

小花糖芥花蜜腺的解剖学研究

王虹, 阿不都拉·阿巴斯, 吴晶, 邓彦斌, 艾尼瓦尔·吐米尔

(新疆大学 生命科学与技术学院, 中国新疆 乌鲁木齐 830046)

摘要: 小花糖芥(*Erysimum cheiranthoides* L.) 花蜜腺位于雄蕊基部花托上, 仅有2枚侧蜜腺, 属十字花科侧蜜腺类型中的侧半环亚型。其2枚蜜腺均由分泌表皮, 产蜜组织和维管束组成。分泌表皮上有变态气孔器, 产蜜组织中有维管束分布, 属较进化的十字花科花蜜腺亚型类型。蜜腺原基是在花的各部分原基基本分化完成后, 由花托表面及雄蕊基部区域的1~2层细胞, 经反分化形成, 在蜜腺发育过程中, 蜜腺组织中的液泡和多糖物质都发生了有规律的变化, 其原蜜汁在产蜜组织中加工合成, 最后由表皮细胞和变态气孔泌出。

关键词: 小花糖芥; 花蜜腺; 解剖学

中图分类号: Q944.5

文献标识码: A

文章编号: 1007-7847(2001)03-0250-04

Developmental and Anatomic Studies on the Floral Nectaries in *Erysimum cheiranthoides*

WANG Hong, ABBAS · Abdulla, WU Jing, DENG Yan-bin, TUMUR · Anwat

(College of Life Science and Technology, Xinjiang University, Urumqi 830046, Xingjiang, China)

Abstract: The floral nectary of *Erysimum cheiranthoides* L. locates on the base of androecium receptacle and has only two lateral floral nectaries. Their floral nectaries belong to the Lateral-halfannular sub-type of the lateral-nectary type. The two nectaries are composed of epidermis and nectariferous tissue. The modified stomata is present in the epidermal layer, and vascular bundle in the nectariferous tissue, belonging to the evolutionary subtypes of floral nectaries in Cruciferae. The nectary primordia did not occur until every part of the floral primodium appeared, dedifferentiated from the 1~2 cell layers of androecium in receptacle basal surface. During the development of nectary both the vacuoles and the carbohydrates change regularly. After pre-nectar has been processed and composed in the nectariferous tissue, it is excreted from the epidermal cells and modified stomata.

Key words: *Erysimum cheiranthoides*; floral nectary; anatomy

(*Life Science Research*, 2001, 5(3): 250~253)

小花糖芥(*Erysimum cheiranthoides* L.) 为一年生草本植物。高50~150 cm, 茎叶被丁字毛, 单叶, 羽状浅裂。花序为总状花序, 花时伞房状, 果实伸长成总状, 花梗短, 果实增粗。萼片直立, 内轮基部呈囊状。花瓣黄色, 具爪。四强雄蕊。长角果, 圆

柱形, 稍有棱。花期5~6月。小花糖芥是新疆地区分布广泛的一种山区野生蜜源植物, 蜜粉丰富, 有利于蜜蜂繁殖和采集。对十字花科植物花蜜腺的形态结构已作了一些研究^[1-4], 但是对小花糖芥花蜜腺的发育解剖学研究尚未见报道。本文着重

* 收稿日期: 2001-06-06; 修回日期: 2001-07-13

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(3956006)

作者简介: 王虹(1962-), 女, 重庆江津人, 新疆大学生命科学与技术学院高级实验师, 主要从事植物结构学及花蜜腺发生发育的研究。Tel: +86-0991-2862753-5161; 阿不都拉·阿巴斯(1952-), 男, 塔塔尔族, 新疆大学生命科学与技术学院教授, 主要从事地衣学研究。Tel: +86-0991-2862753-3275; 吴晶(1973-), 女, 上海市人, 硕士研究生

研究了该蜜源植物花蜜腺的形态结构特点以及蜜汁,为进一步开发利用此蜜源植物提供科学依据。

1 材料及方法

实验材料采自新疆奇台县宽沟。对花朵按发育过程连续采样,用FAA(50%酒精)固定液固定,经酒精系列脱水,二甲苯透明,石蜡制片(切片厚度 $6\sim 8\ \mu\text{m}$),一部分切片用铁矾-苏木精-固绿染色,进行一般的细胞组织观察;一部分切片进行PAS反应观察多糖动态^[5],以上切片均用OLYMPUS显微镜观察并摄影。

