

案例十 农业废弃物如何实现改土保肥作用

贺字典 杨 敏 孙伟明 白雨鑫

【案例说明】

本案例适用于资源利用与植物保护专业研究生。农田长期施用化肥导致土壤板结、酸化盐渍化、耕作层变浅、有机质减少等问题，造成粮食安全存在隐患，到“十四五”期末（约 2025 年），中国有可能出现 1.3 亿吨左右的粮食缺口。如何让中国人的碗盛中国粮成为迫切解决的问题，作为农业硕士，如何做到这点，是必须面对的问题。

【教学重点】

- 1、农田土壤恶化的原因？
- 2、高标准农田与一般农田的区别是什么？
- 3、如何将一般农田改造成高标准农田？
- 4、农业废弃物包括哪些种类？有哪些利用方式？推广应用效果如何？
- 5、秸秆还田有何益处和弊端？

【教学难点】

- 1、秸秆还位原田怎么促进快速腐熟？鸡粪等粪肥怎样快速腐熟？
- 2、玉米小麦对水肥的需求规律如何计算？

【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；以组为单位，每位小组选择玉米、小麦、鸡粪、牛粪、羊粪其中一种，制定资源化利用的方案，制作 PPT，上课时汇报。

（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；汇报 30~40 分钟，总结 10~20 分钟。

【教学过程】

主要分为：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，共 8 个步骤。

【案例背景】



习近平：粮食安全是“国之大者”，中国人的饭碗要牢牢端在自己手中——2013 年中国农村工作会议

粮食需求刚性增长，端牢饭碗的压力大，藏粮于地、藏粮于技——2022 年 12 月中央农村工作会议

解决吃饭问题不能光盯着有限的耕地，要树立大食物观，发展设施农业，发展乡村特色产业——2022 年 10 月，中国共产党第二十次全国代表大会

全面推进乡村振兴，加快农业农村现代化步伐，坚持把增加农民收入作为“三农”工作的中心任务——2023 年 9 月，习近平向全国广大农民和工作在“三农”战线上的同志们致以节日祝贺和诚挚问候

锚定建设农业强国目标，把推进乡村全面振兴作为新时代新征程“三农”工作的总抓手——2023年12月，习近平对“三农”工作作出的重要指示

“良种、良机、良法推广力度，在精耕细作上下功夫，中国人的饭碗应该主要装中国粮。”——2024年3月湖南考察

【问题】如何做到藏粮于地、藏粮于技？

1、农业部“一控、两减、三基本”的目标

一控：要控制农业用水的总量，规划要求，到2020年，农业的用水总量要保持在3720亿方，利用系数要从现在的0.52提高到0.55。

两减：是把化肥、农药的施用总量减下来。要求2020年化肥农药的施用量要实现零增长。

化肥：解决化肥的问题，主要是要防止或者减少过度施肥和盲目施肥，通过测土配方提高用肥的精准性，提高利用率。鼓励农民通过绿肥、农家肥的使用，来替代化肥、培肥地力。

农药：对于农药来说，主要是解决过量施用的问题，“管住高毒、减少低毒、科学用药”。通过科技研发和补贴的政策，使农民用上高效、低毒、低残留的农药。既降低生产成本，也可减轻对环境的污染。

三基本：畜禽粪污处理、地膜回收、作物秸秆综合利用。

核心：“农田废弃物”的无害化/资源化利用。畜禽粪污，主抓两条：一是种养结合（养殖业+种植业），通过产业发展来消纳畜禽粪便（环境的承载量）；二是重点改造规模养殖场，采取干湿分离、雨污分流收集粪污，用于开发沼气（沼液、沼渣）。地膜回收，一是修改标准，提高农膜厚度；二是研发可降解农膜及回收机械。

作物秸秆综合利用：一是肥料化，秸秆粉碎深翻还田；二是饲料化，青贮后直接饲喂或制作精饲料；三是基料化，作为食用菌培养基（构建回收储运体系）；燃料化（生物质原料）；原料化（生物乙醇等）（图1）。



图1 秸秆的综合利用形式

2、秸秆还田能否原位发酵促腐

秸秆中带着病菌、虫卵直接还田后，导致了小麦根腐病、全蚀病、茎基腐病、赤霉病、玉米瘤黑粉病、茎腐病和穗腐病等土传病菌和地老虎等害虫严重发生，造成缺苗断垄，严重影响着玉米小麦的产量和品质，另一方面作物秸秆在地里腐熟慢，不能有效形成肥料，补充土壤有机质，改善土壤环境。如何发挥秸秆的改土、培肥作用，你们有什么办法。

