

文章编号: 1003-8701(2002)04-0026-03

岗平地黑土草田轮作的生态效应

王继红¹, 孟凡胜², 王宇³, 郝瑞卿³

(1. 中国科学院长春地理所, 长春 130021; 2. 抚松县环保局监测站, 抚松 134500;

3. 吉林农业大学资源环境学院, 长春 130118)

摘要: 以玉米连作为对照, 研究了草田轮作对岗平地黑土的生态效应。结果表明: 在水蚀和风蚀严重的岗平地黑土上实行草田轮作, 有利于改善土壤的孔隙状况, 从而改善岗平地黑土的通气有余、持水不足、易于干旱和沙化的状况。草田轮作可以增加土壤微生物的数量, 增强微生物的总体活性, 也可以增加土壤的酶活性, 进而提高土壤的生物活性, 改善土壤的环境条件。

关键词: 岗平地黑土; 草田轮作; 微生物区系; 酶活性

中图分类号: S154.1

文献标识码: A

黑土是我国重要的宜农土地资源, 但近些年来, 由于人们的过度垦殖和掠夺式经营, 造成土壤不断退化, 这不仅限制了粮食的产量, 生态环境也遭到破坏。甚至有人预言, 50~100年后黑土带将消失。因此, 防止黑土退化及对黑土的生态复原已成为目前十分紧迫的任务。

岗平地黑土耕种历史较长, 人为和自然的破坏更加严重, 其主要退化方式为物理退化, 其次是由物理退化带来的化学退化和生物退化。据研究, 牧草不仅能增加土地有机质的含量, 而且能长期覆盖地面, 防止雨水的侵蚀。因此, 本文试图就草田轮作对岗平地黑土退化的生态复原作用加以讨论。

1 试验设计和方法

1.1 试验地基本情况及设计方案

试验地点为吉林农大农场, 试验地为台地地形, 土壤由黄土母质发育而成。选取长期连作玉米土壤作为试验土壤, 其基本性状见表 1。从 1991 年开始布置轮作试验, 共 3 个处理: 长期连作玉米为对照(以下简称为“连作区”)、玉米—休闲—玉米区(以下简称为“休闲区”)和玉米—草木樨—玉米区(以下简称为“轮作区”)。每个处理 3 个重复, 每重复面积为 667 m²。在轮作周期中, 各处理植物残茬均留于田中, 不作施肥处理。具体轮作方案见表 2。

表 1 试验地土壤基本性状

处理	全 N (%)	全 P (%)	全 K (%)	有机质 (g/kg)	pH	CEC [cmol(+)/kg]
连作	0.17	0.06	1.94	24.4	6.85	14.63
休闲	0.15	0.05	1.96	25.0	7.08	14.24
轮作	0.18	0.05	1.96	27.1	6.91	14.16

收稿日期: 2001-11-23; 修回日期: 2002-01-24

作者简介: 王继红, 女, 中科院长春地理所, 博士, 主要从事土壤学教学和土壤与环境方面的研究。

表 2 试验地设计方案

处理	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
连作	玉米								
休闲	玉米	休闲	玉米	休闲	玉米	休闲	玉米	休闲	玉米
轮作	玉米	草木樨	玉米	草木樨	玉米	草木樨	玉米	草木樨	玉米

1.2 试验方法

容重测定采用常规方法。

用稀释琼脂平板法分别测定细菌、真菌和放线菌的相对菌数;用液体稀释测数法分别测定氨化细菌、硝化细菌、固氮菌和纤维分解菌 4 种反映土壤生物活性的菌数。分析菌群采用的培养基为:①细菌用牛肉膏蛋白胨培养基;②放线菌用高氏培养基;③真菌用马丁代培养基;④液体培养均按 1959 版的微生物学通报(1-3 号)所载的“土壤微生物区系分析方法”进行。

土壤酶活性的测定方法:过氧化氢酶用 J·L·Johnson 与 K·L·Temple (1964) 法;脲酶用 G·Hoffmann 与 K·Teicher (1961) 法;转化酶用 E·Hoffman 与 A·seegerer (1951) 法;蛋白酶用 A·ш. талстаян 与 A·Арутюнян (1965) 法。

2 结果分析

2.1 不同耕作方式对黑土物理性状的影响

表 3 不同耕种方式的土壤物理性状变化

处理	取土时间 (年)	总孔隙 (%)	毛管孔隙 (%)	非毛管孔隙 (%)	容重 (g/cm ³)	粘粒含量 (<0.002)(%)
连作	1991	51.6	46.3	6.2	1.28	32.7
	1995	49.4	43.3	6.4	1.34	30.4
	1999	49.0	43.0	6.5	1.35	29.8
休闲	1991	51.3	45.8	6.1	1.29	32.8
	1995	49.0	41.2	6.4	1.35	30.0
	1999	48.3	40.8	7.1	1.37	28.1
轮作	1991	51.3	45.9	6.4	1.29	32.3
	1995	52.4	46.8	5.0	1.26	34.6
	1999	54.7	47.5	3.6	1.20	35.5

