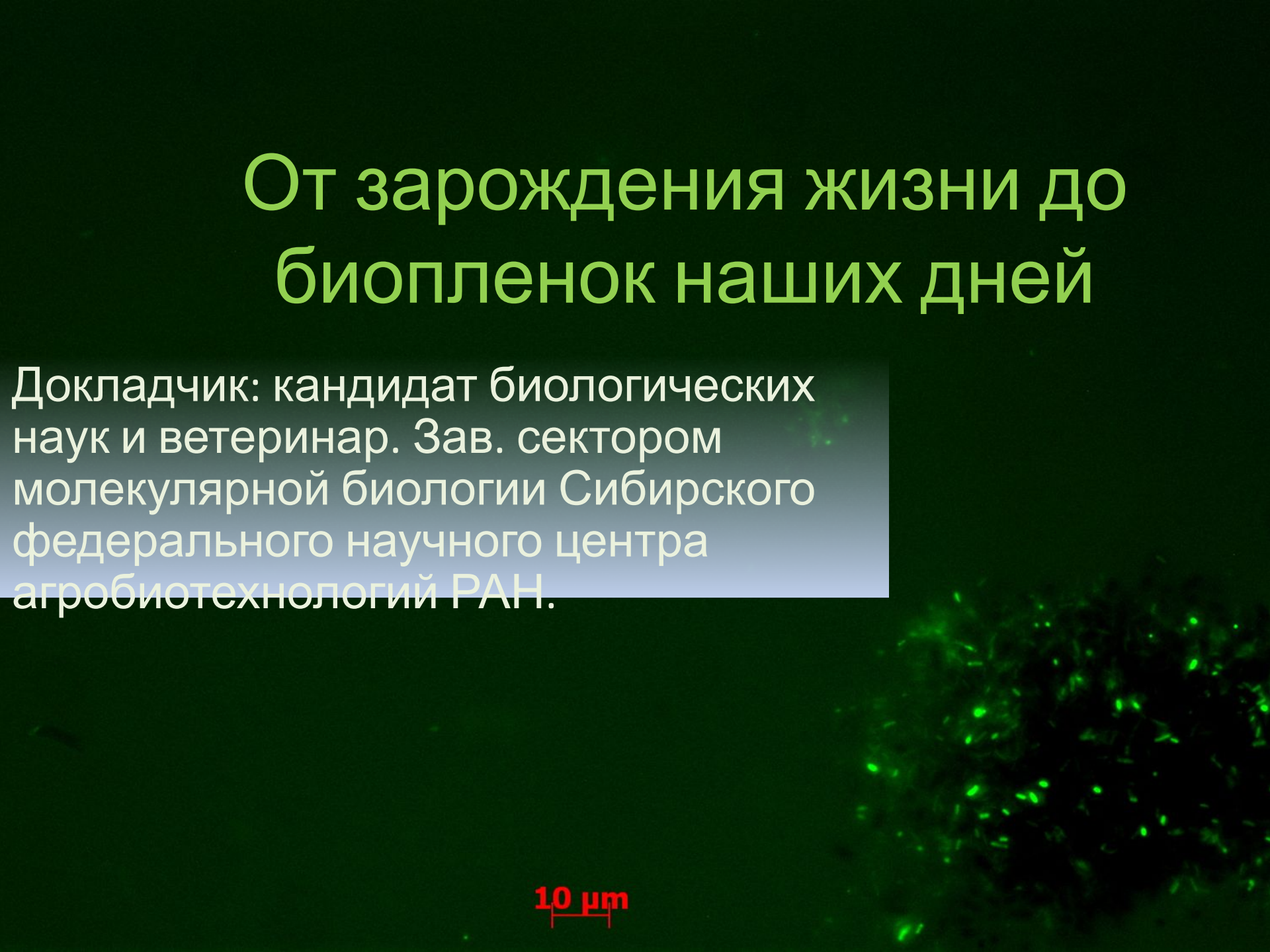
От зарождения жизни до биопленок наших дней

Докладчик: кандидат биологических наук и ветеринар. Зав. сектором молекулярной биологии Сибирского федерального научного центра агробиотехнологий РАН.