【问题】

- 1、秸秆中含有什么物质影响了秸秆的快速腐熟？
- 2、秸秆的快速腐熟需要什么条件？

3、高标准农田的建设

2021 年 11 月 17 日，欧盟委员会（European Commission）发布《2030 年土壤战略》（Soil Strategy for 2030），提出了欧盟到 2050 年实现土壤健康的愿景和目标，以及在 2030 年前采取的具体行动。该战略还宣布到 2023 年将发布新的《土壤健康法》（Soil Health Law），以确保公平的竞争环境以及高水平的环境与健康保护。

与《全国高标准农田建设规划（2021-2030 年）》充分衔接，全国划分为 7 个区域，分区域制定高标准农田基础设施建设标准、农田地力标准参考值，强调高标准农田建设应因地制宜。到 2025 年建成 10.75 亿亩高标准农田，改造提升 1.05 亿亩高标准农田，以此稳定保障 1.1 万亿斤以上粮食产能。到 2030 年建成 12 亿亩高标准农田，改造提升 2.8 亿亩高标准农田，以此稳定保障 1.2 万亿斤以上粮食产能，高标准农田需要从“田、土、水、路、林、电、技、管”进行改良。

（1）高标准农田的标准

农田土体厚度宜达到 50 cm 以上；水田耕作层厚度在 20 cm 左右；水浇地和旱地耕作层厚度宜在 25cm 以上；丘陵区梯田化率宜达到 90%以上；田间基础设施占地率一般不超过 8%。



（2）土壤改良

治理过沙或过黏土壤、盐碱土壤和酸化土壤：工程、生物、化学等方法；

退化耕地：深耕深松、秸秆还田、增施有机肥、种植绿肥等方式；

连作障碍土壤：合理轮作、间作或休耕模式；

土壤 pH 值宜在 5.5~7.5(盐碱区土壤 pH 值不高于 8.5)。土壤的有机质含量、容重、阳离子交换量、有效磷、速效钾、微生物碳量等其他物理、化学、生物指标达到当地自然条件和种植水平下的中上等水平。

（3）灌溉和排水

按照灌溉与排水并重要求，合理配套建设和改造输配水渠(管)道、排水沟(管)道、泵站及渠系建筑物，完善农田灌溉排水设施（图 2）；灌溉保证率不低于 50%，旱作区农田排水设计暴雨重现期达到 5~10 年一遇，1~3 d 暴雨从作物受淹起 1~3 d 排至田面无积水；水稻区农田排水设计暴雨重现期达到 10 年一遇，1~3 d 暴雨 3~5 d 排至作物耐淹水深。



图 2 农田排灌设施

（4）田间道路

机耕路宽度宜 3~6 m，生产路宽度一般不超过 3 m，在大型机械化作业区，路面可适当放宽。合理配套建设农机下田坡道、桥涵、错车道和末端掉头点等附属设施，提高农机作业便捷度。建成后，在集中连片的耕作田块中，田间道路直接通达的田块数占田块总数的比例，平原区达到 100%。山地丘陵区达到 90%以上，满足农机作业、农资运输等农业生产活动的要求。

(5) 农田防护和生态环境保护

推行土壤改良、生态沟渠、田间道路和农田林网等工程措施，通过开展农田生态保护修复、集成推广绿色高质高效技术，提升农田生态保护能力和耕地自然景观水平，增加绿色优质农产品有效供给，打造集耕地质量保护提升、生态涵养、面源污染防治和田园生态景观改善为一体的高标准农田。区域内受防护农田面积比例一般不低于 90%，防洪标准达到 10~20 年一遇。

(6) 农田输配电

适宜电力灌排和信息化的农田，铺设高压和低压输电线路，配套建设变配电设施，为泵站、机井以及信息化工程等提供电力保障。根据农田现代化建设和管理要求，合理布设弱电设施。农田机井、泵站等供电设施完善，电力系统安装与运行符合相关标准，用电质量和安全水平得到提高。

(7) 科技服务

建立高标准农田耕地质量长期定位监测点，跟踪监测耕地质量变化情况，推广免耕少耕、黑土地保护等技术措施，保护和持续提升耕地质量。推进数字农业、良种良法、科学施肥、病虫害综合防治等农业科技应用，科学合理利用高标准农田。按不低于每 3.5~5 万亩设置 1 个监测点的密度要求，建立高标准农田耕地质量长期定位监测点。

(8) 管护利用

依据《耕地质量等级》(GB/T 33469)国家标准，在项目实施前后及时开展耕地质量等级调查、评价。

农业水价改革

新型农业经营主体参与

加强管护资金使用监管

及时修复损毁工程

利用数字技术，推动农田建设、生产、管护相融合，提高全要素生产效率。重点推进物联网、大数据、移动互联网、智能控制、卫星定位等信息技术在农田建设中的应用，配套耕地质量综合监测点，构建天空地一体化的农田建设和管理测控系统对建成的高标准农田，要划为永久基本农田，实行特殊保护，确保高标准农田数量不减少、质量不降低

