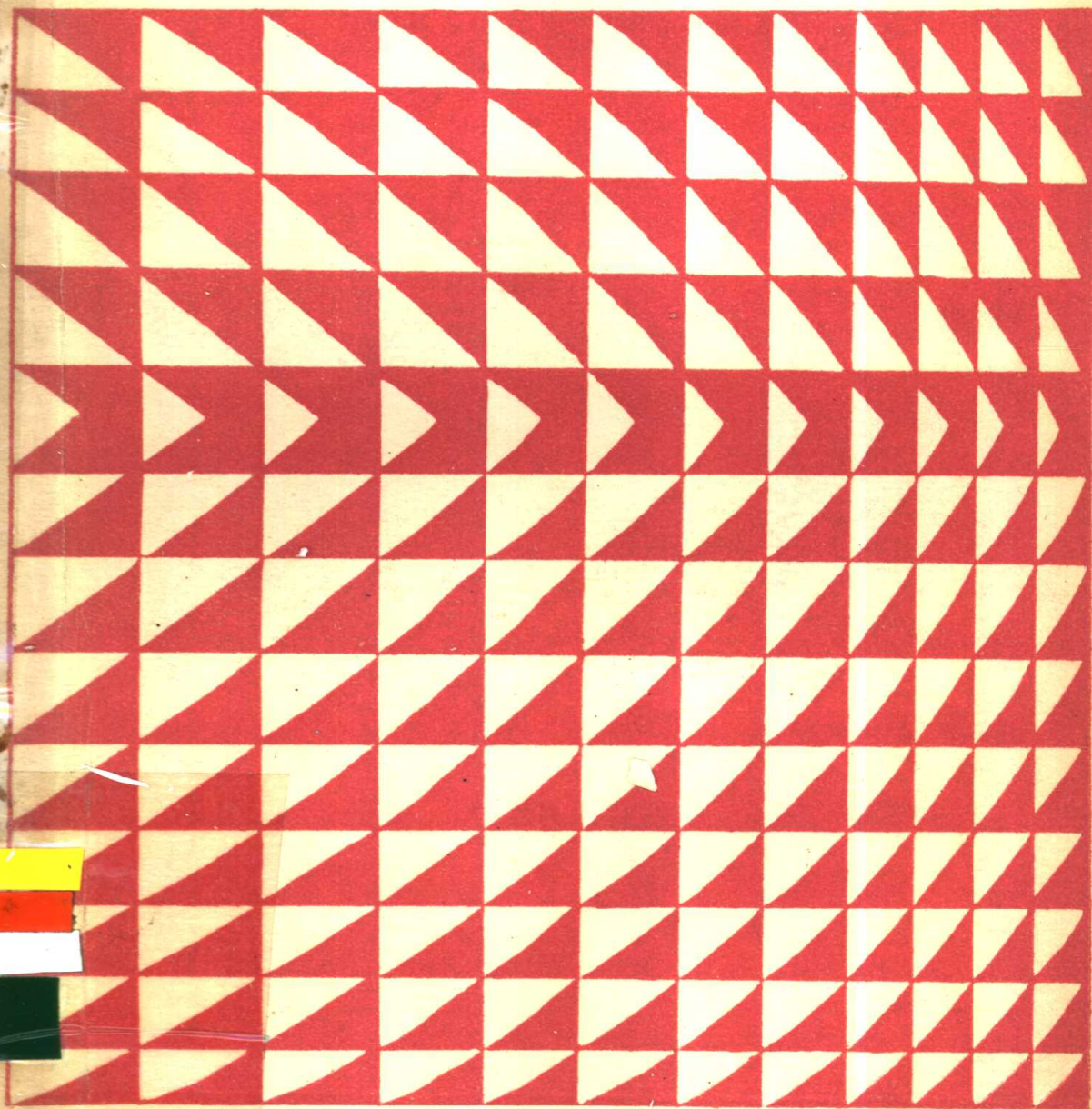


果树红叶螨的生物防治

〔荷兰〕 R. 拉宾 著



科学出版社

果树红叶螨的生物防治

〔荷兰〕R. 拉宾 著

丁岩钦 李典谟 陈玉平 谢宝瑜 译

蓝仲雄 丁岩钦 校

科 学 出 版 社

1 9 8 2

内 容 简 介

系统分析应用于昆虫学已成为国内外七十年代以来最受重视的课题之一。为了介绍系统分析在害虫管理中的具体应用,本书根据有关果树红叶螨与捕食螨大量的生态学特性的研究资料,对“果树—果树红叶螨—捕食螨”系统进行了模拟与分析。其中包括:如何组建系统模型的步骤,如何将实验室资料、田间资料、文献资料应用于系统模型中,如何将分室模型联结起来进行大系统的综合分析和模拟,如何进行模型的检验与灵敏度分析等,并以此提出最优的害虫管理策略。书中应用 CSMP 语言将数学模型全部变成计算机模型,还附有大量 CSMP 程序。

