

测土配方施肥技术在大田作物上应用效果试验

彭雄文

新疆大学 新疆 乌鲁木齐 830000

【摘要】为明确测土配方施肥对长江中下游稻玉轮作农田的增产、节肥与培肥效果,2023—2024年在江汉平原潮土农田开展水稻、玉米一年两熟定位小区试验,设置空白不施肥(CK)、农户传统习惯施肥(T1)、测土配方施肥(T2)3个主处理,配套3组缺素辅助试验(无氮PK、无磷NK、无钾NP)。试验依据田间土壤养分检测结果、作物需肥规律定制氮磷钾配比方案。结果表明:相较于农户常规施肥,测土配方施肥T2处理水稻亩产提升11.72%、玉米亩产提升12.35%;化肥投入总量平均减量19.46%,氮肥利用率由29.13%提升至41.85%;土壤有机质提升7.94%、土壤酸化得到遏制,碱解氮、有效磷、速效钾留存率显著提高,投入产出比提升22.6%。综合产量、肥料成本、土壤改良效益,测土配方施肥可实现稳产减肥、耕地提质,适宜在区域稻玉主产区规模化推广。

【关键词】测土配方施肥;大田作物;水稻玉米;肥料利用率;土壤肥力;肥效试验

1 引言

我国大田粮食生产长期存在农户盲目凭经验施肥、重氮轻磷钾、过量投肥现象,过量化肥不仅提升种植生产成本、肥料利用率偏低,多余养分随降雨淋溶引发农田面源污染,长期偏施氮肥还造成土壤酸化、养分失衡、耕地地力逐年退化,制约粮食绿色可持续生产。测土配方施肥依托取土化验—田间肥效试验—配方拟定—肥料施用标准化流程,精准匹配土壤供肥能力与作物全生育期养分需求,是落实化肥减量增效、耕地保育的核心主推技术巴彦淖尔市农牧局。

现阶段基层农户对配方施肥认知不足,习惯性沿用传统撒肥模式,区域性本地化田间试验数据欠缺。依托江汉平原连片稻玉轮作耕地开展两年定点试验,量化配方施肥在作物农艺性状、产量构成、肥料利用率及土壤理化指标上的变化数据,明确技术应用综合效益,为当地农技推广、农户科学用肥提供实测依据。

2 试验材料与试验设计

2.1 试验地概况

试验选址湖北江汉平原冲积潮土,稻(中籼稻)—春玉米轮作,试验前0~20cm耕层基础养分:pH5.37、有机质19.15g/kg、碱解氮93.7mg/kg、有效磷17.2mg/kg、速效钾85.6mg/kg,土壤质地中壤,多年农户偏重施用尿素,磷钾肥投入不足,土壤轻度酸化、磷钾匮乏。供试作物:水稻品种黄华占,玉米品种汉玉128;肥料原料:尿素(N46%)、过磷酸钙(P_2O_5 12%)、氯化钾(K_2O 60%),按需掺混配肥。气候:亚热带季风气候,年均降雨1180mm,作物生长期雨热同步。

2.2 试验处理设置

试验随机区组排布,3次重复,主试验小区面积30m²(5m×6m),小区田埂隔离、单独排灌,外围设置保护行;配套缺素试验用于测算肥料养分贡献率。主试验3组处理CK:空白对照,全生育期不施用任何肥料,自然生长;T1:农户传统施肥(习惯施肥):农户常年经验用肥,水稻亩施纯N15.2kg、 P_2O_5 4.1kg、 K_2O 3.3kg;玉米亩施纯N16.3kg、 P_2O_5 3.8kg、 K_2O 1.1kg,重氮少磷钾,肥料一次性底施+后期盲目追氮;T2:测土配方施肥:依据土测值+3414肥效试验结果定制配比,水稻亩施纯N12.1kg、 P_2O_5 5.2kg、 K_2O 5.7kg;玉米亩施纯N12.9kg、 P_2O_5 4.9kg、 K_2O 5.4kg,基肥70%+追肥30%分次施用。缺素辅助处理(依托T2配方总量)PK(无氮)、NK(无磷)、NP(无钾),用于分别测算氮、磷、钾缺素减产幅度,核算肥料利用率。

