

不同成土母质对浦江桃形李品质的影响

简中华^{1,2}, 徐明星¹, 宋明义¹, 黄春雷¹, 郑文¹, 陈再宏³

(1. 浙江省地质调查院, 浙江杭州 311203; 2. 中国地质大学, 湖北武汉 430074; 3. 浦江县农业局, 浙江浦江 322200)

摘要 [目的] 研究不同成土母质对桃形李品质的影响, 为浦江县更好的发展规划桃形李产业提供依据。[方法] 通过对浦江县的岩-土-果实及其根系土等进行全面、系统的调查, 对比研究不同成土母质区的桃形李品质和岩石、土壤及根系土地球化学元素特征。[结果] 浦江桃形李的品质与 Ca、B、Zn 呈正相关, 与 Si 呈负相关; 晚更新世红土风化物中桃形李品质最好, 其次为中更新世红土风化物, 酸性火山岩类风化物最差。[结论] 浦江桃形李适宜种植在中晚更新世红土风化物的土壤中。

关键词 桃形李; 品质; 成土母质; 浦江

中图分类号 S662.3 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2013)10-04356-06

Impacts of Different Soil Parent Material on Quality of Pujiang Peach-Shaped Plum

JIAN Zhong-hua et al (Zhejiang Institute of Geological Survey, Hangzhou, Zhejiang 311203)

Abstract [Objective] The effects of different soil parent materials on quality of peach-shaped plum were studied to provide a basis for better development and planning on peach-shaped plum industry in Pujiang County. [Method] The quality of peach-shaped plum and rock, soil and root soil geochemical element characteristics in different soil parent material areas were studied by conducting a comprehensive and systematic investigation on rock, soil, fruit and root soil in Pujiang County. [Result] The quality of Pujiang peach-shaped plum had a positive relationship with Ca, B, Zn and a negative correlation with Si. The peach-shaped plum which was planted on weathered Late Pleistocene clay had the best quality, followed by which was planted on weathered Mid Pleistocene clay, and the worst was the one planted on the weathering products of acid volcanic rocks. [Conclusion] Peach-shaped plum in Pujiang County should be planted on soil with weathering products of Mid or Late Pleistocene clay.

Key words Peach-shaped plum; Quality; Parent material; Pujiang

名特优农产品一直以来深受大家的青睐, 但由于对影响名特优产品品质和产量的生态地质因子的研究相对滞后, 目前盲目发展的现象相当普遍。自 20 世纪 80 年代以来, 在全国范围内陆续开展了名特优农产品的农业地质调查与评价工作, 包括广西沙田柚、山东肥城桃、云南烟草、河北行唐大枣、吉林延边苹果梨和四川涪陵榨菜等百余种农产品^[1-6]。已有研究表明, 除种子、气候、管理技术等因素外, 名特优农产品的特殊品质受当地特定的生态地质因素的控制, 表现出与地质环境之间显著的相关性^[7-8]。魏格纳等^[9]发现了波尔多、香槟和布尔贡地区的葡萄酿出的葡萄酒具有醇厚的香味。这是因为它们均生长在古新世渐新世岩层。特定的地质背景决定了葡萄的品质。这是国外首次对具体研究某种农作物的生长与地质背景相关性的报道。该研究结果对农业地质的发展起很大的推动作用。在国内, 李正积^[10]于 1980 年在四川棉区取得农业地质背景调查成果, 将其应用于地方政府规划, 取得了巨大的经济效益。随后, 在相关的调查研究中, 人们越来越意识到名特优农产品的形成与农业地质之间高度的相关性。

以往关于浦江桃形李的研究较少, 除少数涉及桃形李的品种选育、种植技术、施肥与疏果等^[11-16], 在桃形李品质和土壤地质条件的研究、土壤地质地球化学背景分析以及区域种植规划等的研究甚少。这已经不能适应桃形李产业发展的需要。2010 年由浙江省国土资源厅和金华市人民政府联

合启动的金华市农业地质环境调查项目, 为浦江桃形李的深入研究和规模种植提供了机遇。笔者重点对研究区不同成土母质的表层土壤、桃形李果品及其根系土等地球化学元素特征进行对比研究。

1 材料与方法

1.1 概况

1.1.1 浦江桃形李。桃形李, 蔷薇科李属, 系金华市浦江县名特优新的珍稀果树, 原产浙江浦江, 与福建青柰相似, 是似桃非桃的李子新品种, 是一种果形较大、果质松脆且具有桃、李风味的珍稀水果。该果品含有人体所必需的多种氨基酸、维生素和微量元素, 营养价值极其丰富, 具有清热、利尿、消食、开胃健脾等功效。在浦江县, 于 20 世纪 80 年代桃形李被发现, 90 年代浦江桃形李迅速发展, 年产鲜果 5 万余 t。浦江县成为浙江省最大的桃形李产区, 并多次在全国、省市级农业博览会上获得农业部金奖、浙江省金奖, 出口港澳、东南亚等地区, 经济效益显著。

