



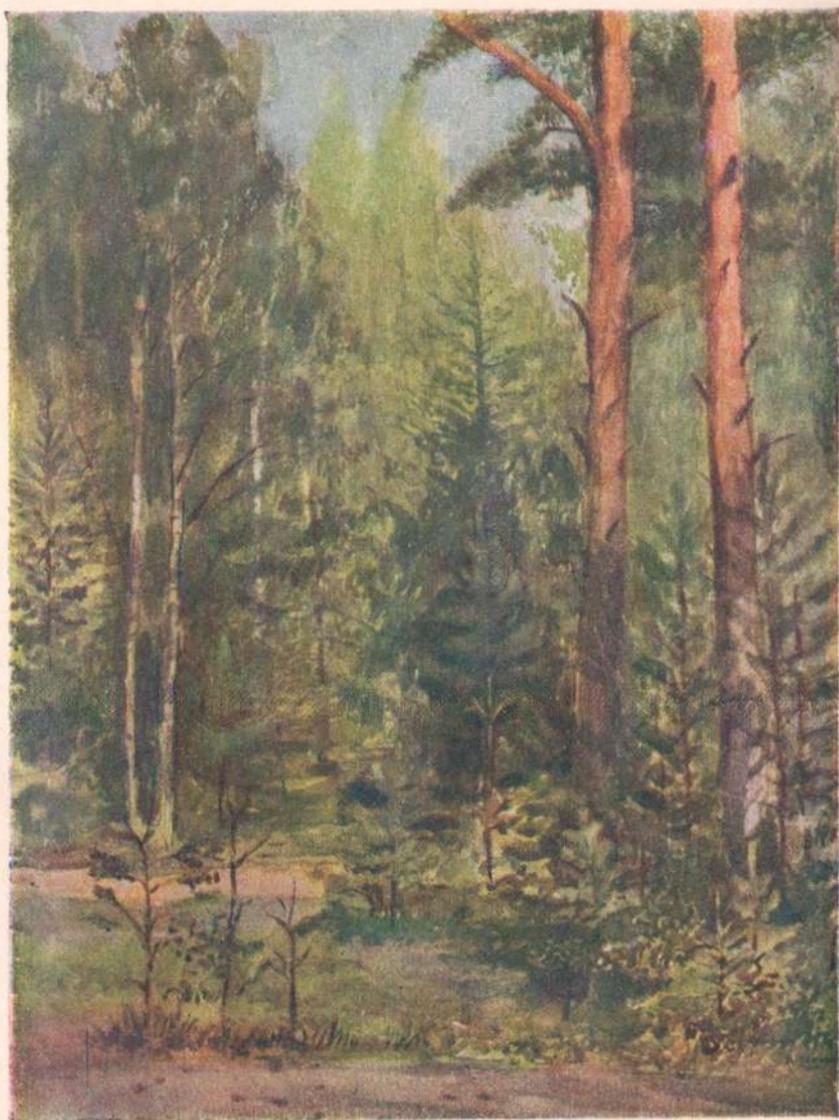
Б. П. Шокин

ГУБИТЕЛИ
МИКРОБОВ
ФИТОНЦИДЫ



Государственное издательство

1951



Б. П. ТОКИН

*профессор Ленинградского университета,
лауреат Сталинской премии*

ГУБИТЕЛИ МИКРОБОВ -ФИТОНЦИДЫ



ГОСУДАРСТВЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
КУЛЬТУРНО-ПРОСВЕТИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ
МОСКВА — 1951

*Оформление художника Е. Н. Голяховского
Цветные иллюстрации Д. П. Генина.*

*Своей семье автор
посвящает эту книгу.*

ПРЕДИСЛОВИЕ

Нелегко общедоступно изложить те закономерности природы, которые трудами многих исследователей, а то и ряда поколений ученых, вошли прочно в науку и не подвергаются сомнениям. Если в ходе дальнейшего прогресса науки обнаружатся ошибки в описании тех или иных фактов или неточности в их объяснении, то ошибки популяризатора совпадут с ошибками исследователей в таких «устоявшихся» областях знаний и всей науки этого времени.

«Всякое общедоступное изложение по самой своей сущности лишает автора возможности высказать всю истину, т. е. представить всестороннюю критическую оценку приводимых фактов, — и тем более обязывает его не говорить ничего, кроме истины». Эти строки принадлежат блестящему популяризатору естествознания Клименту Тимирязеву.

Неизмеримо труднее общедоступно изложить состояние новых, рождающихся областей знаний, когда не только научные друзья и противники законно критически относятся к каждому факту и идее, но когда и сам исследователь, каков бы ни был его темперамент, обязан сочетать смелость мысли, полет научной фантазии с беспощадной придирчивостью к самому себе, я бы сказал, самобичеванием: он должен постоянно от самого себя требовать новой и новой проверки экспериментов и правильности высказанных мыслей.

Проблема фитонцидов — новая, родившаяся в нашей отечественной науке область биологических знаний. Много еще неясного и спорного имеется в этой проблеме. Но жизнь не

ждет. Новой проблемой заинтересовались микробиологи, ботаники, врачи, работники сельского хозяйства, пищевой промышленности.

Очень трудно удовлетворительно изложить состояние этой новой области знания, выделить самое главное, не утонуть в подробностях, сообщить то, что могло бы будить мысль, что безусловно было бы полезно практике уже сегодня.

Если ученый обнаружил новые факты, закономерности в природе, он обязан сообщить о них не только через специальные журналы деятелям науки, но и всем, кто мог бы заинтересоваться ими. Исследователь сам обязан быть популяризатором своих открытий и изобретений. Это — одна из форм отчетности ученых перед своим народом.

Обычно ученые — увлекающиеся люди, и каждый ученый может односторонне и ошибочно оценить те или иные свои наблюдения и эксперименты.

Дальнейшее развитие проблемы фитонцидов безусловно заставит внести поправки в написанное. Я пытался писать так, чтобы новые биологические факты, закономерности и идеи были доступны для размышления и действия каждому врачу, агроному, студенту, каждому колхознику и рабочему.

Наряду с изложением результатов опытов, которые могут быть проведены лишь в специально оборудованных лабораториях, я пытался сообщить такие факты, которые доступны проверке в несложных условиях. Я горячо уверен, что новые явления, обнаруженные во взаимоотношении растений, микробов, животных и человека, удастся все более и более использовать в практике. И может быть у некоторых читателей появятся при чтении книги новые мысли или желания поставить какие-либо опыты в школе, в саду, в поле, в своем доме. Если обнаружены новые явления в природе, мы обязаны использовать их в интересах человека, управлять ими. Таков стиль советской биологической науки — науки Мичурина и Павлова.

В этой книге написано только о том, что делал собственными руками, видел собственными глазами сам автор или что делали сотрудники руководимых им лабораторий и связанных с ним научных учреждений.

Если автору кажется что-либо еще недостаточно обоснованным, читатель найдет соответствующую оговорку, а если автор полностью убежден в приводимых фактах, они излагаются без каких-либо замечаний.

Автор выражает искреннюю благодарность Елене Васильевне Захаровой, много потрудившейся при составлении книги.



ЧТО ТАКОЕ ФИТОНЦИДЫ

Факты — это воздух ученого.

И. П. Павлов



Мы с вами, читатель, вступаем в новую, основанную нашей отечественной наукой область знания. В ней, как и во всякой другой науке, для того чтобы избежать неточных выводов, нужно запастись терпением и изучить много фактов.

Так мы и поступим, а потом уже слепляем обобщения, создадим теорию.

Сорвем листья березы или дуба, черной смородины или апельсинового дерева, иглы лихты или можжевельника, возьмем свежий корень дикого пиона или корневище хрена, плоды черемухи или других растений. Разрежем их, по возможности быстро, на мелкие кусочки и на расстоянии нескольких миллиметров или сантиметров от них поместим каплю воды, в которой находятся одноклеточные животные, видимые, как правило, только под микроскопом. Этих животных называют протозоа — простейшие. К ним относятся амебы, инфузории и им подобные микроорганизмы. Некоторые из них совершенно безобидны для человека и животных, другие же приносят большой вред, вызывая серьезные заболевания.

Для опытов можно взять и безвредные и болезнетворные простейшие, иначе называемые патогенными. Опыты можно поставить по-разному, что видно из приводимых рисунков.

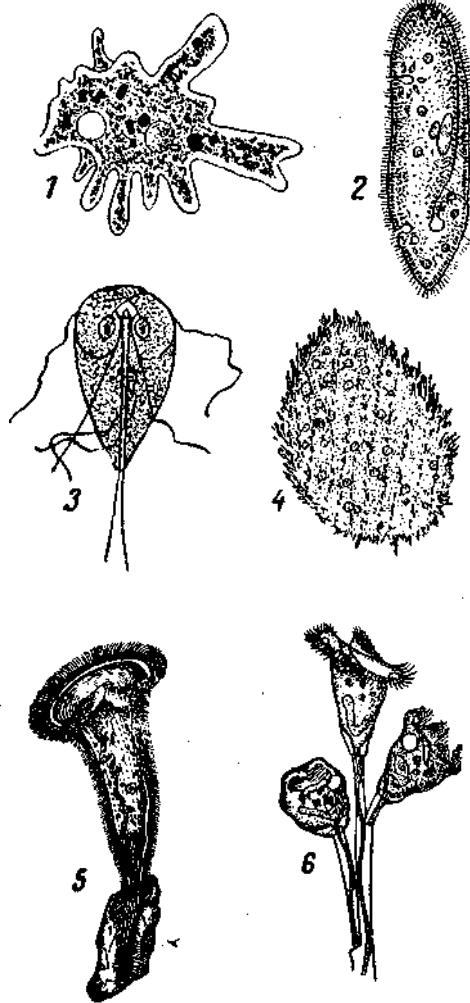


Рис. 1. Некоторые виды простейших:

1 — амеба; 2 — инфузория-туфелька; 3 — болезнетворная для человека инфузория — кишечная лямблия; 4 — паразит лягушки, обитающий в ее кишечнике, — опалина; 5 — стентор; 6 — сувинка

тально, движение бактерий останавливается, хотя жидкость, в которой они находятся, является самой благоприятной для

Опыт свой поставим так, чтобы капля воды с простейшими никоим образом не соприкасалась с растительным материалом (рис. 2).

Через 5, 10, 20 минут все простейшие погибнут.

Это легко обнаружить под микроскопом или, в случае относительно крупных простейших, под лупой — увеличительным стеклом.

Иногда при таких опытах простейшие умирают и в первые секунды. Время, в которое гибнут простейшие, зависит от вида взятого растения, от количества полученного растительного «материала» — кашицы и, как увидим впоследствии, от многих других важных обстоятельств.

Проведем другой опыт. Осенью или зимой на обычной овощной терке натрем хорошо сохранившуюся луковицу чеснока. На некотором расстоянии от полученной чесночной кашицы поместим каплю жидкости, в которой находятся какие-нибудь подвижные бактерии. Эти опыты можно ставить так же, как и опыты с простейшими.

Мы обнаружим изумительное явление: в течение первой минуты, а иногда практически и момен-

их жизни и размножения средой. В такой жидкости, если бы не было по соседству чесночной кашицы, бактерии жили бы многие часы и дни.

Что же случилось с бактериями? Они погибли?

Перенесем неподвижных микробов из этой капли на благоприятные для них питательные среды. Ученые называют это посевом микробов. Если мы сделаем посев через несколько секунд или через минуту после начала опыта, то бактерии нередко еще будут размножаться. Зна-

чит, не все они были убиты, а только, словно парализованные, перестали двигаться. Во всяком случае, результаты таких опытов убедят нас, что не все бактерии погибают за такой короткий промежуток времени.

Продолжим опыт. Пусть капля жидкости с бактериями будет находиться под воздействием чесночной кашицы в течение минут десяти. На какие бы самые благоприятные среды ни посеять теперь бактерии из опытной капли, они не будут размножаться: все они окажутся мертвыми.

Небольшое количество настуртного лука положим рядом со столбиком агара¹ с пивным суслом. На верхней площадке такого питательного для микроорганизмов столбика предварительно посеем одноклеточные организмы — дрожжевые грибки, используемые при хлебопечении или в пивоваренных и винокуренных производствах.

¹ Агар — растительный студень, получаемый из морских водорослей. Растворяется в кипящей воде и застывает при охлаждении в плотную однородную массу. Если вместо воды применить раствор питательных для бактерий веществ, например пивное сусло, то такой агар называется питательным и широко применяется в бактериологии. — Ред.

