

云南紫仁核桃矿质元素含量及比较

肖良俊^{1,2}, 张雨^{1,2}, 吴涛^{1,2}, 宁德鲁^{1,2}, 毛云玲^{1,2*}

(1. 云南省木本油料工程技术研究中心, 云南 昆明 650201; 2. 云南省林业科学院, 云南 昆明 650201)

摘要:测定分析了28份紫仁核桃样品中6种矿质元素,明确各元素含量范围:P 0.17~0.27 g·kg⁻¹、K 0.19~0.45 g·kg⁻¹、Fe 86.95~258.70 mg·kg⁻¹、Mn 71.00~213.20 mg·kg⁻¹、Cu 39.00~154.00 mg·kg⁻¹、Zn 50.00~106.00 mg·kg⁻¹,并根据测定结果进行各矿质元素含量的变异分析、相关性分析和主成分分析。结果表明,变异系数最大的分别为Mn、Zn,变异系数分别为36%、32%;变异系数最小的为P,变异系数为10%;相关性分析表明,各矿质元素之间相关性不大;主成分分析表明,前3个主成分累计方差贡献率达到71.724%,基本概括了6种矿质元素的主要信息;根据主成分分析结果确定各元素权重值,对紫仁核桃各矿质元素含量及营养价值进行了模糊综合评判,其中,紫14号、紫9号、紫10号有较高营养价值,可以重点开发利用。

关键词:紫仁核桃; 矿质元素含量; 营养评价

中图分类号:S722 **文献标志码:**A **文章编号:**1001-7461(2014)06-0052-04

Contents of Mineral Elements and Comparison among Purple Kernel Walnut Cultivars in Yunnan

XIAO Liang-jun^{1,2}, ZHANG Yu^{1,2}, WU Tao^{1,2}, NING De-lu^{1,2}, MAO Yun-ling^{1,2}

(1. The Woody Oil Engineering Research Center of Yunnan Province, Kunming, Yunnan 650201, China;
2. Yunnan Academy of Forestry, Kunming, Yunnan 650201, China)

Abstract: Purple kernel walnut cultivars were native species occurring in Yunnan, China. The contents of 6 mineral elements in 28 kernel samples were measured and compared. The ranges of the minerals were found as P: 0.17~0.27 and K: 0.19~0.45 g·kg⁻¹, Fe: 86.95~258.70, Mn: 71.00~213.20, Cu: 39.00~154.00, and Zn: 50.00~106.00 mg·kg⁻¹. Variation, correlation and principal component analyses demonstrated that the maximum coefficients of variation were found in Mn (36%) and Zn (32%), and the minimum was in P (10%). No significant relationships were observed between mineral elements. The cumulative contribution of the first 3 principal components reached 71.724%, which almost covered the main information of the 6 mineral elements. According to the results of principal component analysis, weighted values of mineral elements were determined to carry out fuzzy evaluation. The results of the evaluation showed that samples of No. 14, No. 9, and No. 10 had higher nutritional values, which could be considered as the key cultivars to be developed.

Key words: purple kernel walnut; mineral element content; nutritional evaluation

核桃(*Juglans* spp.)是一种综合开发利用价值很高的木本油料及干果树种^[1]。云南泡核桃(*Juglans sigillata*),遍布云南省128个县(区),产量和

