

# 连续施用有机肥对水稻生育和品质的影响

李宗铁 韩京龙 江耀宗

(吉林省延边农学院)

## 摘 要

为了进一步探讨施有机肥和化肥对水稻生育和品质的影响,提高水稻品质保持水稻生产良性循环提供科学依据,设置了四种不同培肥处理:不施肥;施化肥;施有机肥;施有机肥加化肥。六年的试经结果表明,施化肥的处理,稻谷产量高于施有机肥和有机肥加化肥的处理,但增产幅度逐年趋于减少,品质明显下降,连年施有机肥处理的每公顷净增收高于施化肥和有机肥加化肥处理。本文对稻谷产量、品质、经济效益和影响土壤理化性质等进行了综合分析,指出连续施有机肥加化肥处理的产量和品质优于单施化肥或单施有机肥的处理,既增产又增收。

水稻在北方寒冷地区是主要的高产细粮作物,吉林省延边地区适于种植一季稻,水田面积的16.2%,而稻谷产量却占粮豆总产量的35—42.0%,因此,广大农民十分重视水稻生产和改土培肥措施。为了进一步探讨施有机肥和化肥对水稻生育及其产量、品质和土壤理化性质的影响,从1984—1989年定期对逐性状进行了调查分析,为合理用地养地,提高水稻品质,保持水稻生产良性循环提供科学依据。

## 材 料 与 方 法

**试验地土壤:**草甸型水稻土。

**供试肥料:**硫酸铵、过石、硫酸钾和生猪粪。

**供试水稻品种:**京引127。

试验方法采用大田和盆栽生物试验,试验处理分为不施肥;施化肥;施有机肥;施有机肥加化肥。每小区面积70m<sup>2</sup>随机排列,4次重复。每公顷施入硫酸铵600kg,过石450kg,硫酸钾260kg,生猪粪8700kg(不足部分补施化肥)。在春耙前施生猪粪,在水耙时施入全部过石、硫酸钾和二分之一硫酸铵,二分之一留做分蘖肥、穗肥追施。在水稻生育期间始终进行单灌单排,其余田间管理同大田生产。

## 结 果 与 分 析

### 1. 不同培肥处理对水稻生育、产量和品质的影响

六年的试验结果表明,连施化肥的生育快,产量高,施有机肥次之,连年施有机肥的产量低,但随着试验年限的增加,其产量差异趋于减少。见表1。

如表1所示,1984年施化肥区稻谷产量分别高于施有机肥和有机肥加化肥区,19.7%和7.1%,而到1989年分别高出6.4%和2.1%。于1988年遇低温年(40余年来罕见的障碍

表1

不同施肥方法的水稻地上部生物产量

(kg/ha)

年 度	产 处 理	产 量				年 度	产 处 理	产 量			
		谷粒	谷草	根茬	生物产量			谷粒	谷草	根茬	生物产量
1984	无 肥	5032.3	3151.5	501.0	8684.5	1988	无 肥	3542.8	3006.8	450.0	6999.6
	化 肥	6858.3	5067.0	586.5	12511.5		化 肥	3971.4	5689.3	675.0	10261.7
	有 机 肥	5731.5	4116.0	561.0	10408.5		有 机 肥	4105.8	3442.8	548.0	8096.6
	有机肥+化肥	6403.5	4338.0	598.5	11339.5		有机肥+化肥	4053.6	6032.0	685.0	10770.6
1986	无 肥	6250.0	5021.4	872.0	12143.4	1989	无 肥	4861.1	3241.0	304.0	8379.1
	化 肥	8650.5	9142.3	905.0	18697.8		化 肥	7071.0	4643.0	342.0	12056.0
	有 机 肥	7528.3	8500.5	925.0	16953.6		有 机 肥	6643.0	3643.0	352.0	9638.0
	有机肥+化肥	8350.5	8705.5	955.0	18005.4		有机肥+化肥	6928.0	4464.0	353.0	11750.0

