

凉山州 14 个核桃品种主要经济指标 及脂肪酸组成分析

金银春¹,任波¹,胡定林²,陈善波¹,余凌帆¹

(1. 四川省林业科学研究院,成都 610081; 2. 凉山州现代林业产业发展指导服务中心,四川 凉山 615000)

摘要:为全面评价、合理利用四川省凉山州现有核桃品种,对凉山州 14 个核桃品种的主要经济指标及脂肪酸组成进行了测定,计算了各指标变异系数和遗传多样性指数,并对各指标进行相关性分析和聚类分析。结果表明:14 个核桃品种中,粗脂肪含量较高的核桃品种有小圆、美姑大泡、冕漾等,蛋白质含量较高的核桃品种有陆佳、香酥、白鹤滩米核桃等;香酥为高油酸含量品种,利丰紫瓢、大凉山紫伊核桃晚熟 2 号为高亚油酸含量品种,盐源早、冬晚、利丰紫瓢为高 α -亚麻酸含量品种,盐源早、冬晚、小圆的亚油酸与 α -亚麻酸含量比值更接近 4;出仁率、粗脂肪含量、棕榈酸含量的变异系数较低,均小于 10%,说明这 3 个指标较稳定;主要经济指标与脂肪酸含量的遗传多样性指数的变化范围为 1.57~2.14,其中,出仁率的遗传多样性指数最低,十七碳酸含量的遗传多样性指数最高;三径均值与单果质量存在极显著正相关性,蛋白质含量与 α -亚麻酸含量存在显著负相关性,油酸含量与亚油酸含量存在极显著负相关性;经聚类分析,在欧氏距离为 20 时,14 个核桃品种被分为 2 个组群,小圆、香酥聚为一组,其他 12 个品种聚为一组。综上,14 个核桃品种均为当地的优良品种,可对油脂含量高、蛋白质含量高、脂肪酸比例合理及其他特异性指标有优势的品种有针对性地加以利用。

关键词:凉山州;核桃;品种;经济指标;脂肪酸

中图分类号:TS222+.1;TS201.4 文献标识码:A 文章编号:1003-7969(2025)01-0135-06

Analysis of main economic indexes and fatty acid composition of 14 walnut cultivars in Liangshan Prefecture

JIN Yinchun¹, REN Bo¹, HU Dinglin², CHEN Shanbo¹, YU Lingfan¹

(1. Sichuan Academy of Forestry, Chengdu 610081, China; 2. Liangshan Modern Forestry Industry Development Center, Liangshan 615000, Sichuan, China)

Abstract: In order to comprehensively evaluate and rationally utilize the existing walnut cultivars in Liangshan Prefecture, Sichuan Province, the main economic indexes and fatty acid composition of 14 walnut cultivars in Liangshan Prefecture were measured, the coefficient of variation and genetic diversity index of each index were calculated, and correlation analysis and cluster analysis were carried out for each index. The results showed that among the 14 walnut cultivars, the ones with higher crude fat content were Xiaoyuan, Meigu Dabao, Mianyang, etc., and the ones with higher protein content were Lujia, Xiangsu, Baihetan rice walnut, etc. Xiangsu was a special cultivar with high content of oleic acid, Lifeng Purple Pulp and Daliangshan Ziyi Walnut Late Maturity No. 2 had high content of linoleic acid, Yanyuanzao, Dongwan, Lifeng Purple Pulp had high content of α -linolenic acid. The ratio of linoleic

acid content to α -linolenic acid content was close to 4 of Yanyuanzao, Dongwan and Xiaoyuan. The coefficient of variation of kernel yield, crude fat content and palmitic acid content (less than 10%) was low, indicating that these three indexes were stable. The genetic diversity index of the main economic indexes and fatty acid

收稿日期:2023-07-12;修回日期:2024-09-14

基金项目:四川省林业和草原局省级财政专项资金(2022CZZZ13);四川省科技计划项目(2023JDZH0009)

作者简介:金银春(1984),男,高级工程师,硕士,主要从事经济林研究工作(E-mail)27368555@qq.com。

通信作者:陈善波,副研究员(E-mail)593266383@qq.com。

content of 14 walnut cultivars ranged from 1.57 to 2.14, in which the genetic diversity index of the kernel yield was the lowest, and the genetic diversity index of the heptadecanoic acid was the highest. There was a significant positive correlation between the mean value of three diameters and single fruit weight, a significant negative correlation between protein content and α -linolenic acid content, and a significant negative correlation between oleic acid content and linoleic acid content. By cluster analysis, 14 walnut cultivars were divided into 2 groups when Euclidean distance was 20, the Xiaoyuan and Xiangsu were clustered into one group, and the other 12 cultivars were clustered into one group. In conclusion, 14 walnut cultivars are all local excellent cultivars, and walnut cultivars with high fat content, high protein content, reasonable fatty acid ratio and other specific indicators can be utilized in a targeted manner.

