



ХИМИЯ И ЖИЗНЬ

6 / 2022





 **Химия и жизнь**
Ежемесячный научно-популярный журнал

6 / 2022

Зарегистрирован
в Комитете РФ по печати
19 ноября 2003 года, рег. ЭЛ № 77-8479

ISSN 1727-5903

НОМЕР ПОДГОТОВИЛИ:

Главный редактор
Л.Н. Стрельникова

Художники
А. Астрин, С. Дергачев,
А. Кук, Н. Коллакова П. Перевезенцев,
Е. Станикова, С. Тюнин

Редакторы и обозреватели

Л.А. Ашкинази,
В.В. Благутина,
Ю.И. Зварин,
Е.В. Клещенко,
С.М. Комаров,
В.В. Лебедев,
Н.Л. Резник,
О.В. Рыцалова

Ответственный за корректуру

Д.А. Васильев
Подписано в печать 27.06.2022
Типография «Офсет Принт М.»
123001, Москва, 1-й Красногвардейский пр-д, д. 1

Адрес для переписки

119071, Москва, а/я 57

Телефон для справок:

8 (495) 722-09-46

e-mail: redaktor@hij.ru

http://www.hij.ru

Контакты:

<https://www.facebook.com/khimiyaizhizn>

https://vk.com/khimiya_i_zhizn

<https://ok.ru/group/53459104891087>

https://twitter.com/hij_redaktor

https://www.instagram.com/khimiya_i_zhizn/

При перепечатке материалов ссылка

на «Химию и жизнь» обязательна

На журнал можно подписаться в агентствах «Роспечать» —
каталог «Роспечать», индексы 72231 и 72232

Наши подписные агентства

«Ари», индекс 88763

в Объединенном каталоге «Пресса России»

(тел. «Ари» (495) 443-61-60)

«Почта России», индексы в каталоге П2021 и П2017

НПО «Информ-система», (495) 121-01-16, (499) 789-45-55

«Урал-Пресс», (495) 789-86-36

«Руспресс», тел. +7 (495) 369-11-22

«Прессинформ», +7(812) 786-58-29, +7(812) 337-16-26 г.

С-Петербург

© АНО Центр «НаукаПресс»

Генеральный спонсор журнала

Компания «БИОАМИД»



НА ПЕРВОЙ СТРАНИЦЕ ОБЛОЖКИ
рисунок Александра Кука

НА ВТОРОЙ СТРАНИЦЕ ОБЛОЖКИ
работа Владимира Любарова «Воспоми-
нание о местечке». Спят и видят сны
не только люди, но и животные.
Как это происходит — читайте
в статье «Сонное царство»

*Ничего не поделаешь —
лепестки опадают...*

Мао Цзедун

Содержание

Проблемы и методы науки

«ЮСТАС — АЛЕКСУ». РАЗГОВОРЫ ГРИБОВ. С.М. Комаров 2

Размышления

ДВА ПУТИ ИНТЕЛЛЕКТА. А. Гурьянов 10

Проблемы и методы науки

ОБЕЗЬЯНЫ ЗАРАЗА. Е. Клещенко 18

А почему бы и нет?

ЖЕВАТЬ — НЕ ПЕРЕЖИВАТЬ. А. Гурьянов 26

Проблемы и методы науки

СОННОЕ ЦАРСТВО. Н.Л. Резник 28

Земля и ее обитатели

ЯЩЕР, УНЕСЕННЫЙ ВЕТРОМ. С. Анофелес 34

Панацея

ОДУВАНЧИК — ЛЕЧЕБНЫЙ СОРНЯК. Н. Ручкина 38

История современности

КАК-ТО РАЗ Я И МОЙ КОЛЛЕГА... Л.А. Ашкинази 44

Спросите учителя

ПОЧЕМУ КЛАССЫ РАЗНЫЕ? Л.А. Ашкинази 48

Расследование

ЭПИДЕМИЯ И СТАТИСТИКА. И. Гольдфаин 55

Фантастика

СВОБОДА И СЛОНЕНОК. И. Мягкая 58

Нанонаука

ВАС МНОГО, А Я ОДНА! Е. Щетинина 64

Результаты: алгоритмы 14

Реклама 17, 57

Книги 25

Результаты: геофизика 41

Разные разности 52

Короткие заметки 62

Пишут, что... 62



Проблемы и методы науки

Иллюстрация Сергея Тюнина

С.М. Комаров

«Юстас — Алексу» Разговоры грибов

Могут ли полноценно общаться совершенно безмозглые твари? В принципе, такое общение не запрещено и даже многим известно. Например, растения, несомненно, передают и воспринимают информацию с помощью химических сигналов. Скажем, сообщения о нападении какого-то листогрыза. Однако такое общение не предполагает наличия сознания. А вот способны ли лишенные мозгов существа к осознанному общению, к использованию слов и построенных из них лингвистических конструкций?

