

三江平原地区高效施肥对水稻产量及品质的影响

刘双全

(黑龙江省土壤环境与植物营养重点实验室, 黑龙江省农业科学院土壤肥料与环境资源研究所, 哈尔滨 150086)

摘要: 通过试验明确了三江平原土壤养分供应状况及水稻平衡施肥效果。不施氮肥减产 26.2%, 不施磷肥减产 12.1%, 不施钾肥减产 10.3%, 不施锌肥减产 24.2%, 不施肥减产 39.9%。平衡施肥较农民习惯施肥增产 20.3%, 增收 3 294 元·hm⁻²。平衡施肥较农民习惯施肥粗蛋白含量增加 0.13 个百分点、直链淀粉含量降低 0.84 个百分点、胶稠度增加 1.7 mm, 对改善稻米品质有积极作用。

关键词: 白浆土; 水稻; 产量; 品质

中图分类号: S511.062 文献标识码: A 文章编号: 1002-2767(2008)05-0056-03

Effect of Balanced Fertilization on Rice Yield and Quality in Albic Soil

LIU Shuang-quan

(Key Lab of Soil Environment and Plant Nutrient in Heilongjiang Province, Soil Fertilizer and Environment Resource Institute of Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Harbin 150086)

Abstract: It was made clear that the status of albic soil nutrition supplying and the effect of balanced fertilization on rice in the soil. Without nitrogen fertilizer application the yield of rice decreased by 26.2%; without phosphorus fertilizer application the yield decreased by 12.1%; without potassium fertilizer application the yield decreased by 10.3%; without zinc fertilizer application the yield decreased by 24.2%; no fertilizer application the yield decreased by 39.9%. Compared the balanced fertilization with the farmers practice, the yield increased by 20.3%, the benefits was 3 294 yuan·hm⁻²; the coarse protein content increased by 0.13 percentage, the content of amylose was decreased by 0.84 percentage, the gel consistency was increased by 1.7 mm and those changing indexes were positive to improve rice quality.

Key words: albic soil; rice; yield; quality

收稿日期: 2008-05-03
基金项目: 国际植物营养研究所(IPNI)资助项目
作者简介: 刘双全(1973-), 男, 黑龙江省克山县人, 助理研究员, 从事土壤肥料与环境资源研究。Tel: 13845008701; E-mail: shuangquanliu@126.com.

黑龙江省现有耕地面积 1 153 万 hm², 主要土壤类型为黑土、草甸土、黑钙土、白浆土和暗棕壤。白浆土耕地面积 116.4 万 hm², 占全省耕地面积的 10.1%^[1], 白浆土是三江平原主要土壤之一, 面积为 14.9 万 hm², 占三江平原总面积的 23.67%。在黑

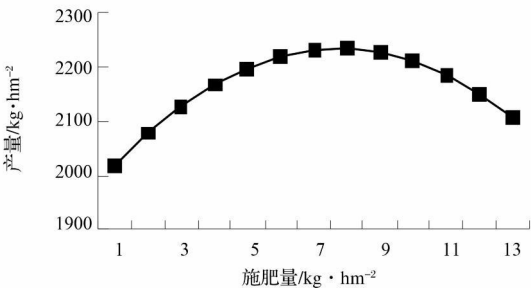


图 4 大豆产量变化规律

$1591.2 + 108.86x - 4.6219x^2$ 。当施入量为 11.78 kg·hm⁻²时, 产量达到最大值 2 232.20 kg·hm⁻², 再增加反而使产量下降(见图 4)。

3 结论

生物肥的施入有利于增加大豆荚数, 提高大豆百

粒重和单株粒重。生物肥对大豆植株生长有促进作用。总体上在各个时期均能够促进大豆植株生长。但对大豆植株增长的影响在苗期、盛花期、鼓粒期体现不明显。本试验还表明生物肥的施用可以显著提高大豆产量。生物肥的施入量与大豆产量的一元二次方程, $Y = 1591.2 + 108.86x - 4.6219x^2$ 。施入量为 11.78 kg·hm⁻²时, 产量达到最大值 2 232.20 kg·hm⁻²。这个施肥量为最佳施肥量。

参考文献:

[1] 董钻. 大豆产量生理[M]. 北京: 中国农业出版社, 2000.
[2] 王文启, 马凤鸣, 戴建军, 等. 磷复肥对大豆养分积累和产量影响的研究[J]. 现代化农业, 2003(7): 12-13.
[3] 郑竖琴. 钾对大豆生理效应及产量的影响[J]. 黑龙江农业科学, 2001(4): 25-27.