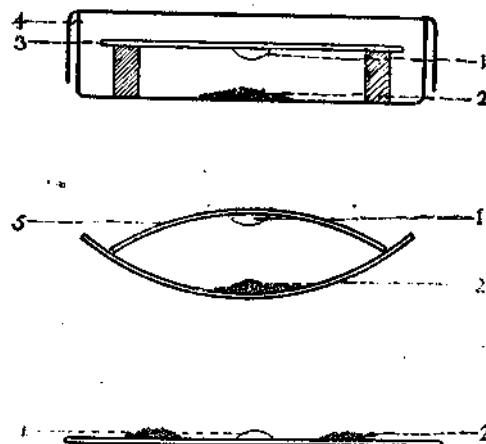


Рис. 2. Схема опытов по влиянию летучих веществ, выделяемых растениями, на протозоя:

1 — капля воды с простейшими; 2 — растительная кашица; 3 — стеклянная пластинка; 4 — стеклянная чашка; 5 — часовые стекла, положенные одно на другое

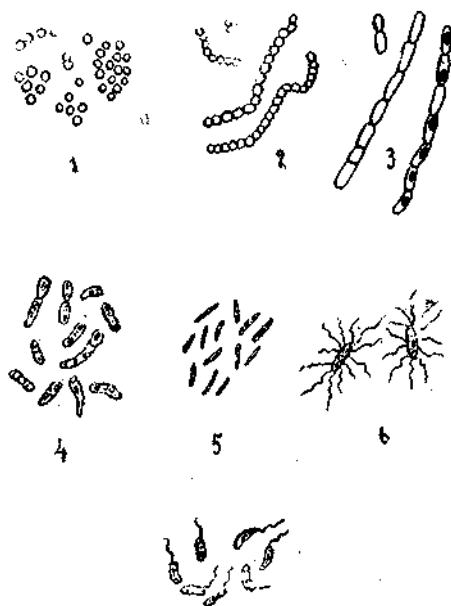


Рис. 3. Некоторые болезнетворные бактерии:

1 — возбудители нагноений; 2 — рожи, 3 — сибирской язвы; 4 — дифтерии; 5 — туберкулеза; 6 — брюшного тифа; 7 — холеры

размножения дрожжей, которые мы взяли с пленки агарового столбика, находившегося под воздействием луковой кашицы.

Мы можем взять для опыта и другие грибки, например вызывающие заразную болезнь картофеля — фитофтору инфектанс.

Мы убедимся, что и этот «картофельный грибок» на разных стадиях своего развития неизменно погибает под воздействием луковой кашицы, находящейся на некотором расстоянии от культуры грибка.

Пройдет 10, 20, 30 минут. Уберем теперь луковую кашицу. Невооруженный глаз не заметит никаких изменений. Не будем, однако, торопливы в своих выводах. Продолжим наблюдения. Пройдут часы.

Теперь мы и невооруженным глазом, а особенно с помощью увеличительных стекол, увидим, что на поверхности контрольного, не подвергавшегося воздействию лука, агарового столбика выросла пышная бархатистая пленка дрожжей, а дрож-

Опыты поставим так, как это изображено на рисунке 4Б. Агаровый столбик и луковая кашица накрыты стеклянным колпаком.

Но можно обойтись и без него, как это показано на рисунке 4А.

В особо удачных случаях не требуется дальнейших специальных опытов, но, чтобы избежать возможных ошибок, лучше не доверять глазу и микроскопу, а продолжить опыт. Посеем теперь в питательные среды пробы дрожжей с контрольного и опытного столбиков. Создадим одинаковые, очень хорошие температурные и иные условия для роста и размножения этих микрорганизмов. Через сутки убедимся в великолепном росте и размножении контрольных дрожжей и в полном отсутствии роста и

жевая культура на таком же агаровом столбике, но вокруг которого была положена луковая кашица, оказалась погибшей.

Существует в природе много видов плесневых грибков. Все так или иначе знают эти грибки. Каждый из нас не раз наблюдал пушистый налет на фруктах, хлебе, коже и пр. Это белая или серая плесень.

Основные черты строения и способ роста плесени можно изучить и невооруженным глазом. В течение 2—3 дней от начала роста грибка из хлеба, например, вырастает во все стороны большое количество тонких белых нитей.

Множество этих нитей связано между собой; поэтому в хлебе образуется как бы тонкая кружевная сеть. Эта сеть называется мицелием, а нити, из которых она состоит, называют гифами мицелия; те же нити, которые поднимаются вверх, на воздух, и которые видны в виде пушки, называют воздушными гифами.

Они достигают длины 6—8 сантиметров. В ходе развития и роста грибка концы воздушных гифов расширяются, и, наконец, каждый гиф будет оканчиваться маленьким шариком, постепенно темнеющим и затем становящимся черным. Когда такой шарик разовьется и вырастет до своих пределов, то от малейшего прикосновения он лопается. Черные шарики называются спорангиями; они содержат споры (воспроизводительные клетки), которые при подходящих условиях прорастают, образуя мицелий и гифы.

Рис. 5. Плесневый грибок, растущий на навозе:

А — часть мицелия (1) с двумя воздушными гифами (2), оканчивающимися спорангиями (3); Б — споры 1, 2 и 3 — три стадии прорастания спор.

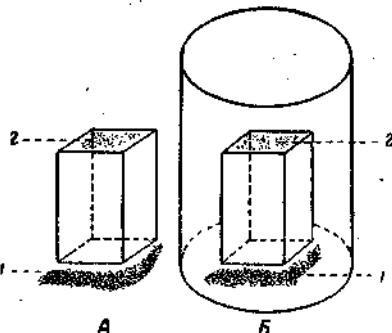
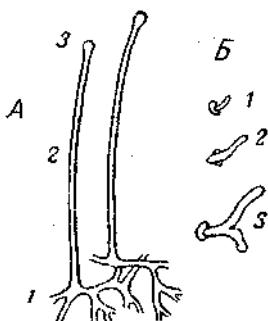


Рис. 4. Влияние летучих веществ лука на дрожжевые грибки:

1 — кашица лука у основания столбика агара; 2 — дрожжевые грибки, посевные на верхней плоскости агарового столбика



Проведем с каким-либо плесневым грибком опыт. Возьмем стеклянную чашку, называемую чашкой Петри и обычно употребляемую специалистами по микробам. Это — чашка с крышкой; высота чашки 2—3 сантиметра, а диа-

метр 10—15 сантиметров. В чашку наливается расплавленный агар с питательной для плесневых грибков средой. Агар застывает тонким слоем в 4—5 миллиметров.

Теперь можно равномерно по всей поверхности агара посеять две-три тысячи спор плесневого грибка, например черного аспергилла. Этот плесневый грибок очень удобен для подобных опытов.

На крышку чашки положим 1 грамм мелко изрезанных недавно сорванных листьев черемухи или лавровишины, или раздавленных семян растения борщевика. Опрокинем теперь чашку с агаром и введем ее в крышку. Чашка будет поставлена «вверх дном», а раненые листья черемухи или других растений будут «смотреть» на посевные споры. В зависимости от того, какое растение взято, в больший или меньший промежуток времени мы заметим, что прорастание спор замедляется или прекращается вовсе. Растение на расстоянии нацело убивает их.

Особенно наглядно противогрибковое действие многих растений проявляется при следующей постановке опытов. Равномерно засеем, как это мы уже делали, в чашку с агаром споры грибка. Спор возьмем столько, чтобы, спустя день, другой, третий, вся поверхность могла оказаться покрытой прекрасным черным «бархатом». Такое впечатление создают многочисленные спорангии.

Итак, споры посевны. Тотчас после этого в центре чашки каким-либо обеззараженным от бактерий и грибков орудием, например пробочным сверлом, сделаем «колодец», в который поместим четверть грамма полученной на терке чесночной кашицы. Чашку поставим в термостат, в котором поддерживается постоянная температура (28°).

На следующие сутки будет отчетливо виден рост плесневых грибков. В контрольной чашке, в которой не было чесночной кашицы, мы увидим равномерный рост грибков по всей поверхности. В опытных чашках с «колодцами», в которых находится чесночная кашица, прорастание спор происходит лишь на окраине чашки, на некотором расстоянии от «колодца». Вокруг колодца неизменно получается, как это принято говорить в специальных работах, стерильная зона, то есть такое пространство, в котором совершенно не обнаруживается роста грибков.

Выходит, что помещенная в «колодец» чесночная кашица в количестве всего четверти грамма мешает прорастанию спор или убивает их.

Много интересных подробностей выяснили ученые. Так, через двое-трое суток при указанных условиях опыта мы увидим на периферии черную бархатистую пленку, что сви-

действует о том, что жизненный путь грибков завершен, в спорангиях снова образовались споры. Вокруг же «колодца» с чесноком мы увидим, как уже говорили, стерильную зону. На самой границе между этой стерильной зоной и черной бархатистой пленкой отчетливо видна белая «каемка» — здесь узкой полосой проросли грибки, образовался мицелий и гифы, но споры не образуются, получается бесспоровая зона.

Весь последовательный ход роста грибков в контрольной и опытной чашках заснят на киноленте.

На рисунке 6 даны фотографические снимки с некоторых заключительных частей такой картины.

Фотографический снимок справа дает представление об опыте, проведенном несколько иначе. Здесь не делался «колодец» и в центр чашки не помещалась кашица чеснока. После равномерного по всей поверхности посева спор черного аспергилла на чашку, с края ее, наносилась капля сока из чеснока; чашка тотчас наклонялась; капля, стекая, образовывала «дорожку». На вторые-трети сутки мы видим занимательную картину. На дорожке споры не проросли, образовалась стерильная зона, за ней следует бесспоровая зона, где мицелий и гифы проросли, а спорангии не образовались. Наконец, следует полоса с нормально проросшими грибками, давшими

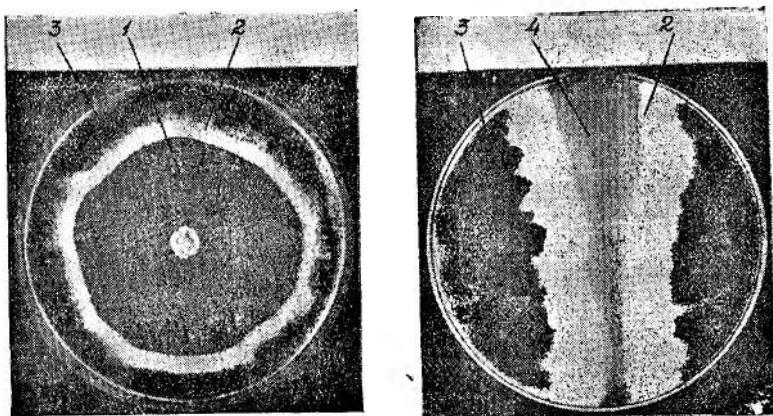


Рис. 6. Действие летучих веществ чеснока на плесневый грибок черный аспергилл:

В центре левой чашки — кашица из чеснока; 1 — стерильная зона; 2 — зона роста гриба без образования спор; 3 — зона роста гриба со спорообразованием; 4 — стерильная зона на месте «дорожки», образованной каплей сока чеснока

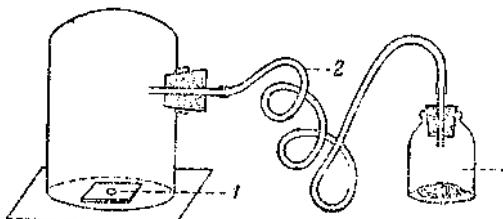


Рис. 7. Опыт, показывающий губительное действие летучих веществ растений на микроорганизмы:

1 — капля жидкости с организмами; 2 — извитая трубка; 3 — склянка с растительной кашицей на дне

ной на дно сосуда в количестве десятой доли грамма, чтобы находящиеся в висячей капле жидкости споры грибка, называемого пенициллиум нотатум, из которого приготавливают прекрасное лечебное средство — пенициллин, совершенно не проросли.

Ограничимся пока этими опытами. Их совершенно достаточно, чтобы сделать следующий вывод: при измельчении разных органов и частей растений создается большая поверхность испарения, и из растительной кашицы выделяются какие-то сильно летучие вещества, могущие убивать грибки, бактерии и протозоа.

Специальными опытами установлено, что из растительной кашицы выделяются именно химические вещества, очень губительные, или, как говорят иначе, очень токсичные для микроорганизмов даже в едва уловимых дозах. Что это действительно химические вещества, а не какие-либо лучи, можно доказать опытом (рис. 7).

В большом стеклянном сосуде с отводной длинной трубкой 2 помещается стеклышко с каплей воды, в которой находятся простейшие (на рисунке обозначено цифрой 1), или чашка с питательным агаром, на котором посевены те или иные бактерии или грибки. Конец длинной извитой трубки соединяется со склянкой 3, в которой помещается источник химических веществ, губительных для микроорганизмов, например, луковая кашица, полученная на терке, или изрезанные, истолченные тем или иным способом листья лавровишины. Через некоторое время мы убедимся, что микроорганизмы будут убиты.

Строгие научные расчеты убедительно говорят о том, что в этом опыте на микроорганизмы действуют сильно летучие химические вещества, выделяемые растительным материалом. Эти вещества проходят по извитой трубке и проникают в

снова споры. Эта полоса, как и подобает в норме, черная «бархатная».

Чтобы составить себе более наглядное представление о противогрибковой мощности чеснока, приведем пример одного из опытов. Оказалось, что достаточно 30—45 секунд воздействия чесночной кашицей, положен-

большой сосуд. Конечно, чем дальше находятся микроорганизмы от источника химических веществ, тем труднее убить их. И дело не только в том, что меньше ядовитых веществ достигнет микроорганизмов, но некоторые вещества, выделяемые теми или иными растениями, при соприкосновении с воздухом могут изменять свою химическую природу и терять или, наоборот, усиливать свои ядовитые свойства.

