植 物 分 类 与 资 源 学 报 2013，35 (2)：144～148
Plant Diversity and Resources DOI：10.7677/ynzwyj201312081

中国特有植物膀胱豆（豆科）及两个邻近种的染色体数目及核型报道*

陈光富[1]，孙文光[1]，张建文[2]，李志敏[1**]
（1 云南师范大学生命科学学院，云南 昆明 650500；2 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，云南 昆明 650201）

摘要：对中国特有植物膀胱豆（*Colutea delavayi*）及两个邻近种鱼鳔槐（*C. arborescens*）和东方鱼鳔槐（*C. orientalis*）进行了核形态学研究。膀胱豆核型公式为：$2n=2x=16=16$m；东方鱼鳔槐核型公式为：$2n=2x=16=12$m+4sm；鱼鳔槐核型公式为：$2n=2x=16=10$m+6sm，染色体数 $2n=16$ 与前人报道一致。三种植物中，除了鱼鳔槐的核型不对称性为 2A 型外，另两种的核型不对称性均属于 1A 型。

关键词：鱼鳔槐属；膀胱豆；核型；染色体数目
中图分类号：Q 942 **文献标识码**：A **文章编号**：2095-0845(2013)02-144-05

Chromosome Numbers and Karyotypes of *Colutea delavayi* (Leguminosae) Endemic to China and Two Adjacent Species

CHEN Guang-Fu[1], SUN Wen-Guang[1], ZHANG Jian-Wen[2], LI Zhi-Min[1**]
(1 *School of Life Sciences of Yunnan Normal University*, Kunming 650500, China; 2 *Key Laboratory of Biodiversity and Biogeography*, *Kunming Institute of Botany*, *Chinese Academy of Sciences*, Kunming 650201, China)

Abstract: Chromosome numbers and karyotypes of three species from *Colutea* (Leguminosae), *C. delavayi*, *C. orientalis* and *C. arborescens* were studied, of which *C. delavayi* is an endemic to SW China. *C. arborescens* $2n=2x=16=10$m+6sm with type 2A asymmetry and *C. orientalis* $2n=2x=16=12$m+4sm with type 1A asymmetry, the basic chromosome number $2n=16$ is also confirmed. *C. delavayi* $2n=2x=16=16$m with type 1A asymmetry was reported firstly.

Key words: *Colutea*; *Colutea delavayi*; Karyotype; Chromosome number

膀胱豆（*Colutea delavayi*）隶属于豆科（Leguminosae）鱼鳔槐属（*Colutea*），特产于云南西北部及四川西南部的横断山河谷地区，生于海拔 1 800～3 000 m 山坡阳处、河沟边灌丛中（Sun 和 Larsen，2010）。该属全世界约有 28 种，主要分布于欧洲南部、非洲东北部及亚洲西部至中部（Hornero 和 Pérez，1997；Ghahremaninejad 和 Ghahremani，2008）；两个邻近种鱼鳔槐和东方鱼鳔槐均产于欧洲，现在引种栽培较多。

鱼鳔槐属是具有特提斯起源背景的残迹植物（孙航，2002），主要分布在地中海地区至新疆等地（孙航和李志敏，2003），西南金沙江流域等河谷间断分布有 1 种即膀胱豆。该属被认为是与苦马豆属（*Sphaerophysa*）关系较近的一个属（Duran 等，2010）。目前对该属植物的研究主要集中在生理、生化和分类方面（Fearon 和 Bell，1954；Grosvenor 和 Gray，1996；Grosvenor 和 Gray，1998；Hornero 和 Perez，1997；Ghahremaninejad 和 Ghahr-

* 基金项目：国家基金委-云南省联合基金重点项目（U1136601）；国家基金重点项目（40930209）；科技部基础工作专项重点项目（2007FY110100）
** 通讯作者：Author for correspondence；李志敏（1963-）女，教授，硕士生导师，E-mail：lizhimin_vip@163.com
收稿日期：2012-05-28，2012-09-24 接受发表
作者简介：陈光富（1987-）男，硕士研究生，主要从事植物细胞学研究。

© 1994-2013 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

emani，2008），在细胞学方面的研究较少，主要集中在中亚地区的种类（Kamari，2006）；而分布于我国的 2 种该属植物染色体数目尚未见报道。本文报道了我国间断分布于我国西南膀胱豆以及分布在地中海地区的该属 2 种植物的细胞学特征，为该属的细胞地理学研究等提供基础的资料。

