

梨园土壤 pH 值与其有效养分相关性分析

赵 静¹, 沈 向¹, 李 欣¹, 胡 静静¹, 王 洪强², 陈 浪波²

(1. 山东农业大学 园艺科学与工程学院 山东 泰安 271018; 2. 文登市农业局果树技术指导站, 山东 文登 264400)

摘 要: 土壤 pH 值与有效态养分含量之间有密切的关系。威海市文登梨园土壤 pH 值为 4.06~6.59, 极强酸性和强酸性土壤占所调查总样品数的 40%。土壤 pH 值与有效钾、有效铜、交换性钙有极显著正相关性, 与有效铁呈极显著负相关性, 而与有机质、碱解氮、有效磷、有效锌、有效锰、交换性镁相关性不显著。梨园叶片 Cu、Zn、Fe、Mn 平均含量均高于适宜值范围, 钙在适宜值范围内, 镁低于适宜值范围。因此, 施用石灰及碱性肥料是提高土壤的 pH 值, 不断培肥土壤和改善梨果实营养的一项有效措施。

关键词: 梨园; 土壤 pH; 有效养分; 相关性

中图分类号: S 661.2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-0009(2009)11-0005-04

土壤的酸碱性可影响土壤中的化学反应^[1]。果园土壤 pH 值过低或过高, 常使土壤元素有效性发生变化, 从而导致植株某些元素的失调^[23]。由于土壤是一个复杂的功能体系, pH 值对土壤有效态养分含量的影响常因土壤条件的不同而不尽一致^[1]。土壤的酸化本来是一个速度非常缓慢的自然过程, 但是近几十年来, 由于人为活动的影响, 土壤酸化进程大大加快。我国土壤酸碱性的分布规律是南酸北碱, 酸性土壤主要分布在长江以南, 总面积约为 2 亿 hm²^[4]。大部分酸性土壤的 pH 值小于 5.5, 其中很大一部分小于 5.0 甚至更低, 而且面积还在扩大, 土壤酸度还在升高。有资料^[5-6 13 18]显示, 酸性土壤在北方也开始出现, 尤其是果园土壤的酸化, 在许多地区成为果园生产的障碍因子。谢志南等对亚热带芒果园和龙眼园土壤 pH 值与各元素有效态含量的研究表明二者之间具有较好的相关性^[7], 林毅等也证实福建三明烟区土壤有效养分不均衡与土壤 pH 值之间有很大的直接关系^[8]。但关于北方梨园土壤 pH 值与土壤养分有效性的报道尚不多见, 研究梨园土壤 pH 值与土壤有效养分的关系, 揭示其影响梨树生长、产量和品质的主要土壤的障碍因素及其对梨园营养状况的影响, 对指导果园土壤的改良和平衡施肥有重要意义。

1 材料与方法

1.1 样品采集

第一作者简介: 赵静(1983-), 女, 山东泰安人, 硕士, 研究方向为果树生物学。E-mail: jingzhao1015@163.com。
通讯作者: 沈向(1966-), 男, 博士, 教授, 研究方向为果树种质资源评价及生物技术育种。E-mail: guanshanghaitang@126.com。
基金项目: 科技支撑计划资助项目(2008BAD92B08)。
收稿日期: 2009-06-20

于 2008 年 10 月在威海市文登界石王家庄(市西北)、高村镇凤台顶后村(市东南)、葛家镇大英村(市西南)果园采样, 土壤质地为棕壤土, 肥水条件较好, 管理水平较高。植株样品选择生长正常的梨树, 取树冠中部成熟长梢中部叶片, 每株树冠周围采 30 片叶。选择树势一致, 生长发育正常的梨树, 于株间树冠滴水线附近采集土壤耕作层 0~40 cm 的土样(10 cm 及 30 cm 处土样等量混合)共计 100 个。

