

不同品种赤苍藤种仁营养成分及潜在应用价值分析

黄诗宇¹, 杨天为¹, 张向军¹, 张尚文¹, 黄松殿², 石前¹, 李婷¹

(1. 广西壮族自治区农业科学院生物技术研究所, 南宁 530007; 2. 广西壮族自治区南宁市树木园, 南宁 530031)

摘要:旨在为开发利用赤苍藤种仁提供参考,以桂赤1号、桂赤2号赤苍藤种仁为实验原料,利用国标方法测定种仁粗脂肪、蛋白质、矿质元素含量,氨基酸组成,以及种仁油的脂肪酸组成,并评估氨基酸组成及含量合理性,考察种仁油的安全性,以此综合评价赤苍藤种仁的营养价值。结果表明:桂赤1号、桂赤2号种子的出仁率分别为52.88%、49.40%,种仁粗脂肪含量分别为50.37%、48.43%,蛋白质含量分别为17.70%、18.23%,种仁中含有16种氨基酸,其中包含7种人体必需氨基酸,氨基酸比值系数分(SRC)值分别为63.29、63.85;赤苍藤种仁中钾、钙、镁、铁、锌含量较高,钠含量较低,各类矿质元素均衡,重金属元素含量未超过国家标准限量值;桂赤1号、桂赤2号种仁油的主要脂肪酸为油酸,其含量分别达80.03%、70.08%;2种赤苍藤种仁油的铅、苯并(a)芘、黄曲霉毒素B₁、溶剂残留以及酸值和过氧化值均满足相关国标的限定要求。综上,桂赤2号种仁的蛋白质营养价值较高,而桂赤1号种仁的粗脂肪含量及种仁油的油酸含量相对更高,二者在保健食品、油料方面均具有较高的开发利用价值。

关键词:赤苍藤种仁;营养成分;氨基酸;矿质元素;脂肪酸

中图分类号:TS222;TS201.4 文献标识码:A 文章编号:1003-7969(2025)06-0105-06

Analysis of nutritional components and potential application value of seed kernels of different varieties of *Erythralum scandens*

HUANG Shiyu¹, YANG Tianwei¹, ZHANG Xiangjun¹, ZHANG Shangwen¹, HUANG Songdian², SHI Qian¹, LI Ting¹

(1. Biotechnology Research Institute, Guangxi Academy of Agricultural Science, Nanning 530007, China; 2. Nanning Arboretum, Guangxi Zhuang Autonomous Region, Nanning 530031, China)

Abstract: To provide a reference for the development and utilization of seed kernels of *Erythralum scandens*, taking the seed kernels of Guichi No. 1 and Guichi No. 2 as experimental materials, the contents of crude fat, protein, mineral elements, and amino acid composition of the seed kernel, and fatty acid composition of the seed kernel oil, were determined by national standard methods. The rationality of the amino acid composition and content was evaluated, and the safety of the kernel oil was investigated. The nutritional value of *Erythralum scandens* seed kernels was comprehensively evaluated. The results showed that the kernel yield of Guichi No. 1 and Guichi No. 2 seeds were 52.88% and 49.40%, respectively. The crude fat content in seed kernels were 50.37% and 48.43%, respectively.

The protein content was 17.70% and 18.23%, respectively. There were 16 amino acids in *Erythralum scandens* seed kernels, including 7 essential amino acids and the SRC were 63.29 and 63.85, respectively. The contents of potassium, calcium, magnesium, iron and zinc in seed kernels of *Erythralum scandens* were higher, while the content of sodium was lower. The mineral elements were balanced, and the

收稿日期:2024-02-23;修回日期:2025-02-15

基金项目:广西重点研发计划(桂科AB21220042);广西农业科学院基本科研业务专项(桂农科2017YM27);广西农业科学院基本科研业务专项(桂农科2022JM51);广西特色作物试验站“广西隆安中草药试验站”(桂TS2022002);广西水土保持学会重点领域创新项目(202009001)

作者简介:黄诗宇(1993),女,助理研究员,研究方向为特色植物种质资源开发与遗传改良(E-mail)shiyuhuang@gxaas.net。

通信作者:张尚文,副研究员,硕士(E-mail)63838114@qq.com。

heavy metal content did not exceed the national standard limits. The main fatty acid in the seed kernel oil of Guichi No. 1 and Guichi No. 2 was oleic acid, with contents of 80.03% and 70.08%, respectively. The lead content, benzo(a)pyrene, aflatoxin B₁, residual solvent, as well as the acid value and peroxide value of the two types of *Erythralum scandens* seed kernel oil all met the relative national standard limits, indicating a high level of safety. The seed kernel protein of Guichi No. 2 has higher nutritional value, while the crude fat and oleic acid contents in the kernel oil of Guichi No. 1 are relatively higher, and both have the development and utilization value in health food and oilseed.

