

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

袁奖娟¹, 郝佳波², 刘云¹, 冯倩², 阚欢¹, 陆斌²

(1. 西南林业大学 生命科学学院, 昆明 650224; 2. 云南省林业和草原科学院, 昆明 650204)

摘要:为促进云南核桃品种选育和深加工产品研发,对‘娘青’‘宣红’和‘紫金’3种云南有色泡核桃仁的基本营养成分、矿物质元素、脂肪酸组成及仁衣中多酚类物质含量进行测定。结果表明:3种有色泡核桃仁中均含有大量的脂肪、碳水化合物和蛋白质,含量分别为58.2~59.6、18.9~19.9、15.4~16.4 g/100 g,均检测出2种维生素,其中维生素C以‘娘青’中含量最高,为17.9 mg/100 g,维生素E以‘宣红’含量最高,达19.2 mg/100 g;检出的6种矿物质元素中,常量元素Ca和微量元素Fe含量均以‘紫金’最高,分别为8 718.6、224.6 μg/g;3种核桃仁共检出21种脂肪酸,其中11种为不饱和脂肪酸,主要为亚油酸,以‘紫金’中的含量最高,为67.49%;3种核桃仁衣中均检测出7种多酚类物质,‘紫金’中含量最高,其次为‘宣红’,‘娘青’最低。综上,3种云南有色泡核桃仁均具有丰富的营养组分,开发价值较高。

关键词:有色泡核桃;营养成分;矿物质元素;脂肪酸;多酚

中图分类号:TS222+.1;S664.1 文献标识码:A 文章编号:1003-7969(2023)05-0120-05

Analysis of nutritional components in kernels and polyphenols in coat of three colored *Juglans sigillata* in Yunnan

YUAN Jiangjuan¹, HAO Jiabo², LIU Yun¹, FENG Qian², KAN Huan¹, LU Bin²

(1. College of Life Sciences, Southwest Forestry University, Kunming 650224, China;

2. Yunnan Academy of Forestry and Grassland, Kunming 650204, China)

Abstract: In order to promote the variety breeding and the deep processing products research of walnut varieties in Yunnan, the content of basic nutrients, mineral elements, fatty acids composition in the kernels and polyphenols in kernel coat of three colored *Juglans sigillata* Niangqing, Xuanhong and Zijin in Yunnan were determined. The results showed that the contents of fat, carbohydrate and protein in three colored *Juglans sigillata* were 58.2 - 59.6, 18.9 - 19.9 g/100 g and 15.4 - 16.4 g/100 g, respectively. Two kinds of vitamins were detected, among which the content of vitamin C was the highest in Niangqing (17.9 mg/100 g), and the content of vitamin E was the highest in Xuanhong (19.2 mg/100 g). Among the six mineral elements detected, the content of the macroelement Ca and the trace element Fe were the highest in Zijin, which were 8 718.6 μg/g and 224.6 μg/g, respectively. A total of 21 fatty acids were detected in the kernels of three colored *Juglans sigillata*, 11 of which were unsaturated fatty acids, mainly linoleic acid. The linolenic acid content in Zijin was the highest (67.49%). Seven kinds

of polyphenols were detected in the three colored *Juglans sigillata* kernel coats. In terms of the content of seven polyphenols, Zijin was the highest, followed by Xuanhong, and Niangqing was the lowest. In conclusion, the kernels of the three colored *Juglans sigillata* in Yunnan are rich in nutritional components and have high development value.

收稿日期:2022-04-12;修回日期:2023-02-20

基金项目:国家重点研发计划(2020YFD1000703)

作者简介:袁奖娟(1998),女,硕士研究生,研究方向为食品加工与安全(E-mail)2057649867@qq.com。

通信作者:陆斌,研究员,硕士(E-mail)kmlubin@163.com;

刘云,高级实验师,博士(E-mail)liuyun0402001@163.com。

Key words: colored *Juglans sigillata*; nutritional component; mineral element; fatty acid; polyphenols

核桃是胡桃科(Juglandaceae)胡桃属(*Juglans*)植物^[1],具有丰富的种质资源和广泛的种植区域^[2],世界上广泛种植的主要是普通核桃(*Juglans regia*)和泡核桃(*Juglans sigillata*)2个种类^[3]。云南作为我国核桃主产地之一,主要种植泡核桃^[4],分布在滇西、滇中、滇东北等地区^[5]。目前,云南核桃产业发展迅猛,无论是种植面积还是产量都是全国第一^[6]。

