

(如招潮蟹)体色改变受光照和潮汐节律的调控;第二,甲壳类眼柄分泌的激素肯定不止一种,例如调控血糖水平的可能就是另一神经激素。

6.1.2 甲壳类内分泌器官与激素 除神经内分泌器官外,甲壳类也存在符合传统含义的内分泌器官和激素,其中完全发育、功能明显的是雄性腺。在大多数甲壳类该腺体存在于第五对步足基节各肌肉之间,一部分紧贴于输精管末端附近(端足目在精巢内),它所分泌的激素为雄性腺素。该激素对精巢的分化和附肢的正常分化起调控作用。奇怪的是精巢本身似乎不产生什么激素!雌性虽无雄性腺的等同器官,但卵巢却能释放1—2种雌性激素,可引起第二性征(如护卵凹陷)的发育。

6.2 蛛形类的蜕皮激素 陆生蛛形类蜕皮激素的蜕皮腺和蜕皮激素的详细材料可见Guota(1990)的专著。现仅将蜱类的蜕皮激素简介于后:该激素可能是由其复合神经节、神经丛和盾窝腺所产生,其主要化学成分为蜕皮酮(E)和20-羟基蜕皮酮(20E),它们可能作用于胚胎发育中卵黄的发生。

7 棘皮动物

棘皮动物的神经激素 棘皮动物内分泌与激素研究很少,仅在海星等类群中较明确。现在也仅在三个水平神经系中的口面神经系的辐射神经中发现过神经分泌细胞团,它们所分泌的神经激素主要化学成分也是甾类化合物(可能就是 C_{27} 甾醇),其作用可能和卵的成熟与排放,再生等有关。

参 考 文 献

- 1 王宗舜. 蜕皮激素在动物界的发生. 动物学杂志, 1993, 28(2): 45—47.
- 2 Hickman jr. C. P. et al. Integrated Principles of Zoology 8th., Mirror / Mosby College, St. Louis etc. 1988
- 3 Fingerman M. Animal Diversity [In: Modern Biology Series (Ebert, J. D. et al. Consulting Ed.)] 2nd, Ed., Holt, Rinehart & Winst. N. Y. etc. 1986.
- 4 Villee, C. A. et al. Biology, 2nd Ed., Saunders College Pub. Philadelphia etc. 1989
- 5 Johnson, W. H. et al. Principles of Zoology, 2nd Ed., Holt, Rinehart & Winston, N. Y. etc., 1977
- 6 Gupta, A. P. (Ed.). Morphogenetic Hormones of Arthropods. 1: Part 1., 1: Part 2, Rutgers University Press, New Brunswick & London, 1990
- 7 Koolman J. Ecdysteroids, Zool. Sci. 1990, 7(4): 563—580
- 8 Koolman J. (Ed). Ecdysone: from Chemistry to Mode of Action, Georg Thieme Verlag, Stuttgart & N. Y., 1989

PCR 介导的 DNA 序列系统分析 在系统动物学中的应用

王亚明 周开亚

(南京师范大学生物系 南京 210097)

关键词 DNA 序列分析, 系统发育, 系统动物学, 分子进化

在过去的几十年中, 系统学(Systematics)研究得到了革命性发展, 其原因有三个: 首先是基于亨尼希的原理而建立的系谱重建理论, 它为系统学研究提供了理论基础; 其次是电脑技术的发展, 它使系谱树的重建从原来的手工计算改进为电脑分析; 第三是分子生物学的发展,

它为系谱重建提供了大量的数据。系统学的定义也因此发生了变化, 现在认为系统学应该是这样的一门科学: 它不仅对生物世界的多样性进行分类和命名, 而且对产生并维持这种多样

收稿日期: 1995-01-10, 修回日期: 1995-09-05

性的过程进行研究^[1]。

然而我国系统动物学的研究并没有得到这样的发展,相反“由于经费不足以及队伍逐渐老化和转向,到如今已达难以为继的地步”^[2]。为使我国动物科学的研究尽快赶上世界先进水平,动物科学发展战略研究组(1994)在其报告中把动物系统和进化生物学的研究列为优先发展的领域。报告特别强调方法与理论进步的同步,鼓励动物分类学家引进新技术,促进知识更新。鉴此,本文将对目前在国际上广泛使用的PCR介导的DNA序列系统分析技术在系统动物学中的应用及其前景作一介绍。

1 PCR介导的DNA序列系统分析技术的优点

PCR介导的DNA序列系统分析是指运用聚合酶链反应(PCR)技术和PCR介导的DNA直接测序技术对组织样品进行分析而获得特定DNA片段的序列数据,然后运用软件包(例如PHYLIP和PAUP)进行电脑分析,从而得到系统发育信息的过程(图1)。这一技术由于有以下的优点而得到了迅速的推广,目前已成为系统动物学的主要研究手段之一。

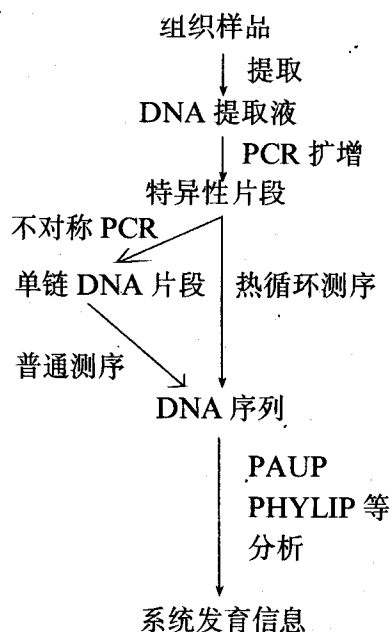


图1 PCR介导的DNA序列系统分析技术

1.1 PCR介导的DNA直接测序技术克服了传统的DNA样品制备、分析的局限,能够快速获得大量个体的同源DNA序列数据,进而直接计算种间或种内遗传差异,而不必通过核酸杂交、同功酶电泳分析或限制性片段长度多态性(RFLP)分析等技术来间接估计这种差异,也不必采用繁琐的克隆测序。这也使得在DNA序列水平上做群体研究成为可能。

通过选择保守程度不同的DNA片段而进行系统分析,可以解决不同分类水平上的系统学问题,小到种内变异,大到整个生物界的系统发育关系。Kocher等^[3]对人、牛、鼠、蛙和果蝇的线粒体DNA(mtDNA)序列进行了比较分析,找出高度保守的区域并以此设计了一些保守性引物(conserved primers,即通用引物 universal primers),进而从100多种动物(包括哺乳类、鸟类、两栖类、鱼类和一些无脊椎动物)成功地扩增出了线粒体基因组的细胞色素b基因片段、rRNA基因片段和控制区的DNA片段。Hillis和Dixon^[4]也在对来源广泛的rDNA序列进行了比较研究之后,设计了能分别扩增核基因组中rRNA基因15个区段的通用引物,这15个区段的DNA进化速率和进化方式是不一样的。

1.2 由于只要几个分子的目的DNA就能实现PCR扩增和序列分析,因此人们可以有效地利用原先难以或者不能分析的组织样品。例如从博物馆标本扩增出DNA片段,并用于系统分析^[5-7]。福尔马林固定的石蜡包埋组织块也是可以用作系统分析的材料^[8]。同样,古代的组织中只要还幸存一个或少数几个完整的DNA分子,就可以用PCR技术进行扩增和序列分析^[9,10]。即使所有的DNA都已不完整,PCR技术还是能够在一定程度上恢复出正确的DNA序列的^[11],也就是说在扩增过程中可以通过跳跃(jump)而将已降解的小片段DNA连接起来。Paabo等(1988)首先从7000年前的人脑扩增出mtDNA片段,发现在现代土著美国人中未曾发现过的一种线粒体类型。Cooper等^[12]成功地用PCR技术从在洞穴和

