

稀土元素对春小麦的增产效果及生理效应的研究[※]

解惠光 于中和

(省农科院土肥所)

1975~1984年进行了春小麦施用稀土元素的盆栽试验和小区试验,研究春小麦施用稀土的增产效果、施用方法、适宜剂量及稀土对春小麦的生理作用,研究内容包括:

1. 主要麦区土壤上小麦施用稀土的效果。
 2. 不同施用方法和不同喷施剂量效果比较。
 3. 稀土对小麦的生理效应。
- 各项研究的主要结果及数据报告于后。

一、主要麦区土壤上小麦施用稀土的效果

1. 试验材料及方法

供试土壤:薄层黑土取自哈尔滨地区,中厚黑土取自绥棱农场,厚层黑土取自花园农场,草甸黑土取自鹤立和新华农场。土壤中镧族稀土含量(R_xO_y)如表1。

表1 土壤中镧族稀土含量分析结果

| 取 样 地 点 | 土 壤 | 镧族稀土(R_xO_y) |
|---------|-------|------------------|
| 1. 绥棱农场 | 中厚层黑土 | 0.0121 |
| 2. 省农科院 | 薄层黑土 | 0.0152 |
| 3. 花园农场 | 厚层黑土 | 0.0151 |
| 4. 新华农场 | 草甸黑土 | 0.0150 |

试验于1978年和1983年进行两次。

试验采取盆栽法进行,20×20米氏盆,每盆装土24斤。每斤土施氮素0.1克,五氧化二磷0.05克做肥底。试验处理如下:

①施稀土(RE):1978年为稀土拌种,1.0克/斤种子 $REER_2O_3$;1983年为稀土拌种(同上)+5/万 $REER_2O_3$ 喷施(四叶期喷一次)。

②对照:1978年为水拌种;1983年为水拌种+水喷施。

四次重复。供试小麦品种1978年为新曙光一号,1983年为龙麦11。供试稀土为商丘冶炼化工厂产硝酸稀土。

2. 试验结果

各处理小麦的产量和考种结果如表2、3。

试验表明,在黑龙江省小麦主产区的四种黑土上施用稀土均有增产效果,增产率在4.3~15.7%,增产的主要因素是施用稀土增加了小麦的小穗数、穗粒数和千粒重。两年结

※ 参加过工作的还有杨荣厚、韩逢春、曾广骥、张秀英、木凤荣等同志。郑云兰同志协助分析,表示感谢。

表2 稀土对春小麦的增产效果 (1983年)

| 黑土类型及 取土地点 | 处 理 | 小麦产量 (克/盆) | | | | 增 产 % | 增 产 差 异 显 著 性 |
|----------------|--------|------------|------|------|------|-------------|---------------------------------|
| | | I | II | III | IV | | |
| 草甸黑土 (新华农场) | RE | 51.4 | 46.0 | 45.8 | 40.7 | 4.3 | t>0.20 |
| | OK | 48.5 | 45.2 | 41.8 | 40.7 | | |
| 厚层黑土 (花园农场) | RE | 52.4 | 40.6 | 40.6 | 37.2 | 7.8 | t>0.05 |
| | OK | 47.5 | 38.9 | 37.3 | 34.7 | | |
| 中厚黑土 (绥棱农场) | RE | 47.5 | 46.8 | 45.0 | 43.7 | 10.6 | t>0.05 |
| | OK | 44.5 | 42.0 | 42.0 | 37.0 | | |
| 薄层黑土 (哈尔滨) | RE | 34.5 | 33.0 | 30.7 | 28.7 | 15.7 | t>0.001 |
| | OK | 29.8 | 28.9 | 26.3 | 24.8 | | |
| (1978年) | | | | | | | |
| 草甸黑土 (鹤立农场) | RE | 36.5 | 35.0 | 34.9 | 34.1 | 6.3 | t>0.05 |
| | OK | 34.8 | 34.4 | 31.9 | 31.1 | | |
| 厚层黑土 (花园农场) | RE | 39.0 | 37.2 | 37.0 | 36.4 | 8.7 | t>0.01 |
| | OK | 35.5 | 35.1 | 34.0 | 33.0 | | |
| 中厚黑土 (绥棱农场) | RE | 36.5 | 35.0 | 32.2 | 29.5 | 7.4 | t>0.10 |
| | OK | 36.0 | 34.0 | 27.5 | 26.5 | | |
| 薄层黑土 (省农科院) | RE | 41.4 | 38.3 | 37.8 | 37.0 | 12.7 | t>0.10 |
| | OK | 39.1 | 37.5 | 32.0 | 28.5 | | |

