

王 科,柳小兰,高晓宇,等. 碳酸盐岩地区开垦年限对农田土壤理化性质的影响[J]. 江苏农业科学,2018,46(9):277-280.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2018.09.066

碳酸盐岩地区开垦年限对农田土壤理化性质的影响

王 科¹, 柳小兰², 高晓宇¹, 王道平², 崔明阳¹, 林昌虎^{1,2,3}, 张清海³, 林绍霞⁴, 何腾兵¹

(1. 贵州大学, 贵州贵阳 550025; 2. 贵州省中国科学院天然产物化学重点实验室, 贵州贵阳 550002;

3. 贵州医科大学, 贵州贵阳 550001; 4. 贵州省理化测试分析研究中心, 贵州贵阳 550002)

摘要:以空间代时间的方法,于2016年4月选择位于贵州省中部开阳县南江乡屯上组的林地和邻近的4个不同开垦年限的农田样地(开垦年限为3、8、35、55年)为研究对象分析其土壤理化性质。结果表明:随着开垦年限的增加,吸湿水含量呈先降低后升高趋势,在开垦年限为8年时达到最低值;容重呈先升高后降低趋势,在开垦年限为8年时达到最高值;pH值呈升高趋势;有机质和全磷含量均呈先降低后升高趋势,在开垦年限为8年时达到最低值。不同开垦年限土壤中粗粉沙(0.01~0.05 mm)的含量都是最高的,随开垦年限增加,土壤中粗沙及中沙(0.25~2 mm)、细沙(0.05~0.25 mm)和细粉沙(0.001~0.005 mm)的含量在增加,而粗粉沙(0.01~0.05 mm)、中粉沙(0.005~0.01 mm)和黏粒(<0.001 mm)的含量在降低。碳酸盐岩地区农田土壤理化性质随开垦年限变化受耕作施肥和土壤颗粒组成的影响越来越明显,开垦之后用地与养地相结合显得尤为重要。

关键词:开垦年限;农用土壤理化性质;碳酸盐岩地区;吸湿水含量;容重

中图分类号:S158 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2018)09-0277-04

贵州省碳酸盐岩广泛分布,岩溶发育强烈,境内出露的碳酸盐岩面积达 $1.25 \times 10^5 \text{ km}^2$, 占全省土地总面积的 71.3%^[1]。碳酸盐岩地区的土壤受喀斯特强烈发育的自然环境和人为活动干扰的影响,造成该地区土壤严重侵蚀,基岩裸露,生产力下降,是我国最大的生态脆弱区。随着人为活动越来越频繁,大面积土地被开垦为农田,但是由于碳酸盐岩地

区的土层发育较浅、地形切割深,加之强烈的淋溶、风蚀作用,引起耕地质量下降,开垦的农业用地处于“开垦-退化-弃耕”之间,不仅造成土壤资源的浪费,而且易引起石漠化现象^[2]。土壤是复杂的自然综合体,随外界环境的变化而变化。已有研究表明,开垦和耕作方式等导致土壤肥力差异性较大,进而影响土壤养分形态组分和变迁^[3]。不同开垦方式和开垦年限可以通过改变土壤的水热条件等影响土壤养分的流动与转化,合理利用耕地资源可以有效提高土壤质量,增强其对外界环境变化的抵抗力^[3-5]。而在碳酸盐岩地区,农田土壤理化性质与开垦年限之间的关系研究较少,而农业发展不断面临着新的挑战,亟须了解该地区农田土壤理化性质对开垦年限的响应。本研究以贵州开阳县为例,通过探讨不同

收稿日期:2016-11-28

基金项目:国家自然科学基金(编号:41561075)。

作者简介:王 科(1991—),男,山西晋城人,硕士研究生,主要从事土壤肥力与作物生产研究。E-mail:18735429683@163.com。

通信作者:林昌虎,研究员,主要从事土壤学与环境科学研究。E-mail:linchanghu79@sina.com。

艺,2013(12):48-50.

