

四川省凉山州德昌县10种核桃及其油脂品质对比分析

杨珺杰¹, 刘文龙¹, 邹强¹, 文永平¹, 吴万波², 黄义¹,
何京蓉¹, 王妍淳¹

(1. 成都大学肉类加工四川省重点实验室, 成都 610106; 2. 四川省林业科学研究院, 成都 610084)

摘要:为合理开发利用四川省凉山州德昌县的核桃资源,对该产地采摘的10种核桃及其油脂品质进行对比分析,检测了核桃横径、平均果质量、出仁率,核桃仁水分含量、粗脂肪含量、出油率,核桃油酸值、过氧化值和脂肪酸组成。结果表明:10种核桃的平均果质量为7.76~17.03 g,横径为29.60~48.17 mm,出仁率为40.76%~57.39%;核桃仁水分含量均低于5%,粗脂肪含量为57.54%~69.26%;核桃油过氧化值与酸值均符合国标要求,脂肪酸组成以不饱和脂肪酸为主,棕榈酸、硬脂酸、油酸、亚油酸和 α -亚麻酸含量分别为5.25%~5.93%、2.17%~3.85%、27.32%~44.50%、42.22%~57.13%和4.43%~6.44%。综合考虑各项因素,德昌37号、德昌7号和德昌11号更适合用于加工生产核桃油。

关键词:核桃;核桃油;粗脂肪;脂肪酸组成

中图分类号:TS222; TS225.1 文献标识码:A 文章编号:1003-7969(2022)06-0117-04

Comparative analysis of 10 walnuts and their oil quality in Dechang county, Liangshan prefecture, Sichuan province

YANG Junjie¹, LIU Wenlong¹, ZOU Qiang¹, WEN Yongping¹, WU Wanbo²,
HUANG Yi¹, HE Jingrong¹, WANG Yanchun¹

(1. Key Laboratory for Meat Processing of Sichuan Province, Chengdu University, Chengdu 610106, China; 2. Sichuan Academy of Forestry, Chengdu 610084, China)

Abstract: For the rational development and utilization of walnut resources in Dechang county, Liangshan prefecture, Sichuan province, 10 walnuts and their oil quality in Dechang county were compared and analyzed. The horizontal diameter, average fruit weight and kernel rate of walnut, moisture content and crude fat content, and oil yield of walnut kernel, acid value, peroxide value and fatty acid composition of walnut oil were determined. The results showed that the average fruit weight, horizontal diameter and kernel rate of 10 walnuts was 7.76–17.03 g, 29.60–48.17 mm and 40.76%–57.39% respectively; the moisture content of walnut kernel was all less than 5%; the crude fat content of walnut kernel was 57.54%–69.26%; the peroxide value and acid value met the requirements of the national standard; the fatty acid composition was mostly unsaturated fatty acid, and the contents of palmitic acid, stearic

acid, oleic acid, linoleic acid and α -linolenic acid were 5.25%–5.93%, 2.17%–3.85%, 27.32%–44.50%, 42.22%–57.13% and 4.43%–6.44% respectively. Considering all factors, Dechang 37, Dechang 7 and Dechang 11 are more suitable for processing and producing walnut oil.

Key words: walnut; walnut oil; crude fat; fatty acid composition

收稿日期:2021-05-26;修回日期:2022-01-25

基金项目:四川省科技计划项目重点研发项目(2020yfg0318,2019YFN0172);四川省科技成果转化项目(20ZHSF0154);四川省应用基础研究计划项目(2019YJ0660);成都市科技局技术创新研发项目(2019-YF05-02192-SN)

作者简介:杨珺杰(1998),男,在读硕士,研究方向为食品加工与安全(E-mail) junjieyang1998@163.com。

通信作者:邹强,副教授,博士(E-mail) zouqiang119@126.com。

凉山州位于四川省西南部,为四川省核桃主要产区之一^[1-2]。核桃含有丰富的营养物质和生物活性成分^[3-4]。研究表明核桃营养成分组成受多种因素影响^[5-7]。余启明等^[8]发现不同品种核桃油的脂肪酸组成存在显著差异。郑悦雯等^[9]对山西不同品种核桃油进行脂肪酸组成测定,也得到了相似的结果。凉山州是我国核桃资源库,但尚未有研究针对凉山州地区核桃理化品质进行系统分析。因此,本文以10种采自四川省凉山州德昌县不同品种的核桃作为研究对象,比较分析了不同品种核桃的横径、平均果质量、出仁率,核桃仁水分含量、粗脂肪含量、出油率,以及核桃油酸值、过氧化值、脂肪酸组成,以期为凉山州德昌县核桃资源的保护、开发和综合利用提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 实验材料