Key words: Liangshan Prefecture; walnut; cultivar; economic index; fatty acid

核桃是胡桃科(Juglandaceae)胡桃属(*Juglans*)和山核桃属(*Carya*)具有栽培利用价值树种的统称,包括普通核桃(*Juglans regia*)、泡核桃(*Juglans sigillata*)、山核桃(*Carya cathayensis*)以及薄壳山核桃(*Carya illinoensis*)4个种^[1-3]。四川省凉山州辖区面积约6.04万km²,属亚热带季风气候,年均温度11.2~19.4℃,年降雨量800~1250mm,70%以上为山区,垂直地带性气候差异显著,自然分布有丰富的普通核桃、泡核桃栽培品种。由于独特的地质演化,凉山州形成以高山深谷为主,兼有平坝、河谷、丘陵相间的特色地形地貌,加之光热资源丰富,现已成为四川核桃产业高质量发展的重要产区之一^[4]。近年来,随着国家“加快发展木本粮油产业”政策的提出,凉山州核桃栽培面积和产量逐年上升。同时,筛选出一批具有地方特色的优良品种,并获得了广泛推广,如盐源早、冕漾、紫玥、清香等品种^[5-7]。传统的核桃品种选育关注的经济指标主要有三径均值、单果质量、出仁率、粗脂肪含量、蛋白质含量,而对脂肪酸组分及含量关注较少^[8-9]。为进一步掌握现有核桃品种的表现特征,本文对四川省凉山州14个核桃品种的主要经济指标、脂肪酸组成进行测定和分析,以期在当地选择性状优良、脂肪含量高、蛋白质含量高、脂肪酸比例合理的核桃品种以及特色油用品种开发利用提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 实验材料

1.1.1 原料与试剂

根据当地林业部门的相关资料,选择凉山州7个县14个核桃品种(良种)进行测定分析,包括3个审定良种,7个认定良种,1个植物新品种,3个农家品种,核桃品种信息见表1。每个样本选择4棵树,每棵树按照东、南、西、北、中5个方向,各采集5个果实,共计采集100个果实大小基本一致、坚果完整饱满的

核桃样品运往实验室,去除青皮后烘干至恒重备用。

表1 核桃品种信息

Table 1 Information of walnut cultivars

品种	类型	样品来源	所属种
盐源早	审定良种	盐源县龙塘镇	普通核桃
陆佳	植物新品种	盐源县龙塘镇	泡核桃
清香	审定良种	盐源县龙塘镇	普通核桃
紫玥	认定良种	盐源县龙塘镇	泡核桃
小圆	农家品种	盐源县龙塘镇	普通核桃
冬晚	农家品种	会理县益门镇	泡核桃
香酥	认定良种	盐源县龙塘镇	泡核桃
大凉山紫伊核桃晚熟2号	认定良种	德昌县昌州街道	泡核桃
康乌1号	认定良种	木里县乔瓦镇	普通核桃
冕漾	审定良种	冕宁县健美乡	泡核桃
冕宁103	农家品种	冕宁县健美乡	泡核桃
利丰紫瓢	认定良种	冕宁县健美乡	泡核桃
美姑大泡	认定良种	美姑县觉洛乡	泡核桃
白鹤滩米核桃	认定良种	宁南县白鹤滩镇	普通核桃

混合脂肪酸甲酯标准品、甲醇(色谱纯)、异辛烷(色谱纯),上海安谱实验科技股份有限公司;石油醚、乙醚、正己烷、盐酸、硫酸、氢氧化钠、氢氧化钾,均为分析纯,广东西陇化工股份有限公司;超纯水。

1.1.2 仪器与设备

FOSS 8200 半自动凯氏定氮仪、消化炉,瑞典FOSS公司;SFG型电热恒温鼓风干燥箱,黄石市恒丰医疗器械有限公司;GC-7890A气相色谱仪,美国Agilent公司。