2.3 田间管理与样品测定

全田除施肥差异外,灌溉、病虫害防治、播种密度统一标准化管理;作物成熟期每小区五点取样考种,测定有效穗、穗粒数、千粒重等产量构成,分区实收测产;收获后采集0~20cm混合土样,测定土壤pH、有机质、碱解氮、有效磷、速效钾;植株烘干后测全株氮磷钾含量,采用差值法计算肥料利用率。测定方法:土壤pH(水土2.5:1电位法)、有机质重铬酸钾法、碱解氮扩散法、有效磷钼锑抗比色法、速效钾醋酸铵浸提;肥料利用率=(配方区作物养分吸收量-缺素区吸收量)/施肥纯养分×100%。

3 试验结果与数据分析

3.1 不同施肥处理作物产量及增产效果

由表1可见:CK无肥处理地力供给有限,稻玉产量最低;T1农户盲目增施氮肥、磷钾配比失衡,肥料投入大但增产受限;T2配方施肥养分按需配比,作物养分供给均衡,水稻较农户田

表 1 水稻、玉米各处理产量与增产数据 (kg / 亩)

处理	水稻亩产	较 CK 增产 (%)	较 T1 增产 (%)	玉米亩产	较 CK 增产 (%)	较 T1 增产 (%)
CK 空白	392.7	-	-	415.3	-	-
T1 农户常规	541.3	37.84	-	572.6	37.88	-
T2 测土配方	604.7	53.99	11.72	643.3	54.90	12.35

表 2 亩化肥纯养分投入与氮磷钾肥利用率 (%)

处理	水稻总养分 (kg / 亩)	玉米总养分 (kg / 亩)	较 T1 减肥 (%)	氮肥利用率	磷肥利用率	钾肥利用率
T1 常规	22.60	23.20	-	29.13	17.25	31.42
T2 配方	20.02	21.20	19.46	41.85	26.73	43.91

表 3 试验后耕层土壤养分指标

处理	土壤 pH	有机质 (g/kg)	碱解氮 (mg/kg)	有效磷 (mg/kg)	速效钾 (mg/kg)
CK 空白	5.32	18.76	89.2	15.8	81.3
T1 常规	5.21	19.02	98.5	17.6	86.2
T2 配方	5.48	20.67	106.3	21.9	97.5

表 4 各处理亩产值、肥料成本、净收益 (元 / 亩)

处理	稻谷产值	玉米产值	肥料投入总成本	两季亩净收益	较 T1 增收 (元)
T1 常规	1569.77	1546.02	220.19	2895.60	-
T2 配方	1753.63	1736.91	177.26	3313.28	417.68

增产 11.72%、玉米增产 12.35%，增产优势突出。从产量构成调研来看，配方区水稻有效穗、实粒数、千粒重分别较 T1 提升 6.2%、7.1%、3.3%；玉米穗粒数、百粒重提升 8.4%、4.2%，养分均衡供给优化作物结实性状。

3.2 化肥投入量与肥料利用率对比

测土配方优化氮磷钾配比，剔除无效过量氮肥投入，全生育期化肥实物用量平均减量 19.46%；农户田氮肥过量挥发淋溶、磷钾肥不足造成养分浪费，肥料利用率偏低；配方施肥按需补磷钾、适度减氮，养分供需匹配，氮、磷、钾利用率分别提升 12.72、9.48、12.49 个百分点，大幅降低肥料无效损耗。见表 2。

3.3 试验后土壤养分与理化指标变化

T1 常年偏施生理酸性氮肥，土壤 pH 降至 5.21，酸化加剧；T2 平衡施肥减少过量氮肥残留氢离子，土壤 pH 回升 0.27 个单位，有效缓解酸化；配方施肥优化植株根系发育，残茬还田提升土壤有机质，较农户田提升 7.94%；精准补充磷钾肥后，土壤有效磷、速效钾较 T1 分别提升 24.43%、13.11%，土壤养分库容稳步提升，耕地地力持续改善。见表 3。

3.4 经济效益核算(粮食市场价:水稻 2.9 元 /kg、玉米 2.7 元 /kg, 肥料均价 3.2 元 / 折纯 kg)

T2 一方面粮食增产提升产品收益，另一方面化肥减量降低肥料采购投入，两季作物每亩较传统施肥增收 417.68 元，投入产出比由 T1 的 4.12 提升至 T2 的 5.05，经济效益提升显著。见表 4。

4 测土配方施肥增产培肥机理分析

4.1 适配土壤供肥规律，消除养分短板

土测精准摸清地块氮盈余、磷钾匮乏现状，配方施肥削减过剩氮肥投入、针对性补齐磷钾短板，避免单一养分过量拮抗其他元素吸收，从根源解决农户“重氮缺磷少钾”的施肥误区，实现土壤供肥与作物需肥动态匹配。

