

基础知识

奇特的虫瘿

贾春枫 刘志琦

(中国农业大学昆虫学系 北京 100094)

The peculiar insect galls. JIA Chun-Feng, LIU Zhi-Qi (Department of Entomology, China Agricultural University, Beijing 100094, China)

Abstract The insect galls are special biological phenomena, which are caused by insect activities. This paper describe causes and growing process of insect galls, discuss relationships among galls, plants and human, and review their using in medical treatment, industry and gardens in the future.

Key words galls, host plant, gall maker

摘 要 虫瘿作为自然界一种奇特的生物现象,主要是由致瘿昆虫通过产卵、取食或分泌化学物质刺激植物体而形成的。该文对虫瘿的致瘿原因和成瘿过程进行了详细描述,讨论了它与人类和植物的关系,并就其中富含脂肪、蛋白质等化学物质展望了未来人类在医疗、工业、园林等行业对虫瘿的开发和利用。
关键词 虫瘿 寄主植物 致瘿昆虫

在自然界一些植物的叶片和枝茎上,常生有许多类似果实的东西,其颜色缤纷,形态各异。事实上它们既不是花也不是果实,人们通常称之为“虫瘿”。

1 何谓瘿、虫瘿

瘿或植瘿(gall)在日语中称为“ゴ 4 ル”,俄语中叫作“Гyc”,这些均来自拉丁语的“galla”;《不列颠百科全书》中将其定义为:“由植物体上寄生性生物所引起的一种不正常瘤状物或突起”^[1,2];它实际上是由植物组织过度或不正常生长而产生的瘤肿。

引起植物长瘿的生物(gall producer)很多,可以分为动物和微生物2类。常见的致瘿微生物有细菌、真菌和病毒等,它们在植物上形成的瘿,一般属于植物的病害,但根瘤菌在豆科植物上形成的瘿——根瘤,对植物却是有益的;常见的致瘿动物主要有昆虫、蛇、线虫等。其中昆虫是最主要的致瘿生物^[3]。据统计,世界上已知2000多种致瘿生物,仅在北美就大约有1440种属于昆虫和螨类^[4]。

大部分植物上的瘿是由昆虫引起的,所以日常生活中人们习惯上将“瘿”称为“虫瘿”;但严格的说,只有由昆虫(有时也包括了螨类)引

起的瘿,才叫虫瘿(insect gall)。虫瘿在狭义上是指仅由昆虫取食或产卵刺激而造成植物组织的增生、畸形;广义上是指由各种生物的活动及分泌物的刺激使植物组织形成的畸形^[1,4]。另外,有些昆虫(如介壳虫)本身的结构(如介壳虫的介壳)就很像植物上的瘿,所以称之为似瘿(gall-like),要注意二者的区别。

本文主要讨论由昆虫导致的虫瘿。

2 虫瘿的形态与结构

虫瘿形态各异,按形状可分为球状、囊状、疱状、袋状、子弹状、花状、根状等多种类型。不同昆虫在植物体的不同部位所形成的虫瘿也各有特点,如叶部的虫瘿多为叶片上表皮或下表皮呈卷曲状、疱状突起、乳状突起或生有毛状物;枝干上的虫瘿或是枝干略呈肿胀,或是形成大的节瘤;花、芽上的虫瘿是由花、芽结构发生变化而引起,所以大小和形状变化都很大^[7]。

不同的虫瘿不仅形态不同,结构也不同。有的虫瘿结构比较简单,没有任何特殊构造,仅是叶片的卷曲、疱状突起,或是由茎间的延长、不生长造成的畸形,或是花瓣颜色变绿等等;而

有的结构较为复杂,由瘿蜂形成的虫瘿的外壁可分为3层:最外层是表皮层,中层为保护层,最里面是髓,被这3层所包围的内腔经常被昆虫的幼虫所占据(见封4图版II:图1^[40])。该种幼虫靠取食髓部中营养丰富的薄壁细胞来维持生长发育,这种髓细胞的分裂能力很强,在很短时间内的分裂生长就可以补偿上被食用的细胞。与其他普通细胞相比而言,虫瘿细胞个体较大,胞内染色质减少,其中的多核巨型细胞的染色体常多倍化^[8]。