1　材料与方法

膀胱豆（*C. delavayi*）采自海拔约 1 455 m 的四川冕宁（N28°22.375′，E101°52.393′），东方鱼鳔槐（*C. orientalis*）和鱼鳔槐（*C. arborescens*）采自瑞士日内瓦植物园，为栽培植物。凭证标本分别为：SunH-07ZX-3287，SunH-9129 和 SunH-9130，存于中国科学院昆明植物研究所标本馆（KUN）。

成熟种子于 22～26 ℃培养箱中萌发。待幼嫩根尖达到 0.8～1.4 cm 长时取材，用 0.002 mol·L^{-1} 的 8-羟基喹啉避光处理 15～20 min，在 4 ℃环境下用卡诺氏固定液（无水乙醇：冰醋酸＝3：1）固定 27～37 h。在 60 ℃恒温水浴锅中用 1 mol·L^{-1} HCl 解离 13～17 min，卡宝品红染色至少 20 h。压片、显微镜镜检、拍照。

观察植物体细胞间期核、有丝分裂前期染色体和中期染色体。每个样本选取不同个体 80 个细胞进行染色体计数，并对 8 个染色体分散较好的细胞进行核型分析。间期核、前期染色体的形态划分按 Tanaka（1971，1977，1987）的标准；着丝粒位置确定根据 Levan 等（1964）等的标准；中期核型按同源性进行配对，核型分析依据 Stebbins（1971）对称性标准并参考李懋学和陈瑞阳（1985）的标准。臂比（arm ratio）按 AR＝长臂/短臂计算；染色体长度比（length ratio）按 LR＝最长染色体长度/最短染色体长度计算；染色体总形态百分比（total morphological percentage）按 TM（%）＝短臂总长/全组染色体总长计算；核型不对称系数（asymmetrical karyotype coefficient）按 As. K. C＝长臂总长/全组染色体总长计算；染色体相对长度指数（index relative length）按 I. R. L＝染色体长度/全组平均染色体长度计算；并且采用 SPSS16.0 软件包对 AR，LR，TM（%）和 As. K. C 四个核型参数进行统计分析。

2　结果与分析

2.1　间期核与有丝分裂前期染色体类型分析

膀胱豆、鱼鳔槐和东方鱼鳔槐三种植物的间期核和有丝分裂前期染色体的形态特征较一致。在间期核中有一些着色较深的染色体，根据 Tanaka（1971，1977，1987）的标准，三种植物的间期核型属于复杂型染色体（图 1：A－C）；有丝分裂前期染色体为中间型（图 1：a－c）。

2.2　染色体数目及核型分析

在观察的 3 个种中（每种统计 80 个细胞），每种至少有 95% 的细胞具有 16 条染色体，故可以确定它们均为二倍体，为 $2n=16$，没有观察到随体，且未见多倍现象（图 2）。

核型分析表明（表 1，2），东方鱼鳔槐和鱼鳔槐均存在中部着丝粒、近中着丝粒，而膀胱豆仅有中部着丝粒。膀胱豆和东方鱼鳔槐的核型不对称性为 1A 型，鱼鳔槐核型不对称为 2A 型。I. R. L 中 3 个种仅有 M_1 和 M_2 染色体。臂比存在一定的差异，具 m 型与 sm 型两类染色体，臂比最小值为膀胱豆的为 1.16，臂比最大值为鱼鳔槐的为 2.12。核型公式为：$2n=2x=16=16m$，染色体相对长度组成为 $2n=16=3M_2+5M_1$。TM% 值的变化范围在 38.67%～43.32%，集中于 41% 左右。

