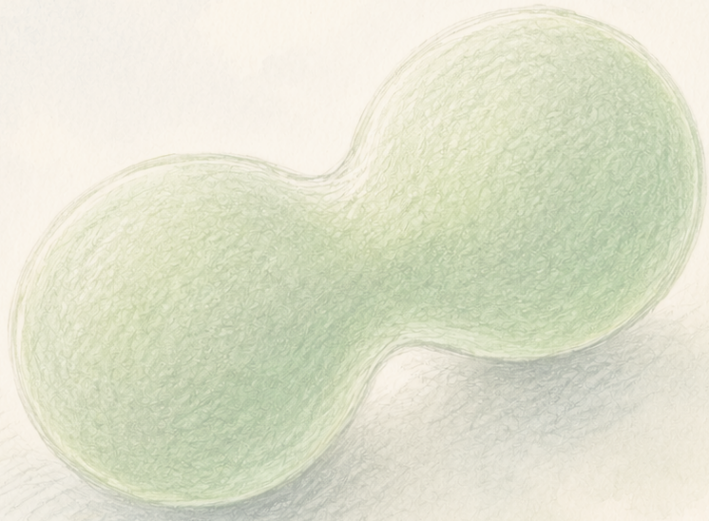


The CLEAN PAPER

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

Synthetic cell system feeding, growth ও division-এর cycle চালাতে পারে — এটি autonomous life নয়

Researchers একটি controlled synthetic-cell system-এ feeding, compartment growth, genome replication/segregation ও division-কে repeatable cycle-এ যুক্ত করছেনে। এটি bottom-up synthetic biology-র গুরুত্বপূর্ণ systems milestone, কিন্তু external feed/components ছাড়া autonomous organism নয় এবং life from scratch নয়।

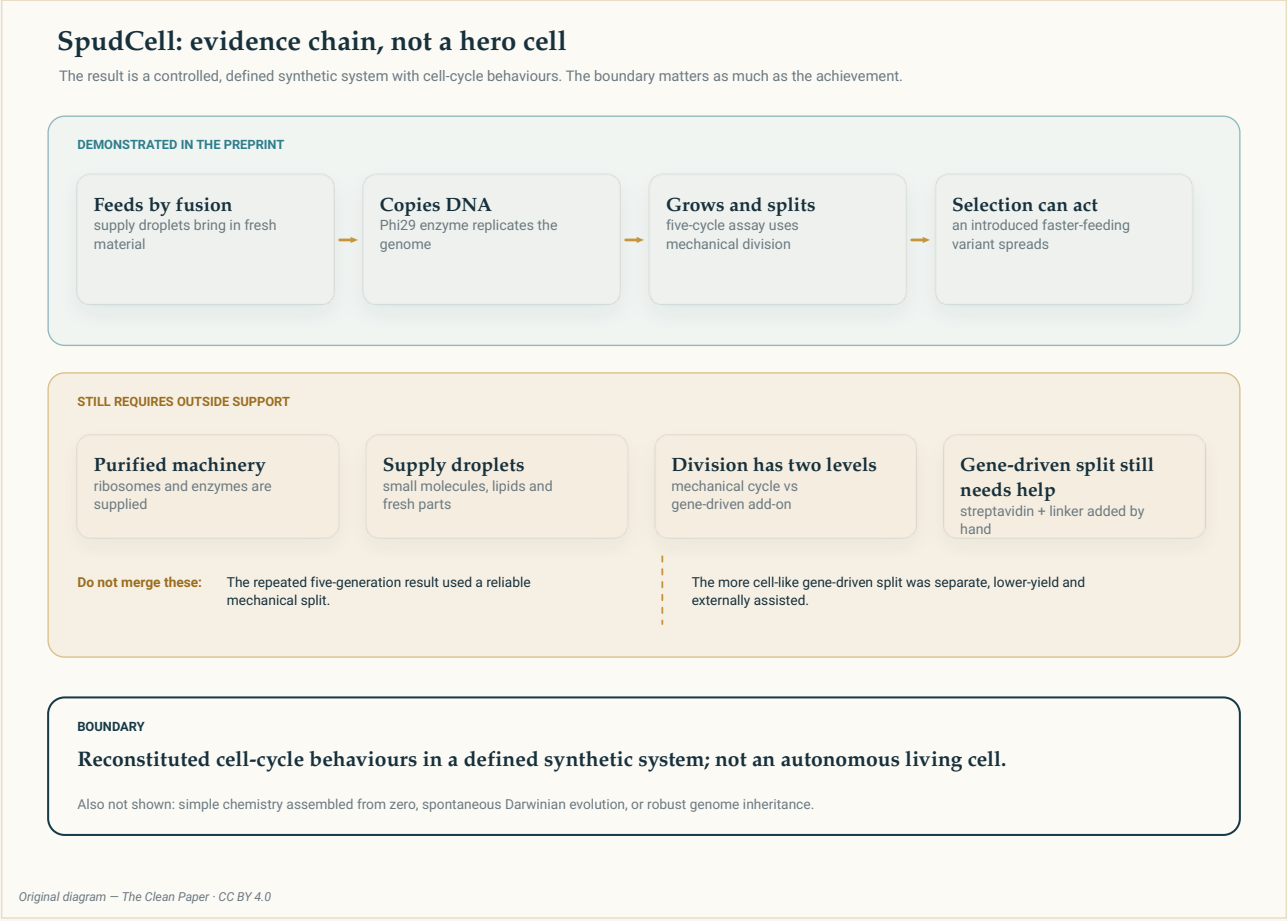
Written by Lucio Vaglio · Cross-checked by Laura Nesso · Edited by Michele Renda · Figures by Laura Nesso and Nova Vela · AI-assisted, human-reviewed