性冷害), 施化肥区稻谷产量低于有机肥和有机肥加化肥区, 证明施有机肥可抗御低温冷害, 利于确保水稻稳产高产。

不同培肥处理影响稻谷产量的主要因素是每穴穗数、总粒数和结实率。凡是获得高产的化肥和有机肥加化肥区每穴棵数、总粒数多, 结实率也高。产量因素与产量之间简单相关系数见表2。

表2

产量因素与产量之间的简单相关系数

	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>	X <sub>6</sub>	Y
X <sub>1</sub>	1						
X <sub>2</sub>	-0.0390	1					
X <sub>3</sub>	-0.1780	-0.8010*	1				
X <sub>4</sub>	-0.3750	-0.9280**	0.6620	1			
X <sub>5</sub>	0.5710	0.5010	0.5580	0.6130*	1		
X <sub>6</sub>	0.4527	-0.6804	0.6298	0.8153	0.7776*	1	
Y	0.5546	0.0109	0.0813	0.1047	0.7883	0.2766	1

不同培肥处理对水稻生育的影响主要表现在水稻分蘖的消长, 叶绿素含量和根系活力等生理生态因素, 即施化肥区分蘖消化快, 叶绿素含量高; 施有机肥区根系活力强, 过氧化氢酶含量高; 施有机肥加化肥区趋于中间。见表3。

表3

不同培肥处理与不同生育阶段水稻生理性状

处 理	生 育 期	每穴棵数(个)		叶绿素(mg/g)		根系活力(g/g)		过氧化氢酶(mg/g)	
		分蘖期	孕穗期	分蘖期	孕穗期	分蘖期	孕穗期	分蘖期	孕穗期
无 肥		26.0	16.2	3.10	1.28	0.87	0.24	22.50	14.6
化 肥		36.0	21.3	4.28	3.03	1.38	0.99	25.63	13.6
有 机 肥		30.9	17.2	2.37	2.16	1.41	1.07	26.11	15.1
有机肥+化肥		40.3	19.8	3.78	2.62	1.42	1.38	26.54	16.4

注: 叶绿素含量用80%乙醇提取, 分光光度计比色; 根系活力用TTC法测定; 过氧化氢酶活性用过氧化氢酶分解量测定法。

不同培肥处理对水稻品质的影响主要表现在出米率、粗蛋白、脂肪和氨基酸含量。施

有机肥和有机肥加化肥区无论出米率、粗蛋白、脂肪和氨基酸含量均都高；而施化肥区均低，并氨基酸含量还低于不施肥区。证明连续多年单施化肥明显降低稻谷品质。见表4, 5。

表4 各处理稻谷出米率及营养元素含量(%)

项 处	目 理	稻 谷 重	糙 米 重	精 米 重	糙 米 率	精 米 率	粗 蛋 白	淀 粉	脂 肪
无 化	肥	7.4	5.8	5.3	78.4	71.6	9.49	70.5	4.80
	肥	9.4	7.3	6.6	77.6	70.2	12.39	71.65	5.30
有 机	肥	6.9	5.6	5.0	81.1	72.5	14.64	71.9	5.95
有 机	肥+化 肥	6.9	5.4	5.0	78.3	72.4	14.66	73.5	5.39

注：粗蛋白测定用硫酸一过氧化氢消煮，蒸留滴定；  
淀粉用酸水解法；脂肪用脱脂残余法测定。

## 2. 不同培肥处理对土壤理化性状的影响

不同培肥处理不仅影响当年的水稻生育及产量和品质，而且对耕层土壤理化性状有一定的影响。其主要趋势是施有机肥和有机肥加化肥区耕层土壤有机质、全氮、全磷含量逐年递增。递增率达0.01—0.015%；土壤持水量和物理性粘粒含量也有所递增；土壤容重递减0.2—0.25。这利于土壤保水保肥和通气透水。见表6、7。

表5

各处理稻谷中主要氨基酸含量

(%)

