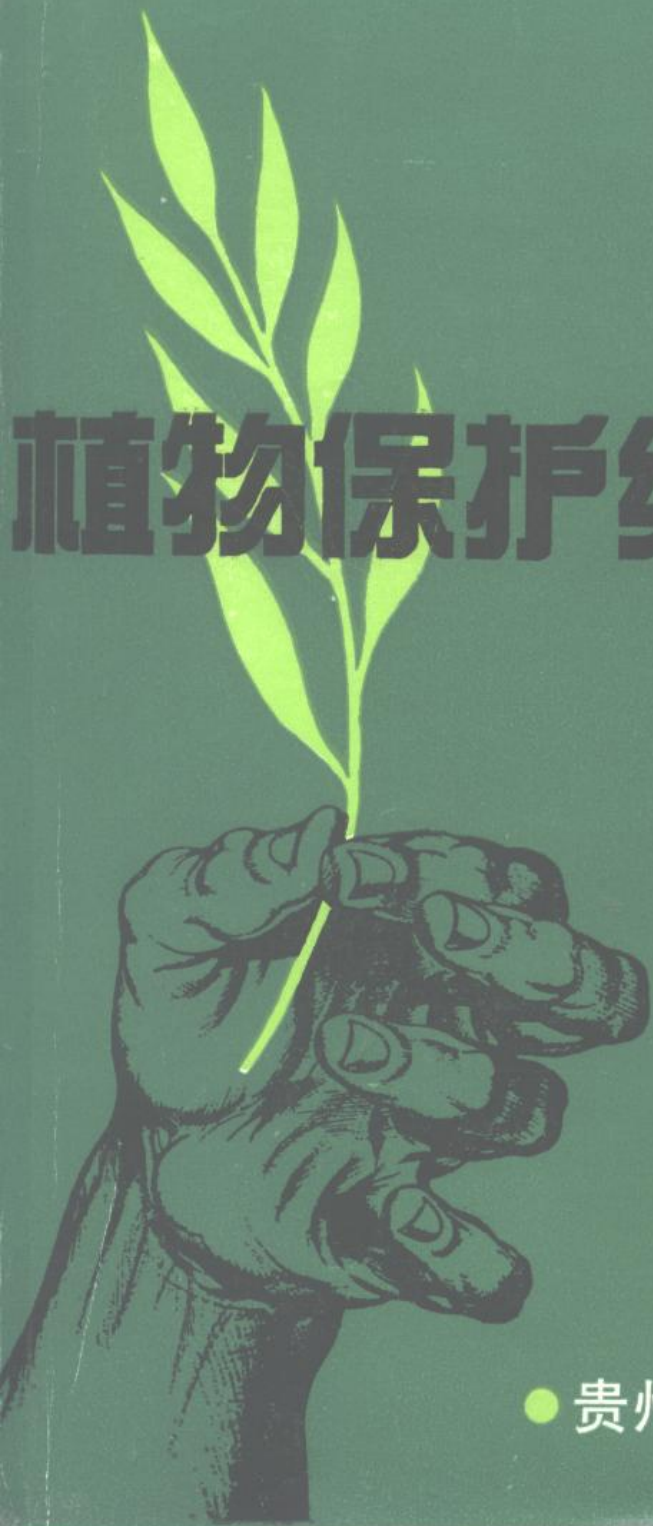


ZHI WU
BAOHU
JINGJI
XUE

植物保护经济学

陈杰林



● 贵州科技出版社 ●

植物保护经济学

陈 杰 林

贵州科技出版社

责任编辑 苏北建

封面设计 张世申

技术设计 李东升

植物保护经济学

陈 杰 林

贵州科技出版社出版发行

(贵阳市中华北路289号)