质量均居全国之首^[2]。由于云南复杂的地形地貌,特殊的气候条件和多种多样的土壤类型,致使核桃的类型繁多,种质资源极其丰富^[3-8],紫仁核桃属其

中一类晚实特异类群,因其坚果核仁皮色为紫(乌)色而得名,紫仁核桃以核仁颜色特殊为其突出特点,是我国极其宝贵的核桃种质资源,可作为育种材料保护、开发和利用^[9]。人体必需元素,依含量不同,可分为宏量元素和微量元素,碳、氢、氧、氮、磷等为宏量元素,铁、锌、铜、锰等为微量元素。在必需的矿质元素中,每种元素都有其特定的作用,有时显得比维生素都重要,也可列入营养价值范围^[10-11]。微量元素主要通过食物摄入,如果饮食不均衡,极易产生不足或过量积累,危害着人们的健康^[12]。目前对紫仁核桃未见其矿质元素含量及营养评价研究报道。2008 年云南省林业科学院与云南省林木种苗站联合开展了全省核桃种质资源调查,各市(州)县林业种苗站选送 800 多份本地优良的泡核桃样品。对选送样品考种和核果质量分析过程中发现,种仁紫色的核桃口感明显要比其他核桃好,食味更加香纯。对紫仁核桃做特殊标记,共得到 28 份样品。本研究通过测试分析 28 份紫仁核桃样品中核桃仁的矿质元素含量,对各矿质元素进行分析比较,以期为紫仁核桃资源收集、评价及新品种选育提供依据。

1 材料与方法

1.1 材料

以 28 份紫仁核桃为试材,编号分别为紫 1~紫 28(表 1)。

1.2 矿质营养含量的测定

采用 $H_2SO_4-H_2O_2$ 消煮,用美国热电 Unicam969 原子吸收分光光度计进行测定。

在各矿质元素权重值的确定上参照巩雪梅^[13]、赵爱玲^[14]的研究方法,以各材料的矿质元素含量的测定值为原始矩阵,用极值法进行标准化处理,得到评判模糊矩阵 R , $R = (r_{ij})$, $r_{ij} = (x_{ij} - \min x_j) / (\max x_{ij} - \min x_{ij})$ 。数据处理采用 Excel2003、SPSS18.0 软件。

2 结果与分析

2.1 矿质元素含量及变异性分析

28 份紫仁核桃矿质元素含量测定结果(表 1)表明,各矿质元素含量范围分别为:P 0.17~0.27 g · kg^{-1} 、K 0.19~0.45 g · kg^{-1} 、Fe 86.95~258.70 mg · kg^{-1} 、Mn 71.00~213.20 mg · kg^{-1} 、Cu 39.00~154.00 mg · kg^{-1} 、Zn 50.00~106.00 mg · kg^{-1} 。P、K、Fe、Mn、Cu、Zn 最高含量分别是最低含量的 1.59 倍、2.37 倍、2.98 倍、3.00 倍、3.95 倍、2.12 倍。对其进行变异性分析表明,变异系数最大

的分别为 Mn、Cu 变异系数分别为 36%、32%,变异系数较大的分别为 Fe、Zn、K,变异系数分别为 22%、22%、19%,变异系数最小的为 P,变异系数为 10%。

2.2 矿质元素相关性分析

6 种矿质元素之间 P 与 K 相关系数为 0.468,K 与 Mn 相关系数 0.428,Fe 与 Mn 相关系数 0.363,其他矿质元素的相关系数都比较小(表 2),表明 6 种矿质元素之间的相关性不大。

