



## 动物所研究揭示松鼠与橡子之间的协同进化关系

文章来源：动物研究所

发布时间：2013-04-24

【字号：小 中 大】

在自然界，动物与植物之间的相互作用通常极少构成一对一的协同进化模式，而多数表现为弥散协同进化模式。这是因为一种动物通常依赖多种植物为其提供食物，而每种植物也依赖多种动物提供服务（如传粉、种子扩散）或为多种动物所捕食。为了阐明啮齿动物与植物果实（种子）之间是否存在协同进化关系，中科院动物研究所农业动物生态研究所科研人员在我国温带、亚热带和热带等植被带进行了长期定位研究。通过系列研究，科研人员目前在松鼠与橡子之间是否存在弥散协同进化关系上取得了科研进展。

### 一、松鼠行为的适应机制研究

松鼠是一类非常聪明和可爱的动物，其存活和繁殖依赖橡子和其它种子等作为食物资源。栎类中，白栎类（*subgenus Quercus*）橡子在成熟后即可迅速萌发，而北美的红栎类（*subgenus Erythrobalanus*）和亚洲的青冈类（*subgenus Cyclobalanopsis*）等的橡子则常到次年春季后才萌发。对贮藏种子的动物而言，种子的迅速萌发将造成能量和营养的损失，因而非休眠性种子不利于被长期贮藏。近年来，研究人员在我国相继发现至少有3种松鼠表现为对非休眠性白栎类橡子的切胚行为，即四川都江堰地区发现赤腹松鼠（*Behavioral Ecology*, 2009）、在陕西佛坪秦岭地区发现岩松鼠（*Behavioral Ecology*, 2010）和在云南哀牢山发现红颊长吻松鼠（*Animal Behaviour*, 2012）。结合北美地区多种松鼠亦具有切除橡子胚芽行为，这些发现为洲际间动物行为的趋同进化和适应提供了有力的证据。研究表明松鼠对非休眠性白栎类橡子切胚行为的适应性表现在以下方面：

1. 发现在没有取食经历的情况下，红颊长吻松鼠具有与其它松鼠相似的行为，如非休眠性（或萌发）的橡子有较高的切胚概率，且切胚橡子的萌发率很低，不足20%，从而利于其被长期贮藏。这表明松鼠切胚行为是可遗传的，而且是一个进化上保守的特征（*Animal Behaviour*, 2012）。

2. 发现松鼠的多次贮藏管理策略是一种适应性行为，即通过对贮藏点进行积极管理，检测贮藏种子的状态，切胚概率随贮藏次数的增加而增加（*Behavioral Ecology*, 2009）。

3. 发现松鼠能针对食物丰富度来改变对橡子萌发行为的敏感性，即在种子丰年时非休眠性橡子的切胚概率显著高于在种子歉年的切胚概率（*Ethology*, 2013）。

4. 发现松鼠偏好贮藏大种子，但同时为大橡子的切胚概率也显著增加，而且橡子的萌发与大小之间亦存在显著交互作用（*Behavioral Ecology and Sociobiology*, 2013）。

### 二、橡子逃避松鼠捕食、促进扩散与种群更新的适应机制

栎类主要依赖松鼠等动物通过分散贮藏的方式来传播其种子。由于被切胚橡子的萌发率极低，因此松鼠的切胚行为明显不利于非休眠性白栎类橡子的更新。相对于仅分布于北美的红栎类和仅分布于亚洲南部的青冈类而言，白栎类则广泛分布于欧亚大陆和北美地区。显然，松鼠的切胚行为并非是限制白栎类分布、扩散和种群更新的重要因素。研究表明白栎类橡子逃避松鼠捕食和促进扩散的适应机制表现在以下方面：

