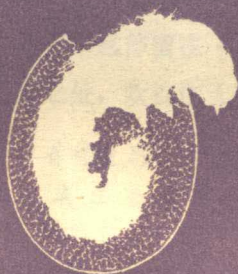


蚕的生活和习性

CANDI SHENHUO HE XIXIN



浙江省科技局农村科技报
浙江省农科院蚕桑研究所

1977年7月



前 言

半年多来，在英明领袖华主席提出的抓纲治国战略决策指引下，全国各项工作取得了一个又一个的伟大胜利，蚕业战线的形势也大好。为了加速实现四个现代化，努力普及大寨县，我们根据需要与可能，将组织编写一些基础知识科普小册子，以供生产战线的同志们参考。

这本《蚕的生活和习性》由蒋猷龙同志编写，并经浙农大蚕桑系和省农科院蚕桑所有关同志审阅。

自然界在不断发展，科学技术不断取得新的成就，人们对蚕的认识不断深化，不会永远停留在一个水平上。知识来源于实践，书中有论述不妥之处，欢迎广大读者多提宝贵意见。

浙江省科技局《农村科技报》编辑部
浙江省农业科学院蚕桑研究所

1977年7月

蚕的生活和习性

目 录

家蚕的驯化.....	(1)
------------	-------

一、蚕与环境

(一) 蚕对温度的适应.....	(4)
(二) 蚕体水分的调节.....	(12)
(三) 蚕的气体代谢.....	(22)
(四) 蚕与光和光周期.....	(28)
(五) 蚕与微生物.....	(36)

二、蚕的习性

(一) 蚕的食性.....	(43)
(二) 蚕的成长.....	(50)
(三) 蚕的吐丝结茧.....	(56)
(四) 蚕的就眠.....	(65)
(五) 蚕的体态.....	(70)

三、蛹期生活.....	(76)
-------------	--------

四、蛾期生活.....	(81)
-------------	--------

五、卵期生活.....	(89)
-------------	--------

六、蚕的饲养.....	(94)
-------------	--------

家 蚕 的 驯 化

在五、六千年以前，我国的气候与现在不同，不用说华南和华东，就是华北地区也属热带和亚热带，当时动物有属于热带群的象，有属于亚热带群的水獭和竹鼠，植物中竹的分布直到东部沿海，竹器的制作和应用非常普遍，特别是桑树的生长郁郁葱葱，非常繁茂，乔木桑直冲霄汉，灌木桑铺盖原野，成为重要的植被，许多古老的传说中都反映出初民的生活与桑林密切相关，甚至有的部族对桑表示出崇敬的心情。

当时人们的衣着还很简单，冬则毛皮，夏则麻葛。桑间的野蚕一年多次的吐丝作茧，引起初民的注意，树上的茧壳可以拉成软和的绵，开始加以利用，并随着生活的定居，开始把野蚕家养驯化，逐渐发展到缫丝、织绸，成为农业中的一个部分。

1958年从浙江吴兴钱山漾新石器时代遗址中发掘到已碳化了绢片、丝带和丝线，经示踪碳断代测定，时间距今 4726 ± 100 年。1926年从山西夏县西阴村发掘到半个割裂的茧壳，据测定，茧的长幅仅 1.52×0.71 厘米，与现在的桑蚕茧差不多，这说明早在四、五千年以前，长江流域的劳动人民与黄河流域一样已开始利用自然资源，创造优秀的古代文明。可见，人类的生产斗争和物质文化，都是按照同一个规律往前发展着的。蚕茧变成今日的样子——茧大、茧层厚，几千年间人民付出了巨大的劳动。

