称及来源

Table 1 Names and sources of participating varieties(lines)

序号 No.	品种名称 Variety name	来源 Source	序号 No.	品种名称 Variety name	来源 Source
1	辽豇豆3号	辽宁省农业科学院	8	冀豇1315-6-2-2	河北省农林科学院
2	JD16-1-1-1-6-4-4	青岛市农业科学院	9	中豇12	中国农业科学院
3	桂豇1805	广西农业科学院	10	中豇13	中国农业科学院
4	桂豇21-2	广西农业科学院	11	中豇14	中国农业科学院
5	冀豇1302-2	河北省农林科学院	12	中豇16	中国农业科学院
6	冀豇1101-64-1-2	河北省农林科学院	13	中豇18	中国农业科学院
7	冀豇1303-3-1-1	河北省农林科学院	14	中豇1号	中国农业科学院

### 1.2 试验设计

2024年在吉林省农业科学院作物资源研究所试验田开展试验,采用随机区组设计,3次重复,小区面积12 m<sup>2</sup>,4行区,行长5 m,行距60 cm,种植密度13万株/hm<sup>2</sup>。试验地前茬作物为高粱,试验于5月下旬播种,8月中旬收获。2~4片叶时进行间苗、定苗,中耕除草3次,田间管理同大田生产。

### 1.3 农艺性状测定

在普通豇豆品种(系)成熟时,随机在各小区取10株对8个主要农艺性状株高、主茎分枝数、主茎节数、单株荚数、单荚粒数、荚长、百粒重、单

株产量进行考种、记录并计算其平均数。收获时,各小区收获中间2行(面积4 m<sup>2</sup>)计算产量,并折合成公顷产量,调查记录各农艺性状参照《豇豆种质资源描述规范和数据标准》<sup>[15]</sup>。

### 1.4 数据分析

采用Microsoft Excel 2007和DPS 21.05<sup>[16]</sup>进行数据处理,采用灰色关联度分析产量与主要农艺性状相关性。

按照灰色系统理论要求,将14份参试普通豇豆品种(系)的产量和8个主要农艺性状作为一个灰色系统,将产量作为参考序列(X<sub>0</sub>),8个主要农艺性状作为比较序列(X<sub>i</sub>),分别是株高(X<sub>1</sub>)、主茎

分枝数( $X_2$ )、主茎节数( $X_3$ )、单株荚数( $X_4$ )、单荚粒数( $X_5$ )、荚长( $X_6$ )、百粒重( $X_7$ )、单株产量( $X_8$ )。

由于该系统原始数据的量纲不同,需按照式(1)对各性状数据进行标准化处理。

$$X'_i(k)=[X_i(k)-X_i]/S_i \dots\dots\dots (1)$$

式中, $k$ 为试验品种(系)个数, $X'_i(k)$ 为数据标准化结果, $X_i(k)$ 为原始数据, $X_i$ 为同一性状平均值, $S_i$ 为同一性状标准差。

按照式(2)计算参考序列与比较序列的绝对差值。

$$\Delta_i(k)=|X'_0(k)-X'_i(k)| \dots\dots\dots (2)$$

式中, $\Delta_i(k)$ 为参考序列与比较序列在第 $k$ 个品种(系)的绝对差值。

按照式(3)通过绝对差值计算关联系数。

$$\xi_i(k)=(\Delta_{\min}+p\Delta_{\max})/(\Delta_i(k)+p\Delta_{\max}) \dots\dots (3)$$

式中, $\Delta_{\min}$ 和 $\Delta_{\max}$ 为绝对差值的最小值和最大值, $p$ 为分辨系数, $p=0.5$ 。

按照式(4)计算各性状与产量的关联度,记为 $r_i$ 。

$$r_i = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n \xi_i(k) \dots\dots\dots (4)$$

