


花粉学 研究

王俊丽 著

河北大学出版社

HUA
FEN
XUE
YAN
JIU



花粉学研究

王德成 著

北京人民教育出版社

HUA
FEN
XUE
YAN
JIU

王俊丽 著

花粉学研究

河北大学出版社

花粉学研究

著者：王俊丽
出版发行：河北大学出版社（保定市合作路1号）
经销：全国新华书店
印制：河北省迁安市印刷厂印刷
开本：850×1168 1/32
印张：5.375
字数：150千字
版次：1997年3月第1版
印次：1997年3月第1次
印数：1—1000册
书号：ISBN7-81028-361-8/Q·5

定价：10.00元

前 言

花粉是植物的雄性器官,它不仅可为植物繁衍后代,而且在食品、医药、美容、地质学、考古学、古气候、古地理、公安侦破、植物分类和农业生产等方面有广泛的应用。因此,人们对花粉的研究日益重视。

我国对花粉的应用早已开始。在《离骚》中有“朝饮木兰之坠露兮,夕餐秋菊之落英”的诗句。在古药典中有“松黄”(松树花粉)祛风益气、收湿止血的记载。唐代的《千金食治》中就已阐明了薄荷花粉主避邪毒、除疲劳的功能。而在1974年马德里的一次蜂疗法学术会议上,国外才有人提出薄荷花粉可激活血液循环、防腐抗菌等。“花粉酒”、“花粉糕”等都是以花粉为原料制成的上等饮料和食品。虽然人们对花粉的应用早已开始,但对花粉的研究是在近几十年来开始的。在70年代我国以花粉原料出口为主,80年代我国的花粉研究工作得到了广泛的重视。如北京、上海、杭州、南宁、南通、广东、云南等地都建立了花粉科研机构 and 食品加工厂,为充分开发利用我国的花粉资源奠定了基础。国外对花粉的研究始于20世纪40年代,法国学者在此期间着重研究了蜜蜂采集花粉的方法,60—70年代研究花粉的营养成分。近10年来,世界各国的花粉研究已进入开发应用阶段。目前,日本对花粉的开发应用处于领先地位。

古代罗马、希腊、中东等地,人们称花粉为“神秘的食物”、“青

春和健康源泉”。而今一些欧美国家对花粉产生了浓厚的兴趣,并进行了深入而全面的分析和研究,花粉食品、花粉药物、花粉化妆品等不断问世,在国际上掀起了一股“花粉热”。

科学技术的发展,为我们提供了新的研究手段。如电镜技术、细胞化学技术、免疫学方法等,这有助于我们对花粉进行深入研究,为花粉的开发利用开辟了广阔前景!

目 录

一、花粉及其形成	(1)
(一)花粉的定义与分类.....	(1)
(二)花粉的形状.....	(2)
(三)花粉壁的结构与纹饰.....	(3)
(四)花粉的研究方法.....	(6)
(五)花粉的发育.....	(10)
二、花粉的传播与授粉受精	(13)
(一)风对花粉的传播.....	(13)
(二)昆虫对花粉的传播.....	(14)
(三)花粉的其它传播方式.....	(15)
(四)雌雄识别及受精过程.....	(16)
(五)花粉的生活力.....	(22)
三、花粉的组成成分及生理作用	(24)
(一)水分.....	(24)
(二)蛋白质.....	(24)
(三)氨基酸.....	(25)
(四)碳水化合物.....	(29)
(五)类脂.....	(30)
(六)维生素.....	(31)
(七)大量元素和微量元素.....	(41)
(八)其它活性物质.....	(43)

四、花粉的应用	(49)
(一)花粉在食品方面的应用	(49)
(二)花粉在医药方面的应用	(53)
(三)花粉在美容方面的应用	(65)
(四)花粉可促进儿童发育、延缓衰老	(66)
(五)花粉在地质学方面的应用	(68)
(六)花粉在古气候、古地理研究方面的应用	(71)
(七)花粉在考古研究方面的应用	(72)
(八)花粉在公安侦破方面的应用	(74)
(九)花粉在植物学研究中的应用	(74)
(十)花粉在农业生产和种质资源保存方面的应用	(77)
五、花粉的采集	(79)
(一)人工采粉方法	(79)
(二)蜜蜂采集花粉的方法	(79)
六、花粉的干燥与贮存	(85)
(一)花粉的干燥	(85)
(二)花粉的贮存	(87)
七、花粉与过敏症	(93)
(一)花粉的检测与质量标准	(93)
(二)花粉中的致敏源	(100)
(三)有毒花粉	(104)
八、花粉产品的加工方法	(106)
(一)国内外花粉产品的动态	(106)
(二)关于花粉破壁问题	(109)
(三)花粉灭菌及残毒检测	(117)
(四)几种产品的加工方法	(119)
九、如何食用花粉	(127)
十、充分开发利用花粉资源	(129)