4、黄淮海区耕地现状与改良

(1) 土壤理化性质差

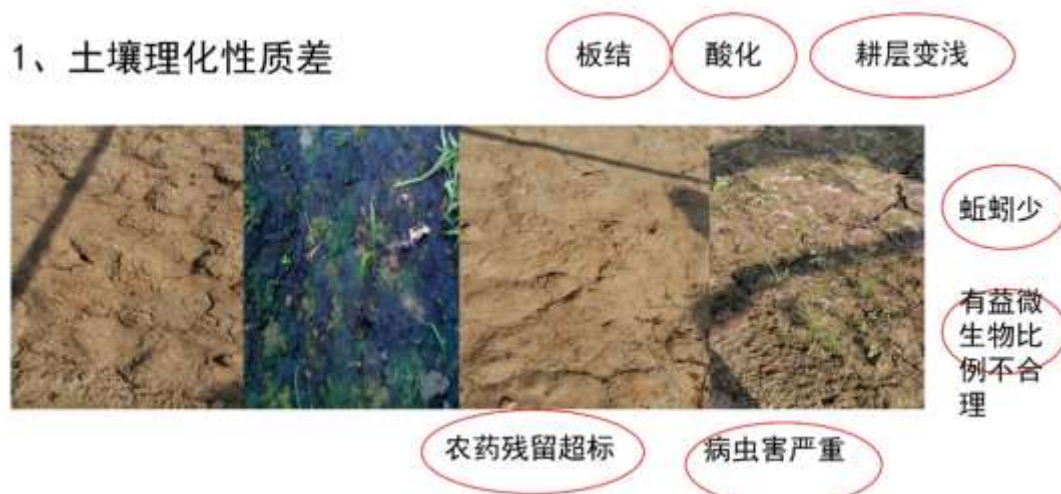


图 3 土壤理化性质差的表现

(2) 有机质含量低

(3) 病虫害发生严重

(4) 农药残留药害严重

（5）土壤盐碱化

【问题】

（1）黄淮海地区土壤特点如何进行高标准农田建设？

（2）小麦水肥高效利用的计算

5、改良土壤

施用腐熟有机肥可增加土壤有机质，有机肥的质量要求为分为几项：

（1）原料：蓄禽粪便、作物粉碎秸秆（重金属、抗生素超标等问题）；

腐熟彻底（加入生物菌剂发酵促腐熟，虫卵、有害微生物及杂草种子）。

培肥地力，促进土壤团粒结构的形成；

速效养分含量高，易于作物吸收，提高产量改善品质。

（2）外观标准

腐熟后的农家肥为黄褐色或灰褐色，质地松软、细碎，有轻微氨味，大部分辅料手搓即烂，表层下部可见白色菌丝。

（3）正确使用有机肥

生产中旋耕主要集中在 10~15 cm 土层，养分过于集中，不利于根系下扎。一般来说将有机肥均匀翻入到土壤 25~30 cm 的耕作层中最为适宜。

（4）如何判断肥料中有机质含量的高低？

泡水法：把有机肥样品泡在清水里，用手碾碎，搅拌放置，短时间内分层，含土较多。

手捻法：大拇指和食指碾压有机肥，硌手说明有沙粒或其他杂质

（5）未腐熟的农家肥（生粪）

成本高（存放、腐熟、运输、使用），缓效；未腐熟的畜禽粪便中含有病菌和虫卵；

生粪入土二次酵解，发热烧苗，乙烯抑根，土壤缺氧；家畜粪多强酸性（pH3.6-4.7），导致果树烂根，黑根；畜禽粪便中重金属（比重大于 5 的金属，包括 Pb、Cd、Cr、Hg、Ni、As 等）多来源于饲料添加剂、防治畜禽病害中使用的微量元素和激素等。



图 4 腐熟有机肥与生粪的区别

（6）促进生粪发酵的方法

坑圈沤肥（water-logged compost）与堆肥（compost）

总计约 45~60 d，包含升温-高温-降温阶段；视频（掌握堆肥技术-成本太高）

无害化（升温及高温阶段）：有机质的分解多用于微生物自身繁殖，或人工加入的微生物接种剂，其代谢产物很少，高温杀死虫卵、病原菌及杂草种子；

腐殖质化（降温期）：有机物分解后会再形成更复杂的有机物-腐殖质，并产生大量有益于植物生长吸收的代谢产物。

腐熟标准：颜色变为黑褐色，铵态氮含量显着增加。堆肥腐熟后的体积比原垛缩小 1/3-1/2。摊薄晾晒场，厚度不要超过 20 cm，使含水量低于 32%。（NY/T 525-2021 有机肥料）

