

不同种植年限苜蓿对土壤理化性质、微生物群落和苜蓿品质的影响

麻冬梅¹, 金凤霞¹, 蒙 静², 杨鹏鹏¹, 刘昊焱¹, 许 兴¹

(1. 宁夏大学 农学院, 银川 750021; 2. 宁夏农业综合开发办公室, 银川 750001)

摘 要:随着种植年限的延长,苜蓿地土壤质量及牧草品质逐步退化。通过对不同种植年限苜蓿土壤理化性质、牧草品质的测定,分析比较了土壤质量及牧草质量的变化。结果表明:在苜蓿生长季内,土壤含水量随月份的递增其变化规律各异,随取土深度的增加呈先增加后降低的变化趋势;随种植年限的延长,碱解氮和速效钾含量逐渐下降,速效磷含量呈先增加后降低的变化规律;各种种植年限苜蓿地土壤微生物区系以细菌为主,真菌数量最少,微生物总数以 4 年生苜蓿地最高,3 年生最低;苜蓿品质随种植年限延长而逐渐下降,即栽培年限对苜蓿地的土壤质量及牧草品质均有不同程度的影响。

关键词:苜蓿; 土壤速效养分; 土壤微生物; 牧草品质

中图分类号: S153

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2013)05-0029-04

Effects of Alfalfa with Different Growth Years on the Soil Physical and Chemical Properties, Soil Microbial, Forage Quality

MA Dong-mei¹, JIN Feng-xia¹, MENG Jing², YANG Peng-peng¹, LIU Hao-yan¹, XU Xing¹

(1. School of Agriculture, Ningxia University, Yinchuan 750021, China;

2. Office of Agriculture Comprehensive Development, Yinchuan 750001, China)

Abstract: With the prolongation of growth, soil quality and forage quality of alfalfa gradual degrade. This experiment based on different growth years of alfalfa, the soil physical and chemical properties were studied, and the changes of soil quality and forage quality were analyzed and compared. The results show that in alfalfa growing season, the seasonal change in soil moisture contents is different, with the increase of soil depth, the soil moisture first increased and then reduced; with the extension of cultivation years, alkaline hydrolysis nitrogen and available potassium contents showed a decrease trend, available phosphorus content first increased and then decreased; the soil microbial flora of different growth years of alfalfa is dominated by bacteria, fungi is the least, total number of microbes 4-year alfalfa is the highest, the lowest for the 3-year alfalfa; and the quality of alfalfa decreased with the increase in growth years, the influence degrees of cultivation period on soil quality and alfalfa forage quality are different.

Key words: alfalfa; soil physical and chemical properties; soil microbial; forage quality

建立草地生态系统,实施豆科牧草和粮食作物粮草轮作,发展畜牧业生产,是改善生态环境,增加农业系统稳定性,提高生产效益的有效途径^[1]。而农田种草养畜以其较高的生态效益、经济效益和社会效益,正在成为高效农业的重要组成部分^[2]。苜蓿在我国栽培历史已有 2 100 多年,分布范围广,耐盐碱,耐干旱,耐瘠薄,生长适应性强,在古代是重要的豆科饲

料作物和救荒作物^[3]。种植苜蓿既可以获得较好的经济效益,又可以改良土壤,其改良作用已得到许多研究的肯定^[4]。但随着苜蓿生长年限的延长,加之田间管理不善,退化较为严重^[5]。近年来,前人对不同苜蓿生长年限的土壤理化性状、土壤微生物的影响做了大量研究^[6],但针对不同种植年限的苜蓿,在生长季内随着种植年限和月份的递增,土壤理化性质、微

收稿日期: 2013-05-16

修回日期: 2013-07-03

资助项目: “十一五”国家科技支撑计划资助项目“荒漠草原区农牧复合生态系统构建与可持续利用技术集成试验与示范”(2011BAC07B03); 宁夏农发办项目(NTKJ-2012-12); 宁夏农发办项目(NTKJ-2013-09(1))

作者简介: 麻冬梅(1978—),女,宁夏银川人,博士,讲师,现从事植物抗逆分子生物学研究。E-mail: mdm319@tom.com

通信作者: 许兴(1959—),男,教授,博士,博士生导师,现从事作物逆境生理及生物技术育种研究工作。E-mail: xuxingscience@126.com

生物群落及牧草品质的综合性对比研究较少。本研究以2~6年生的苜蓿为研究对象,对各种种植年限苜蓿地土壤理化性质、微生物群落和牧草品质的变化进行研究,从而对苜蓿的退化机理、人工草地的管理、合理粮草轮作周期的制定、评价高产栽培条件下种植苜蓿改良土壤的效应具有极其重要的理论指导意义。

