



## 苏丹草-黑麦草轮作制中平衡施肥对土壤肥力的影响

李文西<sup>1</sup> 鲁剑巍<sup>1</sup> 陈防<sup>2,3</sup> 鲁君明<sup>4</sup> 李小坤<sup>1</sup>

(1 华中农业大学资源与环境学院, 湖北 武汉 430070 ;

2 国际植物营养研究所武汉办事处, 湖北 武汉 430074 ;

3 中国科学院武汉植物园, 湖北 武汉 430074 ;

4 洪湖市大同湖管理区农技中心, 湖北 洪湖 433221)

**摘要:** 采用5年苏丹草-黑麦草轮作定位试验研究平衡施肥对土壤养分的影响。结果表明, 氮磷钾肥配施能够提高土壤有机质、全氮、速效磷、速效钾含量, 且增加效果明显。随着苏丹草、黑麦草连续轮作种植, NPK处理的土壤有机质、全氮、速效磷、速效钾含量均呈上升趋势; CK处理的土壤有机质、全氮也不同程度的升高, 而土壤速效磷、速效钾含量较基础土壤变化不大。

**关键词:** 氮磷钾肥配施; 苏丹草; 黑麦草; 土壤肥力

我国南方地区丰富的水草资源保障了渔业、畜牧业的快速发展。苏丹草 (*Sorghum sudanense*)、黑麦草 (*Lolium multiflorum* L.) 是南方渔业、畜牧业的重要饲料, 且种植面积不断扩大, 苏丹草-黑麦草轮作已成为南方地区一种新型的种植制度<sup>[1,2]</sup>。这两种牧草每年多次收获, 因此养分带走量远高于一般的农田作物<sup>[1,2]</sup>。然而, 生产中养分资源管理措施并不合理, 种植过程中施肥少或不施肥的现象仍然存在, 长期苏丹草、黑麦草种植制度中养分投入、支出不平衡, 将会引起土壤肥力的下降, 影响草业及土地生产的可持续发展。因此, 我们在江汉平原大同湖农场开展了苏丹草-黑麦草轮作制下氮磷钾肥配合施用试验, 以期科学施肥、改善土壤肥力及保障土地可持续发展提供依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验区概况

试验区位于江汉平原洪湖市大同湖农场, 属亚热带湿润季风气候, 四季分明, 光照充足, 年降水量 1100 ~ 1300 毫米。供试土壤为长江冲积物发育潮土, 基本农化性状<sup>[9]</sup> pH 6.93, 有机质 18.5 克/公斤、全氮 1.05 克/公斤、全磷 0.85 克/公斤、速效磷 12.0 毫克/公斤、全钾 30.72 克/公斤、缓效钾 257.8 毫克/公斤、速效钾 121.7 毫克/公斤。

### 1.2 试验材料与设计

轮作定位试验从 2005 年 4 月开始, 2009 年 4 月结束, 共 5 个苏丹草-黑麦草轮作周期, 供试牧草品种为“盐池”苏丹草 (*Sorghum sudanense* cv. Yanchi) 和“邦德”一年生黑麦草 (*Lolium multiflorum* cv. Abundant)。每季苏丹草、黑麦草播种量分别为 7.5 公斤/亩、2.5 公斤/亩, 均撒播。

试验设 CK (不施肥)、NPK (氮磷钾肥配施) 处理, 苏丹草试验期养分用量 N 30 公斤/亩、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 12 公斤/亩、K<sub>2</sub>O 20 公斤/亩, 氮肥总量的 1/3 和钾肥总量的 1/2 作基肥, 其余均分 3 次追施, 磷肥全部基施。黑麦草试验期养分用量 N 15 公斤/亩、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 9 公斤/亩、K<sub>2</sub>O 10 公斤/亩, 氮、钾肥总量的

1/2作基肥,其余均分2次追施,磷肥全部基施。氮、磷、钾肥分别采用尿素、过磷酸钙、氯化钾。各处理重复4次,随机区组排列,小区面积15平方米。

### 1.3 样品采集与分析

每季苏丹草、黑麦草收获后,各小区多点采集表层土(0-20cm),混匀,风干后依次过20目、100目筛,土水比1:2.5-电极法测pH,重铬酸钾-外加热法测有机质,半微量开氏法测全氮,0.5 mol/L NaHCO<sub>3</sub>浸提-钼锑抗比色法测速效磷,1mol/L NH<sub>4</sub>OAc浸提-火焰光度法测速效钾<sup>[3]</sup>。

试验结果用LSD法检验 $P<0.05$ 水平上的差异显著性。

## 2 结果与分析

### 2.1 pH

随着苏丹草、黑麦草不断种植(表1),CK处理的土壤pH值较基础土壤变化较小,而NPK处理的土壤pH呈下降趋势。2009-2010年度最后一季结束后,NPK处理的土壤pH低于CK处理,说明施肥影响土壤pH值变化。

