

啤特果营养成分的分析评价

王永刚¹, 任海伟¹, 王晓力², 杨明俊¹, 李志忠¹

(1. 兰州理工大学生命科学与工程学院, 甘肃兰州 730050)

(2. 中国农业科学院兰州畜牧与兽药研究所, 甘肃兰州 730050)

摘要: 对啤特果的氨基酸、矿质元素、挥发性物质及其他营养成分进行了分析测定, 并进行了营养评价。结果表明, 啤特果中水分、灰分、粗脂肪、蛋白质、总糖、总酸、粗纤维、可溶性固形物含量分别为88.2%、3.3%、0.82%、0.38%、6.47%、1.05%、3.05%和13.8%; 每100 g样品中维生素C、维生素B1、B2、B6和胡萝卜素含量分别为2.2 mg、0.001 mg、0.139 mg、6.8 mg和0.042 mg; 含有18种氨基酸, 其总量(TAA)达到2658 mg/kg。EAA/TAA为37.02%, EAA/NEAA为58.78%, 必需氨基酸种类齐全比例均衡, 第一限制氨基酸为赖氨酸, 氨基酸比值系数分(SRC)为62.0; K、Ca、P、Mg、Na、Fe、Zn、Cu、Mn矿质元素的含量分别为768.32、101.64、98.78、85.14、40.62、36.92、1.38、0.84、0.37 mg/kg; 挥发性组分共分离25种物质, 其中主要成分为己醛、乙酸乙酯、乙酸丁酯、丙酸乙酯、丁酸甲酯和2-丁烯酸乙酯, 其相对含量分别为3.981%、0.215%、0.187%、0.132%、0.103%和0.137%。由此表明啤特果营养成分含量丰富, 具有很好的开发与利用价值。

关键词: 啤特果; 成分; 营养评价

文章编号: 1673-9078(2013)12-2991-2996

Composition Analysis and Nutritional Evaluation of *Pyrus sinkiangensis* cv. Piteguo

WANG Yong-gang¹, REN Hai-wei¹, WANG Xiao-li², YANG Ming-jun¹, LI Zhi-zhong¹

(1. School of Life Science and Engineering, Lanzhou University of Technology, Lanzhou 730050, China)

(2. Lanzhou Institute of Husbandry and Pharmaceutical Sciences of CAAS, Lanzhou 730050, China)

Abstract: The nutritional components of *Pyrus sinkiangensis* cv. Piteguo were analyzed and evaluated. Results showed that the contents of water, total ash, crude fat, protein, total sugar, total acid, crude fiber and total soluble solid were 88.2%, 3.3%, 0.82%, 0.38%, 6.47%, 1.05%, 3.05% and 13.8%, respectively. Vitamin C, B1, B2, B6 and carotene were 2.2 mg, 0.001 mg, 0.139 mg, 6.8 mg and 0.042 mg per 100g, respectively. Contents of 18 amino acids, EAA/TAA ratio, and EAA/NEAA ratio were 0.2658%, 37.02% and 58.78%, respectively. All kinds of human essential amino acids were in the appropriate proportion, and the first limiting amino acid was Lys. The score of ratio coefficient of amino acids (SRC) was 62.0. The mineral element contents of K, Ca, P, Mg, Na, Fe, Zn, Cu and Mn were 768.32 mg, 101.64 mg, 98.78 mg, 85.14 mg, 40.62 mg, 36.92 mg, 1.38 mg/kg, 0.84 mg and 0.37 mg in 1 kg, respectively. Twenty-five kinds of volatile components were isolated, including n-hexaldehyde, ethyl acetate, butyl acetate, ethyl propionate, methyl butyrate and 2-ethyl crotonate with their relative contents being of 3.981%, 0.215%, 0.187%, 0.132%, 0.103% and 0.137%, respectively. It suggested that *Pyrus sinkiangensis* cv. Piteguo was rich in all kinds of nutritional components, which have high exploitation value.