О таком до недавнего времени могли рассуждать лишь отъявленные мечтатели, пишущие статейки про интеллект растений (см. «Химию и жизнь», 2021, 12). Тем не менее истинные целеустремленные исследователи не склонны к фантазиям. Они ставят опыты, и такие опыты дают удивительные результаты. Да, у безмозглых существ имеются системы сообщений, которые при своей сложности не отличаются в худшую сторону от человеческой речи. Такими существами оказались грибы.

Электрический гриб

Что заставило Эндрю Адамацки (Andrew Adamatzky) из Лаборатории нетрадиционных компьютеров Бристольского университета (он же кибернетик Андрей Игоревич Адамацкий, доктор физико-математических наук, который занимался теорией клеточных автоматов в Санкт-Петербургском университете) в 2018 году воткнуть электроды в плодовое тело вёшенки и посмотреть на динамику изменения тока между ними, доподлинно неизвестно. Скорее всего, это было типичное желание всякого истинного ученого удовлетворить свое любопытство и найти ответ на вопрос: а что будет, если сделать вот так? Результат втыкания электродов в гриб получился очень инте-



Фото: flickr.com: Lukas Lange

▲ Зимний опенок

ресным и породил целый цикл работ с совершенно неординарными выводами.

Строго говоря, биологам, а тем более биофизикам, известно, что грибы — вполне себе электрические существа. Так, на важнейшее дело в их жизни — разветвление гифов, которые формируют грибницу, — влияет электрическое поле. Внутри гифов гриба текут микроамперные токи протонов. Благодаря электрическому потенциалу, споры гриба не собираются в агрегаты, как это делают пылинки, а, отталкиваясь друг от друга, разлетаются в разные стороны. Есть данные, что электрические токи играют важную роль и при формировании симбиоза между грибами и корнями растений.

Однако электрические свойства грибов не привлекали особого внимания биофизиков. Так, в 70-е годы были проведены единичные опыты по изучению электрической активности знаменитого слизевика фузариума (того самого, поведение которого кибернетики используют для моделирования процессов формирования всевозможных структур, вплоть до крупных структур Вселенной) или хлебных плесеней.

Но вот в 1995 году исследователи из Лундского университета в Швеции Стефан Олсон и Билл Хансон

(S. Olsson и B.S. Hansson) первыми решили таки воткнуть электроды в мицелий высшего гриба и посмотреть, что будет? Для опытов они взяли выращенные на агаре мицелии вёшенки и осеннего опенка.

Оказалось, что у обоих мицелиев есть электрическая активность: над общим фоном время от времени, до пяти раз в секунду, появляются пики напряжения. Их продолжительность составляла от 20 до 500 миллисекунд, а профиль пика походил на профиль типичного пика электрической активности нейрона. Интересно, что, когда на мицелий опенка клали кусочек березовой ветки, частота пиков увеличивалась в несколько раз — до 20 и более всплесков в секунду. На каплю серной кислоты или сладкой воды мицелий отвечал аналогичным ростом частоты, а если клали несъедобную для гриба пластмассу, то мицелий никак не реагировал.

Грибные сообщения

Смелые шведы не стали ломать комедию с различными предположениями, а прямо заявили: мы наблюдаем не что иное, как сообщения, которые одна часть мицелия посылает другой. И сразу же высказали идею: если пики напряжения действительно сигналы, значит, гриб опенок оказывается самым большим существом на Земле, которое использует для общения электриче-

ские сигналы. Ведь этот гриб разрастается на гектары и может весить десятки тонн.

