

花生花芽分化的扫描电镜观察

韩惠珍 何远康 徐雪宾

(农业生物系) (农学系)

提 要

本文描述扫描电镜和实体解剖镜下观察到的花生 (*Arachis hypogaea* L.) 花芽分化过程。包括在幼胚发育中第一个花序原基分化、播种后子叶出土前第一个花芽原基分化、幼苗生长过程中花器分化和生长形态。辨明了花序苞片与混合芽芽鳞的区别以及花生花序的确切类型，证实通常称为尊管的管状物由花萼、花瓣和花丝等部分参与组成，并认为这一管状物应称为花管较确切。

关键词 植物解剖；花生；花芽分化

前 言

花生花芽分化过程的研究，国内外有过报道¹⁻⁷。对花芽分化过程及其分期、花器分化顺序及其内部结构等进行了形态解剖学或细胞学的描述。由于在研究技术上采用整体解剖、石蜡切片和光学显微技术，因而得到的是平面的图象，分辨率也受到限制。**M.W. Moncur**⁷ 应用扫描电镜技术，得到层次清晰、立体感强的图照，但没有报道分化的全过程，而且在花序原基和花芽原基的判断上有误。

我们在前人研究的基础上，用扫描电镜和实体解剖镜、光学显著镜与塑料薄切片技术结合，追踪观察花序原基、花芽原基发生发展的形态变化，得到整个花序的立体图象。同时在观察中发现已报道的花生的花序类型、花序苞片和混合芽鳞的区别以及尊管一词的提法均与事实有出入。

材 料 和 方 法

花生品种：粤油551。按一般方法栽培，分别于1983、1984、1986年春植于广州。

(一) 花生幼胚中花芽分化的观察

植株开花时期，标记植株第一对侧枝的低位节在同一天开放的花朵，同时摘除当天

1987年6月24日收稿

以前开放的花朵的子房和未开的花蕾。在开花后至种子成熟期间，每隔五天取样10个，在实体解剖镜下，观察幼胚中子叶节侧芽的分化发育情况，同时按扫描电镜生物标本制备技术进行制样，供电镜扫描观察拍照。

(二) 种子萌发至植株开花期间花芽分化观察

播种后，从主根伸出至植株第一朵花开放，每隔三天取样10株，在实体解剖镜下观察子叶节侧芽上第一节位腋芽的变化，并取样制作标本，在扫描电镜下观察拍照。

(三) 萼管结构的观察

植株开花时，取当天开放花朵，切取萼管中段，经4%戊二醛固定，CMA塑料包埋，作横切面薄切片（厚度2微米），经PAS和甲苯胺蓝-O染色，在光学显微镜下观察管壁结构并拍照。

观 察 结 果

(一) 幼胚至成熟胚中的花芽分化

在花开放后25天，幼胚中还未见有花器官的分化，此时子叶节已有腋芽I，以后发育为植株的第一个一次分枝。它外被一片芽鳞，内含生长锥及叶原基各一。少数材料中，芽鳞腋内出现第二次分枝I-1的生长锥。

开花后30天的幼胚中，子叶节腋芽I普遍有了两片幼叶及第二次分支I-1的生长锥。有些材料中，在I-1生长锥基部一侧出现第一花序I-1-1的苞片(1Ba)(图版-1)。它的出现是花芽分化开始的标志。

开花后35~40天的幼胚中，腋芽I已有了三片幼叶，I-1普遍有第一花序苞片，并在花序苞片腋内出现第一花序原基(1Aa)，与第一花序苞片相对称之处，出现第二花序I-1-2的苞片原基(1Bb)(图版-2)。

开花后50~55天，种子成熟，在成熟胚中，子叶节腋芽I的第一节位分枝I-1外被芽鳞，内部中央为生长锥，它的两侧各有花序苞片一片，第一花序苞片位置在下，苞片腋内有第一花序的原基(1Aa)(图版-3)。有的种胚中，第二花序苞片腋内有了第二花序原基。

(二) 播种后至植株开花时的花芽分化

种子萌发后，主根长出，子叶尚未出土时，第二次分枝I-1的第一个花序原基上依次发生第一个花芽I-1-1-1的外苞片(FBa)、花芽原基(FAa)、第二个花芽外苞片(FBb)(图版-4)。可见外苞片原基来自花序原基，花芽原基产生后，在花芽原基上才分化出两片内苞片，它位于外苞片两侧(图版-5可见其中之一，即FBi)。在I-1生长锥上，继花序I-1-1、I-1-2之后产生了I-1-3花序原基(图版-4的1Ac)，值得注意的是第三花序原基可能发生于营养叶腋中也可能发生于花序苞片腋中。I-1将来还可能继续产生花序I-1-4、I-1-5等，它们都发生于营养叶腋内。很明显，I-1既长出花序又产生营养叶，是一个混合芽。

