

# 苏丹草-黑麦草轮作制中氮磷钾肥施用 对饲草产量和养分吸收的影响<sup>①</sup>

李小坤<sup>1</sup>, 鲁剑巍<sup>1\*</sup>, 陈 防<sup>2</sup>, 赵慧星<sup>1</sup>, 李文西<sup>1</sup>

(1 华中农业大学资源与环境学院, 武汉 430070; 2 中国科学院武汉植物园, 武汉 430074)

**摘要:** 利用盆栽试验研究了苏丹草-黑麦草轮作中 N、P、K 肥施用对饲草的产量、养分吸收及土壤性质的影响。结果表明: N、P、K 肥的施用可分别使饲草鲜草产量提高 6.1 倍、10.6 倍和 0.6 倍, 各处理差异均达显著水平。N 肥施用后饲草对 N、P 和 K 的吸收量与不施 N 处理相比分别提高 6.9 倍、3.5 倍和 4.7 倍; P 肥施用后饲草对 N、P 和 K 的吸收量与不施 P 处理相比分别提高 5.9 倍、23.2 倍和 7.3 倍; K 肥施用后饲草对 N、P 和 K 的吸收量与不施 K 处理相比分别提高 0.3 倍、0.7 倍和 7.4 倍。N、P、K 肥的施用可相互促进肥料表观利用率的提高。P、K 肥的施用有利于缓解土壤酸化, 轮作后各处理土壤有机质含量无显著差异, 缺 P 处理的土壤  $\text{NH}_4^+\text{-N}$  含量明显较高, 施 N 处理土壤中 P 含量明显降低, 缺 N、缺 P 处理轮作后土壤 K 含量明显高于其他处理。

**关键词:** 苏丹草; 黑麦草; 氮磷钾肥; 产量; 养分积累量; 土壤肥力

**中图分类号:** S147.5; S344.14; S812.4

苏丹草 (*Sorghum sudanense* (piper) stapf) 原产北非, 是当前世界各国栽培最普遍的一年生禾本科牧草, 具有高度的适应性, 其茎叶比青刈玉米和高粱柔软, 适口性好, 有较强的再生性等特点, 是一种很有推广价值的高产优质青饲作物, 在养鱼产区被誉为“养鱼青饲料之王”<sup>[1-4]</sup>。黑麦草 (*Lolium multiflorum* L.) 是越年禾本科黑麦草属饲用植物, 适于红壤地区生长, 具有分蘖力强、生长快、产量高、品质好等优点, 草质柔软多汁, 营养丰富, 为各种家畜所喜食, 也是养鱼的好饲料<sup>[5-6]</sup>。

随着膳食结构的改变和市场经济体制对水产养殖业的影响, 我国南方养鱼产区逐渐形成了种草养鱼、以草换鱼的生产模式<sup>[7]</sup>。苏丹草和黑麦草是应用最为普遍的两种鱼草, 在长江流域广泛种植, 并且在一些地区如江汉平原, 这两种鱼草的轮作种植又是农民最为广泛采用的种植模式<sup>[8]</sup>。虽然鱼用饲草的种植面积在不断扩大, 但由于鱼草在江汉平原养鱼主产区还是一种全新的作物, 农民尚未正确了解其养分管理方法, 导致鱼草的产量低, 生产潜力不能正常发挥。为此, 近年来我们在湖北省开展了一系列的鱼草养分管理研

究工作, 旨在为农民种草养鱼科学施肥提供依据<sup>[9-11]</sup>。

## 1 材料与方法

### 1.1 供试材料

试验在华中农业大学资源与环境学院试验基地进行, 试验地处武汉市洪山区狮子山 (北纬 30°28'26", 东经 114°20'49")。供试土壤为湖北省鄂东蕲春县花崗片麻岩母质发育的水稻土, 其基本农化性状为: pH 值 5.95, 有机质 8.20 g/kg,  $\text{NH}_4^+\text{-N}$  42.48 mg/L, 速效 P 9.76 mg/L, 速效 K 48.22 mg/L。试验采用轮作方式进行, 供试牧草品种为“乌拉特 1 号”苏丹草和“特高”多花黑麦草。