表3 不同黑土上小麦施用稀土试验产量构成因素 (1983年)

| 取土地点及处理 | 项 目 | 生产 物量 (克) | 分 数 穗 (个) | 株 高 (厘米) | 穗 长 (厘米) | 有 穗 效 数 (个) | 无 穗 效 数 (个) | 有 穗 效 数 小 (个) | 无 穗 效 数 小 (个) | 株 数 粒 (个) | 千 重 粒 (克) | 产 量 (克/盆) |
|---------|-----|-----------------|--------------------|----------------|----------------|-------------------------|-------------------------|------------------------------|------------------------------|--------------------|--------------------|-----------------|
| 新华农场 | OK | 122.6 | 33.3 | 85.5 | 8.99 | 31.0 | 4.25 | 15.6 | 1.10 | 135.9 | 36.9 | 46.0 |
| | RE | 130.9 | 37.5 | 86.2 | 9.39 | 34.8 | 5.25 | 16.2 | 0.88 | 120.7 | 33.4 | 44.1 |
| 花园农场 | OK | 112.9 | 32.0 | 83.4 | 8.90 | 32.0 | 4.25 | 16.0 | 1.28 | 117.3 | 33.1 | 39.6 |
| | RE | 127.8 | 27.8 | 82.2 | 8.71 | 32.3 | 2.75 | 16.2 | 0.98 | 124.8 | 34.5 | 42.7 |
| 绥棱农场 | OK | 89.5 | 24.0 | 78.8 | 7.96 | 27.3 | 2.75 | 14.5 | 1.98 | 92.6 | 29.4 | 37.0 |
| | RE | 91.5 | 31.5 | 83.7 | 8.53 | 35.3 | 1.25 | 16.4 | 1.80 | 135.1 | 33.1 | 45.8 |
| 哈尔滨 | OK | 100.3 | 43.5 | 74.0 | 9.01 | 32.0 | 17.50 | 14.9 | 1.98 | 71.2 | 34.7 | 27.5 |
| | RE | 95.8 | 27.5 | 78.3 | 9.14 | 30.0 | 13.75 | 15.3 | 1.50 | 99.9 | 32.3 | 31.7 |

果趋势一致,表明试验有重演性,稀土的增产作用稳定可靠。

三种施用方法对小麦的增产效果,采用盆栽法进行。土壤取自哈尔滨。供试材料、试验方法、重复次数以及肥底等均同试验一(1983年)。

试验处理为:

浸种: 0.075%硝酸稀土 R_2O_3 溶液浸种 16 小时。

拌种: 每斤种子拌入 1.0 克硝酸稀土 R_2O_3 。

二、稀土的施用方法和不同 喷施剂量效果比较

(一) 稀土施用方法比较试验

1. 试验方法:

试验比较了稀土浸种、拌种和叶面喷施

喷施：0.075%硝酸稀土 R_2O_3 四叶期喷施。

对照：水浸种 + 四叶期水喷施。

2. 试验结果：

表 4 稀土施用方法比较试验变量分析

| 处理 | 重复 | 小麦产量 (克/盆) | | | | 增产% |
|----|----|------------|------|------|------|------|
| | | I | II | III | IV | |
| 浸种 | | 51.5 | 47.5 | 50.4 | 47.6 | 14.7 |
| 拌种 | | 47.8 | 46.5 | 44.6 | 43.3 | 6.1 |
| 喷施 | | 50.0 | 46.2 | 44.9 | 45.3 | 8.5 |
| 对照 | | 43.5 | 44.4 | 41.0 | 42.8 | — |

| 变因 | 自由度 | 平方和 | 方差 | F | F _{0.05} | F _{0.01} |
|-----|-----|--------|-------|-------|-------------------|-------------------|
| 处理间 | 3 | 82.22 | 27.41 | 13.24 | 3.86 | 6.99 |
| 区组间 | 8 | 28.00 | 9.33 | 4.51 | | |
| 机误 | 9 | 18.63 | 2.07 | | | |
| 总和 | 15 | 128.81 | | | | |

| 处理 | 平均产量 | 6.32※※ | 3.70※※ | 2.65※ |
|----|-------|--------|--------|-------|
| 浸种 | 49.25 | | | |
| 喷施 | 46.60 | 3.67※※ | 1.05 | |
| 拌种 | 45.55 | 2.62※ | | |
| 对照 | 42.93 | | | |

5% LSD = 2.30

1% LSD = 3.31

试验表明，采用三种方法施用稀土都有增产效果，在盆栽条件下浸种最好，喷施次之，拌种居第三位，和对照相比浸种和喷施的增产差异达到高度显著水准，拌种达到显著水准，浸种比拌种增产也极显著如表 4。

(二) 不同喷施剂量比较试验

1. 试验设计与方法

本试验用田间试验法，于本所试验场进行，随机区组，三次重复，小区面积 $2.1 \times 6 = 12.6$ 平方米。

试验处理为：

① OK

② RE 1/万 (R_2O_3)

③ RE 5/万 (R_2O_3)

④ RE 7.5/万 (R_2O_3)

⑤ RE 10/万 (R_2O_3)

RE 为商丘厂 1982 年产品，于五叶期喷施，每亩用溶液 60 斤。供试小麦品种为 2159。

2. 试验结果及分析

产量测定结果如表 5。

表 5 不同喷施剂量下的小麦产量 (斤/亩)

| 处理 | I | II | III | 平均 | 增产 (%) |
|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| OK | 215.3 | 225.5 | 225.6 | 222.1 | — |
| 1/万 | 262.8 | 218.8 | 233.8 | 238.4 | 7.3 |
| 5/万 | 237.8 | 229.2 | 252.8 | 239.9 | 8.0 |
| 7.5/万 | 220.0 | 258.2 | 247.0 | 241.8 | 8.9 |
| 10/万 | 227.9 | 220.4 | 248.0 | 232.2 | 4.6 |

根据 $y = a + bx + cx^2$ 模型建立的回归方程为：

$$\hat{y} = 226.579 + 5.982x - 0.544x^2$$

其回归曲线如图 1。对方程进行适合性检验的结果如下表。

| 处理 | 实际产量“O” | 理论产量“C” | $(O-C)^2/O$ |
|-----|---------|---------|-------------------|
| 0 | 222.1 | 226.6 | |
| 1 | 238.4 | 232.0 | |
| 5 | 239.9 | 242.9 | |
| 7.5 | 241.8 | 240.9 | |
| 10 | 232.2 | 232.0 | |
| | | | $\chi^2 = 0.3065$ |

检验结果表明， χ^2 值落在机率 P 为 0.90 ($\chi^2 = 0.211$) 和 0.80 ($\chi^2 = 0.446$) 间，说明理论产量与实际产量拟合得好，方程显著。

其最高产量的喷施浓度为：

$$X_{max} = \frac{b}{-2c} = \frac{5.982}{-2 \times (-0.544)} = 5.5$$

当喷施 5.5/万稀土溶液时可得最高产量 $\hat{y}_{max} = 226.579 + 5.982 \times 5.5 - 0.544 \times 5.5^2 = 243$ (斤/亩)

