

揭开竹黄整个生活史的秘密,推动真菌学科的发展。同时还能为进一步阐明竹黄与其寄主竹类之间的关系提供依据,有助于保护竹类资源,维护生态环境。而利用微生物发酵的方法获得人工培养物,是竹黄应用的途径之一。

5.2 分子生物学领域:运用分子生物学手段,从分子水平阐明竹黄在真菌中的分类地位,将成为今后的任务之一。研究竹黄细胞中核酸和蛋白质等生物大分子的结构和功能,并在此基础上从竹黄基因组中筛选出光敏色素的一系列基因,通过转化的方式使其在大肠杆菌等原核生物中表达,是竹黄应用的途径之二。

5.3 其它方面:光敏活性物质——竹红菌素不但有希望发展成为新型的抗肿瘤、抑制艾滋病病毒(HIV)等的光疗药物,而且还是新型的光电转换材料<sup>[18]</sup>。此外,由于竹红菌素具鲜艳亮丽的红色,且着色能力强,可以考虑作为脂溶性食品添加剂(食用色素)等。但对于竹红菌素的稳定性等问题尚待进一步研究。而D-甘露醇、硬脂酸等作为副产物亦可以应用于工农业生产中。总之,随着研究的不断深入,竹黄将有着广阔的应用前景。

#### 参考文献:

- [1] 刘波. 中国药用真菌(第2版)[M]. 太原:山西人民出版社, 1978.
- [2] 赖广辉,傅乐意. 竹黄主要寄主植物的研究[J]. 中国野生植物资源, 2000, 19(1): 8-11.
- [3] 王景祥,张黎明,朱丽青,等. 竹黄化学成分的研究[J]. 中草药, 1990, 21(7): 4-5.
- [4] 张志义,臧伦义,徐国瑞,等. 竹红菌甲素光敏作用原初反应的特征[J]. 中国科学(B辑), 1989, (4): 361-367.
- [5] 陈申,张曼华,蒋丽金. 竹红菌素自敏光氧化反应机制的研

- 究[J]. 感光科学与光化学, 1993, 11(2): 1-7.
- [6] 安静仪,蒋丽金,何建军. 竹红菌甲素的光化学(VI)——pH值对甲素在水溶液中自敏光氧化的影响[J]. 科学通报, 1990, 35(14): 1119-1120.
- [7] 朱丽青,胡汉杰,张黎明,等. 竹黄的镇痛抗炎作用[J]. 中草药, 1990, 21(1): 22-23.
- [8] 熊大遂,苏惠民,杨长友. 竹黄的局麻作用[J]. 中草药, 1985, 16(12): 24.
- [9] 陈远腾,万象义. 竹黄主要光敏有效成分的初步探讨[J]. 云南大学学报, 1981, 3(2): 104-107.
- [10] 程龙生,王家珍. 竹红菌甲素对红细胞膜的光损伤[J]. 实验生物学报, 1985, 18(1): 89-97.
- [11] Xu Y M, Zhang Z Y, Zhang H Y. Raman spectroscopic study of DNA after photosensitive damage caused by hypocrellins A and B[J]. Science in China (Series C-life Science), 1998, 41(4): 360-366.
- [12] 台虹,梁晓原,李聪,等. 竹红菌甲素对人Hce-8693盲肠癌细胞增殖及细胞凋亡的影响[J]. 云南中医学院学报, 2000, 23(2): 19-21.
- [13] 王景祥,何祖泽,朱丽青,等. 竹红菌乙素对小鼠肝癌H<sub>22</sub>的抑制作用[J]. 中国药理学通报, 1997, 13(2): 188.
- [14] 许娜飞,曹恩华,李景福. 竹红菌甲素(HA)光敏致突作用的研究[J]. 生物物理学报, 1995, 11(4): 604-608.
- [15] 万象义,陈远腾. 一种新的光化学疗法药物——竹红菌甲素[J]. 科学通报, 1980, 25(24): 1148-1149.
- [16] 梁睿媛,梅国栋,朱文英,等. 竹红菌光化治疗肥厚性瘢痕62例报告[J]. 中华皮肤科杂志, 1982, 15(2): 87-88.
- [17] 于兰馥,罗子华,张胜泉. 竹红菌软膏加光疗治疗外阴白色病变及其组织变化的研究[J]. 中华妇产科杂志, 1984, 19(1): 29-31.
- [18] Diwu Z J. Novel therapeutic and diagnostic applications of hypocrellins and hypericins[J]. Photochemistry Photobiology, 1995, 61(6): 529-539.

