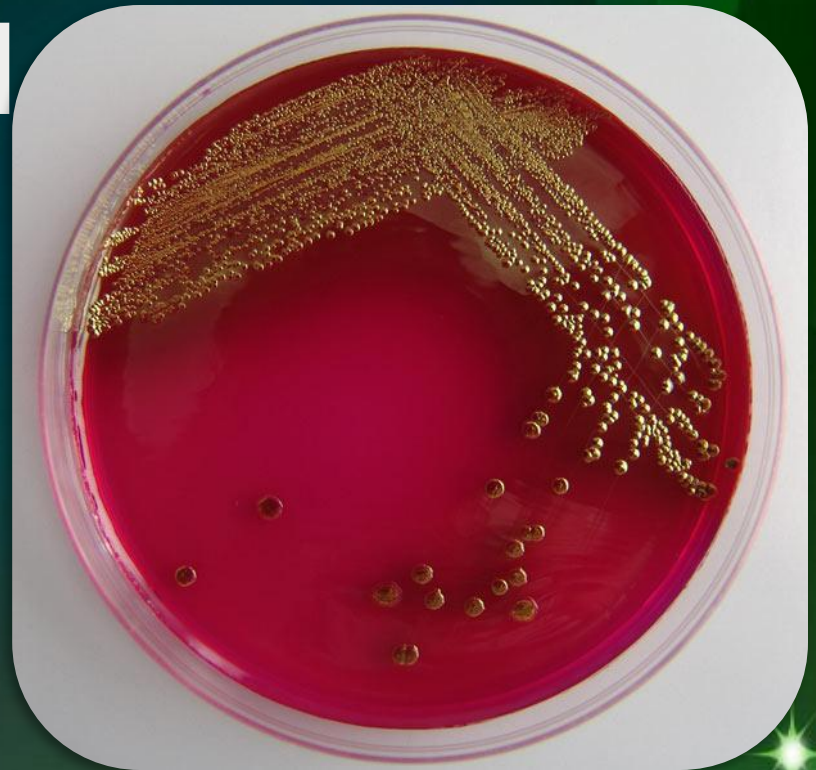
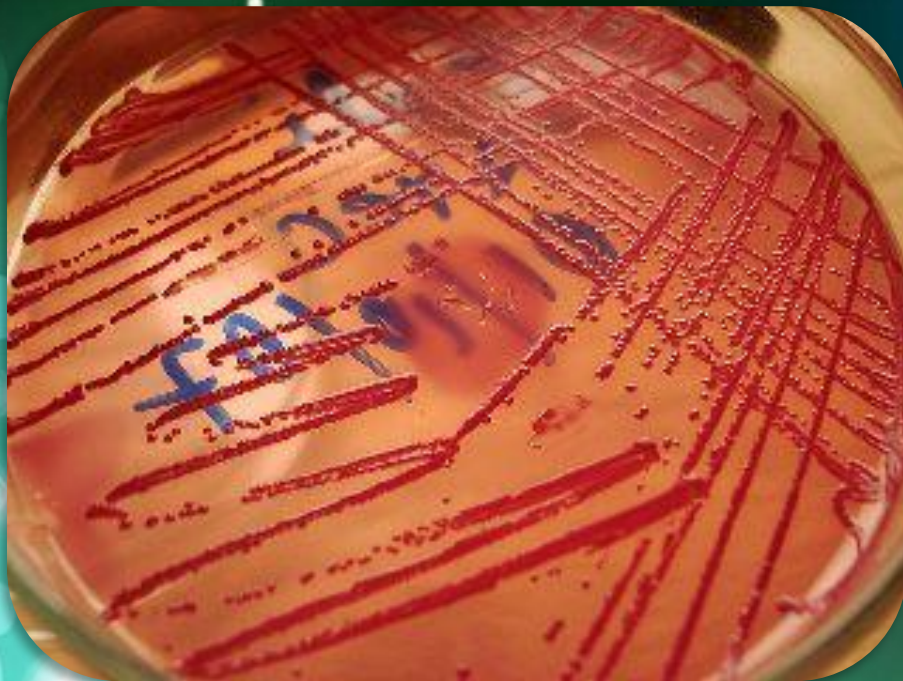


# Микроорганизмы-художники



- За последние несколько десятилетий ученые выяснили, как образуются некоторые сложные формы – снежинки, языки пламени, морозные узоры на окне.
- Например снежные «листья» папоротников на замерзшем окне образуются в результате случайных миграций молекул воды по поверхности оконного стекла, когда они наталкиваются на растущий зародыш листа и прилипают к нему.
- Молекулы чаще встречаются и связываются друг с другом в выступающих частях листа, поэтому там происходит наиболее быстрый рост и удлиненные части листа еще более удлиняются, образуя новые ветви. Кроме того, молекулы воды хорошо прилипают к частицам льда, ориентируясь определенным образом, что приводит к тому, что молекулы воды образуются в выступающих частях листа.

