

# 延安不同种植年限枣园土壤微生物、养分及 pH 的相关性

赵瑞华, 昌蕊蕊, 贺晓龙 (延安大学生命科学学院, 陕西延安 716000)

**摘要** [目的]为陕北延安地区枣园土壤科学施肥提供理论依据。[方法]以不同树龄的枣园土壤为研究对象,测定土壤的微生物菌群、养分及 pH 状况,并且分析三者间相互关系。[结果]在不同树龄的枣园土壤微生物中,微生物类群分布规律为细菌数量>放线菌数量>真菌数量,数量差异表现为盛果期枣园>老龄期枣园>幼龄期枣园,且随着土层的加深而递减;土壤微生物数量与有机质及有效氮、磷、钾、铁、钼均呈正相关,其中细菌数量与有机质、有效氮极显著相关,放线菌数量与有效钾显著相关,真菌数量与有机质、有效钾显著相关;3种微生物类群均与土壤 pH 呈负相关。[结论]适当降低土壤 pH,提高养分可以增加土壤微生物数量,改善枣园土壤微生态环境。

**关键词** 枣园土壤;相关性分析;土壤微生物;土壤养分;土壤 pH

**中图分类号** S153.6 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2014)28-09749-03

## Correlation of Soil Microbes, Nutrients and pH of Different Jujube Planting Life Orchards in Yanan Area

ZHAO Rui-hua, CHANG Rui-rui, HE Xiao-long (College of Life Science, Yanan University, Yanan, Shaanxi 716000)

**Abstract** [Objective] The research aimed to provide the theoretical basis for scientific fertilization of Jujube soil in Yanan area of north Shaanxi Province. [Method] Soil microbes, soil nutrient and soil pH in different Jujube planting life orchards were measured and the correlation of the soil microbes, soil nutrient and soil pH was analyzed. [Result] The numbers of microbes in microbial groups differed on some level, which was shown as bacteria > actinomycetes > fungi, and the numbers of microbes in different Jujube planting life orchards differed on some level, which could be shown as medium-age orchard > old-age orchard > young orchard. The correlation analysis among the soil microbes, the soil nutrient and the soil pH made a conclusion that the soil microbes correlated with organic matter, available N, available P, available K, available Fe and available Mo positively. The correlation between the soil bacteria number and the soil organic matter and available N was significant at 0.01 level, so the number of actinomycetes and the soil available K, and the correlation between the number of fungi and the soil organic matter and available K was significant at 0.05 level. These three microorganism groups showed a negative correlation with pH. [Conclusion] Reducing the soil pH and increasing the soil nutrients could increase the number of soil microorganisms of Jujube orchards in Yanan area and improve the ecological environment of soil microbes.

**Key words** Jujube soil; Correlation analysis; Soil microorganism; Soil nutrient; Soil pH

陕北红枣主要产于黄河沿岸的宜川、延川、清涧、吴堡、佳县、神木、府谷、绥德等县。它以果大、核小、皮薄、肉厚、味醇、油性大、色红、酸甜可口以及含丰富的蛋白质、维生素、矿物质闻名于世。经过多年的发展,延安红枣不仅成为当地最具市场竞争力的农产品,而且在陕西乃至西北部地区红枣产业发展中占据重要地位。但是,在红枣多年种植中,化肥使用量持续上升,有机肥使用量不足,使得延安地区大多数老龄期枣园土壤品质下降,严重影响枣园持续生产能力,制约红枣品质和产量的再提高<sup>[1-3]</sup>。近年来,随着人们对环境污染、农产品安全、农业可持续发展等认识和理解的加深,开始从新的角度审视和研究果园土壤。

枣树的正常生长和发育需要从土壤中吸收大量营养,而土壤微生物在植物所需营养成分的循环中起着关键作用,是土壤中重要的有生命成分。果园土壤微生物与其周围环境关系的研究开始受到人们的重视<sup>[4]</sup>。但是,土壤微生物的种类和数量变化受很多因素的影响,如耕作与栽培方式(施肥、浇水、间作等)都会对其产生影响<sup>[5]</sup>。目前,对这方面的研究还不多。研究栽培环境与枣园土壤微生物类群及数量的关系,构建良好的枣园栽培环境和枣园生态是红枣产业可持续发展的重要一环<sup>[6]</sup>。因此,笔者选择了延安地区延川县3个不同树龄的枣园,调查枣园土壤菌群数量与分布、土壤养分

