

全国高等农业院校试用教材

养 蚕 学

浙 江 农 业 大 学 主 编

蚕 桑 专 业 用

农 业 出 版 社

全国高等农业院校试用教材

养 蚕 学

浙江农业大学主编

蚕 桑 专 业 用

农 业 出 版 社

主编 浙江农业大学
编者 浙江农业大学 俞懋襄 郑 衡
苏州蚕桑专科学校 陆潜珍
华南农学院 陈大创
西南农学院 易 永
安徽农学院 杨令仪
沈阳农学院 崔之怀
云南农业大学 王隆成

全国高等农业院校试用教材

养 蚕 学

浙江农业大学主编

农业出版社出版（北京朝内大街130号）

新华书店北京发行所发行 天水新华印刷厂印刷

787×1092 毫米 16 开本 9.5 印张 190 千字

1980年12月第1版 1980年12月甘肃第1次印刷

印数 1—7,600册

统一书号 16144·2168 定价1.00元

前 言

本书共分八章。首先叙述养蚕的基础知识，明确蚕与气象环境和饲料的关系，蚕室、蚕具的基本结构，并介绍新的养蚕机具。然后按生产顺序，从养蚕准备、催青、收蚁、饲养技术（春、夏、秋）、上簇采茧以及茧的品质和评茧等，并论述养蚕原理，介绍国内外养蚕先进科学技术和设备，密切结合实际，指导养蚕生产，力求符合我国实际情况的现代养蚕要求。

参加编写的单位，有华南农学院、西南农学院、苏州蚕桑专科学校、沈阳农学院、安徽农学院、云南农业大学及浙江农业大学等七个单位。审稿时邀请了中国农业科学院蚕业研究所，以及四川省、广东省、广西壮族自治区、浙江省、安徽省、山东省及河北省的有关科研单位和院校，进行逐章逐节的认真审查和修订。定稿时又承中国农业科学院蚕业研究所副研究员许心义同志、苏州蚕桑专科学校副教授章步青同志、浙江农业大学教授戚隆乾同志等进一步作了审查。本书大部分插图均由浙江农业大学周卸乃同志绘制，在此一并表示感谢。

1979年8月

目 录

绪 论	(1)
第一章 蚕与环 境	(5)
第一节 气象环 境	(5)
第二节 蚕与饲 料	(13)
第二章 蚕室和蚕具	(25)
第一节 蚕 室	(25)
第二节 蚕 具	(36)
第三节 养蚕 机具	(36)
第三章 养蚕前准备	(42)
第一节 制定养蚕生产计 划	(42)
第二节 蚕品种选择及现行 品种性状	(45)
第三节 蚕室、蚕具消 毒	(50)
第四章 催青及收蚁	(58)
第一节 催 青	(58)
第二节 补催青及收 蚁	(71)
第五章 饲 养	(74)
第一节 小蚕和大蚕生理上的特性	(74)
第二节 饲养技 术	(75)
第三节 饲养型式及饲 养要点	(93)
第六章 夏秋蚕饲养	(101)
第一节 夏秋蚕饲养 的特点	(101)
第二节 夏秋蚕饲养技 术	(104)
第七章 上蔕及采茧	(109)
第一节 上蔕	(109)
第二节 采茧及售 茧	(122)
第八章 茧的品质与评茧	(124)
第一节 茧的品 质	(124)
第二节 评 茧	(134)
附 录	(141)

绪 论

一、蚕业在国民经济中的重要意义

农业是国民经济的基础，栽桑养蚕是我国社会主义农业的重要组成部分，养蚕业在我国社会主义经济建设中占有重要的位置。

蚕丝是我国传统的重要出口商品。我国是世界最大的蚕丝输出国，丝绸远销日本、欧洲、东南亚、非洲、美洲等一百多个国家和地区，在国际上享有崇高的声誉。

蚕丝及其副产品用途很广。蚕丝具有细长、坚韧、轻软、通气、吸湿、耐酸、弹力适中和光泽好、染色性强等理化特性，是丝织工业的重要原料，可以织造美丽的丝绸，也可和其他纤维混纺制成绚丽的衣料。蚕丝也应用于国防、工交、医疗等方面，如作降落伞、电气绝缘材料、外科手术的缝线等。蚕蛹、蚕粪也是某些工业和医药的原料。如蚕蛹可提炼白蛋白和多种氨基酸，蚕蛹可榨油，蛹油可制肥皂，蛹油中的壬二酸，作为塑料薄膜增塑剂。亦可利用丝厂缫丝后的蚕蛹接种白僵菌成为僵蛹代替僵蚕作为医药用，如脱脂僵蛹片（又名痲痺宁片）治疗痉挛性瘫痪症或配用于中药治疗乙型脑炎。蚕粪可作活性炭，可提取化工和食品工业用的叶绿素。从蚕粪中提取植物醇，可作为制造维生素E和维生素K₁的重要原料。蚕粪是常用的优质有机肥料，又可作家畜及鱼的饲料。

养蚕生产历来是我国农村的主要副业，有个别地区是专业性生产的。在重点蚕桑产区养蚕收入占农业经济总收入的1/3以上。以前流传说：“一年两期蚕，相抵半年粮。”蚕桑生产对促进农、林、牧、副、渔各业的兴旺，也有一定的作用。如湖南省和广东省，用蚕粪液喷于水稻田，可增产稻谷5—10%。蚕沙投放鱼塘可增产鲜鱼。广东珠江三角洲蚕农说，“十担蚕沙可多产一担鱼。”蚕桑产品及其副产品不仅为国家提供了工业原料，而且对巩固与发展农村社会主义经济，起了重要作用。发展了蚕桑生产，更能充分利用农村人力、物力、土地资源，为集体积累资金，加速实现农业机械化、电气化，增加社员收入，提高社员生活水平。