R. Rabbinge

BIOLOGICAL CONTROL OF FRUIT-TREE RED SPIDER MITE

Centre for Agricultural Publishing and
Documentation, 1976

果树红叶螨的生物防治

[荷兰] R. 拉宾 著

丁岩钦 李典谟 陈玉平 谢宝瑜 译

蓝仲雄 丁岩钦 校

责任编辑 谢仲屏 彭小幸

科学出版社出版

北京朝阳门内大街 137 号

中国科学院印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

1982 年 4 月第 一 版 开本: 850×1168 1/32

1982 年 4 月第一次印刷 印张: 7 1/8 插页: 1

印数: 0001—3,500 字数: 185,000

统一书号: 13031: 1871

本社书号: 2544·13—7

定价: 1.40 元

译 者 的 话

R. Rabbinge 的《果树红叶螨的生物防治》一书,系根据有关果树红叶螨、捕食螨的实验资料、田间资料、文献资料,应用系统分析方法,借助于电子计算机,对“果树—果树红叶螨—捕食螨”系统进行了模拟与分析,并通过灵敏度分析,提出适用于荷兰商业性果园内果树红叶螨的综合控制措施。

害虫的科学管理包括着“作物—害虫”系统复杂的动态的信息关系,这种关系若用惯用的方法进行处理,常常证明是困难的,或无效的。为了解决这类问题必须引进一种新的方法,这种方法就是系统分析。因此系统分析在这方面的应用,已成为国内外七十年代以来最受重视的课题之一。本书内容中不仅包括了有关红叶螨与捕食螨大量的生态学特性的研究资料,并根据“猎物—捕食者”系统相互作用关系,提出了生物防治的策略,而且还介绍了系统分析在害虫管理中的具体应用。它包括:如何组建系统模型的步骤,如何将实验室资料、田间资料、文献资料应用于系统模型中,如何将数学模型用模拟语言变成计算机模型,如何将各分室模型联结起来进行大系统的综合分析和模拟,如何进行模型的检验与灵敏度分析以及提出最优的害虫管理策略。我们翻译此书的目的,就是期望既能给读者介绍如何利用天敌来控制害虫,又能通过此书学习一种新的方法——系统分析。此外,为了便于生物学工作者应用起见,书中应用了 CSMP 语言将数学模型全部变成计算机模型,还附有大量 CSMP 程序。这亦是近年来国外最新发展的动向之一。

最后,由于我们水平有限,译文中错误或不妥之处在所难免,希读者指正。

译 者

1979年11月

目 录

第一章 引论	1
1.1 螨的生物防治	1
1.2 模拟的应用	2
第二章 生物因素	4
2.1 果树红叶螨	4
2.2 捕食性天敌	7
2.3 果园	9
第三章 模拟技术	11
3.1 发育和生长	11
3.2 过程的时间常数	22
第四章 关系图	24
4.1 果树红叶螨 (<i>P. ulmi</i>)	24
4.2 捕食螨	31
4.3 捕食者与猎物之间的干扰作用	36
4.4 果园和气候	42
第五章 猎物与捕食者的生态学特性	44
5.1 前言	44
5.2 实验	46
5.2.1 果树红叶螨	46
5.2.2 捕食螨	48
5.3 结果	49
5.3.1 果树红叶螨	49
5.3.2 捕食螨	62
5.3.3 变温	69
5.4 湿度、雨量、风和昼长	70