含量及土壤 pH,并且对三者的相关性进行分析,为进一步了解栽培土壤理化性质、科学施肥提供技术指导,为以后的研究提供参考,为枣园水肥管理提供一定的理论支持。

## 1 材料与方法

**1.1 试验时间、地点** 2013年9月在延安市延川县延水关镇采集土样。室内检测在延安大学生命科学学院微生物、生态学实验室进行。

**1.2 试验材料** 供试土壤采自3个枣园,种植年限分别为7、15和20年。延川县地处陕西省北部,位于延安市东北部,属陕北黄土高原丘陵沟壑地区,较适合枣树的生长。境内土层深厚,常年光照充足,温差大,年日照时数可达2 558 h,平均气温10.5℃,平均海拔850 m,年降水量在500 mm左右,无霜期183 d,给枣树提供非常适宜的栽培环境,尤其盛产闻名的狗头枣。

**1.3 取样方法** 在不同种植年限的枣园地,采集0~60 cm土层土壤样品。采样方法为S型5点取样混合法<sup>[7]</sup>,1个层次为20 cm,每个点共3个层次。采集时,在每块采样地采集3个点,组成混合样品,并且除去可见茎秆、根茬等杂质,充分混匀后制成1个分析样。然后,将每个分析样分为2份,其中一份样品风干,用来测定土壤养分和 pH;另一份样品装入无菌聚乙烯封口袋内,置4℃冰箱,3 d内完成微生物菌群数量的测定。

**1.4 试验方法** 土壤微生物测定均采用稀释平板法。其中,牛肉膏蛋白胨培养基用来测定细菌数量;改良高氏I号培养基用来测定放线菌数量;马丁氏孟加拉红培养基用来测

**基金项目** 陕西省教育厅专项科研计划项目(14JK1822);延安大学博士专项基金项目。

**作者简介** 赵瑞华(1978-),女,山东泰安人,讲师,博士,从事微生物资源应用等方面的研究。

**收稿日期** 2014-08-22

定真菌数量<sup>[8]</sup>。

土壤养分的测定详细方法见参考文献[9-10]。采用重铬酸钾容量法测定有机质,采用碱解扩散法测定有效氮,采用钼蓝比色法测定有效磷,采用火焰光度法测定有效钾,采用钾亚胺比色法测定有效硼,采用原子吸收分光光度法测定有效锌和有效铁,采用硫氰酸钾光度法测定有效钼。

土壤pH用酸度计进行测定。具体做法为:称取风干土样20.00 g于100 ml烧杯中,加入20 ml煮沸冷却的蒸馏水,每隔15 min用玻璃棒充分搅拌后测定。

**1.5 数据处理** 所有试验数据用Excel2003和SPSS13.0专业版软件进行数据统计分析。

## 2 结果与分析

**2.1 枣园土壤微生物在不同种植年限枣园的分布** 将3个枣园按照树龄不同分为3个组:幼龄期枣园(7年)、盛果期枣园(15年)、老龄期枣园(20年)。对这3个枣园的细菌、放线菌及真菌分布情况进行调查。由图1可知,不同树龄枣园微生物总量的变化为盛果期枣园(15年) > 老龄期枣园(20年) > 幼龄期枣园(7年)。其中,盛果期枣园细菌数量是老龄期枣园和幼龄期枣园的3倍多。造成这种结果的原因可能是因为老龄期枣园栽培时间过长,造成有机质等营养物质的缺乏,并且由于长期不合理施用化肥,土壤酸碱度偏大,在一定程度上抑制微生物的生长;幼龄期枣园则因为栽培时间较短,根部还没形成稳定的利于微生物生长的环境,所以微生物数量也较少;而盛果期枣园根部土壤有机质和矿物质较丰富,植物生长过程中将光合产物以根系分泌物和植物残体形式释放到土壤中,为微生物生长提供丰富的有效性碳源,促进微生物的生长。由此可知,土壤养分和有机质含量与土壤微生物数量(特别是细菌数量)有很大的相关性。不同种植年限枣园土壤微生物类群的分布规律为细菌数量 > 放线菌数量 > 真菌数量,其中细菌和真菌的数量相差很大。