二、我国养蚕业发展简史

根据出土文物的考证，我国蚕业有五千余年历史。1958年从浙江省吴兴县钱山漾新石器时代遗址中，发现有丝线、丝带和绢片等许多蚕丝织品实物。从河南安阳殷墟出土的甲骨文中，有“桑”、“蚕”、“丝”、“帛”等象形文字，殷代金文中有“蚕纹图”和“女蚕”的官职等记载。这些都证明在三、四千年前的殷商时代，我国养蚕业就已相当发达了。

我国养蚕业发展情况在史籍中都有记载。二千年以前在《诗经》中描述关于栽桑养蚕的诗句很多，证明周代已有较大规模的栽桑养蚕。春秋战国时代如《史记》货殖传说：“齐带山海，膏壤千里，宜桑麻。”邹、鲁、滨、洙、泗颇有麻桑之业。这说明了当时黄河中、下游一

带已普遍栽桑养蚕。六朝时代,丝、绢、绵已列为赋税范围,也是封建王朝对外贸易的重要货物。《唐律疏议》中卷八,斋禁物私渡关仪云:“锦绫、罗谷绡、绵绢、丝、布、牦牛尾、真珠、金银、铁,并不得渡西边、北边诸关及至边缘诸州与易。”宋代已设置蚕官管理蚕事。宋朝江南蚕桑生产进一步发展。陆龟蒙歌咏太湖、洞庭山一带农村蚕桑生产兴旺景象的诗里说:“山川路欲绝,转樾逢平川,川中水木幽,高下兼良田,沟塍堕微溜,桑柘含疏烟,处处倚蚕箔,家家下渔竿。”明代中叶后,我国蚕桑生产集中在江南和四川。清代浙江生产的“辑里丝”曾闻名于世界市场。

1840年鸦片战争后我国沦为半封建、半殖民地社会。蚕桑生产受到严重破坏,到1949年解放时,全国蚕丝产量不及历史最高年份的1/5。

在养蚕技术方面,我国劳动人民积累了丰富的经验,这些经验一部分在历代古籍中也有记载。远在战国时代荀子《蚕赋》篇中就对蚕儿的生活特性,作了记载。西汉《汜胜之书》,后魏贾思勰《齐民要术》,南宋陈旉《农书》,元代《农桑辑要》和王祿《农书》等,许许多多古农书中详细记载了有关养蚕、栽桑、蚕种、蚕病等知识和生产技术。例如王祿《农书》中说:“蚕初生色黑,渐渐加食,三日后渐变白,则向食宜稍加厚,变青则正食,宜益加厚,复变白,则慢食宜少减,变黄则短食,宜愈减,纯黄则停食,谓之正眠;眠起自黄至白,自白而青,自青复白,自白而黄,又一眠也。”也描述了幼虫生长发育经过和体色变化规律,并提出根据蚕的体色来控制蚕儿用桑量。荀子说蚕儿“夏生恶暑,喜湿而恶雨,”以及《农桑辑要》中说“蚕之性在连则宜寒;成蚁则宜暖;停眠起宜温;大眠后宜凉;临老宜渐暖;入簇则宜极暖。”等等,都是科学地阐明了蚕在卵、幼虫、蛹各个时期对温度、湿度的要求。

三、我国养蚕主要地区及其特点

我国古代养蚕生产分布很广,汉唐以后,从长城内外到辽东半岛,从嘉峪关外到天山南北,从黄河中下游到东南沿海,从长江中下游到云贵高原,从雅鲁藏布江到海南岛,祖国大地遍布蚕桑。今天我国除青海省和西藏自治区外,全国都有蚕茧生产,其中以浙江、四川、江苏、广东为最多,是我国四大蚕区。

(一) 浙江、江苏两省蚕区 浙江、江苏两省属于温带,地处长江下游平原。全年气温为15~18℃,无霜期250~275天,年降雨量1000~1500毫米。浙江省蚕桑生产遍布全省58个县、市,其中以吴兴、海宁、桐乡、德清、余杭、嘉兴等县最多,占全省产茧量的80%左右。江苏省蚕桑生产以无锡、海安、丹阳、吴江等县产茧较多。近几年来,苏北地区正在积极发展蚕桑生产,如南通地区的蚕茧产量已超过10万担。江浙蚕区桑树品种以湖桑为主,产量高,叶质好,适于春秋各蚕期养蚕。全年4~10月可养蚕四至五次,以春蚕为主。近年来夏秋蚕比重有较大的增长。农民有丰富的养蚕技术,产量高,茧质好。

(二) 四川省蚕区 四川省大陆性气候,终年气候温和,冬季少见霜雪,全境雨量充沛,年平均气温在16~18℃。年降雨量1000~1250毫米,无霜期300天左右。各县都有种桑养蚕的习惯。其中以南充、合川、乐山等地较多。四川省有很多优良的桑树品种,这些品种具有枝条长、叶形大、叶质优、硬化迟、扦插成活率高等特点。由于四川省人多地少,大部

分桑树栽植在田边、地边、路边和溪边等地上,解决了粮桑争地的矛盾。到1977年全省已有160多个县市推广四边栽桑。全年养蚕四次,以春蚕和中秋蚕的数量为多。近几年来,积极推广科学技术养蚕,蚕茧产量有较大的提高。

