

案例二十八 IPM 理论与实践

——以碣石山产区葡萄有害生物减药控害技术为例

高素红 路常宽

【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。IPM 是目前农林业中防治有害生物的指导理念，是实施可持续植保战略的技术支撑。本案例介绍了 IPM 的历史、内涵，并以碣石山产区葡萄生产基地的有害生物综合治理(IPM)为实践案例进行示范阐述。通过本案例教学，使学生深入并直观的认识 IPM，关注 IPM 在中国的实施现状，在学习现有 IPM 技术方案的基础上有所启发，以指导开展以后的各类作物生产的 IPM 实践。

【教学内容】

- (1) 介绍 IPM 的历史，透彻分析其内涵。
- (2) IPM 与可持续植保的关系、基本原理和方法。
- (3) IPM 实践概述。
- (4) 以碣石山产区葡萄有害生物综合治理为例的 IPM 实践。

重点：IPM 的内涵、基本原理和方法。

难点：IPM 的实践及效果评价。

【教学目标】

知识目标：掌握 IPM 的内涵、基本原理和技术方案制定方法。

能力目标：能够从本案例中得到启示，汲取到制定 IPM 方案的思路，以指导今后开展 IPM 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：激发学生的专业学习兴趣，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领域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前一周发给学生，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】

1、准备阶段

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。需要学生掌握农林业的主要病虫害种类、生物学习性及防治方法等。各组选取一种生产上危害严重的病害或虫害，查阅资料、深入了解，为制定该种病虫害的 IPM 技术方案积累素材。

2、案例引入

IPM 是目前农业生产中防治有害生物的指导理念，它不只是把几种防治措施或方法简单的组合使用，而是一种管理体系，IPM 实施成功与否取决于要防治的有害生物所在的生态系统是否最终稳定，并且这种稳定性能得以持续^[1,2]。

2.1 IPM 的提出及发展^[3,4]

有害生物综合治理(Integrated Pest Management, IPM)的概念是人类在与病、虫等有害生物斗争过程中逐步形成和发展起来的,其防治策略首先是由病虫害防治专家和昆虫生态学家提出的,其发展受对有害生物认知程度、当时社会经济水平、农事操作者的认知水平等多个因素的限制。总体上说, IPM 生于美国,长在全球,目前已应用到 97 个国家,尤以在发达国家的推动力更大,其应用领域从最初的种植业已经逐步扩展到现在的农、林业全领域,甚至指导森林害虫的资源化。IPM 大体可以分为三个阶段。

第一阶段,初级阶段,远古时代到 20 世纪初都可以界定为该阶段。有害生物综合治理概念的产生与形成经历了漫长的历史过程。早在远古时期,我们的祖先就实施了火和火药用于消毒与杀虫的实践,公元前 11 世纪的《周礼》记载了当时设有专门治虫的官吏及应用石灰、草木灰室内防虫的实践。之后陆续问世的《诗经》、《神农本草经》、《本草纲目》等著作中都有关于病虫害和卫生害虫防治的记载,说明我国劳动人民在公元前几个世纪就会采用无机化合物、矿物、天然植物及其他自然因素进行病虫害防治。此外,农业技术措施、抗虫品种的选择、害虫天敌、食物诱杀和灯光诱杀等方法治虫也已被记载使用。但总体上,该阶段的有害生物综合治理实践没有明确的概念及目的,主要是基于对有害生物生物学知识的初步认识基础上,以自然防治为主具体实施生物的、栽培的、物理的防治实践,但此阶段采取的一般实践都能够降低有害生物的危害水平。

第二阶段, IPM 的曲折发展阶段,即 20 世纪初到 60 年代。这个阶段的标志性事件是人工合成的化学农药的面世及后期的广泛使用。20 世纪初,化学合成工业的兴起与发展加快了欧美许多国家农药的研试,缪勒于 1939 年发现了人工合成的有机氯杀虫剂滴滴涕优异的广谱杀虫作用,使有机合成农药被快速而广泛的接受。尤其二战后,有机氯、有机磷、氨基甲酸酯、拟除虫菊酯等几大类化学合成农药的接替发展,促使了有害生物的防治向以农药为中心的方向迅猛发展,化学农药被广泛认可及使用导致了化学防治逐渐占到了防治的垄断地位,直接导致前一阶段初步形成的综合防治的理念及实践基本上被放弃,逐渐形成了完全依赖农药的局势。不可否认化学农药在这一阶段的初期确实发挥了较强的作用,甚至对以前一些无法控制的害虫也起到明显的防治效果。但是随着有害生物对化学农药耐药性和抗药性的产生,导致防效降低,更严重的是导致环境污染和生态平衡的破坏。同时,1962 年美国作家 Carson 《寂静的春天》的出版,唤醒了世人的环保意识,警示人们对使用化学农药的客观认知,农药的“三致”和“3R”现象开始受到关注。