- Колонии микроорганизмов могут принимать гораздо более сложные формы, так как образующие их организмы подчиняются гораздо более сложным законам жизни.
- Ученые были удивлены, обнаружив, как часто структуры колоний сходны со структурами неживых объектов.
- Оказалось, что микроорганизмы в колониях обычно образуют не любые, а вполне определенные структуры, которые, видимо, позволяют им выжить.

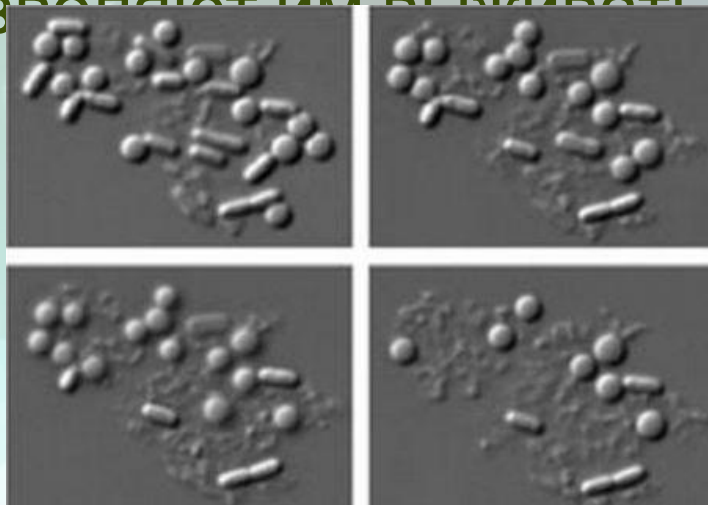
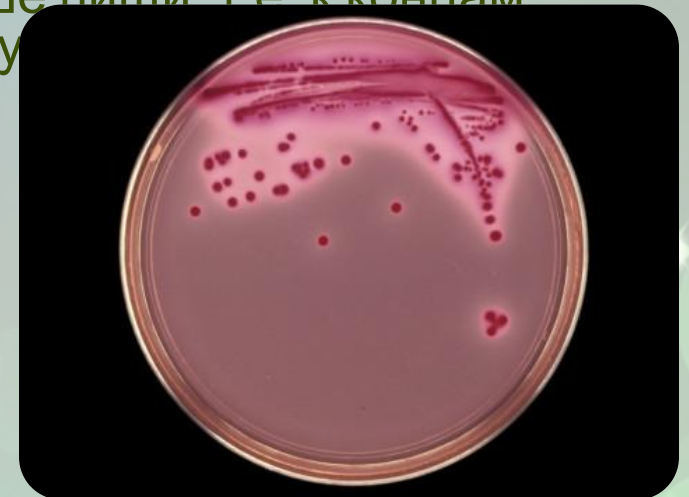


Фото К. Лавров [lavrov.ko@gmail.com](mailto:lavrov.ko@gmail.com)

