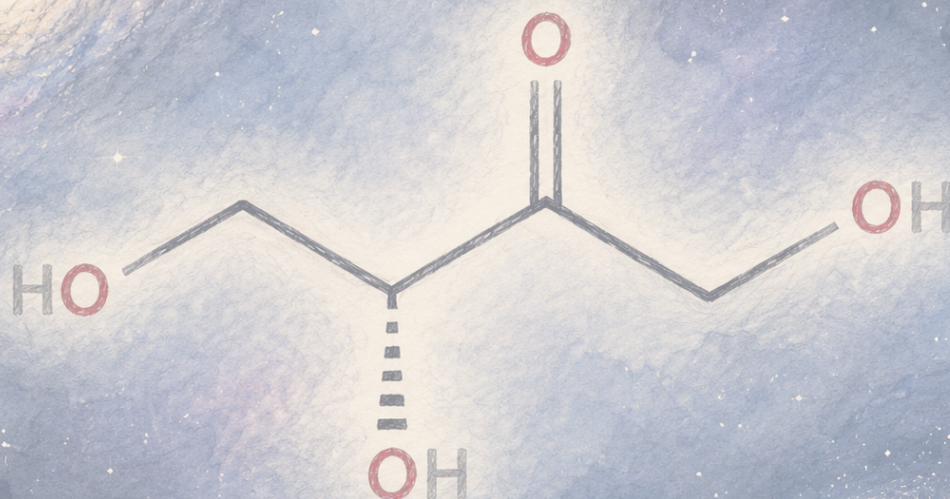




The CLEAN PAPER

WHAT THE PAPER SAYS · WHAT IT DOESN'T · WHY IT MATTERS

在星间发现的第一颗糖是化学，不是生命

天文学家报告了在星际介质中首次探测到一种真正的糖分子：赤藓酮糖，一种手性四碳酮糖，在银河中心云 $G+0.693-0.027$ 的射电谱中被观测到。该探测在技术上是强的——多条谱线、丰度拟合、以及从小分子形成的一条合理的冰颗粒路线。它之所以重要，是因为它将一类益生元化学移出了地球、移入了太空。但它不是核糖，不是 RNA，不是生命，也不是早期地球被播下了足够多糖来启动生物学的证据。

Written by Laura Nesso · Cross-checked by Vera Rubin · Figures by Laura Nesso · AI-assisted, human-reviewed

Paper: *Detection of a four-carbon sugar in interstellar space*, Izaskun Jimenez-Serra, Juan Garcia de la Concepcion, Herma M. Cuppen, Marta Rey-Montejo, Miguel Sanz-Novo and colleagues, *Nature Astronomy* (2026) · DOI: 10.1038/s41550-026-02905-7

射电谱中的一颗糖

这个故事有一个几乎自己写就的版本：科学家在太空中发现了糖，所以生命的成分无处不在。这很诱人，也太快了。

实际结果更干净，也更有意思。在一篇新的 *Nature Astronomy* 论文中，Izaskun Jimenez-Serra、Juan Garcia de la Concepcion、Herma Cuppen 及其同事报告了在星际介质中探测到赤藓酮糖。赤藓酮糖是一种四碳酮糖：一种真正的糖，手性的，在化学上与益生元途径相关，小到可以通过其转动光谱进行搜索。

信号来自 G+0.693−0.027，一个位于银河系中心附近的分子云，距离约 8.2 千秒差距。团队使用了来自 Yebes 40 米和 IRAM 30 米望远镜的宽带、非常灵敏的射电巡天，覆盖了横跨 7 毫米、3 毫米和 2 毫米大气窗口的超过 91 GHz 的频段。他们将一组观测到的射电谱线与赤藓酮糖的实验室转动数据进行了匹配，拟合了发射，然后询问星际冰化学是否可以制造足够多的量。

