

“藏茵陈”的基原植物和药用亲缘学

马俊蓉¹, 李子信¹, 温红艳², 王庆忠^{1*}, 薛春迎³

(1. 云南大学 化学科学与工程学院, 昆明 610091; 2. 云南省丽江市生物资源开发创新办公室, 云南丽江 674100; 3. 中国科学院 昆明植物研究所 生物多样性与生物地理学重点实验室, 昆明 650204)

摘要: 详细比较藏药“藏茵陈”基原植物川西獐牙菜及其混淆品(代用品)抱茎獐牙菜、紫红獐牙菜、四数獐牙菜、红直獐牙菜、大籽獐牙菜、狭叶獐牙菜和椭圆叶花锚的外部形态特征及化学成分, 澄清了这一类群在分类上的混乱, 发现川西獐牙菜与紫红獐牙菜在习性, 花部特征, 种子形态和化学成分组成等方面相似性最高, 印证了核基因 ITS 序列的结果。同时分析“藏茵陈”混淆的原因是多种来源和形态相似性造成的, 讨论了“藏茵陈”鉴定的方法。通过对獐牙菜属系统关系的分析, 提出紫红獐牙菜作为川西獐牙菜替代品的理论依据。

关键词: “藏茵陈”; 獐牙菜属; 基原植物; 鉴定

中图分类号: Q946 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-3142(2009)04-0552-04

Identification of the original plant of Tibetan material medica “Zangyinchen”

MA Jun-Rong¹, LI Zi-Xin¹, WEN Hong-Yan²,
WANG Qing-Zhong^{1*}, XUE Chun-Ying³

(1. School of Chemical Science and Technology, Yunnan University, Kunming 610091, China; 2. Management Office of Utilization and Innovation of Biological Resources, Lijiang 674100, China; 3. Key Laboratory of Biodiversity and Biogeography, Kunming Institute of Botany, Chinese Academy of Sciences, Kunming 650204, China)

Abstract: Correct identification and nomination of the original plants are the first step in exploiting Tibetan herbal medicine. “Zangyingchen”, one of the most commonly used Tibetan Materia Medica, is derived from some Gentianaceae. *Swertia mussotii* is the original plant of “Zangyinchen”. *S. mussotii* and the other eight species that widely used as Tibetan herbal medicine “Zangyinchen” were morphologically and phytochemically compared and their difference was clarified. The reasons of confusion of “Zangyinchen” and identification methods of *S. mussotii* were discussed. In the phylogenetic frame of *Swertia*, *S. mussotii* and *S. punicea* are closely related, it may be a superior source of medicines with similar qualities to “Zangyinchen”.

Key words: Tibetan material medica “Zangyinchen”; *Swertia*; original plant; identification

藏药“藏茵陈”为龙胆科植物, 主要功能为清热消炎、利胆退黄, 是治疗肝胆疾病的首选药物, 特别对肝胆实热性疾病有较好疗效(杨永昌, 1991)。《中国医学百科全书·藏医分卷》(强巴赤列等, 1992)中记载以“藏茵陈”为主药命名的著名方剂共十余方,

例如三味藏茵陈汤、四味藏茵陈汤、六味藏茵陈膏、八味藏茵陈散、十五味藏茵陈酥油丸等。

藏药是伴随中华文明五千年的历史发展而孕育产生的历史瑰宝。翻开我国历代藏药本草和有关医药史, 成书于 1200 年前的《月王药诊》是现存最早的

收稿日期: 2008-01-26 修回日期: 2008-08-15

基金项目: 云南省应用基础研究项目(2006C0050); 云南大学骨干教师培训计划项目[Supported by the Natural Science Foundation of Yunnan (2006C0050); the Project of Teacher Training of Yunnan University(W33020000)]