1 材料与方法

1.1 试验材料

本试验于2012年对宁夏贺兰山农牧场九队不同种植年限的苜蓿地进行定位观测。试验田分别以2006年、2007年、2008年、2009年及2010年种植的紫花苜蓿地为研究对象,即分别为种植6年、5年、4年、3年和2年的苜蓿地。试验地处贺兰山东麓冲积平原,地下水位低于1 m,地层深厚,土壤质地多为沙壤土,淡灰钙土,土壤pH值为7.5~8.5,可溶性盐分在0.3%以下,每年春季返青前追施氯化钾225 kg/hm²,每一茬刈割后追尿素225 kg/hm²,其地力水平和栽培管理措施基本一致。供试的土样为苜蓿生长期采用相同的取样标准和方法,每月初分别在2006—2010年种植的苜蓿地进行采样。每一条草地选取3个有代表性的地块,面积为1 m²,在每个所选取的样地内随机取5个点,将地表的凋落物层去除后用土钻进行采样,并且去掉土壤中的可见植物残体。然后将土样分为2份:一份为新鲜土样过2 mm筛后放置于冰箱中(4℃,不超过4 d)用于测定土壤微生物量;另一份土壤自然风干后过筛,用于测定土壤养分。供试苜蓿材料为2~6年生最后一茬苜蓿,每一条草地选取5个有代表性的样点,面积为1 m²割取地上部分,后将鲜样置于通风处自然风干,分别粉碎后,在密封袋中贮存,留待样品分析。

1.2 研究内容与方法

土壤含水量采用土钻取土烘箱烘干法进行测定;土壤有机质采用重铬酸钾容量法——外加热法,碱解氮采用碱解扩散法,速效磷采用0.5 mol/L的NaHCO₃浸提——分光光度法,速效钾采用1 mol/L的NH₄OAC浸提——火焰光度法,水溶性盐总量用电导法,pH值用1.0 mol/L的KCl浸提电位法(土液比为1:2.5)测定;微生物数量测定是采用稀释平板法计数,细菌用牛肉膏蛋白胨培养基,真菌用马丁氏培养基,放线菌用高氏I号培养基;牧草品质的测定:粗蛋白(CP)采用杜马斯定氮仪测定;粗纤维(CF)采用酸、碱洗涤法;粗脂肪(EE)采用乙醚浸提法;粗灰分(ASH)采用灰化法;无氮浸出物(NFE)采用差值计算法。

1.3 数据处理与分析

数据采用Excel 2003软件处理,并进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 不同种植年限苜蓿土壤含水量的时空变化

2.1.1 不同种植年限苜蓿土壤含水量的时间变化

由图1可以看出,4年生苜蓿土壤平均含水量最高,在6—8月三个月的值最大。3年生苜蓿土壤平均含水量最低,6年生苜蓿土壤含水量在6—9月3个月的值最小。6年生、5年生苜蓿土壤含水量随季节性的递增而递减,4年生、3年生和2年生苜蓿土壤含水量除10月外,随月份的递增而递增。

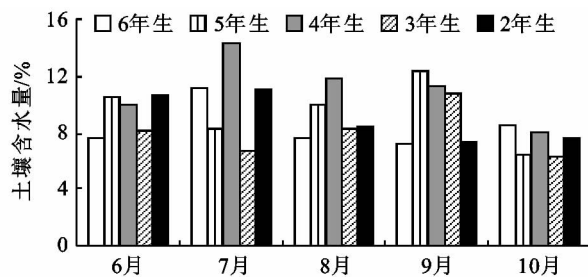


图1 不同种植年限苜蓿土壤含水量的季节性变化

3.1.2 不同种植年限苜蓿土壤含水量的空间变化

由图2可以看出,不同种植年限的苜蓿地,随土层垂直深度的增加,土壤含水量呈现先升高后降低的趋势。6年生苜蓿地在0—20 cm土层土壤水分含量增加效果显著,土壤含水量最高,而在80—100 cm土层内,6年生苜蓿地土层水分含量显著低于其它种植年限苜蓿地。5年生苜蓿地在20—40 cm土层土壤含水量最高,在80—100 cm土层土壤含水量最低。6年生和5年生苜蓿地在80—100 cm土层土壤含水量最低的原因是定位观测的试验地是刈割用人工苜蓿草地,有生长良好的密集草丛,较高的生物产量,年蒸发蒸腾量超过年降水量,深层分布的根系,引起根系分布的土层最先出现干燥化。根据根系和非饱和水移动规律,根系不断向下生长,土壤深层水沿着水势梯度向根层移动,使土壤深层水分不断消耗,土壤含水量降低,干层厚度不断加深。因此,随苜蓿种植年限的延长,苜蓿草地深层土壤含水量降低,加剧土壤干燥化强度。

