

# 紫色土性水稻土中锌的含量状况 以及锌肥对防治水稻僵苗的作用\*

李 贵

(湖南省衡阳县农业局)

欧阳洮 钱承梁

(中国科学院南京土壤研究所)

湖南省衡阳地区分布着大面积的紫色土, 仅衡阳县由石灰性紫色砂页岩发育的水稻土就有二十余万亩。从1974年开始, 此类土壤上便有零星的田块发生水稻僵苗现象, 以后面积逐年扩大, 到1980年僵苗田达8万亩之多, 其中比较严重的有4.6万亩。由于僵苗每亩减产稻谷60多斤, 严重者达二、三百斤, 甚至失收。为了解决这个问题, 我们对土壤中某些营养元素作了测定, 并进行了多点的田间小区试验, 证实了施用锌肥对防治水稻僵苗, 提高产量方面效果显著, 并已在15万亩紫泥田地区全面推广应用, 普遍获得不同幅度

的增产效果, 现将初步取得的结果整理如下。

本文所用的分析方法: 土壤全锌含量, 采用氢氟酸、硝酸、过氯酸分解土样后, 用等离子体发射光谱仪测定; 有效态锌的测定用整合剂DTPA(二乙三胺五醋酸)溶液提取, 提取液成分为0.005M DTPA, 0.01M  $\text{CaCl}_2$ , 0.1M三乙醇胺(pH7.3), 滤液用原子吸收分光光度计测定。

锌肥试验均在白垩系石灰性紫色砂页岩发育的水稻土(紫泥田、青紫泥田)上进行, 土壤农化性状见表1。

表1 供试土壤的农化性状 (0—20厘米)

| 土壤类型                | pH值     | 有机质 (%)   |      | 全 氮 (%)     |       | 速 效 磷 (P, ppm) |      | 速 效 钾 ( $\text{K}_2\text{O}$ , ppm) |    | 缓效性钾 ( $\text{K}_2\text{O}$ , ppm) |     |
|---------------------|---------|-----------|------|-------------|-------|----------------|------|-------------------------------------|----|------------------------------------|-----|
|                     |         | 范 围       | 平均   | 范 围         | 平均    | 范 围            | 平均   | 范 围                                 | 平均 | 范 围                                | 平均  |
| 紫 泥 田<br>(氧化还原型水稻土) | 7.6—8.3 | 2.83—3.06 | 2.95 | 0.145—0.160 | 0.153 | 23.6—67.6      | 45.6 | 65—83                               | 74 | 236—255                            | 246 |
| 青 紫 泥 田<br>(还原型水稻土) | 7.5—8.2 | 3.04—3.45 | 3.25 | 0.169—0.178 | 0.174 | 3.09—30.96     | 13.6 | 60—73                               | 67 | 315—330                            | 324 |
| 荒丘及旱地               | 7.1—8.4 | 0.54—0.81 | 0.68 | 0.031—0.082 | 0.046 | 1.92—4.40      | 3.16 | 86—103                              | 94 | 340—530                            | 435 |

## 一、土壤中锌的含量

(一)土壤中全锌含量 根据国外资料, 土壤中锌的含量为10—300ppm, 平均含量为50ppm[1]。根据我们现有资料, 衡阳县紫色土及紫色土性水稻土含锌量范围为82.92—127.92ppm, 平均含锌量为100.05ppm。比世界土壤平均含量高出一倍, 与我国土壤全锌平均含量100ppm基本相同[2]。如以表层进行对比, 则水田与旱地含锌量近似, 而以荒丘含锌量略高些(表2)。在1米左右深度的土壤剖面中, 锌的分布比较均

匀, 并没有积累于表层的趋势, 国外也有类似报导[3、4]。

(二)土壤中有效态锌的含量 土壤中全锌含量虽高, 但对植物的有效态锌并不一定高, 因而土壤中全锌含量不足以反映它对植物的有效性。土壤中有效态锌的含量充足与否, 对动植物营养关系极为密切。根据我们对18个样点及3个土壤剖面的初步分析结果来