## 2 结果与分析

### 2.1 主要农艺性状与产量变异分析

通过计算各参试材料农艺性状的平均值,对14份普通豇豆品种(系)主要农艺性状与产量进行统计分析,结果见表2。研究表明,普通豇豆品种(系)主要农艺性状与产量的变异系数存在一定的差异,变幅在10.70%~26.18%,变幅最大的农艺性状是单株荚数(26.18%),其次是主茎分枝数(25.60%)、单株产量(21.04%)、株高(20.53%)、产量(19.27%)、百粒重(18.59%)、荚长(14.48%)、主茎节数(12.06%),变异幅度最小的是单荚粒数(10.70%)。所有农艺性状的变异系数均大于10.00%,参试材料主要农艺性状与产量有着较大的变异范围,不同普通豇豆品种(系)的单株荚数、主茎分枝数、单株产量、株高、产量、百粒重存在较大差异,荚长、主茎节数、单荚粒数次之,说明这14份普通豇豆品种(系)主要农艺性状与产量在育种改良中有着较大的潜力。

表2 普通豇豆品种(系)各主要农艺性状与产量变异分析

Table 2 Analysis of major agronomic traits and yield variation in common cowpea varieties (lines)

序号 No.	品种名称 Variety name	株高/cm Plant height	主茎分枝 数/个 Number of main stem branches	主茎节数/ 节 Number of main stem nodes	单株荚数/ 个 Number of pods per plant	单荚粒数/ 粒 Number of grains per pod	荚长/cm Pod length	百粒重/g 100-seed weight	单株产量 /g Yield per plant	产量 /kg·hm <sup>-2</sup> Yield
1	辽豇豆3号	68.3	2.8	11.5	14.3	15.3	19.3	11.97	21.0	1 692.2
2	JD16-1-1-1-6-4-4	94.9	2.2	15.5	20.4	13.3	15.4	13.86	20.6	1 578.8
3	桂豇 1805	75.9	2.5	12.6	17.1	13.3	17.9	12.53	20.3	1 671.0
4	桂豇 21-2	70.3	2.6	13.1	17.2	12.9	14.9	12.81	28.0	1 511.2
5	冀豇 1302-2	73.9	3.1	14.4	20.6	11.8	15.1	14.09	17.3	1 346.0
6	冀豇 1101-64-1-2	93.7	2.7	15.5	13.9	14.8	15.7	10.04	11.9	844.8
7	冀豇 1303-3-1-1	83.3	2.6	11.5	11.5	13.1	17.8	15.79	16.1	1 141.2
8	冀豇 1315-6-2-2	83.9	2.9	13.5	12.7	13.8	19.1	17.30	21.6	1 987.5
9	中豇 12	54.2	3.5	11.9	21.3	13.2	17.9	8.83	18.8	1 587.2
10	中豇 13	49.2	4.7	11.7	25.7	11.3	13.1	9.58	20.3	1 730.8
11	中豇 14	67.3	3.9	13.3	25.5	9.9	14.7	13.31	23.2	1 302.2
12	中豇 16	98.1	2.1	15.4	18.3	12.7	13.0	13.66	18.3	1 362.8
13	中豇 18	99.4	1.9	14.6	13.8	12.3	13.0	12.56	14.0	1 362.2
14	中豇 1(CK)	66.7	2.9	11.1	13.7	14.1	19.2	10.60	16.2	1 349.5
	平均数	77.1	2.9	13.3	17.6	12.9	16.2	12.64	19.1	1 461.9
	标准差	15.83	0.74	1.60	4.60	1.39	2.34	2.35	4.02	281.76
	变异系数/%	20.53	25.60	12.06	26.18	10.70	14.48	18.59	21.04	19.27

## 2.2 产量与主要农艺性状的灰色关联度分析

### 2.2.1 原始数据标准化与计算绝对差值

由于各农艺性状的量纲不同,须通过 DPS 21.05 软件对原始数据进行无量纲的标准化处理,使各农艺性状具有同序性和等效性,数据标准处

理结果见表 3。根据标准化数据通过式(2)计算得到绝对差值,结果见表 4。其中,不同普通豇豆品种(系)产量与主要农艺性状的最小绝对差值为 0.004 5,最大绝对差值为 3.590 1。

