

施氮和不同品种水稻对紫色水稻土钾素形态的影响

徐卫红, 王正银, 李传林

(西南农业大学资源环境学院, 重庆 400716)

摘要: 通过盆栽试验研究了施氮水平和不同品种水稻对四川盆地 3 种典型紫色水稻土 5 种钾形态的影响以及各种土壤钾形态对水稻钾素营养的贡献。结果表明, 4 个紫色水稻土供钾能力均属中下水平, 全钾含量为 1.29%~2.62%, 其中矿物钾量平均占 96.82%, 速效钾和非交换性钾仅平均占 0.62% 和 2.56%, 土壤供钾能力以中性紫色水稻土 > 石灰性紫色水稻土 > 酸性紫色水稻土。施氮(N 0~150mg/kg) 促进 4 个紫色水稻土钾素的释放, 提高水稻对非交换性钾和矿物钾的吸收利用, 使矿物钾和非交换性钾的贡献占植株吸钾的 80.3%, 速效钾仅为 19.7%。中性紫色土供试 4 个品种水稻的吸钾能力为开优 5 号 > 汕优 63 > II 优 6078 > 引佳 1 号。施氮后 4 个品种水稻吸自非交换性钾和矿物钾量平均占植物吸钾量的 66.9%, 以施中氮(N 150mg/kg) 时植株吸钾量最高; 而低氮或高氮水平都不利于植物对钾的吸收和土壤钾的释放。

关键词: 氮肥; 水稻品种; 紫色水稻土; 钾形态

中图分类号: S153.6; S511.062 **文献标识码:** A **文章编号:** 1008-505X(2000)04-0389-08

土壤钾是水稻钾素营养的重要来源^[1], 土壤钾对水稻的有效性受控于土壤的矿物组成、钾素形态和农业栽培措施等因素^[2~4]。施氮是水稻生产中最普遍的农业措施之一^[5], 我国目前栽培的主要杂交水稻需钾量大于氮^[6]。因此, 如果长期单一施氮必然加剧土壤钾素消耗, 导致水稻氮、钾不平衡, 使钾成为水稻生产的制约因子。紫色水稻土含钾较丰富, 水稻栽培中重氮、轻钾现象尤为突出。研究证明, 施氮影响不同品种水稻吸收中性紫色水稻土钾的动力学过程, 最终必然影响到土壤钾形态转化^[7]。为此, 开展不同施氮量和不同品种水稻对四川盆地 3 种典型紫色水稻土钾的形态及其植物有效性影响的研究, 以期为进一步评价紫色水稻土钾素的农业化学行为, 科学调控水稻氮、钾营养平衡, 促进土壤钾在农业中的循环与高效利用提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 供试土样

供试的 4 个耕层(0~20cm) 土样为四川盆地有代表性的 3 种紫色水稻土, 其理化性质见表 1。其中土壤质地用常规比重计法测定、阳离子交换量(CEC)用草酸铵+氯化铵交换法测定; pH 用 1:1 水土比, 电位法测定; 有机质用丘林法测定; 全钾用 NaOH 碱熔法, 土壤速效钾用 NH_4OAc 法, 土壤缓效钾用 1mol/L HNO_3 煮沸 10min 浸提, 浸提液中的钾用 6400 型火焰光度计测定。

收稿日期: 2000-01-27

作者简介: 徐卫红(1969—), 女, 重庆市人, 硕士, 讲师, 主要从事植物营养与施肥研究工作。

本文承蒙中国农科院土肥所金继运研究员审阅并提出修改意见, 谨此致谢。

1.2 土壤钾的分级方法

盆栽前和收获后土壤按高广领等的钾分级方法测定土壤中各形态钾的含量^[8,9]。其中土壤水溶性钾用蒸馏水浸提,土水比为1:10,25℃恒温振荡30min;非特殊吸附钾为1mol/L中性Mg(OAc)₂浸提钾减去水溶性钾;特殊吸附钾为1mol/L中性NH₄OAc浸提钾减去1mol/L中性Mg(OAc)₂浸提钾;非交换性钾为1mol/L HNO₃煮沸的钾减去1mol/L中性NH₄OAc浸提钾,矿物态钾为全钾减去1mol/L HNO₃煮沸钾;速效钾为1mol/L中性NH₄OAc浸提钾。