Можно взять открытую с обоих концов прямую стеклянную трубку длиной 1 метр и с внутренним диаметром до 1,5 сантиметра. У одного конца поместим только что приготовленную на терке луковую кашицу, а у другого конца поместим стеклянную пластинку, на которую нанесена капля воды с инфузориями. Пройдет несколько минут, и все простейшие будут убиты. Если вы, однако, в своих опытах будете удлинять трубку, то можете и не получить ожидаемого результата. Да и при этой и даже меньшей длине трубы вы не получите ожидаемого результата, если попытаетесь убить микроорганизмы летучими веществами, положим, плодов апельсинового дерева, хотя на близком расстоянии эти вещества обладают, как увидим далее, мощным противомикробным действием. Губительные для микроорганизмов летучие вещества, выделяемые другими растениями, изменяются еще более быстро, чем, например, летучие вещества лука или апельсина, да и степень летучести их относительно невелика, так что действие их на микроорганизмы оказывается только лишь тогда, когда последние находятся почти в соприкосновении с растительным материалом.

Токсические вещества для бактерий, грибков и простейших, выделяемые разными растениями, обладают весьма различными свойствами, они заведомо различны по своей химической природе, силе действия и т. д. Одни растения, например можжевельники, выделяют в атмосферу большие количества летучих, токсических для многих микроорганизмов веществ. Другие растения, например, герань, некоторые виды полыни, многие садовые розы, выделяют в атмосферу ничтожные количества летучих противомикробных веществ, но тканевые соки этих растений могут обладать большой микроубивающей силой. Из этого, кстати, видно, что сильно пахучие растения далеко не всегда являются более губительными для тех или иных микробов, чем непахучие.

Большинство растений, повидимому, обладает свойствами выделять и летучие (при комнатной температуре и обычной природной обстановке) и практически нелетучие вещества, замедляющие рост и размножение микробов или убивающие их. Таковы хвойные — сосна, ель, пихта, можжевельник; из листевых деревьев — черемуха, тополь, дуб.

Капля водного настоя из мелко изрезанной хвои ели, прибавленная к капле воды, в которой находятся протозоа, в доли секунды заставит их погибнуть. Тканевые соки аира, шалфея, крушин и многих других лекарственных и нелекарственных растений обладают подобными же свойствами.

Водный настой или отвар из корней лекарственной кровохлебки (лучше осеннего сбора) в течение пяти минут убьет микробов, являющихся виновниками таких заболеваний, как дизентерия, брюшной тиф, паратифы и т. п. Эти удивительные свойства кровохлебки стали известны науке очень недавно.

А вот перед нами черемуха. Мы не раз будем говорить о ней. Черемуха — растение, можно сказать, коварное. В этом мы убедимся впоследствии, а сейчас приведем интересные факты, открытые в последнее время. Отжатый сок из листьев или почек черемухи прекрасно убивает протозоа. Эти же листья или почки выделяют и весьма мощные летучие, убивающие протозоа вещества.

В подходящий сезон года при нормальных условиях жизнедеятельности этого растения листья его выделяют летучие вещества даже в обычном, неповрежденном состоянии. Это, очевидно, общее свойство растений, которое мы далеко не всегда можем доказать. Еще не найдены нами такие химические и биологические способы, которые позволили бы обнаружить небольшие количества летучих веществ. Дело осложняется еще и тем, что эти способы обнаружения должны быть очень быстрыми, так как летучие вещества многих растений крайне неустойчивы. Не решен вопрос о том, какие растения выделяют летучие вещества, не будучи поврежденными. Дело в том, что совершенно неповрежденных растений в природе, в сущности, никогда не бывает, и не так-то легко, как это может показаться, иметь для опытов неповрежденный растительный материал.

Ветер «бьет» листья, ударяются друг о друга ветви; наносятся раны, которые не видны простым глазом, листья могут опадать и ветви могут ломаться. Ранят листья насекомые, которые их грызут, и птицы. Если в тканях растений размножаются паразитические грибки или бактерии, это тоже вызывает своеобразные ранения. Точные исследования могут показать, что даже ползанье насекомых по листу вызывает уже некоторые повреждения.

Если учесть и другие, не описываемые здесь возможности ранений в природе, не трудно убедиться, какое огромное количество летучих веществ выделяется в атмосферу растениями только при ранении их. Вспомним, какую огромную поверхность имеют десятки тысяч листьев, скажем, многолетнего дуба или сотни тысяч, даже миллионы, игл сосны.



И. П. ПАВЛОВ

Специальными исследованиями доказано, что единичный экземпляр древовидного можжевельника может выделить за один день 30 граммов летучих веществ! Один гектар можжевелового леса может выделить в атмосферу 30 килограммов летучих веществ! Мы можем лишь догадываться о количестве летучих веществ, выделяемых в хвойных и лиственных лесах, на лугах, в степях.

В дальнейшем мы будем говорить о том, почему в ходе развития растительного мира выработались такие любопытные свойства летучих веществ и тканевых соков растений, какую роль эти вещества играют в природе.

Читатель убедится, что эти вещества не случайны, что они имеют значение для жизни самих растений, что они, наряду со многими другими свойствами растений, защищают их от вредных бактерий, грибков, простейших одноклеточных организмов и тех или иных многоклеточных организмов, особенно насекомых. Таким образом, вещества эти, будучи разнообразной химической природы у разных растений, обладают общим свойством — они создают невосприимчивость, или, как говорят, природный иммунитет растений к различным заразным болезням.

Эти вещества названы фитонцидами, слово не очень удачное, но в свое время лучшего названия автор открытия придумать не мог, так и вошло оно прочно в науку и жизнь, и нет надобности изменять его. Если вдуматься, многие названия в науке «неудачные», так как ученый, открывая какое-либо явление, на первых порах обращает внимание лишь на одну сторону явления и только впоследствии оно оказывается более красочным, вырисовываются другие его стороны. Так получилось, например, со словом «клетка», «ткани» животных и растительных организмов, со словом «витамины» и другими названиями, не отвечающими действительному содержанию. Живые клетки никогда не бывают пустыми, а многие не имеют даже оболочек. «Ткани» животных лишь по «узору» могут отдаленно напоминать ткани одежды. Поэтому и слову «фитонциды» не надо придавать лишь того значения, какое оно имеет при строгом переводе его на русский язык. Название означает, во-первых, что вещества эти растительного происхождения («фитон» — растение), а во-вторых, что они обладают свойством убивать другие организмы (указание на это дает частичка «циды»). Это правильно, но название ничего не говорит ни о роли в природе открытых веществ, ни о разнообразном применении фитонцидов в практике. Наука обнаружила, кроме того, что летучие фитонциды могут стимулировать, то есть ускорять, рост и размножение тех или иных микроорганизмов.

Летучие фитонциды впервые обнаружены в природе советской наукой в 1928—1930 гг.

Справедливость требует отметить, что, помимо автора этой книжки, пионерами исследований в области фитонцидов явились А. Филатова и А. Тебякина, которые впервые убедительно показали мощные бактериусубивающие свойства фитонцидов пищевых растений в отношении болезнетворных для человека бактерий.

Многие ученые впоследствии вложили немало труда для разработки этой проблемы.

Мои товарищи, сотрудники и ученики обнаружили много интересного в природе. Все то, о чем уже написано и о чем будет сказано далее, принадлежит далеко не только автору этой книги.

Проблема фитонцидов стала достоянием науки, и ею занимаются многие в разных городах нашей страны. В последние годы и иностранные ученые, в особенности американцы, англичане и австралийцы, открывают фитонциды различных растений, однако, большей частью замалчивая первенство русской науки в этой новой проблеме и давая им свое неправильное название «антибиотики», что значит «противожизненные вещества». Да, фитонциды любого растения являются губительными веществами для соответствующих организмов, но они имеют большое жизненное значение для самих растений. А об этом никакого намека не дает название «антибиотик», так же как оно ничего не говорит о растительной природе этих веществ. «Противожизненными» веществами являются, например, серная кислота, цианистый калий, значит, и они — «антибиотики». Но слово «антибиотик» вошло прочно в медицинскую науку и нет надобности его выбрасывать. Только приходится всегда отдавать себе отчет в том, что фитонциды любого растения обладают антибиотическими свойствами, но далеко не всякий антибиотик является фитонцидом, то есть играет защитную роль для растения в борьбе против микрорганизмов и могущих оказаться для него вредными многоклеточных организмов.

* * *

Красочен и разнообразен растительный мир. Нам известны сотни тысяч видов, разновидностей, сортов растений, и все они обладают фитонцидными свойствами. Это явление свойственно всему растительному миру.

Одни растения вырабатывают преимущественно сильно летучие фитонциды, другие—мало летучие; фитонциды разных

растений обладают разной мощностью, различен и их химический состав. Фитонциды одних растений обладают бактерицидными свойствами, то есть могут убивать бактерии. Фитонциды других растений обладают бактериостатическими свойствами, то есть не убивают, а только задерживают рост и размножение микроорганизмов.

Фитонциды различных растений — это не одно какое-либо вещество, а множество самых разнообразных.

Фитонциды чеснока, взятые в определенных количествах, убивают некоторые подвижные бактерии, а фитонциды родственного растения — лука, взятые в таких же количествах, не убивают их. Фитонциды лука убивают вне организма туберкулезную палочку и в то же время бессильны в отношении некоторых бактерий и грибков, вызывающих заразные заболевания у лука. Фитонциды прибрежно-водного злакового растения манника убивают некоторые многоклеточные организмы в течение секунд, а простейшие умерщвляются ими нередко лишь через многие часы.

Возвратимся к свойствам фитонцидов убивать одноклеточные организмы — протозоа. Эти свойства мы будем впредь называть протистоцидными.

Как много растений изучено в этом отношении? Только одной нашей лабораторией обнаружено более 500 видов растений, летучие фитонциды которых обладают протистоцидными свойствами. И деревья, и травы, и кустарники обладают этими свойствами. Среди протистоцидных имеются кормовые и ядовитые для животных растения, растения съедобные для человека и сорняки — обитатели Крыма, Кавказа, Индии и сибирской тайги, Алтайских гор и болот Ленинградской области.

На основании многочисленных исследований можно сделать общий вывод: повидимому, большинство растений при ранении их может выделять протистоцидные вещества большей или меньшей мощности.

На странице 19 мы приводим примеры из различных растительных семейств, причем укажем и время, которое требуется для умерщвления протозоя, если поместить их на определенном расстоянии от только что приготовленной растительной кашицы.

Приведенные цифры имеют значение лишь для сравнения протистоцидной силы разных растений в отношении одних и тех же простейших.

Если бы мы взяли для опыта другие простейшие, например разные виды инфузорий, мы получили бы другие цифры.

Протистоцидные свойства летучих фракций фитонцидов

Название растения	Сколько минут требуется для умерщвления протозоя
Береза бородавчатая	20—25
Граб европейский	7
Клен сахарный	4
Клен татарский	20
Самшит кавказский	45
Кипарис траурный	7
Кипарис душистый	25
Кипарис вечнозеленый пирамidalный	6—15
Тис ягодный	6
Дуб коккоцветный	5
Дуб пушистый	6
Каштан калифорнийский	5
Орех грецкий	18
Лавр благородный	15
Кедр атласский	3
Сосна кедровая	15
Айва обыкновенная	12
Апельсиновое дерево	5
Мандариновое дерево	5
Лимонное дерево	5
Тополь серебристый	25
Черемуха обыкновенная	5
Акация ленкоранская	30
Можжевельник крымский	5
Можжевельник казачий	10
Жасмин	5
Смородина черная	10
Волудушка кустарниковая	6
Ладошник крымский	73
Редька посевная	1—10
Горчица белая	35
Лук репчатый	2
Чеснок	3
Пион дикий: листья	25
корень	3
Борщевик	9
Томат	35
Мята кедровая	25
Тысячелистник обыкновенный	50

Все приведенные цифры, характеризующие протистоцидную мощность растений, получены в определенных условиях опытов: определенный объем посуды, определенное количество растительного материала, определенный объем капли воды с простейшими и т. д. Если изменять эти условия, то можно бы-

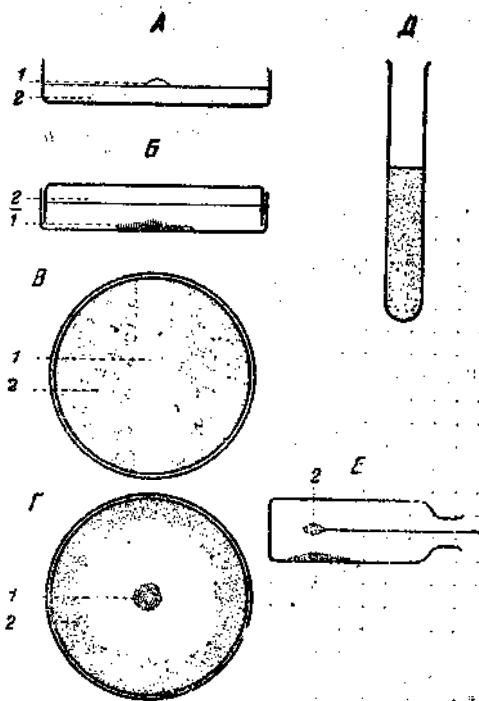


Рис. 8. Схема опытов с бактериями:

А. 1 — капля бактерицидного сока; 2 — питательная среда с посевом бактерий. Б. 1 — растительная кашица; 2 — поверхность питательной среды с бактериями. В.. 1 — фитонцидная «дорожка» на агаре; 2 — посев бактерий на агаре. Г. 1 — «колодец» в агаре, в который помещается растительная кашица; 2 — посев бактерий на агаре. Д — взвесь бактерий в бактерицидном соке растения. Е. 1 — растительная кашица; 2 — платиновая сеточка, на которой находятся бактерии.

