

# 云油茶良种在贵州低热河谷区引种表现评价

张 健<sup>1</sup>, 郭广正<sup>2</sup>, 徐德兵<sup>3</sup>, 康专苗<sup>2</sup>, 王代谷<sup>2</sup>, 梁永顺<sup>1</sup>

(1. 兴义市种苗站, 贵州 兴义 562400; 2. 贵州省亚热带作物研究所, 贵阳 550025;

3. 云南省林业科学院, 昆明 650201)

**摘要:**为明确云油茶系列良种在贵州低热河谷区的引种栽培适应性,基于果实、种子、产量及油脂品质等性状指标对云油茶 3 号、云油茶 4 号、云油茶 9 号、云油茶 13 号和云油茶 14 号 5 个良种在贵州低热河谷区的栽培表现进行分析和评价。结果表明:5 个云油茶品种果实性状中,单果质量最大的是云油茶 14 号,果实均匀度最好的为云油茶 9 号,果皮厚度最小的是云油茶 13 号,果形最圆的为云油茶 9 号和云油茶 13 号,鲜果出籽率和干出籽率最大的均为云油茶 13 号;5 个云油茶品种种子性状中,单籽质量最大的是云油茶 9 号,种子均匀度最好的为云油茶 3 号,干籽出仁率、种子含水率和种仁脂肪含量最高的分别是云油茶 13 号、云油茶 9 号和云油茶 4 号;5 个云油茶品种产量和油脂品质性状中,云油茶 3 号的 3 年平均结果量最高,为 3.59 kg/株,云油茶 13 号的果油率最高,5 个云油茶品种油脂不饱和脂肪酸含量均在 90% 以上,饱和脂肪酸、不饱和脂肪酸、单不饱和脂肪酸含量最高的分别是云油茶 9 号、云油茶 14 号和云油茶 4 号。相关性分析表明:云油茶果实、种子、产量性状指标之间存在较强的相关性。通过主成分分析得到 5 个云油茶品种的引种表现综合评价高低排序为云油茶 13 号、云油茶 4 号、云油茶 3 号、云油茶 14 号和云油茶 9 号。综上,可优先推荐云油茶 13 号、云油茶 4 号和云油茶 3 号在贵州低热河谷区进行推广种植,以丰富贵州低热河谷区油茶品种结构。

**关键词:**油茶;引种;产量;品质;适应性;贵州

中图分类号:TS222+.1;S794.4 文献标识码:A 文章编号:1003-7969(2025)02-0101-07

## Evaluation on the introduction and cultivation of Yunnan *Camellia oleifera* superior varieties in low thermal valley area of Guizhou

ZHANG Jian<sup>1</sup>, GUO Guangzheng<sup>2</sup>, XU Debing<sup>3</sup>, KANG Zhuanmiao<sup>2</sup>,  
WANG Daigu<sup>2</sup>, LIANG Yongshun<sup>1</sup>

(1. Seedling Station of Xingyi, Xingyi 562400, Guizhou, China; 2. Subtropical Crops Institute of Guizhou, Guiyang 550025, China; 3. Yunnan Academy of Forestry, Kunming 650201, China)

**Abstract:**To clarify the adaptability of the Yunnan *Camellia oleifera* series of superior varieties in low thermal valley area of Guizhou for introduction and cultivation, the cultivation performances of five Yunnan *Camellia oleifera* superior varieties, namely No. 3, No. 4, No. 9, No. 13, and No. 14, in low thermal valley area of Guizhou were analyzed and evaluated based on the trait indicators such as fruits, seeds, yields and oil quality. The results indicated that regarding fruit traits, the fruit with the largest mass was No. 14, the

one with the best fruit uniformity was No. 9, the one with the thinnest pericarp was No. 13, the one with the roundest fruit was No. 13 and No. 9, and the rates of seed extraction from fresh fruits and dry fruits were both the highest for No. 13. In terms of seed traits, No. 9 had the highest seed mass, No. 3 had the best seed uniformity, No. 13, No. 9 and No. 4 had the highest kernel yield of dry seed, seed moisture content and seed kernel fat content,

收稿日期:2024-05-21;修回日期:2024-10-10

基金项目:贵州省林业种苗站“木本油料蒜头果和云油系列油茶新品种引种及栽培技术研究”项目(2023-GZZM-KBM-03)