1.2 实验方法

1.2.1 核桃坚果主要经济指标的测定

使用游标卡尺(精度0.01cm)测定核桃坚果的横径、纵径和侧径,以三者之和的平均值计算三径均值;使用分析天平(精度0.01g)测定核桃仁质量和单果质量,其中,出仁率为核桃仁质量与单果质量的

比值;核桃仁蛋白质含量参照 GB 5009.5—2016《食品安全国家标准 食品中蛋白质的测定》第一法凯氏定氮法进行测定;核桃仁粗脂肪含量参照 GB 5009.6—2016《食品安全国家标准 食品中脂肪的测定》第一法索氏抽提法进行测定。

1.2.2 脂肪酸组成的测定

参照 GB 5009.168—2016《食品安全国家标准 食品中脂肪酸的测定》第三法归一化法对核桃的脂肪酸组成及含量进行测定,通过脂肪酸甲酯标准品保留时间定性,峰面积归一化法定量。色谱条件:DB-FastFAME 毛细管色谱柱(30 m×0.25 mm,0.2 μm);升温程序为 75℃保持 0.5 min,以 40℃/min 升至 165℃,保持 1 min,以 5℃/min 升至 194℃,保持 10 min,以 4℃/min 升至 220℃,保持 2 min;载气为氮气;进样量 1.0 μL;进样器温度 220℃;检测器温度 260℃;分流比 10:1。

1.2.3 数据分析

运用变异系数、遗传多样性指数、相关性分析、聚类分析等方法进行数据分析。遗传多样性分析参考崔翠等^[10]的处理与计算方法,计算遗传多样性指数(H);相关性分析采用 Pearson 相关系数进行分析;聚类分析采用欧氏距离进行系统聚类。数据整理与统计分析使用 Office2010、SPSS26.0。

2 结果与分析

2.1 不同核桃品种的主要经济指标及脂肪酸组成

凉山州 14 个核桃品种的主要经济指标如表 2 所示。

由表 2 可知:14 个核桃品种的三径均值范围为 2.57~4.02 cm,其中小圆的最小,冕漾的最大;14 个核桃品种单果质量范围为 6.60~17.94 g,其中小

圆的最小,香酥的最大;14 个核桃品种出仁率范围为 50.27%~58.91%,其中白鹤滩米核桃的最小,利丰紫瓢的最大;14 个核桃品种的粗脂肪含量范围为 59.4%~68.3%,含量较高的品种有小圆、美姑大泡、冕漾等;14 个核桃品种的蛋白质含量范围为 12.4%~19.9%,含量较高的品种有陆佳、香酥、白鹤滩米核桃等。在泡核桃种中,粗脂肪含量较高的品种有美姑大泡、冕漾、冬晚;在普通核桃种中,粗脂肪含量较高的品种有小圆、盐源早、清香。可见,在核桃、泡核桃 2 个栽培种中,均有粗脂肪含量较高的栽培品种。

表 2 14 个核桃品种的主要经济指标

Table 2 Main economic indexes of 14 walnut cultivars

核桃品种	三径 均值/cm	单果 质量/g	出仁率/ %	粗脂肪 含量/%	蛋白质 含量/%
盐源早	3.89	17.31	55.64	64.0	17.8
陆佳	3.35	9.45	50.37	63.2	19.9
清香	3.98	16.39	52.50	63.3	14.6
紫玥	3.83	13.96	56.86	60.0	16.4
小圆	2.57	6.60	55.61	68.3	12.4
冬晚	3.28	12.92	50.46	64.2	12.5
香酥	3.63	17.94	55.40	59.7	19.0
大凉山紫伊核 桃晚熟 2 号	3.54	12.68	57.41	59.4	16.3
康乌 1 号	3.62	13.75	51.14	60.4	15.6
冕漾	4.02	14.76	52.03	66.1	15.8
冕宁 103	3.65	11.42	58.14	61.9	14.7
利丰紫瓢	3.61	12.24	58.91	63.6	14.5
美姑大泡	3.80	14.04	57.84	66.4	14.8
白鹤滩米核桃	3.11	6.85	50.27	61.7	18.3