表 3 数据标准化  
Table 3 Data normalization

序号 No.	品种名称 Variety name	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>	X <sub>6</sub>	X <sub>7</sub>	X <sub>8</sub>	X <sub>0</sub>
1	辽豇豆 3 号	-0.554 5	-0.115 5	-1.096 7	-0.711 4	1.664 3	1.343 6	-0.283 8	0.468 9	0.817 1
2	JD16-1-1-1-6-4-4	1.125 8	-0.924 2	1.399 8	0.615 1	0.226 0	-0.319 9	0.519 3	0.369 4	0.414 7
3	桂豇 1805	-0.074 5	-0.519 8	-0.410 1	-0.102 5	0.226 0	0.746 4	-0.045 8	0.294 8	0.741 9
4	桂豇 21-2	-0.428 2	-0.385 1	-0.098 1	-0.080 8	-0.061 6	-0.533 2	0.073 1	2.209 6	0.174 8
5	冀豇 1302-2	-0.200 8	0.288 8	0.713 3	0.658 6	-0.852 7	-0.447 9	0.617 0	-0.451 2	-0.411 5
6	冀豇 1101-64-1-2	1.050 0	-0.250 3	1.399 8	-0.798 4	1.304 7	-0.191 9	-1.103 8	-1.793 9	-2.190 3
7	冀豇 1303-3-1-1	0.393 0	-0.385 1	-1.096 7	-1.320 3	0.082 2	0.703 8	1.339 3	-0.749 6	-1.138 4
8	冀豇 1315-6-2-2	0.430 9	0.019 3	0.151 6	-1.059 4	0.585 6	1.258 3	1.980 8	0.618 1	1.865 2
9	中豇 12	-1.445 2	0.827 9	-0.847 0	0.810 8	0.154 1	0.746 4	-1.617 9	-0.078 2	0.444 5
10	中豇 13	-1.761 1	2.445 2	-0.971 8	1.767 7	-1.212 3	-1.300 9	-1.299 2	0.294 8	0.954 1
11	中豇 14	-0.617 7	1.367 0	0.026 7	1.724 2	-2.219 1	-0.618 5	0.285 6	1.016 0	-0.567 0
12	中豇 16	1.327 9	-1.058 9	1.337 4	0.158 4	-0.205 5	-1.343 6	0.434 3	-0.202 5	-0.351 9
13	中豇 18	1.410 1	-1.328 5	0.838 1	-0.820 2	-0.493 1	-1.343 6	-0.033 1	-1.271 8	-0.354 0
14	中豇 1(CK)	-0.655 6	0.019 3	-1.346 3	-0.841 9	0.801 3	1.300 9	-0.865 8	-0.724 7	-0.399 1

表 4 普通豇豆品种(系)产量与主要农艺性状的绝对差值

Table 4 Absolute differences in yield and major agronomic traits of common cowpea varieties (lines)

序号 No.	品种名称 Variety name	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>	X <sub>6</sub>	X <sub>7</sub>	X <sub>8</sub>
1	辽豇豆 3 号	1.371 7	0.932 7	1.913 8	1.528 6	0.847 2	0.526 5	1.100 9	0.348 2
2	JD16-1-1-1-6-4-4	0.711 1	1.338 8	0.985 1	0.200 4	0.188 7	0.734 6	0.104 6	0.045 2
3	桂豇 1805	0.816 3	1.261 7	1.152 0	0.844 4	0.515 9	0.004 5	0.787 7	0.447 0
4	桂豇 21-2	0.603 0	0.559 8	0.272 8	0.255 5	0.236 4	0.707 9	0.101 6	2.034 8
5	冀豇 1302-2	0.210 7	0.700 3	1.124 8	1.070 1	0.441 2	0.036 3	1.028 5	0.039 6
6	冀豇 1101-64-1-2	3.240 3	1.940 0	3.590 1	1.391 9	3.495 0	1.998 4	1.086 5	0.396 4
7	冀豇 1303-3-1-1	1.531 4	0.753 3	0.041 7	0.182 0	1.220 6	1.842 2	2.477 6	0.388 8
8	冀豇 1315-6-2-2	1.434 2	1.845 9	1.713 6	2.924 5	1.279 6	0.606 9	0.115 7	1.247 0
9	中豇 12	1.889 7	0.383 4	1.291 5	0.366 4	0.290 4	0.301 9	2.062 3	0.522 6
10	中豇 13	2.715 2	1.491 0	1.926 0	0.813 6	2.166 4	2.255 1	2.253 3	0.659 3
11	中豇 14	0.050 7	1.934 0	0.593 7	2.291 2	1.652 1	0.051 5	0.852 6	1.583 0
12	中豇 16	1.679 8	0.707 0	1.689 3	0.510 4	0.146 4	0.991 7	0.786 2	0.149 4
13	中豇 18	1.764 1	0.974 4	1.192 1	0.466 1	0.139 1	0.989 5	0.321 0	0.917 7
14	中豇 1(CK)	0.256 5	0.418 4	0.947 2	0.442 8	1.200 4	1.700 0	0.466 7	0.325 6

