

DOI: 10.13995/j.cnki.11-1802/ts.025851

引用格式: 孙晴, 徐文华, 周华坤. 青藏高原地区四种野生茶藨子浆果营养成分和生物活性成分分析[J]. 食品与发酵工业, 2021, 47(10): 229-234. SUN Qing, XU Wenhua, ZHOU Huakun. Analysis of nutrient and bioactive components of four wild ribes berries in the Qinghai-Tibet Plateau [J]. Food and Fermentation Industries, 2021, 47(10): 229-234.

青藏高原地区四种野生茶藨子浆果营养成分和生物活性成分分析

孙晴^{1,2}, 徐文华^{1*}, 周华坤¹

1(中国科学院西北高原生物研究所, 青海省寒区恢复生态学重点实验室, 青海 西宁, 810008)

2(中国科学院大学, 北京, 100049)

摘要 以青海4种野生糖茶藨、青藏茶藨、门源茶藨、长刺茶藨的新鲜果实为研究对象, 评价茶藨子属浆果资源的潜在应用价值。采用国家食品安全标准中的方法和实验室自建方法分别对其果实的一般营养成分、维生素、氨基酸、矿物质、重金属、生物活性成分进行测定和全面分析比较。结果表明, 茶藨子果实的营养成分含量具有低脂肪(1.83±0.39)%、高V_C(58.20±8.77)mg/100g、高V_E(1.53±1.28)mg/100g、高钾(271.50±64.14)mg/100g等特点, 可作为开发新食品的原料来源; 检测到果实中的活性成分有总黄酮(0.18±0.11)%、多酚(0.22±0.20)%、多糖(3.34±3.09)%、花青素(0.09±0.07)% (均为质量分数)等。该研究可为今后茶藨子浆果资源的开发利用提供理论依据。

关键词 茶藨子; 浆果; 营养品质; V_C; 氨基酸; 矿物质元素; 生物活性成分

茶藨子属(*Ribes* L.)植物在我国有59种30变种^[1], 该属植物在青藏高原地区有大量野生资源, 且还未开发利用。糖茶藨子(*Ribes himalense*), 果实球形, 直径约6~7mm, 紫红色, 无毛, 种子数枚; 生长在海拔1200~4000m的山谷、河边灌丛、针叶林中, 分布在我国陕西、宁夏、青海、西藏等地区^[1-2]。青藏茶藨(*Ribes qingzangense*), 果实球形, 直径约3.5~4.8mm, 黄绿色, 无毛; 产于青海省互助、班玛, 长在海拔2600~3700m的林下、河谷^[2]。门源茶藨(*Ribes me-nyuanense*), 果实椭圆形, 长约1.2~1.9cm, 宽约4.5~7mm, 黑紫色, 有粗腺毛, 生于海拔2800m的山麓^[2]。长刺茶藨(*Ribes alpestre*), 果实卵圆形, 直径约10~12mm, 紫红色, 有腺毛; 生于海拔2700~4000m处的阳坡疏林下灌丛中、河岸边, 在我国主要分布在青海、四川、西藏等地区^[1-2]。这4种生长在青海省的茶藨子, 其花果期均为5~9月。

目前对茶藨子属植物的研究多集中在(东北茶藨子、黑茶藨子、穗醋栗、香茶藨子等)资源开发^[3]、繁育栽培^[4]、化学成分^[5]、药理活性^[6]、基因表达^[7]等方面, 这为研究青海茶藨子及研发相关产品奠定了基础。随着对该属植物的不断深入研究, 对分布在青海的糖茶藨、青藏茶藨、门源茶藨、长刺茶藨的营养成

分、食用价值和药用价值鲜有报道。本文以青藏高原地区野生的4种青海茶藨子为对象, 分别从常规营养成分(水分、粗纤维、脂肪、蛋白质)、多糖、维生素、矿物质、氨基酸等方面进行了含量测定, 从营养学的角度, 较全面地阐述糖茶藨、青藏茶藨、门源茶藨、长刺茶藨的使用价值。同时茶藨子果实作为青海省未开发的重点野生浆果资源品种, 研究其营养成分不仅为该属植物功能性产品的开发提供支持, 也为青海茶藨子资源品种选育工作提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 材料

糖茶藨、青藏茶藨、门源茶藨、长刺茶藨4种茶藨子属浆果其新鲜果实于白露时节采自青海省果洛州班玛县玛可河林场。4种茶藨子果实均通过中国科学院西北高原生物研究所徐文华副研究员的鉴定。采摘的果实皆为成熟饱满、无病虫害、无机械损伤。采集后冷藏待分析检测。

1.2 试剂

D-无水葡萄糖、芦丁(标品质量浓度0.2094mg/mL)、儿茶素(标品质量浓度0.805mg/mL)、矿物质元素混合溶液标品[批号GBW(E)081531, 50

第一作者: 硕士研究生(徐文华副研究员为通讯作者, E-mail: whxu@nwipb.cas.cn)