凉山州 14 个核桃品种的脂肪酸组成及含量见表 3。

表 3 14 个核桃品种的脂肪酸组成及含量

Table 3 Fatty acid composition and content of 14 walnut cultivars

核桃品种	相对含量/%										
	棕榈酸	棕榈一 烯酸	十七 碳酸	十七碳 一烯酸	硬脂酸	油酸	亚油酸	α- 亚麻酸	花生酸	花生一 烯酸	亚油酸/α- 亚麻酸
盐源早	6.35	0.10	0.07	0.04	2.55	20.20	60.26	10.20	0.08	0.15	5.91
陆佳	5.76	0.08	0.07	0.06	1.99	29.10	57.20	5.54	0.06	0.16	10.32
清香	6.17	0.08	0.06	0.03	3.25	19.80	61.90	8.45	0.10	0.18	7.33
紫玥	6.78	0.12	0.06	0.04	2.37	23.60	60.80	6.00	0.07	0.14	10.13
小圆	5.62	0.11	0.05	0.05	2.54	37.10	46.40	7.89	0.09	0.15	5.88
冬晚	5.09	0.08	0.04	0.03	2.54	25.70	56.80	9.53	0.07	0.15	5.96
香酥	4.97	0.07	0.06	0.06	3.23	41.30	44.40	5.65	0.11	0.20	7.86
大凉山紫伊核 桃晚熟 2 号	6.38	0.11	0.06	0.04	2.91	21.20	62.80	6.30	0.08	0.13	9.97
康乌 1 号	5.89	0.07	-	-	2.23	31.50	51.80	8.29	0.09	0.18	6.25
冕漾	7.03	0.15	0.05	-	2.36	19.20	62.70	8.29	0.08	0.12	7.56

续表 3

核桃品种	相对含量/%										亚油酸/ α - 亚麻酸
	棕榈酸	棕榈一 烯酸	十七 碳酸	十七碳 一烯酸	硬脂酸	油酸	亚油酸	α - 亚麻酸	花生酸	花生一 烯酸	
冕宁 103	6.12	0.10	0.05	-	1.91	21.30	62.00	8.30	0.06	0.15	7.47
利丰紫瓢	6.42	0.14	-	-	2.43	15.50	65.90	9.38	0.07	0.12	7.03
美姑大泡	6.05	0.10	0.06	0.06	2.56	29.70	54.90	6.41	0.08	0.15	8.56
白鹤滩米核桃	6.43	0.10	0.05	0.04	2.62	26.90	59.60	4.04	0.08	0.19	14.75

注: - 为未检出

Note: - . Not detected

由表 3 可知,14 个核桃品种中共检出 10 种脂肪酸(个别品种未检出十七碳酸、十七碳一烯酸),以亚油酸、油酸、 α -亚麻酸等不饱和脂肪酸为主,不同品种间的脂肪酸含量有差异,各品种的亚油酸和油酸总含量均大于 80%。研究表明,食用油中亚油酸与亚麻酸含量的比值为 4 时,最有利于人体健康^[11-12]。14 个核桃品种的亚油酸与亚麻酸含量比值为 5~15,其中,盐源早、冬晚、小圆的亚油酸与 α -亚麻酸含量比值更接近 4。香酥为高油酸含量核桃品种,利丰紫瓢、大凉山紫伊核桃晚熟 2 号为高

亚油酸含量品种,盐源早、冬晚、利丰紫瓢为高 α -亚麻酸含量品种。廖梅等^[13]从凉山州木里县野生核桃中筛选出了高油酸品种木里 5 号,杨珺杰等^[14]从凉山州德昌县筛选出适合加工的核桃品种(单株)。而本实验的供试品种为推广良种或农家品种,数据结果更具推广利用意义。

2.2 不同核桃品种主要经济指标与脂肪酸组分的变异分析

对凉山州 14 个核桃品种的主要经济指标及脂肪酸含量进行变异分析,结果如表 4 所示。

表 4 14 个核桃品种主要经济指标与脂肪酸含量的变异分析

Table 4 Variation analysis of main economic index and fatty acid content of 14 walnut cultivars