贵州新华印刷厂印刷

850×1168毫米 32开本 14.75印张 370千字

1991年8月第1版 1991年8月第1次印刷

印数 1——1000

ISBN 7-80584-073-3/S·021 定价: 7.50元

前 言

植物保护问题涉及许多方面，包括生物学、生态学、耕作学、环境科学等，并与社会经济系统有密切关系。从经济学角度研究植物保护，建立植物保护经济学是一种新的尝试。

60年代以来，为了更好地保护农作物和环境，提高对有害生物的防治水平，国内外已开始从生态经济学角度进行有害生物综合治理的研究，为植物保护经济学积累了大量的资料。

显然，一般农业技术经济学原理，对于研究植物保护的技术经济问题是非常有用的。但由于植物保护-经济系统的复杂性，它涉及更多的生物生态学内容，仅利用现有的农业技术经济学知识，往往无法对其进行精确的评价。

系统方法论的出现，使对有害生物进行“管理”成为可能，而且在实际应用中越来越显示其优越性。其中，最有成效的是植保系统的数学模拟，以及用最优化技术进行管理决策。

为使读者对目前国内外植物保护科学发展的另一个侧面有所了解，作者根据近年来的教学科研实践及收集到的资料，编写出这本书，试图对植物保护经济学的一些基本原理和方法进行初步探讨，总结并深化当代植物保护技术经济方面的问题。

本书致力于方向在于逐渐形成一门系统的植物保护经济学，而主要陈述有关知识在植保工作中的应用。目的在于引起国内外植保界和农业技术经济工作者对植物保护经济问题的重视和兴趣，共同努力，使这一具有时代特征的边缘学科趋于完善；使植物保护科学与现代科学同步，向更深更广的方向发展。

本书摘引与参阅了一些中外学者的资料，在此一并致谢。

由于作者水平有限，书中错误难免，希望读者批评指正。

作者 1991年1月
于西南农业大学

目 录

绪论

- § 1 植物保护技术的发展概况…………… (1)
- § 2 植物保护经济学研究的内容、特点和建立植物
保护经济学的意义…………… (2)

第一章 植物保护的生态经济学原理…………… (7)

- § 1 有害生物-作物-经济系统…………… (7)
- § 2 植物保护的生态经济学原理…………… (37)

第二章 植物保护的技术效果…………… (47)

- § 1 化学防治的技术效果…………… (47)
- § 2 生物防治的技术效果…………… (62)
- § 3 利用昆虫性信息素的技术效果…………… (81)
- § 4 遗传防治的技术效果…………… (83)

第三章 植物保护的经济效果…………… (95)

- § 1 费用-效益分析…………… (95)
- § 2 各种防治技术的经济效果评价…………… (99)

第四章 植物保护的经济阈值…………… (225)

- § 1 边际分析原理…………… (225)
- § 2 经济损害允许水平和经济阈值…………… (227)
- § 3 有害生物混合种群的经济阈值…………… (261)

第五章 植物保护经济预测 (266)

§1 预测预报的经济学意义 (266)

§2 预测预报技术的经济评价 (274)

§3 作物受害损失预测 (284)

§4 植物保护技术经济预测 (352)

第六章 植物保护经济决策..... (358)

§1 植物保护经济决策原理 (358)

§2 利用经济阈值进行决策 (364)

§3 线性规划 (379)

§4 矩阵决策 (390)

§5 网络决策 (401)

§6 马尔可夫决策 (409)

§7 模糊决策 (413)

第七章 植物保护系统的科学管理 (423)

§1 系统和植物保护系统 (423)

§2 植物保护系统分析 (430)

§3 植物保护系统模型的解法 (441)

§4 计算机化的植物保护系统 (447)

