

# 水田改种香蕉园土壤养分含量及酶活性变化

陈明智<sup>1,2</sup>, 吴蔚东<sup>1,2</sup>, 李东海<sup>1,2</sup>, 胡新星<sup>1,2</sup>, 苏小玉<sup>1,2</sup>

(1. 海南大学农学院, 海南海口570228; 2. 热带生物资源教育部重点实验室, 海南海口570228)

**摘要** [目的] 为了科学地种植香蕉或其他经济作物, 研究水田改种香蕉后土壤理化性质的变化。[方法] 通过对海南琼海市塔洋镇具有代表性的水田改种香蕉园土壤取样, 并与其附近未改种的水田土壤比较, 探讨土壤养分含量及酶活性的变化。[结果] 水田改种香蕉园土壤全磷、全钾、速效磷、速效钾、碱解氮含量和pH值均出现了明显的增加; 土壤有机质和全氮没有表现明显变化; 香蕉土壤有效性锰含量比水田的显著增加, 而有效性铁含量却显著降低; 香蕉土壤蔗糖酶活性较水田显著增强; 土壤有机质、全氮、全磷、全钾、碱解氮、速效磷、速效钾和酸碱度与蔗糖酶活性均表现极显著相关。[结论] 蔗糖酶活性可作为评价水田改种香蕉土壤肥力的敏感指标。

**关键词** 香蕉园; 水田; 蔗糖酶

中图分类号 S151.9 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2008)13-05540-02

## Changes of Content of Soil Nutrient and Enzyme Activity in Banana Field from Rice Field

CHEN Mingzhi et al (College of Agriculture, Hainan University, Hainan, Hainan 570228)

**Abstract** [Objective] The changes of soil chemical and physical properties in banana field from rice field were studied for scientific planting banana or other economic crops. [Method] The soil nutrient and enzyme activities of rice field and banana field from it were measured and analyzed comparatively. [Result] The banana soil total and available phosphorus, total and available potassium, alkali-hydrolyzable nitrogen, available Mn and pH values increased at the height, but available Fe decreased dramatically. The soil invertase level greatly increased. Invertase level correlated closely with the contents of soil organic matter, total and available nitrogen, total and available phosphorus, total and available potassium, alkali-hydrolyzable nitrogen and pH values. [Conclusion] Invertase level could be used as a comprehensive index of soil fertility.

**Key words** Banana field; Rice field; Invertase

近年来, 随着香蕉与各种经济作物种植的经济效益不断提高, 许多农民开始将大量的水田改种香蕉或蔬菜。多年的改种栽培改变了原来土壤的理化性质, 势必导致该类土壤养分含量以及形态组成比例发生变化。李辉信等研究表明, 水田、旱坡地改种蔬菜后土壤耕层pH值有降低的趋势, 有机C、全N、NO<sub>3</sub>-N、全P、有效P、缓效K和有效K等含量均有增加趋势<sup>[1]</sup>。研究改种后土壤理化性质的变化对于科学种植香蕉或其他经济作物是十分必要的。为此, 笔者通过在海南琼海市塔洋镇具有代表性的水田改种香蕉园土壤取样, 并与附近未改种的水田土壤相比较, 探讨土壤养分及酶活性的变化, 为香蕉种植提供科学的理论依据。

## 1 材料与方 法

**1.1 研究区概况** 琼海塔洋镇是海南较早开始进行水田改种香蕉地方, 改种历史最长的有19年, 最短的有10年。研究区位于东经110°29'~110°30', 北纬19°16'~19°17', 香蕉园面积为600 hm<sup>2</sup>, 香蕉产量约为45 000 kg/hm<sup>2</sup>。当地农民主要以施用氯化钾和三元复合肥为主, 配施石灰, 较少施用有机肥, 香蕉茎直接回田。

