

案例一 “肥”尽其用，方“材”施教

——肥料的合理施用实例

贺字典 高玉峰

【案例说明】

植物生长与产量获得离不开肥料的科学供应，本案例 学生系统掌握大量元素、中微量元素、微生物菌肥及常见新型肥料的生理功能、作用机理及其在作物-土壤系统中的互作关系。引导学生树立“精准施肥、绿色发展”的现代农业理念，深刻理解肥料资源高效利用对保障国家粮食安全与生态环境保护的双重重要意义，培养其科学精神和解决实际问题的责任感。本案例适用于资源利用与植物保护领域硕士学位研究生。

【教学重点】

大量元素、中微量元素、微生物肥料与新型肥料在植物生命活动和土壤健康中的协同与拮抗作用，如何做到精准配方施肥。

【教学难点】

培养学生从田间现象（缺素症、肥害等）出发，逆向推导至生理缺乏/毒害原因，并最终链接到正确的肥料选择和施用策略。

【教学准备】

（1）授课案例于开课一周发给学生，提示学生课前阅读相关材料；分成 4 组，玉米、小麦上肥料的作用与用量为主题查资料，作出 PPT，上课汇报。

（2）课时分配（时间安排）：按照 2 节课 100 分钟的时间安排课程进程。课堂内容讲解 40-50 分钟；各小组案例讨论及答疑共 30~40 分钟，总结 10~20 分钟。

【教学过程】

背景介绍——案例引入——问题设置——分组讨论——课堂讨论总结——课后作业 布置——考核——教学效果评价

【案例背景】

1、场景：中国东部某农业大省的“丰禾家庭农场”。农场主赵丰收是当地种粮大户，承包了 500 亩土地，主要种植冬小麦-夏玉米轮作体系。他信奉“庄稼一枝花，全靠肥当家”，多年来舍得投入，一直是高氮、高磷、高钾复合肥的“大用户”。常年使用 15-15-15 通用型复合肥，亩用量总能达到甚至超过推荐量。

2、问题的浮现（近 2-3 年）

赵场主逐渐发现，即便维持甚至增加同样的肥料投入，作物出现了令人困惑的现象：

（1）产量瓶颈与品质下降：小麦和玉米的产量不再增长，甚至略有下滑。小麦籽粒蛋白质含量不稳定，玉米籽粒饱满度下降。

（2）诡异的“黄叶病”：在新叶上，特别是玉米生长中期，普遍出现叶片叶脉间失绿发黄的现象，但老叶颜色相对正常。他以为是缺氮，增施了尿素，结果黄化未见明显好转，反而后期贪青晚熟。

（3）土坷垃变多了：他发现土壤板结现象加剧，雨后地面严重结壳，耕作起来比以前费力得多。

（4）“肥料好像不管用了”：这是他最直观的感受，“以前的量，再也追不出以前的效果了”。

3、求助与初步诊断

赵场主求助了当地的农技推广员。技术员小张进行了初步调查和土壤取样检测。部分关键的土壤化验数据表明土壤中微量元素缺乏，特别是锌和硼，可能是导致叶片黄化和结实性差的主要原因。同时，磷元素严重过量（表 1）。

表 1 土壤养分含量

| 检测指标 | 测定值 | 本区域土壤丰缺临界值 | 评价 |
|-------------|------|-------------|------|
| pH 值 | 8.2 | 6.5-7.5 | 偏碱 |
| 有机质 (g/kg) | 12.5 | >15 为丰富 | 中等偏低 |
| 碱解氮 (mg/kg) | 110 | 90-120 为中等 | 中等 |
| 有效磷 (mg/kg) | 45 | 20-30 为丰富 | 极丰富 |
| 速效钾 (mg/kg) | 180 | 120-150 为丰富 | 丰富 |
| 有效铁 (mg/kg) | 3.5 | 4.5-5.0 临界值 | 缺乏 |
| 有效锌 (mg/kg) | 0.6 | 1.0 临界值 | 严重缺乏 |
| 有效硼 (mg/kg) | 0.3 | 0.5 临界值 | 严重缺乏 |

4、新的尝试与新的困惑

根据建议，赵场主在今年玉米季尝试做出了改变：降低了复合肥用量：将复合肥亩用量从 50 公斤减少到 35 公斤。增施了微肥：购买了硫酸锌和硼砂，自行掺混后作为种肥与复合肥一同施入。但结果不尽如人意：苗期出现了烧苗现象，出苗不齐。后期黄叶现象有所缓解但未根本解决，产量依旧不理想。赵场主非常沮丧且困惑。“按说的做了，为啥还不行？这地到底该怎么喂？”

