

武威市凉州区皇冠梨营养品质分析研究

朱大洲¹, 屠振华^{2*}, 史波林³, 梁克红¹, 刘鹏¹, 孙君茂¹

(1. 农业部食物与营养发展研究所, 北京 100081; 2. 食品行业生产力促进中心, 北京 100062;
3. 中国标准化研究院食品与农业标准化研究所, 北京 100088)

摘要: **目的** 比较武威市凉州区皇冠梨与其他主产区皇冠梨的营养成分差异, 并比较该地区皇冠梨和其他代表性商品梨的差异, 从而为当地产业发展及消费者选购提供数据支撑。**方法** 采集凉州区3个典型种植区域的皇冠梨样本24个、河北赵县皇冠梨样本8个、河北赵县雪花梨样本8个, 检测梨果的矿物质、维生素和游离氨基酸等营养成分, 并进行对比分析。**结果** 武威市凉州区三地的皇冠梨维生素C含量达7.83 mg/100 g, 高于河北赵县皇冠梨(3.87 mg/100 g)和雪花梨(2.33 mg/100 g)。在部分游离氨基酸和矿物质含量等代表梨果实营养价值的指标上, 皇冠梨显著高于雪花梨。武威市凉州区三地的皇冠梨富含K、Ca、Fe、Sr、Se等多种矿物质, 河北赵县皇冠梨含矿物质总量(含10种矿物质总量均值为951 mg/kg)显著低于武威市凉州区三地的皇冠梨含量(含10种矿物质总量均值分别为1266、1324和1326 mg/kg)。此外, 同在武威市凉州区, 3个采样地点的皇冠梨矿物质含量差异也较为显著, 其中黄羊河农场皇冠梨中矿物质含量高于武威市其他2个地区。**结论** 武威凉州区三地的皇冠梨相对于河北赵县皇冠梨, 有着基本一致的口感, 但营养品质较高。对于同样的皇冠梨品种, 产地差异对其营养品质有较大影响。

关键词: 梨; 皇冠梨; 营养品质; 营养成分; 武威市凉州区

Nutritional quality of crown pear in Liangzhou district of Wuwei city

ZHU Da-Zhou¹, TU Zhen-Hua^{2*}, SHI Bo-Lin³, LIANG Ke-Hong¹, LIU Peng¹, SUN Jun-Mao¹

(1. Institute of Food and Nutrition Development, Ministry of Agriculture, Beijing 100081, China; 2. China Food Industry Promotion Center, Beijing 100062, China; 3. Food and Agriculture Standardization Institute, China National Institute of Standardization, Beijing 100088, China)

ABSTRACT: Objective To compare the nutritional compositions of crown pears between Liangzhou district of Wuwei city and other crown pear's main producing areas, and also between crown pear and other representative commercial pear, so as to provide data support for the development of local industry and consumer purchase.

Methods Pear samples including 24 crown pear samples from 3 representative places in Liangzhou district, 8 crown pear samples from Zhaoxian in Hebei province and 8 snowflake pear samples also from Zhaoxian in Hebei province were collected. The content of nutritional ingredients including vitamin, minerals and free amino acids were detected, and the contrast analysis was carried out. **Result** The vitamin C content of crown pear in 3 places of Liangzhou district of Wuwei city was 7.83 mg/100 g, which was significantly higher than that of crown pear in Zhaoxian of Hebei province (3.87 mg/100 g) and snowflake pear (2.33 mg/100 g). The crown pear was significantly

基金项目: 国家农产品质量安全风险评估重大专项子项目(GJFP201500203)、中国农业科学院科技创新工程(CAAS-ASTIP-2016-IOFAND)

Fund: Supported by Projects of Major Projects of National Agricultural Product Quality and Safety Risk Assessment (GJFP201500203) and Science and Technology Innovation Project of Chinese Academy of Agricultural Sciences (CAAS-ASTIP-2016-IOFAND)

*通讯作者: 屠振华, 高级工程师, 主要研究方向为食品产业经济, E-mail: tzh2323@163.com

*Corresponding author: TU Zhen-Hua, Senior Engineer, China Food Industry Promotion Center, Beijing 100062, China. E-mail: tzh2323@163.com

higher than that of snowflake pear on the indexed of some free amino acids and mineral element content. Crown pear from Liangzhou district of Wuwei City was rich in minerals especially K, Ca, Fe, Sr, and Se. The total mineral elements in crown pear from Zhaoxian of Hebei province (the mean value of total content of 10 kinds of mineral elements content was 951 mg/kg) was significantly lower than those of Liangzhou district of Wuwei city (the mean value of total content of 10 kinds of mineral elements content were 1266, 1324 and 1326 mg/kg, respectively). Among 3 planting areas of Liangzhou district, their crown pear's mineral element content also had significant differences, and crown pear in Huangyang river farm had much higher mineral elements content than the rest of 2 places in Wuwei city. **Conclusion** The crown pear from Liangzhou district of Wuwei district has basically consistent taste with the crown pear from Zhaoxian of Hebei province, but it has higher nutritional quality. For the same crown pear varieties, the difference of origin has a great influence on the fruit nutritional quality.

KEY WORDS: pear; crown pear; nutritional quality; nutrient composition; Liangzhou district of Wuwei city

1 引言

皇冠梨果实中除含有水、多糖之外, 还含有一定量的蛋白质、苹果酸、脂肪、胡萝卜素、维生素 B₁、维生素 B₂ 等人体必需的营养物质, 具有较高的营养及食用价值, 深受消费者喜爱^[1]。皇冠梨适应区域广, 不仅适宜在黄、淮、海大部分地区栽培, 而且也适于长江流域及其以南多数地区栽培。近年来, 甘肃省武威市大力发展特色林果产业, 武威市凉州区地域辽阔, 土壤为特殊的绿洲灌耕土, 有机质含量丰富。南部祁连山冰峰峻峙, 是大自然赐予的“天然水库”, 冰川雪水为平原绿洲提供了丰富的水资源。气候特点冬寒夏暑, 日照充足, 降水量小, 气温日、年变化大, 少雨, 干旱, 多风, 空气干燥洁净。凉州区平原绿洲具备得天独厚的土壤、灌溉和气候条件, 使凉州区成为甘肃省最具优势的天然绿色皇冠梨生产基地^[2-4]。