Key words: *Erythralum scandens* seed kernel; nutritional component; amino acid; mineral element; fatty acid

赤苍藤(*Erythralum scandens* Blume)是檀香目铁青树科赤苍藤属多年生常绿藤本植物,又称牛耳藤、龙须菜,其嫩芽叶中维生素、蛋白质、脂肪、纤维素等营养物质含量高,还含有18种氨基酸(包括8种人体必需氨基酸)^[1],可作为蔬菜用于鲜食、炒食、做汤等,口味鲜美,清香独特^[2]。赤苍藤可在林下栽培,且适应石漠化地区生长,将其与石漠化治理相结合,可以在不占用耕地的同时增加植被覆盖率,提高单位林地的产值,促进地方经济发展,具有较高的经济效益和重要的生态意义^[3]。赤苍藤主要分布在我国广西、广东、云南、贵州、海南等地,经课题组调研发现,赤苍藤当年种植,第2年即可开花结果,每年可开花结果2~3次,2~3年可进入盛产期,结实期可达20年以上,果实年产量较高。赤苍藤种仁口感爽脆、风味独特,且其粗脂肪含量与蒜头果相当,但与赤苍藤同为铁青树科的蒜头果已作为一种高值木本油料植物被发掘利用^[4-5],因此赤苍藤也可能具有发展为油料作物的经济价值。但目前关于赤苍藤的研究主要为茎和嫩叶部位化学成分和营养价值^[1,6-7],对于种仁的相关研究还未见报道。

本文以人工栽培的赤苍藤优良株系桂赤1号和桂赤2号为原料,测定其种仁粗脂肪、蛋白质、矿质元素含量和氨基酸组成,探究其种仁油的脂肪酸组成及安全性,以综合评估赤苍藤种仁的营养价值,探讨其作为油料的可能性,以期为赤苍藤的进一步开发利用提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 实验材料

1.1.1 原料与试剂

桂赤1号、桂赤2号种子,于2022年6月采收于广西壮族自治区农业科学院生物技术研究所大棚,在赤苍藤果实成熟后,果皮自然裂开,种子外露时采收。

氨基酸标准品(色谱纯)、矿质元素和重金属标准溶液(1 000 mg/L),国家标准物质中心;盐酸、氢氧化钠、氢氧化钾、石油醚(30~60℃)、乙醇、氯化钠、硫酸氢钠、无水硫酸钠、硫酸铜、硫酸钾、硫酸、硼酸等试剂为分析纯。

1.1.2 仪器与设备

HT-1010全自动氨基酸分析仪,德国曼默博尔公司;iCAP Q电感耦合等离子体质谱仪,美国赛默飞世尔科技;K9840自动凯氏定氮仪,山东海能科学仪器有限公司;240FS AA原子吸收分光光度计、7890B气相色谱仪,美国安捷伦公司;LC-2030高效液相色谱仪,日本岛津公司;LC-AFS9530液相色谱-原子荧光联用仪,北京海光仪器公司。

1.2 实验方法

1.2.1 赤苍藤种仁和种仁油的制备

将赤苍藤种子置于65℃烘干至恒重,去除种壳后获得种仁。赤苍藤种子出仁率为烘干后的种仁质量与种子质量的比值。参考GB 5009.6—2016采用索氏提取法从赤苍藤种仁中提取油脂。种仁与种仁油均于4℃保存备用。

1.2.2 赤苍藤种仁粗脂肪、蛋白质含量测定

粗脂肪含量测定参照GB 5009.6—2016第二法;蛋白质含量测定参照GB 5009.5—2016第一法。

1.2.3 赤苍藤种仁的氨基酸组成测定及评价

氨基酸组成及含量测定参照GB 5009.124—2016。

参考苏霁玲等^[8]的方法将赤苍藤种仁中必需氨基酸含量与1977年联合国粮食及农业组织(FAO)/世界卫生组织(WHO)提出的必需氨基酸推荐模式值进行比较,计算氨基酸比值(RAA)、氨基酸比值系数(RCAA)、氨基酸比值系数分(SRC),以评价赤苍藤种仁氨基酸组成的平衡性。

