

甘蔗茎尖原生分生组织区域化

李素丽¹, 李志刚¹, 林鉴钊¹, 杨丽涛^{1*}, 陶春娘¹, 李杨瑞²

(1. 广西大学农学院, 南宁 530005; 2. 广西农业科学院, 南宁 530007)

摘要: 甘蔗茎尖原生分生组织是甘蔗地上部分一切形态组织的发源中心, 通过对 6 个不同茎径甘蔗品种 4 个不同营养发育时期的茎尖原生分生组织显微和超微结构观察研究发现: 甘蔗茎尖原生分生组织呈半卵型结构, 明显分为原套原始细胞区、原体原始细胞区、周缘分生细胞区、髓分生区, 其区域化符合原套-原体学说。原套原始细胞区为最外一层细胞, 原套细胞之间胞间连丝丰富, 而原套与原体细胞之间胞间连丝极少, 细胞以垂周分裂为主, 扩大原生分生组织表面积; 原体位于原套下的分生组织的中央区域, 细胞可以进行各个方向的分裂, 不断增加体积, 原体原始细胞区呈一个球体; 周缘分生区位于原套、原体下方两侧, 细胞活跃产生叶原基和原形成层细胞; 髓分生区细胞位于原体下方周缘分生区内侧, 细胞横向分裂纵向排列, 使甘蔗茎伸长。

关键词: 甘蔗; 茎尖; 原生分生组织; 原套原始细胞区; 原体原始细胞区; 周缘分生细胞区; 髓分生区
中图分类号: Q944 文献标识码: A 文章编号: 1000-3142(2010)06-0810-05

Zoning of sugarcane stem tip protomeristem

LI Su-Li¹, LI Zhi-Gang¹, LIN Jian-Zhao¹, YANG Li-Tao^{1*},

TAO Chun-Niang¹, LI Yang-Rui²

(1. College of Agriculture, Guangxi University, Nanning 530005, China; 2. Guangxi Academy of Agricultural Sciences, Nanning 530007, China)

Abstract: All organization of sugarcane stem and leaf originated from stem tip protomeristem. The stem tip protomeristem of six sugarcane cultivars at four different developing stages was investigated using microstructural and ultrastructural techniques. The results showed that sugarcane stem tip protomeristem had four zones: tunica—primary cell zone, corpus-primary cell zone, peripheral meristem zone and pith zone. The tunica-primary cell zone had only one layer of tunica cells and many of plasmodesmus crossed between the tunica-primary cells, but few plasmodesmus crossed between the tunica-primary cells and the corpus-primary cells. Most of tunica-primary cell were anticlinal division in order to enlarge protomeristem superficial area. The corpus zone located in the central region of the meristem below the tunica, where the cell divisions were in all directions to increase both the width and length of the apex. The corpus-primary cell zone appeared to be a sphere. The peripheral meristem zone located the two sides under the tunica-primary and the corpus, which cells were very active and generate phyllopodium and protocambium cells. The pith zone was at the inner side of peripheral meristem under the corpus, and the cell division was transverse and end-to-end arrangement to elongate the stem.

Key words: sugarcane; stem; protomeristem; tunica-primary; corpus; peripheral meristem; pith zone

收稿日期: 2009-04-13 修回日期: 2009-06-30

基金项目: 国家自然科学基金(30060038); 国家科技支撑计划(2007BAD30B00, 2008BAD8B00); 广西科技攻关重点项目(桂科攻 0782004, 桂科能 0815001)[Supported by the National Natural Science Foundation of China(30060038); National Science and Technology Support Project(2007BAD30B00, 2008BAD8B00); Key Item of Science and Technology Research and Development Program of Guangxi(0782004, 0815001)]

作者简介: 李素丽(1972-), 女(壮族), 广西上林人, 硕士, 主要从事植物生理解剖研究, (E-mail)lisuli88@sina.com.

