

# 蓬莱地区苹果园土壤及果实品质分析

张玉琪<sup>1,2,3</sup>, 顾振西<sup>1</sup>, 刘惠军<sup>1</sup>, 张忠兰<sup>1</sup>, 刘新程<sup>1</sup>

(1. 中国农业大学 烟台研究院, 山东 烟台 264670; 2. 中国农业科学院 农业环境与可持续发展研究所, 北京 100081;

3. 农业部设施农业节能与废弃物处理重点实验室, 北京 100081)

**摘要:**以“红富士”苹果为试材,对烟台蓬莱地区的 15 个果园的土壤基本状况、苹果品质进行了调查分析。结果表明:15 个果园土壤大多偏弱碱性,有效氮、有效钾、有效钙含量达标率较高,有效磷含量超标量高,有机质含量较低;果实品质基本符合标准,但一级果率较低;在相关性分析及偏相关性分析中,土壤 pH 值及养分与苹果品质具有不同程度的相关性。20~40 cm 土样的有效氮、有效磷和土壤 pH 值与苹果品质的相关性较显著。该地区果园需减少磷化肥使用量,加大有机肥施用量,提高果园土壤有机质,创建优质果园。

**关键词:**蓬莱地区;“红富士”苹果;土壤养分;苹果品质

**中图分类号:**S 661.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2014)18-0192-04

目前,苹果作为我国优势农产品之一,是我国的第一大水果,栽培面积及产量均居世界第一<sup>[1]</sup>。烟台地处渤海湾苹果优势产区,属于暖温带季风气候,光照及降

水充沛,无霜期长,优越的气候使之具有生产优质苹果的优势,成为全国最大的“红富士”苹果生产基地,但苹果果品质量整体的水平不高,出口合格率不到 30%,其中的一个原因就是施肥管理上,大多数果园以氮磷钾为主,有机质含量较低(在 1%以下),部分果园土壤出现酸化,制约了果品质量的提高<sup>[2]</sup>。蓬莱地区是烟台苹果的重要产地,该研究在烟台蓬莱地区选取 15 个“红富士”苹果果园,进行土壤状况及果实品质的调查、检测,分析土壤肥力与果实品质的相关性,探讨影响“红富士”苹果品质的主要土壤养分因子,旨在为烟台蓬莱苹果制定合

**第一作者简介:**张玉琪(1991-),女,山东济南人,硕士研究生,研究方向为设施农业环境。E-mail:zyqzyqzh@163.com.

**责任作者:**刘新程(1978-),男,博士,助理研究员,现主要从事农业生态环境等研究工作。E-mail:xcliu1978@yeah.net.

**基金项目:**烟台市科技发展计划资助项目(2010171);中国农业大学烟台研究院科研资助项目(201205)。

**收稿日期:**2014-05-19

[11] 于俊红,徐培智,彭智平,等. 糖蜜酒精废液对菜心产量和品种的影响[J]. 广东农业科学,2012(1):14-15.

[12] 卢文波,黎学花,林英焕. 香蕉优质高产栽培管理技术[J]. 热带农业科学,2007,27(5):36-38.

[13] 高广平,易干军,魏岳荣. 香蕉栽培管理技术研究概况[J]. 中国农学通报,2010,26(10):337-342.

[14] 黄达斌,林罗华,林惠环,等. 不同肥料配比对香蕉的施用效果[J]. 福建果树,2011(2):1-5.

## Effect of Molasses Alcohol Wastewater and Fertilizer Matching Application on Banana Yield and Soil Fertility

WU Dai-dong<sup>1</sup>, SU Zu-xiang<sup>1</sup>, MOU Hai-fei<sup>1</sup>, LIN Qian<sup>1</sup>, WEI Shao-long<sup>1</sup>, PANG Chao-an<sup>2</sup>, LIU Jie-yun<sup>1</sup>, LI Xiao-quan<sup>1</sup>, ZHANG Jin-zhong<sup>1</sup>  
(1. Biotechnology Research Institute, Guangxi Academy of Agricultural Sciences, Nanning, Guangxi 530007; 2. Changling Farm of Guangxi Agriculture and Reclamation, Shangsi, Guangxi 535514)

**Abstract:** The effect of molasses alcohol wastewater and fertilizer matching application on soil fertility, the yield and economic benefit of banana were studied, and compared with conventional fertilizer. The results showed that molasses alcohol wastewater and fertilizer matching application could increased total nitrogen, available phosphorus, available potassium and organic matter in varying degrees, per plant yield increased 18.04%, increased additional revenue 22 261 RMB/hm<sup>2</sup>.

