

# 甘蓝水萝卜间作对土壤理化性状及酶活性影响

覃娟, 李剑, 刘霞, 奥岩松

(上海交通大学 农业与生物学院 上海, 200240)

**摘要:** 研究了甘蓝与水萝卜间作对土壤的理化性状及脲酶、过氧化氢酶、蔗糖酶活性的影响。结果表明: 间作提高了土壤有机质、碱解氮、有效磷、速效钾含量。间作处理在 0~ 10 cm 耕作土层的脲酶和过氧化氢酶活性含量极显著高于单作处理( $P < 0.05$ ); 10~ 20 cm 耕层的脲酶活性含量较单作处理极显著的增加( $P < 0.01$ ), 过氧化氢酶活性含量显著性高于单作处理( $P < 0.05$ )。

**关键词:** 间作; 土壤理化性状; 土壤酶活性

**中图分类号:** S 630.6<sup>+</sup> 1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001- 0009(2010) 07- 0020- 03

近年来伴随着我国农业蓬勃发展, 设施栽培面积逐年提高, 现已成为我国农业产业的重要部分。但目前设施蔬菜种植方式单一, 连作障碍严重, 引起蔬菜产量下降, 品质降低, 病虫害加重等一系列问题, 已成为制约我国温室蔬菜产业可持续发展的重要因素。目前解决连作障碍最简单的办法, 是采用合理的轮作和间作制度。

土壤酶是土壤组分中最活跃的有机成分之一, 土壤酶活性反映了土壤中各种生物化学过程的强度和方向, 其活性可作为土壤肥力评价的参考指标之一<sup>[1]</sup>。目前土壤酶的研究多集中在耕地土壤和草原土壤, 而有关设施蔬菜种植制度对土壤酶活性影响的研究还鲜有报道<sup>[2]</sup>, 研究对象主要集中在大田作物以及草坪植物上, 关于蔬菜的研究较少。万淑婉<sup>[3]</sup>曾提出以脲酶、蔗糖酶及过氧化氢酶活性作为考察土壤肥力的生物学指标。试验以甘蓝和水萝卜为研究对象, 通过测定土壤的理化性状以及 3 种土壤酶活性, 旨在为土壤连作障碍的克服及合理的进行土壤管理提供一定理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

分别于 4 月 21 日、5 月 31 日、6 月 15 日、7 月 6 日按梅花形 5 点采集法采 0~ 10、10~ 20 cm 耕层土样, 剔除植物残体等, 自然风干, 用四分法分取适量土壤, 过 1 mm 筛备。

### 1.2 试验方法

试验于 2009 年 4~ 7 月在上海市松江区朱定路五库农场的温室大棚进行。试验共设置 3 个处理, 分别

为: 3 行甘蓝单作(CK)、2 行甘蓝 2 行水萝卜间作(T1)、1 行甘蓝 2 行水萝卜间作(T2), 每个处理 3 次重复, 随机区组排列, 每个小区面积为 1.5 m × 3 m。2009 年 4 月 21 日定植甘蓝, 直播水萝卜, 每行种植甘蓝 10 株、水萝卜种植 25 穴, 每穴 2~ 3 粒。

### 1.3 测定方法

1.3.1 土壤理化性状的测定 参照《土壤农业化学常规分析方法》, 测定指标包括有机质、速效钾、有效磷、碱解氮、pH 值、容重。

1.3.2 土壤酶活的测定方法 蔗糖酶用 3, 5- 二硝基水杨酸比色法测定, 酶活性以 1 g 土在 37℃ 恒温培养箱中培养 24 h 释放的葡萄糖的毫克数表示; 脲酶用靛酚蓝比色法测定, 酶活性以 1 g 土在 37℃ 恒温培养箱中培养 24 h 释放的  $\text{NH}_3\text{-N}$  的 mg 表示; 过氧化氢酶用高锰酸钾滴定法测定, 酶活性用 20 min 后 1 g 土消耗的 0.02 M 高锰酸钾的 mL 表示。

### 1.4 数据分析

数据分析采用 Excel 2003 软件和 SAS 软件。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同间作处理对土壤理化性状的影响

由表 1 可知, 3 种处理的土壤理化性状变化, T1 和 T2 处理的有机质、碱解氮、有效磷、速效钾的含量比 CK 处理要高。T1 处理下, 0~ 10 cm 和 10~ 20 cm 耕层土壤的有机质含量均较对照极显著增加, 增加幅度分别为 24.43%、9.85%; T2 处理下 0~ 10 cm 耕层土壤的有机质较对照极显著增加, 增幅为 9.09%, 但 10~ 20 cm 耕层的有机质较对照显著性减少, 减少了 5.42%。T1 和 T2 处理的碱解氮含量均极显著高于 CK 处理, 在 0~ 10 cm 耕层的增幅分别为 26.31%、35.3%; 在 10~ 20 cm 耕层的增幅分别 23.43%、57.24%, 下层的增幅大于上层。3 种处理的有效磷含量差异显著, 其中 0~ 10 cm 耕层土壤有效磷含量为 T1 > CK > T2, 在 0~ 10 cm 耕层则为 T2 > CK > T1。T1、T2 处理下, 0~ 10 cm 耕层土壤速效

