

平衡施肥对水稻产量及品质的影响



李玉影¹ 刘双全¹ 刘颖¹ 刘凤阁² 姜文斋²
 颜景武² 任文娟² 王立勇² 赵宏敏² 李卫孝³

1 黑龙江省农科院土肥所, 哈尔滨, 150086

2 黑龙江省庆安县农业技术推广中心, 庆安, 152400

3 沈阳军区直属农场局通北一场, 北安, 164000

摘要: 庆安县是黑龙江省水稻主产区, 是全国绿色食品生产先进县, 主要土壤为黑土和草甸土, 分别占耕地面积的60%和23%。2006年试验结果表明, 平衡施肥对庆安县草甸黑土水稻产量有显著的增产效果。钾肥、磷肥和锌肥对水稻产量的影响效果突出。不施钾肥、磷肥和锌肥分别减产15%、12.1%和9.5%, 不施氮肥和硼肥分别减产6.9%和5.0%, 不施肥水稻减产65%。

关键词: 草甸黑土, 水稻, 平衡施肥, 产量

庆安县地处黑龙江省中部松嫩平原腹地, 是黑龙江省水稻主产区, 现有耕地面积230万亩, 其中水稻110万亩, 是我国绿色食品生产基地, 开展水稻平衡施肥具有代表性和示范作用。庆安县农民施肥中存在重氮肥, 轻磷、钾肥及其它中微量元素的现象, 导致水稻产量不高, 品质下降。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。根据最小养分率原理, 开展平衡施肥具有重要的现实意义。

1. 材料与方方法

试验设在庆安县平安镇徐连福村科技示范户王中华家生产田。土壤为草甸黑土, pH5.3, 有机质含量5.7%, 速效N 7.5毫克/升, 速效P 11.4毫克/升, 速效K 56.7毫克/升, 有效S 30.6毫克/升, 有效B 0.45毫克/升, 有效Zn 2.2毫克/升, 实验室编号为ATC|G|4, 上茬作物为水稻。

试验设最佳处理(OPT), 在OPT基础上设OPT-N、OPT-P、OPT-K、OPT-B、OPT-Zn、CK0(不施肥)处理。小区面积21平方米, 3次重复, 随机区组排列。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。供试水稻品种为龙粳12号, 插秧密度为9×4厘米, 单排单灌, 以免影响肥料效果。试验处理见表1。

表1 水稻平衡施肥养分用量 (公斤/亩)

| 处理 | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O | 硼酸 | 硫酸锌 |
|---------|------|-------------------------------|------------------|-----|-----|
| 1. OPT | 10.0 | 4.0 | 5.0 | 0.8 | 1.3 |
| 2. O-N | 0.0 | 4.0 | 5.0 | 0.8 | 1.3 |
| 3. O-P | 10.0 | 0.0 | 5.0 | 0.8 | 1.3 |
| 4. O-K | 10.0 | 4.0 | 0.0 | 0.8 | 1.3 |
| 5. O-B | 10.0 | 4.0 | 5.0 | 0.0 | 1.3 |
| 6. O-Zn | 10.0 | 4.0 | 5.0 | 0.8 | 0.0 |
| 7. CK0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |

注: * 硫酸锌含Zn35%, 硼酸含B17%

2. 结果与分析

2.1 土壤养分丰缺状况研究

土壤样品取自庆安县平安镇徐连福村,土壤测定结果表明(表2): pH值平均5.7,有机质平均5.1%,速效氮平均含量13.8毫克/升,速效磷14.1毫克/升,速效钾65.6毫克/升,有效硫44.8毫克/升,有效锌1.8毫克/升,有效硼0.4毫克/升,有效铁249.2毫克/升,有效锰94.1毫克/升。按照ASI评价方法,该村土壤100%缺氮,73.8%缺磷,88.1%缺钾,4.8%缺硫,74.1%缺锌,76.2%缺硼,铁和锰都远远高于临界值。庆安县水田土壤总的趋势是缺氮、磷、钾、锌、硼,铁和锰含量高,应注意土壤通透性,以免水稻铁锰中毒。

