

不同水型水稻土施钾效果 及施钾技术的研究*

许幼生 龙成凤 陈防 宁昌会 陈行春

(湖北省农科院土壤肥料研究所, 430064)

摘 要

本文通过不同水型水稻土水稻施钾效果的研究, 结果表明, 潜育型水稻土 > 潜育型水稻土 > 淹育型水稻土。水稻施钾能增强根系氧化力, 提高土壤氧化还原电位的百分比和降低土壤还原物质含量, 以及增加土壤好气性细菌和降低反硝化细菌的百分比等作用, 均为潜育型水稻土 > 潜育型水稻土 > 淹育型水稻土; 水稻生长季节的水、土温度, 土壤供钾能力和水稻吸收土壤钾素的量为淹育型水稻土 > 潜育型水稻土 > 潜育型水稻土。而水稻吸收肥料钾占总吸钾量的比, 则为潜育型水稻土 > 潜育型水稻土 > 淹育型水稻土。并找出了淹育型水稻土、潜育型水稻土和潜育型水稻土水稻施钾有效的土壤速效钾含量临界值, 分别为 54、82 和 141 mg kg⁻¹。本文还提出了不同水型水稻土在不同土壤速效钾水平下, 水稻最高产量和最经济产量的施钾量, 以及钾肥的适宜施用期, 为合理施用钾肥提供了科学依据。

关键词 不同水型, 水稻土, 施钾

近年来, 国内外对水稻施钾作了很多研究, 取得了不少成果^{1), 2)}, 有的研究者还对冷浸烂泥田施钾效果进行了研究³⁾。但是, 尚未从水稻土的不同水型进行系统研究, 因而也难以全面阐述水稻土施用钾肥的效果和钾肥施用技术。为了提高水稻施用钾肥的效益, 1987—1989年, 我们进行了不同水型水稻土(淹育型、潜育型、潜育型)施钾效果及施钾技术的研究。现将结果报道如下。

一、材料与方 法

试验安排在蕲春、钟祥、荆门、红安等县(市), 土壤为花岗片麻岩、第四纪粘土和石英片岩等主要母质发育的淹育型水稻土、潜育型水稻土和潜育型水稻土。

* 参加本项研究工作的还有魏学华、蔡定鑫、周恩范、郭智芬、刘国庆、胡体国、江珠延、马国生、潘幸福、陈保家等; 华中农业大学刘雄德、曹燕珍教授给予了支持与协作, 在此一并致谢。

1) 中华人民共和国农业部科技司主编: 中国南方农业中的钾。待出版。

2) 浙江农业大学土化系, 富阳县农科所: 烂田稻叶褐斑病的研究, 浙江省化学钾肥试验资料选编。1979, 53—60页。内部资料。

(一) 田间小区试验

1. 试验处理: 钾肥肥效与用量试验及水稻钾肥施用期试验处理见表 1、2。
2. 水稻品种: 早稻为鄂早 6 号; 晚稻为威优 64; 中稻为威优 63。
3. 肥料品种: 尿素、普通过磷酸钙、氯化钾。
4. 试验设计: 小区面积 20m^2 , 三次重复, 随机区组排列。
5. 试验方法: 在一微域地形中, 选择成土母质, 土壤质地和土壤速效钾含量基本相同的淹育型水稻土、潜育型水稻土和潜育型水稻土各一丘, 编成一组, 安排三个相同的试验, 并用同一个水稻品种和相同的栽培管理方法, 按同一要求进行观察记载, 并取土壤和植株样品进行化验分析, 以便比较不同水型水稻土施钾效果的差异。先后在不同地区选择有代表性的微域地形, 做早稻、晚稻和中稻的钾肥肥效、用