### 1.2 试验设计

试验设 5 个处理, 分别为: ①NPK; ②PK; ③NK; ④NP; ⑤不施肥 (CK), 每个处理 4 次重复。N、P、K 肥的品种分别为尿素、 $\text{NaH}_2\text{PO}_4$  和 KCl。

试验采用 24 L 的塑料桶进行, 每桶装土 15 kg, 将肥料与土壤拌匀后装盆。苏丹草肥料用量为每千克土施用 N 0.24 g (基施 0.12 g, 余下分 2 次追施), P 0.12 g, K 0.24 g (基施 0.12 g, 余下分 2 次追施)。苏丹草最

①基金项目: 加拿大钾磷研究所 (PPI/PPIC) 国际合作项目 (Hub-22) 和华中农业大学人才启动基金项目 (A16) 资助。

\* 通讯作者 (lujianwei@mail.hzau.edu.cn)

作者简介: 李小坤 (1979—), 男, 湖北襄樊人, 博士研究生, 主要从事作物营养施肥与生态环境方面研究。E-mail: lixiaokun@webmail.hzau.edu.cn

后一茬收获后, 在同一塑料桶中以同样的处理种植黑麦草。各养分用量为每千克土施用 N 0.36 g (基施 0.18 g, 余下分 2 次追施), P 0.12 g, K 0.36 g (基施 0.18 g, 余下分 2 次追施)。

苏丹草于 2004 年 5 月 28 日播种, 播种量为 2.5 g/桶, 于 5 月 31 日齐苗 (约 200 株/桶), 7 月 3 日第一次刈割, 8 月 8 日第二次刈割, 10 月 2 日第三次刈割。第三次刈割后直接在桶内翻土, 取出根系。之后不改变施肥处理, 将土壤拌肥后于 2004 年 10 月 18 日种植黑麦草, 播种量为 1.0 g/桶, 11 月 4 日齐苗 (约 110 株/桶), 于 2005 年 2 月 21 日第一次刈割, 4 月 4 日第二次刈割, 5 月 6 日第三次刈割, 之后收集黑麦草地下部分物质, 并将土壤混合均匀后分桶取样。

### 1.3 分析方法

土壤样品分析参照中-加合作土壤测试实验室的系统研究法 (ASI) 进行测定: pH 采用电位法测定, 水土比为 2.5:1; 有机质采用 0.20 mol/L NaOH-0.01 mol/L EDTA-2% 甲醇浸提-比色法测定; 有效 P、K 采用 0.25 mol/L NaHCO<sub>3</sub>-0.01 mol/L EDTA-0.01 mol/L NH<sub>4</sub>F 联合浸提剂浸提, P 用钼锑抗比色法测定, K 用原子吸收分光光度计测定; NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N 采用 1.0 mol/L KCl 浸提、靛酚蓝比色法测定<sup>[12]</sup>。

苏丹草、黑麦草鲜样称重后在 105℃ 烘箱内杀青 30 min, 然后在 60℃ 条件下烘干, 称重、粉碎。之后按各 3 次刈割干物质产量比例混合均匀测定其

养分含量, 具体用浓 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>-HClO<sub>4</sub> 硝化, 分别采用靛酚蓝比色法测 N、钼锑抗比色法测 P 和火焰光度法测 K<sup>[13]</sup>。

用最小显著法 (LSD) 检验试验数据的差异显著性 ( $p < 0.05$ )。

## 2 结果与分析

### 2.1 施肥对苏丹草-黑麦草轮作中饲草鲜产的影响

整个轮作期, 苏丹草刈割 3 次, 黑麦草刈割 3 次, 其鲜草产量如表 1 所示。各处理苏丹草鲜草产量有随着刈割次数逐渐降低的趋势, 而黑麦草鲜草产量则表现出随刈割次数先升高后降低的趋势。