**2.2 不同种植年限枣园土壤微生物在不同土层的垂直分布** 由图2、3可知,随着土层的加深,在所有的枣园中土壤细菌、放线菌和真菌在数量上均呈现出减少的趋势。菌群分布比较集中的区域是表土层0~20 cm的范围。这是因为这一土层接近地表,而表层土相对来说耕作活动比较频繁,土壤孔隙度较大,含氧量较高,有机质、矿物质质量分数较高,土壤养分较高,有利于微生物的生长繁殖。而随着土层的加深,土壤中氧气减少,不利于耗氧微生物的生长繁殖。同时,随着土层的加深,尤其在40~60 cm这一范围,枣树幼小根系减少,根部活动降低,土壤中营养物质相应减少,降低了微生物的数量。

**2.3 枣园土壤养分和pH** 对延川县所选3个枣园土壤的有机质、有效氮、有效磷、有效钾、有效铁、有效锌、有效硼、有效钼和pH进行测定。由表1可知,3个枣园有机质质量分数平均为9.09 g/kg,有效氮质量平均为8.895 mg/kg,有效磷质量分数平均为19.547 mg/kg,有效钾质量分数平均为166.352 mg/kg,有效铁质量分数平均为5.806 mg/kg,有效锌质量分数平均为0.902 mg/kg,有效硼质量分数平均为0.435

mg/kg,有效钼质量分数平均为0.454 mg/kg。对照全国土壤微量元素有效态质量分级标准<sup>[11-14]</sup>,延川县土壤微量元素中质量分数比较适中的是铁和锌,而硼和钼属于较缺级别。延川县3个枣园土壤pH普遍呈现弱碱性,平均pH为8.11。随着种植年限的延长,土壤pH增加,而较高的pH由于将土壤中的磷固定,土壤中可供植物吸收利用的有效磷减少,对植物生长不利。

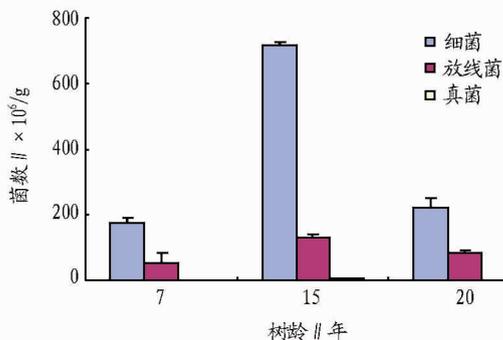


图1 不同种植年限枣园细菌、放线菌和真菌的分布

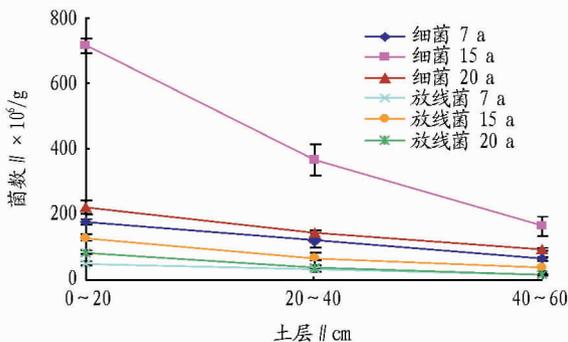


图2 不同种植年限枣园土壤细菌、放线菌随土层的垂直变化

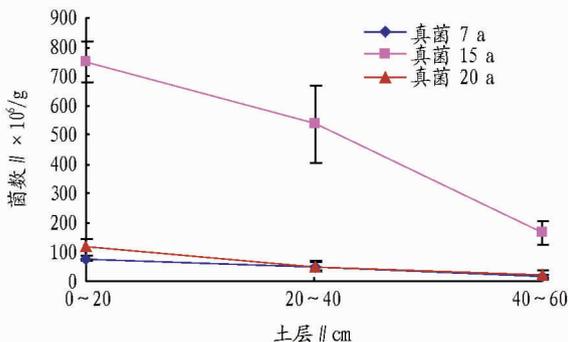


图3 不同种植年限枣园土壤真菌随土层的垂直变化

**2.4 枣园土壤微生物与土壤养分、pH的相关性分析** 土壤养分是土壤微生物生存的物质基础。土壤pH对土壤微生物也会有很大的影响。而土壤微生物量对土壤养分的转化和供应起重要作用。土壤中的微生物种群数量和分布表明土壤中物质代谢的旺盛程度,是衡量土壤肥力和养分的一个重要指标<sup>[15]</sup>。因此,对土壤微生物群(细菌、放线菌和真菌数量)与土壤有机质及有效氮、磷、钾、铁、锌、硼、钼的质量分数和土壤pH进行相关性分析。由表2可知,土壤微生物与土壤有机质及有效氮、磷、钾、铁、钼均呈正相关。其中,土壤细