表2 庆安县草甸黑土土壤养分分析 (n=84)

| 项目 | pH | 有机质 (%) | K | N | P | S | B | Fe | Mn | Zn |
|---------|-----|------------|-------|------|------|-------|------|-------|-------|------|
| | | | 毫克/升 | | | | | | | |
| 最大值 | 6.7 | 7.2 | 223.2 | 31.3 | 44.4 | 203.7 | 1.2 | 552.1 | 200.1 | 3.4 |
| 最小值 | 4.6 | 1.3 | 31.7 | 3.3 | 6.3 | 1.0 | 0.1 | 43.3 | 26.4 | 0.9 |
| 平均值 | 5.7 | 5.1 | 65.6 | 13.8 | 14.1 | 44.8 | 0.4 | 249.2 | 94.1 | 1.8 |
| 标准差(S) | 0.5 | 1.1 | 32.1 | 6.9 | 6.9 | 38.4 | 0.2 | 119.7 | 39.6 | 0.6 |
| 变异系数(%) | 8.1 | 22.2 | 48.9 | 50.1 | 48.8 | 85.8 | 60.3 | 48.0 | 42.1 | 31.5 |
| 临界值 | | | 80.0 | 50.0 | 16.0 | 12.0 | 0.5 | 12.0 | 5.0 | 2.0 |
| 评价 | | | 较低 | 低 | 较低 | 高 | 较低 | 高 | 高 | 较低 |

2.2 平衡施肥对水稻生长发育的影响

试验结果表明(表3),平衡施肥对庆安县草甸黑土水稻生长发育有明显的促进作用。最佳处理(OPT)与其它减素处理比较,各项指标均有显著提高,但主要是对分蘖数、穗粒数、结实率和千粒重效果显著,从而对产量提高打下良好基础。不施肥对水稻生长发育有显著负效应,各项指标均低于正常施肥处理。

表3 平衡施肥对水稻产量构成因子的影响

| 处理 | 有效穗数 (个/穴) | 株高 (厘米) | 穗长 (厘米) | 穗粒数 (个) | 空瘪率 (%) | 千粒重 (克) |
|-----------|---------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| 1. OPT | 29.2 | 76.9 | 14.9 | 48.3 | 3.7 | 30.4 |
| 2. OPT-N | 26.2 | 57.7 | 13.4 | 41.0 | 3.3 | 29.3 |
| 3. OPT-P | 24.6 | 65.2 | 14.3 | 47.5 | 4.5 | 29.1 |
| 4. OPT-K | 22.3 | 71.3 | 15.2 | 50.9 | 5.2 | 28.0 |
| 5. OPT-B | 17.7 | 71.6 | 15.3 | 50.5 | 5.0 | 28.2 |
| 6. OPT-Zn | 23.8 | 72.3 | 14.9 | 43.7 | 4.7 | 27.2 |
| 7. CK0 | 17.4 | 60.5 | 12.3 | 42.8 | 3.9 | 27.6 |

2.3 平衡施肥对水稻产量的影响

试验结果表明(表4),平衡施肥对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 6.9%，不施磷肥减产 12.1%，不施钾肥减产 15.0%，不施硼肥减产 5.0%，不施锌肥减产 9.5%，不施肥减产 65%。减素处理水稻产量均低于 OPT，说明最佳处理设计合理。试验效果基本反映了庆安县土壤养分状况和平衡施肥效果，与 OPT 相比不施钾肥水稻减产 15%，较不施氮肥和磷肥减产严重，说明土壤钾素含量较低，农民对钾肥认识不足，施用量不够。不施磷肥减产 12.1%，说明该土壤磷素供应不足。不施锌肥和硼肥分别减产 9.5% 和 5%，对产量构成一定威胁，成为土壤养分潜在限制因子，应该引起足够重视。不施肥水稻减产 65%，严重影响水稻产量，说明土壤养分供给能力较差，施肥是获得高产的重要措施，应该管理好养分资源。