1.2 试验方法

有机质的测定采用重铬酸钾容量法(外加热法)^[9]; 碱解氮的测定采用碱解扩散法^[9]; 有效磷用碳酸氢钠浸提-钼锑抗比色法^[9]; 有效钾采用醋酸铵浸提-火焰光度法^[9]; 交换性 Ca、Mg 用 NH₄OAc 浸提-原子吸收分光光度法^[9]; 有效 Cu、Mn、Fe、Zn 采用 3.1 mol/L HCl 浸提-原子吸收分光光度法^[9]; 叶片用蒸馏水洗净、擦干, 于 105℃恒温杀青 15~20 min, 80℃烘干, 研磨过筛后用高氯酸:浓硝酸(1:4)消煮原子吸收分光光度法(SP9-400 原子吸收分光光度计)测定 Cu、Zn、Fe、Mn、Ca、Mg; 土壤 pH 值用电位法(ZD-型酸度计)。数据分析应用 Excel 2003、SPSS 16.0 软件进行。

2 结果与分析

2.1 梨园土壤 pH 值状况

梨园的土壤 pH 值情况见表 1。土壤 pH 值的变化幅度为 4.06~6.59, 梨园土壤中极强酸土和强酸土的比例较大, 占样品总数的 40%。而黄金梨适宜于弱酸性、中性或弱碱性土壤, pH 值为 5.6~8, 而部分文登梨园的土壤 pH 值过低。

土壤酸碱性不仅直接影响作物的生长, 而且与土壤中的微生物活动, 有机质的合成与分解, N、P 元素的转化和释放, 微量元素的有效性等都有密切关系^[8]。

表 1 梨园土壤 pH 值状况

pH 值	样品个数	占样品数	级别
pH value	Sample number/ 个	Percentage/ %	Level
< 4.50	29	29	极强酸
4.60~5.50	11	11	强酸
5.60~6.50	50	50	微酸
6.50~7.50	10	10	中性

表 2 梨园土壤养分含量

The contents of available nutrients in selected soils from three pear orchards						
级别	碱解氮 Alkal hydrolyzable		有效磷 Available		有效钾 Available	
	nit rogen		phospho rus		kalium	
Level	含量 Content/ mg · kg ⁻¹	样数 Number/ 个	含量 Content/ mg · kg ⁻¹	样数 Number/ 个	含量 Content/ mg · kg ⁻¹	样数 Number/ 个
1 级	≥ 151	10	≥ 41	28	≥ 201	34
2 级	121 ~ 150	4	21 ~ 40	9	151 ~ 200	16
3 级	91 ~ 120	6	11 ~ 20	23	101 ~ 150	50
4 级	61 ~ 90	41	6 ~ 10	11	51 ~ 100	0
5 级	31 ~ 60	25	4 ~ 5	13	31 ~ 50	0
6 级	≤ 30	14	≤ 3	16	≤ 30	0
平均值	83.0375	—	12.9196	—	228.78	—
CV%	8.03	—	1.30	—	2.00	—

注 碱解氮 1~2 级为丰富 3~4 级为中等 5~6 级为缺乏 有效磷、有效钾: 1~2 级为极丰富 3 级为丰富, 4 级为中等, 5 级为缺乏 6 级为极缺乏^[10]。

造成土壤有效养分含量不均衡的原因是多方面的, 土壤 pH 值是其中影响因素之一。对于土壤酸化而带来的有效养分的变化, 应采取有效措施改良土壤。从根本上消除土壤的障碍因素, 才能维持土壤有效养分的平衡供应, 更好的发挥肥料的增产和提高果实品质的作用。

2.3 梨园土壤有机质含量

有机质是土壤的最重要的基础成分。土壤有机质含量的多少不仅决定土壤的营养状况, 而且可通过与土壤中重金属元素形成络合物来影响土壤中重金属的移动性及其生物有效性。据《烟台市土壤》记载文登市棕壤土有机质较低, 含量在 4.38~13.40 g/kg。该研究中梨园的有机质含量在 4.647~6.411 g/kg (图 1), 普遍偏低。土壤中的有机质主要来源是有机肥和秸秆, 因此增施有机肥和使秸秆还田是提高土有机质含量的两个主要措施。虽然土壤有机质分解过程中产生酸性物质降低土壤 pH 值, 这也可能是导致 pH 值下降的原因之一。但该研究中所测试的梨园土壤有机质普遍较低, 因此 pH 值的下降与有机质之间应无直接关系。