试验结果表明，喷施 1~10/万的稀土溶液均可使小麦增产，增产幅为 4.6~8.9%，在

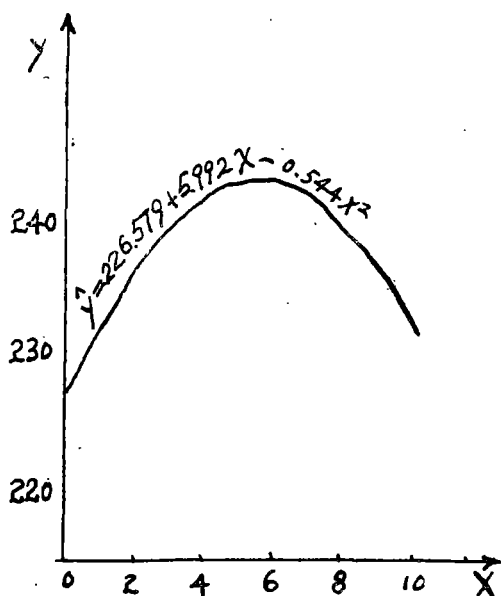


图1 喷施稀土效应函数曲线

喷施 5.5/万稀土溶液时其理论增产 7.24%。

三、稀土对小麦的生理效应试验

1. 稀土对小麦发芽、出苗和生长发育的影响

采用低温培养法测定了种子生长速率，对照以水浸种，处理以 5/万 硝酸稀土浸种，播种于培养皿中，150 粒/皿，置 10℃ 下催芽。5 天后将种子洗出调查、烘干、称重，

表 6 稀土对种子生长速率的影响

| 处 理 | | 发芽种子数 (粒) | 种子增重 (克) | 发芽种数 | |
|------|---|-----------|----------|------|-----------------|
| | | | | 处理种数 | 种子生长速率 (毫克/粒·日) |
| 清水浸种 | 1 | 133 | 0.43 | 0.89 | 1.440 |
| | 2 | 132 | 0.41 | 0.88 | 1.367 |
| | 8 | 131 | 0.24 | 0.87 | 0.798 |
| | 4 | 138 | 0.45 | 0.92 | 1.500 |
| 稀土浸种 | 1 | 137 | 0.53 | 0.91 | 1.759 |
| | 2 | 139 | 0.41 | 0.93 | 1.371 |
| | 8 | 132 | 0.57 | 0.88 | 1.898 |
| | 4 | 130 | 0.26 | 0.87 | 0.869 |

计算种子生长速率如表 6。结果表明，稀土浸种的种子生长速率平均为 1.474 毫克/粒·日，对照为 1.276 毫克/粒·日。表明稀土能促进种子吸水发芽。

采用发芽试验法测定了稀土对小麦出苗的影响，将稀土拌种和水拌种的种子播种于 4 种黑土中，每皿播 23 粒，置于适宜温度下，7 天后调查如表 7。结果表明，稀土处理的种子明显地提高了出苗数，平均提高 7.2%。

表 7 稀土对小麦发芽出苗的影响

| 处 理 | | 出 苗 数 | | | | | 出苗率% |
|-------|----|-------|----|-----|----|----|------|
| | | I | II | III | IV | V | |
| 花园黑土 | OK | 19 | 18 | 17 | 15 | 19 | 76.5 |
| | RE | 22 | 19 | 20 | 21 | 21 | 89.6 |
| 新华黑土 | OK | 23 | 20 | 23 | 18 | 22 | 92.2 |
| | RE | 23 | 21 | 22 | 22 | 23 | 96.5 |
| 绥棱黑土 | OK | 19 | 16 | 15 | 15 | 17 | 71.3 |
| | RE | 19 | 19 | 16 | 17 | 16 | 75.6 |
| 哈尔滨黑土 | OK | 18 | 18 | 15 | 19 | 17 | 75.6 |
| | RE | 17 | 20 | 20 | 20 | 18 | 82.6 |

