

案例九 玉米大豆带状复合种植模式下的农化产品的高效利用

贺字典 杨敏 高玉峰

【案例背景】

1、国家战略需求

2000 年以来：发展玉米，进口大豆。贸易摩擦后：压减玉米，扩大大豆，2019 年：稳定玉米、振兴大豆。2021 年：增加玉米，稳定大豆；2022 年：稳定玉米，扩种大豆。大豆常年进口近亿吨，占进口粮食总量的 75%，实现玉米大豆自给，单作生产方式需要近 15 亿亩耕地。为破解我国大豆对外依存度高、耕地资源有限的瓶颈，中央一号文件多次明确提出“大力实施大豆和油料产能提升工程”、“推广大豆玉米带状复合种植”（表 1）。该模式已成为保障国家粮食和油料安全的战略性技术。

表 1 中央 1 号文件

文号（时间）	文件名称	相关内容
中共中央 国务院	《关于抓好“三农”领域重点工作	加大对玉米、大豆间作新农艺推广的支持力度
中共中央 国务院	《关于做好 2022 年全面推进乡	在黄淮海、西北、西南地区推广玉米大豆带状复合种
中共中央 国务院	《关于做好 2023 年全面推进乡	扎实推进大豆玉米带状复合种植
国务院办公厅	《关于加快转变农业发展方式的	重点在黄淮海及西南地区推广玉米大豆间作套作
中央农村工作领导小组办	《关于设立玉米、大豆带状复合	研发应用这一新技术具有重要战略意义，推广应用这
农业农村部 农办发〔2019〕6 号	《大豆振兴计划实施方案》	重点推广玉米大豆带状复合种植等增产增效技术
农业部 2011 年 11 月	《全国种植业发展第十二个五年 规划（2011-2015 年）》	重点建设东北高油大豆、黄淮海高蛋白大豆、西南华 南间套种食用大豆 3 大优势产区

【案例说明】

玉米大豆带状复合种植是国家战略需求。该模式通过“高位-低位”作物搭配、带状间作、年际间轮作，实现“玉米基本不减产、多收一季豆”的目标。然而，它将两种生态位迥异的作物置于同一田块，形成了一个全新的、更为复杂的农田生态系统，对传统的农化产品（化肥、农药）使用技术提出了严峻挑战。因此，这是资源利用与植保专业学生必须解决的问题，本案例适用于农艺与种业、资源利用与植物保护等专业学生。

【教学重点】

- 1、冲突识别：精准识别并理解玉米-大豆带状复合种植模式下，水、肥、病、虫、草管理方面存在的特异性冲突及其生态学原理。
- 2、解决方案的系统性：掌握以“协同、高效、绿色”为核心，设计综合解决方案，强调各项技术措施的耦合与联动，而非措施的简单堆砌。
- 3、农化产品的“精准”投放：理解分带、分作物、分时期的精准管理原则，是实现减施增效的关键。

【教学难点】

- 1、如何将抽象的生态位分离、竞争与互补理论，转化为可操作的水肥管理策略和植保方案。

2、解决方案如何权衡利弊如除草剂的选择性使用可能对作物产生药害风险，如何精准把控？为大豆控旺的调节剂是否会抑制玉米生长？

【教学计划】

- 1、授课案例通过邮件于开课一周发给学生，提示学生课前阅读相关材料；
- 2、课时分配（时间安排）：按照一大节 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 到 20 分钟。

【教学过程】

教师准备：充分备课，设计并把控好各个教学环节。学生准备：提前预习，提前分组，每组 3-4 人。需要学生掌握玉米、大豆各自的生长发育过程及各阶段主要病虫害种类、生物习性及防治方法等，制作成 PPT。

【基础知识】

1、玉米、大豆带状复合种植核心技术

（1）选配品种



图 1 玉米与大豆品种

紧凑型玉米品种与大豆套作

以后耐荫抗倒伏大豆品种

（2）扩间增光

两行小株距密植玉米带与 2~6 行大豆带相间复合种植，生产单元（一带玉米+一带大豆+2 个间距为一个生产单元）宽度 2.0~3.0 米。玉米带 2 行，采用宽窄行种植，玉米带宽即窄行 0.4 m，玉米带间距即宽行 1.6~2.6 m，宽行内种 2~6 行大豆（行距 0.25~0.4 m），玉米带与大豆带间距 0.6~0.7 m



