

# 杂交水稻施钾技术的研究

刘运武

(湖南省衡阳市农科所, 421101)

## APPLICATION TECHNIQUES OF POTASSIUM FERTILIZER FOR HYBRID RICE

Liu Yunwu

(Agricultural Institute Hengyang City, Hunan Province, 421101)

**关键词** 杂交水稻, 需钾特性, 土壤供钾特性, 钾肥的施用, 产量, 钾素利用率。

杂交水稻具有较强的吸钾能力和吸钾强度。由于种植杂交水稻较之常规水稻能获得更高的产量。因此, 当前在杂交水稻高产栽培中重施钾肥已带有普遍性。据调查, 生产水平较高的水稻产区, 每公顷施钾量( $K_2O$ )多在150—225公斤。鉴于我国当前钾肥资源贫乏, 不少研究者, 从杂交水稻对钾素的吸收、利用角度进行研究, 以探讨钾肥的合理施用<sup>[1-5]</sup>。但从杂交水稻各生育时期吸钾特点出发进行施钾技术的研究则见诸甚少。本试验系根据杂交水稻各生育时期的吸钾特点以及该时期的土壤供钾特点为基础, 以研究其施钾技术, 为合理施用钾肥提供科学依据。

### 一、材料与方 法

试验在本所试验场进行。供试土壤为第四纪红色粘土母质发育的红黄泥水稻土, 肥力中上。试验1979—1980年为定位试验(两年四季均在同一块田固定的小区内进行); 1978、1985年各季分别在不同的田块上进行。土壤的主要农化特性见表1。

供试水稻品种与组合: 1978—1980年, 早稻, 杂交水稻为“珍汕97A×早恢1号”, 常规水稻为“湘矮早9号”; 晚稻, 杂交稻为“威优6号”, 常规稻为“洞庭晚粳”。1985年早稻, 为杂交稻“柳野97A×早恢1号”, 晚稻为“威优64”。

试验设计: 1978年早稻设: (1) 无肥区(不施任何肥料); (2) 饼肥区(菜枯饼1125kg/ha, 计 $K_2O$ 18.75kg/ha); (3) NP(氮225kg/ha,  $P_2O_5$ 120kg/ha, 下同); (4)  $NPK_1$ ( $K_2O$ 60kg/ha); (5)  $NPK_2$ ( $K_2O$ 105kg/ha); (6)  $NPK_3$ ( $K_2O$ 150kg/ha)。晚稻除 $K_1$ 、 $K_2$ 、 $K_3$ 分别为( $K_2O$ )75、150、225kg/ha外, 其余均同早稻。

1979—1980年设: (1) 无肥区; (2) 饼肥区(菜枯饼750kg/ha, 计 $K_2O$ 12.45kg/ha); (3) NP(氮180kg/ha,  $P_2O_5$ 180kg/ha, 下同); (4)  $NPK_1$ ( $K_2O$ 75kg/ha), (5)  $NPK_2$ ( $K_2O$ 150kg/ha)。

1985年钾肥用量试验设: (1) 无钾(氮180kg/h,  $P_2O_5$ 120kg/ha, 下同); (2) 钾( $K_2O$ )37.5kg/ha; (3) 钾( $K_2O$ )75kg/ha; (4) 钾( $K_2O$ )112.5kg/ha; (5) 钾( $K_2O$ )150kg/ha。

表 1 供试土壤的主要农化特性

年 份	季 别	pH	有机质 (g/kg)	全 氮 (g/kg)	碱解氮 (mg/kg)	全 (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) (g/kg)	速效(P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) (mg/kg)	全 (K <sub>2</sub> O) (g/kg)	速效(K <sub>2</sub> O) (mg/kg)
1978	早稻	5.6	32.60	1.60	172	1.60	422*		52
	晚稻	5.1	31.00	1.50	204	1.10	165*		50
1979—1980		5.1	27.10	1.30	88	1.30	163*	12.50	49
1985	早稻	4.2	29.10	1.70	140	1.10	12.8	11.10	35
	晚稻	4.3	28.30	1.70	146	1.10	17.4	10.00	32