Видимо, смелые соображения показались коллегам столь экстравагантными, что тема заглохла на два десятилетия, пока поиском ответа на вопрос «а что будет, если?» не занялся А.И. Адамцкий. Он работал гораздо более системно и за несколько лет провел длительные наблюдения за электрической активностью нескольких грибов, сначала — плодовых тел вёшенки, потом — лечебного грибовика габардермы лакированной, известного под названиями рейши и линчи. Затем в ход пошли гонимые на древесине щелелистики (его едят в Латинской Америке, а у нас считают несъедобным), зимний опенок и похожий на вёшенку, но ядовитый гриб-привидение (прозван так за способность к свечению). А еще, что интересно, — питающийся на древесине, а куколками насекомых лекарственный гриб кордицепс (см. «Химию и жизнь», 2019, (1)).

Все эти грибы дали целые серии разных электрических сигналов. Однако среди них не удалось найти ничего похожего на данные Олсона и Хансона — никаких пиков напряжения, появляющихся по нескольку раз в секунду. Электрическая активность была медленной и хаотичной: вместо регулярных быстрых пиков возникали спорадические всплески электрической активности, которые продолжались минуты и часы. Они выглядят и как отдельные пики напряжения, и как целые серии из периодически идущих пиков.

У вёшенки удалось выявить два типа последовательностей с периодами 2,6 и 14 минут. У рейши активность оказалась еще более замысловатая. Например, длинную серию из 70 пиков может предварять короткая серия из пяти пиков, а по завершении

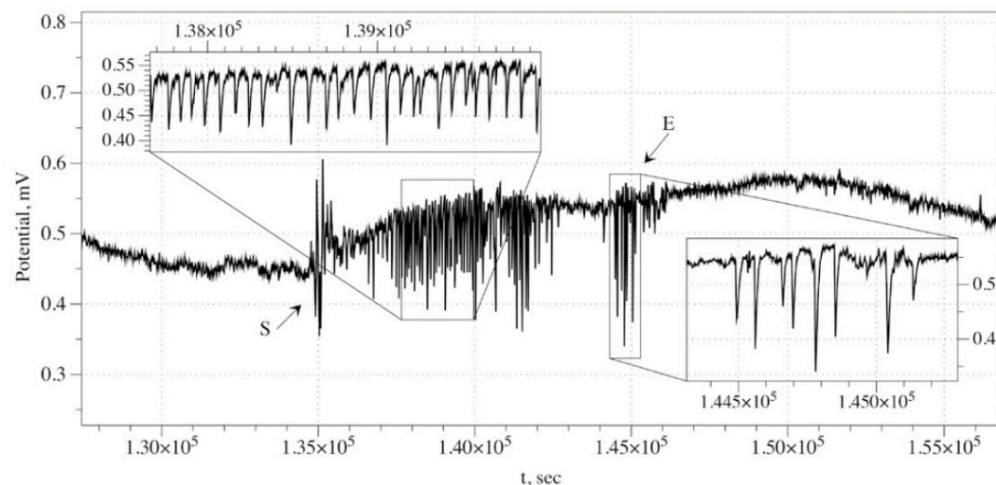
длинной следует еще одна короткая из семи пиков; все «сообщение» продолжается два часа. Выходит, прямо шифровка с заголовком «Юстас — Алексу» и подписью «ваш Штирлиц». При этом продолжительность пиков составляет в среднем 29 секунд, а пауза между ними может длиться и сотни, и тысячи секунд. Выходит, что нет никакой системы, кроме того факта, что в электрической активности гриба есть хорошо заметные глазу, но слабо подчиняющиеся формализации группы из пиков напряжения.

Эти предварительные опыты позволили, следуя идее Олсона и Хансона, сделать вывод, что в плодовом теле гриба идет какая-то бурная информационная деятельность. Она выражается в сообщениях, причем единицей такого сообщения служит не один пик напряжения, а собранная в группу серия таких пиков.

Строение грибного языка

Теперь эту закономерность надо было проверить на следующих четырех грибах — щелелистике, зимнем опенке, грибе-привидении и кордицепсе. Электроды вставляли и в плодовое тело, и в субстрат, в котором развивался мицелий. Принципиально результат был таким же, как и раньше: в грибах, что в плодовых телах, что в мицелии, формировались серии из пиков электрического напряжения. Однако характер этих серий у каждого гриба свой.

▼ Порой в плодовом теле гриба рейши возникают продолжительные сообщения, которые оаймлены коротким заголовком (стрелка с буквой S) и подписью (стрелка с буквой E)



Andrew Adamatzky, Antoni Gandia, bioRxiv preprint 19 июня 2021 года