产草量结果表明, N、P、K 肥施用均可显著提高苏丹草产量, 分别增产 3.8 倍、8.1 倍和 0.4 倍。在轮作后期, N、P、K 肥施用同样可显著提高黑麦草产量, 分别增产 13.3 倍、15.7 倍和 0.9 倍。从整个轮作制的总产量可以看出, N、P、K 肥施用可分别使饲草产量增加 6.1 倍、10.1 倍和 0.6 倍, 增产效果显著。试验结果还表明在试验条件下, N、P 是两种饲草产量提高的主要限制因子, K 其次。

缺 N 处理 (PK) 的鲜草产量与不施肥处理 (CK) 相比差别不大, 而缺 P 处理 (NK) 反而比 CK 处理低, 这可能与最小养分因子律有关, 当土壤中缺 N 或缺 P 时, 即使补充其他肥料, 饲草的产量仍然得不到提高, 说明养分配合非常重要。

表 1 N、P、K 肥施用对苏丹草-黑麦草轮作中饲草鲜产的影响 (kg/桶)

Table 1 Effect of N,P,K fertilizers on the yield of fresh grass in the rotation of sudangrass/ryegrass

处理	苏丹草					黑麦草					总产	相对值
	1st	2nd	3rd	小计	相对值	1st	2nd	3rd	小计	相对值		
NPK	0.49	0.26	0.20	0.95 ± 0.13 a	100	0.21	0.39	0.34	0.94 ± 0.03a	100	1.89 ± 0.15 a	100
PK	0.05	0.10	0.05	0.20 ± 0.01 c	21	0.01	0.03	0.03	0.07 ± 0.00 c	7	0.27 ± 0.01 c	14
NK	0.07	0.04	-	0.10 ± 0.04 c	11	0.01	0.03	0.02	0.06 ± 0.01 c	6	0.16 ± 0.09 c	9
NP	0.32	0.20	0.16	0.67 ± 0.10 b	71	0.17	0.20	0.14	0.50 ± 0.09 b	53	1.18 ± 0.15 b	62
CK	0.06	0.11	0.03	0.20 ± 0.01 c	21	0.01	0.02	0.03	0.06 ± 0.01 c	7	0.27 ± 0.02 c	14

注: NK 处理苏丹草第三次刈割时产量极低, 忽略不计; 各栏中不同字母表明在  $p < 0.05$  水平上有显著差异 (下同)。

### 2.2 施肥对苏丹草-黑麦草轮作中饲草干物重的影响

各处理苏丹草地上部干物重占苏丹草总干物重的比例为 75.7%~89.8%, 黑麦草地上部干物重占其总干物重的比例为 80.9%~93.0% (表 2), 说明苏丹草、黑麦草物质积累主要集中在地上部。

轮作前期, N、P、K 肥施用能显著提高苏丹草地

上部干物质积累, 分别增加 3.7 倍、9.4 倍和 0.5 倍。轮作后期, N、P、K 肥施用同样能显著提高黑麦草地上部干物质量, 分别增加 10.4 倍、11.0 倍和 1.5 倍。从苏丹草、黑麦草干物质积累总量来看, N、P、K 肥的施用能明显提高总干物重, 分别增加 4.5 倍、9.4 倍和 0.8 倍, 差异达显著水平。结果与鲜草产量趋势相一致。

表 2 N、P、K 肥施用对苏丹草-黑麦草轮作中饲草干物重的影响 (g/桶)

Table 2 Effect of N,P,K fertilizers on the weight of dry matter in the rotation of sudangrass/ryegrass

处理	苏丹草		黑麦草		总干物重	相对值
	地上部	地下部	地上部	地下部		
NPK	161.3 ± 34.1 a	18.4 ± 7.5 a	128.9 ± 6.0 a	14.7 ± 0.7 a	323.3 ± 35.6 a	100
PK	34.6 ± 0.5 c	10.0 ± 1.1 b	11.3 ± 0.5 c	2.7 ± 0.5 b	58.5 ± 1.1 cd	18
NK	15.5 ± 5.9 c	2.5 ± 0.6 c	10.7 ± 17.1 c	2.5 ± 3.1 b	31.2 ± 17.8 d	10
NP	107.2 ± 29.7 b	14.8 ± 5.6 ab	51.3 ± 11.5 b	3.9 ± 1.7 b	177.2 ± 37.6 b	55
CK	43.2 ± 2.5 c	13.9 ± 2.6 ab	10.3 ± 0.9 c	1.7 ± 1.1 b	69.0 ± 4.0 c	21