干涸沼泽中发现的 6 个属的恐鸟骨骼和干尸化软组织扩增出了 4 个属的 mtDNA 片段,并对它们进行了系统分析。DeSalle 等^[13]从约 4000 万年前就封闭于琥珀中的白蚁扩增出了 DNA。Petrishchev 等^[14]报道了用 PCR 技术从骨化石提取 DNA 的简单而有效的方法。迄今为止成功地从最久远的古老组织扩增出 DNA 片段的报道是从 1.3 亿年前的象鼻虫扩增出了 DNA 片段^[15]。

由于 PCR 技术完全能从少至单个细胞的微量样品中获得 DNA 序列数据,因此出现了非创伤性采样技术,而不需杀死动物或使动物受到严重损伤。Milinkovitch 等(1994)用载玻片在人工饲养鲸类的体表面刮几下,就能得到足够的表皮细胞以用于 PCR 介导的 DNA 序列系统分析。非创伤性采样技术的使用大大地促进了对濒危动物的系统学和遗传学研究。

2 DNA 序列系统分析的应用范围

DNA 序列系统分析的三个主要的应用范围是:(1)建立分子系谱树以估计特定基因或基因族和它们的 RNA 或蛋白质的进化过程;(2)追踪种内的支系发生(genealogy);(3)建立物种系谱树以估计宏观进化的方式与过程。

2.1 DNA 序列的进化 PCR 介导的 DNA 序列系统分析技术推动了 DNA 进化机制和方式的研究。Irwin 等^[16]运用 PCR 技术对哺乳类的细胞色素 b 基因进行了系统分析,结果表明:该基因遗传密码的第一、第二和第三位核苷酸的变换速率比为 10:1:33(至少为 33);当分歧年代大于 500 万年时该基因碱基的替换和无义颠换都可以用于系统发育分析。Martin 等^[17]的研究结果表明鲨类的细胞色素 b 基因和细胞色素氧化酶 I 基因的核苷酸替换的速率要比哺乳类的慢 7 到 8 倍,因此根据一类动物进化的速率来估计另一类动物分歧年代是不适当的。

2.2 种内多样性 要对某一物种进行成功的人工管理,首先必须了解该物种的种群结构。物种可能只是单个的随机交配群(随机交配模

型, panmictic model);也可能由一系列相互隔离的小种群组成(岛屿模型, stepping-stone or island models);还有的物种可能是一个连续的种群,群内的个体只与地理分布相近的个体发生遗传物质的交换(距离隔离模型, isolation-by-distance model)。种群结构的三种不同的模型就导致了地域内和地域间物种遗传分化方式的不同,因此通过对物种的遗传结构进行分析可以获得种群结构的重要信息^[18]。

通过对不发生遗传重组的分子来跟踪有机体的支系发生要比其他方法更为有效。因此线粒体 DNA 是这一方面的最佳选择,因为它属于严格的母性遗传,没有遗传重组,并且易于遗传分析。这方面最引人注目的例子是人类起源问题的研究。Cann 等(1987)在对来自五大洲的 147 个人的线粒体 DNA 进行了 RFLP 分析之后提出人类起源于非洲的设想。随后的 PCR 介导的 DNA 序列分析也都支持这一设想^[19]。

种群的基因频率是随时间而变化的,PCR 介导的 DNA 序列分析技术使研究基因频率的时间变化曲线成为可能,因为它能从过去的标本中获取遗传信息。Thomas 等^[6]就从保存至今的颊囊鼠(*Dipodomys panamintinus*)标本的皮肤扩增出 DNA 片段,同时对与博物馆标本具有相同分布区的活标本的样品进行扩增,研究了 70 年来颊囊鼠线粒体基因的频率变化。

2.3 种间多样性 Kocher 等^[3]所设计的通用引物使 PCR 介导的 DNA 序列分析技术在研究种间多样性方面得到了推广,目前这方面的文献报道已非常多,只是所研究的基因片段仍主要集中在在线粒体的细胞色素 b 基因、非编码的控制区和 12S rRNA 基因。

PCR 介导的 DNA 序列系统分析技术在系统动物学研究中的早期应用是对现已绝种的斑驴(Paabo 和 Wilson, 1988)和袋狼^[5]的系统发育研究。在对扩增出的 94bp 的 12S rRNA 基因片段和 116bp 的细胞色素 b 基因片段 DNA 序列进行系统分析后,Thomas 等^[5]认为

本世纪灭绝的澳洲的袋狼与澳洲其它有袋食肉类的亲缘关系比较近,而不是原先形态学研究所认为的与南美现已绝种的有袋食肉类袋鼯狗(borhyaenids)较接近,提示存在形态的趋同进化。

Meyer 和 Wilson^[20]的研究结果显示:用 PCR 介导的 DNA 序列系统分析技术对动物的 mtDNA 进行分析是可以解决亲缘关系较远的系统学问题的。例如,四足动物起源于肉鳍鱼类是比较形态学的重要成果之一,但一直无法确定肉鳍鱼类中的总鳍鱼类和肺鱼类哪一个更接近于四足动物。Meyer 和 Wilson^[20]用 PCR 技术从南美肺鱼(*Lepidosiren paradoxa*)、辐鳍鱼(*Cichlasoma citrinellum*)和矛尾鱼(*Latimeria chalumnae*)的 mtDNA 基因组中扩增出 12S rRNA 基因中 304bp 的片段和细胞色素 b 基因中 360bp 的片段并进行测序,然后与爪蟾(*Xenopus laevis*)的同源 DNA 序列比较,发现在 DNA 序列水平上肺鱼要比矛尾鱼更亲近于爪蟾,推测四足动物应起源于肺鱼类,而排除了矛尾鱼的祖先进化到四足动物的可能性。矛尾鱼与原始四足动物的形态相似很可能是趋同进化或返祖的结果,而不是具有共同祖先的结果。

PCR 介导的 DNA 序列分析技术也可以用于解决亲缘关系较近的系统学问题^[21, 22]。以鲸类为例,鲸类可分为齿鲸和须鲸,以前认为齿鲸类是单系发生的,但 Milinkovitch 等^[22]通过对 16 种鲸 930bp 的 12S rRNA 和 16S rRNA 基因片段进行系统分析之后,发现齿鲸类中的抹香鲸类与须鲸类的关系比其与别的齿鲸类的关系更近,因此说明齿鲸类应是并系发生的。

PCR 介导的 DNA 序列分析技术还可以为物种的基础分类工作提供依据。Smith 等^[23]在描述索马里的一个伯劳新种时就提供了 DNA 序列分析结果。Masuda 和 Yoshida^[7]通过对 375bp 的细胞色素 b 基因片段进行系统分析后也证实 *Mustela itatsi* 和 *M. sibirica* 应分属两种,尽管它们之间的形态差异只是尾长与体长的比例不同。