龙江省白浆土中有 67.31% 分布在三江平原地区。全省耕地白浆土的 70% 在三江平原地区。由于白浆土土质粘重, 亚表层有一个贫瘠的白浆土层, 传统地把它视为低产土壤^[2], 种植水稻是白浆土改良的主要方式。桦川县位于佳木斯市东北 30 km 处的三江平原腹地, 主要土壤为草甸土和白浆土。耕地面积 9.4 万 hm², 其中水稻面积 4.3 万 hm², 是黑龙江省水稻主产区。水稻产量和品质主要是品种的遗传特性决定的, 但环境条件对其影响也较大, 尤其是施肥。因此开展平衡施肥对提高水稻产量, 改善品质非常重要。

1 材料与方法

1.1 试验设计

试验设在桦川县创业乡丰年村, 土壤为白浆土, 土壤肥力中等, 常年种植水稻。试验设最佳处理 (OPT), 在 OPT 基础上设 OPT-N、OPT-P、OPT-K、OPT-B、OPT-Zn、不施肥处理 (CK) 和农民习惯施肥处理 (FP), 共计 8 个处理 (见表 1)。试验小区面积 21 m², 3 次重复, 随机区组排列, 单排单灌, 以免影响肥料效果。氮肥 40% 作基肥, 60% 作追肥; 磷、钾及其它肥料全部作基肥耙地时施入。试验采用人工插秧, 插秧规格 30 cm×16 cm, 水稻品种为 1126, 插秧时间为 5 月 20 日。

表 1 桦川水稻平衡施肥小区试验处理 kg·hm ⁻²					
处理	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	硫酸锌	硼酸
1. OPT	142.5	60	75	20	15
2. O-N	0	60	75	20	15
3. O-P	142.5	0	75	20	15
4. O-K	142.5	60	0	20	15
5. O-Zn	142.5	60	75	0	15
6. O-B	142.5	60	75	20	0
7. CK0	0	0	0	0	0
8. FP	165	45	45	0	0

注: 硫酸锌含 Zn35%, 硼酸含 B17%。

1.2 分析方法

土壤有机质、速效氮、速效磷、速效钾采用常规分析方法^[4], 土壤有效硫、有效硼和有效锌采用国际

农化服务公司 (ASI) 分析方法^[5]。稻米粗蛋白测定方法: NY/T 3—1982, 直链淀粉含量测定方法: NY/T 55—1987, 胶稠度测定方法: GB/T 17891—1999 附录 A, 碱消值测定方法: NY/T 83—19882, 检测单位: 农业部谷物及制品质量监督检验测试中心哈尔滨分中心。

2 结果与分析

2.1 土壤养分丰缺状况评价

土壤分析结果表明 (见表 2): 桦川县白浆土 pH 平均 5.30, 有机质平均含量 2.52%, 速效氮平均含量 112.3, 速效磷 18.2, 速效钾 69.8, 有效硫 44.0, 有效锌 1.92, 有效硼 1.19 kg·mg⁻¹。按当地生产实践和 ASI 评价方法, 该村土壤缺氮的占 30.5%, 缺磷的占 76.6%, 缺钾的占 97.7%, 缺硫的占 3.1%, 缺锌的占 72.7%, 缺硼的占 35.9%。总的趋势是桦川县白浆土缺钾、磷、锌、硼和氮, 硫不缺。应在氮、磷、钾、平衡施肥的同时, 适当补充微量元素锌和硼以消除土壤养分限制因子, 达到高产优质高效的目的。