2.4 梨园土壤 pH 值与有机质、有效养分的相关性

梨园土壤 pH 值与有效养分的相关性分析见表 3。土壤 pH 值与有效钾、有效铜、有效铁、交换性钙的含量相关系数达到显著或极显著水平, 不同养分的有效性受土壤 pH 值的影响各异。

2.4.1 碱解氮 碱解氮是衡量土壤肥力的一个重要指标。该试验中氮素含量与 pH 值呈负相关, 土壤碱解氮随 pH 值的上升而下降。文登市梨园棕壤土质地为轻壤 松且呈碎块状, 施入的氮肥在土壤微生物的作用下

2.2 梨园土壤有效养分含量

梨园土壤大量元素有效养分含量见表 2。由表 2 可以看出, 梨园土壤碱解氮含量低于 3 级(≤90 mg/kg)的占样品数 80%, 有效磷(≤10 mg/kg)占 40%, 有效钾没有低于 3 级(≤100 mg/kg)的。说明梨园土壤中的有效钾含量丰富, 有效磷的含量相对较为丰富, 土壤中的碱解氮含量缺乏。梨叶片中 Cu、Zn、Fe、Mn 平均含量均高于适宜值范围(表 4)。

转化为硝态氮或铵态氮, 在这一过程中产生大量的 H⁺, 加速了土壤的酸化, 同时也造成氮素养分的淋溶损失。许多试验证明, 氮肥较磷、钾肥缺乏时, 对果实的肥大和产量的提高影响极大, 长期缺氮, 可导致树势衰弱, 根系不发达, 寿命缩短等。因此, 满足梨树的氮素营养, 仅靠施用氮肥是不够的, 应当对酸度过大的土壤加以改良。

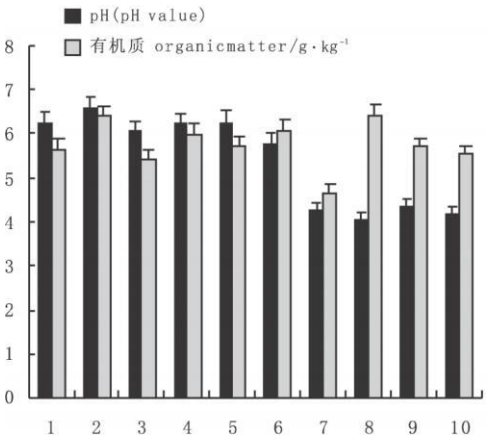


图 1 土壤 pH 值对土壤有机质的影响

Fig.1 The effects of soil pH on organic matter

2.4.2 有效磷 由于部分梨园土壤酸度大, 土壤中的磷酸易吸收固定 Fe、Al 胶粒形成迟效性的 Fe、Al 磷酸盐, 从而降低了土壤磷的有效性, 使土壤中的有效磷含量减少, 影响梨树对磷的吸收, 不利于梨树的生长和果品品质、产量的提高。可以使用石灰降低土壤的酸性, 从而提高土壤磷素的供应能力。

2.4.3 有效钾 土壤有效钾含量随着 pH 值的上升而

提高。pH 值升高时, 土壤对钾的吸附量随之增加, 肥料中氮、磷、钾的利用率也被提高。因此提高土壤的 pH 值和适当增施肥料, 可满足梨树正常生长所需要的钾肥。

表 3 梨园土壤 pH 值(x)与有效养分(y)的相关性

Table 3 The correlation between soil pH(x) and the contents of available nutrients(y)		
项目 Items	相关系数 Correlation coefficient	回归方程 Regression equation
有机质/ g · kg ⁻¹	0.296	
碱解氮/ mg · kg ⁻¹	-0.595	
有效磷/ mg · kg ⁻¹	0.141	
有效钾/ mg · kg ⁻¹	0.735 *	y= 145.39x-495.67
有效铜/ mg · kg ⁻¹	0.810 **	y= 4.8698x-12.853
有效锌/ mg · kg ⁻¹	0.569	
有效铁/ mg · kg ⁻¹	-0.873 **	y=- 60.426x+ 478.06
有效锰/ mg · kg ⁻¹	0.486	
交换性钙/ mg · kg ⁻¹	0.807 **	y= 517.29x- 1390
交换性镁/ mg · kg ⁻¹	0.383	

