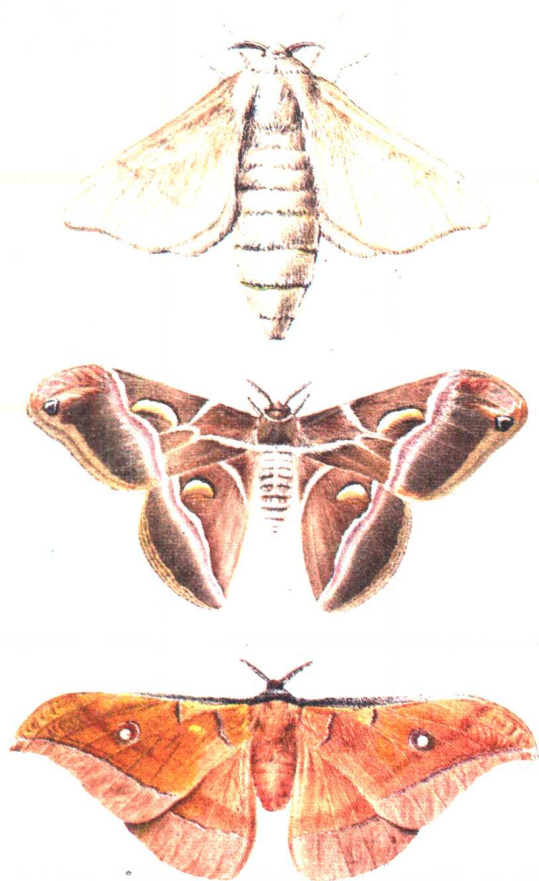




中国三蚕
解剖图谱

381.2
728
17

THE ATLAS ABOUT CHINESE THREE
SPECIES OF SILKWORMS

中国三蚕解剖图谱

周仙美 徐照宏 编著
周至宏 韦 烨 绘图
钱惠田 审定

广西科学技术出版社

中国三蚕解剖图谱

周仙美 徐照宏 编著

广西科学技术出版社出版

(南宁市河堤路14号)

广西新华书店发行 广西民族印刷厂印刷

开本787×1092 1/16 印张7.25 插页4 字数 190,000

1990年6月第1版 1990年6月第1次印刷

印 数：1—2,000 册

ISBN 7-80565-329-1

S · 32

定价：3.80元

序 言

蚕丝是我国传统的大宗出口商品，换汇率高。近年来，国际市场上丝绸行情看好，价格猛涨。同时，随着我国商品经济的发展，人们对经济昆虫的认识越来越重视。自然，开展对蚕这种经济昆虫的研究就显得非常必要，非常重要了。家蚕、蓖麻蚕和柞蚕是天然丝生产的三个主要蚕种类，家蚕属于家蚕蛾科（*Bombycidae*），蓖麻蚕、柞蚕属于天蚕蛾科（*Saturniidae*）。三蚕都具有不同的优越性能，其中家蚕丝质好，经济价值高；蓖麻蚕抗高温，经过日数短，蓖麻蚕茧为优良的绢纺原料，柞蚕丝则丝质坚韧。

要研究蚕，首先要懂得蚕体解剖学。蚕体解剖学是研究蚕的基础学科，它主要研究蚕的外形及内部器官形态、组织构造及发育过程的形态变更等，它和蚕学专业的专业课有着密切联系。在我国，把蚕体解剖学、生理学和胚胎学合并为蚕体解剖生理学，作为蚕学专业的专业基础课，其中解剖学是基础的基础。

目前，我国和世界上许多养蚕国家，对家蚕解剖进行了较为详尽的研究，在我国东北地区对柞蚕解剖也作了些研究，但对蓖麻蚕解剖的研究则进行甚少，有的至今还是空白。同时将三蚕进行解剖比较在世界上仅有朝鲜的桂应祥氏于六七十年代进行过这方面的工作。我们在创办蚕学专业执教的过程中，一直为我国缺乏这方面的参考书而感到遗憾。因此，请来周仙美先生和我们蚕体解剖室的徐照宏等同志一起，以家蚕、蓖麻蚕、柞蚕作材料，进行三蚕解剖比较研究，并编写成本书。周仙美先生早年曾在日本九州大学田中义磨门下学习蚕体解剖，几十年来，一直从事这方面的工作，对蚕体解剖和标本制作造诣很高，并有所发现，如家蚕雌蚕生殖导管分枝等。

本书以图谱形式较全面地介绍了三蚕的表面形态及内部构造，并附有实验方法，直观性强，有较大的实用性。蚕是鳞翅目昆虫的一种，其解剖学构造和其它一些昆虫有许多共同之处，因此，本书除对专业人员有实用价值外，想必对研究普通昆虫学、植物保护学、养蜂学等也有一定参考作用。

