

家蚕 生态学

李 瑞 编著



1.2
2

家蚕生态学

李 瑞 编著

江苏科学技术出版社

家蚕生态学

李瑞 编著

出版：江苏科学技术出版社

发行：江苏省新华书店

印刷：江苏如皋印刷厂

开本787×1092毫米 1/32 印张6.75 字数146,000

1987年10月第1版 1987年10月第1次印刷

印数1—3,000册

ISBN 7-5345-0162- 8/S·17

统一书号：16196·308 定价：1.65元

责任编辑 杨立生

前 言

家蚕生态学主要讨论家蚕生存、结茧、繁殖等生物学特性与生活环境的关系。在自然条件下，家蚕的饲养存在一定的生存、繁殖规律，人们通过不断调查和试验，探求家蚕的个体及群体的生态特点和种群数量变动的原因。从而掌握其基本理论，在应用上作出人为的调控和改进，使蚕业生产不断地提高。

关于家蚕生态学的研究报告虽有很多，但国内外尚未有《家蚕生态学》的专著问世。作者撰写《家蚕生态学》的目的，不仅在于对读者综合介绍有关家蚕生态研究的成果，而且更希望读者带着新的观点去分析和研究那些值得探讨的家蚕生态问题，以促进蚕业科学的发展。

在编写过程中承蒙北京农业大学管致和教授、苏州蚕桑专科学校吴友良副教授以及陆潜珍、金瑋珏等老师给予不少重要提示，对充实本书内容很有帮助；书中插图均由金维惠同志协助绘制。对此，谨表衷心感谢。因限于本人水平，书中如有错误之处，敬请读者批评指正。

李 瑞

1986年4月于浒墅关

目 录

绪 论	1
第一章 家蚕生态学的基本概念	6
一、有机体和生活环境的统一性	6
二、家蚕的生活环境	7
三、家蚕对生活环境的适应性	9
四、家蚕的演变及其分类	11
五、关于种群和生态系统的概念	13
第二章 家蚕的生物学特性	14
一、家蚕的生殖	14
二、家蚕的个体发育	18
三、家蚕的生活史	22
四、家蚕的眠性及化性	23
五、家蚕的主要习性	25
第三章 家蚕种的分化及地理分布	27
一、家蚕的起源及种的分化	27
二、家蚕地理分布及其制约因素	40
三、家蚕各生态类型的特征和特性	45
第四章 家蚕与气候的生态关系	49
一、温度与家蚕的关系	49
二、湿度与家蚕的关系	64
三、温度与湿度的联合作用	71
四、空气与气流对家蚕的影响	72

五、光照与家蚕的关系	76
六、各气象因素的综合影响	82
第五章 家蚕与大气污染的生态关系	84
一、大气污染物质及其来源	84
二、大气污染物质对家蚕的影响	85
三、蚕桑大气污染中毒的防治对策	94
第六章 家蚕与食物的生态关系	97
一、家蚕的食性	97
二、家蚕所需要的营养物质	100
三、桑叶与家蚕经济性状的关系	103
四、家蚕的其他植物饲料	108
五、家蚕的人工饲料	110
第七章 家蚕与其他生物的生态关系	112
一、家蚕与微生物的关系	113
二、家蚕与寄生物的关系	121
三、家蚕与捕食性天敌的关系	125
四、蚕病的化学防治及生态对策	125
第八章 家蚕的眠性和化性与环境的关系	128
一、环境变化对眠性的影响	129
二、环境变化对化性的影响	136
三、眠性和化性的生态特征及相互关系	145
第九章 家蚕的种群及其动态	147
一、种群的定义	147
二、家蚕种群的基本特征及其特点	149
三、家蚕种群的数量动态及其研究方法	153
第十章 家蚕在桑蚕生态系统中的特点与作用	158
一、生态系统的概念	158