基金项目: 青海省应用基础研究项目(2017-ZJ-749); 青海省重点研发与转化计划项目(2019-NK-C04)

收稿日期: 2020-10-10, 改回日期: 2020-11-26

$\mu\text{g}/\text{mL}$]、铅 [批号 GBW (E) 080129, 50 ng/mL]、镉 [批号 GBW (E) 080119, 5 ng/mL]、铬 [批号 GBW08614, 20 ng/mL]、汞 [批号 GBW (E) 083186, 10 $\mu\text{g}/\text{mL}$]、总砷批号 GBW08611, 100 ng/mL]、17 种 AA 混标 [批号 GBW (E) 100062]、 V_{B_1} (批号 CDCTCT7455000, 0.496 mg/mL)、 V_{B_2} (批号 100 369-201103, 108.2 $\mu\text{g}/\text{mL}$)、 $L(+)$ 抗坏血酸 (批号 70611, 0.556 mg/mL)、异抗坏血酸 (批号 70154, 0.556 mg/mL)、 V_A (批号 CA17923820)、 $\alpha\text{-}V_E$ (批号 71031)、 $\gamma\text{-}V_E$ [批号 CDAB-47785 (1)]、 $\delta\text{-}V_E$ (批号 CDAB-477-85)。

1.3 仪器与设备

101-1 型电热鼓风干燥箱,北京科伟仪器有限公司;梅特勒-托多利 MS205DU 精密电子天平,瑞士 Mettler Toledo 公司;Varian Cary 300 Bio 型紫外分光光度计,Varian 公司;SZC-C 脂肪测定仪、SLQ-6 纤维测定仪,上海纤检仪器有限公司;HH-4 恒温水浴锅,国华电器有限公司;TM-0912P 马弗炉,北京盈安美诚科学仪器有限公司;AA240Z 原子吸收石墨炉、OES-725 型电感耦合等离子体光谱仪,美国 Agilent 公司;AFS-933 型原子荧光光度计,北京吉天仪器有限公司;PHS-3C 型 pH 计,上海精科雷磁;KQ-100E 型超声波清洗器,昆山超声仪器科技公司。

1.4 实验方法

1.4.1 样品处理

将新鲜的糖茶藨、青藏茶藨、门源茶藨、长刺茶藨浆果分别用榨汁机打浆,然后进行各项指标的检测。

1.4.2 试验方法

本实验对新鲜的糖茶藨、青藏茶藨、门源茶藨、长刺茶藨果实中的营养成分(水分、蛋白质、脂肪、粗纤维、总糖、维生素、矿物质元素、氨基酸等)和生物活性成分(总黄酮、多酚、多糖、原花青素、花青素)进行检测,检测对象及所用方法如表 1 所示。

2 结果与分析

2.1 茶藨子果实一般营养成分

对青海的糖茶藨、青藏茶藨、门源茶藨、长刺茶藨 4 种茶藨子果实进行水分、总糖、蛋白质、脂肪、粗纤维等营养成分的测定,结果见表 2。4 种茶藨子的含水量在 78.3% ~ 81.4%,平均(79.73 \pm 1.51)%;总糖含量在 4.10% ~ 6.10%,平均(5.23 \pm 0.94)%;总酸含量在 3.04 ~ 55.81 g/kg ,平均(30.81 \pm 27.43) g/kg ;糖酸比分别为 5.14、20.07、0.86、0.76;蛋白质

含量在 1.88% ~ 2.28%,平均(2.12 \pm 0.18)%;脂肪含量在 1.40% ~ 2.20%,平均(1.83 \pm 0.39)%;粗纤维含量在 1.40% ~ 7.4%,平均(4.05 \pm 3.06)% (均为质量分数)。

表 1 实验方法汇总

Table 1 Summary of experimental methods

序号	检测对象	参考标准/计算方法
1	水分	食品安全国家标准 GB 5009.3—2016
2	蛋白质	食品安全国家标准 GB 5009.5—2016
3	脂肪	食品安全国家标准 GB 5009.6—2016
4	粗纤维	食品安全国家标准 GB/T 5009.10—2003
5	总酸	食品安全国家标准 GB/T 12456—2008
6	多酚	福林酚法
7	总糖	中华人民共和国国家标准 GB/T 18672—2014
	多糖	自建方法:苯酚-硫酸法测定枸杞子中多糖、总糖含量
8	总黄酮	中华人民共和国国家标准 GB/T 20574—2006
9	花青素	AOAC 官方方法 2005.02
10	原花青素	中华人民共和国国家标准 GB/T 22244—2008 自建方法:黑果枸杞中原花青素的含量测定
11	矿物质	食品安全国家标准 GB 5009.268—2017
	重金属铅	食品安全国家标准 GB 5009.12—2017
	重金属镉	食品安全国家标准 GB 5009.15—2014
12	重金属铬	食品安全国家标准 GB 5009.12—2014
	总砷	食品安全国家标准 GB 5009.11—2014
	总汞	食品安全国家标准 GB 5009.17—2014
13	氨基酸	食品安全国家标准 GB 5009.124—2016
	V_{B_1}	食品安全国家标准 GB 5009.84—2016 第一法
14	V_{B_2}	食品安全国家标准 GB 5009.85—2016
	V_C	食品安全国家标准 GB 5009.86—2016
	V_E	食品安全国家标准 GB 5009.82—2016