作者简介:张 健(1972),男,高级工程师,研究方向为林木育种(E-mail)605642073@qq.com。

通信作者:梁永顺,高级工程师(E-mail)403477917@qq.com。

respectively. In terms of fruit yield and oil quality, the 3-year average fruit yield of No. 3 was the highest at 3.59 kg per plant, No. 13 had the highest fruit oil content, and the five Yunnan *Camellia oleifera* varieties all had more than 90% unsaturated fatty acids. No. 9, No. 14 and No. 4 had the highest content of saturated fatty acids, unsaturated fatty acids and monounsaturated fatty acids, respectively. Correlation analysis demonstrated a strong correlation among the trait indicators of fruits, seeds and yields. The ranking of the introduction performance evaluation for the five Yunnan *Camellia oleifera* varieties obtained through principal component analysis was as follows: No. 13, No. 4, No. 3, No. 14 and No. 9. In conclusion, it is recommended to prioritize the promotion and cultivation of No. 13, No. 4 and No. 3 in low thermal valley area of Guizhou to enrich the variety structure of *Camellia oleifera* in this region.

**Key words:** *Camellia oleifera*; introduction and cultivation; yield; quality; adaptability; Guizhou

油茶(*Camellia oleifera*)为山茶科(Theaceae)山茶属(*Camellia*)常绿灌木或小乔木,为我国特有木本油料树种,分布于湖南、江西、广西、湖北等15个省份<sup>[1]</sup>。2021年全国油茶林面积达459.2万 $\text{hm}^2$ ,油茶籽产量为394万t,产业产值达1920亿元<sup>[2]</sup>。贵州省作为全国油茶主产区之一,2022年油茶种植面积22.27万 $\text{hm}^2$ ,主要分布在黔东南、黔西南和铜仁等地<sup>[3-4]</sup>。当前,贵州省油茶产业基础较为薄弱,良种缺乏仍是制约其油茶产业发展的关键<sup>[5-6]</sup>。贵州省主推油茶品种以‘长林’和‘湘林’系列及其选育后代品种为主,主推自选良种较少,相对于22.27万 $\text{hm}^2$ 的种植规模,品种的多样性不足,加之良种繁育推广、栽培管理、精深加工等技术配套支撑不足,严重制约了贵州省油茶产业的快速发展<sup>[1,7-8]</sup>。

引进推广良种是化解贵州省油茶产业发展限制的有效措施之一,而明确油茶品种在不同地区生态环境的适应性是推广的关键前提。云油茶3号、云油茶4号、云油茶9号、云油茶13号和云油茶14号是云南省林业科学院油茶研究所历时多年选育出的高产、高油油茶良种,适应于与贵州相似的高海拔山地气候环境条件<sup>[9-10]</sup>,引进云油茶系列良种可作为对贵州油茶种类结构多样化的补充,但目前缺乏该系列良种在贵州省低热河谷区推广的相关报道。因此,本研究通过引进云油茶3号、云油茶4号、云油茶9号、云油茶13号和云油茶14号5个云油茶系列良种到贵州省黔东南州低热河谷区进行引种栽培试验,对该系列良种的果实、种子、产量及油脂品质性状、抗逆性状等表现进行调查分析和评价,筛选出适于贵州低热河谷区推广的云油茶良种,为丰富贵州油茶品种结构的多样化和促进油茶产业高质量发展提供支撑。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

#### 1.1.1 供试材料

云南省油茶研究所选育的云油茶3号、云油茶4

号、云油茶9号、云油茶13号和云油茶14号5个云油茶优良品种。5个品种于2017年1月由兴义市种苗站从云南省广南县引入嫁接苗,在引种地开展引种栽培试验,嫁接苗高20~50cm,地径0.2~0.5cm,苗木健壮。每个品种种植面积约667 $\text{m}^2$ ,定植株行距为3m $\times$ 4m,种植后每年都及时进行抚育管理,抚育管理均按当地常规管理,各品种管理水平一致。

#### 1.1.2 试验地概况

试验地位于贵州省黔东南州兴义市洛万乡秧木村,地处南盘江流域低热河谷区,热量充足,降水充沛,雨热同季,年降水量1000~1400mm,多年平均气温为23.5 $^{\circ}\text{C}$ ,无霜期330d以上,平均海拔801m,土壤为黄壤,土壤pH5.5~6.5。