表 4 文登梨园叶片养分含量

Table 4 The nutrient contents of leaves from three pear orchards in Wendeng						
项目 Items	Cu / mg · kg ⁻¹	Zn / mg · kg ⁻¹	Fe / mg · kg ⁻¹	Mn / mg · kg ⁻¹	Ca / %	Mg / %
叶片含量	231.26	455.36	343.71	858.47	1.83	0.2
CV/ %	10.03	19.21	22.04	4.50	5.10	23.44
适宜值	4~10	15~40	100~250	20~75	1.5~3.5	0.3~0.5

2.4.4 有效铜 许多植物通过有机酸的分泌来活化土壤中处于吸附态的养分, 这一定程度上也是利用了酸度对养分吸附的影响^[1]。随土壤 pH 值的降低, 土壤对铜的吸附大大降低^[12]。因为 pH 值影响到胶体对铜的静电吸附, 一般随 pH 值降低, 土壤所带负电荷减少, 土壤对铜的吸附降低; 另外土壤对铜也存在较强的专性吸附, 专性吸附强度也会随 pH 值的降低而减弱。试验中只有 20% 的(酸度过大的梨园土壤)梨叶片铜含量在适宜值范围内, 这可能是由于近几年来, 为了防治果树病害, 含铜杀虫剂(如波尔多液)施用频繁、量大所致, 需要引起注意。

2.4.5 交换性钙 土壤交换性钙随 pH 值的上升而提高。梨园部分土壤 pH 值低, 土壤可为梨吸收利用的钙含量不高。由表 4 可知, 文登梨园叶片钙的平均含量在适宜值范围内。王桂华等^[13]试验表明, 酸性土壤施石灰能够提高交换性钙的含量。而且施用生石灰可以缓冲土壤的酸碱性, 降低铝的溶解度, 减轻毒害。同时, 施用石灰可改善土壤的理化性状, 给根系吸收创造良好的条件。

2.4.6 有效铁 由于中性或碱性条件易产生氢氧化铁沉淀, 影响铁的溶解和铁的氧化还原电位, 土壤中铁的有效性随 pH 值的上升而下降。文登梨园部分土壤 pH 值低, 铁的有效性高。由表 4 可见, 梨园叶片铁平均含量在适宜值范围外, 在所调查的果园中, 20% (微酸性或中性梨园土壤)的梨叶片铁含量未超过 250 mg/kg。在生产上极强酸性土壤, 特别是土壤质地粘重氧化还原电位低时, 应注意铁的毒害。

3 结论与讨论

土壤 pH 值能显著影响果树的生长和结果。一般通过调查或盆栽试验来确定最适于果树生长、结果的 pH 值范围。土壤 pH 值对植株生长和结果的影响, 实际上是通过土壤因素的影响(尤其是有效态养分含量)而表现出来的^[7]。

文登梨园土壤 pH 值在 4.06~6.59 范围内, 极强酸性和强酸性样品数占总样品数的 40%, 部分梨园土壤酸性过低。梨园土壤 pH 值与土壤碱解氮呈负相关, 土壤碱解氮随 pH 值的上升而下降, 与速效钾呈显著正相关, 其含量随着 pH 值的上升而提高, 与速效磷、有机质相关性不显著。梨园土壤 pH 值与有效铜、交换性钙有极显著的正相关性, 与有效铁呈极显著负相关性。梨园土壤碱解氮和速效磷低于 3 级水平的样品分别占总样品数的 80%、40%, 属于低水平; 土壤速效钾含量较丰富, 所测梨园均高于或等于 150 mg/kg。梨园叶片铜、锌、铁、锰平均含量均高于适宜值范围, 其中铜平均含量约是最高适宜值(10 mg/kg)的 23 倍, 锌平均含量约是最高适宜值(40 mg/kg)11 倍, 铁平均含量约是最高适宜值(250 mg/kg)的 1.7 倍, 锰平均含量约是最高适宜值(75 mg/kg)11 倍。钙平均含量在适宜值范围之内, 镁平均含量低于最低适宜值(0.3 mg/kg)0.1 mg/kg。