取新鲜的盛花期花朵,剥除花瓣及雄蕊,在扫描电镜下观察花蜜腺形态表面特征并摄影。

2 观察结果

2.1 蜜腺的形态特征

小花糖芥花蜜腺2枚,位于短雄蕊基部内侧,呈半月形。蜜腺高 $0.2\sim 0.3\ \mu\text{m}$,下窄上宽。扫描电镜观察花蜜腺边缘不齐,表面也凹凸不平,角质层呈不规则条纹状突起,气孔器由2个保卫细胞组成,呈张开状(图I 1~3)不规则分布于蜜腺表面。

观察盛花期蜜腺的纵切面切片,蜜腺由分泌表皮,产蜜组织及维管束组成,其最厚处有16~18层细胞,高约 $190\ \mu\text{m}$ 。分泌表皮为一层近方形的细胞,液泡化明显,产蜜组织呈多边形不规则的紧密排列着,细胞核大,原生质浓厚,透射电镜显示维管束仅有韧皮部,由基部伸向产蜜组织5~8层细胞深的部位(图I 4)。

2.2 小花糖芥蜜腺的发育过程及组织化学变化

2.2.1 孕蕾期

在花蕾期,花的各部分结构已开始分化,从花蕾纵切面上可见花托雄蕊原基内侧表面的1~2层细胞的细胞核大,原生质浓,与周围细胞形成明显的区别,此即蜜腺原基(图I 5, 6)。蜜腺原基的细胞分裂活动活跃,不断进行垂周和平周分裂,使细胞不断增多,细胞核更大,原生质更浓厚(图I 7)。

2.2.2 现蕾期

当花粉粒、胚珠出现时,形成了向外呈小丘状突起的蜜腺雏形(图I 8),细胞呈多边形,细胞核大,原生质浓厚,细胞内有小液泡,但细胞仍在继续进行分裂(图I 9)。PAS反应显示此时的蜜腺

腺发生发育规律,并对蜜汁的分泌途径作初步探究组织中有多糖物质存在。

2.2.3 花蕾膨大期

蜜腺呈半月形,分泌表皮细胞液泡化,其中有些细胞体积较大,原生质浓厚,即为气孔母细胞。产蜜组织细胞质仍较浓厚,细胞核大,细胞内出现小液泡(图I 11)。PAS反应证明多糖物质继续增加(图I 12)。

2.2.4 花朵初放期

蜜腺开始泌蜜,分泌细胞表皮向外隆起,气孔母细胞分裂成2个保卫细胞,有孔下室。产蜜组织细胞原生质浓厚,液泡变小,花托维管束向蜜腺组织中延伸,此时,多糖物质积累达到高峰(图I 13)。

2.2.5 盛花期

蜜腺大量泌蜜。分泌表皮细胞液泡化,气孔器完全发育成熟,有较大的孔下室;产蜜组织细胞原生质逐渐变稀,液泡增大;维管束已伸入产蜜组织内部,此时,产蜜组织中含大量多糖物质,糖类从气孔和表皮细胞泌出(图I 14, 15)。

2.2.6 败花期

蜜腺逐渐停止泌蜜。分泌表皮细胞完全被大液泡占据,产蜜组织中的细胞开始收缩,变小,细胞质变稀,液泡化加强,此时,PAS反应阳性物质完全消失(图I 16, 17)。

3 讨论

3.1 小花糖芥花蜜腺的形态、类型及分布

Fahn(1979年)^[6]将花蜜腺按其形态和着生位置划分为9类。小花糖芥的花蜜腺着生在花托上,呈半环状围绕在短雄蕊基部内侧,属于花托蜜腺。根据邓彦斌(1995年)^[2]对十字花科植物花蜜腺类型的划分,小花糖芥蜜腺属于侧蜜腺类型中的侧半环亚型。

3.2 小花糖芥花蜜腺的发生发育

从上述观察的结果上看,小花糖芥花蜜腺的发生比花的各部分晚。Annigeri等(1983年)^[7]指出:蜜腺是一种外分泌结构,它是由植物器官表面的一些细胞特化而成的一种特殊腺体。而小花糖芥的花蜜腺就是由花丝基部花托表面一些区域的1~2层细胞恢复分裂能力,通过垂周和平周分裂,形成突起(蜜腺原基),继续发育,形成具有一定独特形态和结构的蜜腺。