表 2 青海省 4 种茶藨子果实的一般营养成分的检测结果

Table 2 The results of determination of general nutrient components of four kinds of ribes fruits in Qinghai province

检测对象	含量				$\bar{x} \pm s$
	糖茶藨	青藏茶藨	门源茶藨	长刺茶藨	
水分/%	81.40	80.60	78.60	78.30	79.73 \pm 1.51
总糖/%	5.90	6.10	4.80	4.10	5.23 \pm 0.94
总酸/($\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$)	11.48	3.04	55.81	52.89	30.81 \pm 27.43
蛋白质/%	1.88	2.25	2.28	2.08	2.12 \pm 0.18
脂肪/%	2.20	2.10	1.40	1.60	1.83 \pm 0.39
粗纤维/%	7.40	5.90	1.40	1.50	4.05 \pm 3.06

2.2 茶藨子果实的生物活性成分

对青海的糖茶藨、青藏茶藨、门源茶藨、长刺茶藨 4 种茶藨子果实进行总黄酮、多酚、多糖、花青素、原花青素等活性成分含量的测定,结果见表 3。4 种茶藨子的总黄酮含量 0.077 2% ~ 0.3%,平均(0.18 \pm 0.11)%;多酚含量 0.083 1% ~ 0.5%,平均(0.22 \pm 0.20)%;多糖含量 0.27% ~ 6.1%,平均(3.34 \pm 3.09)%;花青素含量 0.037 6% ~ 0.141%,平均

(0.09 ± 0.07)%,且门源茶藨子和长刺茶藨子未检测出;原花青素含量 $0.0295\% \sim 0.72\%$,平均(0.27 ± 0.33)%(均为质量分数)。

表3 四种野生茶藨子果实的活性成分 单位:%

Table 3 The active ingredients of four wild ribes fruits

检测对象	含量				$\bar{x} \pm s$
	糖茶藨	青藏茶藨	门源茶藨	长刺茶藨	
总黄酮	0.300 0	0.260 0	0.089 6	0.077 2	0.18 ± 0.11
多酚	0.500 0	0.200 0	0.084 8	0.083 1	0.22 ± 0.20
多糖	5.900 0	6.100 0	0.270 0	1.080 0	3.34 ± 3.09
花青素	0.037 6	0.141 0	-	-	0.09 ± 0.07
原花青素	0.720 0	0.290 0	0.029 5	0.029 7	0.27 ± 0.33

注“-”表示未检测出(下同)

2.3 茶藨子果实的维生素

对糖茶藨、青藏茶藨、门源茶藨、长刺茶藨果实进行 V_B 、 V_C 、 V_E 含量测定,结果如表4所示。糖茶藨和青藏茶藨中含量维生素较高,分别为64.4和52.0 mg/100g,门源茶藨和长刺茶藨的 V_C 低于0.4 mg/100g; V_{B_1} 含量 $0.005 \sim 0.029$ mg/100g,平均(0.02 ± 0.01) mg/100g; V_{B_2} 含量 $0.033 \sim 0.048$ mg/100g,平均(0.04 ± 0.01) mg/100g; α -生育酚含量 $0.201 \sim 2.66$ mg/100g,平均(1.53 ± 1.28) mg/100g; γ -生育酚含量 $0.048 \sim 0.99$ mg/100g,平均(0.52 ± 0.52) mg/100g;糖茶藨和青藏茶藨因含量低于检测限,因此其果实中未检测出 δ -生育酚,而门源茶藨和长刺茶藨的 δ -生育酚含量均低于0.04 mg/100g。

表4 茶藨子果实的维生素含量测定 单位:mg/100g

Table 4 Determination of vitamin content in ribes fruits

检测对象	含量				$\bar{x} \pm s$
	糖茶藨	青藏茶藨	门源茶藨	长刺茶藨	
V_C	64.400	52.000	<0.4	<0.4	58.20 ± 8.77
V_{B_1}	0.028	0.029	0.005	0.006	0.02 ± 0.01
V_{B_2}	0.035	0.048	0.033	0.047	0.04 ± 0.01
α -生育酚	0.201	0.659	2.590	2.660	1.53 ± 1.28
γ -生育酚	0.093	0.048	0.936	0.990	0.52 ± 0.52
δ -生育酚	-	-	<0.04	<0.04	