第三阶段, 20 世纪 60 年代至今, IPM 重获新生、再度发展阶段。在前一阶段化学防治实践的启发下,人们意识到任何一种防治措施都不是万能的,有害生物的防治绝不是利用某一项措施就能在短期内达到期望的结果。此时, IPM 又重新得到了认可,在有害生物防治中开始推崇“取长补短,互相配合,协调一致,持续治理”的理念,逐步实施综合应用各种防治措施的实践以控制危害。此阶段有害生物综合治理的新概念逐步清晰并明确。1961 年, Geiser 等首次提出 IPM 概念。到 1967 年,联合国粮农组织(FAO)在罗马召开的有害生物综合治理小组会上定义 IPM 为“一种害虫综合治理系统”,按照害虫种群的种群动态和与它相关的环境关系,利用适当的技术和方法使其尽可能地互不矛盾,保持害虫种群数量处在经济受害水平之下。20 世纪 70 年代初期,美国环境质量委员会(CEQ)提出 IPM 为:运用各种综合技术防治对农作物有潜在危险的各种害虫,首先要最大限度地借助自然控制力量,兼用各种能够控制种群数量的综合方法,如农业防治法、利用病原微生物、培育抗性农作物、害虫不育法、使用性诱剂、大量繁殖和释放天敌等,必要时使用杀虫剂。从 CEQ 给出的 IPM 定义不难看出,有害生物综合治理的概念重点强调最大限度地发挥自然条件的控制作用,尽量避免使用会对环境产生破坏的化学药剂,总体应服从于可持续植保和可持续农业的要求。1992 年联合国环发大会宣布综合治理是防治有害生物优先考虑的策略。我国 20 世纪 50 年代中期已开始使用“综合防治”一词。1975 年全国植保工作会议上正式制定的“预防为主,综合防治”的植保工作方针也与有害生物综合治理的基本内容是一致的。

2.2 IPM 的特点及内涵

有害生物综合治理策略的提出把植保工作带入了一个崭新的历史阶段，其内涵可以从以下几个方面阐述。

2.2.1 以生态学原则为基础，将有害生物纳入生态系统中管理

生态系统是指在自然界一定的空间内生物与环境构成的统一整体，在这个统一整体中，生物与环境之间相互影响、相互制约，并在一定时期内处于相对稳定的动态平衡状态。害虫产生的本身就是人类改变生态系统的选择结果，是害虫与单一化规模种植植物协同进化的结果。“有害生物”是以人类利益为基准点来界定的，而实际上有害生物的危害是其自然的、正常的生理需求，只是在人类构建的生态系统中它们的突出作用而被定义为“害物”。所以，从生态学角度分析，能够成为有害的生物种类多是出现在人类构建的生态系统中，如农业生态系统等。所以，要从根本上防治有害生物就要把它们放入到生态系统来整体有机考虑，以系统论、信息论和灾变论作为理论基础来确定它们是否需要防治、怎么防治、防治到哪种程度？以从根本上改变传统的防治观念中“头痛医头、脚痛医脚”的片面性。总之，IPM 最终的目的是建立稳定的生态系统并保持其多样性和稳定性，最终形成生态系统内有虫不成灾的状态。

2.2.2 摒弃“消灭哲学”，提倡“容忍哲学”

早期的有害生物防治要求高效性与速效性，对有害生物要求杀死杀光，但从生物多样性及生态系统稳定性角度考虑，这种做法是不科学的。将有害生物纳入生态系统考虑后，有害生物综合治理的实践就是一个管理系统，打断系统中的任一环节都会影响系统的稳定性，所以 IPM 策略中提倡“容忍哲学”，并不要求彻底消灭有害生物本身，而是要控制其成灾，即将有害生物的种群数量控制在经济受害允许水平之下，这种讲究实效的策略，最终获得较大的经济利益。

