

## О ЧЁМ ДУМАЮТ ГРИБЫ?

<https://e.mail.ru/thread/1:92f64b12653a6cad:4/>



В 2000-м году профессор Тошиюки Накагаки, биолог и физик из японского университета Хоккайдо, взял образец желтого плесневого гриба и положил его у входа в лабиринт, который используется для проверки интеллекта и памяти мышей. В другой конец лабиринта он поместил кубик сахара...

*Physarum polycephalum* словно почувствовал запах сахара и начал посылать свои ростки на его поиски. Паутинки гриба раздваивались на каждом перекрёстке лабиринта, и те из них, которые попадали в тупик, разворачивались и начинали искать в других направлениях. В течение нескольких часов грибные паутинки заполнили проходы лабиринта, и к концу дня одна из них нашла дорогу к сахару.

После этого Тошиюки и группа его исследователей взяли кусочек паутинки гриба, участвовавшей в первом опыте, и положили его у входа копии того же лабиринта, также с кубиком сахара на другом его конце. Произошедшее поразило всех. В первое же мгновение паутинка разветвилась на две: один отросток проложил свой путь к сахару, без единого лишнего поворота, другой – вскарабкался по стене лабиринта и пересёк его напрямую, по потолку, прямо к цели. Грибная паутинка не только запомнила дорогу, но и изменила правила игры.



Я осмелился сопротивляться склонности относиться к этим созданиям, как к растениям. Когда ты занимаешься исследованиями грибов в течение нескольких лет, то начинаешь обращать внимание на две вещи. Во-первых, грибы ближе к животному миру, чем это кажется. Во-вторых, их действия иногда выглядят, как результат соз-

нательного решения. Я подумал, что грибам стоит дать возможность попробовать решить загадки...

Дальнейшие исследования Тошиюки установили, что грибы могут планировать транспортные маршруты не хуже и намного быстрее инженеров-профессионалов. Тошиюки взял карту Японии и поместил кусочки пищи в местах, соответствующих крупным городам страны. Грибы он положил «на Токио». Спустя 23 часа они построили линейную сеть паутинок ко всем кусочкам пищи. В результате получилась почти точная копия железнодорожной сети вокруг Токио.

Не так уж сложно соединить несколько десятков точек; а вот соединить их эффективно и наиболее экономно – это уже совсем не просто. Я верю, что наши исследования не только помогут понять, как улучшать инфраструктуру, но и как строить более эффективные информационные сети.

### **ЗАГАДКА ДРУГОГО СУЩЕСТВА**

Только по скромным оценкам, на Земле существует около 160 тыс. штаммов грибов, большинство из которых обладают впечатляющими способностями.

К примеру, в Чернобыле был обнаружен гриб, питающийся радиоактивными продуктами и, заодно, очищающий воздух вокруг себя. Этот гриб был найден на стене разрушенной АЭС, которая в течение многих лет после катастрофы продолжала производить излучение, уничтожающее всё живое в радиусе нескольких километров.

Исследуя леса Амазонки, двое студентов-биологов из Йельского университета нашли грибок *Pestalotiopsis microspora*, способный разлагать пластик. Эта способность обнаружилось, когда грибок съел чашку Петри, в которой его выращивали.

До сих пор ни наша наука, ни наша технология не способны на это. Загрязнение пластиком является одной из самых больших технологических проблем. Сегодня мы возлагаем огромные надежды на этот грибок.

Генетикам из Американского Института Биоэнергии удалось добиться того, чтобы штамм грибов быстрее переваривал природный сахар — ксилозу. Потенциальное значение этого открытия заключается в создании нового, дешевого и быстрого способа производства чистого биологического топлива.

Казалось бы, каким образом «примитивный» организм, не имеющий мозга и ограниченный в передвижении, творит чудеса, неподвластные науке?