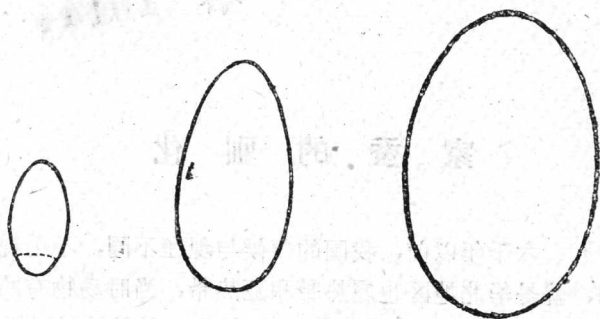


图1 历代茧形比较

左：山西夏县西阴村发掘到新石器时代的茧壳复原茧形
中：从新疆发掘到唐代的茧壳复原茧形
右：现代茧形

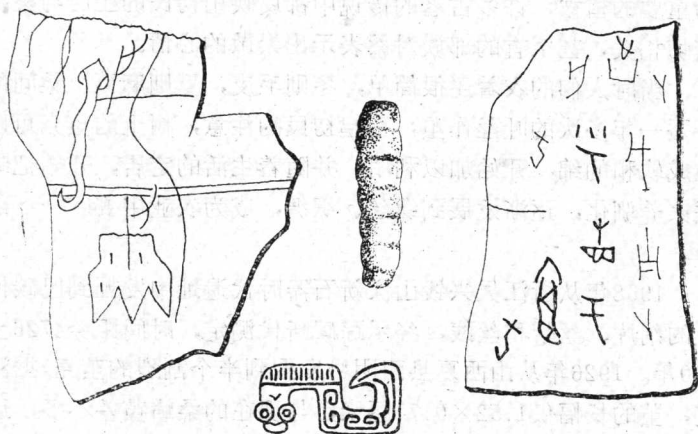


图2 殷墟发掘到的文物——甲骨和玉器

左：龟甲的左上方为一束丝的形状，其右为虫形，即蚕字，右方为手字，下方为桑叶之形，象手采叶养蚕之意。

右：龟甲上刻有“孚省于蚕，九”等字，即呼人省察蚕事，占卜九次。

中上：随葬物中的蚕形玉，长3.15厘米，共有7节，白色，扁圆长条形。

中下：铜器上的蚕纹装饰

蚕什么时候开始家养，还不得而知。最迟至殷商时代（距今3100~3600年）养蚕已成为农业中的一项重要生产，蚕丝被大量利用了，奴隶主统治阶级设立专门督察蚕事的农官，为养蚕祈祷好的收成，竟用3头牛或3对雄羊和雌羊，蚕的形象作为饰纹或刻成玉器。

待至周代以及春秋、战国时期，我国的养蚕丝绸业已非常普遍，相当于现在的山东、河南、山西、陕西、甘肃、四川、湖南、湖北、江西、安徽、江苏和浙江都有当地的丝织名产，浴种、采叶和蚕室已比较讲究，北方大量饲养一化性三眠蚕，少量为二化性。汉代以后，方见南方有多化性和四眠蚕的饲养。

从近代浙江发掘到丝织的文物、四川古老的养蚕传说、海南岛和古代南方很早就饲养多化性蚕以及云南很早就以柘饲蚕等等记载来看，现在我们所见形形色色的蚕种（不同的化性、眠性、斑纹体色、茧形、茧色等）首先是各地的劳动人民在与自然界作斗争的过程中利用当地的野蚕所驯化而成原始类型，然后随着文化的交流，开始相互间的交配，一部分性状有了融合，一部分性状由于人们有意识的选择而进行分离固定而成。驯化成今日各家蚕品种的原始野蚕，在不同时间的不同地区早已产生了明显的差异。

一、蚕 与 环 境

伟大的革命导师恩格斯说：“全部有机体是形式与内容的同一性或不可分离性的一个完全证明。形态的和生理的现象、形状和机能，是彼此互相制约的。”如果我们能从蚕的一生去认识它们的个体发育和系统发育，对它们生命活动特点进行生态学分析，以至了解生态条件怎样地反映到相应组织器官的构造和机能上，即在何种发育条件的影响下发生何种显著性状，我们就可以发挥主观能动性，改变客观世界，创造对蚕合适的环境条件，养好蚕、结好茧，提供量多、质优的缂丝原料，各个环境因素对蚕的影响概述如下。