**1.2 研究方法** 选取水田改种香蕉园和土壤类型相同且从未改种的水田土壤, 随机取6个土样, 每个土样用土钻钻取10~11个点作为一个混合样, 每个样分0~20和20~40 cm<sup>2</sup>层取。样品自然风干后剔除杂质, 磨碎过1.00和0.25 mm筛, 装袋贮藏备用。测定项目选择表征土壤质量的土壤有机质、全量和速效养分, 同时测定土壤蔗糖酶和磷酸酶活性。

**1.3 测定方法** 土壤有机质含量测定采用重铬酸钾容量法; 全磷和全钾含量测定采用NaOH消煮, 全磷含量测定采用钼锑抗比色法, 全钾含量测定采用火焰光度法; 碱解氮含

量测定采用扩散法; 速效磷含量测定采用氟化铵-盐酸浸提, 钼锑抗比色法; 速效钾含量测定采用NH<sub>4</sub>OAc浸提, 火焰光度法测定<sup>[2]</sup>; 蔗糖酶含量测定采用三硝基水杨酸比色法; 土壤酸性磷酸酶活性测定以磷酸苯二钠为基质, 比色法测定<sup>[3]</sup>。

## 2 结果与分析

**2.1 土壤有机质和全量养分变化** 表1表明, 水田改种香蕉园土壤有机质、全氮含量与水田土壤间差异没有达显著水平。据调查, 水田改种香蕉后, 当地农民没有施用有机肥的习惯, 土壤有机质含量呈下降的趋势, 但并不显著。这可能与种植方式有关, 因为当地香蕉种植并不完全是改为旱作, 实际上是处于半旱作半水栽条件, 即种植过程中并没有把水完全排干, 而是在沟里长期保留水层, 土壤氧化条件不强烈, 土壤有机质矿化作用也不会很强烈。同时, 香蕉茎也没有离开土壤, 而是直接回田, 对补充土壤有机质有一定作用, 因而土壤有机质含量的下降趋势不明显。全氮含量由于与有机质含量有正的相关关系, 所以其含量的变化也不显著。根据海南省土壤分级标准<sup>[4]</sup>, 水田和香蕉园土壤有机质和全氮含量均属于第2、3级水平。经多重比较显示, 水田改种香蕉园土壤全磷和全钾含量与水田土壤间差异均达到了0.01显著水平。水田改种香蕉后, 土壤全钾含量从第6级水平上升到第3级水平, 而全磷含量从第6级以下水平上升到第4、5级水平, 仍处于较低的水平。

**2.2 土壤速效养分变化** 表1还表明, 水田改种香蕉园土壤速效养分及pH值均在0.05水平显著提高。经多重比较, 香蕉园土壤碱解氮、速效磷和速效钾含量及pH值与水田土壤间差异均达到显著或极显著水平。根据海南省土壤分级标准, 水田改种香蕉后, 土壤碱解氮从第4级提高到第2级; 速效磷从第6级以下提高到第1级以上水平; 速效钾则从第6级以下提高到第3级水平。

水田改种香蕉园土壤全磷、全钾、速效磷、速效钾和碱解

**基金项目** 海南省教育资金项目(HJKJ200610); 国家自然科学基金项目(40461010)。

**作者简介** 陈明智(1962-), 男, 海南文昌人, 副教授, 从事土壤肥料教学与科研。

**收稿日期** 2008-03-04

氮含量均明显增加,可能与水田改种香蕉后大量施用复合肥料(氮磷钾比例为15:15:15)及氯化钾肥料有关。据调查,当地农民香蕉每季施用复合肥料4 500 kg/hm<sup>2</sup>,氯化钾达3 600 kg/hm<sup>2</sup>;而水田仅施用尿素300 kg/hm<sup>2</sup>,氯化钾225 kg/hm<sup>2</sup>。

香蕉对氮磷钾的需要比例为1.00:0.25:3.50,可见,香蕉对磷的吸收比例是比较低的,由此造成了磷的过剩。虽然香蕉是喜钾作物,吸收钾的比例较高,但是由于长期的不按比例增加钾肥的用量,造成钾素也出现明显的富集。

