

## 不同采收期紫锥菊产量及菊苣酸动态变化研究

陈 荣<sup>1,2</sup>, 杨跃生<sup>1</sup>, 吴 鸿<sup>1\*</sup>

1. 华南农业大学生命科学院 药用植物研究中心, 广东 广州 510642

2. 广西生态工程职业技术学院 生态工程系, 广西 柳州 545004

**摘要:** 目的 研究不同采收期紫锥菊质量和产量的变化。方法 通过对不同采收期的紫锥菊进行产量测定和物候期观察, 并采用 HPLC 法对紫锥菊中的菊苣酸进行动态变化研究。结果 一年生紫锥菊地上部分的产量以 11 月 2 日(果熟期)采收的最高, 比盛花期产量高 38.3%, 地下部分产量以 9 月 15 日(盛花期)采收的最高, 从 9 月 15 日到 11 月 2 日地下部分产量有少量的降低, 但变化不大; 地上部分菊苣酸量从 7 月 10 日(蕾前期)到 9 月 27 日(盛花期)变化不大, 但从 9 月 27 日到 10 月 20 日(果期)有一个降低的过程, 从 10 月 20 日到 11 月 2 日又有所回升, 地下部分菊苣酸量变化趋势与地上相似; 两年生紫锥菊产量及菊苣酸量变化与一年生相似, 但地下部分产量在果熟期最高, 其全株产量是一年生植株的 2.7 倍。结论 广州产紫锥菊以果熟期为最佳采收期, 栽种两年比栽种一年更为合理。

**关键词:** 紫锥菊; 菊苣酸; 产量; 采收期; 物候期

**中图分类号:** R282.4 **文献标志码:** A **文章编号:** 0253-2670(2012)06-1186-05

## Dynamic changes of yield and cichoric acid content in *Echinacea purpurea* at different harvest time

CHEN Rong<sup>1,2</sup>, YANG Yue-sheng<sup>1</sup>, WU Hong<sup>1</sup>

1. Center for Medicinal Plant Research, College of Life Science, South China Agricultural University, Guangzhou 510642, China

2. Department of Eco-engineering, Guangxi Eco-engineering Vocational and Technical College, Liuzhou 545004, China

**Abstract: Objective** To investigate the influence of different harvest time on yield and cichoric acid content of *Echinacea purpurea*. **Methods** Yield and phenophase at different harvest time were observed and dynamic changes of cichoric acid in *E. purpurea* were studied using HPLC. **Results** The highest yield in the aerial parts of annual *E. purpurea* was obtained on Nov. 2nd when fruits matured, which was 38.3% higher than that in the blossom peak; The highest yield in underground parts was obtained on Sep. 15 at the peak of blossom and from then to Nov. 2nd when fruits matured the yield dropped slightly; The content of cichoric acid in the aerial parts was almost stable from July 10th when flower buds initiated to Sep. 27th at the peak of blossom, followed by a dropping period from Sep. 27th to Oct. 20th when fruits developing and an increasing period from Oct. 20th to Nov. 2nd. The change trend of cichoric acid in the underground parts was similar to that in the aerial parts. The changes of yield and cichoric acid content in biennial *E. purpurea* were almost the same as annual *E. purpurea*, but the highest yield in the underground parts was achieved at the time when fruits matured, and the total yield in the whole plant was 2.7 times as much as that in annual *E. purpurea*. The highest yield of cichoric acid was obtained both in annual and biennial *E. purpurea* at the time when fruits matured. **Conclusion** The suitable harvest time of *E. purpurea* in Guangzhou is at fruit mature period, and two-year cultivation is more reasonable than one-year.

**Key words:** *Echinacea purpurea* Moench; cichoric acid; yield; harvest time; phenophase

紫锥菊 *Echinacea purpurea* Moench 属于菊科 (Compositae) 紫锥菊属 *Echinacea* Moench 多年生草本植物, 原产美国中东部和加拿大南部地区, 是北美印第安人的传统药物。目前在欧洲、北美和澳大利亚得到了广泛的应用, 主要用于治疗流感及作

为肿瘤化疗后的免疫增强剂<sup>[1-2]</sup>。2002 年本课题组从美国引入紫锥菊至广州, 种植并进行一些研究工作<sup>[3-4]</sup>。

据报道紫锥菊的产品质量差别很大, Wills 等<sup>[5]</sup>对在澳大利亚零售的 32 个紫锥菊产品进行调查, 发

收稿日期: 2011-12-23

基金项目: 广东省教育部产学研合作专项资金项目 (2008B090500250)