[4]周蕴薇,田忠平,苏 欣. 哈尔滨市常见绿化树种叶表面形态与滞尘能力的关系[J]. 西北林学院学报,2017,32(1):287-292.

[5]刘 璐,管东生,陈永勤. 广州市常见行道树种叶片表面形态与滞尘能力[J]. 生态学报,2013,33(8):2604-2614.

[6]程雨萌,王云琦,王玉杰,等. 北京市5种典型植物滞尘特征及影响因素[J]. 环境化学,2016,35(8):1690-1697.

[7]刘光立,陈其兵. 四种垂直绿化植物杀菌滞尘效应的研究[J]. 四川林业科技,2004,25(3):53-55.

[8]高金辉,王冬梅,赵 亮,等. 植物叶片滞尘规律研究——以北京市为例[J]. 北京林业大学学报,2007,29(2):94-99.

[9]柴一新,祝 宁,韩焕金. 城市绿化树种的滞尘效应——以哈尔滨市为例[J]. 应用生态学报,2002,13(9):1121-1126.

[10]俞学如. 南京市主要绿化树种叶面滞尘特征及其与叶面结构的关系[D]. 南京:南京林业大学,2008:20-21.

[11]陈 芳,周志翔,肖荣波,等. 城市工业区绿地生态服务功能的计量评价——以武汉钢铁公司厂区绿地为例[J]. 生态学报,2006,26(7):2229-2236.

[12]陈 玮,何兴元,张 粤,等. 东北地区城市针叶树冬季滞尘效应研究[J]. 应用生态学报,2003,14(12):2113-2116.

[13]夏 冰,马 晓. 郑州市绿化植物滞尘效应及其生理特征响应[J]. 江苏农业科学,2017,45(6):127-131.

[14]郭 伟,申屠雅瑾,郑述强,等. 城市绿地滞尘作用机理和规律的研究进展[J]. 生态环境学报,2010,26(6):1465-1470.

[15]孙晓丹,李海梅,孙 丽,等. 8种灌木滞尘能力及叶表面结构研究[J]. 环境化学,2016,35(9):1815-1822.

[16]Litter P. Deposition of 2.75, 5.0 and 8.5 μm particles to plant and soil surfaces[J]. Environment Pollution, 1977, 12(4):293-305.

[17]Wedding J B, Carlson R W, Stukel J J, et al. Aerosol deposition on plant leaves[J]. Water Air and Soil Pollution, 1977, 7(4):545-550.

[18]李寒娥,王志云,谭家德,等. 佛山市主要城市园林植物滞尘效益分析[J]. 生态科学,2006,25(5):395-399.

[19]程政红,吴际友,刘云国,等. 岳阳市主要绿化树种滞尘效应研究[J]. 中国城市林业,2004,2(2):37-40.

[20]刘 霞,李海梅. 园林植物滞尘效应的研究[J]. 北方园艺,2007(8):73-76.

开垦年限对农田土壤理化性质的影响,以期对碳酸盐岩地区农田土壤的合理开发与可持续利用提供依据,为农业生产和相关政策的制定提供参考。

1 材料与方法

1.1 研究区概况

贵州省开阳县位于黔中腹地,地理坐标为 106°45′~107°17′E、26°48′~27°22′N,总面积 2 026 km²,占全省面积的 1.15%。全县在区域性地质构造上属黔中高原区,地势西南高、东北低,由西南分水岭地带向北面乌江河谷和东面清水河谷倾斜。最高海拔 1 702 m,最低海拔 506.5 m,平均海拔在 1 000~1 400 m。县境大部分地区属北亚热带季风湿润气候,年平均气温为 10.6~15.30℃,年平均降水量 926.5~1 419.2 mm。县境各时代地层中,碳酸盐组厚 3 027 m,占出露地层总厚度的 61.8%,面积 1 537.5 km²,占全县总面积的 75%。由于风化强烈、流水侵蚀、溶蚀严重、岩溶较为发育,形成复杂多样的地貌类型。县境土壤面积 1 348.2 km²,占土地总面积的 66.5%。黄壤 937.2 km²,占土壤面积的 69.5%。