## 中草药核糖体灭活蛋白在生物学中的应用

甘永华,李豫川,先宏

(军事医学科学院微生物流行病学研究所,北京 100071)

摘要:核糖体灭活蛋白广泛存在于中草药中,本文主要综述了核糖体灭活蛋白的分布、分类和性质、毒性机制、在生物学中的应用及其存在的问题等。

关键词:核糖体灭活蛋白;中草药;医学应用

中图分类号:R282.71;R318 文献标识码:A 文章编号:0253-2670(2002)04-0374-04

### Application of ribosome-inactivating proteins of Chinese herbs in biomedicine

GAN Yong-hua, LI Yu-chuan, XIAN Hong

(Institute of Microbiology and Epidemiology, Academy of Military Medical Sciences, Beijing 100071, China)

**Key words** ribosome-inactivating proteins; Chinese herbs; application in medicine

在许多中草药中均含有核糖体灭活蛋白(ribosome-inactivating proteins, RIPs), RIPs是一种糖苷酶,能催化核

\* 收稿日期:2001-07-10

作者简介:甘永华(1970-),男,四川广元人,助研,博士,工作于军事医学科学院微生物流行病学研究所,主要从事中草药毒素免疫毒素方面研究。Tel (010) 66948554 E-mail Ganyh18@hotmail.com

糖体 rRNA 特定部位脱嘌呤,抑制蛋白质合成,最终导致细胞死亡。RIPs 可用于治疗艾滋病、自身免疫性疾病、肿瘤、骨髓净化、农作物病虫害防治等方面。本文就 RIPs 的分布、分类和性质、毒性机制、在生物医学中的应用、存在的问题等方面作一简要综述。

1 分布、分类和性质

研究 RIPs 分布的资料有限,目前分离的 RIPs 大都来自

被子类植物,主要分布在葫芦科和石竹科植物中,其次是大戟科和百合科植物,豆科、禾本科、蔷薇科、藜科和西番莲科植物也分离出 RIPs(表 1)。RIPs 在植物不同部位含量差别很大,通常种子中含量最高,其次是根、茎、叶。在同一植物或植物的同一部位常含有两种以上的 RIPs,它们的性质相差不大,认为是同一蛋白质的异型(Isoform)。

