

一枝黄花属植物的花及花粉形态

陈 韦¹, 商晗武^{2,1*}, 高永生², 赵永旭¹, 姚 青¹, 何黎平³, 王荣洲⁴

(1. 浙江理工大学 生物工程研究所, 杭州 310018; 2. 中国计量学院 生命科学学院, 杭州 310018;

3. 浙江大学 分析测试中心, 杭州 310029; 4. 浙江省植物保护与检疫局, 杭州 310020)

摘要: 利用体视解剖镜和扫描电子显微镜, 对一枝黄花属植物一枝黄花、加拿大一枝黄花和黄莺的花及花粉形态进行观察, 比较其差异性。结果表明, 一枝黄花同其他两种植物花的形态结构差异明显, 而黄莺和加拿大一枝黄花均为头状花序只有数量和大小上的差别; 在花粉形态结构观察中, 三者萌发孔的形状类型有差别, 一枝黄花和加拿大一枝黄花均为下凹沟底, 呈宽而浅的木楔形, 而黄莺为下凹沟底深切的裂缝沟。3种一枝黄花属植物花及花粉形态存在显著的解剖学种间差异性, 可通过花的解剖结构的观察和比较对3种一枝黄花属植物进行区分。

关键词: 一枝黄花属; 花; 花粉; 形态; 扫描电镜

中图分类号: Q944 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-3142(2010)01-0055-05

The flower and pollen morphology of *Solidago*

CHEN Wei¹, SHANG Han-Wu^{2,1*}, GAO Yong-Sheng²,
ZHAO Yong-Xu¹, YAO Qing¹, HE Li-Ping³, WANG Rong-Zhou⁴

(1. Institute of Bioengineering, Zhejiang Sci-Tech University, Hangzhou 310018, China; 2. College of Life Sciences, China Jiliang University, Hangzhou 310018, China; 3. Center of Analysis and Test, Zhejiang University, Hangzhou 310029, China; 4. Zhejiang Provincial Plant Protection and Quarantine Bureau, Hangzhou 310020, China)

Abstract: Flower and pollen morphology of *Solidago* were examined by dissecting microscope and scanning electron microscope. The results indicated that *Solidago decurrens* presented significant difference comparing with other plants from *Solidago*. However, there was only difference of magnitude and number in flower morphology between *S. canadensis* and *Solidago* spp. Germinal aperture of *S. canadensis* and *S. decurrens* presented broad and retuse cuniform. And that of *Solidago* spp. presented interstitial and retuse groove. There were interspecific anatomical differences in flower and pollen morphology among the three species from *Solidago*, which could be distinguished by its anatomical structure of flower and pollen.

Key words: *Solidago*; flower; pollen; morphology; scanning electron microscope

一枝黄花(*Solidago decurrens*)、加拿大一枝黄花(*S. canadensis*)、黄莺(*Solidago* spp.)均为菊科(Compositae)一枝黄花属(*Solidago*)植物。一枝黄花全草入药,具有抗炎、疏风解毒、退热行血、消肿止痛及提高免疫力之功效(黄飞翔等,2002)。加拿大一枝黄花具有极强的环境适应能力,常形成单优势

种群落,影响农业生产以及田地植被的自然恢复,被列入中国重要外来有害植物名录(黄华等,2005)。但在其原产地,加拿大一枝黄花作为药用植物已经有数百年的历史,对慢性肾炎、膀胱炎、尿结石、风湿、糖尿病等具有很好的功效(Gross等,2002; Yarnell,2002)。加拿大一枝黄花与我国传统的药

收稿日期: 2008-08-21 修回日期: 2009-02-20

基金项目: 浙江省重大科技专项(2005C12008-01)[Supported by Special Fund for Major Scientific Research of Zhejiang Province(2005C12008-01)]

作者简介: 陈韦(1980-),男,江苏宜兴人,硕士,主要从事外来有害植物入侵与控制技术研究。

* 通讯作者(Author for correspondence, E-mail: hwshang@cjlu.edu.cn)