图 2 玉米大豆带状模式间距

（3）缩株保密

大幅度缩小玉米株穴距，达到清种玉米的种植密度；适度缩小大豆株穴距，达到清种密度的 70% 以上。不能只以玉米或大豆占地面积设计种植密度，而是以全田面积设计，计产行距(生产单元宽度/玉米行数或大豆行数) 远大于带内行距。大幅度缩小玉米株穴距，达到清种玉米的种植密度；适度缩小大豆株穴距，达到清种密度的 70% 以上。不能只以玉米或大豆占地面积设计种植密度，而是以全田面积设计，计产行距(生产单元宽度/玉米行数或大豆行数) 远大于带内行距。

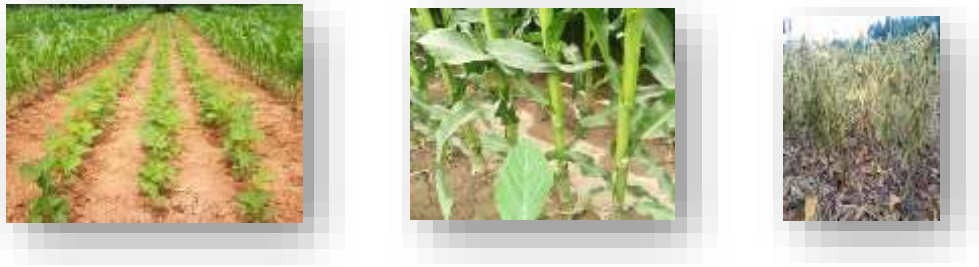


图 3 玉米大豆带状模式

2、减量一体化施肥、化控抗倒、绿色防控配套技术



图 4 大豆根系和玉米根系

玉米、大豆具有不同的需肥特性，特别是需氮量一多一少，需要分别控制氮肥施用。玉米施足氮肥，大豆少施氮肥。

（1）分播机具



图 5 密植分控播种施肥机

（2）播种施肥

为了保证核心技术到位，一定要购置或租用专用播种机；前作小麦秸秆收后一定要用灭茬机灭茬后再播种；播小麦时畦宽和埂宽之和要与带状复合种植的单元宽度相匹配；玉米播深 4~5 厘米，大豆 2~3 厘米；播种机行走速度不宜太快，行走速度应每小时 4 公里左右；建议一穴双粒，提高大豆顶土能力。

（3）科学除草

播后芽前用 96%精异丙甲草胺乳油（金都尔）80~100 毫升/亩。

苗后用玉米、大豆专用除草剂定向除草（通过物理隔帘将玉米、大豆隔开施药）播后芽前用 96% 精异丙甲草胺乳油（金都尔）80~100 毫升/亩。苗后用玉米、大豆专用除草剂定向除草（通过物理隔帘将玉米、大豆隔开施药）