Key words: *Pyrus sinkiangensis* cv. Piteguo; biochemical composition; nutritional evaluation

啤特果原名皮囊果, 又名“酸巴梨”、“牙面包”, 是生长在太子山麓海拔2100~2400 m的一种独

收稿日期: 2013-08-12

基金项目: 农业行业科研专项(201203042); 国家自然科学基金资助项目(31060041; 51366009); 甘肃省自然科学基金(1212RJYA008, 1212RJYA034); 兰州理工大学“红柳青年教师培养计划”(Q201207); 兰州理工大学教学科研项目(JY2012045)

作者简介: 王永刚, 讲师, 研究方向: 生物化学与分子生物学

通讯作者: 任海伟, 讲师, 研究方向: 食品科学

特古老树种, 已有1000多年栽植历史, 系蔷薇科苹果亚科新疆梨系统(*Pyrus sinkiangensis*), 处于梨属植物分布的上限。具有树势强健、树龄长、对土壤要求不严、喜阴湿耐寒、抗病虫害、适应性强等特点^[1]。

啤特果品味酸甜、性温, 含有多种氨基酸、糖类、维生素和钾、钙、铁等微量元素, 具有养胃润肺、消渴止咳、软化血管等多种保健功能, 是一种品位极高的绿色水果^[1]。目前在甘肃省临夏市和政县有大面积栽培, 成为当地的主要经济作物, 截止到2011年,

栽培面积达到 10.3 万亩, 挂果面积 4.7 万亩, 年产量 6500 万 t, 果品产值 650 万元。本研究旨在通过对啤特果营养成分进行测定, 以期为啤特果的深加工及功能保健特性提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料

啤特果, 于 2012 年 10 月采自甘肃省和政县。参考 GB/T-8855-2008 进行取样, 在啤特果树冠周围不同部位随机选取尚未完全成熟, 发育良好, 外观呈青色的果实。

1.2 试剂与仪器

葡萄糖、蒽酮、浓硫酸、硫酸铜、硫酸钾、硼酸、氢氧化钠、盐酸、石油醚、硝酸、乙醇、乙醚、邻菲罗啉、3,5-二硝基水杨酸等购于烟台市双双化工有限公司, 均为分析纯, 甲醇、乙腈为色谱纯, 维生素 C 购于上海生工生物工程有限公司, 各种氨基酸、元素标准品均为分析纯。

JJ-2 组织匀浆机、ALC-110.4 电子天平, 北京赛多利斯仪器系统有限公司; LC-200 高效液相色谱仪, 日本, JASCO; 835-50 氨基酸自动分析仪, 日本日立公司; Z-5000 原子吸收分光光度计, 日本日立公司; RJM-28-10 马弗炉, 余姚金电仪表有限公司; HPX-9162MBE 数显鼓风干燥箱, 上海博讯实业有限公司; B-815 脂肪测定仪, 瑞士步琪有限公司; GC 6890-MS 5973 气相色谱-质谱联用仪, 美国, 安捷伦。

1.3 试验方法

1.3.1 样品处理

将低温储藏的新鲜啤特果采取四分法切割, 随机取样 100 g, 测定各项营养指标。

1.3.2 营养成分分析

水分参考 GB/T 8858 测定; 灰分参考 GB/T 10473 测定; 粗纤维参考 NY/T-1594-2008 测定; 粗脂肪参考 GB/T 14772 测定; 蛋白质参考 GB/T-5009.5; 总糖参考苯酚硫酸法(以葡萄糖计); 总酸参考 GB/T-12456 测定(以苹果酸计); 可溶性固形物参考 GB12295 测定, 维生素 C 参考 GB/T6195-86 测定; 维生素 B1、B2、B6^[2]、胡萝卜素^[3]参考高效液相色谱法测定。