菌数量与土壤有机质相关系数为 0.910, 达到极显著水平 ( $P < 0.01$ ), 与土壤有效钾相关系数为 0.859, 达到显著水平 ( $P < 0.05$ ); 放线菌数量与土壤有效磷相关系数为 0.876, 达到显著水平 ( $P < 0.05$ ); 真菌与土壤有机质相关系数为 0.918, 达到极显著水平 ( $P < 0.01$ ), 与土壤有效钾相关系数为 0.869, 达到显著水平 ( $P < 0.05$ )。相关性结果说明, 枣园土

壤微生物数量在一定程度上可以反映土壤养分的高低。这与相关研究结果<sup>[16-17]</sup>基本一致。3 种微生物类群与土壤 pH 均呈负相关。因此, 适当降低土壤 pH, 提高养分含量, 可以增加延安地区枣园土壤微生物的数量, 改善枣园土壤微生态环境。

表 1 不同枣园土壤养分和土壤 pH

枣园	有机质 g/kg	有效氮 mg/kg	有效磷 mg/kg	有效钾 mg/kg	有效铁 mg/kg	有效锌 mg/kg	有效硼 mg/kg	有效钼 mg/kg	pH
7 年枣园	8.720	6.149	13.430	165.211	5.343	0.798	0.503	0.492	8.01
15 年枣园	11.099	9.076	23.121	182.321	5.988	0.887	0.441	0.591	8.00
20 年枣园	7.451	11.460	22.090	151.525	6.087	1.022	0.362	0.278	8.39

表 2 土壤微生物与枣园土壤养分及土壤 pH 的相关性

微生物	有机质	有效氮	有效磷	有效钾	有效铁	有效锌	有效硼	有效钼	pH
细菌	0.910**	0.135	0.642	0.859*	0.459	-0.042	-0.007	0.690	-0.453
放线菌	0.699	0.484	0.876*	0.617	0.749	0.322	-0.368	0.382	-0.100
真菌	0.918**	0.117	0.628	0.869*	0.443	-0.060	0.011	0.703	-0.469

注: \*, \*\* 分别表示在 0.05, 0.01 水平显著相关。

### 3 结论与讨论

研究表明, 枣园土壤微生物群中细菌的数量最高, 其次是放线菌, 真菌数量最少, 细菌和真菌的数量相差很大。在 0~20 和 20~40 cm 土层中, 随着种植年限的增加, 土壤微生物数量呈增加趋势。随着土层的继续加深, 根部活动降低, 营养物质相应减少, 土壤细菌、放线菌和真菌在数量上均呈现出减少的趋势。但是, 土壤环境是一个动态平衡的有机整体, 在不同土层中不同种植年限枣园土壤微生物三大类群的相对数量并没有很大的变化。延川县枣园土壤有机质质量分数普遍较低, 有效氮和有效磷质量分数属于中等水平, 而有效钾处于高值水平。土壤微量元素中铁的质量分数比较适中, 而硼和钼的质量分数则属于较缺级别。延川县枣园土壤 pH 普遍呈现弱碱性, 并且随着种植年限的延长, 土壤 pH 增加。枣园土壤微生物与土壤养分存在一定的相关性。研究中, 土壤微生物与有机质、有效氮、有效磷、有效钾、有效铁和有效钼均呈一定的正相关, 表明它们与土壤肥力关系密切, 是土壤有机质、矿物质养分积累的重要因子。土壤微生物与土壤 pH 呈负相关。土壤 pH 是影响土壤微生物生存与发育的重要因素, 在偏碱土壤中细菌易占据优势地位。