近年来, 国内外学者对梨果实中的营养成分等品质指标进行了大量分析研究。张朝飞等^[5]对 5 种沙梨营养成分进行了测定, 张传来等^[6]用火焰原子吸收光谱法对 3 个红梨品种果实中 7 种营养元素含量进行了测定分析, 部分国外学者对梨中的功能活性成分进行了分析评价^[7-9]。陈树俊等^[10]对玉露香、酥梨、河北雪花梨、山东莱阳梨、高平大黄梨等 5 种梨果的多酚含量进行了分析, Russell 等^[11]对苏格兰日常消费和当地主栽的苹果、梨等水果中的酚酸进行了分析。Lin 等^[12]对梨皮中的多酚及其色谱特性进行了分析。Sánchez 等^[13]比较了 6 个不同品种梨的抗氧化能力。为了解日本藤梨对当地生长环境的适应情况, 李志辉等^[14]对日本藤梨果实品质及营养成分进行了分析。阿依古丽·铁木儿等^[15]对新疆主要栽培梨品种果实品质进行分析与评价。陈启亮等^[16]应用“合理-满意度”和多维价值理论的合并规则对不同梨品种的果实品质进行了综合比较。古丽巴哈尔·沙吾提等^[17]用原子吸收分光光度法, 测定库尔勒香梨和喀什地方梨中的 8 种微量元素的含量, 并对人体的作用进行分析。孟丽莉^[18]对不同梨品种果实营养成分含量进

行了分析研究, 结果表明果糖、葡萄糖和蔗糖是梨果实中的主要糖类, 品种间 3 种糖的含量有较大差异; 不同品种间可溶性蛋白和氨基酸的含量差异较大; 不同品种间同一矿物质的含量也存在较大差异。此外, 梨的果实品质还受施肥、修建、树形结构等因素影响^[19-25]。

武威市凉州区的皇冠梨虽然在市场上广受欢迎, 但其营养品质如何, 跟其他地区皇冠梨有何差异, 尚未见系统研究。因此, 本研究以武威市凉州区的皇冠梨为研究对象, 一方面比较该地区皇冠梨与其他皇冠梨主产区的营养成分差异, 另一方面, 比较该地区皇冠梨和其他代表性商品梨的差异, 从而为消费者选购提供数据支撑。

2 材料与方法

2.1 材料与试剂

2.1.1 研究对象

实验共采集 3 类样本, 每个样本包括 8 个形状和重量分布较为一致的梨, 具体包括:

(1)凉州区有代表性种植区域的皇冠梨样本: 选择凉州区武威市黄羊河农场、武威市凉州区西营镇和武威市凉州区清源镇等 3 个有代表性的地区的皇冠梨样品。每个区域采集 8 个样本, 便于重复检测, 共 24 个样本。

(2)国内其他地区皇冠梨样本: 选取河北赵县皇冠梨样本 8 个, 便于重复检测和比照。

(3)全国有代表性其他商品梨样本: 选取河北赵县雪花梨样本 8 个, 便于重复检测和比照。

2.1.2 样本采集

采果时准备好采集用具, 轻摘, 轻放, 防止一切机械伤害, 保证果实的完整, 无损伤。果实充分发育, 完整良好, 新鲜洁净, 无异味, 不带不正常的外来水分、刺伤、虫果及病害, 果梗剪留长度适宜, 具有适于市场销售或贮藏要求的成熟度。果形端正, 具有皇冠梨应有的特征。单果重量不显著小于 200 g。无果面缺陷, 包括碰压伤、刺伤、磨伤、果锈、药害、日灼、雹伤、虫伤和病害。样品采集后在 4~10 ℃

条件下存放。

2.2 仪器与设备

DHG-9140A 电热恒温鼓风干燥箱(精宏公司); CF15RXII 离心机(日本日立公司)、X SERIES II 电感耦合等离子体质谱仪(美国赛默飞世尔科技公司)、Biochrom 30+ 全自动氨基酸分析仪(英国 Biochrom 公司)。

2.3 实验方法

本研究中主要检测梨果的矿物质、维生素和游离氨基酸等品质指标。维生素 C 含量的多少是评价水果营养价值高低的重要标准之一^[26], 因此本研究主要检测梨中的维生素 C 含量。本研究中各品质指标均委托中国标准化研究院实验中心检测, 具体检测方法如下:

维生素 C 检测方法: 参照 GB/T 6195-1986《水果、蔬菜维生素 C 含量测定法(2,6-二氯酚酚滴定法)》测定^[27], 取 100 g 梨加入 100 mL 的 2%草酸放入组织捣碎机, 迅速捣成匀浆; 从中取 10 g 匀浆, 用 2%草酸移入 100 mL 容量瓶, 并稀释至刻度, 摇匀定容; 最后吸取 10 mL 滤液用已标定过的 2,6-二氯酚酚滴定, 直至溶液呈粉红色 15 s 不褪色。

矿物质检测方法: 参照 NY/T 1653-2008《蔬菜、水果及制品中矿物质的测定 电感耦合等离子体发射光谱法》^[28]。称取梨汁匀浆于消解罐内, 加入高纯硝酸和过氧化氢(1:1, V:V)溶液, 辅助酸消解。混酸提前制备好, 加酸之后迅速盖紧盖子, 置于微波消解仪中。消解程序: 10 min 从 0 W 上升到 1000 W, 保持 10 min; 5 min 0 W, 20 min 1000 W, 10 min 0 W。使用碰撞气模式(H₂), 外标法。标准溶液使用相同浓度的硝酸制备, 以 Ge 和 Rh 做内标

游离氨基酸检测方法^[29,30]: 吸取约 5 mL 样品于离心试管中, 3000 r/min 离心 5 min; 准确吸取上清液 1 mL 于另外的离心试管中, 加入 2%磺基水杨酸 9 mL, 混匀, 静置 15 min; 3000 r/min 离心 20 min 取上清液, 过 0.45 μm 膜后上全自动氨基酸分析仪检测。进样体积 20 μL, 流速为茚三