#### 1.1.3 仪器与设备

CX-ACS电子台秤,东莞市亨美电器有限公司;LQ-C30002电子天平,上海瑶新电子科技有限公司;LF170数显IP54游标卡尺,衢州钢拓工具有限公司。

### 1.2 试验方法

#### 1.2.1 主要植物学性状测定

参照LY/T 2955—2018《油茶主要性状调查测定规范》对5个云油茶品种主要植物学性状(果实、种子、产量、油脂)进行描述和评价。

从2023年收获的全部云油茶鲜果中每个品种随机选取50个,用电子天平分别称量单果质量( $m_f$ ),手工剥出单果籽粒,称质量( $m_s$ ),并清点单果籽粒数( $Q$ ),用游标卡尺测定果实横径( $F_h$ )、纵径( $F_d$ )和果皮厚度( $F_l$ ),将单果鲜籽在45 $^{\circ}\text{C}$ 下烘干至恒重,用电子天平测定单果干籽质量( $m_d$ )和单果干仁质量( $m_k$ )。在2021—2023年试验地中,各品种在果实成熟期选择3行具有典型代表性的油茶植株,每行按顺序采收10株的全部果实,用电子台秤测量单株结果量,结果取平均值。各品种云油茶干籽种仁脂肪含量( $R_o$ )和种仁脂肪酸组成及相对含量的检测委托大

理州质量技术监督综合检测中心进行。

分别按式(1)~式(7)计算果实果形指数( $F$ )、鲜果出籽率( $R_f$ )、干出籽率( $R_d$ )、单籽质量( $m_z$ )、干籽出仁率( $K_r$ )、种子含水率( $x$ )和果油率( $R$ ),果实/种子均匀度以 50 个单果/单籽质量变异系数表示。

$$F = F_d/F_h \quad (1)$$

$$R_f = m_s/m_f \times 100\% \quad (2)$$

$$R_d = m_d/m_f \times 100\% \quad (3)$$

$$m_z = m_s/Q \quad (4)$$

$$K_r = m_k/m_d \times 100\% \quad (5)$$

$$x = (m_s - m_d)/m_s \times 100\% \quad (6)$$

$$R = (m_d \times K_r \times R_o)/m_f \times 100\% \quad (7)$$

### 1.2.2 数据处理与统计分析

采用 Excel 2016 进行数据统计,以标准差与均值比值计算变异系数(CV),采用 SPSS 26.0 统计软件进行单因素方差分析、相关性分析和主成分分析。

## 2 结果与讨论

### 2.1 果实性状

表 1 为 5 个云油茶品种果实性状。

表 1 5 个云油茶品种果实性状

Table 1 Fruit traits of 5 Yunnan *Camellia oleifera* varieties

项目	单果质量/g	果实均匀度/%	果皮厚度/mm	果形指数	鲜果出籽率/%	干出籽率/%
云油茶 3 号	22.25 ± 1.18a	26.37a	3.35 ± 0.47a	0.93 ± 0.03a	43.01 ± 4.91ab	22.25 ± 4.00a
云油茶 4 号	15.53 ± 2.21b	21.97a	2.89 ± 0.13a	1.04 ± 0.09a	39.89 ± 5.74b	25.81 ± 6.11a
云油茶 9 号	22.38 ± 3.57a	17.97a	3.03 ± 0.63a	1.01 ± 0.06a	45.30 ± 7.89ab	21.68 ± 3.59a
云油茶 13 号	23.46 ± 3.22a	29.31a	2.66 ± 0.22a	1.01 ± 0.04a	51.43 ± 2.92a	28.96 ± 0.82a
云油茶 14 号	24.42 ± 2.03a	20.55a	3.33 ± 0.24a	0.97 ± 0.11a	43.43 ± 3.91ab	22.64 ± 2.59a
均值	21.61	23.23	3.05	0.99	44.61	24.27
标准差	3.51	4.56	0.29	0.04	4.28	3.07
CV/%	16.25	19.64	9.64	4.30	9.59	12.67

注:表中数据为“均值 ± 标准差”,同列不同字母表示差异显著( $p < 0.05$ )。下同

Note: The data in the table are "mean ± standard deviation", and different letters in the same column indicate significant differences ( $p < 0.05$ ). The same below

由表 1 可知:5 个云油茶品种平均单果质量为 15.53 ~ 24.42 g,其中云油茶 14 号平均单果质量最高,而云油茶 4 号最低,且显著低于其他 4 个品种;果实均匀度越小表明果实越均匀,5 个云油茶品种果实均匀度为 17.97% ~ 29.31%,其中云油茶 9 号果实最均匀,而云油茶 13 号最不均匀;云油茶 3 号平均果皮厚度最大,云油茶 13 号最小;5 个云油茶品种果实果形指数在 0.93 ~ 1.04 之间,其中云油茶 9 号和云油茶 13 号果形较圆;5 个云油茶品种鲜果出籽率为 39.89% ~ 51.43%,其中云油茶 13 号的鲜果出籽率显著高于云油茶 4 号,而云油茶 13 号和