4年生苜蓿地平均含水量最高,达到11.09%,在0—20 cm土层土壤含水量最低,在60—80 cm土层土壤含水量最高,在40—60 cm,60—80 cm和80—100 cm土层,4年生苜蓿地土壤含水量也高于其它种植年限苜蓿地。3年生和2年生苜蓿地在0—20 cm,60—80 cm和80—100 cm土层含水量较低,在40—60 cm土层含水量最高,0—20 cm土层含水量较低的可能原因是3年生和2年生苜蓿生物量比较小,对土壤的覆盖度较小,土壤水分蒸发和蒸腾量较大,而水分补给不足所致。

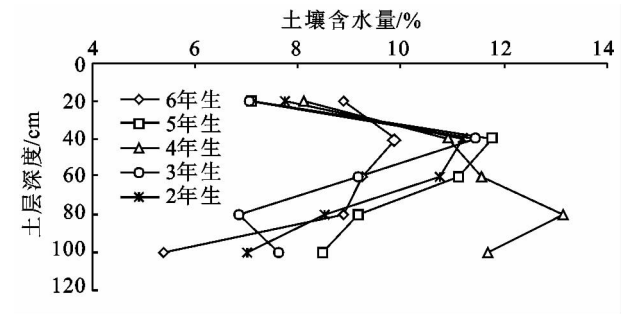


图2 不同种植年限苜蓿地0—100 cm土层内土壤含水量的垂直性变化

2.2 不同种植年限苜蓿地土壤速效养分变化

由表2可知,不同种植年限苜蓿地在6月份的碱解氮含量、速效钾含量和速效磷含量都明显高于10月份。随着苜蓿种植年限的延长,土壤碱解氮、速效

钾含量均出现下降趋势,6年生苜蓿地土壤碱解氮、速效钾含量降至最低水平,表明种植苜蓿对土壤碱解氮、速效钾含量影响显著,长期种植苜蓿会造成土壤氮、钾素的匮乏,说明植株制造并向土壤输送的碱解氮比本身从土中吸收并消耗的多,制造并输送到土壤中的碱解氮比本身从土壤中吸收利用的少,对于速效钾,由于紫花苜蓿植株只能从土壤中无偿地吸收利用,紫花苜蓿在生长过程中的吸收及淋溶作用会造成速效钾不同程度的亏缺,因此造成随种植年限的延长,钾素含量降低。随着苜蓿种植年限的延长,土壤速效磷含量呈现逐渐升高的趋势,5年生苜蓿地土壤速效磷含量升至最高水平,但6年生苜蓿地降至最低水平,具体原因有待进一步分析。

表2 不同种植年限苜蓿地土壤碱解氮、速K、速P含量

种植年限	碱解氮/(mg·kg ⁻¹)			速效 K/(mg·kg ⁻¹)			速效 P/(mg·kg ⁻¹)		
	6月	10月	平均	6月	10月	平均	6月	10月	平均
6年生	13.3	18.9	16.10	30	20	25	42.91	17.23	30.07
5年生	25.9	12.6	19.25	40	30	35	280.74	100.00	190.37
4年生	21.7	12.6	17.15	50	40	45	143.92	133.78	138.85
3年生	23.1	18.2	20.65	40	30	35	121.28	104.39	112.84
2年生	26.6	19.6	23.10	40	20	30	100.34	114.86	107.60