子叶出土以后，植株主茎第一、二片真叶展开时，第一花序I-1-1的第一个花

芽原基已经增宽变平，边缘出现五处突起（SA），此即为萼片原基（图版—6）。

植株主茎第3～4片真叶展开时，第一个花芽I-1-1-1的萼片原基（SA）增大伸长，并在花芽生长锥上方聚合，但未合拢；花芽生长锥中心突起成半球形，是雌蕊原基（PA），属单心皮雌蕊（图版—7）。它的周围出现五个突起，稍后即可见大小相间共十个突起（图版—8），这些突起就是雄蕊原基（Sta）。此时第二花芽I-1-1-2已分化出萼片原基（SA），第三花芽I-1-1-3已分化出花芽原基（FAC），第四花芽I-1-1-4仅分化出外苞片原基（FBb）（图版—7）。

当植株主茎第4～5片真叶展开时，第一花芽I-1-1-1的萼片下部大部分合生且伸长，先端五裂片合拢，其中四片较小的向内卷和聚合并被最大的一片所复盖（图版—9左侧花）。第二花芽I-1-1-2的雌蕊原基增大，一侧内陷成纵沟（图版—9右侧花），分化出背腹面，内陷的沟面为腹面，雄蕊原基也进一步明显增大。在5个小的雄蕊原基的外缘部分向上伸长，产生5片扁平的花瓣原基（pea）（图版—9）。看来花瓣原基和小的雄蕊原基的同源的。花瓣原基形成后，生长就比较缓慢形态上也较一致。花器的进一步发育是，雌蕊原基纵沟的边缘（心皮边缘）靠拢联合，围成内部的胚室，基部稍膨大成为子房，上部伸长，以后发展为花柱和柱头。雄蕊原基增大伸长分化为花丝和花药（图版—10），由五个体积大的雄蕊原基分化来的五个雄蕊花丝长，其中四枚具长药〔三枚具四个花粉囊（FAn），一枚具二个花粉囊〕，一枚退化，缺花药（Ast）；另五个由体积小的雄蕊原基分化来的花丝短，其中四枚花药圆形，一枚退化雄蕊缺花药。整个花芽顶面观只见四个长花药和一退化雄蕊。

花生植株主茎第六片真叶展开时，第一个花芽进入花粉母细胞的减数分裂期，此时花蕾长度约4.0毫米，长花药长度约0.8毫米，当花蕾长度在4.5毫米左右，长花药长度约1.0毫米时为四分体时期。在这一时期花瓣增大形态上开始分化，高度约与圆花药雄蕊高度相等（图版—11）。

花生植株主茎在第七片真叶展开时，开始开花。在接近开花时，花瓣的成长和分化速度较快，一片显著增大包围其余四片的为旗瓣，第二层两片相似为翼瓣，最内层两片相似为龙骨瓣。解剖开花前的花蕾（图版—12），可见花下部为中空的管，管基部包围子房，细长花柱通过此管到达花上部，管先端，花器各部分分离，原先包被其余花器的花萼形成裂片二，大的一片先端四齿裂，小的一片全缘。去除花被后，可见雄蕊的花丝合成一花丝筒，但先端仍分离，由于花丝长短不等，花药分高低两层，上层为长药，下层为圆药。

（三）萼管的构成

从萼管中段横切面（图版—13）可见管壁的构造有内外表皮及两者之间的薄壁组织，其间排列内外两环维管束，内环十束，明显地大小相间，是花丝维管束；外环十束，与花丝小维管束相对的五束是花瓣维管束，另五束是花萼维管束。从维管束数目及其分布可以说明萼管的组成不仅有花萼，而且包括花瓣和花丝部分在内。管的中央可见花柱，具花柱道。

结 论 和 讨 论

(一) 花生的花芽分化时间很早, 这在各种作物中是特别的。它的花序苞片在开花后30天的幼胚中, 花序原基在开花后35-40天幼胚中就可以开始分化。花生播种后子叶出土前花芽原基即分化。这一发育特点, 在花生丰产栽培上强调施足基肥和苗期早施肥的理论基础, 在育种方面, 对花生诱变育种的时间选择也是有重要意义。

(二) 花生的花序类型, 多数学者认为是总状花序, Moncur 认为是穗状花序^[7], 在我们的观察中, 开花时, 花被基部虽有一条明显似花梗的管状物, 但该管状物实为花器的一部分, 此外并未发现明显的花梗, 因此定为穗状花序是较为确切的。