1.2 供试样品的采集

1.2.1 样地选取 本研究以空间代时间的方法于贵州省中部开阳县南江乡选取未开垦的林地(看作开垦年限为 0 的农田),开垦年限为 3、8、35、55 年的农田样地各 3 块(每块面积约为 667 m²)作为研究对象。样地调查信息见表 1。

表 1 样地相关信息

样品代码	开垦年限 (年)	海拔 (m)	经度	纬度	种植作物
1	0	1 137	107°0′51.7″E	26°58′7.4″N	林地
2	3	1 097	107°0′59.7″E	26°57′58.1″N	中药材
3	8	1 129	107°0′45.2″E	26°58′14.3″N	玉米
4	35	1 114	107°0′43.8″E	26°58′15.3″N	玉米
5	55	1 138	107°0′27.8″E	26°58′18.8″N	玉米

1.2.2 样品采集及处理 本研究于 2016 年 4 月在开阳县南江乡采用 GPS 定位 S 形布点法采集土壤样品。每一开垦年限下的 3 块样地作为 3 个重复,每个样地按 S 形采样,采样深度为 0~20 cm。同时采集环刀样,用于土壤容重测定。将带回来的土壤样品挑去石块、石砾及粗大的根系,进行自然风干。风干后,研磨并分别过 2.00、0.25 mm 筛,保存备用。

1.3 试验指标及分析方法

土壤含水量采用烘干法测定;土壤容重采用环刀法测定;土壤 pH 值采用电位法测定,水土比 2.5:1.0;土壤有机质含量采用重铬酸钾氧化容量法测定;土壤机械组成采用比重法测定;土壤速效磷含量采用 NH₄F-HCl 法-钼锑抗比色法测定;土壤全磷含量采用 HClO₄-H₂SO₄ 法-钼锑抗比色法测定。

1.4 统计分析方法

用 Excel 2003、DPS 软件、单因子方差对数据进行分析;显著性分析采用 LSD 法;用相关性分析描述土壤性状值之间的关系。

2 结果与分析

2.1 不同开垦年限对土壤理化性质的影响

2.1.1 开垦年限对土壤吸湿水含量的影响 吸湿水是土壤

固体颗粒表面对土壤空气中水汽的吸附,是一种物理紧束缚水,是研究土壤物理性质的基础,可以间接反映土壤的水肥状况。不同开垦年限土壤吸湿水含量的变化范围为 2.18%~3.94%,开垦初期(0~3 年)吸湿水含量下降缓慢,之后快速下降,在开垦年限为 8 年时吸湿水含量达到最低值 2.18%,开垦 8 年之后逐渐升高(图 1)。吸湿水含量越高,说明土壤质地越黏重,则其黏粒含量相对较多^[6]。且在表 2 的土壤机械组成的研究中也证实了这一点。

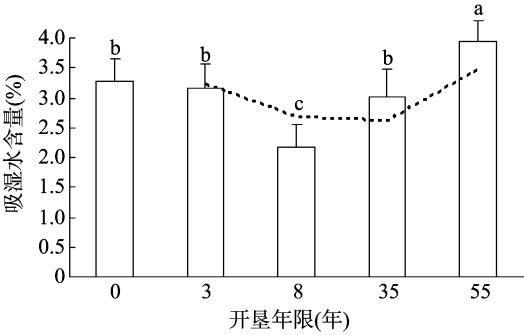


图 1 不同开垦年限土壤吸湿水含量的变化

2.1.2 开垦年限对土壤容重的影响 土壤容重是土壤重要的物理性质之一,在很大程度上决定着土壤水汽状况以及矿物质元素的运移,进而影响植物的生长发育和生理功能^[7]。不同开垦年限土壤容重的变化范围为 1.34~1.71 g/cm³。由图 2 可知,土壤容重随着开垦年限的增加呈先升高后降低的趋势,在开垦年限为 8 年时达到最高。相对于未开垦土壤而言,不同开垦年限土壤容重分别提高了 14.2%、27.6%、12.7%、2.2%。