2.4 茶藨子果实的矿物质

对青海地区的糖茶藨、青藏茶藨、门源茶藨、长刺茶藨果实进行矿物质含量测定,结果如表5所示。4种茶藨子果实中矿物质含量最高的均为钾、钙、镁,具体情况如下:钾含量 $213 \sim 328$ mg/100g,平均(271.50 ± 64.14) mg/100g;钙含量 $57.20 \sim 80.80$ mg/100g,平均(70.58 ± 10.04) mg/100g;镁含量 $15.30 \sim 18.70$ mg/100g,平均(17.15 ± 1.66) mg/100g;铁含量 $0.60 \sim 0.91$ mg/100g,平均($0.72 \pm$

0.13) mg/100g;锌含量 $0.21 \sim 0.54$ mg/100g,平均(0.31 ± 0.15) mg/100g;锰含量 $0.15 \sim 0.53$ mg/100g,平均(0.31 ± 0.16) mg/100g;铜含量 $0.07 \sim 2.78$ mg/100g,平均(1.00 ± 1.26) mg/100g。

表5 茶藨子果实矿物质含量检测结果 单位:mg/100g

Table 5 The results of mineral content of ribes fruits

检测对象	含量				$\bar{x} \pm s$
	糖茶藨	青藏茶藨	门源茶藨	长刺茶藨	
钾	219	213	326	328	271.50 ± 64.14
钙	57.20	69.50	74.80	80.80	70.58 ± 10.04
镁	16.20	18.40	15.30	18.70	17.15 ± 1.66
铁	0.71	0.66	0.60	0.91	0.72 ± 0.13
锌	0.54	0.28	0.21	0.23	0.31 ± 0.15
锰	0.15	0.31	0.26	0.53	0.31 ± 0.16
铜	2.78	0.98	0.16	0.07	1.00 ± 1.26

2.5 茶藨子果实中的重金属

对生长在青海的野生的糖茶藨、青藏茶藨、门源茶藨、长刺茶藨果实进行重金属含量测定,结果如表6所示。4种茶藨子果实中重金属含量最高的均为铅、铬,具体分别为总汞含量在 $0.0008 \sim 0.012$ mg/kg,平均(0.0060 ± 0.0058) mg/kg;总砷含量 $0.0005 \sim 0.0061$ mg/kg,平均(0.0025 ± 0.0025) mg/kg;铅含量 $0.016 \sim 0.57$ mg/kg,平均(0.2563 ± 0.2824) mg/kg;镉含量 $0.002 \sim 0.0044$ mg/kg,平均(0.0022 ± 0.0015) mg/kg;铬含量 $0.026 \sim 0.29$ mg/kg,平均(0.1490 ± 0.1407) mg/kg。

表6 茶藨子果实重金属含量检测结果 单位:mg/kg

Table 6 Test results of heavy metal content in ribes fruits

检测对象	含量				$\bar{x} \pm s$
	糖茶藨	青藏茶藨	门源茶藨	长刺茶藨	
总汞	0.012 0	0.010 0	0.000 8	0.001 2	$0.006 0 \pm 0.005 8$
总砷	0.006 1	0.002 4	0.000 5	0.001 1	$0.002 5 \pm 0.002 5$
铅	0.570 0	0.420 0	0.019 0	0.016 0	$0.256 3 \pm 0.282 4$
镉	0.004 4	0.001 8	0.000 8	0.002 0	$0.002 2 \pm 0.001 5$
铬	0.290 0	0.250 0	0.026 0	0.030 0	$0.149 0 \pm 0.140 7$

2.6 茶藨子果实中的氨基酸

对茶藨子属的糖茶藨、青藏茶藨、门源茶藨、长刺茶藨果实进行氨基酸含量的测定,结果给出17/16种氨基酸的含量,如表7所示。4种茶藨子果实中氨基酸含量最高的分别为天冬氨酸(0.22 g/100g)、谷氨酸(0.46 g/100g)。其中茶藨子的总氨基酸含量分别是2.03、2.46、1.77、1.80 g/100g,平均含量(2.01 ± 0.32) g/100g;必需氨基酸的平均含量 0.77 g/100g,占总氨基酸的37.83%;非必需氨基酸的平均含量

1.24 g/100g, 占氨基酸总量的 62.17%。

表7 青海4种茶藨子果实氨基酸含量测定

Table 7 Determination of amino acid content of four kinds of ribes fruits in Qinghai