(三) 有作者认为^[3]子叶节腋芽的第一节混合芽基部的两片变态叶, 在下方(外方)的是花序苞, 在上方(内方)的是混合芽鳞。在对幼胚的解剖观察中, 由于扫描电镜的高分辨率和层次清晰, 辨明了上述两片变态叶都是花序苞片: 1. 观察可见在该混合芽外方已有一片芽鳞(图版—1、3 的BS)2. 芽鳞(BS)内只有一个腋芽生长锥(A)从(A)上依次发生第一花序苞片(1 Ba)(图版—1), 第一花序原基(1 Aa)及第二花序苞片(1 Bb)(图版—2), 它们都是同一个生长锥上衍生的分支, 按发生的顺序, 包被整个芽体的芽鳞的位置不应在其分支部分之上; 3. 以后在该苞片之内发生了第二个花序原基, 并且有部分材料中的第三花序原基也是从类似的苞片腋中产生, 显然, 位于第一花序苞片(1 Ba)之上方(内方)的苞片(1 Bb)应为第二花序苞片而不是芽鳞。

(四) 关于花生花下部的管状结构, 通常称为萼管的部分, C. C. Заморанбов^[8]的报道中称为杯状体, 他推测该杯状体的组成不仅为花萼, 还有花瓣花丝等部分在内; 我们在观察中证实该管状结构确由花萼、花冠和花丝参与形成, 称为萼管未能如实反映事实, 称为杯状体也不确切, 我们认为应定名为花管(flower tube)。

引 用 文 献

- (1) 山东省花生研究所编: 《中国花生栽培学》39—46, 上海科技出版社, 1982年
- (2) 罗葆兴等: 花生种子内花序原基的形成与分化, 《华南师院学报》(自然科学版) (2) 1981: 61—68
- (3) 罗葆兴等: 花生花芽分化发育的形态解剖学研究《作物学报》7 (1) 1981: 1—10
- (4) 崔泮等: 花生花器分化的解剖学观察研究初报, 《花生科技》 (2) 1979: 1—8
- (5) 加藤照孝等: 落花生の花芽分化と花芽の発育に就て, 《日本园艺学会杂志》 1955, 24 (1): 29—32。
- (6) C. C. Заморанбов, 花生主要器官形成的某些特性, 《油料作物》 (1) 1964: 29—33
- (7) M. W. Moncur, «Floral Initiation in Field Crops An Atlas of Scanning Electron Micrographs» 68—69 Printed CSIRO, Melbourne Australia 1981