第六章 捕食者和猎物的关系	74
6.1 前言	74
6.2 功能响应	75
6.2.1 方法	75
6.2.2 捕食者的饥饱水平	77
6.2.3 相对捕食率	81
6.2.4 猎物利用率	86
6.3 数值响应	87
6.3.1 发育和死亡率	88
6.3.2 产卵	88
第七章 驱动变量和强迫函数	92
7.1 前言	92
7.2 寄主植物	92
7.2.1 实验	93
7.2.2 结果	94
7.3 微气候学	98
7.3.1 模型的塑造	98
7.3.1.1 叶温的计算	99
7.3.1.2 每个等级叶子部分的计算	100
7.3.2 实验	103
7.3.2.1 参数化	104
7.3.2.2 验证	106
7.3.3 微气候模拟器与种群模型的耦合	108
第八章 计算机模型	109
8.1 种群模型	109
8.1.1 冬型卵的孵化	124
8.1.2 在季节中和在控制条件下种群大小的波动	127
8.1.3 滞育	129
8.2 在猎物替代系列中的捕食作用	131
8.3 微气候模型	132
第九章 验证	153

9.1	前言	153
9.2	替代系列	153
9.3	温室实验	157
9.4	田间	167
9.4.1	季节中的种群变动	167
9.4.2	滞育的诱导	172
第十章	灵敏度分析	174
10.1	种群模型	174
10.1.1	捕食作用	174
10.1.2	初始值的设定	178
10.1.3	驱动变量	182
10.1.4	死亡率,发育速率和产卵率	187
10.2	微气候模型	194
第十一章	最后讨论	196
11.1	目前工作的各方面	196
11.2	未来的展望	198
	提要	201
	参考文献	204
	附录 I. 用于关系图中的符号表	211
	附录 II. 缩写表	212

第一章 引 论

1.1 螨的生物防治

W. R. Thompson (1930) 述及生物防治是利用自然天敌——寄生天敌、捕食天敌和可致病的病菌——来控制害虫的一种方法，使害虫的种群数量减少到可容许的水平。生物防治只是综合防治的一部分，综合防治还包括着其它的控制害虫的方法，其中有寄主植物的抗性、栽培方法、害虫的遗传控制以及化学剂，如外激素、内激素与杀虫剂 (FAO, 1973) 的选择应用。在荷兰，关于害虫综合防治的工作组 TNO 于 1958 年即已设立，这个工作组选择果园进行综合防治，主要由于此种作物生长期长，它可以建立起一个稳定的生态系统。而更进一步的原因有：

- 经常的应用杀虫剂(每年 20 — 30 次)；
- 果树红叶螨对杀螨剂抗性的发展 (van de Vrie, 1956)；
- 本种红叶螨种群动态基础研究的利用 (Kuenen, 1949, 1946)；
- 有发生在果园中的许多害虫种类的生态学知识 (Evenhuis, 1958; De Fluiter, 1957)；
- 并备有国外工作者已获得的结果 (Lord, 1949; Pickett, 1949)。

在第二次大战以前果树红叶螨作为一种害虫几乎尚未被人所知，自从引进沥青油作为休眠期喷洒剂来防治越冬害虫，以及波尔多液、石灰硫磺合剂广泛应用于防治黑星病和白粉病以后，红叶螨就成了一种严重的害虫。

在此以前可能捕食性天敌可以控制本种螨的数量，但由于应用叶面喷洒杀虫剂防治其它害虫，而将这类捕食性天敌杀死，却留下了未受伤害的红叶螨。关于这种假设的依据，Huffaker 等人 (1970) 曾给予批判性的评论。在红叶螨种群中抗性的发展是难以

预测的,根据实验室的实验展望均是不满意的,但是迟早许多(如果不是全部的话)杀螨剂可能成为无效。螨的种群对于许多有效的杀螨剂反应的广泛差异性可以指出这些未来的发展(Helle & van de Vrie, 1974)。为了获得长期的持续的作用,就应该应用捕食性天敌来控制果树红叶螨的种群,这样,就不必如此常用杀螨剂,并且对于利用生物方法来控制果树其它害虫的可能性亦必然会增加。

1.2 模拟的应用

生物防治长期以来系以这样的概念为依据,即害虫的发生是因为没有充足的主要的捕食性天敌或寄生性天敌所致。因此要从适当的地区引进这些自然天敌,直到把害虫数量控制下来。许多解决生物防治事例的方法均是仅凭生物学家或农学家经验的那种很费时间的办法。而经常对以后给出的展望解释亦没有完整的实验依据。

根据果树红叶螨的实验室实验和田间观察得出了应用捕食螨来控制本种螨可以获得最成功的假设(Kuenen, 1946; Collyer, 1946; Kropczynska & van de Vrie, 1967; van de Vrie & Boersma, 1970)。对于引进捕食螨或提高它们捕食作用的努力都已经做过,这些试验明确地表明这类自然天敌具有使红叶螨数量减少并使其保持在经济阈值水平以下的的能力。现在果园中已广泛地利用捕食螨来控制红叶螨。