20 世纪 90 年代末期, 浦江桃形李进入自然生长周期的低谷, 果树开始老化, 果实的数量和质量都急剧下降, 再加上该县葡萄产业的迅猛发展, 桃形李种植规模逐渐萎缩。目前, 种植面积仅 667 hm²。多年桃形李的种植经验和长期生产实践使得当地农业部门积累了丰富的种植管理经验。他们也逐渐发现不同的地质背景上种植的桃形李品质和产量有所差别。

1.1.2 地质背景。浦江县地处华夏古陆南岭准地槽钱塘江凹陷带。浦江盆地形成于白垩纪末的断裂活动, 盆地内沉积着厚达 1 600 余 m 的溪流相方岩组红层, 下粗上细, 上覆第四纪红土砾石, 下伏中生代侏罗系地层; 在晚更新世, 堆积了大量的冲积相物质, 形成网纹红土层, 构成浦阳江二、三级阶

基金项目 金华市农业地质环境调查项目(编号:2010002)。
作者简介 简中华(1979-), 男, 湖北襄阳人, 工程师, 在读硕士, 从事农业地质、环境地球化学方面的研究, E-mail: jianzh@163.com。

收稿日期 2013-03-09

地;在晚更新世,接受流水的侵蚀和周边的物质堆积,在山前的低洼地段发育了较大规模的洪积扇。

区内主要出露侏罗系黄尖组、寿昌组与第四系之江组、莲花组、鄞江桥组等层位。其中,黄尖组岩性为块状流纹斑岩与流纹质晶屑凝灰岩;寿昌组岩性为杂色中至厚层状石英细砂岩、岩屑砂岩、钙质泥质砂岩、钙质泥质粉砂岩、钙质粉砂泥岩夹流纹质凝灰岩、凝灰质砂岩等;总体上,第四系地层中,之江组为棕红色亚黏土、亚砂土,具网纹构造;莲花组为浅黄色亚黏土、亚砂土和砾石层;鄞江桥组上部为粉砂质亚黏土,下部为含砂质砾石层。第四系地层岩性为松散沉积

物,在矿物成分、化学成分上与母岩密切相关,受母岩成分控制。

1.1.3 成土母质。土壤是在母质的基础上发育起来的。成土母质来源于母岩。成土母质是指岩石经风化、搬运、堆积等过程于地表形成的疏松物质层。该物质层也是最年轻的地质矿物质层。它是形成土壤的物质基础,是连接岩石与土壤的桥梁,因此母质对土壤的形成和土壤的理化性状均有深刻的影响。依据岩性、成因、环境等对土壤性质(颗粒组成、矿物类型、化学元素组成)可能产生的影响,浦江的主要成土母质类型见图 1。