### 2.2.2 产量与主要农艺性状的灰色关联度分析

根据灰色关联度分析法通过式(3)计算出普

通豇豆品种(系)产量与主要农艺性状的关联系数,结果见表 5。关联系数的算数平均数即为关

联度,通过式(4)计算得到普通豇豆品种(系)产量与主要农艺性状的关联度,结果见表6。研究表明,各农艺性状与产量的关联度排序依次为:单株产量(0.770 6)>荚长(0.713 6)>单荚粒数(0.705 5)>单株荚数(0.702 2)>百粒重(0.698 1)>主茎分枝数(0.644 9)>株高(0.631 6)>主茎节数(0.618 0)。根据灰色关联度分析原理可知,关联度越大该农艺性状对产量的影响越大,而关联度

越小该性状对产量的影响越小,各主要农艺性状对产量影响大小依次为:单株产量>荚长>单荚粒数>单株荚数>百粒重>主茎分枝数>株高>主茎节数。因此,在普通豇豆育种时应优先选择单株产量高、荚长较长的品种,其次选择单荚粒数多、单株荚数多和百粒重较重的品种,然后兼顾适当的主茎分枝数和株高,最后选择合适的主茎节数。

表5 普通豇豆品种(系)产量与主要农艺性状的关联系数

Table 5 Association coefficients between yield and major agronomic traits in common cowpea varieties (lines)

序号 No.	品种名称 Variety name	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>	X <sub>6</sub>	X <sub>7</sub>	X <sub>8</sub>
1	辽豇豆3号	0.568 3	0.659 7	0.485 2	0.541 4	0.681 1	0.775 2	0.621 4	0.839 6
2	JD16-1-1-1-6-4-4	0.718 0	0.574 2	0.647 3	0.901 8	0.907 1	0.711 4	0.947 3	0.977 9
3	桂豇1805	0.689 1	0.588 7	0.610 6	0.681 8	0.778 7	1.000 0	0.696 8	0.802 6
4	桂豇21-2	0.750 4	0.764 2	0.870 3	0.877 6	0.885 8	0.719 0	0.948 8	0.469 9
5	冀豇1302-2	0.897 2	0.721 2	0.616 3	0.628 1	0.804 7	0.982 6	0.637 3	0.980 9
6	冀豇1101-64-1-2	0.357 4	0.481 8	0.334 2	0.564 7	0.340 2	0.474 4	0.624 5	0.821 2
7	冀豇1303-3-1-1	0.541 0	0.706 2	0.979 7	0.910 2	0.596 7	0.494 8	0.421 2	0.824 0
8	冀豇1315-6-2-2	0.557 3	0.494 3	0.5129	0.381 3	0.585 3	0.749 2	0.941 8	0.591 6
9	中豇12	0.488 4	0.826 1	0.583 0	0.832 6	0.862 9	0.858 2	0.466 5	0.776 5
10	中豇13	0.399 0	0.547 6	0.483 6	0.689 8	0.454 3	0.444 3	0.444 5	0.733 2
11	中豇14	0.975 0	0.482 6	0.753 3	0.440 4	0.522 0	0.974 5	0.679 7	0.532 7
12	中豇16	0.517 9	0.719 2	0.516 5	0.780 6	0.926 9	0.645 8	0.697 2	0.925 5
13	中豇18	0.505 6	0.649 8	0.602 4	0.795 9	0.930 4	0.646 3	0.850 4	0.663 4
14	中豇1(CK)	0.877 2	0.813 0	0.656 2	0.804 1	0.600 8	0.514 9	0.795 6	0.848 6

表6 普通豇豆品种(系)产量与主要农艺性状的关联度(r<sub>i</sub>)和排序(R)

Table 6 Correlation(r<sub>i</sub>) and ranking(R) of yield with major agronomic traits in common cowpea varieties (lines)