1. 基于白栎类橡子的非休眠性和松鼠的切胚行为，发现频次依赖选择可能是白栎类实现有效扩散和种群更新的重要机制（*Behavioral Ecology*, 2010）。研究表明不同种类和同种不同个体所生产橡子的萌发存在显著差异，表现明显的多型现象：有的落到地面后数天内即可萌发，而另一些则需要数周或数月后才萌发。这样，萌发的橡子与尚未萌发的橡子在成熟季节（即关键扩散期）始终保持一定的相对比例或频次，而这种相对比例或频次可能是决定白栎类橡子是否逃脱松鼠胚芽切除的重要因素。在野外条件下，通过操纵萌发橡子与尚未萌发橡子的比例来确定松鼠的行为反应和有关橡子的命运。研究结果表明每种萌发型的绝对扩散率和相对扩散率均随其频率的增加而增加，表现为正选择作用。

2. 发现橡子单宁含量高有助于增加橡子的贮藏概率与贮藏后的存活率 (*Behavioral Ecology*, 2009)。这表明单宁含量在栎类橡子中普遍较高有利于橡子通过分散贮藏动物来实现有效扩散和种群更新。

3. 发现橡子丰年有利于促进橡子的存活, 但扩散距离在种子歉年显著远于在种子丰年, 支持捕食者饱和假说 (*Ethology*, 2013)。

因此, 经过长期进化, 松鼠切胚行为是针对橡子休眠或萌发特性进化所产生的一种适应性行为, 并在亚洲和北美多种松鼠中普遍存在。而栎类同样进化出一系列适应性特征来利用松鼠等动物进行贮藏扩散, 并有效防御其过度捕食, 从而实现种群更新和分布定居。目前, 项目组对松鼠与橡子之间的弥散协同进化机制仍在继续深入研究中。

上述研究得到了国家自然科学基金、国家基础规划项目和中国科学院知识创新重要方向项目等的资助。

相关文章:

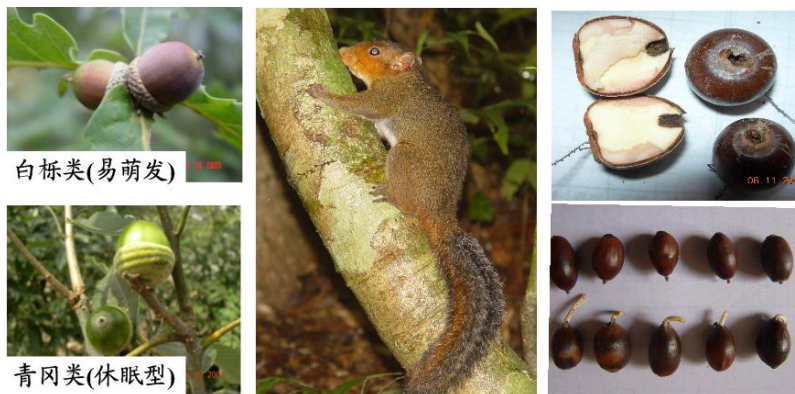
Xiao Z-S, Gao X, Zhang Z-B. (2013) *Sensitivity to seed germination schedule by scatter-hoarding Père David's rock squirrels during mast and non-mast years. Ethology*, doi: 10.1111/eth.12083.

Xiao Z-S, Gao X, Zhang Z-B. (2013) *The combined effects of seed perishability and seed size on hoarding decisions by Père David's Rock squirrels. Behavioral Ecology and Sociobiology*, doi: 10.1007/s00265-013-1531-8.

Xiao Z-S, Zhang Z-B (2012) *Behavioural responses to acorn germination by tree squirrels in an old forest where white oaks have long been extirpated. Animal Behaviour* 83: 945-951.

Xiao Z-S, Gao X, Steele M, Zhang Z-B (2010) *Frequency-dependent selection by tree squirrels: adaptive escape of nondormant white oaks. Behavioral Ecology* 21: 169-175.

Xiao Z-S, Gao X, Jiang M-M, Zhang Z-B (2009) *Behavioral adaptation of Pallas' s squirrels to germination schedule and tannins in acorns. Behavioral Ecology* 20: 1050 - 1055.



动物所研究揭示松鼠与橡子之间的协同进化关系

打印本页

关闭本页