酮 25 mL/h、从 Buffer 1、2、5、6 中四选一, 流速为 35 mL/h。反应圈温度为 135 ℃, 检测波长为 570 nm 和 440 nm。

2.4 数据分析

采用采用 SPSS 16.0 统计软件的独立样本 *t*-检验进行两个对象之间的均值差异分析, 采用单因素方差分析进行 3 个及 3 个以上样本的均值差异分析。当 *P*>0.05 时表示差异性不显著; 0.01<*P*<0.05 时表示差异性显著; *P*<0.01 时表示差异性极显著。两两比较采用 Duncan 多重比较法, 用不同字母表示两者之间存在显著差异(*P*<0.05)。

3 结果与分析

3.1 不同梨果样品维生素含量分析比较

在本研究中, 分别检测了 5 个地区共计 40 个样品的维生素 C 含量, 检测结果详见表 1。

从表 1 可以看出, 武威市凉州区三地的皇冠梨维生素 C 含量存在着一定的差异, 其中清源镇皇冠梨维生素 C 含量均值(8.52 mg/100 g)稍高于黄羊河农场和西营镇(*t* 检验 *P*=0.107), 西营镇皇冠梨(均值 7.60 mg/100 g)与黄羊河农场皇冠梨(均值 7.38 mg/100g)的维生素 C 含量较为接近(*t* 检验 *P*=0.761), 三者之间差异不显著(方差分析 *P*=0.241)。而赵县皇冠梨维生素 C 含量(均值 3.87 mg/100 g)与武威市凉州区三地的皇冠梨差异极显著, 要明显小于武威市凉州区三地的皇冠梨维生素 C 含量(均值 7.83 mg/100 g), 表明同样的皇冠梨品种, 武威地区各个产地的维生素 C 含量较高。不同品种之间, 赵县雪花梨维生素 C 含量(均值 2.33 mg/100 g)要显著小于各产地皇冠梨的维生素 C 含量。

3.2 不同梨果样品矿物质含量分析比较

在本研究中, 分别检测了 5 个地区共计 40 个样品的 Na、Mg、K、Ca、Mn、Cu、Zn、Se、Sr、Fe 等 10 种矿物质含量, 检测结果详见表 2。

表 1 不同梨果样品维生素 C 含量分析比较
Table 1 Comparison of vitamin C content in different kinds of pear samples

样品来源	维生素 C 含量(mg/100 g)	范围 (mg/100 g)	均值 (mg/100 g)	相对标准偏差 (mg/100 g)
武威市黄羊河农场皇冠梨	7.84, 9.80, 5.88, 8.04, 5.88, 7.65, 7.84, 6.08	5.88~9.80	7.38 ^a	1.36
武威市凉州区西营镇皇冠梨	8.04, 9.61, 6.08, 5.88, 7.65, 7.84, 6.08, 9.61	5.88~9.61	7.60 ^a	1.51
武威市凉州区清源镇皇冠梨	6.08, 9.37, 7.84, 9.80, 9.80, 7.84, 8.04, 9.41	6.08~9.80	8.52 ^a	1.30
河北赵县皇冠梨	3.73, 1.96, 5.88, 1.96, 3.92, 3.92, 4.12, 5.49	1.96~5.88	3.87 ^b	1.41
河北赵县雪花梨	1.96, 3.92, 1.96, 1.96, 1.96, 1.96, 2.94, 1.96	1.96~3.92	2.33 ^c	0.73

注: 同列上标不同字母之间表示差异显著(*P*<0.05)

表 2 不同梨果样品各种矿物质含量检测结果
Table 2 Results of mineral content in different kinds of pear samples

样品来源	样品号	Na	Mg	K	Ca	Mn	Cu	Zn	Se	Sr	Fe	合计
		(mg/kg)										
武威市黄羊河农场皇冠梨	WH1	1.12	38.34	1270.44	38.70	0.19	0.22	0.64	0.005	0.27	8.56	1358
	WH2	0.60	27.86	1025.01	25.65	0.53	0.32	0.12	0.006	0.24	9.01	1089
	WH3	0.84	27.22	1237.23	27.90	0.17	0.10	0.15	0.007	0.19	7.38	1301
	WH4	0.00	23.40	1027.26	28.89	1.64	0.69	0.32	0.002	0.26	10.13	1093
	WH5	1.96	26.74	1063.08	24.39	0.09	0.11	0.20	0.004	0.16	11.21	1128
	WH6	0.00	26.93	1222.65	17.82	0.12	0.09	0.16	0.006	0.19	9.55	1278
	WH7	0.21	35.29	1424.25	23.85	0.09	0.17	0.32	0.006	0.19	8.91	1493
	WH8	0.51	37.78	1301.85	36.63	0.15	0.13	0.12	0.007	0.22	8.28	1386
	均值	0.66 ^a	30.45 ^a	1196.47 ^a	27.98 ^a	0.37 ^a	0.23 ^a	0.25 ^a	0.005 ^a	0.22 ^a	9.13 ^a	1266 ^a
	WX1	0.27	26.11	1264.50	26.91	0.08	0.25	0.10	0.006	0.11	7.40	1326
武威市凉州区西营镇皇冠梨	WX2	0.24	28.81	1157.76	24.66	0.11	0.11	0.17	0.004	0.16	7.81	1220
	WX3	0.40	23.44	966.87	30.06	0.12	0.24	0.35	0.008	0.15	6.34	1028
	WX4	0.40	32.81	1242.63	22.86	0.12	0.26	0.00	0.005	0.14	8.82	1308
	WX5	0.25	30.68	1116.00	17.82	0.14	0.31	0.00	0.003	0.11	9.79	1175
	WX6	0.36	19.35	1017.00	14.13	0.11	0.13	0.22	0.004	0.08	8.30	1060
	WX7	0.14	23.73	934.83	14.85	0.17	0.16	0.04	0.002	0.11	7.72	982
	WX8	0.25	27.52	1151.55	18.90	0.14	0.16	0.00	0.003	0.08	7.15	1206
	均值	0.27 ^b	26.11 ^b	1264.50 ^a	26.91 ^b	0.12 ^{ab}	0.25 ^a	0.10 ^b	0.006 ^{ab}	0.11 ^b	7.40 ^b	1326 ^a
	WQ1	0.00	26.78	1129.86	21.69	0.15	0.18	0.00	0.002	0.08	7.34	1186
	WQ2	0.00	21.24	1323.45	14.40	0.11	0.11	0.11	0.003	0.10	7.79	1367
武威市凉州区清源镇皇冠梨	WQ3	0.00	24.23	1310.76	15.84	0.14	0.14	0.00	0.003	0.07	6.18	1357
	WQ4	0.00	24.44	1506.15	14.04	0.12	0.23	0.00	0.004	0.05	8.90	1554
	WQ5	0.34	16.90	1206.09	13.95	0.07	0.15	0.00	0.001	0.04	9.97	1248
	WQ6	0.00	21.00	1159.74	14.85	0.13	0.18	0.00	0.002	0.07	8.32	1204
	WQ7	0.00	23.38	1263.06	18.45	0.11	0.11	0.00	0.004	0.06	7.69	1313
	WQ8	0.20	23.34	1321.65	11.16	0.12	0.24	0.00	0.004	0.10	7.07	1364
	均值	0.07 ^b	22.66 ^b	1277.60 ^a	15.55 ^c	0.12 ^{ab}	0.17 ^a	0.01 ^b	0.003 ^b	0.07 ^{cd}	7.91 ^b	1324 ^a
	HH1	0.00	28.26	868.77	18.72	0.23	0.09	0.19	0.003	0.11	0.00	916
	HH2	0.00	23.33	1262.45	16.74	0.16	0.19	0.00	0.002	0.13	0.00	1303
	HH3	0.00	22.00	933.80	8.73	0.14	0.06	0.00	0.001	0.09	0.00	965
河北赵县皇冠梨	HH4	0.00	32.15	805.70	27.90	0.12	0.11	0.00	0.005	0.11	0.66	867
	HH5	0.71	25.38	944.88	15.93	0.14	0.07	0.00	0.001	0.11	0.00	987
	HH6	0.13	29.05	976.74	11.88	0.17	0.06	0.04	0.004	0.08	0.00	1018
	HH7	0.00	28.43	978.25	16.29	0.14	0.08	0.00	0.002	0.11	0.00	1023
	HH8	0.00	0.00	518.35	8.73	0.04	0.15	0.00	0.004	0.04	0.00	527
	均值	0.11 ^b	23.58 ^b	911.12 ^b	15.62 ^c	0.14 ^{ab}	0.10 ^a	0.03 ^b	0.003 ^b	0.10 ^{bc}	0.08 ^c	951 ^b