(三) 广东省蚕区 广东省处于亚热带,气温较高,炎热时间多,低温时间短,雨季长,湿度大,年平均温度为 $20\sim 24^{\circ}\text{C}$,年温差在 15°C 左右。全年无雪,霜期不足30天,实际降霜量一年中仅有一至三次。全年降雨量为 $1500\sim 2000$ 毫米。雨季从3~9月,夏季雨量最多,桑树周年只休眠2~3个月,海南岛的桑树生长有“常年绿”之称。广东荆桑发芽早、成长快、成熟期短,再生能力强。一年可多次采叶,蚕期从2月下旬至11月上、中旬,全年可养蚕七至八次。桑叶以5、6月间收获量最高,夏蚕饲养量大。夏蚕期多饲养抗逆性强的多化性蚕品种或多化交二化的杂交品种。春秋蚕期一般饲养二化性白茧种。养蚕生产分布在全省34个县,主要集中于珠江三角洲的顺德、南海、中山县,为冲积土,土质肥沃,河塘密集,很早就形成了“桑基鱼塘”的经营方式,以养蚕、甘蔗和稻谷三项生产为主业。兼养殖淡水鱼和栽种其他经济作物。

(四) 其他蚕区 除上述四大主要产区外,还有山东、安徽、辽宁、河北、河南、湖北、湖南、云南、贵州、陕西、新疆、广西等。

山东省是我国老蚕业区,主要在鲁中、南一带,以昌潍专区为重点,又以临朐最发达,其次为沂源、文登、沂蒙、海阳、栖霞、烟台、德州等地区。除桑蚕外,还是我国主要柞蚕产区之一。

安徽省亦是我国老蚕区,解放前遭受摧残破坏极大,几乎濒于绝境,全省剩下零星的桑园,蚕茧仅有几千担。解放后,该省的蚕桑生产恢复和发展较快,其主要产区有金寨、歙县、泾县、太和、绩溪、阜阳、青阳、旌德、滁县等地。

新疆维吾尔自治区,是我国西北边疆的主要蚕区之一。养蚕历史悠久,气候环境良好,适宜栽桑养蚕。蚕丝中心在新疆南部,有7个地区,包括30多个县,以南疆的和田地区为重点,莎车地区次之。解放后,军垦农场在石河子等地也发展了蚕桑生产。

辽宁、黑龙江、吉林、内蒙古等地区,以柞蚕生产为主,亦有部分蚕桑生产。

湖南省1949年仅产蚕茧1200担,到1975年产茧量增大10倍,从1976~1978年间每年增产25~70%。全省蚕茧生产分布在湘潭、常德、衡阳、零陵、邵阳、华容、澧县、安乡、汉寿、桃源、南县、东安、长沙等县。桑蚕生产地有平南、钦州、蒙山、邕宁、昭平、苍梧、贵县、灵山、宜山等县。

此外湖北、云南、贵州、陕西、河南、河北等省,蚕桑生产也有一定的发展。

四、解放后我国养蚕技术发展和成就

解放以来,党为农业生产制定了一系列的方针政策。同时,对蚕桑生产也很重视。为国家为农民发放农货、实行预购、提高茧价、给予奖励、建立和发展国营蚕种场站、加强养蚕科学技术培训等。大大巩固了老蚕区,开拓了新蚕区。建国三十年来,我国已建设成一批比较集中、稳产高产的蚕茧生产基地。根据1977年底统计,全国已有63个县年产茧超过万担以上,有近百万亩桑园,达到或超过亩桑产百斤茧的指标。浙江省海宁县钱塘江公社云龙大队1977年

亩产茧358斤,广东省中山县古镇公社亩桑产茧达500斤。我国蚕茧产量1970年起已超过日本,居于世界首位,生丝产量也达到日本的水平。在养蚕技术方面建国以来,取得不少进展。

第一,选拔选育和推广了一批优良桑品种。如湖桑32号产量高,适应性强,各地区已普遍栽植。湖桑7号、湖桑197、湖桑199、育2号,具有抗萎缩病、丰产、优质的特性,各地正在加速繁育推广。其他如伦教40号、吉桑9号、黑鲁桑、都是丰产、优质的新品种,在农村繁殖推广,都能起到较大的增产作用。

第二,蚕品种的选育,也取得良好成绩。在江浙地区,繁育推广了东肥×华合、杭7×杭8、苏5×苏6、春3×春4等优良品种,使春用品种茧层率由过去的18~19%提高到21~23%,丝长由900米提高到1100米,生丝品位提高1~2个等级。夏秋用蚕品种东34×苏12、苏蚕3号×苏蚕4号、浙农1号×苏12、南农3号、南农4号等品种的育成和推广,促进了夏秋蚕稳产高产。

第三,由于认真贯彻了各项消毒防病措施,蚕病危害,已大为减轻。用氯霉素防治蚕的细菌病效果很好,已在生产中普遍应用。一些蚕用新的消毒剂如防僵灵2号、敌蚕病(防病1号)、百菌清、优氯净等先后研制成功,可以进一步提高蚕病防治水平。

第四,养蚕方面各地大搞技术革新,实行科学养蚕,使蚕茧产量质量和劳动生产率都不断提高。各地普遍推广了小蚕炕床育、炕房育、塑料薄膜育,因地制宜创造了多种饲养型式。大蚕推广了屋外育和地蚕条桑育等养蚕新方法,解决了蚕桑生产发展中蚕室蚕具不足的矛盾,起到了节省劳力、节约用桑和降低成本的效果。

第五,应用昆虫激素养蚕,是近年来出现的一项增产蚕丝的新技术。应用保幼激素养蚕,一般可增产蚕茧5~10%。应用蜕皮激素养蚕,可促使蚕儿老熟齐一,缩短经过,节约桑叶与劳力。保幼激素可使蚕儿经过延长,蜕皮激素可使蚕龄缩短。它不仅为增产蚕丝提供了新的途径,而且使我们掌握了养蚕计划的主动权,有利于做好桑种平衡工作。