1.1.1 原料与试剂

10种核桃均由四川省林业科学研究院提供,核桃品种分别为德昌3号(DC3)、德昌21号(DC21)、德昌37号(DC37)、德昌4号(DC4)、德昌11号(DC11)、德昌7号(DC7)、德昌39号(DC39)、德昌5号(DC5)、德昌38号(DC38)、德昌27号(DC27),栽培方式均为人工嫁接,产地均为凉山州德昌县,所有样品均于2019年9月下旬采摘,进行自然晾晒后遮阴通风保存。

石油醚(沸程30~60℃)、无水乙醇、乙醚、异丙醇、冰乙酸、碘化钾、硫代硫酸钠、无水硫酸钠、重铬酸钾、三氯甲烷均为分析纯,无水甲醇为色谱纯。

1.1.2 仪器与设备

GC7890气相色谱仪,美国安捷伦公司;ZYJ-709家庭榨油机;3K15医用离心机,德国Sigma公司;91501游标卡尺;先行者CP223C电子分析天平;索氏抽提器;恒温水浴锅;干燥箱。

1.2 实验方法

1.2.1 核桃油的提取

将核桃去壳取仁,称取核桃仁3.00 kg,使用家庭榨油机于室温条件下进行压榨,随后于离心机中25℃、5 000 r/min离心10 min后得到核桃油,转移至容器中4℃保存待用。出油率为核桃油质量占核桃仁质量的比例。

1.2.2 核桃及核桃油基本理化指标测定

参照GB/T 20398—2006进行核桃横径、平均果质量以及出仁率测定;参照GB 5009.3—2016进行核桃仁水分含量测定;参照GB 5009.6—2016进行核桃仁粗脂肪含量测定;参照GB 5009.227—2016

进行核桃油过氧化值测定;参照GB 5009.229—2016进行核桃油酸值测定。

1.2.3 核桃油脂肪酸组成测定

核桃油的甲酯化参照GB 5009.168—2016,脂肪酸组成及含量采用气相色谱仪归一化法测定。

气相色谱条件:FID检测器;DB5安捷伦毛细管色谱柱(聚二氰丙基硅烷强极性固定相,柱长100 m,内径0.25 mm,膜厚0.2 μm);进样器温度270℃;检测器温度280℃;升温程序为100℃保持10 min,以10℃/min速率升温至180℃保持6 min,以1℃/min速率升温至200℃保持20 min,以4℃/min速率升温至290℃保持10.5 min;载气为氮气;分流比100:1;进样量1.0 μL。

1.2.4 数据分析

实验得到的所有数据使用Microsoft Excel、SPSS 26进行分析处理,采用LSD多重比较进行差异显著性分析。

2 结果与讨论

2.1 核桃横径、平均果质量及出仁率

10种核桃的横径、平均果质量和出仁率如表1所示。

表1 10种核桃横径、平均果质量及出仁率

品种	平均果质量/g	横径/mm	出仁率/%
DC3	10.61 ± 0.63 ^c	34.57 ± 1.40 ^{ef}	48.27 ± 2.47 ^b
DC21	7.98 ± 0.63 ^d	35.74 ± 1.04 ^{de}	57.26 ± 2.23 ^a
DC37	8.03 ± 0.86 ^d	29.88 ± 1.30 ^e	45.21 ± 3.67 ^c
DC4	16.78 ± 1.60 ^a	48.17 ± 2.71 ^a	40.76 ± 2.81 ^d
DC11	11.50 ± 1.09 ^c	36.17 ± 1.07 ^d	48.07 ± 2.40 ^b
DC7	13.14 ± 2.07 ^b	39.42 ± 2.06 ^c	48.14 ± 3.50 ^b
DC39	10.32 ± 1.99 ^c	33.38 ± 2.02 ^f	43.32 ± 3.73 ^{cd}
DC5	17.03 ± 1.57 ^a	41.38 ± 0.94 ^b	50.29 ± 1.74 ^b
DC38	7.76 ± 1.08 ^d	29.60 ± 0.84 ^e	44.50 ± 3.03 ^c
DC27	7.84 ± 0.41 ^d	35.87 ± 1.63 ^{de}	57.39 ± 1.75 ^a