* 通讯作者(Author for correspondence, E-mail: litao61@hotmail.com)

植物茎尖原生分生组织是植物地上部分一切形态组织的发源中心,其进行着对植物生长发育具有重要意义物质的活跃合成(K 伊稍,1982)。有关茎尖顶端分生组织的组成和分化规律,提出了三个较有代表性的学说(Cecich 等,1972; Fosket & Miksche,1966;施良等,1988):组织原学说;原套—原体学说;细胞组织学的分区学说。

之所以有不同的学说提出,主要由于前人所用的研究材料不同而引起。有关蕨类植物、裸子植物茎尖原生分生组织的结构已进行大量研究(Cecich 等,1972; Fosket & Miksche,1966;施良等,1988),被子植物中的双子叶植物的茎尖原生分生组织前人已有研究发现原套—原体学说是很适合双子叶植物的茎尖原生分生组织的理论,在现有的文献中,一般为人们所接受(蔡霞等,1997;李金亭等,2008;谭玲玲等,2008)。而以单子叶植物为研究材料的并不多见,到底它们的茎尖原生分生组织的结构如何?究竟能否分区?如能,则分为几个区,如能分区它又符合那个学说?各区的细胞形态特征有何差异?各区的细胞分化又如何?值得进一步探讨。

甘蔗是广西重要的经济作物,甘蔗生产的目的是收获蔗茎,茎径的长短和茎粗是决定甘蔗单茎重和单位面积产量的重要因素。甘蔗茎尖原生分生组织是重要的组织,甘蔗茎的伸长、叶片的生长发育乃至茎的增粗都是在原生分生组织的生长发育基础上发育而来的,因此,本文以单子叶植物 6 个不同茎径的甘蔗品种的茎尖为材料,对甘蔗营养生长期茎尖原生分生组织进行区域性研究,根据细胞和细胞核形态特征、细胞分裂方向、胞间连丝的数目、细胞染色深浅、液泡化程度、细胞质浓度等特征来探明甘蔗茎尖原生分生组织的分区情况,了解甘蔗茎尖原生分生组织各区的活动和分化规律,以便为以后探明甘蔗增粗机理打下基础,同时也为丰富植物解剖学理论提供基础资料。

1 材料和方法

1.1 实验材料

粤糖 86/368、粤糖 91/976、桂糖 11 号、新台糖 16 号、CP80/1827、农林 8 号 6 个不同茎径甘蔗品种,在广西甘蔗研究所实验地种植,采用随机区组设计,3 次重复,5 行区,行宽 1.3 m,行长 6 m,小区面积 7.8 m²,每行 80 芽,每小区种 400 芽。田间管理

与一般生产田相同。

1.2 研究方法

1.2.1 取样方法 从 6 月 9 日起每隔 20 d 定时取样,即 6 月 9 日,6 月 30 日,7 月 21 日,8 月 11 日取样。取样时选出与所标记长势、叶龄一致的植株,每个品种每个时期各固定 6 个茎尖。采集和固定都在 10:00 时左右进行。

1.2.2 显微结构研究方法 显微切片材料用 FAA 溶液固定。常规石蜡制片法制片,厚 8~10 μm,铁矾苏木精法染色(李正理,1996),中性树胶封片,用德国 LaicaDMLB 显微镜对 150 个甘蔗茎尖 100 多张纵切面连续切片进行详细的观察研究和拍照。

1.2.3 超微结构研究方法 在立体显微镜下剥取出甘蔗茎尖原生分生组织,立即投入 2.5%戊二醛及 4%甲醛混合固定液固定 1~2 h 后用 2%锇酸作后固定,0~4 °C 下固定过夜。按常规梯度酒精脱水、环氧树脂包埋、超薄切片、电镜观察拍照。