表 1 钾肥肥效及施用量试验处理

Table 1 Treatments in the potassium efficiency and application level experiment

作物 Crop	处 理 Treatment				
	早稻	$N_{120}P_{60}$	$N_{120}P_{60}K_{60}$	$N_{120}P_{60}K_{120}$	$N_{120}P_{60}K_{180}$
晚稻	$N_{150}P_{45}$	$N_{150}P_{45}K_{60}$	$N_{150}P_{45}K_{120}$	$N_{150}P_{45}K_{180}$	$N_{150}P_{45}K_{240}$
中稻	$N_{150}P_{60}$	$N_{150}P_{60}K_{60}$	$N_{150}P_{60}K_{120}$	$N_{150}P_{60}K_{180}$	$N_{150}P_{60}K_{240}$

注: N、P、K 分别代表 N 、 P_2O_5 、 K_2O , 数字代表养分用量, 单位 kg/ha , 下同。

表 2 钾肥施用期试验处理

Table 2 Treatments in the potassium timing experiment

作物 Crop	早稻 Early rice	晚稻 Late rice
处 理	CK($N_{120}P_{60}$)	CK($N_{150}P_{45}$)
	CK + K_{120} (基)	CK + K_{120} (基)
	CK + K_{60} (基) + K_{60} (稟)	CK + K_{60} (基) + K_{60} (稟)
	CK + K_{60} (基) + K_{60} (穗)	CK + K_{60} (基) + K_{60} (穗)
	—	CK + K_{120} (稟)
	CK + K_{60} (稟) + K_{60} (穗)	CK + K_{60} (稟) + K_{60} (穗)
	CK + K_{120} (穗)	CK + K_{120} (穗)

注: 基、稟、穗即基肥、稟肥、穗肥。

量和施用期试验。钾肥肥效和用量试验中肥料的施用方法是: 磷肥和钾肥全部作基肥施用; 氮肥三分之二作基肥, 三分之一作分蘖肥。钾肥施用期试验, 氮、磷肥的施用方法同上, 钾肥按处理方案进行施用。

(二) ^{86}Rb 标记田间微区试验

在田间小区试验各处理中同时进行 $^{86}\text{Rb}-\text{KCl}$ 微区标记。标记的 $^{86}\text{Rb}-\text{KCl}$ 肥施在无底钵(直径 29cm , 高 30cm) 微区中。各种肥料用量及施用方法均与田间小区试验相同。每标记区折合标记 $^{86}\text{Rb}-\text{K}_2\text{O}$ 800mg , 放射性活度(A)为 $14.8 \times 10^6\text{Bq}$ 。水稻收获后分别测定放射性脉冲数, 以计算其水稻对肥料钾素吸收量与利用率。