	株高 Plant height	主茎分枝数 Number of main stem branches	主茎节数 Number of main stem nodes	单株荚数 Number of pods per plant	单荚粒数 Number of grains per pod	荚长 Pod length	百粒重 100-seed weight	单株产量 Yield per plant
r <sub>i</sub>	0.631 6	0.644 9	0.618 0	0.702 2	0.705 5	0.713 6	0.698 1	0.770 6
R	7	6	8	4	3	2	5	1

### 3 讨论与结论

产量是作物育种的核心,是受多种农艺性状共同影响的复杂的数量性状,不同农艺性状在产量的形成过程中对产量的影响程度各不相同,各农艺性状对产量提升的效果是育种工作中迫切关注的问题<sup>[17]</sup>,而灰色关联度分析是将多个性状按照影响的大小区分开的一种分析方法,具有操作简单、稳定性强的特点。灰色关联度分析不受样

本数量的影响,具有所需样本少、结果准确等优点<sup>[18]</sup>,可以对多个品种多个性状采用灰色关联度进行综合分析,将产量与主要农艺性状综合起来比较,通过计算产量与主要农艺性状的灰色关联度,筛选对产量影响大的农艺性状,客观地评价各农艺性状的优劣<sup>[19]</sup>。

普通豇豆作为特色粮食作物,可以固氮保肥,增加土壤中氮元素及有机质含量,改良生态环境,减轻土壤盐碱化程度,同时普通豇豆具有抗

旱耐瘠薄等特点,在吉林省西部干旱地区种植可以增加作物产出和农户收入,提高农户种植积极性。本研究以14份普通豇豆品种(系)为试验材料,对产量与8个主要农艺性状采用灰色关联度进行分析,探明各主要性状对产量影响的相对主次关系。研究表明,各农艺性状与产量的关联度排序依次为:单株产量(0.770 6)>荚长(0.713 6)>单荚粒数(0.705 5)>单株荚数(0.702 2)>百粒重(0.698 1)>主茎分枝数(0.644 9)>株高(0.631 6)>主茎节数(0.618 0)。陈燕华等<sup>[20]</sup>对24个绿豆新品种(系)运用灰色关联度进行综合评价,明确桂南地区在高产绿豆新品种选育时亲本应首先选择单株粒重和百粒重较重的材料,同时兼顾粒大、荚长、荚多等性状。徐东旭<sup>[21]</sup>应用灰色关联度研究芸豆主要农艺性状对产量的影响,结果表明,在冀西北引育芸豆品种时,应优先选择长荚、单株产量高、粒大、植株茂盛的品种,然后再考虑主茎分枝数、单株荚数、单荚粒数、主茎节数等农艺性状。张亚芝<sup>[22]</sup>对小豆产量性状采用灰色关联度进行分析,结果表明,与小豆产量关联度高且对产量构成影响较大的农艺性状分别是小豆的单株粒数、单株荚数、单株粒重、百粒重。余莉等<sup>[23]</sup>利用灰色关联度对蚕豆主要农艺性状进行了研究,结果表明,与产量关联度大的农艺性状有单株产量、单株荚数,可以通过提高单株产量和单株荚数来提高蚕豆产量,本研究结果与陈燕华和徐东旭的研究结果一致,均表明单株产量、荚长和百粒重对产量影响较大,与张亚芝和余莉研究结果基本一致,单荚粒数、单株荚数、主茎分枝数也是影响作物产量的主要农艺性状。普通豇豆植株主茎分枝数越多则单株荚数越多,普通豇豆荚长越长则单荚粒数就越多,单株荚数和单荚粒数相互影响加之百粒重较重使得单株产量高,单株产量高则相同密度下单位面积产量高。

因此,在普通豇豆育种时应优先选择单株产量高、荚长较长的品种,其次选择单荚粒数多、单株荚数多和百粒重较重的品种,然后兼顾适当的主茎分枝数和株高,最后选择合适的主茎节数。将研究结果应用于普通豇豆品种选育,可以明确当前育种目标、有效提高品种选育效率,为普通豇豆亲本筛选及新品种选育提供理论依据,对推动吉林省西部普通豇豆种植区产业发展有着积极作用。