第六,为了进一步提高蚕茧质量,在改进上簇技术的同时,积极改良蚕具。推广方格簇,上茧率提高10~15%,鲜茧出丝率提高二成以上。

第七,在蚕桑机具改革方面,创造了切桑机,电热加温、补湿器,简易桑子播种机,接穗切削机,进一步提高了劳动生产率。目前各地研制的养蚕联合机,即将投入生产,为今后养蚕机械化创造了良好的条件。

五、学习《养蚕学》的目的、任务和方法

本课程是蚕桑专业的主要课程之一,它是一门以蚕体解剖生理学、蚕病学为理论基础的应用的科学。因此,学习本课程必须坚持理论与实践相结合,应用基础理论知识,指导养蚕生产,才能达到稳产、高产、优质、省力、低消耗的养蚕目的。

养蚕是农业生产的一部分,它涉及范围较广,除应用上述专业基础学科外,还牵涉到各个时期,各个地区,党和政府对蚕桑生产方针政策,也要联系到加速实现机械化、电气化的基本知识。学习本课程,要求熟练掌握养蚕科学技术操作,采用科学养蚕各项措施,充分利用我国蚕业生产的群众先进经验和科学研究成果,引进外国先进养蚕科学技术和设备,多、快、好、省地发展蚕桑生产,为实现四个现代化作出贡献。

第一章 蚕与环境

任何生物都不能离开其周围的环境条件而生存。如果环境条件适合于蚕生长发育的需要,就能正常地完成其生活史。但是蚕品种之间,各有其生命运动形成的特殊性。对外界条件的反应能力有差异,发展的可能性也有所不同。例如,蚕品种不同对抗病性有强弱,产量有高低,耐高温的能力也有差异,有的适于春期饲育,有的适于夏秋饲育。一般说,条件是可以创造的,当然创造条件也不是任意的,而是要应根据蚕和环境条件的关系。在充分了解蚕生长发育的共同本质的同时,找出每一品种的特殊要求,我们就可以充分发挥主观能动作用,创造适宜的环境条件,使蚕生长发育向有利于生产的方向发展。

第一节 气象环境

在自然情况下,周围环境中的各种因素,例如温度、湿度、空气、光线、饲料等。并不单独存在,也不单独地对蚕体起作用,而是综合的影响。

一、温 度

(一) 温度与蚕的生理作用 蚕属于变温动物,体温和外界温度基本相一致,蚕体内生命活动,新陈代谢,都要在一定温度条件下才能进行。蚕的体温因龄期不同而有变化。在同一环境条件下,一般大蚕的体温比小蚕高,在同一龄中龄初较低,随着生长而升高,生长极度时达一个龄中的最高点,此后又下降。体温的变化,主要和体表面积的变化有关。

蚕儿体温的来源,主要是体内有机物质进行氧化分解所产生的热能,同时蚕体亦受太阳辐射热和人工加温的热而影响。蚕体降温,有蒸发、传导、辐射和对流,其中以蒸发和传导为主要。蚕体内的40%水分,是通过气门蒸发的,当体内水分蒸发时也同时散热、降温,如1克水通过体壁蒸发时,散失热量为0.58大卡。饲育环境中的气流和温度,也是影响蚕儿体温下降的因素。

蚕的体温在适温范围内,随温度上升,促进蚕的生理机能,使背管脉搏次数增多,血液循环速度加快,呼吸作用加强,单位时间内的桑叶食下、消化、吸收和排粪量增多,发育经过较快。反之,体温低时,各种生理机能减弱,发育经过缓慢。

温度的高低,所以能影响蚕的发育速度,是由于温度能加强或减弱蚕体内各种酶的活力,从而改变了新陈代谢的速度而引起的。酶是生物催化剂,生物体内的物质代谢(有机体的生命活动)均由酶来催化的,而温度对酶的催化反应有很大影响,在一定范围内温度升高,酶的活力增强,温度降低,酶的活力减弱。酶重要特性之一,是对温度很敏感。因酶本身就是一种蛋白质,很容易因受热而变性,失去活力。温度愈高,其催化活力也就下降得愈

快。就是说,当温度升高时,对于酶催化的反应过程可以产生双重效应,即一方面加速反应的进行,同时也加速了酶本身因热的钝化作用(热失效)。一般温度升高到30℃时,已可觉察到酶活力的下降,50~60℃更为显著,加热到80℃时,绝大多数的酶已受到不可逆的破坏。在低温条件下,酶的活力虽微弱,但并不消失。所以温度对蚕生理作用的影响,实际上是通过酶的影响而起作用的。

(二) 温度与蚕的生长发育 蚕儿发育的温度范围,因蚕品种和发育时期而不同,大致最低是7℃,最高是40℃,能够完成其正常发育的温度范围为20~30℃,在这范围内蚕儿生

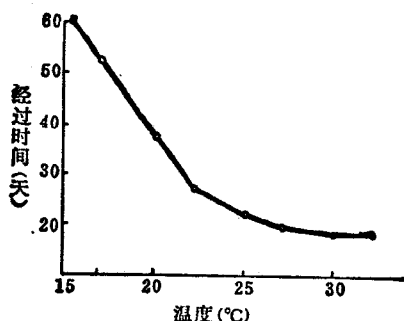


图1 温度与全龄经过时间的关系

长一般较好,温度愈高发育愈快,经过愈短。从实际情况来看,蚕儿发育速度和温度关系并不是直线相关,近乎“S”形曲线,就是蚕儿生活在15℃以下低温中举动呆滞,发育缓慢;在20~28℃中饲养,发育速度几乎直线上升,生活在30℃中,接近最高界限;在35℃中饲养的经过时间反而比30℃饲养延长。可见20℃以下和30℃以上的温度都不利于蚕儿生理,长时间接触时,就影响蚕儿健康。