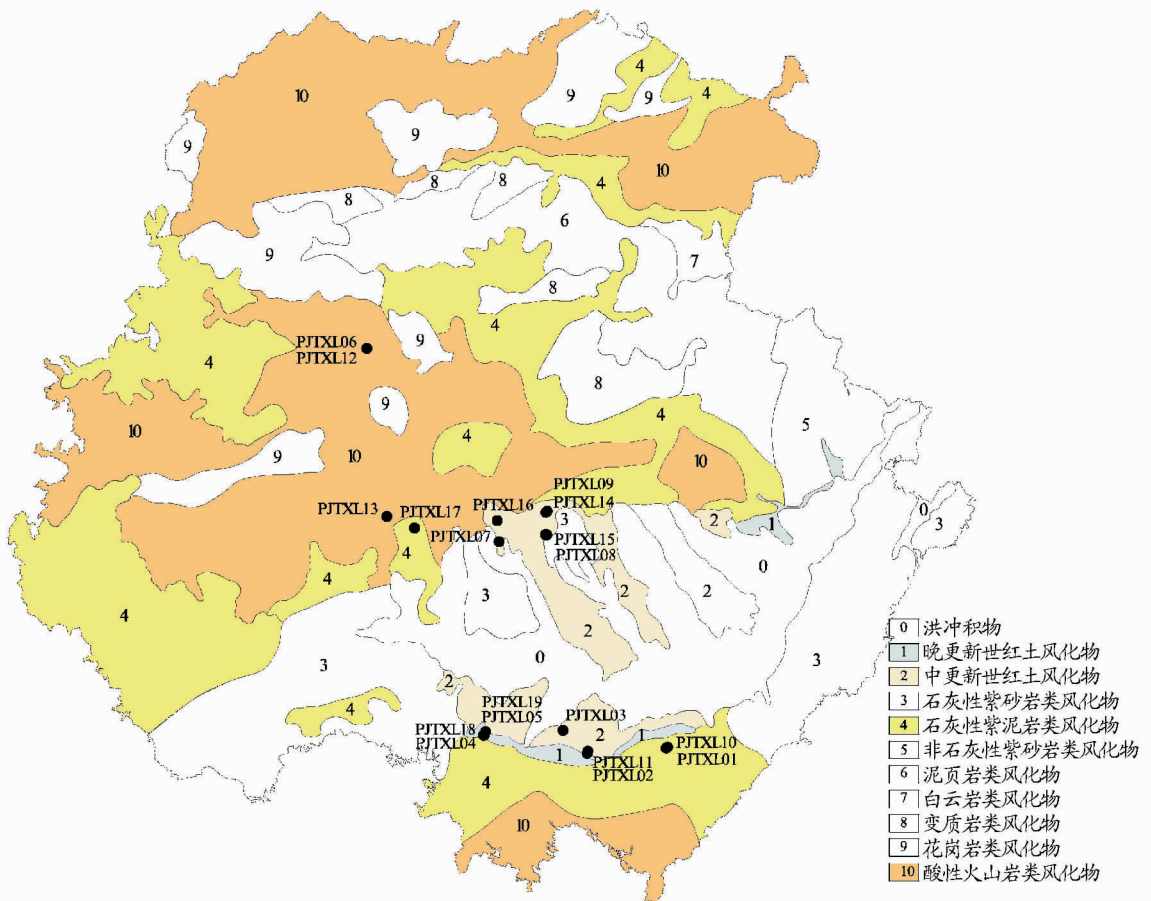


图 1 不同成土母质中桃形李分布

从图 1 可以看出,研究区的成土母质主要为酸性火山岩类、石灰性紫泥岩类、石灰性紫砂岩类风化物、洪冲积物和中、晚更新世红土风化物,所占比例近 80%,其中洪冲积物和中、晚更新世红土风化物主要分布在浦江盆地区,物质来源较清楚。

桃形李种植区土壤主要来源于酸性火山岩类、石灰性紫泥岩类、晚更新世红土和中更新世红土风化物。研究区表层土壤地球化学特征总体上承袭了源区岩石地球化学特点。

1.2 样品采集 在研究区开展土壤样品采集,考虑不同的土地利用类型及所在区域的代表性,兼顾样点的均一性,进行 GPS 精确定位。用木铲采集 0~20 cm 耕作层土壤样品,采用多点取样,混合成 1 个样品,以提高样品代表性^[17]。在

研究区耕地集中分布地带,表层土壤样品的采集密度为 4 件/km²,共采集表层土壤 1 362 件。

在桃形李采样点上各土壤发生层根系土。利用洛阳铲自上而下连续采集,共采集土壤样品 31 件。将土壤样品倒在塑料薄膜上,将土块压碎,除去残根、杂物,铺成薄层,在阴凉、无污染处自然风干。然后,用木棒压碎磨细,过 20 目尼龙筛,截取小于 20 目的样品 400 g 左右,送国土资源部杭州矿产资源监督检测中心测试。

浦江桃形李多种植在浦南街道、仙华街道、浦阳街道的坡麓、沟谷地带,在虞宅乡也有种植。在桃形李成熟期,在各种园区同时采摘,外送国土资源部合肥矿产资源监督检测中心分析测试,在浦江桃形李主要产地采集了桃形李果实样品 19 件,见图 1、表 1。

表 1 浦江县桃形李采集样品情况

样号	位置	层位	地貌	土壤类型	成土母质
TXL01	浦南街道朱云村	K ₁ s	坡麓	黄砾泥	石灰性紫泥岩类风化物
TXL02	浦南街道大店村	QP ₂ z	坡麓	洪积泥砂田	中更新世红土风化物
TXL03	浦南街道水阁村	QP ₂ z	坡麓	黄筋泥田	中更新世红土风化物
TXL04	浦南街道毛阳村	QP ₃ l	坡麓	亚黄筋泥	晚更新世红土风化物
TXL05	浦南街道毛阳村	QP ₃ l	坡麓	亚黄筋泥	晚更新世红土风化物
TXL06	虞宅乡前山畈村	K ₁ h	丘陵	黄泥土	酸性火山岩类风化物
TXL07	仙华街道田畈中央村	QP ₂ z	坡麓	洪积泥砂田	中更新世红土风化物
TXL08	仙华街道灵岩朱村	QP ₂ z	坡麓	洪积泥砂田	中更新世红土风化物
TXL09	仙华街道卢宅村	QP ₂ z	坡麓	洪积泥砂田	中更新世红土风化物
TXL10	浦南街道朱云村	K ₁ s	坡麓	黄砾泥	石灰性紫泥岩类风化物
TXL11	浦南街道大店村	QP ₂ z	坡麓	洪积泥砂田	中更新世红土风化物
TXL12	虞宅乡前山畈村	K ₁ h	丘陵	黄泥土	酸性火山岩类风化物
TXL13	浦阳街道杭口岭脚村	K ₁ h	沟谷	黄砾泥	酸性火山岩类风化物
TXL14	仙华街道卢宅村	QP ₂ z	坡麓	洪积泥砂田	中更新世红土风化物
TXL15	仙华街道灵岩朱村	QP ₂ z	坡麓	洪积泥砂田	中更新世红土风化物
TXL16	仙华街道下新屋村	QP ₂ z	坡麓	黄筋泥田	中更新世红土风化物
TXL17	浦阳街道大坞塘村	K ₁ s	沟谷	黄砾泥	石灰性紫泥岩类风化物
TXL18	浦南街道毛阳村	QP ₃ l	坡麓	亚黄筋泥	晚更新世红土风化物
TXL19	浦南街道毛阳村	QP ₃ l	坡麓	亚黄筋泥	晚更新世红土风化物

