



新闻动态

- 综合新闻
- 头条新闻
- 科技前沿
- 科研动态
- 媒体关注
- 图片新闻
- 通知公告
- 图片展示
- 视频

当前位置 > 首页 > 新闻动态 > 科研动态

中国科学院成都生物研究所李香真研究员团队揭示了草原土壤微生物群落适应干旱的生活史策略

发表日期: 2022-04-18

作者: 李超男

文章来源:



文本大小 大 中 小

干旱和半干旱生态系统约占全球陆地面积的41%，其主要特征是长期干旱和脉冲降雨。土壤微生物群落能够通过调整其生活史策略来适应这些胁迫压力，具体表现为代谢水平的变化或生理/遗传特征的权衡（在一个生活史策略上的投资将减少对其它生活史策略的投资）。微生物在不同的生境条件下执行不同的适应策略，即：最优生活史策略。在群落水平上，一个生境中最优的生活史策略可以用来建立土壤微生物过程（如：胞外酶分泌、生物量积累和胁迫耐受）与生态系统碳流向的联系。因此，与生活史策略相关的特征在干旱梯度上的变化或权衡能够用来解析土壤微生物群落对干旱的生态适应性。反过来，微生物通过调整生活史策略对生境的适应也决定了一个群落所执行的生态功能，如：微生物在生存相关特征上投入更多资源将减少在养分循环和生物量积累相关特征方面的投资。然而，生活史策略层面的调整如何驱动干旱草地生态系统中土壤微生物群落水平上的生态适应性尚不完全清楚。

根据以前提出的Y-A-S生活史策略框架，微生物生活史策略被分为以下三类：

1) Y策略（生长产量策略，Growth yield strategy）：这类微生物能够通过增强中心代谢和生物合成能力达到高生物量积累。

2) A策略（资源获取策略，Resource acquisition strategy）：这类微生物能够通过提高细胞移动、竞争以及底物转运和利用能力来增强其资源获取能力。例如：A策略微生物类群能够增强其胞外酶分泌能力，主动水解胞外多聚物以获得养分。

3) S策略（胁迫耐受策略：Stress tolerance strategy）：这类微生物能够通过降低在其它代谢途径上的投资来最大化其胁迫耐受能力（例如：DNA损伤修复、渗透保护、干旱和盐胁迫适应以及细胞和基因组完整性维持）。

微生物群落具有一个或几个生活史策略的特征。随着干旱度的变化，微生物群落不同生活史策略上的投资具有权衡特征（Tradeoff）。对于Y-A-S模型，具体表现为，对Y策略投资多，将减少对A和S策略的投资；对A策略投资多，将减少对Y和S策略的投资；对S策略投资多，将减少对Y和A策略的投资。当前还没有足够的证据证明Y-A-S生活史策略框架的适用性，该框架也难以直接应用到干旱生态系统。主要的原因有：

1) Y-A-S生活史策略框架认为，Y策略在无胁迫且资源丰富的环境中占优势，而A策略在无胁迫且资源贫瘠的环境中占优势，Y策略和A策略的转变受资源可用性的调控。然而，在干旱生态系统中，低的资源可用性往往与强胁迫偶联，即使是最不干旱的土壤也难以代表胁迫少且资源丰富的理论环境。

2) 以往的研究表明，DNA代谢相关的特征在更干旱的土壤中相对富集，这可能是土壤微生物为了维持基因组完整性而表现出的胁迫耐受策略，也可能是干旱环境中的土壤微生物对脉冲降水引起的资源可

用性进行快速响应的需要。前者可被划分为S策略，而后者却难以被归类到Y策略。这是因为，Y策略的一个主要特征是生物量的积累，而以往大量的研究都表明，更加干旱的土壤中微生物生物量比湿润的土壤低。