\* 0.05mol/L H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 浸提。

氮、磷、钾配施试验设: (1) 无肥区; (2) 氮肥区 (早稻 N 150 kg/ha, 晚稻 N 180kg/ha, 下同); (3) 磷肥区 (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 90kg/ha, 下同); (4) 钾肥区 (K<sub>2</sub>O 112.5kg/ha, 下同); (5) PK; (6) NK; (7) NP; (8) NPK。

田间试验均采用随机排列, 重复 3 次, 小区面积 33.35m<sup>2</sup>。

除各季土壤翻耕前取土和收获后取植株和土样作基本分析外, 1978—1980 年在各季水稻生长期, 每 5 天取 1 次植株和土样, 植株以干样测定全量氮、磷、钾; 土样以湿样测定碱解氮、速效磷、钾。测定方法按常规方法进行。

## 二、结果与讨论

### (一) 杂交水稻的需钾特点

1. 需钾数量和吸钾特点 杂交水稻较常规水稻需要更多的钾素, 这是因为杂交水稻具有旺盛的生长势和繁茂的营养体。

表 2 不同水稻对钾素的吸收利用情况(1979)

季 别	处 理	稻 别	稻草 (kg/ha)	稻草总钾 (kg/ha)	稻谷 (kg/ha)	稻谷总钾 (kg/ha)	总钾量 (kg/ha)	增加钾量 (kg/ha)
早 稻	无钾	杂交稻	3862.500	110.10	6596.85	44.25	154.35	14.25
		常规稻	3525.00	96.15	6454.05	43.95	140.10	
	施钾	杂交稻	5055.00	214.05	6770.40	61.20	275.25	30.90
		常规稻	4687.50	197.25	6637.50	47.10	244.35	
晚 稻	无钾	杂交稻	5100.00	107.10	5969.25	28.05	135.15	31.80
		常规稻	3787.50	79.95	4581.00	23.40	103.35	
	施钾	杂交稻	5025.00	163.80	6923.25	37.95	201.75	12.90
		常规稻	4425.00	158.85	5372.25	30.00	188.85	

据我们 1979 年的试验结果 (表 2) 表明, 杂交水稻一生中累积吸钾量远多于常规稻。无钾区, 杂交早稻较常规早稻多 14.25kg/ha; 杂交晚稻较常规晚稻多 31.8kg/ha。施钾

区,杂交早稻较常规早稻多 30.9kg/ha;杂交晚稻较常规晚稻多 12.9kg/ha。

以 1000kg 稻谷计,无钾区,杂交早稻较常规早稻多吸收 36.34%;杂交晚稻较常规晚稻多吸收 0.70%。施钾区,杂交早稻较常规早稻多吸收 20.86%;杂交晚稻则相反,较常规晚稻少吸收 34.24%。

表 2 还可以看出,同一处理中,早稻比晚稻吸钾量多。无钾区,杂交稻多 19.2 公斤,常规稻多 36.75 kg。说明早稻有明显的奢侈性吸钾现象。

若将水稻从移栽至分蘖期为生育前期,分蘖至齐穗期为生育中期,齐穗至成熟期为生育后期,则杂交水稻各生育时期对养分的吸收比例不同(表 3)。由表 3 可见,在施肥情况下,杂交早稻前期对钾素的吸收较少,占本田全生育期吸钾总量的 12.52%;中期吸钾比例剧增,占本田全生育期吸钾总量的 57.48%;后期吸钾的比例仍高达 30%。杂交晚稻则不同,前期吸钾较多,占本田全生育期吸钾总量的 22.0%,中期吸钾 72.06%,后期吸收 5.93%。表 3 结果说明,无论是杂交早稻还是杂交晚稻,都以生育中期吸钾比例为大,占本田全生育期吸钾总量的 50—70%<sup>[4]</sup>。

表 3 杂交水稻各生育时期吸收养分的数量和比例(1978—1980)