钱惠田 于广西农学院
一九八九年四月

目 录

一、三蚕生活史	(1)
(一) 卵	(1)
(二) 幼虫	(1)
(三) 蛹	(1)
(四) 成虫	(1)
二、体色与斑纹	(3)
(一) 体色	(3)
(二) 斑纹	(3)
三、卵的外形特征及内容物	(9)
(一) 卵色	(9)
(二) 卵壳	(9)
(三) 卵的内容物	(10)
四、幼虫头部及口器	(16)
(一) 头壳分区	(16)
(二) 触角	(16)
(三) 单眼	(16)
(四) 口器	(16)
(五) 吐丝管	(17)
五、幼虫外形及内部器官配置	(23)
(一) 外形特征	(23)
(二) 雌雄特征	(23)
(三) 蚁蚕外形特点	(23)
(四) 内部器官概述	(24)
六、蛹的外形特征	(32)
七、成虫(蛾)的外形特征	(34)
八、体壁与蜕皮腺	(40)
(一) 体壁	(40)
(二) 蜕皮腺	(40)
九、消化管	(45)
(一) 幼虫消化管	(45)
(二) 成虫消化管	(46)
十、背血管与血球	(52)
(一) 幼虫背血管	(52)
(二) 成虫背血管	(53)
(三) 血球	(53)
十一、脂肪体	(57)
十二、马氏管	(59)
十三、呼吸器官	(62)
(一) 气门	(62)

(二) 气管	(62)
(三) 气门开闭装置	(62)
(四) 气管组织构造	(63)
十四、丝腺	(69)
(一) 吐丝管	(69)
(二) 菲氏腺	(69)
(三) 前部丝腺	(69)
(四) 中部丝腺	(69)
(五) 后部丝腺	(70)
(六) 组织构造	(70)
十五、神经系统	(78)
(一) 幼虫神经系统	(78)
(二) 成虫神经系统	(79)
(三) 蚁蚕神经系统特点	(79)
十六、肌肉	(83)
十七、内分泌腺	(89)
(一) 咽侧体	(89)
(二) 食道下腺	(89)
(三) 前胸腺	(89)
(四) 周气管腺	(89)
(五) 围心细胞	(89)
(六) 绛色细胞	(90)
十八、内部生殖器官	(94)
(一) 幼虫内部生殖器官	(94)
(二) 成虫内部生殖器官	(94)
十九、胚子形态特征	(99)
附录 蚕体解剖与标本制作方法	(102)
(一) 常用仪器用具及药品	(102)
(二) 解剖材料的固定	(103)
(三) 蚕体解剖及标本制作步骤	(104)
(四) 蚕卵精孔、气孔及浆液膜的观察法	(107)
(五) 蚕皮肤标本制作法	(107)
(六) 幼虫消化管解剖法	(108)
(七) 幼虫背血管解剖法	(108)
(八) 血球标本制作法	(109)
(九) 呼吸器官观察及解剖法	(109)
(十) 丝腺解剖与标本制作法	(110)
(十一) 神经系统解剖与标本制作法	(111)
(十二) 内分泌腺解剖法	(112)
(十三) 内部生殖器官解剖与标本制作法	(112)
(十四) 胚子解剖及标本制作法	(113)
主要参考文献	(114)
后记	(115)

一、三蚕生活史

家蚕、蓖麻蚕、柞蚕（简称三蚕）从卵开始到成虫交配产卵自然死亡为止，为它的一个世代。世代中所经过的生长发育和繁殖过程，就是它们的生活史。三蚕和其它鳞翅目昆虫一样，属完全变态昆虫，即在它的一生中要经过卵、幼虫、蛹、成虫四个形态特征和生理功能完全不同的发育阶段。

（一）卵

三蚕均以卵繁殖。受精卵产下后，在外界环境条件的配合下，经过极其复杂的变化，在卵内逐步演变为胚子，发育成幼虫而孵化。家蚕卵有滞育卵和非滞育卵之分。滞育卵卵期长，春天或秋天产出后，经过一周左右，卵色呈现该品种的固有色时，胚子即停滞发育，在自然条件下，必须越过寒冷的冬天，到明年春暖时才能继续发育和孵化。非滞育卵卵期短，产卵后胚子持续发育，经10多天就孵化成幼虫。蓖麻蚕和柞蚕卵没有滞育期，成虫产卵后与家蚕的非滞育卵一样，胚子不断地发育，约经10天即可孵化。

（二）幼虫

当卵内胚子发育到蚁体完成后，即要咬破卵壳，从卵内爬出，这叫孵化。从卵内刚孵化出来的幼虫，形状很象蚂蚁，且多刚毛，特称蚁蚕。家蚕、柞蚕的蚁蚕为黑褐色，蓖麻蚕为嫩黄色间生黑斑。蚁蚕很小，经过摄食、吸收营养而逐渐长大。当生长发育到一定程度时，形成新皮脱去旧皮，又继续生长，这称为蜕皮。在蜕皮前，幼虫不食不动，称眠。一般三蚕的幼虫期都要眠4次，蜕皮4次。在两次蜕皮间的时期称为龄期，眠是划分龄期的界限，每蜕皮1次就增加1龄。从卵孵化出来到第1次蜕皮称第1龄，此时的幼虫称为1龄蚕；第1次与第2次蜕皮之间为第2龄，此时的幼虫为2龄蚕，……依此类推。幼虫长到第5龄的末期成熟为熟蚕，并吐丝结茧。在生产上，一般将第1龄至第3龄称为小蚕期（或稚蚕期），第4龄和第5龄称为大蚕期（或壮蚕期）。幼虫期全龄及各个龄期所经过的时间依不同蚕种类以及蚕品种、环境条件、营养条件等不同而有差异。