表 1 紫仁核桃矿质元素含量

Table 1 Contents of mineral elements of purple kernel of walnut

编 号	县 (区)	P /(g · kg^{-1})	K /(g · kg^{-1})	Fe /(mg · kg^{-1})	Mn /(mg · kg^{-1})	Cu /(mg · kg^{-1})	Zn /(mg · kg^{-1})
紫 1	大姚县	0.17	0.24	129.70	102.00	45.00	52.00
紫 2	玉龙县	0.26	0.25	135.46	114.00	56.00	54.00
紫 3	玉龙县	0.18	0.19	182.20	80.00	61.00	52.00
紫 4	玉龙县	0.22	0.28	124.30	76.00	51.00	63.00
紫 5	玉龙县	0.23	0.32	192.00	71.00	51.00	59.00
紫 6	玉龙县	0.25	0.25	135.44	86.00	63.00	60.00
紫 7	宁浪县	0.23	0.20	146.10	76.00	64.00	80.00
紫 8	会泽县	0.26	0.24	158.23	125.00	92.00	51.00
紫 9	镇雄县	0.21	0.26	258.70	76.00	154.00	73.00
紫 10	鲁甸县	0.23	0.28	138.50	205.00	51.00	106.00
紫 11	师宗县	0.25	0.29	134.53	203.00	75.00	51.00
紫 12	华宁县	0.25	0.28	86.95	107.00	92.00	85.00
紫 13	漾濞县	0.25	0.28	125.40	94.00	39.00	56.00
紫 14	腾冲县	0.27	0.45	218.60	213.20	53.00	52.00
紫 15	德钦县	0.22	0.26	156.30	103.30	55.00	56.00
紫 16	德钦县	0.25	0.23	168.33	78.00	59.00	53.00
紫 17	德钦县	0.26	0.32	121.23	98.00	67.00	67.00
紫 18	德钦县	0.27	0.29	146.64	87.00	67.00	51.00
紫 19	德钦县	0.23	0.19	142.13	145.00	87.00	50.00
紫 20	德钦县	0.23	0.25	146.67	134.00	57.00	53.00
紫 21	维西县	0.27	0.27	142.67	108.00	56.00	54.00
紫 22	香格里拉县	0.27	0.28	167.31	94.00	85.00	52.00
紫 23	香格里拉县	0.23	0.25	163.23	79.00	73.00	52.00
紫 24	香格里拉县	0.25	0.27	145.67	93.00	69.00	50.00
紫 25	香格里拉县	0.22	0.21	148.53	85.00	78.00	54.00
紫 26	香格里拉县	0.24	0.26	124.32	96.00	64.00	51.00
紫 27	东川区	0.23	0.22	123.34	99.00	87.00	62.00
紫 28	东川区	0.25	0.24	134.23	142.00	97.00	55.00
最大值		0.27	0.45	258.70	213.20	154.00	106.00
最小值		0.17	0.19	86.95	71.00	39.00	50.00
变幅		0.10	0.26	171.75	142.20	115.00	56.00
平均数		0.24	0.26	149.88	109.63	69.57	59.07
标准差		0.02	0.05	32.95	39.62	22.55	12.85
变异系数/%		10	19	22	36	32	22

表 2 矿质元素的相关性矩阵

Table 2 Correlation matrix of mineral elements

矿质元素	P	K	Fe	Mn	Cu	Zn
P	1.000	0.468	-0.136	0.249	0.003	-0.099
K	0.468	1.000	0.245	0.428	-0.210	0.034
Fe	-0.136	0.245	1.000	-0.016	0.363	-0.122
Mn	0.249	0.428	-0.016	1.000	-0.079	0.157
Cu	0.003	-0.210	0.363	-0.079	1.000	0.114
Zn	-0.099	0.034	-0.122	0.157	0.114	1.000

2.3 矿质元素含量的主成分分析

对 28 份紫仁核桃样品的 6 个矿质元素做主成分分析(表 3), 第 1 主成分的贡献率较高(30.162%), 其中 K、P、Mn 有较高的正载荷, 因此, 第 1 主成分主要反映紫仁核桃的 K、P、Mn 元素; 第 2 主成分的贡献率为(22.753%), 其中 Fe、Cu 有较高的正载荷, 因此, 第 2 主成分主要反映紫仁核桃的 Fe、Cu 元素; 第 3 主成分的贡献率(17.697%), 其中 Zn 有较高的正载荷, 因此, 第 3 主成分主要反映紫仁核桃 Zn 元素。前 3 个主成分的累积贡献率达到 71.724%, 说明前 3 个主成分基本概括了紫仁核桃矿质元素的 6 个性状的主要信息, 在反映紫仁核桃矿质元素中 K 为首要性状, 其次为 P 和 Mn。

表 3 矿质元素成分的主成分矩阵

Table 3 The principal component matrix of mineral elements

矿质元素	第 1 主成份	第 2 主成份	第 3 主成份
P	0.706	-0.003	-0.193
K	0.854	0.219	-0.088
Fe	-0.009	0.882	-0.179
Mn	0.706	0.046	0.338
Cu	-0.285	0.732	0.254
Zn	0.047	-0.027	0.934
特征值	1.810	1.365	1.128
贡献率/%	30.162	22.753	18.808
累计贡献率/%	30.162	52.916	71.724