**Keywords:** molasses alcohol wastewater; fertilizer; banana; yield; soil fertility; economic benefit

理的施肥方案以及为提高果实品质提供科学依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

于2013年10月26日在烟台蓬莱地区15个果园分别采取“红富士”果实和果园土壤样品。

### 1.2 试验方法

每个果园随机采果20个,同时在每个果园分别采集0~20、20~40 cm的混合土壤样品,进行果实品质和土壤养分状况分析。

### 1.3 项目测定

1.3.1 土壤元素测定 有机质含量采用重铬酸钾-外加热法测定,有效氮含量采用碱解扩散法测定,速效磷含量采用Olsen法测定,速效钾含量采用 $\text{NH}_4\text{OAc}$ 浸提火

焰光度法测定,有效钙含量采用乙酸铵浸提 EDTA 络合滴定法测定,酸碱度采用电位法测定。

1.3.2 苹果果实品质测定 果实硬度采用GY-1型硬度计测定,果实糖度采用WYT-J手持糖度计测定,果实总酸度采用NaOH滴定法测定,果实蛋白质含量采用凯氏定氮法测定。

### 1.4 数据分析

利用Excel 2007和SPSS 17.0软件对土壤和果实品质数据进行统计分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 土壤状况分析

蓬莱地区15个苹果园的土壤因子概况见表1。果园土壤pH值7.0~8.2,属于微碱性土壤。

表1 烟台蓬莱苹果园土壤因子概况

Table 1 Survey data of soil elements in apple orchards in Penglai of Yantai

土层深度		速效氮含量	速效磷含量	速效钾含量	有机质含量	有效钙含量	
Soil depth	pH 值	Available nitrogen	Available phosphorus	Available potassium	Organic matter	Valid calcium	
/cm	pH value	content/(mg · kg <sup>-1</sup> )	content/(mg · kg <sup>-1</sup> )	content/(mg · kg <sup>-1</sup> )	content/(g · kg <sup>-1</sup> )	content/(g · kg <sup>-1</sup> )	
0~20	最大值	8.09	164.50	342.74	414.50	24.78	1.94
	最小值	5.95	61.29	20.68	62.13	8.98	0.76
	平均值	7.40	92.92	120.48	175.50	12.75	1.29
	标准差	0.51	35.44	109.67	99.12	3.64	0.31
	变异系数	0.07	0.38	0.91	0.56	0.29	0.24
20~40	最大值	8.20	257.71	468.98	414.50	42.87	2.38
	最小值	5.09	38.12	13.23	60.26	4.03	0.45
	平均值	7.51	93.71	103.23	187.94	11.23	1.49
	标准差	0.85	61.42	128.73	97.67	9.37	0.46
	变异系数	0.11	0.66	1.25	0.52	0.83	0.31

根据山东省苹果园土壤有效养分分级标准<sup>[3]</sup>,对15个果园0~20 cm土层深度的样本含量进行分级,调查中47%的果园含氮量适宜或较高(>85 mg/kg),33%的果园含氮量偏低(<70 mg/kg);有67%的果园含磷量超标(>50 mg/kg),存在磷的环境淋洗风险,容易造成水体富营养化,环境风险加大<sup>[4]</sup>;对于土壤有效钾含量,60%的果园含量适宜或处较高水平(>150 mg/kg),27%的果园含钾量偏低(<100 mg/kg);对于土壤有机质含量,仅有7%的果园达标(>1.5%),国家无公害苹果技术规程要求,果园土壤有机质含量要在1.5%以上,最好达到5%~8%,而该地区苹果园0~20 cm土层有机质含量平均值为1.28%,在20~40 cm土层为1.12%,说明该地区土壤有机质含量普遍偏低。胥继东<sup>[5]</sup>认为土壤有机质缺乏是苹果园产量低、产量不稳、优果率低的主要原因;有效钙含量相对比较丰富,87%的果园高于1 g/kg的土壤含钙要求,且全部高于优质果园的含量要求(优质果园200~300 mg/kg)<sup>[6]</sup>。另外,表1显示出该地区果园间土壤元素变异系数较大,说明不同果园施肥水平存在较大差异。因此,根据果园土壤肥力状况,制定合理的施肥量,实现果园管理的标准化具有重要的现实意义<sup>[6]</sup>。