2.3 不同种植年限牧草剖面的微生物群落

从表3可知,土层中细菌的数量远高于放线菌和真菌的数量,土壤微生物区系以细菌占绝对优势,占总数的94%以上,是土壤微生物的主体,其次是放线菌,真菌数量最少。4年生苜蓿地微生物总数最高,是其它种植年限苜蓿地的1.83~3.11倍。不同种植年限苜蓿细菌数量大小顺序为:4年生苜蓿地>5年生苜蓿地>6年生苜蓿地>2年生苜蓿地>3年生苜蓿地。4年生苜蓿地细菌数量最多,达到1655.68万个/g,细菌数量是其它种植年限苜蓿地的1.92~3.26倍,土壤细菌数量大体均随着种植年限的延长而增加。6年生苜蓿地放线菌数量最低,为3年生、2年生苜蓿地放线菌数量的3/5左右,放线菌数量随种植年限的增加而总体递减。土壤真菌数量大小顺序为:3年生苜蓿地>5年生、2年生苜蓿地>4年生苜蓿地>6年生苜蓿地,不同种植年限苜蓿土壤真菌数量变化趋势不明显。

表3 不同种植年限苜蓿地土壤的微生物群落 万个/g

种植年限	真菌菌落数	细菌菌落数	放线菌菌落数	微生物总数
6年生	0.08	862.92	19.70	882.70
5年生	0.13	892.46	25.90	918.49
4年生	0.10	1655.68	25.85	1681.63
3年生	0.14	508.51	32.14	540.79
2年生	0.13	533.44	30.18	563.75

2.4 不同种植年限牧草的品质

由表4可见,2年生苜蓿粗蛋白含量最高,达到23.33%,6年生苜蓿粗蛋白含量最低,为19.13%。2年生粗纤维含量最低为20.56%,6年生粗纤维含量最高,达到25.11%。2年生粗灰分含量最高达到8.13%,6年生苜蓿最低为6.89%。随着种植年限延长,苜蓿粗灰分、粗蛋白、粗脂肪含量逐渐降低,而粗纤维含量变化趋势相反。因此,2年生苜蓿品质最好,6年生苜蓿品质最差,随着苜蓿种植年限的延长,苜蓿的品质逐渐下降。

表4 不同种植年限牧草的粗灰分、粗蛋白、粗脂肪、粗纤维、无氮浸出物含量 %

种植年限	粗灰分	粗蛋白	粗脂肪	粗纤维	无氮浸出物
6年生	6.89	19.13	1.76	25.11	40.26
5年生	7.59	20.39	2.15	23.24	40.52
4年生	8.15	19.9	1.87	25.35	38.49
3年生	8.01	20.99	2.09	25.51	36.72
2年生	8.13	23.33	2.12	20.56	39.28

3 结论与讨论

(1) 作物耗水是引起黄土旱塬农田土壤水分季

节变化,产生土壤水分季节性亏缺的主要因素。吴金水等^[7]通过对半干旱区农田土壤无机氮积累与迁移机理的研究认为在植株生长旺盛期,生长所需要的耗

水量与降水量间的差值表现为土壤含水量的降低,土壤含水量出现亏缺。研究结果显示5年生和6年生苜蓿地土壤含水量随月份的递增而递减,2~4年生苜蓿的土壤含水量总体随月份的递增而递增,这与卢宗凡等^[8]的研究不符,其原因可能是由于定位观测的试验地是人工苜蓿草地,苜蓿在未进入生长旺盛期前就被刈割,故其变化规律不明显。此外,试验结果还显示不同种植年限苜蓿的土壤含水量随土层深度的增加,土壤含水量呈先增加后降低的变化趋势,且5年、6年生苜蓿80—100 cm土壤含水量相对其它各种种植年限较低,出现土壤干层,这与李玉山等^[9]的研究结果相一致,即苜蓿土壤含水量随根系的下扎,表现在上层土壤含水量较高,下层较低,即多年连续种植会导致土壤干燥化,形成生物性土壤下伏干层。

(2) 对低产田种苜蓿肥田养畜研究结果显示,豆科牧草会显著提高土壤肥力,改善土壤理化性质。种植苜蓿对土壤理化性质的影响,主要通过土壤养分、土壤酸碱度及土壤可溶性盐等的变化来反映^[10]。李小坤等^[11]对牧草施肥研究进展进行了综述,而且许多学者^[12-15]研究了紫花苜蓿对土地肥力的影响。本实验的研究结果显示,不同种植年限苜蓿地6月份的碱解氮含量、速效钾含量和速效磷含量都明显高于10月份,且碱解氮和速效钾随种植年限的延长而降低,速效磷随种植年限的延长而增加,这与李瑞年等^[16]、郭晔红等^[17]的研究结果一致,但与杨恒山等^[18]、刘恩斌等^[19]的研究结果相反,其具体原因还需进一步分析研究。