饲养温度对蚕的生长发育的影响,因蚕的大小而有所不同。以28℃高温全龄饲养和以24℃低温全龄饲养相比,全茧量相差不大,而小蚕高温和大蚕低温饲养全茧量最重,反之,小蚕低温大蚕高温饲养全茧量最轻如表1。

由此可见,如要缩短饲养经过时间,蚕体强健,而又获得较多较重的蚕茧,在饲养温度上以小蚕高温,大蚕低温饲养的效果最好。特别是第五龄中丝腺迅速成长,这时从桑叶中吸收的蛋白质在丝腺和其他蚕体组织中的留存率,因饲养温度的高低而有变动,在24℃以下的低温饲养时,促进蚕体组织蛋白质的合成,而丝蛋白的合成相对减少。相反,在24℃时或24℃以上的高温下饲养时,对丝蛋白的合成和分泌有促进作用。在五龄不同饲养温度下,对丝腺和蚕体其他组织中蛋白质氮的留存率见图2。

表1 温度对全龄经过时间及全茧量的影响

温 度 (°C)		全 茧 量 (克)	全 龄 经 过 时 间 (小时)
小 蚕 期	大 蚕 期		
24	24	1.58	908
低 温	28	1.49	706
28	24	1.69	640
高 温	28	1.54	432

从图1可以看出,第五龄蚕儿从桑叶中吸收的营养物质,在丝腺和丝腺以外的蚕体组织(特别是脂肪组织)内的留存率,截然相反,即丝腺的留存率随着龄的经过而增加,蚕体组织则随龄的经过而减少,其转折点在第五龄的第四天前后,在第四天以前的桑叶养分主要留存在蚕体组织中,而在第四天以后则主要留存在丝腺内。从图2还可以看出,丝腺的留存率,随饲养温度的升高而增大,蚕体组织则相反,而以低温饲养时的留存率较大。这种丝腺生长

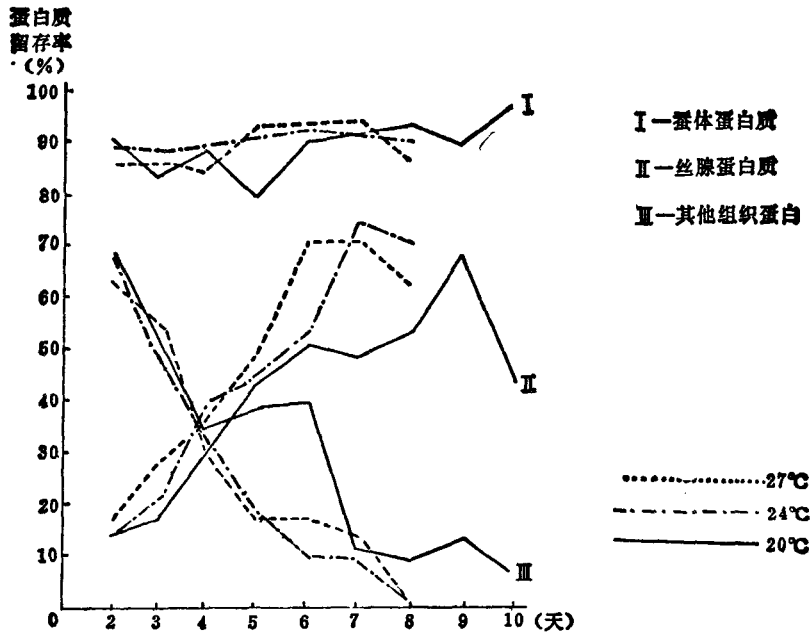


图2 在不同温度下蚕体内蛋白质氮留存率

的特殊现象，显示出这时蚕体已转向进行变态代谢；从激素平衡看，这时由于蜕皮激素已占优势，丝腺的生长加速。

(三) 蚕儿的饲育适温 蚕儿的饲育适温，是指蚕儿在该温度下，蚕儿的发育良好，生命力强，产茧量高，丝质好，因此蚕儿所需要的适温，应从两方面来考虑。

一种是从生理为基础，提出蚕儿的适温范围，称为生理上的适温。例如，在研究蚕体血液各种主要酶活力与温度的关系时，查明了淀粉酶在 $20\sim 26^{\circ}\text{C}$ 范围，随着温度的升高而活力增强。酪氨酸酶则在 $10\sim 24^{\circ}\text{C}$ 的范围，酶活力随温度升高而增强，升高到 28°C 反而减弱。过氧化氢酶则在 $15\sim 25^{\circ}\text{C}$ 的范围内活力较强，在 28°C 减弱。因此，认为最高适温不超过 28°C ，最低温度不能低于 20°C ，在这范围内，蚕儿是能够正常生长发育，延续其生命。但养蚕生产的目，尚不止于此，还须进一步要求多产良茧，降低成本（节约用桑，提高工效）。因此，另一种适温从经济方面来考虑称为饲育适温。在适温范围内随着蚕儿龄期和蚕品种、发育时期、其他气候营养条件的差别，有显著不同，小蚕适应於比较高的温度，一至二龄为 $26\sim 27^{\circ}\text{C}$ ，三龄为 $25\sim 26^{\circ}\text{C}$ 。大蚕则相反，比较适应於较低的温度，四至五龄为 $23\sim 24^{\circ}\text{C}$ 。小蚕期饲育温度高时发育经过快，食下量、消化量以及体重的增加量多，以后全茧量和茧层量也重，大蚕期高温则经过时期虽短，但食下量、消化量、全茧量、茧层量等和小蚕相反，以低温饲育较好。五龄期的饲育温度对生长发育及茧重的影响见表2。在同一龄中前期（少食期和中食期）宜偏高，后期（盛食到催眠期）宜偏低，同时大蚕的第四龄和第五龄对饲育温度的影响也有不同。第四龄对低温的抵抗力较弱，适温宜偏高，接触 20°C 以下的低温时，经过延长，发