1.3 盆栽试验

1.3.1 不同品种水稻生物试验 4个水稻品种(Ⅱ优6078、汕优63、开优5号、引佳1号)均设4个施氮(N)水平:0、75、150、225mg/kg,以尿素作氮源;施磷量(P₂O₅)为100mg/kg,以Ca(H₂PO₄)₂·H₂O为磷源;各处理不施钾肥。试验盆钵采用釉白陶瓷钵(14cm×9cm),每盆装入过3mm筛的风干中性紫色水稻土500g,所有肥料于水稻移栽前与土壤充分混匀后,作基肥一次施入。

1.3.2 不同紫色水稻土生物试验 用3种类型紫色土的4个土壤,采用塑料钵(10cm×5cm)进行试验。每盆装入过3mm筛的风干土160g。各土壤均设3个施氮(N)水平:0、75、150mg/kg,各处理不施钾肥。氮源、磷源及用量与施肥方法均同1.3.1,水稻品种为汕优63。

盆栽试验在西南农业大学玻璃盆栽场进行,随机排列。水稻种子在培养箱中恒温发芽,待长出1片真叶时移栽。不同品种试验每盆定植5株,重复7次;不同土壤试验每盆定植3株,重复4次。品种试验于移栽后42d、土壤试验于移栽后32d采集植株样品,分别于90℃下杀酶15min,然后在60℃下烘干称重。根系和地上部分别磨细,测定植株含钾量。采集植株样品时,取土样风干,同时测定种植前和种植后土壤中各形态钾的含量。

表1 供试紫色水稻土的基本性质

Table 1 Basic properties of purple paddy soils tested

土壤类型 Soils	采样地点 Sites	O.M. (%)	pH	CaCO ₃ (%)	CEC (cmol(+) /kg)	速效钾 Avai K (mg/kg)	缓效钾 Slow. - avai. K (mg/k)	全钾 Tot. K (%)	质地 Text	CM(%) ¹⁾		
										IL	CR	KL
酸性	四川 宜宾	1.74	5.25	—	12.61	55.0	165.0	1.29	轻壤	43	36	20
中性	重庆 北碚	2.26	6.90	—	30.25	175.0	760.0	2.29	中壤	57	22	21
石灰性 I	四川 简阳	2.34	7.80	10.38	26.90	170.0	680.0	2.16	重壤	93	3	4
石灰性 II	重庆 陈家桥	2.28	8.10	14.21	24.49	135.0	650.0	2.62	重壤	93	3	2

1) CM—粘土矿物 clay mineral; IL—伊利石 illite; CR—绿泥石 chlorite; KL—高岭石 kaolinite.

2 结果与讨论

2.1 紫色水稻土钾素基本状况

由表2可知,供试4个紫色土不同形态钾含量均以水溶性钾最低,平均为15.7mg/kg,占全钾量的0.08%;特殊性吸附钾平均含量为53.5mg/kg,占全钾量的0.24%;非特殊吸附钾高于前2种形态钾,其平均含量为64.7mg/kg,占全钾量的0.30%。此3种形态钾对作物的有效性高,但含量低,三者之和不足全钾量的1.0%。土壤非交换钾的平均含量为

563.8mg/kg,占全钾量的2.56%;土壤矿物钾是紫色水稻土钾素的主要组分,含量范围平均为2.02%,占全钾量的96.82%。

表2 4种紫色水稻土各形态钾的含量

Table 2 Contents of various forms of potassium in four purple paddy soils

土壤 Soils	WSK		NSAK		SAK		NEK		MRK		TK g/kg
	mg/kg	% of TK	mg/kg	% of TK	mg/kg	% of TK	mg/kg	% of TK	mg/kg	% of TK	
酸性	18.5	0.14	26.5	0.21	10.0	0.08	165.0	1.28	12.7	98.29	12.9
中性	20.1	0.09	78.6	0.34	76.3	0.33	760.0	3.32	22.0	95.92	22.9
石灰性 I	14.0	0.06	76.0	0.35	80.0	0.37	680.0	3.15	20.5	96.07	21.6
石灰性 II	10.0	0.04	77.5	0.30	47.5	0.18	650.0	2.48	25.5	97.00	26.2

注(Note): WSK - 水溶性钾 water soluble K; NSAK - 非特殊吸附钾 non-specifically adsorbed K; SAK - 特殊吸附钾 specifically adsorbed K; NEK - 非交换性钾 non-exchangeable K; MRK - 矿物钾 mineral K; TK - 全钾 total K. (下同 Same as follows.)