Paper: *A Chemically Defined Synthetic Cell Capable Of Growth And Replication*, Nathaniel J. Gaut, Christopher Deich, Brock Cash, Tanner Hoog, Aaron E. Engelhart, Katarzyna P. Adamala, Preprint (not peer-reviewed) — University of Minnesota

“প্রথম কৃত্রিম কোষ” গল্পকে চ্যালেঞ্জ ফোঁটা পর্যন্ত নামিয়ে আনা

শিরোনামগুলো বড়সড় দাবি করে: সম্পূর্ণ জীবন চক্র-সহ বিশ্বের প্রথম কৃত্রিম কোষ, অজীব পদার্থ থেকে জীবন, জীববিজ্ঞানের “Sputnik মুহূর্ত”। কিন্তু মূল প্রিপ্রিন্টের দাবি অনেক সংযত—এবং সেটাই আরও বেশি আকর্ষণীয়। মিনেসোটা বিশ্ববিদ্যালয়ের দল অণুস্তরীয় চ্যালেঞ্জ **লাইপোসোম** বানিয়েছে, কোষ ঝিল্লির মতো লিপিড খোলসে জিনগত নির্দেশনা ও প্রোটিন তৈরির যন্ত্রপাতি রেখে। ফোঁটাগুলো ছোট সরবরাহকারী লাইপোসোমের সঙ্গে মিশে উপাদান গ্রহণ করে, DNA অনুলিপি করে, বড় হয় এবং কন্যা ফোঁটায় বিভক্ত করা হয়—একাধিক দফা। আর এক পরীক্ষায় গবেষকেরা আগে থেকে উপকারী জিনগত পরিবর্তন ঢোকালে দ্রুত বংশবিস্তারকারী ফোঁটা জনসংখ্যায় সেই রূপভেদে নির্বাচনের মাধ্যমে ছড়ায়।