因此, 土壤的酸化趋势应引起足够的重视, 究其原因, 主要有 3 方面: (1)长期过度施用化肥, 特别是酸性或生理酸性化肥及复合肥, 这可能是导致文登梨园土壤酸化的主要因素。Figueroa L R 在柠檬果园施用尿素显示了土壤酸度的增加^[14]。徐仁扣等试验表明, 80 kg/hm² 铵态氮肥能明显加速土壤酸化^[15]。据调查, 每年在果园中施入的氮肥量要远高于 80 kg/hm²。(2)随着人口的增加, 工业化和城市化的发展, 能源消耗, 以煤为主的能源消耗, 造成大量硫氧化物、氮氧化物和烟尘排放到大气中, 引起酸性沉降对环境产生污染与破坏, 土壤是酸沉降的最大承受者。(3)作为碳循环的一部分, 农产品的收获并从地上移走(包括籽粒和秸秆)也能导致土壤酸化。

土壤的酸化对土壤环境也造成了很多不良影响。首先土壤酸化导致盐基离子的加速淋失, 而且其淋失量随土壤 pH 值的高低而变化。当土壤 pH 下降时土壤中正电荷增加, 对钙、镁、钾等养分离子的吸附量显著减少。同时这种酸化土壤环境势必对果树生长和产量、品质产生直接的影响, 如缺镁可导致果树叶片黄化, 严重时叶片大量脱落, 树势衰竭, 造成产量和品质的降低, 并且多年生果树类植物遭受缺镁的损害要多于 1 a 生农作物。再次土壤 pH 值的降低能促使吸附在土壤交换点或黏土颗粒上的离子态铝的溶出。溶出的铝被作物吸收后主要分布在根内, 只有很少部分转移到地上部分, 因此对作物根系生长的影响最大, 主要表现为根系的伸长

受到抑制。李宝福^[6]在研究土壤中铝对火炬松根系生长影响的试验中发现,在1 g土中加入4 mg铝的孔洞内,侵入根的数量仅及对照的26.5%,根尖显著膨大,没有侧根和根毛,很多为死根。目前认为铝抑制根细胞的扩展和伸长是根系伸长迅速受到抑制的主要原因^[7],最后土壤在其酸度提高的同时也使得某些重金属元素的活性增加。据调查,在果园酸化条件下果树粗皮病等病害发生严重,这是由于土壤pH值的降低引起土壤重金属锰的解析、释放^[8]。

文登梨园应重视对酸性土壤的改良,如施用石灰或石灰石粉(生石灰需要量是指把土壤从其初始酸度中和到一个选定的中性或微酸性状态所需的石灰或其它碱性物质的量,以中和1 hm²土壤需要用氧化钙的数计算),施用石灰能明显地使酸性土壤的酸度降低,但同时也会使复酸化程度加强。因此,用石灰改良酸性土壤时,必须注意的是不能过于频繁施用石灰,在施用石灰改良的同时,应与其他碱性肥料(草木灰、火烧土等)配合使用。也可采用生物改良的方法,利用绿肥作物(如黑麦草、白花三叶草、禾本科植物的秸秆等)和土壤中的一些动物(如蚯蚓等)。改良施肥措施,如增施有机肥,重视施肥方法,控制施肥总量,重视并研究中微量元素肥料。建议采用测土配方施肥,即以土壤测试和肥料田间试验为基础,根据植物需肥规律、土壤供肥性能和肥料效应,在合理施用有机肥料的基础上,确定氮、磷、钾及中、微量元素等肥料的施用数量、施肥时期和施用方法。此方法在果树生产上已经取得了增产、改善果实品质、节肥、增收和平衡施肥的效果。

参考文献

[1] 袁可能.植物营养的土壤化学[M].北京:科学出版社,1983:261-297,330-550.

