

## 钾氮配施对土壤氮钾渗漏损失的影响

136-139, 168 马茂桐  
(中国科学院南京土壤研究所 南京 210008)

5147.265  
5152.72

**摘 要** 1994~1996年在江西鹰潭中国科学院红壤生态站的试验研究表明,钾氮配施使氮的渗漏损失减少,在油菜季节减少7.4%~10.3%;芝麻季节减少7.0%~21.6%;红薯季节减少27.2%~29.7%。渗漏损失的氮量占施入氮量6.6%~17.3%。钾氮配施的油菜、芝麻和红薯利用的氮增加2.9%~20.8%。产量增加4.1%~24.8%。施用钾肥增加钾的渗漏损失10.3%~61.1%,占施入钾量1.3%~3.5%。

**关键词** 钾氮配施; 渗漏损失

土壤, 施肥, 作物, 混合施肥

钾氮配施对作物的产量、品质和养分利用的影响,报道较多,结论也较为一致<sup>[1-3]</sup>。对土壤养分渗漏损失影响报道较少。我们与加拿大钾磷研究所协作,于1994~1996年在江西鹰潭中国科学院红壤生态站,研究了钾氮配施对土壤氮钾等养分渗漏损失的影响。

## 1 试验设计与方法

### 1.1 土壤

—缓丘顶部开垦6~7年的红壤旱地。母质系第四纪红色粘土。土壤的氮、磷和钾等养分含量都比较低。全氮(N)含量为0.58g/kg,速效磷( $P_2O_5$ )含量为2.7mg/kg,速效钾( $K_2O$ )含量为100mg/kg,缓效钾( $K_2O$ )含量为130mg/kg。

### 1.2 种植

1994年10月到1996年10月依次种植油菜、芝麻、油菜和红薯。由于第二季油菜获得相近的结果,文中只列出第一季油菜结果。

### 1.3 处理设置

有 $N_0K_0$ ,  $N_1K_0$ ,  $N_1K$ ,  $N_2K_0$ 和 $N_2K$ 等共5个。小区面积7.68m<sup>2</sup>,4次重复,随机排列。各处理在施用相同量钙镁磷肥基础上, $N_1$ 处理施N(kg/ha,下同)油菜120.8,芝麻129.4,红薯104; $N_2$ 处理施N油菜172.5,芝麻207,红薯155;施钾处理,油菜和芝麻施 $K_2O$ 为135,红薯113。氮肥用尿素,钾肥用氯化钾。

### 1.4 渗漏水收集

渗漏水盘(接水盘)为白铁制作。正方形(1m<sup>2</sup>),四周边高34cm。一底边开一椭圆形(5×3cm)出水口,此出水口与白铁焊成的喇叭(5cm长)斜焊接。用硬塑料管(防泥土压扁)把喇叭和接水瓶连接,即成渗漏水接收系统。渗漏水盘底部铺2cm厚经过筛、清洗后的河沙。为防止泥土堵塞出水口,在渗漏水盘出水口处先蒙上2层尼龙窗纱,上面堆砌直径1.5~2cm鹅卵石,其上再铺河沙。在小区做好后,把渗漏水盘埋入小区中部离地面30cm的土层中,渗漏水盘四周高出地面3~4cm。每个处理2个重复,共10个小区埋了渗漏水接收系统。分别收集。

收集方法:

(1)连续雨天 每当接水瓶(2000ml)中接收的渗漏水满时,即从中量取5%倒入储存瓶

中;连满连收,雨后接水瓶中渗漏水不满,同样收取5%。

(2)间断(3天)雨天 按下雨次数收集,只要接水瓶中有渗漏水,即量取5%倒入储存瓶中。

(3)按作物生育期收集渗漏水 油菜分播种~越冬,越冬~结荚,结荚~成熟3个时期;芝麻分播种~结荚,结荚~成熟2个时期;红薯分栽插~结薯块,结薯块~收获2个时期。每一个生育期从储存瓶中量取500ml供分析用。

