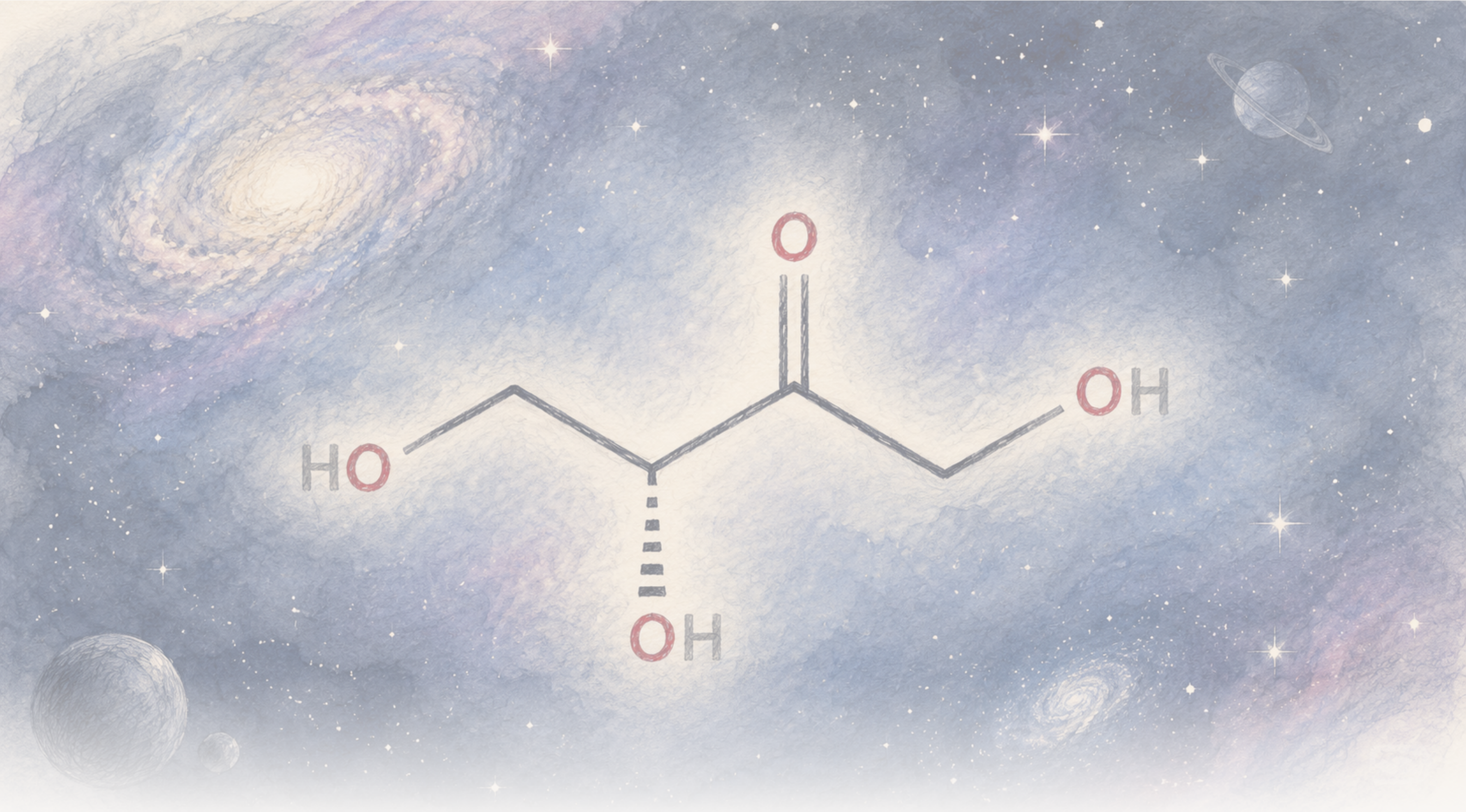


The CLEAN PAPER

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

በከዋክብት መካከል የተገኘው የመጀመሪያ ስኳር ኬሚስትሪ እንጂ ሕይወት አይደለም

የሥነ ፈለክ ተመራማሪዎች በከዋክብት መካከል ባለው ህዋ የመጀመሪያውን እውነተኛ የስኳር ሞለኪውል እንዳገኙ ዘግበዋል፦ ከጋላክሲው ማዕከል ደመና G+0.693−0.027 የሬዲዮ ስፔክትረም ውስጥ የታየው chiral የሆነ ባለአራት-ካርቦን ketose erythrulose። ግኝቱ በቴክኒክ ጠንካራ ነው—ብዙ የስፔክትረም መስመሮች፣ የብዛት ስሌትና ከትንንሽ ሞለኪውሎች በበረዶ ቅንጣቶች ላይ ሊፈጠር የሚችል መንገድ አሉት። አንድ የከሕይወት-በፊት ኬሚስትሪ ክፍል ከምድር ውጭና በጠፈር ውስጥ ሊካሄድ እንደሚችል ስለሚያሳይ አስፈላጊ ነው። ግን ribose፣ RNA ወይም ሕይወት አይደለም፤ ቀደምት ምድር ሕይወትን ለመጀመር በቂ ስኳር ከጠፈር እንዳገኘችም አያረጋግጥም።