\* 湖南省衡阳县农业局参加工作的还有郭雄、杨汉植同志。

表2 紫色土剖面中锌的含量分布(以典型剖面为例)

| 土壤利用情况 | 土层深度<br>(厘米) | 锌含量 (ppm) |      |
|--------|--------------|-----------|------|
|        |              | 全量        | 有效态  |
| 水田     | 0—21         | 82.92     | 0.24 |
|        | 21—36        | 85.72     | 0.21 |
|        | 36—86        | 115.32    | 0.14 |
| 旱地     | 0—20         | 89.32     | 0.32 |
|        | 20—45        | 95.92     | 0.14 |
|        | 45—85        | 95.72     | 0.14 |
| 荒丘     | 0—20         | 127.92    | 0.32 |
|        | 20—40        | 107.52    | 0.20 |
|        | 40厘米以下       | —         | 0.16 |

注：土壤剖面采自湖南衡阳县金星公社

看，由紫色砂页岩发育的荒地、旱地、水田，其表土含锌量范围在0.20—0.40ppm之间，低于缺锌临界值(0.5ppm)，可以认为锌的供给是不足的。

有效态锌在土壤剖面中的含量分布，就一般情况来说表层高于底层，有随剖面深度增加而锐减的趋势。因而在平整土地，修筑梯田时，应注意表土的复位。

## 二、水稻缺锌症状

通过三年多的大田调查和田间试验观察，水稻缺锌僵苗症状出现于移栽后10—20天，叶龄6—8片。新叶抽出主脉基部带白色。叶片变窄、短小，植株中部叶片有褐斑或褐条状病斑，枯尖；下部叶片发脆易断。拔叶较早，老化较快，株型矮小，叶片丛生，绿叶少，黄叶、病叶多；根系细弱，白根少，黄根多，分蘖延迟。

缺锌植株体内氮、磷、钾的变化(表3)：水稻苗期刚开始缺锌时，植株体内含氮量比正常的高0.50%，磷低0.22%，钾低1.38%。随着缺锌程度加重，植株体内氮、钾含量下降，而含磷量上升。

表3 缺锌对稻苗体内氮、磷、钾含量(%)的影响

| 正常苗  |      |      | 轻度缺锌苗 |      |      | 严重缺锌苗 |      |      |
|------|------|------|-------|------|------|-------|------|------|
| 氮    | 磷    | 钾    | 氮     | 磷    | 钾    | 氮     | 磷    | 钾    |
| 2.90 | 0.86 | 3.94 | 3.40  | 0.64 | 2.56 | 2.40  | 0.80 | 2.33 |

注：表内测定值为10个试验点的稻苗分析值的平均数。

## 三、锌肥的不同施用方法及其增产效果

从表1、表2土壤分析的结果可见，此类土壤pH值高，有石灰性反应，是有效态锌含量很低的土壤类型。现将锌肥的不同施用方法及其增产效果分述于下。

(一)锌肥对水稻植株生长的影响 缺锌植株与施用锌肥后水稻的生长情况及对产量结构的影响见表4，施用锌肥后的植株比缺锌的分蘖率提高55.8%，并提前返青、分蘖，抽穗成熟期也提前2天。施用锌肥后使水稻有效穗数增加9.5%，每穗粒数增加11.2%，千粒重增加4.8%，空壳率减少4.31%。

表4 锌肥对水稻植株生长及产量结构的影响

| 处 理 | 总苗数<br>(万/亩) | 分蘖率<br>(%) | 有效穗<br>(万/亩) | 千粒重<br>(克) | 空壳率<br>(%) |
|-----|--------------|------------|--------------|------------|------------|
| 缺 锌 | 16.2         | 17.4       | 21           | 23.0       | 20.86      |
| 施锌肥 | 27.2         | 73.2       | 23           | 24.1       | 16.55      |