经相关性分析,土壤pH值与有效氮、有效磷、有效钾含量呈极显著负相关,与有效钙含量呈显著正相关。在一定范围内,有效降低土壤pH值,有利于提高土壤的氮、磷、钾的含量,但会相应降低土壤钙含量。胥继东<sup>[5]</sup>研究发现,当土壤酸性时,钙易被淋失,在一定范围内,土壤pH值提高,钙含量增加<sup>[5]</sup>。另外,有机质含量与有效氮、磷的含量呈显著性正相关,说明提高果园土壤有机质含量可以增加土壤中大量元素的有效含量,原因是有机质中含的氮、磷等营养成分可直接经过土壤微生物的作用以一定的速度释放出来,用于植物和微生物的生长发育。

### 2.2 苹果品质分析

硬度、糖度、酸度和糖酸比是苹果等级划分的重要指标。根据国家标准局1986年制定的“富士”分等标准对其内在品质的规定:果实硬度7 kg/cm<sup>2</sup>以上,总酸量0.31%以下,可溶性固形物含量14%以上,糖酸比45.2以上;一等果允许缺陷1项,二三等果允许缺陷不超过3项。由表2、3可知,蓬莱地区苹果基本符合“富士”果实质量理化指标,硬度、糖度、酸度、糖酸比达标率较好。烟台地区温差较大,利于苹果糖分的累积,所以糖度达标率较高。但符合一等果的仅占总量的33.33%,其它

为二三等果,可见该地区苹果商品性不高。苹果蛋白质含量一般为 0.2%,而该地区苹果蛋白质含量,最高为 0.41%,最低为 0.18%,可见苹果蛋白质含量较高。

通过对苹果品质各项指标作相关分析,发现苹果的

糖度和酸度呈显著正相关,相关系数为 0.55,说明随着苹果糖度的增加,酸度也相应地增加,但糖酸比的增大会提高苹果的口感,因此提高苹果商品率的关键是增加糖分积累,控制酸的含量<sup>[5]</sup>。

表 2

烟台蓬莱苹果园果实品质概况

Table 2

Survey data of fruit qualities in apple orchards in Penglai of Yantai

项目 Item	硬度 Hardness/(kg·cm <sup>-2</sup> )	糖度 Sugar/%	酸度 Acidity/%	糖酸比 Sugar-acid ratio	蛋白质含量 Protein content/%
最大值 Maximum	10.53	17.13	0.48	65.42	0.41
最小值 Minimum	7.47	12.37	0.24	34.11	0.18
平均值 Mean	8.74	14.90	0.32	48.55	0.24
标准差 Standard deviation	0.90	1.43	0.07	8.35	0.06
变异系数 Variable coefficient	0.10	0.10	0.23	0.17	0.25

表 3

“富士”苹果达标状况

Table 3

The standard condition of 'Fuji' apple

项目 Item	硬度 Hardness	糖度 Sugar	酸度 Acidity	糖酸比 Sugar-acid ratio	一等果 The first class fruit	二三等果 The second and third class fruit
达标果园数 The number of qualified orchard/个	15	10	10	9	5	10
达标比例 Percent of pass/%	100.00	66.67	60.00	60.00	33.33	66.67

### 2.3 土壤状况对苹果果实品质的影响

由表 4 可知,土壤有机质与果实硬度、糖度、酸度均呈正相关关系,说明土壤有机质不仅可以调节土壤营养成分,还能直接影响果实品质。有效氮、有效磷、有效钾均与果实糖度和酸度呈正相关。土壤状况对苹果品质影响的重要程度有差异,但在土壤状况与果实品质分析的研究中仅用简单的相关分析是不够全面的<sup>[7]</sup>。同时,夏燕飞等<sup>[8]</sup>也认为 2 个变量间的简单相关系数往往不能表明这 2 个变量的真实关系。该研究继续借助偏相关方法进一步探讨其相关性。

在分别控制 2 个土层变量的基础上,求出土壤与苹

果品质之间的偏相关系数。由表 5 可知,苹果蛋白质含量与 20~40 cm 土样的 pH 值呈显著负相关,苹果酸度与 20~40 cm 土壤的有效磷含量呈显著正相关,苹果糖酸比与 20~40 cm 土样的有效氮呈显著正相关,与有效磷含量呈极显著负相关。其它相关性不明显,原因可能一是采样时间较晚,苹果品质开始退化,二是营养元素的含量只有在一定范围内才会提高苹果品质,孙霞等<sup>[9]</sup>研究表明,氮素过高或过低都不利于提高果实硬度。另外,影响苹果品质的因素还有很多,例如苹果品种的遗传特性、栽培地的气候状况、水土环境条件、病虫害、栽植技术和果园管理措施等<sup>[10]</sup>。