表1 香蕉园和水田土壤化学性质

Table 1 The chemical characters of soil in banana plantation and paddy field

| 地区 Area               | 有机质 OM g/kg  |          | 全氮 TN g/kg   |          | 全磷 TP g/kg   |          | 全钾 TK g/kg |          |
|-----------------------|--------------|----------|--------------|----------|--------------|----------|------------|----------|
|                       | 0~20 cm      | 20~40 cm | 0~20 cm      | 20~40 cm | 0~20 cm      | 20~40 cm | 0~20 cm    | 20~40 cm |
| 香蕉园 Banana plantation | 30.11 a      | 21.10 a  | 1.843 a      | 1.053 a  | 1.084 A      | 0.615 A  | 17.390 A   | 14.330 A |
| 水田 Paddy field        | 32.42 a      | 21.25 a  | 2.247 a      | 1.147 a  | 0.408 B      | 0.191 B  | 5.937 B    | 4.921 B  |
| 地区 Area               | 碱解氮 AN mg/kg |          | 速效磷 AP mg/kg |          | 速效钾 AK mg/kg |          | pH 值       |          |
|                       | 0~20 cm      | 20~40 cm | 0~20 cm      | 20~40 cm | 0~20 cm      | 20~40 cm | 0~20 cm    | 20~40 cm |
| 香蕉园 Banana plantation | 138.4 A      | 122.5 a  | 140.4 A      | 8.06 a   | 157.1 A      | 121.2 A  | 5.76 A     | 6.16 A   |
| 水田 Paddy field        | 84.3 B       | 60.9 b   | 3.5 B        | 2.95 b   | 40.5 B       | 23.2 B   | 5.54 B     | 5.55 B   |

注:表中数值为6个样品的平均值;相同字母表示差异不显著(LSD检验),不同大小字母表示差异分别达0.01和0.05显著水平。下表同。

Note: Data are average of six samples, which followed with a different capital or lowercase letter are significant at 0.01 and 0.05 levels (LSD Test), respectively. The same as below.

水田改种香蕉园土壤pH值的显著提高表明,尽管大量施用含有氯离子的酸性钾肥及氮、磷、钾比例相同的酸性复合肥,但土壤并未出现酸化,反而有向中性变化的趋势。这可能与当地农民有使用石灰的习惯有关。

**2.3 土壤微量元素和酶活性变化** 表2表明,土壤有效锰含量的增加和有效铁含量的下降达0.01显著水平,土壤有效铜和有效锌含量变化不明显,差异不显著。可见,具有氧化态和还原态的锰和铁在土壤条件改变时变化显著,但变化的趋势不同。据研究,淹作条件下锰易随渗漏液大量流失,并且在种植水稻情况下比不种水稻更能促使锰流失。旱作条件下各土层有效态锰、水溶性锰含量都高于淹作条件下<sup>[5]</sup>。由于改种香蕉后土壤氧化条件加强,有效性较高的低价铁变为有效性差的高价铁。这可能是土壤有效铁含量下降的主要原因之一。

林瑞余等研究表明,施用化肥有利于提高土壤蔗糖酶、磷酸酶活性<sup>[6]</sup>。而袁玲等研究发现,施化肥会降低土壤磷酸酶活性<sup>[7]</sup>。该研究表明,改种香蕉园土壤蔗糖酶活性高于水田,经多重比较差异达0.05显著水平;而磷酸酶活性虽然有所降低,经多重比较差异不显著。可见,水田改种香蕉后由于化肥大量投入提高了蔗糖酶活性,与林瑞余等的研究结果是一致的,但对磷酸酶活性产生了一定抑制作用,与林瑞余

的结果不一致,与袁玲等的研究结果是一致的。

**2.4 香蕉园土壤酶活性与养分的相关性** 表3表明,香蕉园土壤有机质、全氮、全磷、全钾、碱解氮、速效磷、速效钾和酸碱度与蔗糖酶活性均表现0.01显著相关;除与全磷、速效钾呈显著相关外,磷酸酶活性与其他养分均未表现出显著相关。而许多研究表明,土壤磷酸酶活性与有机质、全氮等养分存在0.05显著相关<sup>[8]</sup>。研究还表明,蔗糖酶活性可以作为水田改种香蕉园土壤肥力的敏感性指标,磷酸酶活性则有待于进一步研究。