注:同列不同字母表示在0.05水平上差异显著。下同

由表1可知,不同品种核桃横径、平均果质量和出仁率均存在显著差异,其中平均果质量为7.76~17.03 g,横径为29.60~48.17 mm,出仁率为40.76%~57.39%。以GB/T 20398—2006《核桃坚果质量等级》作为判断依据,平均果质量方面,德昌4号(DC4)、德昌7号(DC7)和德昌5号(DC5)符合特级或I级标准(≥12 g),德昌3号(DC3)、德昌11号(DC11)和德昌39号(DC39)符合II级标准(≥10 g),德昌37号(DC37)符合III级标准(≥8 g),剩余的3个样品未达到分级标准;横径方面,德昌37号(DC37)和德昌38号(DC38)的横径符合

Ⅱ级标准(≥ 28 mm),其余样品的横径均符合特级或Ⅰ级标准(≥ 30 mm)。实验过程中发现,德昌27号(DC27)壳仁较难分离。

2.2 核桃仁水分含量、粗脂肪含量以及出油率

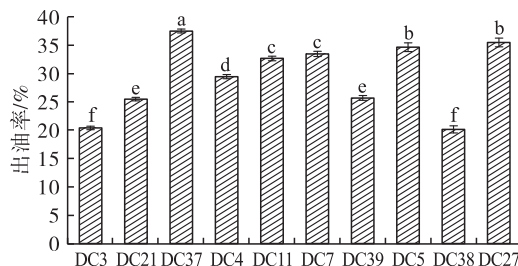
10种核桃仁水分及粗脂肪含量如表2所示。

表2 10种核桃仁水分及粗脂肪含量 %

品种	水分	粗脂肪
DC3	4.64 ± 0.11 ^{ab}	62.75 ± 0.42 ^d
DC21	3.02 ± 0.08 ^f	67.46 ± 0.39 ^{bc}
DC37	4.84 ± 0.10 ^a	57.54 ± 0.45 ^f
DC4	4.74 ± 0.11 ^a	66.00 ± 0.72 ^c
DC11	4.19 ± 0.14 ^{cd}	69.26 ± 0.83 ^a
DC7	3.98 ± 0.13 ^{de}	66.50 ± 1.17 ^c
DC39	4.42 ± 0.07 ^{bc}	58.32 ± 0.81 ^{ef}
DC5	3.85 ± 0.13 ^e	68.88 ± 1.34 ^{ab}
DC38	4.29 ± 0.08 ^c	67.57 ± 0.42 ^{bc}
DC27	3.77 ± 0.25 ^e	59.23 ± 0.56 ^e

由表2可知,10种核桃仁的水分含量、粗脂肪含量均存在显著差异。其中:核桃仁水分含量均低于5%,符合LS/T 3121—2019《油用核桃》中的相关规定;粗脂肪含量为57.54%~69.26%,平均值为64.35%,与Yerlikaya等^[10]的研究结果相近,德昌37号(DC37)、德昌39号(DC39)和德昌27号(DC27)的粗脂肪含量未达到GB/T 20398—2006《核桃坚果质量等级》中所规定分级标准(60%),德昌3号(DC3)的粗脂肪含量符合Ⅱ级或Ⅲ级标准($\geq 60\%$),其余的均满足特级或Ⅰ级标准($\geq 65\%$),其中德昌11号(DC11)粗脂肪含量最高,达69.26%,德昌5号(DC5)的次之。

10种核桃仁出油率如图1所示。由图1可知,10种核桃仁出油率差异显著,出油率为20.13%~37.50%,其中德昌37号(DC37)的出油率显著高于其他品种,而粗脂肪含量最高的德昌11号(DC11)出油率为32.67%。



