

问题 A：真菌

碳循环描述了地球整个地球化学循环中碳交换的过程，是地球上生命的重要组成部分。碳循环的一部分包括化合物的分解，这使碳得以更新并以其他形式使用。这一过程的一个关键组成部分是植物材料和木质纤维的分解。

分解木质纤维的一些关键因素是真菌。最近一篇关于真菌分解木材的研究文章的作者确定了决定分解率的真菌特征，并指出了某些特征之间的联系^[1]。特别是，生长缓慢的真菌菌株往往能够在湿度和温度等环境变化的情况下更好地生存并生长，而生长较快的菌株对同样的变化往往不能健壮地生长。本文的概要可以在下面的第 3 页找到。

这些研究人员研究了大量与不同真菌相关的性状，以及它们在分解地面凋落物（死亡植物材料）和木质纤维中的作用。对于这次美赛问题，您应该仅关注真菌的两个特性：真菌的生长速度和真菌对水分的耐受性。您的主要目标是在给定的一片土地上建立木质纤维分解的模型，并且在同一地区有多种真菌分解木质纤维类型存在的情况下建模。

当您探讨这两个有趣的特性，即生长速率和耐湿性与分解速率之间的关系时，可能会产生几个问题：

利用这两个特性，不同的真菌如何在不同的环境中相互作用并在固定地块中分解地面凋落物？

在这些不同的环境中，随着条件的变化，分解会受到怎样的影响？

在特定环境中环境如何变化以及环境的变化是如何影响真菌分解和竞争的长期动态的？

给定增长率，分解率的估计如图 1 所示。给定相对湿度，分解率的估算如图 2 所示。

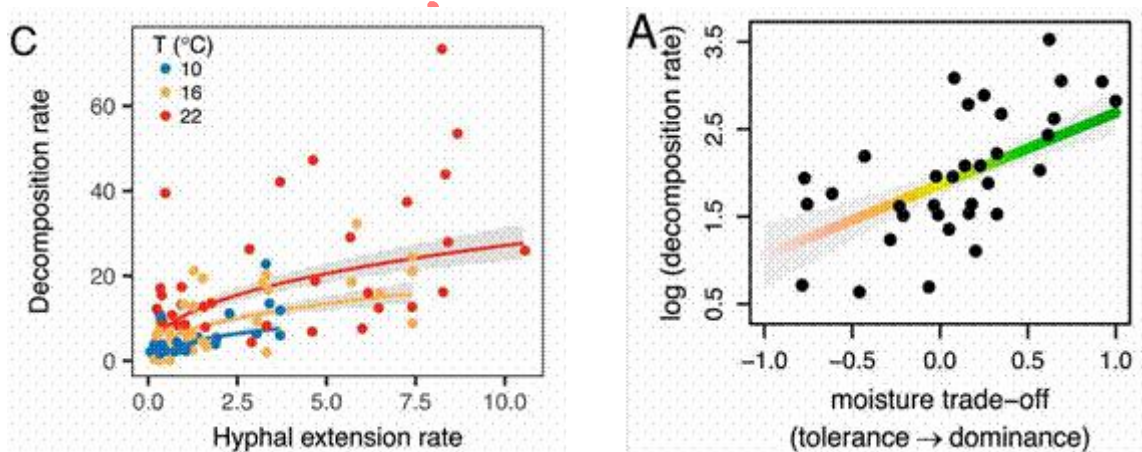


图 1：在不同温度下，不同真菌的菌丝延伸率（毫米/天）与木材分解率（122 天的质量损失百分比）之间的关系。（[1]中的图 1C）。

图 2：不同真菌的耐湿率（mm/天）与在水分生态位宽度下产生的木材之间的关系（每个菌株的竞争排名差异与其水分位宽度之间的关系，均均标度为[0, 1]），以及最终的木材分解率（122 天的质量损失百分比，对数转换）。（[1]中的图 4A）。

要求：您的论文应该探讨并解决以下几个方面。

建立一个数学模型，描述在多种真菌存在的情况下，通过真菌活动分解地面凋落物和木质纤维。

在您的模型中，需要包含不同种类真菌之间的相互作用，这些真菌具有不同的生长速率和不同的耐湿性，如图 1 和图 2 所示。

提供模型分析，并描述不同类型真菌之间的相互作用。相互作用的动态特征和描述应包括短期和长期趋势。您的分析应该检查对环境快速波动的敏感性，并确定大气趋势变化的总体影响以评估当地天气模式变化的影响。