项目	三径 均值/cm	单果 质量/g	出仁率/ %	粗脂肪 含量/%	蛋白质 含量/%	棕榈 酸/%	棕榈一 烯酸/%	十七 碳酸/%	十七碳 一烯酸/%	硬脂 酸/%	油酸/ %	亚油 酸/%	α -亚 麻酸/%	花生 酸/%	花生一 烯酸/%
最大值	4.02	17.94	58.91	68.30	19.90	7.03	0.15	0.07	0.06	3.25	41.30	65.90	10.20	0.11	0.20
最小值	2.57	6.60	50.27	59.40	12.40	4.97	0.07	0.00	0.00	1.91	15.50	44.40	4.04	0.06	0.12
平均值	3.56	12.88	54.47	63.01	15.90	6.08	0.10	0.05	0.03	2.54	25.86	57.68	7.45	0.08	0.15
标准偏差	0.39	3.45	3.21	2.70	2.25	0.58	0.03	0.02	0.02	0.39	7.29	6.34	1.80	0.01	0.02
变异系数/%	10.87	26.77	5.89	4.28	14.13	9.54	25.00	45.20	70.53	15.44	28.19	10.99	24.12	17.20	16.21

由表 4 可知,三径均值变异系数为 10.87%,单果质量变异系数为 26.77%,出仁率变异系数为 5.89%,粗脂肪含量变异系数为 4.28%,蛋白质含量变异系数为 14.13%。10 种脂肪酸中棕榈酸和亚油酸含量变异系数较小,分别为 9.54% 和 10.99%。在 15 个指标中,出仁率、粗脂肪含量、棕榈酸含量的变异系数均小于 10%,说明这 3 个指标较稳定。胡定林等^[6]研究表明,出仁率、粗脂肪含量指标较稳定,这是品种选育的结果,与本研究结果较一致。单果质量及棕榈一烯酸、十七碳酸、十七碳一烯酸、油酸、 α -亚麻酸含量的变异系数较大,均大于 20.00%,说明这 6 个指标变异程度大。

2.3 不同核桃品种主要经济指标与脂肪酸组分的遗传多样性指数分析

对凉山州 14 个核桃品种的主要经济指标与脂肪酸含量进行遗传多样性指数分析,结果如表 5 所示。

表 5 14 个核桃品种主要经济指标与脂肪酸含量的遗传多样性指数

Table 5 Genetic diversity index of main economic index and fatty acid content of 14 walnut cultivars

指标	频次分布										H
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
三径均值	0	1	1	2	1	4	3	2	0	0	1.81
单果质量	0	2	0	1	3	4	1	3	0	0	1.67
出仁率	0	0	3	4	0	2	2	3	0	0	1.57
粗脂肪含量	0	0	3	1	2	5	0	2	1	0	1.63
蛋白质含量	0	2	0	3	2	2	1	3	1	0	1.87
棕榈酸	0	2	0	2	2	3	3	1	1	0	1.87
棕榈一烯酸	0	0	2	3	3	3	1	1	0	1	1.83
十七碳酸	2	1	1	2	2	2	2	1	1	0	2.14
十七碳一烯酸	4	0	2	1	2	2	0	2	1	0	1.85
硬脂酸	0	1	1	1	3	5	1	0	2	0	1.73
油酸	0	0	1	5	2	2	2	0	1	1	1.77
亚油酸	1	1	1	0	3	3	4	1	0	0	1.77
α -亚麻酸	0	1	2	3	0	4	1	2	1	0	1.81
花生酸	0	1	1	2	3	3	2	1	0	1	1.97
花生一烯酸	0	0	3	1	5	1	1	1	2	0	1.73

遗传多样性指数主要反映指标在不同频次的分布均匀度,遗传多样性指数越小,说明频次分布的广度和均匀度较低。由表5可知,主要经济指标与脂肪酸含量的遗传多样性指数的变化范围为1.57~2.14。其中,出仁率的遗传多样性指数最低,十七碳酸的遗传多样性指数最高。由此可知,现有核桃栽培品种指标变异具有多样性,但在多样性广度和均

匀度方面不高,这可能与品种选育过程中关键指标的趋同选择有关。

2.4 不同核桃品种主要经济指标与脂肪酸组分的相关性分析

对凉山州14个核桃品种的主要经济指标与脂肪酸含量间进行相关性分析,结果如表6所示。

表6 14个核桃品种主要经济指标与脂肪酸含量间的相关性分析

Table 6 Correlation analysis between main economic index and fatty acid content of 14 walnut cultivars