经研究发现,虫瘿的形态结构取决于致瘿昆虫(gall-maker)和寄主植物^[9]。多数致瘿昆虫都有其特定的寄主植物(种或属),而且所形成的虫瘿各有特定的部位与形状^[10]。我们只需通过寄主植物及虫瘿的形态、颜色、结构就可以判定出致瘿昆虫的种类,如梨款冬圆尾蚜 *Anuraphis farfarae* 在梨树叶上形成的虫瘿为畸形或扇状,且叶脉变红;杏圆尾蚜 *Brachycaudus helichrysi* 则在杏树叶片上形成呈红色、肥厚状的虫瘿^[11,12]。

3 生瘿植物与生瘿部位

虫瘿可发生在各种植物(如种子植物、蕨类、苔藓、地衣及藻类等)上,但主要发生在被子植物,特别是双子叶植物(如各种草本植物、藤本植物、灌木和乔木)上^[5]。据研究,致瘿昆虫对寄主植物具有选择性。在瘿蜂(gall wasp)所形成的虫瘿中,寄生壳斗科栎属(*Quercus*)植物的占86%,寄生蔷薇科蔷薇属(*Rose*)的占7%,寄生菊科(*Compositae*)的占7%^[6](见封4图版II:图3^[42])。

至于在植物体上的生瘿部位,可以是外表皮,也可以是组织内部,即几乎植物体的每个部位如叶片、芽、嫩枝和主干、花、果实、种子以及根等都可发生虫瘿,只不过有些很不明显,难以辨识(见封4图版II:图2^[41])。不同种类的坚硬程度各不相同,从极软到极硬,甚至有木质状的;且大多数表面呈平滑状或疙瘩状,具有明亮的色彩。

4 虫瘿的形成

4.1 致瘿昆虫

昆虫是形成瘿的最主要的生物类群,致瘿种类主要隶属于昆虫纲中的同翅目、缨翅目、鞘翅目、鳞翅目、双翅目和膜翅目等6个目约20个科中,绝大多数集中在瘿蜂科 Cynipidae、瘿蚊科 Cecidomyiidae 和瘿绵蚜科 Pemphiginae 中。现已发现,在美洲植物上的1600多种虫瘿中,约800种是受膜翅目 Hymenoptera 的瘿蜂刺激产生的,并且绝大多数发生在壳斗科植物上;约700种是由双翅目 Diptera 的瘿蚊(gall midges)导致的^[13]。其它常见的致瘿昆虫还有球蚜、象甲、叶蜂、广肩小蜂、卷叶蛾等^[13-15]。

4.2 虫瘿的形成

迄今为止,虫瘿的形成原因仍不是很清楚,我们只知道致瘿昆虫在产卵、取食时形成的机械刺激或各种分泌物均会导致虫瘿的产生。有些致瘿昆虫的分泌物(如唾液)中所含的甲酸及某些氨基酸,可能会使植物体内局部的生长激素异常增多,从而使细胞数量增多、生长加快,最终产生了癌肿^[16,17]。所以虫瘿大多发生在芽和新叶等生长活跃的分生组织上,停止生长的枝叶是难以形成的。在雌性瘿蜂把卵产入寄主植物组织中后,植物体并无变化;只有当幼虫孵化以后,虫瘿才开始发育,这本质上是寄主植物对瘿蜂幼虫分泌物的一种反应^[18]。还有些虫瘿是靠机械刺激产生的,像瘿绵蚜的取食会刺激植物组织,引起组织卷曲并包裹虫体。