作者简介: 陈 荣 (1977—), 男, 博士研究生, 研究方向为药用植物资源开发。E-mail: chentianyig1@126.com

\*通讯作者 吴 鸿 Tel: (020)85281870 E-mail: wh@scau.edu.cn

现各产品中咖啡酸衍生物量为 0~8.3 mg/g, 而产品质量的差异跟原料紫锥菊的质量有很大的关系, 采收时期直接影响紫锥菊的质量。因此, 在引种栽培过程中, 对引种地栽培的紫锥菊进行采收期的研究就显得十分重要。菊苣酸是紫锥菊原料及制剂质量评价的指标性成分之一<sup>[6]</sup>, 目前为止, 关于紫锥菊中菊苣酸动态变化的研究报道较多, 多为菊苣酸在不同生长时期内的变化, 并没有将紫锥菊产量、菊苣酸量与物候期三者结合进行研究。本课题组拟通过对广州地区栽培的一年生、两年生紫锥菊进行菊苣酸的动态变化研究同时结合产量的测定和物候期的观察, 了解三者变化规律, 为紫锥菊的实际生产提供指导。

1 材料与方法

1.1 材料

1.1.1 种子与种植场地 供试种子采于华南农业大学农场一年生紫锥菊, 经华南农业大学吴鸿教授鉴定为紫锥菊 *Echinacea purpurea* Moench 的种子, 采后冷藏 (4 °C) 约 3 个月后用于栽培试验。田间试验在华南农业大学教学科研基地 (广州) 内进行。

1.1.2 仪器与试剂 TDL—80—2B 离心机 (上海安亭仪器厂), 万分之一电子天平 (北京赛多利斯仪器公司), FZ102 微型植物试样粉碎机 (河北中兴仪器厂), SY—360 超声提取仪 (上海宁商超声仪器有限公司), Spectra System™ 液相色谱仪 (美国热电 TSP 公司), ODS C<sub>18</sub> 柱 (250 mm×4.0 mm, 5 μm), 水为双蒸水, 乙腈为色谱纯 (天津市科密欧化学试剂开发中心), 甲醇、甲酸为分析纯, 菊苣酸对照品购自长沙中谱分析技术事务所, 质量分数为 99%。

1.2 方法

1.2.1 栽培管理 春季播种, 4 月下旬移栽。栽植时去除病弱苗, 均匀施入复合肥 300 kg/hm<sup>2</sup> 做基肥, 覆黑膜栽培, 共栽植 12 组, 每组 10 m<sup>2</sup>。

1.2.2 采收期设定 一年生紫锥菊采收 11 次, 采收期见表 1。两年生紫锥菊采收 12 次, 采收期见表 2。

表 1 一年生紫锥菊采收期及其编号

Table 1 Harvest time and serial numbers of annual *E. purpurea*

编号	日期	编号	日期	编号	日期
1	07-10	5	08-23	9	10-08
2	07-20	6	09-05	10	10-20
3	08-01	7	09-15	11	11-02
4	08-13	8	09-27		

表 2 两年生紫锥菊采收期及其编号

Table 2 Harvest time and serial numbers of biennial *E. purpurea*

编号	日期	编号	日期	编号	日期
1	04-20	5	06-03	9	07-15
2	05-01	6	06-13	10	07-25
3	05-10	7	06-24	11	08-05
4	05-22	8	07-05	12	08-15

1.2.3 采收方法 连续 2 次采收。随机取一组, 该组经连续 2 次采收后将不再进行采收, 共采收 23 次; 考虑到紫锥菊不同植株间的差异, 每次随机采收 4 株为一组, 重复采收 4 组, 共 16 株。采收时在与地表面接触的基部上约 1.5 cm 处剪断, 分为地上部分和地下部分, 冲洗干净于室内自然凉干, 20 d 后称质量并测定水分及对菊苣酸进行提取, 产量均以干质量计 (干质量为减去水分后的质量)。

1.2.4 物候期观察 记录一年生植株蕾期、始花期、盛花期、果期、果熟期; 记录两年生植株的萌动期、展叶期、蕾期、始花期、盛花期、果期、果熟期。

1.2.5 菊苣酸的提取与定量分析 菊苣酸定量分析委托华南农业大学测试中心测定, 具体的菊苣酸提取和定量分析方法参考 Stuart 等<sup>[7]</sup>的方法进行。