（一）蚕对温度的适应

蚕的一切生活活动，实际上都是体内在各种酶参与下进行一系列生物化学过程的结果。一切生化作用，都必须在一定的温度下方能进行，各蚕品种各龄的生理和体态不同，所要求的适当温度也各异。

首先，家蚕到达一定的温度，方才开始有明显的生长和发育，向来认为蚕的发育起点温度为 7.5°C ，但在群体中，个别蚕到 10°C 时方能食桑。在于龄期的不同，有人认为第1龄的发育起点温度为 11.3°C ，5龄为 8.5°C ；由于蚕品种的不同，作者曾计算得法汗×华八为 14°C ，苏联品种为 10°C 。但蚕的发育适温是远远高出这个水平的。在适温范围以下的叫做低温，在适温范围以上的叫做高温。

1. 蚕对温度的反应

(1) 发育适温

对一般蚕品种的发育适温，认为1龄25~27℃，2~4龄22.5~27.5℃，5龄22.5~27℃。在20~30℃范围内，温度愈高，食下量愈多，消化量也愈大，如在22°、26°和30℃三种温度情况下，蚕食下干物量为100：153：125，干物消化量为100：207：255。大约在温度上升4~8℃时，蚕在单位时间内食下干物量增加1.5~2.1倍，但消化率以26℃为最高，此时消化量既多，干物留存量和造成体质的量也多，到达成长足度提早，发育经过缩短，在此上下的温度常被认为是适温范围内的最适温。

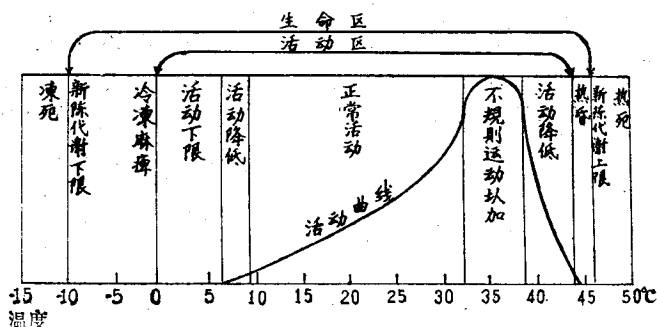


图3 蚕对各种温度的适应

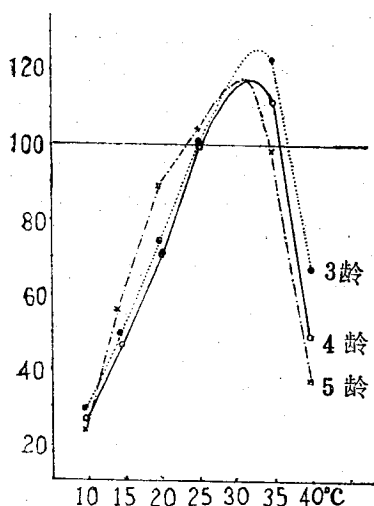


图4 春蚕一化性品种不同龄期在不同温度下单位体重、单位时间内的食下量指数

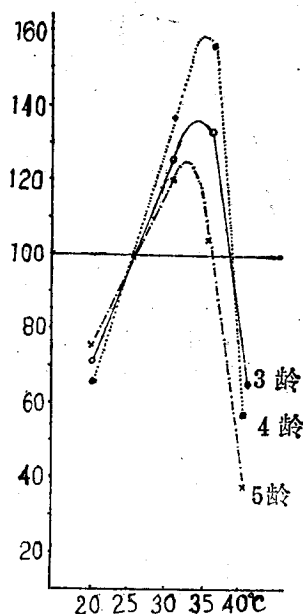


图5 秋蚕二化性品种不同龄期在不同温度下单位体重、单位时间内的食下量指数

家蚕饲养所采用的温度，除以各品种的生理适温为基础外，还须结合考虑群体生理（蚕座密度、蚕座小气候，）饲料和其他一些生态因素进行综合决定。对现行春用一、二化品种认为1~2龄26~27℃、3龄25~26℃，4~5龄23~25℃比较适当，秋用品种要求不超过30℃。