表2 香蕉园和水田土壤微量元素和酶活性

Table 2 The available micronutrient and enzyme activity in soil

| 地区 Area               | 微量元素含量 mg/kg          |          |         |         | 酶活性 ng/(g·d)    |                |
|-----------------------|-----------------------|----------|---------|---------|-----------------|----------------|
|                       | Micronutrient content |          |         |         | Enzyme activity |                |
|                       | 有效锰 AMn               | 有效铁 AFe  | 有效铜 ACu | 有效锌 AZn | 磷酸酶 Phosphatase | 蔗糖酶 Saccharase |
| 香蕉园 Banana plantation | 78.09 A               | 203.75 B | 6.30 a  | 11.58 a | 27.278 a        | 0.246 a        |
| 水田 Paddy field        | 13.83 B               | 526.01 A | 6.23 a  | 15.53 a | 31.957 a        | 0.092 b        |

表3 0~20 cm 香蕉园土壤酶活性与养分相关系数

Table 3 The correlation coefficients between nutrient and enzyme activity in soil

| 项目 Item         | 有机质 OM   | 全氮 TN    | 全磷 TP    | 全钾 TK    | 碱解氮 AN   | 速效磷 AP   | 速效钾 AK   | 酸碱度 pH   |
|-----------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 蔗糖酶 Saccharase  | 1.806 ** | 1.129 ** | 1.062 ** | 1.137 ** | 1.051 ** | 0.926 ** | 1.063 ** | 1.403 ** |
| 磷酸酶 Phosphatase | 0.638    | 0.296    | 0.838 *  | 0.562    | 0.284    | 0.462    | 0.889 *  | -0.915   |

注: n=6, r(0.01)=0.917 \*\*, r(0.05)=0.811\*。

### 3 小结

水田改种香蕉园土壤全磷、全钾、速效磷、速效钾和碱解氮均出现了明显的增加,说明由于香蕉种植过程中肥料的大量投入,土壤肥力得到了较大的提高。水田改种香蕉园土壤有机质和全氮没有表现增加的趋势,但其含量水平比较丰富;土壤蔗糖酶活性显著增强,但磷酸酶活性却表现出降低的趋势;由于土壤条件的改变,有效性锰含量显著增加,有效

性铁含量却降低;土壤有机质、全氮、全磷、全钾、碱解氮、速效磷、速效钾和酸碱度与蔗糖酶活性均表现出0.01水平显著相关,因此可作为评价水田改种香蕉园土壤肥力的敏感指标。

所以,应适当增加有机肥的投入。尽管香蕉茎的回田以及半干旱栽培有利于有机质的积累,但显然还是不够的。有必要适当增加有机肥的投入,以进一步提高土壤有机质和全

(下转第5560页)

中自然风景质量较高的景区大多分布在中部地区。自然景观美的本质是美在自然,是具有客观性的。它不会以人的意志为转移,人可以感知它、欣赏它,但不能创造它<sup>[14]</sup>。越多的人工修饰,往往越会破坏自然景观的原有特色。该结论的得出可能受到调查人数少、主观因素的影响等原因而使普遍适用性降低,也因为没有对人文景观方面进行评价而略显片面,但对缺少自然风景旅游资源质量评价的绵阳旅游景区的规划、开发具有一定借鉴意义。对于绵阳市未来的景区开发,笔者建议如下。

**4.1 景区开发方向与重点** 基于绵阳市的旅游风景区整体质量较为普通,应该首先保证其现有的自然因子不被破坏,保证其应有的风景质量程度;在此基础上,对各景区中自然

风景质量较高的自然因子进行重点开发,这样可以提高景区的风景质量,开发重点应该在中部地区,南部地区则因地制宜、适度开发。各自然评价因子的开发应当明确主次、区分轻重。其中,千佛山森林公园和王朗自然保护区的色彩因子在得分上均为满分,所以应该对他们的色彩因子进行重点开发。自然景观中的色彩在构景中起着重要的作用<sup>[15]</sup>,在某些情况下,它还超过了形态的效果,成为景观的主导因子。