(三) 分析方法

土壤氧化还原电位用田间直接电位法, 其他项目均按常规方法分析^[1]。

表3 不同水型水稻土施钾效果

Table 3 Potassium efficiency on paddy soils with different water conditions

作物 Crop	土壤速效 钾含量 Soil avail. K (mg/kg)	试验地点 Location	成土母质 Soil parent material	土壤类型 Soil type	产量 Yield (kg/ha)		施钾增产 Yield increased (kg/ha)	增产率 Yield incre- ment (%)
					NP	NPK		
早 稻	34—35	红安八里	石英片岩	淹育型水稻土 (SMP)	5436.0	6435.0	999.0**	18.4
				潜育型水稻土 (PWLP)	5499.0	6484.5	985.5**	17.9
				潜育型水稻土 (GLP)	4699.5	6000.0	1300.5**	27.7
	40—50	研春刘河	花岗片麻岩	淹育型水稻土 (n=2)	5593.5	6334.5	741.0**	13.2
				潜育型水稻土	6031.5	7354.5	1323.0**	21.9
				潜育型水稻土	4507.5	6049.5	1542.0**	34.2
	60—70	研春向桥	花岗片麻岩	淹育型水稻土	6813.0	7263.0	450.0**	6.6
				潜育型水稻土	6649.5	7566.0	916.5**	13.8
				潜育型水稻土	5958.0	7200.0	1242.0**	20.8
70—80	研春向桥	花岗片麻岩	淹育型水稻土 (n=2)	6823.5	6906.0	82.5	1.2	
			潜育型水稻土 (n=2)	6771.0	7375.5	604.5*	8.9	
			潜育型水稻土 (n=3)	5077.5	6321.0	1243.5**	24.5	
>100	研春刘河	花岗片麻岩	潜育型水稻土	6316.5	6984.0	667.5**	10.6	
晚 稻	<50	研春向桥	花岗片麻岩	淹育型水稻土 (n=2)	7056.0	7479.0	423.0	6.0
				潜育型水稻土	4449.0	5517.0	1068.0**	24.0
				潜育型水稻土	3379.5	4590.0	1210.5**	35.8
	70—80	研春向桥	花岗片麻岩	淹育型水稻土	8791.5	8736.0	-55.5	-0.6
				潜育型水稻土 (n=2)	6013.5	6337.5	324.0	5.4
>100	研春刘河	花岗片麻岩	潜育型水稻土	5371.5	6814.5	1443.0**	26.9	
中 稻	<50	钟祥长寿	第四纪粘土	淹育型水稻土	6904.5	7464.0	559.5**	8.1
				潜育型水稻土 (n=3)	7999.5	8880.0	880.5*	11.0
				潜育型水稻土	6243.0	8385.0	2142.0**	34.3
	60—70	荆门扁港	第四纪粘土	淹育型水稻土	8290.5	8464.5	174.0	2.1
	70—80	钟祥荆门	第四纪粘土	潜育型水稻土 (n=5)	7489.5	8193.0	703.5*	9.4
				潜育型水稻土	5796.0	7246.5	1450.5**	25.0
80—100	钟祥	第四纪粘土	潜育型水稻土	5854.5	4264.0	409.5*	7.0	
>100	钟祥	第四纪粘土	潜育型水稻土	5041.5	5596.5	555.0**	11.0	

注: (1) 同一试验各处理之间用 Duncan's 新复极差检验方法对 NP 处理与 NPK 处理进行比较, 其结果用 * $P < 0.05$, ** $P < 0.01$;

多个试验如 $n=3$ 等采用样本配对的 T 检验方法对 NP 处理与 NPK 处理进行差异比较, 其结果用 * $P < 0.05$, ** $P < 0.01$ 。

(2) * 为试验次数。

二、结 果

(一) 不同水型水稻土水稻施钾效果

不同水型水稻土水稻施钾效果为(表 3): 潜育型水稻土 > 潜育型水稻土 > 淹育型水稻土。43 个试验中, 淹育型水稻土 11 个试验, 施钾处理 (NPK) 平均每公顷 7254.0kg, 比对照 (NP) 平均每公顷增产 450.0kg, 增产 6.1%; 潜育型水稻土 17 个试验, 施钾处理平均每公顷产量 7542.0kg, 比对照每公顷增 748.5kg, 增产 11%; 潜育型水稻土 15 个试验, 施钾处理平均每公顷产量 6463.5kg, 比对照平均每公顷增 1350.0kg, 增产 26.4%。对比示范田和大田调查结果也有同样的趋势。24 个点的对比示范田单收单打结果: 潜育型水稻土施钾处理 (NPK) 平均每公顷产量 7353.0kg, 比对照 (NP) 平均每公顷增 907.5kg, 增产 14.1%; 潜育型水稻土施钾处理平均每公顷产量 5668.5kg, 比对照平均每公顷增 1156.5kg, 增产 25.6%; 淹育型水稻土未设对比示范田。产生上述差异的主要原因简述如下:

1. 土壤环境不同 不同水型水稻土水稻施用钾肥对土壤氧化还原电位、还原物质总量、活性还原物质和亚铁含量的影响有差异。潜育型水稻土长期渍水, 甚至田内冒泉水, 水冷泥烂, 多数全剖面呈还原状态, 试验田土体构型为 Ag—G、A—Pg—G 和 A—P—G¹⁾。冬季耕作层氧化还原电位 52—150mV, 还原物质总量 6.08—10.43 cmol kg⁻¹, 活性还原物质含量 4.42—9.1cmol kg⁻¹, 亚铁含量 384—1740mg kg⁻¹。水稻生长期, 氧化还原电位有时出现负值, 还原物质总量高达 12.44 cmol kg⁻¹, 活性还原物质含量 11.55 cmol kg⁻¹, 亚铁含量 2550mg kg⁻¹, 还原物质多, 水稻根系养分受阻, 其受阻的大致顺序是^[2] K⁺、H₂PO₄⁻ > SO₄²⁻ > Mn²⁺、NH₄⁺ > Mg²⁺、Ca²⁺^[2]。因此, 水稻常因缺钾而产生赤枯病或硫化氢和亚铁中毒等生理病害, 造成黑根坐蔸严重, 影响生长发育, 甚至死苗; 潜育型水稻土排灌条件好, 土体氧化还原频繁交替。试验田土体构型为 A—P—W、A—P—W—G 和 A—Pg—W。耕层冬季氧化还原电位为 204—550mV, 还原物质总量 0.69—1.27cmol kg⁻¹, 活性还原物质 0.61—1.05cmol kg⁻¹, 亚铁含量为痕迹至 160mg kg⁻¹, 水稻生长正常; 淹育型水稻土分布在丘陵边缘、冲垄上部或丘岗顶部, 水源条件差, 地下水位低, 灌水后水分主要由上而下或侧渗, 毛管水向上运动微弱, 水稻生长季节耕层呈还原状态, 其下仍为氧化状态, 冬季全剖面呈氧化状态。试验田土体构型为 A—(P)—B—C 和 A—(P)—C。冬季耕作层氧化还原电位为 564—611mV, 还原物质总量 0.24—0.44cmol kg⁻¹, 活性还原物质 0.23—0.43cmol kg⁻¹, 亚铁极少, 具有水稻发苗快的特点。总之, 不同水型水稻土土壤氧化还原电位依次为淹育型水稻土 > 潜育型水稻土 > 潜育型水稻土; 土壤还原物质总量, 活性还原物质和亚铁含量依次为淹育型水稻土 < 潜育型水稻土 < 潜育型水稻土, 它们之间的差异极为明显。施用钾肥能增强水稻根系的氧化力, 降低土壤活性还原物质, 提高土壤氧化还原电位, 植株含铁量降低^[3]。本研究结果还表明: 不同水型水稻土水稻施钾对降低土壤活性还原物质含量和提高土壤氧化还原电位等的作

1) A—耕作层、P—犁底层、W—潜育层、B—心土层、G—潜育层、S—有潜育化现象、C—母质层。

用也有差异。施钾肥能提高不同水型水稻土氧化还原电位的百分比(图1)。表4还表明施钾能降低土壤还原物质总量,活性还原物质、亚铁和植株含铁量,其顺序为潜育型水稻土>潜育型水稻土>淹育型水稻土的趋势。土壤氧化还原电位升高,还原物质含量降低,可减轻硫化氢和亚铁等对作物的毒害,有利于水稻对养分的吸收,促进水稻生长发育。

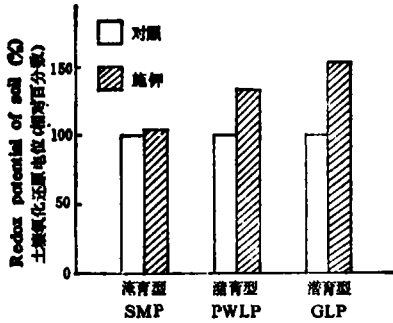


图1 不同水型水稻土水稻施钾对土壤氧化还原电位的影响

Fig. 1 Effect of potassium application on the redox potential of paddy soils with different water conditions

2. 对土壤微生物的影响程度不同 从土壤微生物动态看,水稻土施用钾肥后,土壤好气性细菌数量增加,反硝化细菌数量减少。其增加与减少的百分比也为潜育型水稻土>潜育型水稻土>淹育型水稻土(表5)。反硝化细菌数量的减少,自然会减少反硝化作用引起的氮素损失。Trolldenier (1973)通过盆栽试验证明,合理施用钾肥促进根系发育,从而减少反硝化作用引起的氮素损失^[4]。本研究结果与此一致,即水稻施钾