(2) 高温对蚕的影响

3~4龄蚕在25~30℃范围内，食桑量随温度的升高而增加，但至40℃时，则分别降至原来的59.4%和64.7%，5龄蚕感温在40℃，则食桑量降至原来的38.1%，高温对蚕的影响，主要是削弱血液过氧化氢酶的活性，同时在不同程度上也破坏了其他的酶，当用32℃的温度对蚕处理17小时，以后转移到正常温度下，被抑制的过氧化氢酶活性，仍能恢复。但对发育不良的蚕来说，酶活性降低了62%，并且虽被放置在正常温度而不再能恢复，说明蚕在饲养过程中应尽量避免高温或减少与高温的接触时间。

蚕当接触高温后，经过一段恢复期，能部分恢复其抗病力。在研究起蚕绝食时间与脓病、软化病的发生关系中，了解到5龄起蚕用45℃接触20分钟，立即饲食的发病38%，12小时后饲食的发病19%，24小时后饲食的发病18%，未经高温处理的发病12%。

(3) 低温对蚕的影响

对蚁蚕用-4~-6℃冷藏5小时、5℃冷藏5日的试验证明，全龄发育经过与在14~16℃放置一昼夜的没有差异，且茧质亦不受异常低温的影响，但茧中死蛹率较多。

极端的低温，除可用来说明必要时可进行蚁蚕冷藏的参考外，通常是遭遇不到的。对5龄蚕的饲养要不要适温？通常无论春或晚秋蚕，5龄期是很少注意加温的，相反的，还有“冻煞大眼头（五龄蚕），踏断丝车头”的说法，似乎说明5龄期温度愈低，茧层愈重，丝量愈多。事实并不是如此。研究室内曾做过不同温度下乙氨酸的合成试验，因为乙氨酸在茧丝蛋白质的组成中占33.6%，而它在桑叶蛋白质组成中只占6.0%，蚕食桑后，在血液中游离的乙氨酸，在5龄初期，尚仅3.1~10.3%，组成丝蛋白所需的乙氨酸是蚕把桑叶蛋白质消化分解

后，再经生物合成，释放到体液中再转移到丝腺细胞合成为丝蛋白。此时，24℃饲育的较20℃饲育的，单位时间内生成的乙氨酸量要多40~50%。待到熟蚕时，体液中的乙氨酸含量，24℃饲育的比20℃饲育的少50%，说明24℃饲育的蚕，体液中的乙氨酸被选择而转移至丝腺的百分率高，这就促进了丝腺的肥大成长。可见5龄用低温饲养并不有利。

蚕当遭受到极度低温后，与高温一样，如经过恢复体质的阶段，可消除低温的障害。在探索4龄起蚕接触低温与脓病、软化病发生的关系时，查明5℃接触36小时，立即饲食的发病31%，12小时后饲食的发病9%，24小时后饲食的发病8%，未处理的发病10%。

(4) 蚕对变温的适应

目前养蚕多采取昼夜恒温的办法，并且往往还认为几小时内温度有高低就将削弱体质和引使发育不齐。殊不知蚕在千万年的自然驯化过程中，无日不遇到变化的温度，所以，倒不如说蚕的特性是适应于变温，蚕在一日的不同时间内，并不嗜好着某一特定温度。曾有人为了查明蚕的适温以达到提高产蚕量的目的，把蚕均匀地分布在一端为35~40℃，一端为5~10℃的温度等级器上，经过相当的时间后，蚕爬到了一定的温度区域内。观察结果：在早晨，大部分（70%）蚕分布在较低的温区（26~28℃）内，到了晚上，这一温区仅剩留40%；从日间1时到晚上5时大部分蚕（80%）分布在28—31℃的温区内，而从晚上5时起，这里仅留约50%，在32℃温区的蚕很少，而在33℃温区内只有个别蚕。