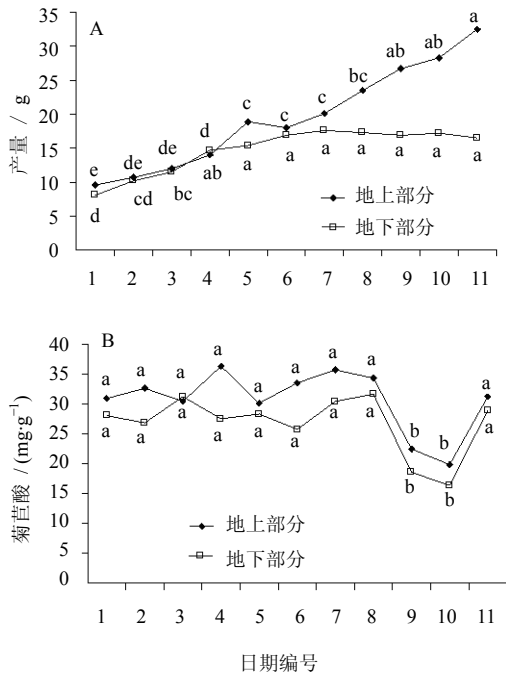
1.2.6 数据分析 采用 SAS 统计分析软件和邓肯法进行多重比较分析。

2 结果与分析

2.1 一年生紫锥菊不同采收期的产量和菊苣酸量变化情况

在对物候期进行观察后得出结果, 7 月 10 日第一次采收时的物候期为蕾前期; 7 月 20 日和 8 月 1 日的 2 次采收均为蕾期; 8 月 13 日到 9 月 5 日之间采收 3 次, 均为始花期; 自 9 月 15 日开始, 到 9 月 27 日的 2 次采收为盛花期; 10 月 8 日和 10 月 20 日的 2 次采收均为果期; 11 月 2 日开始进入果熟期。

根据“1.2”项方法测定一年生紫锥菊不同采收期的产量和菊苣酸量, 结果见图 1。可以看出, 从 7 月 10 日到 11 月 2 日, 地上部分的产量呈逐渐增加的趋势, 11 月 2 日 (果熟期) 采收的地上部分产量最高, 比盛花期产量高 38.3%, 且两者间差异显著。地上部分菊苣酸量从 7 月 10 日到 9 月 27 日变化不大, 但从 9 月 27 日 (盛花期) 到 10 月 20 日 (果期) 有一个降低的过程, 而从 10 月 20 日到 11 月 2 日又有所回升, 菊苣酸量最高为 8 月 13 日所采收的批次, 此时的物候期为始花期, 果期采收的紫锥菊菊苣酸



图中小写字母不同表示在  $P \leq 0.05$  水平存在显著差异, 下同  
Different lowercase letters mean significant difference at  $P \leq 0.05$ , same as follow

图 1 一年生紫锥菊不同采收期产量 (A) 和菊苣酸量 (B) 的变化

Fig. 1 Yield (A) and change of cichoric acid content (B) in annual *E. purpurea* at different harvest time

量显著低于其他各物候期。综合地上部分产量和菊苣酸量分析, 11月2日果熟期采收的紫锥菊地上部分菊苣酸总量最高, 比10月20日果熟期采收的高80%, 比9月27日盛花期采收的高20%。相比之下, 地下部分产量从7月到9月逐步增加, 9月15日采收的地下部分产量最高, 与9月27日采收的相差不大, 此时为盛花期, 从9月15日到11月2日有少量的降低, 但变化幅度不大。地下部分菊苣酸量普遍低于地上部分, 变化趋势与地上部分相似。地下部分菊苣酸总量从高到低的前3位分别为9月27日、9月15日及11月2日所采样本。结合生物产量和分量计算, 全株菊苣酸总量最高的是11月2日采收的批次, 比盛花期高10.2%。

### 2.2 两年生紫锥菊不同采收期的产量和菊苣酸量变化情况

在对两年生紫锥菊进行观察后得知, 4月20日和5月1日的2次采收为蕾期; 5月10日至6月13日的4次采收均为始花期; 6月24日的1次采收为盛花期; 7月5日至7月25日的3次采收为果期;