中国科学院成都生物研究所李香真研究员团队的研究人员在内蒙古草原和青藏高原，沿水热梯度收集了90份表层土壤样本，利用宏基因组测序技术，从物种组成、功能基因丰度、基因组特征和土壤微生物过程等角度揭示了草地生态系统土壤微生物群落生活史策略上对干旱的响应模式及适应机制。在该研究中，研究人员提出了一个新的微生物生活史策略：细胞和高生长潜力维持策略（? Cellular and high growth potential maintenance strategy, 简称P策略）。P策略反映的是土壤微生物群落通过维持一个较高的生长潜力以快速响应瞬时资源可用性。尽管P策略相关的遗传基础尚不完全清楚，但与核心代谢途径和一些重要代谢产物合成相关的基因可能是执行P策略所必需的，微生物必须要在这些方面加大投资，才能做到在资源可获得时进行快速响应，完成其生活史。基于Y-A-S-P生活史策略框架，该研究发现，Y策略和A策略均在相对湿润的土壤中占优势，在干旱梯度上未表现出权衡的特征。鉴于Y策略和A策略的转变主要受资源可用性控制，研究人员提出了一个“? acquiring-expanding”模型。即：在资源受限的情形下，土壤微生物通过强化A策略获取更多的养分（acquiring场景），然后满足Y策略的实现（expanding场景）。P策略和S策略均在相对干旱的土壤中占优势，可以使用“? tolerating-reviving”模型来解释这一结果：当微生物面临较强的胁迫时，通过S策略耐受胁迫（tolerating场景），当资源变得可用时，微生物通过P策略快速响应水分和养分可用性（reviving场景）。在两个气候条件差异较大的样带上，与Y和A策略相关的功能特征均随干旱增加而减弱；与P和S策略相关的功能特征均随干旱增加而富集。这些结果说明，干旱土壤中的微生物可能具有较强的胁迫耐受能力和快速响应资源脉冲的能力，而相对湿润土壤中的微生物具有较强的资源获取和生物量积累能力，且这种生活史策略层面的调整可能是草地生态系统土壤微生物适应干旱的普遍性生态策略。本研究结果为根据遗传特征将复杂的微生物群落划分为生态类群以及推断微生物群落对气候变化的适应机制奠定了基础。

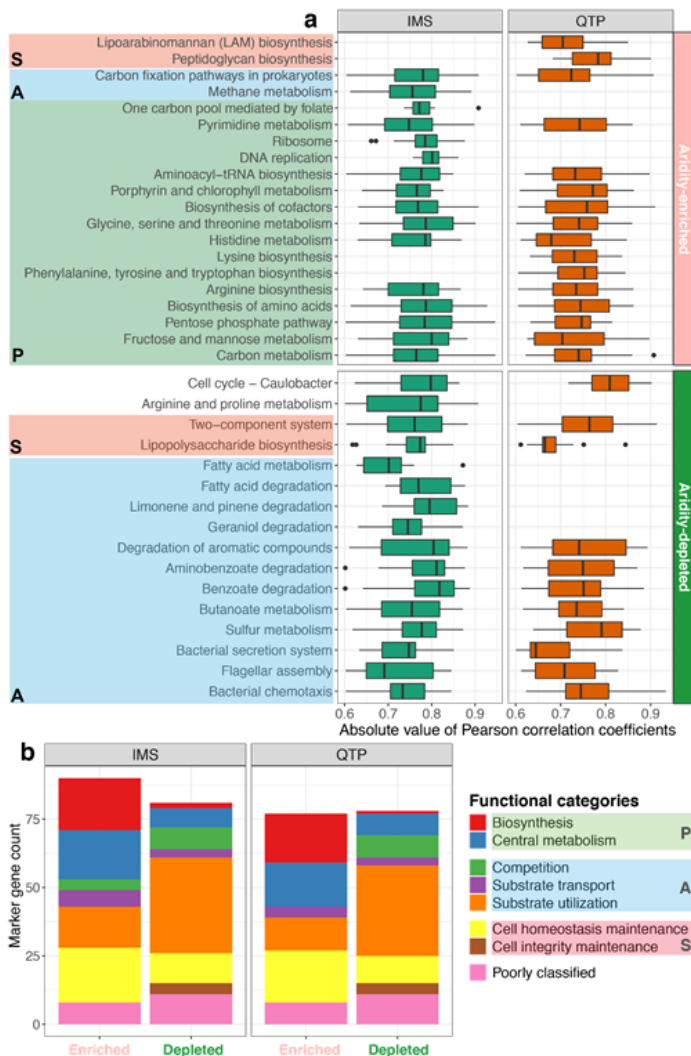


图1 随干旱增加而富集和减弱的KEGG代谢途径 (FDR < 0.05) (a) 及marker基因 ($|\rho_{AI}| \geq 0.85$, FDR < 0.001) (b)。图(a)中的柱状图代表KO相对丰度与干旱度指数的Pearson相关系数的绝对