为了顺应昼夜自然温度变化而设计的大蚕饲育法表明，日间25~26℃、夜间19~20℃进行饲育，比在25~26℃恒温下饲育，能获得更好的体质和茧质。这种从不适宜的低温条件进入

适温条件时，一时表现出标准速度以上的快速成长，即所谓“热生长反应”。

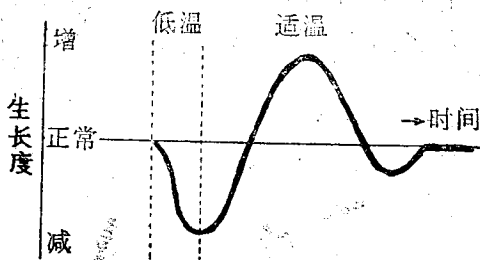


图6 热生长反应

在日间标准适温、夜间自然温度（不低于 21°C ）的变温饲养法研究中，查明现行蚕品种除含多化性血统者外，变温条件下生命率和茧质提高，产茧量相接近，消化率提高。但从群体角度，全龄变温的个体差异较大。

至于在变温下能提高消化率的原因，可能与蚕间断取食有关。因蚕在连续就食的情况下，肠液 pH 值会因之而降低，而当停止食桑时，pH 值可上升至 $9.5\sim 9.8$ ，甚至 10 以上。蚕通过变温的低温阶段，食欲减小，消耗也少，桑叶在肠内停留的时间长，吸收率提高，肠液 pH 升高，一旦至翌晨升高温度，兴起食欲，较高 pH 值的肠液更有利于营养的消化。此外，蚕体内的各种酶，在不同的温度下表现其最大的活性，因此，在适温范围内的变温，有利于发挥各种酶的作用能力。

2. 蚕体温度的调节

蚕不象恒温动物那样具有完备的调节自体温度的能力，但也不象通常所认为的那样，体温全然受环境温度的制约，仅仅是它的神经系统比较原始，因而，体温调节不很完善，尽管这

样，蚕总是通过各种活动来调节体温以达到适温，一般情况下的体温如下图可见。

4龄以前的体温均低于气温，5龄起体温较气温升高，尤其盛食期提高更多。

(1) 蚕体温的热源

家蚕体温的热源来自内外两部分：

热的内部产生是由于气体交换作用使体内营养物质氧化放出热能。通常1克碳水化合物放出4卡热，蛋白质5.7卡热，脂肪9.2卡热，不断地产生出来的热能，不断地用作生活活动的能而被消耗，并且通过传导、对流和水分的蒸发向外界环境扩散。但蚕体温度的保持主要来自外部的热源，即太阳光的直接照射、间接辐射及人为的增加饲养环境的温度。所以，蚕在一定的温度下才能发挥其最大的经济效果——高额的产茧量和产丝量，还全靠人们来调节。至于外源热源如何使体温增加，一般总是认为空气温暖着体躯，直接增加体温，然后促进新陈代谢，但事实并不是如此的简单。有人研究了其他昆虫后认为：气温的增加刺激了昆虫的热感

