

连续施用高量化肥对稻谷产量及土壤养分影响的研究

周修冲 谭允阳 陈天生

(广东省农科院土肥所)

随着化肥工业的发展,化学氮肥施用量逐年增加,有机肥的施用量则明显减少,造成氮磷钾比例严重失调,在这种肥料结构下,连续多年施用化肥的增产效益和对土壤肥力的影响如何,成为农业生产上急需研究的课题。为此,我们在1980—1984年开展肥料定位试验研究,本文是五年试验结果的总结。

一、研究方法

试验在我省珠江三角洲冲积土上发育的粘质田;粤东沿海丘陵沙页岩发育的沙质田及兴梅盆地紫色沙页岩发育的黄坭田上进行。试验设五个处理:1.无肥;2.氮肥;3.氮磷肥;4.氮钾肥;5.氮磷钾肥($N:P_2O_5:K_2O=1:0.5:1$)。小区面积0.04—0.07亩,重复三次—四次,随机区组排列,小区之间有固定田埂及灌排水沟。

试验在稻—稻连作条件下进行,水稻品种有桂朝2号及汕优6号等。氮肥用尿素,每年亩施 $N18-20$ 公斤;磷肥用过磷酸钙,每年亩施枸溶性磷(P_2O_5)9—10公斤;钾肥用氯化钾,每年亩施 $K_2O18-20$ 公斤。每季成熟期取植株样本进行考种及养分分析。晚季收获后取土样分析土壤养分含量,土壤有机质用重铬酸钾法,全氮用开氏法,速效磷用Olsen法,速效钾用1N醋酸铵浸提——火焰光度法。

二、结果与讨论

(一)连续施用高量化肥对水稻的增产效益

1.氮肥的效益。试验表明(表1),在有机质及磷钾较丰富的土壤上(兴宁点),在气候正常条件下,连续五年单施高量氮肥仍能保持水稻高产,氮肥的增产效益无明显变化;在严重缺钾的土壤(惠阳点),连续五年单施高量氮肥,水稻产量及氮肥的效益明显下降。据三个试点(兴宁、惠采及惠阳,下同)的结果统计,五年内,年平均亩施 $N19.3$ 公斤,增产稻谷135公斤,增产24.0%,每公斤 N 增谷7.0公斤,每年亩增收17.08元,增产效果仍极显著,经济效益仍较高。表明对缺钾土壤,应改高量氮肥为适量并应增施钾肥,以提高水稻产量及氮肥效益。

2.磷肥的效益。据三个试验点结果统计,在施氮肥基础上,五年内,年平均亩施相当于 $P_2O_5 9.7$ 公斤的磷肥,则每公斤 P_2O_5 减产稻谷0.5公斤;在施氮钾肥基础上又配施磷肥,亦未显增产效果。表明在速效磷($P_2O_5 > 40ppm$)丰富而又缺钾的土壤上,连续多年施用高量氮磷肥,反而加剧了水稻氮磷钾养分的不平衡,导致植株早衰,千粒重降低而减产。对于这类土壤,3—5年不施磷肥也无妨。

表 1 试验期间各处理的水稻产量

试验点	处 理	产 量 (公斤/亩·年)					
		1980年	1981年	1982年	1983年	1984年	五年平均
兴 宁	无肥	724	686	686	711	724	706
	N20	888	774	875	852	892	856
	N20P10	892	784	860	846	866	850
	N20K20	928	799	976	908	929	908
	N20P10K20	941	790	990	928	942	918
	LSD _{0.05} = 39.60, LSD _{0.01} = 54.57						
惠 来	无肥	698	548	585	453	596	576
	N20	840	638	723	534	738	695
	N20P10	806	627	704	527	704	674
	N20K20	922	680	733	654	813	760
	N20P10K20	938	631	756	618	825	754
	LSD _{0.05} = 38.63, LSD _{0.01} = 53.23						
惠 阳	无肥	587	433	490	397	356	447
	N18	813	510	641	512	444	584
	N18P9	829	501	619	548	477	595
	N18K18	889	639	757	602	545	686
	N18P9K18	857	603	739	652	574	685
	LSD _{0.05} = 41.53, LSD _{0.01} = 57.23						

3. 钾肥的效益。据对惠阳试验点上严重缺钾土壤的10季水稻成熟期调查及测定,结果表明,施氮或氮磷肥的其稻秆中 K_2O 含量为0.508—0.567%,植株体内 $N:P_2O_5:K_2O=1:0.50:0.53$,赤枯病发病率为17.1—33.3%,表明水稻体内养分比例严重失调。若在氮磷肥的基础上再配施钾肥,则水稻茎秆中 K_2O 含量可提高2.9倍,赤枯病发病率也大幅度下降,因为水稻体内 K_2O/N 与赤枯病发病率呈显著的负相关($r = -0.8352^*$)。据三个试验点结果统计,在施氮肥的基础上,五年内,年平均亩施相当于19.3公斤 K_2O 的钾肥,可增产稻谷73.3公斤,增产11.6%,每公斤 K_2O 增产稻谷3.8公斤,每年亩增收11.06元;在施氮磷肥的基础上,若连续五年施以同量钾肥,则增产稻谷79.6公斤,增产12.1%,每公斤 K_2O 增谷4.1公斤,每年亩增收12.94元,增产效果极显著,经济效益较高。