为观察稀土对小麦生长的影响布置了小盆钵试验。6 月 12 日处理组喷施稀土，对照组喷水。6 月 25 日和 30 日调查，调查表明，在所谓反应期（喷施后 15~20 天）处理组较对照组株高增加 12.3~12.6%，根长增加 8.3~15.9%，鲜重增加 14.9~17%，干重增加 14.3~16.1% 如表 8。

为比较确定稀土对小麦生育的促进作用，调查记载了盆栽试验中处理和对照的出苗过程和抽穗过程。结果表明，在盆栽条件下，处理较对照提早进入齐苗期 1~2 天，提早进入齐穗期 1 天。

2. 稀土对小麦根部生长的影响

处理组以稀土拌种，对照组水拌种，分两期扣盆，洗根调查根体积和根重，测定表明，稀土拌种的小麦根系繁茂，须根多。第一期处理组根体积平均为 9.23 厘米³/盆，对照

表 8 稀土对小麦生长的影响

| 项 目 | 取样 时间 | 处 理 | 重 复 | | | 处理比对照增加% |
|--------------|----------|-----|------|------|------|----------|
| | | | I | II | III | |
| 株 高 (厘米) | 6.25 | RE | 22.7 | 24.0 | 21.8 | 12.3 |
| | | OK | 18.7 | 20.3 | 22.0 | |
| | 6.30 | RE | 23.4 | 26.8 | 26.4 | 12.6 |
| | | OK | 24.0 | 21.6 | 22.4 | |
| 最大根长 (厘米) | 6.25 | RE | 50.0 | 36.0 | 38.0 | 15.9 |
| | | OK | 33.0 | 42.0 | 32.0 | |
| | 6.30 | RE | 36.0 | 39.0 | 43.0 | 8.3 |
| | | OK | 40.0 | 38.0 | 31.0 | |
| 10株鲜重 (克) | 6.25 | RE | 20.9 | 19.7 | 18.0 | 14.9 |
| | | OK | 18.3 | 13.8 | 18.9 | |
| | 6.30 | RE | 23.4 | 27.0 | 25.4 | 17.0 |
| | | OK | 20.2 | 23.6 | 21.0 | |
| 10株干重 (克) | 6.25 | RE | 3.44 | 3.19 | 2.98 | 16.1 |
| | | OK | 2.55 | 2.95 | 2.78 | |
| | 6.30 | RE | 3.77 | 4.43 | 3.64 | 14.3 |
| | | OK | 3.50 | 3.71 | 3.15 | |

组为 7.40 厘米³/盆；第二期分别为 10.5 厘米³/盆和 9.37 厘米³/盆。处理的根鲜重比对照高 1.26—1.83 克/盆，根干重高 0.19—0.21 克/盆如表 9。

表 9 稀土对小麦根系生长的影响

| 项目 调查日期 | 处 理 | 根 体 积 厘米 ³ /10 株 | | 根鲜重克/盆 | | 根干重克/盆 | |
|------------|-----|--------------------------------|-------|--------|------|--------|------|
| | | 25/5 | 31/5 | 25/5 | 31/5 | 25/5 | 31/5 |
| OK | 1 | 6.2 | 8.0 | 7.1 | 7.7 | 0.89 | 0.90 |
| | 2 | 7.8 | 9.2 | 9.0 | 9.6 | 1.13 | 1.17 |
| | 3 | 8.2 | 10.9 | 9.0 | 9.9 | 0.96 | 1.13 |
| | 平均 | 7.40 | 9.37 | 8.37 | 9.07 | 0.99 | 1.07 |
| RE | 1 | 9.8 | 12.0 | 10.1 | 12.7 | 1.23 | 1.38 |
| | 2 | 9.1 | 10.5 | 9.6 | 10.7 | 1.13 | 1.30 |
| | 3 | 8.8 | 9.0 | 9.2 | 9.4 | 1.17 | 1.15 |
| | 平均 | 9.23 | 10.50 | 9.63 | 10.9 | 1.18 | 1.28 |