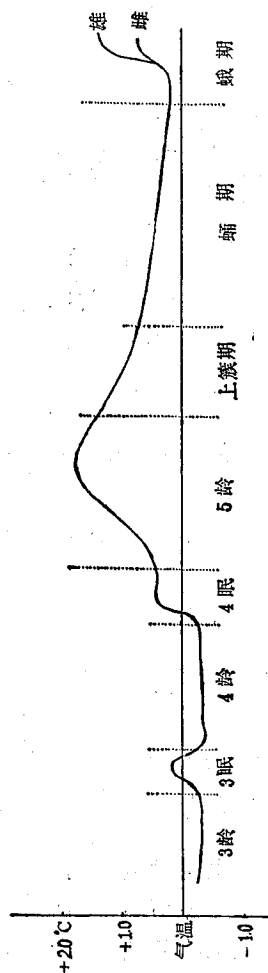


图7 蚕体温度与气温比较

受器，促使释放某些物质到体液中，从而刺激新陈代谢，无论在一般或特殊的情况下，这些作用都产生很多的热，这比体躯从空气中传导热，对提高体温要更快些。

（2）蚕体温的自我调节

家蚕通过形态结构、生理和活动等调节体温的方法有以下几方面：

呼吸和蒸发 通过吸氧、呼出二氧化碳的强度以及改变水分的蒸发强度是自我调节体温的主要方面。呼吸强度随着温度的升高而加大，此时，形成的二氧化碳刺激气门长期开放，水分的蒸发也加速，由此带走不少汽化热，从而使体温降低。

移动 蚕能感知热源，朝有利的热源方向移动或背不利的热源远离。中国品种小蚕期的密集性，在一定程度上有减缓体温损失的作用。

体表散热 蚕与环境间的热交换强度，也与其体形大小有关，即散热的难易还依赖于体表面积的大小。当体躯成长时，直径加大，体表的增加与直径的平方成正比，而体积则与其立方成正比，因此，一定质量单位，小个体较大个体具有较大的体表面积，可见，小个体散热较易，需要增大热源。当然生物的产热和散热，不是体重与表面积之间仅仅如此简单的物理关系，还决定其他生理学和形态学特点。大体型的日、欧品种蚕，经常在蚕座上分散独处，从生理上看，可能是有利于散热，其生长发育的适温也较中国品种为低。而小体型的多化性品种，小蚕密集性强，有利于保温，且大蚕又有利于散热，其生理适温一般在 30°C 左右。体型大小对选育秋用品种来说是一项重要的指标。

(二) 蚕体水分的调节

蚕体内的水分主要来自桑叶，而影响蚕体水分的因素，一是桑叶的含水量，一是饲养环境中的空气湿度。

远在2200多年前，荀子就曾讲到蚕“喜湿而恶雨”，即养蚕的环境应有一定的湿度，但不可有雨水，六世纪时，贾思勰引用《春秋考异邮》说“蚕阳物，大恶水，故蚕食而不饮”，指蚕在一般情况下桑叶中的水分已能满足其生理上的需要，无需另外补充水源。从上可以看出，很早以来，我国劳动人民对养蚕与空气湿度和桑叶水分已相当注意。随着科学的发展，从蚕体生理了解其对水分的调节做了不少的试验，以此来作为养蚕上的参考，更能获得丰产。

1. 蚕体水分的来源

蚕从桑叶中直接取得水分，新鲜桑叶的含水率大致75%左右，进入蚕体的水分，一部分通过消化管吸收到血液内，其余部分随着粪便排出体外。又在吸收的水分中，40%左右经体皮发散，其余的60%留存在体内。蚕对水分的吸收率，小蚕比大蚕高，因此，小蚕的粪粒远比大蚕的干燥。

向来认为“蚕食而不饮”，但是，如果我们用注射器把水间歇地滴入蚕的口腔添水，看到蚕还是可以饮水的。从第4~5龄的添水试验看出：4龄饲食后第1日和5龄饲食后第2~3日，蚕的饮水量最多，起蚕次之，盛食期较少，食桑中饮水较休息中多。也有试验认为蚕的饮水量以龄初较少（4龄雌雄平均每日每头0.009毫升，5龄0.025毫升），随着发育而急速增加，4龄以第3日、5龄以第5日最多（各为0.026和0.111毫升），第8日（熟蚕）差不多不饮水。性别之间，无论4龄或5龄，均以雌的比雄的多，但到5龄第3日，即看不到明显