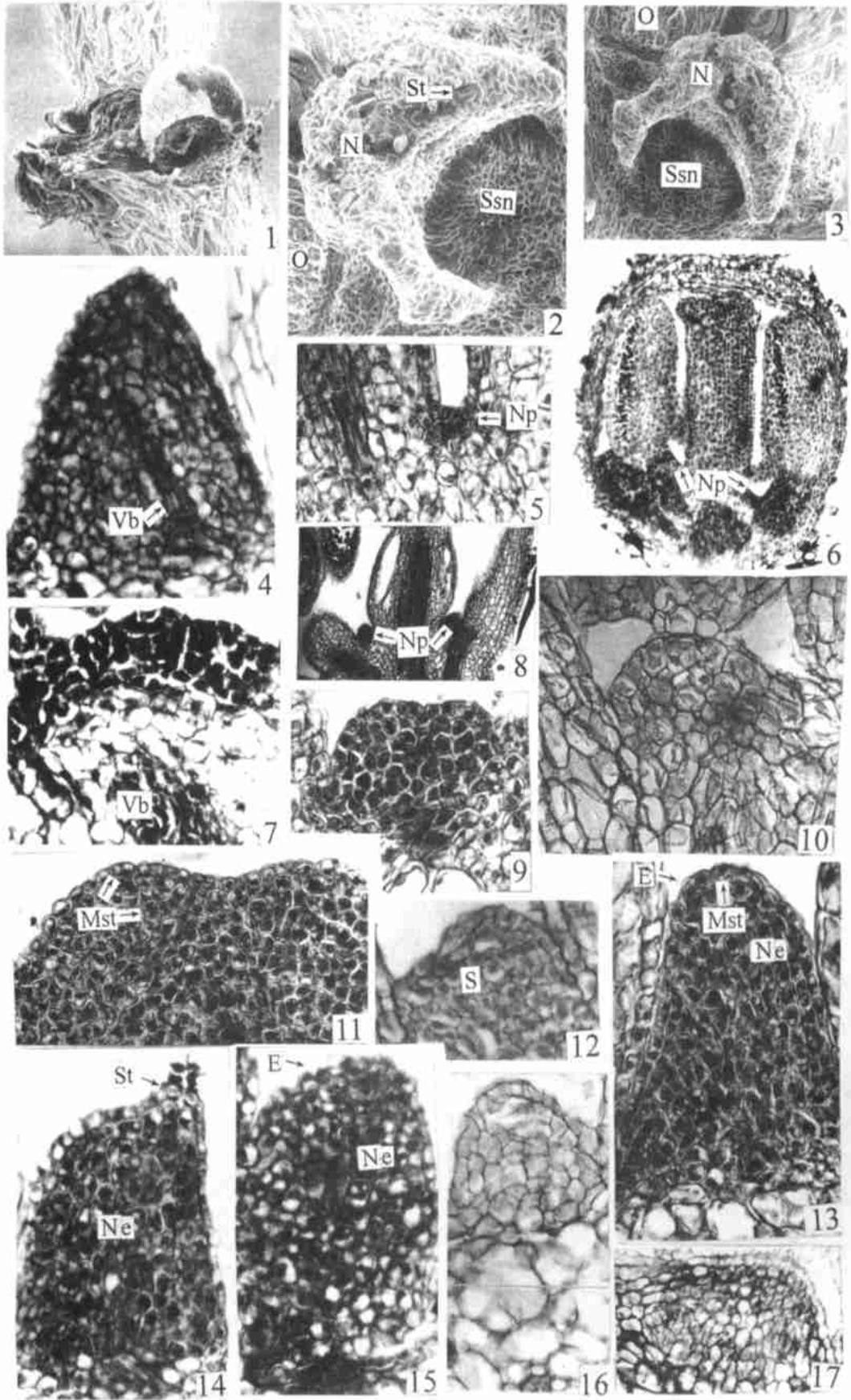


图1 小花糖芥花蜜腺的解剖学图片

O: 子房; N: 蜜腺; St: 变态气孔; Ssn: 短雄蕊; Vb: 维管束; Np: 蜜腺原基; Ne: 产蜜组织; E: 分泌表皮; S: 淀粉粒; Mst: 气孔母细胞。
 1~3: 摘去花瓣、雄蕊的小花糖芥花的扫描电镜照片, 示其蜜腺的形态、位置及变态气孔器的分布 $\times 80, \times 200, \times 150$ 。
 4: 盛花期基部纵切, 示蜜腺中的维管束 $\times 400$ 。
 5~6: 花蕾纵切, 示蜜腺原基 $\times 400, \times 100$ 。
 7~9: 花蕾基部纵切, 示蜜腺突起, 发育 $\times 400, \times 100, \times 200$ 。
 10~12: 花蕾膨大期花基部纵切, 示蜜腺中的多糖物质 $\times 410, \times 400$ 。
 11: 示蜜腺中的气孔母细胞 $\times 200$ 。
 13~15: 花朵初放及盛花期基部纵切, 示蜜腺分泌表皮及产蜜组织 $\times 400, \times 400, \times 400$ 。
 16~17: 败花期 $\times 400, \times 200$ 。