表 4

苹果品质和土层因子的相关系数

Table 4

Correlation coefficient between fruit qualities and soil elements

土层因子 Soil layer factor	pH 值 pH value	土层 0~20 cm The soil with 0~20 cm depth					pH 值 pH value	土层 20~40 cm The soil with 20~40 cm depth				
		有效氮 Valid nitrogen	有效磷 Valid phosphorus	有效钾 Valid potassium	有机质 Organic matter	有效钙 Valid calcium		有效氮 Valid nitrogen	有效磷 Valid phosphorus	有效钾 Valid potassium	有机质 Organic matter	有效钙 Valid calcium
硬度 Hardness	-0.15	0.24	0.00	0.26	0.24	-0.41	0.22	-0.12	-0.37	-0.07	0.07	0.15
糖度 Sugar	-0.19	0.33	0.09	0.33	0.15	-0.12	0.02	0.22	0.16	0.30	0.18	0.04
酸度 Acidity	-0.36	0.33	0.37	0.19	0.28	-0.09	-0.13	0.27	0.39	0.15	0.28	0.26
蛋白质含量 Protein content	0.06	-0.14	-0.16	-0.21	0.15	-0.41	-0.08	-0.30	-0.27	-0.48	-0.08	-0.24

表 5

苹果品质和土层因子的偏相关系数

Table 5

Partial correlation coefficient between fruit qualities and soil elements

土层因子 Soil layer factor	pH 值 pH value	土层 0~20 cm The soil with 0~20 cm depth					pH 值 pH value	土层 20~40 cm The soil with 20~40 cm depth				
		有效氮 Valid nitrogen	有效磷 Valid phosphorus	有效钾 Valid potassium	有机质 Organic matter	有效钙 Valid calcium		有效氮 Valid nitrogen	有效磷 Valid phosphorus	有效钾 Valid potassium	有机质 Organic matter	有效钙 Valid calcium
硬度 Hardness	0.42	0.24	-0.11	0.33	0.16	-0.51	0.05	0.07	-0.15	0.06	0.10	-0.01
糖度 Sugar	-0.00	0.08	-0.27	0.22	0.18	0.00	0.32	0.06	0.05	0.19	0.01	0.09
酸度 Acidity	-0.31	-0.039	-0.12	-0.15	0.13	0.24	0.38	-0.43	0.63*	0.17	0.24	-0.22
糖酸比 Sugar-acid ratio	0.27	0.01	-0.10	0.32	0.06	-0.21	-0.36	0.67*	-0.80**	-0.18	-0.33	0.26
蛋白质含量 Protein content	0.45	0.34	0.24	-0.23	-0.18	-0.59	-0.75*	-0.32	-0.31	-0.32	0.54	-0.24

注: \*  $P < 0.05$ 。

### 3 结论与讨论

土壤有效养分含量在一定程度上反映了果园的生产水平,经常作为果园合理施肥的重要依据。蓬莱地区苹果园土样大多偏弱碱性,土壤养分较好,大部分果园有效氮、有效钾水平适宜或较高,有效钙丰富,磷素含量偏高,但有机质含量较低。土壤 pH 对各种矿质元素的有效性起着关键作用,土壤的有机质含量高低是苹果丰产优质的基础条件,应改良土壤 pH,提高有机质含量。该地区优果率不高,有机质含量限制了苹果品质的提高,加大有机肥施用量,对提高果园土壤肥力,创建优质果园意义重大<sup>[11]</sup>。因此,继续增加有机质投入应作为该地区今后养分管理的宏观方向。建议该地区果园养分管理中一方面要注意氮、磷、钾的养分平衡,多施有机肥,防止过量施用磷化肥,另一方面可从施肥方式、水分条件等方面采取措施,实现水肥的最佳匹配,促进养分吸收,从而提高肥料施用效果和肥料利用率<sup>[12]</sup>。