参考文献

绪 论

§1 植物保护技术的发展概况

随着人类社会的发展、科学技术的进步，人类的植物保护水平也在不断提高。

很早以前，人类在同作物有害生物的斗争中，总结出了许多好经验、好方法（哪怕是原始的），从而促进了农业生产的发展，减少了因病虫草害造成的损失。但是随着新技术、新措施的使用，同时也出现了许多新问题，在第二次世界大战结束后的20多年中，人类的植物保护方式主要依靠DDT、六六六等有机杀虫剂，化学防治法曾兴盛一时，认为有了灵丹妙药，从此防治病虫害可以高枕无忧了。然而，事实证明并非如此简单，1946~1947年仅仅使用DDT两年之后，就在瑞典、丹麦、意大利、美国发现家蝇产生抗性。此后，有关作物病虫害对农药产生抗性的报道日益增多，而对田间天敌、传粉昆虫、野生动物、鱼类等的杀伤作用，尤其残效药剂对环境的污染越来越严重。到60年代中期，采用什么方式保护农作物免受有害生物危害，已普遍引起各国关切，促使许多国家的植物保护工作者探索防治这些有害生物的新方法、新途径，相继出现了综合防治（Integrated control）、有害生物控制系统（Pest management system）和生物技术防治（Biotechnical control）等设想与设计。有害生物综合治理（Integrated pest management）也是在这个时期提出的，至今已有20多年了。全世界的植物保护方式，从那时起有了极大的改变——都遵照综合治理的新的指导思想进行着。我国也于1974

年在广东韶关召开的“全国农作物病虫害综合防治学术讨论会”上，认真总结以往植保工作的经验和教训，提出了“综合防治”的概念。1975年全国植保工作会议正式制定了“预防为主，综合防治”的植保工作方针，使我国农作物病虫害的防治工作进入了一个崭新的阶段。

目前，我国农作物有害生物综合防治已由单一防治对象，开始走向以作物为主体的有害生物综合治理；从常规研究有害生物的一般规律进而利用系统分析、计算机模拟等手段研究其动态变化；从对有害生物的危害阈值、防治指标的研究，发展到建立作物生长模型，了解作物的受害形成过程。更可喜的是，广大植保工作者和农民对综合防治概念的认识有了很大提高，注意到防治有害生物必须顾及经济效益、社会效益和生态效益，并在农业技术经济理论和生态经济学理论指导下，把系统工程、决策分析等新兴学科的理论和技术导入植保科技领域，逐步完善具有我国特色的农作物有害生物研究和综合治理体系，为植物保护经济学的产生和发展奠定了基础。

§2 植物保护经济学研究的内容、特点和建立植物保护经济学的意义

科学技术是第一生产力，这是科学技术的经济实质。

植物保护是一种经济行为，它包括植保技术和经济两方面的内容。以往植物保护工作者只注重研究植保技术，即研究如何根据有害生物的田间发生和发展规律来进行防治，而在一般农业技术经济研究中，首先注意到农业机械化、农田基本建设、土地利用和施肥等技术经济问题，尚未涉足对植保技术经济方面的研究。

然而，世界范围内的实践表明，在农业集约化程度较高和先进的耕作条件下，任何现代作物栽培系统缺乏有组织的植物保护

技术，要获得作物的高产稳产是不可能的，在改良土壤、充分满足有机和无机肥料的需用量和农业动力的情况下，每年因病虫杂草危害所造成的损失仍然很大，约占总产量的20~30%，甚至更多。在不同气候、农田环境、植物保护技术水平和其它不可测因子的条件下，作物的有害生物，首先是病虫害的发生不平衡，可能处于被抑制状态或大发生的程度，因而造成的损失在年份间可能有变化。但多年估计表明，被害作物产量的增长，因有害生物的有效防治可能有很大的潜力，植物保护在提高农业生产效率的措施系统中占有重要的地位，它与其它农业技术措施一起构成一个完整的技术体系，从而对农业生产的发展产生影响。因此，植物保护经济学的研究在农业技术经济体系中应占有一定的地位。