致瘿昆虫在虫瘿的形成过程中仅仅是起启动作用^[7,19]。虫瘿的发育一旦开始,即使致瘿昆虫离开或被其它天敌寄生、捕食后,虫瘿仍会继续长大,因此虫瘿的真正形成者其实是植物自身。

下面以栗瘿蜂 *Dryocomus keriphilus* 为例介绍一下虫瘿的形成过程:栗瘿蜂是板栗生产中的重要害虫之一,主要危害栗树的花芽、叶芽。它以幼虫在芽原基中形成的虫室中越冬,翌年栗芽即将萌动时,幼虫开始在虫室中取食植物细胞,这种取食活动和幼虫分泌物刺激栗树发

芽后形成小瘿瘤,瘿瘤随着叶片的伸展逐渐长大,并木质化;5月下旬进入蛹期,20 d左右后成虫羽化,羽化后的成虫继续停留在虫瘿中,完成卵巢发育,待破瘿而出后即可产卵;成虫在找到合适的产卵部位后,成虫将卵的气室插入栗芽组织中,芽组织受到机械刺激后形成水肿状的柔嫩增生组织,此组织逐渐膨大把卵包围形成了保护幼虫越冬的虫室;当卵孵化成幼虫后新一代的生活史就开始了。在这一过程中,栗瘿蜂的发育和瘿的形成是同步的。

5 虫瘿与致瘿昆虫、寄主植物的关系

多数致瘿昆虫的幼虫是在虫瘿中发育长大的,虫瘿为它们提供了食物和生活场所。这些昆虫幼虫从虫瘿的内壁组织吸取营养,同时又可躲避外界杀虫剂的毒害、天敌的捕食和恶劣气候的不良影响。当昆虫完成发育穿破瘿壁而去之后,留下的虫瘿又可以为后来的其它昆虫提供庇护。有时,一个虫瘿中不仅生活着一种致瘿昆虫,同时还有2到3种不同的寄生者。所以从虫瘿中育出的昆虫数量很多,种类也十分复杂。

在虫瘿形成过程中,致瘿昆虫的幼虫以植物细胞的汁液为食,并造成周围部分细胞和组织的异常生长,这或多或少会阻碍寄主植物生长或造成损伤。但寄主植物通过虫瘿的形成,又可以限制致瘿昆虫危害的进一步扩大,以此来保护自己。所以,一般情况下生有虫瘿的叶片或枝条可以继续生长,并不变色或枯萎脱落,寄主植物也不会死亡。

因此,虫瘿是由致瘿昆虫和寄主植物在漫长的生物进化历史中,相互作用、相互适应而达到的一种平衡。

6 虫瘿与人类的关系及其经济意义

6.1 虫瘿的危害与防治

大部分虫瘿对植物的危害不大,自然界中的天敌能对虫瘿起到一定的控制作用。据报道,致瘿昆虫的寄生蜂有金小蜂科、跳小蜂科、长尾小蜂、光肩小蜂科、广腹细蜂科等多个科属^[20]。常

见致瘿昆虫的捕食性天敌是蚁类,它是虫瘿的入侵者,在瘿内营巢,并取食各种瘿栖昆虫(包括致瘿昆虫及其寄生昆虫等)。因此,在生产中虫瘿一般不需要防治。

但某些虫瘿也能对果树生产产生严重危害。比如:葡萄根瘤蚜 *Viteus vitifolii*(Fitch),是一种重要的检疫害虫,原产于美国,在我国的山东、辽宁等地有分布。它在葡萄上繁殖为害,多在根部(有时也可在叶片上)形成虫瘿,这些虫瘿在须根上为一串串的小根瘤,在侧根上则长成大的肿瘤,瘿瘤不久就变色、腐烂,严重影响到葡萄对养分和水分的吸收。最终导致树势衰弱,结果率降低,甚至由于根系被破坏而整株枯死^[9]。在这种情况下,就需要采取人工防治措施。