1.2.4 赤苍藤种仁矿质元素含量测定

磷(P)的测定参照GB 5009.87—2016第一法;

钾(K)、钠(Na)的测定参照 GB 5009. 91—2017 第一法;钙(Ca)的测定参照 GB 5009. 92—2016 第一法;镁(Mg)的测定参照 GB 5009. 241—2017 第一法;铜(Cu)的测定参照 GB 5009. 13—2017 第二法;锰(Mn)的测定参照 GB 5009. 242—2017 第一法;硼(B)、钼(Mo)和镍(Ni)的测定参照 GB 5009. 268—2016;硒(Se)的测定参照 GB 5009. 93—2017 第一法;铁(Fe)的测定参照 GB 5009. 90—2016 第一法;铝(Al)的测定参照 GB 5009. 182—2017 第二法;锌(Zn)的测定参照 GB 5009. 14—2017 第一法;镉(Cd)的测定参照 GB 5009. 15—2014;铅(Pb)的测定参照 GB 5009. 12—2017 第一法;砷(As)的测定参照 GB 5009. 11—2014 第一篇第二法;汞(Hg)的测定参照 GB 5009. 17—2021 第一篇第一法。

1.2.5 赤苍藤种仁油脂脂肪酸组成测定

采用 GB 5009. 168—2016 第三法测定赤苍藤种仁油脂脂肪酸组成及相对含量。

1.2.6 赤苍藤种仁油的安全性检测

苯并(a)芘测定参照 GB 5009. 27—2016;酸值测定参照 GB 5009. 229—2016 第一法;溶剂残留量测定参照 GB 5009. 262—2016;黄曲霉毒素 B₁ 测定参照 GB 5009. 22—2016;过氧化值测定参照 GB 5009. 227—2016 第一法;铅含量测定参照 GB 5009. 12—2017 第一法。

1.2.7 数据处理

利用 Excel 2021 统计数据,通过 SPSS 22 进行差异显著性分析。

2 结果与讨论

2.1 赤苍藤种子出仁率及种仁粗脂肪、蛋白质含量

种子出仁率及种仁粗脂肪含量是评价油料作物种子品质的重要指标,赤苍藤种子出仁率、种仁粗脂肪和蛋白质含量见表 1。

表 1 2 种赤苍藤的种子出仁率、种仁粗脂肪和蛋白质含量
Table 1 Kernel yield, crude fat and protein contents of two varieties of *Erythralum scandens* %

项目	桂赤 1 号	桂赤 2 号
种子出仁率	52.88 ± 0.32 ^A	49.40 ± 0.37 ^B
种仁粗脂肪含量	50.37 ± 0.42 ^A	48.43 ± 0.36 ^B
种仁蛋白质含量	17.70 ± 0.28 ^A	18.23 ± 0.06 ^A

注:不同小写字母表示品种间差异显著($p < 0.05$),不同大写字母表示品种间差异极显著($p < 0.01$)。下同

Note: Different lowercase letters indicate significant differences between varieties ($p < 0.05$), and different uppercase letters indicate extremely significant differences between varieties ($p < 0.01$). The same below

由表 1 可知,桂赤 1 号种子出仁率、种仁粗脂肪含量极显著高于桂赤 2 号,但二者的种仁蛋白质含

量无显著差异。2 种赤苍藤种仁的粗脂肪含量均为 50% 左右,与常见油料比较,大豆粗脂肪含量为 20% 左右^[9],花生粗脂肪含量为 50% 左右^[10],油茶种仁粗脂肪含量为 40% 左右^[11];与藤本油料比较,油藤种子粗脂肪含量为 50% 左右^[12]、白木通籽粗脂肪含量为 40% 左右^[13];与同科植物比较,蒜头果种仁粗脂肪含量为 60% 左右^[8];可见赤苍藤种仁的粗脂肪含量处于较高水平,是潜在的油料资源。2 种赤苍藤种仁的蛋白质含量均为 18% 左右,低于蒜头果种仁(21.02%)^[8]、辣木籽种仁(37.11%)^[14]、元宝枫种仁(35.13%)^[15],高于铁力木种仁(7.34%)^[16],可见赤苍藤种仁的蛋白质含量处于中等水平。

