

田常杰,李 岩,王智华.银杏园生草对土壤理化性状及酶活性的影响[J].江苏农业科学,2015,43(5):321-323.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2015.05.105

银杏园生草对土壤理化性状及酶活性的影响

田常杰¹,李 岩²,王智华²

(1.胜利石油管理局银杏开发中心,山东东营 257001; 2.东营市农业科学研究院,山东东营 257091)

摘要:为了明确自然生草条件下黄河三角洲银杏园土壤养分、酶活性及物理性状的变化特征,以银杏园自然生草土壤为对象,在 60 cm 土层内分层取样,测定土壤养分、酶活性、容重、孔隙度、水稳性团聚体含量等指标,分析自然生草土壤环境变化特征。结果表明:自然生草显著提高了黄河三角洲银杏园 0~40 cm 不同土层有机质含量,降低了土壤含盐量,生草处理的 0~20 cm 土层碱解氮含量、速效磷含量、速效钾含量显著提高,分别比清耕处理高 31.2%、49.9%、20.7%;生草显著提高土壤 0~40 cm 土层土壤脲酶、蔗糖酶、蛋白酶、碱性磷酸酶活性;生草处理 0~20 cm、20~40 cm 土层粒径 >0.25 mm 的土壤水稳性团粒含量显著增加;生草降低了 0~40 cm 耕层土壤容重,增加了土壤孔隙度。总体看出,自然生草有利于银杏园土壤耕层养分和酶活性的提高,有利于土壤物理性状的改善。

关键词:盐碱地;银杏;生草;土壤理化性质;酶活性

中图分类号: S153 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2015)05-0321-03

生草制是解决传统清耕引起的水土流失、土壤有机质减少、土壤肥力下降和果品品质变劣的果园地面管理措施之一^[1],欧美及日本等发达国家现已普遍推行并取得了良好的生态和经济效益。我国于 1998 年将果园生草作为绿色果品生产措施在全国推广。近年来,中国在果园生草研究方面取得了很大进展,多数研究集中在苹果园、梨园、桃园、葡萄园、橘园、龙眼园生草对土壤环境的影响^[2-7]。研究表明,与清耕园相比,生草可提高梨园土壤碱性磷酸酶、蔗糖酶、过氧化氢酶的活性和有机质含量,有利于苹果园土壤物理性状的持续改善。

目前针对银杏园生草的研究还很少,有关黄河三角洲盐碱地生草对银杏园土壤环境的影响至今未见研究报道。黄河三角洲地区土壤盐渍化程度高,立地条件较差,严重制约了银杏的发展,降低土壤含盐量、改善土壤理化性状对当地银杏生产至关重要。研究生草对银杏园土壤环境的影响,揭示生草前后土壤理化性状变化特征,对改善黄河三角洲地区银杏园土壤环境、建立科学合理的生草管理模式、促进银杏的产业化发展具有重要的指导意义。本试验以胜利油田农业公司银杏园为对象,通过研究自然生草条件下银杏园土壤酶活性、土壤理化性状变化特征,旨在为滨海盐碱地银杏园土壤改良及生草技术的推广应用提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验于 2012—2013 年在东营市胜利油田农业公司银杏园进行,银杏品种为 10 年生圆铃 6 号,栽植密度 825 株/hm²。试验园面积 2.5 hm²,土壤为滨海盐化潮土,含盐量 0.3%,pH

值 8.5,有机质含量 12.8 g/kg,全氮含量 0.52 g/kg,全磷含量 0.20 g/kg,全钾含量 21.58 g/kg,碱解氮含量 135 mg/kg,速效磷含量 20 mg/kg,速效钾含量 152 mg/kg,立地条件一致,常规管理。

1.2 试验设计

试验设生草区、清耕区 2 个处理,每处理 3 次重复,面积 0.4 hm²。生草区从 2008 年春季开始进行全园自然生草,连续生草 4 年,每年刈割 3~4 次,就地覆盖;清耕区采取人工除草方式,杂草全部清理至园外。各处理其他田间管理措施一致。

