

案例十 生物多样性与天敌增殖控害技术案例

高素红 温晓蕾

【案例用途】：

本案例适用于资源利用与植物保护领域硕士学位研究生。利用生物多样性持续控制农作物病虫害，是减轻病虫害危害、减少环境污染、提高品质、增产增收诸因素中最经济有效的关键要素之一。多年来粮食生产的科学研究和技术措施一直紧紧围绕着高产目标进行，而对绿色生态种植，充分利用和保护农田生物多样性资源控制病虫害的技术研究未加重视。本案例通过建立能有效地保护板栗园天敌昆虫的向日葵诱集带，利用天敌昆虫控制害虫，减少农药的使用次数和农药的残留量，减少对环境的污染，提供一种板栗园种植向日葵诱集带保护增殖天敌昆虫，利用生物多样性防治害虫的方法。以期给学生以启迪，引导学生深入思考有害生物发生的根本原因及解决之道，也为板栗生产实际提供参考。

【教学内容】：

- (1) 农业生物多样性控制病虫害的基本原理。
- (2) 农业生物多样性控制病虫害的方法探讨。
- (3) 板栗园种植向日葵诱集带保护增殖天敌昆虫，利用生物多样性控制虫害技术实践成果。

重点：农业生物多样性控制病虫害的基本原理。

难点：农业生物多样性控制病虫害的方法探讨。

【教学目标】：

知识目标：农业生物多样性控制病虫害的基本原理和方法探讨。

能力目标：通过学习本案例，能够开展利用生物多样性和保护增殖天敌昆虫控制农作物害虫的相关实践工作；培养学生独立思考问题、解决问题的能力；培养学生语言表达能力、沟通能力、团结协作能力；掌握实践教学法的教学过程与方法。

情感目标：增加学生的专业学习兴趣，提高学习效果，培养创新思维。

【教学环境】：

多媒体教室。

【教学对象】：

资源利用与植物保护专业研究生一年级学生。

【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】：

主要步骤为：典型案例选取——案例引入——案例介绍——问题设置——分组讨论——学生解答问题——案例讨论总结——课后作业布置——教学效果评价。共 9 个步骤。

1 背景介绍

板栗产业发展的同时，板栗害虫的发生也十分猖狂。由于害虫的危害，造成板栗树树势衰弱，产量、质量下降，严重时使板栗树结果寿命降低，甚至死亡^[1,2]。目前，板栗园害虫防治仍多实用化学农药。由于大量化学农药的使用，害虫产生抗药性，大量天敌被杀死，导致害虫再猖獗，生态破坏和环境污染已成为农业生产的主要障碍。运用生态学原理恢复生态平衡和良性循环，促进农业生产发展是当前的重要任务^[3]。利用生物多样性持续控制农作物病虫害，是减轻病虫危害、减少环境污染、提高品质、增产增收诸因素中最经济有效的关键要素之一^[4]。多年来粮食生产的科学研究和技术措施一直紧紧围绕着高产目标进行，而对绿色生态种植，充分利用和保护农业生物多样性资源的研究起步较晚。由于长期注重高产目标，忽视了农作物多样性资源的利用和保护^[5-6]。天敌昆虫的保护和利用是生物多样性控制农作物病虫害的有机组成部分，可大幅度减少化学农药的使用，已成为我国害虫综合防治的基本措施之一，具有重要的生态学意义^[7]。利用对天敌昆虫有诱集和庇护作用的植物，以及对害虫有诱集作用的寄主植物进行生境调节，建立和保护农田生态系统中的“生境岛屿”和农田周边生境的多样性^[8,9]，创造有利于天敌增殖的生态环境，促进天敌对害虫的自然控制作用，从而促进农田生态的平衡。

