

蚕体生理学

王干治 編著

江苏人民出版社



蚕体生理学

王干治編著

江苏人民出版社

• 內 容 提 要 •

本書系統地講解蠶體生理，不僅闡述蠶體的生理現象，並注意說明蠶業應用技術的原理，可供蠶絲專業學校學生學習，並可供一般蠶業工作者參考。

本書編著者王干治先生，從事于蠶業工作二十多年，原稿曾經幾次修訂和補充，但由於他已于1955年逝世，所以本書取材只到1955年為止。最近兩三年來，蠶體生理學又有新的發展，尤其蘇聯對這門科學的研究更獲得不少新的成就，希望讀者在閱讀本書的同時，參閱最近兩三年來發表的國內外有關蠶體生理的文獻，以彌補本書的不足。

蠶 體 生 理 學

王 干 治 編 著

*

江蘇省書刊出版業許可證出〇〇—一號

江 蘇 人 民 出 版 社 出 版

南 京 湖 南 路 十 一 號

新華書店江蘇分店發行 一號印刷廠印刷

*

開本 850×1168 1/32 印張 $4\frac{5}{8}$ 字數123,000

一九五八年八月第一版

一九五八年八月南京第一次印刷

印數 1—5,100

自序

这本蚕体生理学，是蒐集国内外许多学者对于蚕体生理的各项专题研究，加以整理、分析和归纳而辑成的。对于同一问题的研究，由于各人所用的材料、方法、环境条件等不同，获得的成果往往不是一致，甚至有的结论是相反的，因而辑成一册有系统的蚕体生理学，曾经花费了相当长的时间。

一般的蚕体生理学，往往是单纯地阐述生理现象，不结合实际的应用技术，这会造成教学上莫大的损失。为了纠正这个缺点，本书不仅阐述生理现象，并注意说明应用技术的原理。为了配合教学的时间，本书力求博通精约，不得不删除许多研究的成績表，而代以概括的说明。

本书的原稿曾经几次修订和补充，以供蚕丝专科学校作教材。全书分十八章，每章教授二周，一学年可以结业。如果中等蚕农学校以本书作教材，可酌量删除有关理化的较深部分。本书因注意于说明应用技术的原理，所以又可供一般蚕业工作者参考。

近几年来，蚕体生理学的研究有不少新的成就，如发育平衡说的倡导，从而建立了飼育处理的基础理论；又如外分泌作用的阐明，从而解释了眠性变化的根本原因；随之对化性变化和其他性状变化的现象也获得了一连串的相关关系；这些理论基础，在实际应用上都有很大的价值。并且自生命的整体观念，也可窥知家蚕生活的全貌。这些学说，初学者或许还不易理解，因配合教学时间的关系，不能引用过多的材料说明，只能作扼要的提示。

緒 論

(一)生理学的定义和范围

生理学是研究生命的科学。那末,生命又是什么呢?生命是生物感应环境变迁所起的内部的繼續变化。更具体地说,一个生物体对于环境是不断地在进行着各种活动,这些生活活动,就是生命現象的表现,而是非生物所不具有的。生命的主要的特征,有如下表现:

- 一、代謝作用;
- 二、成长;
- 三、运动;
- 四、感觉;
- 五、适应;
- 六、生殖。

但是生命是整体性的,各种生活現象的表现,实际上是不可分割的。至于把它分項討論,仅是为了便于作专题的研究和各别的說明。生理学就是以各种生活現象有系統的加以詳細的說明,所以它的范围包涵得相当广泛的。

(二)生理学的研究方法

生理学所涉及的有关科学,也是很广泛的,尤其主要的是生物学和理化学,这些都是研究生理学的基础。至于研究的方法,有下列两种:

一、观察 先就自然环境的条件下,精密地观察它的各种生命現象,这是正常状态的研究方法。

二、实验 另就人为环境的条件下,試作各种实验,精密地观

察它的各种生命现象。当实验的环境条件变更时(如温度、湿度、空气、光线、营养等),对于它的生命现象将表示怎样的影响,从而追求环境条件和影响效果间的一定的规律,这是异常状态的研究方法。