3 有关PCR介导的DNA序列系统分析的争议

将分子生物学技术应用于系统学研究,必然会引起许多争议^[24, 25]。争论的焦点是:分子数据与形态数据哪个价值大,分子进化是否保持恒速,分子突变是否中性,应收集什么类型的分子数据,用什么方法来分析数据以及如何定义分子系统学中的“同源”(homology)概念等。这里仅对与 PCR 介导的 DNA 序列系统分析技术有关的争议进行讨论。

3.1 分子证据与形态证据的相对价值 在重建系谱树时,分子证据和形态证据究竟哪一个更有效? Patterson(1987)专门就此问题编著了《进化中的分子与形态:矛盾还是协调》一书。目前这一争论仍在继续,其实人们过份夸大了分子证据和形态证据是否矛盾这一问题^[24]。虽然在重建和检验系统发育关系时分子分析方法要更有效一些,但分子证据并没有大量推翻动物形态学家所建立的物种系统发育关系。并且,当形态证据与分子证据所得出的结论不一致时,多数原因是分析方法上的问题:或者是因为两者用了不同的分析方法,或者是因为只有其中一类数据得到了充分的分析^[26]。

由于对某些系统学问题只能通过形态学证据来说明,而对某些问题只能用分子证据来解决,所以一般说来在描述和解释物种多样性时,同时采用分子手段和形态方法研究所得到的结果要比单独使用某一种方法好得多^[24]。Girman 等^[27]就结合形态学方法, RFLP 技术和 PCR 介导的 DNA 直接测序技术对非洲的猎狗(*Lycaon pictus*)的种群结构进行了研究,认为东部非洲的猎狗种群与南部非洲的无论在形态上还是在遗传上都是有显著差异的,建议它们应分属不同的亚种,在系统发育关系上猎狗与犬属动物属于同一个独立的发育支系(lineage)。

3.2 分子进化是否恒速 速率恒定是分子进化中性理论的基础之一,也是利用分子数据重建系谱树和计算分歧年代所用的假设。但有证

据表明,分子进化的速率并不是恒定不变的^[17,28]。那么分子证据是否就毫无意义了呢?回答是否定的。Kimura 1987 年指出,分子进化的近似恒速与中性理论是一致的,但中性理论并没有预测分子进化的速率恒定,而只是认为分子进化的速率与中性突变的速率相等,而后者则可能由于突变总数的变化以及分子功能约束力的变化而有所变化。种系(germline)复制速率的不同也可能导致突变速率的变化。不过只要在进行系统分析时把这种变化考虑进去,所重建的系谱树的正确性就不会受到影响^[29]。

例如人总科的系统发育关系,许多研究者包括一些形态学家认为:当将猩猩作为外类群(outgroup)时,人类与非洲猩猩类的关系最近。然而, Schwartz (1987) 认为形态证据表明,当把非洲猩猩类作为参照组时人类与猩猩关系最近。他对分子系谱树提出两点疑问:第一,既然分子进化速率不总是恒定的,那么分子相似并不一定意味着系统学上的相近;第二,不同的分子分析方法有时会得出相互矛盾的结果。不过这两点是可以过新的分析方法克服的,前者我们可以在用 DNA 序列数据重建系谱树时避开分子进化是恒速的假设,最大相似法(ML)就是用于这一目的的;后者只是因为传统的方法并不关心估计结果的置信区间,如果计算结果附上置信区间,矛盾将会消失^[29]。

3.3 分子突变是否中性 毫无疑问,许多氨基酸或者核苷酸的替换并不呈中性,但也有许多分子的变化与修改后的中性理论的预测相一致^[29]。那么分子突变是否为选择性中性(或近中性)?进化的中性论是否具有理论意义?

根据中性理论,分子进化是处于有限种群中的物种通过飘移(drift)而随机地将选择性中性突变固定下来的过程。然而分子进化并不是一个简单的过程。Dover (1988) 认为绝大多数基因受到某些 DNA 翻转(turnover)机制的作用,例如基因的不等交换、转座、基因逆转变或者 RNA 介导的交换,使得有性种群的遗传组成发生渐变,而且在一些基因族内分子变化似

乎是协同进化的(coevolutionary)。在分子进化的机理被完全阐述清楚之前,这类争论仍将继续。

一般认为,偏离中性的突变大多是基因位点专一的,因此可以通过分析多个基因位点来减小非中性突变对分析结果的影响^[34]。

3.4 采用什么方法重建系谱树 从数学的角度来看,即使只对少数几个分类单元进行分析,也很难得到其准确的系谱关系^[30]。比如有 10 个分类单元,真正的系谱树只有一个,但可能的排列却有 3800 万个。分子系统学家的目标就是要从中找出这棵真正的树。然而数据分析的方法很多^[24],每一种方法却可能得出绝然不同的结果。因此对如何从 DNA 序列数据得到系谱树有很多争议^[31]。限于篇幅,这里不作详细介绍。大致归纳起来,目前争论比较多的是运用什么方法分析分子数据以重建系谱树,比如是否以及怎样使用简约法、如何校正最大相似法和怎样根据性状与初始假设的符合程度对其进行适当的加权^[24,32]。

4 PCR介导的DNA序列系统分析的应用前景

由于对 DNA 序列进化的机制还没有充分的了解,对动物基因组所包含的遗传信息的了解更是极少,所以 PCR 介导的 DNA 序列分析系统技术还存在着许多有待解决的问题。例如:从基因库中选择哪一个 DNA 片段来进行系统分析呢?要解决某一分类水平的系统学问题需要多长的 DNA 片段呢?如何评价所得到的系谱树的可靠性?目前对这些问题已开始进行广泛的研究,随着 DNA 序列数据的积累和分析方法的不断完善,人们对 DNA 进化机制的了解将越来越全面。

同时随着分子生物学的发展,PCR 介导的 DNA 序列系统分析技术本身也将更加完善。也就是说,将能扩增出更长片段的 DNA,测序工作将更简单,费用也将更低。例如,银染 DNA 测序技术的使用加快了 DNA 序列系统分析的速度,降低分析费用^[33],该技术已能

够进入普通的系统动物学实验室。

由于现存的基因一定是通过某些谱系遗传下来的,也就是说现存生物的基因必定有其古老的祖先,因此可以认为物种的进化史都包含在其遗传信息中,我们完全能从 DNA 序列数据中获得这一进化史。PCR 介导的 DNA 序列分析技术在系统动物学中的应用将会越来越广。