促进根系发育,从而减少反硝化作用引起的氮素损失^[4]。本研究结果与此一致,即水稻施钾

表4 不同水型水稻土施钾对土壤还原物质及稻草含铁量的影响

Table 4 Influence of potassium application on the reducing substances of soil and the ferrous content of rice straw for the paddy soils with different water conditions

项 目 Item	淹育型水稻土 Submergic paddy soil			潜育型水稻土 Periodically waterlogged paddy soil			潜育型水稻土 Gleyed paddy soil		
	对照 CK	施钾 K	增、减 Increase or decrease (%)	对照 CK	施钾 K	增、减 Increase or decrease (%)	对照 CK	施钾 K	增、减 Increase or decrease (%)
还原物质总量 (cmol kg^{-1})	1.00	0.27	-0.73	5.95	3.86	-2.09	6.93	4.56	-2.37
活性还原物质 (cmol kg^{-1})	0.48	0.27	-0.21	5.70	3.79	-1.91	6.47	4.57	-1.90
Fe^{2+} 亚铁 (mg kg^{-1})	469	300	-169	1808	1571	-237	1904	1609	-295
稻草含铁量 (mg kg^{-1})	357	321	-36	500	339	-161	857	321	-536

有保氮作用。而不同水型水稻土施钾保氮的效果也有差异,按降低反硝化细菌的百分比推论,其保氮作用应是潜育型水稻土>潜育型水稻土>淹育型水稻土。

3. 排灌条件和水、土温度不同 水稻生长季节,水、土(耕层)温度为淹育型水稻土>潜育型水稻土>潜育型水稻土(图2)。据研究^[4],水、土温度升高,可以提高土壤钾的有效度和钾的扩散速率,改善土壤钾素供应状况;水、土温度高水稻发根快,根系发达,也有利于对养分的吸收;水、土温度低则土壤钾的有效度和钾的扩散速率降低,土壤供钾状况也差,同时水、土温度低也影响稻根生长,根系活力低,对养分的吸收慢。同位素 ^{86}Rb 示踪结

表 5 不同水型水稻土水稻施钾对土壤微生物的影响*(单位: 个/克干土)

Table 5 Influence of potassium application on microbes in the paddy soils with different water conditions (No. /g soil)

微生物种类 Type of microbe	淹育型水稻土 Submergic paddy soil			潜育型水稻土 Periodically waterlogged paddy soil			潜育型水稻土 Gleyed paddy soil		
	对照 CK	施钾 K	增、减 Increase or decrease (%)	对照 CK	施钾 K	增、减 Increase or decrease (%)	对照 CK	施钾 K	增、减 Increase or decrease (%)
好气性细菌	2.6×10^6	8.0×10^6	208	7.5×10^6	9.6×10^6	28	1.5×10^6	1.7×10^7	1033
反硝化细菌	7.6×10^5	7.4×10^5	-3	1.3×10^5	6.0×10^4	-54	9.0×10^4	6.0×10^3	-93

* 水稻盛穗期采土分析结果。

果表明,无论是土壤供钾和水稻吸收土壤钾素状况,均为淹育型水稻土>潜育型水稻土>潜育型水稻土。它们的 AK 值¹⁾每小区分别为 12027mg、11326mg 和 9222mg; 水稻吸收土壤钾每小区分别为 1065mg、949 毫克和 814 mg。如以淹育型水稻土水稻吸收土壤钾量为 100%, 潜育型水稻土为 89.2%, 潜育型水稻土为 75.7%。而在不施钾肥的情况下,水稻植株干物重及产量在淹育型水稻土上均高于潜育型水稻土和潜育型水稻土。它们的水稻产量顺序分别为每公顷 5524.5kg, 4575.0kg 和 3996.0 kg。再从水稻对肥料钾的吸收及依赖程度看,施用钾肥后,在不同水型水稻土上,水稻对肥料钾素的吸收利用率虽无明显差异,但水稻吸收肥料钾占全钾比例为潜育型水稻土>潜育型水稻土>淹育型水稻土。以潜育型水稻土水稻吸收肥料钾占全钾的比例为 100%, 潜育型水稻土和淹育型水稻土分别为 82.5% 和 78.8%。说明水稻对肥料钾的依赖程度为潜育型水稻土>潜育型水稻土>淹育型水稻土。因而水稻施钾增产效果为潜育型水稻土>潜育型水稻土>淹育型水稻土。施钾后,它们分别增产 15.9%、10.9% 和 0.9%。