作者简介: 马俊蓉(1975-), 女, 回族, 在读硕士, 研究方向为分析化学。

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

一部藏药史籍,记载了 780 种药物,包括植物类 440 种,多数药物沿用至今,其中就有獐牙菜、乌奴龙胆等。《四部医典》(李永年,1984)是对《月王药诊》的补充和修订,收载药物 1 002 种,其内容十分丰富,包括各种疾病的分类以及生理、病理、诊断治疗、药物配方等等。18 世纪以后,著名医学家帝玛尔·丹增彭措用了近 20 年的时间对青海东部和南部、西藏东部、四川西部进行了实地调查,广泛收集药物标本,并对历代藏族医药学的经典著作进行了本草考证,编著了藏药名著《晶珠本草》(毛继祖,1986),收载藏区药名 2 294 种,其中植物药 1 006 种,同时书中对药物的形态、性味及功能等均讲述得十分详细。

尽管人们在利用藏药资源时都经过了慎重的挑选,但由于藏药与中药一样,性、味、主治相同或相似的药物常被放到一起,平添了许多同物异名和异物同名,随着时间的推移,代、充、冒、假、伪、隐的品类和名称也就越来越多,引起自古至今屡屡发生的药材的混淆(吴征镒等,2007)。本文以藏药“藏茵陈”的基原植物和药用亲缘学为研究对象,进一步讨论中药现代化中的物种鉴定问题。

1 材料方法

根据《藏药志》(杨永昌,1991)记载以及民间走访和市场调查,选取“藏茵陈”原植物川西獐牙菜(Xue 等,2002a)以及混淆品(代用品)抱茎獐牙菜、紫红獐牙菜、四数獐牙菜、红直獐牙菜、大籽獐牙菜、狭叶獐牙菜和花锚属的椭圆叶花锚为研究对象(表 1),通过外部形态及化学成分来比较它们之间的差别。研究样品中除椭圆叶花锚为龙胆科花锚属植物外,其它类群均为龙胆科獐牙菜属植物,因此,做性状比较时首先选取检索性状(character diagnosis),如习性,花蜜腺以及种子和次生代谢产物等进行详细的比较,结果见表 1。将川西獐牙菜的各个性状状态编码为 1,其它类群与之相同的性状状态也编码为 1,不同的编码为 2,多态性状则依次编码为 3,4……,以便进行性状比较和统计。

2 结果与讨论

2.1 “藏茵陈”原植物的正确鉴定及物种鉴定在中药现代化中的重要性

从表 1 中可以看出“藏茵陈”类植物在习性、花

部结构、种子形态和次生代谢产物等方面存在差异:
(1)习性:“藏茵陈”类植物中,有多年生和—(二)年生类型,除红直獐牙菜为多年生植物外,其它类群均为—(二)年生植物。(2)花部形态:该特征主要包括花基数,花冠筒的长短,花蜜腺的数目,附属物类型以及花冠是否具矩等。其中花基数有 4 和 5 两种,除椭圆叶花锚具明显的花冠筒外,其它类群均为花冠筒不明显的辐状花冠,每花冠裂片上具有花蜜腺的数目有 2 枚和 1 枚,其中 1 枚的有红直獐牙菜、狭叶獐牙菜和椭圆叶花锚,其它类群为 2 枚花蜜腺;花蜜腺有些具流苏状附属物,有些裸露的、无附属物,其中四数獐牙菜和椭圆叶花锚为裸露的花蜜腺,而其它类群为具流苏状附属物的花蜜腺;椭圆叶花锚花冠裂片基部具有矩,其它类群不具此结构。(3)种子特征:该特征主要从种子形状、是否具翅以及表面纹饰来描述。种子形状主要有卵圆形(如川西獐牙菜、抱茎獐牙菜、紫红獐牙菜、大籽獐牙菜等),多面形(如狭叶獐牙菜)和扁平形(如红直獐牙菜)等,除红直獐牙菜种子具翅外,其它类群均不具。种子表面纹饰有网状纹饰和波状纹饰两类,其中椭圆叶花锚和四数獐牙菜为波状纹饰外,其它均为网状纹饰。