表 1　鱼鳔槐属 3 个种的核型参数

Table 1　Karyomorphological parameters of the three species of *Colutea*

序号 PN	膀胱豆 *C. delavayi*			东方鱼鳔槐 *C. orientalis*			鱼鳔槐 *C. arborescens*		
	相对长度 RL	臂比 AR	类型 Type	相对长度 RL	臂比 AR	类型 Type	相对长度 RL	臂比 AR	类型 Type
1	9.36+6.12＝15.48	1.53	m	7.81+6.35＝14.16	1.23	m	9.14+6.24＝15.38	1.46	m
2	8.01+5.70＝13.71	1.41	m	9.30+4.76＝14.06	1.95	sm	9.53+4.50＝14.03	2.12	sm
3	6.93+5.96＝12.89	1.16	m	8.28+5.32＝13.60	1.55	m	8.47+4.44＝12.91	1.91	sm
4	7.36+5.25＝12.61	1.40	m	7.45+5.47＝12.92	1.36	m	7.17+5.27＝12.44	1.36	m
5	6.71+5.59＝12.30	1.20	m	7.76+4.40＝12.16	1.77	sm	7.76+4.28＝12.04	1.81	sm
6	6.30+5.14＝11.44	1.22	m	6.76+5.33＝12.09	1.27	m	6.93+4.95＝11.88	1.40	m
7	6.32+4.90＝11.22	1.29	m	6.24+4.58＝10.82	1.36	m	6.52+4.44＝10.96	1.47	m
8	5.68+4.66＝10.34	1.22	m	5.60+4.75＝10.35	1.18	m	5.83+4.55＝10.38	1.28	m

© 1994-2013 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

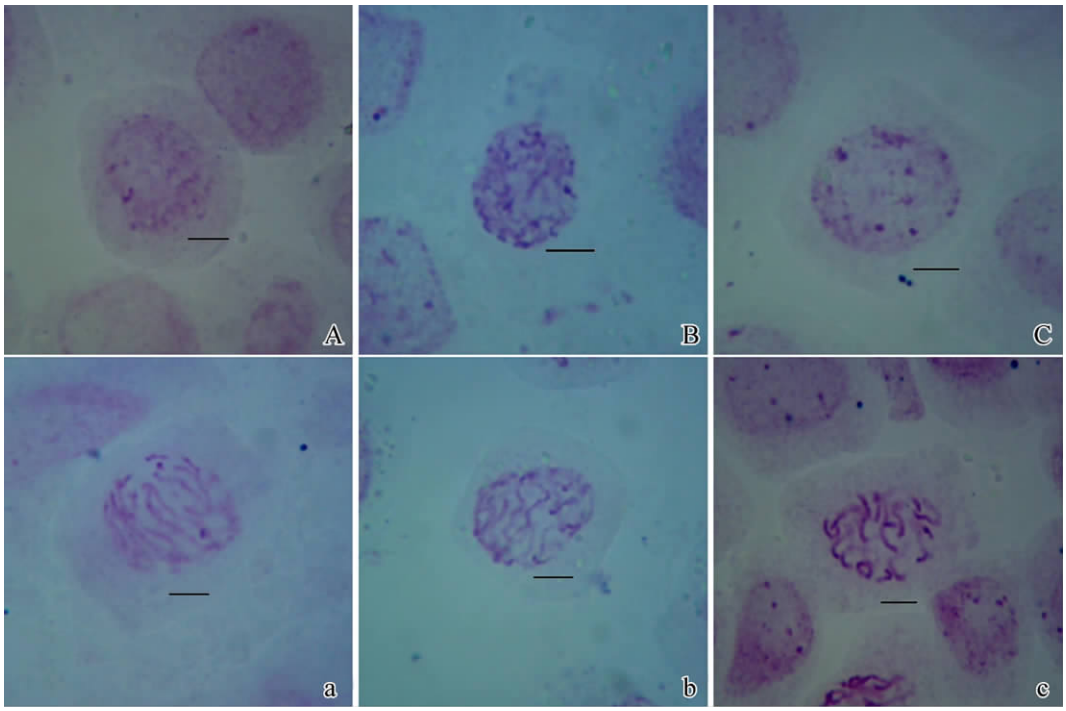

图1 鱼鳔槐属的间期核，有丝分裂前期染色体（标尺=5 μm）

A. **膀胱豆间期核**; a. **膀胱豆有丝分裂前期染色体**; B. **东方鱼鳔槐间期核**; b. **东方鱼鳔槐有丝分裂前期染色体**; C. **鱼鳔槐间期核**; c. **鱼鳔槐有丝分裂前期染色体**

Fig. 1 Interphase nuclei and Mitotic prophases of *Colutea* (Scale bars=5 μm)