参 考 文 献

- Whitehead P. *Syst. Zoo.* 1990, 39(2): 179—184.
- 陈宜瑜. 动物学杂志, 1992, 27(3): 50—56.
- Kocher T. D., Thomas W. K., Meyer A., et al. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 1989, 86: 6196—6200.
- Hillis D. M. and Dixon M. T. *Quart. Rev. Bio.* 1991, 66(4): 411—453.
- Thomas R. H., Schaffner W., Wilson A. C., et al. *Nature* 1989, 340: 465—467.
- Thomas W. K., Paabo S., Villablanca F. X., et al. *J. Mol. Evol.* 1990, 31: 101—112.
- Masuda R. and Yoshida M. *C. J. Mamm. Soc. Japan* 1994, 19(1): 33—43.
- Shibata D. K., Martin J. W. and Arnheim N. *Cancer Res.* 1988, 48: 4564—4566.
- Paabo S. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 1989, 86: 1939—1943.
- Meijer H., Perizonius W. R. K. and Geraedts J. P. M. *Biochem. Biophys. Res. Commun.* 1992, 183(2): 367—374.
- Paabo S., Irwin D. M. and Wilson A. C. *J. Biol. Chem.* 1991, 265: 4718—4721.
- Cooper A., Mourer-Chauvire C., Chambers G. K., et al. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 1992, 89(18): 8741—8744.
- DeSalle R., Gatesy J., Wheeler W., et al. *Science* 1992, 257: 1933—1936.
- Petrishchev V. N., Kutueva A. B. and Rychkov Yu. G. *Genetika (Moscow)* 1993, 29(4): 690—693.
- Cano R. J., Poinar H. N., Pieniazek N. J., et al. *Nature* 1993, 363: 536—538.
- Irwin D. M., Kocher T. D. and Wilson A. C. *J. Mol. Evol.* 1991, 32: 128—144.
- Martin A. P., Naylor G. J. P. and Palumbi S. R. *Nature* 1992, 357: 153—155.
- Fajen A. and Breden F. *Evolution* 1992, 46(5): 1457—1465.
- Vigilant L., Stoneking M., Harpending H., et al. *Science* 1991, 253: 1503—1507.
- Meyer A. and Wilson A. C. *J. Mol. Evol.* 1990, 31: 359—364.
- Kraus F. and Miyamoto M. M. *Syst. Zool.* 1991, 40(2): 117—130.
- Milinkovitch M. C., Orti G. and Meyer A. *Nature* 1993, 361: 346—348.
- Smith E. F. G., Arcander P., Fields J., et al. *Ibis* 1993, 133: 227—235.
- Hillis D. M. and Moritz C. (eds.): *Molecular Systematics*. Sinauer Associates Inc, Sunderland, Massachusetts, 1990.
- 张英培. 动物学研究, 1994, 15(1): 1—10.
- Smith A. B. *Trends Ecol. Evol.* 1992, 7: 224—228.
- Girman D. J., Kat P. W., Mills M. G. L., et al. *J. Hered.* 1993, 84(6): 450—459.
- Hasegawa M. and Kishino H. *Japan. J. Genet.* 1989, 64: 243—258.
- Kimura M. and Takahata N. (eds.) *New Aspects of the Genetics of Molecular Evolution*. Japan Sci. Soc. Press, Tokyo, 1991.
- Penny D., Hendy M. D. and Steel M. A. *Trends Ecol. Evol. Biol.* 1992, 7: 73—79.
- Miyamoto M. M. and Cracraft J. (eds.) *Phylogenetic analysis of DNA sequences*. Oxford University Press, New York, 1991.
- Carpenter J. M. *Cladistics* 1988, 44: 291—296.
- 王亚明, 白暨豚, 江豚和虎的分子进化遗传学研究. 南京师范大学理学博士学位论文, 1995.

1995 年期刊目录索引选(动物部分)(三)

1 无脊椎动物遗传(染色体、同工酶等)、形态、分类、寄生虫学

- 山东半岛近岸水域铃舌虫属一新种 张松龄 刘锡兴
动物分类学报 1995, 20(3): 257—261
- 寄生于直翅目昆虫的索线虫属一新种——西安索线虫
徐向阳 鲍学纯 动物分类学报 1995, 20(3): 262—268

- 鹤次睾吸虫新种描述 姜昌富 魏兰英 动物分类学报 1995, 20(3): 269—273
- 中国陆生贝类二新种 陈德牛 刘延虹 许文贤 动物分类学报 1995, 20(3): 274—277
- 中国丘腹蛛属一新种记述 朱明生 王秀珍 动物分类学报 1995, 20(3): 278—280
- 中国微蛛三新种和一新纪录 沙玉华 朱传典 动物分类学报 1995, 20(3): 281—288

- 中国南方四种跳蛛 谢莉萍 彭贤锦 动物分类学报 1995, 20(3): 289—294
- 内蒙古豹蛛属二新种记述 唐贵明 乌力塔 宋大祥 动物分类学报 1995, 20(3): 295—298
- 鸟疟原虫一新种——竹鸡疟原虫的记述 黄建成 黄道发 动物分类学报 1995, 20(4): 385—390
- 中国海南岛淡水蟹一新属二新种描述(英文) 戴爱云 动物分类学报 1995, 20(4): 391—397
- 陕西陆生贝类的动物地理学分析及二新种记述 陈德牛 许文贤 刘延虹 动物分类学报 1995, 20(4): 398—410
- 中国土壤小型多足类Ⅱ浙江矛带马陆科一新属一新种 张崇洲 动物分类学报 1995, 20(4): 411—415
- 中国土壤小型多足类Ⅲ矮瘤带马陆属一新种 张崇洲 动物分类学报 1995, 20(4): 416—419
- ## 2 脊椎动物遗传(染色体、同工酶)、形态、分类学等
- 中国小鳔鮠属鱼类一新种记述 乐佩琦 动物分类学报 1995, 20(4): 495—498
- 长爪沙鼠阴茎头的组织学研究及五种鼠阴茎头的扫描电镜观察 曹焯 刘少英 杨安峰 兽类学报 1995, 15(2): 137—140
- 内蒙古仓鼠科动物数值分类的初步研究 鲍伟东 侯希贤 董维惠 兽类学报 1995, 15(2): 141—148
- 麝属的分类 Colin P. Groves 王应祥 Petre Grubb 兽类学报 1995, 15(3): 181—197
- 水貂卵母细胞发育过程中卵泡细胞微细结构研究 刘玉堂 秦鹏春 兽类学报 1995, 15(4): 273—278
- 绒山蝠肝细胞电镜观察和乳酸脱氢酶同工酶的研究 张维道 靳程留 赵茹等 兽类学报 1995, 15(4): 284—296
- 高原鼠兔红细胞免疫功能的研究 叶润蓉 曹伊凡 白琴华 兽类学报 1995, 15(4): 298—301
- 黄鳍二价体上随机引物原位DNA合成的探讨 李奎 刘应伯 余其兴等 遗传 1995, 17(1): 1—3
- 三种壁虎染色体核仁组织者的银染色观察与无蹼壁虎的核型 郭超文 李洁莉 遗传 1995, 17(1): 16—18
- 黄鳍染色体高分辨G带的制备方法 樊连春 余其兴 崔建勋 遗传 1995, 17(1): 38—39
- 家燕与金腰燕染色体的比较研究 赵金良 李军 姜玉霞等 遗传 1995, 17(2): 20—22
- 福建武夷山二种锄足蟾科无尾类的核型和银染观察 李树深 胡健生 费梁等 遗传 1995, 17(3): 16—18
- 成年鸟类中枢神经系统的可塑性 左明雪 生物学通报 1995, 30(3): 1—3
- 金鱼起源及演化的研究 梁前进 生物学通报 1995, 30(3): 14—15
- 鱼类的生殖 朱丽真 生物学通报 1995, 30(4): 31—32
- 演示鲫鱼在水中沉浮时鳔的变化 鲁俊兴 生物学通报 1995, 30(4): 20
- 用金鱼或鲫鱼做胰岛素休克实验 苏永春 勾影波 生物学通报 1995, 30(4): 32
- 中国的始祖鸟 侯连海 生物学通报 1995, 30(5): 11—13
- 介绍一种鸟类剥制标本的防腐方法 韦涌泉 生物学通报 1995, 30(5): 6
- 一种验证鸟类骨骼较轻的方法 谭根林 生物学通报 1995, 30(5): 21
- 脊椎动物的辅助呼吸器官 张耀光 生物学通报 1995, 30(6): 28—29
- 中国的驼鹿 徐学良 生物学通报 1995, 30(8): 4—6
- 水环境压力对鱼体比重和鱼鳔的影响 廖晓东 生物学通报 1995, 30(8): 10—12
- 青蛙剥制标本的制作 赵明星 生物学通报 1995, 30(8): 42
- 简易青蛙麻醉法 李景林 生物学通报 1995, 30(8): 42
- 破骨细胞的起源 杨慧敏 王玳玳 王雪萍 生物学通报 1995, 30(9): 7—9
- 大熊猫的摄食行为 胡锦矗 生物学通报 1995, 30(9): 14—18
- 常见鸮形目鸟类的野外识别 李湘涛 生物学通报 1995, 30(9): 18—20
- 骨髓细胞染色体标本的制备及观察 黄凤嫒 生物学通报 1995, 30(9): 25
- 鱼类浸制标本褪色的原因及克服方法 王鉴衷 生物学通报 1995, 30(9): 41—42
- 用泥鳅作鱼鳍的再生试验 汝骅 生物学通报 1995, 30(10): 36
- 自制鲤鱼头骨重叠式分解挂图 何海晏 生物学通报 1995, 30(10): 37
- 鱼类耳石日轮 解玉浩 生物学通报 1995, 30(11): 22—23
- 关于壁虎在天花板上爬行的解释的商榷 周家修 生物学通报 1995, 30(11): 21
- ## 3 动物地理、环境、行为学、生态学等
- 宏观动物学研究现状和未来十五年发展趋势 王祖望