不同紫色水稻土中各形态钾的含量差异较大(表2)。供试4个土壤全钾和特殊吸附钾、非特殊吸附钾、非交换性钾及矿物钾的含量以酸性紫色水稻土最低,此类土壤由红色砂岩发育而成,母质风化淋溶作用较强,主要粘土矿物中富钾的水云母含量为供试土壤中最低,含钾量较少的高岭石、绿泥石含量相对较高,因而土壤速效钾和缓效钾含量低,矿物钾的释放能力亦差;中性紫色水稻土风化程度较低,含有较多的伊利石等2:1型硅铝酸盐粘土矿物,层间非交换性钾含量丰富,钾的释放容易,其水溶性钾、非特殊吸附钾和特殊吸附钾三者之和为175.0mg/kg,非交换性钾含量为760.0mg/kg,均是供试4个土壤中速效钾和非交换性钾最高者;石灰性紫色水稻土其伊利石等2:1型硅铝酸盐矿物含量也较高,因而层间非交换性钾的含量较丰富,矿物钾的释放能力也较大,同时,石灰性紫色土pH高(表1),土壤的固钾能力较强,其全钾及矿物钾含量处于较高水平。由于土壤母质类型、主要粘土矿物含量以及CEC和土壤风化程度均不相同,供试2个石灰性紫色水稻土全钾及各形态钾含量差异也较大。其中,由钾素丰富的遂宁组母质发育的石灰性紫色水稻土II,主要粘土矿物水云母含量为供试4个土壤中最高者,因而全钾及层间矿物钾含量居供试土壤之首,分别为2.62%和2.55%;由含钾量中等的蓬莱镇组母质发育的石灰性紫色水稻土I,全钾及矿物钾含量较石灰性紫色水稻土II低,但该土壤CEC较大,土壤pH也低于石灰性紫色水稻土II,其土壤速效钾及缓效钾含量较石灰性紫色水稻土II略高。根据土壤中各形态钾含量尤其是非交换性钾含量(表2),四川盆地3种典型紫色水稻土的供钾能力以中性紫色水稻土>石灰性紫色水稻土>酸性紫色水稻土。因此,在该地栽培水稻,应将有限的钾肥资源首先投向供钾能力较差的酸性紫色水稻土,其次是石灰性紫色水稻土。

2.2 施氮对水稻生物量的影响

2.2.1 施氮对中性紫色土不同水稻品种生物量的影响

在中性紫色土上,施氮对不同品种水稻生物量的影响不同(表3)。不施氮时,以开优5号生物量最大为1.559g/pot,其次是汕优63和II优6078,以引佳1号最差,为1.282g/pot。后3个品种生物量差异不大。可见,开优5号由于本身遗传特性的影响,其耐低养分能力较强,可从土壤中吸收较多的氮素用以

生长。施氮后,在低氮处理(N 75mg/kg)以汕优 63 生物量最高(2.968g/pot),施中、高氮(N 150、225mg/kg)均以开优 5 号生物量最大,分别为 4.029 和 3.821g/pot。表明开优 5 号不仅耐低氮能力较强,而且对氮素的需求量也较大,其在农业生产中的适用性强。其余 3 个品种除施 N 150mg/kg 处理外,生物量均以汕优 63>II 优 6078>引佳 1 号。从施氮量看,4 个品种均以施 N 150mg/kg 处理水稻生物量达到最大值,施氮量与生物量之间呈典型的抛物线变化趋势。

表 3 中性紫色土施氮对不同品种水稻生物量的影响(g/pot)

Table 3 Effect of applying nitrogen on biomass of rice cultivars in neutral purple soil

水稻品种 Cultivars	施氮水平(N mg/kg) N levels			
	0	75	150	225
II 优 6078	1.360 c C	2.571 b B	3.979 a A	3.141 b B
汕优 63	1.360 b B	2.968 a A	3.733 a A	3.379 a A
开优 5 号	1.559 c C	2.869 a A	4.029 a A	3.821 a AB
引佳 1 号	1.282 c B	2.601 b A	3.673 a A	2.802 b A

注:不同大、小写字母分别表示不同施氮水平同一品种 1% 或 5% 显著差异水平。

Note: Different capital and small letter means significant at 1% and 5% levels for each cultivar with different N levels.