В чем параллели?

Когда-то в древности первая жизнь, вероятно не плавала бездумно в океане, а покрывала тонким налетом какие-то камни и скалы (столь же бездумно, впрочем).

Но и сегодня мы можем легко подскользнуться, идя по дну водоема, на камнях покрытых тонкой скользкой пленкой водорослей или бактерий

Что изменилось?

Из чего устроена биопленка бактерий и зачем она нужна?

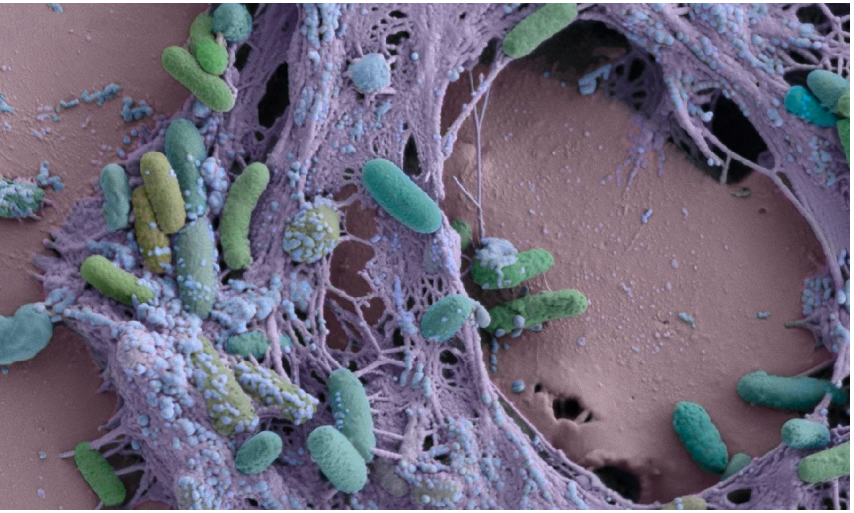


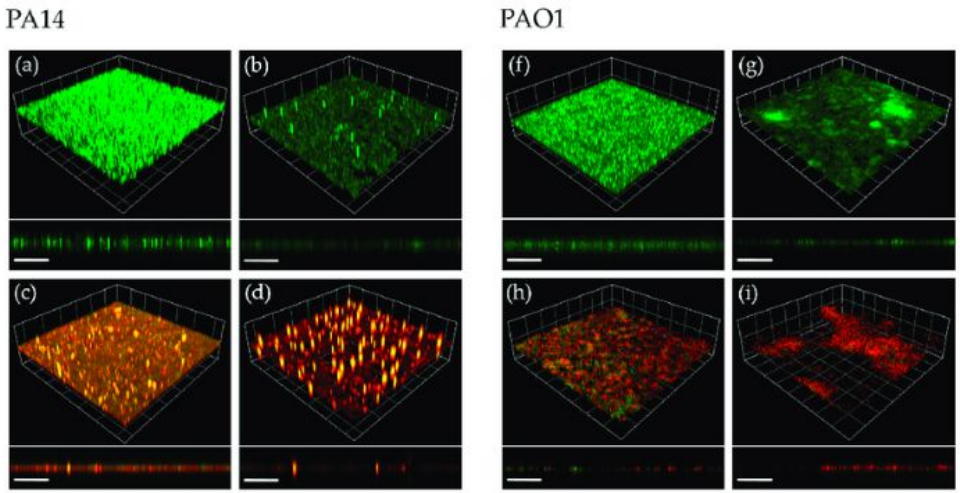
Photo: Center for Microscopy and Image Analysis, University Zurich