8月5日和8月15日的2次采收为果熟期。

根据“1.2”项方法测定两年生紫锥菊不同采收期的产量和菊苣酸量, 结果见图2。在所有12次采收中, 8月15日(果熟期)采收的地上部分产量最高, 且显著高于盛花期产量。在4月20日到5月22日, 紫锥菊单一植株地上部分产量增加了14.9g, 5月22日到6月24日地上部分产量增加了41.3g, 从6月24日到8月15日共53d产量增加了32.5g, 可见地上部分产量的增长是慢-快-慢的模式; 地上部分菊苣酸量以5月22日始花期时采收的为最高, 且显著高于果期菊苣酸量, 从4月20日到6月24日植株地上部分菊苣酸量变化不大, 进入果期后菊苣酸量很快降低, 到果熟期时菊苣酸量有一定的升高; 地上部分菊苣酸总量以8月15日果熟期时采收的为最高, 比盛花期采收的高出17.2%, 就果熟期的两次采收而言, 后一次采收的产量和菊苣酸总量均高于前一次采收。就地下部分产量分析, 从4月20日到7月5日(盛花期与果期并存)产量逐步上升, 果期的近一个月时间内地下部分产量变化不大, 在果熟期地下部分产量有增加的趋势, 8月15日果熟期采收的地下部分产量最高且显著高于7月15日果期采收部分; 地下部分菊苣酸量从蕾期到盛花期变化不大, 与地上部分一样, 从盛花期到果期再到果熟期菊苣酸量有一个迅速地降低和升

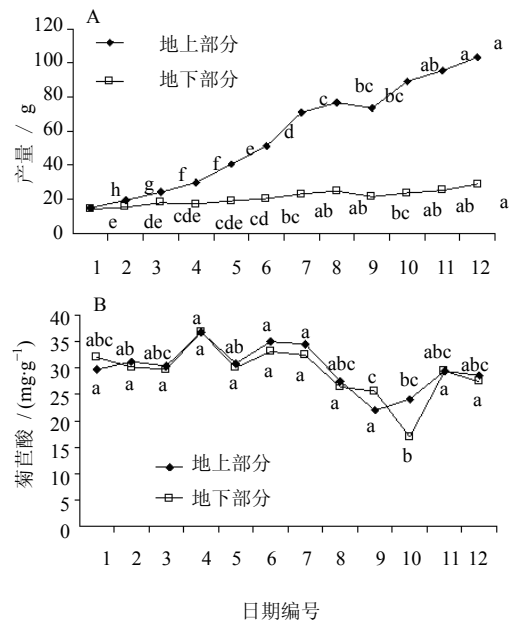


图 2 两年生紫锥菊不同采收期的产量 (A) 和菊苣酸量 (B) 的变化

Fig. 2 Yield (A) and change of cichoric acid content (B) in biennial *E. purpurea* at different harvest time

高过程;地下部分菊苣酸总量以果熟期采收的为最高,所有采收中7月25日果期地下部分菊苣酸量最低且显著低于其他采收时期;全株菊苣酸总量8月15日(果熟期)采收的为最高,比盛花期采收的高11.7%。

### 3 讨论

本研究结果显示一年及两年生紫锥菊从蕾期到盛花期植株地上部分菊苣酸总量为盛花期最高,从盛花期到果期再到果熟期有个降低后再回升的过程,果熟期植株菊苣酸总量高于盛花期。Callan等<sup>[8]</sup>在蒙大拿研究后认为每朵花中菊苣酸总量最大是在花完全开放而花瓣开始衰老前,植物地上部分在8月初到8月中旬菊苣酸总量最高。这与本研究的部分结果相似,但并未考虑到由于地上部分产量果熟期的远高于盛花期,故在整个生长季节中植株地上部分菊苣酸总量最高的是果熟期。两个实验结果不同可能与气候条件不同有关系,在蒙大拿由于高山气候的影响,紫锥菊从盛花期到果熟期再到枯苗期经历的时间短;而在广州地区栽培的一年生紫锥菊9月中下旬进入盛花期,11月为果熟期,12月上旬开始进入枯苗期,若偏施氮肥到次年二月部分植株仍然保持生长状态。广州地区栽培的两年生紫锥菊,6月下旬进入盛花期,8月中旬进入果熟期,10月中旬开始陆续枯苗,可见广州地区更长的生长期使植株的产量增加,从而在果熟期得到更高的菊苣酸总量。结合Galambosi等<sup>[9]</sup>报道紫锥菊中烷基酰胺量在结实后达到最高的分析,果熟期采收在得到高的全株总菊苣酸的情况下,还可能得到高质量浓度的烷基酰胺。