这两种方法，是互为并用的，因为求得一定的规律以后，才可加以控制，作出各种不同的应用方案；怎样促进某种生理作用的发展（例如叶质程度和产卵量的关系），或怎样防范某种环境条件的影响（例如高温程度和病毙蚕的关系），这样研究生理学，才有意义。同时，在进行观察和实验的过程中，每个环节必须是精确真实，不致有何误差，这样才使所获得的一定的规律有它的正确性，才能供之于应用，这是很重要的。

(三) 蚕体生理学在生理学中的地位

生命存在的原理,固然是相同的,但是生物的种类很多,各个生物都有它独特的各种生活现象,因此,生理学可以类别如下:

生理学 { 普通生理学 (生理学原理) 、 細胞生理学、
生物化学
特种生理学 (生理学各論) 又可分为:

植物生理学
动物生理学 可再分为:

人体生理学
家畜生理学
鳥类生理学
魚类生理学
昆虫生理学

} 比較生理学

因此，蚕体生理学，仅是属于昆虫生理学中的一个分科；以家蚕为对象，研究它的一切生理现象，尤其因为家蚕在经济上有很大的价值，对于它的各种生活现象，曾有許多精細的研究，所以有把它列为一独立学科的必要。

(四) 蚕体生理学在蚕学中的重要性

由于科学的进步和蚕业的发展,蚕学的分科也日益精细,三大类中更可别为许多分科:

一、属于基础知识的部分:

- (1) 蚕体解剖学 一般包括蚕体组织学、蚕体发生学。
- (2) 蚕体生理学 或又另设蚕桑化学。
- (3) 蚕体卫生学。
- (4) 蚕体病理学。
- (5) 蚕体遗传学 包括家蚕的品种和育种。

二、属于应用技术的部分:

- (1) 栽桑学 又另设桑树品种及桑树病虫害学。
- (2) 养蚕学。
- (3) 制种学。
- (4) 缫丝学 又可分为原料、干茧、煮茧、整理、检验、及屑物加工等分科。

三、属于经营管理的部分:

- (1) 蚕业泛论 包括蚕业史地、蚕业现况、蚕业政策方针等。
- (2) 蚕业经营 又可另设蚕业经济。
- (3) 蚕业法规 包括蚕业各项法令及管理细则等。

蚕学的分科已这样的精细,其中尤以蚕体生理学最重要,因为它和其他各分科的内容都直接或间接的息息相关,更具体地说,如果进行蚕丝生产,就必须把蚕体生理的基本理论和技术运用的具体实践互相结合,才可以胜利地完成任务;更进一步说,如果要求蚕丝业的发展,创造新的技术,也必须以蚕体生理学为基础。所以从事蚕业工作者,首先必须了解蚕体生理学,要以蚕体生理学作为最重要的最基本的知识。

目 录

緒 論

第一章	家蚕的化学組成	(1)
第二章	各成分的生理意义	(12)
第三章	营养	(16)
第四章	消化	(23)
第五章	吸收	(31)
第六章	同化	(34)
第七章	異化	(35)
第八章	血液和循环	(38)
第九章	呼吸	(55)
第十章	排泄	(63)
第十一章	成长	(69)
第十二章	脫皮和变态	(80)
第十三章	絹質物	(86)
第十四章	物質代謝和能力代謝	(100)
第十五章	体温	(114)
第十六章	飢餓	(117)
第十七章	感觉、运动、本能	(121)
第十八章	生殖和再生	(128)

第一章 家蚕的化学組成

研究蚕体的生理,首先是要了解它的代謝作用(即营养生理),也就是說:家蚕为了完成它的生命,需要桑叶为飼料,桑叶含有什么化学成分,才适应蚕儿需要,而使蚕儿各器官的生理机能获得充分的和諧。

为了解决这一生理上的基本問題——营养生理——也就随着产生下列三个問題:

- 一、家蚕的各期間,它本身具有些什么化学成分;
- 二、家蚕在宮的生活过程中,消耗些什么化学成分;
- 三、家蚕由于它的消耗,必須补充些什么化学成分;