2 结果

2.1 甘蔗茎尖原生分生组织的形态结构

甘蔗茎尖原生分生组织呈半卵型结构,由一团原生分生组织构成。在茎尖顶端以下的四周有叶原基(图版 I:1-4)。

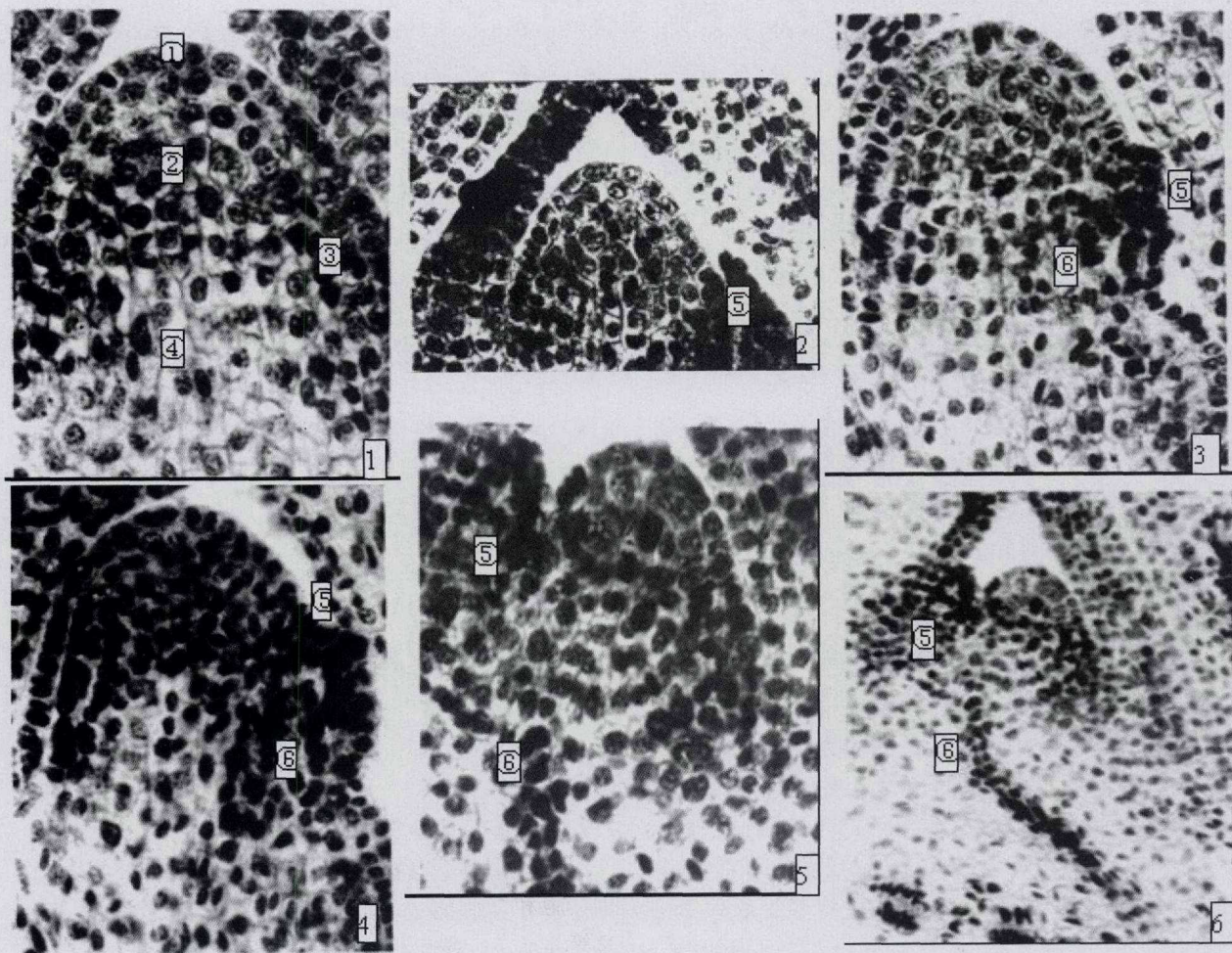
2.2 甘蔗茎尖原生分生组织的分区情况

根据甘蔗茎尖原生分生组织的细胞分裂方向、细胞和细胞核形态大小、液泡化程度和染色的深浅等特征,可划分为明显的 4 个区域(图版 I:1)。

第一个区域:位于甘蔗茎尖原生分生组织表面的第一层细胞(图版 I:1)。本实验观察统计 6 个甘蔗品种 4 个生长发育时期,100 多张甘蔗茎尖原生分生组织正中(或近正中)纵切面,结果如表 1:表面的第一层细胞主要进行垂周分裂,在 100 多个茎尖原生分生组织切片中仅有 2 个第一层细胞出现平周分裂;大多数的第二层细胞的细胞分裂方向都是平周与垂周同时并存。第一层细胞之间胞间连丝很丰富(图版 II:1),而第一层细胞和第二层细胞之间胞间连丝却很少(图版 II:2)。第一层正中央轴位置的细胞形状近球形,细胞核大,染色较浅,位于中央轴下面的细胞细胞核较小,染色较深(图版 I:1;图版 II:3)。这与前人根据双子叶植物茎尖原生分生组织提出的原套—原体学说中原套原始细胞区一致,属原套原始细胞区。

第二个区域:位于第一层细胞中央轴的正下方,有一群体积较大近等径的细胞组成;染色较第一层中央轴细胞深;在茎尖原生分生组织正中(或近正

中)纵切面,此细胞区呈一个球体,这个区的细胞数在 20~35 个之间;这个区的细胞有平周、垂周和切向等各个方向的分裂。原体原始细胞区则出现较多



