

- Parsimony). Version 2.4, Illinois Natural History Survey, Urbana, 1985.
- 11 Richard A et al The nature of cladistic data. *Cladistics*, 1988, 3(3): 201—209.
- 12 Farris J. S. Methods for computing Wagner trees, *System. Zool.*, 1970, 19: 83—92.
- 13 Wiley E. O. Cladograms and phylogenetic trees. *System. Zool.*, 1979, 28: 88—92.

贮食过程中的优化问题

蒋志刚

(中国科学院动物研究所 北京 100080)

摘要 动物贮食的每一环节都存在如何减少能量消耗,收获较多能量的问题。分散贮藏和集中贮藏是动物贮食的两种极端空间配置,贮食动物从保证日后的食物来源和节约采食能量消耗来选择适当的埋藏密度。实验证明贮藏方式是可塑的。贮藏食物习性是遗传的,而分散贮藏与集中贮藏是受环境影响的表现形式。

关键词 分散贮藏 集中贮藏 优化采食问题

采食时动物作出采食决策以较少的能量消耗收获较多能量,此即所谓的优化采食问题(Optimal foraging problem)。采食耗能少,获得食物多的个体,生存力强,繁殖潜力大,适合度(Fitness)高。自从1973年Charnov提出优化采食问题以来,优化采食问题一直是行为生态学中的一个热点研究领域^[1]。动物贮藏食物时,也需要作出系列决策,如以何种方式埋藏食物?选择那些食物?将食物搬出多远?等等。贮藏者从贮藏的食物中所获的能量应补偿贮藏能量消耗。否则,贮食习性将不能增加贮藏者的适合度。

1 贮藏方式

根据贮藏食物的空间分布,动物贮食可区分为分散贮藏(Scatter hoarding)与集中贮藏(Larder hoarding)两种方式^[2]。动物分散贮藏时将食物分散埋藏在不同的地点,每个地点仅埋藏少量的食物;集中贮藏指动物将食物集中埋藏在一个地点。分散贮藏与集中贮藏是动物贮食的两种极端方式,在两者之间存在着许多中间类型。有些动物则兼具两种贮食方式。例如更格卢鼠(*Dipodomys indens*)和花鼠(*Eutamias*

spp.)在洞穴中集中埋藏种籽,在地面则分散埋藏种籽。选择适当的贮藏方式节约了采食能耗,保证了食物供应。

当集中贮食者能保护贮藏的食物不受竞争者侵犯时,集中贮藏是可取的方式。而当贮食者不能保护其食物时,它将分散贮食。因为分散贮食使竞争者不易发现贮藏的食物,而贮藏者存在记忆,仍能找回贮藏的食物。此即所谓的竞争者假说。

红松鼠兼有两种贮食方式^[3-7]。在针叶林中,红松鼠将松果,杉果等集中埋藏在领域中央的贮藏堆中。在阔叶林中,红松鼠将单颗或数颗的橡子,掩盖在林中的表土或落叶下。

在针叶林中,花鼠和鼯鼠(*Pteromys volans*)与红松鼠同域分布,对食物的竞争十分激烈,据竞争者假说推论,红松鼠应当分散埋藏,但红松鼠为什么集中贮藏松果呢?

我提出了力能学假说(Energetic hypothesis)^[8]。贮食方式与冬季取食能耗有关。分散贮藏时搬运距离短,取食时搜索时间长;集中贮存,搬运距离长,但容易取食。在秋季气温位于

收稿日期:1995-09-25,修回日期:1996-04-08

红松鼠的热中性区(Thermal neutral zone)内,而当冬季气温降到 -20 至 -30°C 时,红松鼠运动时能量消耗较秋季高^[9]。因而,集中贮食节省了严冬里取食的能量消耗。另一方面,冬季洞道里的气温要较林中地面高且恒定,红松鼠可以藏在洞道里啃食。于是,进一步节约了能量消耗。通过计算机模拟,证明在位于北纬 53 度的研究地点,若红松鼠完全分散贮藏食物,将难以生存^[10]。

2 食物选择

由优化采食问题衍生了中心采食问题(Central place foraging problem)^[11],中心采食问题探讨当采食者向生境中央搬运食物时,即集中贮藏时,采食者选择食物、决定搬运距离的原则。按

照中心采食理论,动物在领域中应首先选择个体大、含能量多的食物。贮食时亦不例外;当动物能有效地保护领域时,应首先在领域中靠近贮藏地点的区域采集食物,然后从周边地域采集食物;如果贮藏者不能绝对有效地保护其领域,则应当先从其领域的周边地域采集食物,然后逐步收获领域中央部分的食物。

在加拿大阿尔伯达的松树林中,我们观察到红松鼠收获松果时,搬运时间与搬运距离呈正比,搬运距离又与搬运的松果数目呈正比(见图1),证实了中心采食理论的预言。在远离贮藏地点,河狸只采集大块的树皮和直径粗的枝条^[12]。同样证实了中心采食理论的预言,因为在远离贮藏地点采集的食物,只有那些较大的、含能量较多的才能够补偿搬运的能量消耗。



图1 红松鼠搬运松果时间长度与搬运松果数目

3 搬运距离

分散贮食时,动物在食物采集地点附近进行贮藏,搬运食物的距离较短。但日后取用这些食物时,要搜索较大的面积,行走较长的距离。而集中贮食则相反,贮藏时要搬运较长的距离。取用时行走的距离却较短。例如松叶林中红松鼠将巢建在松果贮藏堆下。在严冬里,

可以就近取用贮藏的食物。

Stapanion 和 Smith 认为动物贮藏的能量消耗与从贮藏食物获得的能量之间存在着最优^[13]。在二维平面上,如果食物从密度较高的中心地点,平均搬运距离 d ,当 d 等于埋藏面积 A 的平方根值时,即: $d = \sqrt{A}$, 则 d 是最佳搬运距离。

Elliott 曾报道,红松鼠的搬运距离与松果中的松籽数目有关^[14]。我们观察到红松鼠每次尽可能地搬运较多的松果。当松果内含有 12 ± 10 颗松籽时,平均搬运距离为 5m,而红松鼠搬运 30m 以上的松果一般含有 21 ± 8 颗松籽。我们从食物贮藏堆和松树上各随机抽样了 20 颗单颗松果。贮藏的松果重为 $11.91 \pm 0.5\text{g}$,而树上的松果重 $8.3 \pm 1.1\text{g}$;红松鼠贮藏的松果比松林中的松果重。

Clarkson 通过理论模型预言:食物的搬运距离与取食顺序有关。Clarkson 等人用颜料标记了三只喜鹊,将 500g 麦粒的堆放在两个地点,观察记录喜鹊从麦粒堆的取食顺序、搬运距离和埋藏地点^[15-16]。在实验中,喜鹊埋藏食物的地点不重叠(图 2)。开始喜鹊搬运食物的距离较短,随着贮藏食物的增加,搬运距离增加(图 3)。开始贮藏时,埋藏密度高,随着埋藏麦粒的增加,埋藏密度下降。