1.3.3 矿质元素分析

准确称取烘干啤特果样品 1.0 g, 干法灰化,

0.1% 硝酸溶液溶解, 用原子吸收分光光度法测定 Na、K、Cu、Fe、Mn、Zn、Ca、Mg 8 种元素的含量^[4]。

1.3.4 氨基酸分析

1.3.4.1 样品前处理

称取啤特果约 0.5 g, 置于安瓿瓶中, 加 10.00 mL 6.0 mol/L HCl 酸解剂, 抽真空, 封口。将水解管放在 110 °C 恒温干燥箱中水解 22 h, 冷却至室温过滤, 用 NaOH 溶液调节 pH 至中性, 定容到 50 mL, 上样前用 0.45 μm 滤膜过滤^[5]。

1.3.4.2 上机测定

精密吸取样品 20 μL, 进样, 氨基酸自动分析仪对试样水解液组分及含量进行分析测定(氨基酸自动分析仪测定流速: 洗脱液为 0.4 mL/min, 茚三酮溶液 0.4 mL/min)。结果计算以峰面积测定结果, 用外标法计算各氨基酸含量^[5]。

1.3.5 香气成分分析

将果实去心去皮, 榨汁, 过滤, 采用水蒸气-二氯甲烷同时蒸馏法萃取香气成分^[6], 将 50 mL 果汁和二氯甲烷分别置于萃取装置两个圆底烧瓶中, 同时加热蒸馏萃取 3 h, 提取液用无水硫酸钠干燥, 上清液浓缩至 2 mL, 浓缩液在 Agilent GC HP6890/ MS5973 气相色谱-质谱联用仪分析, 参考田长平等^[7]方法, 略有改动。

色谱条件: HP25 毛细管柱(30.0 m×0.25 mm×0.25 μm), 程序升温, 初温 35 °C, 以 4 °C/min 升温至 250 °C, 保持 1 min; 进样口温度 250 °C; 载气 He 流量 1.0 mL/min, 不分流进样 1 μL; 延迟 6 min。柱流量 1.0 μL/min。

质谱条件: EI 源电子能量 70 eV, 电子倍增器电压 1500 V, 质量扫描范围: 33~450 amu, 离子源温度 230 °C, 接口温度 280 °C。

数据分析: 对采集到的质谱图利用 NIST98 标准谱库进行检索。

1.3.6 营养价值评价

按照世界卫生组织(WHO)和中国粮农组织(FAO)于 1973 年提出的必需氨基酸全鸡蛋模式谱对啤特果营养价值进行评价, 分别根据以下公式计算出样品中必需氨基酸的比值(RAA)、氨基酸比值系数(RC)及比值系数分(SRC)^[8~9]。

RAA=样品中某必需氨基酸含量/(WHO/FAO)式中相应的氨基酸含量;

RC=样品中某必需氨基酸 RAA/各种氨基酸 RAA 的平均值;

SRC=100-SRD×100

注：其中 SRD 为 RC 的相对标准差。

1.4 数据统计分析

测定样品设置 3 个平行，结果以平均值±标准偏差表示。

2 结果与讨论

2.1 啤特果基本成分

表1 啤特果营养成分分析

Table 1 Main nutrient components in *Pyrus sinkiangensis* cv.

Piteguo		
组分	啤特果	金珠果梨 ^a
水分/%	88.2±2.16	81.82
灰分/%	3.3±0.21	-
粗脂肪/%	0.82±0.23	-
蛋白质/%	0.38±0.17	0.4
总糖/%	6.74±0.68	11.06
总酸/%	1.05±0.12	0.56
粗纤维/%	3.05±0.46	-
可溶性固形物/%	13.79±0.23	17.6
维生素 C/(mg/kg)	21.96±2.4	14.6
维生素 B ₁ /(mg/kg)	0.01±0.00	0.07
维生素 B ₂ /(mg/kg)	1.39±0.02	0.06
维生素 B ₆ /(mg/kg)	67.98±2.3	92
胡萝卜素/(mg/kg)	0.42±0.08	-