2.2 赤苍藤种仁氨基酸组成及含量

2 种赤苍藤种仁的氨基酸组成及含量见表 2。

表 2 2 种赤苍藤种仁的氨基酸组成及含量

Table 2 Amino acid composition and content in seed kernels of two varieties of *Erythralum scandens*

氨基酸	g/100 g	
	桂赤 1 号	桂赤 2 号
天冬氨酸(Asp)	1.43 ± 0.06 ^a	1.25 ± 0.05 ^b
苏氨酸(Thr)*	0.51 ± 0.11 ^a	0.49 ± 0.04 ^a
丝氨酸(Ser)	0.68 ± 0.07 ^a	0.67 ± 0.04 ^a
谷氨酸(Glu)	1.65 ± 0.16 ^a	1.74 ± 0.13 ^a
脯氨酸(Pro)	1.03 ± 0.14 ^a	1.13 ± 0.06 ^a
甘氨酸(Gly)	0.78 ± 0.09 ^A	0.58 ± 0.02 ^B
丙氨酸(Ala)	0.91 ± 0.08 ^a	1.01 ± 0.07 ^a
缬氨酸(Val)*	0.89 ± 0.10 ^a	1.06 ± 0.05 ^a
蛋氨酸(Met)*	0.16 ± 0.01 ^b	0.22 ± 0.02 ^a
异亮氨酸(Ile)*	0.59 ± 0.04 ^b	0.80 ± 0.06 ^a
亮氨酸(Leu)*	1.25 ± 0.07 ^a	1.33 ± 0.07 ^a
酪氨酸(Tyr)	0.56 ± 0.10 ^a	0.67 ± 0.04 ^a
苯丙氨酸(Phe)*	0.78 ± 0.07 ^a	0.81 ± 0.08 ^a
赖氨酸(Lys)*	0.92 ± 0.03 ^b	1.23 ± 0.10 ^a
组氨酸(His)	0.39 ± 0.02 ^A	0.32 ± 0.02 ^B
精氨酸(Arg)	1.47 ± 0.08 ^A	1.32 ± 0.02 ^B
半胱氨酸(Cys)	—	—
必需氨基酸(EAA)	5.09	5.94
非必需氨基酸(NEAA)	8.89	8.70
总氨基酸(TAA)	13.99	14.64

注:* 为必需氨基酸

Note: * Essential amino acid

由表 2 可知,赤苍藤种仁中含有 16 种氨基酸,其中包含 7 种人体必需氨基酸。桂赤 1 号、桂赤 2 号种仁中总氨基酸含量分别为 13.99、14.64 g/100 g,其必需氨基酸含量分别占总氨基酸含量的 36.38%、40.57%,桂赤 1 号和桂赤 2 号种仁中谷氨

酸、精氨酸、天冬氨酸、亮氨酸的含量较高。桂赤 1 号种仁中天冬氨酸含量显著高于桂赤 2 号的,而甘氨酸、组氨酸、精氨酸的含量则极显著高于桂赤 2 号的,而桂赤 2 号种仁中蛋氨酸、异亮氨酸、赖氨酸的含量显著高于桂赤 1 号的,其他氨基酸含量在两者间无显著差异。

2 种赤苍藤种仁中必需氨基酸含量与 FAO/WHO 推荐模式值的比较结果见表 3。

表 3 2 种赤苍藤种仁必需氨基酸的 RAA、RCAA 值

Table 3 RAA and RCAA values of essential amino acids in seed kernels of two varieties of *Erythralpulum scandens*

氨基酸	FAO/WHO 推荐模式/ (g/100 g)	RAA 值		RCAA 值	
		桂赤 1 号	桂赤 2 号	桂赤 1 号	桂赤 2 号
苏氨酸(Thr)	4.00	0.13	0.12	0.83	0.68
缬氨酸(Val)	5.00	0.18	0.21	1.16	1.18
异亮氨酸(Ile)	4.00	0.15	0.20	0.97	1.11
亮氨酸(Leu)	7.00	0.18	0.19	1.17	1.06
赖氨酸(Lys)	5.50	0.17	0.22	1.10	1.24
蛋氨酸(Met) + 半胱氨酸(Cys)	3.50	0.04	0.06	0.29	0.34
苯丙氨酸(Phe) + 酪氨酸(Tyr)	6.00	0.22	0.25	1.46	1.37

