

孙霞, 杜俊龙, 黄长福, 等. 典型干旱荒漠绿洲区不同年限枣园土壤碳库特征[J]. 江苏农业科学, 2016, 44(10): 484–487.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2016.10.139

典型干旱荒漠绿洲区不同年限枣园土壤碳库特征

孙霞, 杜俊龙, 黄长福, 李志军, 金俊香

(新疆农业大学草业与环境科学学院/新疆维吾尔自治区干旱区土壤与植物生态过程重点实验室, 新疆乌鲁木齐 830052)

摘要:为揭示干旱荒漠绿洲区不同种植年限枣园土壤碳库的变化特征,以新疆南部典型干旱荒漠区麦盖提县枣园为研究对象,采用野外采样和室内分析方法,研究不同种植年限下枣园土壤碳库变化特征。结果表明:随着种植年限的增加,枣园土壤活性碳、土壤非活性碳表现为先增长后下降的趋势,总体表现为 10 年 > 15 年 > 5 年 > 3 年;随着种植年限的增加,碳库管理指数(CPMI)有所增长,10 年时增幅最大,15 年次之,3 年最小;各土层碳库活度(A)随种植年限的增加变化不大;各土壤深度的碳库指数(CPI)有不同程度地变化,碳库活度与活性有机碳、非活性有机碳极显著相关,与有机碳显著相关,碳库管理指数(CPMI)与碳库活度指数(AI)和碳库指数(CPI)极显著相关。

关键词:种植年限;土壤有机碳;碳库活度;碳库管理指数

中图分类号: S153.6⁺1 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2016)10-0484-03

土壤有机碳是土壤肥力的物质基础,是全球碳循环和气候变化研究的核心内容。活性有机质是土壤有机质的活性部分,它是指土壤中有效性较高,易被土壤微生物分解矿化,对植物养分供应有最直接作用的有机质^[1-4]。Lefroy 等研究认为,能被 333 mmol/L KMnO₄ 氧化的土壤有机碳为活性有机碳,不能被氧化的为非活性有机碳,并提出土壤碳库管理指数的概念^[5]。碳库管理指数是土壤生态系统碳动力学变化的一个指标,表示土壤生态系统对不同管理措施下碳的响应,结合了人为影响下的土壤碳库指标和碳库活度,反映了外界管理措施对土壤有机碳总量的影响,也反映了土壤有机碳各组分的变化情况,故能够较全面和动态地反映外界条件对土壤有机碳性质的影响^[6-7]。目前,国内已对不同施肥、不同地带典型土壤的有机碳活性组成和碳库管理指数已有报道,多集中于农田管理措施,包括耕作方式^[7-9]、施肥^[6,10]以及秸秆覆盖^[11-12]、土地利用变化^[13-14]等,而关于对果园土壤有机碳及碳库管理指数的研究报道不多。

位于塔里木盆地麦盖提县是新疆红枣生产基地之一,种植红枣历史久远,枣园种植管理已形成了较为成熟的体系。果园土壤扰动较农田少,有利于土壤有机碳的累积,且果树生产具有较高的经济附加值,施肥量一般较农田高并具备土壤有机碳累积的条件,研究果园土壤活性有机碳特征以及碳库管理指数,不仅是揭示果园土壤质量演化趋势的需要,也是探索不同生态环境条件下土壤碳素平衡机理、以及获得土壤碳素累积措施的迫切需求。本研究分析了典型干旱荒漠绿洲区活性有机碳、非活性有机碳及其碳库管理指数的变化趋势,丰富土壤碳库平衡理论,为该地区果业可持续发展提供理论

依据。

1 研究区概况与方法

1.1 研究区概况

试验区位于新疆南部喀什地区麦盖提县新疆生产建设兵团 45 团果树连,地理位置为 77°28′~79°05′E, 38°25′~39°22′N,位于塔里木盆地西部,叶尔羌河下游和提孜那甫河下游。属温带大陆性干燥气候,热量丰富、日照充足、昼夜温差大,年均日照 2 806 h 以上,降水量 39.4 mm,年积温 4 550 h 以上,平均气温 22.4 ℃,无霜期 214 d。果园由连队统一管理,枣园种植背景、管理方式、施肥、灌溉几乎一致,土壤的基本性状、理化性质很相似,该地区种植土壤为粉沙土,通透性好,种植品种均为灰枣。土壤有机质含量 9.47 g/kg、速效氮含量 22.10 mg/kg、速效磷含量 14.71 mg/kg、速效钾含量 120.66 mg/kg, pH 值为 8.14,总盐含量 3.46 g/kg。