用植物一枝黄花为同科同属植物,其药用功效也非常相似,因此有必要对两者的分类学关系进行鉴定。黄莺为园艺栽培种,被认为是“加拿大一枝黄花”或者“一枝黄花”的变种,目前有关其来源、形态学、生物学特性和危害性的文献报道极少。本研究旨在为解决黄莺与加拿大一枝黄花是否“同物异名”以及为加拿大一枝黄花可能的药用价值提供分类学依据,同时为一枝黄花属植物的分类鉴定提供理论依据和实践方法。

1 材料和方法

1.1 植物材料

一枝黄花、加拿大一枝黄花、黄莺的花苞分别采于三者的盛花期。一枝黄花,于2005年10月采自浙江桐庐城关;加拿大一枝黄花,于2005年10月采于浙江省杭州市下沙;黄莺,部分于2005年10月采自金华市,部分于同期在市场采购,取花用FAA固定液固定,保存。

1.2 实验方法

1.2.1 花部形态及变异 花部的形态取3种植物的盛花期花苞各50朵,通过体视解剖镜及LAICA软

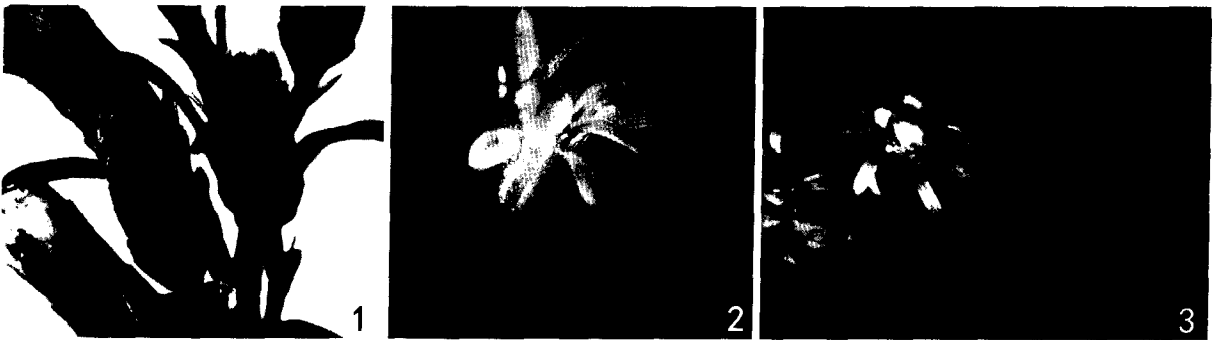
件对3种植物花苞的各组成部分进行解剖、观察及数据统计。

1.2.2 扫描电镜观察花粉表面 扫描电镜观察选择成熟的新鲜花药,用FAA溶液固定,再储存在70%酒精中,保存于4℃冰箱中。进行四氧化锇固定、脱水、临界点干燥、粘样、镀金膜,然后在扫描电镜(荷兰Philips公司的XL30ESEM型)下观察花粉的外部形态特征,并对花粉进行测量、拍照,比较三者花粉的外部形态差异。每种花粉测量20粒,取最小、最大和平均值表示变化幅度。

2 实验结果

2.1 花部形态及变异

3种一枝黄花属植物的头状花序均较小,花序长3.8~6.6 mm,直径1.3~3.3 mm;头状花序单面着生开展成圆锥花序;总苞长圆形或披针形,总苞片均为四层,外层较内层短,成覆瓦状排列;边花一层,舌状,雄性,黄色;盘花管状,顶端五裂,两性,被边花包在花中央;花丝无毛。花药基部钝或无尾;柱头2裂,顶端附属物箭状披针形;子房均为下位,1室(图版I)。



图版 I 3种一枝黄花属植物花序外观 1.一枝黄花; 2.黄莺; 3.加拿大一枝黄花。

Plate I Inflorescence morphological characteristics of 3 species of *Solidago* 1. *S. decurrens*; 2. *Solidago* spp.; 3. *S. canadensis*.

