

土壤供锌能力与锌肥效应的研究

II. 吉林省主要土壤水稻缺锌临界值的研究

任 军 袁震林 张淑芬

(吉林省农科院土肥所)

自从 Nene, Y. L. (1966) 报道印度低湿水田缺锌之后, 几乎所有产稻国均有类似的报道。近几年来, 水稻缺锌面积有逐渐扩大的趋势, 许多水稻营养学专家认为: 水稻缺锌是仅次于缺氮缺磷, 而列为水稻营养失调和限制产量的第三大问题, 及时准确地诊断土壤供锌水平, 采取预防性措施是解决这一问题的有效途径。世界许多国家及我国南方, 普遍进行了水稻缺锌及锌肥效应的研究。关于水稻缺锌临界指标, 国内外虽进行了十多年的研究, 但因土壤锌提取剂不同、作物不同、土壤类型不同而差别较大。Mikkelsen (1975) 提出 DTPA 提取的土壤有效锌低于 0.5 ppm 时, 水稻施锌均可增产; 孙全先等试验结果, 以 0.69 ppm 作为土壤有效锌的临界指标指导水稻施锌, 可靠性达 90.5%^[1,2]。我省还未曾进行过此项研究工作, 为明确我省水稻土壤缺锌临界指标, 以指导水稻锌肥的合理施用, 特开展此项研究。

一、研究方法途径

本项研究采用田间生物试验、室内化学分析与数理统计分析相结合的方法。于 1985~1989 年在全省主要缺锌地区布置了几十个田间试验, 土壤类型为盐碱型水稻土、冷浆型水稻土、草甸型水稻土、白浆型水稻土和冲积型水稻土。供试品种为早锦、双丰 8 号、长白 6 号、京引 127、双丰 152 及下北等。土壤速效锌测定是在整地前采取 0~20 cm 耕层土壤, 风干后采用 DTPA 浸提, 原子吸收方法进行测定。对测得的土壤速效锌含量及相对应的水稻相对产量 (相对产量 = 对照产量 / 处理产量 × 100%, 为方便起见, 计算过程中用百分数的分子表示。) 进行回归分析, 确定出土壤供锌能力与水稻产量之间的函数关系, 找出水稻土壤缺锌临界指标^[3], 明确水稻土壤供锌能力与锌肥效应之间的关系。

二、试验结果与分析

(一) 吉林省水稻土缺锌临界指标

水稻相对产量及土壤速效锌含量的原始数据列于表 1。

表 1 土壤速效锌与水稻相对产量相关回归分析

序号	土壤速效锌(x) (ppm)	相对产量 (y)	序号	土壤速效锌(x) (ppm)	相对产量 (y)
1	0.41	87.4	16	0.12	77.1
2	0.36	90.5	17	0.32	91.0
3	0.95	96.9	18	0.33	88.8
4	0.57	96.5	19	0.50	91.4
5	0.57	98.9	20	0.15	84.5
6	0.12	86.6	21	1.29	98.4
7	0.92	95.2	22	0.52	88.9
8	0.30	94.6	23	2.68	100.0
9	0.37	95.4	24	1.36	102.8
10	0.46	93.3	25	0.48	93.8
11	0.61	96.1	26	0.94	96.0
12	0.50	96.7	27	2.01	99.1
13	0.35	95.2	28	0.70	99.6
14	0.45	95.8	29	1.74	105.0
15	1.58	102.7	30	1.09	96.6
			31	0.78	95.9

通过对原始数据进行相关分析可以看出:土壤速效锌含量(x)与水稻相对产量(y)之间呈极显著正相关, $r=0.691^{**}$ 。从土壤速效锌与水稻相对产量的散点图(见图1)可以判定:土壤速效锌含量与水稻相对产量之间的函数关系近似指数函数 $y=a \cdot e^{b/x}$ 所代表的图形,从而可以断定两者之间的函数关系为指数函数。

令 $x'=1/x, y'=Lny$, 计算结果表明:直线化方程为 $y'=4.608-0.0264x'$, 由此可得, $a'=4.608, a=100.3, b=-0.0264$ 。直线化后的两个变量(x', y')之间呈极显著负相关 $r'=-0.841^{**}$ 。所以,我们可以断定选择指数方程 $y=a \cdot e^{b/x}$ 作为标准方程。这样,可以求得曲线方程为 $y=100.3/e^{0.0264/x}$, $r=0.691^{**}$, 标准曲线见图2。

运用回归方差分析方法对曲线方程进行回归关系显著性检验(见表2)。结果表明:土壤速效锌与水稻相对产量间的回归关系极显著($F=70.71^{**}$), 方程的吻合程度相当高, 此方程完全可以代表土壤速效锌含量与水稻相对产量的函数关系, 方程可以使用。

表2 方程回归方差分析表

变异因素	自由度	平方和	方差	F值	水准
回 归	1	0.0851	0.0851	70.71 ^{**}	$F_{0.01}=7.60$
剩 余	29	0.0349	0.0012		
总 变 异	30	0.12			

(二)土壤供锌能力与水稻施锌效应的关系

1. 水稻施锌效应函数

运用回归分析方法对我省近几年30多个试验点土壤速效锌含量与水稻施锌效应(增产率)的关系进行比较分析, 结果表明:土壤速效锌含量与水稻施锌效应之间呈极显著负相关, 其效应函数为 $y=1.375 \cdot e^{0.428/x}$,

$r=-0.638^{**}$ (见图3)。运用回归方差分析方法对上述方程进行回归关系显著性检验(见表3), 检验结果表明:土壤供锌能力与水稻施锌效应之间效应函数方程的吻合度很高, 方程 $y=1.375 \cdot e^{0.428/x}$, 完全可以代表土壤供锌能力与水稻施锌效应之间的函数关系。