A. Interphase nuclei of *C. delavayi*; a. Mitotic prophases of *C. delavayi*; B. Interphase nuclei of *C. orientalis*; b. Mitotic prophases of *C. orientalis*; C. Interphase nuclei of *C. arborescens*; c. Mitotic prophases of *C. arborescens*

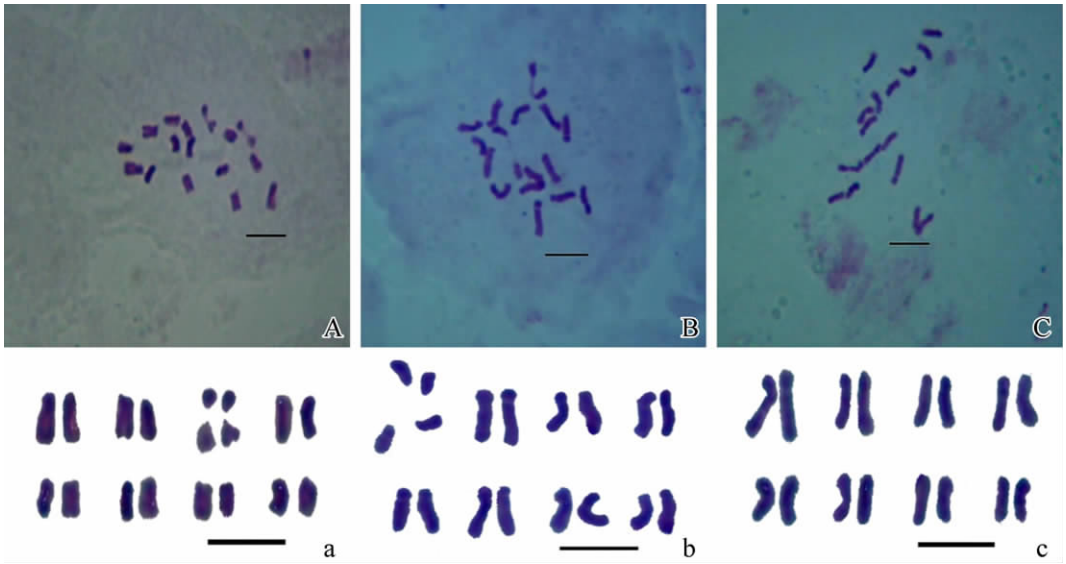

图2 鱼鳔槐属各种的中期染色体，染色体核型图（标尺=5 μm）

A. **膀胱豆中期染色体**; a. **膀胱豆染色体核型图**; B. **东方鱼鳔槐中期染色体**; b. **东方鱼鳔槐染色体核型图**; C. **鱼鳔槐中期染色体**; c. **鱼鳔槐染色体核型图**

Fig. 2 Mitotic metaphases and karyotypes of each species in *Colutea* (Scale bars=5 μm)

A. Mitotic metaphases of *C. delavayi*; a. Karyotypes of *C. delavayi*; B. Mitotic metaphases of *C. orientalis*; b. Karyotypes of *C. orientalis*; C. Mitotic metaphases of *C. arborescens*; c. Karyotypes of *C. arborescens*

© 1994-2013 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

2.3　核型指标的变异显著性检验

采用 SPSS16.0 软件包进行实验数据的统计。数据经过正态分布和方差齐性检验，符合参数检验条件。3 种植物的四个核型参数：核型不对称系数（As. K. C）、染色体总形态百分比（TM%）、染色体长度比（LR）和臂比（AR）均采用单因素重复测量方差分析（one-way repeated measures ANOVA）检验。结果均以平均值±标准误（Mean ±*SE*）表示（表 3）。

结果表明：在核型不对称系数（As. K. C）、臂比（AR）、以及染色体总形态百分比（TM%）上，膀胱豆和鱼鳔槐差异达到显著水平。

表 2　鱼鳔槐属 3 个种核型比较

Table 2　Comparison of karyotype in three species of *Colutea*

种名 Species	核型公式 Formula of karyotypes	染色体长度比 LR	臂比大于 2/1 的比例 Percentage of arm ratio>2∶1	染色体相对长度指数 I. R. L	核型分类 Classical of karyotypes	染色体总形态百分比（%）TM%
膀胱豆 *C. delavayi*	$2n=2x=16=16m$	1.50	0.00	$3_{M2}+5_{M1}$	1A	43.32
东方鱼鳔槐 *C. orientalis*	$2n=2x=16=12m+4sm$	1.37	0.00	$4_{M2}+4_{M1}$	1A	41.00
鱼鳔槐 *C. arborescens*	$2n=2x=16=10m+6sm$	1.48	0.13	$3_{M2}+5_{M1}$	2A	38.67

