

郭磊,宋宏峰,俞明亮,等.桃园生草对土壤养分及酶活性的影响[J].江苏农业科学,2017,45(19):205-208.

doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2017.19.046

# 桃园生草对土壤养分及酶活性的影响

郭磊,宋宏峰,俞明亮,张斌斌,汪晨雨

(江苏省农业科学院果树研究所/江苏省高效园艺作物遗传改良重点实验室,江苏南京 210014)

**摘要:**在南京地区桃园行间播种黑麦草(*Lolium perenne* L.)和紫花苜蓿(*Medicago sativa* L.),以自然生草为对照,研究不同生草方式对桃园土壤不同土层含水率、酸碱度、酶活性及土壤养分的影响。结果表明,种植黑麦草 0~20 cm 土层的全氮、全磷、速效磷、速效钾含量比自然生草分别显著提高 47.19%、36.59%、66.25%、7.85%,种植紫花苜蓿的土壤全钾、碱解氮含量比自然生草分别显著提高 9.51%、39.83% ( $P<0.05$ );种植黑麦草、紫花苜蓿可整体提高土壤过氧化氢酶、磷酸酶活性,其中 0~20 cm 土层的过氧化氢酶活性各提高 13.49%,20~40 cm 土层的过氧化氢酶活性分别提高 19.13%、32.17%;种植黑麦草对提高土壤有机质含量、含水率的总体效果优于紫花苜蓿、自然生草。

**关键词:**桃园;果园生草;土壤营养;酶活性;黑麦草;紫花苜蓿

**中图分类号:** S662.106 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2017)19-0205-03

长期以来,清耕是我国果园管理维护的主要农艺措施,有防虫害、操作简单等特点。但是近年研究发现,长期清耕容易导致土壤板结、有机质下降、土壤养分失衡等一系列土壤退化问题<sup>[1-3]</sup>,进而对果实品质提高、产量增加造成不利影响,果园可持续发展形势严峻。有研究表明,果园生草能够增加土壤有机质含量、提高土壤肥力<sup>[4-6]</sup>,改善果园生态环境,缩小土壤的温湿度变化幅度<sup>[7]</sup>;能够提高果实品质和产量<sup>[8]</sup>,增加害虫天敌数量,减少果树病虫害的发生<sup>[9-10]</sup>。果园生草是全方位提升果园综合生产能力与效率、实现果树产业可持续发展的土壤管理模式<sup>[11]</sup>,而果园生草对土壤影响的研究结果国内外并不完全一致<sup>[2]</sup>。

目前,生草方式主要有人工种草、自然生草 2 种,而我国人工种草技术、生草果园面积至今推广发展较慢,究其原因主要是对不同草种不同地域适应性的相关研究不够深入<sup>[12]</sup>。因此,进一步探讨不同生草方式对桃园土壤水肥调控效果,完善果园生草配套技术,对加快果园生草技术的示范与推广,实现中国桃产业的可持续发展具有重要意义。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验地概况

试验于 2013—2015 年在江苏省农业科学院果树研究所桃园进行。桃园所处位置为亚热带季风气候,年降水量为 1 200 mm,四季分明;年平均温度为 15.4℃,年极端气温最高为 39.7℃,最低气温为 -13.1℃。试验桃树品种为霞晖 8 号,南北行向种植。

收稿日期:2015-12-10

基金项目:现代农业产业技术体系建设专项(编号:CARs-31);江苏省农业三新工程(编号: SXGC[2014]300);江苏省农业科技自主创新资金[编号: CX(15)1020]。

作者简介:郭磊(1984—),男,山西太原人,硕士,助理研究员,主要从事果树栽培生理研究。E-mail: guolei\_92@163.com。

通信作者:俞明亮,研究员,主要从事桃育种研究。E-mail: mly1008@aliyun.com。

### 1.2 试验设计

供试牧草为 1 年生禾本科植物黑麦草(*Lolium perenne* L.)和多年生豆科草本植物紫花苜蓿(*Medicago sativa* L.),以自然生草对照(CK),共 3 个处理,重复 3 次,采取单因素随机区组设计。黑麦草、紫花苜蓿采用行间生草模式,于每年 10 月上旬播种,播种量均为 30 kg/hm<sup>2</sup>;从第 1 年(2013 年)开始,每年 4—5 月与自然生草同时刈割,并作为绿肥均匀覆盖桃园及生草带,同年 9 月下旬再次刈割、翻压。桃树、牧草的田间管理措施同一般果园。