二、桑蚕生态系统的基本结构	158
三、桑蚕生态系统中的能量流动和物质循环	160
四、家蚕对系统中的物质和能量的利用	166
五、家蚕的生态效率及其影响因素	168
六、影响桑蚕生态系统能量利用的主要因素	174
第十一章 家蚕与区域生态的关系	176
一、家蚕对区域生态的选择	176
二、我国蚕区的生态条件及养蚕特点	176
三、国外主要蚕区的生态条件及养蚕特点	194
第十二章 家蚕生态学理论的应用	199
一、家蚕饲养和管理上的生态学应用	199
二、家蚕生态学对蚕业生产的指导作用	202
主要参考文献	206

绪 论

1. 生态学的定义

生态学是一门新兴的学科,如果从德国动物学家E. Haeckel第一次在1866年给生态学下定义的时间算起,到今天也仅有100余年的历史。由于这一门学科是从多方面发展起来的,它同生理学、进化论和遗传学有着较密切的关系,但归根到底它的发展的渊源还是来自自然博物学。从它的发展史来说,显然这门学科在内容上缺乏紧密的统一性。因此要想对生态学给个确切的定义是有困难的,在不同的研究历史时期,生态学家给予生态学的定义是不一样的。

从字义上来说,生态学(Ecology)一词是由希腊文的一个字头加一个字尾并合而成的,Oikos意思是家务,Logos的意思是讨论,两个字连在一起的大意是研究家务的科学。也就是说它是研究生物怎样生活和怎样发生的。

到今天人们给生态学最一般的定义也没有超出Haeckel定义的范围,即生态学是研究生物与其周围环境相互关系的学科。但是,对于Haeckel定义中的关键用词如有机体、环境以及有机体与环境之间相互关系的理解,不同生态学家各有不同的看法和解释。

从生物学的分类系统上,生态学又可分为植物生态学、动物生态学、脊椎动物生态学等。其中,动物生态学是从不同生态组织水平(即分别从个体、种群、群落及生态系统)

从角度去研究动物的存活规律的科学。家蚕作为动物中的一种具有经济价值的昆虫，是与人类关系极为密切的一种生物，故应该在这些范畴内进行其生态学问题的研究。

2. 家蚕生态学的任务

家蚕生态学的任务，不仅是对家蚕本身在生长地的生存、繁殖、活动及适应等的记述，或同一地区不同家蚕品种的记载，而且亦须进一步研究，即：

(1) 家蚕在一定生活条件下，由适应而形成的形态和生理特征，亦即家蚕种在特殊环境内的变异现象；

(2) 家蚕种群的主要遗传性状在进化过程中的特点和作用；

(3) 在人为改变的生态环境中，家蚕个体生长、发育、结茧、繁殖的变化；

(4) 了解家蚕在环境条件变动下所产生的种群数量变动的因素，并设法使引起种群数量减少的因素降低到最低限度；

(5) 家蚕在不同生态区域的生态效率和饲养特点。

依据上述任务，家蚕生态学工作者，除应熟悉家蚕的生活习性、生理等之外，对于有关环境因素的基本性质及其变动规律，亦须有深刻的了解，否则对于一个家蚕生态问题的认识难免有局限性，或对调查、试验的结果产生片面的理解。