由于在虫瘿形成后化学药剂很难渗入其内部,所以要想对致瘿昆虫进行有效的化学防治就显得较为困难。影响防治效果的关键是能否对施药的时间把握准确,即:在早春植物展叶期和害虫产卵期(虫瘿没有形成之前)进行喷药。亦可利用害虫越冬的习性,于早春害虫活动前在寄主植物体上涂上毒药环进行防治。此外,人工摘除生有虫瘿的叶片或枝条,也可以减轻其危害。

4.2 虫瘿的利用

虫瘿是因植物局部组织中生长激素异常而形成的,内部所含的脂肪、蛋白质、淀粉、微量元素和单宁酸等化学物质远远高于植物的正常部位,早在公元前人们就发现并开始利用了,现在它们仍是医疗、化工、印染、皮革等行业的重要原料。

其中以五倍子的用途最为广泛,它主要产于亚洲东部和北美洲,以中国的利用历史最为悠久,拥有种类最多,质量也最好。我国利用五倍子的历史,可以追溯到2000年以前:古书《山海经》中就有“多构木”的记载;晋代《山海经注》中记载有:“今蜀中有构木,其八月中吐穗,穗诚如有盐粉著状,可以酢羹”^[21,22]。五倍子,人又称之为“文蛤”、“百虫仓”、“木附子”,它是由不同的瘿绵蚜科 *Penphigidae* 的一些角倍蚜或倍蛋蚜在其寄主植物漆树科的盐肤木(*Rhus*

chinensis Mill)、青麸杨(*Rhus pocaninii* Maxim)或红麸杨(*Rhuspunjobensis var sinica* Rehd.et Wils)等寄主植物的小叶上吸吮汁液,刺激组织细胞增生形成的囊状虫瘿^[23]。因其中富含可溶性生物单宁等物质,在医药、纺织印染、矿冶、化工、机械、国防、轻工业、塑料、食品、农业等多种行业上的用途十分广泛。在医学上,从五倍子中提炼出的单宁酸(丹宁酸、鞣酸)及其再加工产品倍酸(没食子酸)和焦倍酸(焦性没食子酸),具有敛肺降火、涩肠止泻、固精止遗、敛汗止血、收湿敛疮等功效,目前已用于制造30多种合成药物,常见的有疗效很高的抗菌药“复方新诺明”(单宁酸小磺胺甲基异恶唑)、用于治疗冠心病、心绞痛的“克冠卓”等。另外,在我国传统医学——中医中,五倍子为主组成的五倍子汤内服治疗慢性胃炎、消化性溃疡、急慢性胃炎、十二指肠球炎、糜烂性胃炎等病症,效果明显;在制革工业中,用单宁酸鞣透所得的皮革质量好、色泽浅,可染成鲜艳的颜色革,并缩短鞣制时间;在食品工业上,倍酸、单宁酸可制造用于油脂、肉类、乳品长期保存的油脂抗氧化剂和鲜果、蔬菜的保鲜剂、酒类澄清剂、啤酒以及食用单宁系列产品;在农林业上,单宁酸和倍酸可用来抑制植物细菌、病毒病对农林作物的感染和用做木材防腐剂^[23~39]。

目前除了继续在工业、医药等行业的开发利用虫瘿外,一些杂草专家也对虫瘿发生兴趣,他们试图利用产生虫瘿来降低杂草的光合作用,或减少对杂草的营养供应,来阻止杂草的生长,最终达到防止杂草的目的。另外,对于园林植物而言,在一般情况下(不是过于严重时),在绿叶上点缀几颗红珠,小枝上长几个毛球,这无疑给单调的风景又加上了一丝奇特的点缀。若能制成盆景观赏,其与众不同的价值更是不言而喻了。