检测对象	含量/[g·(100g) ⁻¹]				占氨基酸总量/%			
	糖茶藨	青藏茶藨	门源茶藨	长刺茶藨	糖茶藨	青藏茶藨	门源茶藨	长刺茶藨
天冬氨酸 Asp	0.19	0.21	0.21	0.22	9.36	8.54	11.86	12.22
谷氨酸 Glu	0.35	0.46	0.38	0.39	17.24	18.70	21.47	21.67
丝氨酸 Ser	0.12	0.15	0.08	0.09	5.91	6.10	4.52	5.00
甘氨酸 Gly	0.09	0.11	0.11	0.11	4.43	4.47	6.21	6.11
精氨酸 Arg	0.15	0.19	0.14	0.14	7.39	7.72	7.91	7.78
苏氨酸 Thr	0.08	0.09	0.08	0.08	3.94	3.66	4.52	4.44
脯氨酸 Pro	0.1	0.12	0.1	0.1	4.93	4.88	5.65	5.56
丙氨酸 Ala	0.08	0.1	0.09	0.09	3.94	4.07	5.08	5.00
缬氨酸 Val	0.07	0.09	0.08	0.08	3.45	3.66	4.52	4.44
甲硫氨酸 Met	-	0.01	0.01	0.01	0.00	0.41	0.56	0.56
半胱氨酸 Cys	-	0.01	0.01	0.01	0.00	0.41	0.56	0.56
异亮氨酸 Ile	0.1	0.13	0.11	0.11	4.93	5.28	6.21	6.11
亮氨酸 Leu	0.12	0.16	0.13	0.13	5.91	6.50	7.34	7.22
苯丙氨酸 Phe	0.21	0.23	*	*	10.34	9.35	*	*
组氨酸 His	0.16	0.17	0.07	0.07	7.88	6.91	3.95	3.89
赖氨酸 Lys	0.14	0.15	0.11	0.11	6.90	6.10	6.21	6.11
酪氨酸 Tyr	0.07	0.08	0.06	0.06	3.45	3.25	3.39	3.33
17/16种氨基酸总量	2.03	2.46	1.77	1.80	100	100	100	100

注：“*”表示未测

3 讨论与结论

3.1 营养成分分析

由表2可知,糖茶藨和青藏茶藨果实的水分、总糖、粗纤维较高于门源茶藨和长刺茶藨,但前者的总酸含量却远远低于后者。水分不仅影响果实的鲜度、嫩度、硬度和口感,果实的腐败变质、运输、保鲜期也受其影响^[8-9]。糖茶藨、青藏茶藨、门源茶藨、长刺茶藨的糖酸比分别为5.14、20.17、0.86、0.78,即青藏茶藨纯甜,糖茶藨酸甜适度,门源茶藨和长刺茶藨有明显酸味^[10]。茶藨子中的6种维生素,糖茶藨和青藏茶藨以V_C和α-生育酚为主,且V_C高于野生清水河枸杞^[11]、野生毛叶/小果蔷薇果实及是日常食用水果(苹果、西瓜、柑橘、香蕉)的3~16倍^[8],其可被开发成富含V_C的日常食用水果^[12];而门源茶藨和长刺茶藨以α-生育酚和γ-生育酚为主,生育酚中α型的活性最强,可作为抗氧化剂和营养强化剂。由表5可知,茶藨子中的7种矿物质元素,以常量元素钾、钙、镁为主,且矿物质是生长发育的必需元素,对酶的合成,促进新陈代谢、提高免疫等方面发挥重要作用^[13-14],若长期缺乏不仅会影响其他元素的吸收,也会导致软骨病、贫血、生长停滞等疾病的发生^[15]。考虑果实安全性的问题,对其进行了5种重金属含量的

检测,根据GB 2762—2017食品中污染物限量(浆果Pb≤0.2 mg/kg,新鲜水果Cd≤0.05 mg/kg,但水果中的总汞、总砷、铬限量未明确列出,可以参考蔬菜中的总汞≤0.01 mg/kg,总砷≤0.5 mg/kg,Cr≤0.5 mg/kg)和国家无公害食品水果蔬菜对重金属的安全限量(Pb≤0.5 mg/kg, Hg、Cd≤0.05 mg/kg, As≤0.10 mg/kg)可知^[8,16],门源茶藨子、长刺茶藨重金属含量均完全符合这2个标准的限量要求,即可安全食用;而糖茶藨和青藏茶藨质量安全不完全符合这2个标准,因糖茶藨中的铅含量0.57 mg/kg皆超出两者安全限量范围,青藏茶藨铅含量0.42 mg/kg不符合GB 2762—2017要求,同一时间同一采样地,糖茶藨和青藏茶藨的铅含量明显远远高于门源茶藨子和长刺茶藨子,且藏医民常用糖茶藨的果实药用和生吃,因此应重新采样检测这两种果实中的铅含量。茶藨子中氨基酸种类齐全、含量丰富,其中鲜味氨基酸(天冬氨酸和谷氨酸)含量相对较高,与氯化钠反应后生成的氨基酸钠盐,是食物中的鲜味物质^[17-19]。谷氨酸具有提高记忆力和参与机体解毒的作用,天冬氨酸可以保护牙齿和延缓骨骼的损坏^[20]。

3.2 生物活性成分分析

糖茶藨和青藏茶藨果实中的总黄酮、多酚、多糖、花青素、原花青素的含量均高于门源茶藨子和长刺茶藨子。多酚和黄酮都具有强抗氧化^[21-23]、降血糖、抗肿瘤的作用^[24]。除多酚、黄酮外,多糖、花青素、原花青素也具抗氧化能力^[25-27]。因多糖水溶性较好,且在降血糖时安全无副作用,已作为开发降血糖药物及其保健品的热点物质^[28]。因此茶藨子不仅可以作为天然抗氧化剂的来源,其降血糖活性成分(黄酮、多酚、多糖)^[29],具有开发降血糖药的潜力。因此,需要进一步筛选活性单体的化学结构并验证现代药理作用,以明确果实药用的有效成分的结构类型、有效剂量、功效及作用机制。