注：a：表示数据引用于参考文献^[10]，“-”表示没有数据。

根据国家标准方法测定得到啤特果所含营养成分见表1，平行测定3次，标准偏差均小于3%，说明测定结果准确可信。啤特果鲜果水分含量88.2%、灰分3.3%、粗脂肪0.82%、蛋白质0.38%、总糖6.47%、总酸1.05%、粗纤维3.05%、可溶性固形物13.8%、维生素C (21.96±2.4) mg/kg，维生素B₁ (0.01±0.00) mg/kg、维生素B₂ (1.39±0.02) mg/kg、维生素B₆ (67.98±2.3) mg/kg和胡萝卜素(0.42±0.08) mg/kg。与金珠果梨、丰水、黄花、翠冠、清香、绿宝石等第一代水果相比较^[10]，啤特果总糖含量、总酸及可溶性固形物含量均处于较高值，维生素C含量处于低值；与苹果梨、早酥梨、锦丰、砀山酥梨、甘梨一号、甘梨早8、黄冠、硕丰8种梨相比较，总糖低于7.1~9.5%，可溶性固形物介于11.4~18.6%之间，总酸含量高于各品种梨^[10]；而总糖和可溶性固形物低于第二代水果皖翠猕猴桃（13.0%和15.5%）^[11]；与第三代水果沙棘、白刺等相比较，总糖含量较高，酸含量较低，脂肪含量也较低^[12]。此外与金珠果梨相比较，啤特果富含维生素B₂，

约为2万倍^[13]；鲜果胡萝卜素高于荔枝、桃、桑葚和草莓（1.0~3.0 mg/100 g），远远低于葡萄、香蕉、菠萝杏、桔子和芒果（5~805 mg/100 g）^[14]，属胡萝卜素含量中等偏低水果。总之，啤特果能刺激消化液的分泌，是一种低糖，中等酸度，富含维生素类品质较好的果品，具有较好的营养价值。

2.2 矿质元素种类及含量分析

表2 啤特果果肉中矿质元素的质量分数 (mg/kg)

Table 2 Content of inorganic elements in *Pyrus sinkiangensis* cv. Piteguo

元素	啤特果	金秋果梨 ^a
K	768.32±1.67	-
Ca	101.64±1.92	50.2
P	98.78±2.81	82.6
Mg	85.14±2.09	447.0
Fe	36.92±1.26	4.32
Na	40.62±2.55	-
Zn	1.38±0.18	0.84
Cu	0.84±0.06	0.62
Mn	0.37±0.02	0.36

注：a：表示数据引用于参考文献^[10]，“-”表示没有数据。

通过原子吸收光谱法测得了啤特果鲜果中9种矿质元素，总量约占鲜果重的0.113%，由高到低依次是K、Ca、P、Mg、Na、Fe、Zn、Cu、Mn，分别为768.32、101.64、98.78、85.14、40.62、36.92、1.38、0.84、0.37 mg/kg（表2）。各种元素在人体代谢过程中起着重要的作用，K主要参与细胞中酸碱平衡、神经传递、血压调节等；Mg参与人体内有机物转化的重要途径—三羧酸循环，并与Ca协同参与抗毒素的生成，对预防高血压的发生具有重要作用；Fe、Zn、Mn元素是机体中许多酶重要的激活剂，Fe被誉为人体发育的“建筑材料”，参与有氧代谢和能量代谢，维持血红蛋白的含量，减缓贫血症状的发生，Zn、Mn一直被各国生理学家、生物化学家和医学家所重视。除参与机体免疫防御、骨骼发育等，在性激素功能调剂、生殖发育中起着重要的作用。由啤特果中各种元素含量的测定结果表明，K含量约为人体血钾含量的70倍，Fe含量约为柑、芒果、柿、葡萄、桑葚、香蕉、荔枝、杏、菠萝、桔子（20~27 mg/kg^[14]）的1.5~2倍，是金秋果梨的9倍。Ca含量高于芒果、桃、椰子、荔枝、葡萄、香蕉和金秋果梨（在90 mg/kg以下^[14]），Zn为金秋果梨的1.5倍，Mn含量与其相当。由此可知，啤特果的矿质元素种类齐全，含有丰富的维持人体生理机能正常发挥的必需矿物质元素。