与一般农业技术经济学一样，植物保护经济学既不孤立地研究植物保护方面的自然规律，也不孤立地研究纯属农业生产关系方面的经济问题，而是联系植保技术和经济两个方面，运用技术科学和经济学的科学知识和成果，对人类植保行为中的物质技术因素进行经济评价、即对各种不同的防治措施、防治技术、防治方案的经济效果，进行有科学根据的经济分析，探讨技术因素与经济因素的内在联系，寻求解决技术效果与经济效果矛盾的途径，为农业生产选择耗费少、效果大的最合理而又可行的植保措施和方案。因而可以说，植物保护经济学是以人类植保行为中的物质技术因素的经济效果为研究对象的，它是根据农田生态系统和植保技术特点，在一般农业技术经济原理指导下，研究植物保护各技术因素的经济合理性、生产可行性和相互协调的最优性的一门科学。

60年代以来，随着有害生物综合治理理论和生态经济学科的提出和发展，大大促进了人们对植保技术的生态学、经济学和环境保护学方面的研究，同时为植物保护经济学积累了大量的资料。

建立植物保护经济学的目的,在于归纳和总结以往及现代植物保护技术有关生态经济学方面的内容和方法,利用现代农业技术经济学和植物保护学理论,研究在一定的自然、经济和技术水平条件下可行的、最优化的植物保护技术措施、方案和策略,从而达到保护农作物产量和品质、维持农田生态系统平衡的目的。

植物保护经济学属于农业技术经济学的范畴,它受许多农业技术经济效果理论和方法的制约。如①各种技术措施之间经济效果的强烈相关性;②某些农业技术效果的持续性;③农业技术措施在一定条件下作用的极限性;④技术经济效果的综合性;⑤在自然环境及其它可变因素的影响下,技术效果的不稳定性;⑥长期技术经济效果(或潜在效果)预测的困难性等。

另一方面,植物保护经济学作为农业技术经济系统中的一个子系统,也有自身的一些特点。如:

(1)植物保护经济效果不在于增产(除少数有生长刺激作用的保护剂外),而在于防止产量(或品质)的损失,生产者的收益来自于预防损失的价值。图0.1表示防治与否和产量的关系。图中完全未受有害生物危害的收获量为 Y_P ,受害时收获量为 Y_N ,差值 $D_Y = Y_P - Y_N$ 是有害生物危害造成的减产,亦可把 D_Y 看作对作物彻底防治所能挽回的潜在产量。设该作物的单价为 P ,由防治得到的利益 $B = D_Y \cdot P = (Y_P - Y_N) \cdot P$ 。如果防治不彻底(或防治效果未能达到100%)有一定减产,设此时的产量为 Y_C ,则 $B = D_Y \cdot P = (Y_C - Y_N) \cdot P$ 。另外,如果有害生物还使品质下降,设 Y_C 和 Y_N 的价格分别为 P_C 和 P_N 则 $B = Y_C \cdot P_C - Y_N \cdot P_N$ 。

(2)植物保护经济效果的评价涉及更多的生态经济学问题。植保技术是通过控制田间有害生物种群为害而达到保护作物产量(或品质)的目的,由于有害生物本身与作物的关系,及其对植保技术的反应存在更复杂的生态学关系。同时,由于植物保护仍然大量依赖化学农药,容易引起对生态系统干扰和环境污染。