处 理	种 类	种 类									
		天 门 冬 氨 酸	苏 氨 酸	丝 氨 酸	谷 氨 酸	甘 氨 酸	丙 氨 酸	脱 氨 酸	亮 氨 酸	酪 氨 酸	赖 氨 酸
无 化 育 有 机 肥 + 化 肥	肥	0.519	0.190	0.263	1.008	0.265	0.300	0.078	0.435	0.398	0.238
	肥	0.449	0.173	0.239	0.873	0.226	0.274	0.056	0.339	0.224	0.205
	肥	0.534	0.191	0.281	1.014	0.275	0.368	0.057	0.508	0.449	0.218
	肥	0.535	0.183	0.270	0.993	0.262	0.325	0.058	0.465	0.430	0.201

注：用氨基酸测定仪测定。

表6

不同培肥处理耕层土壤养分状况

年 度	处 理	种 类	有 机 质 (%)	全量养分(%)			速效养分(PPm)		
				N	P	K	碱解N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
1984	无	肥	3.34	0.082	0.036	0.98	88.4	12.0	145.0
	化	肥	3.36	0.083	0.038	1.03	112.4	18.4	185.0
	有	机肥	3.68	0.091	0.042	1.05	108.2	14.6	160.0
	有	机肥+化 肥	3.46	0.091	0.047	1.04	110.3	16.8	178.0
1986	无	肥	3.41	0.078	0.022	—	92.4	11.8	103.0
	化	肥	3.43	0.080	0.024	—	124.3	18.6	183.0
	有	机肥	3.98	0.095	0.046	—	121.5	17.4	162.0
	有	机肥+化 肥	3.82	0.091	0.036	—	118.7	19.2	174.0
1988	无	肥	3.35	0.089	0.020	1.25	97.5	11.4	106.0
	化	肥	3.37	0.092	0.021	1.26	122.8	19.2	192.3
	有	机肥	4.04	0.106	0.052	1.64	149.6	19.8	184.5
	有	机肥+化 肥	3.89	0.098	0.047	1.43	154.7	20.6	193.7
1989	无	肥	3.25	0.065	0.019	1.35	85.2	13.5	110.5
	化	肥	3.27	0.084	0.026	1.52	114.5	19.2	165.3
	有	机肥	4.23	0.096	0.036	1.63	106.3	20.5	148.6
	有	机肥+化 肥	3.96	0.085	0.032	1.75	118.2	21.4	160.4

注：土壤有机质用重铬酸钾法；全氮用蒸馏滴定法；全磷用钼锑抗比色法；全K用火火焰光度法；碱解N用扩散吸收法；P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>用碳酸氢钠法；K<sub>2</sub>O用火火焰光度法测定。

表7

不同培肥处理土壤理化性状

年 度	项 目 处 理	土壤容重 (g/cm <sup>3</sup> )	土壤持水量 (%)	土壤透水性 (mL/小时)	机械组成(%)	
					<0.01mm	<0.001mm
1984	无 肥	1.36	28.6	10.6	23.2	9.2
	化 肥	1.35	28.8	10.3	23.6	9.6
	有 机 肥	1.32	31.2	14.3	26.1	12.4
	有机肥+化肥	1.28	32.3	14.7	24.5	11.6
1986	无 肥	1.39	38.1	10.5	23.5	9.4
	化 肥	1.37	38.6	10.3	23.8	10.1
	有 机 肥	1.28	40.5	11.7	26.3	13.1
	有机肥+化肥	1.27	41.2	14.9	24.7	11.7
1988	无 肥	1.40	38.0	10.6	23.7	9.6
	化 肥	1.42	38.2	10.8	23.4	9.2
	有 机 肥	1.27	41.3	11.9	26.9	13.1
	有机肥+化肥	1.25	42.6	14.8	25.7	12.6
1989	无 肥	1.41	38.1	8.4	23.8	9.8
	化 肥	1.43	38.6	8.7	23.6	9.4
	有 机 肥	1.24	42.6	12.1	27.2	13.5
	有机肥+化肥	1.23	43.6	14.6	25.5	12.8

注：机械组成测定用比重计法；土壤容重、透水性、持水量测定用环刀法。

### 3. 不同培肥处理与经济效益的关系

试验结果表明：施化肥区单产略高于有机肥和有机肥加化肥区。但其经济效益尚不如有机肥和有机肥加化肥区。如施有机肥区每元肥料增产由1984年的7.8kg，增加到1989年的10.2kg，而施化肥区由5.8kg只增加到7.0kg。见表8。