1.2 研究方法

1.2.1 试验设计 采样时间在 2014 年 4 月果树萌发期进行,采样地点位于 45 团果树连,以种植年限 3、5、10、15 年生枣树为研究对象,各年限果园面积 4~6.67 hm²,各年限枣园里选取长势、大小、树相等一致有代表性的枣树各 3 棵,与树冠垂直投影范围内距树干 2/3 处作为布设采样点,挖取 1 m 深土壤剖面,按照 0~5、5~10、10~20、20~30、30~50、50~70、70~100 cm 间距逐层采集土样,同时各层用环刀取原状土测定土壤容重,共 3 次重复,编号后置于密封袋带回实验室分析。

1.2.2 测定指标与方法 土壤有机碳含量的测定用重铬酸钾外加热法,土壤活性有机碳含量的测定采用 KMnO₄ 氧化法,以撂荒地土壤为参考土壤,土壤碳库计算方法如下:

土壤非活性碳含量 = 土壤有机碳含量 - 土壤活性碳含量;

碳库活度(A) = 活性碳含量/非活性碳含量;

碳库活度指数(AI) = 碳库活度/参考土壤碳库活度;

碳库指数(CPI) = 土壤有机碳含量/参考土壤有机碳含量;

碳库管理指数(CPMI) = 碳库指数 × 碳库活度指数 × 100^[6];

收稿日期:2015-09-01

基金项目:新疆维吾尔自治区高校科研计划重点项目(编号:XJUEDU2013115);新疆维吾尔自治区土壤学重点学科建设项目;新疆维吾尔自治区重点实验室干旱区土壤与植物生态过程实验室联合资助。

作者简介:孙霞(1975—),女,江苏建湖人,博士,副教授,主要从事果园土壤质量研究。E-mail:sunxia1127@163.com。

1.2.3 数据处理 用 SPSS 22.0 和 Excel 2013 进行数据分析和处理,多重比较采用 Duncan's 法,Origin 8 制图。

2 结果与分析

2.1 不同种植年限土壤活性碳变化趋势及特征

由图 1 可见,枣园土壤活性碳含量介于 0.27~0.88 g/kg 之间,平均含量为 0.59 g/kg,其中最大值是最小值的 3.26 倍。4 种年限的枣园土壤活性碳平均含量在 0.53~0.64 g/kg 之间,总体上显示出先增加后减少的趋势,其中 10 年果园达到最大值 0.64 g/kg,3 年时含量最少,为 0.53 g/kg。进一步对不同年限的枣园土壤活性碳含量进行分析可知,在 0~5、5~10、10~20、20~30、30~50 cm 的层次上土壤活性碳含量增长趋势明显,而在 50~70、70~100 cm 虽然有所增长但趋势并不明显。在时间尺度上,枣园土壤活性碳含量表现为先增加后减少的趋势,总体表现为 10 年>15 年>5 年>3 年。从图 1 还可以看出,枣园土壤活性碳含量表层最大,随着土层厚度的增加呈现出逐层降低的趋势且降低幅度各不相同,在 0~30 cm 之间降幅比较大,而 30~100 cm 时降幅有所下降但幅度不大。在 30~100 cm 范围上土壤活性碳含量随年限增长表现出增加的趋势,在 10 年时达到最大。