表 4 平衡施肥对水稻产量的影响

| 处理 | 产量 (公斤/亩) | 减产 (公斤/亩) | 减产率 (%) |
|-----------|--------------|--------------|------------|
| 1. OPT | 385.5 | | — |
| 2. OPT-N | 358.9 | -26.7 | -6.9 |
| 3. OPT-P | 338.7 | -46.8 | -12.1 |
| 4. OPT-K | 327.8 | -57.7 | -15.0 |
| 5. OPT-B | 366.7 | -18.9 | -5.0 |
| 6. OPT-Zn | 348.9 | -36.7 | -9.5 |
| 7. CK0 | 250.7 | -134.9 | -65.0 |

2.4 经济效益分析

最佳处理 (OPT) 虽然增加了施肥成本，但增产效果显著，加上水稻价格高，经济效益显著。与 OPT 相比，不施肥经济效益最差，其次是不施钾肥，再次是不施磷肥和锌肥。因此，应该大力推广平衡施肥，达到增产增收的目的。

表 5 平衡施肥经济效益分析

| 处理 | 产量 (公斤/亩) | 减产 (公斤/亩) | 施肥成本 (元/亩) | 经济效益 (元/亩) |
|-----------|--------------|--------------|---------------|---------------|
| 1. OPT | 385.5 | 0.0 | 92.6 | 0.0 |
| 2. OPT-N | 358.9 | -26.7 | 60.5 | -21.3 |
| 3. OPT-P | 338.7 | -46.8 | 72.7 | -73.7 |
| 4. OPT-K | 327.8 | -57.7 | 77.6 | -100.5 |
| 5. OPT-B | 366.7 | -18.9 | 78.4 | -23.5 |
| 6. OPT-Zn | 348.9 | -36.7 | 81.2 | -61.9 |
| 7. CK0 | 250.7 | -134.9 | 0.0 | -177.1 |

注：* 尿素含 N46%，1750 元/吨；二铵含 P_2O_5 46%，含 N18%，2300 元/吨；氯化钾含 K_2O 60%，1800 元/吨；硫酸锌含 Zn20%，3000 元/吨；硼酸含硼 17%，3200 元/吨；水稻价格 2.0 元/公斤。

3. 小结

平衡施肥对庆安县草甸黑土水稻产量有显著的增产效果。钾肥、磷肥和锌肥对水稻产量的影响效果突出。不施钾肥、磷肥和锌肥分别减产 15%、12.1% 和 9.5%，不施氮肥和硼肥分别减产 6.9% 和 5.0%，不施肥水稻减产 65%。庆安县草甸黑土土壤肥力虽然较高，但土壤粘重、冷凉，有效养分释放慢，土壤供肥能力较低，肥料对产量贡献很大，应该管理好肥料资源。

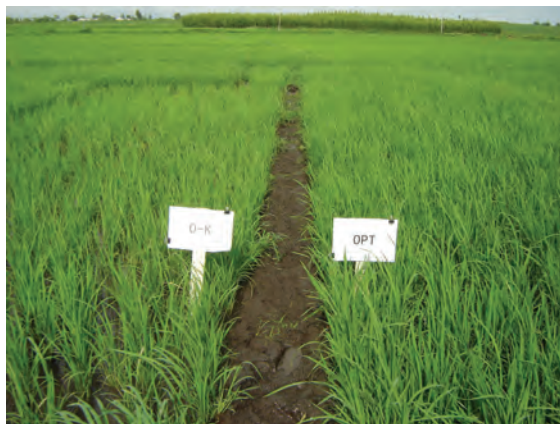
在该地区由于多年种植水稻，氮肥的投入量较高，因此不施氮肥减产幅度较小。不施钾肥对水稻产量影响很大，由于水稻需钾量较高，而农民对钾肥的重要性认识得较晚，忽视了对钾肥的投入，因此在高产优质水稻栽培上，钾肥表现出显著的增产效果。虽然水稻对磷的需求量小，但在缺磷的土壤上仍然要重视磷肥的施用，以稳、少为原则。微量元素硼和锌对该地区水稻生产非常重要，不施该肥料减产严重，微量元素起到了“一两拨千斤”的作用。



李玉影研究员



庆安县水稻平衡施肥试验现场



庆安县水稻平衡施肥效果