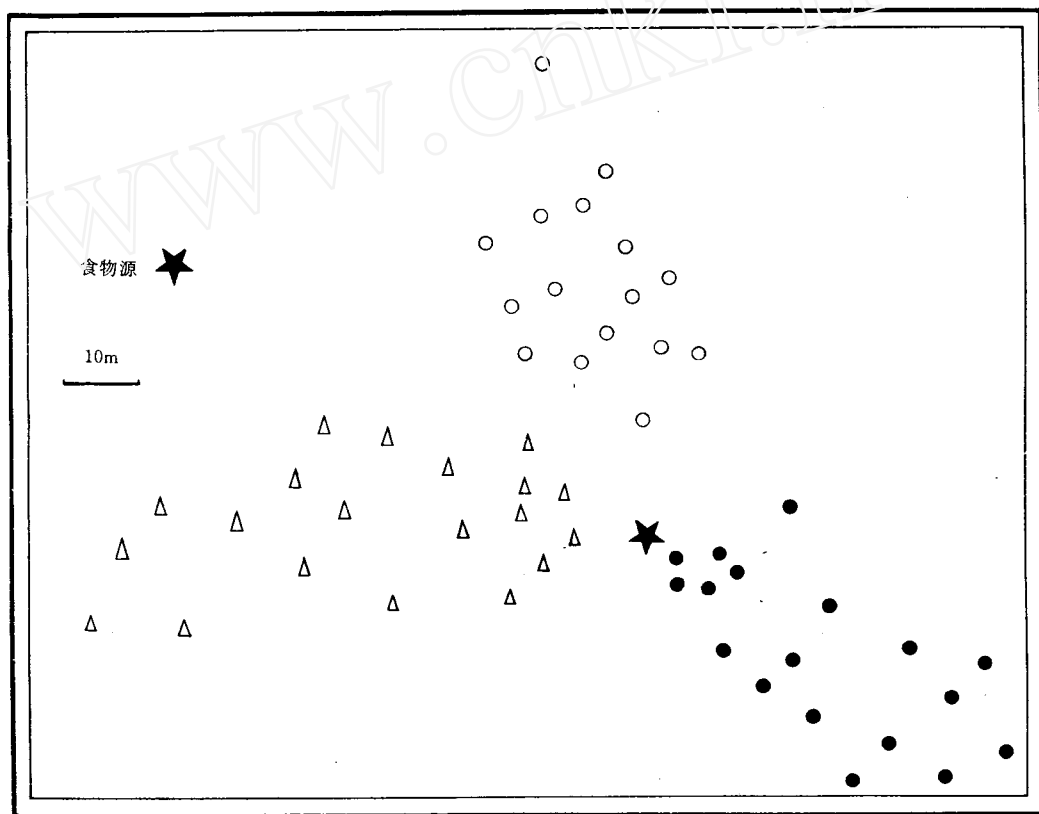


图 2 喜鹊埋藏食物地点的空间分布

△、○、●代表不同喜鹊在不同地点埋藏的同一种食物(自 Clarkson, 1986)

4 埋藏密度

贮食动物应以何种密度埋藏食物? 埋藏密度太低,搬运食物消耗的能量增加,并且日后不易找回埋藏的食物。埋藏密度太高会引起窃食者的注意。例如喜鹊(*Pica pica*)以不同密度埋

下的种籽,随着种籽埋藏密度增高,埋藏种籽被偷吃的可能性上升(图 4)。

在食物埋藏实验中,人们常以放射性物质标记植物种子,以金属箔包裹坚果,或将金属硬币和植物种子埋在一起,然后,用放射性检测计数器和金属探测器定期检测埋下的植物种子是

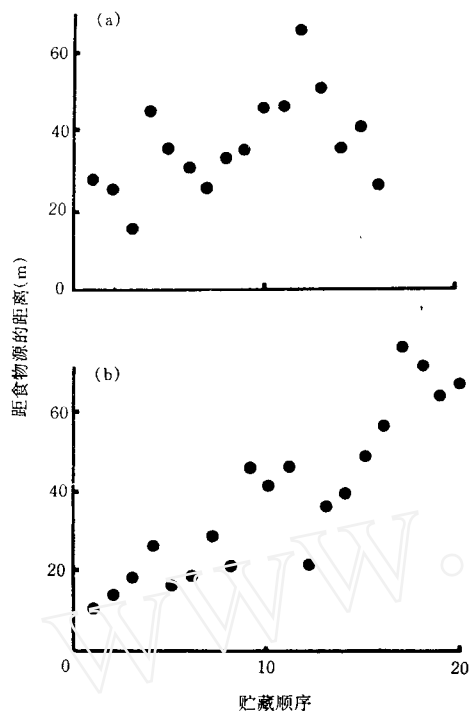


图3 喜鹊埋藏食物时,食物搬运顺序与搬运距离

a, b 各代表 1 只喜鹊(自 Clarkon, 1986)

否被动物吃掉。

为了检验食物埋藏密度模型, Stapanian 和 Smith 以间距 2.4m、4.6m 和 9.6m 的棋盘形状, 分别在森林中埋下了 64 颗板栗, 这些板栗用金属箔包裹。然后, 让林中黑松鼠(*Sciurus niger*)在这些埋藏地点觅食埋下的板栗。一个月后, 以 2.4m 间距埋下的板栗仅剩 4.7%; 而以 9.6m 间距埋藏的板栗中, 87.5% 没有被黑松鼠发现。这时在三种埋藏密度地点, 剩下的板栗密度与黑松鼠自然埋藏板栗的密度相似。说明黑松鼠以其他黑松鼠难以发现的密度埋藏食物^[16]。

5 贮食方式的可塑性

我设计了一个实验, 发现在寒带针叶林中, 红松鼠除了集中贮食外, 也分散贮食。决定因素是食物中能量的多少。我用糊精将向日葵籽粘胶成大小不同的两种团块, 所含的能量分别是一颗松果的 7 倍和 35 倍, 干燥后备用。实验中, 将单颗葵籽(含能量为单颗松果的 1/5)及