云油茶 4 号的鲜果出籽率与云油茶 3 号、云油茶 9 号和云油茶 14 号之间均无显著差异;5 个云油茶品种干出籽率在 21.68% ~ 28.96% 之间。各云油茶品种间果实均匀度、果皮厚度、果形指数和干籽出仁率差异均不显著;各云油茶品种果实性状指标变异系数存在较大差异,其中单果质量、果实均匀度和干出籽率的变异系数较大,分别为 16.25%、19.64% 和 12.67%,果皮厚度、果形指数和鲜果出籽率的变异系数较小,分别为 9.64%、4.30% 和 9.59%。

### 2.2 种子性状

表 2 为 5 个云油茶品种种子性状。

表 2 5 个云油茶品种种子性状

Table 2 Seed traits of 5 Yunnan *Camellia oleifera* varieties

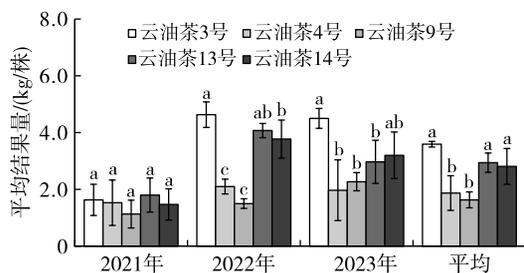
项目	单籽质量/g	种子均匀度/%	干籽出仁率/%	种子含水率/%	种仁脂肪含量/%
云油茶 3 号	2.44 ± 0.43b	14.09c	63.93 ± 4.38a	48.99 ± 4.43a	27.40 ± 1.15c
云油茶 4 号	2.65 ± 1.16b	20.22bc	64.37 ± 3.72a	33.86 ± 6.68b	34.63 ± 0.93a
云油茶 9 号	5.14 ± 1.42a	23.62ab	59.26 ± 4.11a	52.40 ± 1.28a	27.00 ± 1.20c
云油茶 13 号	3.91 ± 0.84ab	23.60ab	65.36 ± 1.08a	44.91 ± 4.50a	31.70 ± 1.87b
云油茶 14 号	4.15 ± 0.54ab	30.20a	62.49 ± 5.69a	47.38 ± 0.72a	26.63 ± 1.62c
均值	3.66	22.34	63.08	45.51	29.47
标准差	1.12	5.86	2.37	7.06	3.54
CV/%	30.57	26.24	3.76	15.51	12.00

由表2可知:云油茶9号的单籽质量最大,显著高于云油茶3号和云油茶4号,而与云油茶13号和云油茶14号无显著差异,云油茶3号、云油茶4号、云油茶13号、云油茶14号间的单籽质量差异不显著;云油茶3号种子均匀度最好,而云油茶14号的种子均匀度最差;5个云油茶品种间的干籽出仁率差异不显著,其中云油茶13号的干籽出仁率最高,为65.36%,云油茶9号的最低,为59.26%;各云油茶品种种子含水率在33.86%~52.40%之间,其中云油茶4号的种子含水率显著低于其他4个品种,其他4个品种间无显著差异;5个云油茶品种间种仁脂肪含量在26.63%~34.63%之间,云油茶4号种仁脂肪含量最高,且显著高于其他4个品种,云油茶13号种仁脂肪含量显著高于云油茶3号、云油茶9号和云油茶14号,而云油茶3号、云油茶9号和云油茶14号的种仁脂肪含量无显著差异。各云油茶品种种子性状指标变异系数存在一定差异,单籽质量和种子均匀度变异系数较大,分别为30.57%和26.24%,而干籽出仁率、种子含水率和种仁脂肪含量的变异系数分别为3.76%、15.51%和12.00%。

## 2.3 产量性状

### 2.3.1 结果量

单株结果量是评价油茶品种优劣的主要指标之一。图1为5个云油茶品种平均结果量。



注:不同字母表示组内差异显著( $p < 0.05$ )

Note: Different letters indicate significant differences within group ( $p < 0.05$ )

图1 5个云油茶品种平均结果量

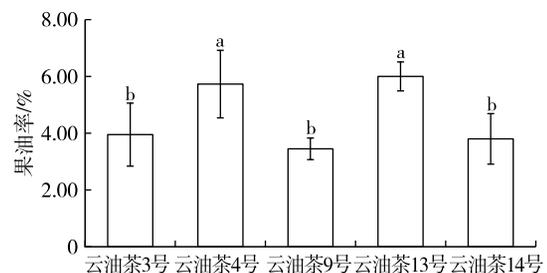
Fig. 1 Mean fruit yield of 5 Yunnan *Camellia oleifera* varieties