核桃仁是核桃主要营养物质的富集地,含有脂肪、蛋白质、糖类等多种营养物质^[7],具有健脑、补肾、温肺、补气养血、预防动脉粥样硬化、抗氧化、美容养颜等功效^[8-11]。核桃仁作为生产加工核桃相关产品的基础成分,对其营养成分进行测定和分析,不仅能指导核桃品种选育,还对核桃产品的开发具有重要的指示作用^[12]。关于云南核桃营养成分测定分析已有相关报道,如:胡祥等^[13]测定了云南‘龙佳’核桃的基本营养成分、氨基酸和脂肪酸含量,并对其营养品质进行了评价;耿树香等^[14]对云南22个主栽核桃品种的蛋白质及脂肪的含量进行测定,但二者均未研究云南核桃仁中的其他营养成分;苏为耿等^[15]调查分析了云南‘姚新’‘龙佳’‘宁香’‘胜勇’‘胜霜’和‘漾濞’6个品种的核桃仁特性、主要营养成分、脂肪酸、氨基酸以及矿物质元素含量。但不同产地的核桃会因为气候、海拔等因素差异导致其营养成分有所不同^[16],且云南核桃的栽培品种较多,目前尚未有对有泡核桃品种的具体营养成分进行研究的报道。多酚类物质主要集中于核桃仁衣中,具有显著的抗氧化性,同时也是核桃产生涩味的主要原因^[17-18]。因此,本研究主要对‘娘青’‘宣红’‘紫金’3种云南有色泡核桃仁的基本营养成分、矿物质元素、脂肪酸组成以及仁衣中多酚含量进行测定和分析,旨在为云南核桃营养品质评价、良种选育和后期的深加工提供理论依据,以促进云南核桃产业的发展。

1 材料与方法

1.1 试验材料

‘娘青’核桃,仁衣为紫色,采自云南省漾濞县;‘宣红’核桃,其新梢、叶片、雌花、雄花、仁衣均为红色,采自云南省宣威市;‘紫金’核桃,仁衣为紫色,采自云南省石屏县。3种核桃均是当年成熟果实。

浓硫酸、氢氧化钠、硼酸、石油醚、硫酸铜、硫酸钾等均为分析纯,天津风船化学试剂科技有限公司;

甲醇、乙腈、甲酸为色谱纯,国药集团化学试剂有限公司。

DHG-9240A型电热恒温鼓风干燥箱,上海齐欣科学仪器有限公司;ELAN9000RC-e电感耦合等离子体质谱仪(ICP-MS),日本岛津公司;7890A气相色谱仪、1260高效液相色谱仪,美国安捷伦公司。

1.2 试验方法

1.2.1 核桃预处理

将3种核桃脱青皮后去壳,分离仁衣、仁。仁热风烘干。

1.2.2 核桃仁主要营养成分的测定

碳水化合物测定,参照文献[19]采用减差法;总糖测定,参照GB/T 15672—2009《食用菌中总糖含量的测定》;蛋白质测定,参照GB 5009.5—2016《食品安全国家标准 食品中蛋白质的测定》;脂肪测定,参照GB 5009.6—2016《食品安全国家标准 食品中脂肪的测定》;灰分测定,参照GB 5009.4—2016《食品安全国家标准 食品中灰分的测定》;粗纤维测定,参照GB 5009.88—2014《食品安全国家标准 食品中膳食纤维的测定》;维生素C测定,参照GB 5009.86—2016《食品安全国家标准 食品中抗坏血酸的测定》;维生素E测定,参照GB 5009.82—2016《食品安全国家标准 食品中维生素A、D、E的测定》。

1.2.3 核桃仁矿物质元素的测定

钙(Ca)测定,参照GB 5009.92—2016《食品安全国家标准 食品中钙的测定》;钾(K)、钠(Na)测定,参照GB 5009.91—2017《食品安全国家标准 食品中钾、钠的测定》;铁(Fe)测定,参照GB 5009.90—2016《食品安全国家标准 食品中铁的测定》;锌(Zn)测定,参照GB 5009.14—2017《食品安全国家标准 食品中锌的测定》;镁(Mg)测定,参照GB 5009.241—2017《食品安全国家标准 食品中镁的测定》。