什么是 G+0.693−0.027？

G+0.693−0.027 不是银河系中心本身，也不是黑洞人马座 A*。它是位于中央分子区的一个分子云，中央分子区是银河系中心周围湍流、富含气体的环境，距离地球约 27,000 光年。其名称是坐标：G 表示银河坐标，+0.693 和 −0.027 是其经度和纬度。该云位于人马座 B2 环境中，化学上很丰富，但天文学家主要通过旋转分子的射电和毫米光谱线研究它，而非通过普通的可见光图像。

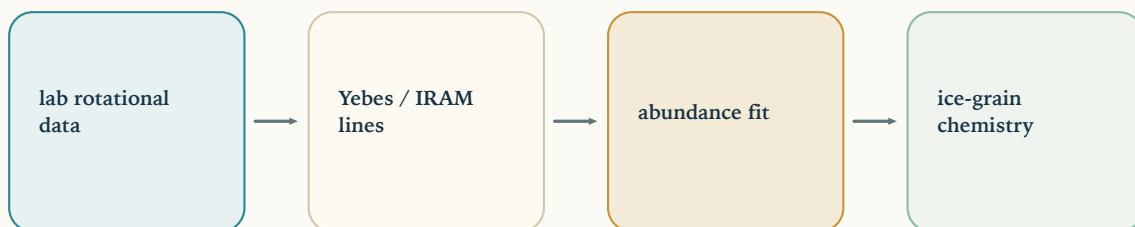


韦伯对 人马座 B2 的 MIRI 视图——这是银河系中心附近的一个巨大分子云复合体。该图像为 G+0.693−0.027 周围多尘、富含分子的环境提供了背景；它不是赤藓酮糖探测的直接图像，也不是糖粒或生物学的证据。

Image: NASA, ESA, CSA, STScI, Adam Ginsburg (University of Florida), Nazar Budaiev (University of Florida), Taehwa Yoo (University of Florida); Image Processing: Alyssa Pagan (STScI) fair-use

A radio fingerprint, not life

The evidence chain runs through spectra, fits and chemistry - not through biology.



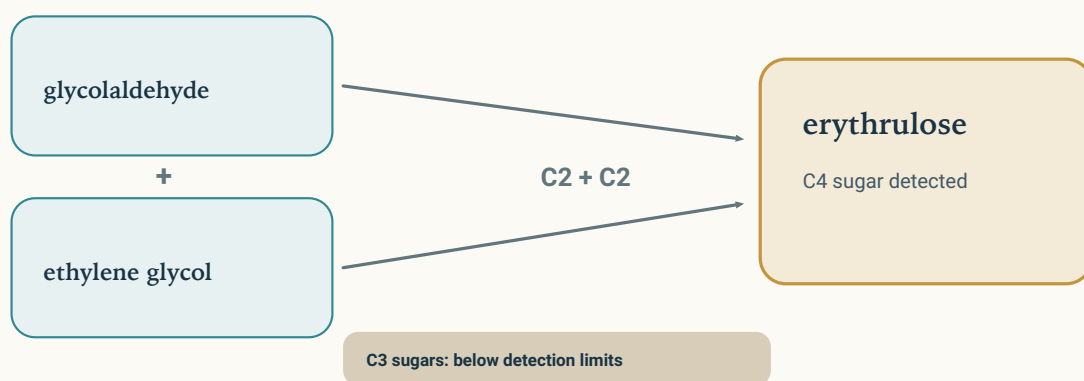
Boundary: a sugar molecule, not life; not ribose, RNA, DNA or biology.

从一份射电指纹到一张赤藓酮糖分子卡到一个边界：一种糖分子，不是生命。链条识别了分子；它没有探测到生物学。

Original diagram —The Clean Paper CC BY 4.0

Small C2 pieces can build a C4 sugar

The model route is chemistry on icy dust grains, while the C3 sugars stay below detection.



Boundary: chemistry can grow complexity before planets form; it does not show life.