3种一枝黄花属植物主要区别为加拿大一枝黄花头状花序最多,每株平均1.5万朵,最多时近5万朵,其次为黄莺,平均1016朵,均显著多于一枝黄花的145朵;花序大小以本地种一枝黄花最大,直径约3 mm,长度约6 mm,加拿大一枝黄花头状花序略小于一枝黄花,黄莺最小。同一花苞内,一枝黄花管状花多于舌状花,而其他两种相反(表1)。此外,一枝黄花在柱头长度与雌蕊长度的比值上,明显不同于加拿大一枝黄花和黄莺:一枝黄花柱头长度约

占雌蕊长度的2/5,而加拿大一枝黄花和黄莺的柱头长度约占雌蕊长度的1/5。

2.2 扫描电镜观察结果

专业术语参照王开发等(1983)和张玉龙等(1976)描述。图版II显示,3种植物花粉的形态具有很大的相似性,可归纳为:花粉粒长球形(Subspheroidal)(P/E值在1.36~1.40之间),均为三沟孢粉,表面有大小长短不等的刺状文饰(spinate);赤道面观为椭圆形,极面观为三裂圆形;花粉大小数据

详见表 2。3 种一枝黄花属植物的花粉在形状大小、外壁文饰等重要特征上大体一致,但在花粉萌发孔类型上种间有差异(图版 II),具体表现为:从花粉外壁刺的长度来看,一枝黄花要长于加拿大一枝黄花和黄莺;萌发孔类型均为具沟的萌发器官,但是根据沟在轮廓上分布,3 种植物存在差别,一枝黄花和加

拿大一枝黄花为下凹沟底呈宽而浅的楔形,而黄莺为下凹沟底深切的裂缝沟,裂口处刺的排列方式来看,由于萌发孔细窄,一枝黄花和加拿大一枝黄花只能观察到一层刺,萌发孔两侧刺交错排列;而黄莺花粉的萌发孔宽大,刺可观察分两层,外层是平行排列,内层是交错排列(图版 II:2,6,10)。

表 1 3 种一枝黄花属植物花内部形态特征比较
Table 1 Main flower morphological characters of 3 species of *Solidago*

种类 Species	一枝黄花 <i>S. decurrens</i>	加拿大一枝黄花 <i>S. canadensis</i>	黄莺 <i>Solidago</i> spp.
花序数目(朵) Flower number	144.8±21.0 c (82.0-269.0)	14921.1±5915.7 a (5298.0-49920.0)	1015.9±97.2 b (725.0-1400.0)
花序长度(mm) Flower length	5.86±0.05 a(4.7-6.3)	5.16±0.09 b(4.2-6.6)	4.62±0.08 c(3.8-5.0)
花序直径 Flower diameter	3.02±0.04 a(2.5-3.3)	2.01±0.12 b(1.7-2.7)	1.70±0.03c(1.3-2.15)
颜色 color	淡黄色	淡黄色	淡黄色
舌状花数(枚) Ray floret number	5.45±0.14 c(3-9)	10.50±0.19 a(8-13)	10.70±0.14 a(7-14)
舌状花长(mm) Ray floret length	2.98±0.11 c(2.4-3.9)	3.40±0.05 a(3.05-4.1)	3.01±0.04 b(2.3-3.4)
舌状花宽(mm) Ray floret width	1.06±0.03 a(0.8-1.2)	0.31±0.01 c(0.23-0.45)	0.59±0.01 b(0.40-0.75)
管状花数(枚) Dvic floret number	10.56±0.22 a(8-16)	3.57±0.09 c(2-5)	6.00±0.11 b(4-9)
总花数(枚) Total flower number	16.01±0.27 a(11-22)	14.07±0.22 b(10-18)	16.70±0.19 a(12-22)
雌蕊长(mm) Gynoecium length	2.73±0.07 b(2-3.9)	3.15±0.11 a(2.3-4.05)	2.33±0.09 c(1.7-3.15)
柱头长 Stigma length	1.08±0.03 a(0.8-1.2)	0.64±0.02 b(0.5-0.8)	0.53±0.02 c(0.3-0.7)
柱头长/雌蕊长 Stigma length/ Gynoecium length	0.396 a	0.203 b	0.226 b
总苞片层数 Involucral bract layer	4 ns	4 ns	4 ns
雌蕊柱头分裂数 Stigma cleavage	2 ns	2 ns	2 ns