Бактерии в биопленочной форме устойчивее к антибиотикам порой в 1000 раз

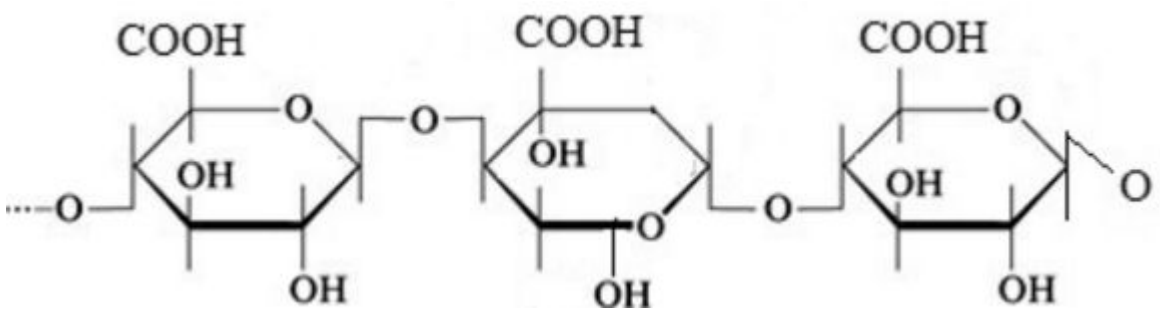
Биопленки образуются при достижении критической концентрации бактерий их совместными усилиями

Неблагоприятные факторы способствуют синтезу матрикса биопленок

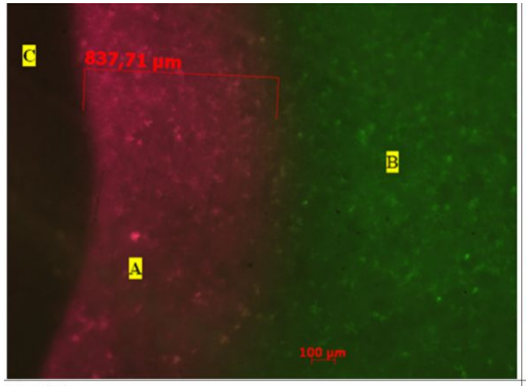
Большинство видов бактерий образуют биопленки



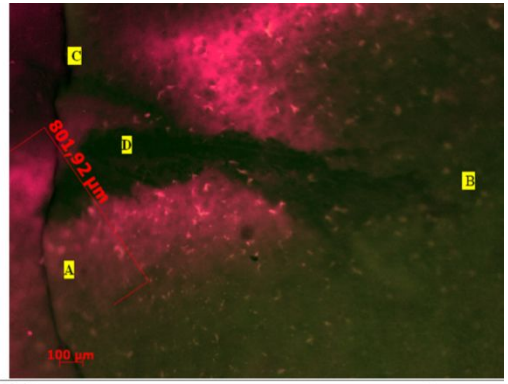
Альгиновая кислота – полимер из остатков маннуроновых и гулуроновых кислот – какую молекулу она напоминает?