**4.2 景区开发具体措施** 对于A级风景区,应采取保护措施,尽量减少人为改变,同时开发出其中的高质量景点。

对于B级风景区,如佛爷洞,可以依据它独特的地貌形态,开发出相应的旅游产业,其中,应提升地下河划船的吸引力,进一步挖掘出更多的喀斯特地貌形态景点,这样可以使景区的风景质量得到一定程度的提升。对于C级风景区,如富乐山,因其人为改变程度大,自然风景质量程度低,可以采取提高其周边环境与它的搭配和谐度,使人的愉悦度上升,从而使得风景质量等级提升。

#### 参考文献

- [1] 吴必虎. 区域旅游规划原理[M]. 北京: 中国旅游出版社, 2001: 167.
- [2] 冯新灵, 罗隆诚, 张群芳, 等. 中国西部著名风景名胜旅游区旅游舒适气候研究与评价[J]. 干旱区地理, 2006(4): 598-608.
- [3] 唐继刚, 张树夫, 谯莉. 风景旅游资源评价工作心理学分析及其调控[J]. 南京师大学报: 自然科学版, 2001(3): 110-114.
- [4] 李金荣, 刘刚. 风景林景观效果的量化评价及提高风景等级的措施[J]. 东北林业大学学报, 2006, 34(8): 90-92.
- [5] 欧阳勋志, 廖为明, 彭世揆. 论森林风景资源质量评价与管理[J]. 江西农业大学学报, 2004, 26(2): 169-173.
- [6] 王晓俊. 风景资源管理和视觉影响评估方法初探[J]. 南京林业大学学报, 1992, 16(3): 70-76.
- [7] 张杰, 陈丽军. 兴安国家森林公园风景资源质量评价[J]. 中国林业经济, 2006(4): 39-41.
- [8] 保继刚. 旅游地理学[M]. 北京: 高等教育出版社, 2001: 82.
- [9] 李斌成, 李睿焯. 风景视觉资源及专家评价系统[J]. 西北农林科技大学学报: 社会科学版, 2001(1): 84-89.
- [10] WAYNE DI, STEPHEN RJ, SHEPPARD R, et al. Managing regional scenic quality in the lake aboe basin[J]. Landscape Journal, 1993, 12(1): 23-39.
- [11] 冯新灵. 绵阳旅游资源的区位特点及旅游区化[J]. 绵阳师范高等专科学校学报, 2001, 20(2): 60-63.
- [12] 金颖若. 旅游资源的兼余现象[J]. 经济地理, 2004, 24(5): 672-674.
- [13] 肖星, 严江平. 旅游资源与开发[M]. 北京: 中国旅游出版社, 2001.
- [14] 刘耀龙, 张爱国. 对绵山前山风景区美感质量(评价等级)的调查研究[J]. 山西师范大学学报: 自然科学版, 2006(1): 96-99.
- [15] 陈福义, 范保宁. 旅游资源学[M]. 北京: 中国旅游出版社, 2003: 267-270.