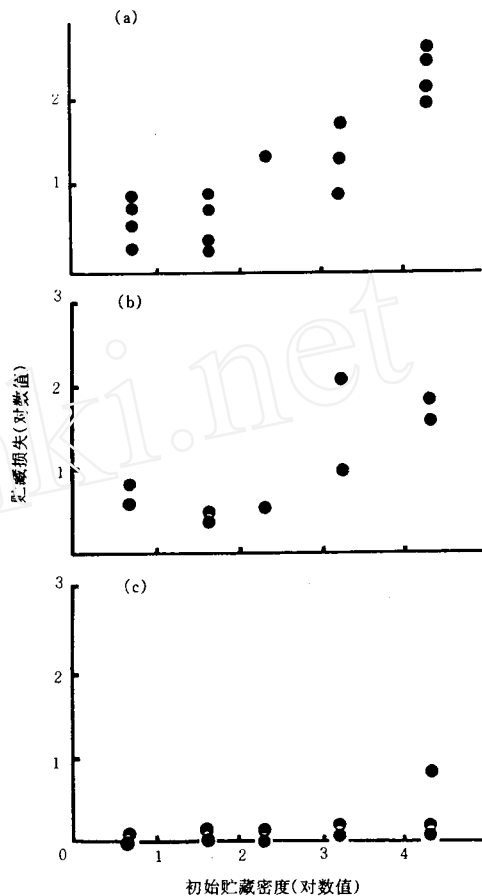


图4 喜鹊埋藏种籽的存活概率随着种籽埋藏密度增高,埋藏种籽被偷吃的可能性上升

a, b, c 各代表 1 只喜鹊(自 Clarkon, 1986)

葵籽团块堆在松林中。结果发现红松鼠只将单颗葵花籽搬运了不到一米的距离, 即用前肢扒开表土, 将葵花籽分别埋下, 而红松鼠却将那些葵花籽团块搬运了几十米的距离, 埋入贮藏堆中。这个实验证明了动物贮食方式的可塑性。

6 结 语

动物贮食的每一环节都存在着如何减少能量消耗, 收获较多能量的问题。在进化中, 自然选择汰劣择优。于是, 产生了我们所观察到的种种动物行为, 包括贮食行为的优化现象。

在贮藏食物行为的进化过程中, 动物的分散贮食与集中贮食, 究竟那一种方式先出现, 行为生态学家们曾有过讨论。从红松鼠实验中可

以看到,两种贮藏方式是可塑的。如果说,贮藏食物习性是遗传型,则分散贮藏与集中贮藏是受环境影响的表现形式。

参 考 文 献

- 1 Krebs, J. R. Behavioral Ecology, An Ecological and Evolutionary Approach. 3rd ed. 1991.
- 2 Hurly T. A. and R. J. Robertson. Scatterhoarding by territorial red squirrels: a test of the optimal density model. *Can. J. Zool.* 1987, 65: 1247—1252.
- 3 Smith C. C. and O. J. Reichman. The evolution of food caching by birds and mammals. *Annu. Rev. Ecol. Syst.* 1984, 15: 329—351.
- 4 Becker C. D. Proximate factors influencing the timing and occurrence of reproduction in red squirrels (*Tamiasciurus hudsonicus*). Ph. D. Dissertation, 1992. University of Alberta, Edmonton.
- 5 Smith, C. C. The adaptive nature of social organization in the genus of tree squirrels *Tamiasciurus*. *Ecol. Monogr.* 1958, 38: 31—63.
- 6 Larsen K. W. Female reproductive success in the North American red squirrel, *Tamiasciurus hudsonicus*, Ph. D. Dissertation. University of Alberta, Edmonton. 1993.
- 7 Pauls R. W. Behavioral strategies relevant to the energy economy of the red squirrel (*Tamiasciurus hudsonicus*): adaptation for energy conservation. *Can. J. Zool.* 1978, 57: 1349—1354.
- 8 Jiang Z. Proximate factors affecting caching pattern of red squirrels. *Proceedings and Abstracts to Prairie Universities Biological Seminars* 1988, 5: 20.
- 9 Pauls R. W. Energetics of the red squirrel: a laboratory study of the effects of temperature, seasonal acclimatization, use of the nest and exercise. *J. Therm. Biol.* 1981, 6: 79—86.
- 10 蒋志刚. 红松鼠的贮藏食物行为. 中国兽类生物学研究 (张洁主编). 北京: 中国林业出版社. 1995, 185—190.
- 11 Anderson M. Central place foraging in the whinchat, *Saxicola rubetra*. *Ecology* 1981, 62: 533—544.
- 12 Slough B. G. Beaver food cache structure and utilization. *Journal of Wildlife Management* 1978, 42: 644—646.
- 13 Vander Wall, S. B. Food Hoarding in Animals. Blackwell Scientific Publications, 1990. Oxford.
- 14 Elliot E. F. Foraging behaviour of a central-place forager: Field test of theoretical predictions. *Am. Nat.* 1988, 131: 159—174.
- 15 Clarkson K., S. F. Eden, W. J. Sutherland et al. Density dependence and magpie food hoarding. *Journal of Animal Ecology* 1986, 55: 111—121.
- 16 Stapanian M. A. and C. E. Smith. Density-dependent survival of scatterhoarded nuts: An experimental approach. *Ecology*, 1984, 65: 1387—1396.

《鸟 类 学》一 书 介 评

著名鸟类学家北京师范大学郑光美教授主编的《鸟类学》一书,于1995年10月由北京师范大学出版社出版并发行。这本书的内容为:第一编鸟类的结构与功能;第二编鸟类的起源、进化与分类;第三编鸟类的生态生物学。以上3编共有22章,每一章又分节予以比较详尽的记述,全面介绍鸟类学的基础理论;第四编鸟类学的工作方法,包括9部分,系统而全面反映了鸟类学的研究方法和技术。该书16开本共585页,930千字(含各类插图400余幅),书首附精美彩图17幅,以及珍稀鸟类的核型、蛋壳化学元素分析和蛋壳与正羽的扫描电镜黑白照片图10幅,书末附参考文献和学名索引20余页,内容非常丰富。该书图文并茂、语言精练、文字优美、结构严谨、封面设计新颖。

《鸟类学》一书系主编和编者们在多年教学、科学研究实践中,辛勤耕耘而积累的大量第一手资料,又参阅了300余篇国内外有关文献,提取精华融会贯通后合理加以编排而成。编写工作独辟蹊径,体现了理论与实践相结合,突出了比较全面反映出目前国内外鸟类学研究的进展与热点。诚如作者在前言中所叙“这在已有的国外《鸟类学》教科书中尚未见到,是一个新的尝试”。该书为鸟类学的教学和科学研究工作者提供了甘泉,为青年鸟类学工作者展望未来提供了科学依据,同时更为国外鸟类学家进一步了解中国提供有益条件。因此,称该书是我国第一部能全面、系统、深入

收稿日期: 1996-04-15, 修回日期: 1996-04-29

介绍鸟类学知识的专业课教材,当之无愧。

该书美中不足则是印刷质量稍欠佳,望再版时提高。其定价:人民币平装本 39.50 元、精装本 60.00 元。

(刘素霞)