表 3 列出了不同耕作方式下岗平地黑土的各种物理指标。连作区土壤容重由 1.28 g/cm³ 增加到 1.35 g/cm³, 孔隙度由 51.6% 减少到 49.0%, 毛管孔隙度由 46.3% 减少到 43.0%; 轮作区容重由 1.29 g/cm³ 减少到 1.20 g/cm³, 孔隙度由 51.3% 增加到 54.7%, 毛管孔隙度由 45.9% 增加到 47.5%; 休闲区容重由 1.29 g/cm³ 增加到 1.37 g/cm³, 孔隙度和毛管孔隙度都减小。从粘粒含量来看, 连作区和休闲区粘粒含量都不同程度的减小, 而轮作区粘粒含量增加。因此, 不同轮作方式对土壤的物理性状确有不同影响。分析其原因, 连作区的孔隙度减小和容重增大主要是由于连年耕作的机械压实和粘粒的淀积作用及表土的风蚀和沙化所引起, 而牧草区由于牧草增大了对地面的覆盖度, 风蚀和沙化减弱, 加之耕作所造成的机械压实减少, 使容重减少, 孔隙度增加, 且毛管孔隙度也增加。这就有利于改善岗平地黑土的通气有余、持水不足、易于风蚀和干旱的状况。而休闲区由于地表裸露面积的增大, 雨水冲刷所造成的侵蚀强度增加, 风蚀更加严重。因此, 在 3 种耕种方式中容重增加幅度最大, 孔隙度和粘粒减少幅度也最大。

2.2 不同耕作方式微生物区系的变化

表 4 不同耕作方式对土壤微生物数量的影响

微生物	年份	连作	休闲	轮作
细菌	1991	5.8×10^6	5.9×10^6	5.8×10^6
	1995	5.6×10^6	4.5×10^6	5.9×10^6
	1999	5.2×10^6	3.7×10^6	6.3×10^4
真菌	1991	2.1×10^4	2.2×10^4	2.3×10^4
	1995	2.1×10^4	2.1×10^4	3.5×10^4
	1999	2.1×10^4	1.9×10^4	3.6×10^6
放线菌	1991	1.7×10^6	1.6×10^6	1.7×10^6
	1995	1.7×10^6	1.4×10^6	2.0×10^6
	1999	1.7×10^6	1.0×10^6	2.6×10^6
氨化细菌	1991	54.4×10^6	54.5×10^6	55.6×10^6
	1995	54.4×10^6	30.1×10^6	57.1×10^6
	1999	54.0×10^6	28.2×10^6	54.2×10^6
硝化细菌	1991	30.4×10^6	31.2×10^6	34.1×10^6
	1995	31.4×10^6	18.3×10^6	31.2×10^6
	1999	34.2×10^6	10.0×10^6	33.3×10^6
固氮菌	1991	2.5×10^3	2.4×10^3	2.4×10^3
	1995	2.2×10^3	1.8×10^3	2.6×10^3
	1999	2.1×10^3	1.4×10^3	2.8×10^3
纤维素分解菌	1991	3.0×10^6	3.2×10^4	3.1×10^4
	1995	3.5×10^6	1.2×10^4	2.9×10^4
	1999	4.5×10^6	0.8×10^4	3.2×10^4

表 4 列出了土壤中微生物数量及微生物各生理类群的数量。连作区细菌、放线菌和真菌数量都略有减少或基本不变；而休闲区细菌、真菌和放线菌数量都不同程度减少，这可能是由于连作区虽然使土壤孔隙状况变坏，但由于玉米的残茬能供给土壤较多的有机质，使微生物有较充足的能源而维持一定的菌数，而休闲区不具备这个条件，因此菌数减少幅度大；轮作区细菌、真菌和放线菌数量都增加，这是因为种草后改善了土壤的结构性，使微生物有了适合的生存环境，增强了微生物的整体活性。

微生物各生理类群有如下变化：氨化细菌和硝化细菌数连作区变化不大，休闲区菌数减少，而轮作区菌数增多。这可能是牧草提供了大量的有机物质并改善了土壤的孔隙和水分状况，促进了土壤的氨化作用和硝化作用的发展，使氨化细菌和硝化细菌增殖。