2.3 香气成分分析

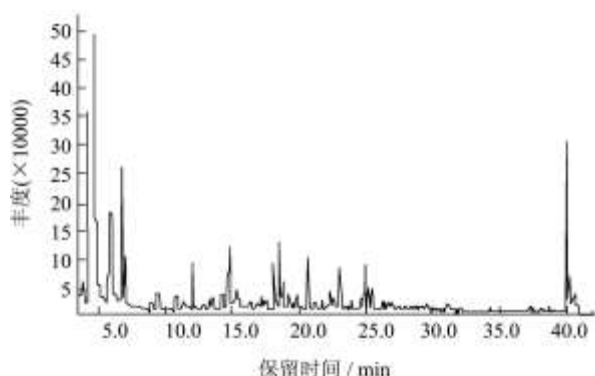


图1 啤特果总离子流色谱图

Fig.1 Total ion current chromatogram of GC-MS in *Pyrus sinkiangensis* cv. Piteguo

表3 啤特果中的香气物质/%

Table 3 Volatile composition of *Pyrus sinkiangensis* cv. Piteguo

by GC/MS			
序号	保留时间/min	组分	含量
1	2.60	乙醇	0.88±0.07
2	3.79	1-戊醇	0.12±0.06
3	6.76	1-己醇	0.17±0.01
4	10.93	1-辛烯醇	0.07±0.00
5	14.56	1-辛醇	0.08±0.01
6	7.87	环丁醇	0.04±0.00
7	5.79	己醛	3.98±0.52
8	7.70	庚醛	0.07±0.01
9	16.68	壬醛	0.04±0.02
10	20.32	癸醛	0.08±0.02
11	21.56	庚烯醛	0.02±0.00
12	22.53	壬烯醛	0.02±0.01
13	25.38	癸烯醛	0.02±0.01
14	2.32	乙酸乙酯	0.22±0.01
15	6.23	乙酸丁酯	0.19±0.06
16	3.68	丙酸乙酯	0.13±0.04
17	4.76	2-甲基丙酸乙酯	0.07±0.02
18	10.56	2-甲基丁烯酸乙酯	0.05±0.00
19	3.88	丁酸甲酯	0.10±0.01
20	5.76	丁酸乙酯	0.11±0.02
21	7.12	2-丁烯酸乙酯	0.14±0.01
22	6.49	戊酸甲酯	0.11±0.00
23	12.881	己酸乙酯	0.17±0.02
24	41.92	棕榈酸异丙酯	0.10±0.03
25	9.58	乙酸戊酯	0.09±0.01

采用水蒸气-二氯甲烷同时蒸馏萃取方法, 萃取液经GC-MS分析, 啤特果香气成分总离子流图见图1,

质谱图经联机检索, 并按各峰的质谱裂片图与文献资料核对, 确定了啤特果的部分香气化合物成分, 如表3。分析鉴定结果表明: 啤特果香气成分主要有醇类、醛类、酯类三大类, 其中醇类6种, 醛类7种, 酯类12种。陈计峦等^[5]对丰水梨、砀山梨和南国梨中的香气组分进行了分析, 分别分离出52、27、67种成分; 纵伟等^[6]从水晶梨中分离获得37个组分。啤特果中的香气组分与其相比较, 可以看出, 这几种梨共有的主要成分为乙醇、乙酸乙酯、乙酸丁酯、丁酸乙酯、己酸乙酯、己醛、棕榈酸异丙酯等, 其它物质也有不同程度的检出。由此, 梨中主要的香气物质为醛类和酯类, 含量因品种、地域、成熟时间等不同而有所区别。

2.4 氨基酸的组成及含量分析

表4 啤特果氨基酸成分分析 (mg/kg)