不同水型水稻土由于排灌条件不一样,钾素的淋失与补充也有差异,淹育型水稻土靠降雨和提水灌溉(主要是塘水),除山洪暴发时,田间很少过水串流,流失养分少,而且灌溉水中有的含钾量比较高(塘水中速效钾含量 $4-17 \text{mg kg}^{-1}$),可以补充少量的钾素;潜育型水稻土多为自流灌溉,有串流现象,尤以雨季土壤养分流失较多,灌溉水源有水库水、塘

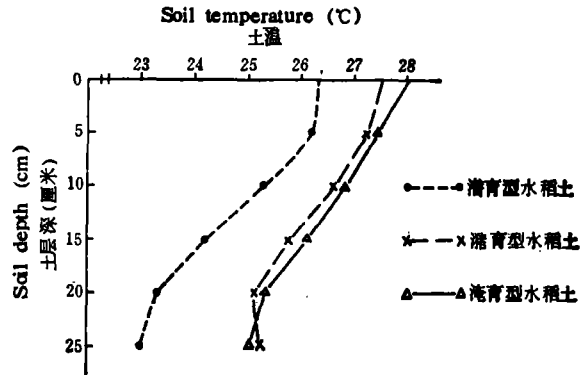


图 2 不同水型水稻土水、土温度

Fig. 2 Soil and water temperature of the paddy soils with different water conditions

1) AK 值: 指土壤速效性钾同位素法测定值。

水等,水中钾素含量有高有低;潜育型水稻土多以泉水串流串灌,养分流失严重,而且泉水中含钾量也很低(速效钾含量 $1-2\text{mg kg}^{-1}$)。

(二) 不同水型水稻土施钾技术

1. 水型相同的稻田,水稻施钾效果与土壤速效钾含量成反相关。土壤速效钾含量越低,施钾效果越好,反之,施钾效果愈差(表 6)。

表 6 同一水型稻田水稻施钾效果与土壤速效钾含量的关系*

Table 6 Relationship between the potassium efficiency and soil available K in paddy soil with the same water condition

土壤类型 Soil type	50 mg kg^{-1}		60—80 mg kg^{-1}		100 mg kg^{-1}	
	施钾增产 Yield increased by potassium (kg/ha)	增产率 Increment (%)	施钾增产 Yield increased by potassium (kg/ha)	增产率 Increment (%)	施钾增产 Yield increased by potassium (kg/ha)	增产率 Increment (%)
淹育型水稻土	648.0 ± 223.5 ($n=6$)	10.8 ± 5.0 ($n=6$)	147.0 ± 189.0 ($n=5$)	2.1 ± 2.7 ($n=5$)	—	—
潜育型水稻土	1003.5 ± 174.0 ($n=6$)	16.1 ± 6.0 ($n=6$)	628.5 ± 181.5 ($n=10$)	8.9 ± 2.4 ($n=10$)	—	—
潜育型水稻土	1548.0 ± 420.0 ($n=4$)	33.0 ± 3.6 ($n=4$)	1344.0 ± 108.0 ($n=8$)	25.0 ± 2.1 ($n=8$)	610.5 ± 57.0 ($n=3$)	11.4 ± 1.0 ($n=3$)

* n 为试验次数。

2. 水稻施钾有效的土壤速效钾含量临界值。根据田间试验结果,按不同水型水稻土分别进行统计分析,找出了淹育型、潜育型和潜育型水稻土土壤速效钾含量临界值分别为 54、82 和 141mg kg^{-1} , 小于此值,水稻施钾效果明显。