RCAA 值大于 1 说明该氨基酸含量相对过剩, RCAA 值小于 1 说明该氨基酸含量相对不足。由表 3 可知,桂赤 1 号种仁中有 4 种必需氨基酸(缬氨酸、亮氨酸、赖氨酸、苯丙氨酸 + 酪氨酸)的 RCAA 值大于 1,3 种必需氨基酸(苏氨酸、异亮氨酸、蛋氨酸 + 半胱氨酸)的 RCAA 值小于 1,而桂赤 2 号种仁中有 5 种必需氨基酸(缬氨酸、异亮氨酸、亮氨酸、赖氨酸、苯丙氨酸 + 酪氨酸)的 RCAA 值大于 1,2 种必需氨基酸(苏氨酸、蛋氨酸 + 半胱氨酸)的 RCAA 值小于 1。桂赤 1 号和桂赤 2 号种仁的第一限制氨基酸均为蛋氨酸 + 半胱氨酸,与同科植物蒜头果的第一限制氨基酸相同^[8],第二限制氨基酸均为苏氨酸,桂赤 1 号、桂赤 2 号种仁 SRC 值分别为 63.29、63.85,高于元宝枫种仁(51.78)^[15],低于蒜头果种仁(77.25)^[8]、杏仁(66)、花生(64)、辣木籽(65)^[14]。SRC 值越接近 100,说明氨基酸组成比例越平衡,营养价值越高,而 2 种赤苍藤种仁中氨基酸组成比例均处于中等水平,应与苏氨酸、蛋氨酸 + 半胱氨酸含量较多的食物搭配使用,以提高食用价值。

2.3 赤苍藤种仁矿质元素含量

矿质元素含量是评价种仁营养价值的重要指标,赤苍藤种仁中矿质元素含量见表 4。

表 4 2 种赤苍藤种仁矿质元素含量

Table 4 Content of mineral elements in seed kernels of two varieties of *Erythralpulum scandens* mg/kg

项目	桂赤 1 号	桂赤 2 号
常量元素		
磷(P)	8 265.00 ± 255.00 ^a	7 940.00 ± 50.99 ^a
钾(K)	13 350.00 ± 450.00 ^a	13 166.67 ± 249.44 ^a
钙(Ca)	1 880.00 ± 90.00 ^b	2 180.00 ± 80.42 ^a
镁(Mg)	2 360.00 ± 70.00 ^a	2 393.33 ± 28.67 ^a
钠(Na)	16.33 ± 1.05 ^a	17.13 ± 1.13 ^a
微量元素		
铜(Cu)	6.00 ± 0.22 ^A	3.87 ± 0.48 ^B
锰(Mn)	17.73 ± 1.11 ^a	19.30 ± 0.62 ^a
硼(B)	11.97 ± 0.65 ^a	13.10 ± 0.14 ^a
钼(Mo)	0.11 ± 0.02 ^a	0.15 ± 0.03 ^a
镍(Ni)	1.00 ± 0.06 ^a	1.04 ± 0.12 ^a
硒(Se)	0.03 ± 0.01 ^a	0.03 ± 0.01 ^a
铁(Fe)	57.70 ± 3.56 ^a	50.30 ± 0.82 ^b
铝(Al)	6.03 ± 0.14 ^B	7.56 ± 0.40 ^A
锌(Zn)	31.57 ± 0.88 ^a	27.02 ± 1.47 ^b
重金属元素		
镉(Cd)	0.01 ± 0.00 ^a	0.01 ± 0.00 ^a
铅(Pb)	0.06 ± 0.00 ^a	0.06 ± 0.00 ^a
砷(As)	-	-
汞(Hg)	0.02 ± 0.00 ^a	0.01 ± 0.00 ^a

由表 4 可知,桂赤 1 号和桂赤 2 号种仁中钾的含量均为最高,达到 13 000 mg/kg 以上,钠的含量较低,不超过 18 mg/kg,可见赤苍藤种仁属于高钾低钠食品,在防治高血压、心脑血管疾病等方面可能具有一定保健作用^[17]。钙作为生物必需的元素,是维持骨骼强壮及健康的重要元素,镁是一种参与人体生理活动及新陈代谢过程不可或缺的元素之一,钙和镁对于维持心血管健康具有重要作用^[18],而铁和锌是人体必需的微量元素,对人体生长发育具有重要作用^[19]。赤苍藤种仁中钙(1 880.00 ~ 2 180.00 mg/kg)、铁(50.30 ~ 57.70 mg/kg)、锌含量(27.02 ~ 31.57 mg/kg)处于较高水平,高于蒜头果种仁(164.4、32.56、0 mg/kg)^[8]、元宝枫种仁(8.5、16.6、5.2 mg/kg)^[15]、铁力木种仁(1 040.0、37.2、16.3 mg/kg)^[16]。而镁含量(2 360.00 ~ 2 393.33 mg/kg)高于铁力木种仁(992.00 mg/kg)^[16],低于蒜头果种仁(2 426.00 mg/kg)^[8]和元宝枫种仁(3 300.0 mg/kg)^[15]。赤苍藤种仁的钙、镁、铁、锌含量与部分油料种仁比较,均处于较高水平,且各类矿质元素均衡,而重金属元素含量极低,镉、铅、砷和汞均未超过 GB 2762—2017 限量值。