নির্দিষ্ট অর্থে বাস্তব অগ্রগতি: পরিচিত বিশুদ্ধীকৃত জৈবিক অংশগুলো দিয়ে গোড়া থেকে কোষ-সদৃশ ব্যবস্থা বানিয়ে **খাদ্য যোগ করা** → **DNA-র প্রতিলিপি তৈরি করা** → **বড় হওয়া** → **বিভক্ত হওয়া** কার্যপ্রক্রিয়া একই নির্ধারিত একই আবদ্ধ স্থানে বারবার নিয়মিত হিসেবে চালানো। কিন্তু এটি **প্রিপ্রিন্ট**, সহকর্মী-পর্যালোচিত নয়; লেখকেরা নিজেই বলেন স্ব-যথেষ্ট জীব নয় এবং স্বতঃস্ফূর্ত Darwinian বিবর্তন নয়। সংযতভাবে বললে “জীবন সৃষ্টি করা হয়েছে একেবারে গোড়া থেকে” নয়; বিশুদ্ধীকৃত জৈবিক উপাদান-সহ নির্ধারিত কৃত্রিম ফোঁটায় সম্পূর্ণ কোষচক্রের রুটিনটি পুনর্গঠন করা হয়েছে।



উপরের সারি দেখানো হয়েছে: ফোঁটা খাদ্য যোগ করা, ~90 kbp জিনোম অনুলিপি, বড় হওয়া, যান্ত্রিক বিভাজন করে পাঁচ প্রজন্ম; প্রবর্তিত উপকারী পরিবর্তন নির্বাচনে ছড়িয়ে পড়া। মাঝের সারি বাহ্যিক নির্ভরতা: বিশুদ্ধীকৃত রাইবোসোম/এনজাইম, খাদ্যদাতা ফোঁটা, জিনি-চালিত বিভাজনে অতিরিক্ত রাসায়নিক উপাদান। সীমানা: স্বায়ত্তশাসিত জীবিত কোষ নয়, স্বতঃস্ফূর্ত বিবর্তন নয়।

Original diagram — The Clean Paper CC BY 4.0

গবেষকেরা কী করেছেন

Container হলো **লাইপোসোম**—লিপিড দ্বিস্তর-ঘেরা ফোঁটা। ভিতরে দুই বিস্তৃত উপাদান: জিনগত নির্দেশনা এবং সেই নির্দেশনা পড়ে প্রোটিন বানানোর নির্ধারিত kit।

জিনোম প্রায় **90,000 DNA ভিত্তি (90 kbp)**, **7 প্লাজমিড লুপ**-এ বিভক্ত করা। প্রোটিন-তৈরির ব্যবস্থা শূন্য থেকে উদ্ভাবিত নয়; জীববিজ্ঞান থেকে বিশুদ্ধীকৃত কার্যকর উপাদান—**রাইবোসোম, এনজাইম এবং অনুবাদ যন্ত্রপাতি**—পরিচিত পরিমাণে পুনর্গঠিত। ক্ষেত্রে সম্পূর্ণভাবে নির্দিষ্ট মিশ্রণকে **বিশুদ্ধ** বলা হয়। "রাসায়নিকভাবে নির্ধারিত" মানে প্রতিটি উপাদান পরিচিত/পরিমাপিত; সরল অজীব রাসায়নিক থেকে যন্ত্রপাতি সংশ্লেষিত—তা নয়।

তারপর চার সম্পর্কিত কার্যপ্রক্রিয়া।

খাদ্যগ্রহণ: বড় ফোঁটা ছোট "খাদ্যদাতা" লাইপোসোমের সঙ্গে সংযোজন করে নতুন উপাদান পায়। সংযোজন সংকেত দেওয়া ঝিল্লি প্রোটিন কৃত্রিম কোষ নিজের জিনোম থেকে প্রকাশ করে—প্রতিটি চক্র পরীক্ষক হাতে সংযোজন প্রোটিন যোগ করেনি।