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

በሬዲዮ ስፔክትረም ውስጥ የታየ ስኳር

ይህን ታሪክ ራሱን የሚጽፍ በሚመስል መንገድ መናገር ይቻላል፦ ሳይንቲስቶች በጠፈር ውስጥ ስኳር አገኙ፣ ስለዚህ የሕይወት ግብዓቶች በሁሉም ቦታ አሉ። ማራኪ ነው፤ ግን በጣም የቸኮለ መደምደሚያ ነው።

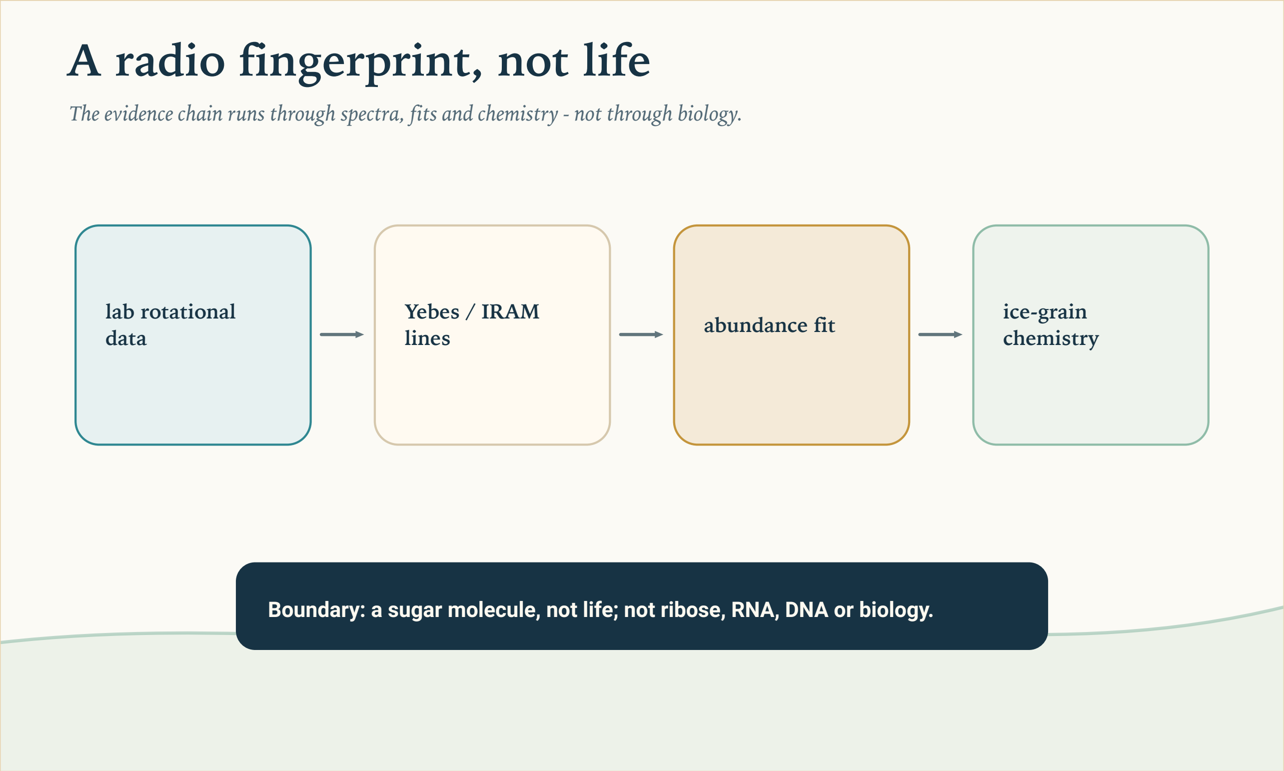
ትክክለኛው ውጤት የበለጠ ንጹሕና አስደሳች ነው። በአዲስ Nature Astronomy ጥናት፣ Izaskun Jimenez-Serra፣ Juan Garcia de la Concepcion፣ Herma Cuppen እና ባልደረቦቻቸው erythrulose በከዋክብት መካከል ባለው ህዋ መገኘቱን ዘግበዋል። Erythrulose አራት የካርቦን አቶሞች ያሉት ketose ነው፤ እውነተኛ ስኳር፣ chiral የሆነ፣ ከሕይወት በፊት በሚካሄዱ የኬሚካል ሂደቶች ጠቃሚ የሆነ፣ እና በሞለኪውል የመዞር ስፔክትረም ለመፈለግ በቂ ትንሽ የሆነ ሞለኪውል ነው።