2.4 赤苍藤种仁油脂肪酸组成及相对含量

脂肪酸组成是评价油脂营养价值的重要指标^[20],2种赤苍藤种仁油脂肪酸组成及相对含量见表5。

表5 2种赤苍藤种仁油的脂肪酸组成及相对含量

	%	
脂肪酸	桂赤1号	桂赤2号
肉豆蔻酸(C14:0)	0.06 ± 0.01 ^b	0.13 ± 0.02 ^a
十五烷酸(C15:0)	0.06 ± 0.01 ^a	0.06 ± 0.01 ^a
棕榈酸(C16:0)	5.65 ± 0.19 ^B	9.34 ± 0.24 ^A
棕榈油酸(C16:1)	0.21 ± 0.01 ^a	0.28 ± 0.03 ^a
十七烷酸(C17:0)	0.11 ± 0.02 ^B	0.24 ± 0.02 ^A
硬脂酸(C18:0)	3.32 ± 0.23 ^a	3.61 ± 0.2 ^a
油酸(C18:1n9c)	80.03 ± 0.17 ^A	70.08 ± 0.08 ^B
亚油酸(C18:2n6c)	0.72 ± 0.05 ^a	0.76 ± 0.08 ^a
顺-11-二十碳一烯酸(C20:1)	9.62 ± 0.30 ^B	15.28 ± 0.25 ^A
饱和脂肪酸	9.22	13.37
单不饱和脂肪酸	89.86	85.64
多不饱和脂肪酸	0.72	0.76

由表5可知,2种赤苍藤种仁中共检测到9种脂肪酸,其中饱和脂肪酸5种,不饱和脂肪酸4种。桂赤1号、桂赤2号种仁油的饱和脂肪酸含量分别为9.22%、13.37%,不饱和脂肪酸含量分别为90.59%、86.40%。桂赤1号、桂赤2号种仁油中油酸含量均最高,分别为80.03%和70.08%,均高于元宝枫种仁油(23.85%)^[15]、蒜头果种仁油(29.74%)^[8]、文冠果种仁油(41.23%)^[21]、南美油藤籽油(9.20%)^[22]、白木通籽油(38.03%)^[13]。油酸属于单不饱和脂肪酸,有较高的营养价值和较好的热稳定性^[23]。已有研究表明,油酸可在一定程度上降低人体血液中总胆固醇和有害胆固醇含量,同时却不影响有益胆固醇的含量,利于降低血脂水平,从而有效预防心脑血管疾病。另外,油酸对软化血管也有一定疗效,在人体代谢生理活动中具有重要作用,但人体自身合成的油酸往往不能满足需要,需额外从食物中摄取,因此食用油酸含量较高的食用油有益人体健康^[24]。开发高油酸品种是花生、油菜、大豆等油料作物的遗传改良方向之一^[10,25-27],而赤苍藤种仁油具有天然高油酸的优势,有望作为新型高油酸油脂资源,桂赤1号种仁油的不饱和脂肪酸及油酸相对含量更高,作为油脂产品开发可能更具优势。

2.5 赤苍藤种仁油安全性评价

2种赤苍藤种仁油的安全性评价结果见表6。

表6 2种赤苍藤种仁油安全性指标检测结果

Table 6 Safety indicators detection results of seed kernel oil of two varieties of *Erythralum scandens*

项目	桂赤1号	桂赤2号	GB 2716—2018 限定值
苯并(a)芘/(μg/kg)	-	-	≤10
铅/(mg/kg)	0.035 ± 0.004	0.026 ± 0.006	≤0.08
酸值(KOH)/(mg/g)	0.903 ± 0.025	0.840 ± 0.037	≤3
过氧化值/(g/100g)	0.039 ± 0.004	0.036 ± 0.004	≤0.25
黄曲霉毒素 B ₁ /(μg/kg)	-	-	≤10
溶剂残留量/(mg/kg)	-	-	20

