

黑龙江省白浆土养分丰缺指标体系研究

佟玉欣¹, 李玉影¹, 刘双全¹, 姬景红¹, 王伟¹, 郑雨², 巴国民³

(1. 黑龙江省农业科学院 土壤肥料与环境资源研究所/黑龙江省土壤环境与植物营养重点实验室/黑龙江省肥料工程技术研究中心, 黑龙江 哈尔滨 150086; 2. 海南大学 农学院, 海南 海口 570228; 3. 沈阳军区龙镇农副业基地, 黑龙江 黑河 164135)

摘要:通过对 62 个分布在庆安县、方正县、五常市、虎林市和尚志市各白浆土区的 0~20 cm 土壤进行碱解氮、速效磷、速效钾含量的测定,建立了黑龙江省白浆土水稻种植区氮磷钾肥指标体系,并划分土壤肥力等级,提出了黑龙江省白浆土水稻种植区氮磷钾肥推荐施用量。结果表明:黑龙江省白浆土水稻种植区土壤碱解氮含量主要在 138.3~220.3 mg·kg⁻¹,速效磷在 20.6~32.5 mg·kg⁻¹,速效钾在 120~183 mg·kg⁻¹;土壤碱解氮、速效磷、速效钾含量与相对产量之间呈非线性正相关关系,土壤碱解氮、速效磷、速效钾含量反映了土壤供肥能力,土壤供氮磷钾能力越高,不施肥处理的相对产量越高;根据相对产量,将土壤肥力划分为 5 类;黑龙江省白浆土水稻种植区土壤氮磷钾素含量以中高等含量居多,随着土壤氮磷钾含量增加,最大施肥量和最佳施肥量均呈现递减趋势,土壤养分含量和施肥量之间呈非线性负相关关系。

关键词:黑龙江;白浆土;养分丰缺

中图分类号:S642.010.6⁺2

文献标识码:A

文章编号:1002-2767(2013)01-0029-04

黑龙江省白浆土耕地面积 116.36 万 hm²,占全省耕地面积的 10.1%^[1]。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],而白浆土开发种稻则可变低产田为高产田,可发挥土壤的生产潜力,使作物高产稳产。通过土壤养分测试和田间肥效试验结果,建立不同作物、不同区域的土壤养分丰缺指标是进行测土推荐施肥的关键^[3-4]。20 世纪 80 年代,中国土肥科技工作者根据全国第二次土壤普查的结果,分土类、分作物开展了主要作物测土推荐施肥参数的研究,建立了适合当时生产条件的土壤养分丰缺指标体系^[5]。然而,20 多年来,随着国家社会经济的快速发展,作物品种、栽培技术、土壤状况、生产条件和分析测试技术等都发生了巨大的变化,原有的参数和资料已经不能适应新形势下测土推荐施肥的要求^[6]。据文献报道^[7-8],盲目施用化肥,不仅能造成土壤板结、营养比例失调、肥料利用率降低,还会造成农业污染,从而影响水稻的产量和品质。由于白浆土土壤肥力较低,土壤有机质有时低至 1.5%,而且养分不均衡,因

此,研究白浆土养分丰缺指标体系显得更为重要。该试验将黑龙江省白浆土区所有水稻的“3414”肥料试验数据进行汇总,根据全量区产量与缺素区产量相比较计算相对产量,并划分土壤肥力等级,研究黑龙江省白浆土养分丰缺指标体系。

1 材料与方法

1.1 材料

供试土壤采自黑龙江省庆安县、方正县、五常市、虎林市和尚志市各地区共 62 个白浆土试验点 0~20 cm 耕层土壤。

1.2 方法

1.2.1 建立施肥指标体系的依据和步骤 土壤养分丰缺指标的建立,以“3414”试验各处理的水稻的相对产量和试验点土壤速效养分测试结果为数据积累。具体步骤为:汇总黑龙江白浆土的“3414”肥料试验数据,比较缺素区产量与全量区产量,计算相对产量。

不施氮相对产量/% = 不施氮区产量(N0 P2K2)/全量区产量(N2P2K2) × 100

不施磷相对产量/% = 不施磷区产量(N2 P0K2)/全量区产量(N2P2K2) × 100

不施钾相对产量/% = 不施钾区产量(N2 P2K0)/全量区产量(N2P2K2) × 100

根据黑龙江省情况,相对产量小于 65%,土壤速效氮测试值设定为极低等;相对产量介于 65%~70% 设定为低等;介于 70%~75% 设定为中等;介

收稿日期:2012-09-10

基金项目:“十一五”国家科技支撑计划资助项目(2008BAD96B02), (2008BADA4B06); 国际植物营养研究所资助项目(IPNI)