длов применялись способы, указанные на рис. 8.

Бактерицидные вещества, убивающие многие бактерии, в том числе и болезнетворные для человека и животных, обнаружены у следующих растений: чеснока, хрена, лука, горчицы, редьки, кровохлебки, помидора, картофеля, моркови, кукурузы, таволги, дикого пиона, ломоноса, красного перца, репея, сахарной свеклы. Алоэ, крапива, можжевельник, иглы и кора пихты, листья дуба, почки берескы, листья и почки черемухи, листья лавровицши и различные части и органы многих других растений обладают бактерицидными свойствами.

стрее или, наоборот, медленнее убить тех же простейших теми же летучими фитонцидами.

Так, мы говорили, что листья апельсинового и лимонного деревьев убивают простейших через 5 минут. Это правильно при определенной постановке опытов. Но, изменяя условия опытов, мы можем убить летучими фитонцидами листьев этих деревьев тех же простейших в секунды или, наоборот, растянуть процесс умерщвления до нескольких десятков минут.

А как обстоит дело с бактерицидными свойствами? И в этом отношении исследовано большое количество растений. Способы исследования у специалистов по микробам разнообразны.

Наиболее часто исследователями в области фитонци-

У нас есть доказательства и тому, что фитонциды выделяются растениями, живущими в воде и по берегам у самой воды. Есть такое растение — синезеленые водоросли. Они живут в пресных и морских водоемах. Встречаются и на берегах рек и озер, и на сырой почве, и на сваях и т. п.

В реке или озере часто можно найти осциллярию, синезеленую водоросль, имеющую нитчатую форму. Как выяснилось из опытов, осциллярия выделяет в окружающую водяную среду вещества (в том числе и летучие), являющиеся токсическими для некоторых микроорганизмов.

Гречиха земноводная, трифоль, озерный камыш, ядовитый вех, хвощ, водяная сосенка и другие подводные, водные, плавающие и прибрежно-водные растения обладают энергичными протистоидными свойствами и так же, как и наземные растения, убивают на расстоянии простейших и другие организмы.

Может быть именно фитонциды водных растений объясняют некоторые загадочные явления, до сих пор еще необъясненные наукой. Вот одно из таких явлений.

Во многих водоемах, в том числе и в искусственных водохранилищах, создаются, казалось бы, великолепные условия для развития бактерий. Бактерии и питательные для них органические вещества постоянно поступают в эти водоемы из воздуха, из донных отложений, из размываемых берегов и сточных вод от населенных пунктов и т. п. Кроме того, здесь развиваются многочисленные растительные организмы — водоросли, живущие в верхних слоях воды во взвешенном состоянии. Совокупность таких организмов называется планктоном.

Ученые доказали, что планктонные организмы выделяют в окружающую среду органические вещества, являющиеся хорошим питательным материалом для некоторых бактерий. Совершенно логично предположить, что в летние месяцы массового размножения водорослей должны создаваться особенно благоприятные условия для размножения попадающих постоянно в воду бактерий. Но это предположение странным образом не оправдывается наблюдениями и опытами. Оказалось, что между бактериями и водорослями существует стихийная борьба, антагонизм: много водорослей — меньше бактерий, мало водорослей — больше бактерий.

В одном из подмосковных водохранилищ в кубическом сантиметре воды в конце лета оказалось огромное количество планктонных организмов — тысячи и десятки тысяч; бактерий же ничтожно мало — десятки или немногие сотни.

Что такое количество бактерий действительно крайне ничтожно, видно из того, что вода, содержащая до 500 микробов (конечно, безвредных для человека), уже считается хорошей, до 1000 — посредственной и лишь при наличии нескольких

тысяч микробов — плохой. В одном кубическом сантиметре хорошего молока находится обычно 30 тысяч бактерий, а в одном грамме почвы — 10—15 миллионов микробов.

Но возвратимся к странному противоречию, которое мы обнаружили в жизни водоемов. Если взять во время большого цветения из водохранилища воду и фильтровать планктон через фильтры с очень маленькими порами или просто прокипятить воду, то мы избавим ее от планктонных организмов. Казалось бы, мы создали тем самым менее благоприятные условия для размножения бактерий, ибо лишили их пищи, которую дают водоросли. Опыт же показывает, что, наоборот, бактерии размножаются теперь, после очистки от планктона, более энергично.

Один ученый поставил следующий опыт. Он взял из водохранилища 50 кубических сантиметров воды и поместил ее в колбочки в два раза большего размера. В другие такого же объема колбочки он поместил такое же количество воды, взятой одновременно из того же водоема. Но эту воду он предварительно отфильтровал, то есть освободил ее от планктона. Потом время от времени он брал из колбочек пробы и засевал их на питательные для бактерий среды. Что же оказалось? Через двое суток бактерий в одном кубическом сантиметре нефильтрованной воды было всего 1100, а фильтрованной — 1 451 000!!!

Трудно объяснить такое странное противоречие иначе чем предположением о выделении многими планктонными организмами фитонцидов, убивающих или тормозящих размножение бактерий. Это предположение очень вероятно, хотя, конечно, еще не может считаться доказанным. Но многое говорит в его пользу. Известно, например, что планктонные организмы могут выделять в окружающую среду вещества, не только губительные для микробов, но отравляющие и животных.

На примере водорослей мы убедились в наличии фитонцидных свойств у так называемых низших растений. К ним относятся, кроме водорослей, слизевики, грибы, лишайники и бактерии. К высшим же растениям относятся мхи, папоротники, хвойные, все цветковые растения.

Если фитонцидные свойства присущи всем растениям, то не должны явиться исключением и сами бактерии и грибки, например плесневые. Так оно и оказалось. Сами бактерии и другие низшие растения выделяют в определенных условиях размножения во внешнюю среду вещества, убивающие другие бактерии и грибки.

Если эти бактерии или грибки — паразиты, то они выделяют и такие вещества, которые изменяют составные части клеток и тканей высших растений и животных.

Среди таких веществ особую известность приобрели вещества, выделяемые плесневым грибком, носящим название пенициллиум нотатум, и вещества, выделяемые бактерией, живущей в почве — бациллой бревис, и, наконец, одним лучистым грибком — актиномицетом. Первое вещество, извлекаемое специальным химическим путем из жидкой среды, в которой растет плесневый грибок, названо пенициллином, второе, — грамицидином и третье — стрептомицином.

Эти препараты получили широкую и заслуженную известность. Они оказались весьма полезными при лечении многих заболеваний, и теперь существуют целые заводы по их изготовлению.

Заводы эти своеобразные. Они представляют собой великолепные «оранжереи» или «теплицы» для взращивания низших растений. Усилия ученых, работающих здесь, направлены на создание самых благоприятных условий для роста и размножения плесневых грибков и бактерий, на создание лучших питательных сред для них, для того, чтобы эти плесневые грибки и почвенные бактерии давали наиболее полноценную количественно и качественно «продукцию», спасающую столько человеческих жизней.

Во время Великой Отечественной войны медицина смело ввела новые антисептики (обеззаражающие от бактерий и грибков вещества) в практику. Интерес к фитонцидам низших растений не ослабевает до сих пор, и ученые ищут новые и новые лекарственные вещества для помощи больному человеку.

* * *

Сколько распространены фитонцидные свойства в мире низших растений? Усилиями главным образом советских ученых — Красильникова, Новогрудского, Имшенецкого, Гаузе и многих других — за последние 15 лет обнаружено огромное количество бактерий и грибков, которые в результате своей жизнедеятельности выделяют во внешнюю среду antimикробные начала, убивающие или угнетающие жизнь других бактерий и грибков — своих противников, конкурентов в стихийной борьбе в природе.

Красильников со своими сотрудниками изучил пять тысяч видов низших растений, которые называются актиномицетами. Из каждого ста видов сорок оказались организмами, выделяю-

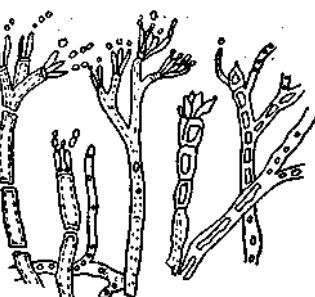


Рис. 9. Плесневый гриб пенициллиум нотатум, который возвращают для производства пенициллина

щими во внешнюю среду фитонцидные вещества, угнетающие рост тех или иных низших растений.

Не надо думать, что каждая бактерия выделяет вещества, угнетающие рост и размножение всех, без исключения, других бактерий. Нет, в развитии живой природы, в ее эволюции этого не могло произойти, и действие фитонцидов низших растений избирательное, так же как и фитонцидов высших растений. Как ни мощны бактерицидные свойства фитонцидов многих высших растений, все-таки есть бактерии, для которых эти растения безвредны.

Это очень интересное и важное явление в жизни природы, во взаимных отношениях микробов, животных, высших растений, и мы на этом вопросе остановимся подробнее.

Пенициллин не убивает, например, дизентерийную палочку, но сильно угнетает рост стафилококков, стрептококков и многих других бактерий.

Грамицидин является ядом для многих других бактерий, но он не причинит никакого вреда туберкулезной палочке. Стрептомицин же, наоборот, убивает туберкулезную палочку, но не убивает некоторые бактерии, весьма нестойкие к грамицидину. Таких примеров можно было бы привести множество.

Одно поколение ученых не сможет изучить фитонцидные свойства всех растений, ныне живущих на земном шаре. Один лишь вид мягкой пшеницы имеет не менее 3 тысяч сортов, один вид картофеля — не менее тысячи, вид яблони — не менее 2 тысяч сортов и т. д. Известно 75 тысяч водорослей, приблизительно столько же грибов и т. д. Поэтому, если быть особенно придирчивым, то никак нельзя утверждать, что всему растительному миру, от бактерий до березы или сосны, свойственны фитонциды, и вопрос этот потребовалось бы переложить на плечи наших потомков.

Но для суждений по этому вопросу уже достаточно материалов и в наше время. Трудно сомневаться во всеобщности этого явления. Но, спрашивается, почему же не всегда ученым удается обнаружить выделение растениями фитонцидов во внешнюю среду? По многим причинам. Во-первых, не обязательно всегда, в любой период своего развития, при любом жизненном состоянии растение выделяет во внешнюю среду фитонцидные вещества. Во-вторых, вообще не обязательно думать, что всякое растение выделяет именно во внешнюю среду вещества, губительные для других организмов. Составные части клеток растений, так называемая протоплазма (в целом), могут обладать свойствами убивать или тормозить рост и размножение тех или иных бактерий, если они входят в соприкосновение с нею. Что же касается тех растений, которые выделяют фитонциды во внешнюю среду, а таких по-

давляющее большинство, то при изучении их могут быть самые разнообразные ошибки у исследователей.

Изучая фитонцидные свойства того или иного растения, исследователи интересуются ими в связи с какой-либо теоретической или, чаще, практической задачей. Врач-специалист по желудочным и кишечным заразным заболеваниям, исследуя какое-либо растение на фитонцидные свойства, интересуется, не убивает ли это растение дизентерийную палочку или другой подобный микроб; если бы заинтересовался этим растением, положим, специалист по болезням картофеля, он не обратил бы внимания на дизентерийную палочку, а посмотрел бы, не убивают ли фитонциды этого растения грибок-фитофтору.

Если при испытании на фитонцидные свойства какого-нибудь растения в отношении определенной бактерии или грибка получен положительный результат, исследователь может быть спокоен. Но если бы испытуемое растение, например плесневый гриб пенициллиум нотатум, оказался небактерицидным в отношении дизентерийной палочки, это еще не означало бы, что он лишен бактерицидных свойств. Так ведь и оказывается на деле. Предположим, что еще неизвестны изумительные фитонцидные свойства лука. Ученый пытается убить этим растением бактерию, которая называется сенной палочкой и... решает: лук не бактерициден или почти не бактерициден, так как получен слабый или отрицательный результат при опыте с сенной палочкой. Это было бы совершенно неосновательно, так как фитонциды лука великолепно убивают многие другие бактерии.