ምልክቱ ከጋላክሲው ማዕከል አቅራቢያ፣ 8.2 kiloparsecs ገደማ ርቆ ካለው G+0.693−0.027 የሞለኪውል ደመና መጥቷል። ቡድኑ ከYebes 40 m እና IRAM 30 m ቴሌስኮፖች የተገኙ፣ በ7 mm፣ 3 mm እና 2 mm የከባቢ አየር መስኮቶች ከ91 GHz በላይ የሚሸፍኑ ሰፊና እጅግ ስሱ የሬዲዮ ዳሰሳዎችን ተጠቅሟል። የታዩትን የሬዲዮ መስመሮች ከerythrulose የላቦራቶሪ የመዞር መረጃ ጋር አመሳስለው፣ የሚወጣውን ጨረር በሞዴል አስልተው፣ ከዚያም በከዋክብት መካከል ባለው በረዶ ላይ የሚካሄድ ኬሚስትሪ በቂ መጠን ሊያመነጨው እንደሚችል ጠይቀዋል።

> **G+0.693−0.027 ምንድን ነው?**
>
> G+0.693−0.027 ራሱ የጋላክሲው ማዕከል ወይም Sagittarius A* ጥቁር ጉድጓድ አይደለም። በMilky Way ማዕከል ዙሪያ ባለው ግርግርና ጋዝ የበዛበት Central Molecular Zone ውስጥ ያለ የሞለኪውል ደመና ነው፤ ከምድር ወደ 27,000 የብርሃን ዓመት ይርቃል። ስሙ መጋጠሚያ ነው፤ G የጋላክሲ መጋጠሚያዎችን ያመለክታል፣ +0.693 እና −0.027 ደግሞ ኬንትሮስና ኬክሮስ ናቸው። ደመናው በSagittarius B2 አካባቢ ይገኛል እና በኬሚካል የበለጸገ ነው፤ የሥነ ፈለክ ተመራማሪዎች ግን የሚያጠኑት በተለመዱ የሚታዩ የብርሃን ምስሎች ሳይሆን፣ በሚሽከረከሩ ሞለኪውሎች በሚመነጩ የሬዲዮና የሚሊሜትር ስፔክትረም መስመሮች ነው።