SCANNING ELETRON MICROSCOPIC OBSERVATION ON PEANUT
(*ARACHIS HYPOGAEA L.*) INFLORESCENCE PRIMORDIUM DEVELOPMENT

Han Huizhen

He Yuankang Xu Xue-Bin

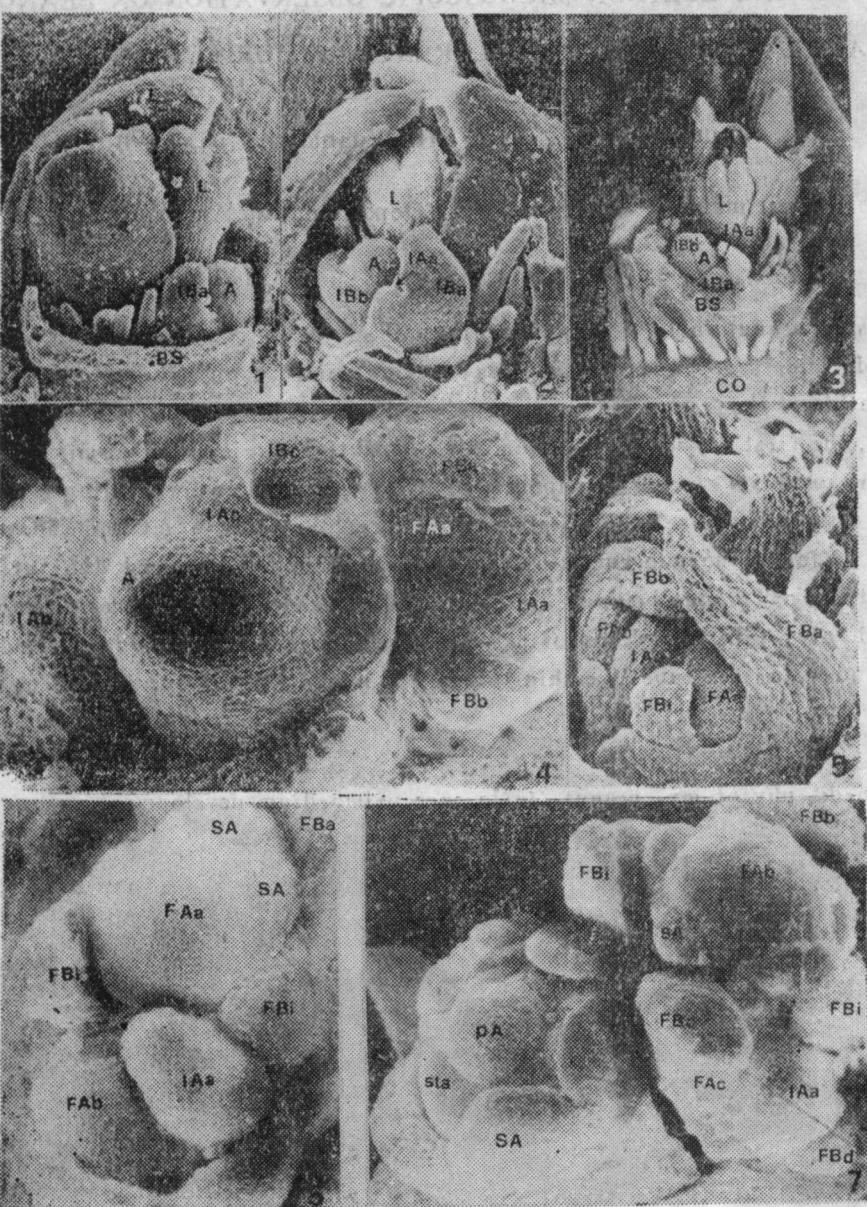
(Department of Agrobiology) (Department of Agronomy)

ABSTRACT

Process of peanut inflorescence primordium development has been observed with scanning microscopy and plastic thin section microscopy. It includes that an observation of the first inflorescence primordium development during embryo formation, the first flower primordium differentiation during seed germination, and the morphogenesis of every component of a flower while young seedling grew up. A few discoveries have been obtained, i. e., inflorescence bract and shoot scale having different morphogenesis origination should not be obscured, the inflorescence type of peanut belongs to spike inflorescence not racemose, and the socalled calyx tube is made up of calyces, petals and filaments but not modified calyx. Therefor the tube-like thing should be named flower tube in lieu of calyx tube.