1.3 自然生草地被植物群落

不同处理小区秋季草种类为:优势种主要为马唐 [*Digitaria sanguinalis* (L.) Scop.], 伴生种有稗 [*Echinochloa crus-galli*]、虎尾草 [*Chloris virgata* Swartz.]、打碗花 [*Calystegia hederacea* Wall.] 等 7 种。

1.4 样品采集及处理

土壤样品于 2012 年 9 月中旬在各小区按 5 点取样法取样,用土钻分别取 0~20 cm、20~40 cm、40~60 cm 土层土样,分层混匀,剔除石块、植物残根等杂物后装入塑料袋,经风干后研磨、过筛待测。

1.5 测定方法

土壤含盐量与养分测定:土壤水溶性总盐采用残渣烘干-质量法^[8]测定;土壤有机质采用重铬酸钾容量法^[8]测定;碱解氮含量采用碱解扩散法^[8]测定;速效磷含量采用碳酸氢钠浸提钼锑抗比色法^[8]测定;速效钾含量采用乙酸铵浸提-火焰光度法^[8]测定;pH 值以土:水=1:2.5 稀释,用酸度计测定^[8]。

土壤物理性质测定:土壤容重、孔隙度采用环刀法测定;土壤水稳性团聚体含量用人工筛分法测定 0.25~0.50 mm、0.5~1.0 mm、1.0~2.0 mm、2.0~5.0 mm、>5.0 mm 各级水稳性团粒含量^[9]。

酶活性测定:蔗糖酶采用 3,5-二硝基水杨酸比色法测

收稿日期:2014-06-05

作者简介:田常杰(1963—),男,山东东营人,高级工程师,主要从事银杏栽培与盐碱地改良工作。Tel:(0546) 8711229;E-mail:dyntykzws@163.com。

定^[10],结果以 24 h 后 1 g 风干土产生的葡萄糖质量 (mg) 表示;脲酶活性采用苯酚钠比色法测定^[10],结果以 24 h 后 1 g 风干土转化生成氨氮的质量 (mg) 表示;蛋白酶活性测定采用铜盐比色法^[10],以 24 h 风后 1 g 干土转化生成氨基酸质量 (mg) 表示;碱性磷酸酶采用磷酸苯二钠比色法^[10],以 24 h 后 1 g 风干土释放出酚的质量 (mg) 表示^[10]。

1.6 数据分析

采用 Excel 2003 和 DPS 7.05 数据分析软件进行统计分析,多重比较采用最小显著差数法 (least significant difference, LSD)。

2 结果与分析

2.1 生草对土壤含盐量及土壤养分的影响

由表 1 可以看出,生草处理的 0~60 cm 土层总盐含量均低于清耕处理;生草处理的 0~20 cm 土层有机质含量、碱解氮含量、速效磷含量、速效钾含量显著高于清耕处理,分别比清耕处理高 19.4%、31.2%、49.9%、20.7%;生草处理 20~40 cm 土层有机质含量、速效磷含量、速效钾含量显著高于清耕处理,分别比清耕处理高 26.2%、20.8%、24.1%;处理间 40~60 cm 土层养分含量差异不显著。试验表明,自然生草对改良黄河三角洲银杏园土壤盐碱及增加 0~40 cm 土层土壤有机质含量均具有明显作用。

表 1 生草对土壤含盐量及土壤养分的影响

土层 (cm)	处理	总盐含量 (g/kg)	有机质 含量 (g/kg)	碱解氮 含量 (mg/kg)	速效磷 含量 (mg/kg)	速效钾 含量 (mg/kg)
0~20	清耕	2.21a	15.26b	23.26b	22.15b	152.43b
	生草	1.64b	18.22a	30.52a	33.20a	183.97a
20~40	清耕	2.26a	8.25b	25.40a	15.52b	130.82b
	生草	1.71b	10.41a	22.50a	18.75a	162.32a
40~60	清耕	2.45a	8.11a	17.82a	13.33a	123.22a
	生草	1.82b	8.28a	18.49a	13.49a	125.32a