RIPs 可分为 I 型,第 I 型为仅含有一个单链的单聚体

表 1 目前已分离的核糖体灭活蛋白

植物种类	植物组织	RIPs	植物种类	植物组织	RIPs
I 型 RIPs			I 型 RIPs		
石刁柏 <i>Asparagus officinalis</i> L.	种子	asparin 1, asparin 2	缙丝瓜 <i>Gypsophila elegans</i> Bieb.	叶	<i>gypsophilin</i> <sup>[1]</sup>
头石竹 <i>Dianthus barbatus</i> L. var. <i>asiaticus</i> Nakai	叶	dianthin 29	西瓜 <i>Cucumis melo</i> L.	种子	melonin
<i>Lychnis chalconica</i>	种子	lychmin	丝瓜 <i>L. cylindrical</i> (L.) M. Roem.	种子	luffin a, luffin b, luffin Ss
肥皂草 <i>Saponaria officinalis</i> L.	叶	saporin-L1, saporin-L2	木鳖 <i>M. cochinchinensis</i> (Lour.) Spreng.	种子	momorcochin-S
	根	saporin-R1, saporin-R2, saporin-R3	马干铃栝楼 <i>T. lepiniana</i> (Naud.) Cogn	根	trichomaglin <sup>[3]</sup>
	种子	saporin-S5, saporin-S6, saporin-S8, saporin-S9	<i>T. kirilowii</i> MAX	根	karasuin-A <sup>[4]</sup>
白泻根 <i>Bryonia alba</i> L.	叶	bryodin-L	北瓜 <i>C. pepo</i> L. var. <i>ovifera</i> L.	果实	pepocin <sup>[6]</sup>
	根	bryodin-R	<i>Cenonium multiflorum</i>	种子	gebonin
药西瓜 <i>Citrullus colocynthis</i> Schrad	种子	colocin 1, colocin 2	木薯 <i>Manihot utilissima</i> Pohl	种子	manutin 1, manutin 2
粤丝瓜 <i>Luffa acutangula</i> Roxb.	种子	luffaculin	麻疯树 <i>Jatropha curcas</i> L.	种子	curcin 2
苦瓜 <i>Momordica charantia</i> L.	种子	momordin 1, momordin 2, 7-momorcharin	十蕊商陆 <i>P. dodecandra</i> L' Herit.	叶	dodecandin
				组织培养	dodecandin-C
天花粉 <i>Thladiantha pentadactyla</i> Cogn.	根	<i>trichosanthin</i> , <i>Trichosanthin</i> , TAP29	大麦 <i>Hordeum vulgare</i> L.	种子	barley RIP
	种子	trichokirin	小麦 <i>Triticum aestivum</i> L.	胚乳 种子	tritin
蛇瓜 <i>Trichosanthes anguina</i> L.	种子	trichounguin <sup>[2]</sup>	樟 <i>Cinnamomum camphora</i> (L.) Presl	种子	camphorin
栝楼 <i>T. kirilowii</i> Maxim.	种子	$\alpha$ -kirilowin	<i>Iris hollandica</i>	球根	IRIP <sup>[8]</sup>
南瓜 <i>Cucurbita moschata</i> (Duch.) Poit	果肉	cucurmosin <sup>[5]</sup>	<i>Pisum sativum</i> var. <i>macrocarpon</i>	豆荚	sativin <sup>[10]</sup>
巴豆 <i>Croton tiglium</i> L.	种子	crotin 2, crotin 3	苦郎树 <i>Clerodendron inerme</i> (L.) Gaerth.	叶	CIP-29, CIP-34
<i>Manihot palmata</i>	种子	mapalmin	II 型 RIPs		
紫茉莉 <i>Mirabilis jalapa</i> L.	组织培养	M AP	蓖麻 <i>Ricinus communis</i>	种子	ricin D, ricin E, <i>Ricinus agglutinin</i>
	根	M AP	<i>Adenia digitata</i>	根	modecin, modecin 6B
沙盒树 <i>Hura crepitans</i> L.	树乳	<i>Hura crepitans</i> RIP	相思子 <i>Abrys precatorius</i> L.	种子	abrin a, abrin b, abrin c, abrin d
美洲商陆 <i>Phytolacca americana</i> L.	叶	PA P, PA II	伏氏蒴莲 <i>A. vлкensii</i> Harms	根	volkensin
	种子	PA P-S	<i>Sambucus ebulus</i> L.	叶	ebulin 1
	组织培养	PA P-C		果实	ebulin f
	根	PA P-R		根茎	ebulin r
<i>P. ivica</i>	种子	PD-S1, PD-S2, PD-S3	<i>S. nigra</i> L.	树皮	nigrin b
黑麦 <i>Secale cereale</i> L.	种子	<i>Secale cereale</i> RIP		果实	SN Alll
玉蜀黍 <i>Zea mays</i> L.	种子	maize RIP	<i>Phoradendron californicum</i>	叶	<i>P. californ-</i> lectin
佛手瓜 <i>Sechium edule</i> (Jacq.) Swartz	种子	sechiumin <sup>[7]</sup>	黄樟 <i>Cinnamomum porrectum</i> (Roxb.) Kosterm.	种子	porrecin
皱果苋 <i>Amaranthus viridis</i> L.	叶	amaranthin <sup>[9]</sup>	无梗接骨木 <i>S. sieboldiana</i>	树皮	sieboldin-b
短接骨木(拟) <i>Sambucus ebulus</i> L.	叶	ebulitins	白果槲寄生 <i>Viscum album</i>	叶	viscumin
甜菜 <i>Beta vulgaris</i> L.	幼苗	betavulgin		提取物	mistletoe lectin I II III <sup>[11]</sup>
麦仙翁 <i>Agrostemma githago</i> L.	种子	agrosin 2, agrosin 5, agrosin 6	樟 <i>Cinnamum camphora</i> (L.) Presl	种子	cinnamomin <sup>[12]</sup>
麝香石竹 <i>D. carophyllus</i> L.	叶	dianthin 30, dianthin 32			
<i>Petraxoptis glaucifolia</i>	植株	petroglaucin			

蛋白质,目前已在数十种植物中发现了第 I 型 RIPs;第 II 型是含有 A 链和 B 链的异二聚体蛋白质, A 链和 B 链通过 1 个二硫键相连, A 链通过其酶活性损伤核糖体,而 B 链具有凝集素样特征,可与细胞表面的半乳糖结合,使 A 链进入细胞内,因而第 II 型 RIPs 毒性比 I 型毒性强。最近又发现第 II