表8

不同培肥处理与经济效益的关系

年 度	项 目 处 理	单 产 (kg/ha)	增 产 (kg/ha)	增产率 (%)	增 收 (元/ha)	肥 料 费 (元/ha)	每公顷净增收 (元)
1984	无 肥	5032	0	0	0	0	0
	化 肥	6053	1826	36.3	438.2	314.7	123.5
	有 机 肥	5731	699	13.9	167.8	90.0	77.8
	有机肥+化肥	6403	1371	27.2	329.0	202.3	126.7
1986	无 肥	6250	0	0	0	0	0
	化 肥	8650	2400	38.4	576.0	314.7	261.3
	有 机 肥	7528	1278	20.4	306.7	90.0	216.7
	有机肥+化肥	8350	2100	33.6	504.0	202.3	301.7
1989	无 肥	4861	0	0	0	0	0
	化 肥	7071	2210	45.5	528.2	314.7	213.5
	有 机 肥	6643	1782	36.7	425.9	90.0	335.9
	有机肥+化肥	6928	2067	42.5	494.0	202.3	291.7

注：稻谷、化肥价格按1984年不变价国家销售价格算，有机肥按每kg0.015元算。

(下转第61页)

再从优化方案的对偶解(影子价格)方面看,对2000年在种植业上如何宏观指导,心中已经有了底数。见表11。

表11 最优方案对偶解及其生产建议

对偶变量	对偶解	生产建议
杂粮	-118.01	除满足需求外不宜多种植
水稻	-109.23	需努力提高单产,降低成本
大豆	-110.03	从养地角度出发播种面积控制在4—5万亩
玉米	-0.25	维持方案中的生产水平
高粱	-132.42	除调节品种粮和加工业需要外,不宜多种植
薯类	0	维持方案中的生产水平
甜菜	8.96	扩大纸筒育苗移栽面积,否则维持方案中生产水平
瓜菜	488.95	考虑销路,适度发展

从表11中明显看出:杂粮、高粱不宜列为发展作物。玉米生产已经达到饱和程度。开发水稻必须在提高单产上下功夫,只有这样,才能反映出它的特殊经济意义和良好的社会效果。瓜菜对偶解高达488.95元,每增一亩净产值也相应增加488.95元。但由销路限制,不能随意增加,可根据情况,适度发展。因为对偶规划的最优解就是资源的影子价格,也称之为资源的边际值。就是在最优生产规划条件下,约束方程右端常数项增加或减少一个单位。

总效益随之相对应的对偶解(影子价格)也增加或减少。所以对偶解是负值时而且较大,要根据需要适当控制,不宜发展。对偶解是零时,对总效益无影响。对偶解是正值,则应兼顾“三个效益”积极发展。

### 参 考 文 献

- (1) 河南农业大学、东北农学院、沈阳农业大学、浙江农业大学、安徽农学院合编:《农业系统工程基础》,河南科学技术出版社出版,1987年。
- (2) 向元望主编:《区域规划系统工程应用》,《系统工程》编辑部出版,1987年4月。

(上接第69页)

## 结 论

六年来不同培肥处理试验结果表明,施化肥区产量至今尚略高于施有机肥和有机肥加化肥区,但其增产幅度逐年趋于减少,经济效益也有逐年降低的趋势。并且施化肥区稻谷品质如粗蛋白、脂肪和氨基酸含量明显下降。施有机肥区耕层土壤有机质、全氮、全磷含量高于施化肥区和有机肥加化肥区。但对稻谷产量、品质、经济效益、土壤理化性质和农田生态环境的影响等综合因素分析,认为施有机肥加化肥区优于单施化肥或单施有机肥区。

### 参 考 文 献

- (1) 伊藤信、白石道夫:水田土壤に対する有机物の施用效果—作土中の养分动态在中心にして、《农业および园艺》,49卷,第11号,1351—1356。
- (2) 中国科学院主编:《中国水稻栽培学》,农业出版社,1986年,608—624。
- (3) 三分一敬:おいしい、米への挑战—栽培上の课题、《北农》,57卷,第11号,27—62。