续表 2

样品来源	样品号	Na	Mg	K	Ca	Mn	Cu	Zn	Se	Sr	Fe	合计
		(mg/kg)										
河北赵县雪花梨	HX1	0.00	21.61	955.20	15.39	0.08	0.29	0.27	0.004	0.06	0.00	993
	HX2	0.00	25.49	963.90	8.82	0.11	0.30	0.00	0.004	0.10	0.00	999
	HX3	0.00	21.75	927.15	7.83	0.09	0.27	0.00	0.004	0.09	0.00	957
	HX4	0.57	32.32	913.80	14.40	0.13	0.38	0.18	0.005	0.13	0.00	962
	HX5	0.00	1.54	656.25	10.80	0.04	0.28	0.00	0.002	0.02	0.00	669
	HX6	0.00	2.64	421.40	9.99	0.01	0.02	0.00	0.002	0.01	0.00	434
	HX7	0.00	1.39	417.20	9.27	0.02	0.09	0.00	0.006	0.02	0.00	428
	HX8	0.00	1.76	408.80	10.17	0.03	0.11	0.00	0.002	0.02	0.00	421
	均值	0.07 ^b	13.56 ^b	707.96 ^c	10.83 ^c	0.06 ^b	0.22 ^a	0.06 ^b	0.004 ^b	0.06 ^d	0.00 ^c	733 ^c

注：同一列的均值上标不同字母表示该矿物质含量差异显著($P<0.05$)

比较分析表 2 中不同梨果样品各种矿物质指标, 可以看出对于元素 Na, 黄羊河皇冠梨的含量(均值为 0.66 mg/kg)显著高于其他样品组。西营镇皇冠梨的含量(均值为 0.27 mg/kg)也较高, 而其他 3 组样品的含量均较低。

对于元素 Mg, 同样也是黄羊河皇冠梨的含量(均值为 30.45 mg/kg)最高, 且显著高于其他样品组(t 检验 $P=0.017$)。而武威另外两地皇冠梨中的含 Mg 量与赵县皇冠梨中的含 Mg 量(均值为 23.58 mg/kg)基本在同一水平(方差分析 $P=0.476$), 且显著高于赵县雪花梨中的含 Mg 量(均值为 13.56 mg/kg, t 检验 $P=0.004$)。

对于元素 K, 武威市凉州区三地皇冠梨样品中含 K 量(均值 1196.47~1277.60 mg/kg)基本都在 1000 mg/kg 以上, 显著高于赵县皇冠梨和河北赵县雪花梨的钾含量。

对于元素 Ca, 同样也是黄羊河皇冠梨的含量(均值为 27.98 mg/kg)最高, 且要高于其他样品组。西营镇皇冠梨的含量(均值为 26.91 mg/kg)也较高, 而赵县雪花梨中的含 Ca 量(均值为 10.83 mg/kg)要显著低于其他组样品。

对于元素 Mn, 黄羊河皇冠梨的含量(均值为 0.37 mg/kg)最高, 而其他 3 组皇冠梨样品的含量差异不显著(方差分析 $P=0.416$)。赵县雪花梨中的 Mn 含量均值最低(均值为 0.06 mg/kg)。

对于元素 Cu, 武威市凉州区三地皇冠梨显著高于河北的皇冠梨 Cu 含量(t 检验 $P=0.038$), 而河北赵县的雪花梨样品中含 Cu 量显著高于赵县皇冠梨的含 Cu 量(t 检验 $P=0.029$)。

对于元素 Zn, 同样也是黄羊河皇冠梨的含量(均值为 0.25 mg/kg)最高, 西营镇皇冠梨的含量(均值为 0.011 mg/kg)也较高, 其他 3 组梨样品的 Zn 含量均较低。