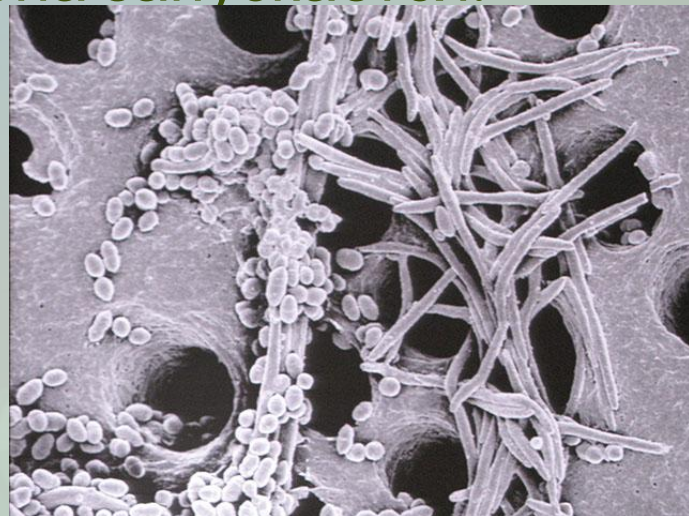


# Бактерии *Vacillus subtilis*

- В конце 80-х гг. Мицугу Мацушита из Токийского университета показал, что при выращивании в среде, обедненной питательными элементами, эти микроорганизмы образуют разветвленные структуры на поверхности агара. Их рост в данном случае обусловлен практически теми же закономерностями, которые определяют и формирование снежного «папоротника» на окне. Представьте себе, что агар слишком тверд и бактерии не могут в нем перемещаться.
- Молекулы же питательных веществ движутся в геле случайным образом и достигают в первую очередь тех бактерий, которые находятся в выступающих частях колонии. Получая питание, эти бактерии значительно быстрее растут и делятся, образуя все более длинные ветви узора.
- В обычных условиях бактерии еще и движутся – они «проталкиваются» к тем местам, где больше пищи, т.е. к концам ветвей. В результате этого ветви узора растут

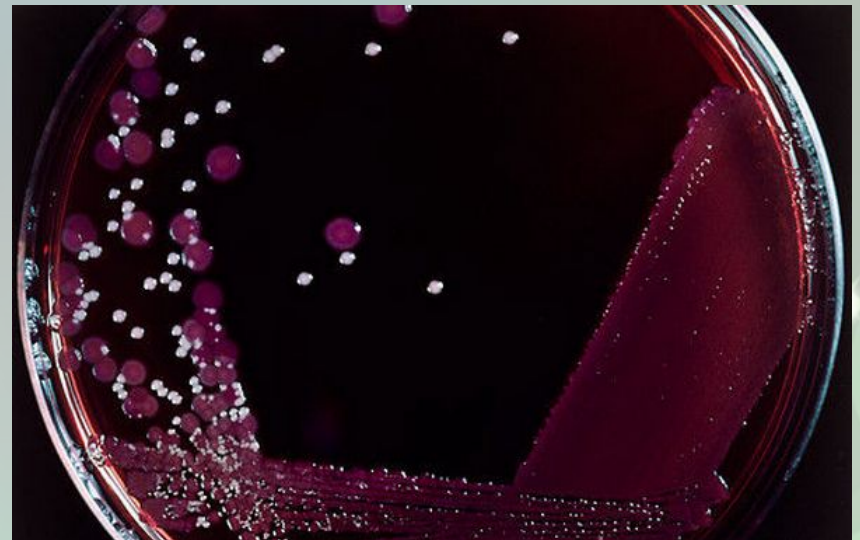


- Исследователи заинтересовались, в каких условиях будет наиболее существенна разница между структурами, формируемыми живыми и неживыми частицами. Оказалось, что если бактерии растут на мягком агаре, образуемые ими сначала разветвленные узоры спонтанно изменяются, ветви образуют завитки и вся структура начинает распространяться по агару гораздо быстрее исходной. В микроскоп видно, что в завитках бактерии выглядят более удлиненными. Хотя и очевидно, что эта трансформация делает бактерии более подвижными и обеспечивает им лучшее питание, до сих пор неизвестно, какими факторами она запускается.





- Бактерии не только «чувствуют» окружающую среду, но и изменяют ее.
- Так, в колонии *Escherichia coli* бактерии, выделяя вещества-аттрактанты, могут образовывать агрегаты.
- Бактерии часто отвечают на стресс генерацией видоизмененных клеток, что сказывается на рисунке колоний.



# Слизевик *Dictyostelium discoideum*

- Это любимый объект исследователей в области биологии развития, занимающихся проблемами взаимодействия клеток при объединении их в многоклеточный организм.
- В присутствии пищи слизевик представляет собой разрозненные амебы, свободно живущие в почве.
- Если амебы перенести на субстрат, полностью лишенный пищи, то примерно через четыре часа в колонии формируется система химической сигнализации.
- В результате образуется рисунок, похожий на систему ручейков и рек. В конце концов реки сливаются в большие скопления-слизни, которые способны переползать на новое место обитания, где продуцируют десятки тысяч спор, которые прорастут для жизни амеб уже в другом месте.



- Исследования ученых в России и за рубежом показали, что образование подобных структур не запрограммировано в генетическом аппарате амёб, а является результатом только физических взаимодействий.
- В настоящее время ученые рассчитывают, что биохимические и генетические исследования помогут понять, как внешние сигналы влияют на передвижение клеток.
- Основная задача этих исследований – выяснить молекулярные механизмы управления подвижностью и поведением. Однако даже после решения этой основной задачи понять, как факторы микроскопического уровня обуславливают коллективное поведение микроорганизмов