处 理	组 合	生育时期	N		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		K <sub>2</sub> O	
			吸收量 (kg/ha)	(%)	吸收量 (kg/ha)	(%)	吸收量 (kg/ha)	(%)
早 稻								
不 施 肥		前期	23.85	23.89	18.75	26.45	29.85	20.20
		中期	57.75	53.95	35.25	49.74	83.40	56.33
		后期	22.05	22.16	16.95	23.81	34.80	23.47
施 肥	珍汕97A× 早恢1号	前期	32.85	16.04	9.90	11.13	39.00	12.52
		中期	95.70	46.84	54.00	61.09	178.80	57.48
		后期	75.90	37.12	24.60	27.78	93.30	30.00
晚 稻								
不 施 肥		前期	17.40	19.76	11.85	25.90	31.65	22.20
		中期	60.75	69.20	24.15	52.79	76.35	53.55
		后期	9.75	11.04	9.75	21.31	34.65	24.25
施 肥	威优6号	前期	43.65	26.64	12.30	14.90	63.30	22.01
		中期	83.70	51.12	53.10	64.71	207.0	72.06
		后期	36.45	22.24	16.80	20.39	17.10	5.93

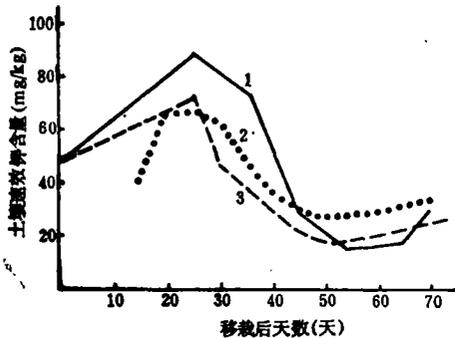
在不施肥的情况下,无论是杂交早稻还是杂交晚稻钾的吸收量都比施肥区为少。早稻为施肥区的 47.59%,晚稻为施肥区的 49.63%。生育中期的吸钾比例分别为 56.33% 和 53.55%。这一现象说明,杂交水稻生育中期吸钾最多,是其内在的需肥特点,在我国当前钾肥资源贫乏的情况下,生产上可掌握这一特点,将有限的钾肥集中应用到水稻生育中期,以提高钾肥的经济效益,这对增产增收都具有意义。

2. 杂交水稻各时期的钾素营养特点 据我们 1978—1980 年 3 年对杂交水稻各生育时期测定结果表明, 杂交早稻地上部全株干物含钾高峰在生育前期, 而单位时间每公顷植株的吸钾高峰则在生育中期, 整个生育过程只出现一个明显的吸钾高峰。3 年测定结果平均是, 杂交早稻施肥区 (每公顷施钾 ( $K_2O$ ) 150 kg), 前期植株干物含钾 4.2%, 中期 2.8%。而每天每公顷植株吸钾量生育前期为 1.95kg/ha, 生育中期为 9.6kg/ha, 生育中期为生育前期的 4.9 倍。

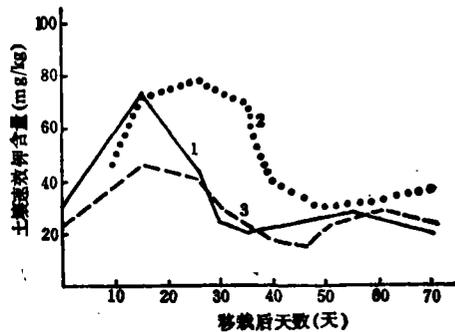
杂交晚稻施肥区植株生育前期含钾量 4.35%, 中期为 2.95%。每天每公顷植株吸钾量前期为 4.95 kg, 中期为 11.55 kg, 中期为前期的 2.3 倍。