轮作区固氮菌的增殖可以解释为草木樨为 C/N 较小的植物，轮作后，不仅消除了微生物与土壤争氮的矛盾，充足的 N 源有利于固氮微生物的活动。因此，轮作区固氮菌的菌数显著增加，而连作区和休闲区都略有减少。

纤维素分解菌的菌数变化与以上几种微生物不同，连作区和轮作区菌数增多且连作区增多幅度较大，休闲区菌数减少，这可能是由于连作区玉米残茬含有丰富的纤维素而显著增加了纤维素分解菌的菌数。

2.3 不同耕作方式土壤酶活性的变化

表 5 不同耕作方式土壤酶活性的变化

酶	连作			休闲			轮作		
	1991	1994	1999	1991	1994	1999	1991	1994	1999
过氧化氢酶 $0.1N KMnO_4$ (mL)	3.1	3.1	2.9	3.3	3.4	3.1	3.2	3.8	4.0
脲酶 NH_3-N (mg/g)	49.2	51.3	54.6	47.4	42.6	42.3	60.5	177.2	203.4
转化酶 $0.1N Na_2S_2O_3$ (mg/g)	7.3	9.5	10.9	7.4	7.0	6.8	7.3	11.5	15.8
蛋白酶 NH_2-N (μ g/g)	74.0	103.0	110.0	69.0	69.0	69.0	68.0	187.0	198.0

表 5 列出了不同耕种方式土壤酶活性的变化。过氧化氢酶连作区和休闲区活性降低，而轮作区活性提高；转化酶和蛋白酶的活性连作区都略有提高，休闲区两种酶(下转第 32 页)

2.4 对玉米地下害虫的防治效果

15%克·福·酮种衣剂对玉米地下害虫防效明显,幅度为 69.41%~78.03%,药效高于各单剂处理。在相同剂量下,比 11.7%克·福·酮种衣剂药效略高,但差异不明显(表 5)。

2.5 对玉米产量的影响

15%克·福·酮种衣剂各处理的产量均高于空白对照,增产幅度为 5.78%~12.76%。在相同剂量下,产量高于 11.7%克·福·酮种衣剂,各处理间无显著差异(表 6)。

3 结 论

15%克·福·酮种衣剂对玉米发芽没有抑制作用,对玉米中后期生长没有不良影响。保苗效果在 0.84%~10.97%,增产幅度为 5.78%~12.76%。

该种衣剂对玉米苗期病害、地下害虫及黑穗病防治效果分别为 59.73%~73.36%、69.41%~78.03%和 77.00%~91.65%,尤以对丝黑穗病的防治效果突出。

从经济、安全、有效等方面综合考虑,15%克·福·酮种衣剂使用剂量药种比为 1:50 拌种包衣即可。

(上接第 28 页)活性都降低,而轮作区都显著提高;脲酶连作区略有提高,休闲区略有降低,轮作区却有显著提高。因此,连作玉米田与草木樨进行草田轮作后确实提高了各种土壤的酶活性。

3 小 结

在水蚀和风蚀严重的岗平地黑土上实行草田轮作,有利于改善土壤的孔隙状况,从而改善岗平地黑土的通气有余、持水不足、易于干旱和沙化的状况。草田轮作可以增加土壤微生物的数量,增强微生物的总体活性。同时增加土壤的酶活性,进而提高土壤的生物活性,改善土壤的环境条件。

参考文献:

- [1] 孟 凯,张兴义·松嫩平原黑土退化的机理及其生态复原[J].土壤学报,1999,29(3):51-54.
- [2] Charles Arden-Clarke·土壤侵蚀的治理在于有机农业[J].土壤学进展,1998,17(1):51-54.
- [3] 陈子英,等·土壤微生物实验法[M].上海:上海科技出版社,1959.

The Ecological Effect of Grass and Crop Rotation on Ridge Chernozem

WANG Ji-hong¹, MENG Fan-sheng², WANG Yu³, QIE Rui-qing³

(1. Changchun Institute of Geography, Chinese Academy of Sciences, Changchun 130021;

3. Jilin Agriculture University, Faculty of Resources and Environment, Changchun 130118, China)

Abstract: This thesis studied ecological effect of high ridge chernozem by control test of corn continuous cropping. The result indicated that grass and crop rotation improves aperture condition of soil, to improve the condition of much air draft and drought and sand, because of abstract ability of keeping water on the chernozem of bad water erosion and wind erosion. Grass and crop rotation could increase the quantity of soil microorganism, intensify its activation, improve soil enzyme activity, enhance biological activity of soil and establish better soil environment condition.

Key words: Ridge chernozem; Grass and corn rotation; Microbial area; Enzyme activity