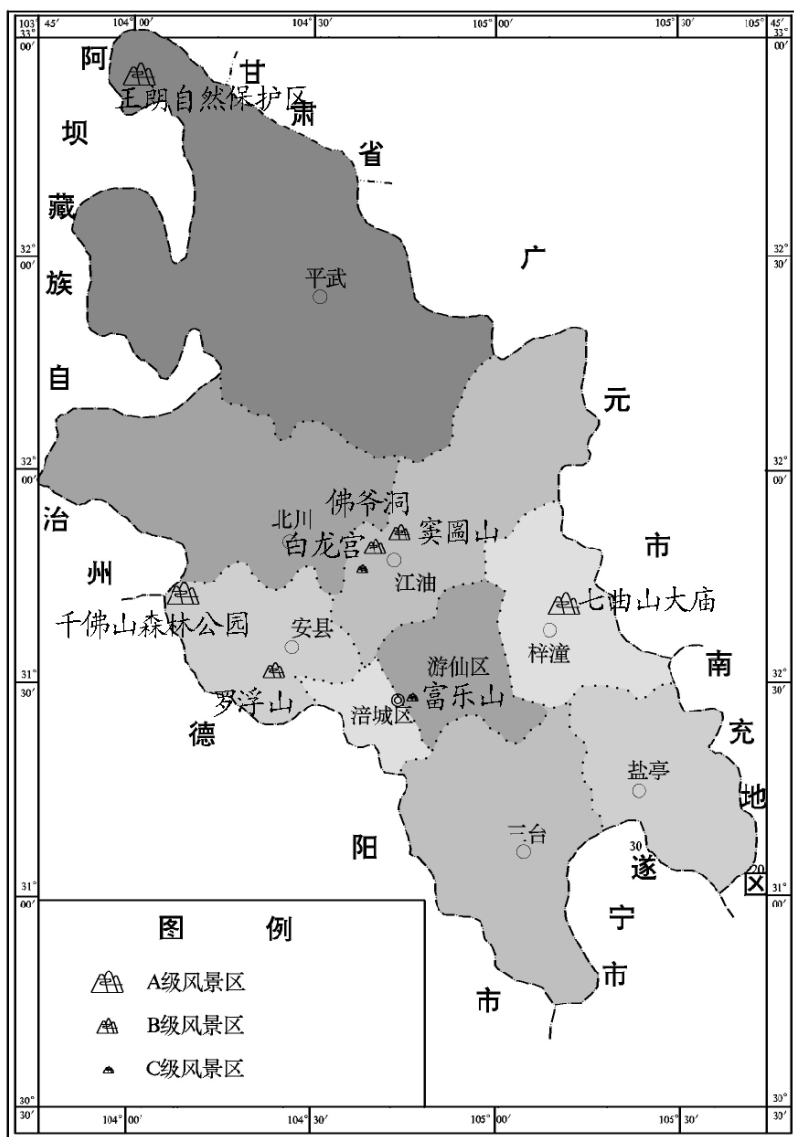


图2 绵阳市旅游景区等级图

Fig.2 Grade map of scenic spots in Mianyang City

(上接第5541页)

氮含量,保持土壤肥力。同时,应适当减少化肥的用量,选用氮、磷、钾之比为两头高中间低的复混肥品种,氯化钾肥的施用应适当控制,使养分恢复平衡。

#### 参考文献

- [1] 李辉信, 胡锋, 蔡贵信, 等. 水田、旱坡地改种蔬菜后土壤养分含量的变化[J]. 土壤, 2004, 36(6): 678-681.
- [2] 中国土壤学会农业化学委员会. 土壤农业化学常规分析[M]. 北京: 科

学出版社, 1983: 65-115.

- [3] 关松荫. 土壤酶及其研究方法[M]. 北京: 农业出版社, 1986: 91-110.
- [4] 海南省农业厅土肥站. 海南土壤[M]. 海口: 海南出版社, 1993.
- [5] 史春霞, 柏彦超, 徐香君, 等. 不同水分条件下锰元素的渗漏及其在土体中的垂直分布研究[J]. 江苏农业科学, 2007(2): 205-207.
- [6] 林瑞余, 林豪森, 张重义, 等. 不同施肥条件对鱼腥草根际土壤酶活性及根系活力的影响[J]. 中国农学通报, 2007, 23(1): 280-284.
- [7] 袁玲, 杨邦俊, 郑兰君, 等. 长期施肥对土壤酶活性和氮磷养分的影响[J]. 植物营养与肥料学报, 1997, 3(4): 300-306.
- [8] 刘建新. 不同农田土壤酶活性与土壤养分相关关系研究[J]. 土壤通报, 2004, 35(4): 523-525.