注：18次试验的平均值。

(二)锌肥的增产效果 根据在大胜、六塘、金星、清平四个公社和渣江、官埠农科站所进行的17个点的小区对比试验(每亩施用20斤尿素作基肥，施锌处理为每亩施用2斤硫酸锌)结果表明(表5)：施锌的比不施锌的增产，平均增产10.8%(每亩平均增产稻谷65斤)，经配对“t”值测验，达到极显著( $t = 7.961$ ,  $P < 0.01$ ,  $n = 38$ )。前作绿肥田比前作油菜田的增产效果好。

表5

锌肥对水稻的增产效果

| 地形部位 | 土壤名称              | 前作 | 试验次数 | 平均产量 (斤/亩) |       | 增 产  |      |
|------|-------------------|----|------|------------|-------|------|------|
|      |                   |    |      | 不 施 锌      | 施 锌   | 斤/亩  | %    |
| 低洼田  | 青紫泥田<br>(还原型水稻土)  | 草子 | 8    | 606        | 676   | 70   | 11.6 |
| 二排田  | 紫泥田<br>(氧化还原型水稻土) | 草子 | 2    | 664        | 744   | 80   | 12.0 |
| 低洼田  | 青紫泥田<br>(还原型水稻土)  | 油菜 | 5    | 583        | 646   | 58   | 9.9  |
| 二排田  | 紫泥田<br>(氧化还原型水稻土) | 油菜 | 2    | 541        | 588.5 | 47.5 | 8.0  |

注：小区面积0.05亩，对比排列，重复2—3次，水稻品种为湘矮早九号。

(三)不同施肥方法的增产效果 锌肥的几种施用方法都有增产效果(表6)。每亩增产稻谷24—87斤。每斤硫酸锌可增产稻谷41—187.5斤。其中以沾秧根

和作基肥面施的效果较好, 缺锌的植株于生长中、后期喷施锌肥效果最差。此外, 以沾秧根的经济效益最佳。

表6 锌肥不同施用方法对水稻的增产效果

| 处 理                          | 试验次数 | 平均亩产<br>(斤) | 增 产 |      | 每斤硫酸锌<br>增产稻谷<br>(斤) |
|------------------------------|------|-------------|-----|------|----------------------|
|                              |      |             | 斤/亩 | %    |                      |
| 硫酸锌2斤/亩作基肥面施                 | 3    | 857         | 87  | 11.3 | 43.5                 |
| 硫酸锌200克/亩沾秧根                 | 3    | 845         | 75  | 9.7  | 187.5                |
| 0.1%硫酸锌溶液于分蘖、孕穗期喷施           | 3    | 794         | 24  | 3.1  | 60                   |
| 硫酸锌2斤/亩作基肥面施+0.1%硫酸锌溶液于孕穗期喷施 | 3    | 860         | 90  | 11.7 | 41                   |
| 对 照                          | 3    | 770         | —   | —    | —                    |

#### 四、不同氮、磷、钾水平下锌肥的效果

(一)不同磷肥水平下锌肥的增产效果 根据36个点的试验结果统计, 施磷增产的占试验次数的68.8%, 平均增产7.96%, 施磷增产的占10%, 平均增产3.5%, 经统计测定乃属于土壤误差效应; 施磷平产的占21.25%。又据另12个试验点的结果表明(表7), 未施

(三)增施钾肥条件下锌肥的效果 每亩施20斤氯化钾加3斤硫酸锌的亩产932斤, 比单施3斤锌肥, 每亩增产97斤, 增产11.6%。根据土壤肥力动态调查, 紫泥田速效钾含量70ppm以下的占66.7%, 小于30ppm的占11.1%, 缓效性钾含量范围为23.4—25.7毫克/100克土, 平均24.8毫克/100克土, 因此紫泥田含速效性钾偏低, 而缓效性钾含量亦较低, 故在施钾肥的基础上施用锌肥效果更好。