这三个問題是具有联系性的,在研究代謝作用时,必須認識蚕儿和桑叶都是生物,双方所含的化学成分都不断地在进行变化,所以又是十分复杂的。

家蚕的整个世代,包括四个时期——蚕卵、蚕儿、蚕蛹、蚕蛾。每个时期,在它的整个生命的过程中,生理上都有它的不同意义的,尤以蚕儿是属于世代中的幼虫期是全生命中的营养时期,关系更为重要,这是可想而知的。

現在首先就第一个問題作概要的說明,至于第二、三两个問題,在物質代謝和能力代謝章中再加討論。

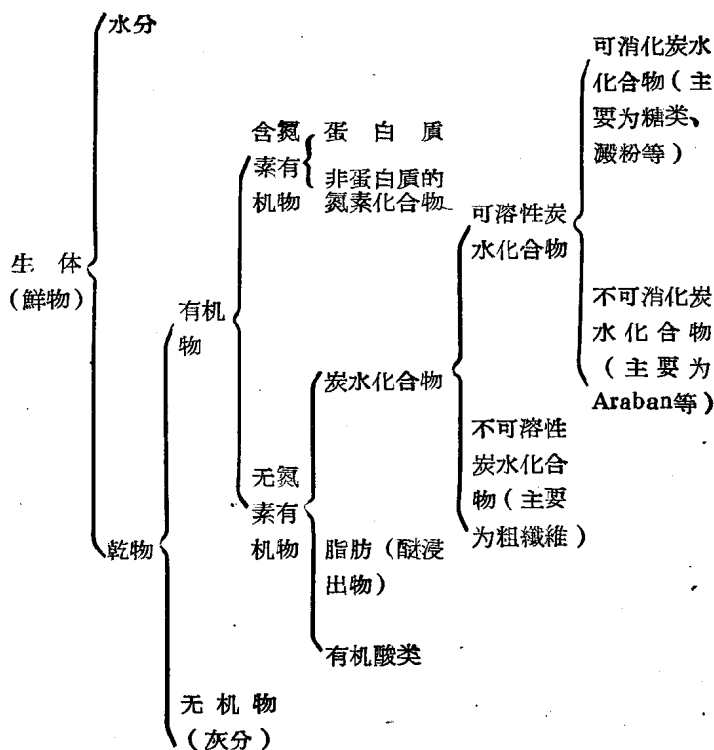
蚕体的化学組成,一般地說,可以自两方面进行考察:

一、元素的分析 在家蚕各期的化学組成中,現在已經发现的元素計有下列十六种:

- 1) 主要元素 C, H, O, N等四种。
- 2) 次要元素 K, P, Ca, Mg等四种。
- 3) 微量元素 S, Al, Cl, Fe, Na, Mn, Si等七种。
- 4) 极微量元素 Cu一种。

蚕体的化学組成中 銅的存在, 以往的学者沒有提示过, 据山崎氏的研究, 认为在桑叶、蚕卵以及蚕儿的血液中, 都可以发现銅的存在, 他并且說明了銅的作用和呼吸有密切的关系。这一問題是值得作进一步研究的。

二、組成的分析 即依据一般生物化学的分析方法, 可以分析为下列各項成分:



註1. 初步以供試的鮮物, 充分地予以乾燥, 成为一定的重量后, 其所减少的分量即是水分, 其所残余的分量即是乾物量(或称之固形物)。乾物更經充分地燃燒后, 其所消失的分量即是有机物; 其所残余的灰分即是无机物。

繼之以供試的乾物, 采用凱氏法 (Kjeldahl's method) 作全氮素的定量分析, 其所得的分量, 乘以6.25的化学系数, 即是粗蛋白質的分量。自全氮素減去蛋白質的氮素, 即是非蛋白質的氮素(例如氨基酸尿酸)。

蛋白質的定量，是采用斯脫塞法（Stutzer's method）定量的。几丁質（chitin）、卵壳質（Chorionin）是硬蛋白質或类似蛋白質，性質上是和普通蛋白質例如清蛋白（Albumin）、球蛋白（Globulin）等应有若干的差異。