#### 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: 196-216.

- ZHENG Z J. Food legumes of China[M]. Beijing: China Agricultural Press, 1997: 196-216. (in Chinese)
- [2] 林汝法, 柴岩, 廖琴. 中国小杂粮[M]. 北京: 中国农业科学技术出版社, 2002: 228-241.  
LIN R F, CHAI Y, LIAO Q. Chinese small grains[M]. Beijing: China Agricultural Science and Technology Press, 2002: 228-241. (in Chinese)
- [3] 柴岩, 王鹏科, 冯佰利. 中国小杂粮产业发展指南[M]. 西北农林科技大学出版社, 2007: 375-377.  
CHAI Y, WANG P K, FENG B L. A guide to the development of China's small grains industry[M]. Northwest Agriculture and Forestry University Press, 2007: 375-377. (in Chinese)
- [4] 公丹, 王素华, 程须珍, 等. 普通豇豆应用核心种质的SSR指纹图谱构建及多样性分析[J]. 作物杂志, 2020(4): 79-83.  
GONG D, WANG S H, CHENG X Z, et al. Construction of SSR fingerprints and diversity analysis of a cowpea applied core collection[J]. Crops, 2020(4): 79-83. (in Chinese)
- [5] 熊海铮, 施爱农, 孙健, 等. 全球豇豆资源农艺性状多样性分析[J]. 科技通报, 2016, 32(10): 49-58, 62.  
XIONG H Z, SHI A N, SUN J, et al. Genetic diversity of agronomic traits in global cowpea resource[J]. Bulletin of Science and Technology, 2016, 32(10): 49-58, 62. (in Chinese)
- [6] 曹岩坡, 代鹏, 岳晓历, 等. 河北省豇豆种质资源遗传多样性分析[J]. 河北农业科学, 2017, 21(6): 85-87.  
CAO Y P, DAI P, YUE X L, et al. Genetic diversity analysis of cowpea germplasm resources in Hebei Province[J]. Journal of Hebei Agricultural Sciences, 2017, 21(6): 85-87. (in Chinese)
- [7] 李建领, 公丹, 王素华, 等. 豇豆SNP高密度遗传图谱构建及重要农艺性状QTL定位[J]. 作物学报, 2022, 48(10): 2475-2482.  
LI J L, GONG D, WANG S H, et al. Construction of SNP high-density genetic map and QTL analysis of agronomic traits in cowpea[J]. Acta Agronomica Sinica, 2022, 48(10): 2475-2482. (in Chinese)
- [8] 张晓娟, 徐得甲, 鲁海涛, 等. 内蒙古河套灌区玉米优良品种筛选研究[J]. 东北农业科学, 2024, 49(4): 5-11.  
ZHANG X J, XU D J, LU H T, et al. Selection of excellent maize varieties based on principal component analysis and grey correlation analysis[J]. Journal of Northeast Agricultural Sciences, 2024, 49(4): 5-11. (in Chinese)
- [9] 费云燕, 余波, 韩华新, 等. 粳糯产量与产量构成因素的灰色关联度分析[J]. 大麦与谷类科学, 2024, 41(2): 18-23.  
FEI Y Y, YU B, HAN H X, et al. Grey correlation degree analysis of glutinous Geng rice yield and yield components[J]. Barley and Cereal Sciences, 2024, 41(2): 18-23. (in Chinese)
- [10] 戴宝生, 吕锐玲, 胡亚珂, 等. 不同小麦品种主要性状与产量的灰色关联度分析[J]. 湖北农业科学, 2023, 62(12): 23-28.  
DAI B S, LYU R L, HU Y K, et al. The grey correlation analysis of main traits and yield of different wheat varieties[J]. Hubei Agricultural Sciences, 2023, 62(12): 23-28. (in Chinese)
- [11] 时晓磊, 丁孙磊, 丛花, 等. 夏播大豆产量相关性状灰色关联度分析[J]. 新疆农业科学, 2023, 60(7): 1641-1652.