注:表中数据为 $X \pm Se$ (幅度:最小值-最大值),同行字母相同的未达到显著差异;ns,差异不显著。

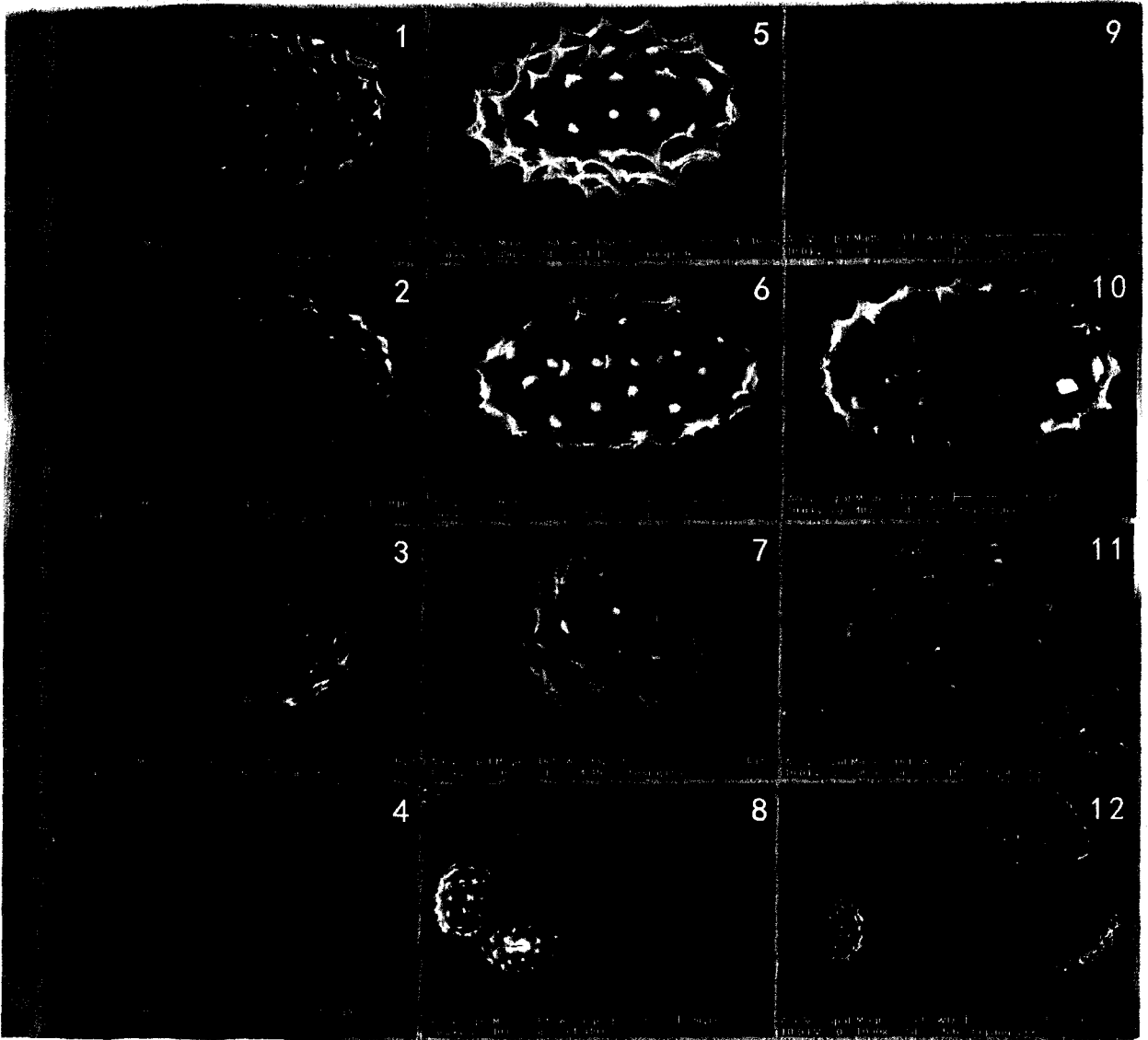
表 2 一枝黄花属 3 种植物花粉形态特征
Table 2 Main pollen morphological characters of 3 species of *Solidago*