## (二) 土壤的供钾特点

在水稻生长期间, 由于温度的变化和水稻的吸收导致土壤速效钾发生规律性的变化 (图 1、2)。



1 种稻施肥; 2 不种稻不施肥; 3 种稻不施肥  
图 1 杂交早稻生长期间与土壤供钾规律



1 种稻施肥; 2 不种稻不施肥; 3 种稻不施肥  
图 2 杂交晚稻生长期间与土壤供钾规律

图 1 看出, 杂交早稻施肥区土壤速效钾自水稻返青后 (移栽后 5 天) 直线上升, 分蘖末期 (移栽后 25 天) 达到高峰, 25 天后迅速降低, 抽穗期降至最低水平, 比不施肥区还低; 不施肥区和空白区 (1980 年增设) 与施肥区基本相似。图 2 看出杂交晚稻施肥区土壤速效钾水稻移栽后 15 天达到高峰, 比早稻早 10 天, 15 天后迅速下降, 移栽后 30 天达到最低水平; 不施肥区基本一致, 空白区土壤速效钾含量高峰出现的时间晚 10 天, 且高峰维持的时间长。

## (三) 杂交水稻钾肥的施用技术

1. 钾肥不同用量对稻谷产量的影响 在同一施肥方法的条件下, 不同钾素用量对稻谷产量的影响均具有显著差异, 经方差分析 (5 个处理, 3 次重复),  $F$  值早稻达到 17.32, 晚稻达到 5.81 的显著水准。早稻在每公顷施钾 ( $K_2O$ ) 75 kg (产量 7720.0kg/ha), 晚稻每公顷施钾 150 kg (产量 7880.00kg/ha), 在此施肥范围内, 稻谷产量随施钾量的增加而提高 (表 4)。

1979—1980 年进行的不同钾肥用量定位试验 (表 5) 表明, 杂交水稻钾肥的效果, 是晚稻产量高于早稻, 并且有随着种植茬数的增加效果越趋显著的现象。这一现象对杂交水稻种植老区指导钾肥的施用具有意义。

表 4 不同钾素用量对稻谷产量的影响(1985)

施钾量 (kg/ha)	产量 (kg/ha)	与无钾区 比较	与 37.5kg 区 比较	与 75 kg 区 比较	与 112.5kg 区 比较	备注
早 稻						
K 0	6805.00					
K 37.5	7150.00	345.00*				L.S.D
K 75.0	7720.00	915.00**	570.00**			0.05=315.6
K 112.5	7600.00	795.00**	450.00*	-120.00		0.01=459.17
K 150.0	7700.00	895.00**	550.00**	-20.00	100.00**	
晚 稻						
K 0	7065.00					
K 37.5	7635.00	570.00*				L.S.D
K 75.0	7480.00	415.00*	-155.00			0.05=412.6
K 112.5	7675.00	610.00**	40.00**	195.00**		0.01=600.38
K 150.0	7880.00	815.00**	245.00**	400.00**	205.00**	

表 5 杂交水稻钾肥定位试验结果(1979—1980)

处 理 (kg/ha)	1979						1980					
	早稻(第一季)			晚稻(第二季)			早稻(第三季)			晚稻(第四季)		
	产量	增 产		产量	增 产		产量	增 产		产量	增 产	
(kg/ha)	(kg/ha)	(%)	(kg/ha)	(kg/ha)	(%)	(kg/ha)	(kg/ha)	(%)	(kg/ha)	(kg/ha)	(%)	
K 0	6597.00			5969.25			5699.10			4780.8		
K 75	6693.90	96.90	1.47	6693.00	723.75	12.12	5874.0	174.90	3.07	5188.80	408.00	8.53
K 150	6770.40	173.40	2.63	6923.25	954.00	15.98	6302.55	603.45	10.59	5653.05	872.25	18.24

2. 钾肥不同施用时期对稻谷产量的影响 上述杂交水稻各生育时期的吸钾特点和土壤的供钾特点表明,杂交水稻生育前期需钾量少,根系吸钾能力强,土壤供钾充分,常表现为土壤供钾过剩,而到生育中期(植株吸钾高峰期),土壤钾素处于最低值,钾素供不应求,故常造成中期缺钾。如能在施肥技术上采用中期施钾,用人工补钾的办法来协调植株吸钾和土壤供钾之间的矛盾,就能够充分挖掘杂交水稻的增产潜力。1985年晚稻期间,我们在每公顷施钾( $K_2O$ )112.5 kg 等钾量的基础上,设计了不同施钾时期试验,结果见表 6。