随着科技的发展,我们相信虫瘿的利用和开发会有更好的前景,同时希望大家在认识、开发大自然的同时,能更好地利用和保护好这些宝贵的财富。

参 考 文 献

- 1 杨集昆.森林与人类.北京:中国林业出版社,1985,12:22~23.
- 2 夏征民,罗竹风.辞海.上海:上海辞书出版社,1999,21~48.
- 3 <http://www.extension.umn.edu/distribution/horticulture/DGI009.html>
- 4 姜椿芳.北京:中国大百科全书出版社,1986,9:21~22.
- 5 <http://muetextension.missouri.edu/explore/agguides/pests/g07272.htm>
- 6 <http://www.urbanext.uiuc.edu/champaign/homeowners/000617.html-12k>
- 7 Marc G., Jerome A. *Intern. J. Plant Sci. Chicago*, 2002, **163**: 1 017~1 023.
- 8 Warren G. A., Micky D. E. *Integr. Comp. Biol. McLean*, 2001, **41**: 928~939.
- 9 Patrick J. M., *Ecology*, 2003, **84**: 311.
- 10 郑乐怡,归鸿.昆虫分类学(上).南京:南京大学出版社,1998,392~441.
- 11 Stephen B. H., Corinne K. B. *The Amer Midland Natural*, 1998, **140**: 351~358.
- 12 Dennis W., George C. C. *Ecol. Brooklyn*, 1997, **78**: 2 153~2 164.
- 13 Netta D. *Can. J. Botany*, 2002, **80**: 1 141~1 146.
- 14 Blanche K. R. *Ecolo.*, 1995, **76**: 2 334.
- 15 Rosalind B., John A. L. *The Amer. Midland Natural*, 2001, **145**: 219~233.
- 16 Lorne M. W., Leslie J. R. *Can. J. Botany*, 1999, **77**: 1 454~1 460.
- 17 <http://www.ext.vt.edu/departments/entomology/factsheets/galls.html-10k>
- 18 郑乐怡,归鸿.昆虫分类学(下).南京:南京大学出版社,1998,927~930.
- 19 <http://www.uky.edu/.../Entomology/ythfacts/resource/mascots.htm>
- 20 蒲天胜.广西植保,1996,1:40~43.
- 21 杨集昆.森林与人类,1986,2:28~29.
- 22 杨集昆.森林与人类,1986,3:14~16.
- 23 张宗和.林产化学与工业.北京:中国林业出版社,1991,303.
- 24 顾德兴.生物学通报,1990,11:10~13.
- 25 李秀萍,李春远,渠桂荣.中医药学报,2002,30(3):156.
- 26 刘军莲,唐德才,金芳.中药材,2002,911~915.
- 27 傅洵,李荣,王姝.青岛化工学院学报(自然科学版),2002,23(3):56.
- 28 陈笏鸿.林产化学与工业,2000,20(2):70~82.
- 29 胡萃.昆虫知识,1997,34(2):104~134.
- 30 张传溪.浙江农业大学学报,1990,168.
- 31 杨冠煌.中国昆虫资源利用和产业化.北京:中国农业出版社,1998,156~170.
- 32 张宗和.五倍子加工及利用.北京:中国林业出版社,1991,303.
- 33 孙达旺.植物单宁化学.北京:中国林业出版社,1988,247~261.
- 34 朱国凯,李丽英.资源昆虫.北京:科学出版社,1984,56~62.
- 35 孙景花.资源昆虫.吉林林业科技,1992,25~27.
- 36 周志宏,李玛玲,陈国珍.云南植物研究,2001,23:124~134.
- 37 徐志宏.林业科学研究,1995,43~44.
- 38 孙益知,李号宾.陕西农林科学,2001,1:17~19.
- 39 蔡右中旗,兰福全.内蒙古林业,2002,27.
- 40 www.dcnr.state.pa.us/kids/bugsgalls.htm
- 41 www.chrysis.net/chrysis/intro/hosts.htm
- 42 <http://www.torrey-pine.org/Insects/tpinsect.htm#Oak%20Gall>

图版 II 贾春枫 刘志琦：奇特的虫瘿（正文见 P603）



1. 虫瘿的纵剖面图



2. 叶上刺猥状的虫瘿



3. 瘿蜂与橡树虫瘿