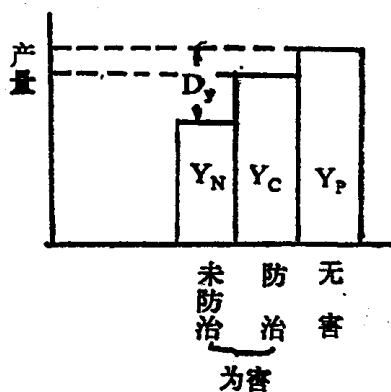


图0.1防治与否和产量的关系

染，因而植物保护经济评价与其它农业技术措施比较涉及更多的生态经济学问题。

(3)不同植物保护措施和策略经济效果的时间目的性和可测性明显不同。如一般化学防治具有速效性，在暂不考虑环境影响或农药本身没有环境副作用条件下，其经济效果的时效性较短，而且比较容易进行常规测定。而生物防治中的“接种释放”技术，要求天敌能在田间繁衍生殖，较长期控制有害生物种群，其经济效果评价应侧重较长远利益，而且也不容易采用常规技术进行准确测定。又如遗传防治中的雄性不育技术在目前条件下，近期经济效果一般是“得不偿失”的，但从长远来说，若获得成功，则可收到“一劳永逸”的经济效果。植物检疫措施在短期内并无任何经济效益可言，甚至生产者还要受到一些暂时性损失，国家也要支出相当的费用，但若放松检疫，让一些危险性有害生物入侵成灾，即使耗资百万防治也往往难以根除。因此，植物检疫的生态效益、社会效益和长远的经济效益是相当巨大的。

(4)植物保护经济效果分析的目的，更侧重于在防治措施实施之前，结合预测预报作出“防”与“不防”的决策。因此，作

物受害分析和预测、“经济阈值”等的研究在植物保护经济学中占有相当重要的地位。

目前，从世界范围内的植物保护情况来看，由于不同地区的经济状况、有害生物-作物和环境特点各异。有些有害生物采取单一的防治措施（如单独使用化学防治或生物防治）有时也能奏效，但更一般的是要求多项措施协调使用，因此植物保护经济效益分析应包括单项技术经济效益分析和综合技术经济效益分析。再加上有害生物和植物保护技术措施多样性以及评价防治效果指标的复杂性，给植物保护经济学的研究带来许多困难。然而，这一学科的建立，对于推动农业技术经济理论的研究和发展，对于加强有关学科的协作，对于促进植保技术经济资料的搜集和整理，对于有害生物的科学管理，培养具有植保技术素养和经济素养的技术人才，显然是具有重大意义的。

第一章 植物保护的生态经济学原理

在植物保护系统中，有害生物对作物的经济危害和人类植保行为的经济效果均包含着相当复杂的生态学内容。

§1 有害生物-作物-经济系统

在农田生态系统中，作物与有害生物分属于不同的营养水平。从经济分析的角度上说，两者存在危害和被害的关系，由于有害生物及其所危害的作物均是生物，这种关系不可避免地包含许多复杂的生态经济学内容。有害生物对作物所造成的损害，不仅是有害生物本身的密度函数，也是有害生物的特有危害习性和作物生物生态学特性的函数。其中，每个因素都不同程度地受到环境及其它生物因素的影响，再加上社会经济因素的考虑，其结果便是有害生物为害所致的经济损失。

一、作物经济产量的构成因素

有害生物引起的经济损失包括直接的、间接的、当时的、后继的等多种，但主要由产量、品质及产品价格所构成。通常所说的病虫害所致的损失，主要是指产量的减少和品质的降低，当品质降低不明显可忽略不计时，只指对产量的影响。

所谓产量，是对单位面积上所获得的有经济价值的生产产品而言。如谷类作物、豆类作物、油料作物的籽实、薯类作物的块根或块茎、棉花的籽棉、麻类的麻皮、甘蔗的茎、甜菜的肉根、烟草的叶子、绿肥作物的鲜草等等。而上述作物的其它部分，如谷类作物的秸秆等，一般看作副产品。同一种作物因栽培目的不

同，产量的概念也有所不同。例如，玉米作为粮食作物栽培时，产量指的是籽粒，而当作饲料作物栽培时，则茎、叶、果穗等用于制作青贮饲料的全部有机物质都包括在产量之内。

作物产量的构成因素，随作物种类不同而有所差异(表1.1)。分析产量及其构成因素对于理解最终产物的结构方面以及有害生物对它们的危害，显然是很有意义的。各个构成因素与产量之间的关系，往往可用简单的函数式来表示，例如：禾本科作物产量 = 株数 (a) × 每株穗数 (b) × 每穗粒数 (c) × 粒重 (d)。在此如果把 (a × b) 和 (c × d) 取出来看，各要素呈负相关。倘若对个体的生长发育给予充分空间，则负相关变弱，并且