对于元素 Se, 研究结果表明, 5 组梨样品中 Se 含量差异显著(方差分析 $P=0.01$), 武威市凉州区三地皇冠梨样品 Se 的含量(均值为 0.003~0.006 mg/kg)显著高于赵县皇冠梨(0.003 mg/kg)和雪花梨(0.004 mg/kg), t 检验 $P=0.001$ 。其中

西营镇皇冠梨 Se 含量最高(均值为 0.006 mg/kg), 是赵县皇冠梨的 2 倍, 个体样本最高值为 0.008 mg/kg, 接近富硒水果最低硒含量标准要求(0.01 mg/kg)。武威市凉州区清源镇、黄羊河农场、西营镇三地皇冠梨样品 Se 的含量均值分别为 0.003、0.005 和 0.006 mg/kg。

对于元素 Sr, 黄羊河皇冠梨的含量(均值为 0.22 mg/kg)最高, 而赵县雪花梨中 Sr 含量极低。

对于元素 Fe, 同样也是黄羊河皇冠梨的含量(均值为 9.13 mg/kg)最高, 且要高于其他样品组。而武威另外两地皇冠梨含 Fe 量也较高(均值分别为 7.40 mg/kg 和 7.91 mg/kg), 赵县皇冠梨和赵县雪花梨中含 Fe 极低。

经综合分析各组样品的各种矿物质含量, 武威市黄羊河农场皇冠梨中富含各种矿物质, 且其中 Na、Mg、Mn、Ca、Zn、Cu、Se、Sr、Fe 多种矿物质含量要远高于武威其它地区的皇冠梨、河北赵县皇冠梨和河北的雪花梨。武威市凉州区西营镇皇冠梨中也富含各种矿物质, 且其中 Na、Mg、Mn、Ca、Zn、Cu、Sr、Fe 多种矿物质含量除了低于武威市黄羊河农场皇冠梨, 要高于武威市凉州区清源镇皇冠梨、河北赵县皇冠梨和河北的雪花梨。

此外, 河北赵县皇冠梨含矿物质总量(含 10 种矿物质总量均值为 951 mg/kg)要低于武威市凉州区三地的皇冠梨含量(含 10 种矿物质总量均值分别为 1266、1324 和 1326 mg/kg), 表明同样的皇冠梨品种, 由于不同的产地对各种矿物质含量影响很大, 由于品种不同, 河北赵县雪花梨各种矿物质含量均低于各组皇冠梨样品。

3.3 不同梨果样品各种游离氨基酸含量分析

在本研究中, 分别检测了武威市黄羊河农场皇冠梨、武威市凉州区西营镇皇冠梨、武威市凉州区清源镇皇冠梨、河北赵县皇冠梨和河北赵县雪花梨 5 个地区共计 40 个样品的 16 种游离氨基酸含量, 检测结果统计值见表 3。

表 3 不同梨果样品各种游离氨基酸含量均值比较(n=40)
Table 3 Comparison of mean content of free amino acids in different kinds of pear samples

氨基酸名称	简写	武威市黄羊河农场 皇冠梨	武威市凉州区 西营镇皇冠梨	武威市凉州区 清源镇皇冠梨	河北赵县 皇冠梨	河北赵县 雪花梨
天冬氨酸 asparagic acid	Asp	27.259 ^b	13.588 ^c	16.013 ^c	69.483 ^a	10.773 ^c
苏氨酸 threonine	Thr	1.319 ^b	1.091 ^b	1.468 ^b	2.463 ^a	1.345 ^b
丝氨酸 serine	Ser	22.985 ^{bc}	25.851 ^{abc}	33.845 ^{ab}	35.580 ^a	19.119 ^c
谷氨酸 glutamate	Glu	13.609 ^b	12.936 ^b	13.309 ^b	16.448 ^a	13.440 ^b
甘氨酸 glycine	Gly	1.438 ^a	1.641 ^a	0.199 ^b	0.000 ^b	0.000 ^b
丙氨酸 alanine	Ala	0.000 ^c	0.000 ^c	1.905 ^b	3.059 ^a	0.623 ^c
半胱氨酸 cysteine	Cys	2.223 ^b	3.901 ^b	5.329 ^{ab}	7.504 ^a	2.089 ^b
缬氨酸 valine	Val	1.901 ^a	0.000 ^a	0.789 ^a	0.000 ^a	0.000 ^a
蛋氨酸 methionine	Met	0.078 ^b	0.000 ^b	0.070 ^b	1.190 ^a	0.110 ^b
异亮氨酸 isoleucine	Ile	1.081 ^b	0.803 ^b	0.746	3.390 ^a	0.650 ^b
亮氨酸 leucine	Leu	1.920 ^a	1.865 ^a	1.733 ^a	1.621 ^a	1.438 ^a
酪氨酸 tyrosine	Tyr	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
苯丙氨酸 phenylalanine	Phe	3.176 ^a	3.079 ^a	3.453 ^a	4.238 ^a	4.824 ^a
组氨酸 histidine	His	0.816 ^a	0.809 ^a	0.000 ^a	4.218 ^{ab}	6.521 ^a
赖氨酸 lysine hydrochloride	Lys	0.454 ^a	0.000 ^a	2.344 ^a	0.168 ^a	3.080 ^a
精氨酸 arginine arginine	Arg	1.441 ^a	0.000 ^a	0.000 ^a	0.000 ^a	0.000 ^a
总氨基酸		79.7	65.564	81.203	149.362	64.012
必需氨基酸总量		9.929	6.838	10.603	13.07	11.447

注: 单位为 mg/100 g, 注: 同一行上标不同字母之间表示该指标差异显著(P<0.05), 标下划线的为必需氨基酸。

比较分析表 3 中不同梨果样品各种游离氨基酸含量, 表明无论是武威市凉州区三地的皇冠梨、河北赵县皇冠梨还是河北赵县雪花梨, 酪氨酸和精氨酸含量均为 0, 表明这些梨果中均不含这两种游离氨基酸。综合分析各组样品的各种游离氨基酸含量, 河北赵县皇冠梨中富含各种游离氨基酸、氨基酸总含量最高。武威市凉州区三地的皇冠梨