Очень многое зависит, далее, от условий опыта. Как видим впоследствии, выделение летучих фитонцидов у большинства растений очень быстро исчерпывается после измельчения растения. Поэтому нужно опыты ставить с возможно большей быстротой: нельзя терять не только часы, а даже минуты и секунды после срываания растения и получения растительной кашицы. Дело может доходить до курьезов, если забыть об этих и многих других обстоятельствах.

Продукция фитонцидов неразрывно связана с их жизнью. Не безразлично, в какой сезон года ставить опыты, в какую часть дня срывать листья. Очень важно, большое или здоровое растение испытывается и т. д. Если на все это не обращать внимания, то, конечно, легко впасть в ошибку.

При получении в лабораторных условиях фитонцидных веществ, выделяемых теми или иными бактериями и грибками, приходится сталкиваться с вопросом: в какой питательной среде лучше всего выделяет исследуемый микроорганизм анти-mикробные вещества. К тому же мы еще не знаем, как в раз-

ных случаях химическим путем извлекать фитонцидные вещества из растений, которыми столь щедро одарила нас эволюция природы. Еще не известно, является ли пенициллин фитонцидом того растения, от которого он получен. Возможно, что фитонцидные вещества плесневых грибков богаче, красочнее, мощнее, чем определенным образом извлекаемые из него те или иные лекарственные вещества. Пенициллин может оказаться лишь частью совокупности веществ, имеющихся в живом растении, притом сильно измененной химически.

* * *

Мы познакомились с некоторыми фактами мощного бактерицидного, протистоцидного и противогрибкового действия фитонцидов. Многим казались на первых порах невероятными бактерицидная мощность фитонцидов, скорость распространения летучих фитонцидов в воздухе, быстрота их проникновения сквозь поверхностные слои клеток и т. д. Вспомним туберкулезную палочку. В высохшей мокроте этот микроб остается жизнеспособным от 3 до 8 месяцев; такие испытанные антисептики, как карболовая кислота в 5-процентном растворе или сулема в полупроцентном растворе, убивают туберкулезную палочку лишь через 12—24 часа. В течение 10—30 минут этот микроб не убивается в 10—15-процентном растворе серной кислоты. Конечно, достойно удивления, что такой стойкий микроб убивается вне организма в первые же пять минут фитонцидами чеснока!

Нет ли в этом чего-либо таинственного, сверхъестественного? Пока явление до конца не разгадано, оно кажется таинственным. Но это не более таинственно, чем, положим, действие синильной кислоты или гашиша на человеческий организм, чем роль витаминов в организме и т. д. Тысячелетия были известны не менее «тайные» факты с луком и до открытия фитонцидов, только эти факты привлекались и не останавливали на себе широкого внимания.

Разве те слезы, которые проливает домашняя хозяйка при натирании на терке лука, менее таинственны, чем быстрота умерщвления луком каких-либо бактерий? «Плач» хозяйки вызывается тем, что летучие вещества лука исключительно быстро распространяются и вызывают ответную реакцию — выделение слез. Или вспомним быстроту действия горчичников. Нас не удивляют эти обыденные факты. Известие же о быстром действии фитонцидов на первых порах вызвало сомнения даже у высококвалифицированных химиков. Между тем как раз химикам предстоит снять «покров тайны», окутывающий новую главу науки — фитонциды, снять в интересах теории и в интересах практики здравоохранения, ветеринарии,

растениеводства и многих других областей человеческой деятельности.

В настоящее время мы знаем еще очень мало о химии фитонцидов как высших, так и низших растений. Более по-счастливилось бактерицидным препаратам — пенициллину и грамицидину. Без преувеличения можно сказать, что целая армия химиков атакует плесневый грибок — пенициллиум и микроскопическую почвенную бактерию — бациллюс бревис, из которой получен грамицидин. Фитонциды этих организмов выделены в кристаллическом виде, с большой достоверностью определена химическая природа этих целебных веществ. Грамицидин оказался веществом, принадлежащим к так называемым полипептидам (веществам, близким к белкам). Химическая природа пенициллина так же известна, и в настоящее время химики заняты уже синтезом его в лабораториях. Это — огромные завоевания науки.

Гораздо менее разработана химия фитонцидов высших растений и особенно их летучих фракций. Пионерами в исследовании химии фитонцидов высших растений являются советские ученые. Обстоятельные работы начаты в отношении фитонцидов лука и чеснока. И. В. Торопцев и И. Е. Камнев выделили бактерицидный препарат из чеснока в виде порошка и растворов. Т. Д. Янович получила экстракт из чеснока — сативин, привлекший внимание многих врачей. Характерно, что американцы лишь в 1944—1945 годах попытались извлечь из чеснока бактерицидный препарат. До сих пор исследователям удалось выделить лишь часть действительных бактерицидных начал, имеющихся у чеснока. Химический состав фитонцидов чеснока и лука еще точно неизвестен. Выяснено только, что действующие бактерицидные вещества не белковой природы. По данным И. В. Торопцева и И. Е. Камнева, фитонциды чеснока по своей химической природе близки к глюкозидам, к веществам, сильно распространенным в растительном мире.

Фитонциды по своему составу могут быть и более сложными. Во всяком случае, известно, что фитонциды чеснока и лука не представляют собой лишь одно соединение: они могут быть и комплексом веществ. «Соки» чеснока и лука, нелетучие при комнатной температуре, отличаются по составу от летучих фитонцидов этих же растений. Менее всего известна химия летучих фитонцидов. Хотя в отношении состава фитонцидов у нас имеются лишь более или менее обоснованные догадки, одно ясно — химия фитонцидов разных растений весьма различна. Мы судим об этом по их разному биологическому действию на микро- и макроорганизмы¹.

¹ Под макроорганизмами понимаются все растения и животные, помимо микробов.

Исследование состава летучих фитонцидов привело к заманчивой мысли — сравнить их с эфирными маслами растений. Автор в первый год исследования был уверен в необходимости отождествления летучих фитонцидов с эфирными маслами. Впоследствии оказалось, однако, что летучие фитонциды и эфирные масла — совсем не одно и то же, хотя по происхождению они и могут быть связаны с ними.

Полученные различными способами эфирные масла, конечно, не являются той совокупностью веществ, которые выделяются живым растением. Не случайно, что эфирные масла ядовиты в отношении тех растений, из которых они выделены.

Точно так же полученные различными иными путями бактерицидные начала из низших и высших растений вряд ли могут быть целиком отождествлены с той совокупностью бактерицидных веществ, которые вырабатываются в ходе жизнедеятельности растения. Все это в большей или меньшей мере «изуродованные» фитонциды. Тем интереснее напомнить некоторые данные о бактерицидных свойствах эфирных масел растений. Эти свойства уже давно были известны, но им не придавалось того значения, которое они имеют.

Известны были бактерицидные свойства эвгенола, ванилина, розового, коричного, гераниевого и других масел. В России в 80—90 годах прошлого столетия в большом ходу была стерилизация кетгута (нитки животного происхождения, используемые в хирургии) эфирными маслами хвойных растений. В лаборатории автора проведены многочисленные опыты, выясняющие, действуют ли эфирные масла на микроорганизмы на расстоянии, то есть убиваются ли микроорганизмы парами эфирных масел.

Опыты показали, что пары эфирных масел успешно убивают микроорганизмы. Пары эфирного масла растения душицы прекращают движение инфузорий в течение 1,5—2 минут. Пары эфирного масла серой полыни убивают инфузории через 30—60 секунд; бородавковой травы — через 1—1,5 минуты; змееголовника и иссопа — в первые же секунды. Пары эфирных масел некоторых растений прекрасно убивают тифозные и дизентерийные микробы.

Не будем далее углубляться в область химии. Будем надеяться, что в ближайшем будущем химики, исследуя фитонциды, сделают много полезного для медицины, ветеринарии и сельского хозяйства.

* * *

Перед началом этой главы мы вспомнили замечательные мысли нашего великого естествоиспытателя Ивана Петровича Павлова: «Факты — это воздух ученого». Это звучит как запо-

ведь для нашего и всех будущих поколений ученых. Приятно сознавать, что можно быть совершенно спокойными и автору и читателю за точность и обилие полученных многими исследователями фактов в области фитонцидов. Мысль читателя конечно может спешить получить ответы на многие возникшие вопросы, связанные с пониманием роли фитонцидов в самой природе, с значением открытия фитонцидов для науки, медицины, для промышленности. На некоторые из этих вопросов мы будем пытаться дать ответ уже скоро, но центрального биологического вопроса — о значении фитонцидов для жизни самих растений — мы коснемся, однако, нескоро, только тогда, когда будем располагать гораздо большим количеством фактов о свойствах фитонцидов, чем располагаем сейчас. Но мы сознательно забежим все же вперед и в предварительной форме выскажем одно очень ответственное предположение. Читатель же, идя с нами далее, изучая страницу за страницей, сможет сопоставлять факты, строить предположения и решить, соглашаться или не соглашаться с выводами автора, которые будут сделаны в заключительных страницах книги.

Если бы фитонциды были обнаружены лишь в порядке исключения, на одном-двух растениях, они не представляли бы особого биологического интереса.

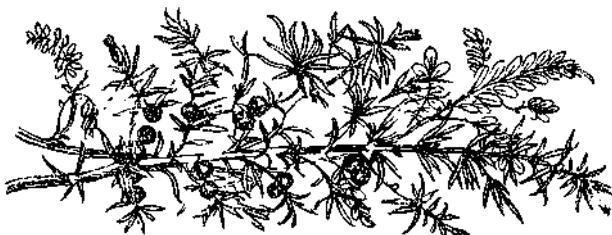
Чем же объяснить такую «щедрую расточительность» растительного мира?

Создана гипотеза, делающая попытку на основе мичуринского учения объяснить, почему фитонцидные свойства появились в ходе эволюции растений и какова их роль в природе.

Любое растение, будь то плесневый грибок или береза, бактерия или дуб, в ходе своей жизнедеятельности вырабатывает вещества — фитонциды, помогающие ему, наряду с многочисленными другими приспособлениями, бороться против бактерий, грибков и могущих оказаться для него вредными тех или иных многоклеточных организмов. *Фитонцидами*, образно говоря, *растение само себя стерилизует*.

Таким образом, под фитонцидами мы условимся понимать вещества растений разнообразной химической природы, обладающие свойствами тормозить развитие или убивать бактерии, простейшие, грибы и те или иные многоклеточные организмы и имеющие, повидимому, важное значение в предохранении растений от заболеваний, то есть играющие важную роль в естественной невосприимчивости к заразным заболеваниям, иначе, в иммунитете растений.





КАК УМИРАЮТ МИКРООРГАНИЗМЫ ПОД ВЛИЯНИЕМ ФИТОНЦИДОВ

...Недаром растительный мир, столь богатый фитонцидами, в общем несравненно реже животного страдает бактериальными болезнями. Летучие фитонциды — это, так сказать, первая линия обороны, соки — вторая.

Б. М. Козо-Полянский



Мы с вами, читатель, имеем представление о протистоцидной силе летучих фитонцидов разных растений. Одни убивают простейших в течение многих минут, другие (при тех же условиях опыта) — за несколько секунд. Это относится и к вредным и к безвредным простейшим.

Среди неспециалистов, да и среди некоторой части врачей и биологов, распространено ошибочное мнение о «нежности» одноклеточных организмов, о том, что они погибают от самых незначительных воздействий различных вредных влияний внешней среды. С другой стороны, имеются и преувеличенные представления об исключительной стойкости (по сравнению с ними) бактерий.

Эти мнения, имеющие некоторое основание лишь в отдельных случаях, простительны для неспециалистов, но они не могут принести пользы науке и практике. Вопрос не так прост. Понятия «нежность» и «грубость» мало подходят и к микроорганизмам, и к многоклеточным животным, и к растениям.

Есть такой паразитный червь — аскарида. Различные виды ее паразитируют в кишечнике человека, лошади, собаки, свиньи, кошки. Яйца аскарид, видимые под микроскопом (и в

виде точек без микроскопа), прекрасно развиваются в концентрированном медном купоросе, в 2-процентной соляной кислоте и многих других веществах, которые даже в небольших количествах являются смертельными ядами для человека и млекопитающих животных. Между тем эти микроскопические яйца очень «нежные», никакой «брони» они не имеют.

Некоторые паразитирующие у человека и животных болезнестворные протозоа так же стойко переносят воздействие веществ, крайне ядовитых для многих животных. Так, летучие фитонциды некоторых растений убивают в течение нескольких минут лягушек, но они не убивают в течение многих часов такие «хрупкие организмы», как инфузории.

Есть растения, летучие фитонциды которых убивают в 2—5 минут мышей, а «нежные» инфузории погибают от них лишь через 2—3 часа.

Ядовито ли данное вещество или безвредно для той или иной бактерии, протозоя, грибка или иных организмов, зависит от того, вступает ли в какие-либо реакций это вещество с веществами организма, затрагиваю ли эти реакции жизненно важные органы и отправления, например дыхание.