1.3 样品分析测试 在土壤样品分析工作中,按照实验室分析测试技术要求,执行中国地质调查局《覆盖区多目标区域地球化学调查样品测试及质量监控暂行规定》、《多目标区

域地球化学调查规范》(DD2005-01)。各元素分析方法、检出限见表 2。

表 2 土壤元素分析及检出限

元素	分析方法	检出限	元素	分析方法	检出限
N	凯式法	20.000	Cd	等离子体质谱法	0.003
S	X 射线荧光光谱法	50.000	Hg	冷蒸气原子荧光光谱法	0.003
Zn	等离子体光学发射光谱法	2.000	As	氢化物-原子荧光光谱法	1.000
Se	氢化物-原子荧光光谱法	0.010	Pb	等离子体质谱法	2.000
Cu	等离子体光学发射光谱法	1.000	Cr	等离子体光学发射光谱法	5.000
F	离子选择性电极法	100.000	Ni	等离子体光学发射光谱法	2.000
P	X 射线荧光光谱法	0.010	pH	玻璃电极法 (ISE)	0.100

将桃形李果品用清水洗干净,用去离子水冲洗 3 遍,晾干后切碎,用专用机具无污染打成糊状,送分析室测定。采用扩散法测定 F,采用原子荧光光谱法测定无机 As,采用等离子体质谱法 (ICP-MS) 测定 Hg、Se、Cd、Pb、Zn,采用等离子体光谱法 (ICP-OES) 测定 P、K、Ca、Na、Mg。这些分析方法正确、依据充分,并插入国家一级标样、重复样、监控样以保证质量,分析合格率、检出率和分析灵敏度均符合有关规定和要求。

2 结果与分析

2.1 土壤地质特征

2.1.1 不同成土母质类型特征。研究区桃形李种植园地的成土母质分布为酸性火山岩类、石灰性紫泥岩类、中更新世红土和晚更新世红土风化物,分别对应的层位为侏罗系黄尖组、侏罗系寿昌组、第四系之江组和莲花组。不同成土母质的成土特征有一定的差异,见表 3。

2.1.2 不同成土母质的原岩化学特征。根据相关成果资料^[18],对各层位岩石化学特征进行对比研究。

表 3 不同成土母质类型特征

母质类型	成土特征	发育土壤类型
石灰性紫泥岩类	土体浅薄,易风化,成土黏,呈中性,不宜种茶	紫泥土、红紫泥田
酸性火山岩类	岩性坚硬,土体厚度中等,黏壤-壤黏,呈酸性	红泥土、黄泥土
晚更新世红土	土体较厚,砂质黏壤土,微酸性,缓坡,宜种性广	水稻土
中更新世红土	土体较厚,壤质黏土,酸性,平缓,适种性较广	水稻土

侏罗系寿昌组岩石化学成分表现为 Fe₂O₃、MgO、CaO、Na₂O 等氧化物含量较高,分别为 3.36%、1.57%、4.29%、3.13%;另外,Co、P、Mo、Cu、Zn、B 等元素含量也很高,分别为 6.70、317.00、4.71、17.60、83.20、62.00 mg/kg,高出黄尖组对应元素含量 50%~150%。侏罗系黄尖组岩石化学成分表现为 SiO₂、Al₂O₃、K₂O、Mn 含量较高,分别为 72.280%、13.530%、4.110%、0.058%,而 Fe、Mg、Ca、Na、Co、P、Mo、Cu、Zn、B 等元素含量均较低,与寿昌组岩性形成鲜明对比。第四

系之江组、莲花组亚砂土、亚黏土物源主要来自侏罗系寿昌组砂泥质岩类风化坡积和冲积物,土壤中地球化学特征总体上与母岩成分有较好的对应关系,表现为寿昌组岩石风化物中 SiO_2 、 Fe_2O_3 、P、Co、Mo、Cu、Zn、B 含量比黄尖组岩石风化物高出 10% ~ 200%,而前者 K_2O 、 MgO 、 CaO 、 Na_2O 等氧化物含量略低于后者。

2.1.3 根系土壤化学元素特征。矿质元素作为桃形李果实的主要成分之一,在桃形李中含量受立地土壤中对应元素含量的影响。研究中,在桃形李果树根系附近,采集相应的根系土,研究根系土中地球化学元素含量特征,为不同成土母质中根系土壤化学元素的分析结果对比。

从表 4 可以看出,晚更新世红土风化物根系土壤中的 Zn、 TFe_2O_3 、 MgO 、Mn、P、B 和 Co 具有最大值;Mo、Si 在石灰性

紫泥岩类风化物根系土壤中含量具有最大值,而 Cu 在中更新世红土风化物根系土壤中含量具有最大值。元素含量的最小值在各成土母质剖面中均有存在,其中以石灰性紫泥岩类风化物剖面中 Cu、Zn、 TFe_2O_3 、 MgO 、P 和 Co 元素含量最低,而其上生长的果实元素含量较高,说明该类成土母质中的矿质元素易被桃形李果实所吸收,元素的可利用性较强,相反晚更新世红土中元素则被桃形李果实的吸收程度较低。福建青奈(桃形李)的施肥组合对比研究表明,连续 3 年施花前肥、壮果肥和采果肥,采取尿素 1.0 kg 和 Ca、Mg、P 肥 1.5 kg 可以有效促进果实可溶性固形物、维生素 C 和总糖含量的明显提高,总酸含量显著降低;追肥时加入硫酸钾可以使裂果率由 5.7% 降低至 0.3%,表明外源施肥可以在一定程度上弥补土壤中营养元素的不足^[19]。