第一作者简介:佟玉欣(1983-),男,黑龙江省哈尔滨市人,硕士,助理研究员,从事土壤肥料与植物营养研究。E-mail: tyxin0451@126.com。

于75%~80%设定为高等;大于80%设定为极高等。相对产量小于75%,土壤速效磷、速效钾测试值设定为极低等;相对产量介于75%~80%设定为低等;介于80%~85%设定为中等;介于85%~90%设定为高等;大于90%设定为极高等。

1.2.2 数据处理 在建立了相对产量丰缺指标与土壤速效养分测试值以后,分别用三元二次、一元二次和线性加平台的模型对黑龙江白浆土区水稻“3414”试验数据进行模拟,根据不同方程拟合决定系数和散点图趋势选择最适模型,施肥量可通过线性加平台模型确定,而每个试验点的最佳氮、磷、钾施用量可通过三元二次、一元二次模型确定。直线加平台拟合采用SAS软件计算。

2 结果与分析

2.1 黑龙江省白浆土水稻种植区氮磷钾肥指标体系的建立

2003~2011年,在水稻种植前测定黑龙江省白浆土区各试验点土壤碱解氮、速效磷、速效钾含

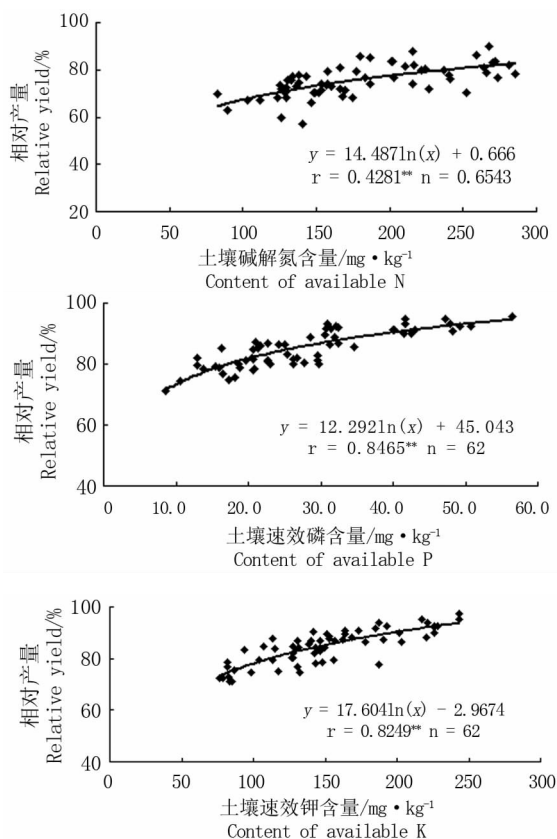


图1 黑龙江省白浆土区土壤碱解氮、速效磷、速效钾含量与水稻相对产量的关系

Fig.1 The relationship between soil available N P K and relative yields of rice in albic soil area of Heilongjiang province

量,测定结果与水稻收获后所对应的相对产量建立对数关系,然后根据不同的相对产量,对土壤氮磷钾素养分等级进行分级,从而建立该区域的氮磷钾施肥指标体系。结果表明,黑龙江省白浆土水稻种植50%左右试验点土壤碱解氮含量在138.3~220.3 mg·kg⁻¹;50%以上试验点土壤速效磷含量在20.6~32.5 mg·kg⁻¹;50%左右试验点土壤速效钾含量在120~183 mg·kg⁻¹。由图1还可以看出,相对产量和土壤碱解氮、速效磷、速效钾含量之间呈非线性正相关关系,关系式分别为 $y=14.487\ln(x)+0.666$, $y=12.292\ln(x)+45.043$ 和 $y=17.604\ln(x)-2.9674$ 。土壤供肥能力可以从土壤碱解氮、速效磷、速效钾含量体现出来。土壤供氮能力越高,不施肥处理的相对产量越高。

2.2 黑龙江省白浆土水稻种植区土壤氮磷钾养分分级

根据水稻相对产量所对应的土壤碱解氮、速效磷、速效钾含量,通过 $x=\exp[(y-0.666)/14.487]$ 计算出土壤氮磷钾素养分划分等级标准的临界值,在此基础上把此种植区氮磷钾肥力分别划分为5个等级。由表1可知,黑龙江省白浆土水稻种植区土壤氮素含量水平不均匀,在各个等级上均有分布,在所有试验点中有28个试验点碱解氮含量在140~169 mg·kg⁻¹(中等水平),所占比例为46.7%;有30个试验点碱解氮含量在169 mg·kg⁻¹以上(高水平 and 极高水平),所占比例为50.0%。可见,白浆土碱解氮以中高等含量居多,占整个试验点的96.7%;黑龙江省白浆土水稻种植区土壤磷素含量水平不均匀,在各个等级上均有分布,在所有试验点中有21点速效磷含量在17.2~25.8 mg·kg⁻¹(中等水平),所占比例为33.9%;有32个试验点速效磷含量在25.8 mg·kg⁻¹以上(高水平 and 极高水平),所占比例为51.6%。可见,白浆土速效磷以中高等含量居多,占整个试验点的85.5%。黑龙江省白浆土水稻种植区土壤钾素含量水平不均匀,在各个等级上均有分布,在所有试验点中有21个试验点速效钾含量在111~148 mg·kg⁻¹(中等水平),所占比例为33.9%;有29个试验点速效钾含量在148 mg·kg⁻¹以上(高水平 and 极高水平),所占比例为46.7%。可见,白浆土速效钾以中高等含量居多,占整个试验点的80.6%。因此,黑龙江省白浆土水稻种植区土壤钾含量状况比较好。