在本研究中一年及两年生紫锥菊的地上及地下部分菊苣酸量从蕾期到盛花期变化不大,从盛花期到果期约20 d的时间里很快地降低。该结果与Callan等<sup>[8]</sup>认为在根、叶、花中菊苣酸量在整个生长季中逐渐降低,在未成熟的花中量最高的报道并不相符;与王弘等<sup>[10]</sup>认为根中菊苣酸量为5月幼苗期最高,花、叶中的量是7月中旬盛花期最高的结果及窦德明等<sup>[11]</sup>在将紫锥菊引入北京时发现在盛花期前后植株的地上部分菊苣酸量最高的报道均不一致;但与Wills和Stuart在澳大利亚报道紫锥菊各器官中菊苣酸量在生长季节无明显变化,但随着衰老而很快降低的情况相似。Wills等<sup>[6]</sup>在研究澳大利亚栽培的紫锥菊后提出其国际市场交易的质量标准建议:高质量的紫锥菊根其总烷基酰胺

量应大于6 mg/g,菊苣酸量应大于15 mg/g;地上部分菊苣酸量应大于15 mg/g,地上部分不能作为烷基酰胺来源。从该标准看来,在广州地区栽培的紫锥菊地上部分质量很高;地下部分的菊苣酸量也高于标准,总烷基酰胺量是否合格还有待于研究。Li等<sup>[12]</sup>报道在原产地栽培一年的紫锥菊的地下部分产量为1300 kg/hm<sup>2</sup>,栽培两年的紫锥菊地下部分产量可达5100 kg/hm<sup>2</sup>。由本实验结果可计算得出在广州地区栽培一年的紫锥菊若在盛花期采收其地下部分和地上部分理论产量分别为1960、2610 kg/hm<sup>2</sup>;若在果熟期采收则分别为1830、3610 kg/hm<sup>2</sup>。栽培两年的紫锥菊在盛花期采收其地下部分和地上部分理论产量分别为2560、7890 kg/hm<sup>2</sup>;若在果熟期采收则分别是3210、11500 kg/hm<sup>2</sup>。一年及两年生紫锥菊在果熟期采收时全株菊苣酸总量最高;盛花期采收的紫锥菊全株菊苣酸总量低于果熟期但高于其他物候期,对于一年生植株来说盛花期采收的其地下部分产量在所有物候期中最高。

综上所述,在广州地区紫锥菊栽培过程中,对于专业的提取物生产企业来说,考虑到盛花期紫锥菊的产量及菊苣酸量较高,如果仅以菊苣酸作为提取物的质量标准,盛花期收购对提取企业较为有利;如果要获得高品质的紫锥菊药材,在果熟期采收得到的紫锥菊产量最高且全株菊苣酸总量最高,参考Wills等<sup>[6]</sup>提出的国际市场交易的紫锥菊质量标准,此时采收的紫锥菊仅就菊苣酸量来说符合标准中高质量的紫锥菊要求,同时结合栽培的紫锥菊烷基酰胺量在结果后最高的情况来看<sup>[13]</sup>,果熟期采收所得药材应该是优质原料药。由于在果熟期采收的两年生紫锥菊全株产量是同时期一年生紫锥菊的2.7倍,同时3年生紫锥菊根中的烷基酰胺水平比两年生的显著下降<sup>[12]</sup>,据此,本实验结果得出广州地区栽培以两年生紫锥菊在果熟期采收有利于取得最大的经济效益。

### 参考文献

- [1] 肖培根. 国际流行的免疫调节剂紫锥菊及其制剂 [J]. 中草药, 1996, 27(1): 46-48.
- [2] 岑国栋, 锥蓬铁, 高永翔. 紫锥菊药理作用研究进展 [J]. 现代药物与临床, 2010, 25(1): 15-18.
- [3] 陈荣, 年海, 吴鸿. 氮磷钾配施对紫锥菊产量及质量的影响 [J]. 中草药, 2007, 38(6): 917-921.
- [4] 陈荣, 吴鸿. 微肥对紫锥菊产量及种子生产的影响 [J]. 中草药, 2007, 38(9): 1400-1403.