表7 不同磷肥水平下锌肥的效果

| 处 理*  | 试验次数 | 平均产量<br>(斤/亩) | 减 产 |     |
|-------|------|---------------|-----|-----|
|       |      |               | 斤/亩 | %   |
| Zn    | 12   | 772           | —   | —   |
| Zn+P  | 12   | 740           | 32  | 4.3 |
| Zn+2P | 12   | 730           | 42  | 5.8 |

\* Zn: 硫酸锌2斤/亩; P: 过磷酸钙100斤/亩; 2P: 过磷酸钙200斤/亩。

磷的产量最高, 增施磷的产量有下降趋势, 磷肥的施用量愈高, 产量下降相应增大。国外曾有报导, 在富含磷或大量施用磷肥的土壤上, 会引起作物缺锌[5,6]。也有文献指出[7]为了维持植物正常生长, 植物需要有一定的磷/锌(P/Zn)比值。我们对紫色土性水稻土的19个样点(分布在四个公社)进行了测定, 从结果来看, 土壤P/Zn比值平均为52, 其中有14个样点的土壤P/Zn比值>30, 则水稻幼苗往往有缺锌僵苗现象出现。

(二)不同氮肥水平下锌肥的效果 据3次田间试验的结果, 在亩施四千斤草子作基肥的基础上, 分别施入10斤尿素和3斤硫酸锌的亩产932斤, 比施尿素50斤和3斤硫酸锌的增产62斤, 平均增产7.1%。由此可见, 在土壤锌不足条件下, 增施氮肥不仅不能纠正缺锌僵苗症状, 而且还会使产量有所下降。

#### 五、结 束 语

四年来全县参加锌肥试验的公社、农科站、队共计39个, 在石灰性紫泥田上施用锌肥其增产幅度为0.4—30.5%, 平均增产10.8%, 每亩增产稻谷24—150斤。因缺锌引起的僵苗田由原来8万亩, 至81年已缩小到8千多亩。而且出现缺锌症时, 施用锌肥后能使禾苗较快的恢复正常生长。

据有关文献报导, 当土壤有效态锌含量偏低的情况下, 大量施用磷肥, 将会导致植物缺锌, 倘若连年施用尿素亦将会引起土壤缺锌的发展。而衡阳县紫色土性水稻土正是属于有效态锌含量很低的土壤类型(低于缺锌临界值0.5ppm), 由于历年均向水田施用氮、磷等矿质肥料, 致使水田中氮、磷含量有所增高。因此, 在施用肥料时应考虑营养元素平衡问题。如在增施氮肥的同时, 必须配合施用钾肥和锌肥, 在一般不缺磷或含磷丰富的田块则可暂时少施或不施磷肥, 才能取得更大的经济效益。

此外, 在长期渍水条件下亦会影响锌对水稻的可给性[8], 因而在此种类型土壤上可考虑水旱轮作制, 例如冬季种油菜、春季种大豆与棉花轮作等, 均有助于改善土壤的理化性质, 提高锌的有效性。

(下转第219页)

形降低,地下水位稍高,耕层有机质、氮、磷等养分含量逐渐增加。图5表示微地形变化与耕层有机质含量之间的线性关系,其相关形式虽和丘陵地区一致,但在对作物产量上的意义却恰恰相反。随着人工土层的增厚,耕层粘粒含量随之减少。以太仓县西郊公社为例,高圩田(相对高程3—4米)耕层粘粒平均含量为7.3%,低圩田(相对高程2.8—3.0米)为12.3%,圩心田(相对高程为2.4—2.8米)为21.2%。