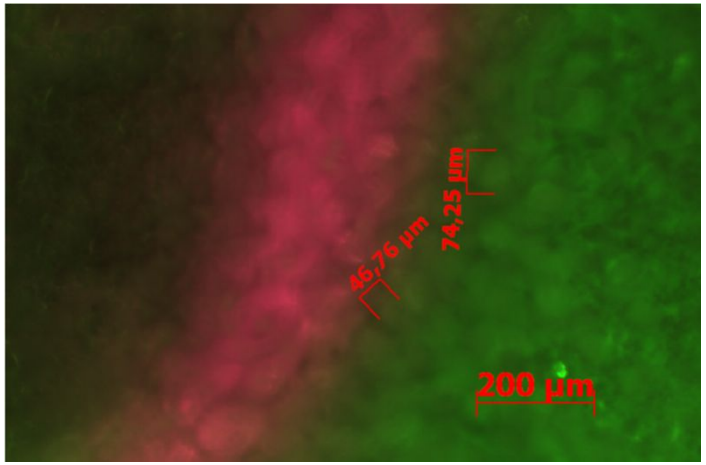
Диффузия веществ в биопленках



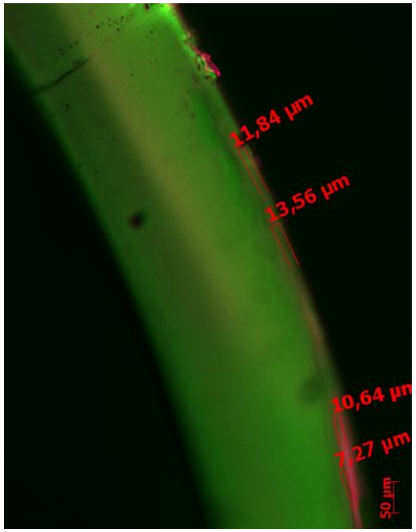
Диффузия родамина и гасителя флуоресценции (трипанового синего) в толще биопленки *P. aeruginosa*



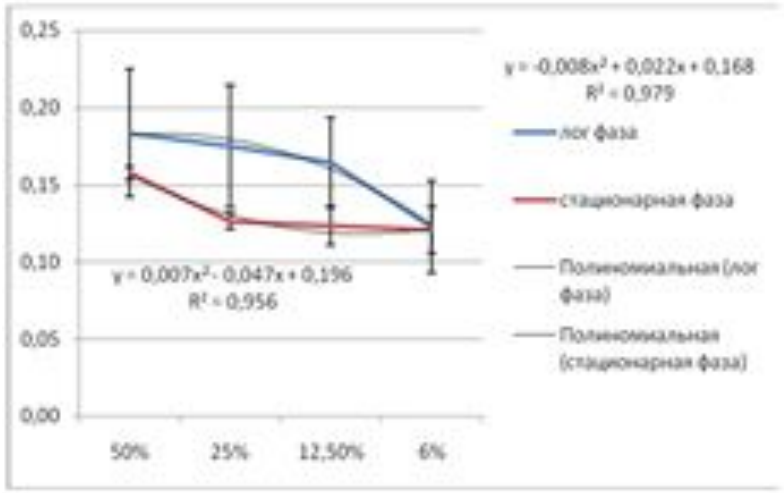
Миграция трипанового синего через фронт диффузии родамина за счет капиллярного эффекта



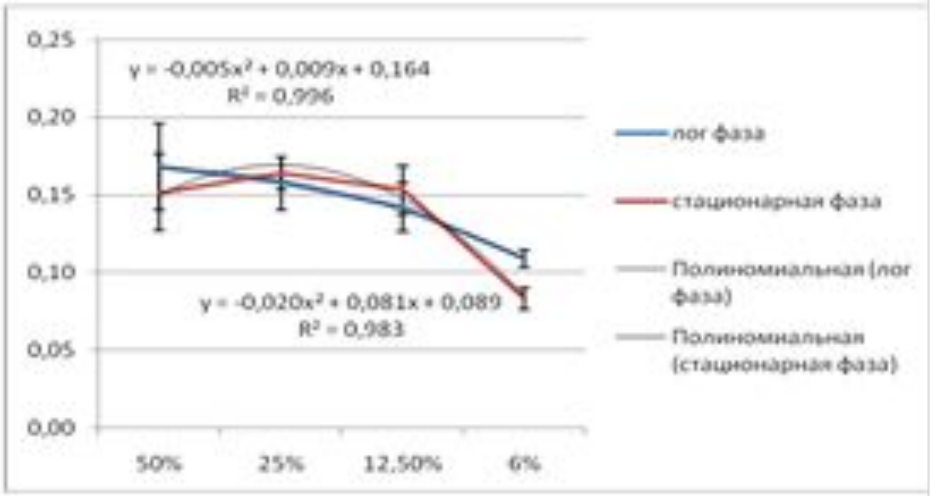
- **Вопрос - Скорость диффузии низкомолекулярных веществ через биопленку толщиной 10 мкм, примерно 2 мм в час… Так за какое же время молекулы антибиотика с такой же молекулярной массой пропитают 10 мкм биопленки?**



Рост биопленок в условиях дефицита питательных веществ: чем меньше – тем больше?