表 4 不同成土母质中根系土壤化学元素分析结果对比

成土母质	Cu	Zn	TFe_2O_3	K_2O	CaO	MgO	Mn	P	B	Mo	SiO_2	Co
	mg/kg	mg/kg	%	%	%	%	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	%	mg/kg
石灰性紫泥岩类	11.95	53.15	2.49	2.20	0.25	0.38	600	423	48.30	4.67	81.06	7.38
酸性火山岩类	16.70	69.45	2.79	2.92	0.32	0.62	527	478	34.35	0.95	77.53	7.70
晚更新世红土	19.50	74.90	3.45	2.63	0.20	0.86	641	702	54.05	1.67	73.92	9.32
中更新世红土	19.70	70.08	3.23	1.89	0.26	0.46	640	590	50.83	1.56	78.63	8.59

注:分析单位为国土资源部合肥资源监督检测中心,2012。

2.1.4 表层土壤地球化学元素特征。依据国家《土壤环境质量标准》(GB15168-1995)和《浙江省耕地土壤养分评价标准》,对研究区土壤环境质量和土壤养分进行分级评价。研究表明,土壤环境质量较好,以 II 类土壤为主,其次为 III 类土壤,超 III 类土壤分布比例仅为 1.51%。在各重金属中,均以 I 类土壤为主,Cd、As 的超 III 类土壤比例相对较高,但仅分别为 1.75%、1.22%。土壤有机质缺乏比例达 30.75%;其次为氮素,缺乏比例约为 20.9%;钾素在研究区土壤中的含量情况尚好,适中和丰富级土壤比例占 90.0%;磷素则在研究区内零星分布,约占 14.37%,未形成规模。研究区缺硼是普遍性的问题,缺乏比例高达 92.53%;其次为钼的缺乏,缺乏比例达到 35.06%;研究区不存在铁、铜、锌、锰元素的缺乏。

2.2 桃形李品质特征

2.2.1 桃形李品质指标。该次调查桃形李样品的分析指标主要有外观标准和内含标准 2 类。外观质量标准有果型(纵径、横径)、单果重、可食率、颜色、茸毛等;内含标准有可溶性固形物含量、维生素 C、总糖含量、总酸含量、糖酸比值和矿质元素等。

2.2.2 桃形李品质特征。在调查研究过程中发现,生长在坡麓地带的桃形李外观果型端正,呈青黄色,肉质细腻、汁多,口感脆,味道酸甜可口,单果重一般在 75 g 以上,可食率在 90% 以上,外表光洁,无锈斑,果面附有白色蜡层,无裂果现象;而在丘陵地带或谷地的桃形李果型尚可,但个头稍小,单果重在 60 g 左右,颜色呈青色,偏酸,有少量的果锈和裂果现象。

对桃形李样品的各项测试指标对比分析,发现桃形李样品中平均单果重 75.49 g,最大果重达 88.21 g,纵径和横径的

平均值相差不大,分别为 53.33、52.14 mm;生长在酸性火山岩类风化物中 PJTXL12 桃形李果重较轻,个头偏小,维生素 C 和糖酸比也相对较小,品质差;桃形李矿质元素分析结果中,无机 As、Hg、Pb、Cd、Cr 等重金属、F 元素均在国家食品中污染限量标准的要求范围内,表明水果具有较高的安全性。另外,由于土壤中 Se 含量较低,所有桃形李样品均没有达到富硒标准 0.01 mg/kg。

2.2.3 品质与矿质元素的关系。对浦江桃形李果实样品的研究表明,桃形李果实中可溶性总糖与矿质元素 Ca 在 0.05 水平显著正相关,与矿质元素 B 明显正相关;维生素 C 与矿质元素 Zn 元素相关性在 0.05 水平显著,总酸与矿质元素 Si 在 0.05 水平显著正相关。

浦江桃形李的品质与矿质元素 Ca、B、Zn、Si 密切相关。相应地,土壤中对应的 Ca、B、Zn、Si 等元素的含量就成为问题的关键。桃形李园区土壤中这些元素含量丰富,对于促进桃形李植株的生长发育、提升桃形李果实的品质和产量都会发挥不可替代的作用。相反,桃形李园区土壤缺乏这些元素。尽管土层深厚,气候适宜,灌溉、喷药等农业管理较好,但也会影响桃形李的生长与生产,在一定程度上难以提高果实的品质,并且随着时间的推移,其产量、质量将会出现明显的衰减。

2.3 不同成土母质桃形李品质特征 通过各成土母质中桃形李分析指标与研究区桃形李的分析指标比值,制作不同成土母质中桃形李品质、矿质元素对比图。从表 5 和图 2 可以看出,生长于酸性火山岩类风化物的桃形李单果重量较轻,果实的横径和纵径明显小于其他母质层。虽然生长于酸性火山岩类风化物上的桃形李固形物的含量较高,达 12.64%,