图版 I 甘蔗茎尖石蜡切片纵切面显微结构 1. 甘蔗茎尖原生分生组织,示各区位置和细胞结构,400; 2-6. 叶原基从周缘分生区发生的过程,400; 3-6. 原形成层从周缘分生区的发生过程,400。①:原套原始细胞区;②:原体原始细胞区;③:周缘分生区;④髓分生区;⑤叶原基;⑥原形成层。

Plate I Vertical microstructure of sugarcane stem tip 1. Sugarcane stem tip protomeristem, showing the position and cell structure of each zone, 400; 2-6. Phyllopodium generates from peripheral meristem zone, 400; 3-6. Protocambium generates from peripheral meristem zone, 400; ①: tunica-primary cell zone; ②: corpus-primary cell zone; ③: peripheral meristem zone; ④: pith zone; ⑤: phyllopodium; ⑥: protocambium.

的平周分裂,这些较多的平周分裂出现在原体的第一层细胞中,原体下面几层细胞开始液泡化,体积开始扩大(图版 I :1;图版 II :3)。以上区域特征与前人根据双子叶植物茎尖原生分生组织提出的原套-原体学说中原体原始细胞区一致,属于原体原始细胞区。

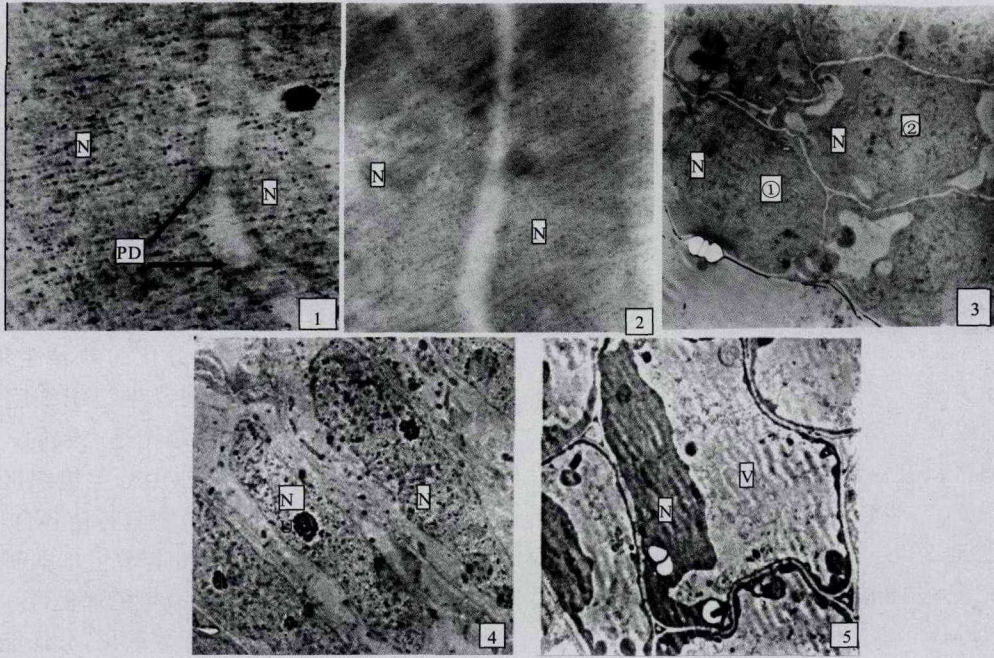
第三个区域:位于生长锥的下方周围,有 2~4 或 5 层细胞和细胞核较小,细胞和细胞核呈细长型,细胞着色较深,液泡化程度也较小。有浓密的细胞质和活跃的有丝分裂(图版 I :1;图版 II :4)。离原