- SHI X L, DING S L, CONG H, et al. Gray correlation analysis of summer soybean yield correlation traits[J]. Xinjiang Agricultural Sciences, 2023, 60(7): 1641–1652. (in Chinese)
- [12] 牛海龙, 刘红欣, 李伟堂, 等. 灰色关联度分析法在花生品种综合评价上的应用[J]. 东北农业科学, 2017, 42(5): 20–24.
- NIU H L, LIU H X, LI W T, et al. Application of grey relational grade analysis in comprehensive evaluation of peanut varieties[J]. Journal of Northeast Agricultural Sciences, 2017, 42(5): 20–24. (in Chinese)
- [13] 宋慧, 郭岩, 邢璐, 等. 基于灰色关联度、DTOPSIS与灰色局势决策法的谷子品种综合评价[J]. 中国农业大学学报, 2023, 28(11): 42–56.
- SONG H, GUO Y, XING L, et al. Comprehensive evaluation of Foxtail millet varieties based on grey correlation degree, dtopsis and situational decision-making method[J]. Journal of China Agricultural University, 2023, 28(11): 42–56. (in Chinese)
- [14] 李资文, 李志刚, 周伟, 等. 高粱品系的主要农艺性状评价与综合分析[J]. 分子植物育种, 2021, 19(19): 6503–6511.
- LI Z W, LI Z G, ZHOU W, et al. Comprehensive analysis and evaluation of main agronomic traits of sorghum[J]. Molecular Plant Breeding, 2021, 19(19): 6503–6511. (in Chinese)
- [15] 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: 3–52.
- WANG P Z, LI X X. Descriptors and data standard for cowpea[M]. Beijing: China Agricultural Press, 2006: 3–52. (in Chinese)
- [16] 唐启义. DPS数据处理系统(第5版)[M]. 北京: 科学出版社, 2020: 1641–1650.
- TANG Q Y. DPS data processing system(5th edition)[M]. Beijing: Science Press, 2020: 1641–1650. (in Chinese)
- [17] 甄俊琦, 邹明, 刘贺娟, 等. 大葱农艺性状与产量的相关性及其灰色关联度分析[J]. 长江蔬菜, 2024(6): 48–52.
- ZHEN J Q, ZOU M, LIU H J, et al. Correlation and grey correlation analysis of agronomic traits and yield of welsh onion[J]. Journal of Changjiang Vegetables, 2024(6): 48–52. (in Chinese)
- [18] 朱慧珺, 张耀文, 赵雪英, 等. 绿豆品种农艺性状与产量的相关性及其灰色关联度分析[J]. 种子, 2021, 40(5): 98–104.
- ZHU H J, ZHANG Y W, ZHAO X Y, et al. Correlation and grey correlation analysis of agronomic traits and yield of mung bean varieties[J]. Seed, 2021, 40(5): 98–104. (in Chinese)
- [19] 钱建南, 丁颖, 李玉杨, 等. 14个水稻品种产量与农艺性状的灰色关联度分析[J]. 大麦与谷类科学, 2022, 39(5): 37–41.
- QIAN J N, DING Y, LI Y Y, et al. Grey correlation analysis of the yield and agronomic characters of 14 rice varieties[J]. Barley and Cereal Sciences, 2022, 39(5): 37–41. (in Chinese)
- [20] 陈燕华, 李经成, 李荣丹, 等. 基于灰色关联度分析法综合评价24个绿豆新品种(系)在桂南地区的田间性状表现[J]. 南方农业学报, 2020, 51(11): 2644–2652.
- CHEN Y H, LI J C, LI R D, et al. Comprehensive evaluation of field traits for 24 new varieties(lines)of mung bean based on grey correlation analysis in southern Guangxi[J]. Journal of Southern Agriculture, 2020, 51(11): 2644–2652. (in Chinese)
- [21] 徐东旭. 冀西北芸豆产量与主要农艺性状的灰色关联度分析[J]. 农业科技通讯, 2015(5): 133–135.
- XU D X. Gray correlation analysis of kidney bean yield and major agronomic traits in northwest Hebei Province[J]. Bulletin of Agricultural Science and Technology, 2015(5): 133–135. (in Chinese)
- [22] 张亚芝. 小豆产量与主要产量性状关系的研究[J]. 干旱地区农业研究, 2004(1): 94–96.
- ZHANG Y Z. Study on the relationship between yield and the primary characters of adzuki bean[J]. Agricultural Research in the Arid Areas, 2004(1): 94–96. (in Chinese)
- [23] 余莉, 张时龙, 李清超, 等. 蚕豆产量及主要农艺性状的相关性及灰色关联度分析[J]. 湖北农业科学, 2017, 56(1): 18–20.
- YU L, ZHANG S L, LI Q C, et al. Correlation and grey relative degree analysis on yield and main agronomic traits of broad bean varieties[J]. Hubei Agricultural Sciences, 2017, 56(1): 18–20. (in Chinese)

(责任编辑: 范杰英)