1.2.4 核桃仁脂肪酸组成及含量的测定

参照GB 5009.168—2016《食品安全国家标准 食品中脂肪酸的测定》测定3种核桃仁的脂肪酸组成及含量。

1.2.5 核桃仁衣中多酚类物质的测定

参照文献[20]采用高效液相色谱法测定3种核桃仁衣中多酚类物质的含量。

1.2.6 数据处理

采用Excel 2018进行数据处理。

2 结果与分析

2.1 3种核桃仁中主要营养成分(见表1)

表1 3种核桃仁中主要营养成分

营养成分	娘青	宣红	紫金
碳水化合物/(g/100 g)	18.9	19.0	19.9
蛋白质/(g/100 g)	15.8	15.4	16.4
脂肪/(g/100 g)	59.6	58.2	58.4
灰分/(g/100 g)	1.8	2.3	1.9
粗纤维/(g/100 g)	2.3	2.6	2.2
总糖(以葡萄糖计)/(g/100 g)	6.0	7.2	7.2
维生素 C/(mg/100 g)	17.9	7.8	3.4
维生素 E/(mg/100 g)	12.7	19.2	13.6

由表1可知,3种核桃仁中脂肪含量最高,其次是碳水化合物和蛋白质,这与苏为耿等^[15]测定6种云南核桃的营养成分含量大小顺序为脂肪>蛋白质>碳水化合物有所不同,可能是核桃产地和种质资源差异导致的。3种核桃仁中脂肪含量最高的是‘娘青’,为59.6 g/100 g,‘紫金’中碳水化合物和蛋白质含量均最高,分别为19.9、16.4 g/100 g。3种核桃仁的灰分、粗纤维、总糖、维生素C和维生素E含量也有一定的差异,其中:‘娘青’中灰分、总糖、维生素E含量最低,分别为1.8、6.0 g/100 g和12.7 mg/100 g,维生素C含量最高,为17.9 mg/100 g;‘宣红’中灰分、粗纤维、维生素E含量最高,分别为2.3、2.6 g/100 g和19.2 mg/100 g。导致这些营养成分差异的原因可能与核桃种植地的环境以及核桃种质资源相关。因此,选取适宜的种植地和栽培品种有利于核桃产量和质量的提升。

2.2 3种核桃仁中矿物质元素含量(见表2)

表2 3种核桃仁中矿物质元素含量 $\mu\text{g/g}$

矿物质元素	娘青	宣红	紫金
Ca	8 524.5	8 109.5	8 718.6
K	2 299.4	2 084.1	2 120.3
Na	1 203.2	1 125.9	1 289.5
Fe	215.9	215.3	224.6
Zn	58.4	62.8	61.1
Mg	2 894.6	3 310.5	2 947.7

矿物质是人体的必需营养素之一,在体内无法自行合成,需从外界环境中获取。由表2可知,3种核桃仁中均检出6种矿物质元素,包括4种常量元素和2种微量元素。3种核桃仁中常量元素含量由高到低依次为Ca、Mg、K、Na,其中:‘紫金’的Ca和Na含量最高,分别是8 718.6、1 289.5 $\mu\text{g/g}$;‘宣红’的Mg含量最高,达3 310.5 $\mu\text{g/g}$;‘娘青’的K含量最高,为2 299.4 $\mu\text{g/g}$ 。Ca有助于促进牙齿、

骨骼和机体生长发育^[21]。Mg是一种激活剂,可激活人体多种代谢酶^[22]。K和Na对调节体内血液和酸碱平衡有重要作用,是维持人体内环境稳态的一种必需电解质^[23],并且高含量K有助于预防高血压、动脉粥样硬化^[24]。3种核桃仁中微量元素Fe的含量高于Zn的,其中:‘紫金’的Fe含量最高,为224.6 $\mu\text{g/g}$;‘宣红’的Zn含量最高,为62.8 $\mu\text{g/g}$ 。Fe是血红蛋白的重要组成部分,对于维持人体造血功能有重要作用,被称为“补血素”^[25]。Zn是人体多种酶的组成成分,对于细胞活动和代谢有一定的影响^[26]。核桃仁矿物质元素含量差异与核桃品种差异密切相关,此外,光照、气候、施肥等因素也会影响核桃仁中矿物质元素的积累。