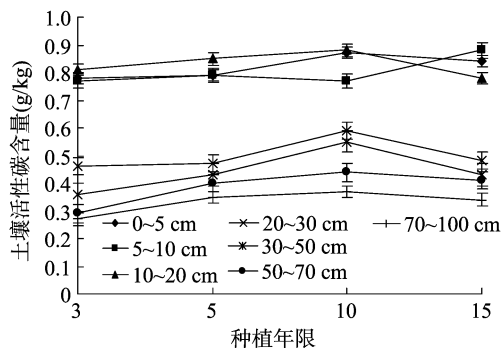


图1 不同种植年限枣园土壤活性碳分布特征

2.2 不同种植年限土壤非活性碳变化趋势及特征

由图 2 可见,4 种年限的枣园土壤非活性碳平均含量在 4.67~5.25 g/kg 之间,随种植年限的增加,总体上表现出先增加后减少的趋势,其中 10 年果园达到最大值,3 年时为最小。对不同年限的枣园土壤非活性碳含量进行分析可知,在 0~5、5~10、20~30 cm 的层次上土壤非活性碳含量增长趋势明显,而在 10~20、30~50、50~70、70~100 cm 虽然有所增长但增长的趋势不明显。枣园土壤非活性碳含量在时间尺度上表现为先增加后有所减少的趋势,总体表现为 10 年>15 年>5 年>3 年。对同一种种植年限不同深度土层进行分析,枣园土壤非活性碳含量表层最大,随着土层厚度的增加呈现出逐层降低的趋势且降低幅度各不相同,在 0~30 cm 之间降幅比较大,而 30~100 cm 时降幅有所下降但幅度不大。

2.3 不同种植年限下枣园土壤碳库指标变化

果园土壤有机碳主要来源于根系分泌物,并且大多转化成非活性部分贮存于土壤中。土壤碳库活度是土壤活性有机碳和非活性有机碳含量的比值,它用来反映土壤碳素活跃程度,碳库活度越大,表示有机碳越容易被微生物分解,土壤质量越高^[15-16]。从表 1 可以看出,随土壤深度的增加,土壤碳库活度相同年限不同土壤层次表现不尽相同,总体表现为先

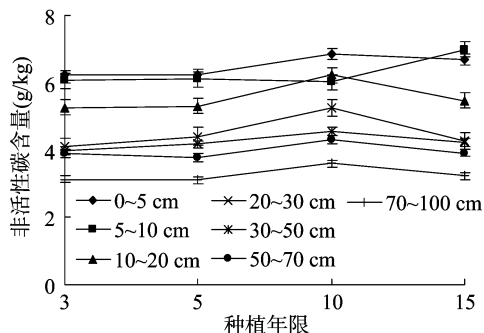


图2 不同种植年限枣园非活性碳分布特征

增加后减少。各年限果园各土层有机碳含量的变幅不一致,其中 0~20、70~100 cm 土层相对稳定。各种种植年限土壤碳库活度的最大值均出现在 10~20 cm 土层,说明枣园土壤体系中 10~20 cm 层次土壤质量较高,随着土壤深度增加,土壤质量呈下降趋势;随种植年限的增加,各个层次的土壤碳库活度变化不大。

随着土壤深度的增加,相同年限不同土壤层次的碳库指数有不同程度地变化;同一年限不同土壤深度的碳库指数变化也不相同,最大值为 1.18,最小值为 0.88;随着种植年限的增加,各土壤深度的碳库指数,除 10 年土壤深度 20~30 cm 与 5 年土壤深度 50~70 cm、70~100 cm,碳库指数略有下降外,其他表现为增大趋势,与 3 年相比,5、10、15 年分别增加 1.8%、5.6%、17.5%。

碳库管理指数除在种植年限 10 年,土壤深度 30~50 cm 处表现出最大值外,其他种植年限为 15 年时,碳库管理指数达到最大值。较 3 年相比,5、10、15 年的 CPMI 分别增加 16.3%、15.8%、26.5%。

表 2 显示,碳库活度与活性有机碳含量、非活性有机碳含量极显著相关,与有机碳含量显著相关,且与有机碳含量的相关系数大于非活性有机碳含量。碳库管理指数与碳库活度指数和碳库指数极显著相关。

3 结论与讨论

影响土壤活性有机碳的因素有很多,例如土壤环境因子、土地利用方式以及施肥等土壤管理措施,通过影响土壤有机碳的输入量、转化速率以及输出量,都会引起土壤活性有机碳含量的变化。本研究发现,研究区土壤活性碳和非活性碳活性都较低,这与当地土壤性质与果园管理有关。从本试验结果来看,树龄为 10 年时,土壤中活性碳以及非活性碳含量达到最高,到 15 年时开始下降,表明随着枣树种植年限逐步增加,土壤活性碳以及非活性碳含量也增加,枣树在 10 年树龄时土壤有机碳活性达到最大,对果园土壤有机碳的积累效率也最大。种植年限超过 10 年时,有机碳活性和有机碳的增长效率开始下降。这与甘卓婷等的研究结果^[17]相似,不同的是甘卓婷认为 15 年时,果园对有机碳的积累效率最大。在长期的果园利用中,果园土壤碳素水平在不同年限间存在差异,年限之间的差异可能与研究对象、气候、地域环境的不同有关。