2.2.3 强调自然因子的控制作用，在此基础上综合运用各种措施

自然控制的力量是实施 IPM 防治措施的基础，IPM 中特别重视自然控制因素的作用。自然控制因子常指栽培措施、管理措施和基础农业措施等，主要集中在精耕细作、合理密度种植、因地制宜等结合自然条件能够发挥出主要作用的因素。

2.2.4 强调“生态、经济、社会”效益的统一

“生态效益、经济效益、社会效益”三效合一是 IPM 的终极目标，IPM 表面看是单一的防治有害生物，直接产生“经济效益”，但是科学的 IPM 实践将会产生深远的“社会效益”和“生态效益”。第一，IPM 技术提高了成本效率，减少了对环境和人体健康造成的风险。采用 IPM 可以在有效控制有害生物的同时大幅度减少化学农药的使用量。如，2015-2016 年碣石山产区葡萄园农药使用由过去每年 13~14 次防治作业减少到 8-10 次，化学杀虫剂使用量减少 60%，而害虫仍然得到有效的控制。同时因为农药用量的显著减少，减少了对环境的污染，使害虫天敌的种类显著增加；而农产品农药残留量的减少，也降低了人们的健康风险。第二，通过 IPM 综合技术的实施，可以直接提高种植者的经济效益。碣石山产区葡萄园在 2014-2016 年实施的推广葡萄 IPM 技术后，产生的经济效益明显提高。

2.3 IPM 与可持续植保的关系^[5]

2.3.1 各植保方法与 IPM 的关系

植物保护方法主要包括农业防治法、物理机械防治法、生物防治法、化学防治法和植物检疫 5 种。

农业防治法是所有防治方法中的基础，适合植物生长的农业技术措施可以直接增强作物抗病虫能力或营造利于作物生长的环境。在植物栽培过程中，从选育抗病、虫品种，增施有机肥料及化学肥料、选择合理播种期并及时收割以避开病虫害，改进栽培方法，实行合理轮作，深耕和改良土壤等多角度加以注意，尽量按照安全农产品生产要求进行生产，则会获得健壮高产的植株，病虫害发生概率就会降低，从根本上减少化学农药的使用量。

物理机械防治法主要是在病虫害发生期，利用物理方法和相应工具来防治病虫害。如机械捕打，高速气流吸虫，果实套袋，药液浸种消灭害虫和病菌，利用成虫趋光和趋化性诱杀害虫等^[6]。

生物防治法是人类顺应自然而采取的有效防治方法。基于“源于自然，回归自然”的理念，依托生物间“相生相克”的原理而日益受到重视。具体包括直接利用天敌或是利用来源于生物的各种生物农药来控制有害生物，特点是缓效、选择性强、作用方式特异等。生物防治方法环境相容性好，对生态系统的破坏有限，最终减少了农药残毒对农产品、空气和水的污染^[7]。

化学防治法指用各种化学药剂通过专用设备来消灭有害生物，具有操作简单，防效好，效率高等优点，但对环境和生态具有一定的破坏性。化学防治法是目前争议最大的防治方法，虽然《寂静的春天》一书的出版使化学农药走下了万能的宝座，但却掀起了至今仍未停止的有关农药的争论。现状为：很多国家农药使用呈减少趋势，中国也以两会决议的方式在督促减少农药的使用，但这并不意味着农药将退出历史舞台，相反 21 世纪农药仍将继续使用，尤其是在爆发性害虫发生时农药仍是首选措施，提别提醒我们需要做的就是科学合理使用农药。

各植保方法在 IPM 中的地位有所区别。基于 IPM 强调自然因子的内涵，可以看出农业防治在 IPM 中具有较高地位；从技术和核心思想角度考虑，生物防治和物理防治是 IPM 的首选措施；IPM 的主旨是减少化学农药的施用，但多年的有害生物防治实践告诉我们化学防治虽不是 IPM 的首选措施，但却是不可缺少的组成部分，概括为地位最低但作用不容忽视。