注:不同字母表示在0.05水平上差异显著

图1 10种核桃仁出油率

2.3 核桃油基本理化性质

10种核桃油的酸值及过氧化值如表3所示。

表3 10种核桃油酸值及过氧化值

品种	酸值(KOH)/(mg/g)	过氧化值/(mmol/kg)
DC3	0.91 ± 0.012 ^b	1.51 ± 0.08 ^b
DC21	0.84 ± 0.014 ^c	1.05 ± 0.04 ^d
DC37	0.87 ± 0.009 ^c	0.61 ± 0.05 ^f
DC4	1.96 ± 0.028 ^a	1.05 ± 0.03 ^d
DC11	0.87 ± 0.022 ^c	1.20 ± 0.09 ^c
DC7	0.79 ± 0.012 ^d	0.85 ± 0.07 ^e
DC39	0.61 ± 0.017 ^f	0.99 ± 0.09 ^d
DC5	0.77 ± 0.022 ^d	1.79 ± 0.09 ^a
DC38	0.72 ± 0.008 ^e	0.37 ± 0.06 ^g
DC27	0.75 ± 0.012 ^d	0.41 ± 0.01 ^g

由表3可知,10种不同品种核桃所制核桃油的酸值(KOH)和过氧化值分别为0.61~1.96 mg/g和0.37~1.79 mmol/kg,均符合GB 2716—2018要求,德昌4号(DC4)的酸值(KOH)达到GB/T 22327—2019《核桃油》中所规定的二级标准(≤ 3.0 mg/g),其余样品的酸值(KOH)均满足一级标准(≤ 1.0 mg/g)。说明四川省凉山州德昌县核桃的品质较好。

2.4 核桃油脂肪酸组成

10种核桃油脂肪酸组成及含量如表4所示,核桃油主要脂肪酸变异分析如表5所示。

表4 10种核桃油脂肪酸组成及含量 %

品种	豆蔻酸	棕榈酸	棕榈一烯酸	十七烷酸	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
DC3	ND	5.58 ± 0.10 ^c	0.09 ± 0.01 ^{ab}	0.05 ± 0.00 ^d	0.04 ± 0.00 ^b	2.46 ± 0.10 ^d	44.50 ± 0.24 ^a	42.31 ± 0.16 ^b	4.74 ± 0.08 ^e	0.08 ± 0.00 ^d	0.21 ± 0.01 ^a
DC21	ND	5.41 ± 0.11 ^{def}	0.07 ± 0.00 ^d	0.06 ± 0.00 ^{bc}	0.04 ± 0.01 ^b	3.81 ± 0.02 ^a	27.32 ± 0.18 ^b	57.13 ± 0.11 ^a	5.88 ± 0.09 ^b	0.11 ± 0.01 ^b	0.16 ± 0.01 ^{ef}
DC37	ND	5.43 ± 0.07 ^{cde}	0.08 ± 0.00 ^c	0.05 ± 0.01 ^d	0.05 ± 0.00 ^a	2.17 ± 0.08 ^e	32.74 ± 0.16 ^c	53.40 ± 0.21 ^e	5.91 ± 0.09 ^b	0.08 ± 0.01 ^d	0.17 ± 0.01 ^{de}
DC4	ND	5.93 ± 0.08 ^a	0.07 ± 0.00 ^d	0.06 ± 0.00 ^b	ND	3.06 ± 0.05 ^c	43.35 ± 0.19 ^b	42.22 ± 0.09 ^b	5.10 ± 0.15 ^d	0.13 ± 0.01 ^a	0.19 ± 0.01 ^{bc}
DC11	0.04 ± 0.00	5.48 ± 0.13 ^{cd}	0.08 ± 0.00 ^{bc}	0.05 ± 0.00 ^d	0.04 ± 0.00 ^b	3.27 ± 0.04 ^b	29.91 ± 0.17 ^f	55.14 ± 0.11 ^c	5.78 ± 0.13 ^{bc}	0.10 ± 0.00 ^{bc}	0.18 ± 0.01 ^{cd}
DC7	ND	5.31 ± 0.07 ^{ef}	0.09 ± 0.00 ^a	0.06 ± 0.01 ^b	0.04 ± 0.00 ^{ab}	3.04 ± 0.11 ^c	29.11 ± 0.09 ^g	55.72 ± 0.10 ^b	6.44 ± 0.18 ^a	0.09 ± 0.01 ^c	0.15 ± 0.01 ^f
DC39	ND	5.75 ± 0.08 ^b	0.08 ± 0.01 ^c	0.05 ± 0.00 ^{cd}	0.04 ± 0.00 ^{ab}	2.53 ± 0.01 ^d	33.03 ± 0.23 ^e	53.91 ± 0.12 ^d	4.43 ± 0.02 ^f	0.08 ± 0.01 ^d	0.20 ± 0.01 ^{ab}
DC5	ND	5.25 ± 0.01 ^f	0.07 ± 0.01 ^d	0.05 ± 0.00 ^d	0.04 ± 0.01 ^b	2.50 ± 0.16 ^d	33.71 ± 0.11 ^d	52.30 ± 0.10 ^f	5.85 ± 0.07 ^b	0.08 ± 0.00 ^d	0.19 ± 0.01 ^{bc}
DC38	ND	5.45 ± 0.04 ^{cde}	0.08 ± 0.00 ^c	0.06 ± 0.00 ^b	0.04 ± 0.00 ^{ab}	3.15 ± 0.04 ^{bc}	36.84 ± 0.15 ^c	49.00 ± 0.06 ^g	5.17 ± 0.11 ^d	0.11 ± 0.00 ^b	0.19 ± 0.01 ^{abc}
DC27	ND	5.32 ± 0.01 ^{def}	0.08 ± 0.00 ^c	0.07 ± 0.00 ^a	0.04 ± 0.00 ^{ab}	3.85 ± 0.11 ^a	29.12 ± 0.10 ^g	55.60 ± 0.26 ^b	5.59 ± 0.17 ^c	0.13 ± 0.01 ^a	0.18 ± 0.01 ^{cd}