表2 五龄期的饲养温度对生长发育及茧重的影响

五龄饲养温度 (℃)	食桑时间 (日·小时)	对100条蚕的干物食下量 (克)	全茧量 (克)	茧层量 (克)
18	11:23	488.0	2.58	0.570
22	6:23	471.7	2.42	0.570
26	5:18	445.2	2.31	0.548
30	5:2	422.1	2.29	0.533

育不齐,损害健康,全茧量减轻。第五龄与第四龄相反,对高温的抵抗力弱,以25℃以下的温度为好。从蚕品种来说,在适应范围内原种比杂交种适应于较低的温度,欧洲种比中国种、日本种适于低温。从化性来说,一化性比二化性,二化性比多化性适温偏低。又从环境条件来说,通风不良比通风良好的适温要低些,叶质差、给桑量少的比叶质好的给桑量足的要低些。

根据现在生产上二化×二化的一代杂种各龄饲养适温可采用如下两式(表3)。在一般情况下,采用第一式。在技术较好的地区,为缩短蚕期提高蚕茧产量与茧质,可采用第二式。

表3 春蚕的饲养适温标准

龄 别	一至二龄 (℃)	三 龄 (℃)	四 龄 (℃)	五 龄 (℃)
第 一 式	26~27	25~27		23~24
第 二 式	27~28	26~27	23~25	

二、湿 度

(一) 湿度与蚕的生理作用 湿度对于蚕的生理作用的影响,与温度影响很相类似,蚕儿在多湿环境中饲养时,血液循环加快,脉搏次数增加,呼吸旺盛,体温上升,蚕儿食下消化量、消化率,随着湿度的增加而增加,多湿时饲养经过时间缩短,其中以小蚕期经过快,大蚕期影响较少。

蚕儿从食下桑叶中吸收水分,除一部分通过泌尿管以蚕尿形态随粪排出外,也有一部分通过气门和体壁蒸发,在干燥的饲养环境下,从蚕体表面蒸发的水分量增多,而从蚕粪排出的水分量减少。相反,空气中湿度大时,蚕体水分不易通过气门或体壁蒸发,多余水分主要以蚕尿形态排出。所以空气湿度直接影响到蚕体水分代谢的平衡。在过于条件下,若食下水分与排出水分不平衡,使蚕体水分减少,血液含水率降低,渗透压升高,妨碍物质代谢的进行,引起蚕儿举动不活泼,对疾病的抵抗力减弱;在多湿特别是高温多湿的条件下,食下水分多的桑叶时,由于大量排尿而使体内无机盐类含量显著减少,使血液渗透压下降,血液pH值

也降低,造成蚕体虚弱,容易发病。对于多丝量蚕品种在多湿环境中饲养时,往往因蚕体肥大,血液酸度升高,引起神经麻痹而产生大量不结茧蚕。

(二) 湿度与蚕的生长发育 湿度对于蚕儿生长和发育的影响,有直接影响和间接影响两方面。直接影响关系到蚕体水分的蒸发,体温的调节和物质代谢作用,具体表现在蚕的发育经过,如表4所示,湿度90%时的幼虫期经过比60%的大约缩短2天半左右,可见湿度对蚕儿的生命活动有促进的作用。

饲养湿度对蚕儿生长发育的间接影响,在湿度低时蚕座的卫生状态较好,但给与桑叶容易萎凋,影响蚕体水分率,使蚕体水分率明显下降,特别在幼龄时其程度较大,使蚕儿陷于营养不良,经过延长,在眠中往往引起蜕皮困难。反之,湿度高时桑叶容易保持新鲜,使蚕儿能充分饱食,促进蚕儿生长,加快发育,但是往往引起蚕体水分率增大,蚕体肥大,健康度下降。

表4 饲养湿度与全龄经过和健康的关系

饲养湿度 (%)	饲养温度 (℃)	经过日数 (日:小时)	减 蚕 率 (%)
60	25	23:1	20.1
75	25	21:23	14.5
90	25	20:11	25.3

(三) 饲养适湿 蚕的饲养适湿,因蚕品种、发育的时期以及气象、营养条件而不同。大蚕比小蚕或龄的后期比前期湿度宜低;按蚕品种,则原种比交杂种,一代性比二代性的适湿宜低;按气象条件,即27℃以上的高温,20℃以下低温,加上通风不良,营养条件差,再给予水分过多或未成熟桑等时,比这情况相反的适湿宜低。在适温范围内而其他饲养条件正常时,不同蚕龄的适湿范围,一龄的为80~90%,以后逐龄降低5~6%,到五龄时大致为60~70%。90%以上的多湿和50%以下的干燥,对任何龄期都是不利的。

和湿度有关的小气候因素,除上述温度以外有较大关系的是气流。给予桑叶的干燥,不用说是湿度的影响,但气流亦有很大的关系,如多湿有大气流时,给予湿润的桑叶也要萎凋。特别是小蚕期给予切小的桑叶,就不能只顾湿度,还必须注意防止过大的气流。还有多湿时,蚕的体温比气温高,如果有气流则湿度的影响就显著减少,在制定适于各个发育时期的环境条件时,必须考虑到气流。