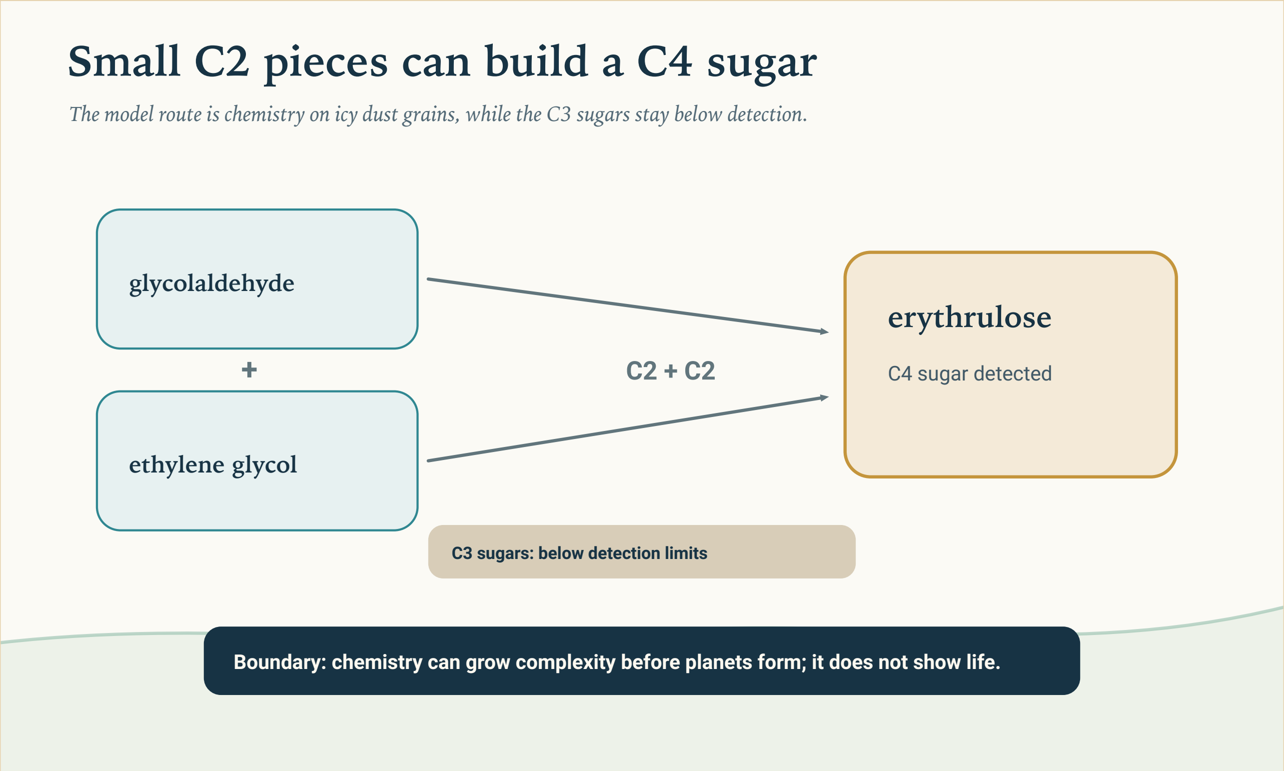
በጋላክሲው ማዕከል አቅራቢያ ያለውን ግዙፍ የሞለኪውል ደመና ስብስብ Sagittarius B2 የሚያሳየው የWebb MIRI ምስል። ምስሉ በG+0.693−0.027 ዙሪያ ያለውን አቧራና ሞለኪውል የበዛበትን አካባቢ ለማሳየት ነው፤ የerythrulose ግኝትን በቀጥታ የሚያሳይ ምስል ወይም የስኳር ቅንጣቶችና ሕይወት ማስረጃ አይደለም።

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



ከሬዲዮ አሻራ ወደ erythrulose ሞለኪውል መለያ፣ ከዚያም ወደ ግልጽ ድንበር፦ የስኳር ሞለኪውል እንጂ ሕይወት አይደለም። ሰንሰለቱ ሞለኪውሉን ይለያል፤ ሕይወትን አያገኝም።

Original diagram — The Clean Paper CC BY 4.0



ሁለት በብዛት የሚገኙ ባለሁለት-ካርቦን መነሻዎች—glycolaldehyde እና ethylene glycol—በበረዶ ቅንጣቶች ላይ ተዋህደው ባለአራት-ካርቦን erythrulose ያመነጫሉ፤ ባለሦስት-ካርቦን ስኳሮች ግን ከመገኛ ወሰን በታች ይቆያሉ። ፕላኔቶች ከመፈጠራቸው በፊት ኬሚስትሪ ውስብስብነትን ሊጨምር ይችላል።

Original diagram — The Clean Paper CC BY 4.0

ዋናው ግኝት ይህ ነው:- እውነተኛ የስኳር ሞለኪውል በቀዝቃዛው የከዋክብት መካከል አካባቢ ሊፈጠርና ከምድር ለመገኘት በሚያስችል መጠን ሊቆይ ይችላል። ግኝቱ የሥነ ፈለክ ተመራማሪዎች ሕይወትን፣ RNAን ወይም በከዋክብት መካከል የሚንሳፈፍ ማንኪያ ስኳርን አግኝተዋል አይልም።

ደራሲዎቹ ምን አደረጉ?