Table 4 Contents and composition of amino acids in *Pyrus*

sinkiangensis cv. Piteguo			
氨基酸	啤特果	金珠果梨	RDA/(mg/kg 体重)
天冬氨酸	520.62±2.76	239.0	婴儿 儿童 成人
酪氨酸	126.02±1.97	32.2	28
丝氨酸	100.82±1.64	89.6	- - -
谷氨酸	176.16±2.43	282.6	- - -
甘氨酸	118.41±2.88	90.9	- - -
丙氨酸	102.34±0.97	118.6	- - -
组氨酸	26.08±1.22	45.1	93 33 10
精氨酸	44.52±1.13	91.8	58 ^b 27 13
脯氨酸	321.11±1.58	102.0	70 30 10
胱氨酸	137.72±1.65	21.5	161 45 14
缬氨酸*	166.08±1.87	114.5	87 15 7
蛋氨酸*	98.26±2.01	27.1	- - -
异亮氨酸*	112.13±1.10	85.8	125 ^a 27 14
色氨酸*	137.58±1.62	33.3	103 60 12
苏氨酸*	98.46±0.97	72.4	- - -
苯丙氨酸*	125.88±2.65	99.3	- - -
赖氨酸*	108.21±2.37	118.0	- - -
亮氨酸*	137.62±2.48	140.6	- - -
总量	2658.02±30.54	1806.2	

注: 金珠果梨数据引用参考文獻^[16], “*”表示必需氨基酸, “-”表示没有数据。RDAs是中国1981年修订的中国居民膳食营养参考摄入量; a: 是苯丙氨酸与酪氨酸的和; b: 是蛋氨酸与胱氨酸的和。

利用氨基酸自动分析仪测定啤特果水解液中氨基酸种类及含量, 结果见表4, 从表中可以看出, 啤特果含有18种氨基酸, 其总量达到2658 mg/kg, 人体必需的8种氨基酸总量984 mg/kg, 占氨基酸总量的37.02%,

氨基酸总量分别是金珠果梨、黄花、翠冠、清香和绿宝石^[10]的1.47、2.20、3.13、3.80倍；必需氨基酸分别1.42、2.34、4.1、4.1和4.1倍，啤特果和金珠果梨中色氨酸占总必需氨基酸高达5.19%、4.81%，而在黄花、翠冠、清香和绿宝石中并未检出^[10]，人体缺少任何一种必需氨基酸，转运核糖核酸tRNA就不能及时将所需要的该氨基酸带至核糖体rRNA，以至于其他氨基酸不能利用，蛋白质合成受阻，引起机体出现蛋白质缺乏症。

根据世界卫生组织（WHO）和联合国粮农组织（FAO）1973年提出的理想蛋白质人体必需氨基酸的含量模式谱标准^[8-9]，EAA/TAA在40%左右，EAA/NEAA在60%左右的蛋白质营养价值较好，而啤特果的EAA/TAA为37.02%，EAA/NEAA为58.78%，说明啤特果的氨基酸含量丰富，蛋白质达到理想蛋白质的要求。

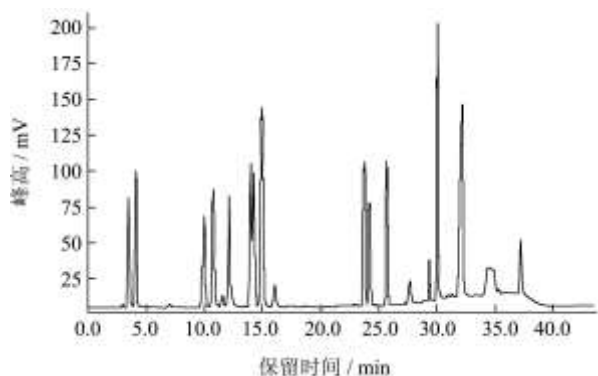


图2 啤特果氨基酸色谱分离图

Fig.2 Chromatography isolation of amino acids in *Pyrus sinkiangensis* cv. Piteguo

2.5 必需氨基酸的配比

表5 必需氨基酸占总氨基酸的质量分数/%

Table 5 Respective ratios of human essential amino acids to total amino acids in *Pyrus sinkiangensis* cv. Piteguo and the values recommended by WHO/FAO pattern