### 1.3 土样采集

2015 年 9 月下旬即人工种植黑麦草和紫花苜蓿 3 年,每小区按 5 点取样法,用土钻分别采集深度为 0~20、20~40 cm 的土样;分层混匀,剔除石块、植物残根等杂物,并用无菌塑料袋装好,迅速带回实验室;风干,研磨,过 1 mm 筛,待测。

### 1.4 测定指标与方法

全氮、碱解氮含量分别采用硫酸-高氯酸消煮法、碱解-扩散法测定,土壤全磷、速效磷含量采用钼锑抗比色法测定,全钾、速效钾含量采用原子吸收光谱法测定,有机物含量采用 K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> 氧化外加热法<sup>[13]</sup>测定。蔗糖酶活性采用 3,5-二硝基水杨酸比色法测定,以葡萄糖 mg/g(37℃,24 h)表示;脲酶活性采用苯酚钠比色法测定,以 NH<sub>3</sub>-N mg/g(37℃,24 h)表示;过氧化氢酶活性采用高锰酸钾滴定法测定,以 0.02 mol/L KMnO<sub>4</sub> mL/g(25℃,20 min)表示;碱性磷酸酶采用磷酸苯二钠比色法测定,以酚 mg/(g·d)(37℃,24 h)表示;土壤 pH 值、含水量分别采用电位法、烘干法<sup>[14]</sup>测定。测定 3 次,取平均值。

### 1.5 数据分析

采用 Excel 2007、DPS 软件进行数据整理、图表绘制和差异显著性分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 生草桃园不同土层土壤养分含量的变化

由表 1 可见,不同土层各处理的土壤养分含量存在一定

差异;土层深度为 20~40 cm 的土壤其全氮、全磷、碱解氮含量多小于对应生草方式 0~20 cm 的土壤;人工种草可明显提高 0~20 cm 土层的土壤养分含量,其中种植紫花苜蓿和黑麦草的土壤其全氮、全磷、碱解氮、速效磷含量均显著高于自然生草处理( $P<0.05$ );种植紫花苜蓿的土壤,其 0~20 cm 土层的全钾、碱解氮含量相对最高,分别为 17.39 g/kg、

102.44 mg/kg,较自然生草分别显著提高 9.51%、39.83% ( $P<0.05$ );种植黑麦草的土壤,其 0~20 cm 土层的全氮、全磷、速效磷、速效钾含量相对最高,分别为 1.31 g/kg、1.12 g/kg、8.03 mg/kg、111.00 mg/kg,较自然生草分别显著提高 47.19%、36.59%、66.25%、7.85% ( $P<0.05$ )。

表 1 生草对不同土层土壤养分的影响

土层深度 (cm)	处理	全氮 (g/kg)	全磷 (g/kg)	全钾 (g/kg)	碱解氮 (mg/kg)	速效磷 (mg/kg)	速效钾 (mg/kg)
0~20	自然生草	0.89±0.28b	0.82±0.02c	15.88±0.07b	73.26±2.43c	4.83±0.06c	102.92±0.59b
	紫花苜蓿	1.21±0.07a	0.93±0.00b	17.39±0.13a	102.44±2.16a	6.30±0.42b	101.54±1.05b
	黑麦草	1.31±0.11a	1.12±0.03a	16.04±0.24b	93.25±2.66b	8.03±0.10a	111.00±0.85a
20~40	自然生草	0.85±0.12a	0.82±0.05b	16.36±0.04b	64.06±2.10b	5.91±0.23a	89.43±0.60a
	紫花苜蓿	0.88±0.09a	0.63±0.00c	17.02±0.13a	72.31±2.58a	2.97±0.48c	82.24±0.81b
	黑麦草	1.01±0.04a	0.91±0.01a	16.42±0.05b	54.12±1.13c	5.36±0.18b	88.14±1.36a

注:同列数据后不同小写字母表示同一土层不同处理间差异显著( $P<0.05$ )。表 2 同。

2.2 生草对桃园不同土层土壤酶活性的影响

由表 2 可见,由于酶的种类及土壤深度的不同,除土壤脲酶外,蔗糖酶、过氧化氢酶、磷酸酶在不同处理间有较大差异;种植黑麦草可显著提高 20~40 cm 土层土壤的蔗糖酶活性( $P<0.05$ );与自然生草相比,种植紫花苜蓿和黑麦草可显著提高土壤的过氧化氢酶活性( $P<0.05$ ),其中 0~20 cm 土层

