
动物所发现飞蝗体色的变化契合物理学三原色规则

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/3819.html>

本文仅供学习交流之用，版权归原作者所有，请勿用于商业用途！

动物所发现飞蝗体色的变化契合物理学三原色规则。动物的体色绚丽多彩，许多动物通过身体颜色的变化来适应不断变化的环境和躲避天敌的捕食。飞蝗(*Locusta migratoria*)在散居和群居个体之间表现出体色多型性，散居型飞蝗呈现均匀的绿色，群居型飞蝗呈现黑色背板和棕色腹面。当蝗灾发生时，人们总是用黑压压一片来形容蝗群，实际上就是指这样体色的蝗群。反之，绿色个体的散居型蝗虫并不成灾。

这两种体色的蝗虫能够随着密度的改变而发生互变，然而，蝗虫体色随密度变化的分子机制仍不清楚。最近，中国科学院康乐研究组发现了蝗虫是如何通过改变身体颜色来适应不同环境的。该研究揭示了蝗虫体内一种新的“调色板效应”机制，即群居型黑色的体色并不是黑色素形成的，而是一种携红色素的蛋白形成复合体，扮演开关角色来协调昆虫“绿色和黑色”的转变。也就是说，群居型的黑色体色是在散居型绿色基础上，增加红色形成的。这样一种物理学上的三原色配色规则在蝗虫的体色变化中得到了完美的诠释。

散居蝗虫的绿色是由于黄色和蓝色素的组合形成，有助于在绿色植物背景中隐藏，使其免受捕食者的侵害。群居型蝗虫背部黑色的成因长期得不到解释，许多科学家认为就是黑色素的沉积。但是，他们发现的黑色素并不能响应种群密度的变化，这说明他们所发现的黑色素与密度制约的体色变化无关。康乐提出了蝗虫体色变化是否在散居虫的绿色背景中加入了额外的红色素后形成的假说。为了阐明此问题，他们发现群居和散居型蝗虫中有一种 胡萝卜素结合蛋白(CBP)起着关键色彩转变的作用。群居型蝗虫和散居型蝗虫 胡萝卜素结合蛋白(CBP)表达差异巨大，而且随着种群密度的增加呈正相关变化。随着群居型蝗虫龄期增长，发现其逐渐加深的黑色与 胡萝卜素结合蛋白表达水平直接相关，而散居型蝗虫则保持不变。 胡萝卜素结合蛋白在体内能特异性绑定 β -胡萝卜素(β -carotene)。研究人员发现群居型蝗虫的 β -胡萝卜素含量高出散居型近三分之一的量，表明 胡萝卜素结合蛋白和 β -胡萝卜素与群居型黑色体色直接相关。当将散居蝗虫饲喂 胡萝卜素后进行群居饲养，体内 胡萝卜素结合蛋白水平显著增加，几乎一半虫子体色由绿色转变成黑色背板/棕色腹面，而其余虫子转变为类似于群居的体色。RNA干扰群居型 胡萝卜素结合蛋白基因则产生体色由黑色转变成绿色。体外和群居虫体内 胡萝卜素结合蛋白的免疫共沉淀实验证明了 CBP与 β -carotene形成的复合体是红色的。同时，通过免疫电镜实验发现 胡萝卜素结合蛋白(CBP)定位于黑色素颗粒，共同证明了 胡萝卜素结合蛋白在体内确实通过绑定红色的 β -胡萝卜素来调控黑色体色的形成。 胡萝卜素结合蛋白与 胡萝卜素(β -carotene)的结合与分离受到种群密度的调控，高密度时相互结合呈现红色导致黑色体色的形成，低密度时相互分离，不显红色从而体现本地的绿色。

蝗虫从绿色变成黑色是种群密度依赖的适应性反映。群居黑色背板/棕色腹面呈现警戒色，既可以使同种相互识别形成庞大的种群，又可以对天敌发出警戒信号抵御捕食。这两种体色可以在野