（7）提升土壤有机质含量的理论计算

土壤有机质增加 1%为例计算需施入多少有机肥？

设定耕层厚度 0.2 米，土壤容重 1.3，那么 1 亩耕层的重量为 $2000/3 \times 0.2 \times 1.3 = 173.33$ 吨。有机肥

中有机质农业部标准为 $\geq 30\%$ ，以 30% 计算，则每亩土壤要想平均增加 1% 的有机质需要的施肥量为 $173.42 \times 1\% \div 30\% = 5.78$ 吨。

(8) 作物施肥技术-施肥量

理论施肥量(kg/hm^2) = (计划产量所需养分量-土壤当季供给养分量) / 养分含量(%) \times 肥料利用率(%)。计划产量所需养分量：以生产 100 kg 籽粒所需养分量来确定；土壤供肥状况：以不施肥麦田产出小麦的养分量测知土壤提供的养分数量。大田氮肥的当季利用率一般为 $30\% \sim 50\%$ ，磷肥为 $10\% \sim 20\%$ ，钾肥多为 $40\% \sim 70\%$ 。有机肥为 $20\% \sim 25\%$ 。

例1：每生产 100 kg 小麦，需吸收氮(N) $2.8 \sim 3.2\text{ kg}$ ，磷(P_2O_5) $1 \sim 1.5\text{ kg}$ ，钾(K_2O) $3 \sim 4\text{ kg}$ ，氮、磷、钾比例约为 $3:1:3$ 。

以亩产 500 kg 小麦为目标，氮肥利用率为 40% ，耕层土壤中速效氮含量为 $60\text{ mg}/\text{kg}$ ，土壤容重为 $1.3\text{ g}/\text{cm}^3$ ，请问在无前茬秸秆还田的前提下，理论亩施尿素量为多少？

理论上亩施尿素 25 kg 。

1. 计算小麦需氮量

每生产 100 kg 小麦需吸收氮(N) $2.8 \sim 3.2\text{ kg}$ ，取平均值 3.0 kg 。

亩产 500 kg 小麦需吸收氮量：

$$\text{需氮量} = \frac{500}{100} \times 3.0 = 5 \times 3.0 = 15\text{ kg}$$

2. 计算土壤供氮量

耕层土壤深度按 20 cm 计算，亩面积为 666.7 m^2 。

土壤体积：

$$V = 666.7\text{ m}^2 \times 0.2\text{ m} = 133.34\text{ m}^3$$

土壤容重为 $1.3\text{ g}/\text{cm}^3 = 1300\text{ kg}/\text{m}^3$ 。

土壤质量：

$$M = 133.34\text{ m}^3 \times 1300\text{ kg}/\text{m}^3 = 173342\text{ kg}$$

土壤速效氮含量为 $60\text{ mg}/\text{kg} = 0.00006\text{ kg}/\text{kg}$ 。

土壤供氮量：

$$N_{\text{soil}} = 173342\text{ kg} \times 0.00006\text{ kg}/\text{kg} = 10.4\text{ kg}$$

3. 计算需施氮量

作物吸收氮来自土壤和肥料，氮肥利用率为 40% 。

设施氮量为 $X\text{ kg}$ ，则：

$$\text{需氮量} = N_{\text{soil}} + X \times 40\%$$

$$15 = 10.4 + 0.4X$$

$$0.4X = 15 - 10.4 = 4.6$$

$$X = \frac{4.6}{0.4} = 11.5\text{ kg}$$

4. 计算尿素施用量

尿素含氮量为 46% 。

尿素施用量：

$$\text{尿素量} = \frac{11.5}{0.46} = 25\text{ kg}$$

因此，在无前茬秸秆还田的前提下，理论亩施尿素量为 25 kg 。

例 2 每生产 100 kg 大豆，吸收养分 N: 7.3~9.5 kg; P_2O_5 : 2.8~4.2 kg; K_2O : 4.6~6.2 kg; 吸收比例 N:P:K=8:4:5。以亩产 400 kg 大豆为目标，氮肥利用率为 40%，耕层土壤中速效氮含量为 60 mg/kg，土壤容重为 1.3 g/cm³，根瘤菌供氮 40%，请问在无前茬秸秆还田的前提下，理论亩施尿素量为多少？