淹育型水稻土回归方程: $y = 1104 \frac{1}{x} - 15.31$, $r = -0.9480^{**}$, $n = 11$, 土壤速效钾含量临界值为 54mg kg^{-1} ($1\text{ mol L}^{-1} \text{NH}_4\text{OA}$, 浸提-火焰光度法。式中 y 为水稻施钾增产百分率, x 为土壤速效钾含量(下同)。

潜育型水稻土回归方程: $y = 1178 \frac{1}{x} - 9.308$, $r = -0.9074^{**}$, $n = 12$, 土壤速效钾含量临界值为 82mg kg^{-1} 。

潜育型水稻土回归方程: $y = 1843 \frac{1}{x} - 8.040$, $r = -0.9031^{**}$, $n = 11$ 土壤速效钾含量临界值为 141mg kg^{-1} 。

3. 不同水型水稻土水稻钾肥的适宜施用量。对不同水型水稻土,水稻钾肥施用量试验结果分别进行统计分析,钾肥不同用量与产量一般呈抛物线关系,回归方程用 $y = B_0 + B_1x + B_2x^2$ 表示。 B_0 即不施钾肥的产量, B_1 、 B_2 为回归系数, x 是钾肥有效养分 (K_2O) 数量, y 是水稻预计产量。根据回归方程,可以计算出不同水型水稻土在不同土壤速效钾水平下最高产量和最经济产量的施肥量(表 7)。

4. 不同水型水稻土水稻钾肥施用期。根据几年的试验结果表明,水稻钾肥施用期与水稻土的水型、土壤质地、钾肥施用量和品种特性等有关。潜育型水稻土(表 8)早稻

表 7 不同水型水稻土水稻钾肥施用量

Table 7 Potassium application rates for paddy soils with different water conditions

土壤类型 Soil type	土壤速效钾含量 Available K content of soil (mgkg ⁻¹)	钾肥施用量 Potassium application rate (K ₂ O kg/ha)	
		最高产量 Maximum yield	最经济产量 Optimal economic yield
淹育型水稻土	<50	96.0	84.0
潜育型水稻土	<50	121.5	111.0
	50-80	102.0	91.5
潜育型水稻土	<50	133.5	126.0
	50-80	117.0	108.0
	>80	96.0	88.5

注: 稻谷按 0.32元/kg; 氯化钾按0.34元/kg 计算。

钾肥以基肥效果最好, 基肥、分蘖肥各半次之, 全部作穗肥效果最差, 并有早施比晚施好的趋势; 晚稻钾肥施用期也以基肥效果最佳, 基肥与穗肥各半次之, 全部作分蘖肥效果最差。

表 8 潜育型水稻土水稻钾肥施用期试验结果

Table 8 Results of potassium timing experiment of rice on GLP

处理 Treatment	早 稻 Early rice			晚 稻 Late rice		
	产量 Yield (kg/ha)	增产 Yield increase (kg/ha)	增产率 Increment (%)	产量 Yield (kg/ha)	增产 Yield increase (kg/ha)	增产率 Increment (%)
对照	3967.5	0	0	4827.0	0	0
基肥	5833.5	1866.0	47.0	7444.5	2617.5	54.2
分蘖肥	—	—	—	6550.5	1723.5	35.7
穗肥	5224.5	1257.0	31.7	6756.0	1929.0	40.0
基肥+分蘖肥	5716.5	1749.0	44.1	6817.5	1990.5	41.2
基肥+穗肥	5700.0	1732.5	43.7	7158.0	2331.0	48.3
分蘖肥+穗肥	5656.5	1599.0	40.3	7128.0	2301.0	47.7

注: 钾肥用量为 K₂O 120kg/ha, 分两次施钾的处理每次施 K₂O 60kg/ha。

表 9 潜育型水稻土水稻钾肥施用期试验结果

Table 9 Results of potassium timing experiment of rice on PWLP

处理 Treatment	产量 Yield (kg/ha)	比(1)增、减 Increase or decrease (kg/ha)	增、减率 Increment or decrement (%)
(1) K ₁₂₀ 基施	7725.0	0	
(2) K ₁₂₀ 基、蘖各半	1950.0	225.0	2.9
(3) K ₁₂₀ 基、穗各半	7608.0	-117.0	-1.5
(4) K ₁₂₀ 蘖、穗各半	7426.5	-292.5	-3.8