然而这系统中的变化仍然不能给以定量估计,并且如果没有所属的生态过程的知识支持时,系统如何进行作用的解释亦仅仅是推想而已。为了发展一个稳定的害虫控制系统,就必需知道红叶螨与捕食螨这两种种群彼此之间相互作用的关系、红叶螨与寄主植物之间相互作用关系,以及系统如何受非生物因素(温度、相对湿度、风和雨)和栽培方法(包括肥料、杀虫剂、杀菌剂的使用)的影响。

本书中应用模拟方法的目的,就是要在以田间捕食螨的生物

防治与自然科学的分析方法之间的鸿沟架设一座桥梁。这样，在果树红叶螨的控制方面就有助于天敌的引进和管理。所研究的系统包括果树、红叶螨和捕食螨。红叶螨及其捕食螨的种群增长结合生物的和非生物的环境变化均进行了模拟。所有模拟均选择在荷兰商业性果园进行，这些果园采用纺锤型的栽培，而果树品种系用荷兰最常见的、嫁接在 M9 砧木上的“金冠”品种。在这些果园中，除剪枝和其它处理与那些用化学农药处理的果园相同外，其它全部的均按综合防治系统进行管理，喷药次数要求最少。在系统中，果树被认为是无止境的食源。这样，果树红叶螨种群的高密度效应，譬如减少生殖力，阻碍发育和加速滞育，当密度低于经济为害水平时均不发生。按照 OILB (Organisation Internationale pour la Lutte Biologique) 的标准设置，每叶固定 2—3 头雌虫。此经济阈值不仅由生物学的参数，而且还由社会经济学的因素来确定。在管理好而又施肥多的果园对红叶螨虽有较高的忍耐性，但由于红叶螨在这类果园中生长更快，(Post, 1962; van de Vrie & Boersma, 1970)，因此红叶螨在这里就成为一个特别严重的问题。由于在商业性果园中要进行全部核算，所以仅考虑从实践中定出范围的各种氮水平。在一定的果树红叶螨种群密度下，由于其它的自然天敌对它的捕食作用相对的不重要，因此可以设想，它们的作用是不存在的。然而当种群密度超过经济阈值时，它们就可能成为重要的角色了。当种群密度很高时，即每叶雌虫数超过 10 头时，模拟系统可能给出错误的结果。在这些情况下，只需用喷洒化学农药，而不采用生物防治的方法。

模型的计算是根据 100 片 7 月份的叶面积，这是因为它是在综合防治系统中确定种群密度的抽样单位 (van de Vrie, 1966)。在果园内，可能发生很大的微气候差异，这亦必须加以考虑。为此目的，我们应用了一个适当的微气候模拟模型，这个模型是以 Goudriaan 为密闭作物设计的微气候模拟器(尚待发表)为基础。并且假设，0.3—0.7 毫米大小的红叶螨的发生是受围绕叶片的薄层所限制。

(丁岩钦译)

第二章 生物因素

2.1 果树红叶螨

果树红叶螨 (*Panonychus ulmi* Koch) (亦称榆全爪螨, 或称果树红蜘蛛) 属于蜱螨目 (Acarina) 叶螨科 (Tetranychidae)。本科的成员几乎全为植食性的种类, 并且这些螨分布很广, 从北极到热带整个世界均有发现。

由于果树红叶螨 (*Panonychus ulmi* Koch) 在果园中造成严重为害, 因此已经发表了很多有关此种螨的生物学与生态学方面的文献 (例如 Gilliatt, 1935; Geijskes, 1938; Cagle, 1946; Andersen, 1947; Wybou, 1949, 1951; Blair & Groves, 1952; Fjelddalen, 1952; Kuenen, 1946; Hueck, 1953; Mori, 1967; Parent & Beaulieu, 1957; Günthart, 1945; Ehara, 1964; Rota, 1961—1962; Cutright, 1963; Bondarenko, 1964; Collyer, 1974; Livisic, 1964; Saba, 1964; Musa & Dosse, 1966; Huffaker *et al.*, 1969; van de Vrie *et al.*, 1972)。