2.2 平衡施肥对水稻产量的影响

试验结果表明 (见表 3), 平衡施肥对桦川县白浆土水稻产量有显著的增产效果。与最佳处理 (OPT) 相比, 不施氮肥减产 26.2%, 不施磷肥减产 12.1%, 不施钾肥减产 10.3%, 差异达到显著水平; 不施锌肥减产 24.2%, 不施肥 (CK0) 处理减产最多, 为 39.9%, 差异极显著。农民习惯施肥 (FP) 较 OPT 减产 20.3%, 差异显著。减素处理水稻产量均低于 OPT, 说明最佳处理设计合理。不施肥减产幅度最大, 说明土壤供肥能力差; 其次是不施氮肥和锌肥, 再次是磷肥和钾肥, 硼缺乏程度最轻。田间试验效果基本反映了土壤分析结果。微量元素锌对该地区水稻生产非常重要, 起到了“一两拨千斤”的作用。在该地区种植水稻在重视氮、磷、钾三要素的同时, 应注意锌、硼等微量元素的平衡施用, 以达到高产、优质、高效的目的。

表 2 桦川县白浆土养分分析结果 (2006 年, n=128)

项 目	pH	有机质/%	N/kg·mg ⁻¹	P/kg·mg ⁻¹	K/kg·mg ⁻¹	S/kg·mg ⁻¹	B/kg·mg ⁻¹	Zn/kg·mg ⁻¹
最大值	6.9	4.95	181.8	73.8	152.2	99.6	3.20	11.6
最小值	4.6	1.25	55.5	9.5	36.7	11.1	0.03	0.95
平均值	5.30	2.52	112.3	18.1	69.7	44.0	1.19	1.92
标准差 (S)	0.65	0.63	19.4	9.8	19.6	14.8	0.85	1.06
变异系数/%	12.28	24.82	17.3	54.0	28.0	33.5	71.50	55.4
评价标准			120	20	120	16	0.5	2.0
低于标准值的土样数/个			39	98	125	4	93	46
评价结果			缺	平衡	缺	缺	丰	缺

表 3 水稻平衡施肥小区产量统计结果					
处理	产量	相对产量	相对产量	显著水平	
	/ kg ° hm ⁻²	/ kg ° hm ⁻²	/ %	5%	1%
OPT	8537	—	—	a	A
O—N	6298	— 2239.0	— 26.2	de	BC
O—P	7500	— 1037.0	— 12.1	abcd	AB
O—K	7661	— 876	— 10.3	abc	AB
O—Zn	6472	— 2065.0	— 24.2	cd	BC
O—B	8070	— 467.0	— 5.5	ab	AB
CK0	5128	— 3409.0	— 39.9	e	C
FP	6802	— 1735.0	— 20.3	bcd	ABC

2.3 平衡施肥对水稻经济效益的影响

由于不施肥、不施氮肥和不施锌肥严重影响水稻产量,因此经济效益最差。与 OPT 处理相比,不施肥少收入 5 683 元° hm⁻²,不施氮肥少收入 3 936 元° hm⁻²,不施锌肥少收入 4 071 元° hm⁻²;农民习惯施肥(FP)处理,由于肥料投入量较大,肥料比例不合理,加之缺乏微量元素,导致产量低,效益下降,与 OPT 相比少收入 3294 元° hm⁻²;与 OPT 相比不施磷肥、钾肥和硼肥效益分别降低 1 815、1 527 和 887 元° hm⁻²。可见,平衡施肥是三江平原白浆土水稻增产、增收的重要途径。

表 4 水稻平衡施肥经济效益分析				
处理	产量	相对产量	施肥成本	相对效益
	/ kg ° hm ⁻²	/ kg ° hm ⁻²	/ 元° hm ⁻²	/ 元° hm ⁻²
OPT	8537	—	1136	—
O—N	6298	— 2239.0	593	— 3936
O—P	7500	— 1037.0	876	— 1815
O—K	7661	— 876.0	911	— 1527
O—Zn	6472	— 2065.0	1076	— 4071
O—B	8070	— 467.0	1088	— 887
CK0	5128	— 3409.0	0	— 5683
FP	6802	— 1735.0	959	— 3294