（三）蛹

熟蚕经2~3天左右吐丝结茧即可完毕，但此时仍为幼虫形态（称预蛹期），3~5天后蜕皮化蛹，进入蛹期。蚕蛹不食不动，外表呈安静状态，但在其体内却进行着剧烈的变化，部分幼虫期的组织器官被分解，并改造和重建为成虫的组织器官。与家蚕、蓖麻蚕蛹不同，柞蚕蛹有滞育期，其幼虫在春期或秋期结茧化蛹后，即停止发育，在自然条件下，要经过寒冷的冬天，到来年春暖后才继续发育为成虫，这种蛹称为滞育蛹。蛹期经过的时间依不同蚕种类、气候条件等而有差异。

（四）成虫

成虫体制完成后，蜕去蛹皮，从茧内钻出，羽化为成虫（蛾）。羽化出来的成虫，生殖器官已发育成熟，十分发达，当天就可交配产卵，繁殖后代。成虫不再摄食，交配产卵后，体内营养物质大量消耗，约经1周便自然死亡，蚕的一个世代就此告终。

三蚕在一个世代中所经历的4个发育阶段，具有不同的生理意义。卵是胚胎发生、发育

形成幼虫的胚胎发育期；幼虫从外界摄取营养、生长发育，是营养期；蛹是从幼虫过渡到成虫的变态期（或称生殖准备期）；成虫是交配产卵、繁殖后代的生殖期。

见彩图1、2、3

表1

三蚕习性比较

蚕种类 比较内容		家 蚕	蓖 麻 蚕	柞 蚕
饲养型式		室内家养	室内家养	室外放养
食性及饲料		寡食性，喜食桑叶	杂食性，喜食蓖麻叶、木薯叶，还食乌桕叶、马桑叶、蒲公英叶、臭椿树叶、黄麻叶等	杂食性，喜食柞树叶，还食蒿柳叶、栗枫叶、梨叶、苹果叶等
化 性		有一化性、二化性、多化性	只有多化性	有一化性、二化性、三化性
滞育性		有滞育期	无滞育期	有滞育期
越冬型式		卵越冬	人工短期冷藏蛹越冬	蛹越冬
产卵状态		产卵整齐有规律，卵粒不重叠	产卵多堆积呈“燕窝”状	产卵不整齐，呈堆积或分散状态
卵期经过		滞育卵越冬（秋期产卵，来年春用种），非滞育卵12~15天	9~12天	10~12天
幼虫经过	全龄	春蚕 23~26天 夏秋蚕 18~22天	春蚕 20~24天 夏秋蚕 17~20天	春蚕 48~52天 夏秋蚕 40~45天
	各龄	1龄 3~4天，2龄 3天， 3龄 3~4天，4龄 4~5天， 5龄 6~9天	1龄 3~4天，2龄 2~3天， 3龄 3~4天，4龄 3~5天， 5龄 5~8天	1龄 6~8天，2龄 7~9天， 3龄 7~9天，4龄 9~12天， 5龄 14~17天
蛹期经过		13~18天	18~22天	滞育蛹越冬（秋期化蛹，来年春才发育成成虫），非滞育蛹18~22天。
适温范围		20~30℃（最适 23~28℃）	18~30℃（最适 25℃）	17~25℃（最适 22℃）
适湿范围		60~80%	75~90%	70~90%

二、体色与斑纹

(一) 体色

根据色素所在部位不同,可分为表皮色和真皮色。表皮色系由存在于外表皮中的黑色素等类物质形成,如上腭、钩爪、蛹壳等部位的颜色。构成真皮色的色素则存在于真皮细胞内,三蚕大蚕各种体色即属于此类。

家蚕幼虫因体色不同可区别为:①白色蚕,普通品种真皮细胞内含有白色颗粒,皮色乳白,呈不透明状。②黄色蚕,又名黄皮蚕,真皮细胞中含有黄蝶呤BI与少量黄蝶呤BII。③油蚕,真皮细胞内尿酸盐含量少,整个体壁透明,如同一层油纸。④紫色蚕,凡鹑斑蚕的体壁均呈淡红,真皮细胞下部有红褐色颗粒。⑤黑色蚕,头与体部均呈显著黝黑色。为川口发现,此种蚕少见。