中, 武威市黄羊河农场皇冠梨含各种游离氨基酸量较高, 其中天冬氨酸、苏氨酸、丝氨酸、谷氨酸、甘氨酸、缬氨酸、异亮氨酸、亮氨酸、苯丙氨酸等多种游离氨基酸含量均较高。武威市凉州区西营镇皇冠梨中也富含各种游离氨基酸, 且多种游离氨基酸含量除了低于武威市黄羊河农场皇冠梨, 要高于武威市凉州区清源镇皇冠梨。同时, 武威市

凉州区三地的皇冠梨含各种人体必需氨基酸量总体来说要小于河北赵县皇冠梨。而河北赵县雪花梨各种游离氨基酸总量要低于各组皇冠梨样品各种游离氨基酸总量,表明雪花梨的含游离氨基酸量较少。

4 讨论

梨果的主要成分为碳水化合物(包括糖类、淀粉、纤维素、半纤维素、果胶等)、有机酸、色素物质以及人体所必需的一些维生素、矿物质、无机盐及酶等。总体来说,梨果中游离氨基酸含量总量不大,但氨基酸有着自己独特的滋味,呈现酸、苦以及鲜味,影响着梨的口感。研究表明,5组梨果样品的所含氨基酸总量虽然差异较大,其中河北赵县皇冠梨的总量最高,但总体水平均较低,不能作为补充氨基酸一个重要的来源。

维生素C广泛存在于水果中,具有酸性和强还原性,为高度水溶性维生素,是一种重要的营养物质,其含量对果实的营养价值有重要影响。在不同品种梨果实中维生素C的含量不同,李树玲等^[26]对秋子梨、白梨、砂梨和西洋梨4个种类的梨进行调查中发现,秋子梨和西洋梨种类的品种果实维生素C含量较高,白梨和砂梨种类的果实维生素C含量较低。孟丽莉^[18]研究结果也表明,5个西洋梨品种的维生素C含量显著高于其白梨和砂梨品种。本研究结果表明,各产地皇冠梨的维生素C含量要显著大于河北赵县雪花梨维生素C指标。特别值得注意的是,本研究结果表明,武威市凉州区三地的皇冠梨维生素C均很高(均值7.38~8.52 mg/100 g),要显著高于河北赵县皇冠梨维生素C含量指标(均值3.87 mg/100g)。

矿物质是构成人体的重要物质,在人的生命活动中发挥着不可替代的重要作用,这些物质在梨果实中的含量很丰富。K作为主要的碱金属存在于组织及细胞中,对酸碱平衡的调节起着重要的作用。K将神经冲动传递到肌肉纤维,而肌肉收缩本身也离不开钾的作用。K对血压有重要的影响,服K后可使血压降低。孟丽莉^[18]研究结果也表明,各种梨中均含有较高的K,其检测的13个梨品种,K的含量都较高。汤婷婷^[31]研究结果也表明,其检测的十几个梨品种,K的含量都较高。本研究表明,武威市凉州区三地的皇冠梨均含有较高的K含量(1196.47~1277.60 mg/kg),要显著高于河北赵县皇冠梨和河北赵县雪花梨的K含量。

Mg是人体内一种必需的常量元素,被称为“人体健康催化剂”,参与人体内有机物转化的重要环节—三羧酸循环,Mg还可以刺激抗毒素的生成。此外,提高Ca、Mg摄入量对预防高血压发生有一定积极作用。本研究的结果表明,武威市黄羊河农场皇冠梨Mg的含量(均值为30.45 mg/kg)最高,而武威另外两地皇冠梨中的含Mg量与河北赵县皇冠梨中的含Mg量(均值为23.58 mg/kg)基本在同一水平(方差分析 $P=0.476$),但高于河北赵县雪花梨中的含

Mg量(均值为13.56 mg/kg, t 检验 $P=0.004$)。总体来说,武威市凉州区三地的皇冠梨Mg的含量均较高。

梨果实中Fe的含量丰富,在营养和功能方面,Fe具有广泛的生理功能和生物学作用,它不仅与造血功能密切相关,还与能量代谢有密切关系。本研究的结果表明,武威市凉州区三地皇冠梨样品Fe的含量(均值为7.40~9.13 mg/kg)较高,明显高于河北赵县皇冠梨和雪花梨。

由于Se是动物和人体中一些抗氧化酶(谷胱甘肽过氧化物酶)和Se-P蛋白的重要组成部分,在体内起着平衡氧化还原环境的作用,Se在人体组织内含量为千万分之一,但它却决定了生命的存在,缺Se会直接导致人体免疫能力下降,临床医学证明,威胁人类健康和生命的40多种疾病都与人体缺Se有关,如癌症、心血管病、肝病、白内障、胰脏疾病、糖尿病、生殖系统疾病等等。本研究结果表明,武威市凉州区三地皇冠梨样品Se的含量(均值为0.003~0.006 mg/kg)较高,已经接近中国食品工业协会花卉食品专业委员会制定的富硒食品分类标准中的富硒水果最低Se含量(0.01 mg/kg)^[32]。

Sr对人体的功能主要是与骨骼的形成密切相关,为人体骨骼及牙齿的正常组成部分。它与血管的功能及构造也有关系,其作用机制可能是Sr在肠内与钠竞争吸收部位,从而减少人体对Na的吸收,增加Na的排泄。体内Na过多,易引起高血压、心血管等疾病,而Sr却能减少人体对Na的吸收,故也有预防疾病的作用。目前,国内缺乏对梨果中Sr含量的检测研究。本研究表明,武威市凉州区三地皇冠梨均含有较高的Sr含量,特别是武威市黄羊河农场皇冠梨Sr的含量(均值为0.22 mg/kg)很高(我国GB8537-1995标准规定Sr含量大于0.2 mg/L为锶矿泉水)^[33]。

5 结论

本研究通过采集武威凉州区优质梨产业带有代表性种植区域的皇冠梨样品,并收集全国其他皇冠梨主产区的皇冠梨和全国有代表性商品梨样品,检测其维生素C、游离氨基酸和矿物质含量等品质指标,并对其含量的差异和特点进行了对比和分析,得出如下结论:

(1)梨的品种差异对其品质指标有很大影响。皇冠梨和雪花梨除了部分游离氨基酸含量差异不显著外,其他大部分营养成分含量差异均十分显著。研究发现,在维生素C、游离氨基酸和矿物质含量等代表梨果实营养价值的指标上,皇冠梨也显著优于雪花梨。

(2)对于同样的皇冠梨品种,梨产地的差异也对其品质指标有较大影响。武威市凉州区三地的皇冠梨相对于河北赵县皇冠梨,有着基本一致的口感,但富含维生素C和矿物质(特别是K、Ca、Fe、Sr、Se 5种元素),有很好的营养和经济价值。

(3)对于同样的皇冠梨品种,同样在武威市凉州区,3

个不同采样地点的样品, 一些品质指标也存在着较大的差异。由于不同采样地点的土壤和水源情况的差异, 武威市凉州区三地的皇冠梨矿物质含量差异较为显著。武威市黄羊河农场皇冠梨中富含各种矿物质, 且其中 Na、Mg、Mn、Ca、Zn、Cu、Sr、Fe 多种矿物质含量要远高于武威其他两个地区的皇冠梨, 说明栽培地区对梨的品质具有较大影响。

参考文献

- [1] 李秀根, 杨健, 王龙, 等. 近 30 年来我国梨产业的发展回顾与展望[J]. 果农之友, 2009, 1: 4–6.
Li XG, Yang J, Wang L, *et al.* Retrospect and Prospect of the development of pear industry in China in the past 30 years [J]. Fruit Growers' Friend, 2009, 1: 4–6.
- [2] 武威市凉州区林业局. 凉州区农民增收致富的新引擎——武威市凉州区大力发展皇冠梨产业纪实[J]. 甘肃林业, 2013, 5: 22–23.
Forestry Bureau of Liangzhou District of Wuwei City. New engine for Liangzhou District farmers to get rich to rich—Liangzhou District of Wuwei City vigorously develop the crown pear industry record [J]. Forestry Gansu, 2013, 5: 22–23.
- [3] 李军义. 甘肃河西干旱区皇冠梨栽培技术[J]. 福建农业, 2015, 6: 72.
Li JY. Cultivation techniques of crown pear in Hexi arid area of Gansu [J]. Fujian Agric, 2015, 6: 72.
- [4] 杨兰, 辛平. 河西走廊沿黄灌区皇冠梨丰产栽培技术[J]. 甘肃科技, 2015, 31(22): 152–154.
Yang L, Xin P. High yield cultivation techniques of crown pear in Hexi Corridor along yellow river irrigated area [J]. Gansu Sci Technol, 2015, 31(22): 152–154.
- [5] 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, 60.
Zhang CF, Zhong HY, Zheng SH. Nutrient ingredient analysis of five sand pears [J]. Food Mach, 2005, 21(3): 41–42, 60.
- [6] 张传来, 刘遵春, 苏成军, 等. 不同红梨品种果实中营养元素含量的光谱测定[J]. 光谱学与光谱分析, 2007, 27(3): 595–597.
Zhang CL, Liu ZC, Su CJ, *et al.* Spectrometric determination of the content of nutritional elements in fruits of different red pear varieties [J]. Spectrosc Spect Anal, 2007, 27(3): 595–597.
- [7] Clerici MTPS, Carvalho-Silva LB. Nutritional bioactive compounds and technological aspects of minor fruits grown in Brazil [J]. Food Res Int, 2011, 44: 1658–1670.
- [8] Ankolekar C, Pinto M, Greene D, *et al.* In vitro bioassay based screening of antihyperglycemia and antihypertensive activities of Lactobacillus acidophilus fermented pear juice [J]. Innov Food Sci Emerg, 2012, 13: 221–230.
- [9] Wakuda T, Azuma K, Saimoto H, *et al.* Protective effects of galacturonic acid-rich vinegar brewed from Japanese pear in a dextran sodium sulfate-induced acute colitis model [J]. J Funct Foods, 2013, 5: 516–523.
- [10] 陈树俊, 赵辛, 康俊杰, 等. 不同梨品种品质评价及温度对梨浓缩汁指标影响研究[J]. 食品工业科技, 2015, 17: 326–329.
Chen SJ, Zhao X, Kang JJ, *et al.* Evaluation of the quality of different varieties of pears and effect of temperature on pear concentrated juice [J]. Sci Technol Food Ind, 2015, 17: 326–329.
- [11] Russell WR, Labat A, Scobbie L, *et al.* Phenolic acid content of fruits commonly consumed and locally produced in Scotland [J]. Food Chem, 2009, 115: 100–104.
- [12] Lin LZ, Harnly JM. Phenolic compounds and chromatographic profiles of pear skins (Pyrus spp.) [J]. J Agric Food Chem, 2008, 56: 9094–9101.
- [13] Sánchez ACG, Gil-Izquierdo A, Gil MI. Comparative study of six pear cultivars in terms of their phenolic and vitamin C contents and antioxidant capacity [J]. J Sci Food Agric, 2003, 83: 995–1003.
- [14] 李志辉, 张娟, 张冬林, 等. 日本藤梨果实品质及营养成分分析[J]. 经济林研究, 2010, 28(2): 96–98.
Li ZH, Zhang J, Zhang DL, *et al.* Analysis of fruit quality and nutrient components in Pyrus pyrifolia Nakai [J]. Nonwood Forest Res, 2010, 28(2): 96–98.
- [15] 阿依古丽·铁木儿, 玉素甫·阿不力提甫, 帕提曼·阿布都热合曼, 等. 新疆主要栽培梨品种果实品质分析与评价[J]. 新疆农业科学, 2014, 51(3): 417–422.
Ayiguli T, Yusufu A, Patiman A, *et al.* Analysis and Evaluation on of Fruit Quality of Main Pear Varieties in Xinjiang [J]. Xinjiang Agric Sci, 2014, 51(3): 417–422.
- [16] 陈启亮, 杨晓平, 田瑞, 等. 梨品种果实品质的分析与评价[J]. 湖北农业科学, 2012, 51(22): 5068–5071.
Chen QL, Yang XP, Tian R, *et al.* Analysis and Evaluation on fruit quality of pear varieties [J]. Hubei Agric Sci, 2012, 51(22): 5068–5071.
- [17] 古丽巴哈尔·沙吾提, 唐春霞. 库尔勒香梨和喀什地方梨的微量元素含量分析比较[J]. 微量元素与健康研究, 2009, 25(5): 37–38.
Gulibahaer S, Tang CX. Compare the contents of trace elements of Korla pear and Kashi pear [J]. Stud Trace Elem Health, 2009, 25(5): 37–38.
- [18] 孟丽莉. 梨果实营养成分分析及套袋和水杨酸处理的影响[D]. 保定: 河北农业大学, 2008.
Meng LL. Analysis of nutritional components in pear fruits and the effects of bagging and salicylic acid [D]. Baoding: Hebei Agricultural University, 2008.
- [19] 耿健, 崔楠楠, 张杰, 等. 喷施芳香植物源营养液对梨树生长、果实品质及病害的效应[J]. 生态学报, 2011, 31(5): 1285–1294.
Geng J, Cui NN, Zhang J, *et al.* Effect of aromatic plant-derived nutrient solution on the growth, fruit quality and disease prevention of pear trees [J]. Acta Ecol Sin, 2011, 31(5): 1285–1294.
- [20] 张平, 洪坚平, 李娜. 不同氮肥对酥梨品质及土壤养分的影响[J]. 山西农业大学学报(自然科学版), 2016, 36(2): 120–127.
Zhang P, Hong JP, Li N. The effects of different nitrogen on pear quality and soil nutrients [J]. J Shanxi Agric Univ (Nat Sci Ed), 2016, 36(2): 120–127.
- [21] 赵明新, 张江红, 孙文泰, 等. 不同树形冠层结构对早酥梨产量和品质的影响[J]. 果树学报, 2016, 网络优先出版, <http://www.cnki.net/kcms/detail/41.1308.S.20160511.1523.005.html>.
Zhao MX, Zhang JH, Sun WT, *et al.* The effects on yield and fruit quality of 'Zaosu' Pear trees with different tree canopy structure [J]. Journal of Fruit Science, online priority Publishing, <http://www.cnki.net/kcms/detail/41.1308.S.20160511.1523.005.html>.
- [22] Cheng XL, Liao K, Li N, *et al.* Analysis on the composition and structure of branches of two kinds of tree shapes in Korla fragrant pear [J]. Agric Sci Technol, 2013, 14(7): 954–958.
- [23] 张秉宇. 修剪对南果梨生长和果实品质的效应[J]. 吉林农业科学, 2014,