由图1可知:2021年各云油茶品种的平均结果量为1.13~1.80 kg/株,平均值为1.51 kg/株,且各云油茶品种间的平均结果量无显著差异;2022年5个云油茶品种平均结果量为1.50~4.63 kg/株,平均值为3.21 kg/株,其中云油茶3号、云油茶13号和云油茶14号平均结果量显著高于云油茶4号和云油茶9号;2023年5个云油茶品种平均结果量为1.97~4.50 kg/株,平均值为2.98 kg/株,其中云油

茶3号平均结果量显著高于云油茶4号、云油茶9号和云油茶13号,与云油茶14号无显著差异,而云油茶4号、云油茶9号、云油茶13号和云油茶14号间平均结果量无显著差异。2021—2023年云油茶3号、云油茶4号、云油茶9号、云油茶13号和云油茶14号3年平均结果量分别为3.59、1.87、1.63、2.94 kg/株和2.81 kg/株,平均值为2.57 kg/株,其中:云油茶3号3年平均结果量最高,云油茶9号最低,云油茶3号、云油茶13号和云油茶14号3年平均结果量显著高于云油茶4号和云油茶9号。这与在云南不同地区相同品种的结果量存在一定差异<sup>[9-11]</sup>。这是因为油茶结果量不仅与品种有关,还受地理位置、气候因子、冠幅大小、叶片特征、立地条件等影响<sup>[12-14]</sup>。

### 2.3.2 果油率

图2为5个云油茶品种的果油率。



注:不同字母表示差异显著( $p < 0.05$ )

Note: Different letters indicate significant differences ( $p < 0.05$ )

图2 5个云油茶品种果油率

Fig. 2 Fruit oil content of 5 Yunnan *Camellia oleifera* varieties

由图2可知,云油茶3号、云油茶4号、云油茶9号、云油茶13号和云油茶14号的果油率分别为3.95%、5.73%、3.45%、6.00%和3.80%,其中云油茶13号和云油茶4号的果油率最高,且显著高于其他3个云油茶品种,云油茶3号、云油茶9号和云油茶14号的果油率无显著差异。

### 2.4 油脂品质性状

表3为5个云油茶品种种仁脂肪酸组成及相对含量。

由表3可知,云油茶品种种仁油共检出棕榈酸、硬脂酸、油酸、亚油酸、亚麻酸、花生油酸等6种脂肪酸,平均含量分别为7.30%、2.10%、83.16%、6.51%、0.34%、0.48%,5个云油茶品种间种仁油的各脂肪酸含量存在一定差异。5个云油茶种仁油脂肪酸组间存在不同程度的变异,其中硬脂酸、亚油酸和亚麻酸的变异系数较大,分别为12.16%、12.42%和11.45%,其次是棕榈酸和花生油酸,变

异系数分别为2.51%和4.02%，油酸的变异系数最小，为0.67%，这表明5个油茶品种种仁油脂肪酸中油酸的含量较稳定。5个云油茶品种种仁油的SFA含量在9.08%~9.64%之间，其中云油茶9号的SFA含量最高，云油茶14号的最低；5个云油茶

品种种仁油的UFA含量在90.05%~90.73%之间，其中云油茶14号的UFA含量最高，云油茶4号的最低；5个云油茶品种种仁油中MUFA含量在82.97%~84.31%之间，其中云油茶4号的MUFA含量最高，云油茶3号的最低。

表3 5个云油茶品种种仁油脂肪酸组成及相对含量

Table 3 Fatty acid compositions and relative content of seed kernels oils of 5 Yunnan *Camellia oleifera* varieties %

项目	棕榈酸	硬脂酸	油酸	亚油酸	亚麻酸	花生油酸	SFA	UFA	MUFA
云油茶3号	7.42	1.95	82.50	7.31	0.33	0.47	9.37	90.61	82.97
云油茶4号	7.46	2.08	83.80	5.37	0.37	0.51	9.54	90.05	84.31
云油茶9号	7.10	2.54	83.60	6.02	0.29	0.47	9.64	90.38	84.07
云油茶13号	7.42	1.93	82.70	7.13	0.38	0.46	9.35	90.66	83.16
云油茶14号	7.10	1.98	83.20	6.74	0.31	0.48	9.08	90.73	83.68
均值	7.30	2.10	83.16	6.51	0.34	0.48	9.40	90.49	83.64
标准差	0.18	0.25	0.56	0.81	0.04	0.02	0.21	0.28	0.57
CV	2.51	12.16	0.67	12.42	11.45	4.02	2.28	0.31	0.68

注：表中数据为平均值；SFA. 饱和脂肪酸；UFA. 不饱和脂肪酸；MUFA. 单不饱和脂肪酸

Note: The data in the table are average, SFA. Saturated fatty acids, UFA. Unsaturated fatty acids, MUFA. Monounsaturated fatty acids