DNA প্রতিলিপি: জিনোম-সংকেতায়িত ধার করা ভাইরাসজনিত এনজাইম **Phi29 DNA পলিমারেজ** দিয়ে DNA অনুলিপি করা হয়।

বৃদ্ধি/বিভাজন: ফোঁটা বড় হয় এবং দুই পদ্ধতিতে বিভাজন দেখানো হয়—এই পার্থক্য কেন্দ্রীয়। পাঁচ-প্রজন্ম নিয়মিতে নির্ভরযোগ্য **যান্ত্রিক বিভাজন** ব্যবহার করা হয়; আলাদা প্রদর্শনে কোষ-প্রকাশিত প্রোটিন জিন-চালিত বিভাজন trigger করে, কিন্তু বাহ্যিক সংযোগকারী উপাদান ও নিচের ফলন লাগে।

নির্বাচন: খাদ্যগ্রহণকারী প্রোটিনের প্রোমোটার শক্তিশালী করে এমন জিনগত রূপভেদে গবেষকেরাই ইচ্ছাকৃতভাবে ঢুকিয়েছিলেন। দ্রুত খাদ্য নেওয়া ও বেড়ে ওঠা রূপগুলো বংশবিংশধর তৈরি করে এবং খাদ্যের অভাবে মূল রূপকে প্রতিযোগিতায় হারিয়ে দেয়।

তারা কী পেয়েছেন

কোষ-চক্র কার্যপ্রক্রিয়া একসঙ্গে পুনরাবৃত্তি হয়েছে। পাঁচ "প্রজন্ম" ধরে ফোঁটা খাদ্য যোগ করা, DNA প্রতিলিপি তৈরি করা, বড় হওয়া এবং বিভক্ত হওয়া—আলাদা একটি-বন্ধ কৌশল নয়, বারবার নিয়মিত। একই নির্ধারিত ব্যবস্থায় steps couple করা গবেষণাপত্রের মূল প্রকৌশল ফল।

জিন খাদ্যগ্রহণ ও বিভাজন প্রভাবিত করতে পারে। কোষ নিজের খাদ্যগ্রহণ-চালনাকারী ঝিল্লি প্রোটিন বানায়। আলাদা জিন-চালিত বিভাজনে কোষ নিজে বিভাজন প্রোটিন প্রকাশ করে, যদিও বাহ্যিক streptavidin/লিঙ্কার সংযোগকারী ব্যবস্থা দরকার এবং ফলন কম। এটি পরীক্ষক-চালিত রসায়ন থেকে স্ব-নির্দেশনার দিকে ধাপ, স্বায়ত্তশাসিত কোষ নয়।

উপকারী জিনগত পরিবর্তন নির্বাচনে ছড়িয়ে পড়া। শক্তিশালী প্রোমোটার রূপভেদে দ্রুততর বড় হওয়া ও বংশবিংশধর দেয়; স্বল্প সম্পদে মূলের ওপর কম্পাঙ্ক সুবিধা পায়। জিনোটাইপ → প্রজননগত সাফল্য সংযোগ কৃত্রিম জনসংখ্যায় দেখানো সম্ভব।