据三个试验点五年植株养分测定结果,在栽培高产水稻品种及施用高量氮磷钾化肥条件下,平均每生产100公斤稻谷及相应数量的稻秆,其吸收的养分量大致是 $N1.78$ 公斤, $P_2O_5 0.94$ 公斤, $K_2O 2.20$ 公斤, $N:P_2O_5:K_2O$ 为1:0.53:1.24。

(二)施肥对土壤养分含量的影响

1. 土壤有机质及全氮的变化。从表2看出,双季稻田水稻连续五年不施肥,土壤有机质下降0.17—0.32%,全氮下降0.007—0.015%;每年亩施 $N18-20$ 公斤(N 、 NP 、 NK 及 NPK 处理),土壤有机质下降0.07—0.25%,全氮含量无明显变化。

2. 土壤速效磷的变化及磷素养分平衡。表2的资料还表明,土壤速效磷(P_2O_5)含量在47.2—49.9ppm范围内,双季稻田连续五年不施肥,土壤速效磷下降9.4—13.0ppm;施氮肥或氮钾肥土壤速效磷下降14.3—16.9ppm;每年亩施相当于9—10公斤 P_2O_5 的磷肥,土壤速效磷则提高了22.5—32.3ppm。表明土壤速效磷含量受施肥影响极大。在施氮肥或氮钾肥条件

表 2 试验期间(五年)土壤养分的变化

试验点 (土壤)	处 理	有机质(%)			全N(%)			速效磷(P_2O_5 , ppm)			速效钾(K_2O , ppm)		
		试验前	五年内	增 减	试验前	五年内	增 减	试验前	五年内	增 减	试验前	五年内	增 减
兴 宁 (黄坭田)	无肥	3.57	3.40	-0.17	0.170	0.163	-0.007	49.9	40.5	-9.4	74.0	53.9	-20.1
	N	3.57	3.36	-0.21	0.170	0.167	-0.003	49.9	34.2	-15.7	74.0	51.7	-22.3
	NP	3.57	3.43	-0.14	0.170	0.170	0.0	49.9	72.4	22.5	74.0	51.9	-22.1
	NK	3.57	3.45	-0.12	0.170	0.167	-0.003	49.9	33.0	-16.9	74.0	70.9	-3.1
	NPK	3.57	3.46	-0.11	0.170	0.171	0.001	49.9	74.0	24.1	74.0	73.7	-0.3
惠 来 (沙质田)	无肥	2.85	2.65	-0.20	0.139	0.128	-0.011	104	45.9	-58.1	47.8	26.8	-21.0
	N	2.85	2.73	-0.12	0.139	0.136	-0.003	104	38.8	-65.2	47.8	26.9	-20.9
	NP	2.85	2.78	-0.07	0.139	0.138	-0.001	104	199	95.0	47.8	28.1	-19.7
	NK	2.85	2.75	-0.10	0.139	0.141	0.002	104	40.2	-63.8	47.8	45.4	-2.4
	NPK	2.85	2.76	-0.09	0.139	0.141	0.002	104	211	107	47.8	48.6	0.8
惠 阳 (粘质田)	无肥	2.11	1.79	-0.32	0.111	0.096	-0.015	47.2	34.2	-13.0	31.0	20.4	-10.6
	N	2.11	1.96	-0.15	0.111	0.103	-0.008	47.2	32.9	-14.3	31.0	21.2	-9.8
	NP	2.11	1.86	-0.25	0.111	0.101	-0.010	47.2	79.2	32.0	31.0	21.2	-9.8
	NK	2.11	1.86	-0.25	0.111	0.103	-0.008	47.2	31.8	-15.4	31.0	43.1	12.1
	NPK	2.11	1.94	-0.17	0.111	0.105	-0.006	47.2	79.5	32.3	31.0	44.7	13.7

下,由于水稻从土壤中取走的磷素较不施肥处理相对要多一些,所以土壤速效磷下降的幅度也大一些。无论在高产或中低产土壤中,水稻若按 $N:P_2O_5:K_2O$ 为1:0.5:1进行施肥,土壤速效磷即能有所积累。

表2、3列出了试验期间,不同土壤及不同产量水平土壤中磷素养分收支概况和实测的土壤速效磷含量的消长情况,从中可以计算磷素养分平衡以及预报土壤速效磷含量的消长趋势,

表 3 试验期间(五年)土壤养分收支平衡状况 (公斤/亩)