套较近的周缘区第二、三层细胞首先发生特别强烈的平周分裂活动,接着这种平周分裂在深度上扩展到第四、五层细胞,在密度上扩展到 3~4 个细胞,同时也发生斜向分裂、切向、垂周等多方向的细胞分裂引起体积上的增长,形成小突起(图版 I :2-6)。发生小突起的原生分生组织的内下方,有一些染色较深,核稍长的细胞进行平周分裂,纵向排列,细胞长梭形,直径较邻近细胞小,密集成束,这些细胞分裂频率很高(图版 I :2-6)。这与前人根据双子叶植物茎尖原生分生组织提出的原套-原体学说中周缘分

生区一致,属周缘分生区。

第四个区域:位于生长锥的下方中央,细胞分裂常为有规则地横向进行,其衍生细胞不久即形成纵

向的排列,细胞较大,细胞核较小,细胞呈长方形,染色较浅,液泡化程度较高,靠近茎尖原生分生组织的细胞较幼小,接近初生分生组织的细胞逐渐长大,液



图版 II 甘蔗茎尖原生分生组织各区域细胞电镜超微结构 1. 甘蔗茎尖原生分生组织第一层细胞之间有许多清晰可见的胞间连丝穿越细胞壁(箭头),40,000; 2. 甘蔗茎尖原生分生组织第一层细胞与第二层原始细胞之间,很少见到有胞间连丝穿越细胞壁,30,000; 3. 原套原始细胞区和原体原始细胞区细胞形态,3000; ①示原套原始细胞; ②示原体原始细胞; 4. 周缘分生区细胞形态,3000; 5. 髓分生区细胞形态和细胞纵向排列,3000; N:细胞核; Nu:核仁; PD:胞间连丝; V:液泡。

Plate II Each zone ultrastructure of sugarcane stem tip 1. Many plasmodesmata crossing between the first cells wall in sugarcane stem tip protomeristem, 40 000; 2. Few plasmodesmata crossing between the first cells wall and the second cells wall in sugarcane stem tip protomeristem, 30 000; 3. Structures of tunica-primary cell zone and corpus-primary cell zone; ①cell structure of unica-primary cell zone; ②cell structure of corpus-primary cell zone; 4. the cell structure of peripheral meristem zone; 5. the cell structure of pith zone and cell end-to-end arrangement, 3000; N; nuclear; Nu; nucleolus; PD; plasmodesmus; V; vacuole.

表 1 甘蔗茎尖原生分生组织第一、二层不同分裂方向的细胞数 (单位:个)

Table 1 Numbers of cells with different division direction in sugarcane promeristem

甘蔗品种 Sugarcane cultivars	6月9日			6月30日			7月21日			8月11日														
	第一层		第二层	第一层		第二层	第一层		第二层	第一层		第二层												
	总	垂	平	总	垂	平	总	垂	平	总	垂	平												
粤糖 86/368	101	101	0	84	74	8	86	86	0	60	45	15	92	92	0	74	70	4	62	60	2	52	45	7
粤糖 91/976	89	89	0	79	76	3	84	84	0	68	49	13	94	94	0	73	69	4	90	90	0	84	80	4
桂糖 11 号	91	90	1	70	56	14	113	114	0	81	68	13	86	86	0	68	56	14	80	80	0	65	56	11
CP80/1827	92	92	0	79	75	4	93	93	0	85	69	16	95	95	0	80	75	5	98	98	0	83	80	3
农林 8 号	108	108	0	80	66	14	128	127	0	67	57	11	76	76	0	60	55	5	154	154	0	114	101	13
新台 16 号	86	86	0	59	51	8	91	91	0	70	60	10	91	91	0	79	73	6	103	103	0	85	81	4

注:总:细胞总数;垂:垂周分裂细胞数;平:平周分裂细胞数。

Note: total; total cells; vertical; anticlinal division cells; parallel; periclinal division cells.