### 2.3 施肥对苏丹草-黑麦草轮作中饲草养分含量的影响

表 3 为施肥对苏丹草-黑麦草轮作中饲草养分含量的影响。可以看出, ①缺 P 处理 (NK) 的苏丹草 N 养分含量无论是地上部, 还是地下部, 均表现出明显提高, 缺 K 处理 (NP) 的 N 养分含量和 NK 处理表现出相同的趋势; 轮作后期, NK、NP 处理的黑麦草 N 养分含量同样很高, 但产量没有提高; 缺 N 处理 (PK) 的 N 养分含量在轮作前期与 NPK 处理相差不大, 但在轮作后期黑麦草无论地上部还是地下部 N 含量与 NPK 处理相比明显降低。②PK 处理的苏丹草 P 养分含量无论是地上部, 还是地下部, 均表现出明显提高, 轮作后期的黑麦草 P 含量也表现出相同的结果;

NP 处理的苏丹草 P 养分含量与 NPK 处理相比, 无显著差异, 但在轮作后期, 无论黑麦草地上部还是地下部的 P 含量都显著提高; NK 处理的黑麦草 P 含量与 NPK 处理相比明显降低, 说明土壤 P 供应不足。③PK 处理和 NK 处理的苏丹草地上部 K 养分含量与 NPK 处理相比均明显提高, 但地下部与 NPK 处理相差不明显; 轮作后期, PK 处理黑麦草地上部 K 养分含量与 NPK 处理相比变化不大, 但地下部却显著提高。NP 处理的 K 养分含量在整个轮作期与 NPK 处理相比均显著降低, 说明土壤一直处于 K 亏缺状态。

N、P、K 肥施用后, 虽然饲草的养分含量降低了, 但其产量却有大幅度提高, 因此这种养分含量的降低可能是稀释效应引起的。

表 3 N、P、K 肥施用对苏丹草-黑麦草轮作中饲草养分含量的影响 (g/kg)

Table 3 Effect of N, P, K fertilizers on the nutrients content of dry grass in the rotation of sudangrass/ryegrass

养分	处理	苏丹草		黑麦草	
		地上部	地下部	地上部	地下部
N	NPK	11.5 ± 1.5 c	7.0 ± 2.4 b	24.6 ± 1.7 c	12.8 ± 2.4 ab
	PK	12.7 ± 0.9 c	4.6 ± 0.7 b	13.9 ± 2.4 d	10.6 ± 1.2 b
	NK	28.9 ± 1.9 a	16.9 ± 6.1 a	33.8 ± 2.5 b	17.3 ± 1.2 a
	NP	18.6 ± 3.2 b	12.7 ± 3.9 a	39.7 ± 2.0 a	15.1 ± 8.0 ab
	CK	10.9 ± 0.6 c	6.3 ± 1.1 b	14.5 ± 1.7 d	15.1 ± 2.2 ab
P	NPK	1.9 ± 0.3 b	1.4 ± 0.3 b	5.1 ± 0.9 b	2.5 ± 0.4 c
	PK	3.6 ± 0.1 a	2.4 ± 0.2 a	5.9 ± 0.6 b	4.4 ± 0.3 a
	NK	2.0 ± 0.2 b	1.5 ± 0.6 b	0.7 ± 0.1 d	1.1 ± 0.1 d
	NP	2.2 ± 0.2 b	1.4 ± 0.1 b	6.8 ± 0.5 a	3.8 ± 0.6 b
	CK	1.5 ± 0.0 c	1.1 ± 0.2 b	3.3 ± 0.4 c	2.5 ± 0.3 c
K	NPK	14.3 ± 1.6 c	6.2 ± 2.6 a	23.4 ± 0.5 ab	4.8 ± 2.4 b
	PK	16.8 ± 1.9 b	6.8 ± 1.7 a	24.6 ± 1.3 a	7.9 ± 1.0 a
	NK	24.3 ± 1.2 a	4.6 ± 2.3 a	20.5 ± 4.5 b	4.9 ± 1.7 a
	NP	4.5 ± 0.9 e	0.8 ± 0.5 b	3.2 ± 0.5 c	1.5 ± 0.2 b
	CK	10.2 ± 0.5 d	0.5 ± 0.1 b	22.1 ± 0.7 ab	5.6 ± 2.4 ab