《当代博物馆丛书》——《动物博物馆》

《当代博物馆丛书》共 10 册,已由河南教育出版社出版,即:《天文博物馆》、《地理博物馆》、《植物博物馆》、《动物博物馆》、《海洋博物馆》、《航空航天博物馆》、《水陆交通博物馆》、《艺术博物馆》、《社会历史博物馆》、《体育博物馆》。该套丛书以真实精美的彩色图片为主,配以丰富生动的文字,科学系统地介绍自然、社会与艺术知识,展示当代科学技术成果和艺术珍品,描绘科学技术与社会发展的历史进程,讲述著名科学家、艺术大师及其他著名历史人物的生平轶事。翻开此套丛书浏览,尤如步入丰富的博物馆长廊之中,给予你知识和美的享受。

《动物博物馆》更是妙趣横生。当你步入神奇的动物王国就会看到多样性的动物物种呈现出五彩缤纷,多么迷人。同时还会深切体会到人类与动物共处在大自然的生物圈内,其关系是何等密切。该书由中国科学院动物研究所钱燕文、王林瑶任主编于 1996 年 4 月由河南教育出版社出版。大 16 开本,彩图 570 多幅,共 202 页。

该书主要分动物与昆虫两大部分。其中首先映入人们眼帘的是神奇的动物王国。种类繁多具有生命活力的动物正生气盎然地生活在大自然的各个地方。动物部分为人们展示出无脊椎动物:包括原生动物、海绵动物、腔肠动物、蠕形动物、环节动物、腕足动物、软体动物、节肢动物、棘皮动物。脊椎动物:包括圆口动物、鱼类、两栖动物、爬行动物、鸟类、哺乳动物。昆虫部分,向人们揭示出昆虫在地球上长期生存的奥秘,介绍了昆虫身体的构造与功能、昆虫的本能与行为、昆虫家族的主要成员——蝶与蛾、昆虫之趣、奇异的昆虫等。

该书向人们展现出许多在大自然中难以探示到的动物和昆虫照片和彩图,同时配以简炼生动的文字,介绍了动物和昆虫的种类、分布、演化历史及生物学特性等科普知识。全书以科学性、知识性、趣味性于一体,这在当今国内博物馆中的动物与昆虫方面尚未见能如此全面展现,这也是迄今国内已出版的动物及昆虫图册中比较少见的。因此,当你有此书在手。就可了解动物王国的奥秘,共享人类与动物在大自然生物圈中共同和谐生活的美妙。并对人类控制有害动物和昆虫的发生与发展,以及保护与开发利用有益动物和昆虫,更好地为人类服务增长丰富的科学知识。该书装帧考究,纸张上乘。但由于时间仓促,再加水平所限,书中错误难免,欢迎批评指正。

该书不但适于动物、昆虫专业人员参考,而且也是其爱好者入门的向导,更是广大青少年朋友不可多得的一本必读书。

该书每册定价 68 元,如需要邮购,每册另加 7 元包装、邮寄费。

如购书,请将款寄至北京中关村路 19 号《昆虫知识》编辑部收, 邮编 100080。

(雨 竹)

1995 年期刊目录索引选(动物部分)(四)

1 无脊椎动物遗传(染色体、同功酶)、形态、分类、寄生虫等

- 体重温度及温度驯化对中华绒螯蟹呼吸率的影响(英文) 邹恩民 堵南山 赖伟 动物学研究 1995, 16(1):49—58
- 近江牡蛎受精细胞学研究 沈亦平 刘汀 姜海波等 武汉大学学报(自然科学版) 1995, 14(4):482—486
- 西藏措勤地区早白垩世双壳类新材料 苟宗海 古生物学报 1995, 34(1):76—89
- 湘西中寒武世多节类三叶虫新属种 彭善池 林焕令 陈永安 古生物学报 1995, 34(3):277—300
- 金黄滴虫的纤维系统 李荫葵 北京大学学报(自然科学版) 1995, 31(1):92—98
- 典型涡鞭毛虫(*Zooxanthella microadriatica*) 含有多种染色质碱性蛋白 文建凡 李靖炎 实验生物学报 1995, 28(3):247—255
- 经济虾类(对虾和罗氏沼虾)的遗传育种研究现状 解焱 师方堃 遗传 1995, 17 增刊:71—73
- 如何做好鞭毛染色 王宜磊 生物学通报 1995, 30(1):39
- 草履虫的培养(一组) 张庚兰等 生物学通报 1995, 30(1):40
- 金鱼藻加大米培养变形虫 郭金华 生物学通报 1995, 30(1):40
- 多孔螅 和振武 生物学通报 1995, 30(2):6—7
- 多孔动物的生物学 郭世英 生物学通报 1995, 30(2):8—9
- 获取伸展状态水螅标本的方法 朱跃辰 李香梅 生物学通报 1995, 30(2):4
- 一种保存水螅的方法 赵成显 郭秀英 生物学通报 1995, 30(2):4
- 水丝蚓 韩志泉 生物学通报 1995, 30(3):12—13
- 观察蜗牛实验的改进 李世全 生物学通报 1995, 30(3):43
- 蚯蚓运动行为的观察与研究 安瑞永 黄薇 生物学通报 1995, 30(6):42
- 绿眼虫染色的好方法 赵俊杰 陶令霞 生物学通报 1995, 30(8):41
- 蔓足类的生物学 蔡如星 生物学通报 1995, 30(11):24—25
- 管水母 和振武 生物学通报 1995, 30(12):10—12
- 危害鸡的一种血孢子虫——沙氏住白细胞虫 宗效明 张艳平 生物学通报 1995, 30(12):12