2.3.2 可持续植保与 IPM

植物保护不仅仅是针对单个害虫，而是整个生态系统，所以可持续植保理念是以整个生态系统作为对象，考虑防治对象、方法运用与效果评定的整体性。对病虫的综合治理不仅仅从抑制病虫数量的层面上考虑，还要从物种的整个生态位入手探究其发生原因，而且评定效果时，并不以单纯的害虫防效作为唯一标准，而是以对环境的危害、经济效益作为综合评价指标。例如常见的蚜虫会直接危害植株影响光合作用和生长，同时还是很多病毒传播的媒介，要考虑其直接和间接危害作用总体评价其防治的必要性和重要性。特别是近年来“公共植保，绿色植保”理念的提出，更明确地诠释了可持续植保的发展方向。

IPM 是可持续植保中的重要技术支撑，是可持续植保理念的突出体现。IPM 的实施既能保证当季作物稳产高产，并取得良好的经济、社会及生态效益的统一，又要求前一时期采用的植保技术体系能为其后年份或年代的植保管理打下良好基础，使植物保护真正能够兼顾当前利益和长远利益，对有害生物防患于未然。现在流行的“科学植保、公共植保、绿色植保”的现代植保理念都是植根于 IPM 理念。

2.3.3 IPM 技术的长足发展

IPM 虽是目前最认可的有害生物防治理念，但其仍存在一定的局限性。第一，IPM 着重强调害虫发生时如何综合应用多种防治措施，但是对如何提高系统本身的自我调控能力强调不够；第二，IPM 中经济阈值是基于害虫发生危害引起经济损失时的虫口密度，没有考虑害虫的发生趋势及害虫种群变化与防治的辩证关系；第三，目前实施的大多数 IPM 实践注重短期效益，IPM 所采取的各种措施着重压低虫口密度低于经济允许水平，没有考虑措施的长期作用及影响，并把每个措施都作为增加生态系统稳定性的一个因子加以考虑及评价，导致经常出现“年年防治，年年有虫灾”的怪现象。基于以上几点，如何打破 IPM 的局限并将其技术更有效的转化为生产力是目前 IPM 研究的主要方向。

中国现阶段的 IPM 的实施与国情密不可分。其基本技术原则仍然是“以农业配套预防性措施为基础，选用高产优质抗(耐)性良种为主导，保护利用好天敌及中性生物为辅助，关键时(适)期选用效益高的农药为保障的配套的 IPM 策略及措施”。未来随着产业结构的调整，继续深化按生态区域围绕特定作物组建多种有害生物为对象的综防体系，树立可持续发展理念，增强环境生态观念，协调形成各种措施配套的综合方案，最终全面实施以生态系统控制为基础的 IPM。

新时期的 IPM 技术体系的主要工作是打破上述存在的局限，将 IPM 看作一项系统工程，以打持久战的策略去实施，最终得到以调整并保持有害生物所在生态系统的稳定性，而控制住生物“有害”

的目的。同时，还要形成以调动农林业参与者的主观能动性为主，结合各区域农林业发展的特点，鼓励或促进在不同形势下实践更多的 IPM 技术体系的理念来推动 IPM 的长足发展。

2.4 IPM 实践概述

随着全球经济一体化进程的加快，有害生物可以借助各种交通工具于朝夕之间跨越各大洲，在各国、各地区之间的人员和物流的交往中远距离传播，对人类社会和经济生活构成严重威胁和危害。因此，有害生物综合治理已成为各国政府及其相关部门、社会团体、企事业单位和广大民众共同关注的重大事件。为了有效治理有害生物，研究者进行了多种多样的 IPM 实践以调控有害生物的发生及危害。

首先，以单一某种病害或虫害为主要标的实施 IPM 技术。这种理念是在明确该种病害或虫害的主要生物学特性的基础上，单一或综合运用各种措施，制定出针对性较强的综合治理方案，以期在有害生物的某一阶段或重点危害阶段取得明显的防控效果。如吴全金等^[8]发表了《茶小绿叶蝉 IPM 技术研究进展》，阐述了基于植物挥发物、生物防治、物理防治、化学防治及基因工程技术等各种措施均能在一定程度上防治茶小绿叶蝉，文章所提措施均是通过验证表明对茶小绿叶蝉有很好防效，但是这种并未考虑各措施有机协调的效果及各措施对其它生物及环境的影响：安静杰等^[9]发表了《河北省棉田绿盲蝽绿色防控技术体系构建》，文中以绿盲蝽为主要标的，按照绿盲蝽的典型生活习性为线索设计了色板监控、性信息素诱杀、灯光诱杀、化学药剂喷杀等多个措施，已达到控制棉花生长季内绿盲蝽的危害，但是对于绿盲蝽的种群变化及其在食物链中的影响没有更多的关注。孙新纹^[10]发表了《河西走廊果树蚧壳虫综合治理技术》，文中阐述了通过了解甘肃河西走廊 3 种主要蚧壳虫的生物学习性制定了防治方案，提出了结合清园技术，保护利用天敌，在若虫返枝期化学防治的措施，可以很好的控制该地区的蚧壳虫危害。通过以上几个实例可以看出，以有害生物种类为主线制定 IPM 方案可以有很好的针对性效果，若将 IPM 中把有害生物放置于生态系统中的理念考虑进去，效果的速效性、时效性和持久性是否会发生变化？