- ከYebes 40 m እና IRAM 30 m ቴሌስኮፖች የተገኙትን የጋላክሲው ማዕከል የሞለኪውል ደመና G+0.693−0.027 ሰፊ የሬዲዮ ስፔክትረሞች ተጠቅመዋል።
- የቅርብ ጊዜ የላቦራቶሪ የሞለኪውል መዞር ስፔክትሮስኮፒን በመጠቀም erythruloseን ፈልገዋል፤ ያለዚህ መረጃ የሥነ ፈለክ መስመሮቹን በእርግጠኝነት መለየት አይቻልም።
- በlocal thermodynamic equilibrium ሁኔታ MADCUBA-SLIMን ተጠቅመው ስፔክትረሙን በሞዴል አስልተዋል፤ በዚሁ ብዙ መስመሮች ባሉት ደመና ውስጥ ቀድሞ የተለዩ ከ180 በላይ የሞለኪውል ዝርያዎችንም ከግምት ውስጥ አስገብተዋል።
- ስሌቱን በጣም ደማቅና ከሌሎች መስመሮች ጋር በትንሹ በተደባለቁ የerythrulose ምልክቶች ላይ አተኩረዋል።
- Erythruloseን ከተዛማጅ ሞለኪውሎች glycolaldehyde፣ ethylene glycol፣ glyceraldehyde፣ dihydroxyacetone እና glycerol ጋር አነጻጽረዋል።
- Erythrulose በበረዶ የተሸፈኑ የከዋክብት መካከል አቧራ ቅንጣቶች ላይ እንዴት ሊፈጠር እንደሚችል የquantum chemistry እና kinetic Monte Carlo ሞዴሎችን ገንብተዋል።

ምን አገኙ?

- **በብዙ መስመሮች የተደገፈ ግኝት።** ጥናቱ 17 የተናጠል ሽግግሮችን የሚወክሉ 12 የerythrulose መስመር ስብስቦችን ለይቷል። ከእነዚህ ውስጥ ዘጠኝ የተናጠል ሽግግሮችን የሚወክሉ ስድስት ስብስቦች በአብዛኛው ካልተደባለቁ መስመሮች ተመድበዋል፤ ቀሪው የሌሎች መስመሮች ጣልቃ ገብነት 25% ወይም ከዚያ በታች ነው።
- **ቀዝቃዛና ደካማ ሞለኪውል።** የLTE ስሌት 11.3 ± 1.8 K የመነሳሳት ሙቀትና $(8.7 \pm 0.8) \times 10^{13}$ cm^{-2} የcolumn density ይሰጣል፤ 69 km/s ማዕከላዊ ፍጥነትና 22 km/s የመስመር ስፋት ተጠቅሟል።
- **ትንሽ ግን ሊለካ የሚችል ብዛት።** ከH_2 አንጻር የተገኘው የerythrulose ብዛት $(6.4 \pm 0.6) \times 10^{-10}$ ነው።
- **አጠር ያሉት ስኳሮች አልተገኙም።** ተመሳሳይ ባለሦስት-ካርቦን ስኳሮች glyceraldehyde እና dihydroxyacetone አልተገኙም፤ የላይኛው ወሰናቸው $\leq 4 \times 10^{-11}$ እና $\leq 7 \times 10^{-11}$ ነው። ስለዚህ erythrulose በዚህ ምንጭ ከC3 ስኳሮች ቢያንስ 8–17 እጥፍ የበዛ ይመስላል።
- **የዘፈቀደ መጣጣም ክርክር በግልጽ ቀርቧል።** ከሁሉ በትንሹ ለተደባለቁት ስድስት ምልክቶች፣ ደራሲዎቹ መስመሮቹ በአጋጣሚ የመጣጣም ዕድል 0.2% እንደሆነ ገምተዋል። ሦስት ወይም አራት ያልተደባለቁ መስመሮች ብቻ ቢጠቀሙም፣ 95.2% እና 98.3% የመተማመኛ ደረጃዎችን ዘግበዋል።
- **ኬሚስትሪው ሊሆን የሚችል መንገድ አለው።** ሞዴሉ በደመናው ውስጥ ቀድሞ በብዛት ከሚገኙ ሁለት ትንንሽ C2 ዝርያዎች—glycolaldehyde እና ethylene glycol—በቅርጽ አልባ የውኃ በረዶ ላይ erythruloseን ያመነጫል። በጣም ቅርብ የሆኑት ማስመሰያዎች methanol፣ glycolaldehyde፣ ethylene glycol እና erythruloseን በአምስት እጥፍ ወሰን ውስጥ ያመሳስላሉ፤ ግን ያልተገኙትን C3 ስኳሮች በ25–70 እጥፍ ገደማ ከመጠን በላይ ያመነጫሉ።