Есть бактерии, которые, подобно людям, без кислорода обходиться не могут. Но есть такие, для которых кислород является ядом: у них по-иному происходит дыхание, и при наличии кислорода в окружающей среде они погибают. Развитие живой природы, ее эволюция, идет не по какому-то шаблону, а очень разнообразно. В ходе эволюции, за тысячи и сотни тысяч лет, создавались простые, а иногда и очень сложные взаимоотношения между растениями, животными, бактериями. Это — отношения сожительства, «вражды», «нейтралитета», паразитизма и т. д.

Вдумаемся в такие явления. Известно, что туберкулезная палочка — микроб, очень стойкий к различным вредным воздействиям. И эта «стойкая» бактерия в течение 3—5 минут погибает от летучих фитонцидов обычных растений! Туберкулезная палочка великодушно приспособилась к клеткам и тканям легких человека и обезьяны. А попробуйте вприснуть под кору какого-либо дерева большое количество туберкулезных палочек. Никакого заболевания растения это не вызовет. Рана заживает, и внесенные бактерии могут погибнуть.

Летучие фитонциды чеснока и тканевые соки его убивают в первые минуты стафилококки, стрептококки, брюшнотифозную бактерию, дизентерийную палочку и многие другие микробы.

В полости рта здорового человека, со здоровыми зубами, всегда имеются те или иные бактерии, грибки и спирохеты. Достаточно пожевать в течение двух, трех или даже одной минуты лук или, еще лучше, чеснок, чтобы все микроорганиз-

мы, населяющие полость рта здорового человека, оказались убитыми.

Во время войны в госпиталях летучими фитонцидами лука, выделяющимися из только что приготовленной кашицы, обрабатывали, «оларяли», в течение 8—10 минут долго незаживающие гнойные раны. Гной исследовали на бактерии перед этой процедурой и через 8—10 минут после нее. И в том и в другом случаях делали посев гноя с бактериями на питательную среду. Оказалось, что уже после одного сеанса снижение количества микробов гнойной раны колебалось от 20 процентов до полного исчезновения. Даже гнойная белковая жидкость не оказалась препятствием для летучих фитонцидов лука.

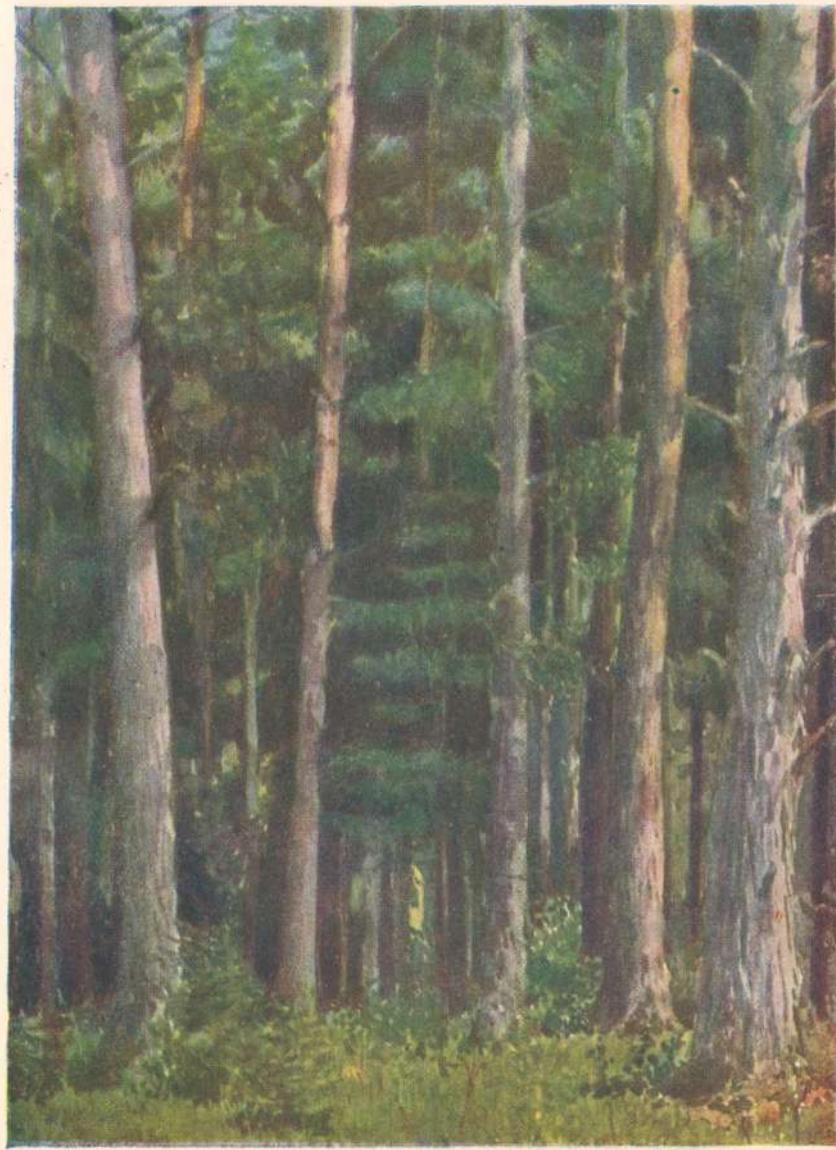
Микробиологи справедливо отмечают: «При стерилизующем действии фитонциды ведут обычно к настолько быстрой смерти бактерий, что это явление можно сравнить с действием высокой температуры». Это утверждение нельзя считать преувеличением.

* * *

Лук и чеснок обладают изумительными бактерицидными свойствами. Однако хорошо известно всем, что эти растения болеют, правда, значительно меньше, чем многие другие растения, причем болезни эти заразные, инфекционные, — они вызываются бактериями и грибками, и заражение может передаваться одним растением другому, так же как больной скарлатиной ребенок может заражать другого.

Ученым пока не удается найти такую бактерию, которая была бы болезнетворной для человека и которую не убивали бы фитонциды чеснока. И в то же время чеснок плохо убивает, а нередко совсем не убивает недавно открытую «чесночную бактерию». При этом бактериальном заболевании у оснований луковиц, сидящих на стебле, появляется вдоль жилки коричневая полоса, постепенно расширяющаяся и распространяющаяся в верх зубка, ткани которого приобретают неравномерную перламутрово-желтую окраску. Можно искусственно заразить луковицы чеснока, если уколоть их иглой, смоченной жидкостью с «чесночными бактериями». В месте укола в ткани через 7—10 дней появляются язвочки. На рис. 10 дан фотографический снимок больных луковиц чеснока. «Чесночная бактерия» оказывается очень стойкой к фитонцидам чеснока, более стойкой, чем туберкулезная палочка.

С другой стороны, фитонциды родственного растения — лука или фитонциды игл хвойных деревьев хорошо убивают «чесночную бактерию». В ходе эволюции «чесночная бактерия» так изменилась, что стала приспособленной к чесноку, и его фитонциды не стали сильным ядом для нее.



Хвойный лес

«...благотворное действие на наш организм соснового бора заключается в частности в выделении фитонцидов».

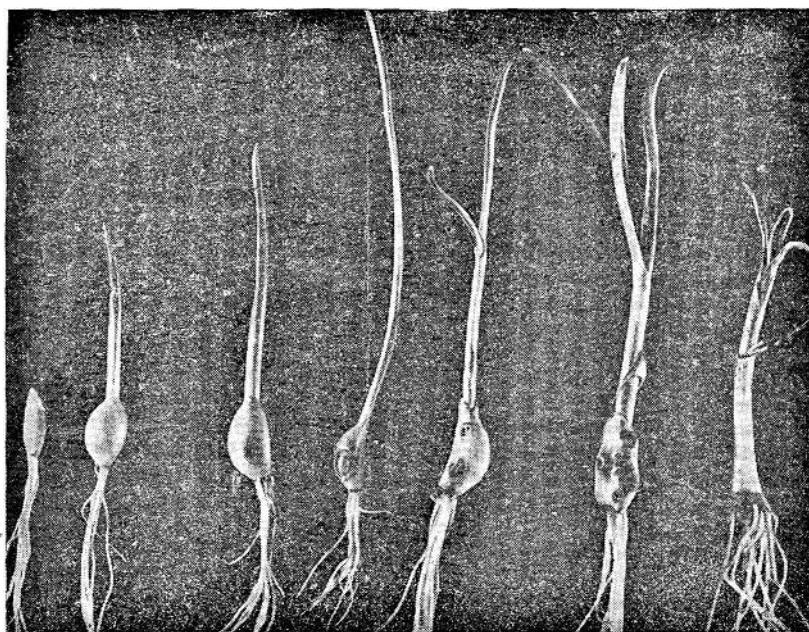


Рис. 10. Пораженные заразной болезнью луковицы чеснока

То же можно сказать о любом растении: фитонциды не убивают (или действуют очень слабо) на те микроорганизмы, которые являются вредными для данного растения. Каждое растение имеет свои заразные заболевания, и, конечно, фитонциды не убивают все бактерии, имеющиеся в природе.

Более того, некоторые бактерии, как это доказал советский ученый Н. Г. Холодный, усваивают в качестве питательных веществ летучие органические вещества, выделяемые растениями. Фитонциды, являющиеся страшным ядом для одних бактерий, могут быть хорошей пищей для других микроорганизмов, приспособившихся к ним в ходе эволюции.

Можно привести много доказательств несостоительности рассуждений о «нежности» и «стойкости» бактерий, грибков или протозоя. Нельзя эти вопросы разрешать упрощенно, нельзя, в частности, утверждать, что протозоя вообще более «нежны», менее «стойки», чем бактерии.

Почему умирают микроорганизмы под влиянием фитонцидов

Как и почему умирают под влиянием фитонцидов бактерии, простейшие и грибки? Вопрос это не праздный, а очень важ-

ный для теории и практики медицины, ветеринарии и растениеводства.

Если наука знает, вследствие каких химических реакций и физических процессов данное вещество убивает тот или иной микроорганизм, это облегчает и борьбу с болезнями и подбор других веществ для борьбы с этим микроорганизмом. Химия начала успешно решать эти вопросы, хотя очень многое в них все еще неясно и спорно. Но оставим в стороне эти спорные вопросы химии и остановимся на более выясненных: какие изменения наступают в строении микробной клетки, какова картина смерти микробов?

По этому вопросу наука располагает обширным и интересным материалом. Здесь ученым помогло и то обстоятельство, что, помимо прекрасных современных микроскопов, мы располагаем очень важными дополнительными способами исследования — киносъемкой. В зависимости от задачи исследования можно заснять документальную картину при различных увеличениях микроскопа и с разной скоростью. Можно «растянуть» во времени какое-либо явление или, наоборот, «сократить» его.

Особым способом замедленной съемки можно получить фильм о каком-нибудь явлении, протекающем сутки, а потом видеть весь этот процесс в 2—3 минуты. Многими возможностями располагает современное научное кино. Ими воспользовались специалисты по фитонцидам и сняли ряд фильмов, о которых мы вскоре будем говорить.

Наиболее ясные материалы о том, как умирают микроорганизмы, получены на протозоях.

Огромный интерес представляет тот факт, что под влиянием фитонцидов одного и того же растения разные виды простейших умирают по-разному.

Есть такая инфузория — стилонихия. Под влиянием летучих фитонцидов лука она распадается на мельчайшие зернышки и даже растворяется. Такое явление микробиологи называют лизисом. Тело инфузории «исчезает». То же происходит с инфузорией, называемой локсадес рострум. В течение 10—15 секунд все ее тело растворяется в окружающей жидкой среде!

В совершенно тех же условиях другая инфузория — спиростомум терес — под влиянием тех же фитонцидов распадается на зернышки, но растворения всего тела не происходит. Эту смерть мы называем зернистым распадом (рис. 12).

Некоторые простейшие под влиянием фитонцидов умирают, сохраняя свое строение, все свои основные структуры — ядро, реснички, благодаря которым происходит движение, и т. д. Более того, эти структуры становятся отчетливее — как бы при умирании закрепляется их строение. Микроорганизм умер,



Рис. 11. Начало умирания сти-
лонихии под
влиянием лету-
чих фитонци-
дов лука. Справа
заметно нача-
ло распада.

но он кажется нормальным. В таком состоянии микроб может находиться час, другой, третий и даже более суток. Затем уже начинает совершаться «саморазложение», очень сложные химические явления распада белков и других соединений. Примером такого явления может служить фиксация структур и последующий распад у инфузории, называемой *опалиной*, паразитирующей в кишечнике лягушки (см. рис. 13).

От чего же зависит форма умирания? Не получается ли различная картина смерти от одного и того же фитонцида в зависимости от количества действующих вредных веществ?

Нет, это предположение неправильно. Можно в одной висячей капле воды иметь одновременно стилюницию, спиростому и опалину. Поднесем к этой капле кашицу из луковицы лука. Инфузории умрут по-разному: одна «исчезнет», другая распадется на зернышки, у третьей же закрепится на несколько часов ее строение.