2.2.2 施氮对不同紫色土水稻生物量的影响 由表 4 可见,4 种紫色土在施 N 0~150mg/kg 范围内,水稻生物量均随施氮量增加而增加,并以酸性紫色土>中性紫色土>石灰性紫色土 II>石灰性紫色土 I,表明供试酸性紫色土虽有效钾含量低,但有效氮含量最高^[10],有利水稻植株生长;而石灰性紫色土则可能因 pH 值较高(表 1)而影响水稻生长。

表 4 不同紫色土施氮对水稻生物量的影响(g/pot)

Table 4 Effect of applying nitrogen on rice biomass in different purple soils

土壤类型 Soils	施氮水平(N mg/kg) N levels		
	0	75	150
酸性紫色土	1.582 b A	2.025 ab A	2.399 a A
中性紫色土	0.852 b B	1.420 ab AB	1.697 a A
石灰性紫色土 I	1.068 b B	1.803 a AB	2.158 a A
石灰性紫色土 II	1.521 b A	1.984 ab A	2.332 a A

注:不同大、小写字母分别表示不同施氮水平同一土类 1% 或 5% 显著差异水平。

Note: Different capital and small letter means significant at 1% and 5% levels for each soil with different N levels.

2.3 不同施氮水平下种植水稻对不同紫色土钾素形态的影响

植物净吸钾总量中来自水溶性钾、非特殊吸附钾和特殊吸附钾的量分别为种植前和种植后土壤中该形态钾的降低量;来自矿物钾和非交换性钾的量为植物净吸钾总量减去吸水溶性钾、非特殊吸附钾和特殊吸附钾的量,以此说明施氮对土壤各形态钾的影响及各形态钾对植物吸收钾素的贡献。4 个紫色土中,以 2 个石灰性紫色土全钾(包括速效钾和非交换性钾+矿物钾)受种植的影响最大,较种植前分别减少 0.04%~0.75% 和 0.40%~1.20%;

以酸性紫色水稻土受种植影响最小, 土壤全钾较种植前降低 0.21%~0.25% (表 5)。表 5 还看出, 施氮促进了植物生长, 因而增加了植物对钾的吸收。施氮对土壤速效钾 (为水溶性钾、非特殊吸附钾和特殊吸附钾三者之和) 的影响以中性紫色水稻土最突出, 与种植前相比较, 降低 74.9~97.5mg/kg, 其中以特殊吸附钾降低最多, 达 45.0~48.8mg/kg; 而酸性紫色水稻土速效钾受种植影响最小, 较种植前仅减少了 32.5~35.0mg/kg, 且速效钾中各组分差异不大。种植水稻对土壤矿物钾和非交换性钾的影响以石灰性紫色水稻土最大; 4 个紫色土均以施 N 150mg/kg 处理的土壤矿物钾和非交换性钾及全钾降低幅度最大。

表 5 不同施 N 量水稻净吸钾总量和不同形态钾对水稻吸钾的贡献

Table 5 Total amount of K uptake and contribution of various forms of potassium to rice at different N levels