ይህ “በጠፈር ውስጥ ስኳር” ብቻ ያልሆነው ለምንድን ነው?

የቀድሞ የሥነ ፈለክ ዜናዎች glycolaldehydeን “በጣም ቀላሉ ስኳር” ብለውታል። በኬሚካል ከስኳር ጋር ይዛመዳል፣ ከሕይወት በፊት ለሚካሄድ ኬሚስትሪም ጠቃሚ ነው፤ ጥናቱ ግን ልዩነቱን በጥንቃቄ ያስቀምጣል፦ glycolaldehyde hydroxyaldehyde ነው እንጂ እውነተኛ saccharide አይደለም። Erythrulose የተለየ ነው። Monosaccharide እና ketose ነው፤ ደራሲዎቹም በከዋክብት መካከል ባለው ህዋ የተዘገበ የመጀመሪያው ስኳር ብለው ይገልጹታል።

ይህ አስፈላጊ ነው፤ ምክንያቱም የሕይወት አመጣጥ ኬሚስትሪ ብዙ ጊዜ ስኳሮች እንደ መነሻ ቁሳቁስ እንዳሉ መገመት ይኖርበታል። Ribose እና glucose በሜትዮራይቶችና ከBennu asteroid በተወሰዱ ናሙናዎች ውስጥ ተገኝተዋል፤ ይህም አንዳንድ የስኳር ክምችት ከምድር ውጭ መነሻ ሊኖረው እንደሚችል ይጠቁማል። ግን በሜትዮራይት ውስጥ ከስኳር ጋር የሚዛመድ ሞለኪውል ማየት በከዋክብት መካከል ባለው ጋዝና አቧራ ውስጥ ስኳር ከማግኘት ጋር አንድ አይደለም። ይህ ጥናት በሰንሰለቱ አንድ ደረጃ ወደ ኋላ ይሄዳል፦ ከትንንሽ የጠፈር አካላት በፊት፣ ከሜትዮራይቶች በፊት፣ ከፕላኔቶች በፊት።

ውጤቱ ጠቃሚ በሆነ መንገድ በኬሚካል ያልተለመደም ነው። በተለምዶ፣ በከዋክብት መካከል ያሉ የኬሚካል ቤተሰቦች የካርቦን አቶሞችን ሲጨምሩ፣ ትልልቆቹ ሞለኪውሎች በብዛት እጅግ ያንሳሉ። እዚህ ግን ባለአራት-ካርቦን ስኳሩ ተገኝቶ ተመሳሳይ ባለሦስት-ካርቦን ስኳሮች አልተገኙም። ደራሲዎቹ በበረዶ ቅንጣቶች ላይ የሚካሄዱ የመፍረስና የመፍጠር መንገዶች በዚህ አካባቢ erythruloseን በአንጻራዊነት ሊያበዙ እንደሚችሉ ይከራከራሉ።

ይህ ምን አያረጋግጥም?