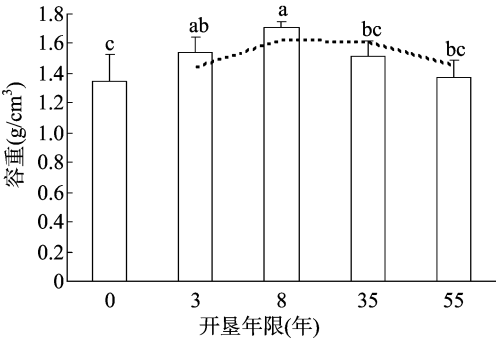


图 2 不同开垦年限土壤容重的变化

2.1.3 开垦年限对土壤 pH 值的影响 土壤酸碱度对土壤的理化性质、微生物活动以及植物生长发育都有很大的影响。不同开垦年限的土壤 pH 值变化范围为 4.56~6.98。由图 3 可知,在开垦初期(0~8 年),土壤 pH 值缓慢升高,之后升高幅度明显。相对于未开垦土壤而言,不同开垦年限土壤 pH 值分别升高了 2.6%、10.7%、51.3%、53.1%。

2.1.4 开垦年限对土壤有机质含量的影响 土壤有机质是判断土壤肥力水平的重要指标。不同开垦年限土壤有机质含量的变化范围为 16.03~32.16 g/kg。由图 4 可知,随着开垦年限的增加,土壤有机质含量先降低后升高,在开垦年限为 8 年时含量最低。相对于未开垦土壤而言,在开垦年限为 3、8、35 年时,土壤有机质含量分别降低 14.7%、38.0%、8.8%,在开垦年限为 55 年时升高 24.4%。