文中渗漏水结果为2个重复的平均值。

### 1.5 分析

(1)渗漏水 氮,过硫酸钾—紫外分光光度计法;钾,火焰光度计法。

(2)土壤 试验开始前采取混合样,氮、磷和钾常规法。

(3)植物 成熟期在埋有渗漏水系统小区取样(2个重复),氮、常规法;钾,0.5mol/L HCl—火焰光度计法。

## 2 结果和讨论

### 2.1 对氮和钾渗漏损失的影响

渗漏是土壤养分损失的主要途径之一。养分渗漏损失的多少,主要决定于渗漏水量和渗漏水养分浓度。土壤质地、地形部位和地面复盖度等影响渗漏水量。本试验收集的渗漏水量,约占各个时期降水量的12%~20%。大于何园球1987~1989年在该地区所测的结果(8.6%~16.4%)<sup>[4]</sup>;又小于王兴祥的结果(31.7%~36.2%)<sup>①</sup>。农田渗漏水养分浓度,决定于施肥量、施肥时期和作物利用强度等。

**2.1.1 对氮渗漏损失的影响** 表1结果表明,钾氮配施能够减少氮的渗漏损失量, $N_1K$ 比 $N_1K_0$ 处理,在油菜季节减少10.3%,芝麻季节减少21.6%,红薯季节减少27.2%。 $N_2K$ 比 $N_2K_0$ 处理在上述3个作物季节分别减少7.4%,7.0%和29.7%。在油菜和芝麻季节有施肥量高,渗漏的氮增加的趋势。这可能与高氮量配施的钾量不足有关。氮的渗漏损失,还与氮肥施用量有关。在油菜季节每公顷渗漏损失的氮(N),不施氮( $N_0K_0$ )处理为5.6kg,施一级氮( $N_1K_0$ )处理为18.4kg,施二级氮( $N_2K_0$ )处理为20.3kg。芝麻和红薯季节与油菜季节有相同的规律,即施氮量高,渗漏损失的氮多。

渗漏损失氮量占施入氮量的百分数见表1。可见凡钾氮配施的处理,渗漏损失的氮量占施入氮量百分数都小于相应的氮肥单施处理。

作物生长时期不同氮的渗漏损失也不同(表2)。例如在油菜季节,播种~越冬时期(头年11月至第二年1月)是试验地区的旱季,加之油菜苗小,吸收的养分少,渗漏损失的氮量仅占渗漏损失总量的15%~25%;越冬~结荚时期(2月~3月),雨季开始,降水多,虽值油菜生长旺盛时期,吸收的养分多,但渗漏损失的养分仍较多,约占总损失量的45%~49%;结荚~成熟时期(4月~5月上旬),虽也是雨季,但是油菜籽粒形成时期,转化的氮多,渗漏损失的氮少

① 王兴祥.红壤旱坡地不同农业生态系统养分循环特征及可持续性评价.36~37页中国科学院硕士论文.中国科学院土壤研究所.1996.

于上一时期,约占30%~38%。供试的3种作物,红薯利用肥料的能力比较强,所以红薯季节渗漏损失的氮少于油菜和芝麻季节(表1)。

表1 钾氮配施对土壤氮、钾渗漏损失的影响\*

处理		N <sub>0</sub> K <sub>0</sub>	N <sub>1</sub> K <sub>0</sub>	N <sub>1</sub> K	N <sub>2</sub> K <sub>0</sub>	N <sub>2</sub> K
油 菜 季 节	N	5.6	18.4	16.5	20.3	18.8
	渗漏量(kg/ha)					
	减少(%)		-	10.3	-	7.4
芝 麻 季 节	N		15.4	13.7	11.8	10.9
	渗漏量占施入量(%)					
	减少(%)		-	28.6	-	10.3
红 薯 季 节	N	2.5	19.9	15.6	38.5	35.8
	渗漏量(kg/ha)					
	减少(%)		-	21.6	-	7.0
油 菜 季 节	K <sub>2</sub> O	0.6	2.1	2.7	2.9	3.2
	渗漏量(kg/ha)					
	减少(%)		-	28.6	-	10.3
芝 麻 季 节	K <sub>2</sub> O	0.8	1.8	2.9	3.5	4.7
	渗漏量(kg/ha)					
	减少(%)		-	61.1	-	34.3
红 薯 季 节	K <sub>2</sub> O	1.0	1.1	1.5	1.4	2.1
	渗漏量(kg/ha)					
	减少(%)		-	36.4	-	50.0
油 菜 季 节	N	2.1	10.3	7.5	14.5	10.2
	渗漏量(kg/ha)					
	减少(%)		-	27.2	-	29.7
芝 麻 季 节	N		9.9	7.2	9.4	6.6
	渗漏量占施入量(%)					
	减少(%)		-	22.2	-	3.5
红 薯 季 节	N	2.1	10.3	7.5	14.5	10.2
	渗漏量(kg/ha)					
	减少(%)		-	27.2	-	29.7
油 菜 季 节	K <sub>2</sub> O	1.0	1.1	1.5	1.4	2.1
	渗漏量(kg/ha)					
	减少(%)		-	36.4	-	50.0
芝 麻 季 节	K <sub>2</sub> O	1.0	1.1	1.5	1.4	2.1
	渗漏量(kg/ha)					
	减少(%)		-	36.4	-	50.0
红 薯 季 节	K <sub>2</sub> O	1.0	1.1	1.5	1.4	2.1
	渗漏量(kg/ha)					
	减少(%)		-	36.4	-	50.0