3.3 茶藨子野生资源开发的价值

很少有学者对青海茶藨子属植物的果实进行系统且全面的营养学研究。本文主要通过对4种茶藨子果实营养成分含量的检测分析,阐明了4种茶藨子果实营养构成和内涵,有利于进一步理解茶藨子的药用功效以及为进军食品领域、研发新食品奠定理论基础和提供丰富的原材料;茶藨子的食用营养价值对提升当地经济、大健康战略^[30]意义非凡。

3.4 结论

3.4.1 茶藨子营养成分大体上呈现低脂肪、高V_C、V_E、高钾等特征

从检测结果上来看,茶藨子果实营养成分含量总体上呈现低脂肪、高 V_C 和 V_E 、高钾等特点。水果的营养价值主要取决于维生素的含量,茶藨子果实若作为日常水果食用,其糖茶藨和青藏茶藨浆果富含大量的 V_C 和适度的糖酸比,且果实中丰富的必需氨基酸、微量元素,都能满足人体所需的营养,有潜力成为新时代的新型绿色水果。

3.4.2 茶藨子果实具有研发新食品的潜在优势

第一,茶藨子低脂且含较高粗纤维含量,符合当下的减肥潮流,为瘦身餐配料提供来源。第二,茶藨子高钾的特点,有助于调节体内渗透压和酸碱平衡,有助于保持神经健康、血压正常、保护心脏和预防中风。第三,水溶性 V_C 大量存在于糖茶藨和青藏茶藨果实中,脂溶性 V_E 之一的 α -生育酚在门源茶藨和长刺茶藨果实含量最丰富。因此茶藨子可作为维生素补充剂和天然抗氧化剂的来源。第四,茶藨子氨基酸种类齐全且含量丰富,必需氨基酸含量 37.83%,可作为优质蛋白源。

3.4.3 茶藨子果实作为功能性产品/药用的前景

茶藨子果实检测到的几种生物活性物质(总黄酮、多酚、多糖、花青素),具有良好的体内外药理作用,如抗氧化、抗菌、抗肿瘤、提高免疫、治疗心血管疾病等功效。因此,分离活性单体和天然抗氧化、天然色素资源的深度开发利用,有利于筛选具有特定功能的有效成分和研究茶藨子植物体内活性成分的积累及作用机制。

本文对不同茶藨子品种的果实进行了一般营养成分、维生素、矿质元素、氨基酸、生物活性成分含量的全面分析与比较,为制定地方相关标准、筛选新型观赏、药食兼用优质品种资源、筛选制成特定功能的药品和食品,为丰富的茶藨子植物野生资源的开发利用提供了依据。