从这些文献中, 可以清楚地看出, 红叶螨几乎发生在所有的商业性果树种植区。尤其在管理好的果园中, 果树红叶螨成为一种连续的潜在性的害虫, 因此果树种植人员必须给以很大的注意。

红叶螨系以卵态蛰伏在果树枝条上越冬。大多数越冬卵可从这些枝条的下侧、芽的周围、叶的鳞片上, 以及在第一年生的和第二年生的枝条之间的结合处找到。若卵的密度很高时, 枝条上可以呈现出一种淡红色的阴影。在荷兰, 滞育卵在春天孵化, 并且一年发生 4—6 代, 孵化的开始日期, 系根据气候带的不同而异。在加拿大系在五月中开始孵化 (Gilliatt, 1935; Parent & Beaulieu, 1957), 在弗吉尼亚 (Virginia) 系在四月最后一周 (Cagle, 1946), 在荷兰通常是在四月第二或第三周开始孵化。

Hueck (1951) 发现冬型卵一直放在黑暗的条件下（与日光下比较）孵化很少能成功。他记录了红叶螨的越冬卵在白天的孵化情况，并且提出（1）在某些情况下越冬卵的红色素是与短波光的吸收有关的。（2）短波光影响着胚胎的发育。而 Hueck 的这个假设与 Becker (1952) 的结果并不一致。关于越冬卵孵化所需的先决条件就是越冬卵必须暴露于 10℃ 以下的温度至少 100 天。

一旦孵化开始，有一短暂的温度反应 (Mori, 1961)。在 20℃ 下，存活的卵经 6 天后有 50% 孵化，在相对湿度 50—100 % 的范围内，相对湿度对卵的存活和孵化率没有影响 (Mori, 1957)。

Beament (1951) 曾述及 0.1—0.3 毫米的滞育卵通常有一基壳结构，该结构系由一外部的厚蜡层和一个象水泥的、里面含有生命物质的“壳”层所组成。卵由一种粘着物将其附着在树皮上。卵的越冬死亡率介于 10—90% 之间 (Sømme, 1966; Lienk & Chapman, 1958; Bengston, 1965)。当卵孵化以后，红叶螨的幼期可分为六个发育阶段：幼虫 (larva)，原蛹 (protochrysalis)，第一若螨 (protonymph)，第二蛹 (deutochrysalis)，第二若螨 (deutonymph)，若蛹 (teleiochrysalis)。

每个虫态的发育速率均与温度、相对湿度和食物有关。最适温度为 24℃，最适相对湿度为 90% (Becker, 1952)。这些条件对夏型卵的孵化亦是最适宜的。而死亡率与温度的关系尚无详细的研究。在 20℃，从卵到雌性成虫或雄性成虫羽化总发育期约为 11 天，当雌成虫羽化后 2—3.5 天即开始产卵。

果树红叶螨像叶螨科 (Tetranychidae) 的大多数成员一样，具有一种仅产雄而不产雌的单性生殖 (arrhenotokous reproduction)，即雌虫系由受精卵发育而成，并且均为二倍体 (diploid)，而雄虫系从未受精卵发育而来，且均为单倍体 (haploid)。雄虫的发育期较雌虫短 0.5—1.0 天。在它与年青的雌虫交配以前，它就在处于最后静止期的雌虫附近等着，直到雌虫羽化。在田间的种群中两性比可以很悬殊 (Putman, 1970; Herbert *et al.*, 1975)，但多数情况下，其值为 0.67，因此，在模型中是用这个值的。

夏型卵产在叶上，呈淡红色，并且比冬型卵多有一个薄的鳞片，在 20℃ 下，夏型卵约 10 天左右孵化。这些卵的自然死亡率是可以忽略的，最后的越夏世代的雌虫在枝条上产下冬型卵。冬型雌虫的出现(即产冬型卵的雌虫)是与发生在第二若螨虫态时的温度、昼长及食物条件的联合作用有关。其它的虫态，若蛹和雌成虫虽对这些作用亦有感受，但不强烈。兹将 Lees (1953) 做的滞育资料列于表 (1)，他报道了当引起滞育的条件发生以后，又开始给予一个暖和气候的新条件时，则冬型中有一部分可以逆转为夏型。这样的冬型卵即产在叶上，而冬型消失。