第一作者简介: 覃娟(1983-), 女, 在读硕士, 现从事农田土壤二氧化碳减排措施研究工作。E-mail: qinjuan2010@sjtu.edu.cn。

通讯作者: 奥岩松(1963-), 男, 博士, 教授, 现主要从事园艺植物生理生态及设施园艺工程方面研究工作。E-mail: aoy@sjtu.edu.cn。

收稿日期: 2009- 12- 24

钾含量均较对照极显著增加, 增加幅度分别为 15%、18. 7%。T2 处理下 10~ 20 cm 耕层速效钾含量显著高

于 CK 处理, 而 T1 处理的影响不明显。

表 1 3 种处理下土壤肥力状况分析

The physico-chemical properties of experimental field							
土层深度 Depth	处理 Treatment	有机质 OM / g • kg <sup>-1</sup>	碱解氮 Avail. N / mg • kg <sup>-1</sup>	有效磷 Avail. P / mg • kg <sup>-1</sup>	速效钾 Avail. N / mg • kg <sup>-1</sup>	pH 值	容重 Bulk density / g • cm <sup>-3</sup>
0~ 10 cm	CK	3. 52±0. 11 cC	89. 06±0. 5 cC	59. 26±1. 82 bB	122. 88±2. 65bB	5. 79±0. 05aA	1. 36±0. 02aA
	T1	4. 38±0. 11 aA	112. 5±1. 4 bB	60. 51±2. 08aA	144. 57±3. 76aA	5. 68±0. 06bA	1. 37±0. 02 aA
	T2	3. 84±0. 05 bB	120. 5±1. 0 aA	62. 96±0. 74bB	145. 86±1. 72aA	5. 71±0. 02abA	1. 40±0. 04 aA
10~ 20 cm	CK	2. 03±0. 01 bB	41. 4±0. 8 cC	24. 60±0. 58bA	69. 05 ±1. 02bB	5. 73±0. 01aA	1. 47±0. 02bB
	T1	2. 23±0. 05 aA	51. 1 ±0. 94 bB	18. 63±1. 51dB	66. 79 ±3. 40bB	5. 62±0. 02bAB	1. 75±0. 03aA
	T2	1. 92±0. 07dB	65. 1±1. 03 aA	27. 75±0. 93aA	77. 19±2. 9aA	5. 58±0. 08bA	1. 78±0. 01 bB

注 大写字母表示  $P < 0.01$  水平, 小写字母表示  $P < 0.05$  水平, 同一列不同字母代表差异显著。  
Note: Capital letter expresses  $P < 0.01$  level, small letter expresses  $P < 0.05$  level, significant differences among treatment in the same column are indicated by different letters.

2.2 对土壤酶活性的影响

2.2.1 脲酶 脲酶是一种专性酶, 能专一性水解尿素, 促其水解生成氨和 CO<sub>2</sub>, 其中氨是植物氮素营养的直接来源, 脲酶活性可用来表征土壤有机态氮的转化状况和土壤氮肥的供应程度<sup>[4]</sup>。由图 1 可知, 脲酶活性具有显著的垂直分布特征, 3 个处理的 0~ 10 cm 土层的酶活

2.2.2 过氧化氢酶 过氧化氢酶是衡量土壤中氧化过程的方向和强度的指标, 其活性高低可以反应土壤解除呼吸过程中产生的过氧化氢的能力<sup>[9]</sup>。由图 2 中可知, 随着时间的推移, 过氧化氢酶活性先增加后减少, 但总