参 考 文 献

- [1] 中国科学院中国植物志编辑委员会. 中国植物志 [M]. 北京: 科学出版社, 1995.
Editorial Board of Chinese Flora, Chinese Academy of Sciences. Flora of China [M]. Beijing: Science Press, 1995.
- [2] 中国科学院西北高原生物研究所. 青海植物志 [M]. 西宁: 青海人民出版社, 1999.
Northwest Institute of Plateau Biology, Chinese Academy of Sciences, Flora Qinghaiica [M]. Xining: Qinghai People's Publishing House, 1999.
- [3] 王美娟, 赵千里, 李芯妍, 等. 12 种茶藨子属植物叶表皮微形态特征及其分类学意义 [J]. 植物研究, 2018, 38(4): 490-496.
WANG M J, ZHAO Q L, LI X Y, et al. Leaf epidermal morphology and taxonomic significance of 12 *Ribes* L. species [J]. Bulletin of Botanical Research, 2018, 38(4): 490-496.
- [4] 樊光辉, 贺永远, 马玉林. 青海高原茶藨子属树种资源与育苗技术 [J]. 北方园艺, 2012, (19): 43-45.
FAN G H, HE Y Y, MA Y L. *Ribes* species resources and afforestation technique in Qinghai plateau [J]. Northern Horticulture, 2012, (19): 43-45.
- [5] 李彦, 周宝萍, 张皖晋, 等. 东北茶藨子化学成分研究 [J]. 中草药, 2018, 49(4): 772-779.
LI Y, ZHOU B P, ZHANG W J, et al. Chemical constituents from aerial parts of *Ribes mandshuricum* [J]. Chinese Traditional and Herbal Drugs, 2018, 49(4): 772-779.
- [6] 吴焱亮, 王艳革, 谷丽菲, 等. 楔叶茶藨与东北茶藨子抗肾纤维化的药效差异研究 [J]. 中草药, 2020, 51(1): 127-134.
WU Y L, WANG Y G, GU L F, et al. Pharmacodynamic difference of *Ribes diacanthum* and *Ribes mandshuricum* on renal fibrosis [J]. Chinese Traditional and Herbal Drugs, 2020, 51(1): 127-134.
- [7] 马璇. 茶藨子 PUFAs 相关基因克隆、表达及 FAD3 启动子活性分析 [D]. 哈尔滨: 东北林业大学, 2019.
MA X. Cloning and expression of PUFAs-related genes in *Ribes* L. and activity analysis of FAD3 promoter [D]. Harbin: Northeast Forestry University, 2019.
- [8] 段明慧, 阮培均, 方婷, 等. 毛叶蔷薇果营养成分及其抗氧化活性研究 [J]. 食品研究与开发, 2019, 40(7): 23-28.
DUAN M H, RUAN P J, FANG T, et al. Analysis of nutritional components and antioxidant activity of *Rosa mairei* Levl [J]. Food Research and Development, 2019, 40(7): 23-28.
- [9] 姜翠翠, 叶新福, 林炎娟, 等. 福建省 4 个果梅主栽品种果实营养成分、香气成分分析与评价 [J/OL]. 食品科学, 2021. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/11.2206.TS.20200803.1141.018.html>.
- [10] 李瑞芳, 曾继娟, 王娅丽, 等. 十四种灌木植物果实营养成分分析与评价 [J]. 北方园艺, 2019(6): 42-48.
LI R F, ZENG J J, WANG Y L, et al. Analysis and comprehensive evaluation of nutritional components of 14 kinds of fruits [J]. Northern Horticulture, 2019(6): 42-48.
- [11] 刘王锁, 芮雪, 郭玉琴, 等. 两个野生枸杞新种果实营养成分研究 [J]. 绿色科技, 2016(15): 55-57.
LIU W S, RUI X, GUO Y Q, et al. Nutritional components analysis on two new species of wild *Lycium barbarum* [J]. Journal of Green Science and Technology, 2016(15): 55-57.
- [12] 李国梁, 刘永军, 王洪伦, 等. 柴达木枸杞主要营养成分分析 [J]. 分析测试技术与仪器, 2009, 15(2): 84-88.
LI G L, LIU Y J, WANG H L, et al. Analysis of main nutritional components of *Lyceum barbarum* from Qaidam basin [J]. Analysis and Testing Technology and Instruments, 2009, 15(2): 84-88.
- [13] 蒋华梅, 石登红, 杨秀群, 等. 黔产野生插秧泡果实的营养成分及其利用价值 [J]. 贵州农业科学, 2012, 40(2): 15-16.
JIANG H M, SHI D H, YANG X Q, et al. Nutritional components and utilization values of wild *Rubus coreanus* fruit in Guizhou [J]. Guizhou Agricultural Sciences, 2012, 40(2): 15-16.
- [14] BOUHLALIE, DEROUICH M, MEZIANI R, et al. Nutritional, mineral and organic acid composition of syrups produced from six Moroccan date fruit (*Phoenix dactylifera* L.) varieties [J]. Journal of Food Composition and Analysis, 2020, 93: 103-109.
- [15] 王莹, 刘忠和, 康万利, 等. 百香果中矿物元素分析 [J]. 食品