诱集植物是用以引诱天敌昆虫保护目标作物(主栽作物)免受有害生物危害的植物，诱集植物带是天敌的培育圃，它是通过吸引更多的天敌昆虫达到更有效地通过天敌防治害虫的一种重要生物防治措施，能够减轻病害危害、减少化学农药的使用，从而减轻环境污染、节约生产成本，达到提高品质、增产增收的目的^[10]。本案例在板栗园种植向日葵诱集带，利用了向日葵引诱、繁殖天敌昆虫的作用，使园内天敌昆虫得到大量补充，与对照田相比，种植向日葵诱集带的板栗园天敌昆虫群落的多样性指数及均匀度指数均增加，优势集中性指数降低，表明，本技术的应用使板栗园生境中天敌昆虫群落的稳定性增加，减小了板栗害虫大发生的频率和农药的施用，避免作物受害，获得了显著的生态效益。本案例有着显著的经济、社会、生态效益和科学内涵，对探索可持续农业发展的新途径具有十分重要的现实意义。

2 案例引入

2.1 试验设计

试验设对照田和种植向日葵诱集带板栗园（以下简称：诱集带田）两个处理，参见图 1，诱集带田保持目前板栗的栽培方式，株距、行距和密度与常规栽培方法相同。板栗标准地 1 为 5 亩，板栗起垄 2 栽培，每隔 2 m 种植一行板栗（板栗种植行 3），在诱集带田的四周 4 种植一

行向日葵 6，并在该田块内的每垄 2 的两头 5 各种植一株向日葵 6。向日葵在 4 月下旬-5 月上旬播种，诱集带田四周一行向日葵的株距为 50cm，每垄同一头种植的向日葵的株距 H 为板栗树的行距 L，即 $H=L=2\text{ m}$ 。

2.2 调查方法

向日葵诱集带内天敌昆虫群落及对照田内天敌昆虫群落的调查采用等距抽样方法。每处理每次取样 10 个点，各处理于向日葵出苗后开始调查，至 10 月上旬，每周调查 1 次（遇雨后延），记录并统计天敌昆虫的种类和数量。板栗园主要害虫调查方法同天敌昆虫调查方法。

2.3 数据分析方法

利用物种丰富度S，类群总体的数量N，Shannon-Wiener多样性指数H'，Pielou均匀度指数J，simpson优势集中性指数C以及生态位Levin测度B等群落参数分析板栗园天敌昆虫群落结构^[11]。

- （1）物种丰富度（S）：即种群中物种数。
- （2）个体总数（N）： $N=\sum_{i=1}^S n_i$ ， n_i -第i种的数量之和。
- （3）Shannon-Wiener（1949）的多样性指数（H'）： $H'=-\sum_{i=1}^S P_i \ln P_i$ （ $i=1,2,\dots$ ）。式中 P_i 指第i种或功能集团的相对丰富度。 $P_i=N_i/N$ ， N_i 为第i个物种的个体数，N为总个体数。
- （4）Pielou（1975）均匀度指数（J）： $J=H'/\ln S$ 。
- （5）Simpson优势集中性指数（C）： $C=\sum_{i=1}^S [n_i (n_i -1)/N(N-1)]$ 。

2.4 天敌昆虫的种类和数量

板栗园天敌昆虫的种类和数量调查统计结果如表 1 所示。

表 1 板栗园天敌昆虫种类和数量								
处理	天敌总数	寄生蜂类	蜘蛛类	瓢虫类	食虫蝽类	食蚜蝇类	隐翅虫类	其它类
诱集带田	9616	3346	2876	1422	1140	312	209	311
对照田	7377	2508	2423	1033	862	221	137	193

调查结果表明，种植向日葵诱集带的板栗园天敌昆虫个体总数为 9616 头，对照田为 7377 头，增加 30.35%，板栗园种植向日葵诱集带可以保护、增殖自然天敌，有效地控制害虫的为害，是保护自然天敌的一项有效措施。

2.5 板栗园天敌昆虫群落特征

计算对照田和种植向日葵诱集带板栗园天敌昆虫群落的多样性指数公式、均匀度指数公式和优势集中性公式，计算结果如表 2 所示。

种植向日葵诱集带的板栗园天敌昆虫群落的群落特征指数明显好于对照田。板栗园种植向日葵诱集带使园内天敌昆虫群落的多样性指数和均匀度指数增加，优势集中性指数降低。试验期间，定点定期系统调查了板栗蚜虫的为害情况和种群数量，诱集带田蚜虫平均为害株率为 12.33%，平均蚜量为 1347 头；对照田蚜虫平均为害株率为 19.27%，平均蚜量为 1756 头，表明：与对照相比，种植