1. 计算大豆需氮量

每生产100kg大豆吸收氮(N) 7.3-9.5kg，取平均值8.4kg。

亩产400kg大豆需吸收氮量：

$$\text{需氮量} = \frac{400}{100} \times 8.4 = 4 \times 8.4 = 33.6 \text{ kg}$$

2. 计算根瘤菌供氮量

根瘤菌供氮比例为40%，因此根瘤菌提供氮量：

$$N_{\text{rhizobium}} = 33.6 \times 0.4 = 13.44 \text{ kg}$$

需要从土壤和肥料中吸收的氮量：

$$N_{\text{required}} = 33.6 - 13.44 = 20.16 \text{ kg}$$

3. 计算土壤供氮量

耕层土壤深度按20cm计算，亩面积为666.7 m²。

土壤体积：

$$V = 666.7 \text{ m}^2 \times 0.2 \text{ m} = 133.34 \text{ m}^3$$

土壤容重为1.3 g/cm³ = 1300 kg/m³。

土壤质量：

$$M = 133.34 \text{ m}^3 \times 1300 \text{ kg/m}^3 = 173342 \text{ kg}$$

土壤速效氮含量为60 mg/kg = 0.00006 kg/kg。

土壤供氮量：

$$N_{\text{soil}} = 173342 \text{ kg} \times 0.00006 \text{ kg/kg} = 10.4 \text{ kg}$$

4. 计算需施氮量

氮肥利用率为40%。设施氮量为 X kg，则：

$$N_{\text{required}} = N_{\text{soil}} + X \times 40\%$$

$$20.16 = 10.4 + 0.4X$$

$$0.4X = 20.16 - 10.4 = 9.76$$

$$X = \frac{9.76}{0.4} = 24.4 \text{ kg}$$

5. 计算尿素施用量

尿素含氮量为46%。

尿素施用量：

$$\text{尿素量} = \frac{24.4}{0.46} = 53.043 \text{ kg} \approx 53 \text{ kg}$$

因此，在无前茬秸秆还田的前提下，理论亩施尿素量为**53 kg**。

【问题】

每生产 100 kg 花生，吸收养分 N: 4.5~5.5 kg; P_2O_5 : 0.8~1.2 kg; K_2O : 1.9~3.2 kg, 吸收比例 N:P:K=5:1:3。以亩产 400 kg 花生为目标，氮肥利用率为 40%，耕层土壤中速效氮含量为 60 mg/kg, 土壤容重为 1.3 g/cm³, 根瘤菌供氮 40%，请问在无前茬秸秆还田的前提下，理论亩施尿素量为多少？

(9) 新型炭肥——生物炭肥

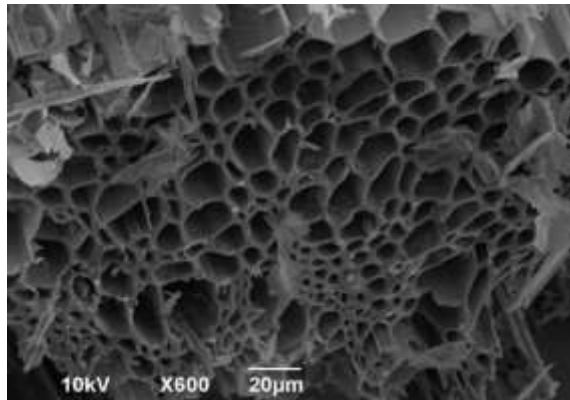


图 5 生物炭微观多孔结构

总氮含量 5.07%、磷（五氧化二磷）含量 3.70%、钾含量 3.19%、总养分 11.96%、有机质（以烘干基计）43.26%、pH 6.45。生物炭提取液主要成分含有 18 种物质，主要含有 21.17%醇类、3.75%酚类和 3.65%酯类，还有酸类、酯类、醛类、酮类等约 40.08%的大量其它物质（图 5）。

【问题】

- 1、生物炭对土壤中土壤重金属、农药、病原菌、作物根系有什么作用？
- 2、生物炭与秸秆配施还田效果如何？



图 6 生物炭与秸秆配施还田

采用最佳生物炭秸秆配施技术处理后的结球生菜长势良好，平均亩产达 3664.42 kg/亩，较常规种植平均亩产 3394.87 kg/亩，产量提高 7.94%，增产效果明显（图 6）。

(10) 肥料的合理施用技术——水肥一体化栽培

A.作物对水分的需求

作物整个生育季总耗水量，包括蒸腾(60%~70%)、棵间蒸发(30%~40%)、渗漏损失和生理耗水。
耗水量=整个生长周期土壤含水量的变化量+总灌水量+总降水量。

B.作物水分利用效率

每生产单位重量籽粒(kg)的耗水量(kg)称为耗水系数。单位面积上消耗每 mm 水的籽粒生产量为水分生产率[kg/(mm·hm²)], 也称为水分利用效率 WUE (经济产量/总耗水量)。