三、空气及气流

(一) 空气与蚕的生长发育 蚕以蚕体两测的18个气门营呼吸作用和体内水分的蒸发作用。新鲜空气含氮(N₂) 78.09%、氧(O₂) 20.95%、二氧化碳(CO₂) 0.03%以及其他氩(A)等气体的容积比组成。蚕儿生长发育需要新鲜空气,空气新鲜程度一般以空气中含有CO₂多少为标准。蚕室内的CO₂,除了空气中存在有0.03~0.04%外,来源于加温时炭火的燃烧、工作人员的呼出、蚕儿呼出、桑叶呼出、蚕沙发酵和分解等。这些因素使蚕室空气中CO₂含量不断地增多。CO₂对蚕的影响,在过去蚕作不安定的时代,认为1%以上就会受到不良影响,现在了解即使2%,只要其他环境条件正常的,也无影响。蚕儿接触CO₂浓度达12~13%时会吐出肠液,连续接触15%的CO₂时就死亡。

蚕室内CO₂浓度对蚕儿危害程度,亦因蚕的发育时期、接触时间长短而有差异。一般小

蚕期比大蚕影响小；同一龄中，起蚕抵抗力最强，渐次减弱，盛食期最弱，到眠蚕或熟蚕又增强，浓度大，接触时间长，危害性大；浓度小，接触时间短，危害性小。在一般情况下，蚕室内外空气交流， CO_2 浓度不超过1%以上，尤其是大蚕期采用开放育，基本上可以排除其危害。

在蚕室内除水蒸气， CO_2 气体对蚕儿影响外，尚有 CO 、 SO_2 、 NH_3 等以及其他不良气体。

CO ：烧煤时产生比较多，空气中含量超过0.5%时，蚕儿即受害中毒。对蚕有毒主要是呼吸酶活力受到抑制，影响到组织细胞内氧化作用的正常进行。而昆虫血液不含血红蛋白，所以 CO 对昆虫的障碍比高等动物小，但过量时亦常发生煤灰色的死蚕。

SO_2 ：煤中如含有硫化物，燃烧时就会发生 SO_2 。 SO_2 在0.1~0.2%时对蚕就有害，且蚕茧的解舒不良。

NH_3 ：多产生在蚕座与簇室中， NH_3 含量在0.05%时，使气门经常开放，水分蒸发量增大，造成蚕座多湿，簇中 NH_3 过量时，且有损丝质。

HF ：在砖瓦、搪瓷、玻璃等工厂附近，因高温处理或酸处理的结果生成氟化氢(HF)等氟化物气体，对蚕儿发育和桑树生长都有危害作用。蚕儿食下被污染的桑叶，出现慢性中毒现象。

除上列不良气体外还有农药(DDT、六六六、一〇五九)等发散性气体，油类臭气，燃烧木材发生的烟等，都是对蚕有害的有毒气体。

(二)气流与蚕的生长发育 气流即空气的流动，它可以交换气体，调节温湿度，特别是影响水分的蒸发，间接影响蚕的体温、体内水分代谢的平衡及桑叶的饲料价值等，关系至大。

对蚕儿发育的适当气流，因温度而不同。一般高温(28℃以上)、多湿(85%)时，室内须有0.02~0.03米/秒气流为安全。可消除蒸热，有助于蚕体水分的蒸发作用，促进体温下降，可以减轻高温多湿的危害性。低温多湿时，以补温和通风来提高温度，同时使湿度下降；但在低温(20℃以下)、干燥(50%)的环境中，有气流反而不利；五龄中虽然特别需要气流，但在蚕座上有0.1~0.3米/秒已足够，要注意勿使因强气流而招致危害。

四、光 线

(一)蚕对光线的反应 蚕有六对单眼，但不能识别物体，能感觉光线的强弱。蚕对5~10米烛光(勒克斯)范围内照度呈正趋光性，15~30米烛光时最明显，超过100米烛光时呈负趋光性。在全龄期中、蚕的趋光性，逐龄减弱。在同一龄期中以起蚕的趋光性最强，盛食蚕、催眠蚕较弱，初熟蚕能趋10—13米烛光的低照度。趋光性又因光线种类不同，以对波长0.589微米的柠檬黄色光线的趋光性最强。

(二)光线对蚕生长发育的影响 光线对蚕的发育有抑制作用，因此暗比明(1天中2/3以上明的状态)，一至四龄的饲育经过时间短，但其作用因龄期和饲育温度而有不同，明暗对发育经过时间的差异，必须在高温25℃以上比较明显，又五龄比一至四龄的反应差异小，而且有相反的倾向。

若在低温饲育的条件下,光线对蚕儿发育,不但不起抑制作用,反而有促进发育的现象。蚕儿在光照条件下,由于趋光性,促使蚕儿向蚕座上层移动,潜伏在下层的较少。在上层的蚕儿容易吃到新鲜桑叶,营养丰富,发育较快,下层的蚕儿因掩盖了光线对发育有抑制作用。光线对于蚕儿生长的影响见表6。

由表6可见,光线对生长的影响和发育的影响相类似,即在光照下对生长也有一定的抑制作用,五龄起蚕时的体重以连续黑暗下饲育的较重。但是以全茧量表示的最后体

表5 光线与各龄蚕发育快慢的关系

饲育温度 ℃	饲育 光线	一龄	二龄	三龄	四龄	五龄	蛹期
17	明	+	+	-	+	+	+
	暗	-	-	+	-	-	-
24	明	-	-	-	+	+	+
	暗	+	+	+	-	-	-
29	明	-	-	-	-	+	+
	暗	-+	+	+	+	-	-