注: 钾肥用量 K₂O 120kg/ha。

潜育型和淹育型水稻土,钾肥施用量较少时可作底肥一次施用,钾肥施用量较多或土壤质地较轻时,分为基肥和分蘖肥两次施用效果较好(表9)。

三、讨 论

在研究中我们还发现,不同水型水稻土用 $0.01 \text{ mol L}^{-1} \text{ CaCl}_2$ 提取的钾,占速效钾 ($1 \text{ mol L}^{-1} \text{ NH}_4\text{OA}$ 提取) 的百分比有差异,且有淹育型水稻土 (29%) > 潜育型水稻土 (23%) > 潜育型水稻土 (16%) 的趋势。这种钾,活性比较大(仅次于水溶性钾),作物较容易吸收,这也许是不同水型水稻土施钾效果不一样的原因之一,尚有待进一步研究。

目前所提倡的稻田施钾技术中,对土壤钾素含量水平,土壤质地及作物需钾特性等方面考虑比较全面。但还应当将水稻土的水型问题加以考虑。在土壤含钾水平、土壤质地和作物特性等条件基本一致的前提下,应将钾肥优先施到潜育型水稻土(含次生潜育化水稻土),其次是潜育型水稻土。在当前钾肥资源较缺乏的情况下,淹育型水稻土有效钾含量达到一定水平时,暂时可以不配施化学钾肥。

参 考 文 献

- [1] 中国土壤学会农业化学专业委员会主编,1983: 土壤农业化学常规分析方法。235—241、109—116页,科学出版社。
- [2] 罗成秀主编,1988: 湖南省土壤钾和钾肥。第100页,湖南科学技术出版社。
- [3] 陈际型等,1982: 水稻钾素营养对土壤氧化还原状况的影响。土壤,第144期140—142页。
- [4] 加拿大钾磷研究所主编,(中国科学院南京土壤研究所翻译)1989: 现代农业中的钾。22—23页。
- [5] Robert D. Munson, 1985: Potassium in Agriculture. American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, Soil Science Society of America, Madison, Wisconsin, USA.
- [6] G. Troldenier, 1973: Secondary effects of potassium and nitrogen nutrition of rice: change in microbial activity and iron reduction in the rhizosphere. Plant and Soil, 38:267—279.

EFFICIENCY AND TECHNIQUE OF RICE POTASSIUM FERTILIZATION IN PADDY SOILS WITH DIFFERENT WATER CONDITIONS

Xu Yousheng, Long Chengfeng, Chen Fang,

Ning Changhui and Chen Xingchun

(*Institute of Soil and Fertilizer, Hubei Academy of Agricultural Sciences, 430064*)

Summary

This paper discusses the result of research on the efficiency and technique of potassium fertilization in paddy soils with different water conditions and show that the potassium efficiency on these soils was in the order of gleyed paddy soil (GLP) > periodically waterlogged paddy soil (PWLP) > submergic paddy soil (SMP). The role of potassium fertilization in increasing soil redox potential percentage, decreasing soil reducing substance content, increasing the percentage of soil aerobic bacteria and decreasing the percentage of soil denitrifying bacterium and the ratio of potassium uptaken by rice from fertilizer to the total potassium uptaken were GLP > PWLP > SMP as well. Otherwise, the soil and water temperature in rice growing season, soil potassium supplying ability and the amount of potassium uptaken by rice from soil was SMP > PWLP > GLP.

The present paper also show that the soil available K critical values of efficient application of potassium were 54, 82 and 141 mg kg⁻¹, respectively, SMP, PWLP, and GLP. The research also indicated the potassium fertilization rates for maximum rice yield and optimal economic rice yield and the optimum timing of potassium fertilization on rice soils with different water conditions and different available K levels. It provided the scientific basis for rational fertilization of potassium.

Key words Different water condition, Paddy soil, Potassium application