日本血吸虫卵、毛蚴、尾蚴及成虫的采集、固定与制片方法 朱明东 生物学通报 1995, 30(12):33

2 脊椎动物遗传(染色体、同功酶)、形态、分类学等

- 草鱼病理学研究III. 草鱼出血病苹果酸脱氢酶(MDH)同功酶相对活性的变化 曾伯平 中山大学学报(自然科学版) 1995, 34(1):76—81
- 游蛇科五种蛇四种组织LDH同功酶凝胶电泳的分析 蔡刘旺 郭超文 吴孝兵 动物学研究 1995, 16(1):31—36
- 樊鼠的分类商榷 李晓晨 王延正 动物学研究 1995, 16(4):325—329
- 肌肽棉酚对绵羊精子运动及超微结构的影响 谭竹钧 韩雅丽 动物学研究 1995, 16(2):119—125
- 云南普通马矮型马蛋白多态性及其品种分化关系 宿兵 刘爱华 林世英等 动物学研究 1995, 16(2):126—131
- 石貂的染色体研究 刘瑞清 佴文惠 陈玉泽 动物学研究 1995, 16(3):275—279
- 几种珍稀灵长类淋巴细胞系的建立和保存 刘爱华 林世英 施立明 动物学研究 1995, 16(3):271—274
- 泥鳅精子入卵程序的扫描电镜观察 高令秋 高书堂 岳朝霞等 武汉大学学报(自然科学版) 1995, 41(6):740—744
- 用原位杂交技术检测二价染色体上黄鳝YRNA基因多态性的研究 李奎 余其兴 胡敏 武汉大学学报(自然科学版) 1995, 41(6):745—750
- 鲨鱼肠蛋白酶活性必需基因的研究 陈清西 陈祥仁 颜思旭 厦门大学学报(自然科学版) 1995, 34(2):267—270
- LDH, MDH, G6pD同工酶与家鸡能量代谢特征 马建岗 厦门大学学报(自然科学版) 1995, 34(2):271—275
- 绿头鸭mt DNA限制性内切酶酶切分析 郑文竹 陈奕欣 吴岗 厦门大学学报(自然科学版) 1995, 34(4):614—618
- 豕养条件下野牦牛 α -Am同工酶的特性 许玉德 叶江宁 陆仲麟等 厦门大学学报(自然科学版) 1995, 34(5):786—790
- ### 3 动物地理、环境、行为学、生态学等
- 三种蛙鸣声特征比较研究 姜仕仁 丁平 诸葛阳 动物学研究 1995, 16(1):75—81
- 白鹇海南亚种的生态和现状 高育仁 余德群 动物

- 学研究 1995, 16(4):353—359
- 白颈长尾雉的活动区 石建斌 郑光美 北京师范大学学报(自然科学版) 1995, 31(4):511—519
- 用网捕技术分析小龙门林场夏季小型森林鸟类群落的年动态 赵欣如 宋杰 房继明等 北京师范大学学报(自然科学版) 1995, 31(3):381—383
- 山西雉鸡食性的研究 张正旺 倪喜军 北京师范大学学报(自然科学版) 1995, 31(2):259—264
- 罗非鱼肝细胞作为环境污染生物监测指标的初步研究 李素文 任凤玉 张鸿卿等 北京师范大学学报(自然科学版) 1995, 31(1):115—118
- 北京小龙门林场夏季小型鼠类群落结构及其年变化 房继明 赵欣如 宋杰等 北京师范大学学报(自然科学版) 1995, 31(1):63—64
- 浙江象山爵溪镇下沙中全新世海滩岩中热带贝类初步研究 江大勇 杨守仁 北京大学学报(自然科学版) 1995, 31(2):229—249
- Zn^{2+} 对金鱼摄食行为的影响 柴敏娟 何大仁 黄玉霖等 厦门大学学报(自然科学版) 1995, 34(3):426—429
- 发情期小灵猫行为的研究 徐宏发 朱兵 盛和林 动物学研究 1996, 16(4):359—364
- #### 4 实验动物(生理、生化、细胞、发育、内外分泌等)
- 树鼯实验性脾虚模型的建立 张启元 时宇 陆勇等 北京师范大学学报(自然科学版) 1995, 31(1):111—114
- 实验性脾虚树鼯胃窦部电活动的变化 陆勇 张启元 北京师范大学学报(自然科学版) 1995, 31(2):265—268
- 大熊猫胃肠道内分泌细胞的形态学研究 杨贵波 陈茂生 邓泽沛等 北京大学学报(自然科学版) 1995, 31(6):732—738
- 锯缘青蟹幼体消化酶活力 汤鸿 李少菁 王桂忠等 厦门大学学报(自然科学版) 1995, 34(1):88—93
- 锯缘青蟹卵母细胞的卵黄发生 颜素芬 李少菁 上官步敏 厦门大学学报(自然科学版) 1995, 34(3):430—436
- 锯缘青蟹胚胎发育过程中几种水解酶活力的比较研究 李少菁 王桂忠 汤鸿等 厦门大学学报(自然科学版) 1995, 34(6):970—974
- 不同生长阶段小鼠前脑和脾脏组织中DNA聚合酶 α , δ , ϵ 的活性变化 杨荣武 陆长德 中国科学 B 辑 1995, 25(2):151—158
- 文昌鱼卵巢中滤泡细胞超微结构及功能的研究 方永强 中国科学 B 辑 1995, 25(10):1079—1085
- V-79中国仓鼠细胞的放射生物学THINDOWN效应 张纯祥 Robert katz 中山大学学报(自然科学版) 1995, 34(1):30—34
- 大豆黄酮对大鼠肌肉生长和几种内源激素水平的影响 王国杰 韩正康 陈伟华 动物学研究 1995, 16(1):23—29
- 表皮生长因子对恒河猴创伤眼角膜的促恢复作用 陈云鹤 李靖炎 动物学研究 1995, 6(1):43—47
- 肌肽对绵羊精子无氧酵解的影响 潭竹钧 韩雅莉 动物学研究 1995, 16(1):37—41
- 神经束路电镜追踪中影响HRP-TMB反应产物因素的分析 俞发荣 蔡景霞 俞发宏等 动物学研究 1995, 16(2):153—160
- 南方鲈卵巢滤泡和卵膜生成的组织学研究 张耀光 谢小军 动物学研究 1995, 16(2):166—172
- 中鲷树鲷的非雌性产热及细胞呼吸特征 王政昆 李庆芬 孙濡泳 动物学研究 1995, 16(3):239—246
- 鲂鱼的头骨发育及其适应意义 赵俊 陈湘萍 动物学研究 1996, 16(4):307—314
- Cd^{2+} 对离体的鲤鱼脑垂体分泌促性腺激素的影响 马广智 林浩然 张为民 动物学研究 1995, 16(3):255—261
- 寡糖的构象分析 来鲁华 杨昱婷 生物化学与生物物理进展 1995, 22(4):290—294
- 大肠杆菌的蛋白分泌机制 袁宇 甘人宝 生物化学与生物物理进展 1995, 22(4):295—300
- GpG 甲基化与基因调控 康毅滨 吴晓晖 魏勇等 生物化学与生物物理进展 1995, 22(4):300—303
- 载脂蛋白A-I基因表达调控的研究进展 尹银亮 王克勤 陈保生 生物化学与生物物理进展 1995, 22(4):303—307
- 蛋白质特异性断裂试剂研究进展 孙自勇 周颂 胡建中等 生物化学与生物物理进展 1995, 22(4):312—317
- 电子通讯与生物大分子序列分析 王槐春 生物化学与生物物理进展 1995, 22(4):317—322
- 内含子对提高转基因动物基因表达效率的影响 卢一凡 邓继先 肖成祖等 生物化学与生物物理进展 1995, 22(4):322—326
- 蛋白质印渍术的广泛应用 范培昌 刘家英 生物化学与生物物理进展 1995, 22(4):327—330
- 通用真核质粒表达载体的构建 龙建银 张宏权 王会信 生物化学与生物物理进展 1995, 22(4):331—334
- 大脑皮层神经元膜蛋白构象改变的ESR研究 章茜 吴本玠 于桂芬等 生物化学与生物物理进展, 1995, 22(4):337—340