Не менее интересно для теории и практики и то обстоятельство, что фитонциды разных растений вызывают у одного и того же вида инфузорий различные химические явления, при-

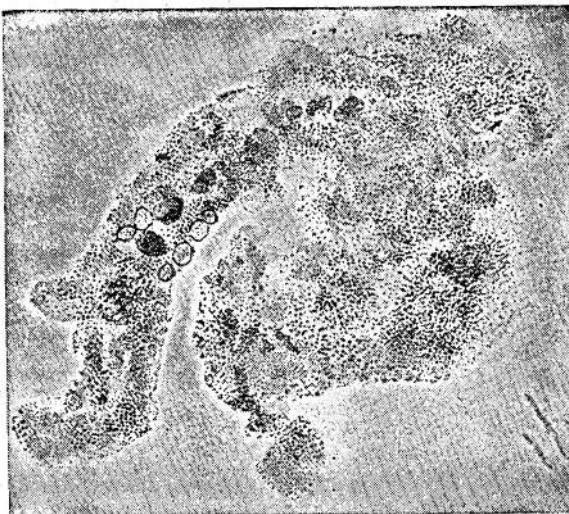


Рис. 12. Зернистый распад инфузорий спиростому под влиянием летучих фитонцидов лука. Слева — нормальная инфузория

водящие их к смерти. Это и понятно, фитонциды разных растений имеют очень своеобразный, отличающийся один от другого состав. Поэтому одни фитонциды могут подавить дыхание, другие — растворить поверхностные слои протоплазмы, третьи — изменить какие-либо важные для жизни составные части протоплазмы — ферменты и пр.

Смерть произойдет во всех случаях, но характер умирания, картина предсмертных явлений будут различны. Грубое подобие этому можно усмотреть и в умирании многоклеточных организмов и даже высших животных, у которых смерть может

наступить от остановки дыхания, от разрыва крупных сосудов и по многим другим причинам. Сколько различно реагирует один и тот же организм на действие различных фитонцидов можно видеть на рис. 14.

Мы сняли под микроскопом кинофильм о влиянии летучих фитонцидов лука.

На рис. 15 представлены фотоснимки с отдельных последовательных картин.

Сначала начинает умирать передний конец инфузории, тот, которым она движется и где имеется ротовое отверстие. Распад тела, начавшийся с переднего конца, быстро распространяется к заднему концу. По всей поверхности тела этой инфузории имеются реснички, благодаря движениям которых движется и вся инфузория. Интересно, что движение инфузории не прекращается до полного ее распада! На рис. 15 буквами Г и Д обозначены снимки с тех «кадриков» фильма, когда от инфузории остаются лишь небольшие участки тела. Они продолжают двигаться, даже более ускорено, чем в норме.

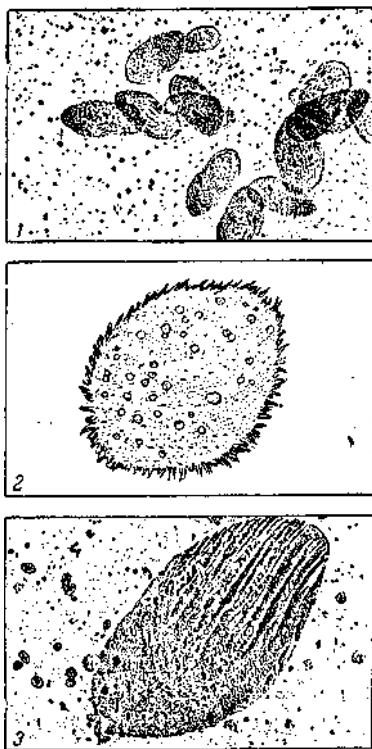


Рис. 13. Фиксация структур у опалины:

1 — фотоснимок с нормальной инфузорией; 2 — инфузория спустя сутки после ее смерти от летучих фитонцидов лука (видны многочисленные ядра, реснички); 3 — начинающийся распад той же инфузории.

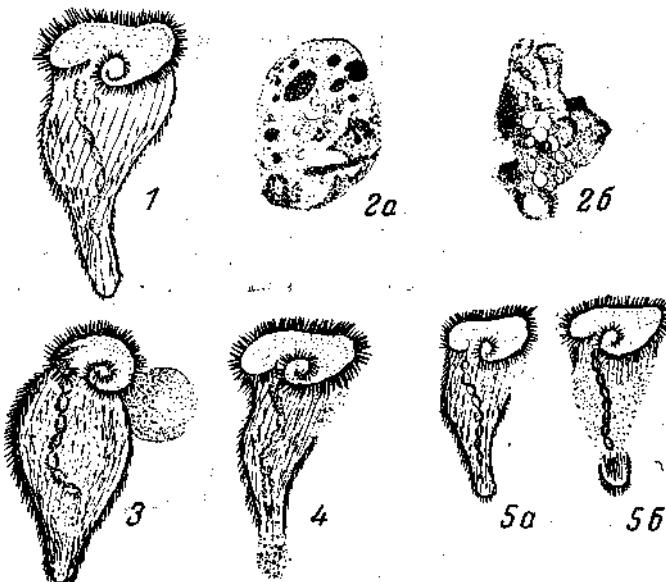


Рис. 14. Смерть трубача под влиянием фитонцидов
 1 — нормальный трубач; 2 a , 2 b — смерть трубача под влиянием летучих фитонцидов лука (последовательные стадии разрушения); 3 — смерть трубача под влиянием летучих фитонцидов кедровой сосны; 4 — смерть трубача под влиянием паров эфирного масла полыни; 5 a , 5 b — смерть трубача под влиянием летучих фитонцидов черной смородины

Еще большего удивления достойно явление, представляющее пока для науки загадку: инфузория почти полностью «исчезает», лизируется. Уже на рис. 15, Е, который представляет один из заключительных «кадриков» кинофильма, видно, что от инфузории остались лишь небольшие количества мельчайших зернышек. Это скорее даже не частички тела инфузории, а различные нерастворимые включения в ее протоплазму.

Апельсин, лимон и мандарин

Для того чтобы рассмотреть подробнее действие фитонцидов на протозоа, можно с одинаковым успехом взять многие растения: дуб, черную смородину, хвойные и т. д. Но мы на этот раз остановимся на цитрусовых.

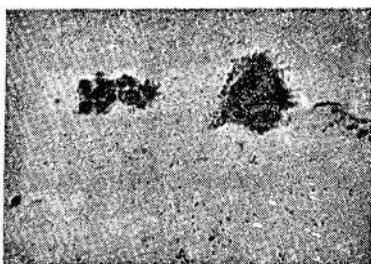
Плоды цитрусовых с давних пор считались полезными для человека. Плоды апельсинового, лимонного и мандаринового деревьев в «народной медицине» разных стран пользовались издавна большим почетом в качестве лекарственных веществ.



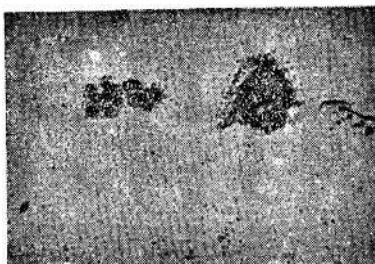
А



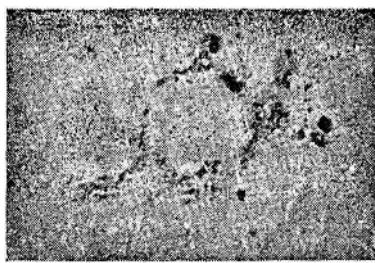
Б



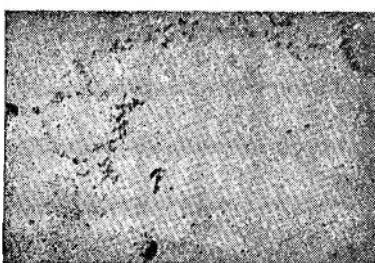
В



Г



Д



Е

Рис. 15. Последовательные этапы умирания стилюнихии под влиянием летучих фитонцидов лука (фотоснимки с микрокинофильма; объяснение см. в тексте)

Еще полторы тысячи лет назад в китайских книгах давался рецепт приготовления чая с лимоном. В XVII веке в Китае лимон применялся как средство для излечения ран и легочных заболеваний. Китайцы много сотен лет назад установили пользу лимона при цынге. В последние тридцать лет благодаря

открытию витаминов догадки народной китайской медицины стали научно обоснованными, и сейчас никто не сомневается, что среди витаминных растений одним из лучших средств против цынги являются плоды лимона.

Научная медицина использует плоды цитрусовых при лечении желудочно-кишечного тракта и дыхательных путей. Использовали плоды цитрусовых для лечения гнойных ран, язв желудка и кишечника, при брюшном тифе и ангине.

В последние годы стали известны фитонцидные свойства цитрусовых. Летучие фитонциды листьев и плодов лимонного, мандаринового и апельсинового деревьев обладают бактерицидными свойствами в отношении многих бактерий, патогенных и безвредных для растений, животных и человека. Фитонциды цитрусовых, в частности, убивают некоторые формы дизентерийных микробов.

Займемся, однако, не бактерицидными, а протистоцидными свойствами фитонцидов цитрусовых.

Возьмем плод лимона, апельсина или мандарина. Острой бритвой срежем приблизительно полусантиметровую «площадку» кожуры. Разрежем этот кусочек на еще более мелкие кусочки или раздавим его в ступке с тем, чтобы создалась большая поверхность испарения. Как и в опытах с другими растениями, поместим полученную растительную кашицу на дне чашки Петри (или в любую другую подобную посуду), а на внутренней поверхности крышки поместим висячую каплю сенного отвара с простейшими, например инфузориями. Все они погибнут. Смерть их наступит в разное время, в зависимости от состояния плодов, степени измельчения материала, объема посуды и т. п. Можно взять такое количество «источника фитонцидов» и создать такие условия, что гибель простейших наступит в первые секунды воздействия; но можно и растянуть их гибель на несколько или даже десятки минут.

Опыты эти очень просты, и каждый, располагая несложным оборудованием, может повторить их.

Поставим теперь следующий опыт. Выдавим в чашку Петри сок из мякоти лимона, апельсина или мандарина (из съедобной части). Так же, как и в предыдущих опытах, поместим на внутреннюю поверхность крышки каплю сенного отвара с теми же видами инфузорий, которые, как мы убедились, очень не стойки к летучим фитонцидам кожуры цитрусовых. Мы обнаружим совершенно удивительное явление: сколько бы мы ни налили сока мякоти плодов, никакого действия летучие вещества сока на инфузории не окажут. Даже через сутки инфузории не погибнут.

Вывод совершенно очевиден: летучие фитонциды мякоти цитрусовых плодов не обладают протистоцидными свойствами.

Но это не значит, конечно, что летучие вещества мякоти лишены совершенно фитонцидных свойств. Нет, они хорошо убивают многие бактерии, в том числе и вредные для человека.

В нашей лаборатории доказано, что уже при 30-минутном воздействии летучих фитонцидов лимонной мякоти на культуру дизентерийной палочки количество выросших колоний достигает всего лишь 28 процентов по сравнению с контрольными чашками, не подвергавшимися воздействию фитонцидов.

Доказано тормозящее действие летучих веществ плодовой мякоти цитрусов на плесневые грибки.

Отмечено совершенно отчетливое бактериоубивающее действие летучих веществ в отношении и других бактерий, например, золотистого стафилококка и бактерий цитрипитеала, вызывающей болезни цитрусовых и других растений.

Итак, небольшие кусочки кожуры лимона, апельсина или мандарина весом в миллиграмм или доли его убивают на расстоянии простейших, а целый стакан только что выжатого сока из мякоти тех же плодов не оказывает на них на расстоянии смертельного действия, хотя и убивает некоторые бактерии.

Возьмем теперь каплю сока мякоти лимона, апельсина или мандарина, соединим ее с каплей сенного отвара с инфузориями. Смерть простейших наступает моментально, в первые доли секунды!

Доказано, что и листья цитрусовых обладают очень мощными летучими фитонцидами и фитонцидными тканевыми соками.

Таким образом, мысль выдающегося советского ботаника Козо-Полянского, которую мы привели в начале этой главы, подтверждается опытами с плодами цитрусовых и другими растениями. В этом случае мы имеем, если можно так выразиться, в пространственном смысле две «линии обороны»: поверхностный слой оболочки плода обладает мощными фитонцидными свойствами — это первая «линия обороны»; не менее мощны и фитонцидные свойства мякоти плода, но они обнаруживаются, в отношении протозоя, лишь при непосредственном соприкосновении с тканевыми соками.

Из воздуха, от птиц и насекомых, да и другими путями, на поверхность растущих и созревающих плодов цитрусовых попадают те или иные микроорганизмы. Их размножение неизбежно будет тормозиться благодаря выделению «цедрой» летучих фитонцидов. Но теми же птицами, насекомыми, ветром плод может быть ранен, и микроорганизмы окажутся не только на кожуре, но и проникнут внутрь. И здесь они встретят вторую, не менее мощную «линию обороны» фитонцидов плодовой мякоти. Очень важно, на какой стадии роста и созрева-

ния берутся плоды для опытов. Накопление и выделение фитонцидов самым близким образом связано со всей жизнью растения. Менее зрелые плоды более противостоидны.