土壤 Soils	氮水平 N levels (mg/kg)	净吸钾总量 K uptake (mg/pot)	WSK		NSAK		SAK		NEK + MK	
			mg/kg	%	mg/kg	%	mg/kg	%	mg/kg	%
酸性	0	31.6	14.4	7.3	10.6	5.4	7.5	3.8	165.0	83.5
	75	32.1	13.5	6.7	15.2	7.6	6.2	3.1	165.4	82.5
	150	32.4	13.9	6.9	18.6	9.2	2.5	1.2	167.5	82.7
中性	0	28.4	11.3	6.4	18.6	10.5	45.0	25.4	102.6	57.8
	75	48.5	12.2	4.0	34.0	11.2	48.8	16.1	208.1	68.7
	150	58.1	13.5	3.7	37.7	10.4	46.3	12.8	265.6	73.2
石灰性 I	0	36.5	6.1	2.7	28.9	12.7	20.0	8.8	173.1	75.9
	75	60.1	7.9	2.1	50.9	13.6	11.2	3.0	305.6	81.4
	150	77.5	8.0	1.7	63.2	13.1	-1.3	-0.3	414.5	85.6
石灰性 II	0	46.6	0.5	0.2	18.2	6.3	36.2	12.4	236.4	81.2
	75	67.3	4.4	1.0	38.1	9.1	27.5	6.5	350.1	83.3
	150	80.7	3.5	0.7	39.0	7.7	32.5	6.4	429.0	85.2

2.4 施氮和水稻品种对中性紫色土壤钾素形态的影响

中性紫色水稻土不施氮时, 种植 4 个水稻品种后土壤全钾下降幅度以开优 5 号 > 汕优 63 > II 优 6078 > 引佳 1 号 (表 6), 表明 4 个水稻品种中以开优 5 号的吸钾能力最强, 引佳 1 号最差。这与用 b 值预测作物吸钾能力的结果^[4]一致。无氮肥条件下, 土壤非交换性钾和矿物钾以吸钾能力较强或中等的开优 5 号、II 优 6078 下降最为明显, 较种植前分别减少 25.2mg/kg 和 24.2mg/kg, 表明土壤非交换性钾和矿物钾可能是吸钾能力较强的水稻品种钾素的重要来源。

施氮和水稻品种对土壤全钾的影响以吸钾能力中等的汕优 63 处理为最大, 与不施氮处理比较, 全钾降低 0.08%~0.55%; 吸钾能力中等和较差的 II 优 6078 和引佳 1 号影响则相对最小, 全钾降低 0.04%~0.38% 和 0.08%~0.32%。对土壤非交换性钾和矿物钾的影响也以汕优 63 最为明显, 这两种形态钾分别较不施氮处理减少 92.0~176.6mg/kg; 吸钾能力中等的 II 优 6078, 其非交换性钾和矿物钾受施氮的影响较小, 与不施氮处理相比, 减少了 68.1~105.3mg/kg。引佳 1 号和开优 5 号处理的土壤非交换性钾和矿物钾受施氮的影响则介于汕优 63 与 II 优 6078 之间, 较不施氮减少 121.5~177.1mg/kg 和 89.3~155.3mg/kg。4 个水稻品种均以施中氮 (N 150mg/kg) 时土壤全钾、非交换性钾和矿物钾的下降幅度最大, 而低氮和高氮均不利于土壤钾的释放。

2.5 紫色土钾素形态与作物吸钾的关系

2.5.1 施氮和种植不同品种水稻的土壤钾素形态与作物吸钾 供试4个水稻品种在中性紫色土上,作物吸钾与土壤速效钾减少量呈极显著相关($r=0.8932^{**}$, $n=12$),作物吸钾与土壤非交换性钾和矿物态钾减少量也达到极显著相关($r=0.9486^{**}$, $n=12$)。不施氮时,土壤速效钾是植物钾素的主要来源,占植物净吸钾总量的77.8%,非交换性钾和矿物钾仅占植物吸钾总量的22.2%(表6)。不同水稻品种对土壤各形态钾的利用情况是不同的,吸钾能力较弱或中等的引佳1号、汕优63,土壤中的速效钾是植物钾素的主要贡献者,占植物净吸钾总量的93.1%和80.3%;吸钾能力较强或中等的开优5号、II优6078,吸自土壤速效钾的量占植物净吸钾总量的70.4%和67.4%,吸自非交换性钾和矿物态钾的量为29.6%和32.6%。说明土壤非交换性钾和矿物钾是这两个水稻品种钾素的又一重要来源。施氮后,4个水稻品种的植物净吸钾总量中,吸自速效钾的比例均降低,仅占33.1%,而吸自矿物钾和非交换性钾的比例占66.9%。不同水稻品种对非交换性钾和矿物钾的吸收利用仍然存在差异,吸钾能力中等的汕优63,土壤非交换性钾和矿物钾对植物净吸钾总量的贡献也较大,平均达66.3%,吸钾能力中等的II优6078,植物钾素来自非交换性钾和矿物钾的比例平均为60.0%;吸钾能力较强或弱的开优5号、引佳1号,这2种形态钾对植物钾素的贡献则介于前2品种之间。4个水稻品种中除中氮处理外,均以生物量较高的开优5号植株净吸钾总量较高,其次是汕优63,以生物量较低的II优6078和引佳1号最低,且二者差异不大。施中氮明显促进植物对钾的吸收,净吸钾总量以汕优63>开优5号>引佳1号>II优6078。由此可见,不同品种营养基因型控制着水稻植株对土壤钾素的利用,而合理施氮促进了植物生长,提高了各品种对土壤钾素的吸收利用,有利于土壤非交换性钾和矿物钾的释放。