型 RIPs 亚型,具有 RIPs 酶活性和凝集素特征,但毒性较小,如蓖麻毒素凝集素 (*Ricinus agglutinin*) ebulin 和其他具有翻译抑制活性的凝集素。原核蛋白志贺菌毒素 1 (shigella dysenteriae),大肠杆菌志贺菌毒素样毒素 SLTI 和 SLTII 与植物 RIPs 具有相同酶活性,氨基酸序列也具有较高同源

性。I型和II型RIPs A链的相对分子质量大都在30 000左右,但最近发现了仅为8 000的Luffin S<sub>2</sub>和11 000的 $\gamma$ -momorcharin,在临床上可能有更好的应用前景。I型和II型RIPs A链是一种球状蛋白,表面含有一个缝隙,可能是酶活性位点。

大部分RIPs是糖蛋白,氨基酸同源性从17%到70%不等。Funatsa等分析11种RIPs,发现A链(或相当于A链)中有13个氨基酸残基高度保守,它们是Tyr21, Phe24, Arg29, Tyr80, Try123, Gly140, Ala165, Glu177, Ala178, Arg180, Glu208, Asn209, Trp211。表明这类RIPs可能起源于同一祖先。RIPs所含糖成分主要有:葡萄糖、半乳糖、岩藻糖、甘露糖、木糖和N-乙酰-D-葡萄糖胺。天花粉蛋白和相思豆毒素a的A链均无糖基侧链,蓖麻毒素和gelonin脱糖后并不影响其酶活性,说明糖成分不是RIPs酶活性所必须的。

## 2 毒性机制

I型RIPs进入细胞内的机制尚不太清楚,大多数的I型RIPs链具有糖基残基,可能与细胞膜表面糖受体结合而进入细胞,而这些I型RIPs的毒性大大低于II型RIPs,表明这种受体介导的内化效率并不高。事实上,Saporin-S6无糖基化侧链,而其毒性比其他I型RIPs毒性强,因而无糖基化侧链的I型RIPs进入细胞可能还存在受体非依赖性机制。II型RIPs的B链与细胞表面的糖蛋白及糖脂的半乳糖结合后,二硫键被还原,A链被细胞吞噬入细胞内,这就是II型RIPs比I型RIPs毒性强10<sup>6</sup>倍的主要原因。

I型和II型RIPs的A链是一种N糖苷酶,可识别rRNA中GAGA碱基序列,裂解A和G之间磷酸二酯键,脱去嘌呤<sup>[13]</sup>,损伤核糖体,使它不能与延伸因子结合,阻止蛋白质的合成而导致细胞死亡。

## 3 核糖体灭活蛋白在生物医学中的应用

3.1 抗HIV:天花粉抗病毒蛋白首先应用于抗HIV感染,以后发现许多I型RIPs具有抗HIV作用,研究表明luffin saporin agrostin gelonin momorcharin对HIV-1整合酶具有强抑制作用<sup>[14]</sup>;而momorcharin可与rRNA和HIV-1长末端重复DNA序列(long-terminal repeat DNA)结合,发挥N糖苷酶降解HIV-1 DNA<sup>[15]</sup>作用。

目前抗病毒转录或组装的药物虽然能将血液中病毒负载(viral load)降低至检测不到的水平,然而前病毒DNA(proviral DNA)在外周血和淋巴结等处持续存在,HIV在淋巴器官中低水平复制,这说明药物不能彻底清除HIV。清除病毒贮存场所(如淋巴细胞),不仅可以去除HIV感染,还可避免病毒对化学治疗产生突变抵抗力。因而,治疗HIV感染的最终解决办法可能在于设法清除控制HIV感染的细胞。虽ricin abirin等II型RIPs不能降解HIV-1长末端重复DNA序列,但利用II型RIPs A链构建的免疫毒素,可清除HIV感染细胞<sup>[16,17]</sup>。因而,RIPs提供了一种治疗HIV感染的新途径。

3.2 净化骨髓:RIPs制备的免疫毒素可用于净化异体移植骨髓中的T细胞,或自体移植中去除肿瘤细胞。应用抗CD3-

蓖麻毒素A链和抗CD7-蓖麻毒素A链体外处理供体血液细胞,10<sup>8</sup> mol/L免疫毒素可去除大约99%活性T细胞,大多数NK细胞也是CO7,因而NK细胞活性也受到抑制。虽临床应用有局限性水肿、发热、肌酸激酶水平中度升高等副作用出现,但4例受试患者2人未出现GVHD,1人体内CD8细胞数目增加,未出现严重GVHD,另一人体内T/NK细胞和血循环中的T细胞持续下降,但产生了抗蓖麻毒素的抗体<sup>[18]</sup>。