泡化程度同时也逐步加深,最后达到成熟状态(图版 I :1;图版 II :5)。这与前人根据双子叶植物茎尖原生分生组织提出的原套—原体学说中髓分生区一致,属髓分生区(也称肋状分生区)。

3 结论与讨论

通过对 6 个甘蔗品种 4 个不同营养生长时期的

茎尖原生分生组织显微和超微结构研究发现,甘蔗茎尖原生分生组织呈半卵型结构,其区域化符合原套—原体学说(K伊稍,1982;Cecich等,1972;Fosket & Miksche,1966;施良等,1988),可以分为原套原始细胞区、原体原始细胞区、周缘分生细胞区、髓分生区(也称肋状分生区),之前未曾有过这样的研究报导。以上表明甘蔗与双子叶植物一样,原生分生组织不同区域细胞形态、分裂活动及细胞分化是有差异的,研究结果为今后研究甘蔗茎尖细胞活动和分化以及甘蔗的生长发育规律打下了细胞学基础。

原套原始细胞区大都以垂周分裂为主,平周分裂极少发现,这对原生分生组织扩大表面积起到很大作用(Cecich等,1972;Fosket & Miksche,1966;施良等,1988;K伊稍,1982)。甘蔗原生分生组织的第二层细胞开始出现平周分裂,表明甘蔗原生分生组织的原套细胞区只有一层。这与发现的单子叶植物大多只有一层原套,少数有两层是一致的(Cecich等,1972;马瑞君等,2001)。胞间连丝是细胞之间物质运输和信息交流的通道(Mezitt & Lucas,1996;Ghoshroy等,1997;Ding,1998),甘蔗原生分生组织原套细胞之间胞间连丝很丰富,而原套细胞和原体细胞之间胞间连丝却很少,说明原套细胞之间物质和信息交流很密切,而原套细胞和原体细胞之间物质和信息交流较少,这为原套细胞区细胞只进行垂周分裂提供了物质和能量基础。

原体原始细胞区,细胞染色较深,细胞分裂方向有平周、垂周和切向等各个方向的分裂,起到增大原生分生组织体积的作用,原体原始细胞区从第一层细胞起出现较多的平周分裂,原体下面几层细胞开始液泡化,体积开始扩大,是髓分生组织区的前体(Cecich等,1972;Fosket & Miksche,1966;施良等,1988;K伊稍,1982;李金亭等,2008)。在营养生长过程中,原套和原体的细胞分裂相互配合,使甘蔗茎尖原生分生组织始终保持原套、原体的结构。

周缘分生区细胞有浓密的细胞质和活跃的有丝分裂。离原套较近的周缘分生区第二、三层细胞首先发生特别强烈的活动,发生一些平周分裂,接着这种平周分裂在深度上扩展到第四、五层细胞,在密度上扩展到3~4个细胞,同时也发生斜向分裂、切向、垂周等多方向的细胞分裂以及体积上的增长,结果使苗端侧面形成棱角,这样就形成了叶原基(Cecich等,1972;Fosket & Miksche,1966;蔡霞等,1997;谭玲玲等,2008)。周缘分生区较内层细胞强烈的活

动,引起了染色质的加深,细胞核拉长,原形成层的起始细胞的第一次分裂是平周分裂,产生两个原形成层细胞,然后这2个细胞再分别进行斜向分裂产生由4个细胞组成的原形成层,随着原形成层细胞数量增多,细胞纵向排列形成了原形成层束(Cecich等,1972;Fosket & Miksche,1966;施良等,1988;K伊稍,1982;谭玲玲等,2008)。