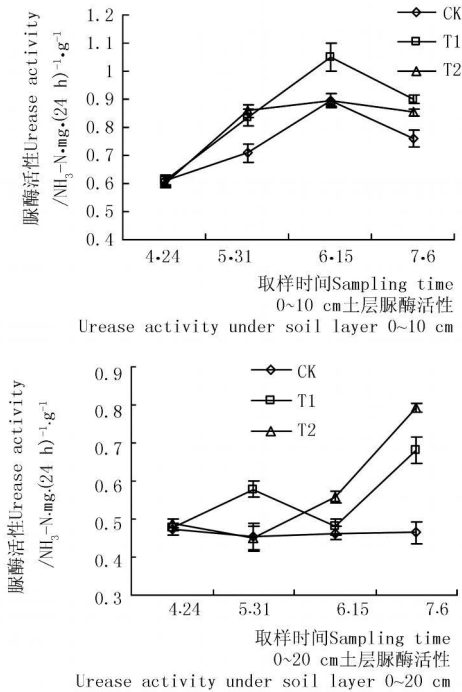


图 1 土壤脲酶活性的变化  
Fig.1 Changes of soil urease activity

性都大于 10~ 20 cm 土层的酶活性。0~ 10 cm 耕层的脲酶活性先增加后减少, 但总体是增加的, T1、T2 处理分别比 CK 提高了 13. 6%、16. 78%, 差异达显著水平; 在 5 月 31 日取样中, CK、T1、T2 处理的脲酶含量差异极显著, T1、T2 处理较 CK 处理的增幅分别为 17. 8%、21. 03%; 在 6 月 15 日取样中, T1 处理较 CK 处理的脲酶含量呈极显著增加, 增幅为 17. 06%。T1 和 T2 处理下, 10~ 20 cm 耕层的脲酶活性含量较 CK 处理有极显著的增加, 增幅分别为 47. 02%、70. 59%; 在 5 月 31 日取样中, T1 处理较 CK 处理有极显著增加, 增幅 28. 03%。

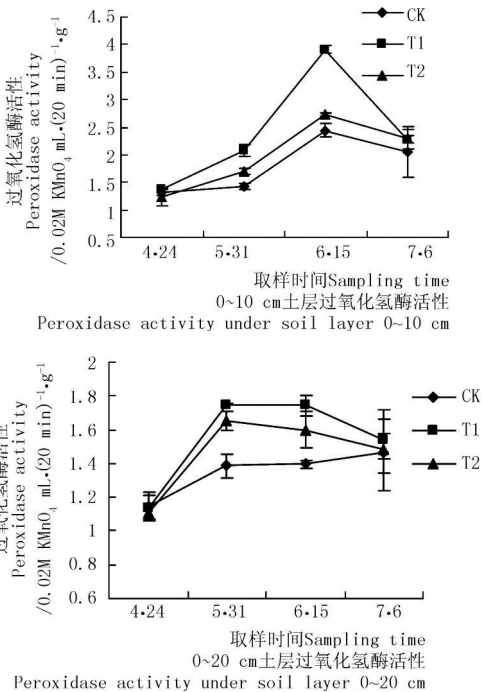


图 2 土壤过氧化氢酶活性的变化  
Fig.2 Changes of soil peroxidase activity

体是增加的。在 0~ 10 cm 土层中, T1 和 T2 处理的过氧化氢酶活性含量显著性高于 CK 处理, T1、T2 比 CK 分别提高了 10. 81%、11. 28%, 在 6 月 15 日取样中, T1 处理较 CK 处理极显著增加, 增幅为 60. 17%。在 10~ 20 cm 土层中, 5 月 31 日取样中 T1 和 T2 处理过氧化氢酶含量极显著高于 CK 处理, 增加比例分别为 26. 13%、18. 93%; 6 月 15 日 T1 和 T2 处理较 CK 处理增加幅度分别为 25. 16%、14. 78%。

2.2.3 蔗糖酶 土壤蔗糖酶源于植物根系和微生物的胞外酶, 广泛存在于土壤中, 是表征土壤微生物学活性的重要水解酶之一, 对丰富土壤中能被植物和微生物利用的易溶性营养物质有着重要的作用<sup>[4]</sup>。由图 3 可知

蔗糖酶活性也存在明显的垂直分布现象, 0~ 10 cm 耕层蔗糖酶活性大于 10~ 20 cm 耕层蔗糖酶活性。蔗糖酶变化较大, 在 0~ 10 cm 耕层中, 在 5 月 31 日和 6 月 15 日取样中, CK、T1、T2 处理蔗糖酶含量差异极显著; 在 10~ 20 cm 耕层中, 5 月 31 日取样, T1 较 CK 极显著增加, 增幅为 24.33%。