第二，以主要种植植物种类或类别种植为标的实施 IPM 技术。如水稻 IPM、棉花 IPM、苹果 IPM、茶园 IPM 等。马秀英等^[11]发表了《IPM 技术在无公害水稻生产上的示范应用》，文中阐述了承德从 2000 年到 2003 年实施以 IPM 技术为主导的无公害水稻生产技术开发示范项目的的主要内容，其中以所种植水稻为中心，结合无公害生产标准采取相应技术措施：李克才^[12]发表了《柑橘病虫害可持续控制的策略》，文中阐述了以柑橘在整个生长季为主线的病虫害治理策略，将柑橘在整个生长季的生长区作为治理范围，综合各种措施，甚至重点提出管理者的“德”也是影响病虫害治理的因素之一。邹游兴^[13]发表的《水稻害虫综合治理》阐述了以稻田中主要害虫类群为研究对象，结合其生物学特点将害虫种类分类，在分类基础上针对性防治并提出水稻 IPM 的关键技术。

此类 IPM 较上述以单一某种病、虫害为主要标的实施 IPM 技术，从范围和结果上都有了较宽泛的关注，可以认为是一种进步。

第三，以城镇、县、区或市等区域为标的开展 IPM 技术。这种思路把开展 IPM 技术的范围拓宽，不仅局限于保护种植的植物，而且涉及到一定范围的生存空间的环境质量，将 IPM 放在更广范围实施使其影响范围更广，可以做到更多关注 IPM 在生态系统中的作用及影响，长期坚持最终可以形成相对稳定的生态系统，更利于后面的 IPM 技术的实施及效果的稳定。肯尼思.R.巴克等^[14]阐述了美国城镇有害生物综合治理的内涵，指出在 IPM 基础上的城镇有害生物综合治理 (Urban Integrated Pest Management, UIPM) 更注重人类的因素而不是经济因素最大化，应用的方法要求更成熟安全。国内开展的城区园林有害生物综合防控也要遵循这种理念。

第四，调动有害生物直接调控者的能动性可以促进 IPM 技术更好的推广普及。目前，建立以农民为中心的 IPM 体系的实践也日益增多。赵迪等^[15]发表文章阐述了世界农民田间学校的发展情况，肯定了参与式农业推广方法存在的必要性，这种“在干中学”的田间教学方式对于普及和推广 IPM 技术有很积极的作用。朱晓明等^[16]发表了《农民田间学校在中国的实践与创新发展》，文中提出自 1984 年 FAO 在东南亚实施水稻 IPM 起，田间学校在各大洲盛行。我国自 1988 年成为项目实施成员

国后,陆续成立很多田间学校推广实施 IPM 技术,文中记述的安徽省就先后开设了棉花 IPM、水稻 IPM 及农民社区 IPM 兴趣小组等上千期培训,培训人数达一万多人,效果显著。通过开办农民田间学校、成立 IPM 协会、建立 IPM 示范园等系列 IPM 实践调动农林业生产参与者的主观能动性,可以促进 IPM 更好地服务于可持续植保的建设^[17-21]。