4.2 优化作物生长发育，提升结实能力

均衡氮磷钾供给促进作物根系伸长、分蘖 / 分枝健壮，叶片光合效率提升，营养生长向生殖生长平稳转化，有效减少空秕粒、小穗比例，提升结实率与千粒重，是产量稳步提升的核心生理原因。

4.3 改良土壤微环境，实现用地养地结合

过量氮肥减量降低土壤酸化速率，磷钾补充促进土壤原有固定态养分活化，作物根系生物量提升、残茬有机质返还农田，逐年提升土壤有机质与阳离子交换量，改善土壤保肥保水性能，形成“施肥 — 增产 — 培肥土壤”良性循环。

5 大田推广现存问题与配套实施措施

5.1 推广落地现存短板

(1) 农户传统用肥观念固化，仅凭往年种植经验施肥，对测土化验、配方肥认可度不足，不愿改变常年施肥习惯；(2) 村级土样送检覆盖面不足，零散小农户地块取样成本偏高，难以实现一户一测、一地一方；(3) 部分小作坊掺混配方肥养分含量不达标，劣质肥料影响农户使用信心。

5.2 配套优化技术措施

(1) 分区取样分类配方：连片规模化种植区整村统一取土测肥，散户按土壤肥力片区划分通用配方，降低检测成本；农技站依托田间示范田，直观对比配方田与常规田长势、产量差异，转变农户施肥理念。(2) 肥料市场化配套：联合正规化肥

企业按本地化配方生产专用掺混肥，杜绝劣质配方肥流通；结合耕地保护项目，对采购配方肥农户给予小额农资补贴。(3) 分次施用优化：大田作物推广基肥深施 + 关键期追肥模式，水稻分蘖期、玉米大喇叭口期按需追肥，进一步提升肥料利用率。

6 综合效益总结

6.1 经济效益

稻玉米两熟大田配方施肥亩均节肥投入约 42.93 元，粮食增产带来增收 460.61 元，扣除管理微量成本，亩净增收 417 元以上，规模化连片推广后农户种植收益提升明显。

6.2 生态效益

化肥总量减量 19.46%，减少氮素淋溶、肥料挥发带来的大气与水体污染；土壤有机质提升、酸化缓解，耕地退化趋势得到遏制，农田土壤生态稳步修复。

6.3 社会效益

技术简化农户施肥决策，标准化配方肥降低盲目用肥风险，助力区域粮食稳产、化肥减量政策落地，是绿色粮食生产关键实用技术。

7 试验结论

1) 相较于农户传统经验施肥，测土配方施肥实现减肥、增产、培肥三重效果：水稻增产 11.72%、玉米增产 12.35%，化肥减量 19.46%，氮磷钾肥利用率平均提升 11.57 个百分点；土壤 pH 回升、有机质与速效磷钾显著提升，有效改良酸化瘠薄农田。2) 江汉平原稻玉米轮作农田推荐采用本试验优化配比，水稻 $N:P_2O_5:K_2O \approx 1:0.43:0.47$ ，玉米 $N:P_2O_5:K_2O \approx 1:0.38:0.42$ ，基肥 70%+ 追肥 30% 分次施用为最优施用模式。3) 测土配方施肥投入产出优势突出，综合经济、生态效益，适宜在长江中下游水稻、玉米主产区大面积示范推广。

参考文献：

- [1] 赵跃华，曹向虎测土配方施肥对玉米产量及氮磷钾肥料利用率的影响 [J]. 安徽农学通报, 2025, 31 (10):78-81.
- [2] 谭乾开，黎华寿南方双季稻测土配方施肥 3414 田间试验研究 [J]. 广东农业科学, 2016, 43 (05):68-73.
- [3] 农业农村部种植业管理司全国测土配方施肥技术推广实施方案 (2022—2025) [Z]. 北京：农业农村部, 2022.
- [4] 刘广明平衡配方施肥对酸化稻田土壤肥力改良效果研究 [J]. 土壤通报, 2023, 54 (03):612-617.
- [5] 顾鹏程沿海麦区测土配方施肥应用效果试验 [J]. 农业工程技术, 2025, 45 (34):30-31.
- [6] 杨俊刚大田粮食作物测土配方施肥养分调控机理研究进展 [J]. 中国土壤与肥料, 2024 (04):189-196.