表 6 可以看出,在每公顷施钾 112.5 kg 的情况下,孕穗期(生育中期)施钾较分蘖期(生育前期)施钾处理增产稻谷 5.16%。从产量构成因素上看,孕穗期施钾处理,表现为每平方米穗数和每穗实粒数增加,千粒重略有降低。

3. 配施氮磷肥对稻谷产量及其对钾素吸收利用的影响 水稻吸钾的多少和钾素利

表 6 杂交水稻不同施钾时期对稻谷产量及产量构成因素的影响

处 理	每平方米穗 数(穗)	每穗实粒 数(粒)	千粒重 (g)	产量 (kg/ha)	比 K <sub>0</sub> 处理增产		比分蘖期施钾处理增产	
					(kg/ha)	(%)	(kg/ha)	(%)
对 照	360	86	27.0	6706.50				
K <sub>112.5</sub> kg (分蘖期施)	412	93	26.0	7466.55	760.05	11.33		
K <sub>112.5</sub> kg (孕穗期施)	420	97	26.5	7851.60	1145.10	17.07	385.05	5.16

用率的高低,不仅与土壤供钾多少有关,而且还受最小养分因子的影响(表 7)。

表 7 可以看出,在土壤速效钾 32—35 mg/kg 的红黄泥水稻土上,种植杂交水稻单施钾肥,钾的利用率仅为 48.67—76.13%,当配施氮肥和氮、磷肥后,钾的利用率分别提高到 80.8—97.87% 和 87.47—107.87%,较钾肥单施,钾肥利用率提高 21.74—32.13% 和 38.8—31.74%。

表 7 氮、磷配施对杂交水稻吸钾、稻谷产量及钾素利用的影响

季 别	处 理	稻谷产量 (kg/ha)	吸钾总量 (kg/ha)	土壤钾占总量 (%)	肥料钾量 (kg/ha)	肥料钾占总量 (%)	钾肥利用率 (%)
早 稻	无 肥	5169.00	134.10	100			
	氮	6825.00	199.65				
	磷	5475.00	149.25				
	钾	6065.10	197.40	72.49	54.3	27.51	48.67
	磷 钾	6115.05	184.80	77.44	41.7	22.55	37.07
	氮 钾	7415.10	234.00	61.15	90.9	38.85	80.80
	氮 磷	7000.05	190.80				
	氮磷钾	7275.00	241.50	59.25	98.4	40.75	87.47
晚 稻	无 肥	6489.00	114.30	100			
	氮	7332.75	123.45				
	磷	6886.50	157.50				
	钾	6967.50	199.95	57.16	85.65	42.84	76.13
	磷 钾	7050.00	178.95	63.87	64.65	36.13	57.47
	氮 钾	7848.00	224.40	52.19	110.1	47.81	97.87
	氮 磷	7669.50	148.95				
	氮磷钾	7930.50	235.50	48.50	121.35	51.50	107.87

钾肥配施氮、磷肥后,植株体内含钾量增加,促使植株体内非蛋白质氮减少,蛋白质氮增加,产量提高,稻米品质改善。

## 参 考 文 献

- [1] 朱兆良、孙学斌,1987: 双季杂交稻对钾素营养吸收特性的研究。土壤肥料,第 4 期,13—18 页。
- [2] 沈伟其,1988: 钾素对杂交水稻个体及群体的生理效应。浙江农业大学学报,第 14 卷 1 期,101—106 页。
- [3] 詹长庚、陈仁烈、彭玉纯,1980: 钾肥效应与施用条件关系的研究。浙江农业科学,第 4 期,155—160 页。
- [4] 沈瑞芝,1982: 钾对植物的生理作用。上海农业科技,第 5 期,32—33 页。
- [5] 罗成秀,1982: 略论水稻高产栽培中的钾素营养。土壤肥料,第 4 期,8—11 页。