3. 家蚕生态学和其他学科的联系

生态学在自然科学中和其他学科的不同点在于：动植物的分类、形态、生理学等是比较单纯性的，而生态学是多种学科相互联系、相互交织的学科（图1）。

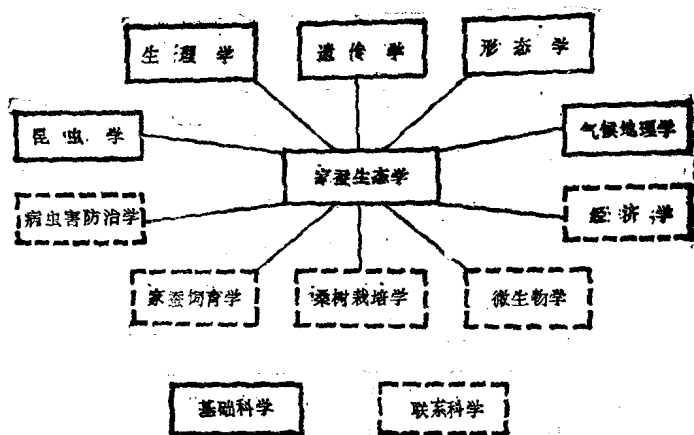


图1 家蚕生态学与有关学科的联系

根据图1所示，家蚕生态学的基础科学有昆虫学、蚕体形态学、生理学、遗传学及气候地理学等，而遗传学、生理学与生态学的关系则更为密切。

遗传学和生态学虽各自单独存在，但在不少实际问题上彼此紧密结合。遗传学工作者主要研究生物的遗传性，以及环境因素对遗传性的影响；生态学工作者则主要在于了解不同生物的发生、分布，个体、群体的生存和环境的关系，以及生存条件对生物遗传性和变异性的影响。例如对家蚕的研究，总的要求是改进蚕丝的产量和质量，但遗传学工作者从家蚕的遗传性上来找出优良品种，进而用育种方法产生新品种等，而生态学工作者则应注意测出家蚕生活过程中的适宜环境和在不同条件下引起家蚕生长发育上的变异等。因此，为了提高和改进养蚕生产，遗传学工作者和生态学工作者的密切联系，共同合作，具有重要意义。

生理学与生态学在若干部分两者不易分割。一般说生理

学是研究生物的内部器官、组织、细胞、原生质的功能，并且更多地注意其代谢过程；而生态学则研究整个生物及种群与环境的关系。但作为生态学工作者，亦须具有生理学的基础。例如不了解热能代谢的一般知识，便不能理解家蚕生长发育的实质。同时在生态学研究，常应用生理学方法来阐明家蚕对环境适应上的本质关系。

生态学工作者在了解家蚕所需生态条件的同时，亦须掌握和熟悉养蚕过程中的每一个环节和技术处理，使家蚕在良好的生态条件下，给予精细的技术处理，从而提高生态效率。由此可见，生态学与饲养技术学的紧密结合，对提高家蚕生态效率有显著作用。可是，养蚕生产不仅仅要提高生态效率，还须讲究经济效益。因此，它还应与经济学结合起来，以经济学为手段，对产生家蚕生态效率的因素进行系统的分析，从而探索以最低能源和工本的消耗，获得更多的生态效率和经济效益的规律和途径。

家蚕生态学还与气候学、地理学、桑树栽培学等有密切的关系。对这些方面的观察和了解，可使我们对家蚕生态学上的问题有更深入的认识。

此外，家蚕生态学除与上述各门学科有关外，化学、物理学的进展，也有助于家蚕生态学研究方法的改进，并关系到生态学理论上的更正或证实。如新的测光方法，可改正生态学工作有关光研究的结果。生物化学上的新发现，对家蚕的起源作出了新的解释，得出了新的理论。

4. 家蚕生态学的研究方法

家蚕生态学工作者在研究家蚕与环境的相互依赖关系时，应在人为控制的条件下和自然条件下进行调查、观察、试验，并就不同的地理分布地的环境条件和不同蚕品种的家

蚕生态效率加以比较。在进行工作时，不仅应注意生物因素与非生物因素对个体的影响，而且须重视环境对种群所产生的影响。

家蚕生态学的研究主要有：

- (1) 直接观察家蚕在室内条件下的生活方式，如营养、生殖、数量变动、化性、眠性的状况等；
- (2) 室内试验观察家蚕个体的生长、结茧、繁殖与一定生活条件的关系；
- (3) 研究家蚕在其生态系统中对物质和能量的利用；
- (4) 利用各种手段，研究家蚕种群在系统发育中的进化及地理分布状况；
- (5) 研究家蚕对人类经济的神益，并把生态学的理论应用于实际生产中。