注:同列数据后标有不同小写字母表示差异显著 ($P < 0.05$)。表 2、表 3 同。

2.2 生草对土壤酶活性的影响

由表 2 可以看出,生草处理的 0~40 cm 土层土壤脲酶活性、蔗糖酶活性、蛋白酶活性、碱性磷酸酶活性与清耕处理相比差异显著,其中 0~20 cm 土层土壤脲酶活性、蔗糖酶活性、蛋白酶活性、碱性磷酸酶活性分别比清耕处理高 1.35、0.50、0.94、0.50 倍;20~40 cm 土层土壤脲酶活性、蔗糖酶活性、蛋白酶活性、碱性磷酸酶活性分别比清耕处理高 1.48、0.17、0.36、0.26 倍;而 40~60 cm 土层各处理土壤酶的活性差异不大。试验表明,自然生草有利于土壤 0~40 cm 土层土壤脲酶活性、蔗糖酶活性、蛋白酶活性、碱性磷酸酶活性的提高。

表 2 生草对土壤酶活性的影响

土层 (cm)	处理	脲酶活性 (mg/g)	蔗糖酶活性 (mg/g)	蛋白酶活性 (mg/g)	碱性磷酸酶 活性 (mg/g)
0~20	清耕	0.34b	2.13b	1.10b	0.84b
	生草	0.80a	3.20a	2.13a	1.26a
20~40	清耕	0.21b	1.85b	0.77b	0.74b
	生草	0.52a	2.17a	1.05a	0.93a
40~60	清耕	0.12a	1.65a	0.64a	0.64a
	生草	0.10a	1.72a	0.76a	0.72a

2.3 生草对土壤物理性质的影响

良好的土壤物理结构能够保持和协调土壤中的水肥气热,维持和稳定土壤疏松熟化层,影响土壤酶的种类和活性^[11],是银杏园高产稳产的基础。由表 3 可以看出,生草处理 0~20 cm、20~40 cm 土层土壤容重与清耕处理相比有所降低,但土壤孔隙度比清耕处理明显增加,增幅分别为 6.6%、8.7%;40~60 cm 土层土壤容重和孔隙度差异不显著。生草处理 0~20 cm 和 20~40 cm 土层粒径 >0.25 mm 的土壤水稳性团粒含量与清耕处理相比差异显著,>0.25 mm 土壤团粒明显增加,增幅分别达 29.4%、30.8%,生草对 >0.25 mm 的水稳性团聚体的影响主要呈现在 0.25~2.00 mm 粒径级之间。生草与清耕处理 40~60 cm 土层粒径 >0.25 mm 的土壤水稳性团粒含量差异不显著。试验表明,自然生草可提高 0~40 cm 土层土壤孔隙度,降低土壤容重,对土壤水稳性团聚体的形成有显著作用。

表 3 生草对土壤容重、孔隙度及水稳性团聚体含量的影响

土层 (cm)	处理	土壤容重 (g/cm ³)	土壤孔隙度 (%)	土壤水稳性团聚体含量 (%)					
				>5 mm	2~5 mm	1~2 mm	0.5~1.0 mm	0.25~0.50 mm	>0.25 mm
0~20	清耕	1.27a	51.81b	1.15a	1.88b	1.88b	2.67b	5.77b	13.28b
	生草	1.17b	55.22a	1.05a	2.38a	2.37a	3.50a	7.88a	17.18a
20~40	清耕	1.35a	47.67b	1.23a	1.70a	1.40b	2.60b	5.30b	12.23b
	生草	1.28b	51.82a	1.05a	1.55a	2.25a	3.65a	7.50a	16.00a
40~60	清耕	1.33a	48.57a	1.05a	1.42a	1.20b	2.50a	5.05a	11.22a
	生草	1.29a	49.41a	1.10a	1.38a	2.15a	3.20a	5.65a	13.48a

3 结论与讨论

3.1 银杏园生草对土壤养分的调控效果

土壤有机质的数量、质量是土壤肥力的重要特征,是影响土壤理化性状、通透性、抗蚀力、水源涵养能力、供肥保肥能力和养分有效性等的关键因子^[12]。本试验发现,东营市胜利油田农业公司银杏园自然生草土壤有机质含量随土层加深而下