(4)次生代谢产物:龙胆科植物具有检索性状的次生代谢产物有环烯醚萜(iridoids)、氧杂蒽酮(xanthones)、类黄酮(flavonoids)和碳水化合物。由于数据的缺乏,因此,本文只选取了环烯醚萜和氧杂蒽酮两类化合物进行比较。氧杂蒽酮类化合物有两种:1,3,5-三氢氧杂蒽酮(1,3,5-Trihydroxanthone)和 1,3,7-三羟基氧杂蒽酮(1,3,7-Trihydroxyxanthone or Gentisein),其中 1,3,5-三氢氧杂蒽酮在所有类群中均含有,而对于 1,3,7-三羟基氧杂蒽酮,除抱茎獐牙菜和大籽獐牙菜外,其它类群均含此类化合物。环烯醚萜类化合物,包括三类:獐牙菜甙(Swerside)、獐牙菜苦甙(Swertiamarin)和龙胆苦甙(Gentiopicroside)以及它们的衍生物。除抱茎獐牙菜和大籽獐牙菜不含獐牙菜甙及其衍生物外,其它类群均含此类化合物,而獐牙菜苦甙及其衍生物则所有类群都含有,龙胆苦甙及其衍生物仅红直獐牙菜、大籽獐牙菜和紫红獐牙菜含有,其它类群均不含有。

从表 1 可以看出“藏茵陈”原植物川西獐牙菜与其它植物在外部形态和化学成分等性状都存在或多或少的差异,其中与川西獐牙菜(14(1))最相似的是紫红獐牙菜(13(1)),其次是抱茎獐牙菜(12(1)),再

其次是大籽獐牙菜和狭叶獐牙菜(11(1)),而与川西直獐牙菜(9(1)),然后是四数獐牙菜(10(1))。獐牙菜差异最大的是椭圆叶花锚(8(1)),其次是红藏药的鉴定包括形态学鉴定、解剖学鉴定、化学

表1 “藏茵陈”原植物及其混淆品的性状比较
Table 1 Comparison of characters in the studied taxa

性状 Character	川西獐 牙菜 <i>Swertia mussotii</i>	狭叶獐 牙菜 <i>Swertia angus- tifolia</i>	红直獐 牙菜 <i>Swertia erythro- stica</i>	抱茎獐 牙菜 <i>Swertia franche- tiana</i>	大籽獐 牙菜 <i>Swertia macro- permia</i>	紫红獐 牙菜 <i>Swertia punicea</i>	四数獐 牙菜 <i>Swertia tetra- p- tera</i>	椭圆叶 花锚 <i>Halenia elliptica</i>	文献 References
1. 习性 Habit	Annual(1)	Annual(1)	Perennial(2)	Annual(1)	Annual(1)	Annual(1)	Annual(1)	Annual(1)	Ho等(1988)
2. 花基数 No. of flower	5(1)	4(2)	5(1)	5(1)	5(1)	5(1)	4(2)	4(2)	Ho等(1988)
3. 花冠类型 Corolla tube	Rotate corolla(1)	Rotate corolla(1)	Rotate corolla(1)	Rotate corolla(1)	Rotate corolla(1)	Rotate corolla(1)	Rotate corolla(1)	Distinct corolla tubes(2)	Ho等(1988)
4. 蜜腺数目 No. of nectaries	2(1)	1(2)	1(2)	2(1)	2(1)	2(1)	2(1)	1(2)	Xue等 (2002b)
5. 蜜腺附属物 Nectary appendages	Fimbria- te(1)	Fimbria- te(1)	Fimbria- te(1)	Fimbria- te(1)	Fimbria- te(1)	Fimbria- te(1)	Naked(2)	Naked(2)	Xue等 (2002b)
6. 花冠矩 Spur per petal lobe	Absent(1)	Absent(1)	Absent(1)	Absent(1)	Absent(1)	Absent(1)	Absent(1)	Present(2)	Xue等 (2002b)
7. 种子形状 Seed outline	Ovoid(1)	Polyhedral(2)	Flat(3)	Ovoid(1)	Ovoid(1)	Ovoid(1)	Ovoid(1)	Ovoid(1)	Current study
8. 种翅 Seed wing	Absent(1)	Absent(1)	Present(2)	Absent(1)	Absent(1)	Absent(1)	Absent(1)	Absent(1)	Current study
9. 种皮纹饰 Testa sculpture	Reticu- late(1)	Reticu- late(1)	Reticu- late(1)	Reticu- late(1)	Reticu- late(1)	Reticu- late(1)	Undulate- venucu- late(2)	Undulate- venucu- late(2)	Current study
10. 1,3,5-三氢氧杂蒽 酮 1,3,5-Trihydroxan- thone	Present(1)	Present(1)	Present(1)	Present(1)	Present(1)	Present(1)	Present(1)	Present(1)	Jensen&-schri- psema(2002)
11. 1,3,7-三氢氧杂蒽 酮 1,3,7-Trihydroxyx- anthone or Gentisein	Present(1)	Present(1)	Present(1)	Absent(2)	Absent(2)	Present(1)	Present(1)	Present(1)	Jensen&-schri- psema(2002)
12. 獐牙菜甙及衍生物 Sweroside(including its derivatives)	Present(1)	Present(1)	Present(1)	Absent(2)	Absent(2)	Present(1)	Present(1)	Present(1)	Jensen&-schri- psema(2002)
13. 獐牙菜苦甙及衍生物 Swertiamarin(includ- ing its derivatives)	Present(1)	Present(1)	Present(1)	Present(1)	Present(1)	Present(1)	Present(1)	Present(1)	Jensen&-schri- psema(2002)
14. 龙胆苦甙及衍生物 Gentiopicroside(includ- ing its derivatives)	Absent(1)	Absent(1)	Present(2)	Absent(1)	Present(2)	Present(2)	Absent(1)	Absent(1)	Jensen&-schri- psema(2002)
总计 Total	14(1)	11(1) +3(2)	9(1)+4(2) +1(3)	12(1) +2(2)	11(1) +3(2)	13(1) +1(2)	10(1) +4(2)	8(1) +6(2)	
属 Genus	<i>Swertia</i>	<i>Swertia</i>	<i>Swertia</i>	<i>Swertia</i>	<i>Swertia</i>	<i>Swertia</i>	<i>Swertia</i>	<i>Halenia</i>	Ho等(1988)
组 Section	<i>ophelia</i>	<i>spinosi- semina</i>	<i>swertia</i>	<i>ophelia</i>	<i>ophelia</i>	<i>ophelia</i>	<i>ophelia</i>		Ho等(1999)