表6 不同处理下中性紫色水稻土不同形态钾对水稻吸钾的贡献

Table 6 Contributions of various forms of potassium to rice in neutral purple paddy soil with different treatments

品种 Cultivars	氮水平 N levels (mg/kg)	净吸钾总量 K uptake (mg/pot)	WSK		NSAK		SAK		NEK + MK	
			mg/kg	%	mg/kg	%	mg/kg	%	mg/kg	%
II 优 6078	0	37.1	9.1	12.3	-5.4	-7.3	46.3	62.4	24.2	32.6
	75	81.5	11.8	7.2	17.6	10.8	41.3	25.3	92.3	56.6
	150	101.0	12.6	6.2	13.6	6.7	46.3	22.9	129.5	54.2
	225	95.0	11.6	6.1	12.1	6.4	53.9	28.4	112.4	59.1
汕 优 63	0	37.3	10.3	13.8	-6.7	-9.0	56.3	75.5	14.7	19.7
	75	94.6	10.7	5.7	5.5	2.9	56.3	29.8	106.7	62.6
	150	135.6	9.8	3.6	18.8	6.9	51.3	18.9	191.3	70.6
	225	121.8	12.8	5.3	18.2	7.5	52.8	21.7	159.8	65.6
开 优 5 号	0	42.6	10.2	12.0	-1.5	-1.8	51.3	60.2	25.2	29.6
	75	95.8	11.5	6.0	-9.0	-4.7	75.0	39.1	114.5	59.6
	150	131.5	12.0	4.6	19.2	7.3	51.3	19.5	180.5	68.7
	225	126.3	11.7	4.6	13.2	5.2	60.0	23.8	167.7	66.4
引 佳 1 号	0	29.5	9.9	16.8	-10.0	-17.0	55.0	93.2	4.1	7.1
	75	88.7	11.0	6.2	11.4	6.4	49.0	27.6	181.2	59.8
	150	110.7	10.9	4.9	21.5	9.7	52.5	23.7	136.5	61.6
	225	92.8	9.8	5.3	3.9	2.1	46.3	24.9	125.6	67.7

2.5.2 施氮和不同土壤中钾素形态与作物吸钾 供试 4 个紫色水稻土在施 N 0~150mg/kg 范围内,作物吸钾量与土壤速效钾减少量呈显著相关($r=0.5386^*$, $n=12$),作物吸钾量与土壤非交换性钾和矿物钾减少量呈极显著相关($r=0.9856^{**}$, $n=12$)。水稻植株净吸钾量以石灰性紫色土(II)最大,其次是石灰性紫色土(I),以中性和酸性紫色土最低(表 5)。除不施氮外,中性紫色土植株净吸钾总量均明显高于酸性紫色土,这是酸性紫色土有效钾含量最低之故,4 个紫色土中以生物量最低的石灰性紫色土水稻植株净吸钾量明显高于中性和酸性紫色土,其原因可能是 pH 过高虽然限制了植株生长,但施氮明显促进了石灰性紫色土钾的释放,氮钾比例平衡,因而提高了喜钾的杂交水稻对钾的吸收。植物吸自土壤不同形态钾的量和比例亦有很大差异(表 5)。不施氮时,以吸自非交换性钾和矿物钾的量最大,平均为 169.3mg/kg,占净吸钾总量的 74.6%;施氮后,供试 3 种紫色水稻土仍以吸自非交换性钾和矿物钾的量最大,平均为 288.3mg/kg,与不施氮处理相比,增加了 70.3%,所占净吸钾总量的比例平均为 80.3%,比不施氮处理减少了 7.6%;吸自速效钾的量较不施氮处理也平均增加了 25.9%,但所占净吸钾总量的比例却减少了 22.4%。表明施氮虽然促进了植株对土壤各形态钾的吸收利用,但吸自土壤速效钾的比例呈下降趋势,而非交换性钾和矿物钾对植物净吸钾总量的贡献则逐渐增加。不施氮或施氮条件下,供试 3 种紫色水稻土矿物钾和非交换性钾二者之和占植物净吸钾总量的比例平均为 74.6%和 80.3%,说明此二形态钾是紫色水稻土中水稻钾素营养的主要来源。