土壤营养状况和物理性状直接影响土壤微生物的种类、数量和分布, 同时土壤微生物的生命活动又反过来影响土壤营养物质的分解、转化以及植物根系的吸收利用<sup>[16]</sup>。但是, 不同地区、不同土壤类型微生物的种类和数量是不完全相同的。笔者初步分析了土壤养分、微生物及 pH 之间的关系, 研究结果与田稼等<sup>[17]</sup>的苹果果园研究结果一致。这可能是由于地区相近、土壤类型相同。土壤微生物的活动可以增加土壤有机质含量, 提高土壤肥力, 改善作物的生长条件, 并且增强对病虫害的抵抗力。因此, 在实践中要积极发挥土壤微生物的作用, 使之成为有机农业服务。但是, 就枣树种植来说, 要

了解红枣科学种植的关键影响因素, 还应综合分析其他因素。在后续工作中, 将开展上述因素与土壤酶活性、土壤理化指标、果实产量和果实品质等关系的研究, 拟建立延安地区红枣科学种植的优化模型, 为红枣主产区的水肥管理提供理论指导, 从而推动当地红枣产业的健康和持续发展。

### 参考文献

- [1] 任东植, 白莉, 曲运琴, 等. 发展红枣产业存在的问题和对策[J]. 中国农学通报, 1998, 14(5): 94-95.
- [2] 杨飞燕. 陕北红枣产业发展现状、问题及对策研究[J]. 陕西林业, 2004(5): 38-39.
- [3] 李新岗, 黄建, 宋世得, 等. 影响陕北枣树产量和品质的因子分析[J]. 西北林学院学报, 2004, 19(4): 38-42.
- [4] ZHANG Q C, WANG G H, YAO H Y. Phospholipid fatty acid patterns of microbial communities in paddy soil under different fertilizer treatments [J]. Journal of Environmental Sciences, 2007, 19: 55-59.
- [5] 李斌, 谢关林, 陈若霞, 等. 耕作与栽培方式对瓜类土壤细菌数量及枯萎病拮抗细菌分布的影响[J]. 应用生态学报, 2006, 17(10): 1937-1940.
- [6] 陈伟. 苹果园土壤微生物类群与栽培环境关系的研究[D]. 泰安: 山东农业大学, 2007: 23-34.
- [7] 刘建新, 侯振华, 赵国顺. 不同农田中水解酶活性和微生物组成的比较[J]. 甘肃农业大学学报, 2002, 9(3): 342-345.
- [8] 沈萍, 范秀容, 李广武. 微生物学试验[M]. 北京: 高等教育出版社, 2003: 214-215.
- [9] 任意, 辛景树, 田有国, 等. NY/T1121.6-2006. 土壤检测第 6 部分: 土壤有机质的测定[S]. 北京: 中国标准出版社, 2006: 1-3.
- [10] 陈伟, 姜中武, 胡艳丽, 等. 苹果园土壤微生物生态特征研究[J]. 水土保持学报, 2008, 22(3): 168-171.
- [11] 李保印, 王凌明. 枣树叶片中矿质元素年变化动态及施肥对生长和结果的影响[J]. 果树科学, 1995, 12(1): 41-43.
- [12] 闰亚丹, 蒋中波, 徐福利, 等. 黄土高原坡地密植枣园土壤质地与肥力状况分析[J]. 干旱地区农业研究, 2009, 27(3): 140-145.
- [13] 常兴秋, 常延明, 韩丽红, 等. 不同数量肥水对枣树生长及产量的影响[J]. 防护林科技, 2006, 5(21): 33-36.
- [14] 赵满兴, 陈宗礼, 王文强, 等. 陕北枣树土壤理化性质分析[J]. 中国农学通报, 2012, 28(7): 160-164.
- [15] 张成娥, 刘国彬, 陈小利. 坡地不同利用方式下土壤微生物和酶活性以及生物量特征[J]. 土壤通报, 1999, 30(3): 101-103.
- [16] 张强, 魏钦平, 齐鸿雁, 等. 北京果园土壤养分和 pH 与微生物数量的相关分析及优化方案[J]. 果树学报, 2011, 28(1): 15-19.
- [17] 田稼, 孙超, 杨明珠, 等. 黄土高原不同树龄苹果园土壤微生物、养分及 pH 的相关性[J]. 西北农业学报, 2012, 21(7): 138-141, 148.