- በጠፈር ውስጥ ሕይወት መኖሩን አያሳይም። የስኳር ሞለኪውል ከሕይወት በፊት ያለ ኬሚስትሪ ነው እንጂ ሕይወት አይደለም።
- Ribose፣ RNA ወይም DNAን አያሳይም። Erythrulose በውኃ ውስጥ በተወሰኑ ሁኔታዎች ወደ ተዛማጅ aldoses ሊለወጥና ከሕይወት በፊት በሚካሄዱ ሂደቶች ሊሳተፍ ይችላል፣ ግን የRNA ዋና አወቃቀርን የሚሠራው ስኳር አይደለም።
- የሕይወት ሞለኪውሎች አንድ "እጅ" እንደሚያበዙ አያሳይም። Erythrulose chiral ነው፣ ግን ይህ የሬዲዮ ግኝት ሞለኪውሉን ብቻ ይለያል፤ enantiomeric excessን አይለካም፤ አንዱ የሞለኪውል "እጅ" እንደሚበዛም አያሳይም።
- ይህ ሞለኪውል ወደ ቀደምት ምድር እንደደረሰ አያረጋግጥም። ጥናቱ በትንንሽ የጠፈር አካላት ሊመጣ እንደሚችል ይወያያል፣ ግን ይህ ከብዛቱ፣ ከሜትዮራይት ኬሚስትሪና ከፀሐይ ሥርዓት ታሪክ የተስፋፋ ግምት ነው።
- የ"ሕይወት አመጣጥ" ችግር ተፈቷል ማለት አይደለም። አንድ የሞለኪውል ክፍል ማቅረብ metabolismን፣ ራስን መድገምን ወይም ሴሎችን ከመገንባት ጋር አንድ አይደለም።
- በግኝት ሂደቱ ያለውን እርግጠኛ አለመሆን አያስወግድም። ማስረጃው ጠንካራ ነው፣ ግን ምንጩ ብዙ መስመሮች አሉት፤ ጥናቱም የተሳሳተ መለየት ሊፈጠር የሚችለው በዚህ ቦታ ስለሆነ ለመስመር መደባለቅ ትልቅ ትኩረት ሰጥቷል።
- ወደ ምድር የደረሰውን መጠን ግምት ወደ ቀጥተኛ መለኪያ አይቀይርም። ጥናቱ በLate Heavy Bombardment ዘመን (0.5–50) × 10^9 kg ገደማ erythrulose ወደ ቀደምት ምድር ሊደርስ እንደቻለ ይገምታል፣ ግን ቁጥሩ በብዙ ግምቶች ላይ የተመሰረተ ነው፤ ደራሲዎቹም ይህ የብዙ ግጭት ታሪክ ራሱ ጥያቄ እንደተነሳበት ያስታውሳሉ።

ማስረጃው ምን ያህል ጠንካራ ነው?

ግኝቱ ታሪክ የተጨመረበት አንድ የስፔክትረም መስመር አይደለም። በላቦራቶሪ ስፔክትሮስኮፒ፣ በሰፊ የሬዲዮ ዳሰሳ፣ በትክክለኛው ድግግሞሽና ፍጥነት ባሉ ብዙ ሽግግሮች፣ በቁጥራዊ የመስመር ሞዴልና በግልጽ የመደባለቅ ትንተና ላይ ይመሰረታል። በአብዛኛው ያልተደባለቁት ስድስት ምልክቶች የጉዳዩ ዋና መሠረት ናቸው፤ ሌሎቹ መስመሮችና አጠቃላይ ስሌቱ ወጥነትን ይጨምራሉ። ውስብስብ ለሆነ የሞለኪውል ደመና፣ ይህ ጥብቅ የግኝት ዘዴ ነው።

ደካማው ክፍል ራሱ የሞለኪውሉ መለያ ሳይሆን ስለ ሕይወት አመጣጥ የሚሰጠው ሰፊ ትርጓሜ ነው። የኬሚካል ሞዴሉ erythrulose ከትንንሽ ሞለኪውሎች በበረዶ ቅንጣቶች ላይ ሊፈጠር እንደሚችል ያሳያል፣ የታየው ብዛትም ከሰፊው ተስማሚ ክልል ውስጥ ነው። ግን ሞዴሉ አሁንም ያልተገኙትን C3 ስኳሮች ከመጠን በላይ ያመነጫል፤ ከከዋክብት መካከል በረዶ እስከ ቀደምት ምድር የኬሚካል ምላሽ መረብ ያለውን ሙሉ መንገድም አይከታተልም። "ይህ ሞለኪውል በጠፈር ውስጥ አለ" ከሚለው ወደ "ይህ ሞለኪውል ሕይወት እንዲጀምር ረድቷል" የሚወስደው ድልድይ ሊሆን የሚችል ነው፣ ግን አልተረጋገጠም።

ስለዚህ ንጹሑ ሁኔታ ይህ ነው፡- ጠንካራ የጠፈር ኬሚስትሪ ግኝት፤ ሊሆን የሚችል የመፍጠር ኬሚስትሪ፤ ግምታዊ የሆነ ባዮሎጂያዊ አስፈላጊነት።

ለምን አስፈላጊ ነው?