## 2.5 抗逆性

据2017—2023年连续试验观测发现，5个云油茶品种在观测期较少有病虫害发生。另外，在2022—2023年黔西南州冬、春季遭遇严重干旱时，5个云油茶品种均未出现干旱死亡情况，故5个云油茶品种

在贵州低热河谷区的抗寒性和抗旱性均较好。

## 2.6 引种表现评价

### 2.6.1 相关性分析

对5个云油茶品种的果实、种子和产量性状指标进行Pearson相关性分析，结果见表4。

表4 5个云油茶品种各项性状指标的相关性

Table 4 Correlation of different traits of 5 Yunnan *Camellia oleifera* varieties

指标	单果质量	果实均匀度	果皮厚度	果形指数	鲜果出籽率	干出籽率	单籽质量	种子均匀度	干籽出仁率	种子含水率	种仁脂肪含量	平均结果量	果油率
单果质量	1.000												
果实均匀度	0.195	1.000											
果皮厚度	0.270	-0.262	1.000										
果形指数	-0.519*	-0.387	-0.318	1.000									
鲜果出籽率	0.495	0.230	-0.628*	0.002	1.000								
干出籽率	0.026	0.219	-0.634*	0.086	0.691**	1.000							
单籽质量	0.358	-0.409	-0.075	0.197	0.323	-0.425	1.000						
种子均匀度	0.253	-0.376	0.120	0.151	0.015	0.040	0.579*	1.000					
干籽出仁率	-0.171	0.198	-0.101	-0.183	-0.023	0.461	-0.170	0.060	1.000				
种子含水率	0.710**	-0.093	0.262	-0.214	0.307	-0.996**	0.458	-0.007	-0.480	1.000			
种仁脂肪含量	-0.718**	0.117	-0.586*	0.473	0.014	0.787**	-0.351	-0.241	0.384	-0.791**	1.000		
平均结果量	0.358	0.182	0.235	-0.407	0.200	-0.132	-0.288	-0.062	0.402	0.125	-0.248	1.000	
果油率	-0.288	0.208	-0.613*	0.197	0.423	0.903**	-0.138	-0.025	0.583*	-0.675**	0.783**	0.129	1.000

注：\* . $p < 0.05$  显著相关，\*\* . $p < 0.01$  极显著相关

Note: \*  $p < 0.05$ , \*\*  $p < 0.01$

由表4可知:单果质量与种子含水率呈极显著正相关,与果形指数呈显著负相关,与种仁脂肪含量呈极显著负相关;果皮厚度与鲜果出籽率、干出籽率、种仁脂肪含量和果油率呈显著负相关;鲜果出籽率与干出籽率呈极显著正相关;干出籽率与种仁脂肪含量和果油率呈极显著正相关,与种子含水率呈极显著负相关;单籽质量与种子均匀度呈显著正相关;干籽出仁率与果油率呈显著正相关;种子含水率与种仁脂肪含量和果油率呈极显著负相关;种仁脂肪含量与果油率呈极显著正相关。由此可知,5个云油茶品种各项性状指标之间有一定相关性,不能仅通过单个指标对该系列油茶品种优劣进行评价,还应综合考虑果实、种子、产量性状等指标,以评价品种引种表现优劣。

### 2.6.2 主成分分析

主成分分析法在油茶的性状分析与评价方面被广泛应用<sup>[15-18]</sup>。为全面评价品种优劣,选择单果质量、鲜果出籽率、干出籽率、干籽出仁率、种仁脂肪含量、平均结果量和果油率7个指标进行主成分分析。表5为提取的3个主成分的特征向量、特征值和方差贡献率。

表5 主成分指标的特征向量、特征值及方差贡献率

Table 5 Principal component indicator eigenvectors, eigenvalues, and variance contribution rates

项目	特征向量		
	第1主成分	第2主成分	第3主成分
单果质量	0.006	0.753	-0.652
鲜果出籽率	-0.536	0.814	0.167
干出籽率	0.179	0.792	0.570
干籽出仁率	0.919	0.300	0.247
种仁脂肪含量	0.821	0.342	-0.455
平均结果量	0.938	-0.341	0.054
果油率	0.994	0.054	0.087
特征值	3.708	2.183	1.056
方差贡献率/%	52.965	31.180	15.091
累积方差贡献率/%	52.965	84.145	99.237

由表5可知,前3个主成分的累积方差贡献率为99.237%,因此可利用前3个主成分替代原来的7个指标,对5个云油茶品种引种栽培表现进行综合评价。其中:第1主成分(PC1)的特征值为3.708,方差贡献率为52.965%,主要代表指标为鲜果出籽率、干籽出仁率、种仁脂肪含量、平均结果量和果油率;第2主成分(PC2)的特征值为2.183,方差贡献率为31.180%,主要代表指标为单果质量、鲜果出籽率和干出籽率;第3主成分(PC3)的特征值为1.056,方差贡献率为15.091%,主要代表指标