碳库管理指数结合了土壤碳库指数和土壤活度指数,所以它既反映了外界管理措施对土壤有机碳总量的影响,也反映了土壤有机碳各组分的变化情况。碳库管理指数上升则表

表 1 不同种植年限各土层枣园土壤碳库指标变化

土层深度 (cm)	3 年生				5 年生			
	碳库活度	碳库活度指数	碳库指数	碳库管理指数	碳库活度	碳库活度指数	碳库指数	碳库管理指数
0~5	0.13±0.07ab	1.02±0.03a	0.94±0.06ab	95.56±6.79a	0.13±0.01a	1.03±0.07b	0.97±0.01a	99.45±5.64b
5~10	0.13±0.06ab	1.01±0.04a	0.96±0.07a	96.81±6.58a	0.13±0.03a	0.94±0.03c	0.97±0.03a	90.73±1.91c
10~20	0.15±0.04a	1.00±0.02a	0.95±0.06a	95.44±7.40a	0.14±0.08a	1.07±0.05b	0.96±0.09a	103.52±13.45ab
20~30	0.11±0.02b	0.97±0.04ab	0.88±0.04b	85.7±2.43b	0.11±0.01a	0.98±0.06c	0.98±0.02a	95.83±3.99b
30~50	0.09±0.01c	0.90±0.06ab	0.93±0.03ab	83.68±2.57b	0.12±0.04a	1.16±0.09a	0.98±0.02a	114.67±10.17a
50~70	0.07±0.03d	0.72±0.06c	0.96±0.02a	69.61±6.54c	0.10±0.02a	1.15±0.16a	0.95±0.04ab	109.12±18.49ab
70~100	0.09±0.01c	0.86±0.01b	0.97±0.03a	83.08±2.30b	0.10±0.03a	1.06±0.11b	0.90±0.05b	95.97±14.61b

土层深度 (cm)	10 年生				15 年生			
	碳库活度	碳库活度指数	碳库指数	碳库管理指数	碳库活度	碳库活度指数	碳库指数	碳库管理指数
0~5	0.13±0.01a	1.02±0.07b	1.04±0.01a	105.65±6.55b	0.13±0.03a	1.02±0.03b	1.06±0.05c	108.12±5.60b
5~10	0.13±0.04a	1.02±0.08b	0.97±0.01bc	98.47±6.37c	0.13±0.02a	1.02±0.03b	1.10±0.06b	111.48±4.76b
10~20	0.14±0.09a	0.93±0.09c	0.98±0.04bc	92.45±12.13c	0.14±0.01a	0.94±0.09c	1.11±0.01b	103.97±4.64c
20~30	0.11±0.04a	0.97±0.08c	0.96±0.06c	92.19±3.18c	0.11±0.05a	0.95±0.04c	1.18±0.07a	110.83±6.59b
30~50	0.12±0.02a	1.16±0.12a	0.99±0.01bc	115.63±12.03a	0.10±0.01a	0.97±0.10c	1.09±0.04b	104.87±14.58c
50~70	0.10±0.08a	1.04±0.12b	1.01±0.04bc	104.61±12.23b	0.11±0.05a	1.14±0.09a	1.08±0.02bc	123.35±8.60a
70~100	0.10±0.01a	0.97±0.1c	1.01±0.03b	97.40±7.53c	0.10±0.02a	0.98±0.25c	1.12±0.02b	109.02±16.93

注:同列数据后不同小写字母表示差异显著($P<0.05$)。

表 2 土壤有机碳库指标的相关性

指标	相关系数						
	有机碳含量	活性有机碳含量	非活性有机碳含量	碳库活度	碳库活度指数	碳库指数	碳库管理指数
有机碳含量	1.000						
活性有机碳含量	0.962 **	1.000					
非活性有机碳含量	0.969 **	0.948 **	1.000				
碳库活度	0.754 *	0.898 **	0.723 **	1.000			
碳库活度指数	-0.169	-0.191	-0.164	-0.188	1.000		
碳库指数	0.238	0.218	0.238	0.153	-0.091	1.000	
碳库管理指数	-0.027	-0.055	-0.023	-0.085	0.876 **	0.896 **	1.000

注: * 表示显著相关($P<0.05$), ** 表示极显著相关($P<0.01$)。

明土壤肥力上升,下降则表明土壤肥力开始下降。通过对不同种植年限枣园土壤碳库管理指数进行分析,研究区枣园土壤肥力随种植年限的增加而有所变化,表现为 15 年最大(除土壤深度 30~50 cm 外),10 年与 15 年差异不大,表明枣园枣树生产力在 10 年时最大,树龄超过 10 年以后枣园土壤碳积累趋于平缓,3~10 年树龄的枣树处于上升期,其生产力旺盛,有机碳积累能力最强。因此,在植果期间更应该注重深层土壤的管理。

参考文献:

[1]徐明岗,于 荣,王伯仁. 土壤活性有机质的研究进展[J]. 土壤肥料,2000(6):3-7.