2.3 3种核桃仁中脂肪酸组成及含量(见表3)

表3 3种核桃仁中脂肪酸组成及含量 %

脂肪酸	娘青	宣红	紫金
己酸(C6:0)	0.23	-	0.12
十一碳酸(C11:0)	0.74	-	0.44
豆蔻酸(C14:0)	0.07	0.03	-
十五碳酸(C15:0)	-	0.01	-
顺-10-十五碳一烯酸(C15:1)	-	-	0.37
棕榈酸(C16:0)	6.61	6.49	6.33
棕榈油酸(C16:1)	0.19	0.10	0.19
顺-10-十七碳一烯酸(C17:1)	-	0.04	-
硬脂酸(C18:0)	2.04	2.40	1.95
油酸(C18:1n9c)	16.78	20.56	14.12
亚油酸(C18:2n6c)	61.91	61.77	67.49
α -亚麻酸(C18:3n3)	8.53	8.08	6.85
花生酸(C20:0)	0.90	0.08	0.86
顺-11,14,17-二十碳三烯酸(C20:3n3)	0.09	-	0.03
花生四烯酸(C20:4n6)	-	0.06	-
EPA(C20:5n3)	0.67	-	0.37
二十一碳酸(C21:0)	0.18	-	0.14
山嵛酸(C22:0)	-	0.22	-
芥酸(C22:1n9)	0.38	0.08	0.37
顺-13,16-二十二碳二烯酸(C22:2)	0.17	-	-
二十三碳酸(C23:0)	0.12	0.07	-
饱和脂肪酸	10.90	9.29	9.86
不饱和脂肪酸	88.72	90.71	89.79
单不饱和脂肪酸	17.35	20.78	15.05
多不饱和脂肪酸	71.37	69.92	74.74

注:-表示未检出

脂肪酸分为饱和脂肪酸和不饱和脂肪酸,后者的含量常作为评价果实营养品质的一个重要指标^[27]。由表3可知,3种核桃仁中共检出21种脂肪

酸,包括10种饱和脂肪酸和11种不饱和脂肪酸。不饱和脂肪酸中有5种为单不饱和脂肪酸,6种为多不饱和脂肪酸。3种核桃仁的饱和脂肪酸含量大小顺序为‘娘青’>‘紫金’>‘宣红’,其中以棕榈酸含量最高,‘娘青’中含量为6.61%;不饱和脂肪酸含量大小顺序为‘宣红’>‘紫金’>‘娘青’,其中多不饱和脂肪酸中含量最高的是亚油酸,其次是 α -亚麻酸,亚油酸含量最高的是‘紫金’,为67.49%, α -亚麻酸含量最高的是‘娘青’,为8.53%。由此可见,核桃品种不同,其脂肪酸含量也会有所差异,此外,种植区域的气候环境、土壤条件以及果实的成熟度、采后储藏条件等均会影响核桃仁中脂肪酸的含量。

3种核桃仁中不饱和脂肪酸含量均在90%左右,主要由多不饱和脂肪酸构成,不饱和脂肪酸具有多种生理活性,对维持细胞生理功能、改善血液循环以及预防心血管疾病等有积极作用^[28]。3种核桃仁中多不饱和脂肪酸主要包括亚油酸和 α -亚麻酸,二者是维持机体正常生理功能的必需脂肪酸。亚油酸可有效防止动脉粥样硬化、降低血液中的胆固醇含量,此外还对皮肤具有深层保湿作用^[29]; α -亚麻酸是转化合成二十碳五烯酸(EPA)和二十二碳六烯酸(DHA)的前体物质。可见,核桃仁具有较高的营养价值和生物活性,有益于人体健康,可作为一种补充必需脂肪酸的良好来源。

2.4 3种核桃仁衣中多酚类物质的含量(见表4)