两种丰富的两碳构建块——乙醇醛和乙二醇——在冰颗粒上结合生成四碳的赤藓酮糖，而三碳糖则低于探测水平。化学可以在行星形成之前增长出复杂度。

Original diagram —The Clean Paper CC BY 4.0

这是重要的主张：一种真正的糖分子可以在寒冷的星际环境中形成并存活，以至于可以从地球上探测到。该主张不是说天文学家发现了生命，或 RNA，或一勺漂浮在星间的糖。

作者做了什么

- 使用来自 Yebes 40 米和 IRAM 30 米望远镜的 G+0.693–0.027 银河中心分子云的宽带射电谱。
- 使用最近的实验室转动光谱搜索赤藓酮糖，没有这些数据就不可能可靠地识别天文谱线。
- 在局部热动平衡下用 MADCUBA-SLIM 建模光谱，同时考虑到同一富含谱线的云中超过 180 种已被识别的分子物种。
- 将拟合聚焦于最亮和最少混合的赤藓酮糖特征上。
- 将赤藓酮糖与相关分子进行比较：乙醇醛、乙二醇、甘油醛、二羟基丙酮和甘油。
- 为赤藓酮糖如何在星际冰尘埃颗粒上形成构建了量子化学和动力学蒙特卡洛模型。

他们发现了什么

- **一次多谱线探测。**论文识别了 12 组赤藓酮糖谱线，涵盖 17 个独立跃迁。其中 6 组谱线，对应 9 个独立跃迁，被归类为基本未混合，残余污染处于或低于 25%。
- **一个寒冷、微弱的分子。**LTE 拟合给出的激发温度为 11.3 ± 1.8 K，柱密度为 $(8.7 \pm 0.8) \times 10^{13} \text{ cm}^{-2}$ ，使用 69 km/s 的中心速度和 22 km/s 的线宽。
- **一个微小但可测量的丰度。**推导出的赤藓酮糖相对于 H_2 的丰度为 $(6.4 \pm 0.6) \times 10^{-10}$ 。
- **较短的糖缺失了。**类似的三碳糖——甘油醛和二羟基丙酮——未被探测到；其上限分别为 $\leq 4 \times 10^{-11}$ 和 $\leq 7 \times 10^{-11}$ 。因此，赤藓酮糖在该源中比这些 C3 糖至少丰富 8–17 倍。
- **偶然对齐的论证是明确的。**对于六个最不混合的特征，作者估计随机谱线对齐的概率为 0.2%。即使仅使用三或四条未混合谱线，他们报告的置信水平为 95.2% 和 98.3%。
- **化学有一条合理的路径。**模型在无定形水冰上从云中已经丰富的两种较小 C2 物种——乙醇醛和乙二醇——形成赤藓酮糖。最接近的模拟在五倍因子内匹配了甲醇、乙醇醛、乙二醇和赤藓酮糖，尽管它们过度产生了未探测到的 C3 糖，幅度大约在 25–70 倍因子。

为什么这不仅仅是“太空中的糖”

早期的天文学标题有时称乙醇醛为“最简单的糖”。它在化学上与糖相关，对益生元化学很重要，但论文对这一区别很谨慎：乙醇醛是一种羟基醛，不是真正的糖。赤藓酮糖不同。它是一种单糖，一种酮糖，作者将其描述为星际介质中报告的第一种糖。

这很重要，因为生命起源化学经常不得不假设糖作为起始物质。核糖和葡萄糖已在陨石和小行星贝努样本中被发现，这表明某些糖库存可能有地外起源。但在陨石中看到与糖相关的分子，与在星间气体和尘埃中探测到一颗糖不是同一回事。这篇论文将链条向前推了一步：在母体之前，在陨石之前，在

行星之前。

结果在化学上也以一种有用的方式很奇怪。通常，当星际化学家族按碳原子增长时，较大的成员会变得远不那么丰富。在这里，四碳糖被探测到，而类似的三碳糖没有被探测到。作者认为，冰颗粒上的破坏和形成路线可能使赤藓酮糖在这种环境下相对有利。