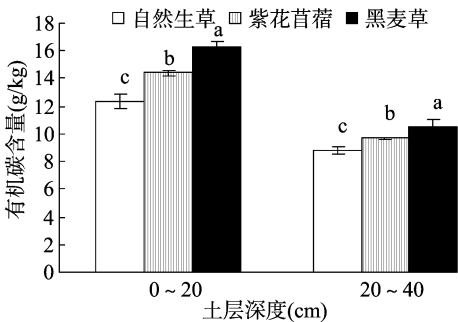
的过氧化氢酶活性比对照各提高 13.49%、20~40 cm 土层的过氧化氢酶活性比对照分别提高 32.17%、19.13%;不同土层的磷酸酶活性差异明显,0~20 cm 土层的磷酸酶活性大小为黑麦草>紫花苜蓿>自然生草,而 20~40 cm 土层的磷酸酶活性以种植紫花苜蓿相对最高。

表 2 生草对不同土层土壤酶活性的影响

土层深度 (cm)	处理	蔗糖酶活性 (mg/g)	脲酶活性 (mg/g)	过氧化氢酶活性 (mL/g)	磷酸酶活性 (mg/g)
0~20	自然生草	339.70±26.88a	10.09±0.84a	1.26±0.03b	67.52±0.81c
	紫花苜蓿	368.76±33.85a	8.99±0.11a	1.43±0.01a	78.06±2.13b
	黑麦草	339.66±24.95a	9.90±0.08a	1.43±0.02a	85.64±1.30a
20~40	自然生草	195.77±7.47b	6.33±0.29a	1.15±0.03c	31.25±1.02b
	紫花苜蓿	178.09±28.35b	5.37±0.83a	1.52±0.01a	56.39±2.43a
	黑麦草	256.87±2.65a	5.47±0.68a	1.37±0.01b	31.88±2.92b

2.3 生草对桃园土壤有机碳、有机质含量的影响

由图 1 可见,桃园生草对土壤有机碳含量的增加与生草种类有关,不同生草处理的桃园其土壤有机碳含量差异显著( $P<0.05$ ),其中种植黑麦草的各土层有机碳含量相对最高,紫花苜蓿次之,自然生草相对最低;种植黑麦草的土壤,其 0~20 cm 土层有机碳含量分别比自然生草、种植紫花苜蓿显著提高 31.61%、12.74%,20~40 cm 土层分别比自然生草、种植紫花苜蓿显著提高 19.77%、9.00% ( $P<0.05$ )。



柱形图上标注不同小写字母表示同一土层深度不同处理间差异显著( $P<0.05$ )。下同

图1 生草对不同土层深度有机碳含量的影响

由图 2 可见,不同生草处理对土壤有机质含量的影响与有机碳含量类似,各土层有机质含量高低为黑麦草>紫花苜蓿>自然生草,且 0~20 cm 土层的有机质含量提高更为明显,种植黑麦草 0~20 cm 土层的有机质含量比自然生草提高 31.66%,而 20~40 cm 土层有机质含量仅比对照提高 19.92%。