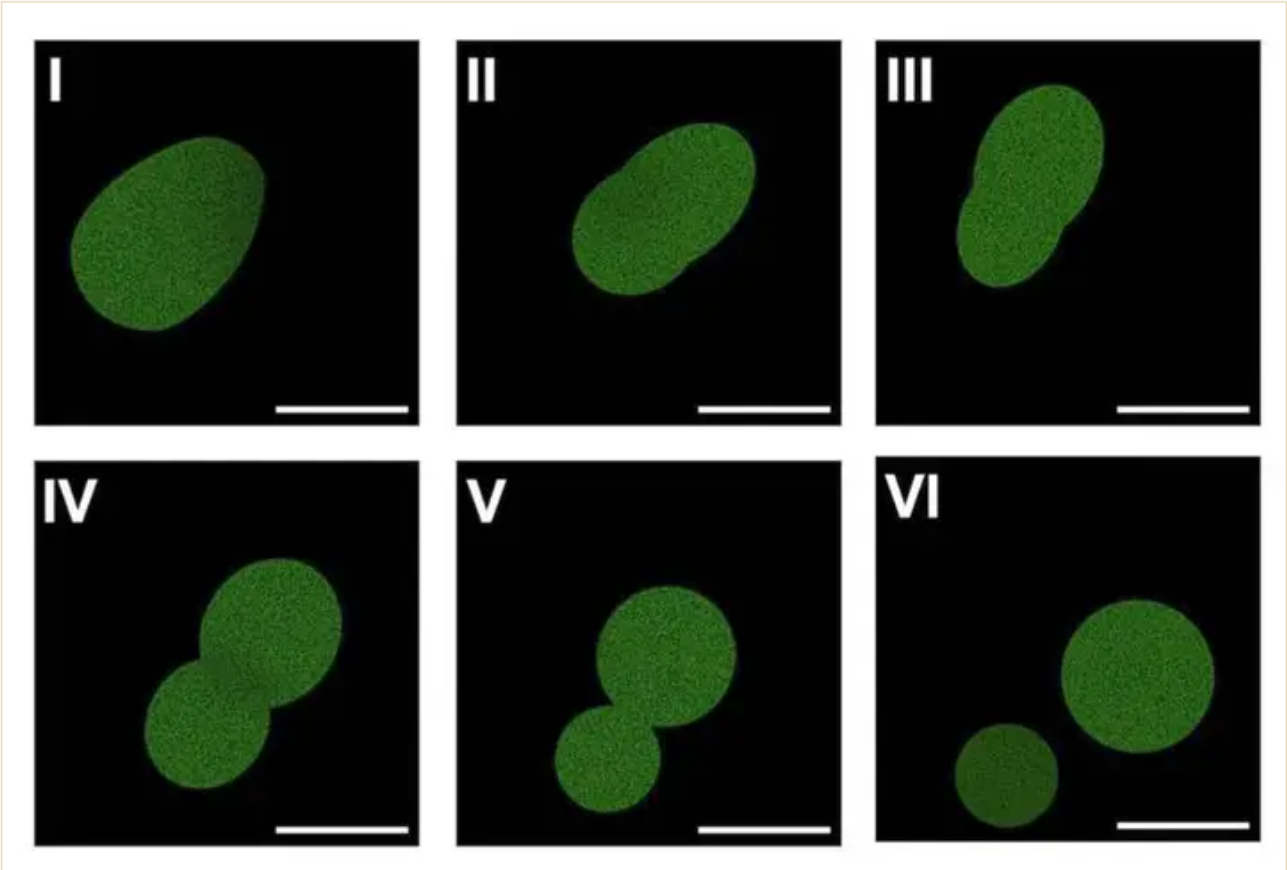
উত্তরাধিকার অসম্পূর্ণ। পাঁচ প্রজন্ম পরে বিশ্লেষিত ফোঁটার সংখ্যালঘু-তেই **সব 7 প্লাজমিড** সম্পূর্ণ সেট ছিল। কন্যায় পুরো জিনোম নির্ভরযোগ্যভাবে partition হয় না—গুরুত্বপূর্ণ প্রকৌশল সীমাবদ্ধতা।

কী নজিে চলে, আর কী চলে না

শরিে োনামরে “সম্পূর্ণ” শব্দটি সবচয়ে ভোরী। গবষেণাপত্রে **সম্পূর্ণ কে োষ চক্র** মানে কার্যগত ক্রম খাদ্য যে োগ করা/প্রতলিপি তিরৈি করা/বড় হওয়া/বভিক্ত হওয়া এক ব্যবস্থায় পুনর্গঠতি ও পরমিাপতি। স্ব-পর্যাপ্ততা বে োঝায় না।