1 мл



0,2 мл

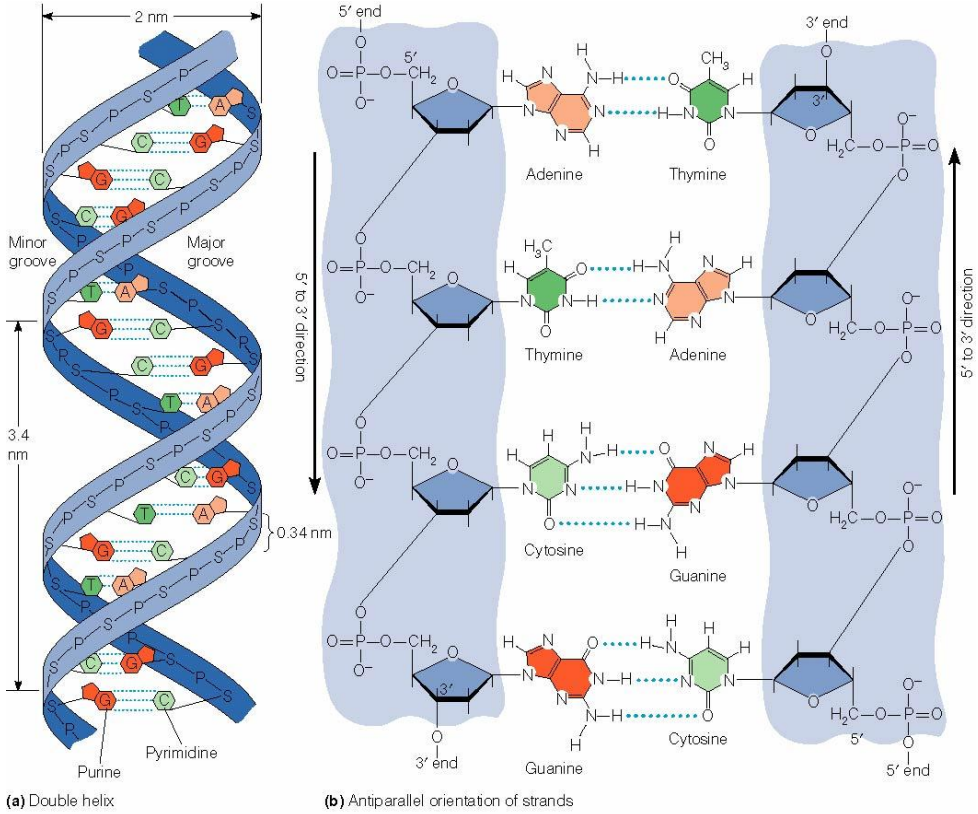
- **Вопрос – Если биопленка образуется в одинаковом количестве при уменьшении концентрации питательных веществ, но ее количество уменьшается при уменьшении общего содержания питательных веществ то о чем это говорит?**

Так для чего на самом деле нужны биопленки?

- А – спасаться от антибиотиков
- Б – запасать питательные вещества
- В – топическая конкуренция
- Г – предотвращать утечку ферментов и улавливать низкомолекулярные соединения

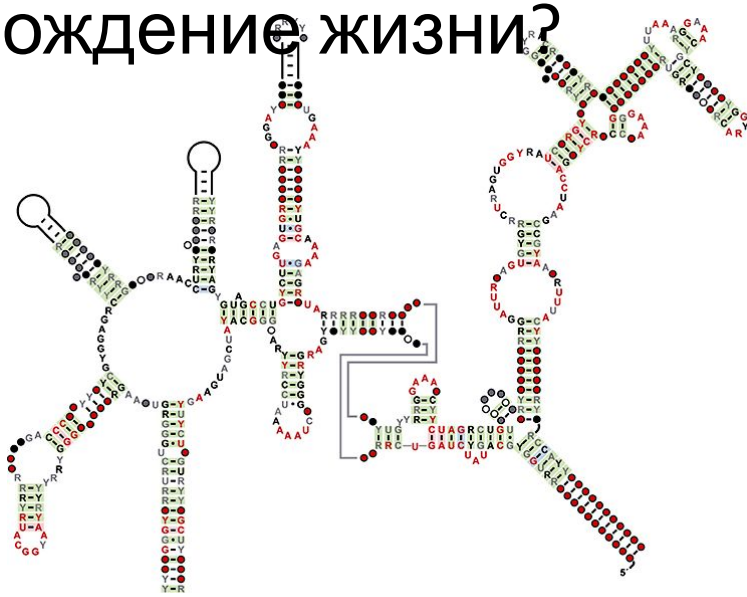
Идея мира РНК была впервые высказана Карлом Вёзе в 1968 году, позже развита Лесли Орджелом и окончательно сформулирована Уолтером Гильбертом в 1986 году.