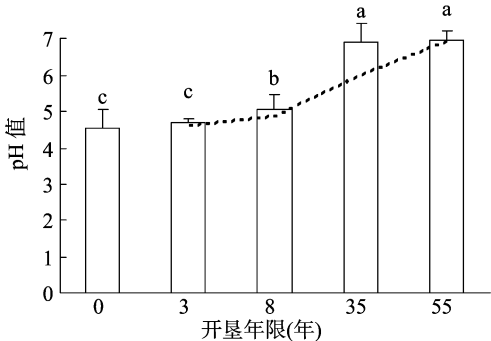


图3 不同开垦年限土壤 pH 值的变化

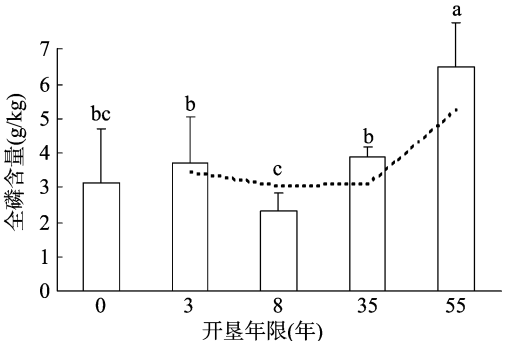


图5 不同开垦年限土壤全磷含量的变化

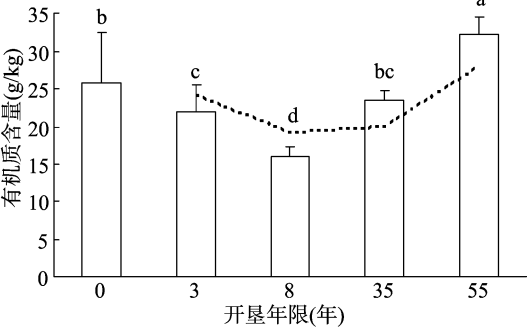


图4 不同开垦年限土壤有机质含量的变化

2.1.5 开垦年限对土壤全磷含量的影响 不同开垦年限土壤全磷含量的变化范围为 2.31 ~ 6.53 g/kg。由图 5 可知,在开垦初期(0~3 年),土壤全磷含量缓慢升高,之后显著降低,在开垦年限为 8 年时含量最低,然后再平稳升高。相对于未开垦土壤,在开垦年限为 3、35、55 年时,土壤全磷含量分别增加了 18.6%、24.0%、109.3%;而开垦年限为 8 年时,土壤全磷含量降低了 26.0%。

2.1.6 开垦年限对土壤机械组成的影响 由表 2 可知,开垦年限为 0、3、8、35、55 年时土壤中粗粉沙(0.01~0.05 mm)的含量均最高,分别为 32.46%、32.44%、24.41%、31.34%、30.42%。未开垦土壤机械组成表现为粗粉沙(0.01~0.05 mm)>黏粒(<0.001 mm)>细粉沙(0.001~

0.005 mm)>中粉沙(0.005~0.01 mm)>粗沙及中沙(0.25~2 mm)>细沙(0.05~0.25 mm)。与未开垦土壤相比,开垦过的土壤粒级发生了明显的变化,开垦年限为 3、35、55 年时均为粗粉沙(0.01~0.05 mm)>黏粒(<0.001 mm)>细粉沙(0.001~0.005 mm)>中粉沙(0.005~0.01 mm)>细沙(0.05~0.25 mm)>粗沙及中沙(0.25~2 mm),而开垦年限为 8 年时为粗粉沙(0.01~0.05 mm)>黏粒(<0.001 mm)>细粉沙(0.001~0.005 mm)>中粉沙(0.005~0.01 mm)。与未开垦土壤相比,开垦年限为 3、55 年时粗沙及中沙(0.25~2.00 mm)含量分别下降 27.6%、13.7%,开垦年限为 8、35 年时粗沙及中沙(0.25~2 mm)含量增加了 170.3%、7.2%;开垦年限为 3、8、35、55 年时细沙(0.05~0.25 mm)含量分别增加了 131.7%、382.5%、95.4%、22.0%;开垦年限为 3、8、35、55 年时粗粉沙(0.01~0.05 mm)含量分别下降了 0.1%、24.8%、3.5%、6.3%;开垦年限为 3、8、55 年时中粉沙(0.005~0.01 mm)含量分别下降了 5.0%、13.3%、2.8%,开垦年限为 35 年时中粉沙(0.005~0.01 mm)含量增加了 8.5%;开垦年限为 3、8 年时细粉沙(0.001~0.005 mm)含量下降了 3.9%、20.6%,开垦年限为 35、55 年时细粉沙(0.001~0.005 mm)含量升高了 16.2%、21.8%;开垦年限为 3、8、35、55 年时黏粒(<0.001 mm)含量下降了 7.5%、34.4%、23.8%、4.3%。

表 2 不同开垦年限土壤机械组成的变化

开垦年限 (年)	土壤机械组成(%)					
	粗沙及中沙 (0.25~2.00 mm)	细沙 (0.05~0.25 mm)	粗粉沙 (0.01~0.05 mm)	中粉沙 (0.005~0.01 mm)	细粉沙 (0.001~0.005 mm)	黏粒 (<0.001 mm)
0	5.11±2.84bc	3.72±3.63d	32.46±9.01a	14.63±3.16a	16.10±2.45b	27.98±15.31a
3	3.70±0.93c	8.62±2.90b	32.44±7.01a	13.90±2.42ab	15.47±1.58b	25.88±12.25ab
8	13.81±1.93a	17.95±4.86a	24.41±4.28b	12.68±1.16b	12.79±2.21c	18.36±2.12b
35	5.48±1.07b	7.27±1.41bc	31.34±1.46a	15.88±1.15a	18.71±2.50a	21.33±1.61ab
55	4.41±0.94bc	4.54±1.99cd	30.42±2.34a	14.22±0.65ab	19.61±0.86a	26.79±0.99a