在研究过程中，把实验的数据系统地进行分析和归纳，了解哪些因素对家蚕个体及群体生存发育能起显著作用，从而得出结论并掌握其生长规律。

生态学者在工作中，常应用统计方法来计算实验结果的数值，或分析某些试验资料。因此对统计方法亦宜熟练，否则会导致试验设计中的重要部分发生错误或对结果产生误解。

第一章 家蚕生态学的基本概念

一、有机体和生活环境的统一性

环境条件亦称为生存条件。家蚕的生活环境是生态上的复杂体系。

在历史年代里，家蚕和生境内各种有关因素（生物条件和非生物条件）相接触，结果有些种或个体发生了对环境的适应性，它们能忍受不良的生存条件或改变这些生存条件。不同化性品种的家蚕在分布的区域内，有可能生存的场所，有难于生存的场所。即使在可能生存的场所内，由于环境条件的陡然改变，促使其遗传性发生变异，有些可以生存下去，有些就被淘汰（家蚕与其他生物不同，其主要的经济性状不能达到一定的标准，也会被人们淘汰），但这些存活者在性状上已发生了改变。可见，家蚕与其他生物一样，在这错综复杂的环境中，适者生存。在自然选择的影响下，最能适应的种类，表现在有机体和环境间建立了明显的统一，这种统一表现在个体的形态、生理或生存及不同的生活方式上。因此，某种的生活方式，反映了该品种生活环境的主要特点（亦称为生活型）。例如，多化性血统的蚕品种，对高温多湿的环境，抵抗力较强，并能完成一个世代，而1化性血统的蚕品种则需要在较低温度下饲养，如长期遇到高温多湿的恶劣环境，体质下降，以致不能完成一个世代。所以，

由于不同生态环境条件和一定的地理隔离，使家蚕类型引起形形色色的变化，它们彼此间在遗传性状上将有所区别。多化性蚕品种（无滞育性）体形小，吐丝少，产不滞育卵，而1化性蚕品种体形大，丝量多，产滞育卵。

以上事例说明，一种物种得以生存，乃决定于在长期生活中对环境的适应性，亦即有机体与环境矛盾的统一。由于环境常有变动，因此家蚕的生存条件也不常固定。这些条件的变化对于家蚕的生存或者有利或者有抑制作用。所以，家蚕在同一地区和同一时期所表现的经济性能，可作为测定种对生存条件适应能力的一个指标。

二、家蚕的生活环境

1. 环境的概念

早在上世纪Haeckel (1866)给生态学下的定义“动物及其有机与无机环境的总关系”中，就把动物的环境明确地分为有机和无机两类。

Allee等(1949)指出，任何有机体的环境是存在于该生物体以外的一切东西，并又提出“有效环境”(effective environment)一词，什么是有效环境呢？他指出：每个有机体均具有特定性；有机体的整个生命是在其环境之中连续的，环境与有机体是相互影响着的，有机体与其环境是不可分割的。

上述提法，使环境的概念更具体了，这种提法是把存在于生物体以外的东西才算作生物环境。事实上，生物本身以外的其他个体也是它的极为重要的环境。如果同种个体数量过少，彼此交配也受到影响。可见，把环境只限于生物以外

的东西是不够全面的。

环境的具体概念应是，指一定时间内对有机体生活、生长发育、繁殖以及对有机体存活数有影响的空間条件，包括各种生物体和非生物体。有机体与环境是对立的统一，二者不可分割。

2. 环境因素的分类

很久以来，对环境就存在不同的分类，现择要介绍如下：

Haeckel (1866) 把动物所在环境分为无机及有机两类。

Allce等(1949)从Haeckel的这个概念出发，根据环境因素的性质分为生物因素和非生物因素。生物因素包括天敌(捕食者、寄生物)、病原微生物、食物等，非生物因素(也称物理因素或气候因素)是指温度、湿度、光照、气流等。