蚕体的碳水化合物，主要是糖元（Glycogen），所以按糖元定量法所测定的分量，作为碳水化合物。分析桑叶时，区别粗纖維的定量，即以供試材料，經稀薄的酸和硷，顺次地加以煮沸，更將它的濾过殘物，以蒸餾水、酒精、醚等加以洗滌，所不溶解的殘留物，就是粗纖維。（其中含有纖維素（Cellulose）、五炭配糖物（Pentosan）、木質（Lignin）等。

以醚素浸出的物質的总量，減去类脂質（Lipoids），即粗脂肪。（主要的类脂質是Lecithine）

又自供試物質的全量，減去水分、粗蛋白質、粗脂肪、灰分等，殘余的分量即是可溶无氮素物。

註2. 在研討考察时应注意表示各成分的数量，一是絕對量，另一是百分率，这二者間的消長情况是不一定相同的。

（一）蚕卵时期的化学組成

一、蚕卵的成分概要和变化傾向。

（1）成分概要

1. 鮮物百分中	{	水分65.34%
		乾物34.66%
2. 乾物百分中	{	全 氮 素 9.74%
	{	有机物 { 炭水化合物10.99%
		粗 脂 肪22.96%
		无机物—(灰分)3.52%

由此可知，蚕卵整体的組成中，水分并不很多，（比之蚕儿）；至于有机物中，則以粗脂肪所占的比率較多，这是动植物种子的一般通則。

（2）变化傾向 由于品种、化性、卵齡等不同，蚕卵的成分多变化，尤以因卵齡增进所引起的变化更为显著。现将蚕卵两个时期所表示的变化程度扼要說明如下：

1. 自产卵时至催青期間的变化傾向：

①水分随着蚕卵的发育进展,它的绝对量渐渐地减少,但是它的百分率却常保持一定的程度(约为66%),这说明蚕卵在发育进程中,必须保持一定程度的水分率。

②有机物中碳水化合物和粗脂肪,绝对量显著地减少,这说明蚕卵为维持生命主要消耗的是有机物质,就是碳水化合物和粗脂肪。

③蛋白质由于胚子几丁质的形成,绝对量渐次地减少,但是它的百分率却相反地表示增加,这说明蚕卵在发育进程中,蛋白质的减少程度不及其他成分,是比较轻微的。

④灰分仅表示极微少的变化,这种变化实际上是分析中或计算上的误差,因为在理论上,灰分并不消耗,应该是无所增减的。

2. 蚕卵孵化前后的变化倾向:

在这期间最应注意的变化,是不溶性蛋白质粗脂肪等表示着减少的倾向,但是相反的几丁质却表示着显著的增加,这是因为卵内的胚子日渐发育,形成蚁蚕。

二、蚕卵特殊成分的消长

(1)糖元的消长 一般地说,卵内所含的糖元(动物性淀粉)自产卵以后到催青期间,是逐渐地减少。这充分说明维持蚕卵生命所消耗的物质,主要的是糖元。

(2)脂肪和磷脂质的消长 卵内含有若干脂肪和磷脂质,这些物质是随着胚子发育,在形态上起着若干的变化,但是这种变化在生理上有什么作用,现在还没有明确。

(3)无机物的含量程度:蚕卵中的无机物,以磷酸(P_2O_5)为最多(49—54%),氧化钾(K_2O),氧化镁(MgO),氧化钙(CaO)等次之。动、植物的种子中都富于磷质,这是一般的通则。由此推知,种茧饲养的用桑应富于磷质,从而对于种茧用桑的施肥,应该注意补充磷肥。

三、蚕卵各个部分的主要组成

(1)卵壳 关于卵壳的组成,诸学者所说不一,大致有三种主张:

1. 认为卵壳是成自几丁质(Chitin)。
2. 认为卵壳是成自角质(Keratin)。
3. 认为卵壳是成自卵壳质(Chorionin)。

蚕卵解剖时,以苛性钾溶液使卵壳表面稍稍溶解,减弱它的厚度,便于解剖。又如当蚕卵浸酸时,加福尔马林溶液,使卵壳表面固着于连纸上,不致脱落。

(2)卵黄 蚕卵的卵黄是一团一团地散在卵内(有异于鸡卵卵黄集积在卵的中央部分),在化学性质上和鸡卵卵黄主要成分的Vitellin相类似。

四、蚕卵内的酵素(酶)及其作用

蚕卵内又有各种酵素的存在,对于蚕卵的孵化机能和化性变化有深切的关系。

酵素的种类,依据它作用的强弱,有如下列数种:

(1)作用显著的:胰蛋白酶(Trypsin)、接触酶(Catalase)、淀粉分解酶(Amylase)。

(2)作用较微的:脂肪酶(Lipase)、氧化酶(Oxydase)、过氧化酶(Peroxydase)。

(3)作用更微的:麦芽糖酶(Maltase)、蔗糖转化酶(Invertase)。

酵素的作用,就中以对接触酵素(Catalase)的研究为最多,因此,对于接触酵素的作用比较明确,即于产卵时,接触酵素活动,渐趋旺盛,达一定程度后即告停止活动,及至翌春催青时,再度表示活动,于催青期中益趋旺盛,以至孵化。又接触酵素的活动性,二化性种的二化时,比之一化性种更是显著地激增。

(二)蚕儿时期的化学组成

一、蚕儿的成分概要和它的变化倾向

(1)成分概要

1. 鮮物百分中	{		水分75—88%
	{		乾物25—12%
2. 乾物百分中	{	蛋白質60—70%	
		{	炭水化合物 10%
			脂 肪10—15%
	{	灰 分5—10%	
		其 它 10%	

由此可知，蚕体的組成中，概要地說水分是相当多的；有机物中，是以蛋白質居多，因此必須注意用桑的成分。这两种成分的含量程度，是足以影响蚕事的成績的。

再分析蚕体时，往往連同它体内的食桑，因此所得成績，严格地說，不能完全表示生活的蚕体的成分。为避免这种誤差，采取供試的材料用眠蚕或起蚕，所得結果比較正确。

(2) 变化傾向 1. 由于齡期相差所致的变化

水分是随着蚕齡的进展而增加的，及至熟蚕期方始漸次地減少。

蛋白質的絕對量，固然也是随着蚕齡的进展而增加的，但是它的百分率却表示着輕微的減少。（这就說明蛋白質的增加程度不及其他成分增加得多）。

碳水化合物百分率也随着蚕齡增进而增加。

脂肪的百分率，当蠶蚕和熟蚕时都表示着特別的多，其他各期都約略表示一定的程度。

灰分的百分率，各齡期都沒有变化，但至熟蚕期，灰分就急驟地減少。（熟蚕的排糞中有多量的灰分）。

可溶无氮素物的百分率，蠶蚕时最小，熟蚕时最大。

卵壳質几丁質氮素及粗纖維的百分率，蠶蚕时最大，其后乃漸次地減少，至熟蚕期时最小。

在同一齡期中，各成分的絕對量和百分率有若干變化。一般的說，蛋白質的百分率，以起蠶時為較大，碳水化合物和脂肪的百分率，以起蠶時為最小。由此可以說明眠期中主要的消耗是碳水化合物和脂肪。

(2) 由于眠期前后相差所致的变化:

眠期前后各成分的变化程度相差很大，这是应当注意的。

水分百分率，起蠶比前齡催眠蠶稍大；干物百分率，則起蠶稍小。

蛋白質的絕對量 起蠶比之前齡催眠蠶稍微減少（這由于眠前的排糞和起蠶的脫皮所致的影响）。但是自百分率考察，却相反的表示着有較大的傾向（這說明蛋白質的減少程度不及其他成分的显著）。