m：中部着丝点区；sm：近中部着丝点区；M1：中短染色体；M2：中长染色体

m：median region；sm：submedian region；M1：medium small；M2：medium large

表 3　鱼鳔槐属 3 个种核型指标的变化

Table 3　The changes of karyotypes in three species of *Colutea*

核型参数 Karyotypes	东方鱼鳔槐 *C. orientalis*	鱼鳔槐 *C. arborescens*	膀胱豆 *C. delavayi*
核型不对称系数 AS. K. C	0.59 ± 0.01 ab	0.61 ± 0.01 a	0.57 ± 0.005 b
染色体总形态百分比 TM/%	0.41 ± 0.01 ab	0.39 ± 0.01 b	0.43 ± 0.05 a
臂比 AR	1.46 ± 0.07 ab	1.63 ± 0.07 a	1.31 ± 0.03 b
染色体长度比 LR	1.52 ± 0.04 a	1.57 ± 0.04 a	1.56 ± 0.04 a

同列中不同小写字母表示差异大于 5% 显著水平。The different small letters in the some line are extra significantly different at 5%.

3　讨论

Duran 等（2010）根据外部形态提出膀胱豆属与苦马豆属的关系较近，但是从染色体水平上来看膀胱豆属 $2n=16$，$x=8$；苦马豆属 $2n=14+0-2B$，$x=7$；两者在染色体水平上存在一定的差异，并不支持两属关系较近的观点；因此两者之间的关系尚不清楚，尚需更进一步的研究。

膀胱豆、东方鱼鳔槐，染色体基数 $x=8$，染色体数目 $2n=16$，核型都属于 1A 型。在对 *C. arborescens* 的研究分析中发现其核型属 2A 与 Houshmand 等（2006）研究的结果一样，但其核型公式 $2n=2x=16=10m+6sm$，与 Houshmand 等（2006）研究的结果 $2n=2x=16=2m+14sm$ 存在一定的差异。结合已有的细胞学资料（Nazarova，1984；Kamari 等，2006；Houshmand 等，2006），*C. komarovii*，*C. atlantica*，*C. cilicica*，*C. porphyrogramma*，*C. buhsei*，*C. persica* 和 *C. arborescens* 的染色体数目均为 $2n=16$，而核型类型有 1A，2A 和 3A 型；从中似乎显示出鱼鳔槐属倍性较为稳定（二倍体），仅在核型的不对称性上存在差异。当然，要完全证实该推论还需对该属更多物种进行分析和其它证据的尤其是分子系统学的支持。

致谢　中国科学院昆明植物研究所高山植物多样性研究组提供实验种子、罗冬博士提供帮助；云南师范大学彭德力、刘常周、陈林杨、喻屏、陆覃昱在实验上给予帮助。

〔参　考　文　献〕

Duran A，Martin E，Öztürk M *et al.*，2010. Morphological，karyological and ecological features of halophytic endemic *Sphaerophysa kotschyana* Boiss（Fabaceae）in Turkey [J]. *Biological Diversity and Conservation*，**3-2**（2010）：163—169

Fearon WR，Bell EA，1954. Canavanine：Detection and occurrence in *Colutea arborescens* [J]. *The Biochemical Journal*，**59**（2）：221—224

© 1994-2013 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

Ghahremaninejad F, Ghahremani MA, 2008. *Colutea komarovii* (Fabaceae), a new record from NW Iran [J]. *Iranian Journal of Botany*, **14** (2): 102—104

Grosvenor PW, Gray DO, 1996. Colutequinone and colutehydroquinone, antifungal isoflavonoids from *Colutea arborescens* [J]. *Phytochemistry*, **43** (2): 377—380

Grosvenor PW, Gray DO, 1998. Coluteol and colutequinone B, more antifungal isolavonoids from *Colutea arborescens* [J]. *Journal of Natural Products*, **61** (1): 99—101

Hornero J, Pérez C, 1997. Evaluation of genetic variability in Iberian *Colutea* spp. using isozyme Electrophoresis [J]. *Biochemical Systematics and Ecology*, **25** (1): 13—20