的差异。又每日连续饮水（用注射器将水间歇的滴入蚕的口器）的蚕，比初次饮水的蚕饮水量较多。

蚕在同一环境条件下食下不同含水量的桑叶，蚕体水分便发生明显的变化。如4龄3日的蚕给以含水率76~78%的桑叶，蚕体水分占87.1%，给以含水率71~72%的桑叶，体水率85.1%，5龄起蚕给以含水率60.0%的桑叶，第4日测得体的水率81.0%，含水率70.7%的桑叶，体水率为84.1%，含水率75%的桑叶，体水率达86.2%。具体的体水率数值，因蚕品种而不同。但总的趋势是：体水率随着含下桑叶含水率的提高而提高。

在同一桑叶、不同湿度条件下养蚕，体水率也各不相同，在相对湿度 $95 \pm 2\%$ 下，体水率86.5%， $80 \pm 3\%$ 时体水率为86.4%， $64 \pm 4\%$ 时体水率85.2%，但环境湿度对体水率的影响要较桑叶含水率的影响小得多。各龄体水率情况大致如图1。

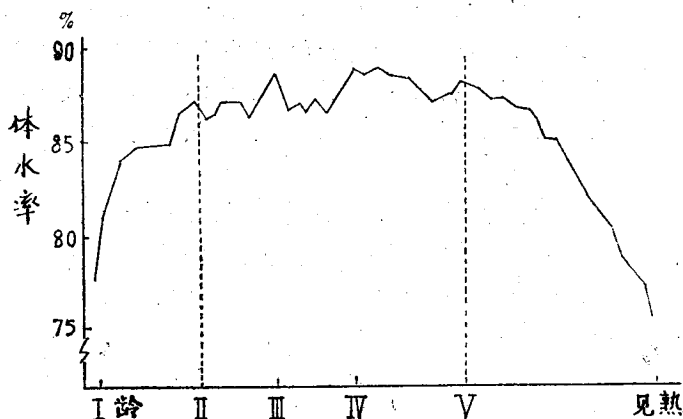


图8 各龄体水率变化

2. 蚕调节体水率的生理机制

蚕对环境湿度适应的范围比较广泛，但在每一特定的发育时期，有其比较适宜的湿度条件，以便生理作用的顺利进行。另一方面桑叶含水率因桑品种、栽培条件和叶龄而不同，不一定适于蚕在特定发育时期的要求，蚕一定程度上，具有调节水分的能力。

(1) 蚕粪调节

与蚕粪一起排出的水分量，与体水率有密切的关系。体液水分的微小增加，均直接影响到蚕粪的含水率。据实验，对5龄起蚕和盛食蚕注射生理食盐水，经2~3小时，粪水率就显著增加，过一昼夜左右，与对照已没有很大的差别。当为了要改善叶质而在叶面上喷水时，不论对普通叶或凋萎叶，都增加了食下水分量，但它们立即大量地从蚕粪中排除出去。吃湿叶的粪水量比之吃凋萎叶的，几高1倍。

(2) 气门调节

据测定，蚕体通过气门以水汽形态排出的水分量，大约占排出水汽总量的三分之二。在空气极度干燥的情况下，由于气门关闭的时间较长，散发的水汽量反而减少，这对限制体水量的减少，起着积极的调节作用。如气门排水汽不畅，对蚕不利。

(3) 体皮调节

水分的一部分通过体皮散发出去，因此，蚕体的大小与散发量关系很大。小蚕的体表面积对体重的比例较大，散发作用亦大，大蚕则相反。如在24℃、70~80%环境下，蚕体1克每小时的水分散发量，孵化当时为6.12毫克，1眠前后为8.09~8.59毫克，2眠前后为4.63~5.12毫克，3眠前后为3.48~3.92毫克，4眠前后为2.50~2.60毫克，上簇当日为3.53毫克（雌），上簇后1~3日为2.60~2.33毫克（雌）。（见图9）