元素	啤特果	全鸡蛋模式谱	RAA	RC	SRC
异亮氨酸	4.21	4.0	1.05	0.72	
亮氨酸	5.19	7.0	0.741	0.88	
赖氨酸	4.06	5.5	0.738*	0.69*	
蛋氨酸+半胱氨酸	8.88	3.5	2.54	1.51	62.0
苯丙氨酸+酪氨酸	9.63	6.0	1.62	1.64	
苏氨酸	3.69	4.0	0.92	0.63	
缬氨酸	6.25	5.0	1.25	1.06	
色氨酸	5.19	1.0	5.19	0.88	

注：*第一限制性氨基酸。

必需氨基酸除了含量高低以外，比例搭配模式越接近人体氨基酸模式，才能越容易为机体吸收，营养价值亦相对越高。啤特果所含人体必需氨基酸与1973年FAT/WHO修正的理想蛋白质人体必需氨基酸全鸡蛋模式谱进行比较，结果见表5。从表中可以看出啤特果中植物蛋白第一限制性氨基酸为赖氨酸，占氨基酸总量的4.06%左右，赖氨酸是哺乳动物的必需氨基酸和生酮氨基酸，能促进人体发育、增强免疫功能，并有提高中枢神经组织功能的作用，能和其他营养一起形成胶原蛋白，辅助吸收钙矿物质元素。从表4中，可以看出啤特果中氨基酸种类齐全，且人体必需氨基酸含量较高，可以将多种食物混合食用，互相补充，使其更加有助于人体的吸收。

3 结论

本文以高原地区啤特果为原料，对其氨基酸、矿物质元素、维生素及其他营养成分进行了测定与评价。结果表明，啤特果鲜果水分含量88.2%、灰分3.3%、粗脂肪0.82%、蛋白质0.38%、总糖6.47%、总酸1.05%、粗纤维3.05%、可溶性固形物13.8%、维生素C(21.96±2.4) mg/kg、维生素B₁(0.01±0.00) mg/kg、维生素B₂(1.39±0.02) mg/kg、维生素B₆(67.98±2.3) mg/kg和胡萝卜素(0.42±0.08) mg/kg；含有18种氨基酸，其总量达到2658 mg/kg，人体必需的8种氨基酸总量984 mg/kg，占氨基酸总量的37.02%，各项指标均接近WHO/FAO（1973年）推荐的理想模式，必需氨基酸种类齐全，营养比较均衡，配比合理，有利于人体吸收；啤特果中还含有丰富的矿物质元素，在水果中钾、钙、铁、锌的含量处于较高水平，可以作为调节人体代谢的重要来源。此外，从啤特果中检出25种物质挥发性组分，主要成分为己醛、乙酸乙酯、乙酸丁酯、丙酸乙酯、丁酸甲酯和2-丁烯酸乙酯，其相对含量分别为3.981%、0.215%、0.187%、0.132%、0.103%和0.137%，风味良好。因此，啤特果具有较好的营养保健价值，有望成为我国西北地区天然保健品资源，很值得进一步研究开发和利用。

参考文献

[1] 杨明俊,吴婧,王永刚,等.啤特果粗多糖提取工艺优化[J].食品与发酵工业,2012,38(1):205-208
Yang Mingjun, Wu Jing, Wang Yonggang, et al. Optimization of Extraction Processing of Polysaccharide from Piteguo by Response Surface Methodology [J]. Food and Fermentation Industries, 2012, 38(1): 205-208