2.4 施肥对苏丹草-黑麦草轮作中饲草养分吸收的影响

整个轮作期, 苏丹草和黑麦草对各养分的吸收量如图 1 所示。可以看出: 与 N、P、K 全施处理相比, PK 处理的饲草对 N、P 和 K 的吸收量明显降低, 分别是 NPK 处理的 12.6%、22.1% 和 17.4%。NK 处理的饲草对 N、P 和 K 的吸收量也明显降低, 分别是 NPK 处理的 14.5%、4.1% 和 12.1%。NP 处理的饲草对 N、P 和 K 的吸收量也显著降低, 分别是 NPK 处理的 78.5%、60.0% 和 11.9%。说明 N、P、K 肥的施用可以相互提高饲草对各养分的吸收。

2.5 施肥对苏丹草-黑麦草轮作中饲草的肥料表现利用率的影响

苏丹草-黑麦草轮作中, 饲草对 N、P、K 肥的表现利用率如表 4 所示。结果表明, P、K 肥的施用可分别使 N 肥的表现利用率提高 50.6% 和 12.7%; N、K 肥的施用可分别使 P 肥的表现利用率提高 21.9% 和 11.4%; N 肥的施用可使 K 肥的表现利用率提高

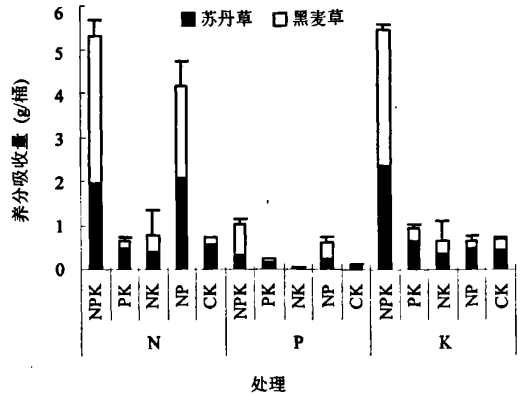


图 1 N、P、K 肥施用对苏丹草-黑麦草轮作中饲草养分吸收量的影响

Fig. 1 Effect of N, P, K fertilizers on nutrients uptake of grass in sudangrass/ryegrass rotation

49.8%。可见, N、P、K 肥在饲草生长过程中是相互影响、相互制约的, 其配合施用可以相互促进肥料表现利用率的提高。

表 4 N、P、K 肥施用对苏丹草-黑麦草轮作中肥料表现利用率的影响

Table 4 Effect of N, P, K fertilizers on the apparent utilizing rate of fertilizer in the rotation of sudangrass/ryegrass

处理	N		P		K	
	总吸收量 (g/桶)	表现利用率 (%)	总吸收量 (g/桶)	表现利用率 (%)	总吸收量 (g/桶)	表现利用率 (%)
NPK	5.32	51.0	1.02	25.0	5.43	52.8
PK	0.67	-	0.23	3.1	0.95	3.0
NK	0.77	0.4	0.04	-	0.66	-
NP	4.18	38.3	0.61	13.6	0.64	-
CK	0.73	-	0.12	-	0.68	-

注: 整个轮作期内, N、P、K 肥用量分别为 9 g/桶、3.6 g/桶、9 g/桶; N、P、K 表现利用率 = (总吸收量 - CK吸收量) / 肥料用量 × 100%。