关于红叶螨 (*P. ulmi*) 对植株的为害，有些工作者 (Blair 1951; Kuenen, 1946; Trägard, 1915; van de Vrie, 1956) 曾进行了研究。红叶螨用它的刺穿透叶的表皮，从而进入叶肉，吸取叶肉细胞的内含物。红叶螨在叶的两面均可栖居，尤其喜好在叶的下面。当许多叶肉细胞被破坏时，叶肉细胞的残存物即变干，其为害结果就使许多叶片呈现一片古铜色。

Boulanger (1958) 和 Avery (1964) 指出，直到叶片受害很明显时，二氧化碳的同化作用只是稍有减少。关于果树红叶螨可能造成的经济损失，据不同工作者估计产量的损失超过 30% (Chapman *et al.*, 1952; van de Vrie, 1956)。果树生长和花芽的数量在被害后的那年可能显著的减少。红叶螨的为害在干热的年份较其它年份更为严重 (Kuenen, 1946, 1949)。然而 Jary 和 Austin (1939) 的报告认为在冷而湿的天气为害特别严重。

表 1 温度、光周期对红叶螨 (*Panonychus ulmi*) 滞育的影响
(产冬型卵雌虫的%) (Lees, 1953)

温度(℃)	不同光周期下,冬型滞育雌虫的%					
	0	4	8	12	16	24(小时)
10	91	90	100	100	45	0
15	60	85	100	97	0	0
20	36	54	72	70	0	0
25	0	3	27	21	0	0

2.2 捕食性天敌

在 Groves (1951) 的关于世界范围红叶螨的评论中, 他记述了 65 种果树红叶螨的捕食性天敌。Berker (1958) 经过三年在德国的研究, 记载了在德国有果树红叶螨 (*P. ulmi*) 的捕食性天敌 59 种。在本研究中, 对很重要的种类作了扼要的讨论, 并且指出为什么只考虑植绥螨科 (Phytoseiidae)。

鞘翅目 (Coleoptera): 在本目的昆虫中, 有两个重要的捕食类群, 即瓢虫科 (Coccinellidae) 和隐翅虫科 (Staphylinidae), 在这两个科中有一些螨食性的代表种。其中属于瓢虫科的 *Stethorus punctillum* Weise 和 *Stethorus bifidus* 已知是果树红叶螨的捕食性天敌。这些天敌的体型都相对地小, 这就明显地适于在叶螨 (tetranychid) 发生的小生境中生活和寻找其猎物 (prey) (McMurtry, *et al.*, 1970)。其发育顺序从卵开始经过 4 个幼虫龄期和一个蛹期, 最后到达成虫期, 在 25℃ 下, 发育天数为 19.3 天 (Geyskes, 1938; Günthart, 1945)。两性比例为 1.00, 产卵期较长, 并且当食物充足时, 每天产卵率较高。这些小瓢甲 (ladybirds) 为了维持生存所需要的食物量是很低的。这样, 在红叶螨呈低密度时, 它们即可起到抑制作用。然而当红叶螨高密度时, 正在产卵的雌虫每天消耗红叶螨成虫或大若螨可以超过 40 头, 而第 4 龄的幼虫捕食能力甚至可能更高, 在其整个幼虫期间的捕食量通常每天在 200 头以上。

Stethorus spp. 是一种专以红叶螨为猎物的捕食性天敌。但通常只聚集在猎物高密度时。因此在红叶螨达到经济阈值以前, 无论如何, 这种天敌是不能压低猎物虫口密度的, 因为这类捕食性天敌的数量开始增长以前, 一般要求高密度的猎物 (McMurtry *et al.*, 1970)。这样, 低密度的猎物只是为了其生存的需要, 但在产卵开始前将会出现大的数量。属于隐翅虫科 (Staphylinidae) 的 *Oligota flavicornis* 和 *Oligota oviformis* 据记载是植食性螨的捕食天敌, 而这些捕食性天敌均仅生存于高密度的螨种群中。

半翅目 (Hemiptera): 据记载 *Anthocorus musculus* 和 *Anthocorus nemorum* 在欧洲的多数果园中, 均以 *P. ulmi* 为食 (Massee & Steer, 1929; Geijskes, 1938; Listo *et al.*, 1939)。