髓分生组织区起源于原体原始细胞区下面的细胞,细胞液泡化程度比周缘分生区的细胞更为明显,细胞以横向分裂为主,衍生细胞纵向排列,以适应茎的伸长,髓分生组织主要是产生髓部和使苗端伸长(胡玉熹,1983;K伊稍,1982)。

以上各区细胞分裂和分化的差异性和Laux & Jurgens(1997)提出的顶端分生组织细胞的分裂和分化受其所在位置影响的结论是一致的。

综上所述,甘蔗茎尖原生分生组织区域化符合原套—原体学说,不同区域细胞行使各自功能,导致叶原基产生,形成层出现和茎增粗。本研究结果为研究单子叶植物甘蔗茎的增粗机理提供一定理论依据,但各区细胞差异性能否数量化,分区能否更加精细准确以及造成甘蔗茎尖原生分生组织原套—原体区域化的生理生化及分子生物学基础,有待进一步研究。

参考文献:

- 李正理,张新英. 1983. 植物解剖学[M]. 北京:高等教育出版社:30-45
- 李正理. 1987. 植物制片技术[M]. 第二版. 北京:科学技术出版社:50-56
- K伊稍著,李正理(译). 1982. 种子植物解剖学[M]. 上海:上海科学技术出版社:191-197
- 胡玉熹. 1983. 苗端分区漫谈[J]. 植物杂志,2:3-5
- Cai X(蔡霞), Wu H(吴鸿), Hu ZH(胡正海). 1997. Developmental anatomy on the stem of *Sinomenium acutum* var. *cinereum*(毛青藤茎的发育解剖学研究)[J]. *Acta Bot Boreali-Occident Sin* (西北植物学报),17(5):69-74. 西北植物学报,17(5):69-74
- Cecich RA, Lersten NR, Miksche JP. 1972. Cytophotometric study of nucleic acids and proteins in the shoot apex of white spruce [J]. *Amer J Bot*,59:442-449
- Ding B. 1998. Intercellular protein trafficking through plasmodesmata[J]. *Plant Mol Biol*,38:279-310
- Fosket DE, Miksche JP. 1966. A histochemical study of the seedling shoot apical meristem of till *Pinus lamberliana*[J]. *Amer J Bot*,53:694-702
- Ghoshroy S, Lartley R, Sheng J. 1997. Citovsky V. Transport of proteins and nucleic acids through plasmodesmata[J]. *Annu Rev Plant Physiol Plant Mol Biol*,48:27-50
- (下转第 898 页 Continue on page 898)

发性物质的分析鉴定及比较。结果表明,这6种桉树按其鲜叶中主要成分含量的差异大致可分为三种“化学型”。其一种为以“桉叶油素”为主要化学成分的窿缘桉叶、尾巨桉叶、粗皮桉叶、尾叶桉叶为一类桉树种类;另一种为以“ α -蒎烯”为主要化学成分的大叶桉叶桉树种类;第三种为以“(L)-香茅醛”为主要化学成分的柠檬桉叶桉树种类。文献中桉树不一致的化感作用其可能与各个品种中的挥发性主要成分有关,尤其是 α -蒎烯和桉叶油素。今后我们将进一步对桉树的三个“化学型”种类的化感作用机理进行研究,尤其对其中的主要成分,如 α -蒎烯、 β -蒎烯、桉叶油素和4-松油烯醇等进行化感效应研究。同时还加强桉树共有化感成分的作用机理和不同化感物质之间的交互作用研究,桉树化感物质与微生物的交互作用及植物与微生物对化感物质的敏感性差异及原因等研究。我们将更进一步对桉树人工林的化感物质在周围环境的分布、迁移、转化规律进行定量研究。相信经过几年多学科之间的协同攻关,在桉树代谢产物生态环境效应研究方面会有较大的突破。

参考文献:

- 田玉红,刘雄民,周永红,等. 2006a. 大叶桉叶挥发性成分的提取及分析[J]. 中国药学杂志,41(18):1 436-1 437
- 田玉红,刘雄民,周永红,等. 2006b. 不同蒸馏时段的粗皮桉叶精油的化学成分[J]. 中国中药杂志,31(19):1 641-1 643
- 赵绍文,王凌晖,蒋欢军,等. 2000. 巨尾桉枝叶水浸提液对几种作物种子萌发的影响[J]. 广西科学院学报,16(1):14-17
- 张克建. 1997. 中国桉叶油的开发与利用[J]. 林产化工通讯,(2):27-30
- Huang Y(黄瑶), Tian YH(田玉红), Liu XM(刘雄民). 2010. Study on the composition and its antimicrobial effects of essential oils from leaves of *Eucalyptus urophylla*(尾叶桉叶精油的成分分析及抑菌效果初探)[J]. *Northern Hort*(北方园艺), (6):26-28
- Huang ZL(黄卓烈), Lin SX(林韶湘), Tan SM(谭绍满), et al. 1997. Effects of leaf extracts of *Eucalyptus* and other plant species on the rooting of cuttings and seed germination of several plant species(尾叶桉等植物叶提取液对几种植物插条生根和种子萌发的影响)[J]. *Fore Res*(林业科学研究),10(5):546-550
- Liu XX(刘小香), Chen QB(陈秋波), Xie LL(谢龙莲), et al. 2004. A review of allelopathic researches on *Eucalyptus*(桉树化感作用研究进展)[J]. *Chin J Trop Agric*(热带农业科学), 24(2):54-61
- Liao JL(廖建良), Song GH(宋冠华), Zeng LD(曾令达). 2000. Effect of extract from *Eucalyptus urophylla* leaves on the growth of wheat seedlings(巨尾桉叶片水提液对小麦幼苗生长的影响)[J]. *J Huizhou Univ; Nat Sci Edi*(惠州大学学报·自然科学版),20(4):50-52
- Tian YH(田玉红), Liu XM(刘雄民), Zhou YH(周永红). 2005. Extraction and determination of volatile constituents leaves of *Eucalyptus citriodora*(柠檬桉叶挥发性成分的提取及成分分析)[J]. *Chin J Chrom*(色谱),23(6):651-654
- Yan AJ(严敖金), Tan QA(谭青安). 1998. Repellency effects of essential oil derived from *Eucalyptus* leaf against three species of sawyers(桉叶精油对三种天牛的忌避效果)[J]. *J Nanjing Fore Univ*(南京林业大学学报),22(1):87-90
- Zeng RS(曾任森), Li PW(李蓬为). 1997. Allelopathic effects of *Eucalyptus exserta* and *E. urophylla*(窿缘桉和尾叶桉的化感作用研究)[J]. *J South China Agric Univ*(华南农业大学学报), 18(1):6-10
- Laux T, Jurgens G. 1997. Embryogenesis; a new start in life[J]. *Plant Cell*, 9:989-1 000
- Li JT(李金亭), Hu ZH(胡正海), Gao P(高鹏). 2008. Developmental anatomy of the stem in *Achyranthes bidentata*(牛膝茎的发育解剖学研究)[J]. *Guihaia*(广西植物),28(2):173-178
- Ma RJ(马瑞君), Sun K(孙坤), Hang AI(黄爱仑), et al. 2001. Anatomical structure of shoot apex on *Angelica sinensis*(当归营养苗端的解剖学观察)[J]. *J Northwest Normal Univ; Nat Sci Edi*(西北师范大学学报·自然科学版),37(2):67-69
- Mezitt LA, Lucas W. 1996. Plasmodesmal cell-to-cell transport of proteins and nucleic acids[J]. *Plant Mol Biol*,32:251-273
- Shi L(施良), Wang FX(王伏雄), Hu YX(胡玉喜). 1988. Structural and histochemical studies of vegetative apex in *Torreya grandis*(香榧营养苗端的结构及淀粉动态的研究)[J]. *Acta Bot Sin*(植物学报),30(4):341-346
- Tan LL(谭玲玲), Liao HM(廖海民), Cai X(蔡霞), et al. 2008. Developmental anatomy on the stem and leaf of *Bupleurum chinense*(北柴胡茎、叶的发育解剖学研究)[J]. *J Northwest Univ; Nat Sci Edi*(西北大学学报·自然科学版),38(2):261-266

(上接第814页 Continue from page 814)