向日葵诱集带板栗园的蚜虫平均为害株率降低了 36%、平均蚜量（头）降低了 23.29%，本法有效地控制了害虫的为害，并产生了预料不到的技术效果，获得了显著的生态效益。

表 2 板栗园天敌昆虫群落多样性分析和群落特征

调查时间（日/月）	天敌种类	个体数	SIMPSON (C)	SHANNON (H')	Pielou 均匀度 (J)
22/5	8	1748	0.479	1.1815	0.394
29/5	9	2136	0.485	1.1355	0.358
5/6	10	1017	0.503	1.1823	0.356
7/6	8	2785	0.494	1.0655	0.355
19/6	4	3268	0.510	0.9944	0.497
28/6	4	3859	0.498	1.0226	0.511
3/7	6	1970	0.493	1.0670	0.413
4/9	7	165	0.595	1.2305	0.438
13/9	14	39	0.086	3.4503	0.906
18/9	10	538	0.875	0.5315	0.160
9/10	7	51	0.253	2.3144	0.824

在板栗园种植向日葵诱集带的方法有效地发挥了向日葵对板栗害虫的天敌昆虫的诱集和庇护作用，进行生境调节，建立和保护了板栗园生态系统中的“生境岛屿”，创造了有利于板栗害虫天敌增殖的生态环境，促进了天敌昆虫对害虫的自然控制作用。

3 问题设置

本案例设立问题时，主要考虑以下因素：①紧扣教学的目的。提出的问题要符合案例的主体，能够揭示案例所要的本质内容，符合案例的目的性和针对性；②提出的问题能引起学生的讨论兴趣，符合学生认知水平，问题应有问有答，给人思考和启发；③问题要具体，便于学生有言可发、切中要害；④变化提问的角度，训练学生的发散思维。

针对本案例可以提出以下问题（参考）：

- （1）农业生物多样性控害的原理？
- （2）如何提高农作物田间生物多样性？
- （3）田间释放大量天敌昆虫是否会对其他生物造成影响？
- （4）是否可以完全依靠农业生态控制技术增殖当地天敌，从而达到防治害虫的目的？
- （5）如何构建利用生物多样性控制果园（桃、苹果、葡萄、板栗等任选其一）害虫的防控技术体系？

4 分组讨论

3~4 人一组进行讨论。讨论时每组要针对以上 3 个问题均进行讨论。教师要深入到每一组倾听学生的看法，鼓励引导所有学生参与讨论。讨论结束后，每组要针对每一个问题有具体的答案或方案。

学有余力的小组可以针对某一农作物，进行课前研讨。设计利用生物多样性或保护增殖天敌技术控制其有害生物的应用实施方案，进行课堂展示讨论。

5 课堂讨论总结

教师在每小组答疑后，针对案例中的关键点、讨论中存在的长处、不足进行总结。对不足之处可以设置课后作业，引导学生在这些方面作更多思考和探讨。

6 布置课后作业（知识迁移）

查阅文献或专利，针对某一农作物，设计利用生物多样性或保护增殖天敌技术控制其有害生物的应用实施方案。

7 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利用生物多样性或保护增殖天敌技术控制农作物有害生物危害的技术方案。

【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。

1. 您对本次案例教学知识目标达成度的评价

- A. 完全实现
- B. 较好实现
- C. 基本实现
- D. 较差
- E. 很差

2. 您对本次案例教学能力目标达成度的评价

- A. 完全实现
- B. 较好实现
- C. 基本实现
- D. 较差
- E. 很差

3. 您对本次案例教学情感目标达成度的评价

- A. 完全实现
- B. 较好实现
- C. 基本实现

- D. 较差
 - E. 很差
4. 您对本次案例教学内容选择适宜度的评价
- A. 非常适宜
 - B. 较适宜
 - C. 一般
 - D. 较差
 - E. 很差
5. 对本次案例教学课后作业与考核方式的评价
- A. 非常合适
 - B. 较适宜
 - C. 一般
 - D. 较差
 - E. 很差
6. 您课前做了哪些预习?
- A. 查阅参考文献
 - B. 查阅相关图书
 - C. 观看视频资料
 - D. 其它途径
7. 您认为以下哪种教学方式更适合研究生授课?
- A. 传统课堂教学
 - B. 课堂案例教学
 - C. 实验或实践教学
 - D. 观看与教学内容相关的视频
8. 您对本教学案例的评价
- A. 非常满意
 - B. 满意
 - C. 一般
 - D. 较差
 - E. 很差
9. 您对本案例及本次案例教学的建议:

附录:

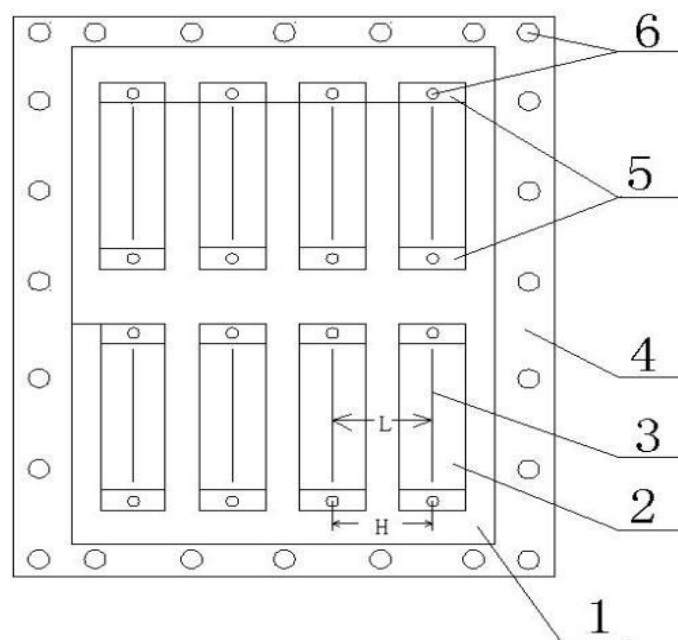


图1 板栗园种植向日葵诱集带的布局示意图

图中各标记依次表示：1-板栗园标准地；2-板栗栽培垄台；3-板栗种植行；4-板栗标准地的四周；5-垄台两头；6-向日葵。L表示板栗栽培行距，H表示垄台同一头种植的向日葵的株距。



图2 板栗园种植向日葵诱集带局部展示

参考文献:

- [1] 张巨山,路常宽,王晓勤. 板栗园季节性节肢动物群落结构研究[J]. 河北林业科技,2010,33(19):1344-1348.
- [2] 刘惠英,汤建华,黄大庄,等. 河北省燕山区板栗害虫调查初报[J]. 河北林果研究,2000,24(5):256-259.
- [3] 李正跃,等. 生物多样性与害虫综合治理[M], 科学出版社,2009.
- [4] 尤士骏,张杰,李金玉,陈燕婷,刘天生,牛东升,尤民生.利用生物多样性控制作物害虫的理论与实践[J].应用昆虫学报,2019,56(06):1125-1147.
- [5] 吕昭智,李进步,田卫东,田长彦. 生物多样性在害虫控制中的生态功能与机理[J]. 干旱区研究,2005(03):400-404.
DOI:10.13866/j.azr.2005.03.025.
- [6] 初炳瑶,陈法军,马占鸿. 农业生物多样性控制作物病虫害的方法与原理[J]. 应用昆虫学报,2020,57(01):28-40.
- [7] 雒珺瑜,崔金杰,王春义,等.棉田释放异色瓢虫对棉蚜自然种群的控制效果[J]. 中国棉花, 2014, 41(7):8-11.
- [8] 沈君辉,聂勤,黄得润,刘光杰,陶龙兴. 作物混植和间作控制病虫害研究的新进展[J]. 植物保护学报,2007(02):209-216.
- [9] 蒋世铮,张文忠,王俊燕. 单植和混植香梨园梨小食心虫的种群动态[J]. 植物保护,2020,46(02):204-208.
DOI:10.16688/j.zwbh.2019062.
- [10] 郑云开,尤民生. 农业景观生物多样性与害虫生态控制[J]. 生态学报,2009,29(03):1508-1518.
- [11] 高素红. 转双抗虫基因 741 杨节肢动物群落生态安全性评价[D]. 河北农业大学,2003.