表1 苏丹草-黑麦草轮作制中土壤pH变化

处理	基础土壤	2005-2006		2006-2007		2007-2008		2008-2009		2009-2010	
		苏丹草	黑麦草	苏丹草	黑麦草	苏丹草	黑麦草	苏丹草	黑麦草	苏丹草	黑麦草
CK	6.93	7.00	7.21	7.11	7.08	7.13	7.03	6.95	6.75	6.82	6.82
NPK	6.93	6.87	6.82	6.93	6.89	6.69	6.80	6.21	6.22	5.82	6.06

### 2.2 有机质

表2显示,CK、NPK处理的土壤有机质含量随着轮作时间均呈上升趋势,最后一季较基础土壤分别增加15.1%、31.5%,说明苏丹草-黑麦草轮作体系自身有利于土壤有机质含量的增加,从而改善土壤肥力。2009-2010年度最后一季结束后,NPK处理的土壤有机质含量高于CK处理,增加14.3%,说明氮磷钾肥配施提高了土壤有机质含量。

表2 苏丹草-黑麦草轮作制中土壤有机质变化(克/公斤)

处理	基础土壤	2005-2006		2006-2007		2007-2008		2008-2009		2009-2010	
		苏丹草	黑麦草	苏丹草	黑麦草	苏丹草	黑麦草	苏丹草	黑麦草	苏丹草	黑麦草
CK	18.5	19.42	18.32	21.81	21.54	21.21	20.67	19.20	20.95	20.77	21.29
NPK	18.5	18.89	19.66	21.32	22.82	22.38	22.61	25.66	24.01	25.36	24.33

### 2.3 全氮

表3显示,随着苏丹草、黑麦草不断种植,CK处理的土壤全氮含量略有升高,变化较小;NPK处理的土壤全氮含量也呈上升趋势,最后一季较基础土壤增加32.3%。苏丹草-黑麦草轮作制中,NPK处理的土壤全氮高于CK处理,增加幅度为10.1%~45.5%,说明氮磷钾肥配施能够提高土壤全氮含量,有利于改善土壤氮素养分。

表3 苏丹草-黑麦草轮作制中土壤全氮变化(克/公斤)

处理	基础土壤	2005-2006		2006-2007		2007-2008		2008-2009		2009-2010	
		苏丹草	黑麦草	苏丹草	黑麦草	苏丹草	黑麦草	苏丹草	黑麦草	苏丹草	黑麦草
CK	1.05	0.99	0.98	0.92	1.01	1.07	0.99	0.91	1.14	1.14	1.15
NPK	1.05	1.09	1.08	1.11	1.14	1.29	1.25	1.36	1.35	1.52	1.39

## 2.4 速效磷

随着苏丹草、黑麦草轮作时间的增加(表4),CK处理的土壤速效磷较基础土壤变化较小,而NPK处理的土壤速效磷呈上升趋势,最高达57.25毫克/公斤。与CK处理相比,NPK处理的土壤速效磷含量增加幅度为36.3%~456.4%,说明氮磷钾肥配施能够明显增加土壤速效磷含量。

表4 苏丹草-黑麦草轮作制中土壤速效磷变化(毫克/公斤)

处理	基础土壤	2005-2006		2006-2007		2007-2008		2008-2009		2009-2010	
		苏丹草	黑麦草	苏丹草	黑麦草	苏丹草	黑麦草	苏丹草	黑麦草	苏丹草	黑麦草
CK	12.0	10.83	7.51	10.77	9.81	11.37	10.14	10.29	12.77	13.75	11.28
NPK	12.0	26.04	24.75	14.68	15.81	22.61	34.21	57.25	45.45	50.31	47.96

## 2.5 速效钾

表5显示,随着苏丹草、黑麦草不断种植,CK处理的土壤速效钾略有下降,但变化不大,NPK处理的土壤速效钾含量呈上升趋势。整体上,苏丹草-黑麦草轮作体系中NPK处理的土壤速效钾含量高于CK处理,说明氮磷钾肥配施能够提高土壤速效钾的含量。

表5 苏丹草-黑麦草轮作制中土壤速效钾变化(毫克/公斤)

处理	基础土壤	2005-2006		2006-2007		2007-2008		2008-2009		2009-2010	
		苏丹草	黑麦草	苏丹草	黑麦草	苏丹草	黑麦草	苏丹草	黑麦草	苏丹草	黑麦草
CK	121.7	128.48	114.73	104.28	109.50	114.12	133.22	105.61	115.43	115.31	112.09
NPK	121.7	153.89	124.41	129.35	101.81	155.59	117.58	143.46	146.68	166.15	128.71

## 3 小结

苏丹草-黑麦草轮作体系中,NPK处理的土壤有机质、全氮、速效磷、速效钾含量高于CK处理,说明氮磷钾肥配施能够提高土壤养分含量,有利于改善土壤肥力。随着苏丹草、黑麦草连续轮作,NPK处理的土壤pH呈下降趋势,说明施肥改变了土壤pH值,这可能由于尿素施用后经水解未能被作物及时吸收而在土壤中积累,引起土壤酸度的增加<sup>[4]</sup>。试验条件下,与种植前土壤比较,CK处理的土壤有机质、全氮均不同程度增加,在开放的农田生态系统中,大气降雨、作物根系可能维持或改善了系统中土壤有机质、全氮含量<sup>[5]</sup>。

下接 16 页