Чтобы попытаться понять мир гриба, надо сначала кое-что пояснить. Шиитакэ, портобелло и шампиньон – это не только названия съедобных грибов. Каждый из них — это живой организм, представляющий сеть из миллионов тончайших паутинок под землёй. Выглядывающие из земли грибы – это только «кончики пальцев» этих паутинок, «инструменты», с помощью которых организм распространяет свои семена. В каждом таком «пальце» содержатся тысячи спор. Их разносят ветер и животные. Когда споры попадают в землю, то создают новые сети, и прорастают новыми грибами.

Это существо дышит кислородом. Оно так необычно с биологической точки зрения, что его относят к собственному царству, отделив и от животных и от растений.

Но что мы действительно знаем об этой форме жизни?

Мы не знаем, что побуждает подземную систему паутинок в определённый момент выпустить грибы на поверхность земли; почему один гриб растёт в сторону одного дерева, а другой – в сторону другого; и почему одни из них вырабатывают смертельные яды, а другие – вкусны, полезны и ароматны.

В некоторых случаях мы даже не можем предсказать временной график их развития. Грибы могут появиться через три года, а могут и через 30 лет после того, как их

спора нашла подходящее дерево. Иными словами, мы не знаем о грибах даже самых основных вещей.

### КОРОЛЕВА МЁРТВЫХ

Нам трудно понять грибы из-за их анатомического строения. Когда вы берёте в руку помидор, вы держите в руке весь помидор, как он есть. Но вы не можете сорвать гриб и исследовать его структуру. Гриб – всего лишь плод большого и сложного организма. Сеть паутинок слишком тонка, чтобы её можно было очистить от земли, не повредив.



Ещё одна проблема заключается в том, что большинство лесных грибов невозможно одомашнить и очень трудно выращивать, как для исследования, так и в промышленных целях.

Они выбирают лишь определённую подстилку, сами решают когда прорасти. Часто их выбор падает на старые деревья, которые невозможно перенести на другое место. И даже если мы посадим в лесу сотни подходящих деревьев и распылим по земле миллиарды спор, то не будет никакой гарантии получения грибов в приемлемое время.

Системы питания, роста, размножения и производства энергии у грибов совершенно другие, чем у животных. У них нет хлорофилла, и поэтому, в отличие от растений, они не используют напрямую энергию солнца. Шампиньоны, шиитаке и портобелло, например, растут на подстилке из завядших растений.

Подобно животным, грибы переваривают пищу, но, в отличие от них, переваривают пищу вне своих тел: грибы выделяют ферменты, которые разлагают органическое вещество на его составляющие, а потом впитывают эти молекулы.

Если почва – это желудок земного шара, то грибы – его пищеварительные соки. Без их способности разлагать и перерабатывать органические вещества, земля давно бы задохнулась. Мертвая материя бесконечно бы накапливалась, углеродный цикл прервался, и всё живое осталось бы без пищи.

В своих исследованиях мы фокусируемся на жизни и росте, но в природе не менее важны смерть и распад. Грибы являются бесспорными правителями царства смерти. Поэтому, кстати, их так много на кладбищах. Но самая большая тайна – это огромная энергия грибов. Есть грибы, способные взломать асфальт, светиться в темноте, переработать за ночь целую кучу нефтехимических отходов и превратить её в съедобный и питательный продукт. Гриб *Coprinopsis atramentaria* способен за несколько часов вырастить плодовое тело и после этого, за один день, превратиться в лужу чёрных чернил.

Галлюциногенные грибы меняют сознание людей. Есть ядовитые грибы, способные убить слона. И парадокс в том, что все они содержат крошечное количество кало-

рий, с помощью которых исследователи обычно измеряют энергию. Наш способ измерения энергии, по-видимому, здесь не подходит. Калории характеризуют солнечную энергию, хранящуюся в растениях. Но грибы слабо связаны с солнцем. Они прорастают ночью и вянут днём. Их энергия — это что-то совсем другое.

### **ИНТЕРНЕТ ПОД ЗЕМЛЁЙ**

Грибница — это сложная инфраструктура, на которой располагаются все растения в мире. В десяти кубических сантиметрах почвы можно найти восемь километров её паутинок. Ступня человека покрывает около полумиллиона километров тесно расположенных паутинок. Что происходит в этих паутинках?