注:“+”号表示发育快,“-”表示发育慢。

表6 饲育中光线对蚕儿生长的影响

蚕 龄	明	暗	备 注
蚁 蚕	0.3634×10^{-3}	0.3634×10^{-3}	17℃催 育
二 龄 起 蚕	0.4600×10^{-2}	0.4800×10^{-2}	24℃饲 育
三 龄 起 蚕	0.2870×10^{-1}	0.2919×10^{-1}	对一条蚕体
四 龄 起 蚕	0.1402	0.1486	重的克数
五龄起蚕(♀♂平均)	0.7962	0.8048	

重,则不论大蚕饲育中有无光照,凡小蚕期照明饲育的全茧量均有稍重的倾向。其原因认为是小蚕期照明,能使蚕儿向一化性方向发展,全龄经过延长,最后体重较重。因此为了增加全茧量,小蚕期照明,大蚕期黑暗有一定效果。大小蚕期不同光照条件对生长和茧重的影响见表7。

表7 大小蚕期不同光照条件对生长和茧重的影响

光照条件(24℃下饲育)		全 龄 经 过 (小时)	全茧量(克)
小 蚕 期	大 蚕 期		
暗	暗	596	1.58
	明	576	1.45
明	暗	605	1.62
	明	587	1.53

(三) 光周期对生长发育的影响 生物体在长期的生活过程中,适应于昼夜或季节的环境变化而产生一种定时性的反应活动,例如蚕卵孵化和发蛾都有相隔24小时周期现象,这是所谓日周节律性的表现。引起这种节律性的原因,主要在于光照,光照时间的长短,可以影响这种节律性的出现。从图3可见,在全日恒温光照下并不出现日周节律性,而全日恒温黑暗时,孵化和发蛾的间隔

时间为18~22小时,即连续光照对日周节律性的出现具有阻碍作用。

关于光线对蚕卵孵化的影响,研究得比较详细,已知胚子发育的后期,即胚子反转期終了到出现气管显现期之间(己₂、己₃之间)开始对光线由明到暗的刺激产生反应,出现明显的孵化周期性,即从改变光照的时间算起,连续保持黑暗到12小时,出现第一个孵化高峰,

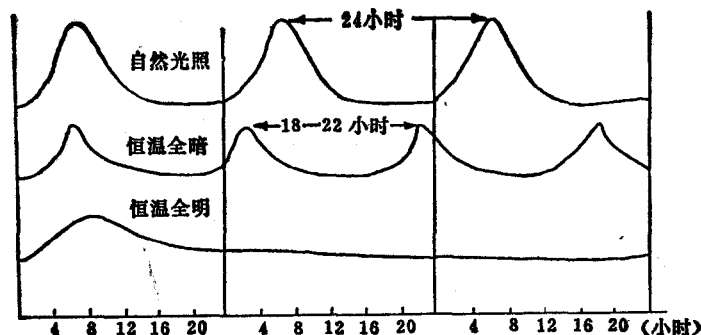


图3 孵化和发蛾的群体日周节律模式图

以后每隔24小时出现第二、三个高峰，可用 $12 + 24n$ （一般 $n \geq 2$ ）表示之。现在生产上已利用这种孵化节律性的规律，在实际养蚕时正确掌握收蚁时刻，提高蚁蚕一日孵化率。

（四）适当的光线 光线是蚕儿发育上、防病卫生上、饲养操作上所不可缺少的一环，但直射或片面光线，会造成蚕儿的背光趋向，使蚕儿在蚕座内分布不匀，发育不齐，

同时直射光线，使局部温度增高，给予桑叶容易萎凋。所以养蚕室一般采用分散光线，蚕座上以白天微明，夜间黑暗的自然状态为宜。

五、各气象因素的综合影响

从上各节分别叙述了温度、湿度、空气气流以及光线对蚕儿生长发育的影响。已知这些气象因素对蚕儿有各自的最适范围，过之与不足，都会给养蚕带来不良后果。但这些气象因素中起决定性作用的是温度，因为有机体的生命活动主要是由酶催化的，而温度对酶活性有很大影响。在多数情况下，许多酶催化有一个顺序反应，得到一个总的化学改变，这就是通常所称的代谢过程。催化这个过程的酶活性，也就是调节代谢的中心。在蚕体内由酶催化的顺序反应不止一种，而且各有其最适的温度范围。养蚕的适温范围，就是能使蚕体内一系列的顺序反应，保持在一定的平衡状态，以进行其正常的生命活动，如果超出此适温范围，就会破坏这种特有的平衡状态，从而使蚕体的健康度下降，损害蚕儿的正常发育。凡是对蚕体质造成损害的，即使以后条件改善，也很难恢复，终于使蚕体陷于虚弱易病，生长不良，茧质变劣。湿度和气流对于蚕体生理上的影响，本质上虽和温度有类似的作用，但与温度影响的程度相比，都处于次要的地位。光线对于蚕体生理虽然有它独特的作用，对某些酶的活力也有影响，但在实际生产上，其影响远不如温度显著。所以在这些气象因素中，认为以温度对蚕的生长发育影响最大，起着主导作用，湿度、空气、气流和光线等都处于次要地位。可是，这些气象因素对于蚕儿生长发育的影响，在它们之间是相互联系，相互制约的，例如高温、多湿、无气流等，不利于生长发育的因素同时存在时，就会加重它们各自的不良影响。反之，在高温下加强气流，能促进蚕体水分的蒸发，使体温下降，因而减轻了高温多湿的危害。

各种气象因素对蚕的综合影响，是比较复杂多变的，在养蚕生产实践中，常常出现各种矛盾，我们应充分认识各种气象因素的关系，分清主次，进行适当调节，保证蚕体正常健康，达到稳产、高产的目的。