- [2] 庄伊美,许文宝,王仁玕,等.红壤柑桔园硼铜镁营养失调的诊断[J].中国柑桔,1991,20(3):6-8,12.
- [3] Sims J T. Soil pH effects on the distribution and plant availability of manganese, copper and zinc[J]. Soil Sci. Soc. Am. J., 1986, 50:367-373.
- [4] 易杰祥,吕亮雪,刘国道.土壤酸化和酸性土壤改良研究[J].华南热带农业大学学报,2006,12(1):23-27.
- [5] 赵全桂,卢树富,吴德敏,等.施肥投入对招远农田土壤酸化及养分变化的影响[J].中国农学通报,2008,24(1):301-305.
- [6] 董昭皆,王建玺.荣成市果园土壤肥力状况调查[J].落叶果树,2008(6):26-28.
- [7] 谢志南,庄伊美,王仁玕,等.福建亚热带果园土壤pH与有效养分含量的相关性[J].园艺学报,1997,24(3):209-214.
- [8] 林毅,梁颂捷,朱其清.三明烟区土壤pH值与土壤有效养分的相关性[J].烟草科技,2003(6):35-37.
- [9] 鲍士旦.土壤农化分析[M].北京:中国农业出版社,2005.
- [10] 黄自文,苏桂琴,夏甘雨,等.江西土壤肥力变化及改良措施[J].现代园艺,2008(9):17-18.
- [11] Temminghoff E, Zee S, Keizer M G. The influence of pH on the desorption and speciation of copper in a sandy soil[J]. So Sci, 1994, 158:398-296.
- [12] 李文庆,张民,束怀瑞.棕壤对铜的吸附特性研究[J].水土保持学报,2006,20(4):113-115.
- [13] 王桂华,于树增,陈浪波,等.施用生石灰改良苹果园酸化土壤试验[J].中国果树,2005(4):11-12.
- [14] Figueroa L R, Hernandez C, Morandini M. Soil acidification caused by urea applications in lemon orchards[J]. Revista Industrial Agrícola de Tucuman, 2002, 79(1/2):31-36.
- [15] 徐仁扣,Coventry D R.某些农业措施对土壤酸化的影响[J].农业环境保护,2002,21(5):385-388.
- [16] 李宝福.土壤中铝对火炬松根系影响的实验研究[J].福建林业科技,1997,24(1):66-68.
- [17] Kochian L V, Hoekenga O A, Pineros M A. How do crop plants tolerate acid soils Mechanism of aluminum tolerance and phosphorus efficiency[J]. Ann. Rev. Plant Biol., 2004, 55:459-493.
- [18] 叶优良,张福锁.苹果粗皮病与锰含量的关系[J].果树学报,2002,19(4):219-222.

Correlation Between Soil pH and the Contents of Available Nutrients in Selected Soils from Three Pear Orchards in Wendeng

ZHAO Jing¹, SHEN Xiang¹, LI Xin¹, HU Jing-jing¹, WANG Hong-qiang², CHEN Lang-bo²

(1.College of Horticulture Science and Engineering, Shandong Agricultural University, Tai'an, Shandong 271018, China; 2. Technical Guidance Station on Orchard of Agricultural Bureau in Wendeng, Wendeng, Shandong 264400, China)

Abstract: The correlation between soil pH and the contents of available nutrients in selected soil from three orchards in Wendeng was studied. The range of soil pH value was from 4.06 to 6.59; the ratio of highly and strongly acidic soil among samples was 40%. The relationship between pH value and rapidly available kalium, available cuprum, exchangeable calcium was very significantly positive mutuality, but available iron was very prominently negative mutuality. The pH value didn't correlated significantly or very significantly with organic matter, alkali-hydrolyzable nitrogen, available phosphorus, zinc, manganese, exchangeable magnesium. The average contents of Cu, Zn, Fe, Mn in pear leaves were all higher than their appropriate ranges respectively; Mg was lower; Ca was in it. Application of lime and basic fertilizer was an effective measure to improve soil pH value, continuously fertilize and meliorate the nutrition of pear fruit.

Key words: Pear orchards; Soil pH value; Available nutrients; Correlation