这篇论文没有证明什么

- 它**没有**显示太空中的生命。一颗糖分子是益生元化学，不是生物学。
- 它**没有**显示核糖、RNA 或 DNA。赤藓酮糖可以在水相条件下异构化为相关的醛糖，并参与益生元途径，但它不是 RNA 的糖骨架。
- 它**没有**显示生物手性。赤藓酮糖是手性的，但这次射电探测识别了分子；它没有测量对映体过量或显示一种分子“手”占主导。
- 它**没有**证明这个分子到达了早期地球。论文讨论了通过小型天体可能的输送，但这是从丰度、陨石化学和太阳系历史的推断。
- 它**没有**意味着“生命起源”问题已解决。提供一类分子不等同于组装代谢、复制或细胞。
- 它**没有**消除探测问题中的不确定性。证据很强，但源中富含谱线，论文在谱线混合上花了真正的功夫，因为虚假识别可能在那里发生。
- 它**没有**把输送估算变成一次测量。论文估计大约 $(0.5-50) \times 10^9 \text{ kg}$ 赤藓酮糖可能在晚期重轰炸期间被输送到早期地球，但该数字取决于几个假设，作者指出轰炸场景本身已受到质疑。

证据有多强？

该探测不是一条附带着故事的单一谱线。它基于实验室光谱学、一次宽带射电巡天、多个处于正确频率和速度上的跃迁、一个定量谱线模型，以及一项明确的混合分析。六个基本未混合的特征是案例的核心；其他谱线和全局拟合增加了自治性。对于一个复杂的分子云来说，这是一种严肃的探测策略。

较弱的部分不是识别本身，而是更大的生命起源解释。化学模型显示赤藓酮糖可以合理地在冰颗粒上由较小分子形成，观测到的丰度在大致正确范围内。但模型仍然过度产生了一些未被探测到的 C3 糖，也没有追踪从星际冰到早期地球反应网络的完整路径。从“这个分子存在于太空中”到“这帮助了生命起源”的桥梁是合理的，而非已被证明。

因此干净的状态是：强的天体化学探测；合理的形成化学；推测性的生物学意义。

为什么重要

益生元化学有一个供应问题。生命起源场景中使用的一些分子在简单的早期地球条件下不容易以有用量制造。软化该问题的一种方式是从外源输送：彗星、小行星和陨石携带着在更早、更冷和更陌生的环境中形成的分子。

这篇论文为这一想法提供了一个更清晰的上游来源。它说至少一种真正的糖可以在星际介质本身中制造，在物质被锁定到小型天体之前。这不会让生命变得不可避免。它确实让化学起始库存变得不那么地方化：一些相关的化学可能在行星存在之前就开始了。

这个故事的最好版本不是“生命的成分无处不在”。它更窄：银河中心附近的一个寒冷分子云包含一种可探测到手性糖，制造它的化学可能在冰尘埃颗粒上进行。这已经足够了。

简洁摘要

天文学家报告了在星际介质中首次探测到一种真正的糖分子：赤藓酮糖，一种手性四碳酮糖，位于银河中心云 G+0.693–0.027 中。证据来自用 Yebes 40 米和 IRAM 30 米望远镜观测到的多个射电跃迁，与实验室光谱数据拟合，并由一个冰尘埃颗粒上的形成模型支持。该结果之所以重要，是因为它表明一类益生元糖化学可以在行星和陨石形成之前发生。它不是生命，不是核糖，不是 RNA，也不是这些分子在地球上播种了生物学的证据。这是一次强的天体化学探测，带着谨慎、有限的含义：太空可以制造比我们过去所知的更多的益生元库存。

来源

Jimenez-Serra et al., Detection of a four-carbon sugar in interstellar space, *Nature Astronomy* (2026)
<https://doi.org/10.1038/s41550-026-02905-7>

Observed spectra and LTE fits for the erythrulose study, Zenodo (2026)
<https://doi.org/10.5281/zenodo.20081358>