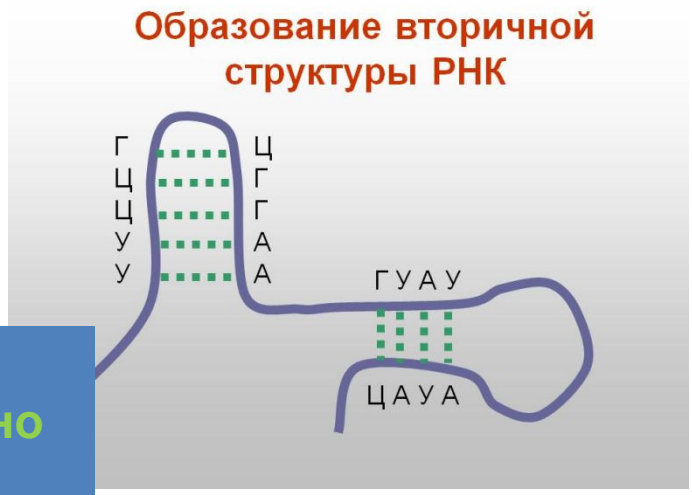
Почему именно РНК, возможно была первой молекулой обеспечившей зарождение жизни?



(a) Double helix (b) Antiparallel orientation of strands

Copyright © 2005 Pearson Education, Inc. publishing as Benjamin Cummings





- **Вопрос – Если двухцепочечные РНК могут существовать, с химической точки зрения, но редко встречаются в природе, то с чем это связано?**

trv-science.ru/2019/03/26/veroyatnost-zarozhdeniya-zhizni/

Суббота, 8 февраля, 2020 | Бытие науки | Наука и общество | Авторские колонки | Исследования |

троицкий вариант наука
trv-science.ru

О ГАЗЕТЕ | ПОДПИСКА | АРХИВ | ИНТЕРНЕТ-ЛАВКА | STARSHOT | ОТ

Home / 2019 / Март / 26 / Вероятность зарождения жизни

Вероятность зарождения жизни

26.03.2019 / № 275 / с. 1–3 / Борис Штерн, Александр Марков, Армен Мулкидж
Никитин / Исследования / 135751 просм., 49 — сегодня / 98 комментариев

- По оценке Кунина, для того, чтобы стартовало самовоспроизведение РНК, а с ним и эволюция, «*как минимум, необходимо спонтанное появление следующего.*
- *Две рРНК с общим размером не менее 1000 нуклеотидов.*
- *Примерно 10 примитивных адаптеров по 30 нуклеотидов каждый, в целом около 300 нуклеотидов.*
- *По меньшей мере одна РНК, кодирующая репликазу, размером примерно 500 нуклеотидов (оценка снизу). В принятой модели n = 1800, $E < 10^{-1081}$*».