表1.1 各种作物产量构成因素

作物名称	产 量 构 成 因 素
禾谷类	穗数、每穗粒数、粒重
豆 类	有效分枝数、每分枝荚数、每荚粒数、粒重
薯 类	株数、每株薯块数、单薯重
棉 花	株数、每株有效铃数、每铃籽棉重
油 菜	有效分枝数、每分枝荚数、每荚粒数、粒重
甘 蔗	茎数、茎重
烟 草	株数、每株叶数、单叶重
绿 肥	株数、单株重
果 树	花量、早期座果率、落果量、成熟单果重

两个因素的关系略呈曲线回归，所以认为可能有产量性状的组合。一般说来，若能确保株数或每株茎数，禾本科作物的穗数、豆科作物的荚数等有支配产量的倾向，但由于年份、地区、品种

的不同，产量构成因素的贡献程度也不同。

作物产量构成因素是作物生育过程中在不同时期先后形成的，研究各种作物产量构成因素的形成经过及有害生物危害对它们的影响，无疑对作物受害损失的研究是非常重要的。

必须指出的是，植物是一个有机整体，当某部位受害后，其受害反应波及各个器官，最终影响作物产量，如棉蚜危害1~3叶期棉苗叶片后，除引起卷叶外，株高、真叶数、叶面积指数、根系长度等都受到抑制，现蕾期推迟、蕾数减少，有效铃也减少（表1.2）。

有些作物的根和叶不是产量的构成因素，但它们是吸收养分和制造有机物质的重要器官，如果根和叶受到有害生物的危害，作物的营养生理将受到影响，甚至颗粒无收，可见它们与作物产量有密切关系。

作物在一定条件下要求一定大小的叶面积，过大或过小都不利于光合作用和产量的形成。Watson (1952) 认为：作物个体群体生长速度（CGR）= 叶面积指数（LAI）× 净同化率（NAR）。据此，可以按照叶面积及其同化率估算干物质的增加速度。净同化率的提高和叶面积在时间上的积分值的增大有密切关系。如果叶面积大于某种程度，就招致过于繁茂，引起净同化率的下降。因此，产生了最适叶面积指数（opt. LAI）的概念，即使CGR变为最高的LAI值（图1.1）。最适叶面积是一个动态概念，即不同作物生育期有相应大小的最适叶面积。叶面积的大小不仅制约作物群体的光合作用，叶面积的不同配置方式也影响对光能的利用。

另外，作物在田间以群体的形式存在，成片种植构成了作物群体。作物群体并不是很多作物单株——一个体的简单总和，而是一个有机总体，它有自己的结构、功能和生理调节能力。在群体发展过程中，不同时期有其不同的合理群体结构，包括各种不同

表1.2 棉蚜危害1~3叶期棉苗后对

(张永孝等, 1980,

年 份	处 理	株 高 (厘米)	真叶数 (片)	叶 面 积 (指数)	根系长(cm) 鲜重(g)
1980	5月16日起 控制不受害	6月14日 9.47	6月14日 7.68	6月14日 21.55	6月22日 493.6
	受害5天	7.49	6.8	19.59 b	473
	受害11天	6.32	7.08	10.76 c	409.6
	受害17天	5.54	6.14	9.64 c	253.4
	受害31天	4.23	5.98	6.25 d	178.5
1981	5月16日起 控制不受害	6月21日 12.8	6月11日 5.97	6月11日 14.03 a	6月23日 234.1 ± 1.7
	受害5天	9.12	5.11	10.5 b	238.8 ± 1.32
	受害12天	6.68	4.94	7.02 cd	201.9 ± 0.9
	受害17天	6.55	5.08	5.47 de	152.4 ± 0.5
	受害22天	5.76	4.64	3.79 e	158.5 ± 0.42