附录一.....	(130)
附录二.....	(151)
附录三.....	(158)
参考文献.....	(163)
后记.....	(164)

一、花粉及其形成

(一)花粉的定义与分类

花粉是植物的雄性器官。确切地说,它是被子植物雄蕊花药内或裸子植物小孢子叶上的小孢子囊内的粉状物。英语“pollen”(花粉)一词引自拉丁文,其含义为细粉末、具有干颗粒状特点。花粉是一些微细粉末,由于其种类不同,而呈现从洁白到浓黑的各种不同的颜色,但大部分花粉呈淡黄色或淡栗色。如枣、苹果、梨、桃、杏、核桃、玉米、洋槐等花粉为黄色,紫云英花粉为桔红色,蚕豆花粉为紫黑色,虞美人花粉为黑色等。花粉的种类不同,其味道也不尽相同。除某些植物花粉具有甜味外,大部分花粉的味道都是苦涩的,服后口中留下一种后味,但人们较易习惯这种味道。

花粉通常分为两种类型,一种是风媒花粉,一种是虫媒花粉。风媒花粉即借助风力传播的花粉。其特点为干燥、质轻、量多、外壁光滑等。风媒植物的花也具有一定的特征,如花小、色泽不鲜艳,花被退化或不存在,一般无香气和蜜腺。为了适应风媒,风媒植物的花发生了适应性的变化。某些风媒花具有羽状柱头和细长下垂的花丝(如稻),或具有柔软倒挂的柔荑花序(如杨),或先叶开花(如桦)。风媒植物约占有花植物的1/5,如全部松柏类植物都属风媒植物。由于风媒花粉产量大,在开花季节于空中极度散播,使空中充满这些微小的尘埃,到处飘落。此外,榛、栎、杨、玉米、高

梁、水稻等都是风媒植物。

虫媒花粉即以昆虫为媒介进行传播的花粉，其特点为花粉粒较大，质重，外壁有突起或粘质，易附在昆虫体上。虫媒植物的花大，或花序成簇，花被发达，色泽鲜艳，花态多样，有香气和蜜腺等。这些特点诱使昆虫频繁来访，从而达到传粉的目的。如苹果、梨、桃、杏、李等花朵五彩缤纷，鲜艳夺目；向日葵为头状花序；荔枝、龙眼为圆锥花序；洋槐、大豆具蝶形花冠；枳、桂花、柑桔和兰科植物散发特殊的香气等，都有引诱昆虫传粉的作用。

(二)花粉的形状

一般高等植物的花粉都有各自固有的几何形状。人们为研究方便，提出了一些名称和概念，如近极点、远极点、极轴、赤道轴、赤道面等。假设每个四分体的中心点为单个花粉的近极点，而由近极点和每个花粉中心之间的连线延长到外面的交点为远极点，近极点和远极点之间的连线则为极轴。通过每个花粉的中心而垂直极轴的连线为赤道轴，赤道轴所在的平面称赤道面。

花粉具有许多不同的形状，大多数为近球形，其大小一般不超过 300 微米。花粉的几何形状一方面由萌发孔的数目和位置所决定，另一方面由四分体的排列方式所决定。圆球形花粉粒具有 0—很多个萌发孔，长球形花粉具有 2 个萌发孔，三角形花粉具有 3 个萌发孔，四边形花粉具有 4 个萌发孔。另外，有少数花粉的几何形状不规则。根据极轴和赤道轴的比例，可将花粉的形状分成 5 级，见表 1-1。

表 1-1

花粉形状分级标准

形 状	极轴/赤道轴	比 值
超长球形	$>8:4$	>2
长球形	$8:4-8:7$	$2-1.14$
近球形	$8:7-7:8$	$1.14-0.88$
扁球形	$7:8-4:8$	$0.88-0.50$
超扁球形	$<4:8$	<0.50

李树林对枣和酸枣的花粉形态进行了研究。观察发现,多数枣品种花粉为正三角形,有些品种以近圆形或凸三角形为主,个别品种以凹三角形为主。另外,枣花粉的萌发孔以3孔沟形为主,孔横向伸长,其直径为 $3.3-5.5\mu$ 。赤道面为H型加厚。枣不仅有三孔沟花粉,还有少量4孔沟型花粉。4孔沟花粉在数量上因品种而异。酸枣中仅长刺酸枣有4孔沟花粉,但极为稀少。相枣、官滩枣花粉为典型的孔孔型花粉。

(三)花粉壁的结构与纹饰

1. 花粉壁的结构

花粉的壁称为孢壁,由数层组成。对其层次的划分,说法不一,总的可分为两大部分即内壁和外壁。内壁是孢壁最里面的一层,光滑、薄而有弹性。其主要成分为纤维素、果胶质、半纤维素、蛋白质等。在萌发孔处,内壁露到表面,此处内壁可能加厚,构造更为复杂。外壁是孢壁中结构较复杂的一层,耐酸、耐碱、耐温、耐压,在地层中能完好地保存下来,成为孢粉学家研究化石孢粉的主