因此,应根据土壤氮磷钾含量水平的不同,采取相应的施肥措施,达到黑龙江省白浆土区水稻的稳产、高产。

表 1 黑龙江省白浆土水稻种植区土壤氮磷钾养分分级

Table 1 NPK nutrient hierarchical of rice plant area in albic soil area of Heilongjiang province

项目 Item	水稻相对产量/% Rice relative yield	含量/ $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ Content	等级 Grade	试验点数 Test number	比例/% Rate
碱解氮 Available N	<65	<85	极低	1	1.7
	65~70	85~120	低	3	5.0
	70~75	120~169	中	28	46.7
	75~80	169~239	高	18	30.0
速效磷 Available P	>80	>239	极高	12	20.0
	<75	<11.4	极低	2	3.2
	75~80	11.4~17.2	低	7	11.3
	80~85	17.2~25.8	中	21	33.9
速效钾 Available K	85~90	25.8~38.8	高	18	29.0
	>90	>38.8	极高	14	22.6
	<75	<84	极低	6	9.7
	75~80	84~111	低	6	9.7
	80~85	111~148	中	21	33.9
	85~90	148~197	高	18	29
	>90	>197	极高	11	17.7

表 2 黑龙江省白浆土区水稻氮磷钾肥推荐施用量

Table 2 Recommendation fertilization amount of N P K on rice in albic soil area of Heilongjiang province

项目 Item	含量/ $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ Content	养分级别 Nutrient classification	最大施用量/ $\text{kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ Maximal fertilization amount	均值/ $\text{kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ Mean value	最佳施用量/ $\text{kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ Best fertilization amount	均值/ $\text{kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ Mean value
碱解氮 Available N	<120	低	158~185	172	120~160	147
	120~169	中	105~179	145	82~165	132
	169~239	高	70~165	113	60~112	90
	>239	极高	68~125	95	58~92	83
有效磷 Available P	<11.4	极低	110~124	118	95~108	102
	11.4~17.2	低	73~95	83	70~91	78
	17.2~25.8	中	66~89	78	60~81	72
	25.8~38.8	高	55~75	66	51~71	60
速效钾 Available K	>38.8	极高	44~56	49	37~50	43
	<84	极低	91~118	107	84~113	101
	84~111	低	87~111	98	82~103	93
	111~148	中	69~106	85	66~100	79
	148~197	高	66~88	79	62~85	75
	>197	极高	43~59	52	41~57	48

2.3 黑龙江省白浆土水稻种植区氮磷钾肥推荐施用量的建立

由表 2 可知,在不同氮素水平下,对不同有效氮素养分等级内各点施肥量进行统计,随着土壤碱解氮含量增加,最大施氮量和最佳施氮量均呈现递减趋势。通过对施肥量和各个等级土壤氮素养分含量进行比较,可以看出白浆土水稻种植区氮素养分含量越高,土壤可以供应的养分就相对较多,推荐施肥量相对下降,施肥量和土壤养分含量之间呈非线性负相关关系;土壤磷素养分含量和施肥量的关系与氮素相一致;在不同钾素水平

下,随着土壤速效钾含量的增加,最大施钾量和最佳施钾量均表现出下降的趋势,土壤养分含量和施肥量之间呈非线性负相关关系。

3 结论与讨论

2003~2011 年黑龙江省白浆土区水稻试验结果表明:黑龙江省白浆土水稻种植大部分试验点土壤碱解氮含量在 $138.3\sim220.3\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$,速效磷含量在 $20.6\sim32.5\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$,速效钾含量在 $120\sim183\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ 。土壤碱解氮、速效磷、速效钾含量与相对产量之间呈非线性正相关关系,分别为 $y=14.487\ln(x)+0.666$, $y=12.292\ln(x)+$

45.043 和 $y=17.604\ln(x)-2.9674$ 。土壤碱解氮、速效磷、速效钾含量反映了土壤供肥能力,土壤供氮磷钾能力越高,不施肥处理的相对产量越高。黑龙江省白浆土水稻种植区土壤氮磷钾素含量以中高等含量居多,碱解氮处于中高等级试验点占整个试验点的 96.7%,有效磷占 85.5%,速效钾占 80.6%。随着土壤氮磷钾含量增加,最大施肥量和最佳施肥量均呈现递减趋势。土壤养分含量和施肥量之间呈非线性负相关关系。