蓖麻蚕体色一般有:①白色;②黄色;③蓝色;④透亮蚕(如家蚕油蚕)。

柞蚕体色有:①黄色,中国南方较多,对热抗性强;②青色,北方好养,与黄色蚕杂交成青黄;③淡红色,据说有致死基因。

(二) 斑纹

幼虫体壁上有的有斑纹,有的无斑纹。无斑纹蚕称为白蚕(亦称素蚕、姬蚕);有斑纹蚕称花蚕,第3龄后可明显区别。蚕的斑纹由表皮和部分真皮细胞中沉积色素所致。斑纹型式因蚕品种不同而多种多样,且因环境条件,特别是温湿度的影响,斑纹颜色有浓淡差异。对幼虫斑纹的遗传研究,以家蚕最多,蓖麻蚕、柞蚕很少。这是因为蓖麻蚕一般只有无斑、有斑之别,有斑蚕再分大花、小花,而柞蚕则没有斑纹之故。

现将家蚕的斑纹简述于下:

1. 基础斑纹

5种,这5种斑纹同在第2染色体同一位置,单独出现,所以称基础斑纹。

(1) 姬斑:全体白色,无斑纹,故姬斑的蚕俗称白蚕(素蚕)。

(2) 普通斑:体白色,在第2体节左右侧背线上有1对黑褐色的眼状纹,第5体节左右侧背线上有1对半月纹,第8体节同部位上有1对星状纹。这些斑纹的形状、大小和浓淡,因品种而有较大变异。

(3) 暗色斑:除眼状纹、半月纹、星状纹外,蚕体背面和侧面不规则地散布着细的暗色线条和小点,所以全体呈暗灰色。暗色斑蚕的节间膜部也有色素存在,但较其它部分稍淡,极似野桑蚕。

(4) 黑缟斑 除眼状纹、半月纹和星状纹外,蚕体背面和侧面大部分黑色,只有各环节后缘约1/4残留着环状的白色部分,腹面具有黑色剑梢状的黑线条,称剑斑。

(5) 黑斑:头部有额斑,全体黝黑,腹部全面亦为黑色,但沿亚背线有白色波状带纹,较暗斑、黑缟者白色。

2. 附加斑纹

4种,必须与某一基础斑纹共存方可发现,故称附加斑纹。

(1) 褐圆斑:又叫茶斑,在第2~10体节背面,以亚背线为中心,生有1对或1个半月形乃至圆形的黄褐色斑,此斑的数目及大小,颇有变异。

(2) 虎斑：第3体节以下各环节的前缘约 $1/4$ ，有黑色横带，腹面第1~12体节两侧各有1对黑斑，其中以第4~5体节者特大，呈三角形。头部两侧，相当于颊部有暗色大斑点，称为颊斑。如与姬斑结合时，眼状纹附近及第5~12体节各气门上线，呈现美丽的朱色斑点，且半月纹仅有前半部。

(3) 鹑斑：日本名为飞白斑或紫蚕箭羽斑。除具有普通斑蚕的眼状纹、半月纹、星纹外，背面散布很多线状细纹，使半月纹、星纹不具完整轮廓，且体色常带紫红色。斑纹浓淡亦具变异。

(4) 星斑：亦称多星纹，除第8体节上有星状纹外，在第6、7、9、10等体节上亦生有1对或1个星状纹。数目常有变异，与姬斑结合时不易现斑。

斑纹的组合：基础斑纹在同一第Ⅱ染色体上只现一种，而附加斑纹在不同染色体上，因此，附加斑纹可有1次的附加，即茶、虎、鹑、星4种；2次的附加即茶虎、茶鹑、茶星、虎鹑、虎星、鹑星6种；3次的附加即茶虎星、茶虎鹑、茶鹑星、虎鹑星4种；4次的附加即茶虎鹑星1种，而附加斑纹必须与一种基础斑纹结合，这样， $5 \times (4 + 6 + 4 + 1) + \text{基础斑纹} 5 \text{种}$ ，共有80种斑纹之多。若再加上黑蚁、赤蚁，有瘤、体色等，蚕则有1000种之多。