由表6可知,桂赤1号、桂赤2号种仁油中的铅含量分别为0.035、0.026 mg/kg,满足GB 2716—2018规定的铅含量不超过0.08 mg/kg的要求。桂赤1号、桂赤2号种仁油的酸值和过氧化值均满足GB 2716—2018的要求。苯并(a)芘、黄曲霉毒素B₁在2种赤苍藤种仁油中均未检出,且2种赤苍藤种仁油未检出溶剂残留。因此,赤苍藤种仁油各项安全指标检测合格,具备开发为植物油的基本条件。

3 结论

桂赤1号、桂赤2号赤苍藤种子的出仁率分别为52.88%、49.40%,种仁粗脂肪含量分别为50.37%、48.43%,蛋白质含量分别为17.70%、18.23%。桂赤1号、桂赤2号种仁含有16种氨基酸,其中蛋氨酸+半胱氨酸为第一限制氨基酸,种仁SRC值分别为63.29、63.85,氨基酸组成比例较为平衡,营养价值较高。赤苍藤种仁含有丰富的矿物质元素,属于高钾低钠食品,重金属元素含量低于国家标准限量值。桂赤1号、桂赤2号种仁油不饱和脂肪酸含量分别为90.59%、86.40%,其中油酸含量分别达80.03%、70.08%。2种赤苍藤种仁油的安全性指标检测结果均为合格。综上,桂赤2号种仁的蛋白质营养价值更高,而桂赤1号种仁的粗脂肪及种仁油的油酸含量相对更高,2种赤苍藤种仁在油料、保健食品方面均具有较高开发利用价值。

参考文献:

- [1] 隆卫革,黎素平,安家成,等.森林蔬菜赤苍藤营养分析与评价[J].食品研究与开发,2017,38(24):124-127.
- [2] 张尚文,李婷,石前,等.药食同源蔬菜赤苍藤新品种桂赤苍藤1号和桂赤苍藤2号的选育[J].中国蔬菜,2020(10):92-95.
- [3] 黄诗宇,张向军,李婷,等.广西新兴药食同源蔬菜赤苍藤产业发展现状与发展对策[J].中国瓜菜,2021,34(8):109-115.
- [4] 熊旭东,于安民,孙蕊,等.高值木本油料植物蒜头果