2.5 以碣石山产区葡萄有害生物综合治理为例的 IPM 实践

河北昌黎县果品产业历史悠久且发展迅速,在新农村建设及农民增收方面发挥着巨大作用。其中葡萄栽培与产业化建设在河北省具有重要地位,不论鲜食葡萄还是酿酒葡萄均是当地优势农产品。葡萄园病虫害监测和防治是一项系统工程,在整个生长季节,涉及到多种病虫害,直接影响着葡萄的产量和品质。目前,碣石山产区葡萄生产中造成明显经济损失的主要病虫害有:葡萄霜霉病(*Plasmopara viticola*)、葡萄白腐病(*Coniothyrium diplodiella*)、葡萄灰霉病(*Botrytis cinerea*)、葡萄炭疽病(*Colletotrichum gloeosporioides*)、葡萄白粉病(*Erysiphe necator*)、葡萄黑痘病(*Sphaceloma ampelinum*)、葡萄毛毡病(*Eriophyes vitis*)和绿盲蝽(*Apolygus lucorum*)等。

笔者团队对以上葡萄病虫害进行了大量的研究工作,发表了《*Apolygus lucorum*-induced resistance in *Vitis vinifera* L. elicits changes at the phenotypic, physiological, and biochemical levels》^[22]、《酿酒葡萄园生草管理模式新发害虫——黑额光叶甲的生物学特性及其防控》^[23]、《绿盲蝽越冬卵在葡萄园中的空间分布型和抽样技术研究》^[24]、《酿酒葡萄园区绿盲蝽种群动态与监测技术》^[25]、《绿盲蝽交配干扰剂丁酸己酯微囊的制备及田间防治效果》^[26]、《绿盲蝽性诱剂在葡萄园诱捕效果及种群动态监测》^[27]、《不同栽培条件对葡萄霜霉病发病的影响》^[28]、《2009 年酿酒葡萄主要病害种类调查及流行因素分析》^[29]、《酿酒葡萄霜霉病季节流行动态与爆发成因》^[30]、《酿酒葡萄品种对绿盲蝽抗性的筛选及其挥发物初步鉴定》^[31]等多篇文章,获得《优质抗寒、抗病酿酒葡萄新品种选育》、《酿酒葡萄霜霉病和白腐病流行动态及生态控制技术研究》和《冀东地区葡萄霜霉病流行动态及关键防治技术研究》等科研成果。总结以上材料,不难看出,葡萄 IPM 技术的实施的思路主要有两种。

第一种:以一种病害(霜霉病)或虫害(绿盲蝽)为主要目标实施 IPM 技术,内容主要是先考虑与该病虫害发生密切的因素,然后针对这些因素来处理以调控病虫害的危害,具体包括葡萄品种的选择、栽后管理、理化诱控及化学防治关键技术等,强调在防治关键时期采用多技术的联合使用。方案主要内容多是在明确有害生物生物学特性后,在有害生物发生期综合应用各种措施合力控制有害生物在经济阈值之内。以绿盲蝽综合防治技术为例,提出的 IPM 技术内容包括:一要加强监测;二要找准防治适期,注重早春和秋季防控;三要在加大推广使用生物农药的基础上,合理选用化学农药。同时要考虑绿盲蝽发生特点及危害部位选择合理施药技术。这种 IPM 理念需要考虑绿盲蝽在葡萄园生态系统中的动态变化,包括其与葡萄园天敌昆虫群落消长关系。

第二种:以葡萄生长周期为纵线,按照葡萄生长年历综合各种措施的使用

笔者团队于 2014 年至今在河北碣石山产区葡萄园进行了以葡萄生长周期为主线的葡萄 IPM 实践,总结如下:

针对碣石山产区葡萄主要病虫害的危害特点,从葡萄全年的生育期入手,开展防控工作,实现葡萄园农药减量控害。创新和改进了多项葡萄主要病虫害监测和防控技术,具体包括:1)构建了葡萄园绿盲蝽性诱剂监测技术,监测覆盖率由过去的 30%提高到 100%,准确率由过去的 60%提高到 100%,为适时开展防治奠定基础。2)构建了基于色板诱集的葡萄叶蝉监测技术。3)完善了葡萄主要病害发生动态监测技术:基于孢子捕捉和气象要素的监测预测技术成熟稳定。4)构建了碣石山产区酿酒葡萄主要病虫害防控技术规范,由于采用了监测和防控有机结合的病虫害防治模式,农药使用由过去每年 13-14 次防治作业减少到 8-10 次,化学杀虫剂使用减少 60%,化学内吸性杀菌剂使用减少 35%。5)构建了葡萄园绿盲蝽性干扰和大量诱捕应用技术模式:由单纯的春季防治转变为秋季防治,基本实现葡萄园绿盲蝽生态防控,可以取代触杀性和内吸性化学农药,如溴氰菊酯、吡虫啉等的使用,无残留无污染。6)开发了绿盲蝽性干扰剂微胶囊高效施用技术:确定了微胶囊最佳制备条件,测定了粒径分布、包覆率、囊壁强度、释放速率等指标,微胶囊载药量和包覆率分别达到 21%和