[2]刘云慧,宇振荣,张风荣,等. 县域土壤有机质动态变化及其影响因素分析[J]. 植物营养与肥料学报,2005,11(3):294-301.

[3]Janzen H H. Soil organic matter characteristics after long-term cropping to various spring wheat rotations[J]. Canadian Journal of Soil Science,1987,67(4):845-856.

[4]Whitbread A M,Lefroy R D B,Blair G J. A survey of the impact of cropping on soil physical and chemical properties in north-western New South Wales[J]. Australian Journal of Soil Research,1998,36:669-681.

[5]Lefroy R D B,Blair G,Strong W M. Changes in soil organic matter

with cropping as measured by organic carbon fractions and ¹³C natural isotope abundance [J]. Plant and Soil, 1993, 155 - 156 (1): 399-402.

[6]徐明岗,于 荣,王伯仁. 长期不同施肥下红壤活性有机质与碳库管理指数变化[J]. 土壤学报,2006,43(5):723-729.

[7]杜满义,范少辉,刘广路,等. 毛竹林混交经营对土壤活性有机碳库和碳库管理指数的影响[J]. 南京林业大学学报:自然科学版,2013,37(5):49-54.

[8]罗友进,王子芳,高明,等. 不同耕作制度对紫色水稻土活性有机质及碳库管理指数的影响[J]. 水土保持学报,2007,21(5):55-81.

[9]李 琳,伍芬琳,张海林,等. 双季稻区保护性耕作下土壤有机碳及碳库管理指数的研究[J]. 农业环境科学学报,2008,27(1):248-253.

[10]赵 红,吕貽忠,杨 希,等. 不同配肥方案对黑土有机碳含量及碳库管理指数的影响[J]. 中国农业科学,2009,42(9):3164-3169.

[11]高 飞,贾志宽,张 鹏,等. 秸秆覆盖对宁南旱作农田活性有机质及碳库管理指数的影响[J]. 干旱地区农业研究,2011,29(3):107-117.

[12]陈尚洪,朱钟麟,刘定辉,等. 秸秆还田和免耕对土壤养分及碳库管理指数的影响研究[J]. 植物营养与肥料学报,2008,14

宗庆妹,杨冬艳,张雪艳,等. 不同园艺废弃物还田对设施西芹土壤养分和酶活性的影响[J]. 江苏农业科学,2016,44(10):487-490.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2016.10.140

不同园艺废弃物还田对设施西芹土壤养分和酶活性的影响

宗庆妹¹, 杨冬艳², 张雪艳¹, 张学忠³, 田 蕾¹

(1. 宁夏大学农学院, 宁夏银川 750021; 2. 宁夏农林科学院种质资源研究所, 宁夏银川 750002;

3. 宁夏贺兰农业技术推广中心, 宁夏银川 750200)

摘要:为明确园艺废弃秸秆利用途径,将宁夏地区温室栽培果树[葡萄(T1)、桃(T2)]、蔬菜[菜用大豆(T3)、黄瓜(T4)]的废弃残体以及4种残体等体积混合(T5)直接还田,研究不同园艺作物废弃秸秆还田对设施西芹土壤养分及酶活性的影响。结果表明,在西芹缓苗期,不同园艺废弃物还田处理均能显著提高土壤速效养分含量和土壤酶活性,其中以T3还田处理的土壤速效氮、速效磷、速效钾养分含量最高;至西芹收获时,T3处理的土壤速效氮、速效磷含量显著高于其他处理和对照,T2处理的土壤速效钾含量最高,不同处理土壤酶活性较缓苗期大幅下降,但均略高于对照;T2的西芹产量显著高于对照13%,其他处理与对照差异不显著。说明园艺废弃物直接还田能够增加设施土壤速效养分,提高土壤酶活性,桃树枝条秸秆还田能够增加西芹产量。