- 科学, 2009, 30(22): 328–330.
- WANG Y, LIU Z H, KANG W L, et al. Analysis of mineral elements in *Passiflora* fruits [J]. Food Science, 2009, 30(22): 328–330.
- [16] 罗晓茵, 郭新东, 柳华春, 等. 微波消解-电感耦合等离子体质谱法测定杏鲍菇中的 24 种元素 [J]. 现代食品科技, 2012, 28(4): 462–465.
- LUO X Y, GUO X D, LIU H C, et al. Determination of 24 metal elements in *Pleurotus eryngii* Quei by inductively coupled plasma mass spectrometry with microwave digestion for sample preparation [J]. Modern Food Science and Technology, 2012, 28(4): 462–465.
- [17] 钱爱萍, 林虬, 余亚白, 等. 闽产柑桔果肉中氨基酸组成及营养评价 [J]. 中国农学通报, 2008, 24(6): 86–90.
- QIAN A P, LIN Q, YU Y B, et al. The content of amino acid in the flesh of oranges produced in Fujian province and its nutritive evaluation [J]. Chinese Agricultural Science Bulletin, 2008, 24(6): 86–90.
- [18] CHARVE J, MANGANIELLO S, GLABASNA A. Analysis of umami taste compounds in a fermented corn sauce by means of sensory-guided fractionation [J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2018, 66(8): 1 863–1 871.
- [19] LIOE H N, APRIYANTONO A, TAKARA K, et al. Umami taste enhancement of MSG /NaCl mixtures by subthreshold *L*- α -aromatic amino acids [J]. Journal of Food Science, 2005, 70(7): 401–405.
- [20] 何莎莎, 周志钦. 不同种类柑桔果实氨基酸组成及营养品质评价 [J]. 中国南方果树, 2018, 47(3): 18–22; 29.
- HE S S, ZHOU Z Q. Evaluation of amino acid composition and nutritional quality in different species of citrus fruit [J]. South China Fruits, 2018, 47(3): 18–22; 29.
- [21] CABELLO-HURTADO F, GICQUEL M, ESNAULT M A. Evaluation of the antioxidant potential of cauliflower (*Brassica oleracea*) from a glucosinolate content perspective [J]. Food Chemistry, 2012, 132(2): 1 003–1 009.
- [22] OLIVEIRA V S D, AUGUSTA I M, MARCOS V D C, et al. Aroeira fruit (*Schinus terebinthifolius* Raddi) as a natural antioxidant: Chemical constituents, bioactive compounds and *in vitro* and *in vivo* antioxidant capacity [J]. Food Chemistry, 2020, 315: 126–274.
- [23] SILVA L P D, PEREIRA E, PIRES T C S P, et al. *Rubus ulmifolius* Schott fruits: A detailed study of its nutritional, chemical and bioactive properties [J]. Food Research International, 2019, 119: 34–43.
- [24] 仇菊, 朱宏, 卢林纲. 葡萄籽多酚对糖尿病大鼠的降血糖作用及其机制 [J]. 食品科学, 2016, 39(1): 226–231.
- QIU J, ZHU H, LU L G. Hypoglycemic effect of grape seed polyphenols in diabetic rats and its underlying mechanism [J]. Food Science, 2016, 39(1): 226–231.
- [25] 马金爽, 盛明安, 王林祥, 等. 蛋黄果种子营养成分分析与评价 [J]. 热带作物学报, 2019, 40(2): 368–372.
- MA J S, SHENG M A, WANG L X, et al. Analysis and evaluation of nutritional components of *Pouteria campechiana* seeds [J]. Chinese Journal of Tropical Crops, 2019, 40(2): 368–372.
- [26] GARCIA J A A, CORRÊA R C G, BARRÔA L, et al. Chemical composition and biological activities of Juçara (*Euterpe edulis* Martius) fruit by-products, a promising underexploited source of high-added value compounds [J]. Journal of Functional Foods, 2019, (55): 325–332.
- [27] DA SILVA A, SPRICHO P, PURGATTO E, et al. Chemical composition, nutritional value and bioactive compounds in six uvaia accessions [J]. Food Chemistry, 2019 (294): 547–556.
- [28] 董文南, 李克招, 张文婷, 等. 多糖降血糖作用及其机制研究进展 [J]. 中国实验方剂学杂志, 2019, 25(19): 219–225.
- DONG W N, LI K Z, ZHANG W T, et al. Progress in hypoglycemic effect and mechanism of polysaccharides [J]. Chinese Journal of Experimental Traditional Medical Formulae, 2019, 25(19): 219–225.
- [29] 彭燕, 张敏, 崔小丽, 等. 珍珠番石榴果实中的营养成分与活性物质分析 [J]. 食品与机械, 2020, 36(8): 36–40.
- PENG Y, ZHANG M, CUI X L, et al. Analysis of nutrients and bioactive compounds in fruits of *Psidium guajava* L. cv. Pearl [J]. Food & Machinery, 2020, 36(8): 36–40.
- [30] 金安琪, 杨光, 陈敏, 等. 三台麦冬块根营养成分分析与评价 [J]. 中国中药杂志, 2019, 44(15): 3 226–3 232.
- JIN A Q, YANG G, CHEN M, et al. Analysis and evaluation of nutrient composition of *Ophiopogonis radix* in Santai area [J]. China Journal of Chinese Materia Medica, 2019, 44(15): 3 226–3 232.

Analysis of nutrient and bioactive components of four wild ribes berries in the Qinghai-Tibet Plateau

SUN Qing^{1,2}, XU Wenhua^{1*}, ZHOU Huakun¹

1(Qinghai Provincial Key Laboratory of Cold Regions Restoration Ecology, Northwest Institute of Plateau Biology Chinese Academy of Sciences, Xining 810008, China) 2 (University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China)

ABSTRACT The aim of this study was to evaluate the potential application value of the berry resources of ribes genus including wild *Ribes himalense*, *Ribes qingzangense*, *Ribes menyuanense*, and *Ribes alpestre*. The methods in the national food safety standards and the laboratory self-built methods were used to determine and comprehensively analyze the general nutrients, vitamins, amino acids, minerals, heavy metals, and biologically active components of the fruits. The results showed that the nutrient content of ribes fruit had low fat (1.83 ± 0.39 %), high V_C (58.20 ± 8.77 mg/100g), high V_E (1.53 ± 1.28 mg/100g), high potassium (271.50 ± 64.14 mg/100g) and other characteristics, which could be used to develop new food sources. The active ingredients detected in the fruit were total flavonoids (0.18 ± 0.11 %), polyphenols (0.22 ± 0.20 %), polysaccharides (3.34 ± 3.09 %), anthocyanins (0.09 ± 0.07 %), etc. It provides a theoretical basis for the future development and utilization of Ribes berry resources.

Key words ribes; berries; nutritional quality; V_C ; amino acids; mineral elements; bioactive components