- 黄大卫 动物学报 1995, 41(1): 1—11
- 昆虫与植物关系的研究进展和前景 钦俊德 动物学报 1995, 41(1): 12—20
- 中国水域江豚颅骨的地理变异 高利安 周开亚 兽类学报 1995, 15(3): 161—169
- 半野生麋鹿集群行为的初步研究 陆军 于长青 丁玉华等 兽类学报 1995, 15(3): 198—202
- 呼伦贝尔草原黄羊冬季食性的研究 高中信 金昆 马建章等 兽类学报 1995, 15(3): 203—208
- 大兴安岭林区貂熊冬季活动特征的研究 朴仁珠 张明海 田家龙等 兽类学报 1995, 15(3): 209—214
- 高原鼠兔和灰尾兔红细胞的形态计量研究 马志军 王晋青 王可等 兽类学报 1995, 15(3): 215—217
- 绒山蝠小肠细胞超微结构的研究 张维道 兽类学报 1995, 15(3): 218—221
- 舟山岛东部地区小型兽类的群落组成与动态分析 鲍毅新 丁平 诸葛阳等 兽类学报 1995, 15(3): 222—228
- 鼠类不育控制的生态学基础 张知彬 兽类学报 1995, 15(3): 229—234
- 烟台近海底栖动物调查报告 王绪峨 徐宗法 周学农 生态学杂志 1995, 14(1): 6—10
- 青州仰天山地区夏季鸟类垂直分布的研究 王庆忠 王大科 生态学杂志 1995, 14(1): 33—36
- 东北高寒地区麦田土壤动物数量的季节变化与环境因素关系的研究 苏永春 张崇邦 勾影波 生态学杂志 1995, 14(3): 10—14
- 四川55种鱼生活史型的研究 刁晓明 罗一兵 李波 生态学杂志 1995, 14(3): 19—25
- 梭鱼幼鱼选择温度的研究 张梅英 岳玉环 生态学杂志 1995, 14(3): 26—28
- 芜湖市森林凋落物与土壤动物的关系 钱复生 生态学杂志 1995, 14(4): 19—24
- 动物鸣叫声计算机分析 姜仕仁 丁平 施青松等 生态学杂志 1995, 14(5): 1—7
- 生物高度多样性 袁兴中 张承德 生物学通报 1995, 30(1): 8—9
- 生物拟态 朱晓林 生物学通报 1995, 30(1): 10—11
- 生物技术与生态学 杨志强 生物学通报 1995, 30(6): 21
- 保护生物学——生物学的新分支 张正旺 生物学通报 1995, 30(8): 7—9
- 4 实验动物(生理、生化、细胞、发育、内外分泌等)**
- 体外培养小鼠小脑的髓鞘形成及电生理研究 姜文跃 沈馨亚 苏清芬等 解剖学报 1995, 26(2): 117—122
- 甘丙肽和经典激素在大鼠垂体前叶细胞内的共存研究——免疫组织化学方法 庞志平 李鑫 刘少君等 解剖学报 1995, 26(2): 123—126
- 内脏伤害性刺激诱导的大鼠延髓内Fos表达 陈良为 饶志仁 施际武 解剖学报 1995, 26(2): 127—131
- 吗啡对备用根大鼠背根节神经元胞体的影响——光镜和电镜观察 曾园山 吴良芳 解剖学报 1995, 26(2): 132—137
- 大鼠脑室系统伸长细胞的顺行追踪研究 张励才 王梅申 朱治远等 解剖学报 1995, 26(2): 138—141
- 细胞坏死和凋亡(Apoptosis)DNA状态的比较 牛建昭 魏育林 曹炜 解剖学报 1995, 26(2): 142—145
- 猕猴精子获能和顶体反应过程中 Ca^{2+} 和 Ca^{2+} -ATPase 定位及咖啡因和dbcAMP对顶体反应的影响 李明文 陈大元 仇怀林等 解剖学报 1995, 26(2): 146—151
- 对小鼠脾脏B淋巴细胞活化过程中CD23表达的研究 于士广 丛英姿 解剖学报 1995, 26(2): 152—156
- 新生大鼠颅骨成骨性细胞体外生长过程研究 刘祖德 藏鸿声 欧阳跃平 解剖学报 1995, 26(2): 157—160
- 小鼠早期胚胎细胞的中间丝蛋白质成分的性质 研究 高健刚 韩贻仁 魏泉祥 解剖学报 1995, 26(2): 166—169
- 牛精子膜伴刀豆素A结合糖蛋白的抗原特性与生物学意义 周占祥 邓泽沛 孙秀华 解剖学报 1995, 26(2): 170—175
- 人、大鼠、豚鼠、猪、狗和牛胰腺生长抑素免疫反应细胞形态和分布的比较研究 王瑞安 蔡文琴 苏慧慈 解剖学报 1995, 26(2): 176—179
- 豚鼠回肠Peyer's集结含神经肽Y、P物质和降钙素基因相关肽神经的分布 张金山 苏慧慈 张远强 解剖学报 1995, 26(2): 180—184
- 下颌腺切除对大鼠胃粘膜G、D细胞影响的免疫组织化学研究 王慧敏 赵培林 李肇特 解剖学报 1995, 26(2): 185—189
- 生物免疫刺激剂对肝癌大鼠枯否细胞和单核细胞抑人肝癌细胞增殖作用的影响 白咸勇 成令忠 顾云娣等 解剖学报 1995, 26(2): 202—205
- 地塞米松对金黄地鼠甲状腺超微结构的影响——器