图 6 喷苗后除草剂用隔帘物理阻挡防漂移

3、化控防倒技术

玉米：7~10 片叶，利用矮壮素、玉黄金（胺鲜脂和乙烯利）等化控药剂控制株高，按推荐剂量使用，喷药时注意控制速度，不宜太快和太慢；

大豆：初花期用 5% 的烯效唑可湿性粉剂 20~50 克/亩（苗期剂量可小至 20），对水 30~50 公斤喷施茎叶实施控旺。

4、病虫绿色防控技术



图 7 玉米大豆带状复合模式下病虫害防控技术

注：技术引自四川农业大学杨文钰教授的授课内容

【问题】

- 1、“玉米大豆一起种，肥该怎么下？药该怎么打？草该怎么除？怕伤豆子又怕伤玉米。”
- 2、玉米大豆带状复合种植对双方有什么好处？（地上、地下、病虫害）

【教学过程】

1、案例引入与问题识别（20 分钟）

通过四川农业大学的视频了解玉米大豆带状复合技术、包括品种、栽培、病虫害防治等技术。

2、核心探究与方案设计（60 分钟）

分组研讨：将学生分为 5 个“专家技术组”，分别聚焦一个核心问题：

肥力管理组：解决氮肥需求差异与根系互作的矛盾。

水分管理组：解决需水规律与灌溉方式的矛盾。

杂草防控组：解决杂草群落变化与选择性除草的矛盾。

病虫害防控组：解决病虫害发生规律变化与协同防控的矛盾。

任务要求：各小组需在分析问题成因的基础上，提出具体、可操作的技术方案，并阐述其背后的科学原理（为何有效？为何高效？）。教师提供学术文献、技术规程等作为支持材料。

教师角色：巡回指导，启发思考，纠正偏差，确保方案的科学性。

3、方案集成与答辩（30 分钟）

方案汇报：每个小组选派 1 个代表，用 5 分钟时间陈述本组的解决方案。

交叉提问与答辩：其他小组扮演“评审专家”或“种植户”，从技术可行性、成本、操作性、潜在风险等角度进行质疑和提问。汇报小组进行答辩。

系统集成：教师引导全体学生思考并讨论：如何将各组的方案整合成一个统一的、可执行的田间管理日历？

4、总结提升与拓展（10 分钟）

教师总结：提炼核心原则（系统观、精准化、绿色化）；回顾解决方案的创新点；强调资源与植保专业在破解国家重大产业技术难题中的价值。

表 2 玉米与大豆带状种植的冲突问题与解决方案详表

冲突领域	具体问题表现	核心冲突根源	高效利用解决方案
肥料利用	1.氮肥矛盾： 玉米需高氮，大豆为固氮作物，过量施氮会抑制大豆根瘤菌固氮。	养分需求生态位重叠与竞争。	1.分带精准施肥： 玉米带：重施氮肥，作为“高产带”管理。可采用缓控释肥一次性基施，或分期追施。 大豆带：“减肥”管理。基肥低氮（或仅施磷钾肥），鼓励根瘤菌固氮。必要时花期叶面补微肥（钼、硼）。 2.根系隔离：适当扩大带间距离，减少根系交叉互作，降低肥料竞争。
水分管理	1.需水时空差异：玉米大豆需水临界期不同，玉米需水高峰在大喇叭口期，大豆在花期。	水分需求生态位差异。	1.分带灌溉（如条件允许）：采用滴灌或微喷带，实现对不同带作物的独立精准供水。 2.关键期统一补水：以实现“玉米不减产”为主要目标，在玉米需水关键期保证灌溉，此时大豆通常也能受益。 3.农艺节水：全覆盖式地膜覆盖或秸秆覆盖，保墒抑草，减少水分无效蒸发。
杂草防控	1.除草剂药害：玉米和大豆对多种除草剂的敏感性不同，使用不当极易造成药害（如玉米苗后除草剂对大豆的飘移药害）。	作物对化学药剂的选择性差异。	1.“封定结合、分带处理”： 播后苗前：优先选用乙草胺、精异丙甲草胺等对两者都安全的除草剂进行全域封闭。 苗后：严格分带隔离喷药。玉米带选用烟嘧磺隆、硝磺草酮等玉米田除草剂，大豆带选用精喹禾灵、氟磺胺草醚等大豆田除草剂。配戴物理隔罩，防止飘移。 2.机械/农艺除草：结合中耕施肥机进行带间中耕除草，高效且无药害。

冲突领域	具体问题表现	核心冲突根源	高效利用解决方案
病虫害防控	1.病虫害转移：玉米可能成为粘虫、蚜虫等害虫的“虫源库”，向相邻大豆转移为害。	改变了田间微生态环境，成为新的病虫害发生与传播途径。	1.协同用药：选择对两种作物都安全或可兼容的广谱、高效、低毒药剂（如氯虫苯甲酰胺、甲维盐等），在病虫害发生交叉期进行统一防治，一喷多防，提高效率。 2.生态调控：利用玉米的“诱集”或“屏障”作用。例如，玉米可诱集棉铃虫成虫产卵，便于集中杀灭；利用玉米高大的植株为大豆提供荫蔽，降低某些喜光性害虫的发生。 3.精准施药：利用无人机等技术，根据虫情监测结果，对发生中心进行变量靶标施药，减少全田用药量。
生长调节	1.化控冲突：为防止大豆徒长需使用烯效唑等控旺剂，但其飘移可能抑制相邻玉米的生长。	作物对植物生长调节剂的敏感性差异。	1.慎用化控：通过降低大豆带密度、增施磷钾肥等农艺措施替代化学控旺。 2.精准器械应用：如必须使用，采用加装防护罩的喷雾器进行极低容量、精准定向喷施，最大限度减少飘移。

【课后延伸】

- 1、如何利用遥感、无人机和传感器技术，实现对这个复合体系的水肥、病虫害的智能监测与变量作业？
- 2、从生态工程角度，如何通过添加诱集植物或天敌植物，进一步优化这个系统的生态控害能力？