为观测稀土对小麦根活力的影响，测定了根伤流强度。处理组于三叶期喷施稀土，对照组喷水，分蘖末期测定表明，在盆栽条件下对照组根伤流量平均为 148.6 毫克/株·时，

处理组为 163.3 毫克/株·时如表 10。

表 10 稀土对小麦根伤流强度的影响

| 处理 | 测前重 (克) | 测后重 (克) | 伤流液 重(克) | 伤流强度 毫克/株·时 | 平均伤流强度 毫克/株·时 | 增加% |
|----|------------|------------|-------------|----------------|------------------|-----|
| OK | 1 1.9048 | 2.2140 | 0.3092 | 154.6 | 148.6 | |
| | 2 2.1783 | 2.4335 | 0.2552 | 127.6 | | |
| | 3 2.0790 | 2.4059 | 0.3269 | 163.5 | | |
| RE | 1 2.0059 | 2.3193 | 0.3134 | 156.7 | 163.3 | 9.9 |
| | 2 2.1365 | 2.4735 | 0.3370 | 169.8 | | |
| | 3 2.0595 | 2.3861 | 0.3266 | 163.3 | | |

3. 稀土对小麦叶部性状的影响

在喷施稀土后的显效高峰期调查了处理与对照植株叶的生长情况。结果表明，叶长较对照高 8.8%，叶鲜重增加 11.2%，叶干重增加 16.5—17.0%。拔节期处理组叶面积增长率平均为 11.1 厘米²/日，对照组为 8.6 厘米²/日如表 11。

表 11 稀土对小麦叶部生长的影响

| 项目 测定日期 | 处 理 | 平均叶长 (厘米) | | 叶鲜重 (克/盆) | | 叶干重 (克/盆) | | 叶面积 (厘米 ² /盆) | | 叶面积增 长率厘 米 ² /日·盆 |
|------------|-----|--------------|------|--------------|------|--------------|------|-----------------------------|------|------------------------------------|
| | | 25/6 | 30/6 | 25/6 | 30/6 | 25/6 | 30/6 | 25/6 | 30/6 | |
| RE | 1 | 12.5 | 12.7 | 7.3 | 1.43 | 1.47 | 362 | 406 | 11.1 | |
| | 2 | 12.3 | 13.5 | 7.3 | 1.25 | 1.54 | 364 | 440 | | |
| | 3 | 12.5 | 12.8 | 6.5 | 1.18 | 1.43 | 362 | 409 | | |
| OK | 1 | 10.8 | 12.3 | 6.6 | 0.88 | 1.30 | 362 | 361 | 8.6 | |
| | 2 | 11.6 | 11.6 | 6.0 | 1.21 | 1.34 | 305 | 378 | | |
| | 3 | 11.8 | 11.9 | 6.3 | 1.21 | 1.17 | 316 | 371 | | |
| 处理比对照增加% | | 8.8 | 8.9 | 11.2 | 17.0 | 16.5 | | | | |

采用丙酮一次提取比色法测定了小麦叶片叶绿素含量。测定结果，喷施稀土后第 17

表 12 施用稀土对小麦叶绿素含量的影响

| 处理 | 重复 | 光密度 | 叶绿素含量 (毫克/分米 ²) | 平均 |
|----|----|-------|-----------------------------|-------|
| OK | 1 | 0.026 | 0.589 | 0.436 |
| | 2 | 0.013 | 0.294 | |
| | 3 | 0.018 | 0.407 | |
| | 4 | 0.020 | 0.452 | |
| RE | 1 | 0.023 | 0.520 | 0.565 |
| | 2 | 0.025 | 0.565 | |
| | 3 | 0.022 | 0.497 | |
| | 4 | 0.030 | 0.678 | |