土壤因子及苹果品质的差异性大,说明苹果质量与不同的果园管理水平有很大关系,需要进一步加强苹果营养元素吸收与利用的研究。果园的土壤营养成分对果实品质的影响关系错综复杂,土壤养分之间也存在着不同程度的相关性,20~40 cm 土样的有效氮、有效磷和土壤 pH 与苹果品质的相关性较显著。在果园土壤管理中,盲目施肥不仅造成浪费,同时会影响其它的土壤因子(pH 值及氮、磷、钾、钙等元素),影响苹果的生长发育,甚至会造成环境污染。果树产量品质存在“大小年”,不同年份果树产量品质的变异很大,会直接影响肥料效应的结果,无法克服因气候、年际变化等对施肥效应的影响,未来需要长期定位试验来解决,另外还要充

分掌握土壤养分状况、供应能力以及其对果实生长发育的影响机理,提高区域科学施肥量及施肥的技术与方法,才能使果农由粗放型向精准型过渡,实现苹果园土壤的科学化管理<sup>[13]</sup>。

### 参考文献

- [1] 崔家升,李晓萍.世界苹果种植概况与我国苹果生产前景展望[J].北方果树,2012(4):1-3.
- [2] 刘守贞,王奎良.烟台苹果产业的发展现状与对策措施[J].山东农业科学,2011(9):120-122.
- [3] 王海云,姜远茂,彭福田,等.胶东苹果园土壤有效养分状况及与产量关系研究[J].山东农业大学学报(自然科学版),2008,39(1):31-38.
- [4] 王新军,廖文华,刘建玲,等.菜地土壤磷素淋失及其影响因素[J].华北农学报,2006,21(4):67-70.
- [5] 晋继东.黄土地区果园土壤钙素营养变异与苹果品质[D].杨凌:西北农林科技大学,2008.
- [6] 白勇龙,王远东,张正军,等.甘肃正宁苹果园土壤养分测定分析[J].现代园艺,2012(19):14-15.
- [7] 张强,魏钦平,刘惠平,等.苹果园土壤养分与果实品质关系的多元分析及优化方案[J].中国农业科学,2011,44(8):1654-1661.
- [8] 夏燕飞,张文会,王荣,等.土壤有机营养对“红富士”苹果果实产量和品质的影响[J].植物营养与肥料学报,2013,19(4):868-877.
- [9] 孙霞,柴仲平,蒋平安,等.氮磷钾配比对南疆“红富士”苹果产量和品质的影响[J].干旱地区农业研究,2011,29(6):130-134.
- [10] 柴媛媛.渭北旱塬水土环境状况与苹果品质的关系研究[D].杨凌:西北农林科技大学,2009.
- [11] 关亚辉,张雨莎.临猗县苹果土壤养分及施肥现状分析与对策[J].农业开发与装备,2013(3):68-69.
- [12] 高义民.陕西渭北苹果园土壤养分特征时空分析及施肥效应研究[D].杨凌:西北农林科技大学,2013.
- [13] 窦云萍,牛锐敏,王春良,等.苹果园土壤养分状况对“红富士”苹果果实品质的影响[J].北方园艺,2012(22):162-164.

## Analysis of Soil and Fruit Qualities in Apple Orchards in Penglai of Yantai

ZHANG Yu-qí<sup>1,2,3</sup>, GU Zhen-xi<sup>1</sup>, LIU Hui-jun<sup>1</sup>, ZHANG Zhong-lan<sup>1</sup>, LIU Xin-cheng<sup>1</sup>

(1. Yantai Institute, China Agricultural University, Yantai, Shandong 264670; 2. Institute of Environment and Sustainable Development in Agriculture, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100081; 3. Key Lab of Energy Conservation and Waster Treatment of Agricultural Structures, Ministry of Agriculture, Beijing 100081)

**Abstract:** Taking ‘Red Fuji’ apple as materials, the soil nutrient status and fruit qualities in 15 apple orchards were investigated and analyzed. The results showed that soil in main of 15 orchards was slightly alkaline. The achieved rate of available N, available K and available Ca were high, while organic matter was low, and the content of available P largely exceeded the standard. Fruit qualities basically met the standards, but the rate of primary fruit was low. In the analysis of correlation and partial correlation, soil elements and fruit qualities had correlation in different degrees, especially between apple qualities and soil available N, available P and pH value in the depth of 20~40 cm. Less application of P fertilizer and more application of organic fertilizer should be taken to improve the soil organic matter and to establish orchards of high grade.

**Keywords:** Penglai area; ‘Red Fuji’ apple; soil nutrient contents; fruit qualities