

近零磁场对白背飞虱趋光与飞行能力表型影响的分子机理探究*

万贵钧^{1***} 潘卫东² 陈法军^{1****}

(1. 南京农业大学植物保护学院昆虫学系, 南京 210095;

2. 中国科学院电工研究所生物电磁学北京市重点实验室, 北京 100190)

摘要: 地磁场 (Geomagnetic field, GMF) 的强度和方向并非恒定, 而是因时空分布不同而变化。除目前发现的 GMF 平均强度缓慢衰减外, 以强度降低为特点的突发性 GMF 扰动和异常现象 (如地磁暴等), 以及迁徙性动物迁出与迁入地之间的 GMF 强度差异对动物生理和行为的磁场效应影响仍不明确。本研究以正常 GMF 为参照, 以可模拟 GMF 强度降低的近零磁场 (Near-zero magnetic field, NZMF) 为处理, 开展了 NZMF 对迁飞昆虫白背飞虱 (*Sogatella furcifera*) 正趋光性和飞行能力的磁场效应探究。相对于 GMF, 本研究首次发现 NZMF 可显著增强白背飞虱成虫的正趋光性并可影响成虫的飞行能力, 且其对成虫飞行能力的磁场效应表现出雌雄二型现象。基于表型, 对兼具生物钟光受体和磁受体等功能的多功能基因 *cryptochromes* (*CRY1* 和 *CRY2*), 以及位于脂动激素 (AKH) /脂动激素受体信号通路 (与能量代谢和抗氧化应激相关) 中的基因 *AKH* 和 *AKHR* 的转录表达分析发现, 以上基因的转录表达模式分别与白背飞虱成虫正趋光性 (*CRY1* 和 *CRY2*) 和飞行能力 (*AKH* 和 *AKHR*) 存在正相关关系。由此, 并基于已有的磁场效应研究, 我们推测 NZMF 对成虫正趋光性和飞行能力的磁场效应可能通过与抗氧化应激相关的“隐花色素-生物钟-脂动激素/脂动激素受体”信号通路实现。本研究展现了一条可串联目前磁场效应主要分子机制: “*cryptochromes* 介导的光依赖性磁敏感” “*cryptochromes* 介导的光依赖性磁敏感生物钟” 与“磁场强度变化介导的氧化应激”三者的可行线索, 梳理并揭示了更为系统的磁场效应分子机理, 并对 GMF 强度变化可能引起的基于动物生理和行为的磁场效应提供了新见解。

关键词: 磁场效应; 正趋光性; 飞行能力; 抗氧化应激; 近零磁场; 白背飞虱

* 基金项目: 国家自然科学基金项目 (31470454, 31170362 和 31272051); 中国博士后科学基金 (2016M590470); 国家基础研究“973”项目 (2010CB126200); 国家自然科学基金重点项目 (51037006)

** 作者简介: 万贵钧, 男, 师资型博士后, 主要从事稻飞虱生理和行为的磁生物学研究与灰飞虱-RSV 病毒互作研究; E-mail: guijunwan@126.com

*** 通讯作者: 陈法军; E-mail: fajunchen@njau.edu.cn