种类 Species	花粉形状 Pollen morph	颜色 Color	花粉性状 Pollen characteristics		花粉大小 Pollen size		萌发孔类型及特征 Aperture characteristic	萌发孔处刺 的排列方式 Thorns distributing manner around aperture
			赤道观 Equatorial view	极面观 Polar view	P×E (μm)	P/E		
一枝黄花 <i>Solidago decurrens</i>	长球形	淡黄色	椭圆形	三裂圆形	(26.18-30.88)28.22× 20.73(17.70-22.50)	1.36	三沟,细窄,裂 缝状,达两极	交错
加拿大一枝黄花 <i>S. canadensis</i>	长球形	淡黄色	椭圆形	三裂圆形	(22.92-30.56)27.54× 19.19(16.13-24.43)	1.38	三沟,细窄,裂 缝状,达两极	交错,平行
黄莺 <i>Solidago</i> spp.	长球形	淡黄色	椭圆形	三裂圆形	(20.16-30.26)23.41× 16.78(13.38-25.02)	1.40	三沟,宽大,凹 陷状,达两极	内部交错,外 部平行

3 讨论

(1)本研究显示 3 种植物单株产花量差别很大。外观上,花序颜色、总苞片数、舌状花、管状花的形状和柱头分裂数上三者没有区别,主要区别为数量性状上的差异,花序、总苞片、舌状花和管状花大小上都存在差异;一枝黄花平均大小最大,加拿大一枝黄花次之,黄莺最小。由于同种植物本身存在个体发育上的差异,无法确定 3 种植物准确的分类地位。

然而从花内部结构上,可以区分一枝黄花和其他两种植物:一枝黄花管状花数目多于舌状花,而加拿大一枝黄花和黄莺管状花数目少于舌状花,在柱头占雌蕊长度的比值上一枝黄花同其他两者的差异也是显著的。本实验结果显示,一枝黄花与《中国植物志》上的描述有差别:一枝黄花的总苞片为 4 层,未发现其他层数,《江苏植物志》描述为 3 层,而《中国植物志》上描述为 6~8 层。此外在花序大小上与文献描述也存在差别,此差异是否由于地理位置的不同而造成的,还有待进一步研究。



图版 II 扫描电镜下的花粉形态 A, B. 赤道观; C. 极面观; D. 赤道观; 自左至右分别为一枝黄花、加拿大一枝黄花、黄莺。1-4. 一枝黄花 1, 2. 赤道观 $\times 3\ 000$; 3. 极面观 $\times 3\ 000$; 4. 赤道观 $\times 1\ 000$ 。5-8. 加拿大一枝黄花 5, 6. 赤道观 $\times 3\ 000$; 7. 极面观 $\times 3\ 000$; 8. 赤道观 $\times 1\ 188$ 。9-12. 黄莺 9, 10. 赤道观 $\times 3\ 000$; 11. 极面观 $\times 3\ 000$; 12. 赤道观 $\times 1\ 000$ 。

Plate II SEM photomicrographs of pollen grains A, B. Equatorial view; C. Polar view; D. Equatorial view; from left to right, *S. decurrens*, *S. canadensis* and *Solidago* spp. 1-4. *Solidago decurrens* 1, 2. Equatorial view $\times 3\ 000$; 3. Polar view $\times 3\ 000$; 4. Equatorial view $\times 1\ 000$. 5-8. *Solidago canadensis* 5, 6. Equatorial view $\times 3\ 000$; 7. Polar view $\times 3\ 000$; 8. Equatorial view $\times 1\ 188$. 9-12. *Solidago* spp. 9, 10. Equatorial view $\times 3\ 000$; 11. Polar view $\times 3\ 000$; 12. Equatorial view $\times 1\ 000$.