2.6 施肥对苏丹草-黑麦草轮作后土壤性质的影响

苏丹草-黑麦草轮作结束后, 取各处理土壤进行理化性质分析, 结果如表 5 所示。可以看出: ① NK 和 NP 处理的土壤 pH 值显著降低, 说明 P、K 的施用有利于缓解土壤酸化。② 轮作后各处理土壤有机质含量无显著差异。③ NK 处理的土壤 NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N 含量明显

较高, 说明 P 肥的施用促进了土壤中 N 的利用。④ NK 和 CK 两处理的土壤中 P 含量明显降低, 而其他处理 P 含量与原土相比均有大幅度提高; N 肥施用后, 土壤中 P 含量明显降低。⑤ NP 和 CK 处理的土壤中 K 含量明显较低, 而 PK、NK 处理轮作后土壤 K 含量明显较高, 说明 N 肥、P 肥的施用促进了土壤中 K 的利用。

表 5 N、P、K 肥施用对苏丹草-黑麦草轮作中土壤性质的影响

Table 5 Effect of N, P, K fertilizers on soil characters in the rotation of sudangrass/ryegrass

处理	pH	有机质 (g/kg)	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N (mg/L)	速效 P (mg/L)	速效 K (mg/L)
基础土样	5.9	8.0	42.5	9.8	48.2
NPK	5.9 ± 0.1 b	7.5 ± 2.0 a	16.0 ± 3.3 b	68.6 ± 9.8 b	39.1 ± 8.4 c
PK	6.3 ± 0.1 a	7.8 ± 2.5 a	16.2 ± 4.2 b	128.5 ± 14.1 a	191.6 ± 45.0 b
NK	4.7 ± 0.0 d	8.4 ± 1.5 a	35.5 ± 13.6 a	8.2 ± 2.3 c	287.4 ± 73.7 a
NP	5.5 ± 0.2 c	8.2 ± 0.9 a	21.6 ± 3.9 b	76.7 ± 12.5 b	20.5 ± 3.7 c
CK	6.1 ± 0.1 b	6.8 ± 1.7 a	15.9 ± 4.4 b	5.7 ± 0.6 c	14.7 ± 3.7 c

### 3 小结

苏丹草-黑麦草轮作制中, PK 和 NK 两处理的饲草生长受抑, 其鲜草产量仅分别为 NPK 处理的 14% 和 9%; NP 处理的鲜草产量为 NPK 处理的 62%, 差异也达显著水平。可见, P、N 是饲草生长的主要限制因子, 同时 K 对饲草的产量也有较大的影响。然而在实际生产中, 农民施肥比较盲目, 往往重施 N 肥而忽视对 P、K 肥的施用<sup>[8]</sup>。该研究结果对指导农民合理施肥具有重要的意义, 其他研究中有类似报道<sup>[14-15]</sup>。

PK、NK 和 NP 处理的饲草在整个轮作期对 N 的吸收量分别是 NPK 处理的 12.6%、14.5% 和 78.5%; 对 P 的吸收量分别是 NPK 处理的 22.1%、4.1% 和 60.0%; 对 K 的吸收量分别是 NPK 处理的 17.4%、12.1% 和 11.9%。N、P、K 在饲草生产过程中是相互联系、相互制约的。N、P、K 肥配合施用可以提高肥料利用率, 特别是在资源的合理配置上可以起到积极的作用<sup>[16]</sup>。