见彩图4



图 1 家蚕生活史

1. 卵 2. 幼虫 3. 茧 4. 蛹 5. 成虫 6. 桑叶 (1) 滞育卵 (2) 非滞育卵

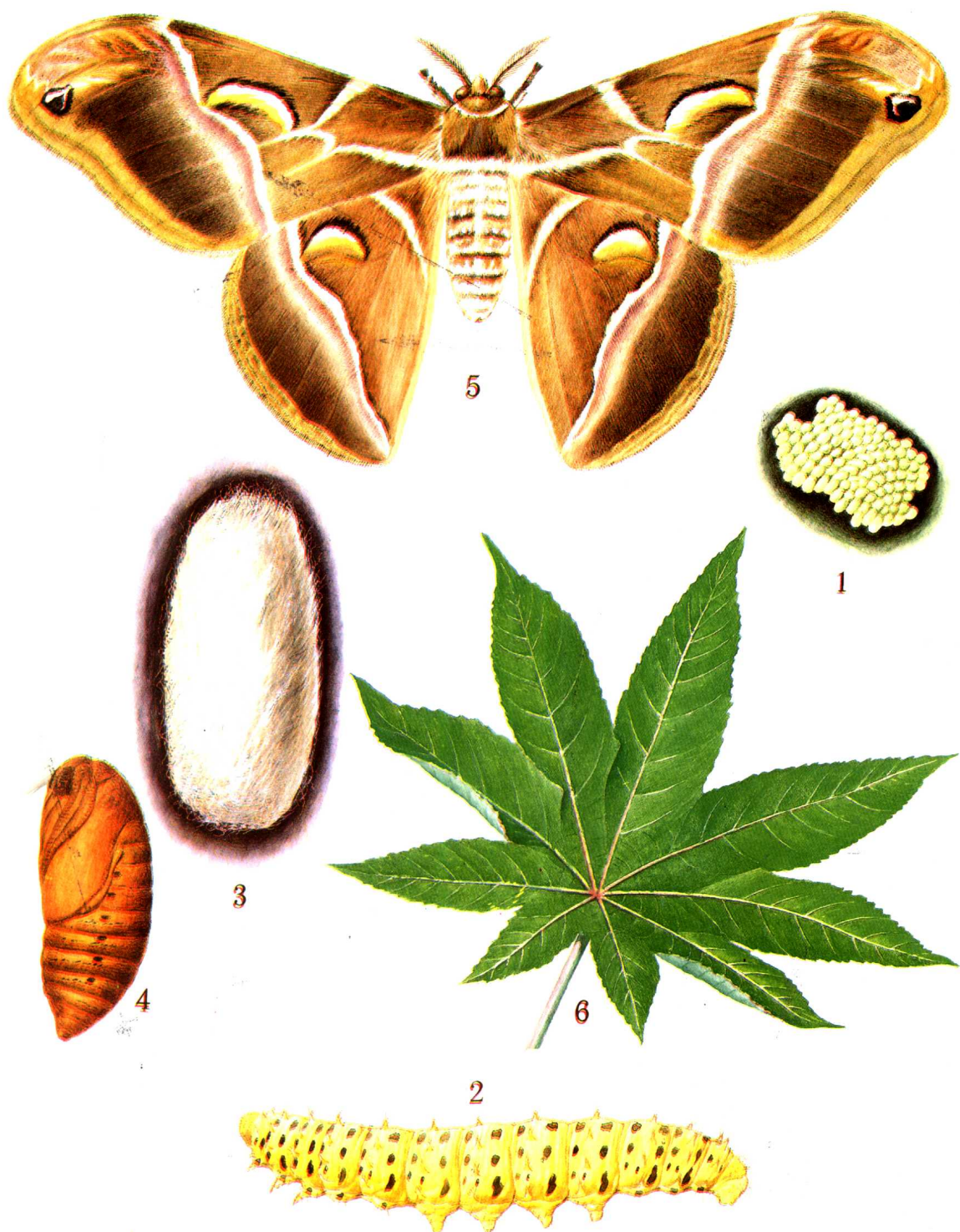


图 2 蓖麻蚕生活史

1. 卵 2. 幼虫 3. 茧 4. 蛹 5. 成虫 6. 蓖麻叶

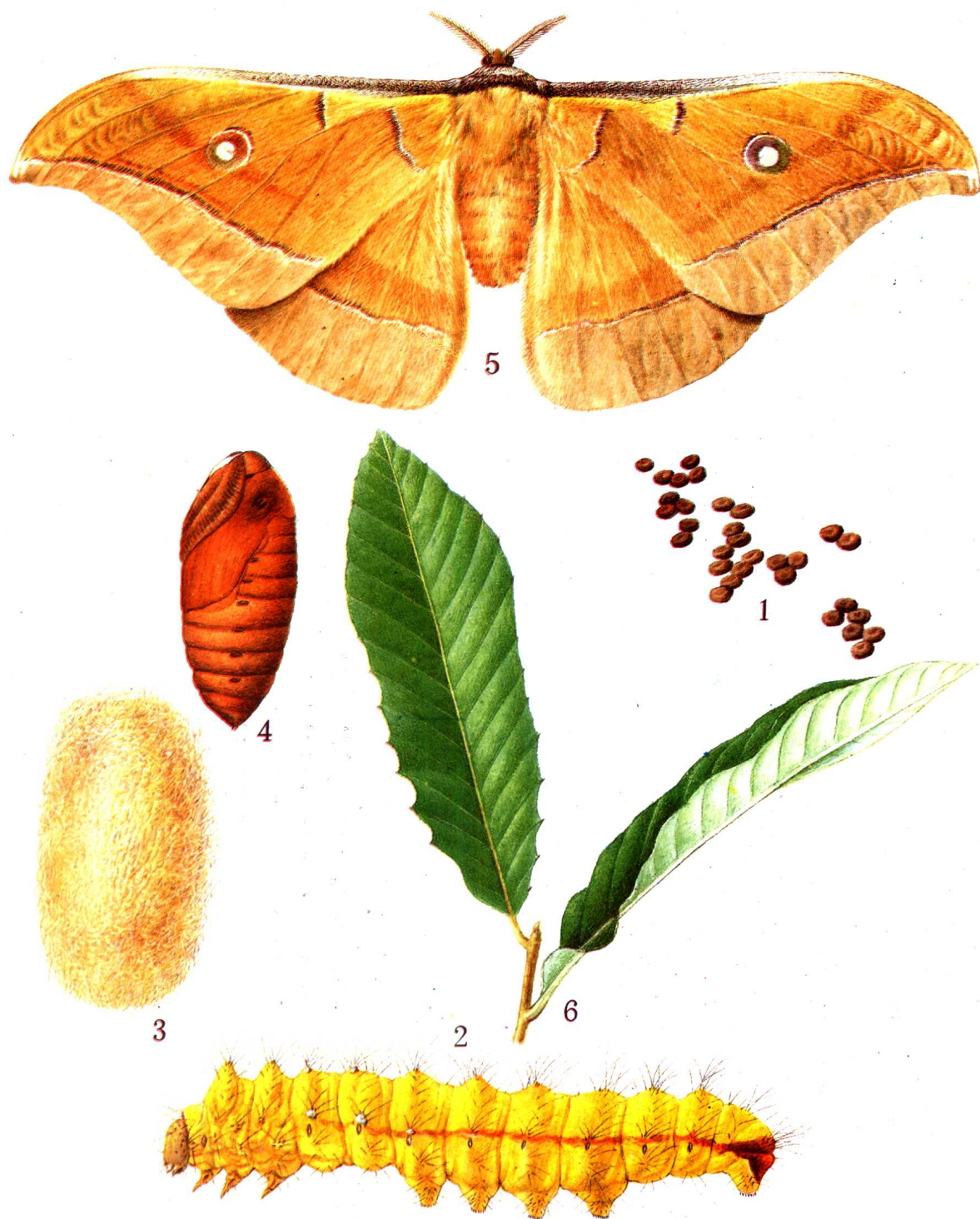


图 3 柞蚕生活史

1. 卵 2. 幼虫 3. 茧 4. 蛹 5. 成虫 6. 柞树叶

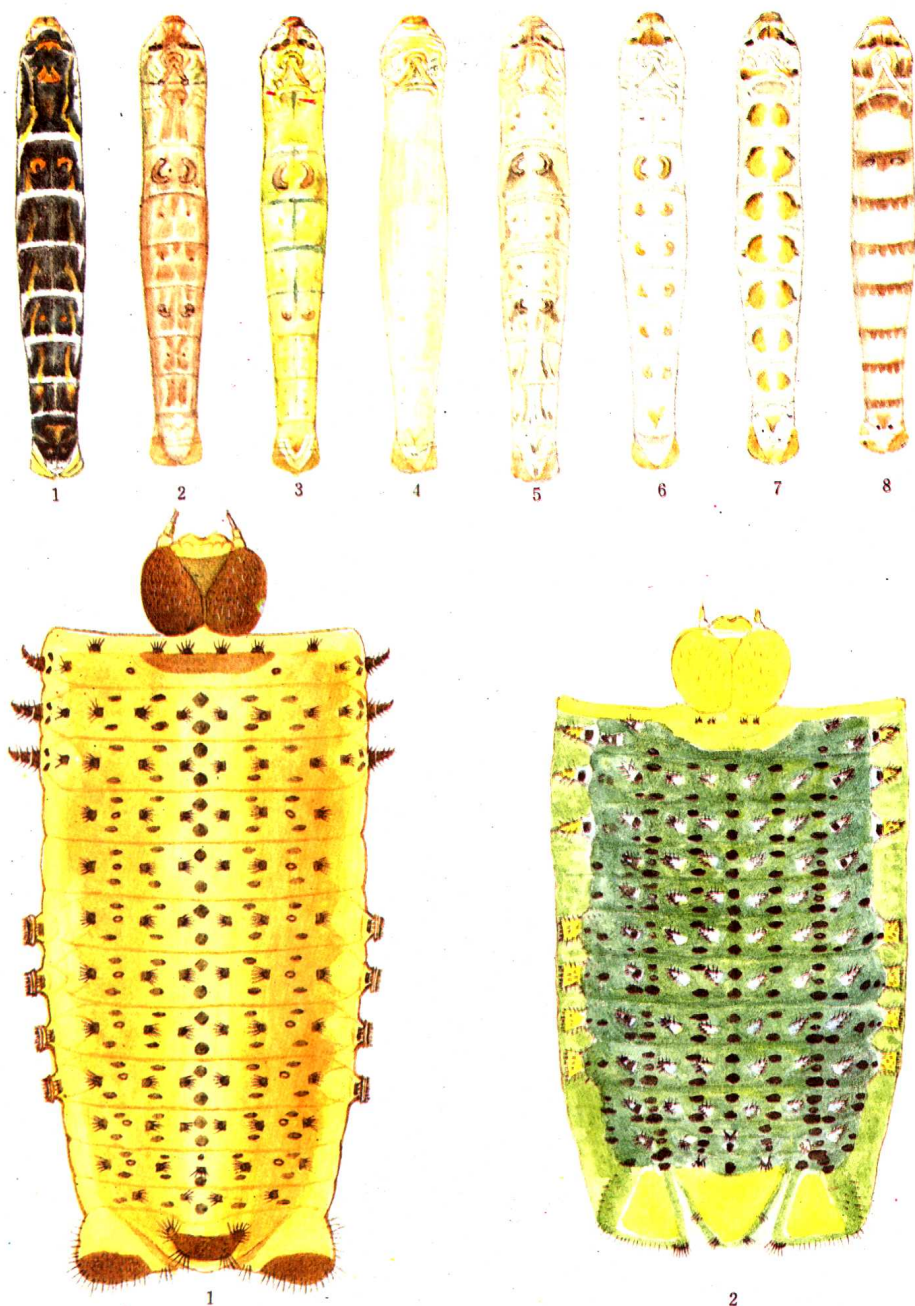


图4 幼虫斑纹

上：家蚕 1. 黑缟斑 2. 暗色斑 3. 普通斑 4. 姬斑 5. 鹑斑 6. 多星斑 7. 褐圆斑 8. 虎斑
下：蓖麻蚕 1. 1龄蚕 2. 5龄蚕

三、卵的外形特征及内容物

蚕卵的形态、大小、颜色、花纹等，因蚕种类及其品种、饲养时期、营养条件等不同而有明显差异，但其内容物则基本一致。

卵形及大小 蚕卵外观为椭圆形或近圆形，略扁平，一头稍尖，一头稍钝。其形态、大小见表2。

表2

三蚕卵的比较

蚕种类	卵形	卵长(mm)	卵幅(mm)	卵厚(mm)
家蚕	椭圆形	1.1~1.3	0.8~1.2	0.5~0.6