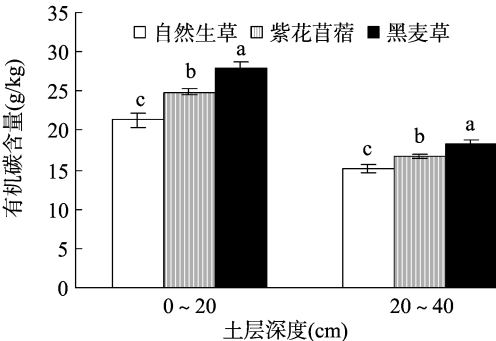


图2 生草对不同土层深度有机质含量的影响

2.4 生草对桃园土壤含水率及 pH 值的影响

由图 3、图 4 可见,与自然生草相比,种植黑麦草、紫花苜

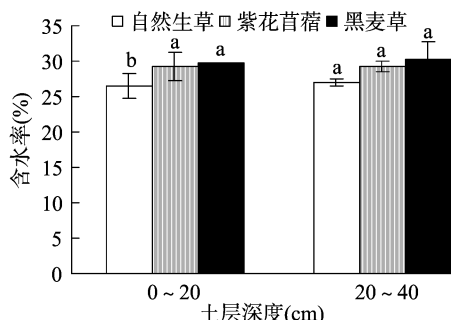


图3 生草对不同土层深度含水率的影响

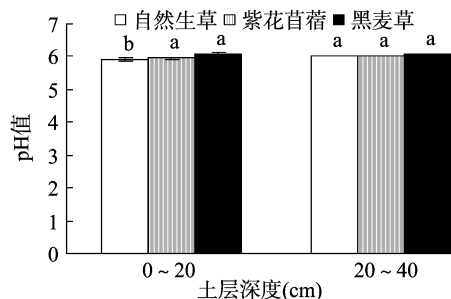


图4 生草对不同土层深度 pH 值的影响

苜蓿均能显著提高 0 ~ 20 cm 土层土壤的含水率、pH 值 ( $P < 0.05$ ), 而 20 ~ 40 cm 土层影响差异不显著 ( $P > 0.05$ ); 种植黑麦草和紫花苜蓿的土壤其含水率、pH 值相互间差异不显著 ( $P > 0.05$ ), 说明这 2 种人工生草处理都能有效减少地表土壤水分的蒸发, 增加土壤水分的入渗, 提高土壤的含水量, 同时可调节表层土壤的 pH 值, 使土壤 pH 值接近中性。

### 3 结论与讨论

目前, 果园生草技术在中国推广应用仍存在一定障碍, 其中很重要的原因就是受杂草与果树争肥、争水传统观念的影响<sup>[11]</sup>。因此, 探讨生草果园土壤养分、酶活性及水分等的变化规律, 用科学的手段解释果园生草对土壤的影响就十分必要。桃园生草可以增加土壤的植被覆盖度<sup>[15]</sup>, 有效减少地表土壤水分的蒸发<sup>[16]</sup>, 对土壤水分含量有一定的调节作用。在本试验中, 桃园行间种植紫花苜蓿、黑麦草与自然生草相比, 其土壤尤其是表层土壤的含水量有不同程度的提高, 这可能是由于人工种植的草生长更为一致, 植被覆盖更为均匀, 从而对地表土壤水分的散失有更好的缓冲作用。同时, 人工生草能有效调节土壤 pH 值, 降低土壤酸度, 起到保水保墒的作用, 这与曾丹娟等的研究结论<sup>[4]</sup>一致。

土壤 N、P、K 等矿质营养元素的稳定供应是保证果树正常生长发育的前提。侯启昌研究发现, 种植白三叶可增加土壤 K 的质量分数, 而种植紫花苜蓿可增加土壤 P 的质量分数<sup>[17]</sup>; 曾丹娟等研究发现, 果园种植黑麦草不仅能够改善表层土壤的物理性状, 还提高了土壤水解氮、速效磷、速效钾的含量, 改善了土壤实际供肥能力<sup>[4]</sup>; 李会科等研究表明, 黑麦草对有机态 P 的活化作用强于白三叶, 而白三叶提高水解 N 的能力强于黑麦草<sup>[18]</sup>。本试验结果表明, 不同草种对矿质元素的调控效果存在差异, 种植黑麦草可增加土壤全磷、速效磷等的含量, 而种植紫花苜蓿可明显增加土壤 K 元素的含量。单一草种植或许不能满足 N、P、K 等多种矿质营养元素协

调、均衡供应的需求<sup>[11]</sup>。

桃园生草刈割后覆盖的草、大量的生草根系及桃树枯枝落叶等残体有利于土壤有机质的形成, 可以提高土壤有机碳含量<sup>[2]</sup>。本试验结果表明, 桃园生草 3 年, 种植黑麦草的土壤有机碳含量提高效果最为明显, 与李华等的研究结论<sup>[19]</sup>一致, 这是因为黑麦草为冷季型牧草, 在 3 月生长迅速, 刈割时草产量显著高于其他牧草品种<sup>[4]</sup>。土壤酶是由微生物、动植物活体及残骸分解释放到土壤中的一类活性物质<sup>[20]</sup>, 其活性不仅反映土壤生物活性和土壤生化反应强度, 还是评价土壤肥力及土壤健康的重要指标<sup>[21]</sup>。本研究表明, 与自然生草相比, 人工种植紫花苜蓿、黑麦草可明显提高土壤过氧化氢酶、磷酸酶的活性, 其主要原因是由于人工生草后土壤中的有机质含量相对更高, 微生物可利用的营养物质更加丰富, 进而增加了酶的含量和活性<sup>[22]</sup>。

总体而言, 不同生草处理对土壤的影响虽有一定差别, 但人工生草对桃园土壤养分的提高和理化性质的改善有较好的作用, 在今后的研究与生产中应进一步根据不同区域、不同土壤类型等选择相应的草种类型, 开展草种组合选配研究, 进行多草混作试验, 这对提高果园生草培肥将有重要的意义。