প্রথম সীমাবদ্ধতা: কে োষটি **নজিরে প্রে োটনি তরৈরি যন্ত্রপাতি নজিে বোনাতে পারে না**। রাইবে োসে োম ও অধকিাংশ এনজাইম বাইরে থকেে বশিুদ্ধ করে সরবরাহ করা হয়ছে;ে ন্যূনতম বপিাকীয় ব্যবস্থাও অসম্পূর্ণ, আর রাইবে োসে োম তরৈরি ক্ষমতা নইে। প্রকৃত বপিাকীয় স্বায়ত্তশাসনরে জন্য অনকে বড় জনিে োম ও নয়িন্ত্রণ-নটেওয়ার্ক দরকার হবে।

দ্বতিীয় সীমা: বারবার পাঁচ-প্রজন্ম বভিাজন **যান্ত্রকি**। সূক্ষ্ম ছাঁকনা/এক্সট্রুশন দয়িে ফে োঁটা বভিক্ত করা হয় কারণ পদ্ধতনি র্িভরযে োগ্য কন্যা ফলন দয়ে। আরও কে োষ-সদৃশ **জনি-চালতি বভিাজন** আলাদা পরীক্ষায়, অতরিক্তি streptavidin/লঙ্কিার দয়িে বাহ্যকিভাবে সহায়তাপ্রাপ্ত, নচিরে ফলন। দৃঢ় অভ্যন্তরীণ কে োষকঙ্কাল-সদৃশ বভিাজন যন্ত্রপাতি এখনও নইে। তাই পাঁচ-প্রজন্ম শরিে োনাম চক্র এবং জনি-চালতি বভিক্ত করা একই কার্যসম্পাদন দাবি নয়।



লখেক-hosted প্রপ্রিন্টি-এর ফ্লুরে োসেন্স ক্রমে জনি-চালতি প্রদর্শনে ফে োঁটা elongate ও দুই ভাগ হয়। প্রধান পাঁচ-প্রজন্ম অ্যাসে নয়িমতি বভিাজন যান্ত্রকি ছলি—দুটে োআলাদা রাখা জরুরি।

Kate Adamala, Adamala Lab Fair use

নির্বাচন, স্বতঃস্ফূর্ত বিবর্তন নয়

নির্বাচন ফল বাস্তব: শক্তিশালী খাদ্যগ্রহণ "on-বদল" দ্রুততর বৃদ্ধি → বেশি বংশধর → allele কম্পাঙ্ক বাড়ে। বংশগত পার্থক্যের ওপর প্রতিযোগিতা/নির্বাচন।

কিন্তু উপকারী মিউটেশন ব্যবস্থা **নিজে তৈরি করেনি**। লেখকেরা কৃত্রিমভাবে রূপভেদ প্রবর্তন করেন। স্বাভাবিক Darwinian বিবর্তনে মিউটেশন জনসংখ্যার ভেতর স্বতঃস্ফূর্ত arise করে এবং নির্বাচন কাজ করে; এখানে পরিবর্তন পরীক্ষক provided। স্বতঃস্ফূর্ত মিউটেশন/বিবর্তন ভবিষ্যৎ কাজ। তাই **নির্বাচন হ্যাঁ; উন্মুক্ত-শেষ হয়েছে স্বতঃস্ফূর্ত বিবর্তন না**।