- [5] Wills R B H, Stuart D L. Levels of active constituents in manufactured *Echinacea* products [J]. *Chem Aust*, 1998, 67(8): 17-19.
- [6] Wills R B H, Stuart D L. Alkylamide and cichoric acid levels in *Echinacea purpurea* grown in Australia [J]. *Food Chem*, 1999, 67: 385-388.
- [7] Stuart D L, Wills R B H. Factors affecting the extraction of alkylamides and cichoric acid during ethanolic processing of *Echinacea purpurea* (L.) Moench. [J]. *Aust J Exp Agric*, 2000, 40: 873-877.
- [8] Callan N W, Yokelson T, Wall-Maclane S, et al. Seasonal trends and plant density effects on cichoric acid in *Echinacea purpurea* (L.) Moench. [J]. *J Herbs Spices Med Plants*, 2005, 11(3): 35-46.
- [9] Galambosi B. Introduction of *Echinacea purpurea* and *Leuzea charthamoides* into cultivation in Finland [J]. *Acta Hort*, 1993, 331: 169-177.
- [10] 王弘, 刘文芝, 鲁晓蕾, 等. 松果菊有效成分菊苣酸的含量测定 [J]. 中国中药杂志, 2002, 27(6): 418-420.
- [11] 窦德明, 崔树玉, 曹永智, 等. 引种紫锥菊有效成分菊苣酸含量研究 [J]. 中草药, 2001, 32(10): 987-988.
- [12] Li T S C. *Echinacea*: Cultivation and medicinal value [J]. *Hort Technol*, 1998, 8: 122-129.
- [13] Gray D E, Pallardy S G, Garrett H E, et al. Acute drought stress and plant age effects on alkamide and phenolic acid content in purple coneflower roots [J]. *Planta Med*, 2003, 69(1): 50-55.

## 欢迎订阅《中草药》杂志 1996—2009 年增刊

为了扩大学术交流, 提高新药研究水平, 经国家新闻出版主管部门批准, 我部从1996年起, 每年出版增刊一册。

**1996年增刊:** 特邀了国内知名专家就中药新药研究的方向、法规及如何与国际接轨等热点问题撰文阐述。

**1997年增刊:** 包括紫杉醇的化学成分、提取工艺及组织培养等方面的科研论文, 并特邀国内从事紫杉醇研究的知名专家撰写综述文章, 充分反映了紫杉醇研究方面的新成果、新进展和新动态。

**1998年增刊:** 以当今国际研究的热点银杏叶为专论重点, 包括银杏叶的化学成分、提取工艺、质量控制、药理作用及临床应用等方面, 充分反映了国内银杏叶开发研究方面的新成果、新进展和新动态。

**1999年增刊:** 为“庆祝《中草药》杂志创刊30周年”会议论文集, 特邀中国工程院院士、国家药品监督管理局药品评审中心及知名专家就中药新药研究热点问题撰写了综述文章。

**2000年增刊:** 以“中药新理论、新剂型、新工艺和新技术”为主要内容。

**2001年增刊:** 特邀了中国工程院院士、专家就加快中药现代化的进程, 我国入世后中药产业的发展新对策及西部药用植物资源的保护、开发和利用等撰写综述文章。

**2002年增刊:** 以“中药现代化”和“中药指纹图谱”为主要内容。

**2003—2008年增刊:** 包括中药创新药物开发的思路和方法、中药现代化研究、中药知识产权保护、中药专利的申请及中药走向国际等热点内容。

**2009年增刊:** 为庆祝“《中草药》杂志创刊40周年”和“《中草药》英文版 (*Chinese Herbal Medicines*, CHM) 创刊”, 以中药创新药物开发的思路和方法、活性天然产物的发现及其作用机制研究、中药代谢组学研究、生药学研究、中药的安全性评价和不良反应监控、中药新药审评法规的最新进展、中药知识产权保护和专利的申请、民族药研究为主要内容; 学术水平高, 内容丰富, 信息量大。

以上各卷增刊选题广泛、内容新颖、学术水平高、科学性强, 欢迎广大读者订阅。以上增刊为我部自办发行, 邮局订阅《中草药》不含增刊, 但能提供订阅凭证者, 购买增刊7折优惠, 款到寄刊。

地址: 天津市南开区鞍山西道308号

邮编: 300193

网址: www.tiprpress.com; www.中草药杂志社.中国

电话: (022)27474913 23006821

传真: (022)23006821

E-mail: zcy@tiprpress.com

《中草药》杂志编辑部