天处理组叶绿素含量平均为 0.565 毫克/分米²,对照组平均为 0.436毫克/分米²如表12。

4. 稀土对小麦抗旱性的影响

从表 9、10 的材料看出,稀土处理种子或根外喷施都能程度不同的促进小麦的根系发育,由于主根深侧根发达,从而增强了植株的吸水能力,提高了抗旱性能。为探讨稀土提高小麦抗旱性的内在原因,测定了小麦叶片的失水速率。稀土拌种加喷施为处理,水拌种加喷施为对照,分成两组,一组正常浇水,另一组控制水分,使植株经受三次萎蔫,然后再恢复正常浇水。于拔节期取两组试验的处理和对照盆中同位叶片(每个样10片叶)测定失水速率,测定结果如图 2。从图 2 看出,无论是正常浇水还是经萎蔫处理的植株,离体叶片的失水速度处理均比对照缓慢,表现为直线斜率小,说明稀土可能是通

过增强根系吸水能力和降低叶面失水速度而提高抗旱性的。

5. 稀土对小麦净光合生产率的影响

田间试验小区设采样点,处理区于四叶期喷施 0.1%稀土,对照区喷水。6月6日和13日取样测定叶面积系数和干物重。结

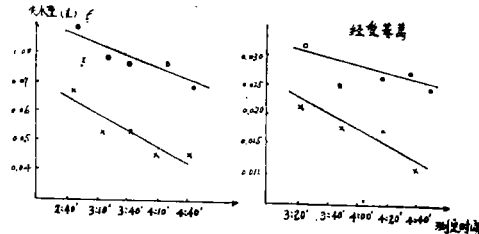


图 2 稀土对小麦叶片失水速率的影响 (正常浇水)

果处理组净光合生产率平均为 14.1克/米²·日,对照组为13.6 克/米²·日,处理较对照高 0.5 克/米²·日,提高 3.8%如表 13。

表 13 稀土对小麦净光合生产率的影响

| 处理 | 日期 | 6/6 | | 13/6 | | 净 光 合 生 产 率 |
|----|-----------|-----------|----------|-----------|----------|----------------|
| | | 叶 面 积 系 数 | 干 物 重(克) | 叶 面 积 系 数 | 干 物 重(克) | |
| CK | 1 | 2.50 | 610 | 3.07 | 955 | 13.6 |
| | 2 | 2.67 | 515 | 3.74 | 845 | |
| | 3 | 2.56 | 450 | 3.18 | 750 | |
| | 4 | 2.38 | 475 | 3.01 | 600 | |
| | \bar{X} | 2.53 | 512.5 | 3.25 | 787.5 | |
| RE | 1 | 2.72 | 555 | 3.04 | 750 | 14.1 |
| | 2 | 2.92 | 605 | 3.55 | 950 | |
| | 3 | 3.07 | 535 | 3.42 | 835 | |
| | 4 | 2.13 | 515 | 3.32 | 865 | |
| | \bar{X} | 2.71 | 552.5 | 3.33 | 850 | |

6. 稀土能提高小麦对氮磷化肥的利用率

在盆栽条件下布置了小麦施用氮磷化肥试验(包括空白),施肥量为 2.47 克 氮素/盆(尿素)、2.21 克 P₂O₅/盆(三料过石) 分成两

表 14 赖氨酸占籽粒%

| 重复 | 处理 | OK(水浸) | 浸 种 | 拌 种 | 喷 施 |
|-----|----|--------|------|------|------|
| I | | 0.57 | 0.73 | 0.66 | 0.76 |
| II | | 0.58 | 0.75 | 0.69 | 0.75 |
| III | | 0.64 | 0.69 | 0.69 | 0.75 |
| IV | | 0.58 | 0.75 | 0.75 | 0.81 |