要对象。外壁较厚,硬而缺乏弹性,有几层。内层由 2—3 层薄层组成,中间是基层,最外层是含有脂类物质的脂外层。外壁外层又可分为两层,即柱状层和覆盖层。外层通常有萌发孔或沟缝,为外壁最薄的地方。花粉萌发时,萌发管由此伸出。外壁的主要成分是孢粉素,该物质具有物理和酶的抗性作用,它可产生一种类胡萝卜素色素和类胡萝卜素脂的氧化聚合作用。此外,纤维素、类胡萝卜素、类黄酮素、脂类物质及蛋白质等也是外壁的组成成分。

有人将孢粉壁的结构分成 4 种类型:

(1)无结构层

无结构层的孢粉壁多出现于蕨类孢子和裸子物花粉中,被子植物大多具有结构层。无结构层即外壁物质分子排列一致,一般没有形成覆盖层。

(2)覆盖层

这一类又可分为覆盖层—穿孔和覆盖层—无穿孔两类(图 1-1)。覆盖层—无穿孔类包括上面的覆盖层和下面的柱状层,且覆盖层完全紧密相连,没有任何穿孔构造,表面上为均匀的颗粒状。而覆盖层—穿孔类的外壁结构在覆盖层上分布着孔径小于花粉壁厚度的孔,表面上为穴状纹饰。

(3)半覆盖层

即覆盖层上穿孔直径大于花粉壁厚度,表面上为开放的大网状纹饰。

(4)无覆盖层

即在花粉外壁上完全缺乏覆盖层,只有柱状层,表面上为棒或刺状纹饰。

李树林等对 40 个枣品种花粉壁的超微结构通过透射电镜进行了观察。结果表明,枣花粉壁基本上属于覆盖层—无穿孔型花粉,枣花粉的柱状层不明显,类似 J. K. Walker 描述的初生颗粒蜂窝状层。

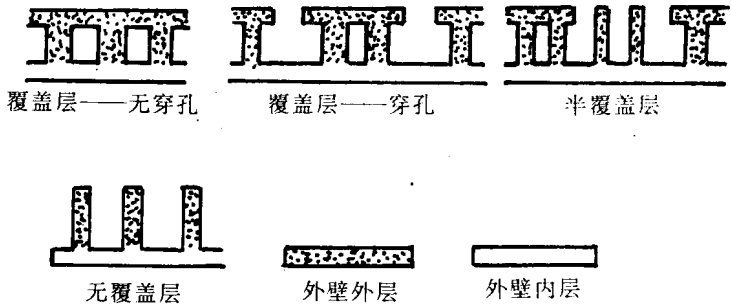


图 1-1 花粉壁结构类型(据 Walker)

2. 花粉壁的纹饰

花粉外壁的纹饰是划分花粉种属的重要特征之一。纹饰的类型受花粉外壁外层分子的排列方式及覆盖层上突起类型所制约。覆盖层上的突起变化所形成的纹饰(如刺瘤、网、颗粒等)称为雕纹,由于外壁外层分子的排列方式不同而反映在表面上的各种纹饰称肌理,同样也可形成网、瘤、颗粒等纹饰。无论是雕纹还是由于结构不同而形成的图案统称为纹饰或纹理。

研究发现,花粉外壁上的纹饰类型最常见的有如下 9 种:

(1) 颗粒状纹饰

指在花粉表面上分布着颗粒状突起或呈现颗粒状图案,在轮廓线上常为微波浪形,如栎属。

(2) 瘤状纹饰

指在表面上分布着一个一个半园形的突起物,一般宽度大于高

度，轮廓线为大波浪形，表面为瘤状，镜筒下降时为网状，如败酱科。

(3) 疣状纹饰

由规则或不规则的块状突起组成，轮廓线为不均匀的波浪形，一般疣的宽度大于高度，顶扁平。

(4) 条纹状纹饰

由相互平行的条带状突起组成，轮廓线为细波浪形，如槭属。

(5) 脑纹状纹饰

由脑纹状的弯曲短条纹组成，轮廓线为低平的波浪形，如榆属。

(6) 刺状纹饰

由具尖端的圆锥状突起物组成，轮廓线上呈现明显的刺状，如棉花。

(7) 棒状纹饰

由棒状突起物组成，棒可以上下等粗，也可以末端膨大，如冬青。

(8) 网状纹饰

由突起的脊条连结成多边形或不规则的网脊和网眼组成，轮廓线上为棒状。

(9) 穴状纹饰

表面上分布着园形的凹坑，轮廓线上为大波浪形，如瓶尔小草。

(四) 花粉的研究方法

花粉形态的研究，主要依靠光学显微镜下的观察。随着电子显微镜的普及，扫描、透射电镜在花粉研究中应用愈来愈多。这里简单介绍各种样品的制备方法，并加以比较。

1. 光学显微镜样品的制备

光学显微镜样品的制备,可采用整体封片法和醋酸酐分解法。

(1) Wodehouse 整体封片法

将取好的花或花药放于干净的载玻片上,加一滴酒精,用解剖针将花或花药划开或捣破,搅动,使花粉从花药中散出,再加一滴酒精,花粉随酒精散开。用镊子除去花或花药,用甘油胶制片。该方法适用于制做临时制片,简单便利,不需要任何处理。但该法封存的花粉,纹饰结构不清,用以鉴定花粉困难较大。

(2) Erdtman 醋酸酐分解法

该方法是花粉学研究的基本方法。将收集的材料放入玻璃指管中,用冰醋酸浸泡 24 小时以上,泡软的材料用玻棒捣碎,通过细铜网将花粉过滤到离心管中,经离心沉淀后(2000 转/分,5—10 分钟),倒去冰醋酸,加入醋酸酐-硫酸混合液(9:1),将离心管放入水浴锅加热至沸(如果花粉壁很薄时,不需要煮沸),随时取出少许,在显微镜下观察花粉内含物是否已全部去除。分解后,迅速离心沉淀,倒去混合液,加入蒸馏水,再离心,重复三次。加入 50% 甘油,将甘油和花粉一起倒入小玻璃管中,并加入少许防腐剂(如麝香苯酚、石碳酸等),保存备用。将保存材料取出少许,用甘油胶制片,以加拿大树胶封边,制成永久片。

该法可将花粉内含物及外壁上非孢粉素物质分解掉,同时使外壁颜色加深,处理后的花粉在光学显微镜下可清晰地观察到外壁纹饰及层次结构。

2. 扫描电镜样品的制备

花粉经醋酸酐分解处理后,将蒸馏水倒去,加入纯酒精脱水 15 分,离心沉淀,如此重复三次。取一小滴带花粉的酒精滴放在一小块双面胶纸上,花粉随酒精的挥发而扩散,并粘于胶纸上。在镜检时,以保证有一定数量的花粉。将带花粉的胶纸喷镀一层碳膜或金属胶,即可在扫描电镜下观察。花粉也可不经醋酸酐分解,

直接撒在双面胶纸上镀膜即可。

3. 透射电镜样品的制备

花粉经醋酸酐分解处理后,将蒸馏水倒去,加入2%的锶酸溶液固定一昼夜,离心沉淀后,倒掉固定液。用磷酸缓冲液冲洗三次,每次都要离心。配制1%琼脂溶液,趁热倒入含上述花粉的离心管中,迅速离心,将琼脂冷凝,固定好的花粉包入了琼脂。将移液管沿离心管壁插入到琼脂底部,用力吹气,使琼脂脱离离心管壁,将琼脂倒出,置于干净玻板上,用刀切成大小为1立方毫米的块。将小琼脂块放入离心管或小玻璃管中,加入无水丙酮脱水三次,每次半小时,加入3:1、2:2、1:3的无水丙酮和Spur树脂的混合液中分别渗透3小时,用纯树脂进行渗透12小时,换两次。将琼脂块放入用于包埋的胶囊中,加入新树脂进行包埋,在70℃恒温烘箱中烘烤8小时即可凝固。修块、切片,用铀和醋酸铅进行双重染色,即可放于透射电镜下进行观察。

4. 光学、扫描和透射电子显微镜的比较

光镜是孢粉形态观察的基本手段,也是花粉鉴定的主要工具。光镜便于测量花粉的大小,可以进行多粒测量,可把花粉粒的纹饰和结构观察有机地融为一体,给人以整体观念。但光镜的分辨率低,有些细微的纹饰往往看不清楚。例如,紫草科微孔草和附地菜花粉个体很小,在光镜下呈亚铃形,萌发孔和表面的纹饰均看不清楚。而在扫描电镜下,它们的六异沟萌发孔和沟边整齐排列的颗粒都清晰地显示出来。特别在研究花粉纹饰上,扫描电镜充分显示了它的优越性,即分辨率高,立体感强,弥补了光镜的不足。有些花粉粒的纹饰究竟是颗粒还是穴,在光镜下不易判断,而在扫描电镜下则一目了然。扫描电镜的应用使花粉形态的研究更加深入,但它也有缺陷,比如,扫描电镜的样品都要喷镀一层金属膜才能观察,否则达不到高分辨率,而喷膜又易造成一些磨像或遮盖较矮的纹饰。光镜和电镜各有其利弊,在孢粉形态观察时,应充分利