(3) 土壤中数量众多的微生物既是土壤形成过程的产物,也是土壤形成的推动者^[20]。试验研究结果显示不同种植年限苜蓿草地土壤微生物群落以细菌占优势,放线菌次之,真菌最小。这是由于随着种植年限的增加,紫花苜蓿地土壤有机质含量增加,pH值降低,土壤结构得到改善,有利于土壤中细菌和放线菌的生长。此外细菌的数量随种植年限的递增呈增加的变化趋势,放线菌数量随种植年限的增加而总体递减,而真菌随种植年限的增加变化规律不明显,这与杨恒山等^[21]的结论基本一致,说明随生长年限的延长,土壤中微生物的活动增强。

(4) 牧草品质是一个综合性状,它主要表现在化学成分、消化率、适口性、能量值、动物的饲用效果等方面^[22]。牧草品质的优劣是品种遗传特性和环境条件综合作用的结果。本实验研究结果显示,随着种植年限延长,苜蓿粗灰分、粗蛋白、粗脂肪含量逐渐降低,而粗纤维含量变化趋势相反。表明2年生苜蓿品质最好,6年生苜蓿品质最差,随着苜蓿种植年限的延长,苜蓿的品质逐渐下降。

参考文献:

- [1] 高雪峰,韩国栋,张功,等. 荒漠草原不同放牧强度下土壤酶活性及养分含量的动态研究[J]. 草业科学,2007,24(2):10-14.
- [2] 沈益新. 农田种草的生态学意义和作用[J]. 畜牧与兽医,2004,36(4):1-3.
- [3] 周敏. 中国苜蓿栽培史初探[J]. 草原与草坪,2004(1):44-46.
- [4] 张晓琴,胡明贵. 紫花苜蓿对盐渍化土地理化性质的影响[J]. 草业科学,2004,21(11):31-34.
- [5] 何有华. 紫花苜蓿在陇中地区生态环境建设中的作用分析[J]. 草业科学,2002,19(7):17-18.
- [6] 李顺鹏. 微生物学实验指导[M]. 北京:中国农业出版社,2003.
- [7] 吴金水,郭胜利,党廷辉. 半干旱区农田土壤无机氮积累与迁移机理[J]. 生态学报,2003,23(10):2041-2048.
- [8] 卢宗凡,张兴昌. 黄土高原人工草地的土壤水分动态及水土保持效益研究[J]. 干旱区资源与环境,1995,9(1):40-49.
- [9] 李玉山. 黄土高原森林植被对陆地水循环影响的研究[J]. 自然资源学报,2001,16(5):427-432.
- [10] 肖贵一. 低产田种苜蓿肥田养畜[J]. 黑龙江畜牧兽医,1992(6):18-19.
- [11] 李小坤,鲁剑巍,陈防. 牧草施肥研究进展[J]. 草业学报,2008,17(2):136-142.
- [12] 杨玉海,蒋平安,艾尔肯. 种植苜蓿对土壤肥力的影响[J]. 干旱区地理,2005,28(2):248-251.
- [13] 马其东,高振生. 黄河三角洲地区苜蓿生态适应性研究[J]. 草地学报,1999,7(1):28-38.
- [14] 胡发成. 种植苜蓿改良培肥地力的研究初报[J]. 草业科学,2005,22(8):47-49.
- [15] 张春霞,郝明德,王旭刚. 黄土高原地区紫花苜蓿生长过程中土壤养分的变化规律[J]. 西北植物学报,2004,24(6):1107-1111.
- [16] 李瑞年,李学森. 紫花苜蓿对准噶尔盆地西北缘土质荒漠改良效果研究初报[J]. 草食家畜,2004(2):54-56.
- [17] 郭晔红,张晓琴. 紫花苜蓿对次生盐渍化土壤的改良效果研究[J]. 甘肃农业大学学报,2004,39(2):173-176.
- [18] 杨恒山,曹敏建,范富,等. 紫花苜蓿生长年限对土壤理化性状的影响[J]. 中国草地学报,2006,28(6):29-31.
- [19] 刘恩斌. 种植紫花苜蓿提高黄土坡地土壤肥力试验研究[J]. 陕西农业科学,2007(4):60-62.
- [20] 陈华癸. 土壤微生物学[M]. 上海:上海科学技术出版社,1981.
- [21] 杨恒山,张庆国,刘晶,等. 不同生长年限紫花苜蓿根系及其土壤微生物的分布[J]. 草业科学,2007,24(11):38-41.
- [22] 贾慎修. 草地学[M]. 2版. 北京:农业出版社,1995.