\* 计算方法:  $N \text{ 减少}(\%) = \frac{\text{氮肥单施渗漏量}(\text{kg}/\text{ha}) - \text{钾氮配施渗漏量}(\text{kg}/\text{ha})}{\text{氮肥单施渗漏量}(\text{kg}/\text{ha})} \times 100$

$K_2O \text{ 增加}(\%) = \frac{\text{钾氮配施渗漏量}(\text{kg}/\text{ha}) - \text{氮肥单施渗漏量}(\text{kg}/\text{ha})}{\text{氮肥单施渗漏量}(\text{kg}/\text{ha})} \times 100$

2.1.2 钾渗漏损失的影响 钾的渗漏损失与施用氮、钾肥及其用量有关(表1),在油菜季节,不施氮(N<sub>0</sub>K<sub>0</sub>)处理,每公顷损失的钾(K<sub>2</sub>O)量为0.6kg, N<sub>1</sub>K<sub>0</sub>处理为2.1kg, N<sub>2</sub>K<sub>0</sub>处理为2.9kg。在芝麻和红薯季节也随着氮肥用量增加,渗漏损失的钾量增多。其原因是氮肥(尿素)施入土壤后,水解成的NH<sub>4</sub><sup>+</sup> 代换出土壤中的K<sup>+</sup> 随渗漏水流失;氮

肥用量大,产生的NH<sub>4</sub><sup>+</sup> 多,代换出的K<sup>+</sup> 也多。表1还表明,配施钾肥的处理,钾的渗漏量增加。油菜季节, N<sub>1</sub>K 比 N<sub>1</sub>K<sub>0</sub> 处理增加28.6%, N<sub>2</sub>K 比 N<sub>2</sub>K<sub>0</sub> 增加10.3%。芝麻和红薯季节情况也相同。看来施到土壤中的钾肥,有一部分随渗漏水流失。渗漏损失钾量占施入钾量的1.3%~3.5%。从钾的渗漏损失量和渗漏损失量占施入钾量的百分数两方面看,钾的渗漏损失是比较少的。

表2 油菜不同生长期对土壤氮素渗漏损失的影响

处理	渗漏损失总量 (kgN/ha)	不同生长期渗漏损失量占损失总量(%)		
		播种~越冬	越冬~结荚	结荚~成熟
N <sub>0</sub> K <sub>0</sub>	5.6	25.0	44.6	30.4
N <sub>1</sub> K <sub>0</sub>	18.4	15.8	47.8	36.4
N <sub>1</sub> K	16.5	15.1	48.5	36.4
N <sub>2</sub> K <sub>0</sub>	20.3	16.3	45.3	38.4
N <sub>2</sub> K	18.8	17.0	45.7	37.3