В начале 1990-х годов впервые возникла идея о том, что сеть этих паутинок не только передаёт питание и химические вещества, но и является умной и самообучающейся сетью связи. Рассматривая даже небольшие участки этой сети, легко узнать знакомую структуру. Графическое изображение интернета выглядят точно так же. Сеть ветвится, и если одна из ветвей выходит из строя, то она быстро заменяется обходными путями.

Её узлы, находящиеся в стратегических районах, лучше снабжаются питанием за счёт менее активных мест, и укрупняются. У этих паутинок есть чувствительность. И каждая паутинка может передать информацию всей сети.

И нет никакого «центрального сервера». Каждая паутинка самостоятельна, и собираемая ею информация может передаваться в сеть по всем направлениям. Таким образом, базовая модель интернета существовала во все времена, только пряталась она в земле.

Сама сеть, похоже, может расти до бесконечности. К примеру, в штате Мичиган была найдена грибница, которая разрослась под землёй на площадь в девять квадратных километров. По оценкам, её возраст составляет около 2000 лет.

Если лес, питающий сеть, сгорает, грибница прекращает получать сахара от древесных корней. Тогда она прорастивает грибы на самых отдалённых своих концах, чтобы они распространяли грибные споры, «освободили» её гены и дали им возможность найти новое место. Так появилось выражение «грибы после дождя». Дождь вымывает из земли органическую гниль и, в сущности, лишает сеть источника её питания — тогда сеть и посылает «спасательные отряды» со спорами на поиски нового пристанища.

### **КОШМАР ДЛЯ НАСЕКОМЫХ**

»Поиск нового дома» — это ещё одно, что отличает грибы от царства животных и растений. Есть грибы, которые распространяют свои споры подобно тому, как фрукты распространяют свои семена. Другие вырабатывают феромоны, побуждающие живых существ навязчиво их жаждать. Собиратели белых трюфелей используют для поисков свиней, так как запах этих грибов похож на запах альфа-кабана.

Однако существуют и более сложные и жестокие способы распространения грибов. Наблюдение за западноафриканскими муравьями вида *Megaloponera foetens* зафиксировало, что они ежегодно взбираются на высокие деревья, и с такой силой вонзают свои челюсти в ствол, что после этого не могут освободиться и погибают. Ранее случаи массового самоубийства муравьёв не наблюдались.

Оказалось, что насекомые действуют против своей воли, и кто-то другой посылает их на смерть. Причина – мельчайшие споры гриба *Phanerochaete* которым иногда удаётся попасть во рты муравьёв. Находясь в голове насекомого, спора посылает в его мозг химические вещества. После этого муравей начинает карабкаться на ближайшее дерево и вонзает челюсти в его кору. Здесь, словно очнувшись от кошмара, он начинает пытаться освободиться и, в конце концов, обессиленный, – умирает. Примерно через две недели из его головы прорастают грибы *Phanerochaete*.

На деревьях в Камеруне можно увидеть сотни грибов, растущих из тел муравьёв. Для грибов эта власть над мозгом является средством размножения: они используют лапки муравья, чтобы взобраться на дерево, а высота помогает распространению их спор ветром; так они находят себе новые дома и.... новых муравьёв.

Тайский «гриб зомби» *Ophiocordyceps unilateralis* побуждает питающихся им муравьев вскарабкиваться на листья некоторых растений. Расстояние, которое преодолевают для этого зараженные муравьи, значительно превышает расстояния в их обычной жизни, и потому, добравшись до листьев, насекомые умирают от усталости и голода, а спустя две недели из их тел прорастают грибы.

Это существа, возможно, самые поразительные из всех виденных мною. Мы считаем, что они вырабатывают химические вещества подобные ЛСД, но мы ещё не встречали наркотики, которые вызывают поведение, соответствующее чьим-то интересам.