- 官培养的研究 陈华岳 韩永坚 解剖学报 1995, 26(2): 206—209
- 小鼠胸腺基质细胞株MTECb的细胞学特性 冯继明 吴江声 孙品伟等 解剖学报 1995, 26(2): 210—214
- 小鼠胸腺基质细胞株中细胞多核化现象探讨 冯继明 吴江声 解剖学报 1995, 26(2): 215—218
- 扬子鳄胚胎气管、支气管的发生 华田苗 陈壁辉 王朝林 解剖学报 1995, 26(2): 219—221
- 我国11种野鸭胰叶及胰管的比较解剖 刘济五 程会昌 潘东等 解剖学报 1995, 26(3): 240—246
- 巨噬细胞条件培养基神经营养活性成分的分离、纯化和鉴定 冯 斌 郭晓华 解剖学报 1995, 26(3): 247—251
- 缺损运动神经元的大鼠脊髓内胚胎脊髓移植物的存活与生长 黄巨恩 郭晓华 曾园山 解剖学报 1995, 26(3): 252—255
- 大鼠延髓内含前-原底啡肽mRNA、甲硫氨酸-脑啡肽和亮氨酸-脑啡肽神经元的分布 陈良为 张建华 饶志仁等 解剖学报 1995, 26(3): 256—260
- 大鼠背海马内生长抑素mRNA神经元的老年变化 陶元祥 戴晓章 丁 炯等 解剖学报 1995, 26(3): 261—264
- 刀豆球蛋白A处理异种移植神经对神经再生的影响 丁文龙 刘德明 王桂香等 解剖学报 1995, 26(3): 265—269
- 大鼠下丘脑细胞培养中GnRH神经元的免疫细胞化学研究 姚向民 宋天保 解剖学报 1995, 26(3): 270—273
- 缺锌大鼠海马生长抑素神经元释放能力的变化 李积胜 徐鹏霄 凌凤东 解剖学报 1995, 26(3): 273
- 大鼠肠系膜上动脉和静脉各级分支中NPY免疫反应神经纤维密度的相关分析 张成岗 苏慧慈 黄威权 解剖学报 1995, 26(3): 274—278
- 大鼠实验性胃溃疡自愈期间垂体远测部TSH细胞的形态计量及图像分析研究 苏宇华 石爱荣 解剖学报 1995, 26(3): 282
- 血清诱导NIH3T3成纤维细胞增殖过程中核仁蛋白B23 含量的变化 杨新林 王永潮 解剖学报 1995, 26(3): 283—286
- 成骨细胞参与白细胞介素-1调节破骨细胞功能的实验研究 张炜真 于世凤 郑麟蕃等 解剖学报 1995, 26(3): 287—290
- 吗啡对备用根大鼠脊髓后角组织提取液促进神经突起生长的影响 曾园山 章 尧 郭晓华等 解剖学报 1995, 26(3): 290
- 大鼠破骨细胞体外分离培养和鉴定 张炜真 于世凤 郑麟蕃 解剖学报 1995, 26(3): 291—293
- 胰岛淀粉样多肽在大鼠胰腺内分布的免疫组织化学研究 王雪岷 苏慧慈 张远强 解剖学报 1995, 26(3): 302—304
- 大鼠生后发育期间胰岛内胰岛淀粉样多肽与胰岛素共存的形态计量学研究 黄 岩 李占淳 石爱荣 解剖学报 1995, 26(3): 305—308
- 大鼠实验性心肌梗塞对血浆蛋白C、纤溶活性变化及人参皂甙作用的研究 王凌燕 朱广瑾 段岩平等 解剖学报 1995, 26(3): 309—312
- 镉对金黄地鼠甲状旁腺主细胞内质网形态的影响 陈华岳 江依法 韩永坚 解剖学报 1995, 26(3): 313—316
- 大鼠缺血性脑栓塞的形态学观察 但 凌 葛 子 解剖学报 1995, 26(3): 316
- 人凝血IX因子cDNA在培养细胞中和转基因小鼠内的表达特性 胡以平 邱信芳 薛京伦等 遗传学报 1995, 22(3): 161—166
- 畜禽遗传资源系统保存的理论与模拟实验研究 II. 畜禽遗传资源系统保存的模拟实验 杜立新 张 沅 吴常信 遗传学报 1995, 22(3): 171—177
- 独龙牛遗传多样性及其种群遗传结构的等位酶分析 聂 龙 和向东 张建良等 遗传学报 1995, 22(3): 185—191
- 兔核移植胚胎蛋白质变化的电泳分析 刘 林 安 民 朱金宝等 遗传学报 1995, 22(4): 158—163
- ES细胞(MESPU13)嵌合体小鼠的GPI分析 吴白燕 沈美薇 尚克刚等 遗传学报 1995, 22(5): 336—342
- 方差组分估计方法MIVQUE和REML的模拟比较 张 勤 张 沅 刘增廷 遗传学报 1995, 22(6): 424—430
- 肿瘤抑制基因APCmRNA在豚鼠中的分布 寿建勇 孟 帆 沈 铿 实验生物学报 1995, 28(3): 273—281
- 大鼠卵巢促黄体激素/人绒毛膜促性腺激素受体cDNA的克隆和在昆虫细胞中的高效表达 申庆祥 刘海湖 陈文永等 实验生物学报 1995, 28(3): 283—290
- CENP-B的基因表达与细胞周期关系的研究 张焕相 陈德高 彭 安等 实验生物学报 1995, 28(3): 291—298