5、走向科学施肥：你们的任务

面对赵场主的困惑和农场复杂的问题，作为资源利用与植物保护领域的研究生专家团队，请你们深入研究此案例，为“丰禾家庭农场”制定一份科学、经济、可持续的肥料优化方案。

【问题】

- 1、微量元素包括哪些元素？各自的作用是什么？
- 2、大量元素与中微量元素如何协同使用？

【分组汇报方案】

3~4 人一组进行汇报。一组汇报时，其他组找到其中的问题进行问询。

- 1、教师引导台下学生对各组方案进行提问和质疑。例如：“你们推荐使用菌肥，考虑过本地碱性土壤的存活问题吗？”“使用缓控释肥的成本增加了多少？经济效益如何评估？”“你们的叶面肥喷施方案具体在哪个生育期？为什么？”
- 2、教师适时介入，将讨论引向深入，并确保讨论的专业性和友好性。
- 3、引出新型肥料如缓释肥料、功能肥料。

【课堂讨论总结】

教师要掌握每一组汇报时防控策略的关键点是否到位，鼓励引导所有学生参与质询，指出方案中未到位的地方。汇报质询结束后，教师针对每组的方案予以点评。

- 1、改土奠基：首要任务是降低土壤 pH（推荐施用硫磺、磷石膏等生理酸性物质）和大幅提高有机质（推荐每亩施用 2-3 吨腐熟农家肥或商品有机肥）。这是解决所有问题的根基。
- 2、调控大量元素：坚决大幅减少甚至暂停磷肥投入，直至土壤有效磷降至合理范围。氮肥实行测墒追肥，钾肥酌情补充。
- 3、优化微量元素补给：避免与磷肥混施。采用基施（与有机肥混沤后）与生育期叶面喷施（如糖醇锌、螯合铁）相结合的方式，提高有效性。
- 4、引入生物动力：推荐选用耐碱解磷、解钾功能菌株的菌剂，与有机肥配合使用（“菌肥一体

化”)，改善根际环境。

5、考虑新型肥料：可在玉米追肥期试用含中微量元素的缓控释尿素，提高氮肥利用率，简化农事操作。

【问题】

1、缺素症状一定意味着土壤中该元素绝对总量不足吗？结合本案例，分析还有哪些因素会导致作物表现出缺素症。

2、针对碱性土壤，为了提高铁肥的有效性，有哪些不同的铁肥品种和施用策略可以选择？请比较它们的优缺点。

【课后作业】

查阅文献，参照本案例形成农林植物、蔬菜应用肥料比例不当的治理方案。

【考核方式】

以组为单位，由小组中的一位成员通过 PPT 方式阐述，小组全体成员参加方案的答疑，每小组时间控制在 10 分钟以内，讨论修改后以组为单位提交形成农林植物、蔬菜应用肥料比例不当的治理方案。

【效果评价】

采用调查问卷，统计学生对本案例教学的学习效果与建议。

【参考文献】

- [1] K.Saha B ,T.Rose M ,N.L.Wong V ,et al.缓释褐煤-尿素肥料减少土壤气态氮损失提高银甜菜产量及氮吸收量[J].植酸,2025(4):66-76.
 - [2] 许高杰.秸秆沼渣水热法制备生物炭及其肥料缓释性能研究[D].郑州:河南农业大学,2025.
 - [3] 蒋明宇,王东升.功能性低分子量有机酸缓释肥料对风沙土植物生长发育的影响[J/OL].安徽农业科学,1-5[2025-09-14].<https://link.cnki.net/urlid/34.1076.S.20250529.1617.006>.
 - [4] 吴垠宽.缓释肥料在花生种植中的施用效果[J].河北农业,2025(3):88-89.
 - [5] 邱昊.生物炭基苏云金芽孢杆菌与肥料复合剂型的研制及缓释研究[D].武汉:华中农业大学,2024.
 - [6] 田中一久,王晓芳,武冲,等.日本草莓栽培常用缓释肥料及高架栽培技术[J].落叶果树,2024,56(3):54-57.
 - [7] 王其选,孙茂旭,孙玲丽.功能性缓释掺混肥料对玉米产量及土壤氮含量的影响[J].肥料与健康,2024,51(2) 58-61.
 - [8] 连晓敏.缓释中微量元素肥料中不同种类养分释放性能研究[J].化肥设计,2024,62(2):21-23,49.
 - [9] 许朝荣,万群,王亚,等.微量元素肥料对水稻嘧啶酰胺吸收及纹枯病防治效果的影响[J].江苏农业学报,2025,41(5):883-892.
 - [10] 宋东升,白银凤,刘华峰,等. 微量元素水溶肥料对小麦肥效的试验研究[J].数字农业与智能农机,2024,(9): 75-78.
 - [11] 于洋.叶面喷施氯化胆碱和糖醇硼对早熟柑橘‘兴津’品质的影响[D].昆明:云南农业大学,2024.
-