92%，外观较完整，囊壁强度较大，粒径分布较均匀，喷撒干扰剂微囊的样地绿盲蝽产卵量显著低于对照区。7)将自动气象站数据和病虫害监测模型进行有机组合，开发了适合葡萄有害生物监测预警的信息系统,基于互联网实现区域监测预警。

昌黎地区的玫瑰香设施葡萄是我国三大玫瑰香葡萄栽培区，课题组建立了玫瑰香设施葡萄病虫害农药减量控害关键技术体系，取得了显著地成效。具体概括为：严格检疫、熏蒸杀菌，严把病源关；平衡施肥、合理密植，加强健身栽培关；控湿调温、生态抑菌，抓住环境调控关；屏蔽阻菌、果实套袋，杜绝病源入侵关；生长调节、保健抗菌，增强植株抗性关；清洁田园、焚烧病菌，做好人工除菌关。具体措施略。

通过比对对照区，IPM 关键技术体系实施后，葡萄园内病虫害发生量降低，做到有病有虫但不成灾。防治后技术指标（危害程度指数最高值为 100）：霜霉病发病病情指数低于 5，白腐病病情指数低于 2，灰霉病病情指数低于 3，炭疽病病情指数低于 5，刺吸害虫绿盲蝽叶片被害率低于 10%。园内天敌种类及数量增多，对环境和人体健康造成的风险降低，取得了明显的生态效益。农资支出减少，经济效益显著提高。2015-2016 年碣石山产区葡萄园农药使用由过去每年 13-14 次防治作业减少到 8-10 次，化学杀虫剂使用量减少 60%（表 1）。从表 1 中可以看出，实施 IPM 技术体系后，优质葡萄果实单产高于常规防控 10%，投入与产出比明显提高。

表 1 碣石山产区葡萄园 2014-2016 年实施葡萄 IPM 技术结果对比表

措施	平均用药（次）	每亩用药费用（元）	果实单产（kg）	纯收入（元）
实施 IPM 技术	8-9	15.8	0.66	7.92
未实施 IPM 技术	13-14	48.3	0.6	4.2

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） IPM 内涵？
- （2） IPM 实践的思路及成效评价。
- （3） 如何将 IPM 理念结合碣石山产区葡萄有害生物防控具体案例，应用到其他农林业上重要作物的病虫害综合管理上，设计出切实可行的 IPM 实施方案。

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方案。

学有余力的小组可以课前讨论，并形成一种病害或虫害的 IPM 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）

将 IPM 理念，结合碣石山产区葡萄有害生物防控具体案例，应用到其他农林业上重要作物的病虫害综合管理上，设计出切实可行的 IPM 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该种病害或虫害的 IPM 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:

参考文献:

- [1] 戈峰. 21 世纪害虫管理研究与发展的一些思考[C]//昆虫与环境——中国昆虫学会 2001 年学术年会论文集.2001: 233-239.
- [2] 谢联辉.21 世纪我国植物保护问题的若干思考[J].中国农业科技导报,2003(5):5-7.
- [3] Gong Deping,Liu Yongquan,Gong Wenliu. A Review of the History and Development of Integrated Pest anagement (IPM)[J].Plant Diseases and Pests,2019,10(02):37-40.DOI:10.19579/j.cnki.plant-d.p.2019.02.009.
- [4] 叶卫东,李芬,邹游兴,吴少英,吴小香.有害生物综合治理(IPM)概念的起源与发展[J].南方农业, 2022,16(11): 30- 32, 42.
- [5] 武宇鹏,陈明昌,范仁俊.从深层生态学看可持续植保理念[J].山西农业科学,2008(6):32-34.
- [6] 李玉平,龚宁.现代物理技术在 IPM 植保中的防控机理及应用研究进展[J].大学物理,2019,38(10): 52-60.
- [7] 史姝娜,于广威,李圣辰.基于昆虫性信息素的综合害虫防控(IPM)新技术应用[J].安徽农业科学,2022,50(5):126-128.
- [8] 吴全金,孙威江.茶小绿叶蝉 IPM 技术研究进展[C]//第十五届中国科协年会第 20 分会场: 科技创新与茶产业发展论坛论文集.2013:237-245.
- [9] 安静杰,李耀发,党志红,张涛,高占林,高连珍,霍成梅,潘文亮.河北省棉田绿盲蝽绿色防控技术体系构建[J].中国棉花, 2017,44(05):20-22.
- [10] 孙新纹.河西走廊果树蚧壳虫综合治理技术[J].植物保护,2004(6):66-68.
- [11] 马秀英,苑凤瑞,孙凤珍,等.IPM 技术无公害水稻生产上的示范应用[J].中国植保导刊,2005(2):41-42.
- [12] 李克才.柑橘病虫害可持续控制的策略[J].浙江柑桔,2002(4):25-26.
- [13] 邹游兴.水稻害虫综合治理[J].价值工程,2015,34(4):303-305.
- [14] 肯尼思 R.巴克,埃丝特 戴,蒂莫西 J.吉布,等.美国城镇有害生物综合治理[J].世界农业,2010(5):57-61.
- [15] 赵迪,王德海.世界农民田间学校发展概况及启示[J].世界农业,2010(6):25-27.
- [16] 朱晓明,杨普云.农民田间学校在中国的实践与创新发展[J].中国植保导刊,2018,38(9):83-86.
- [17] 陈吉平,刘宇茨,傅新红.合作社社会化服务能促进农户病虫害综合防治技术的采纳吗——来自四川的经验证据[J].中国农业大学学报,2022,27(6):264-277.
- [18] 陈哲,李晓静,夏显力.互联网发展环境下多维教育对农户 IPM 技术采纳行为的影响研究[J].华中农业大学学报(社会科学版),2022(03):83-95.
- [19] 严远荣. 黑龙江省稻农 IPM 技术采纳行为及其影响因素研究[D].哈尔滨:东北农业大学,2021.
- [20] 张永强,严远荣.农户 IPM 技术采纳行为影响因素研究——基于黑龙江省稻农调查数据的实证[J].东北农业大学学报(社会科学版),2021,19(2):57-68.
- [21] 朴永范.水稻、棉花害虫综合治理(IPM)技术转化途径研究[D].北京:中国农业科学院,2005.
- [22] GAO Suhong,et al.Apolygus lucorum-induced resistance in Vitis vinifera L. elicits changes at the phenotypic , physiological, and biochemical levels[J].SCIENTIA HORTICULTURAE,2022,1-15.
- [23] 高素红,路常宽,贾月霞,赵春明,曹璇.酿酒葡萄园生草管理模式下新发害虫——黑额光叶甲的生物学特性及其防控[J].果树学报,2019,36(09):1185-1193.DOI:10.13925/j.cnki.gsxb.20190098.
- [24] 高素红,武海燕,温晓蕾,等.绿盲蝽越冬卵在葡萄园中的空间分布型和抽样技术研究[J].中国农业科技导报, 2020, 22(8):116-122.
- [25] 高素红,路常宽,赵春明,王硕,周雅茹.酿酒葡萄园区绿盲蝽种群动态与监测技术[J].应用昆虫学报,2015,52(5): 1167-1173.
- [26] 曹盼盼,路常宽.绿盲蝽交配干扰剂丁酸己酯微囊的制备及田间防治效果[J].农药学学报,2015,17(4):492-496.

- [27] 曹盼盼,路常宽,王晓勤.绿盲蝽性诱剂在葡萄园诱捕效果及种群动态监测[J].植物保护学报,2016,43(3):523-524.
- [28] 静大鹏,温晓蕾,李昕颖,等.不同栽培条件对葡萄霜霉病发病的影响[J].北方园艺,2016(3):112-114.
- [29] 李栋海,齐慧霞,李双民,等.2009 年酿酒葡萄主要病害种类调查及流行因素分析[J].北方园艺,2010(9):174-177.
- [30] 齐慧霞,齐永顺,张京政,等.酿酒葡萄霜霉病季节流行动态与爆发成因[J].经济林研究,2009,27(1):57-60.
- [31] 武海燕,高素红,路常宽,等.酿酒葡萄品种对绿盲蝽抗性的筛选及其挥发物初步鉴定[J].河北科技师范学院学报,2021,35(2):34-41.