表4 3种核桃仁衣中多酚类物质含量 $\mu\text{g/g}$

多酚类物质	娘青	宣红	紫金
鞣花酸	724.9	5 302.8	7 015.1
花色苷	630.1	1 752.6	2 990.0
鞣花酰基葡萄糖	589.2	4 736.1	7 426.8
没食子酰基-鞣花酰基葡萄糖	705.2	3 867.7	6 958.3
二鞣花酰基葡萄糖	143.8	1 002.0	6 681.4
二没食子酰基-鞣花酰基葡萄糖	231.3	1 493.4	2 342.3
鞣花酰基-橡木酰基葡萄糖	720.3	5 037.9	6 846.5

从表4可看出,3种核桃仁衣中均检出7种多酚类物质,其总含量大小顺序为‘紫金’>‘宣红’>‘娘青’,且‘紫金’中鞣花酸、没食子酰基-鞣花酰基葡萄糖、鞣花酰基-橡木酰基葡萄糖含量均是‘娘青’的9倍多,二鞣花酰基葡萄糖含量约是‘娘青’的46倍。鞣花酸具有多种生物活性,如抗氧化、减缓皮肤衰老、降压、抑菌等^[30]。鞣花鞣质类物质具有抑制化学物质诱导的癌变、抑制溃疡、凝血等多种功能^[31]。3种核桃仁衣中均含有大量的水溶性色素花色苷,不仅能赋予核桃仁衣色彩,还具有显

著的抗氧化能力以及预防心血管疾病等多种生理功能^[32]。由此可见,3种核桃仁衣均具有较高的保健价值。

3 结论

3种云南有色泡核桃仁的营养成分丰富,含有大量的脂肪、蛋白质、碳水化合物以及矿物质元素等,具有较高的开发利用价值。3种核桃仁衣富含多酚。不同品种核桃仁营养组成存在差异,可进行有针对性的品种选育以及加工和利用。

参考文献:

- [1] 郝荣庭,张毅萍. 中国果树志:核桃卷[M]. 北京:中国林业出版社,1996.
- [2] 杨永涛,潘思源,靳欣欣,等. 不同品种核桃的氨基酸营养价值评价[J]. 食品科学,2017,38(13):207-212.
- [3] 谢蕾,李贤忠,宁德鲁,等. 深纹核桃种质资源评价与挖掘研究进展[J]. 林业科技通讯,2021(11):26-31.
- [4] 鲁素君,陆斌,武绍波,等. 云南主要核桃品种坚果经济性状的分析[J]. 北方园艺,2015(19):18-21.
- [5] 刘云高. 云南省核桃产业发展现状及对策分析[J]. 林业调查规划,2019,44(3):143-147,151.
- [6] 梁林波,苏连波,李俊南,等. 云南核桃主产区天牛种类及种群动态[J]. 植物保护,2021,47(6):265-270.
- [7] 耿树香,宁德鲁,陈海云,等. 云南主栽核桃品种功能成分综合评价[J]. 南京林业大学学报(自然科学版),2019,43(2):209-215.
- [8] SHEN D, WU S, ZHENG Y, et al. Characterization of iron walnut in different regions of China based on phytochemical composition[J]. J Food Sci Technol, 2021, 58(4): 1358-1367.
- [9] 支虎明,王星苏,赵佳佳,等. 超高效液相色谱-静电场轨道阱高分辨质谱鉴定核桃仁的脂质构成[J]. 食品科学,2022,43(4):249-256.
- [10] 常晓虹,田箐,屈直言,等. 核桃功效的研究进展[J]. 现代食品,2020(14):23-26.
- [11] 耿树香,宁德鲁,李勇杰,等. 云南省主栽核桃与美国山核桃品种营养成分分析[J]. 南京林业大学学报(自然科学版),2017,41(6):193-198.
- [12] 朱秋蓉,石卓功,熊利权,等. 云南核桃龙佳和宁香果实经济性状与生长特性分析[J]. 江苏农业科学,2021,49(3):137-142.
- [13] 胡祥,刘云,徐涵,等. ‘龙佳’核桃品质分析及蛋白质提取工艺优化[J]. 食品科技,2021,46(2):225-231.
- [14] 耿树香,宁德鲁,韩明珠,等. 云南核桃主要栽培品种蛋白质及脂肪酸综合评价分析[J]. 中国油脂,2019,44(10):116-120,141.

(下转第128页)