#### 参考文献:

- [1] 姚爱兴, 邵生荣, 刘彩霞. 不同施氮水平与播种量对宁农苏丹草生长特性及产草量的影响. 中国草地, 1997, 19 (5): 29-32, 41
- [2] 汪建飞, 段立珍, 罗自琴. 杂交苏丹草中 CN 含量的测定. 草业学报, 2002, 11(3): 43-46
- [3] 王和平, 张福耀, 程庆军, 平俊爱, 杜志宏, 郭玉兰, 王晋中. 高粱-苏丹草杂交草的研究与利用. 杂粮作物, 2000, 20(4): 20-23
- [4] 丁成龙, 沈益新. 10个苏丹草品种在南方的生长表现. 中国草地, 2001, 23 (2): 34-37
- [5] 刘经荣, 张美良, 郑群英, 石庆华, 王少先. 不同施 N 水平对黑麦草产量和品质的效应. 江西农业大学学报, 2003, 25(6): 844-847
- [6] 姜华, 毕玉芬, 何承刚. 不同时期刈割对黑麦草生产性能、蛋白质含量及光合效率的影响. 云南大学学报, 2003, 18(2): 149-152
- [7] 李明锋. 对种草养鱼问题的再认识. 饲料博览, 1998, 10(2): 28-29
- [8] 辛国荣, 杨中艺, 徐亚萍, 陈三有, 郭仁东. “黑麦草-水稻”草田轮作系统的研究. 草业学报, 2000, 9(2): 17-23
- [9] 鲁剑巍, 李小坤, 梁友光, 鲁君明, 陈防. 平衡施肥对黑麦草生长及产量的影响. 水利渔业, 2004, 24(2): 20-22
- [10] 鲁剑巍, 李小坤, 陈防, 鲁君明, 梁友光. 磷肥用量及氮磷钾配合施用对小米草产量的影响. 草业学报, 2004, 13(6): 69-74
- [11] 李小坤, 鲁剑巍. 施肥对苏丹草产量和氮磷钾养分吸收的影响. 草地学报, 2006, 14(1): 52-56
- [12] 金继运. 土壤养分状况系统研究法及其运用初报. 土壤学报, 1995, 32(1): 84-90
- [13] 鲍士旦. 土壤农业化学分析. 北京: 中国农业出版社, 2000
- [14] 郭义龙. 漳州低产香蕉园养分状况与平衡施肥研究. 土壤, 2004, 36(6): 667-671
- [15] 王经权, 周健民, 钦绳武, 顾益初. 三种施肥模式对石灰性土壤培肥的影响. 土壤学报, 2002, 39(6): 845-852
- [16] Cui ZL, Chen XP, Li JL, Xu JF, Shi LW, Zhang FS. Effect of N fertilization on grain yield of winter wheat and apparent N losses. Pedosphere, 2006, 16(6): 806-812

## Effect of N, P and K Fertilizers on Yield and Nutrient Absorption of Forage in Sudangrass/Ryegrass Rotation

LI Xiao-kun<sup>1</sup>, LU Jian-wei<sup>1</sup>, CHEN Fang<sup>2</sup>, ZHAO Hui-xing<sup>1</sup>, LI Wen-xi<sup>1</sup>

(1 College of Resources and Environmental Sciences, Huazhong Agricultural University, Wuhan 430070, China;

2 Wuhan Botanical Garden, Chinese Academy of Sciences, Wuhan 430074, China)

**Abstract:** A pot experiment was conducted to study the effect of nitrogen (N), phosphors (P) and potassium (K) application on the yield and nutrient absorption of forage in sudangrass/ryegrass rotation which is popular in Jiangnan Plain for fishing industry. The results showed that fresh forage yield in the treatment with N, P and K fertilization increased by 6.1, 10.6 and 0.6 times respectively, compared with no N, P and K treatments. The nutrient absorption amount result indicated N application received 6.9, 3.5 and 4.7 times more N, P and K amount, P application received 5.9, 23.2 and 7.3 times more N, P and K amount, and K application received 0.3, 0.7 and 7.4 times more N, P and K amount, respectively. The result suggested that N, P and K combined fertilization could improve apparent fertilizer utilizing efficiency mutually. P and K fertilization could reduce soil acidification. The soil organic matter among different treatments was not different significantly after the experiment. The soil  $\text{NH}_4^+\text{-N}$  content in NK Treatment (no P) was obviously higher than other treatments, available P content with N fertilization was significantly lower than other treatments, and available K contents in PK and NK Treatment were significantly higher than other treatments.

**Key words:** Sudangrass, Ryegrass, NPK fertilizer, Yield, Nutrient accumulation amount, Soil fertility