- 爪蟾脊索在决定过程中和相邻细胞的关系 曾弥白
周美云 王莹 实验生物学报 1995, 28(3):
299—309
- 原核生物中的类钙调蛋白 张蔚文 生物化学与生物
物理进展 1995, 22(2): 98—102
- 细胞周期和调控因子 徐晋麟 徐沁 生物化学与
生物物理进展 1995, 22(2): 102—107
- 生物系统中脂质过氧化检测方法的评述 汤丽霞 沈
恂 生物化学与生物物理进展 1995, 22(2): 108
—112
- 绿脓杆菌外毒素A的结构、功能及其重组毒素 杜世或
生物化学与生物物理进展 1995, 22(2): 112—
117
- 携带EB病毒潜伏膜蛋白基因转基因小鼠的制备 肖志
强 姚开泰 刘薇等 生物化学与生物物理进
展 1995, 22(2): 149—154
- 在96孔板中进行抗脂质过氧化的微量测定 孙士勇
徐波 李秋菊等 生物化学与生物物理进展
1995, 22(2): 165—169
- 克木毒蛋白三种酶活性与色氨酸残基的关系 秦聆
凌 俊 阮康成等 生物化学与生物物理进展
1995, 22(2): 177—178
- 线粒体参与氧自由基代谢的功能 徐建兴 生物化学
与生物物理进展 1995, 22(2): 179—180
- 大鼠下丘脑交叉上核中CREB的昼夜节律 杨靖
陈洪 井上慎一 生物化学与生物物理进展
1995, 22(2): 181—183
- 钙调素化学发光标记的研究 王志玲 李红兵 李宗
让等 生物化学与生物物理进展 1995, 22(2):
183—185
- 一种简单、快速、经济的mRNA分离方法 王易伦 戴
建新 郭瀛军等 生物化学与生物物理进展
1995, 22(2): 188—190
- IL-6受体结构与功能的研究进展 董家新 任蕴芳
沈倍奋 生物化学与生物物理进展 1995, 22
(3): 194—197
- 锌指类基因调控蛋白——生物无机化学和分子生物学
发展的新领域 黄仲贤 顾伟强 胡红雨 生物
化学与生物物理进展 1995, 22(3): 208—213
- MK——一种新发现的细胞因子 齐茂松 李春英
生物化学与生物物理进展 1995, 22(3): 214—216
- 细胞信号系统研究进展 郭艳林 孙大业 生物化学
与生物物理进展 1995, 22(3): 217—223
- 固体载体支承的双层膜系统 韩兴 李刚 生物
化学与生物物理进展 1995, 22(3): 232—236
- 软骨血管生成抑制因子抑制血管生成的研究 沈先荣
贾福星 于志洁等 生物化学与生物物理进展
1995, 22(3): 237—241
- 急性重复性缺氧小鼠脑神经节苷脂含量的研究 黄如
彬 杨典洱 李爱华等 生物化学与生物物理进
展 1995, 22(3): 253—256
- DNA对电穿孔转染效率的影响 卢松柏 黄培堂 生
物化学与生物物理进展 1995, 22(3): 256—260
- 应用单克隆抗体免疫亲和柱纯化干细胞因子 赖春宁
朱元晓 薛生等 生物化学与生物物理进展
1995, 22(3): 261—264
- 基体辅助激光解吸电离质谱法及其应用 杨伯宇 朱
大模 张玉奎 生物化学与生物物理进展 1995,
22(3): 272—275
- PCK产物中无错误碱基拷贝最低比率的计算 方悦群
王秉瑞 生物化学与生物物理进展 1995, 22
(3): 275—277
- 羟自由基对培养细胞损伤作用的实验观察 汪德清
沈文梅 田亚平等 生物化学与生物物理进展
1995, 22(3): 278—281
- 梨形环棱螺凝集素的初步研究 张吉强 李清漪 生
物化学与生物物理进展 1995, 22(3): 281—283
- 限制性内切酶缓冲液诱导人和家兔染色体显带的研究
毛新 李虹 陈文元 遗传 1995, 17(1):
4—6
- 长江流域水牛血液蛋白多态性研究 史荣仙 付茂忠
赖松家等 遗传 1995, 17(1): 7—11
- PCR方法用于奶牛早期胚胎的性别鉴定 杨建民 朱
苏玲 武立红等 遗传 1995, 17(2): 14—16
- 褐家鼠精母细胞中联会复合体的研究 I。表面铺
展联会复合体的 PTA 染色 刘静宇 张传善
遗传 1995, 17(2): 17—19
- 转基因动物的遗传修饰与应用(上) 程炜中 刘应伯
余其兴 遗传 1995, 17(2): 42—48
- 近交系BALB/c小鼠及先天遗传性白内障突变型
BALB/cBK-Cat小鼠的DNA指纹研究 薄
侃 蓝翎 蔡有余等 遗传 1995, 17(3): 7
—8
- 枫泾猪、香猪和长白猪的DNA指纹图分析 孟安明
齐顺章 于汝梁等 遗传 1995, 17(3): 19—22
- 转基因动物的遗传修饰与应用(下) 程炜中 刘应伯
余其兴 遗传 1995, 17(3): 46—48
- 通用核型分析软件 刘东旭 遗传 1995, 17(5): 31
—33
- 广泛用于基因表达调控研究中的LacZ基因 何维
吴鹤龄 遗传 1995, 17(5): 45—46

(下转第16页)

CHINESE JOURNAL OF ZOOLOGY

CONTENTS

Vol.31 No.3

June 1996

Research Papers

Observations on the Abnormal Tentacles Trans-differentiation in *Hydra* WANG Antai(1—4)

Reproductive Organ Polymorphism in *Pheretima tschiliensis kokoana* (Megascolecidae) ...
..... CHEN Qiang, DONG Jianhua, FENG Xiaoyi(4—6)

Effect of Environment Change of the Vitality of Spermatozoa in *Rhabdorsargus sarba*
..... LI Jiaer, OU Youjun, JIANG Shigui(6—9)

Composition of the *Hynobius leecnii* Muscle ZHAO Jinxing, WANG Zhexiang(9—11)

Nervous Fiber Connections in the mid-brain and Thalamencephalon in *Carduelis siphus*
..... ZHANG Xinwen, LAN Shucheng(13—16)

Studies of Bird Community of Parks in Beijing
..... ZHAO Ximou, FANG Jiming, SONG Jie et al. (17—21)

Observations on the Breeding Ecology of Hodgson's Redstart(*Phoenicurus hodgsoni*)
..... YANG Youtao, TANG Yingqiu(21—23)

Habitats and Feeding Behaviors of Egret *Garzetta Garzetta* GU Yonghe(23—24)

Investigation on Organ Coefficients in Mature Rats
..... MA Xiulan, SONG Shuyun, LI Qiujuan et al. (25—26)

Techniques and Methods

Treatment of Esophagus Fistulous in Emu (*Dromaius novaehollandiae*) Caused by Injuiury in
Transportation WEI Qizhuo, LIU Yongjun, LIU Qingren et al. (27)

Skill of Stomach Perfusion in Rabbits
..... ZHANG Yongdong, ZHANG Jiyun, LIU Mingxian et al. (28—29)

Endangere and Economical Species

Biology and Cultivation of Redclaw ZHAO Wen, YAN Zhao hui, BI Ningyang et al.(30—33)

The Study on the Comparative Cytology of Liver in *Rana plancyi* Between Hibernation and
Initial Post-hibernation Period JI Qing(33—36)

Anatomy of the digestive System and the Respiratory System of *Testudo horsfieldi*
..... XU Sheke, LIU Zhixiao(36—39)

The *Cuora aurocapitata* and It's Present Critical Situation
..... ZOU Shouchang, CHEN Caifa, YANG Kehe(11—12)

Preliminary Studies on Cultivation of Worms as Chicken Feed CUI Yan, WANG Peijun(40—41)

Larg-scale Rearing and Breeding of Laboratory Rhesus Monkeys (*Macaca mulatta*)
..... ZHOU Huayu, SHEN Chongyao(41—45)

Diagnosis and Prophylactico-therapeutic Study of Periarthritis of Shoulderjoint in an Asian
Elephant ZHENG Xianchun(45—46)

Reviews and Monographs

Food Hoarding Behaviour in Animals and Its Ecological Significance JIANG Zhigang(47—49)

Techniques for Preparing Crustaceans Samples for Scanning Electron Microscopy
..... XI Yilong(49—51)

A Brief Review on Endocrine Hormones in Invertebrates WU Shiying(51—54)

Graduate Student Forum

Phylogenetic Analysis of DNA Sequences with PCR: Its Applications in Systematic Zoology
..... WANG Yaming, ZHOU Kaiya(54—59)

《金线蛙冬眠期与出眠初期肝脏比较细胞学研究》

一文之附图 (正文见第33页)