脂肪的絕對量和百分率，起蠶比前齡催眠蠶，表示有減少傾向。

可溶无氮素物，尤以碳水化合物，起蠶比之前齡催眠蠶，絕對量和百分率都表示显著的減少。

灰分的百分率，起蠶時是表示着有些增大。（这是由于其他成分相对的減少所致，并非它的絕對量有所增加。这是应注意的）。

几丁質以起蠶為較多，因为它形成的新皮較大于旧皮。

(3) 由于性別相差所致的变化

現在仅就主要成分的变化，概要地說明如次：

有机物方面：脂肪的百分率，雄者較大于雌者；可溶无氮素物、糖元等的百分率，雌者較大于雄者。因此，雄蛾的生命較长，雌蛾体内的蚕卵中是有着多量的糖元存在。

无机物方面：磷酸含有率是以雄者較大，氧化鎂的含有率是以雌者較大。这是生物的一般通則。

(4) 由于季节相差所起的变化:

春蚕和夏秋蚕的各成分的变化程度，以百分率而論，相差的程度是很小的。

水分百分率，一般是以春蚕較小于夏秋蚕。

脂肪、碳水化合物的百分率，相反的是以夏秋蚕較小于春蚕。

以上仅就齡期和眠期、性別、季节等相差所引起的成分变化作了簡要說明,其他如品种、化性、飼料等的相異,也促使蚕体的成分发生变化。

二、蚕儿的无机成分 蚕体中的无机成分(即灰分)虽然含量很少,但对于蚕体生理影响很大,所以要提示一下:

(1) 含量最多的: 是 K_2O , 約占全部灰分的半数。

(2) 含量較次的: 是 P_2O_5 , 約占余数中的半数, MgO , CaO 都各占前者的三分之一。

(3) 含量較微的: 有 Na_2O , Fe_2O_2 , SiO_2 , $SO_3Mn_2O_3$, Al_2O_3 , Cl , 等。

蚕儿消化液所以呈强硷性,就是由于氧化鉀(K_2O)的存在,这点在消化章中再作說明。如蚕体内的无机物缺乏,則消化液的硷性程度就会減弱,从而蚕体就会虚弱,甚至发生疾病。

三、蚕儿的各种酵素 蚕体内还有各种酵素,主要存在于消化液和血液中,与蚕体生理作用有深切关系,这点将在消化液和血液項中再作說明。

(三)蚕蛹时期的化学組成

蚕蛹的成分概要和变化傾向

(1) 成分概要

1. 鮮物百分中	{	水分77—78%			
		乾物22—23%			
2. 乾物百分中	{	有机物	{	蛋 白 質	50%
				炭 水 化 合 物	7%
				脂 肪	28%
				几丁質、卵殼質	4—11%
				无机物—灰分 6%	

由此可知,蛹体内最丰富的是蛋白質和脂肪,以維持蚕的蛹期和蛾期。我們供蚕儿利用的也就是这两种主要成分。

(2)变化傾向 蚕蛹期間,既不摄食,又不排糞,因此它的成分变化比較規則,这是它的特点。

1. 由于发育进展所致的变化(自化蛹当时以至化蛾为止)

水分百分率几乎表示一定程度,毫无什么变化。

蛋白質百分率,在将近化蛹时表示显著的减少,此后由于其他成分减少較多,它的百分率便相对地表示稍增。

碳水化合物的百分率,在将化蛾时表示显著的减少,这是由于在蛹期內分解消耗所致。

脂肪的百分率,也和碳水化合物的情况相同,表示显著的减少。

灰分的绝对量和全氮素的绝对量都不消耗,始终保持相同,几乎沒有变化,但这二者的百分率,由于其他成分的减少,却相对地表示增加,尤其在蛹的后期更是显著。

几丁质、卵壳质的绝对量和百分率,都表示漸次增加,尤其在将要化蛾时更加显著。这是由于蛾体外皮形成和体内卵壳形成的緣故。

2. 由于性別差異所致的变化

这种变化程度,在蛹的后期較为显著。

一般地说,雌者重于雄者約30%左右。

蛋白質、碳水化合物的百分率,都以雌者較大,这是由于雌者将形成多量蚕卵的緣故。

脂肪的百分率,以雄者較大,这也可說是雄蚕耐于冷藏的原因之一。

总之,蛹期中的成分变化和它在变态中的形态变化,互为参照,比較考察,就更为明显。

(四) 蚕蛾时期的化学組成

蚕蛾的成分概要和变化傾向

(1) 成分概要