小麦一生中总耗水量为 400~600 mm (300~400 m³/亩)。玉米一生耗水量: 280~300 m³/亩。

C.作物需水临界期

小麦的需水临界期在孕穗前后，玉米的需水临界期在大喇叭口期前后，应保证需水临界期的土壤含水量。

D.品种生育期搭配: 一年两熟-中早熟冬小麦+中早熟夏玉米，两年三熟-中晚熟春玉米+中早熟冬

小麦+中熟夏玉米+填闲作物或中晚熟大豆+中早熟冬小麦+中熟夏玉米或中早熟；

以两年三熟为例，作物的灌水时期及功能

冬小麦：底墒水（蒙头水）、冬水、拔节水（关键）、开花水（麦黄水）；

夏玉米：底墒水、大喇叭口水，雨热同期，多省；

春玉米：底墒水（关键）、大喇叭口水、灌浆水。

E.冬小麦灌溉技术

底墒水 一播全苗（蒙头水出苗前需划锄）。

控水蹲苗 出苗后至冬前停止生长前不再灌水，控制表层墒情促使根系深扎。

灌冬水 日均气温 3~4℃，夜冻昼消水分得以下渗时。“不冻不消，冬灌嫌早，夜冻昼消，灌水正好，只冻不消，冬灌晚了”，灌透为准，不宜过大。

灌冬水目的

保证小麦越冬期间的水分供应，巩固冬前分蘖，促进新生分蘖；

促进微生物活动，加速作物秸秆腐烂；

提高土壤的导热性，有效地缩小田间温度变幅，防止冻害死苗；

压实土壤，冻融风化坷垃，弥补裂缝，消灭越冬害虫。



图7 节水灌溉模式

小麦拔节前后，营养器官和繁殖器官并进生长，地上部生物量迅速增大，肥水需求急剧增加，鉴于环境的承载力，分蘖的两极分化，部分分蘖自动消亡，畦灌 40 方/亩，喷灌 25~30 方/亩；

小麦开花后灌浆期，群体光合的进行及光合产物的转运需要大量水分。

F. 肥料新技术

缓控肥：包膜技术，造粒技术，辅料填充技术；

施肥方式：分层施肥技术（机械）；

测土配方施肥：

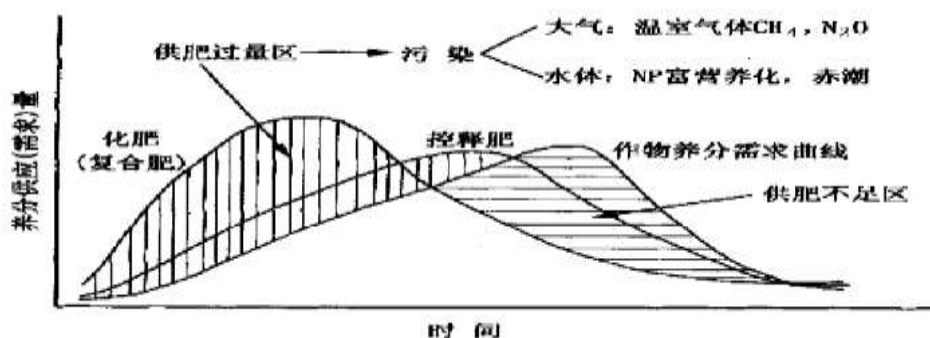


图8 施用过量造成污染

G. 微生物肥料的生态保护性

实现农业废弃物资源化：畜禽粪便、秸秆、厨余垃圾和农产品加工残余物等农业废弃物均可作为微生物培养基使用，利用微生物发酵进行转化氮源、分解纤维素、杀灭病原菌、钝化重金属和分解抗生素等，让废弃物资源转变为优质复合微生物肥料，解决了畜禽养殖和秸秆污染问题，又为农业提供了优质的肥料资源，实现农业废弃物资源循环。

【总结提升】

1、玉米秸秆处理-粉碎还田（Straw chopping）流程

玉米秸秆还田就是把玉米秸秆通过机械切碎或粉碎（chopped）后，直接洒在地表并通过机械深翻或旋耕犁深旋把秸秆施入土壤的一种农业措施。

玉米秸秆还田的注意事项：

保证秸秆粉碎质量：玉米秸秆粉碎长度掌握在 3-5cm 为宜，呈撕裂状；尽早翻耕或旋耕：深度一般要求 20-30cm，最好是边收边耕埋，收割时玉米秸秆水分含量多，及时翻埋有利于减少糖分损失并加速腐解，可添加助解剂；

防碳氮比失调：玉米秸秆 C/N 为 65-85:1，而微生物活动的 C/N 为 25:1，微生物会与作物争夺氮素，导致苗弱。可每亩撒施碳酸氢铵 50 kg 或尿素 12 kg 后，再行耕翻。