- 39(4): 68–70, 83.
- Zhang BY. Effects of pruning on growth and fruit quality of ‘Nanguoli’ pear [J]. J Jilin Agric Sci, 2014, 39(4): 68–70, 83.
- [24] 叶胜兰, 徐福利, 王渭玲, 等. 不同有机肥对黄土丘陵区梨枣生长、光合特性及果实品质的影响[J]. 植物营养与肥料学报, 2013, 19(2): 370–378.
- Ye SL, Xu FL, Wang WL, *et al.* Effects of the different organic fertilizers on growth, photosynthetic characteristics and quality of Pear-jujube of in the Loess Plateau [J]. Plant Nutr Fertilizer Sci, 2013, 19(2): 370–378.
- [25] Zegbe JA, Serna-Pérez A, Mena-Covarrubias J. Mineral nutrition enhances yield and affects fruit quality of ‘Cristalina’ cactus pear [J]. Sci Hortic, 2014, 167: 63–70.
- [26] 李树玲, 黄礼森, 丛佩华, 等. 不同种内梨品种果实维生素 C 含量[J]. 园艺学报 1994, 21(1): 17–20.
- Li SL, Huang LS, Cong PH, *et al.* Vitamin C content of fruit in different varieties of pyrus [J]. Acta Hort Sin, 1994, 21(1): 17–20.
- [27] GB/T 6195-1986 水果、蔬菜维生素 C 含量测定法(2,6-二氯酚滴定法)[S].
- GB/T 6195-1986 Method for determination of vitamin C in fruits and vegetables (2,6-dichlorophenol indophenol titration) [S].
- [28] NY-T 1653-2008 蔬菜、水果及制品中矿质元素的测定 电感耦合等离子体发射光谱法[S].
- NY-T 1653-2008 Determination of mineral elements in vegetables, fruits and products Inductively coupled plasma atomic emission spectrometry [S].
- [29] 张华, 王振宇, 杨鑫, 等. 氨基酸分析仪和微波消解 ICP-MS 测定冻干草莓和蓝莓果中游离氨基酸和 18 种元素[C]. 中国食品科学技术学会年会, 2012.
- Zhang H, Wang ZY, Yang X, *et al.* Determination of free amino acids and 18 elements in frozen dried strawberry and blueberry fruit by amino acid analyzer and microwave digestion ICP-MS [C]. Annual meeting of China Food Science and Technology Association, 2012.
- [30] 黄艳. 常见果蔬中游离氨基酸含量的测定[J]. 安徽农业科学, 2013, 41(9): 4088–4089.
- Huang Y. Determination of free amino acids in common fruits and vegetables [J]. J Anhui Agric Sci, 2013, 41(9): 4088–4089.
- [31] 汤婷婷. 梨主栽品种果实品质分析与矿质营养平衡施肥研究[D]. 合肥: 安徽农业大学, 2013.
- TANG TT. The fruit quality analysis and balance fertilization research on pear leading cultivars [D]. Hefei: Anhui Agriculture University, 2013
- [32] HB 001/T-2013 中国食品行业标准 中国富硒食品硒含量分类标准(试行)[S].
- HB 001/T-2013 China food industry standard Food selenium content classification standard of China (Trial) [S].
- [33] GB 8537-2008 食品安全国家标准 饮用天然矿泉水[S].
- GB 8537-2008 National Food Safety Standard Drinking natural mineral water [S].

(责任编辑: 姚菲)

作者简介



朱大洲, 副研究员, 主要研究方向为营养健康信息化。

E-mail: zhudazhou@caas.cn



屠振华, 高级工程师, 主要研究方向为食品产业经济。

E-mail: tzh2323@163.com