鉴定以及分子标记等方法。形态学鉴定是最简单、快捷、直观的方法,但要求鉴定人具备熟练的专业知识,而且形态相似的近缘类群很难鉴定出来。解剖学鉴定则是鉴定中药的细胞或组织特征,由于组织特征的相似性,解剖学分析也不能提供解决相似种药材鉴定。化学方法是最为常用的一种鉴定方法,然而中药活性成分的含量受到生理条件、采收时间、储存条件等诸多因素的影响,同时,对化学成分相似的近缘种难以区别(邵鹏柱等,2004)。分子标记则

是指直接通过分析遗传物质的多态性来鉴定中药内在基因排布规律及其外在性状表现规律的技术,分子标记方法解决了形态学、解剖学、化学等鉴定方法对于近缘相似种的鉴定。从前面的分析可以看出,“藏茵陈”原植物川西獐牙菜与紫红獐牙菜关系最近,它们在习性、花部形态、种子形态等方面完全相似,二者之间仅存在一项差异,即川西獐牙菜不含龙胆苦甙及其衍生物而紫红獐牙菜含有这一次生代谢产物,因此,川西獐牙菜和紫红獐牙菜可以采用化学

方法区分。此外,据 Xue 等(2006)报道,核糖体 DNA 内转录间隔区 ITS 序列在“藏茵陈”类植物种内保守,种间有较大的差异(川西獐牙菜与紫红獐牙菜核苷酸差异率为 1.96%),因此,可作为“藏茵陈”原植物川西獐牙菜分子鉴定的标记。

中(藏)药材的正确鉴定是中药安全的重要保障。中药原植物的正确鉴定涉及到中国道地药材的稳定性,以及中医中药在长期生产和临床实践中所形成的宝贵经验发扬和传承问题(路安民等,2003),中药材的鉴定正名工作势在必行,并且任重而道远,正如吴征镒所说“中国植物性药已近万种,中国医药宝库内容庞大且尘封多年,即使掌握常用中药的大部分,已非易事,何况那近万种的中草药,正名工作仍属必不可少,连常见的脂麻和亚麻尚有历经千年的混淆,无论其它”(吴征镒等,2007)。