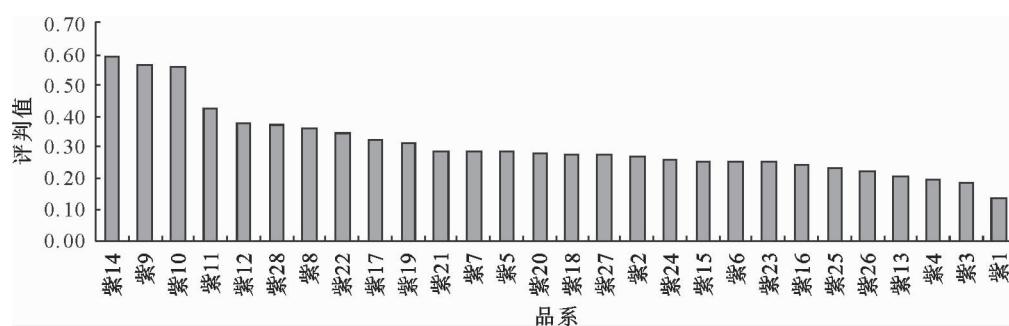


图 1 紫仁核桃各元素营养综合评判

Fig. 1 The result of synthetic evaluation about mineral elements nutrients in purple kernel of walnut

3 结论与讨论

3.1 综合评判权重值的确定

用模糊综合评判的方法评价紫仁核桃矿质元素

含量及综合营养价值的高低, 在各矿质元素权重值的确定上引用了巩雪梅^[13]、赵爱玲^[14]等研究, 利用主成分分析结果中各矿质元素在 3 大主成分中所占比例综合给紫仁核桃各矿质元素分别赋以权重值,

此法虽然有一定的科学性,但只能确定各矿质元素之间的相对比值,其精确性有待进一步研究。

3.2 紫仁核桃矿质元素含量

矿质元素参与构成人体组织及机体的正常生理代谢,是维持人体正常生理机能不可缺少的物质^[16-17]。通常认为人体必需的生物元素有32种,多数从食物中获取,中国人膳食中较易缺乏的元素是钙、铁和锌^[12]。紫仁核桃富含铁、锌等矿质元素,其中P、K、Fe、Mn、Cu、Zn最高含量分别为最低含量的1.59、2.37、2.98、3.0、3.95倍与2.12倍,表明各紫仁核桃矿质元素含量间差别较大,具选择育种价值。变异性分析表明,Mn、Cu变异系数最大,分别为36%、32%,Fe、Zn、K变异系数分别为22%、22%、19%,P变异系数最小。相关性分析表明6种矿质元素之间的相关性不大。

3.3 紫仁核桃种质资源的比较

紫仁核桃为我国特异的核桃种质资源,亟需加以收集、保护、评价和开发^[9]。经模糊综合评价分析,28份紫仁核桃样品的矿质营养差异较大,其中紫14评判值是最小紫1评判值的4.54倍,同时紫9和紫10综合评判值也较高,可作为高营养价值核桃育种材料。黑色(有色)食品在国内外市场已形成消费潮,紫仁核桃营养价值高与普通核桃相比口感更加香纯。结果可为紫仁核桃的良种选育及高保健价值的核桃开发利用提供指导。

参考文献:

- [1] 鄢荣庭,张毅萍.中国果树志·核桃卷[M].北京:中国林业出版社,1996.
- [2] 陆斌.云南核桃的特性与品质[J].经济林研究,2009,27(2):137-140.
- [3] 肖良俊,马婷,贺娜,等.云南镇雄核桃优良单株选择初报[J].西部林业科学,2011,40(3):69-72.
- [4] 陈少瑜,张雨,陈霞,等.27份核桃种质资源亲缘关系的ISSR分析[J].西北林学院学报,2012,27(4):108-112.
CHEN S Y, ZHANG Y, CHEN X, et al. Genetic relationship of 27 walnut germplasm resources based on ISSR marker[J]. Journal of Northwest Forestry University, 2012, 27(4): 108-112. (in Chinese)
- [5] 肖良俊,马婷,宁德鲁.云南省核桃主产区气候因子分析[J].广东农业科学,2013(9):29-31.
- [6] 张雨,董润泉,习学良.云南核桃种质资源现状及开发利用[J].西北林学院学报,2004,19(2):38-40.
ZHANG Y, DONG R Q, XI X L. Germplasm resource of walnut in Yunnan and its exploitation and utilization[J]. Journal of Northwest Forestry University 2004, 19(2): 38-40. (in Chinese)
- [7] 肖良俊,宁德鲁,彭明俊,等.滇东北核桃优良单株主要经济性状的主成分分析[J].西北林学院学报,2013,28(2):79-82.
XIAO L J, NING D L, PENG M J, et al. Principal component analysis for major economic characteristics of walnut in northeast of Yunnan Province[J]. Journal of Northwest Forestry University. 2013, 28(2): 79-82. (in Chinese)
- [8] 张雨,陆斌,冯倩,等.海拔高度对三台核桃果实性状变异规律研究[J].西北林学院学报 2011, 26(4): 108-111.
ZHANG Y, LU B, FENG Q, et al. Variation of fruit characters of walnut under different elevations[J]. Journal of Northwest Forestry University. 2011, 26(4): 108-111. (in Chinese)
- [9] 裴东,鲁新政.中国核桃种质资源[M].北京:中国林业出版社,2011.
- [10] 孙树杰,王兆华,宋康,等.核桃营养价值及功能活性研究进展[J].中国食品与营养,2013,19(5):72-74.
SUN S J, WANG Z H, SONG K, et al. Research advancement on nutritional value and functional activity of walnut [J]. Food and Nutrition in China, 2013, 19 (5): 72-74. (in Chinese)
- [11] 汪禄祥,黎其万,刘家富,等.云南雪莲果的营养成分及质量安全评价[J].广东农业科学,2008(5):22-24.
- [12] 施先义,韦文业.人体中的必需微量元素与有毒元素[J].科技创新导报,2010(4),104.
- [13] 巩雪梅,张水明,宋丰顺,等.中国石榴品种资源经济性状研究[J].植物遗传资源学报 2004,5(1):17-21.
GONG X M, ZHANG S M, SONG F S, et al. Economic characteristics of fruits in pomegranate cultivars in China[J]. Journal of Plant Genetic Resources, 2004, 5 (1): 17-21. (in Chinese)
- [14] 赵爱玲,李登科,王永康,等.枣品种资源的营养特性评价与种质筛选[J].植物遗传资源学报 2010,11(6):811-816.
ZHAO A L, LI D K, WANG Y K, et al. Evaluation on nutritious characteristics and germplasm screening of different Chinese jujube cultivars [J]. Journal of Plant Genetic Resources, 2010, 11(6): 811-816. (in Chinese)
- [15] 孙雷.主成分分析法和模糊综合分析法在水质评价中的实例比较[J].环境科学与管理,2011,36(8):178-181.
- [16] 徐伟君,张九东,陶贵荣,等.秦岭产9种野菜中矿质元素含量的比较[J].植物资源与环境学报,2012,21(3):116-117.
XU W J, ZHANG J D, TAO G R, et al. Comparison of mineral element content in nine wild vegetables from Qinling Mountains[J]. Journal of Plant Resources and Environment, 2012, 21(3) :116-17. (in Chinese)
- [17] 李艳,王萍,陈思婷,等.4个品种椰子嫩果椰肉主要矿质元素含量分析[J].热带作物学报,2012,33(1):46-49.
LI Y, WANG P, CHEN S T, et al. Mineral elements of tender coconut meat in four coconut cultivars[J]. Chinese Journal of Tropical Crops, 2012, 33(1): 46-49. (in Chinese)