[2] 李翠霞,李志忠,王永刚,等.芦笋营养成分的分析评价[J].现

- 代食品科技,2011,27(10):1260-1263
- LI Cui-xia, LI Zhi-zhong, WANG Yong-gang, et al. Composition Analysis and Nutritional Evaluation of the Asparagus [J]. Modern Food Science and Technology, 2011, 27(10): 1260-1263
- [3] 李京,惠伯棣,裴凌鹏.番茄果实在成熟过程中类胡萝卜素含量的变化[J].中国食品学报,2006,6(2):122-125
- Li Jing, Hui Bo-di, Pei Ling-peng. Variation in the Carotenoid Amount of Tomato Fruit during Ripening [J]. Journal of Chinese Institute of Food Science and Technology, 2006, 6(2): 122-125
- [4] Lesniewicz A, Wroz A, Wojcik A, et al. Mineral and nutritional analysis of Polish infant formulas [J]. Journal of Food Composition and Analysis, 2010, 23(5): 424-431
- [5] Tao N, Wang L, Gong X, et al. Comparison of nutritional composition of farmed Pufferfish muscles among *Fugu obscurus*, *Fugu flavidus* and *Fugu rubripes* [J]. Journal of Food Composition and Analysis, 2012, 28: 40-45
- [6] 纵伟,赵光远,张文叶,等.水晶梨中香气成分的 GC-MS 分析[J].食品研究与开发,2006,27(10):105-106
- ZONG wei, ZHAO Guangyuan, ZHANG Wenye, et al. The volatile components of 'ShuiJinLi' Pear were analyzed by GC-MS [J]. Food research and development, 2006, 27(10): 105-106
- [7] 田长平,魏景利,刘晓静,等.梨不同品种果实香气成分的 GC-MS 分析[J].果树学报,2009,26(3):294-299
- TIAN Chang-Ping, WEI Jing-Li, LIU Xiao-Jing, et al. GC-MS analysis of fruit aromatic components of pear cultivars originated from different species of *pyrus* [J]. Journal of Fruit Science, 2009, 26(3): 294-299
- [8] LU Z L, LIU L W, LI X Y, et al. Analysis and Evaluation of Nutritional Quality in Chinese Radish (*Raphanus sativus L.*) [J]. Agricultural Sciences in China, 2008, 7(7): 823-830
- [9] Longvah T, Mangthya K, Ramulu P. Nutrient composition and protein quality evaluation of eri silkworm (*Samia ricinii*) prepupae and pupae [J]. Food Chemistry, 2011, 128(2): 400-403
- [10] 张朝飞,钟海雁,郑仕宏.5种沙梨主要营养成分分析[J].食品与机械,2005,21(3):41-42
- ZHANG Zhao-fei, ZHONG Hai-yan, ZHENG Shi-hong. Nutrient ingredient analysis of five sand pears [J]. Food and Machinery, 2005, 21(3): 41-42
- [11] 朱立武,丁士林,王谋才,等.美味猕猴桃新品种'皖翠'[J].园艺学报,2001,28(1):86
- Zhu Li-Wu, Ding Shi-Lin, Wang Mou-Cai, et al. A New Variety of *Actinidia deliciosa*-Wancui [J]. Acta Horticulturae Sinica, 2001, 28(1): 86
- [12] 姜明,戴有盛,吴承舜,等.野生植物白刺果实的营养成分及其延缓衰老作用的研究[J].营养学报,1994,16(3):338-341
- Jiang Ming, Dai you-sheng, Wu cheng-shun, et al. The Nutrient Composition of Wild Plant *Nitraria tangutour* Bor. and Its Effect on Delaying Senescence [J]. ACTA Nutrimenta Sinica, 1994, 16(3): 338-341
- [13] 史国安,郭香凤,张国海,等.金珠果梨果实营养成分及抗氧化能力[J].西北农林科技大学学报(自然科学版),2003,31(1):93-95
- SHI Guo-an, GUO Xiang-feng, ZHANG Guo-hai, et al. Study on the main nutrition components and activity of antioxidant in fruits of *Pyrus pyrifolia*(Burm.f) Nakai cv. Jinzhuguo [J]. Jour. of Northwest Sci-Tech. Univ. of Agri. and For., 2003, 31(1): 93-95
- [14] 王士钊.维生素矿物质全典[M].海潮出版社,2005
- [15] 陈计峦,周珊,闫师杰,等.丰水梨,砀山梨,南果梨的香气成分分析[J].园艺学报,2005,32(2):301-303
- Chen Ji-luan, Zhou Shan, Yan Shi-jie, et al. Analysis of Aroma Components of Fengshui, Dangshan and Nanguo Pear by PME/GCMS [J]. Acta Horticulturae Sinica, 2005, 32(2): 301-303