এই গবেষণা কী প্রমাণ করে না

- অজীব রসায়ন থেকে কোষ বানানো—না। বিশুদ্ধীকৃত স্বাভাবিক রাইবোসোম/এনজাইম ও ভাইরাসজনিত পলিমারেজ ব্যবহার।
- **স্ব-যথেষ্ট জীব**—না; রাইবোসোম/বিপাক নিজে বানায় না, খাদ্যদাতা ও সরবরাহকৃত যন্ত্রপাতি লাগে।
- **স্বতঃস্ফূর্ত বিবর্তন**—না; উপকারী মিউটেশন প্রবর্তিত।
- দৃঢ় জিনোম উত্তরাধিকার—না; পাঁচ প্রজন্ম শেষে সংখ্যালঘু সম্পূর্ণ seven-প্লাজমিড সেট রাখে।
- নিয়মিত বিভাজন কোষ-চালিত—না; শরিনোম চক্র যান্ত্রিক বিভক্ত করা; জিন-চালিত সংস্করণ নিচের-ফলন/বাহ্যিক helper নির্ভরশীল।
- সহকর্মী-পর্যালোচিত মীমাংসিত ফল—না; এটি **প্রিপ্রিন্ট**। *Science* reporting অনুযায়ী কোষে rejected এবং অন্যত্র পর্যালোচনা চলছিল; সুনির্দিষ্ট সংখ্যা অস্থায়ী ধরা উচিত।

প্রমাণ কতটা শক্ত?

কেন্দ্রীয় প্রকৌশল দাবি সরাসরি/উল্লেখযোগ্য: নির্ধারিত লাইপোসোমে কোষ-চক্র কার্যপ্রক্রিয়া একসঙ্গে, জিন expression-এর সঙ্গে যুগ্ম, একাধিক চক্র পুনরাবৃত্তি। দাবি সীমাবদ্ধ ও পরীক্ষাযোগ্য।

Metabolic স্বাধীনতা বা স্বতঃস্ফূর্ত বিবর্তন অনুপস্থিতি—এগুলো "ব্যর্থ হয়েছে দাবিগুলো" নয়; লেখকেরা দাবি-ই করেন না। সীমানা স্পষ্ট রাখা ফল downgrade নয়। প্রধান অনিশ্চয়তা হলো সুনির্দিষ্ট প্রকৌশল দৃঢ়তা/প্রতিলিপি: প্রজন্ম গণনা, জিনোম ধরে রাখা, বিভাজন ফলন স্বাধীন পরীক্ষাগারে কত পুনরুৎপাদন করা হবে—সহকর্মী পর্যালোচনা পর্যন্ত অস্থায়ী।

জনসাধারণের গল্প বনাম গবেষণাপত্র

আকর্ষণীয় ব্যবধান গবেষণাপত্র বনাম শিরোনাম। পাণ্ডুলিপি ভাষা সংযত: সর্বনিম্ন উপাদান for জীবনের দিকে ধাপ, ভবিষ্যৎ ভিত্তি-কাঠামো/ভিত্তি—"মে", "শেষ পর্যন্ত"। বিশ্ববিদ্যালয় সংবাদবিজ্ঞপ্তি প্রকাশ "বিশ্বের প্রথম কৃত্রিম কোষ সঙ্গে সম্পূর্ণ জীবন চক্র" ও বিস্তৃত প্রয়োগ সামনে আনে, সতর্কতা পরে। খারাপ সদিচ্ছা ধরে নেওয়ার দরকার নেই; প্রিপ্রিন্ট প্রাথমিক ভাগ করা প্রতিলিপি ত্বরান্বিত করতে পারে, উচ্চ-প্রোফাইল সাময়িক প্রত্যাখ্যান কাজ দুর্বল প্রমাণ করে না।

তবে সহকর্মী-পর্যালোচনার আগেই জোরালো প্রচার হলে ভাষার নির্ভুলতার দায়ও বাড়ে। পরিষ্কার নিয়ম হওয়া উচিত: **প্রমাণ ও বর্তমান অবস্থা আগে, উচ্চাকাঙ্ক্ষা পরে**। "একেবারে গোড়া থেকে জীবন" বলা গবেষণাপত্রে দেখোনো সীমার বাইরে চলে যায়।