指标	三径均值	单果质量	出仁率	粗脂肪含量	蛋白质含量	棕榈酸	棕榈一烯酸	十七碳酸	十七碳一烯酸	硬脂酸	油酸	亚油酸	α -亚麻酸	花生酸	花生一烯酸
三径均值	1.000														
单果质量	0.821 **	1.000													
出仁率	0.185	0.176	1.000												
粗脂肪含量	-0.260	-0.257	-0.029	1.000											
蛋白质含量	0.214	0.145	-0.212	-0.500	1.000										
棕榈酸	0.450	-0.009	0.200	0.006	0.083	1.000									
棕榈一烯酸	0.187	-0.127	0.380	0.323	-0.195	0.774 **	1.000								
十七碳酸	0.051	0.076	0.008	0.061	0.369	-0.031	-0.163	1.000							
十七碳一烯酸	-0.286	-0.020	-0.033	0.040	0.366	-0.418	-0.425	0.733 **	1.000						
硬脂酸	0.110	0.432	0.036	-0.156	0.025	-0.229	-0.260	0.212	0.423	1.000					
油酸	-0.512	-0.146	-0.184	0.001	0.157	-0.712 **	-0.580 *	0.164	0.562 *	0.183	1.000				
亚油酸	0.475	0.042	0.150	-0.099	-0.029	0.740 **	0.568 *	-0.087	-0.493	-0.221	-0.973 **	1.000			
α -亚麻酸	0.233	0.352	0.138	0.372	-0.575 *	0.000	0.151	-0.411	-0.511	-0.119	-0.438	0.230	1.000		
花生酸	0.035	0.375	-0.166	-0.135	0.120	-0.336	-0.397	0.045	0.359	0.866 **	0.487	-0.542 *	-0.151	1.000	
花生一烯酸	-0.150	0.037	-0.541 *	-0.343	0.384	-0.493	-0.802 **	0.099	0.329	0.339	0.590 *	-0.537 *	-0.413	0.580 *	1.000

注:**表示极显著相关($p < 0.01$), *表示显著相关($p < 0.05$)

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

由表6可知:三径均值与单果质量存在极显著正相关性;出仁率与花生一烯酸含量存在显著负相关性;蛋白质含量与 α -亚麻酸含量存在显著负相关性;棕榈酸含量与棕榈一烯酸、亚油酸含量存在极显著正相关性,与油酸含量存在极显著负相关性;棕榈一烯酸含量与油酸含量存在显著负相关性,与花生一烯酸含量存在极显著负相关性,与亚油酸含量存在显著正相关性;十七碳酸含量与十七碳一烯酸含量存在极显著正相关性;十七碳一烯酸含量与油酸含量存在显著正相关性;硬脂酸含量与花生酸含量存在极显著正相关性;油酸含量与亚油酸含量存在极显著负相关性,与花生一烯酸含量存在显著正相关性;亚油酸含量与花生酸、花生一烯酸含量存在显著负相关性;花生酸含量与花生一烯酸含量存在显著正相关性。相关性分析结果中,蛋白质含量与 α -亚麻酸含量的显著负相关性,油酸含量与亚油酸含量的极显著负相关性,可以为脂肪酸组成比例形成和机制研究提供参考。

2.5 不同核桃品种主要经济指标与脂肪酸组分的聚类分析

对凉山州14个核桃品种的主要经济指标与脂肪酸含量进行聚类分析,结果如图1所示。

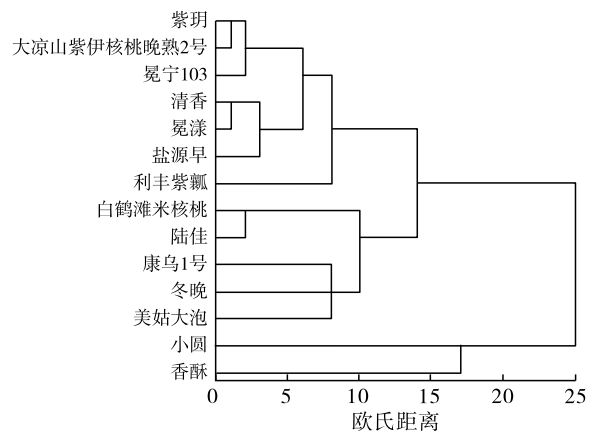


图1 14个核桃品种主要经济指标与脂肪酸的聚类分析

Fig. 1 Cluster analysis of main economic indexes and fatty acid content of 14 walnut cultivars