蓖麻蚕	椭圆形	1.7~1.8	1.2~1.3	1.0~1.10
柞蚕	近圆形	3.0~3.2	2.6~2.8	1.8~2.0

蚕卵刚产下时，卵面略为凸出，经2~3天后，由于卵内营养物质逐渐消耗和水分散失，在卵面中央渐渐出现一个明显的小凹陷，此称“卵涡”（亦有称“水引”或“水印”）。在孵化前，由于胚胎的发育增大，卵涡再行鼓起，同时发出轻微的响声，称为卵鸣。

（一）卵色

卵的颜色，主要是胚子、卵黄、浆膜色素透过卵壳所呈现的颜色。

家蚕卵的卵壳为无色透明，也有的卵壳为乳白、淡黄和淡绿等颜色。卵黄有淡白、淡黄、深黄等色，且常随卵的发育而加深。初产下的卵，由淡白转为嫩黄色，这主要是卵壳或卵黄呈现的颜色。如果是滞育卵，产下后经3~5天，因浆膜细胞生成浆膜色素并逐渐沉积，卵色顺次由淡褐、浓褐、直至变成各品种的固有色，因此滞育卵又称黑种。不同蚕品种，其卵的固有色亦不同：中国系统品种为灰绿色，日本系统品种多灰紫色，欧洲系统品种为灰褐带绿色，热带多化性品种为淡褐色。卵色可作为蚕品种是否纯一的参考依据。非滞育卵产下后，因浆膜细胞内缺乏生成色素过程中的某种酶，不能生成浆膜色素，卵色一般保持淡黄色不变，因而不越冬卵又称生种。

蓖麻蚕卵色与家蚕非滞育性卵相似，呈黄白色，卵色随蚕的血色稍有差异，白血系蚕卵为淡绿白色，黄血系蚕卵为淡黄色。