包括对每个物种和可能持续存在的物种组合的相对优势和劣势的预测，以及对干旱、半干旱、温带、树栖和热带雨林等不同环境进行预测。

描述一个系统中真菌群落的多样性是如何影响系统在分解地面凋落物方面的整体效率。在当地环境存在不同程度的变异时，预测生物多样性的重要性和作用。

在结果中附上两页的文章。在讨论我们对真菌在生态系统中所起作用的理解的最新进展方面，您的文章应该适合作为大学生物学入门教材。

总页数不超过 25 页的 PDF 解决方案应包括：

一页摘要表。

目录。

您的完整解决方案。

两页文章

参考文献

注：MCM 竞赛现在有 25 页的限制。您提交的所有内容均计入 25 页的限制（摘要表、目录、参考文献列表和任何附录）。

参考：

[1] Nicky Lustenhouwer、Daniel S. Maynard、Mark A. Bradford、Daniel L. Lindner、Brad Oberle、Amy E. Zanne 和 Thomas W. Crowther, “基于真菌分解木材特征的理解”, 《美国国家科学院刊》, 2020 年 5 月 13 日。 <https://www.pnas.org/content/pnas/117/21/11551.full.pdf>

研究文章摘要

我们在下面简要介绍了 Lustenhouwer 等人^[1]的研究文章。全文原件可在以下网站获得 <https://www.pnas.org/content/pnas/117/21/11551.full.pdf>。请注意，您不需要阅读原文就可以完成这个 MCM 问题。

有机物质的分解是碳循环的一个重要组成部分。碳循环的大规模建模以及全球气候模型正变得越来越精准，并纳入了更多的小规模细节。一个重要的细节是微生物和真菌群落对有机物质的腐烂速率。本文的重点是与不同类型真菌相关的不同腐烂速率。

本文作者探讨了几种不同的真菌特性，以确定木材分解的影响。他们在木块中加入不同种类的真菌后，通过测量木块中损失的质量来达到这一目的。研究人员检查了大量与每种真菌相关的不同特性，并试图确定这些性状在木块分解中所起的作用。

例如，一个重要的特性是菌丝延伸率。菌丝是真菌的分枝细胞，构成真菌的纤丝和结构，不同种类的菌丝在真菌的生命周期中起着不同的作用。菌丝延伸率本质上是真菌的生长速度。另一个特征是在给定的体积内菌丝的密度。

这两个特征与真菌的许多特性有关。例如，研究发现，如果菌丝延伸率越大（生长越快），真菌更容易更快地分解木材。同样，如果细丝越密集，则木材的分解速度越慢。此外，这两个特征也与真菌对不同的环境条件的反应有关。

特别是研究人员发现，能够更好地适应各种湿度条件的真菌往往分解木材的速度较慢。生长速度快且比其他真菌更具竞争力的真菌往往分解木材的速度较快。MCM 问题 A 语句中的图 1 和图 2 显示了这些关系。

木质材料经过多个阶段分解，研究文章中所研究的真菌与木质材料在腐烂周期中间的腐烂关系最为密切。其他衰变阶段的结果可能不同。为了进行此建模练习，可以将重点放在中间阶段的结果上，并假设它与分解的其他阶段一致。另一个考虑因素是，当地的环境条件在一个地区可能会有很大的变化，并影响整体动态以及。

词汇表：

生物多样性：从广义上说，世界上生活的多样性。在较小的规模上，某一特定生境或生态系统中的多种生物。

碳循环：碳在有机体和环境之间交换的连续过程（或一系列过程），然后在整个地球上重复使用。

竞争排名：在相似条件下，一种真菌在一系列成对试验中胜过其他真菌的能力的量度。

地球生物圈：地球的岩石圈（地壳和上地幔）、水圈（地球表面的所有水）和大气层（地球周围的气体包层）。

真菌（复数：真菌）：真核生物（细胞核包在核膜内的细胞）有机体中的任何成员。例如酵母、霉菌和蘑菇。

地球化学循环：元素在地球生物圈之间交换的各种途径和步骤。

菌丝：在真菌群落中形成细丝的细胞。

菌丝延伸率：真菌的生长速度。

水分生态位宽度：半个真菌群落能保持其最快生长速率的最大和最小湿度水平之间的差异。

耐湿性：真菌的竞争地位与其水分生态位宽度之间的差异。

精细版思路也会随时更新，敬请关注微信公众号：[老哥带你学数模](#)，回复“**翻译**”

2021 美赛解题参考思路+资料，请关注微信公众号：[老哥带你学数模](#)，回复“**美赛思路**”