为单果质量和干出籽率。在主成分分析的基础上,以选取的3个主成分的方差贡献率占累积方差贡献率的比例为权重,构建油茶引种栽培表现的综合评价模型 $X = 0.534X_1 + 0.314X_2 + 0.152X_3$ ,式中: $X$ 为综合得分, $X_1$ 、 $X_2$ 、 $X_3$ 分别为PC1、PC2、PC3的得分。通过综合评价模型计算各品种综合得分并排序,得分越高,说明该品种综合表现越好。表6为5个云油茶品种的主成分得分和排名。

表6 5个云油茶品种的主成分得分和排名

Table 6 Scores and rankings of 5 Yunnan *Camellia oleifera* varieties

品种	主成分得分			综合得分	排名
	PC1	PC2	PC3		
云油茶3号	-0.805	0.611	-1.373	-0.447	3
云油茶4号	2.056	-2.060	-0.306	0.405	2
云油茶9号	-1.973	-0.802	1.254	-1.115	5
云油茶13号	2.063	1.810	0.753	1.784	1
云油茶14号	-1.341	0.441	-0.329	-0.628	4

由表6可知,5个云油茶品种综合得分从高到低依次为云油茶13号、云油茶4号、云油茶3号、云油茶14号和云油茶9号,表明云油茶13号综合表现最好,而云油茶9号综合表现较差。

### 3 结论

对5个云油茶品种在贵州低热河谷区的果实、种子、产量及油脂品质等性状指标进行分析,结果表明,5个云油茶品种间各性状存在差异,其中:云油茶3号结果量大、种子均匀度较好;云油茶4号种仁脂肪含量高,油脂中MUFA含量最高;云油茶9号果实单籽质量大,果形较圆,油脂中SFA含量最高;云油茶13号果形较圆,结果量较多,果油率高,鲜果出籽率、干出籽率和干籽出仁率均最高;云油茶14号为大果品种,单果质量、种子均匀度、UFA含量均最高。相关性分析表明,5个云油茶品种的果实性状、种子性状、产量性状指标之间存在较强的相关性,对5个云油茶品种在贵州低热河谷区的引种表现进行综合评价表明,5个云油茶品种综合得分从高到低依次为云油茶13号、云油茶4号、云油茶3号、云油茶14号和云油茶9号。综合考虑,推荐云油茶13号、云油茶4号和云油茶3号在贵州低热河谷区进行推广种植,以丰富贵州低热河谷区油茶品种结构。另外,针对贵州省内其他油茶生态栽培区域实际生产和气候环境条件差异,该系列品种在贵州省内不同生态栽培区栽培表现仍需要进一步开展试验研究,以确保云油茶系列油茶良种的推广应用效果。