柞蚕卵壳的固有色为乳白色，但在产出时已呈浅褐色至深褐色，这是由于卵在产出前粘液腺分泌的褐色粘液粘着在卵壳表面所致。

（二）卵壳

卵的最外层是卵壳。卵壳比较坚硬，主要由卵壳蛋白质构成。卵壳表面凹凸不平，布满了网状花纹（即卵纹）和无数针孔状气孔。卵壳表面的卵纹系分泌卵壳的卵泡细胞外形的印痕，其形态及气孔分布情况因蚕种类不同而异。

家蚕卵纹为不规则的五角形、六角形网状花纹（也有少数为三角形、四角形的），卵纹间有稍凹下的裂痕；气孔分布在3~10个卵纹的交接处，在生物显微镜下看似针斜穿在卵壳上。

蓖麻蚕卵纹为整齐排列的六角形（间有五角形）网状花纹，其中央有一小突起，气孔分布在各顶角处，似针状穿入卵内。

柞蚕卵纹多为六角形，亦有少数五角形、七角形的多角形网状脊纹，气孔分布在卵纹的各项角处，向内延伸，气孔周围有高约10微米的围壁。

家蚕卵稍尖的一端，蓖麻蚕、柞蚕卵稍钝的一端的中央部分的卵壳稍薄，略有透明感，为卵孔。卵孔周围的卵纹与其它部位不同，排列较整齐，呈有规则的菊花状。卵孔是精子进入卵内的通道，故又称精孔，它以漏斗状向外开口，接着以一条短而狭的通道在卵壳中形成一个小室，最后分成数条卵孔管（家蚕蓖麻蚕3~5条、柞蚕9~11条），呈环状排列通向卵的内部。各卵孔管的末端略向内方弯曲。