t 处理 = 22.60*** F0.01 = 6.99

| 处理 | 哈尔滨黑土 | | 花园黑土 | |
|-----|-------|------|------|------|
| | CK | RE | CK | RE |
| I | 0.69 | 0.73 | 0.64 | 0.64 |
| II | 0.64 | 0.82 | 0.64 | 0.77 |
| III | 0.70 | 0.65 | 0.57 | 0.78 |
| IV | 0.58 | 0.77 | 0.61 | 0.79 |

t 处理 = 8.33*** t 处理 = 6.37***

组。处理组于四叶期喷施稀土,对照喷水,收获后以差减法测定两组小麦的氮磷利用率。结果表明,处理的氮肥利用率平均为 26.3%,对照平均为 20.2%,处理组磷肥利用率平均

为12.3%，对照组为10.9%。说明稀土有促进氮磷肥料吸收并提高其利用率的作用。

7. 稀土对小麦品质的影响

用吡啶比色法分析了小麦子实的赖氨酸含量，分析结果表明，小麦施用稀土有提高子实赖氨酸含量的趋势如表14。

四、结论

稀土元素通过改善小麦地上、地下器官的一些性状和功能而使产量提高，在适宜条件下应用稀土作为一项增产措施是有科学根据的。

草甸黑土直播稻田氮磷钾肥适宜比例及肥效的研究

刘 英 杰

(汤原县农业科学研究所)

近年来，由于稻田长期单一施用氮肥，使土壤中速效磷钾养分的含量受到掠夺性消耗，造成氮磷钾三要素比例日趋失调，不适应水稻高产栽培的需要。因此，根据土壤供肥状况，增施磷钾肥，氮磷钾合理配施，已成为当前水稻生产的当务之急。

为此，我们于1981—1983年，重点研究了草甸黑土直播稻田氮磷钾肥施用效果，不同配合比例对水稻生长发育的影响及增产效益。现将其试验结果整理如下：

一、材料与方 法

供试肥料：氮肥为尿素，磷肥为三料过石，钾肥为硫酸钾；供试品种：合江19号；供试土壤为草甸黑土（老稻田）。其土壤性质：全氮0.228%、全磷0.103%、全钾1.55%、碱解氮263PPM、速效磷20PPM、速效钾80PPM，有机质4.34%，pH6.6。

试验共设11个处理，以亩施12斤氮素确定配比（如表1）。

试验方法：采取随机区组法，四次重复，小区面积33平方米，水直播，规格9+6寸。

表1 氮磷钾配合比例

单位：斤/亩

| 处 理 | 配 合 比 例 | | | 尿 素 | 三 料 过 石 | 硫 酸 钾 |
|--|---------|-------------------------------|------------------|-----|------------|-------|
| | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O | | | |
| 无 肥 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| N ₁ | 1 | 0 | 0 | 26 | 0 | 0 |
| P ₁ | 0 | 1 | 0 | 0 | 26 | 0 |
| K ₁ | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 24 |
| N ₁ P _{0.25} | 1 | 0.25 | 0 | 26 | 6.5 | 0 |
| N ₁ P _{0.5} | 1 | 0.5 | 0 | 26 | 13 | 0 |
| N ₁ P ₁ | 1 | 1 | 0 | 26 | 26 | 0 |
| N ₁ K _{0.5} | 1 | 0 | 0.5 | 26 | 0 | 12 |
| N ₁ K ₁ | 1 | 0 | 1 | 26 | 0 | 24 |
| N ₁ P _{0.5} K _{0.5} | 1 | 0.5 | 0.5 | 26 | 13 | 12 |
| N ₁ P ₁ K ₁ | 1 | 1 | 1 | 26 | 26 | 24 |

磷钾肥做基肥于播前施入10厘米耕层，氮肥40%做基肥（与磷钾肥同施），30%苗肥，30%穗肥（二次枝梗分化期追施）分三次施入。

二、结果与分析

以寒地直播水稻的需肥特点和土壤供肥