试验点	处 理	五年养分总收入			五年养分总支出			养分平衡状况		
		N	P_2O_5	K_2O	N	P_2O_5	K_2O	N	K_2O_5	K_2O
兴 宁	无肥	0	0	0	50.2	27.7	66.0	-50.2	-27.7	-66.0
	N	100	0	0	76.9	34.6	80.8	23.1	-34.6	-80.8
	NP	100	50	0	75.1	35.9	81.0	24.9	14.1	-81.0
	NK	100	0	100	81.4	37.7	99.6	18.6	-37.7	0.4
	NPK	100	50	100	83.8	39.8	98.8	16.2	10.2	1.2
惠 来	无肥	0	0	0	36.9	24.0	39.8	-36.9	-24.0	-39.8
	N	100	0	0	64.5	34.4	46.7	35.5	-34.4	-46.7
	NP	100	50	0	64.1	35.0	46.5	35.9	15.0	-46.5
	NK	100	0	100	66.6	36.7	78.1	33.4	-36.7	21.9
	NPK	100	50	100	68.5	39.0	82.3	31.5	11.0	17.7
惠 阳	无肥	0	0	0	29.0	20.0	35.3	-29.0	-20.0	-35.3
	N	90	0	0	49.4	27.5	36.2	40.6	-27.5	-36.2
	NP	90	45	0	52.7	30.4	35.4	37.3	14.6	-35.4
	NK	90	0	90	54.5	32.5	74.3	35.5	-32.5	15.7
	NPK	90	45	90	58.1	35.9	78.1	31.9	9.1	11.9

注:养分收入部分只考虑施入肥料量,养分支出部分只考虑稻谷和茎秆的养分带走量。

生产者只要根据计划产量水平及作物相应吸走的养分, 决定磷肥用量, 即能使土壤速效磷含量维持在一定的水平上。

3. 土壤速效钾的变化及钾素养分平衡。从表 2 还可看出, 高产黄坭田(兴宁点) 及中产沙质田(惠来点) 水稻连续五年不施肥, 土壤速效 K_2O 下降 $20.1-21.0ppm$; 单施氮肥或氮磷肥土壤速效钾下降 $19.7-22.3ppm$; 每年亩配施相当于 20 公斤 K_2O 的钾肥, 土壤速效钾含量无明显变化。在严重缺钾及中低产土壤上(惠阳点), 水稻连续五年不施肥, 土壤速效钾含量下降 $10.6ppm$; 施氮肥或氮磷肥, 土壤速效钾含量下降 $9.8ppm$; 每年亩施相当于 18 公斤 K_2O 的钾肥, 土壤速效钾含量提高 $12.1-13.7ppm$ 。

高产黄坭田钾素养分收支基本平衡, 实测的土壤速效钾含量也无明显变化。中低产粘质田钾素养分平衡状况有收入大于支出的也有支出大于收入的, 实测的土壤速效钾含量的消长也有正有负。因此, 对黄坭田及粘质田可以通过计算钾素养分平衡状况预报土壤速效钾的消长趋势, 生产者只要根据计划产量水平及作物相应吸走的养分, 决定钾肥施用量, 即能使土壤速效钾含量维持在一定的水平上。

三、结 论

1. 在富磷缺钾土壤上, 水稻连续五年单施高量氮肥, 氮肥的效益趋于下降; 施磷肥效果不明显; 钾肥效果较稳定, 甚至有逐年上升趋势。

2. 种植双季稻的土壤连续五年不施肥, 土壤肥力将较明显下降; 在施用高量化肥条件下, 土壤全氮量无明显变化, 土壤有机质有下降趋势。水稻氮磷钾施肥比例($N:P_2O_5:K_2O$) 为 $1:0.5:1$ 时, 土壤速效磷则有积累增高的趋势; 高产黄坭田及中产沙质田的速效钾含量无明显变化, 中低产粘质田土壤速效钾含量却略有增高。

参 考 文 献

- [1] G.W库克(南京土壤所译), 土壤可溶性磷钾的分析方法和他们的解释。高产施肥, 177—180页, 1978。
- [2] 周鸣铮, 有关水稻土壤养料肥力的某些研究的论述(上)。土壤学进展, 5—6期, 11—22页, 1980。
- [3] 谷如坤、史陶钧, 土壤磷素在利用过程中的消耗和积累。土壤通报, 11(5):6—8, 1980。
- [4] 志贺一一等(王家玉等译), 水田土壤肥力。土壤学进展, 5—6期, 61—67页, 1980。
- [5] 志贺一一(徐文征译), 半个世纪的有机及无机肥料长期试验。土壤学进展, 6期, 35—38页, 1981。
- [6] K.K.Krishnamoorthy(时正元译), 印度长期肥料试验总结。土壤学进展, 5期, 36—40页, 1984。
- [7] 沈善敏, 国外的长期肥料试验(二)。土壤通报, 15(3):134—138, 1984。