Key words: phytotomy, peanut, Inflorescence primordium development

图 版



图版

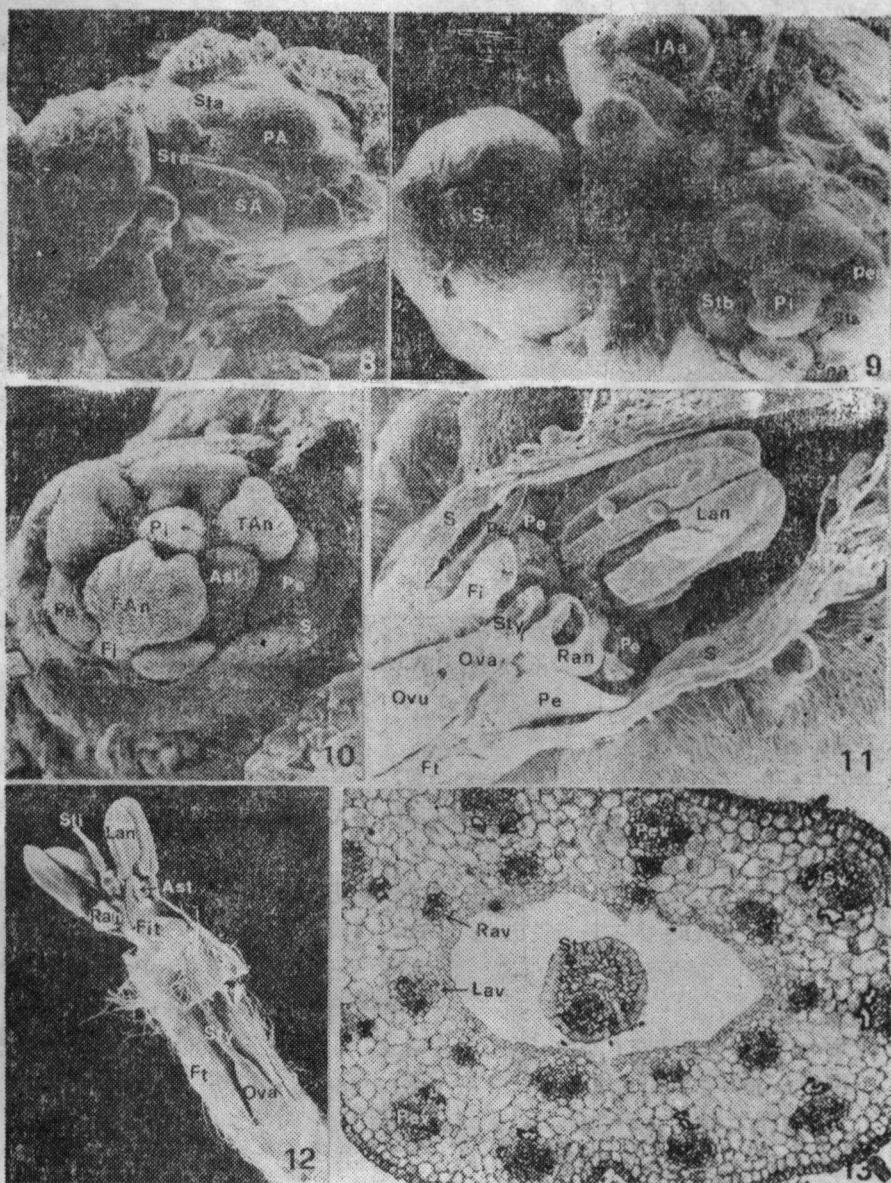


图 版 说 明

1. 开花后30天幼胚子叶节腋芽I全貌。

A-第一节腋芽I—1生长锥; 1Ba-第一花序苞片; L-幼叶; Bs-第一节腋芽I—1的芽鳞残留部分。×150

2. 开花后35~40天幼胚子叶节腋芽I全貌。

A-第一节腋芽I—1生长锥; 1Aa-第一花序原基; 1Ba、1Bb-第一、二花序苞片; L-幼叶。
×150

3. 成熟种子子叶节腋芽I全貌。

Bs-腋芽I—1的芽鳞残留部分; Co-子叶痕; 其余注释同图1、2。×70

4. 种子萌发, 子叶未出土时子叶节腋芽的第一节腋芽I—1全貌(去除一、二花序苞片)。

A-I—1生长锥; 1Aa、1Ab和1Ac分别为第一、第二和第三花序原基; 1Bc-第三花序苞片;
FAa-第一花原基; FBa、FBb, 分别为第一和第二花的外苞片。×450

5. 植株主茎二片真叶时第一花序I—1—1全貌。

FBi, 为FAa的内苞片; 其余注释同图版—4。×300

6. 植株主茎二片真叶时第一花序除去第一花外苞片后。SA-萼片原基; 其余注释同图4、5。
×3000

7. 植株主茎第3~4片真叶展开时第一花序I—1—1全貌。PA-第一花雌蕊原基; SA-萼片原基;
Sta-雄蕊原基; FA_b、FA_c、分别为第二花第三花原基; FB_b、FB_c、FB_d分别为第二花
第三花和第四花的苞片; FB_i-第二花的内苞片; 1Aa-第一花序原基。×300

8. 植株主茎3~4片真叶展开时, 第一花序I—1—1的第一朵花。PA-雄蕊原基; SA-萼片原基;
sta-雄蕊原基。×300

9. 植株主茎5~6片真叶时, 第一花序I—1—1全貌, 右侧花已除去花萼。S-萼片; Stb-大雄蕊
原基; sts-小雄蕊原基; Pi-雌蕊; Pea-花瓣原基; FA_c-第三花原基; 1Aa-第一花序原基。
×200

10. 植株主茎5~6片真叶时, 第一花序I—1—1的第一朵花, 已截除萼片。Ast-退化雄蕊; Pe-
花瓣; pi-雌蕊; FA_n-四花粉囊长花药; TA_n, 两粉囊长花药; Fi-花丝。×200

11. 绩株主茎6~7片真叶展开时第一个花蕾纵剖面。S-花萼; Ft-花管; Pe-花瓣; Lan-长花
药; Ran-圆花药; Fi-花丝(除去花药); Ova-子房; Ovu-胚珠; sty-花柱。×150

12. 植株主茎7片真叶时第一花(除去花被及部分花管)。Ft-花管; Ova-子房; Sty-花柱;
sti-柱头; Lan-长花药; Ran-圆花药; Ast-退化雄蕊; Fit-花丝筒。×20

13. 当日开花花朵的花管中段横切面。

sty-花柱; Lav-长花药雄蕊维管束; Rav-圆花药雄蕊维管束; Pev-花瓣维管束; sv-花
萼维管束。(物镜4× 摄影目镜6.7×)。