- 亲和层析纯化肌质网 Ca^{2+} -ATP酶 屠亚平 徐红
生物化学与生物物理进展 1995, 22(4):345—349
- 北寄生凝集素的分离和性质研究 李格娥 刘庆
袁小妹生物化学与生物物理进展 1995, 22(4):349—352
- 高苯丙氨酸血症大鼠脑内单胺类递质的研究 万福生
南国华 生物化学与生物物理进展 1995, 22(4):352—354
- 序列搜索算法在多肽质谱解析中的应用 方慧生 相秉仁 安登魁 生物化学与生物物理进展 1995, 22(4):361—366
- 促甲状腺激素单克隆抗体的制备 刘一兵 卓进
张杰等 生物化学与生物物理进展 1995, 22(4):370—373
- 氧化应激与c-fos和c-jun转录和AP-1激活 陈媛 周玫
生物化学与生物物理进展 1995, 22(5):386—390
- 整合素研究新进展 曹立环 查锡良 生物化学与生物物理进展 1995, 22(5):390—393
- 毛细管无胶筛分电泳 郭楠 薛俊 张岩等
生物化学与生物物理进展 1995, 22(5):403—407
- TBP与TBP相关因子 俞峻 王均 贾弘提 生物化学与生物物理进展 1995, 22(5):408—415
- 突触素I的若干研究进展 杜红燕 吴馥梅 生物化学与生物物理进展 1995, 22(5):422—426
- 白细胞介素2免疫毒素研究进展 王露 马大龙 生物化学与生物物理进展 1995, 22(5):426—428
- 缺氧小鼠脑中神经节苷脂和单胺类神经递质水平 杨典洱 潘颖 李爱华等 生物化学与生物物理进展 1995, 22(5):436—439
- 磷脂酶A2激活对中性粒细胞趋化和粘附的作用 颜光涛 郝秀华 李振甲 生物化学与生物物理进展 1995, 22(5):443—446
- 人白细胞介素-2的两个部分拮抗剂 王志勇 郑仲承 孙兰英等 生物化学与生物物理进展 1995, 22(5):446—451
- RNase保护法同时检测黄体生成素受体及17 α -羟化酶的mRNA 时宇 史凌云 梁克珊等 生物化学与生物物理进展 1995, 22(5):455—459
- 用复合孔雀绿分析无机磷的改良方法 伍期专 王润英 王燕华等 生物化学与生物物理进展 1995, 22(5):459—462
- 一种用聚乙二醇制备微粒体的方法 王莉娥 杨明学 谢广云 生物化学与生物物理进展 1995, 22(5):462—464
- Ras-的结构和功能及其参与的信号传导 熊舜斌 唐朝宇 许根俊 生物化学与生物物理进展 1995, 22(6):482—486
- 白细胞介素13及其研究进展 刘存仁 贺福初 吴祖泽 生物化学与生物物理进展 1995, 22(6):487—490
- BTF2/TF II H的多功能与Pol II转录 倪菊华 贾弘提 张通衡 生物化学与生物物理进展 1995, 22(6):491—494
- 真核生物蛋白质翻译的内部起始机制 李彤 王恩多 生物化学与生物物理进展 1995, 22(6):494—498
- 真核细胞基因转录抑制的分子机理 屠郑 张志文 梁克珊 生物化学与生物物理进展 1995, 22(6):498—502
- 蛋白质结构层次中的超二级结构 孙之荣 生物化学与生物物理进展 1995, 22(6):503—506
- cGMP对细胞功能的调控 毛俊浩 吕志良 生物化学与生物物理进展 1995, 22(6):511—516
- DNA断裂检测方法——单细胞凝胶电泳法 秦椿华 沈建英 黄仕和等 生物化学与生物物理进展 1995, 22(6):517—520
- 软骨X型胶原研究进展 白小文 吕社民 白德 生物化学与生物物理进展 1995, 22(6):521—525
- 反义c-fos和c-jun抑制IL-1诱导阿片肽分泌 王朝晖 单巍松 生物化学与生物物理进展 1995, 22(6):529—533
- 酸枣仁总皂甙对缺氧-再给氧心肌细胞的保护作用 万华印 丁力 孔祥平等 生物化学与生物物理进展 1995, 22(6):540—542
- 生长激素释放肽的合成及促生长活性 胡晓愚 王勤 王锐等 生物化学与生物物理进展 1995, 22(6):549—552
- FMR-1同源基因在大鼠脑发育过程中持续表达 季红 黄涛 沈岩等 生物化学与生物物理进展 1995, 22(6):563—564
- ## 5 动物饲养、管理及其它
- 笼养白腹鸡繁殖季节的时间分配 杨晓君 文贤继 杨岚 动物学研究 1995, 16(2):178—183
- 大水池塘培育革胡子鲶稚鱼的研究 杨效东 甘正平 陈火结 动物学研究 1995, 16(2):185—193
- 白鹇的人工养殖研究 高育仁 姚伟兰 邹发生 动物学研究 1995, 16(2):194—198
- 北京市水库网箱养鱼与水资源保护 郝芳华 王华东 北京师范大学学报(自然科学版) 1995, 31(2):247—250
- 厦门养殖对虾主要病原生物 杨淑专 许宏毅 苏文金 厦门大学学报(自然科学版) 1995, 34(2):287—291
- “低”温条件下培育斑节对虾幼体的研究 林伟雄 苏永全 厦门大学学报(自然科学版) 1995,