生产实践对精度的需要是土壤肥力分级主要的根据^[9]。以往的研究人员对土壤肥力等级划分方法不同。周鸣铮等^[10]用 5 级来划分土壤肥力,即极低、低、中、高和极高;黄德明等^[11]认为作物年度间的产量变幅足够大,足以掩盖过细的肥力级差,故划分 3 级肥力等级。由于理化性状、水文及气候等因素的差异,不同区域水稻土的土壤氮磷钾养分丰缺指标也各异^[12-13]。该试验将黑龙江省白浆土区所有水稻的“3414”肥料试验数据进行汇总,根据全量区产量与缺素区产量相比较计算相对产量,将土壤肥力等级划分为 5 级。

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] Dahnke W C, Olson R A. Soil test correlation, calibration, and recommendation[M]//Westerman R L. Soil Testing and Plant Analysis(3rd ed.). Madison, Wiaconsin USA: Soil Science Society Inc., 1990:45-71.
- [4] 白由路,张景略,李有田. 测土施肥的原理与技术[M]. 郑州:河南科学技术出版社,1993:220.
- [5] 中国农业科学院土壤肥料研究所. 中国肥料[M]. 上海:上海科学技术出版社,1994:431-450.
- [6] 张福锁. 测土配方施肥技术要鉴[M]. 北京:中国农业大学出版社,2006:93-111.
- [7] 尹彩侠,王立春,张国辉,等. 平衡施肥对水稻产量和品质的影响[J]. 吉林农业科学,2007,32(4):19-21.
- [8] 吾建祥,施南芳. 长期不同施肥对水稻养分吸收和肥料利用率的影响[J]. 湖南农业科学,2002(4):17-19.
- [9] 章明清,徐志平,姚宝全,等. 福建主要粮油作物测土配方施肥指标体系研究 II 土壤碱解氮、Olsen-P 和速效钾丰缺指标[J]. 福建农业学报,2009,24(1):68-74.
- [10] 周鸣铮. 中国的测土施肥[J]. 土壤通报,1987,18(1):7-13.
- [11] 黄德明. 我国农田土壤养分肥力状况及丰缺指标[J]. 华北农学报,1988,3(2):46-53.
- [12] 张福锁. 测土配方施肥技术要览[M]. 北京:中国农业大学出版社,2006:100-104.
- [13] 陈新平,张福锁. 通过“3414”试验建立测土配方施肥技术指标体系[J]. 中国农技推广,2006(4):36-39.

The Study of Index System on Nutrient Level Status of Albic Soil in Heilongjiang Province

TONG Yu-xin¹, LI Yu-ying¹, LIU Shuang-quan¹, JI Jing-hong¹, WANG Wei¹, ZHENG Yu², BA Guo-min³

(1. Soil Fertilizer and Environment Energy Institute of Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences/The Key Lab of Soil Environment and Plant Nutrition of Heilongjian/Heilongjiang Fertilizer Engineer Technology Center, Harbin, Heilongjiang 150086; 2. Agricultural College of Hainan University, Haikou, Hainan 570228; 3. Agricultural Base of Shenyang Military Area Command in Long County, Heihe, Heilongjiang 164138)

Abstract: Through measuring the content of available nitrogen, available phosphorus, available potassium of the tested 62 trial points 0~20 cm soil in Qingan, Fangzheng, Hulin and Shangzhi county, the index system of nitrogen, phosphorus and potassium fertilizer in albic soil rice planting area in Heilongjiang province was set up, the grade of soil fertility was classified and the recommended application of nitrogen, phosphorus and potassium fertilizer in albic soil rice planting area in Heilongjiang province were put forward. The results showed that the soil available nitrogen ranged 138.3~220.3 mg·kg⁻¹, soil available phosphorus ranged 20.6~32.5 mg·kg⁻¹, soil available potassium ranged 120~183 mg·kg⁻¹. The relative rice yield was non-linearly and positively related to available nitrogen, phosphorus and potassium. The available nitrogen, phosphorus, potassium of soil reflected the ability of soil fertility, soil provided more nitrogen, phosphorus and potassium, the higher yield of the non-fertilizer treatment. The soil fertility was divided into 5 grades according to the relative yield. The content of nitrogen, phosphorus, potassium of albic soil were usually in mid-high level in rice plant area of Heilongjiang province. The optimal and maximum fertilizer application showed decreasing trend with the increased content of nitrogen, phosphorus and potassium. Soil nutrition content was non-linearly and negatively related to fertilization.

Key words: Heilongjiang province; albic soil; nutrient level status