Fig. 1 Developmental and anatomic figures of the floral nectaries in *Ergsium cheiranthoides*

O: ovary. N: nectary. St: stomata. Ssn: short androecium.
 Vb: vascular bundle. Np: nectary primodia. Ne: nectariferous tissue.
 E: epidermal layer. S: starch grain. Mst: stomatal cell.
 1~3: Scanning electron microscopic (SEM) photograph of a flower devoid of petals and androecia in *Erysimum cheiranthoides*, showing the shape and position of nectary, the distribution of modified stoma. $\times 80, \times 200, \times 150$.
 4: Longitudinal section of the base of the flower in anthesis showing the vascular bundle in the nectary $\times 400$.
 5~6: Longitudinal section of preanthesis showing the nectary primodia $\times 400, \times 100$.
 7~9: Longitudinal section of preanthesis, showing protuberance and development of nectary $\times 400, \times 100, \times 200$.
 10~12: Longitudinal section of the base of flower in proanthesis showing the starch grains in the nectary $\times 410, \times 400$.
 11: Show stomatal cell in the nectary $\times 200$.
 13~15: The longitudinal section of the base of the flower in the third stage of preanthesis and in anthesis showing the epidermal layer of nectary and nectariferous tissue $\times 400, \times 400, \times 400$.
 16~17: Abscission of the flower $\times 400, \times 200$.

3.3 小花糖芥蜜腺发育过程中显微结构变化与泌蜜机理

小花糖芥花蜜腺在发育过程中, 淀粉粒虽不明显, 但PAS反应证明阳性物质变化很明显。在蜜腺发育早期无多糖物质积累, 但是随着蜜腺的进一步发育, 蜜腺中出现了多糖物质, 并逐步由少变多, 直至蜜腺初期, 细胞中多糖物质的积累达到顶峰, 蜜汁从分泌表皮和变态气孔中泌出。此外, 在蜜腺发育过程中, 液泡也发生有规律的变化, 此种变化与油菜等植物花蜜腺中发育的过程不同^[4]。

3.4 小花糖芥花蜜腺类型的进化位置

小花糖芥花蜜腺的发生发育过程表明, 其花蜜腺发生于雄蕊基部, 由花托表面1~2层细胞经反分化形成突起, 而不是雄蕊的败育。这一结果证明了Norris(1941年)^[8]的观点。此种发生发育方式与十字花科中的侧蜜腺类型^[2,3]相同, 与糖芥属的进化地位一致, 属较进化的蜜腺类型^[2]。

参考文献(References):

- [1] DAVIS A R, PETERSON R L, *et al.* Anatomy and vasculature of the floral nectarines of *Brassica nepus*[J]. *Can Bot*, 1986, 64: 2508-2516.
- [2] 邓彦斌, 胡正海. 十字花科植物花蜜腺的比较形态学研究[J]. *植物分类学报*(DENG Yan-bin, HU Zheng-hai. The comparative morphology of the floral nectarines of Cruciferae[J]. *Acta Phytotaxonomica Sinica*), 1995, 33(3): 209-220.
- [3] 邓彦斌, 王虹, 姜彦成. 群心菜花蜜腺的发育解剖学研究[J]. *云南植物研究*(DENG Yan-bin, WANG Hong, JIANG Yan-cheng. Developmental and Anatomic Studies on the floral nectarines in *Cardariadraba*[J]. *Acta Botanica Yunnanica*), 1997, 19(3): 275-279.
- [4] 邓彦斌, 胡正海. 油菜花蜜腺发育过程及组织化学变化. *西北植物学报*(DENG Yan-bin, HU Zheng-hai. Development process and histochemical changes of floral nectarines in *Brassica campestris*[J]. *Acta Botanica Boreali-occidentalia Sinica*), 1995, 15(6): 14-18.
- [5] 李正理. 植物制片技术[M]. 北京: 科学出版社(LI Zheng-li. *Plant Mounting technique*[M]. Beijing: Scientific Press), 1987. 83-84.
- [6] FAHN A. *Secretory tissue in plants*. London[M]. York and San Francisco: Academic Press, 1979. 51-113.
- [7] ANNIGERI B G, RU DRAMUNIYAPPA C K. Distribution and cellular localization of some histochemical substances in the cyathial nectary of *Euphorbia*[J]. *Beitr Biol Pflanzen*, 1983, 58(3): 393-402.
- [8] NORRIS T. Torus anatomy and nectary characteristics as phylogenetic criteria in the Rhoeadales[J]. *Amer J Bot*, 1941, 28: 101-113.