孟恰斯基(1953)则把环境的性质与作用结合起来，并从长期历史进化过程中动物与环境的关系出发，把环境分为两类：

一是稳定因素：指长年恒定的因素，如地心吸力、地磁、太阳辐射的常数。这些因素确定了动物的居住和分布。

二是变动因素：指一年出现的春夏秋冬、风、降水、疾病和捕食者等，影响动物的分布和数量。

我们知道，家蚕和其他生物一样，在生命活动中不断地进行着物质能量的代谢。为了维持其过程的顺利进行，就家蚕而言，要求的一些主要生活条件是：

(1) 适宜的温度：温度是家蚕正常生活所必需的条件之一。家蚕幼虫期正常生长发育所需的一般温度是20~30℃。

(2)一定的水分：一切生物的新陈代谢只有在水作为介质的情况下才能正常进行。水对家蚕的生长发育和生理变化起着重要作用。蚕体水分量的多少，主要取决于食物含水量和空气中的湿度的大小。在适温情况下，家蚕幼虫期所需的空气中相对湿度是70~90%，桑叶含水率不低于70%。

(3)光和光照周期：光不仅在性质和强度上影响着家蚕的生命活动，而且是影响家蚕活动和行为的重要因素，对家蚕具有信号作用。

(4)空气及气流：正常空气中所含的各种气体比例的改变，会影响家蚕的生命活动。而气流则通过改变环境中的温湿度来影响家蚕的生长发育。

(5)食物：家蚕主要食桑叶（也可食其他植物和人工饲料），以取得生命活动所需要的能量。食物的数量和质量都影响到家蚕的生存和繁殖，以及蚕茧产质量。

三、家蚕对生活环境的适应性

家蚕在各发育阶段，对于外界条件的适应性是相对的。在能忍受的环境条件范围内，有适宜、不适宜及致死境界。因此，环境条件对于家蚕各阶段的作用可以引起不同的反应。这种反应表现在发育速度快慢，繁殖力强弱，死亡率高低等，也称为动物对环境条件的忍受律。

家蚕对环境因素的忍受限度有以下几种：

(1)家蚕生存在复杂环境中，对某些因素能广泛忍受，但对另一些因素的忍受限度极为狭窄。凡是对很多因素有广泛忍受力的蚕品种，一般在全年4~10月均能饲养。

(2)当家蚕遇到某一不适宜的生态因素时，也会降低对

其他生态因素的忍受限度。如夏蚕期，叶质较差，易造成蚕的营养不良，发育欠齐，此时若遇高温及多湿环境，则对蚕的生长发育更为不利。

(3)家蚕对物理因素的忍受限度和适宜范围，因品种或季节而不同。凡能忍受外界环境变化很大的品种，可称为广适应性种，仅能在狭窄条件下生存的种称为狭适应性种。以不同化性品种的大蚕期对温度要求为例，即知1化性品种的大蚕遇到较长时间的高温（28℃以上），体质下降，丝量减少，而多化性品种在大蚕期对高温的适应性较强，生态效应小（图1-1）。

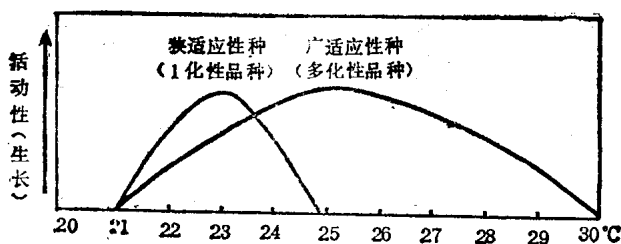


图1-1 家蚕4~5龄幼虫对温度的要求

如果环境条件不能满足家蚕各发育阶段的要求，就会导致家蚕异常发育或减弱对外界的抵抗力，结果引起死亡。对于这种情况，可用Liebig的“最低定律”（Law of minimum）来解释。该定律指出：“有机体的生长与繁殖受制于有效营养物质的最低提供量”。作者（1984）对二化性杂交种作饥饿试验中发现：5龄蚕食桑不足3天，家蚕就不能完成吐丝结茧，在23~25℃条件下，其生命活动只能延续10天左右。若5龄蚕食桑时间达4天，虽能结茧，但影响繁殖。由此说明，家蚕的生长、结茧和繁殖对有效营养物质的最低提供