注:ND表示未检出

表5 10种核桃油主要脂肪酸变异分析 %

脂肪酸	最大值	最小值	平均值	标准差	变异系数
棕榈酸	5.93	5.25	5.49	0.21	3.84
硬脂酸	3.85	2.17	2.98	0.57	19.11
油酸	44.50	27.32	33.96	5.94	17.49
亚油酸	57.13	42.22	51.67	5.44	10.52
α -亚麻酸	6.44	4.43	5.49	0.61	11.19

由表4可知,10种核桃油的脂肪酸组成基本相同,以棕榈酸、硬脂酸、油酸、亚油酸和 α -亚麻酸为主,且含量差异显著。棕榈酸含量为5.25%~5.93%,硬脂酸含量为2.17%~3.85%,油酸含量为27.32%~44.50%,亚油酸含量为42.22%~57.13%, α -亚麻酸含量为4.43%~6.44%,不饱和脂肪酸含量为90.60%~92.35%。Zhai等^[11]研究表明,新疆11种核桃油脂肪酸含量从大到小依次为亚油酸(57.60%~67.70%)、油酸(13.13%~18.85%)、亚麻酸(9.70%~19.20%)、棕榈酸(5.05%~6.51%)、硬脂酸(0.65%~2.58%),与仲雪娜^[12]、冯春艳^[13]等的研究结果类似,而在本实验中部分核桃油的油酸含量已接近亚油酸含量,此类情况的出现可能是核桃品种和四川省凉山州德昌县的特殊地貌与气候条件所导致。

变异系数可衡量不同核桃油中脂肪酸含量的差异。由表5可知,凉山州10种核桃油主要脂肪酸的变异系数从大到小分别是硬脂酸、油酸、 α -亚麻酸、亚油酸和棕榈酸。说明不同核桃油脂肪酸组成在硬脂酸、油酸和 α -亚麻酸含量方面差异较大,而棕榈酸和亚油酸含量的差异相对较小。研究表明, α -亚麻酸和亚油酸具有预防心血管疾病发生的作用^[14-15]。因此,综合考虑核桃仁粗脂肪含量、出油率,核桃油多不饱和脂肪酸含量、酸值和过氧化值等指标,应尽量选择如德昌37号(DC37)、德昌7号(DC7)和德昌11号(DC11)用于核桃油的加工生产。