### 参考文献:

- [1] Chen H S, Rang Z D. An elementary analysis on technique and benefits of covering orchard with grass [J]. Research of Soil and Water Conservation, 1995, 2(1): 95 - 98.
- [2] 王耀锋, 邵玲玲, 刘玉学, 等. 桃园生草对土壤有机碳及活性碳库组分的影响 [J]. 生态学报, 2014, 34(20): 6002 - 6010.
- [3] 王超, 白龙, 赵波, 等. 温带果园适宜草种及其播量的初步筛选 [J]. 草业科学, 2014, 31(2): 284 - 289.
- [4] 曾丹娟, 黄玉清, 莫凌, 等. 果园套种牧草地上生物量的动态变化及其对土壤肥力的影响 [J]. 草业科学, 2011, 28(12): 2170 - 2174.
- [5] Xu M G, Wen S L, Gao J S. Effects of different forage planting model on soil and water conservation and environments in red hilly regions [J]. Journal of Soil and Water Conservation, 2001, 15(1): 77 - 80.
- [6] Li H, Hui Z M, Zhang Z W, et al. Effect of green covering on soil fertility and grape leaf nutrient content of vineyard [J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering, 2004, 20(S1): 116 - 119.
- [7] 董素钦. 果园套种牧草对生态环境、培肥地力的影响 [J]. 现代农业科技, 2006(23): 11 - 12.
- [8] 俞立恒, 毛培春, 孟林, 等. 京郊果园种植几种优质果园草覆盖越冬技术研究 [J]. 草业科学, 2009, 26(6): 166 - 171.
- [9] 万年峰, 季香云, 蒋杰贤, 等. 桃园生草对桃树上主要害虫及天敌生态位的影响 [J]. 生态学杂志, 2011, 30(1): 30 - 39.
- [10] Landis D A, Wratten S D, Gurr G M. Habitat management to conserve natural enemies of arthropod pests in agriculture [J]. Annual Review of Entomology, 2000, 45: 175 - 201.
- [11] 吴玉森, 张艳敏, 冀晓昊, 等. 自然生草对黄河三角洲梨园土壤养分、酶活性及果实品质的影响 [J]. 中国农业科学, 2013, 46(1): 99 - 108.
- [12] 吕德国, 秦嗣军, 杜国栋, 等. 果园生草的生理生态效应研究与应用 [J]. 沈阳农业大学学报, 2012, 43(2): 131 - 136.
- [13] 鲍士旦. 土壤农化分析 [M]. 北京: 中国农业出版社, 2000.

刘 冲,王茂文,邢锦城,等. 沿海滩涂增施氮肥对马齿苋生长发育及土壤微生物环境的影响[J]. 江苏农业科学,2017,45(19):208-210.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2017.19.047

# 沿海滩涂增施氮肥对马齿苋生长发育 及土壤微生物环境的影响

刘 冲,王茂文,邢锦城,丁海荣,朱小梅,赵宝泉,董 静,温祝桂,洪立洲

(江苏沿海地区农业科学研究所,江苏盐城 224002)

**摘要:**为明确沿海滩涂上增施氮肥对马齿苋生长发育及土壤微生物环境的影响,通过田间小区试验研究了 5 个氮肥水平(CK;N<sub>1</sub>:100 kg/hm<sup>2</sup>;N<sub>2</sub>:150 kg/hm<sup>2</sup>;N<sub>3</sub>:200 kg/hm<sup>2</sup>;N<sub>4</sub>:250 kg/hm<sup>2</sup>)对马齿苋生长发育、土壤养分及土壤微生物特性的影响。结果表明:增施氮肥能显著改善马齿苋生长发育,提高其生物产量,其中 N<sub>3</sub>、N<sub>4</sub> 达显著水平,鲜质量分别比对照增加 19.3%、18.9%;增施氮肥后,土壤盐分呈现逐渐下降的趋势,土壤各养分指标呈现上升的趋势。N<sub>3</sub> 水平下,土壤盐分仅为对照的 88.6%,土壤全氮含量、有机质含量分别比对照增加 21.5%、16.9%;在沿海滩涂上施用氮肥,土壤微生物群落物种丰富度指数、均匀度指数均高于 CK 处理,且施氮量越大,指数值越大,N<sub>3</sub>、N<sub>4</sub> 水平达显著差异。氮肥用量越大,优势度指数越小。由此可见,在沿海滩涂上增施氮肥,可显著改善马齿苋的生长发育,促进其生长;增施氮肥能够增加土壤养分,降低土壤盐分,提高土壤微生物多样性,增加土壤微生物活性,起到改善土壤生态环境的效果,且以 N<sub>3</sub> 和 N<sub>4</sub> 效果最佳。