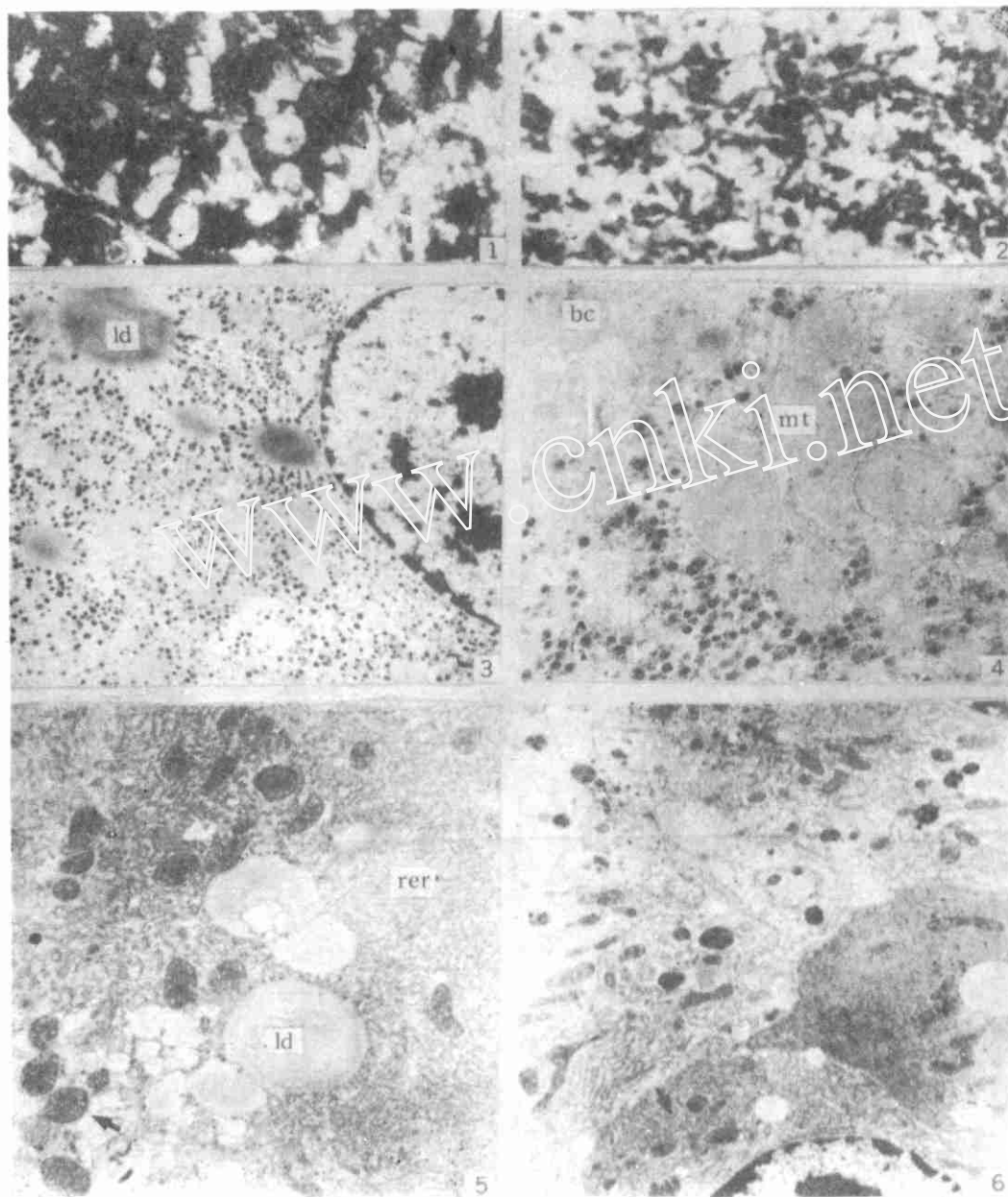
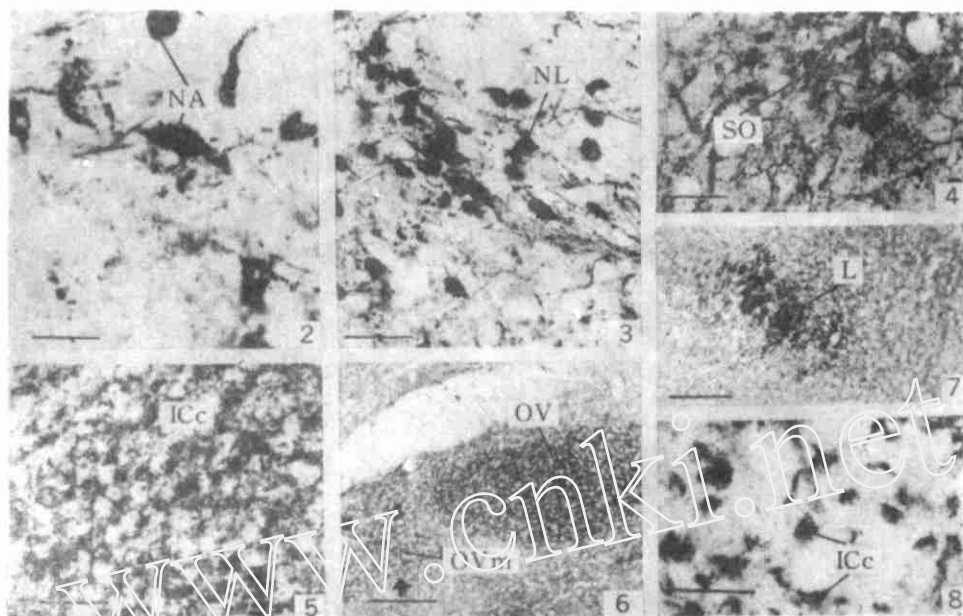


图1 PAS 法显示冬眠期肝细胞内糖元含量, $\times 450$; 图2 PAS 法显示出眠初期肝细胞内糖元含量, $\times 450$; 图3 冬眠期肝细胞(ld)示糖元和脂滴, $\times 6000$; 图4 冬眠期肝细胞示线粒体(mt)集中分布于靠胆小管(bc)附近的胞基质中 $\times 12000$; 图5 出眠初期肝细胞示粗面内质网(rer)指滴(ld)和线粒体(箭头所示) $\times 10000$; 图6 出眠初期明细胞(箭头所示)与暗细胞 $\times 5000$ 。

《黄雀中脑及丘脑听性核团的纤维联系》

一文之附图 (正文见第13页)



(图注见正文后)

动物学杂志

(双月刊 1957 年创刊)

第 31 卷 第 3 期 1996 年 6 月

Chinese Journal of Zoology

(Bimonthly; Started in 1957)

Vol. 31 No. 3 June 1996

主 办 中国动物学会
中国科学院动物研究所
北京海淀中关村路 19 号
邮政编码 100080

协 办 清 华 大 学
北方珍稀动物繁育中心
北京 100084

主 编 马 勇
出 版 科 学 出 版 社
(北京东黄城根北街 16 号 邮政编码 100717)

印刷装订 中国科学院印刷厂
总发行处 北京报刊发行局
订购处 全国各邮电局
国外总发行 中国国际图书贸易总公司
(中国书店)
北京 399 信箱

广告经营许可证: 京东工商广字 144 号

Edited by China Zoological Society Institute
of Zoology, Academia Sinica
(19, Zhongguancun Lu, Haidian,
Beijing 100080, China)

The Centre of Rare Animal Breeding Northern
China, Tsinghua University
(Beijing 100084)

Editor in Chief: MA Yong

Published by Science Press
(16, Donghuangchenggen Beijie,
Beijing 100717, China)

Printed by the Printing Factory of Academia
Sinica, Beijing China

Distributed by Beijing Bureau for Distribution
of Newspapers and Journals

Domestic: All Local Post Offices in China

Foreign: China International Book Trading
Corporation (GUOJI SHUDIAN)
(P. O. Box 399, Beijing, China)

公 开 发 行 国内统一刊号: CN 11-1830/Q 邮发代号: 2-422 国外刊号: BM58 定价: 2.60 元