3 结论

本实验以四川凉山州德昌县的10种核桃为原料,分别对核桃横径、平均果质量、出仁率,核桃仁水分含量、粗脂肪含量、出油率,核桃油酸值、过氧化值和脂肪酸组成进行测定。结果表明:德昌县的10种核桃及所生产的核桃油各指标均存在显著差异,但核桃油的基本理化指标(酸值、过氧化值)均符合国标要求;核桃油脂肪酸组成和含量与目前已有报道的结果有所区别,部分核桃油中油酸含量与亚油酸含量相近,这可能是核桃品种和四川省凉山州德昌县的特殊地貌与气候条件共同所致。综合考虑核桃仁粗脂肪含量、出油率,核桃油理化指标和脂肪酸组成等因素,

德昌37号(DC37)、德昌7号(DC7)和德昌11号(DC11)更适合用于加工生产核桃油。

参考文献:

- [1] 胡定林,胡刚发,张兴荣.凉山州核桃产业发展现状及对策思考[J].四川林勘设计,2019(4):42-45.
- [2] 胡定林,胡刚发,张兴荣.凉山州核桃产业现状及思考[J].四川农业科技,2019(12):53-55.
- [3] 彭湘莲,付红军,聂小松.野生湖南山核桃的成分分析及营养评价[J].食品工业,2012,33(5):136-138.
- [4] 张亭,杜倩,李勇.核桃的营养成分及其保健功能的研究进展[J].中国食物与营养,2018,24(7):64-69.
- [5] MARCELA M L, MATTEA M A, MAESTRI D M. Varietal and crop year effects on lipid composition of walnut (*Juglans regia*) genotypes [J]. J Am Oil Chem Soc, 2006, 83(9): 791-796.
- [6] OJEDA-AMADOR R M, SALVADOR M D, GÓMEZ-ALONSO S, et al. Characterization of virgin walnut oils and their residual cakes produced from different varieties [J]. Food Res Int, 2018, 108:396-404.
- [7] GAO P J, LIU R J, JIN Q Z, et al. Comparative study of chemical compositions and antioxidant capacities of oils obtained from two species of walnut: *Juglans regia* and *Juglans sigillata* [J]. Food Chem, 2019, 279:279-287.
- [8] 余启明,谢代祖,蔡锦源,等.19种不同产地核桃的营养成分及脂肪酸的分析比较研究[J].食品研究与开发,2020,41(2):149-156.
- [9] 郑悦雯,吴书天,沈丹玉,等.10个品种核桃油品质比较[J].中国油脂,2020,45(10):47-51.
- [10] YERLIKAYA C, YUCEL S, ERTURK U. Proximate composition, minerals and fatty acid composition of *Juglans regia* L. genotypes and cultivars grown in Turkey [J]. Braz Arch Biol Technol, 2012, 55(5): 667-683.
- [11] ZHAI M Z, WANG D, TAO X D, et al. Fatty acid compositions and tocopherol concentrations in the oils of 11 varieties of walnut (*Juglans regia* L.) grown at Xinjiang, China [J]. J Horticult Sci Biotech, 2016, 90(6): 715-718.
- [12] 仲雪娜,任小娜,曾俊,等.新疆不同品种核桃及其油脂品质对比分析[J].中国油脂,2018,43(12):130-133.
- [13] 冯春艳,荣瑞芬,厉重先.不同核桃品种脂肪酸的气相色谱分析比较[J].食品科学,2009,30(24):262-265.
- [14] KRIS-ETHERTON P M. Walnuts decrease risk of cardiovascular disease: a summary of efficacy and biologic mechanisms [J]. J Nutr, 2014, 144(4): 547-554.
- [15] BIRGITTA S. Perinatal programming by diets with essential fatty acid deficient/high saturated fatty acids or different n-6/n-3 ratios for diseases in adulthood[J]. Eur J Lipid Sci Tech, 2015, 117(10): 1513-1521.