ከሕይወት በፊት ያለው ኬሚስትሪ የግብዓት አቅርቦት ችግር አለው። በሕይወት አመጣጥ ሐሳቦች ውስጥ የሚያገለግሉ አንዳንድ ሞለኪውሎች በቀደምት ምድር ቀላል ሁኔታዎች ስር ጠቃሚ በሆነ መጠን ለማምረት ቀላል አይደሉም። ችግሩን

ለማቃለል አንዱ መንገድ ከውጭ መድረስ ነው፤ comets፣ asteroids እና meteorites ቀደም ብለው በቀዝቃዛና እንግዳ አካባቢዎች የተፈጠሩ ሞለኪውሎችን ያመጣሉ።

ይህ ጥናት ለዚህ ሐሳብ የበለጠ ግልጽ የሆነ ቀደምት ምንጭ ይሰጣል። ቢያንስ አንድ እውነተኛ ስኳር፣ ቁሳቁሱ በትንንሽ የጠፈር አካላት ውስጥ ከመዘጋቱ በፊት፣ በከዋክብት መካከል ባለው ህዋ ውስጥ ሊፈጠር እንደሚችል ይናገራል። ይህ ሕይወትን የማይቀር አያደርገውም። ግን የመነሻ የኬሚካል ክምችቱ ለምድር ብቻ የተወሰነ እንዳልሆነ ያሳያል፤ አንዳንድ ጠቃሚ ኬሚስትሪ ፕላኔቶች ከመኖራቸው በፊት ሊጀምር ይችላል።

የታሪኩ ምርጥ ቅጂ “የሕይወት ግብዓቶች በሁሉም ቦታ አሉ” የሚለው አይደለም። የበለጠ ውስን ነው፡- በጋላክሲው ማዕከል አቅራቢያ ያለ ቀዝቃዛ የሞለኪውል ደመና ሊገኝ የሚችል chiral ስኳር ይዟል፣ የሚያመነጨው ኬሚስትሪም በበረዶ የተሸፈኑ የአቧራ ቅንጣቶች ላይ ሊሠራ ይችላል። ይህ ብቻ በቂ ነው።

ንጹሕ ማጠቃለያ

የሥነ ፈለክ ተመራማሪዎች በከዋክብት መካከል ባለው ህዋ የመጀመሪያውን እውነተኛ የስኳር ሞለኪውል እንዳገኙ ዘግበዋል፡- በጋላክሲው ማዕከል ደመና G+0.693−0.027 ውስጥ ያለው፣ chiral የሆነ ባለአራት-ካርቦን ketose erythrulose። ማስረጃው በYebes 40 m እና IRAM 30 m ቴሌስኮፖች ከታዩ ብዙ የሬዲዮ ሽግግሮች የመጣ ሲሆን፣ ከላቦራቶሪ የስፔክትረም መረጃ ጋር ተመሳስሎና በበረዶ የተሸፈኑ የአቧራ ቅንጣቶች ላይ በሚካሄድ የአፈጣጠር ሞዴል ተደግፏል። ውጤቱ አንድ የከሕይወት-በፊት ስኳር ኬሚስትሪ ፕላኔቶችና ሜትዮራይቶች ከመፈጠራቸው በፊት ሊካሄድ እንደሚችል ስለሚያሳይ አስፈላጊ ነው። ሕይወት፣ ribose ወይም RNA አይደለም፤ እንዲህ ያሉ ሞለኪውሎች በምድር ላይ ሕይወትን እንደጀመሩም አያረጋግጥም። ጥንቃቄ የተሞላበት ውስን ትርጉም ያለው ጠንካራ የጠፈር ኬሚስትሪ ግኝት ነው፡- ጠፈር ቀድሞ ከምናውቀው የበለጠ የከሕይወት-በፊት የኬሚካል ክምችት ሊያመነጭ ይችላል።

ምንጮች

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