注:尿素 1 750 元° t⁻¹,三料 2 300 元° t⁻¹,氯化钾 1 800 元° t⁻¹,石膏 700 元° t⁻¹,硫酸锌 3 000 元° t⁻¹,硼酸 3 200 元° t⁻¹,水稻 2.0 元° kg⁻¹。

2.4 平衡施肥对水稻品质的影响

直链淀粉含量、糊化温度和蛋白质含量都是影响米饭适口性的重要因素。直链淀粉含量高,米饭粗糙无光泽;蛋白质含量高,米粒结构紧密,米饭硬;糊化温度高(碱消值低),米饭硬而松散,口感差^[3]。直链淀粉含量高其胶稠度则低,米饭偏硬,蛋白质含量高会降低胶稠度,使米饭的口感变差^[9]。本试验品质分析结果表明,最佳施肥处理(OPT)各项指标均较好地反映了稻米的综合品质指标。OPT 较其它处理粗蛋白含量平均增加 0.23 个百分点、直链淀

粉含量平均降低 0.46 个百分点、胶稠度平均增加 2.69 mm。OPT 较 FP 粗蛋白含量平均增加 0.13 个百分点、直链淀粉含量平均降低 0.84 个百分点、胶稠度平均增加 1.7 mm。所有处理碱消值级别没有改变,粳稻碱消值的平均值为 7.0 级(基本上以 7 级为主),即以低糊化温度为主,一般施肥措施很难改变其特性。

表 5 平衡施肥对水稻品质的影响				
处理	粗蛋白含量	直链淀粉	胶稠度	碱消值
	/ %	含量/ %	/ mm	/ 级
OPT	6.22	17.90	75.50	7
O—N	5.96	18.19	75.50	7
O—P	5.97	18.43	62.50	7
O—K	5.86	18.25	79.00	7
O—Zn	6.07	18.40	73.50	7
O—B	6.21	18.11	74.06	7
CK0	5.77	18.42	71.33	7
FP	6.09	18.74	73.80	7

3 小结

3.1 影响白浆土水稻生长发育的主要限制因子 N、Zn、P,其次是 K 和 B。

3.2 平衡施肥对桦川县白浆土水稻产量有显著的增产效果,氮肥和锌对水稻产量的影响效果突出。不施氮肥较最佳处理(OPT)减产 26.2%,不施锌肥减产 24.2%,不施肥减产 39.9%。农民习惯施肥(FP)较 OPT 减产 20.3%,少收入 3 294 元° hm⁻²。白浆土土壤肥力较低、供肥能力较差,平衡施肥是获得高产、高效的重要措施。

3.3 平衡施肥具有增加稻米蛋白质含量、降低直链淀粉含量、增加胶稠度的趋势,对改善稻米综合品质有积极的促进作用。

参考文献:

[1] 黑龙江省土地管理局,黑龙江省土壤普查办公室.黑龙江土壤 [M].北京:农业出版社,1992:124-126.

[2] 丛万彪.三江平原白浆土型水稻土氮磷钾养分平衡的研究[J].中国农学通报,2006,22(2):249-253.

[3] 鲍士旦.土壤农化分析[M].北京:中国农业出版社,2000:30-107.

[4] 加拿大钾磷研究所北京办事处.土壤养分状况系统研究法 [M].北京:中国农业科技出版社,1992,42-48.

[5] 万向元,胡培松,王海莲.水稻品种直链淀粉含量、糊化温度和蛋白质含量的稳定性分析[J].中国农业科学,2005,38(1):1-6.

[6] 李贤勇,王元凯,王楚桃.稻米蒸煮品质与营养品质的相关性分析[J].西南农业学报,2001,14(13):21-24.