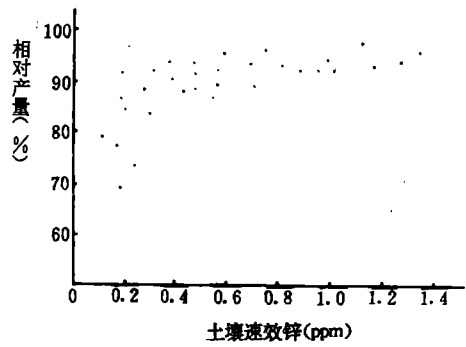


图1 散点图

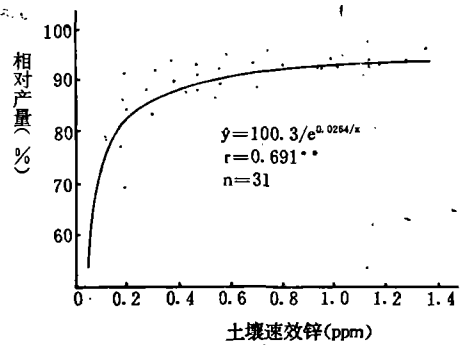


图2 标准曲线

根据国内外常用的以作物相对产量为95%时, 所对应的土壤养分含量为土壤缺素临界值的方法, 令 $y=95%$, 由曲线方程可求得: $x=0.5\text{ppm}$ (DTPA-Zn)为水稻土壤缺锌临界值。这个数值与Mikkelsen和Lindsay等人报道的结果是一致的, 比孙全先提出的0.69ppm略低。

表3 方程回归方差分析表

变异因素	自由度	平方和	方差	F值	水准
回 归	1	22.381	22.381	20.273 ^{**}	$F_{0.01}=7.60$
剩 余	29	32.015	1.104		
总 变 异	30	54.396			

2. 土壤供锌能力与水稻施锌效果的关系

从图3可以看出,当土壤速效锌含量低于0.3ppm时,水稻施锌效果极为明显,表明土壤供锌能力较低,土壤严重缺锌;当土壤速效锌含量在0.3~0.5ppm时,水稻施锌效果稳定,表明土壤具有一定的供锌能力,但不能满足水稻的正常生长发育,土壤缺锌;当土壤速效锌含量高于0.5ppm时,水稻施锌效果不明显,表明土壤具有较强的供锌能力,土壤锌素营养水平适宜或丰富。从30多个试验结果可以看出:当土壤速效锌含量低于0.5ppm时,水稻施锌效果极为明显,增产率在5%以上的机率为85%,平均增产13.6%,施锌后水稻缺锌症(赤枯病)恢复率达50~100%;当土壤速效锌含量大于0.5ppm时,水稻无明显缺锌症状,施锌效果不明显,增产率在5%以上的机率为28.6%,平均增产2.9%,而且效果不稳定。因此,土壤速效锌0.5ppm(DTPA—Zn)完全可以作为我省主要土壤水稻缺锌的临界指标。近几年,我们应用此值指导缺锌地区水稻锌肥的合理施用,收到了较好的效果。

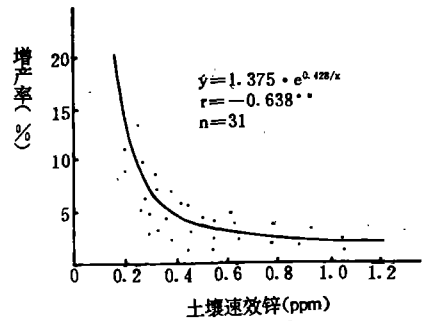


图3 水稻施锌效应曲线

3. 水稻缺锌症的发生与土壤速效锌含量的关系

土壤速效锌是水稻锌素营养的主要来源和衡量土壤供锌能力的主要指标,土壤速效锌含量偏低是导致与加重水稻缺锌症的根本原因。据几十个水稻缺锌幼苗根际土壤速效锌含量的分析结果表明:90%以上的病苗发生在土壤速效锌含量低于0.5ppm的土壤上,其余多发生在土壤速效锌含量0.5~1.0ppm的土壤上。因此,可以断定水稻土壤速效锌含量低于0.5ppm时,土壤供锌能力偏低,不能满足水稻对锌素营养的正常需求,导致与加重了水稻缺锌症的发生,造成较明显的减产。

三、结 论

(一)土壤速效锌含量与水稻相对产量之间呈极显著正相关,其函数方程为 $y=100.3 \cdot e^{0.0264/x}$, $r=0.691^{**}$ 。

(二)土壤速效锌含量与水稻施锌效应(增产率)之间呈极显著负相关,其效应函数方程为 $y=1.375 \cdot e^{-0.428/x}$, $r=-0.638^{**}$ 。

(三)水稻土壤缺锌临界值为0.5ppm(DTPA—Zn),当土壤速效锌含量低于0.5ppm时,水稻发病严重。水稻施锌增产5%以上的机率为85%,平均增产13.6%;而土壤速效锌含量高于0.5ppm时,增产率在5%以上的机率为28.6%,平均增产2.9%。

参 考 文 献

- [1]华中农业大学土化系农化教研室编:《微量元素营养与微肥施用》,湖北农业机械局印刷厂出版,1984,10。
- [2]农牧渔业部农业局编:《微量元素肥料与应用》,湖北科学技术出版社,1986,10。
- [3]中国科学院南京土壤研究所微量元素组:《土壤和植株中微量元素分析方法》,科学出版社,1979年。