值。IMS: 内蒙古草原; QTP: 青藏高原; P: 细胞和高生长潜力维持策略; A: 资源获取策略; S: 胁迫耐受策略。对于表征Y策略的代谢途径和指示基因尚不清楚。

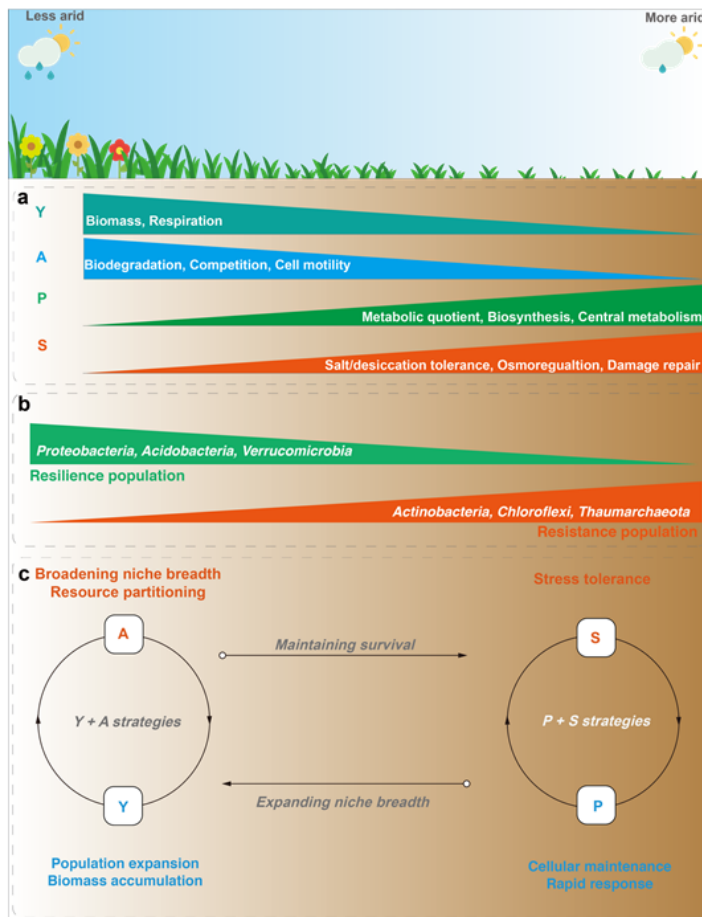


图2草原生态系统中土壤微生物生活史策略的变异。图(a)为微生物生活史策略随干旱增加的变化模式及表征该生活史策略的典型特征;图(b)为土壤微生物群落随干旱增加的变化模式;图(c)为干旱梯度上土壤微生物群落的生态适应概念图。Y: 生长产量策略; P: 细胞和高生长潜力维持策略; A: 资源获取策略; S: 胁迫耐受策略。

研究成果以“The adjustment of life history strategies drives the ecological adaptations of soil microbiota to aridity”为题发表在Molecular Ecology期刊上。中国科学院成都生物研究所博士后李超男为论文第一作者,中国科学院成都生物研究所李香真研究员和中国科学院地理科学与资源研究所何念鹏研究员为论文通讯作者。该研究得到国家自然科学基金(2020A2008, 32071548)和第二次青藏高原科学考察研究计划(2019QZKK0302, 2019QZKK0606)的资助。

原文链接



电话: 028-82890289 传真: 028-82890288 Email: swsb@cib.ac.cn
 邮政编码: 610041 地址: 中国四川省成都市人民南路四段九号
 中国科学院成都生物研究所 版权所有
 蜀ICP备05005370号-1