2.2 不同开垦年限土壤理化性质的相关性分析

由表 3 可知,土壤吸湿水含量与容重、粗沙及中沙(0.25~2 mm)和细沙(0.05~0.25 mm)含量呈显著负相关,与全磷含量、细粉沙(0.001~0.005 mm)含量和黏粒(<0.001 mm)含量呈显著正相关,与有机质含量呈极显著正相关;容重与有机质含量和黏粒(<0.001 mm)含量呈显著负相关,与细沙(0.05~0.25 mm)含量呈极显著正相关;有机质含量与全磷含量和细粉沙(0.001~0.005 mm)含量呈显著正相关,与细

沙(0.05~0.25 mm)含量呈显著负相关;全磷含量与细粉沙(0.001~0.005 mm)含量呈显著正相关;粗沙及中沙(0.25~2.00 mm)含量与细沙(0.05~0.25 mm)含量呈显著正相关,与黏粒(<0.001 mm)含量呈显著负相关,与粗粉沙(0.01~0.05 mm)含量呈极显著负相关;细沙(0.05~0.25 mm)含量与粗粉沙(0.01~0.05 mm)含量和黏粒(<0.001 mm)含量呈显著负相关;pH 值与上述理化性质没有明显的相关关系。

表 3 不同开垦年限土壤理化性质的相关性分析

指标	相关系数										
	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9	X_{10}	X_{11}
X_1	1.00										
X_2	-0.88 *	1.00									
X_3	0.44	-0.20	1.00								
X_4	0.98 **	-0.89 *	0.53	1.00							
X_5	0.88 *	-0.59	0.71	0.89 *	1.00						
X_6	-0.84 *	0.79	-0.21	-0.74	-0.59	1.00					
X_7	-0.89 *	0.97 **	-0.27	-0.87 *	-0.60	0.90 *	1.00				
X_8	0.70	-0.77	0.03	0.60	0.35	-0.96 **	-0.89 *	1.00			
X_9	0.46	-0.55	0.51	0.48	0.29	-0.66	-0.70	0.71	1.00		
X_{10}	0.84 *	-0.70	0.81	0.87 *	0.84 *	-0.72	-0.78	0.59	0.76	1.00	
X_{11}	0.83 *	-0.90 *	-0.12	0.76	0.50	-0.82 *	-0.86 *	0.8	0.28	0.46	1.00

注：*、** 分别表示在 0.05、0.01 水平上差异显著； X_1 代表吸湿水含量，%； X_2 代表容重，g/cm³； X_3 代表 pH 值； X_4 代表有机质含量，g/kg； X_5 代表全磷含量，g/kg； X_6 代表粗沙及中沙（0.25 ~ 2 mm）含量，%； X_7 代表细沙（0.05 ~ 0.25 mm）含量，%； X_8 代表粗粉沙（0.01 ~ 0.05 mm）含量，%； X_9 代表中粉沙（0.005 ~ 0.01 mm）含量，%； X_{10} 代表细粉沙（0.001 ~ 0.005 mm）含量，%； X_{11} 代表黏粒（< 0.001 mm）含量，%。