Почему неферментативная репликация (НР) крайне важна для оценки вероятности абиогенеза

НР ВОЗМОЖНА	НР НЕВОЗМОЖНА
Эволюция сложных РНК-организмов	Эволюция сложных РНК-организмов
Эволюция лигаз и полимераз, ускоряющих размножение комплекса рибозимов	**Старт дарвиновской эволюции**
Эволюция первых рибозимов	Случайное формирование комплекса лигаз и полимераз, способного к размножению
Старт дарвиновской эволюции	Случайное формирование первых рибозимов, в т.ч. лигаз и полимераз
Полимеризация случайных коротких РНК на минеральных матрицах **(не обязательно в большом количестве!)**	Полимеризация случайных коротких РНК на минеральных матрицах **(в огромном количестве!)**
Абиогенный синтез нуклеотидов	Абиогенный синтез нуклеотидов

ВРЕМЯ

дополнительные этапы с очень низкой вероятностью

*Свойство комплементарности – не случайность, а **причина** того, что молекулы РНК стали множиться в числе. Комплементарность работает с самого начала.*

*Полимеры, **случайно** синтезировавшиеся в громадном количестве на древней Земле, **случайно** обладали свойством комплементарности, которое «пригодилось» много позже.*

https://trv-science.ru/2019/03/26/veroyatnost-zarozhdeniya-zhizni/

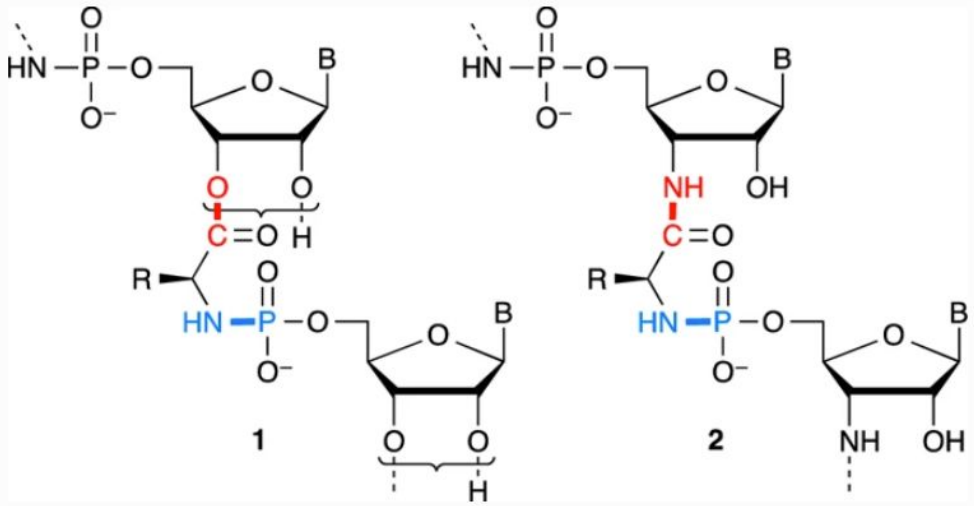
Пример абиогенного пути формирования биополимеров на основе аминокислот с участием молекул РНК

Проведенный в 2008 году эксперимент, подобный эксперименту Миллера-Юри, показал появление гораздо большего количества небиологических молекул, чем считалось ранее. Это подкрепляет гипотезу авторов о том, что молекулы, необходимые для жизни, существовали на ранней и
Чтобы определить это, исследователи изучали реакции в условиях, имитирующих циклы дождя и испарения на ранней Земле. После многих неудачных экспериментов они идентифицировали три молекулярных кандидата для оснований прото-РНК: барбитуровую кислоту, меламин и 2,4,6-триаминопиримидин. Реакции с этими молекулами и рибозой давали нуклеозиды, которые представляют собой составные молекулы, близкие к субъединицам РНК.
Предыдущие попытки получить существующие основания РНК с рибозой в условиях ранней Земли, которые были смоделированы в ходе экспериментов, либо не удались, либо выход нуклеозидов был очень низок. Однако в случае с барбитуровой кислотой исследователи получили выход нуклеозидов 82%. Кроме того, меламин и молекулы триаминопиримидина спонтанно образовали нуклеозиды с выходом более 50%. Доктор Нилс Леман, профессор химии в Портлендском государственном университете и главный редактор журнала «Молекулярная эволюция», считает, что исследование «обеспечивает дальнейшую поддержку теории «РНК-Мира», предоставляя правдоподобную серию событий, и определяя возможных родоначальников земной биохимии. https://link.springer.com/journal/239
еще необитаемойПо словам Худа, аминокислоты и химические соединения, такие как цианистый водород, обнаруженный в кометах, могут приводить к