此外,地下水位的升降与作物产量特别是三麦产

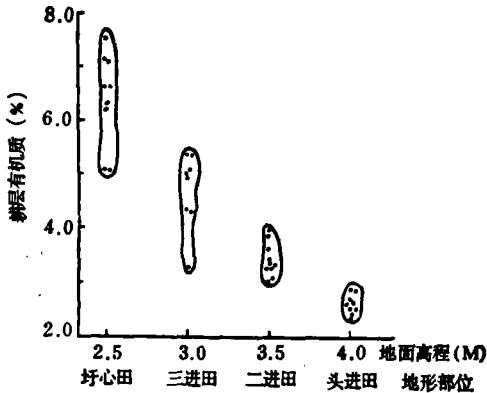


图5 圩区水稻土耕层有机质含量与农田类型的关系

量的关系在一定范围内也呈直线相关(图6),因此,如控制春季地下水位在一定的深度以下,小麦产量显著增加,反之则大幅度减产。据苏州地区多年的调查资料表明〔7〕,地下水埋深不到0.2米时,小麦几乎颗粒无收;从0.2米降至0.5米左右时,每亩增产200斤左右;从0.5米降至0.8米左右时,可增产100斤左右;从0.8米降到1.2米,还可增产60斤左右。

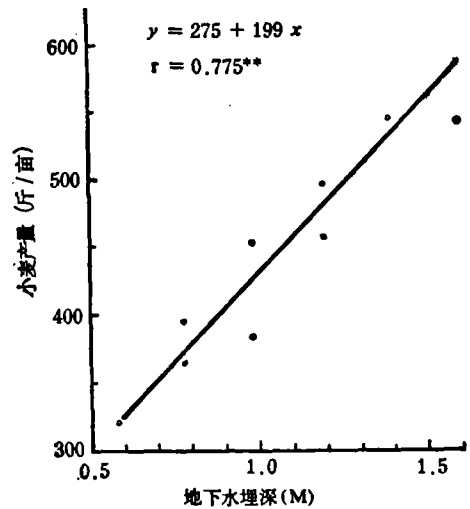


图6 圩区春季地下水埋深与小麦产量的关系

### 参 考 文 献

- 〔1〕 侯学煜: 川黔境内水稻与地形气候和土壤的关系。中国土壤学会会志, 137—138页, 1950。
- 〔2〕 曹升庚: 南方水田土壤的几种主要水分类型及其与土壤性质和肥力的关系。土壤通报, 第6期, 第60页, 1959。
- 〔3〕 徐琪、费振文、陆彦椿: 江苏省黄土地丘上土壤分布规律、发生特点及其利用。土壤通报, 第3期, 13—14页, 1964。
- 〔4〕 徐琪、刘元昌等: 中国太湖地区水稻土。上海科技出版社, 1980。
- 〔5〕 于天仁、谢建昌等: 太湖流域低产“白土”的成因及其改良。土壤学报, 7(1—2): 42—58, 1959。
- 〔6〕 雷文进: 江苏省里下河土壤的发生和改良。土壤学报, 7(3—4): 227—228, 1959。
- 〔7〕 江苏省水利局: 圩区的规划和治理。第91页, 水利电力出版社, 1978。

(上接第222页)

### 参 考 文 献

- 〔1〕 Brian E. Davies, Applied Soil Trace Elements. 259—283, John Wiley and Sons, New York, 1980.
- 〔2〕 中国科学院南京土壤研究所主编, 中国土壤, 405—415页, 科学出版社, 1978。
- 〔3〕 Swaine, D. J. and Mitchell, R. L., J. Soil Sci., 11:347—268, 1960.
- 〔4〕 Follett, R. H. and Lindsay, W. L., Colo. Agr. Exp. Sta., Tech. Bull. 110, 1970.
- 〔5〕 Boawn, L. C. and Leggett, G. E., Soil Sci. Soc. Amer. Proc., 28: 229—232, 1964.
- 〔6〕 Brown, A. L., Krantz, B. A. and Eddings, J. L., Soil Sci., 110: 415—420, 1970.
- 〔7〕 吴兆明, 微量元素生理作用的研究现状。中国科学院微量元素学术交流汇刊, 12—13页, 科学出版社, 1980。
- 〔8〕 邹邦基, 水稻的锌素营养与锌肥的施用。土壤学进展, 第3期, 2—8页, 1982。