Профессор Дэвид Хьюз обнаружил грибы, управляющие мозгом пауков, вшей и мух. Это не совпадение, естественный отбор или побочные явления другого процесса. Эти насекомые посылаются против своей воли туда, где им не стоит быть, но нравятся грибам. Когда мы перенесли зараженных муравьёв на другие листья, то грибы просто не проросли.

### **КАК ИЗОБРЕЛИ АНТИБИОТИКИ**

В том, что грибы могут вырабатывать сильные яды, есть и положительная сторона. Некоторые из этих ядов являются эффективным оружием против наших общих врагов. Например, микробов.

Источник лучших антибиотиков – в грибах. Из 160 тыс. видов грибов, тела которых содержат сложные химические соединения, наука смогла расшифровать и воспроизвести только 20, и среди них найдены несколько важнейших лекарств.

Существует причина, по которой грибы производят лекарства. Они всегда растут в самых плохих местах, в сырости, в жаре, в местах, которые представляют собой «фабрики микробов и вирусов». У большинства растений нет защиты от этих факторов, а вот грибы – сопротивляются.

Известное лекарство Липитор, являющееся одним из немногих известных нам решений для проблем с холестерином и диабетом, было обнаружено в красном китайском грибе. А грибы еноки и шиитакэ входят в корзину лекарств, получаемых онкологическими больными в Японии.

К сожалению, разнообразие грибных лекарств постоянно уменьшается. Причина – в уничтожении древесных лесов, особенно – в бассейне Амазонки.

Заодно с другими формами жизни, мы уничтожаем и грибы. Число их разновидностей постоянно уменьшается и это беспокоит меня из чисто корыстных соображе-

ний. Мир преподнёс ошеломляющий подарок – огромную природную лабораторию по изготовлению лекарств. От пенициллина и до средств от рака, СПИДа, гриппа и старческих болезней. Древние египтяне неспроста называли грибы «богом смерти». Сегодня мы последовательно уничтожаем эту лабораторию...

Стемец рассказывает о грибе фомитопсис. Этот гриб, найденный в 1965 году, проявил себя эффективным средством от туберкулёза, а сегодня он растёт только в пяти местах на территории США. В Европе этот гриб уже полностью исчез.

С группой специалистов мы десятки раз отправлялись в леса, пытаюсь найти ещё несколько подобных грибов. После долгих усилий мы всё-таки нашли один образец, который удалось вырастить в лаборатории. Кто знает, скольких людей спасёт этот гриб в будущем.

В прошлом году Стемец присоединился к программе биологической защиты мин-обороны США и помогал в поиске и сохранении 300 редких видов грибов.

Мы провели эксперимент: собрали четыре кучи отбросов. Одна использовалась нами как контрольная; в две другие мы добавили химические и биологические вещества, разлагающие мусор; над последней – распылили грибные споры. Вернувшись через два месяца, мы обнаружили три тёмных зловонных кучи и одну яркую, заросшую сотнями килограммов грибов...

Часть ядовитых веществ превратились в органические. Грибы привлекли насекомых, те отложили яйца, из которых вылупились гусеницы, и тогда появились птицы – и вся эта куча превратилась в зелёный, полный жизни холм. Когда мы попробовали сделать то же самое в загрязнённых реках, то отметили процесс очищения от ядов. Вот что надо исследовать! Возможно, все наши проблемы с загрязнением можно решить с помощью подходящих грибов.

### **А ГДЕ ЖЕ МОЗГ?**

»По одной из оценок, у грибов это работает подобным же образом, – говорит Тошиюки, — С чисто биологической точки зрения, каждая паутинка в отдельности получает химические сигналы о том, куда ей стоит двигаться и чего избегать. Сумма этих сигналов создаёт своеобразную систему принятия решений. Другими словами, интеллект гриба – в его сети.

Добавьте к этому миллионы лет эволюции в самых трудных условиях, умноженные на сотни тысяч разных видов, и вы получите что-то, что, в любом случае, должно быть достаточно умным...«

Прислала Ада Павленко.