参 考 文 献:

- [1] 芒森 R D. (范钦桢,等译). 农业中的钾[M]. 北京:科学出版社,1995,126-175.
- [2] Yang Xiaoe et al. Shoot photosynthesis and root growth of hybrid and conventional rice cultivars as affected by N and K levels in the root zone[J]. *Pedosphere*, 1997, 7(1):35-42.
- [3] Havlin, J L et al. Mathematical models for potassium release kinetics in calcareous soils[J]. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 1985, 49(2):371-376.
- [4] 魏朝富,等.紫色水稻土钾有效性和钾释放的研究[J]. *植物营养与肥料学报*, 1998, 4(4):352-357.
- [5] 李庆逵. 中国水稻土[M]. 北京:科学出版社,1992. 333-346.
- [6] 农业部科技司. 中国南方农业中的钾[M]. 北京:中国农业出版社,1991. 132-138.
- [7] 王正银,等.不同施氮量条件下不同水稻品种对紫色土钾吸收利用的影响[J]. *植物营养与肥料学报*, 1998, 4(2):183-187.
- [8] 黄绍文,等.北方主要土壤钾形态及植物有效性研究[J]. *植物营养与肥料学报*, 1998, 4(3):156-164.
- [9] 高广领,等.我国主要土壤钾的形态分级及其有效性的研究[A]. 北京土壤学会. 土壤资源利用与科学施肥[C]. 北京:北京科学技术出版社,1994. 120-124.
- [10] 王正银,等.紫色土施氮对茼蒿营养效应的研究[J]. *植物营养与肥料学报*, 1996, 2(2):153-161.

Effect of nitrogen application and rice cultivars on forms of potassium in different purple paddy soils

XU Wei-hong, WANG Zheng-yin, LI Chuan-lin

(College of Resou. and Envir. Sci., Southwest Agri. Univ., Chongqing 400716)

Abstract: Pot experiment was adopted to study the effects of nitrogen supplying levels and rice cultivars on five forms of soil K in three purple paddy soils in Sichuan basin. Results indicated that the total K in the tested purple paddy soils was low to medium ranged from 1.29% to 2.62%, and mineral K accounted for 96.82% while quickly available K and slowly available K only accounted for 0.62% and 2.56%, respectively on average. The potassium supplying power of the tested soils showed the following order neutral purple paddy soil > calcareous purple paddy soil > acid purple paddy soil. Nitrogen application (0~150mg/kg) increased the release of soil potassium and the utilization of non-exchangeable K and mineral K. In accordance with the total amount of net K uptake by rice, the contribution of non-exchangeable K and mineral K accounted for 80.3%. The capability of potassium uptake by four rice cultivars was Kaiyou 5 > Shanyou 63 > Eryou 6078 > Ying jia 1 in neutral purple soil. Contribution of non-exchangeable K and mineral K to K uptake by four rice cultivars accounted for 66.9% after the application of nitrogen fertilizer on average. The maximum of net K uptake by four rice cultivars were obtained at medium nitrogen level (N 150mg/kg). It was not beneficial to the K uptake by rice and the release of soil mineral K at low or high nitrogen level.

Key words: nitrogen fertilizer; rice cultivar; purple paddy soil; form of potassium