- 34(5):818—823
- 北极狐硒缺乏症的防治 李景存 赵汝敏 毛皮动物饲养 1995, (3):34—35
- 提高仔猪成活率的经验 刘庆仁 于洪兴 宋绪春 毛皮动物饲养 1995, (3):35—37
- 产仔哺乳期笼养银狐的饲养管理 周起东 毛皮动物饲养 1995, (3):38—39
- 蓝貂全配全产的经验 王立强 毛皮动物饲养 1995, (3):39—40
- 种兽信息 毛皮动物饲养 1995, (3):50
- 水貂换毛期的管理 张竞山 毛皮动物饲养 1995, (3):51
- 简便易行的水貂食盘消毒法 张竞山 毛皮动物饲养 1995, (3):51
- 增产兔毛的十种方法 李正飞 毛皮动物饲养 1995, (3):51—52
- 用水芹菜治疗兔农药中毒 李正飞 毛皮动物饲养 1995, (3):52
- 硫椒油剂治疗家兔疥癣病 陈忠富 毛皮动物饲养 1995, (3):52
- 母兔产后哈时配种好 李晓坤 毛皮动物饲养 1995, (3):52—53
- 家兔病诊断四法 李晓坤 毛皮动物饲养 1995, (3):53
- 任桂珍散养貂成功的经验 于连 田守信 毛皮动物饲养 1995, (3):53—54
- 宋八屯村饲养蓝狐致富 刘金江 毛皮动物饲养 1995, (3):54
- “酵痢砂”治疗狐腹字病 王占军 毛皮动物饲养 1995, (3):54
- 治疗蓝狐病毒性肺炎 李树青 毛皮动物饲养 1995, (3):54
- 水獭的疾病预防 赵有德译 荀崇文校 毛皮动物饲养 1995, (3):55
- 多仔猪——太湖猪 陆离 生物学通报 1995, 30(1):12—13
- 剥制皮毛兽防腐剂的改良 郑思华 生物学通报 1995, 30(1):23
- 林蛙蝌蚪与幼蛙的人工饲养 王宝贵 王建军 付立中 生物学通报 1995, 30(1):44—45
- 南极科学考察记 张正旺 生物学通报 1995, 30(1):45—47
- 动物数量遗传学的发展、现状与未来 李来记 生物学通报 1995, 30(3):4—6
- 青岛水族馆 倪景辉 生物学通报 1995, 30(4):33
- 动物进化论中几个相关概念的辨析 马纲 生物学通报 1995, 30(5):18—19
- 自贡恐龙博物馆 黄大喜 生物学通报 1995, 30(5):30—31
- 一种制作毛发切片的方法 胡光明 生物学通报 1995, 30(6):15
- 中国古动物馆 赵宏 生物学通报 1995, 30(7):26—27
- 生物浸制标本保存技术探讨二则 闫希义 生物学通报 1995, 30(7):38
- 动物排泄出来的“药” 马存雄 生物学通报 1995, 30(7):42
- 新型经济禽——鸵鸟 刘学英 尚磊 生物学通报 1995, 30(7):47—48

(本刊)

《动物学杂志》编辑委员会

主 编: 马 勇

副 主 编: 钱燕文 刘素霞

常务编委: 张 洁 潘星光 蒋志刚 冯 强

编 委(以姓氏笔划为序):

马 勇	马建章	马崇玉	王永良	王苏舰	王祖望	冯 强	孙方臻
刘兰英	刘素霞	宋大祥	宋延龄	张 洁	张春光	陈致和	陈佩惠
杨 潼	沈猷慧	赵承萍	郑光美	郑智民	钟文勤	柳建昌	费 樑
桂建芳	徐延恭	钱燕文	盛和林	盛连喜	曹 焯	蒋志刚	潘星光

责任编辑: 刘素霞 刘兰英 刘 玮

CHINESE JOURNAL OF ZOOLOGY

CONTENTS

Vol. 31 No. 4

Aug. 1996

Research Papers

- Tissue Dynamics in *Pelmatohydra Pseudoligactis* Penetrated With Foreign Subject *WANG Antai* (1—4)
- Blood Picture and Biochemical Composition of *Lophura nycthemera* *QI Wei, SHEN Dicui, LIN Huilian et al.* (5—6)
- Isoenzymes in the Blue Eared Pheasant, the Brown Eared Pheasant and their Hybrids *LJU Rusun, YU Qing, ZHOU Dewang et al.* (7—10)
- Light and Electron Microscopical Observation on Skeletal Muscle Cell of Quail Embryo Cultivated with Serum-free medium *WANG Guojie, HAN Zhengkang, CHEN Weihua* (11—12)
- Ultrastructure of the Ventroposterolateral Thalamic Nucleus in Cat *HE Jiaquan, ZHANG Mengliang, SUI Hongjin et al.* (12—16)
- Marrowgram in Dogs and Rats *QIAO Jianwei, LI Zhirong, CHENG Zhijie et al.* (16—18)
- Some Biological Parameters of Sprague-Dawley Rats *CHEN Changxun, JIN Ruomin, LI Yikui et al.* (19—22)
- Normal Blood Picture in the Steppe Lemmings (*Lagurus lagurus*) *JIANG Wei, ZHANG Lanying, MA Xuxia et al.* (22—25)
- Habitat Population Density and Breeding in Social Voles *Shayilawu, WU Shiken* (25—27)
- Activity Range, Activity Rhythm and Food Preference in Ratlike Hamster (*Cricetulus triton*) *WANG Shuqing, YANG Hefang, HAO Shoushen* (28—31)

Techniques and Method

- Anesthetizing Chimpanzee with Ketamini Hydrochloridum *TAO Yujing* (32—33)

Endangered and Economical Species

- On Growth of Clam *Cyclina sinensis* *Yu Yeshao, WANG Hui, HUANG Zeping et al.* (34—37)
- Overwintering of Black-headed Gull in the Yang Zhi River at Wuhan Region *YUAN Xiuzhen* (37—41)
- Waterfowls in Tianchi Lake Shanxi Ningwu *ZHAO Qibao* (41—44)

Reviews and Monographs

- GTP-binding proteins and the Signal Transduction During the Acrosome Reaction of Mammalian Spermatozoa *JIA Zhenyu, SHI Qixian* (45—48)
- An Brief Introduction to Cladistics *FAN Jinjiang* (48—54)
- Optimal Foraging in Food Hoarding *JIANG Zhigang* (54—58)

《猫丘脑腹后外侧核的超微结构》一文之附图

(正文见第12页)