但其维生素含量相对较低,仅为 3.63%,表明该处桃形李糖和酸的含量应该较大。对应情况表明,此处桃形李总糖和总酸均具有较高值,但在反映果品口味的主要指标——糖酸比方面,其值相对较小,仅为 13.26。

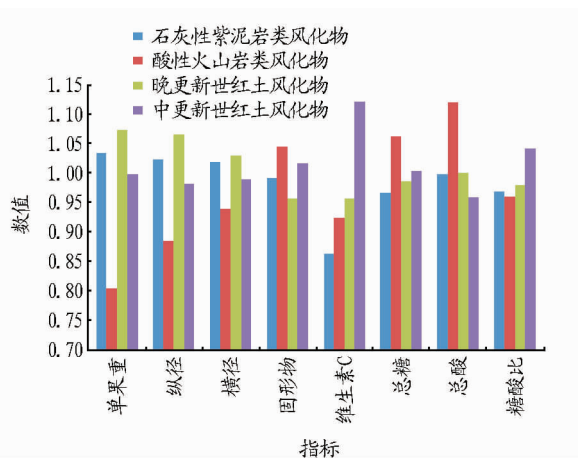


图 2 不同成土母质中桃形李品质对比

从表 6 和图 3 可以看出,对应于酸性火山岩类风化物成土母质上桃形李果实较差的品质,其在矿质元素含量方面也普遍较低,其中 Cu、Zn、Mg、Mn、P、B、Mo 和 Co 元素的平均含量在 4 类成土母质上的桃形李果实中最低,分别为 0.410、0.740、66.340、1.140、147.100、1.800、0.017 和 0.004 mg/kg。生长于石灰性紫泥岩类风化物上的桃形李在 Zn、K、Ca、Mg、P 和 Si 的平均含量上最大,分别为 1.23、0.18、36.42、77.03、184.80 和 7.83 mg/kg;生长于中更新世红土风化物上的桃形李的 Cu、Fe、B 和 Mo 具有最大值,分别为 0.540、4.390、4.260 和 0.028 mg/kg;Mn 和 Co 在晚更新世红土风化物上的桃形李中具有最大平均含量,分别为 1.490 和 0.013 mg/kg。

3 结论与讨论

研究表明,在酸性火山岩类风化物发育的土壤分布区种植桃形李的营养成分包括果型大小、糖酸比、维生素 C 以及 Co、Mo、B、Mg、Cu、Zn 等矿质元素的含量明显逊于其他成土母质发育的土壤。成土母质的原岩寿昌组石英细砂岩、钙质泥质砂岩、钙质泥质粉砂岩夹凝灰岩中,含有大量的 CaO、B、Mo、Mn、Fe、Cu、Zn 等成分,其风化残坡积物发育形成的土壤

表 5 不同成土母质中桃形李品质指标分析结果

成土母质	单果重//g	纵径//mm	横径//mm	固形物//%	维生素 C//mg/kg	总糖//%	总酸//10 ⁻³	糖酸比
石灰性紫泥岩类	78.14	54.60	53.14	12.00	33.8	7.59	5.72	13.38
酸性火山岩类	60.78	47.24	49.02	12.64	36.3	8.34	6.42	13.26
晚更新世红土	81.07	56.87	53.74	11.58	37.5	7.74	5.73	13.53
中更新世红土	75.36	52.37	51.61	12.30	44.0	7.88	5.50	14.38
平均值	75.49	53.33	52.14	12.09	39.2	7.84	5.73	13.80

注:分析单位为国土资源部合肥资源监督检测中心,2012。

表 6 不同成土母质中桃形李矿质元素分析结果

成土母质	Cu	Zn	Fe	K	Ca	Mg	Mn	P	B	Mo	Si	Co
	×10 ⁻⁶	×10 ⁻⁶	×10 ⁻⁶	×10 ⁻²	×10 ⁻⁶	×10 ⁻⁶	×10 ⁻⁶	×10 ⁻⁶	×10 ⁻⁶	×10 ⁻⁶	×10 ⁻⁶	×10 ⁻⁶
石灰性紫泥岩类	0.49	1.23	2.89	0.18	36.42	77.03	1.15	184.8	2.27	0.019	7.83	0.012
酸性火山岩类	0.41	0.74	3.15	0.17	35.31	66.34	1.14	147.1	1.80	0.017	7.73	0.004
晚更新世红土	0.41	0.99	3.75	0.17	30.49	76.08	1.49	157.4	3.17	0.026	6.77	0.013
中更新世红土	0.54	1.01	4.39	0.16	35.63	76.54	1.42	181.5	4.26	0.028	7.59	0.007
平均值	0.48	1.00	3.82	0.17	34.62	74.91	1.35	171.5	3.33	0.024	7.48	0.009