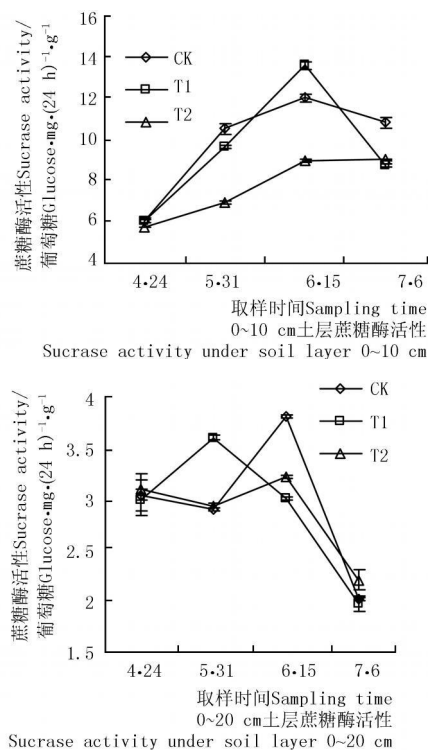


图 3 土壤蔗糖酶活性的变化

Fig. 3 Changes of soil sucrose activity

### 3 结论与讨论

间作可以提高土壤的有机质、碱解氮、速效钾的含量, 但对有效磷的影响与王建湘<sup>[7]</sup>等的研究结果不一致, T1 处理 0~ 10 cm 耕层土壤的有效磷含量比 CK 处理高, 而 10~ 20 cm 耕层土壤的有效磷含量低于 CK 处

理, 原因可能是与甘蓝和水萝卜对磷的吸收特性有关, 有待进一步研究。

土壤酶活性在植株整个生长期期间的变化与植株的生长势有一定的相关性。苗期的植株较小, 根系较小, 酶活性也较低; 随着植株的旺盛生长, 酶活性逐渐提高, 这与植株根系发达, 对养分需求较大, 代谢旺盛相符合。

甘蓝和水萝卜间作模式下 3 种酶活性的垂直分布情况与大多数研究者的结果相一致<sup>[5]</sup>, 即上层土壤酶的活性要大于下层土壤酶活性。脲酶和过氧化氢酶在间作模式下的酶活性要高于单作模式, 这说明间作是能改善土壤的微环境, 提高土壤酶活性的。但蔗糖酶活性变化与章轶等<sup>[8]</sup>的研究结果不相符, 甘蓝单作中的蔗糖酶活性大多数要高于间作模式下的酶活性, 原因可能是甘蓝和萝卜对与蔗糖酶分解的营养物质存在竞争或拮抗作用。

甘蓝和水萝卜间作明显改善了土壤的理化性状, 提高了土壤有机质含量, 增加了土壤养分, 提高土壤酶和微生物的活性, 加速有机物的矿化。因此, 间作能够减轻连作障碍的不利影响。

### 参考文献

- [1] 邱莉萍, 刘军, 王益权. 土壤酶活性与土壤肥力的关系研究[J]. 植物营养与肥料学报, 2004, 10(3): 277-280.
- [2] 廖铁军, 黄云. 紫色土脲酶活性与土壤营养的研究[J]. 西南农业大学学报, 1995, 17(1): 72-75.
- [3] 万淑婉. 双季稻高产田的土壤微生物及土壤酶生物学指标[J]. 江西农业大学学报, 1993, 15(4): 351-355.
- [4] 刘圳, 白昌军, 虞道耿. 牧草间作对桉树人工林下土壤酶活性的影响[J]. 安徽农业科学, 2009, 37(12): 5723-5724.
- [5] 刘均霞, 陆引罡, 远红伟, 等. 玉米、大豆间作对根际土壤微生物数量和酶活性的影响[J]. 贵州农业科学, 2007, 35(2): 60-61.
- [6] 薛立, 赖日石, 陈红跃, 等. 不同坡位造林地土壤酶活性与土壤养分的关系[J]. 土壤通报, 2002, 33(4): 278-280.
- [7] 王建湘, 周杰良, 李树战. 南方丘陵山地梨园间作早稻对土壤理化性质的影响[J]. 中国水土保持, 2007(5): 33-34.
- [8] 章轶, 刘秀清, 孙晓莉. 栗茶间作模式对土壤酶活性和土壤养分的影响[J]. 土壤肥料科学, 2008, 24(4): 265-268.

## Effect of Intercropping Pattern of *Brassica Oleracea* with Cherry Radish on Soil Enzyme Activities and Soil Physico-chemical Properties

QIN Juan, LI Jian, LIU Xia, AO Yan-song

(School of Agriculture and Biology, Shanghai Jiaotong University, Shanghai 200240)

**Abstract:** The experiment was carried out to study effect of intercropping pattern of *Brassica Oleracea* with Cherry Radish on soil enzyme activities and soil physico-chemical properties. The results showed that organic matter, available nitrogen, available potassium, available phosphorus was increased under intercropping pattern. In 0~ 10 cm layer of soil, the activity of urease, peroxidase in intercropping pattern was higher than those in single cropping pattern at significant level ( $P < 0.05$ ). In 10~ 20 cm layer of soil, compared with control treatment, the activity of urease was enhanced at very significant level ( $P < 0.01$ ); but the activity of peroxidase was significant higher than control treatment ( $P < 0.05$ ).

**Key words:** intercropping pattern; soil physico-chemical properties; soil enzyme activities