## 参考文献:

- [1] 陈永忠, 邓绍宏, 陈隆升, 等. 油茶产业发展新论[J]. 南京林业大学学报(自然科学版), 2020, 44(1): 1-10.
- [2] 陈永忠. 我国油茶科技进展与未来核心技术[J]. 中南林业科技大学学报, 2023, 43(7): 1-22.
- [3] 刘广. 贵州典型油茶种植区土壤特征与茶油品质综合分析研究[D]. 贵阳: 贵州师范大学, 2023.
- [4] 范丽美, 侯黔灵. 贵州省油茶加工业现状、存在问题及发展对策[J]. 中国油料作物学报, 2024, 46(2): 260-266.
- [5] 邓雪, 田美芬, 杨守禄, 等. 贵州油茶产业状况分析[J]. 绿色科技, 2021, 23(7): 86-88.
- [6] 邓可, 许俊波, 廖德胜, 等. 贵州省册亨县油茶产业发展现状及对策思考[J]. 贵州林业科技, 2022, 50(2): 51-55.
- [7] 范玉蓉, 刘四黑, 王蓉, 等. 铜仁市油茶种质资源现状及产业发展对策分析[J]. 南方农业, 2023, 17(3): 193-197.
- [8] 肖明静, 杨秀钟, 蒲洪菊, 等. 黔东南州油茶产业发展现状、问题及对策分析[J]. 贵州林业科技, 2021, 49(1): 48-51, 47.
- [9] 王菖莉, 陈福, 徐德兵, 等. 5个油茶新品种的选育[J]. 现代农业科技, 2019(5): 31-37.
- [10] 马洪军, 牛焕琼, 刘英杰, 等. 红河引种云油茶新品种的早期适应性研究[J]. 西部林业科学, 2012, 41(1): 99-102.
- [11] 徐德兵, 陈福, 向华, 等. “云油茶3号”等5个油茶品种在师宗县的早期适应性研究[J]. 西部林业科学, 2019, 48(2): 84-89.
- [12] 胡玉玲, 吴娇娇, 严兴, 等. 不同库源调节处理对油茶经济性状的影响[J]. 山地农业生物学报, 2021, 40(5): 56-61.
- [13] 程离, 闫梦, 任志华, 等. 江西不同生境五个长林系列油茶生长和产量的相关分析[J]. 江西农业大学学报, 2024, 46(1): 139-151.
- [14] 陈永忠, 许彦明, 张震, 等. 油茶果实主要数量性状分析及育种指标体系筛选[J]. 中南林业科技大学学报, 2021, 41(3): 1-9.
- [15] 向婷婷, 孔庆博, 郑倩, 等. 野生油茶资源与引进品种的经济性状及脂肪酸组成对比分析[J]. 中国粮油学报, 2022, 37(8): 253-260.
- [16] 向婷婷, 郑倩, 汪秋凤, 等. 四川雅安野生油茶经济性状及脂肪酸组成[J]. 中国油脂, 2021, 46(10): 98-103.
- [17] 陈晓, 魏振宇, 程一鸣, 等. 阳新本地油茶种质果实性状分析与评价[J]. 安徽农业大学学报, 2023, 50(6): 936-942.
- [18] 杨露, 高超, 廖德胜, 等. 贵州低热河谷区油茶种质果实性状分析与评价[J]. 植物遗传资源学报, 2022, 23(2): 430-441.

(上接第79页)

## 参考文献:

- [1] POPKIN B M, ADAIR L S, NG S W. Global nutrition transition and the pandemic of obesity in developing countries[J]. Nutr Rev, 2012, 70(1): 3-21.
- [2] 房红芸, 何宇纳, 于冬梅, 等. 中国居民食用油摄入状况及变化[J]. 中国食物与营养, 2017, 23(2): 56-58.
- [3] 蒲刚伟. 城市居民食用油营养认知与消费行为研究[D]. 北京: 中国农业科学院, 2020.
- [4] LEE Y Y, TANG T K, LAI O M. Health benefits, enzymatic production, and application of medium- and long-chain triacylglycerol (MLCT) in food industries: A review[J]. J Food Sci, 2012, 77(8): R137-R144.
- [5] 王秀秀, 贾敏, 宗爱珍, 等. 中国结构脂产业现状与发展对策建议[J]. 粮油食品科技, 2023, 31(1): 12-20.
- [6] LEE Y Y, TANG T K, CHAN E S, et al. Medium chain triglyceride and medium- and long chain triglyceride: Metabolism, production, health impacts and its applications: A review[J]. Crit Rev Food Sci Nutr, 2022, 62(15): 4169-4185.
- [7] 彭斌. 新型类母乳 OMO 型结构酯的酶法合成、动力学模拟及对肝细胞脂质代谢的影响[D]. 南昌: 南昌大学, 2021.
- [8] ZHAO M L, HU J N, ZHU X M, et al. Enzymatic synthesis of medium- and long- chain triacylglycerols - enriched structured lipid from *Cinnamomum camphora* seed oil and camellia oil by Lipozyme RM IM[J]. Int J Food Sci Tech, 2014, 49(2): 453-459.
- [9] LU J, JIN Q, WANG X, et al. Preparation of medium and long chain triacylglycerols by lipase-catalyzed interesterification in a solvent-free system[J]. Process Biochem, 2017, 54: 89-95.
- [10] 杨颖, 熊巍林, 汪增乾, 等. Lipozyme TL IM 催化合成中长链脂肪酸甘油三酯的工艺优化[J]. 中国油脂, 2022, 47(12): 37-40, 63.
- [11] 邹孝强, 高盼, 徐林海, 等. 基于核桃油的中长链甘油三酯的酶法制备及纯化[J]. 中国油脂, 2022, 47(4): 58-63.
- [12] 王瑞元. 我国葵花籽油产业现状及发展前景[J]. 中国油脂, 2020, 45(3): 1-3.
- [13] 周易枚, 刘尧刚, 王忠强. 浓香葵花籽油加工工艺实践[J]. 粮食与食品工业, 2020, 27(5): 33-35.
- [14] 张运艳, 顾斌, 陈凤香, 等. 高油酸葵花籽油与普通葵花籽油的比较研究[J]. 粮食与油脂, 2015, 28(7): 50-52.