3 讨论与结论

碳酸盐岩地区农田开垦年限对土壤理化性质有显著影响，不同土壤理化性质的变化规律随开垦年限的变化各不相同。土壤吸湿水含量和容重为重要的土壤物理指标，随开垦年限的变化分别表现为先降低后升高和先升高后降低趋势，通过相关性分析得出，这两者与土壤质地和有机质含量有显著关系，土壤质地越黏或增加有机质含量可以增加土壤中吸湿水含量，降低土壤容重。这与姚志龙等的研究结果^[6-8]一致。pH 值随开垦年限的增加而升高，与张晓东等对新疆绿洲农田的研究结果^[9]一致，与焦燕等对内蒙古农田的研究结果^[10]相反，这与不同地区土壤类型及施肥有关。土壤有机质含量和全磷含量随开垦年限整体变化为先降低后升高。土壤有机质含量和全磷含量是土壤管理、耕作施肥等综合作用下，土壤输入与输出之间平衡的结果^[11]。在开垦初期（0 ~ 8 年），受到开垦引起的人为扰动强度、作物吸收和碳酸盐岩地区强烈的淋溶作用影响，有机质含量和全磷含量降低；而开垦 8 年之后升高，可能是由于耕作施肥和犁底层形成。随着开垦年限的增加，土壤中粗沙及中沙（0.25 ~ 2 mm）、细沙（0.05 ~ 0.25 mm）和细粉沙（0.001 ~ 0.005 mm）的含量在增加，而粗粉沙（0.01 ~ 0.05 mm）、中粉沙（0.005 ~ 0.01 mm）和黏粒（< 0.001 mm）的含量在降低。土壤理化性质与不同颗粒含量有着显著关系，细颗粒含量降低、粗颗粒含量升高会引起土壤的属性发生明显的变化。

碳酸盐岩地区因其特殊的自然气候和条件，造成该地区生态环境脆弱。人为活动的干扰，大面积土地被开垦，但因其本身土层发育较浅，淋溶风蚀作用明显，农田耕地资源不够丰富。本研究显示，碳酸盐岩地区不同理化性质随开垦年限变化受有机质含量和土壤机械组成影响较大，所以被开垦后的农田应该进行合理施肥和科学管理，用地与养地相结合，保护

耕地资源，防止石漠化现象的发生成为了重中之重。

参考文献：

[1] 周传艳,陈训,周国逸,等. 不同土地利用方式及开垦时间对岩溶山区土壤养分空间分布的影响[J]. 应用与环境生物学报, 2011,17(1):63-68.

[2] 杨学东,刘洪来,姚红艳,等. 贵州不同土地利用方式对土壤质量的影响[J]. 广东农业科学,2013,40(6):70-73,76.

[3] Guretzky J A, Biermacher J T, Cook B J, et al. Switchgrass for forage and bioenergy: harvest and nitrogen rate effects on biomass yields and nutrient composition[J]. Plant and Soil, 2011, 339(1/2): 69-81.

[4] Tang G M, Xu W L, Zhou B, et al. Effects of cultivation years on particulate organic carbon and mineral - as - sociated organic carbon in cotton soil[J]. Journal of Soil and Water Conservation, 2013, 27(3): 237-241.

[5] Kalbitz K, Kaiser K, Fiedler S, et al. The carbon count of 2000 years of rice cultivation[J]. Global Change Biology, 2013, 19(4): 1107-1113.

[6] 姚志龙,赵爱萍. 陇东地区主要土类土壤质地及其与水分常数相关性研究[J]. 土壤通报, 2011, 42(2): 280-284.

[7] Xu M G, Zhang Y P, Liu W N. Diffusion of chloride ions in soils: I. influences of soil moisture, bulk density and temperature [J]. Pedosphere, 1997, 7(1): 65-72.

[8] 郑存德,依艳丽. 土壤容重对玉米光合特性的影响及调控研究[J]. 土壤学报, 2012, 49(5): 944-953.

[9] 张晓东,刘志刚,热沙来提·买买提,等. 不同开垦年限对新疆绿洲农田土壤理化性质的影响[J]. 水土保持研究, 2016, 23(3): 13-18.

[10] 焦燕,赵江红,徐柱. 农牧交错带开垦年限对土壤理化特性的影响[J]. 生态环境学报, 2009, 18(5): 1965-1970.

[11] 宋日,刘利,吴春胜,等. 东北松嫩草原土壤开垦对有机质含量及土壤结构的影响[J]. 中国草地学报, 2009, 31(4): 91-95.