সংক্ষপ্তি সারাংশ

মনিসেটা বশ্বিবদ্যিালয়রে দল নর্িধারতি কৃত্রমি লাইপসে োমে **~90 kbp / 7-প্লাজমডি জনিে াম** ও বশিুদ্ধীকৃত প্রটোনি-সংশ্লষেণ ব্যবস্থা বসয়িে খাদ্যদাতা সংযোজন, DNA প্রতলিপি, বৃদ্ধি ও বভিাজন **পাঁচ প্রজন্ম** চালয়িছে। প্রবর্ততি শক্তশিালী খাদ্যগ্রহণ-প্রমোটার রূপভদে নর্িবাচনে ছড়য়িে পড়া করছে। অংশগুলো স্বাভাবকি জবৈকি উপাদান থকেে বশিুদ্ধীকৃত; কোষ রাইবোসোম/বপিাক বানাতে পারে না; নয়িমতি পাঁচ-প্রজন্ম বভিক্ত করা যান্ত্রকি; জনি-চালতি বভিাজন আলাদা, নচিরে-ফলন ও বাহ্যকি উপাদান নর্িভরশীল; সম্পূর্ণ জনিোম উত্তরাধকিার অসম্পূর্ণ; উপকারী মউিটশেন স্বতঃস্ফূর্ত নয়। এটি সহকর্মী-পর্যালোচনা-বহীন প্রপ্রিন্টি। বাস্তব ফল সমাকলতি কৃত্রমি কোষ-চক্র প্রকৌশল—স্বায়ত্তশাসতি জীবন তরৈনি য়।

সরাসরি যাচাই

পপোর যা দখোয়: নর্িধারতি ফলোটা জনিগতভাবে চালতি খাদ্যগ্রহণ, ~90 kbp জনিোম প্রতলিপি, বৃদ্ধি, পাঁচ-প্রজন্ম চক্র, আলাদা জনি-চালতি বভিাজন এবং প্রবর্ততি উপকারী রূপভদে নর্িবাচন।

যা অস্থায়ী: সুনর্িদষ্টি প্রজন্ম/বভিাজন ফলন, জনিোম-ধরে রাখা ভগ্নাংশ ও স্বাধীন পুনরুৎপাদনযোগ্যতা—সহকর্মী পর্যালোচনা/প্রতলিপি দরকার।

যা দখোয় না: অজীব রসায়ন থকেে জীবন, স্ব-যথষ্টে জীব, স্বতঃস্ফূর্ত মউিটশেন/ববির্তন, দৃঢ় উত্তরাধকিার, নয়িমতি স্বায়ত্তশাসতি বভিাজন, প্রয়োগ প্রস্তুতি।

প্রধান সীমাবদ্ধতা: প্রপ্রিন্টি; বাহ্যকিভাবে সরবরাহকৃত রাইবোসোম/এনজাইম; যান্ত্রকি নয়িমতি বভিাজন; সহায়তাপ্রাপ্ত জনি-চালতি বভিক্ত করা; অসম্পূর্ণ জনিোম partitioning।

সাধারণ পাঠকরে আস্থা: সমাকলতি চক্র প্রকৌশল দাবতিে যথষ্টে উচ্চ; “কৃত্রমি জীবন” শরিোনামে খুব কম।

প্রকাশনার পররে হালনাগাদ

- **ব্যাখ্যা · 2026-07-23**
  Clarified the confidence framing: living, self-sufficient, and self-evolving cells are outside the paper’s claims, not low-confidence findings. The assessment of the central engineering result is unchanged.

উৎস

Gaut, Deich, Cash, Hoog, Engelhart & Adamala — ’A Chemically Defined Synthetic Cell Capable Of Growth And Replication’, author-hosted preprint (not peer-reviewed), 2026
`https://biotic.org`

Science — news coverage of the synthetic-cell preprint (2026)
`https://doi.org/10.1126/science.zwa8dvz`

University of Minnesota — press release

https://twin-cities.umn.edu/news-events/worlds-first-synthetic-cell-complete-life-cycle-could-revolu