由图1可知,当欧氏距离为20时,14个核桃品

种被分为2个组群,小圆、香酥聚为一组,该组品种具有油酸含量偏高、亚油酸含量偏低的特点,其他12个核桃品种聚为一组,该组品种有油酸含量偏低、亚油酸含量较高的特点,且该组的紫玥、利丰紫瓢、大凉山紫伊核桃晚熟2号为紫瓢品种,亚油酸含量均达到60%以上,说明紫瓢品种的亚油酸含量较高。袁奖娟等^[15]对云南有色核桃的研究结果表明,3种有色核桃的亚油酸含量均在60%以上,与本研究结果相似。

3 结论

在四川省凉山州14个核桃品种中,粗脂肪含量较高的小圆、美姑大泡、冕漾等可作为高油脂品种利用,蛋白质含量较高的陆佳、香酥、白鹤滩米核桃可作为高蛋白品种利用。香酥为高油酸品种,利丰紫瓢、大凉山紫伊核桃晚熟2号为高亚油酸品种,盐源早、冬晚、利丰紫瓢为高 α -亚麻酸品种;盐源早、冬晚、小圆的亚油酸与 α -亚麻酸含量比值接近4。

14个核桃品种的出仁率、粗脂肪含量、棕榈酸含量的变异系数较小,指标遗传较稳定。14个核桃品种主要经济指标与脂肪酸组分的遗传多样性指数的变化范围为1.57~2.14,其中,出仁率的遗传多样性指数最低,十七碳酸的遗传多样性指数最高。相关性分析中,蛋白质含量与 α -亚麻酸含量存在显著负相关性,油酸含量与亚油酸含量存在极显著负相关性。根据聚类结果,将14个品种分为2个组群,小圆和香酥2个品种聚为一组,具有油酸含量偏高、亚油酸含量偏低的特点,其他12个品种聚为一组,具有油酸含量偏低、亚油酸含量较高的特点。14个核桃品种均为当地人工选育的优良品种,具有较高的推广价值。在实际推广过程中,可以根据指标差异,对油脂含量高、蛋白质含量高、脂肪酸比例合理以及其他特异性指标有优势的品种有针对性地加以利用。

参考文献:

[1] 郗荣庭,张毅萍. 中国果树志:核桃卷[M]. 北京:中国

林业出版社,1996.

- [2] 郗荣庭. 中国核桃(*Juglans regia*)起源考证[J]. 河北农业大学学报,1990,13(1):89-94.
- [3] 时羽杰,李晶晶,糜加轩,等. 川西不同产地“盐源早”核桃的品质研究及评价[J]. 四川农业大学学报,2021,39(4):486-495.
- [4] 刘昊,马庆国,张继勇,等. 凉山州核桃坚果表型多样性研究[J]. 林业科学研究,2017,30(5):771-778.
- [5] 张城. 四川主要核桃品种初期生长及抗寒性研究[D]. 四川雅安:四川农业大学,2017.
- [6] 胡定林,任波,金银春,等. 凉山州主要核桃品种表现及坚果指标分析[J]. 四川农业科技,2023(1):29-32.
- [7] 罗斌,贾健,董健,等. 四川省会理县清香核桃引种栽培技术[J]. 绿色科技,2015(4):63-64.
- [8] 孙垟,肖千文,黄丽媛,等. 核桃单株经济性状的主成分分析[J]. 四川农业大学学报,2011,29(2):185-190.
- [9] 王磊,曹亚龙,孟海军,等. 国内外核桃品种选育研究进展[J]. 果树学报,2022,39(12):2406-2417.
- [10] 崔蓉,孙建蓉,赵愉风,等. 豌豆嫩尖几个营养品质性状的遗传多样性分析及其综合评价[J]. 植物遗传资源学报,2019,20(4):932-948.
- [11] 林树真,林树红,谢洁梅. 一种具有健脑功效的营养均衡的健康食用调和油:CN201710290262.X[P]. 2017-08-29.
- [12] 张礼凤. 富含多不饱和脂肪酸的新型健康食用油料植物:美藤果[J]. 特种经济动植物,2016,19(4):35-36.
- [13] 廖梅,吴恋,戴琴,等. 四川凉山木里地区野生核桃品种对比及其油脂品质分析[J]. 食品研究与开发,2023,44(3):190-194.
- [14] 杨珺杰,刘文龙,邹强,等. 四川省凉山州德昌县10种核桃及其油脂品质对比分析[J]. 中国油脂,2022,47(6):117-120.
- [15] 袁奖娟,郝佳波,刘云,等. 云南3种有色泡核桃仁营养成分及仁衣中多酚类物质分析[J]. 中国油脂,2023,48(5):120-123,128.