3.3 抗肿瘤:目前治疗恶性肿瘤的方法主要局限于药物毒性的非特异性,如传统化疗杀死处于分裂期的细胞,无论是恶性肿瘤细胞还是正常机体组织细胞。其他抗癌药物对正常机体组织细胞也具有毒性。将RIPs与一个针对特定某个肿瘤的靶向部分如单克隆抗体、激素、细胞因子、抗原等相连,可提高其特异性,即常称之为免疫毒素。

II型RIPs A链有1个或多个半胱氨酸,可与靶向部分以1个二硫键相连形成免疫毒素。大多数I型RIPs氨基酸序列中不含有半胱氨酸,与靶向部分不能形成二硫键。但也有研究表明,I型RIPs基因与靶向基因融合表达出的蛋白质既有特异性,又具有RIPs毒性作用,可能是一种可用于治疗肿瘤的免疫毒素。

3.4 载体:蓖麻毒素分子还可以作为蛋白质进入胞液的一个有效载体。如将RTA通过一个间隔肽与小鼠的二氢叶酸还原酶(DHFR)基因融合,再与B链组成1个DHFR-ricin分子,通过细胞吞噬进入细胞内。该过程不需DHFR折叠,进入细胞后DHFR和RTA都具有原有的活性。在组织相容性复合体I提呈抗原的最初步骤,要求抗提呈细胞在细胞液中处理多肽,这表明RTA可用于抗原决定基进入胞液,乃至随后的蛋白质处理过程,如细胞表面提呈和诱导保护性细胞毒性T细胞反应。

3.5 其他作用:RIPs免疫毒素去除导致自身免疫性疾病的免疫活性细胞可以治疗自身免疫性疾病,如治疗风湿性关节炎、狼疮性肾炎、干扰素诱导的免疫性糖尿病。还用于防治寄生虫,选择对寄生虫具有高毒性的RIPs转染植物,可提高农作物的抗病虫害的能力,特别是烟草生产上很有应用前景。RIPs同几丁质酶、葡聚糖酶协同作用,具有抗真菌的作用;也可用于杀灭寄生虫,如舍蝇。

## 4 存在的问题

RIPs是蛋白质,都具有免疫原性,许多I型RIPs和蓖麻毒素具有强免疫原性。蓖麻毒素不仅可诱导产生抗自身的IgE,同时给予其抗原性物质也可产生抗该抗原物质的IgE。临床上长时间或多次应用同一种RIPs易引起过敏反应,当患者对一种RIPs产生免疫力时应考虑更换另一种毒素。大多数的RIPs在功能上相似,而免疫原性互不相同,可广泛应用于某些疾病治疗。另外,以RIPs构建免疫毒素可能需要更加有效的载体,以提高免疫毒素的特异性和高效性,减轻对机体的非特异性损伤。

## 参考文献:

- [1] Yoshinai S, Koresawa S, Yokota S, et al. Gypsophilin, a new type I ribosome-inactivating protein from *Gypsophila ele-*