外根据密度变化实现互变。这种灵活的体色变化对蝗虫的生存具有重要意义。绿色个体主要依靠植物来隐藏自己，黑色/棕色的群居型个体主要依靠群体防御机制来达到保护自己的目的。康乐研究组首次证明飞蝗的黑色/棕色是由红色的色素复合体所决定的，而且这种体色变化能够响应种群密度的改变。这项研究揭示了动物通过巧妙利用物理的三原色配色来形成群居体色的一种适应性进化机制。这种体色适应的进化机制可能在其他昆虫和动物中也存在。该研究的意义还在于可以合理地推测，动物斑斓的体色都是由三原色的组合实现的。

该研究结果已于2019年1月在eLife上在线发表。eLife还对此文进行了专文评述。该研究论文的第一作者是动物所副研究员杨美玲，得到国家基金委和中科院的资助。

论文信息：Meiling Yang, Yanli Wang, Qing Liu, Zhikang Liu, Feng Jiang, Huimin Wang, Xiaojiao Guo, Jianzhen Zhang, Le Kang. A β -carotene-binding protein carrying a red pigment regulates body-color transition between green and black in locusts. eLife, 2019; 8:e41362.

论文链接

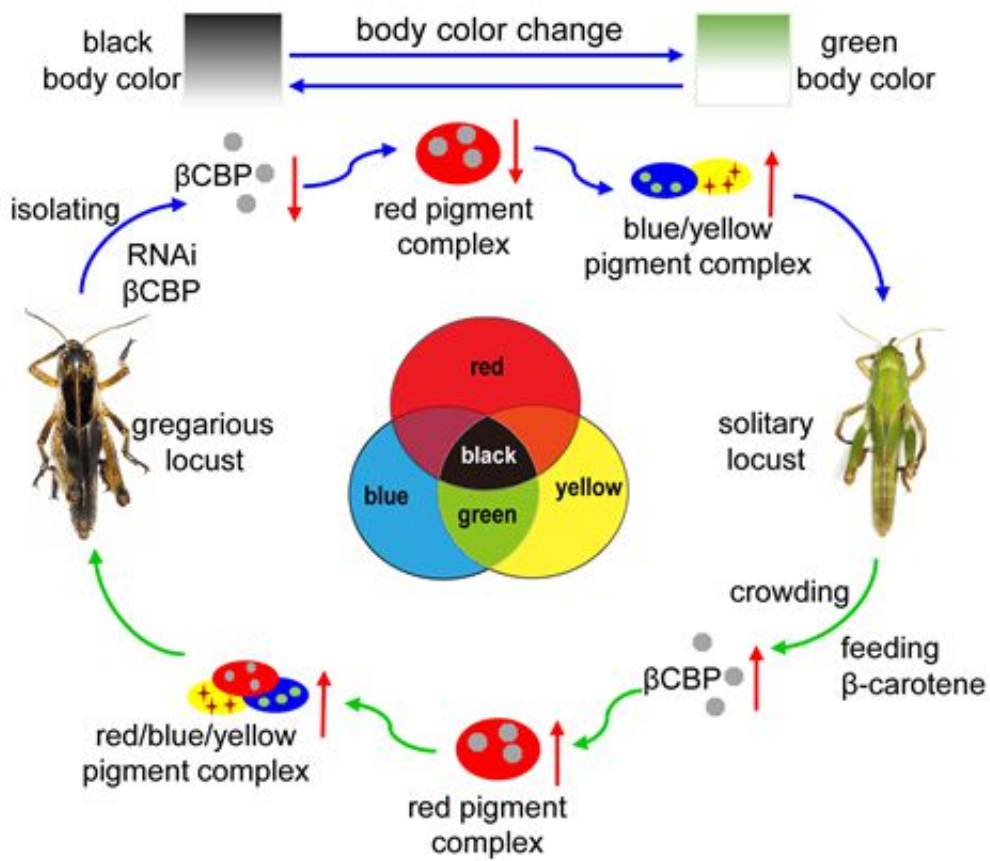
评述链接



喜欢群居的群居虫和喜欢独居的散居虫



喜欢群居的群居虫和喜欢独居的散居虫



-carotene结合蛋白携带红色素调节飞蝗绿色和黑色体色之间的转变

更多 科学进展 请访问 <https://www.iikx.com/news/progress/>

本文版权归原作者所有，请勿用于商业用途，[爱科学iikx.com](http://www.iikx.com)转发