Anthocorus 是多食性的, 其猎物计有蚜虫, 介壳虫和红叶螨。本种的幼龄若虫实际上系以红叶螨 (*P. ulmi*) 为食 (van de Vrie, 1972), 而老龄若虫似乎更喜好体型较大的猎物。另一类已经很好地研究过的捕食性螨是盲螨科 (Miridae) 的 *Blepharidopterus angulatus* (Fall)。在英国, Collyer (1964) 详细地研究了它在商业性果园中对红叶螨种群的作用。在野外条件下, 发育历期为 35—39 天。且一年仅发生一代。在其存活期间, 雌螨捕食红叶螨成虫量可多达 4,000 头。成虫阶段每天食量在 50 头以上。然而 Collyer (1964) 述及“盲螨因为一年只有一代, 且要求充足的食物供给水平, 因此, 一旦由于食物供应不足, 而使其密度下降以后, 要重新组建起来, 就需要一个季度以上的时间……”。所以一般认为捕食性螨对于植食性螨来说是更有用的捕食天敌。

捕食性螨: 有些捕食性螨发生在管理不良的果园中, 而在管理好的果园中发现的种类极少。最常见的种类计有: *Typhlodromus pyri*, *Amblyseius finlandicus* 和 *Amblyseius potentillae*。在本研究中, 对于这些种均予以考虑。上述三个种均属于蜱螨目、植绥螨科 (Phytoseiidae), 并且从北极到热带均有发生。

这些植绥螨可分为 4 个发育阶段, 即卵期、六脚幼虫期、第一若螨和第二若螨。在两虫态之间的静止期很短, 植绥螨的整个发育期一般较同样条件下的叶螨科的发育期为短。捕食性螨的大小大约与其猎物相似, 为 0.7—0.9 毫米。所不同的是植绥螨只产受精卵, 两性比约为 1.00。其最高产卵率每天约为 2 粒卵, 而最高总生殖力接近于 30 粒卵。生殖力的高低, 特别是发育速率的快慢均受捕获猎物数量多少的影响 (van de Vrie, 1972)。它们的主要食物就是红叶螨 (*P. ulmi*), 尤其对幼期的红叶螨特别喜好。此外, 瘿螨科 (Eriphidae)、花粉 (pollen)、蜜和蜜露亦可作为其食物 (Chant, 1959; McMurtry & Scriven, 1966)。 *Amblyseius finlandicus* 亦以苹

果白粉病 (*Podosphaera leucomfricha*) 为食。并且甚至可以靠此食物进行生殖, 但存活时间较短 (Kropczynska, 1970)。生命周期是与红叶螨同时发生。受精雌成虫于八月开始滞育, 而对昼长和温度的敏感阶段为第二若螨 (van de Vrie, Pers. Commum.)。冬型雌虫潜伏在基芽鳞片的裂缝中, 以及主干和枝条的伤痕处。越冬死亡率通常很低 (van de Vrie, 1964)。

有些作者报道了捕食螨在果树上的越冬死亡率 (Dosse, 1956; Chant, 1959)。

他们的估计可能是不正确的, 因为他们的统计可能既包括了在秋季不滞育的雌虫和雄虫, 亦包括了滞育的雌虫和雄虫。而事实上, 只有受精的冬型雌虫才能越冬。Dosse (1956); Collyer (1964); van de Vrie (1972) 等曾对捕食能力给出了对比资料, 并且指出其捕食能力有很大的不同, 这可能是由于他们应用了不同的估计方法所致。

虽然这三个种的生态特性几乎相似, 但在它们的相对丰富度方面, 却有某些区域性的差异。*A. potentillae* 普遍发生在荷兰西南部, *A. finlandicus* 在中部数量最多, 而 *T. pyri* 在荷兰几乎所有管理不善的果园中似乎是一样的多。

2.3 果 园

在荷兰, 商业性苹果的种植主要系在纺锤型矮生的果园中, 这些果园每公顷种植果树的密度为 1,000—3,000 株, 并排列成行。这样便于机械耕作。此项研究就是为这些果园承担了引进害虫综合防治系统的任务。正常情况下, 每年为防治苹果黑星病、白粉病和其它一些害虫需喷药 15—20 次, 并且每年每公顷施氮肥 80—200 公斤。

在荷兰, 生产品种嫁接在弱砧木上的计有: “金冠” (Golden Delicious), “桔苹” (Cox Orange Pippin), “红玉” (Jonathan), Boskoop Beauty, James Grieve, Winston, Melrose, 以及 Karmine。这些品种

常常隔排混植。在本研究中应用的品种是“金冠”，它从经济上说，在荷兰是最重要的品种。这些研究结果亦很容易转用于其它品种。

(丁岩钦译)