确保足墒还田：保证秸秆腐解的速度；

还田数量要适宜：保证当年能充分腐烂，每亩 400~500 kg 为宜，生产中过大？

防病虫害传播：撒施 3~5 kg 的 3% 的辛硫磷颗粒剂或堆沤后再还田。



及时耕翻



翻前补氮

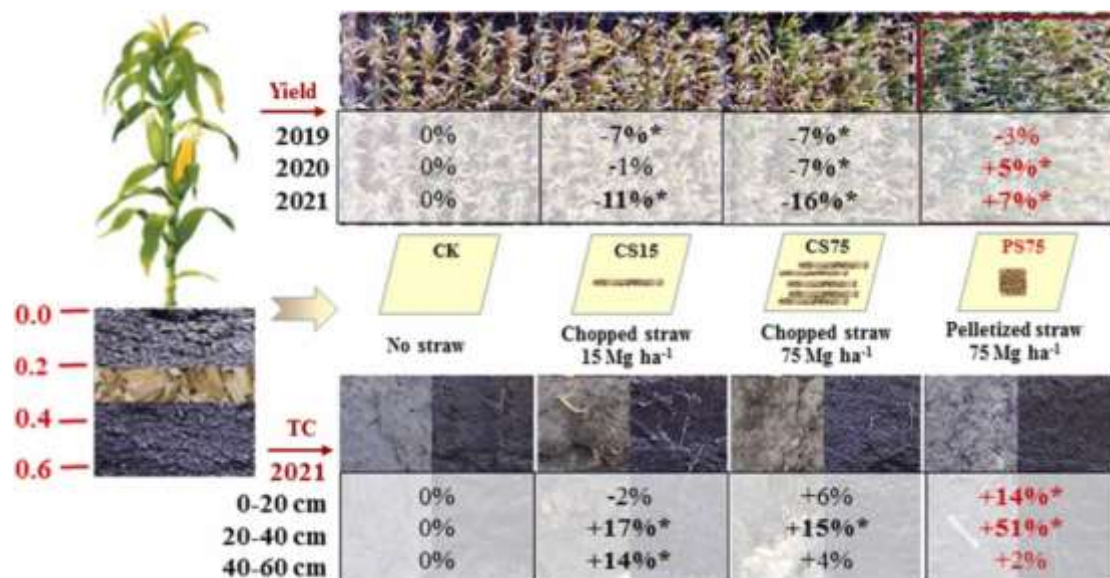


跑墒严重



地下害虫

2、玉米秸秆颗粒化还田



【作业】

如何将有益菌与农业废弃物资源化利用相结合，形成菌肥用于农业生产？

【考核方式】

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木霉菌或菌剂对此种病害的防治方案。

【效果评价】

通过问卷调查，针对本案例的运用教学效果、对学生能力培养、教学目标达成度等方面进行评价。

填写说明：请根据您对课程中案例教学部分的真实感受，对下列指标的实现程度进行打分。评分采用 1-5 分制，1 分代表“非常不同意”，5 分代表“非常同意”。

1、案例内容与设计

- (1) 前沿性：案例选取的内容反映了本领域最新的科学研究、技术应用或行业动态；
1 分□；2 分□；3 分□；4 分□；5 分□
- (2) 典型性：案例具有行业代表性，能高度概括某一类常见问题或情景。
1 分□；2 分□；3 分□；4 分□；5 分□
- (3) 综合性：案例能有效融合植物保护、资源利用、信息技术、管理等跨学科知识。
1 分□；2 分□；3 分□；4 分□；5 分□
- (4) 真实性：案例来源于真实的农业生产、科研或企业运营情境，非凭空虚构。
1 分□；2 分□；3 分□；4 分□；5 分□
- (5) 挑战性：案例具有一定复杂度和难度，能激发深度思考，避免过于简单。
1 分□；2 分□；3 分□；4 分□；5 分□

2、教学过程与实施

- (1) 导引清晰度：教师对案例的背景、目标和关键问题阐述清晰。
1 分□；2 分□；3 分□；4 分□；5 分□
- (2) 信息技术融合度：在案例分析中，有效运用了农业大数据、GIS、遥感、决策支持系统等信息技术工具。
1 分□；2 分□；3 分□；4 分□；5 分□