（三）卵的内容物

卵的内容物主要有卵黄膜、浆液膜、卵黄和胚子等。

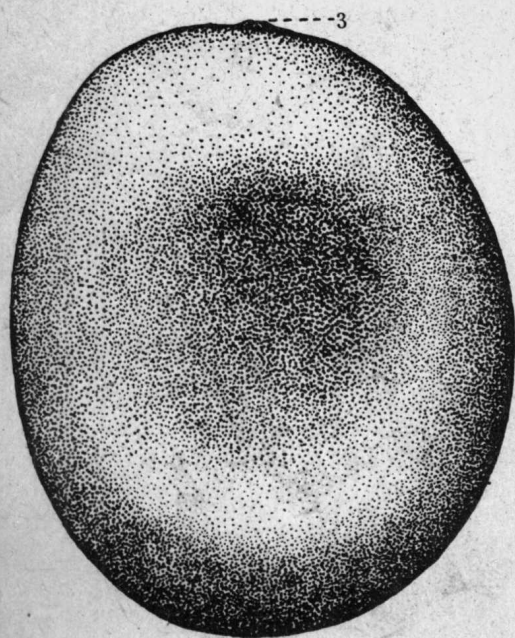
卵黄膜紧贴在卵壳内面，是一层无构造、厚薄均一而透明的薄膜。

浆液膜在卵黄膜内侧，由一层大形而扁平的多角形（多数为六角形、五角形）细胞所组成。家蚕滞育卵的浆液膜细胞，在产卵后2~3天开始逐渐形成色素，使卵着色；家蚕非滞育卵以及蓖麻蚕、柞蚕卵的浆液膜细胞均不形成色素，为无色透明，故观察比较困难。

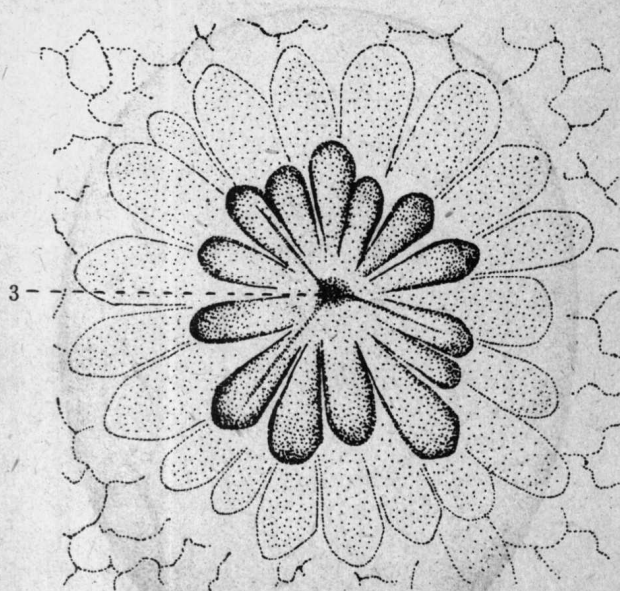
卵黄是卵内除胚子外主要内容物，无色或淡黄、浓黄色。卵细胞质主要由卵黄组成。卵黄主要含蛋白质、糖及脂肪等，为胚子发育中的营养来源。

胚子在产卵后形成，偏在卵的一方，头向着卵孔一端，埋藏在卵黄中。胚胎在整个发育期间不断摄取养分，逐渐发育，最后形成幼虫。

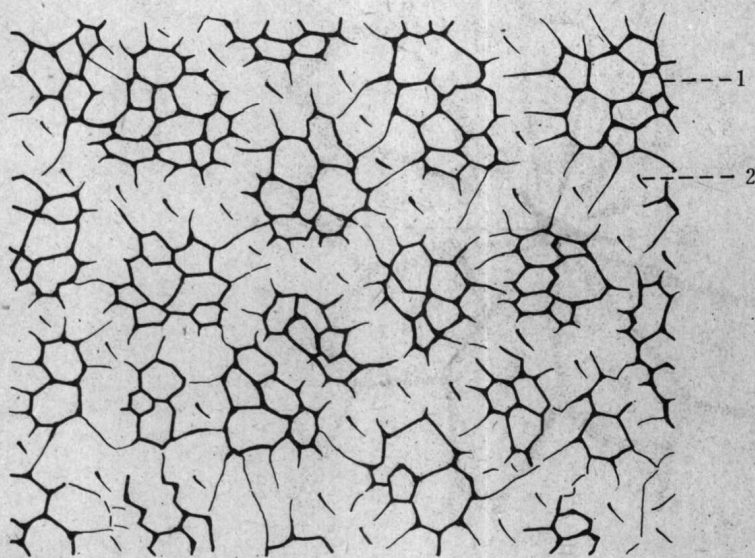
见图1~5



一



二



三

图1 家蚕卵的外形及卵纹

一、外形 二、卵孔周围的卵纹 三、卵纹及气孔
1. 卵纹 2. 气孔 3. 卵孔