**关键词:**马齿苋;氮肥;生长发育;土壤微生物;土壤生态

**中图分类号:**S158.3 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2017)19-0208-03

随着我国人口的增长和城市交通建设用地的不断增加,有限的耕地资源不断减少,人地矛盾空前严峻<sup>[1]</sup>。我国东部沿海具有广阔的滩涂土地资源,且每年可以形成约 2 万 hm<sup>2</sup> 的淤泥质滩涂,这为全国特别是沿海省份的长期发展提供了最实际的耕地后备资源<sup>[2]</sup>。

滩涂土壤属于特殊原始土壤,最显著的特征就是盐分含量高,养分含量低<sup>[3]</sup>。氮是植物必需的主要营养元素之一,参与植物体内许多重要化合物的组成及多种营养代谢,与植物的生长发育及产量和品质的形成关系密切<sup>[4]</sup>。施用氮肥是现代农业的一项标志性措施,其对作物产量的提高使全球 70 亿人口得以存活<sup>[5]</sup>。研究表明,在盐碱地上,控释氮肥的施用能有效提高棉花的抗逆性,减缓衰老,获得较高产量<sup>[6]</sup>;

还可降低土壤中的 Na<sup>+</sup> 浓度,降低盐害<sup>[7]</sup>。

马齿苋(*Portulaca oleracea* L.)为马齿苋科一年生草本植物,药食两用,具有肉质、多汁型叶片;叶片具有保持水分的细胞,能抵御一定的盐分胁迫<sup>[8]</sup>;且在高盐分地区马齿苋仍能获得较高的产量<sup>[9]</sup>。本研究通过田间试验,探讨了沿海滩涂上增施氮肥对马齿苋生长发育及土壤养分、土壤微生物特性的影响,以期沿海滩涂马齿苋人工栽培中氮肥的营养措施及改良沿海滩涂土壤生态环境提供指导依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验地点与供试土壤

试验地点位于江苏省大丰市金海农场滩涂试验基地,东距黄海约 6 km,处于北亚热带季风气候区,年均降水量 1 058.4 mm,主要集中在 6—8 月。供试土壤为冲积盐土类,土壤盐渍化是制约该地区农业生产发展的主要障碍因子。试验地土壤理化性质见表 1。

### 1.2 试验设计及田间管理

氮肥(纯氮)处理设 4 个水平计 5 个处理:CK(0 kg/hm<sup>2</sup>)、

收稿日期:2016-05-10

基金项目:江苏省农业科技自主创新资金[编号:CX(14)2046]。

作者简介:刘 冲(1984—),男,江苏盐城人,硕士,助理研究员,主要从事耐盐植物栽培利用研究。E-mail:cellbio@163.com。

通信作者:洪立洲,研究员,主要从事土壤肥料与盐土农业工程研究。

E-mail:yehonglz@163.com。

[14]关松荫.土壤酶及其研究方法[M].北京:农业出版社,1986.

[15]郑重禄.生草栽培对柑橘园土壤肥力的影响[J].浙江柑橘,2011,28(1):21-26.

[16]张桂玲.秸秆和生草覆盖对桃园土壤养分含量,微生物数量及土壤酶活性的影响[J].植物生态学报,2011,35(12):1236-1244.

[17]侯启昌.黄河故道地区梨园生草栽培的生态效应[J].果树学报,2009,26(5):739-743.

[18]李会科,张广军,赵政阳,等.黄土高原旱地苹果园生草对土壤养分的影响[J].园艺学报,2007,34(2):477-480.

[19]李 华,惠竹梅,张振文,等.行间生草对葡萄园土壤肥力和葡萄叶片养分的影响[J].农业工程学报,2005,20(增刊1):116-119.

[20]姜小凤,王淑英,丁宁平,等.施肥方式对旱地土壤酶活性及养分的影响[J].核农学报,2010,24(1):136-141.

[21]马忠明,杜少平,王 平,等.长期定位施肥对小麦玉米间作土壤酶活性的影响[J].核农学报,2011,25(4):796-801.

[22]付学琴,刘琨珥,黄文新.南丰蜜橘园自然生草对土壤微生物和养分及果实品质的影响[J].园艺学报,2015,42(8):1551-1558.