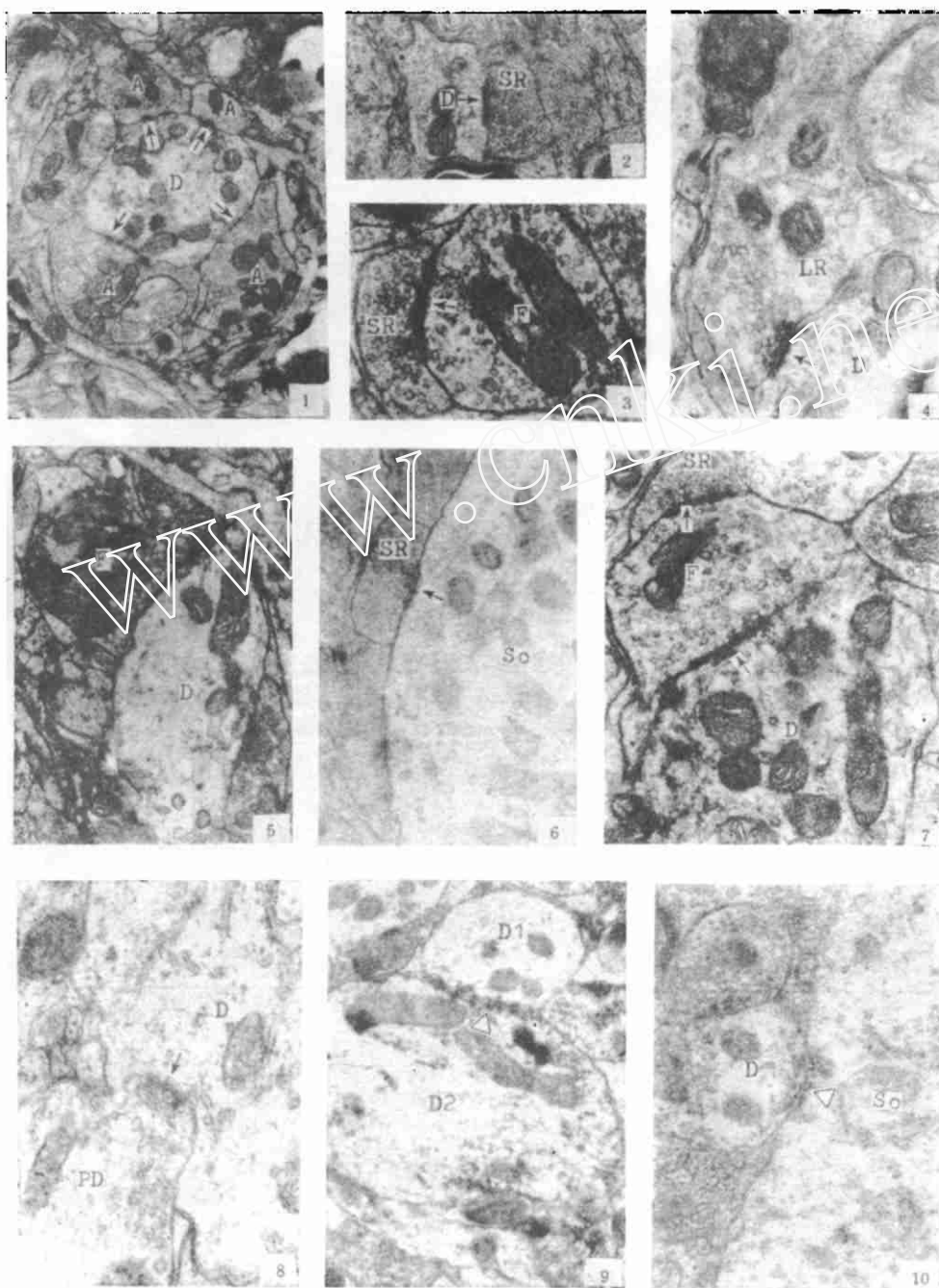


图1 多个轴突终末(A)与一中等大小的中央树突(D)形成的突触复合体。“↑”突触部位,×10000; 图2 含圆形小泡的小轴突终末(SR)与树突(D)形成的轴树突触“↑”,×20000; 图3 含圆形小泡小轴突终末(SR)与含扁平小泡的轴突终末(F)形成的轴轴突触“↑”,×30000。图4 含圆形小泡的大轴突终末(LD)与树突(D)形成的轴树突触“↑”,×30000; 图5 含扁平小泡的轴突终末(F)与树突(D)形成的轴树突触“↑”,×20000; 图6 含圆形小泡的小轴突终末(SR)与神经元胞体(So)形成的轴体突触“↑”,×20000; 图7 含圆形小泡的小轴突终末(SR)与含扁平小泡的轴突终末(F)形成轴轴突触“↑”,后者又与树突(D)形成轴树突触“↑”,×24000; 图8 含圆形及扁平小泡的突触前树突(PD),与一较大树突(D)形成的树树突触“↑”,×23000; 图9 两树突(D₁,D₂)之间形成的非突触接触(Δ),×15000; 图10 树突(D)与神经元胞体(So)之间形成的非突触接触(Δ),×24000。

《无血清培养鸸鹋胚胎骨骼肌细胞的光镜与电镜观察》

一文之附图 (正文见第11页)

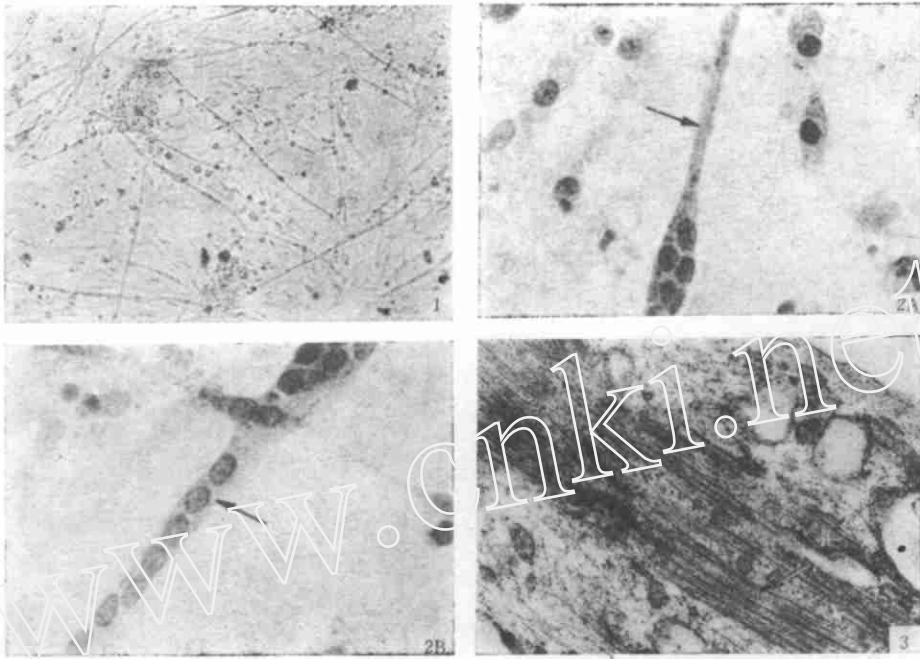


图1 培养72h鸸鹋胚胎骨骼肌细胞活体光镜照片, $\times 100$

图2 培养72h鸸鹋胚胎骨骼肌细胞H.E.染色光镜照片, $\times 1000$

A. $\uparrow$ 示肌管横纹结构; B. $\uparrow$ 示肌管核排成钱状

图3 培养72h鸸鹋胚胎骨骼肌细胞电镜照片($\uparrow$ 示肌丝), $\times 14000$

动物学杂志

Chinese Journal of Zoology

(双月刊 1957年创刊)

(Bimonthly; Started in 1957)

第31卷 第4期 1996年8月

Vol. 31 No. 4 August 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

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

协 办 清华大学北方珍稀动物繁育
中心
北京 100084

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

主 编 马 勇

Editor in Chief: MA Yong

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

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

印刷装订 中国科学院印刷厂

Printed by the Printing Factory of Academia
Sinica, Beijing China

总发行处 北京报刊发行局

Distributed by Beijing Bureau for Distribution
of Newspapers and Journals

订购处 全国各邮电局

Domestic: All Local Post Offices in China

国外总发行 中国国际图书贸易总公司
(中国 国际书店)

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

北京 399 信箱

广告经营许可证: 京东工商广字 144 号

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