注:分析单位为国土资源部合肥资源监督检测中心,2011。

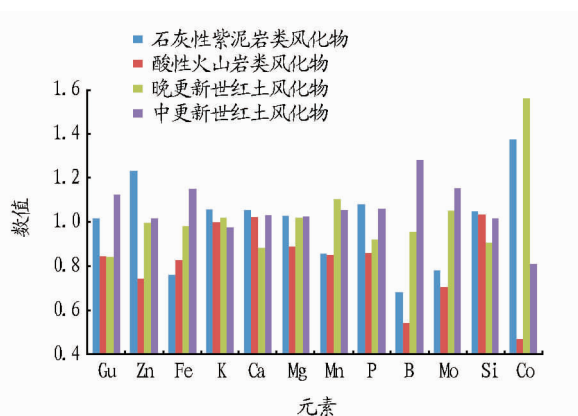


图 3 不同成土母质中桃形李矿质元素

中元素的含量丰富。浦江桃形李的品质与矿质元素密切相关,可溶性总糖与矿质元素 Ca 呈显著正相关,与矿质元素 B

明显正相关;维生素 C 与矿质元素 Zn 元素相关性显著,总酸与矿质元素 Si 显著正相关。在桃形李根系土中的化学元素含量方面,晚更新世红土风化物根系土壤中的 Zn、TFe₂O₃、MgO、Mn、P、B 和 Co 相对较高,桃形李中矿质元素含量受到立地背景中土壤对应元素含量的限制。

结合研究区的地质条件,建议桃形李园区应选择在浦江盆地裙角坡麓带,多种地层岩石混合风化物土壤如中更新世、晚更新世红土风化物混合了不同母岩营养成分,承袭了源区岩石地球化学特点,并且具有土层深厚、质地疏松、透水透气、保肥能力好等特点。这对于促进桃形李植株的生长发育、提升桃形李果实的品质和产量有积极的作用。同时,当地农林政府部门应合理规划,增加投入,积极引导,科学施肥,精细农业管理包括疏果、大枝修剪、优化株距与行距等。这对于研究区高效优质、可持续发展桃形李生产具有重要的

意义。

参考文献

- [1] 冯群耀. 广西沙田柚农业地质[J]. 广西地质, 2001, 14(1): 47-50.
- [2] 曹洪松. 肥城桃品质和产量与地质背景相关性讨论[J]. 山东地质, 1995, 11(2): 76-86.
- [3] 曾群望. 云南东部烤烟农业地质背景相关性研究[J]. 云南地质, 1994, 13(2): 121-132.
- [4] 栾文楼, 赵瑾瑛, 崔邢涛, 等. 河北行唐大枣品质与成土母岩类型关系的探讨[J]. 中国地质, 2007, 34(5): 935-941.
- [5] 路玉林, 戴圣潜, 李运怀, 等. 安徽宁国市山核桃农业地质环境的因子分析研究[J]. 土壤通报, 2006, 37(6): 1203-1206.
- [6] 李正积, 付平都, 庞在祥, 等. 涪陵榨菜菜头品质与地质背景关系的研究[J]. 四川地质学报, 1994, 14(2): 149-160.
- [7] 李正积. 时代前缘的全息探索——岩土植物大系统研究[J]. 地质评论, 1996, 42(4): 369-372.
- [8] 李丹奴. 农业地质研究在现代农业领域中的开发应用[J]. 吉林地质, 2003, 22(3): 46-51, 61.
- [9] 张连昌, 李英. 国外“农业地质”研究进展[J]. 国外地质与勘测, 1993(2): 47-49.
- [10] 李凤玲. 中国农业地质工作展望[J]. 生态环境, 2006, 15(5): 1131-1132.
- [11] 陈再宏, 魏灵珠, 吴江. 浦江桃李高效栽培关键技术[J]. 中国园艺文摘, 2011(6): 173, 190.
- [12] 金芝辉. 浦江桃李丰产优质栽培技术[J]. 农业科技通讯, 2005(2): 16.
- [13] 吕录营, 赵鹏英. 嵊州金庭万亩桃李特色基地建设经验[J]. 浙江柑橘, 2005, 2(4): 38-40.
- [14] 陈红星. 永康市李产业现状及发展思路[J]. 浙江柑橘, 2002, 19(2): 8-10.
- [15] 刘文, 邓红宁. 杭州市李低产原因及其增产技术措施[J]. 上海农业科技, 1999(2): 59.
- [16] 郎进宝, 梁文勇, 胡定寿. 桃李在奉化沿海地区生长良好[J]. 今日科技, 1994(2): 15.
- [17] 多目标区域地球化学调查规范(1:250000) [S]. 中国地质调查局, 2005.
- [18] 浙江省地层岩石地球物理地球化学参数研究报告[R]. 1991.
- [19] 林相. 不同肥料组合对青奈生长发育及品质的影响[J]. 落叶果树, 2008(2): 62-63.