## 2.2 对氮和钾利用的影响

**2.2.1 对氮利用的影响** 表3表明,钾氮配施增加了作物对氮的利用, $N_1K$ 比 $N_1K_0$ 处理利用的氮,油菜增加11.8%,芝麻增加9.0%,红薯增加14.6%; $N_2K$ 比 $N_2K_0$ 利用的氮,油菜增加7.3%,芝麻增加2.9%,红薯增加20.8%。在新垦红壤旱地上的结果<sup>[5]</sup>,钾氮最佳配比的芝麻( $N_2K_1$ ),吸收的氮增加36.7%,油菜( $N_2K_2$ )增加30.0%;<sup>15</sup>N标记尿素微区试验,油菜施钾比不施钾吸收的氮量增加9.5%。由此可见,钾氮配施比氮肥单施的处理增加了作物对氮的利用。由于作物利用的氮多了,因而氮的渗漏损失就减少了。

表3 钾氮配施对作物利用氮、钾的影响

处理	油 菜				芝 麻				红 薯			
	N		K <sub>2</sub> O		N		K <sub>2</sub> O		N		K <sub>2</sub> O	
	吸收量 (kg/ha)	增加 (%)	吸收量 (kg/ha)	增加 (%)	吸收量 (kg/ha)	增加 (%)	吸收量 (kg/ha)	增加 (%)	吸收量 (kg/ha)	增加 (%)	吸收量 (kg/ha)	增加 (%)
$N_0K_0$	6.5	—	5.6	—	20.5	—	13.3	—	13.8	—	29.7	—
$N_1K_0$	41.6	—	31.2	—	49.1	—	33.6	—	81.4	—	44.1	—
$N_1K$	46.5	11.8	42.4	35.9	53.5	9.0	38.9	15.8	93.3	14.6	109.1	147.4
$N_2K_0$	48.1	—	34.4	—	78.8	—	28.8	—	134.9	—	52.7	—
$N_2K$	51.6	7.3	50.3	46.2	81.8	2.9	41.4	43.8	163.0	20.8	122.3	132.7

用差减法计算了不同处理的氮肥利用率(表4),凡钾氮配施( $N_1K$ 和 $N_2K$ )的处理都比相应的氮肥单施( $N_1K_0$ 和 $N_2K_0$ )处理高。所以钾氮配施在增加作物利用氮,减少渗漏损失的同时,也提高了氮肥的效益。3种作物以红薯对氮的利用率最高, $N_2K$ 处理甚至高达近100%。这与红薯被认为是“吸肥力强的作物”概念是一致的。而红薯对氮的反应又不很敏感,这可能又与红薯属“耐瘠作物”,对氮吸收容量较大有关。

**2.2.2 对钾利用的影响** 表3表明, $N_1K$ 比 $N_1K_0$ 处理,油菜、芝麻和红薯利用的钾分别增加35.9%,15.8%和1.5倍; $N_2K$ 比 $N_2K_0$ 处理,上述3种作物利用的钾分别增加46.2%,43.8%和130%。在油菜和芝麻上都是随着配施的氮肥量增加,利用的钾增多。表3还表明,单施氮肥( $N_1K_0$ 和 $N_2K_0$ )比不施氮( $N_0K_0$ )处理,也能够增加作物对钾的利用。这显然是作物利用的氮多了,产量提高了,也带动了对钾的利用。

表4 钾氮配施对氮肥利用率的影响(%)

处理	油菜(第一季)	芝麻(第二季)	红薯(第四季)
$N_0K_0$	—	—	—
$N_1K_0$	29.6	22.1	65.0
$N_1K$	33.1	25.5	76.4
$N_2K_0$	24.1	28.2	78.1
$N_2K$	26.1	29.6	96.3

表5 钾氮配施对作物产量的影响

处理	油 菜		芝 麻		红 薯	
	产量 (kg/ha)	增产 (%)	产量 (kg/ha)	增产 (%)	产量 (kg/ha)	增产 (%)
$N_0K_0$	370c <sup>*</sup>	—	1,300c	—	15,010d	—
$N_1K_0$	2,880b	—	3,120b	—	29,840c	—
$N_1K$	3,070b	6.6	3,280b	5.1	37,240b	24.8
$N_2K_0$	2,960b	—	3,440b	—	32,270b	—
$N_2K$	3,400a	14.9	3,690a	7.3	39,150a	21.3

\* Duncan法,同一列标有不同小写英文字母,表示差异达5%显著水平。

(下转第168页)