The Chemical Likelihood of Ribonucleotide-α-Amino acid Copolymers as Players for Early Stages of Evolution

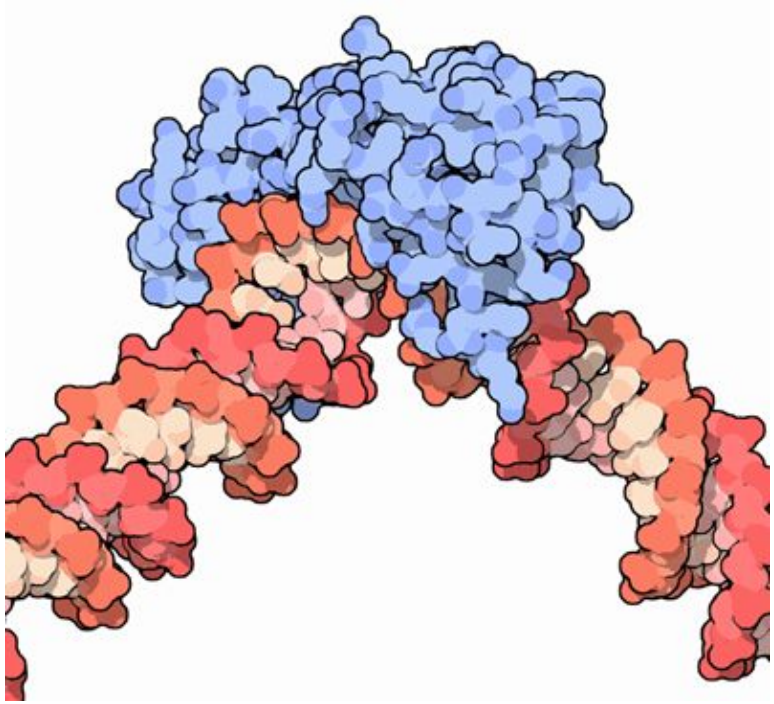
Ziwei Liu, Ghinwa Ajram, Jean-Christophe Rossi & Robert Pascal

Jour
107



Structure of co-oligomers of α-amino acids and ribonucleotides **1** involving carboxylic acid esters and phosphoramidates as key linkages and the stable amide structural analogues of 3′-amino-3′-deoxy-nucleotides **2** studied by Zielinski and Orgel (1989). The presence of a mixture of 2′- and 3′-regioisomers at equilibrium for structure **1** is symbolized in the scheme by a curly bracket

На текущий момент нет единого мнения относительно понятия жизни, однако учёные в целом признают, что биологическое проявление жизни характеризуется: организацией (высокоупорядоченное строение), метаболизмом (**ПОЛУЧЕНИЕ ЭНЕРГИИ ИЗ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЕЁ НА ПОДДЕРЖАНИЕ И УСИЛЕНИЕ СВОЕЙ УПОРЯДОЧЕННОСТИ**), ростом (способность к развитию), адаптацией (адаптированы к своей среде), реакцией на раздражители (активное реагирование на окружающую среду), воспроизводством (все живое размножается), информация, необходимая каждому живому организму, расщепляется в нем, содержится в хромосомах и генах, и передается от каждого индивидуума потомкам[4][5]. Также можно сказать, что жизнь является характеристикой состояния организма (Википедия).



Почти все бактерии синтезируют внешние полимеры

Возможно зарождение жизни не требовало синтеза новых биоплимеров и мономеров многие миллиарды лет

Бактерии способные автономно существовать в окружающей среде – редкость

Так что было раньше биопленки или бактерии?

Спасибо за внимание!

Презентация будет выложена в ВК
на «желтых страницах васхнила»