(上接第 4247 页)

参考文献

- [1] IZVESTIA. In support of Michurin's biological theory in higher institutions of learning[J]. Science, 1949, 109(2822): 90-92.
- [2] DOUGLAS R. WEINER. The roots of Michurinism: Transformist biology and acclimatization as currents in the Russian life sciences[J]. Annals of Science, 1985, 42(3): 243-260.
- [3] 周询. 1952-1956“创造性达尔文主义”在中国普及的考察[J]. 古今农业, 2008(3): 102-110.
- [4] LIU Y, WANG G, LI X. Michurin's legacy to biological science[J]. Journal of Biosciences, 2011, 36(1): 13-16.
- [5] 周询. 从嫁接到有性杂交——“达尔文主义”遗传育种理论的应用[J]. 北京林业大学学报(社会科学版), 2008, 7(4): 86-91.
- [6] 蒋世和. “米丘林学说”在中国(1949-1956): 苏联的影响[J]. 自然辩证法通讯, 1990, 12(1): 18.
- [7] PERRUSI T. Mendel or Michurin: cross-roads of modern biology[J]. La Semana medica, 1959, 114(12): 364-369.
- [8] 祖德明. 米丘林遗传学在中国作物育种工作上的成就[J]. 中国农业科学, 1960(1): 29-39.
- [9] 翁心桐, 崔致学. 米丘林选育果树新品种的原则和方法[J]. 农业科学通讯, 1955(11): 640-642.
- [10] SAGALOV G M. Therapeutic use of Michurin's black ashberry[J]. Fel'dsheri akusherka, 1973, 38(2): 29-30.
- [11] BIRIUKOV D A. Unity of theories of I. P. Pavlov and of I. V. Michurin: role of ecological factors in formation of reflex function[J]. Fiziologicheskii zhurnal SSSR imeni I. M. 1955, 41(6): 721-730.
- [12] DVORIANKIN F A. Defense of Michurin's theory of ontogenesis[J]. Uspekhi Sovremennoi Biologii, 1955, 39(1): 111-122.
- [13] WENSLAFF T F, LYRENE P M. The use of mentor pollination to facilitate wide hybridization in blueberry[J]. Hortscience, 2000, 35(1): 114-115.
- [14] RAO C H, RAM H. Effect of prior grafting in interspecific incompatible crosses - an assessment[J]. Indian Journal of Genetics and Plant Breeding, 1971, 31(3): 530-535.
- [15] EVANS A M, JONES D G. Effect of graft and sexual hybridization on the nodulation of Trifolium ambiguum M. B. [J]. Annals of Botany, 1964, 28(2): 221-228.
- [16] NIRK H. Interspecific hybrids in Lycopersicon[J]. Nature (London), 1959, 184: 1819-1820.
- [17] JURAJ I. Milan Hasek and the discovery of immunological tolerance[J]. Nature Reviews Immunology, 2003, 3(7): 591-597.
- [18] LIU Y S. A new perspective on Darwin's pangenesis[J]. Biological Reviews, 2008, 83(2): 141-149.
- [19] 阙丽群. 基因工程的道德探讨[J]. 国土资源高等职业教育研究, 2006(4): 53-56.
- [20] K? PPELI O, AUBERSON L. How safe is safe enough in plant genetic engineering[J]. Trends in Plant Science, 1998, 3(7): 276-281.
- [21] PETER C, MARTINA K, VERONIKA R, et al. Biological and biomedical aspects of genetically modified food[J]. Biomedicine & Pharmacotherapy, 2005, 59(10): 531-540.
- [22] KNUDSEN I. Potential food safety problems in genetic engineering[J]. Regulatory Toxicology and Pharmacology, 1985, 5(4): 405-409.
- [23] 吴方丽, 金伟波, 王保莉, 等. 植物抗虫基因工程存在的问题及其解决策略[J]. 陕西农业科学, 2006(6): 104-107.
- [24] 程焉平. 基因工程药物的安全性及其伦理问题[J]. 中国医学伦理学, 2003, 16(2): 9-11.
- [25] KÖNIG A, COCKBURN A, CREVEL R W R, et al. Assessment of the safety of foods derived from genetically modified (GM) crops[J]. Food and Chemical Toxicology, 2004, 42(7): 1047-1088.
- [26] WALLACE H. Genetic discrimination[J]. The Lancet, 2004, 363(9416): 1238-1238.
- [27] 裴冬丽, 王庆. 对基因工程技术中克隆人的道德伦理问题认识[J]. 商丘师范学院学报, 2003, 19(5): 116-118.
- [28] HÄYRY M. Genetic Engineering of Human Beings[M]. Encyclopedia of Applied Ethics, 2012: 436-444.
- [29] PATRICK J M. Insurance, unfair discrimination, and genetic testing[J]. The Lancet, 2005, 366(9489): 877-880.
- [30] MARK A H, STEPHEN S R. Laws restricting health insurers' use of genetic information: Impact on genetic discrimination[J]. The American Journal of Human Genetics, 2000, 66(1): 293-307.
- [31] DARRYL M. Ethical, legal and social issues of genetically modifying insect vectors for public health[J]. Insect Biochemistry and Molecular Biology, 2005, 35(7): 649-660.
- [32] PAUL B T. Designing animals: Ethical issues for genetic engineers[J]. Journal of Dairy Science, 1992, 75(8): 2294-2303.
- [33] ANNA M W, ANDREINA S, DANIEL S. Fetal gene therapy: Opportunities and risks[J]. Advanced Drug Delivery Reviews, 2009, 61(10): 813-821.
- [34] WANG C W, HUI E C. Ethical, legal and social implications of prenatal and preimplantation genetic testing for cancer susceptibility[J]. Reproductive Bio Medicine Online, 2009, 19(Z2): 23-33.