- 的资源发掘与利用[J]. 中国野生植物资源, 2023, 42(1): 86-92.
- [5] 杨一山, 唐健民, 孙菲菲, 等. 蒜头果不同部位的营养成分分析[J]. 广西植物, 2023, 43(3): 515-526.
- [6] 梁臣艳, 张璐, 唐云丽, 等. 赤苍藤化学成分的 GC-MS 分析[J]. 广西中医药, 2019, 42(4): 54-56.
- [7] 冯旭, 李耀华, 梁臣艳, 等. 赤苍藤叶挥发油化学成分分析[J]. 时珍国医国药, 2014, 25(6): 1338-1339.
- [8] 苏霁玲, 林昕, 杨宝钦, 等. 蒜头果种仁的营养成分分析[J]. 中国油脂, 2021, 46(12): 108-111.
- [9] 聂莹, 邢亚楠, 黄家章, 等. 主栽大豆营养品质及加工特性初探[J]. 食品工业科技, 2021, 42(17): 1-7.
- [10] 刘程宏, 杨海棠. 我国高油酸花生研究进展[J]. 食品安全质量检测学报, 2021, 12(16): 6573-6578.
- [11] 周莉君, 刘静, 王艳芹, 等. 12 株油茶种仁含油率及脂肪酸组成分析[J]. 中国油脂, 2017, 42(5): 132-135.
- [12] 刘果, 高丽琼, 吴志华, 等. 南美油藤种子的营养成分与开发前景分析[J]. 中国粮油学报, 2020, 35(6): 90-97.
- [13] 鄢帮有, 张时煌, 刘梅影, 等. 新型藤本油料植物白木通的开发与利用[J]. 江西农业学报, 2014, 26(9): 20-22, 26.
- [14] 付晓娜, 苏霁玲, 张凯, 等. 辣木籽种仁氨基酸组成、矿物质元素及油脂脂肪酸成分分析[J]. 中国油脂, 2021, 46(8): 72-75.
- [15] 张凯, 徐娟, 韦承珊, 等. 元宝枫种仁营养成分分析[J]. 中国油脂, 2023, 48(5): 129-132, 152.
- [16] 李洪果, 黎云睦, 田荣雄, 等. 铁力木种仁营养成分分析[J]. 中国油脂, 2023, 48(5): 124-128.
- [17] BÜSSEMAKER E, HILLEBRAND U, HAUSBERG M, et al. Pathogenesis of hypertension: Interactions among sodium, potassium, and aldosterone [J]. *Am J Kidney Dis*, 2010, 55(6): 1111-1120.
- [18] CURTIS E M, COOPER C, HARVEY N C. Cardiovascular safety of calcium, magnesium and strontium: What does the evidence say? [J]. *Aging Clin Exp Res*, 2021, 33(3): 479-494.
- [19] PETRY N, OLOFIN I, BOY E, et al. The effect of low dose iron and zinc intake on child micronutrient status and development during the first 1000 days of life: A systematic review and meta-analysis [J/OL]. *Nutrients*, 2016, 8(12): E773 [2024-02-23]. <https://doi.org/10.3390/nu8120773>.
- [20] 陈静茹, 赵瑾凯, 王晨, 等. 食用油营养研究进展与健康声称管理现状[J]. 食品工业科技, 2022, 43(12): 1-9.
- [21] 陆昕, 李显玉, 杨素芝, 等. 文冠果种仁营养物质和脂肪酸组成与氨基酸的评价[J]. 中国粮油学报, 2021, 36(6): 74-80.
- [22] 夏辉, 吕名蕊, 刘建, 等. 油藤籽仁营养成分分析[J]. 粮食与食品工业, 2013, 20(2): 9-11.
- [23] 丁锦平. 花生油酸/亚油酸比值(O/L)遗传研究[J]. 花生学报, 2011, 40(2): 13-15.
- [24] 金青哲, 王月, 方靖凯, 等. 油酸和高油酸油脂对人体健康的影响研究进展[J]. 粮食与油脂, 2023, 36(3): 1-3, 8.
- [25] 咸志慧, 龙卫华, 谭筱玉, 等. 高油酸油菜遗传育种研究进展[J]. 生物技术进展, 2022, 12(5): 641-646.
- [26] FU M X, CHEN L, CAI Y P, et al. CRISPR/Cas9-mediated mutagenesis of GmFAD2-1A and/or GmFAD2-1B to create high-oleic-acid soybean [J/OL]. *Agronomy*, 2022, 12(12): 3218 [2024-02-23] <https://doi.org/10.3390/agronomy12123218>.
- [27] NAWADE B, MISHRA G P, RADHAKRISHNAN T, et al. High oleic peanut breeding: Achievements, perspectives, and prospects [J]. *Trends Food Sci Technol*, 2018, 78: 107-119.
- (上接第 104 页)
- [3] 姚正颖, 赵银纤, 侯北伟, 等. 3 种脂溶性酚类对紫苏籽油的抗氧化作用研究[J]. 中国油脂, 2017, 42(5): 92-95.
- [4] 陈雪梅, 胡博, 唐晓妹, 等. 紫苏籽油对小鼠肠道微生物及抗氧化能力的影响[J]. 食品与发酵工业, 2024, 50(16): 271-277.
- [5] 伊作林, 田呈瑞. 猕猴桃籽油中 α -亚麻酸研究进展[J]. 粮油加工, 2009(9): 55-58.
- [6] 姚琳, 夏伟, 余丽丽, 等. 紫苏籽油的提取工艺及生物学应用研究进展[J]. 当代化工, 2022, 51(8): 1943-1947.
- [7] 于佳新, 张炜环, 王晗, 等. 紫苏籽油微胶囊的制备及理化指标[J]. 中国农学通报, 2023, 39(20): 125-132.
- [8] 李雪婵, 韩乐, 王雪文, 等. 啮齿类动物衰老模型研究新进展[J]. 中国实验动物学报, 2023, 31(12): 1605-1609.
- [9] 叶睿, 周浩, 陈婷, 等. pVAX-GHRH 表达质粒对 D-半乳糖诱导老年动物骨质疏松的影响[J]. 中国兽医学报, 2021, 41(11): 2182-2189, 2195.
- [10] 周颖, 薛小燕, 侯征, 等. 细菌群体感应系统抑制剂 RIP1183 的一般药理学研究[J]. 药物评价研究, 2019, 42(12): 2386-2392.