(2)对3种一枝黄花属植物花粉进行扫描电镜的观察和测量结果显示:三种一枝黄花属植物的花粉形态总体特征为长球形、三沟、刺状纹饰;三种植物花粉粒的大小变异幅度为 $(20.16\sim 30.88)\ \mu\text{m}\times(13.382\sim 25.02)\ \mu\text{m}$,属于小型—中型花粉;赤道面观为长球型,极面观为扁圆形或椭圆形, $P/E=1.36\sim 1.40$;萌发孔属于三沟类型,沟长达两极,沟缘有刺排列。一枝黄花和加拿大一枝黄花的花粉较大,分别为 $28.22\ \mu\text{m}\times 20.73\ \mu\text{m}$ 和 $27.54\ \mu\text{m}\times 19.19\ \mu\text{m}$;黄莺较小,为 $23.41\ \mu\text{m}\times 16.78\ \mu\text{m}$ 。加拿大一枝黄花和一枝黄花萌发孔为裂缝状,而黄莺

萌发孔较宽大,为凹陷状。按照 Edmond(1978)建立的 NPC 孢粉形态分类系统,3种植物的萌发孔类型为具沟的萌发器官。三种植物的萌发孔类型为具沟的萌发器官。宋之琛(1965)将沟在轮廓线上分为四种类型:即下凹沟底呈宽而浅的楔形、下凹沟底呈半圆形的沟、下凹沟底呈梯形的沟及下凹沟底深切的裂缝沟。一枝黄花和加拿大一枝黄花为下凹沟底呈宽而浅的楔形,而黄莺为下凹沟底深切的裂缝沟,而据此特征区别黄莺与其他两种植物。

(3)在我国 148 种菊科植物外来种中有栽培种 97 种、归化种 22 种、入侵种 29 种(朱世新等,

2005)。目前对栽培种黄莺是否就是入侵种加拿大一枝黄花尚存争议,尽管两者在 ITS 序列上的同源性极高(印丽萍等,2006),但酶谱分析认为两者的亲缘关系较远(沈荔花等,2007),我们也发现两者的花部形态和结构具明显差异,是否同种植物还有待于进一步研究证实。鉴于未见黄莺形态学方面的相关文献,特对黄莺花及花粉形态描述如下:头状花序较小,长 3~5 mm,直径 1~3 mm,多数在茎上部排列成紧密或疏松的长 15~30 cm 的圆锥花序;总苞片 4 层,外层苞片成长圆形或披针形,外层苞片短内层长,成覆瓦状排列;边花一层为舌状花,雄性、黄色,盘花管状,顶端五裂,两性,被边花包在花中央,舌状花数目多于管状花;花丝无毛。花药基部钝或无尾;柱头 2 裂,顶端附属物箭状披针形;子房均为下位,1 室。

参考文献:

- 王开发,王宪曾. 1983. 孢粉学概论[M]. 北京:北京大学出版社
- 宋之琛. 1965. 孢子花粉分析[M]. 北京:科学出版社
- 张玉龙,席以珍,张金谈,等. 1976. 中国蕨类植物孢子形态[M]. 北京:科学出版社
- Edmond G. (中国科学院植物研究所古植物研究室孢粉组译). 1978. 孢粉学手册[M]. 北京:科学出版社
- Gross SC, Goodarzi G, Watabe M, et al. 2002. Antineoplastic activity of *Solidago virgaurea* on prostatic tumor cells in an SCID mouse model[J]. *Nutrition and Cancer*, **43**(1):76-81
- Huang FX(黄飞翔), Ye Y(叶盈), Zhou YW(周一薇), et al. 2002. Prevention stomatocystosis of heart failure with *Solidago decurrens*(一枝黄花预防心衰患者的口腔霉菌感染)[J]. *Modern J Integrated Trad Chin Western Med*(现代中西医结合杂志), **11**(12):1 139
- Huang H(黄华), Guo SL(郭水良). 2005. Study on reproductive biology of the invasive plant *Solidago canadensis*(外来入侵植物加拿大一枝黄花繁殖生物学研究)[J]. *Acta Ecol Sin*(生态学报), **25**(11):2 795-2 807
- Shen LH(沈荔花), Guo QX(郭琼霞), Huang KH(黄可辉), et al. 2007. A study on genetic relationship between *Solidago canadensis* and cultivar species *S. goldenwings* by esterase isozymes(应用酯酶同工酶研究加拿大一枝黄花和栽培品种黄莺的亲缘关系)[J]. *J Fujian Agric Fore Univ; Nat Sci Edi*(福建农林大学学报:自然科学版), **36**(1):91-95
- Yarnell E. 2002. Botanic medicines for the urinary tract[J]. *World J Urol*, **20**(5):285-293
- Yin LP(印丽萍), Chen Y(陈言), Wang W(王伟), et al. 2006. Phylogenetic relationship of *Solidago canadensis* and huangying based on ITS(加拿大一枝黄花与“黄莺”的 ITS 同源分析)[J]. *Plant Quarantine*(植物检疫), **20**(Suppl.):19-21
- Zhu SX(朱世新), Qin HN(覃海宁), Chen YL(陈艺林). 2005. Alien species of Compositae in China(中国菊科植物外来种概述)[J]. *Guihaia*(广西植物), **25**(1):69-76
- trienols of rice bran suppress cholesterogenesis in hereditary hypercholesterolemic swine[J]. *Nutr*, **131**:223-230
- Rippert P, Scimemi C, Dubald M, et al. 2004. Engineering plant shikimate pathway for production of tocotrienol and improving herbicide resistance[J]. *Plant Physiol*, **134**:92-100
- Sadre R, Gruber J, Frentzen M. 2006. Characterization of homogentisate prenyltransferases involved in plastoquinone-9 and tocochromanol biosynthesis[J]. *FEBS Lett*, **580**:5 357-5 362
- Sen CK, Khanna S, Roy S, et al. 2000. Molecular basis of vitamin E action: Tocotrienol potently inhibits glutamate-induced pp60 (c-Src)kinase activation and death of HT4 neuronal cells[J]. *Biol Chem*, **275**:13 049-13 055
- Shintani D, DellaPenna D. 1998. Elevating the vitamin E content of plants through metabolic engineering[J]. *Science*, **282**:2 098-2 100
- Shin TS, Godber JS. 1993. Improved high-performance liquid chromatography of vitamin E vitamers on normal-phase columns [J]. *J Amer Oil Chem Sci*, **70**:1 289-1 291
- Takahashi K, Loo G. 2004. Disruption of mitochondria during tocotrienol-induced apoptosis in MDA-MB-231 human breast cancer cells[J]. *Biochem Pharmacol*, **67**:315-324
- Traber MG, Sies H. 1996. Vitamin E and humans: Demand and Delivery[J]. *Annu Rev Nutr*, **16**:321-347
- Valentin HE, Qi Q. 2005. Biotechnological production and application of vitamin E: current state and prospects[J]. *Appl Microbiol Biotech*, **68**:436-444
- Van Eenennaam AL, Lincoln K, Durrett TP, et al. 2003. Engineering vitamin E content; from *Arabidopsis* mutant to soy oil [J]. *Plant Cell*, **15**:3 007-3 019
- Wada S, Satomi Y, Murakoshi M, et al. 2005. Tumor suppressive effects of tocotrienol *in vivo* and *in vitro* [J]. *Cancer Letters*, **229**:181-191
- Wang YF(王永飞), Ma SM(马三梅). 2006. Improving the vitamin E nutrition of plant by gene engineering (利用基因工程提高植物维生素 E 营养品质的策略)[J]. *Guihaia*(广西植物), **26**(1):76-79
- Xu YK(许又凯), Liu HM(刘宏茂), Dao XS(刀祥生), et al. 2004. The study on the nutritional contents of *Acacia pennata* and its evaluation as a wild vegetable(臭菜营养成分分析及作为特色蔬菜的评价)[J]. *Guihaia*(广西植物), **24**(1):12-16
- Yoshida Y, Hayakawa M, Habuchi Y, et al. 2007. Evaluation of lipophilic antioxidant efficacy *in vivo* by the biomarkers hydroxyoctadecadienoic acid and isoprostane[J]. *Lipids*, **42**:463-472

(上接第 126 页 Continue from page 126)