Houshmand S, Mohsen HZH, Nastaran J *et al.*, 2006. Cytogenetic studies of the genus *Sophora*, *Colutea* and *Hedysarum* in Iran [J]. *AGRIS*, 112

Kamari G, Felber F, Garbari F *et al.*, 2006. Mediterranean chromosome number reports [J]. *Flora Mediterranea*, **16**: 443—444

Levan A, Fedga K, Sandberg AA, 1964. Nomenclature for centromeric position on chromosomes [J]. *Hereditas*, **52** (2): 201—220

Li MX (李懋学), Chen RY (陈瑞阳), 1985. A suggestion on the standardization of karyotype analysis in plants [J]. *Journal of Wuhan Botanical Research* (武汉植物学研究), **3** (4): 297—302

Nazarova EA, 1984. Chromosome numbers in the Caucasian representatives of the families Asteraceae, Brassicaceae, Fabaceae, Limoniaceae [J]. *Botanicheskii Zhurnal* (*Moscow and Leningrad*), **69**: 972—975

Stebbins GL, 1971. *Chromosomal Evolution in Higher Plants* [M]. London: Edward Arnold Ltd, 72—123

Sun H (孙航), 2002. Tethys retreat, himalayas and Hengduanshan Mountains uplift and its significance on the Sino-Himalayan elements and alpine flora origin and development [J]. *Acta Botanica Yunnanica* (云南植物研究), **24** (3): 273—288

Sun H (孙航), Li ZM (李志敏), 2003. Qinghai-tibet plateau uplift and its impact on Tethys Flora [J]. *Advance in Earth Sciences* (地球科学进展), **18** (6): 852—862

Sun H (孙航), Larsen K, 2010. *Colutea* [A]. In: Wu ZY, Raven P (eds.), *Flora of China* [M]. St. Louis: Missouri Botanical Garden Press, **10**: 503—505

Tanaka R, 1971. Types of resting nuclei in Orchidaceae [J]. *Botanical Magazine*, **84**: 118—122

Tanaka R, 1977. Recent karyotype studies [A]. In: Ogawa K, Koike S, Kurosumi I *et al.* (eds.), *Plant Cytology* [M]. Tokyo: Asakura, 293—326

Tanaka R, 1987. The karyotype theory and wide crossing as an example in Orchidaceae [A]. In: Hong DY (ed.), *Plant Chromosome Research* [M]. Hiroshima: Proceedings of the Sino-Japanese Symposium on Plant Chromosomes, 1—10

〔上接第130页〕

《植物分类与资源学报》是1979年创刊的《云南植物研究》，由中国科学院昆明植物研究所主办，吴征镒院士担任主编。2006年起李德铢研究员接任主编职务。2011年起，经有关部门批准，改为现名，并由中国科学院昆明植物研究所和中国植物学会共同主办。近年来，主办单位进一步明确了期刊的定位，并通过一系列措施，鼓励高水平的研究论文向期刊投稿。此次入选“中国最具国际影响力学术期刊”，既是对期刊学术质量和朝国际化方向逐步迈进的肯定，也将激励期刊向着更高水平不断发展。

附表：入选“中国最具国际影响力学术期刊”的部分生命科学相关期刊（排名不分先后）

Cell Research	World Journal of Gastroenterology	Acta Pharmacologica Sinica	Chinese Science Bulletin
Journal of Environmental Sciences	Molecular Plant	Journal of Integrative Plant Biology	Chinese Chemical Letters
Chinese Medical Journal	Science China Chemistry	Cellular & Molecular Immunology	Science China Life Sciences
Acta Biochimica et Biophysica Sinica	Chinese Journal of Chemistry	Journal of Genetics & Genomics	Current Zoology
药学学报	Journal of Integrative Agriculture	Entomologia Sinica	生态学报
古脊椎动物学报	作物学报	生物化学与生物物理进展	Journal of Systematics & Evolution
昆虫学报	应用生态学报	中国中药杂志	古生物学报
中国农业科学	Journal of Traditional Chinese Medicine	Journal of Molecular Cell Biology	植物分类与资源学报
Neuroscience Bulletin	生理学报	微生物学报	中国天然药物
动物分类学报	Chinese Medical Sciences Journal	中草药	中药材

© 1994-2013 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net