2.2 “藏茵陈”混淆的原因

中药材的混淆自古以来就有(吴征镒等,2007),分析引起中药材混淆的原因可能有以下几种:(1)地域种的使用:由于我国幅员辽阔,气候类型多,南北地区植物分化大,并且历史上交通不便,因此中药材的使用只能因地制宜,就地取材,如中国药典记载升麻原植物为毛茛科升麻属的 *Cimicifuga heracleifolia*,然而,在广东、香港等南方地区的中药处方中则用菊科麻花头属的广升麻 *Serratula chinensis* (Zhao & Li,2004);(2)命名上的混乱:不同属或不同科的植物有相似的名称,如与中药山楂有关的植物不仅有蔷薇科山楂属植物 *Crataegus pinnatifida*,*C. cuneata* 等,还有苹果属植物 *Malus doumeri* (黄燮才,1989);(3)多种来源:中国自《本草经集注》至当今的《中国药典》均将性、味、主治相同或相似的药物常被放在一条(吴征镒等,2007),如《中国药典》中记载秦艽包括龙胆科龙胆属的秦艽(*Gentiana macrophylla*),粗茎秦艽(*G. crassicaulis*),麻花艽(*G. straminea*),小秦艽(*G. dahurica*)四种植物;(4)形态相似:不同的植物类群却有相似的外部形态,或不同的中药材饮片,有着相似的外部形态。

一些中药材的混淆可能是以上一种或几种原因造成的。分析“藏茵陈”可能是多种来源和形态相似两种原因造成的:据《藏药志》中记载“藏茵陈”原植物为川西獐牙菜,另记载狭叶獐牙菜、抱茎獐牙菜、紫红獐牙菜、四数獐牙菜等植物性味功用同川西獐牙菜,因此“藏茵陈”为多种来源;另外,在民间除记载的这几种植物被用作“藏茵陈”外,还有红直獐牙

菜、大籽獐牙菜和椭圆叶花锚,被用作“藏茵陈”,这些类群具有相似的形态特征(表 1)。

2.3 研究药用植物的系统学是扩大药源的重要途径

藏药药材是藏医药的重要物质基础。随着藏药产品开发的进一步升温,对藏药材的需求量越来越大,藏药材的价格越来越高,藏药资源短缺越来越明显,如“藏茵陈”原植物川西獐牙菜年产量 50 t,远远低于市场每年 500 t 的需求量(杨慧玲等,2005)。解决这种供需不平衡关系方法除了进行引种栽培外,另外是寻找替代品。对“藏茵陈”类植物进行外部形态及化学成分的比较发现(表 1),川西獐牙菜(14(1))与紫红獐牙菜(13(1))具有最多的相似性状,它们具有最近的亲缘关系,这一结论得到分子生物学的证实:据分子系统学研究显示,川西獐牙菜与紫红獐牙菜和抱茎獐牙菜聚在一起,为一单系群,并且得到很强的支持(bootstrap 为 99%),同时,比较核糖体 DNA 内转录间隔区 ITS 序列的核苷酸差异率发现,川西獐牙菜与紫红獐牙菜核苷酸差异率最小,核苷酸差异率为 1.96%,而与抱茎獐牙菜差异率较大,为 3.48%(Xue 等,2006),由此可见,川西獐牙菜与紫红獐牙菜亲缘关系较近。因此植物系统学的研究证实紫红獐牙菜更适合做川西獐牙菜的替代品(Xue 等,2006),这为寻找“藏茵陈”原植物的替代品提供了理论基础,但仍需从化学和药学等方面进行进一步的研究。

参考文献:

- 何廷农,刘尚武,吴庆如. 1988. 中国植物志(第 62 卷)[M]. 北京:科学出版社,353—410
- 李永年(字妥,元丹贡布). 1984. 四部医典[M]. 北京:人民卫生出版社
- 毛继祖(帝玛尔·丹增彭措). 1986. 晶珠本草[M]. 上海:上海科技出版社
- 强巴赤列,土登次. 1992. 医学百科全书,藏医分卷(下册)[M]. 西藏:西藏人民出版社
- 邵鹏柱,曹晖. 2004. 中药的分子鉴定[M]. 上海:复旦大学出版社,1—23
- 杨永昌. 1992. 藏药志[M]. 青海:青海人民出版社,111
- Huang SZ(黄燮才). 1989. Study on the original plants of Chinese drug Shanzha(中药山楂原植物的研究)[J]. *Guihaia*(广西植物),9(4):303—310
- Jensen SR, Schripsema J. 2002. Chemotaxonomy and pharmacology of Gentianaceae[M]//Gentianaceae-systematics, natural history(eds). Struwe L and Albert VA. Cambridge University Press, 573—631
- Lu AM(路安民), Wang ML(王美林). 2003. On the identification of the original plants in the modernization of Chinese herbal medicine—An example from the taxonomy and exploitation of (下转第 560 页 Continue on page 560)

质合成受其他生理条件调节(Sadka等,1989),并且分离提纯出高盐诱导的150 kD和60 kD的蛋白质。酿酒酵母和产甘油假丝酵母中也存在高渗透胁迫诱导GPDH酶的高效表达(Ben-Amotz & Avron,1978; Sadka等,1989)。本文数据表明由葡萄糖导致的高渗条件在杜氏盐藻中可能诱导了新的蛋白质(GP-DH酶)的合成,需要详细的实验来分析葡萄糖对杜氏盐藻GPDH酶活性的调控和诱导机理。

参考文献:

- 李琳,焦新之. 1980. 应用蛋白染色剂考马斯亮蓝 G-250 测定蛋白质的方法[J]. 植物生理学通讯,6:52-56
- 沈力钧. 2002. 食品分析[M]. 北京:中国轻工业出版社,173
- Bai LH(白林含), Zhou JM(周冀明), Zhang ZQ(张兆清), et al. 1995. The studies on osmoregulation and isoforms of Glycerol-3-phosphate Dehydrogenase by polyamidigel disc electrophoresis of *Dunaliella salina* (杜氏盐藻渗透调节与三磷酸甘油脱氢酶同工酶的电泳分析)[J]. *J Sichuan Univ(Nat Sci Edi)*(四川大学学报·自然科学版),32(6):738-742
- Ben-amotz A, Avron M. 1983. On the factors which determine massive β -carotene accumulation in the halotolerant alga *Dunaliella bardawil*[J]. *Plant Physiol*,72:593-597
- Ben-Amotz A, Avron M. 1978. On the mechanism of osmoregulation in *Dunaliella*//Caplan SR, Ginzburg M(eds). Energetics and Structure of Halophilic Microorganisms. Elsevier/North-Holland Biomedical Press,529-541
- Chen Z(陈志), Jiao XZ(焦新之). 1992. Regulative mechanism of *Dunaliella salina* and its industrial potentiality(杜氏盐藻渗透调节机制的研究及其工业应用前景)[J]. *Plant Physiol Commun*(植物生理学通讯),28:88-93
- Chen Z(陈志), Jiao XZ(焦新之), Liu H(刘虹). 1991. The plasma membrane H^+ -ATPase during the osmoregulation of the alga *Dunaliella salina* under hypertonic stress(杜氏盐藻质膜ATPase在渗透调节中的可能作用)[J]. *Acta Phytophysiol Sin*(植物生理学报),17(4):333-341
- Chitlaur E, Pick U. 1989. Selection and characterization of *Dunaliella salina* mutants defective in haloadaptation[J]. *Plant Physiol*,91:788-794
- Fujii S. 1991. The growth and intracellular ionic composition of *Dunaliella tertiolecta* in Magnesium-rich media[J]. *Plant and Cell Physiol*,32(4):549-554
- Gimmler H, Miller E. 1981. Salinity-dependent regulation of starch and glycerol metabolism in *Dunaliella parva* [J]. *Plant Cell Environ*,4:367-375
- Haus M, Wegmann K. 1984. Glycerol-3-phosphosphate dehydrogenase(E.C. 1. 1. 8) from *Dunaliella tertiolecta* 1. Purifications and kinetic properties[J]. *Physiol Plant*,60
- Miao XL(缪晓玲), Wu QY(吴庆余). 2003. Exploitation of biomass renewable energy sources of microalgae(微藻生物质可再生能源的开发利用)[J]. *Renewable Energy*(可再生能源),3:13-16
- Sadka A, Himmelhoch S, Zamir A. 1991. A 150-kilodalton cell surface protein is induced by salt in the halotolerant green alga *Dunaliella salina*[J]. *Plant Physiol*,95:22-31
- Sadka A, Lers A, Zamir A, et al. 1989. A critical examination of the role of de novo protein synthesis in the osmotic adaptation of the halotolerant alga *Dunaliella*[J]. *Febs Letter*,244:93-98
- Sun JN(孙俊楠), Zhang JA(张建安), Yang MD(杨明德), et al. 2006. Effects of glucose concentration on the cultivation of *Dunaliella salina* (葡萄糖对杜氏盐藻生长特性影响的研究)[J]. *Renewable Energy*(可再生能源),4:38-41
- Wang ZX(王正祥), Zhuge J(诸葛健), Cao Y(曹钰), et al. 2000. The key enzymes of metabolisms of glycerol in candida glycerol-genesis(产甘油假丝酵母甘油代谢关键酶的研究)[J]. *Acta Microbiol Sin*(微生物学报),40(2):180-187
- Zhang XW(张学武), Liu CX(刘承宪). 1999. Purification and characterization of glycerol-3-phosphate dehydrogenase in *Dunaliella salina* (盐生杜氏盐藻甘油 3-磷酸脱氢酶的分离纯化及其特性的研究)[J]. *Acta Bot Sin*(植物学报),41(3):290-295
- Zhang YM(张义明). 1999. Estimation of heterotrophic growth fraction in mixotrophic culture of *Spirulina platensis* (钝顶螺旋藻在混合营养培养中异养生长能力的估算)[J]. *J Guizhou Univ Tech*(贵州工业大学学报),28(2):71-74
- “Gouqi”(关于中药现代化中的物种鉴定问题——基于枸杞分类和生产问题的讨论)[J]. *Acta Bot Boreali-Occidentalia Sin*(西北植物学报),23(7):1 077-1 083
- Wu ZY(吴征镒), Wang JX(王锦秀), Tang YC(汤彦承). 2006. Huma should be *Linum usitatissimum*, not *Sesamum indicum* with special reference to the source of confusion of names for traditional Chinese medicine and the writtern time and author of Shen Nung Pen TS'ao Ching(胡麻是亚麻,非脂麻辨——兼论中草药名称混乱的根源和《神农本草经》的成书年代及作者)[J]. *Acta Phytotax Sin*(植物分类学报),45(4):458-472
- Xue CY, Ho TN, Li DZ. 2002a. Megasporogenesis and female gametogenesis development of the Tibetan medicine “Zang Yin Chen”-*Swertia mussotii*[J]. *Guihaia*,22(3):249-25
- Xue CY(薛春迎), Ho TN(何廷农), Li DZ(李德铎). 2002b. Floral nectaries in *Swertia*; anatomy and morphology(獐牙菜属植物花蜜腺形态及解剖学)[J]. *Acta Bot Yunan*(云南植物研究),24(3):359-369
- Xue CY, Li DZ, Lu JM, et al. 2006. Molecular authentication of traditional Tibetan medicinal plant *Swertia mussotii*(Gentianaceae)[J]. *Planta Med*,70:1 223-1 226
- Yang HL(杨慧玲), Liu JQ(刘健全). 2005. Seed germination of *Swertia mussotii*, an important application in Tibetan folk medicine(重要藏药川西獐牙菜种子萌发的研究)[J]. *Acta Bot Yunan*(云南植物研究),27(3):295-300
- Zhao ZZ, Li TYS. 2004. Hongkong commonly confused Chinese Medicines[M]. Hong Kong: Chinese Medicine Merchants Association Ltd

(上接第555页 Continue from page 555)