降,但 0~20 cm、20~40 cm 土层土壤有机质含量均明显高于清耕,表明杂草根系、刈割后覆盖的草等残体在土壤中利于有机质形成,从而提高了黄河三角洲银杏园土壤有机质含量。这与谷艳蓉等研究自然生草使桃园土壤有机质含量升高的结论相似^[7]。自然生草 0~20cm 土层土壤氮、磷、钾等主要矿物质营养元素含量均明显高于清耕对照,这与吴玉森等试验研究变化趋势一致^[13]。本试验中生草各土层土壤含盐量均低

于清耕,表明生草降低了土壤含盐量。笔者认为生草的大面积覆盖减轻了因水分蒸发而引起的盐分上升运动是导致含盐量下降的原因之一,但其改良盐碱的机制须进一步研究。

3.2 银杏园生草对土壤酶活性的影响

土壤酶主要来源于土壤微生物的活动、植物根系分泌物,其活性高低反映土壤养分转化能力的强弱^[14-15]。脲酶是土壤中主要的水解酶类之一,对促进尿素水解及作物对尿素氮的吸收利用有重要的影响,土壤脲酶的活性反映了土壤无机氮的供应能力^[16-17]。蔗糖酶是土壤中参与碳循环的一种重要酶,可促进蔗糖水解成葡萄糖和果糖,对增加土壤可溶性营养具有重要作用^[18]。土壤蛋白酶对土壤的氮素转化起着重要的作用,对提高土壤肥力有重要意义^[19]。碱性磷酸酶是一类催化土壤有机磷化合物矿化的酶,其活性高低直接影响着土壤中有有机磷的分解转化及其生物有效性^[20-21]。

本研究发现,在清耕和生草条件下银杏园土壤脲酶活性、蔗糖酶活性、蛋白酶活性、碱性磷酸酶活性在 0~20 cm 土层最高,且生草处理显著高于清耕对照,这与果园生草提高土壤酶活性的报道一致^[13]。随着土壤深度增加,各土壤酶的活性明显下降,但 40~60 cm 土层生草与清耕处理土壤酶活性差异不显著。笔者认为由于土壤酶主要来源于土壤微生物代谢产物及植物根系分泌^[14],本试验中银杏园生草处理 0~20 cm 土层土壤酶活性的增加可能与土壤微生物多样性及杂草种类多样性密切相关。杂草秸秆富含纤维素、水溶性多糖、蛋白质等物质,通过刈割还田能激发土壤微生物的活性,促进微生物的繁殖,增强呼吸作用,从而引起微生物群落组成的变化;而 40~60 cm 土壤微生物数量和种类的下降及杂草根系分泌物的减少是其活性降低的原因之一。因此,进一步探讨生草银杏园土壤微生物、植物群落结构特征与土壤理化特性的关系十分重要。

3.3 生草银杏园土壤物理性状变化特征

生草可对果园土壤容重、孔隙度、土壤水稳性团聚体含量等产生显著影响^[22]。本研究表明,生草能降低 0~40 cm 耕层土壤容重,增加孔隙度,提高粒径 >0.25 mm 的水稳性团聚体含量,且主要在 0.25~2.00 mm 粒径级之间,对 0~40 cm 土层具有良好效应,这与李会科等对苹果园生草改善土壤物理性质研究相似^[23],表明生草有利于银杏园土壤容重、孔隙度、土壤水稳性团聚体的持续改善。笔者认为土壤水稳性团聚体含量的增加是杂草根系分泌物和根围微生物相互作用的共同结果。杂草密集根系有利于土壤良好结构的形成。当土壤颗粒受杂草根系缠绕,且受到根系释放的分泌物黏结时而重新排列,导致土壤结构发生变化,促进土壤团聚体形成。同时,根围微生物快速分解植物残体,促进有机质分解形成腐殖酸,使分散的土粒互相胶结起来,形成更多的团粒结构,进而改善了土壤结构。土壤结构的改善降低了土壤容重,增加了土壤孔隙度,改善了土壤的水、气条件,为银杏树的生长发育创造了有利条件。

综上所述,自然生草可提高东营市胜利油田农业公司银杏园土壤有机质含量和耕层土壤酶活性,显著降低 0~40 cm 土层土壤含盐量,能够增加耕层土壤孔隙度,降低土壤容重,有利于土层粒径 >0.25 mm 的水稳性团聚体含量的持续增加,促进土壤环境的改善。

参考文献:

- [1] Greenham D W P. The environment of the fruit tree; Managing fruit-soils[J]. Journal of the American Society for Horticultural Science, 1995, 12: 25-31.
- [2] 冯存良, 陈建平, 张林森. 生草栽培对富士苹果园生态环境的影响[J]. 西北农业学报, 2007, 16(4): 134-137.
- [3] 徐明岗, 文石林, 高菊生. 红壤丘陵区不同种草模式的水土保持效果与生态环境效应[J]. 水土保持学报, 2001, 15(1): 77-80.
- [4] 潘学军, 张文娥, 樊卫国, 等. 自然生草和间种绿肥对盆栽柑橘土壤养分、酶活性和微生物的影响[J]. 园艺学报, 2010, 37(8): 1235-1240.
- [5] 惠竹梅, 岳泰新, 张 瑾, 等. 西北半干旱区葡萄园生草体系中土壤生物学特性与土壤养分的关系[J]. 中国农业科学, 2011, 44(11): 2310-2317.
- [6] 杨青松, 李小刚, 胡艳江. 果园自然生草覆盖对土壤理化性状及大桃产量和品质的影响[J]. 草业科学, 2009, 26(12): 103-107.
- [7] 谷艳蓉, 张海玲, 胡艳红. 果园自然生草覆盖对土壤理化性状及大桃产量和品质的影响[J]. 草业科学, 2009, 26(12): 103-107.
- [8] 鲍士旦. 土壤农化分析[M]. 北京: 中国农业出版社, 2000.
- [9] 中国科学院南京土壤研究所. 土壤理化分析[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1978: 62-126.
- [10] 关松荫. 土壤酶及其研究法[M]. 北京: 农业出版社, 1986.
- [11] 罗 珍, 朱 敏, 钱岩相注, 等. 丛枝菌根真菌感染对紫色土水稳性团聚体特征的影响[J]. 土壤通报, 2012, 43(2): 310-314.
- [12] 霍 颖, 张 杰, 王美超, 等. 梨园行间种草对土壤有机质和矿物质元素变化及相互关系的影响[J]. 中国农业科学, 2011, 44(7): 1415-1424.
- [13] 吴玉森, 张艳敏, 冀晓吴, 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.
- [14] 马冬云, 郭天财, 查菲娜, 等. 不同种植密度对小麦根际土壤微生物数量及土壤酶活性的影响[J]. 华北农学报, 2008, 23(3): 154-157.
- [15] 俞明正, 戴濡伊, 吴季荣, 等. 转 *TaDREB4* 基因抗旱小麦对其根际土壤速效养分、酶活性及微生物群落多样性的影响[J]. 江苏农业学报, 2013, 29(5): 938-945.
- [16] 孟亚利, 王立国, 周治国, 等. 套作棉根际与非根际土壤酶活性和养分的变化[J]. 应用生态学报, 2005, 16(11): 2076-2080.
- [17] 李摇波, 魏亚凤, 汪摇波, 等. 稻草还田与不同耕作方式对麦田土壤脲酶和土壤无机氮的影响[J]. 江苏农业学报, 2014, 30(1): 106-111.
- [18] 司 鹏, 乔宪生. 清耕和生草对沙地葡萄园土壤酶活性的空间影响[J]. 果树学报, 2014, 31(2): 238-244.
- [19] 关丽娜, 吴凤芝, 姜 爽. 不同氮素水平对不同氮效率黄瓜生长及其根际土壤酶活性的影响[J]. 作物杂志, 2013(1): 68-72.
- [20] Allison V J, Condron L M, Peltzer D A, et al. Changes in enzyme activities and soil microbial community composition along carbon and nutrient gradients at the Franz Josef chronosequence, New Zealand[J]. Soil Biology and Biochemistry, 2007, 39(7): 1770-1781.
- [21] Allison S D, Vitousek P M. Responses of extracellular enzymes to simple and complex nutrient inputs[J]. Soil Biology & Biochemistry, 2005, 37(5): 937-944.
- [22] 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.
- [23] 李会科, 张广军, 赵政阳, 等. 渭北黄土高原旱地果园生草对土壤物理性质的影响[J]. 中国农业科学, 2008, 41(7): 2070-2076.