关键词:园艺废弃物还田;设施西芹土壤;养分;土壤酶活性

中图分类号: S636.304 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2016)10-0487-04

我国设施农业发展迅猛,目前全国已达380 hm²,由于园艺产业集约化生产而产生的作物残体也急剧加速,已成为仅次于水稻、玉米、小麦作物秸秆的第四大农作物秸秆^[1]。然而,由于传统利用观念与经济条件等因素的制约,农业生产中97%的秸秆被焚烧和遗弃,既造成了资源浪费,又污染了环境,如何资源化利用废弃资源、减少环境污染成为可持续农业面临的重要问题^[2-3]。

作物残体是丰富的农业资源,将秸秆粉碎后还田,通过土壤中微生物活动腐烂分解,增加土壤肥力。张学林等研究发现,秸秆还田后,土壤表层(0~10 cm)的无机氮和速效磷含量显著增加,且速效磷含量与玉米穗数、玉米产量呈正相关,说明秸秆还田后为土壤补充了大量的速效磷含量^[4]。李月华等研究表明,连续秸秆还田能够显著增加土壤中速效钾含

量,且秸秆还田量越大,钾含量越高^[5-6]。季立声等研究证实,秸秆还田后能够给土壤酶提供大量的作用底物,从而提高土壤酶的活性^[7]。金海洋等研究也表明,秸秆还田后土壤脲酶、转化酶和纤维素酶活性升高^[8]。变废为宝,将秸秆粉碎,更有利于秸秆的腐解。近年来,许多研究发现园艺废弃物具有大量的有机质,其直接还田可使得土壤表层碳源和肥力条件有所改善,促进微生物在田间表面的大量富集,并不断分解秸秆释放养分,从而使得土壤在作物生长期有较高的肥力供给^[9-10]。目前,针对园艺废弃物还田的报道主要围绕混合残体还田后对土壤养分、微生物群落的影响,而系统研究几种主要特定单一园艺废弃物还田后,分别对土壤养分、酶活性影响的研究鲜有报道。

桃、葡萄、黄瓜、菜用大豆分别是宁夏温室的主栽作物,桃为乔本作物,葡萄为藤本作物,黄瓜、菜用大豆为草本植物,其废弃残体多丢弃。西芹是宁夏主栽叶菜作物之一。本研究以设施园艺西芹土壤为材料,研究桃树枝条、葡萄枝条、菜用大豆植株、黄瓜植株以及4种残体等体积混合还田对土壤pH值、EC值、土壤酶活性、土壤养分以及西芹产量的影响,探究温室主栽乔本、藤本、草本作物分别还田后对西芹土壤质量的影响,明确园艺作物还田对设施西芹土壤质量的培肥效果,为园艺废弃物资源化利用以及设施西芹土壤可持续生产利用提

收稿日期:2015-08-23

基金项目:国家自然科学基金(编号:31460531);宁夏农业科学院科技创新先导资金(编号:NKYG-13-03);宁夏农业综合开发土地治理科技推广项目(编号:NTKJ-2014)。

作者简介:宗庆妹(1991—),女,山东济宁人,硕士研究生,从事设施蔬菜高效栽培研究。E-mail:zongqingshu@sina.com。

通信作者:杨冬艳,副研究员,从事设施蔬菜栽培与生理研究。E-mail:yangdongyun2000@163.com。

(4):806-809.

[13]邱莉萍,张兴昌,程积民. 土地利用方式对土壤有机质及其碳库管理指数的影响[J]. 中国环境科学,2009,29(1):84-89.

[14]徐 鹏,江长胜,郝庆菊,等. 缙云山土地利用方式对土壤活性有机质及其碳库管理指数的影响[J]. 环境科学,2013,34(10):4009-4016.

[15]戴全厚,刘国彬,薛 蕙,等. 不同植被恢复模式对黄土丘陵区

土壤碳库及其管理指数的影响[J]. 水土保持研究,2008,15(3):61-64.

[16]张贵龙,赵建宁,宋晓龙,等. 施肥对土壤有机碳含量及碳库管理指数的影响[J]. 植物营养与肥料学报,2012,18(2):359-365.

[17]甘卓亭,张掌权,陈 静,等. 黄土塬区苹果园土壤有机碳分布特征[J]. 生态学报,2010,30(8):2135-2140.