(3) 实践导向性：案例分析与实际操作、实验验证或田间解决方案紧密结合。

1 分□；2 分□；3 分□；4 分□；5 分□

(4) 互动参与性：课堂提供了充分的小组讨论、辩论、提问和发言的机会。

1 分□；2 分□；3 分□；4 分□；5 分□

(5) 教师指导有效性：教师在案例讨论中能进行适时、恰当的引导和点拨，而非包办代替。

1 分□；2 分□；3 分□；4 分□；5 分□

(6) 课堂氛围：案例讨论课堂氛围活跃、开放，鼓励不同观点的碰撞。

1 分□；2 分□；3 分□；4 分□；5 分□

3、能力收获与效果

(1) 学习热情激发能力：通过案例学习，增加了对农业资源与植保技术学习的热情，主动学习意愿增强的能力。

1 分□；2 分□；3 分□；4 分□；5 分□

(2) 主动查询资料能力：通过案例，加深了对理论知识的理解，并主动查询资料，知道如何应用的能力。

1 分□；2 分□；3 分□；4 分□；5 分□

(3) 有效准备问题能力：案例分析前、中和后能够准备找到案例中的核心问题的能力。

1 分□；2 分□；3 分□；4 分□；5 分□

(4) 团队合作能力：通过案例中的核心问题，团队成员分工合作找到解决方法的能力。

1 分□；2 分□；3 分□；4 分□；5 分□

(5) 专业知识提升能力：从案例事件中学到植保或资环专业知识的能力。

1 分□；2 分□；3 分□；4 分□；5 分□

(6) 案例教学方式认可：从案例材料中抽丝剥茧找到解决问题的方法和技术的教学方式认可程度。

1 分□；2 分□；3 分□；4 分□；5 分□

(7) 知识范围扩展能力：从案例材料中的一点向专业知识面扩展的能力

1 分□；2 分□；3 分□；4 分□；5 分□

(8) 解决问题能力：从案例中的知识与技术提升了解决生产中类似问题的方案能力。

1 分□；2 分□；3 分□；4 分□；5 分□

(9) 数据分析能力：提升了处理、分析和解读农业数据的能力。

1 分□；2 分□；3 分□；4 分□；5 分□

(10) 安全与环保意识：增强了关于农药安全使用、环境污染防控与可持续发展的意识。

1 分□；2 分□；3 分□；4 分□；5 分□

(11) 技术经济分析能力：学会了从成本、效益和风险等多角度评估技术或方案的可行性。

1 分□；2 分□；3 分□；4 分□；5 分□

4、总体评价与反馈

(1) 总体满意度：我对本课程的案例教学整体效果感到满意。

1 分□；2 分□；3 分□；4 分□；5 分□

(2) 迁移应用价值：我认为通过案例学习到的知识和技能，能够迁移应用到未来的科研或工作中。

1 分□；2 分□；3 分□；4 分□；5 分□

(3) 推荐意愿：我愿意向其他同学推荐本课程的案例教学。

1 分□；2 分□；3 分□；4 分□；5 分□

【参考文献】

- [1] 红霞.内蒙古主要农作物秸秆养分资源量及其替代化肥潜力[J].贵州农业科学,2025,53(9):50-58.
- [2] 林雷利,后明军,汪小宇,等.增温与秸秆还田深度对小麦光合特性和产量的影响[J/OL].农业环境科学学报,1-16[2025-09-25].
- [3] 马悦,刘胜群,代明媚,等.豆科覆盖作物与玉米秸秆混合还田对白浆土物理特性的影响[J].土壤与作物,2025,14(3): 348-359.
- [4] 李亚黎,河南省玉米减量增效施肥技术[J].河南农业,2025,(17):39.
- [5] 韩笑,石吕,薛亚光,等.宽窄行种植下不同秸秆还田和耕作方式对小麦强根壮秆效应的影响[J].核农学报,2025,39 (10): 2265-2276.
- [6] 王艳,宋幸徽,郑旭鹤,等.长期秸秆还田和不同氮肥施用对关中地区小麦生态系统碳氮足迹的影响[J/OL].环境科学, 1-20[2025-09-25].
- [7] 刘士亮,王钰,管秀静,等.农业废弃物还田减碳增汇与土壤改良的研究——以中药渣+秸秆为例 [J].中国农学通报, 2025, 41 (23): 74-83.
- [8] 白延倩,肖金宝,李会,等.腐熟剂适宜用量显著提高秸秆腐解率并降低麦玉轮作农田周年温室气体排放[J/OL].山西农业大学学报(自然科学版), 1-15[2025-09-25].
- [9] 崔家馨,韩钰,冯晨,等.秸秆还田配施复合微生物菌剂对退化褐土修复及关键微生物筛选 [J/OL].河南农业大学学报, 1-16[2025-09-25].
- [10] 杨兰英.玉米秸秆还田和小麦病虫害防治配套技术[J].种子科技, 2025,43 (15):44-46.
- [11] 郝玉波,钱春荣,张思涛,等. 黑龙江省玉米秸秆轻简化还田技术[J].黑龙江农业科学,2025, (8):124-127.
- [12] 李永和,李福明.深松技术对土壤水分保持及作物产量的影响分析[J].农机使用与维修,2025, (8): 139-141.
- [13] 王玉龙,曾豫,涂炜,等.不同作物秸秆还田腐解对土壤养分及微生物群落结构的影响[J/OL].中国农业科技导报(中英文),1-10[2025-09-25].
- [14] 翟英芳,李旭,付鑫,等.长期施肥和秸秆还田对华北农田土壤有机碳活性组分的影响[J].土壤通报,2025,56 (4): 1097-1107.