- gans* purification, enzymatic characterization, and subcellular localization[J]. *Biosci Biotechnol Biochem*, 1997, 61(2): 324-331.
- [2] Chow L P, Chou M H, Ho C Y, *et al.* Purification, characterization and molecular cloning of trichoanguin, a novel type I ribosome-inactivating protein from the seeds of *Trichosanthes anguina* [J]. *Biochem J*, 1999, 338(1): 211-219.
- [3] Chen R, Xu Y Z, Wu J, *et al.* Purification and characterization of trichomaglin—a novel ribosome-inactivating protein with abortifacient activity [J]. *Biochem Mol Biol Int*. 1999, 47(2): 185-193.
- [4] Terawaki K, Nose M, Kondo T, *et al.* Effect of karasurin—A on nitric oxide production by murine macrophages and mitogenic response of murine splenocytes *in vitro* [J]. *Biol Pharm Bull*. 1997, 20(4): 435-437.
- [5] Chen M, Ye X, Cai J, *et al.* Crystallization and preliminary crystallographic study of cucurmosin, a ribosome-inactivating protein from the sarcarp of *Cucurbita moschata* [J]. *Acta Crystallogr D Biol Crystallogr*, 2000, 56(5): 665-666.
- [6] Hirao I, Madin K, Endo Y, *et al.* RNA aptamers that bind to and inhibit the ribosome-inactivating protein, pepocin [J]. *J Biol Chem*, 2000, 275(7): 4943-4948.
- [7] Wu T H, Chow L P, Lin J Y. Sechiumin, a ribosome-inactivating protein from the edible gourd, *Sechium edule* Swartz—purification, characterization, molecular cloning and expression [J]. *Eur J Biochem*, 1998, 255(2): 400-408.
- [8] Hao Q, Van Damme E J, Barre A. Microenvironment of cysteine 242 in type-I ribosome-inactivating protein from iris [J]. *Biochem Biophys Res Commun*, 2000, 275(2): 481-487.
- [9] Kwon S Y, An C S, Liu J R. A ribosome-inactivating protein from *Amaranthus viridis* [J]. *Biosci Biotechnol Biochem*, 1997, 61(9): 1613-1614.
- [10] Ye X Y, Wang H X, Ng T B. Sativirin: a novel antifungal miraculin-like protein isolated from legumes of the sugar snap *Pisum sativum* var. *macrocarpon* [J]. *Life Sci*, 2000, 67(7): 775-781.
- [11] Eschenbug S, Krauspenhaar R, Mikhailov A, *et al.* Primary structure and molecular modeling of mistletoe lectin I from *Viscum album* [J]. *Biochem Biophys Res Commun*, 1998, 247(2): 367-372.
- [12] Zhou X, Li X D, Yuan J Z, *et al.* Toxicity of cinnamomin—a new type II ribosome-inactivating protein to bollworm and mosquito. *Insect [J]*. *Biochem Mol Biol*, 2000, 30(3): 259-264.
- [13] Olson M A. Ricin A-chain structure determinant for binding substrate analogues: a molecular dynamics simulation analysis [J]. *Proteins*, 1997, 27: 80-95.
- [14] Au T K, Collins R A, Lam T L, *et al.* The plant ribosome inactivating proteins luffin and saporin are potent inhibition of HIV-1 integrase [J]. *FEBS Letters*, 2000, 471: 169-172.
- [15] Wang Y X, Jacob J, Wingfield P T, *et al.* Anti-HIV and anti-tumor protein MAP30, a 30 kDa single-strand type I RIP, shares similar secondary structure and beta-sheet topology with the A chain of ricin, a type-II RIP [J]. *Protein Sci*, 2000, 9(1): 138-144.
- [16] Uckun F M, Bellomy K, O'Neill K, *et al.* Toxicity, biological activity, and pharmacokinetics of TXU (anti-CD7) pokeweed antiviral protein in chimpanzees and adult patients infected with human immunodeficiency virus [J]. *J Pharmacol Exp Ther*, 1999, 291(3): 1301-1307.
- [17] Uckun F M, Chelstrom L M, Tuel Ahlgren L, *et al.* TXU (anti-CD7) pokeweed antiviral protein as a potent inhibitor of human immunodeficiency virus [J]. *Antimicrob Agents Chemother*, 1998, 42(2): 383-388.
- [18] Ypke V J M van Oosterhout, Liesbeth van Emst, Anton V M B Schattenberg, *et al.* A combination of anti-CD3 and anti-CD7 ricin A-immunotoxins for the *in vivo* treatment of a acute graft versus host disease [J]. *Blood*, 2000, 95(12): 3693-3701.

## 《中草药》杂志 2001年增刊征订启事

为了促进中药现代化的研究进程,加强中药新药研究与开发的信息交流,商讨我国入关后中药产业的发展新对策,推动西部药用植物资源的保护、开发和利用,《中草药》杂志编辑部于2001年10月中旬在四川省成都市召开“第三届中药新药研究与开发信息交流会暨《中草药》杂志第七届编委会”。为了配合此次会议的召开,经国家科技部国科财便字(2001)066号文批准,我们编辑出版了《中草药》杂志2001年第32卷增刊。本增刊共收载论文150余篇,特邀中国工程院院士和国内十多位知名专家和中青年学科带头人就中药新药研究的热点问题撰写综述文章,另外,还有反映国内近年来中药植化、药理分析、制剂、药材及临床等方面的新理论、新方法和新成就的科研论文和综述性文章。

增刊为大16开本,200页(约50万字),天津市报刊增刊特许准印证(2001)第098号,定价65元,另加包装费、邮费5元。凡订阅者请向我部索取订单:邮编:300193 地址:天津市鞍山山西道308号《中草药》杂志编辑部 电话:022-27474913 23006821 传真:022-23006821