Та же закономерность отмечена и в отношении витамина С. Если в завязи плода имеется 83 миллиграмма витамина, то в таком же количестве (по весу) незрелых плодов — 68, в зрелых крупных плодах — 67, а в перезрелых всего 36 миллиграммов. Связано ли это как-либо с продукцией фитонцидов — неизвестно, вопрос этот еще предстоит разрешить науке. Может быть некоторые витаминные и фитонцидные свойства совпадают или выработка витаминов и фитонцидов имеет одну общую основу в химических процессах, происходящих в протоплазме клеток растений. Медицина и биология хорошо знают важную роль витаминов для человека и сельскохозяйственных животных. Выясняется и роль, которую играют витамины в жизни самих растений: они входят в состав некоторых важных ферментов. Но и здесь, так же как и в учении о фитонцидах, приходится часто строить более или менее достоверные догадки, «рабочие гипотезы», на основе которых можно ставить опыты и разрешать загадки природы.

Если стоять на той точке зрения, что фитонциды — защитники самих растений, считать их эволюционным приспособлением, одним из многих факторов естественной невосприимчивости растений к тем или иным заразным заболеваниям, то все рассказанное нами о цитрусовых дает материал для научной фантазии. В этом случае мы должны ожидать самую большую бактерицидную, противогрибковую и противостоидную активность именно у завязи плода и созревающих плодов. Для созревшего и перезревшего плода апельсина, или яблока, или кизила мощные фитонциды кожуры и мякоти не только не имели бы приспособительного значения, но они играли бы отрицательную роль в сохранении вида.

Стихийное развитие живой природы, само собою разумеется, шло не в интересах человека, а в интересах самих организмов. Для человека было бы, конечно, лучше, если бы и перезрелое яблоко и другие плоды обладали не менее фитонцидными и витаминными свойствами, чем те же плоды в ходе их роста и созревания. Как было бы хорошо для людей, если бы зрелые ягоды крыжовника, помидоры, апельсины, яблоки, огурцы не плесневели, чтобы убивались ими самими все бактерии и грибки, вызывающие распад тканей.

Но что бы случилось с такими растениями в природе без вмешательства человека? Представим себе, что на землю упало созревшее яблоко или апельсин, и что они не гниют, а продолжают выделять мощные фитонциды, убивающие все гнилостные бактерии и плесневые грибки. Для размножения ра-

стений, для продолжения вида нужно, чтобы семена освободились от окружающей мякоти и от оболочек плодов. Выходит, что для растения полезно, чтобы все части плода, кроме семян, теряли свои фитонцидные свойства. Плесневые грибки и бактерии нередко могут выполнить и полезную для растения роль.

Правильны или ошибочны эти соображения — трудно сказать, но фактом остается то, что значительно изменяются фитонцидные свойства плодов в ходе их развития. Это относится, надо думать, и ко многим другим органам растений, например, к листьям. Чтобы у нас не создавалось предвзятое мнения, приведем пример, как будто противоречащий высказанным мыслям.

Листья у цитрусовых осыпаются не только по годам образования, но и по периодам роста — «листья весеннего роста», «листья летнего роста». Вопрос о постепенном нарастании или уменьшении фитонцидных свойств листьев очень сложный. Об этом говорит следующий опыт.

12 марта 1949 г. мы сорвали с лимонного дерева, взращиваемого в комнатных условиях, два листочка — молодой и старый — и испытали их на противостоидные свойства. В условиях наших опытов смерть инфузорий от летучих фитонцидов «старых», но не увядающих листьев наступила через 12 минут. Молодые же листья, сорванные с того же экземпляра растения, вопреки ожиданию, даже через три часа не убили инфузорий!

Казалось бы, с точки зрения предположений о защитной роли фитонцидов «старые» листья должны быть менее фитонцидны. Но, может быть, такое упрощенное представление о большей фитонцидной силе каждого органа в молодом его состоянии не верно. Естествоиспытателю надо каждое явление изучать всесторонне, иначе возможны большие ошибки. Опыт с молодым и старым листом совершенно недостаточен для выводов. Для разрешения поставленных вопросов о защитном значении фитонцидов гораздо важнее опыты не с протозоа, а с грибами и бактериями. Важно, далее, очень пристально изучить каждую подробность. Вы сравниваете, например, действие на расстояние совершенно одинакового количества «каши», полученной, в одном случае, из «старых» листьев, в другом — из «молодых».

Вы хотите решить, где больше фитонцидов. Но если вы не знаете процентное содержание воды в разных листьях, наш опыт не даст точных результатов, так как, например, молодые листья могут оказаться более водянистыми и в грамме этих листьев действительно меньше фитонцидных веществ, чем в грамме «старых», менее водянистых листьев; но это еще не означает, что последние более фитонцидны, чем молодые листья.

Гибель инфузорий от фитонцидов цитрусовых

Мы с кинооператором В. Д. Быстровым сняли научный кинофильм, чтобы узнать подробности умирания инфузорий стентор, или трубача, как ее называют, под влиянием летучих фитонцидов, выделяемых клетками лимонной кожуры.

Съемка производилась таким образом. Под микроскопом помещали стекло, на котором находилась висячая капля воды со стенторами. Капля эта подвергалась «бомбардировке» летучими фитонцидами лимонной кожуры. Под микроскопом производили и съемку.

О чём же рассказывает нам кинофильм?

Трубач — одна из красивейших инфузорий, размером он достигает половины миллиметра и более. В расправленном состоянии длина его тела достигает даже двух миллиметров, а наш невооруженный глаз различает десятые доли миллиметра. Значит, трубач — «огромный» одноклеточный организм. К переднему концу его тела расширяется и образует раструб с «полем», имеющим отверстие. От этого раструба, напоминающего трубу, инфузория и получила свое название. Своим удлиненным узким концом инфузория может прикрепляться к твердым предметам. Все тело ее покрыто ресничками, расположенными продольными рядами. Впереди, «на головном поле», эти ряды проходят кольцами.

Строение стентора очень сложное. Многие ученые называют входное отверстие ртом, говорят о пищеварительной системе, о сократимых, подобно мышечным, волокнах и т. д.

Фильм о смерти стентора под влиянием летучих фитонцидов лимона производит на зрителей потрясающее впечатление. Невозможно кратко описать удивительную, пока совершенно загадочную, с точки зрения химии и физики, яркую динамичную картину изменений, происходящих при умирании стентора. Картина меняется буквально в течение каждой секунды и даже долей ее.

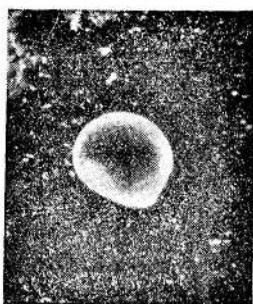
На рис. 16 представлены снимки с отдельных кадров этого фильма. Но они, к сожалению, могут дать лишь слабое представление о бурно разыгрывающихся «событиях».

От начала воздействия фитонцидами (рис. 16, Б) до полного разрушения инфузории прошло 92,5 секунды. На рис. 16, А снят стентор в капле без воздействия фитонцидов (в вытянутом состоянии).

При поднесении источника фитонцидов (кашицы из поверхностного слоя кожуры лимона) стентор немедленно сокращается и становится более или менее правильным шаром. Какие химические процессы разыгрываются при этом, — мы еще не знаем. На рис. 16, Б стентор снят через минуту после



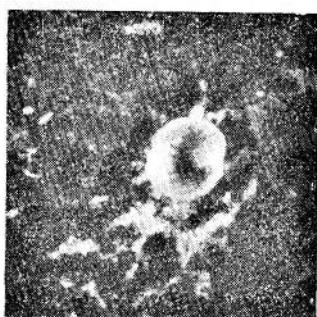
А



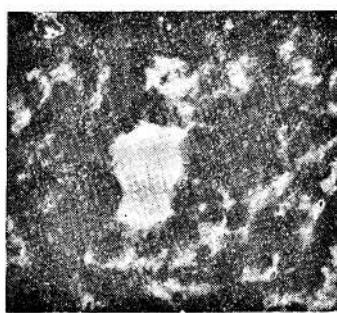
Б



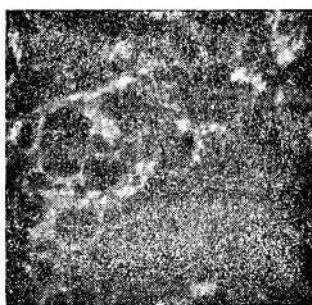
В



Г



Д



Е

Рис. 16. Последовательные стадии умирания стентора

начала воздействия. Намечается явление лизиса (растворения), начинаящегося с поверхности тела.

После этого стремительно развиваются бурные, «драматические» события. Проходит полсекунды. В одном участке совершенно неподвижного шара — инфузории — вдруг делается заметным бурный распад тела. Одновременно инфузория, как ракетный снаряд, устремляется в направлении, противоположном бурно распадающемуся участку тела (рис. 16, В).

На рис. 16, Г снят труп инфузории через 13 секунд после описанной картины. Объем трупа уменьшился по крайней мере в два раза. В окружности, на расстоянии более чем три диаметра оставшегося шара, видны зернышки из распавшейся протоплазмы.

Проходят новые 14 секунд (рис. 16, Д), и почти вся инфузория распадается; на значительном расстоянии мы видим какие-то остатки протоплазмы.

Если исследователь будет далее наблюдать под микроскопом, чтобы выяснить, какова же конечная картина гибели инфузории, то он встретится с совершенно загадочным пока для физики и химии явлением полного исчезновения стентора. От него остается большее или меньшее количество микроскопических, величиной в несколько микронов¹, маслянистого вида шариков. Это, повторяем, загадка, загадка увлекательная, очень важная для науки и практики, ибо мы встречаемся здесь с каким-то особым явлением, объяснение которого помогло бы медицине и биологии понять механизм действия фитонцидов и других ядов на болезнестворные микробы.

Несомненно, что эта загадка уже в ближайшее время будет решена. Пока же можно строить только различные предположения. Маловероятно предполагать, что сравнительно небольшое число молекул летучих фитонцидов, «бомбардирующих» воду с инфузориями, растворяет, да еще в секунды, и белки, и жиры, и углеводы — все вещества, из которых состоит тело стентора. Может быть, летящие в каплю воды молекулы фитонцидов, быстро распространяющиеся в ней и входящие в соприкосновение с телом стентора, ускоряют в десятки, сотни тысяч раз какие-то процессы, могущие протекать медленно и без фитонцидов? Молекулы фитонцидов являются, образно выражаясь, «затравкой» для этих процессов?

Любое явление в природе таинственно только до тех пор, пока оно научно не объяснено. Существуют так называемые катализаторы, ферменты — вещества, которые могут во много раз ускорять медленно протекающие химические процессы. Такие вещества есть во всех животных и растительных организ-

¹ Один микрон равен одной тысячной миллиметра.

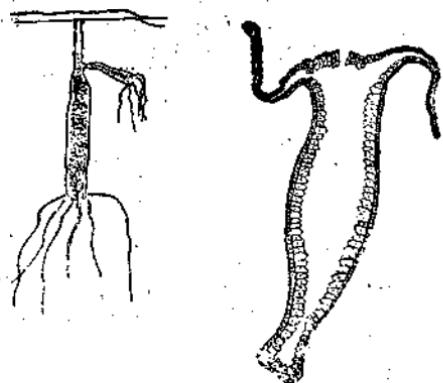


Рис. 17. Гидра

max. Может быть среди группы веществ, из которых состоят фитонциды цитрусовых и других растений, имеются ферментоподобные вещества очень мощного действия? А может быть, разыгрывающиеся процессы при действии фитонцидов связаны с какими-то явлениями радиоактивного распада?

Впоследствии мы убедимся, что фитонциды высших расте-

ний могут оказывать губительное действие и на многоклеточные организмы, вплоть до высших животных. Чтобы получить более полное представление о фитонцидах цитрусовых, приведем один пример их влияния на многоклеточные организмы.

Изберем для этой цели гидру. Гидры живут в прудах, озерах и медленно текущих реках на водяных растениях и камнях. Они настолько «велики», что видны и без микроскопа. Размеры тела их, без щупальцев, от 2 миллиметров до 1,5 сантиметра.

Тело гидры имеет цилиндрическую форму. Конец, которым прикрепляется гидра к твердым предметам, называется подошвой. Подошвой заканчивается так называемый стебелек. Затем следует утолщенная часть тела с полостью, в которой переваривается пища. Эта часть тела носит название желудочного отдела. На верхнем конце находится ротовое отверстие, окруженное 5—8—9 щупальцами — длинными нитями, могущими вытягиваться и сокращаться. Благодаря им гидра втягивает внутрь желудочной полости различную пищу — мелких водных раков, например; гидра состоит из большого количества разнообразных клеток, нервных волоконец, образующих сложную сеть по всему телу. Короче говоря, гидра — животное сложное, хотя и является наиболее просто устроенным по сравнению с другими многоклеточными.

Способом микрокиносъемки удалось проследить все этапы умирания гидры, находящейся в капле воды, на некотором расстоянии от которой помещается источник фитонцидов — кашница из лимонной кожуры. Удивительное явление! В короткое время вся гидра с ее тысячами клеток, за исключением особых,

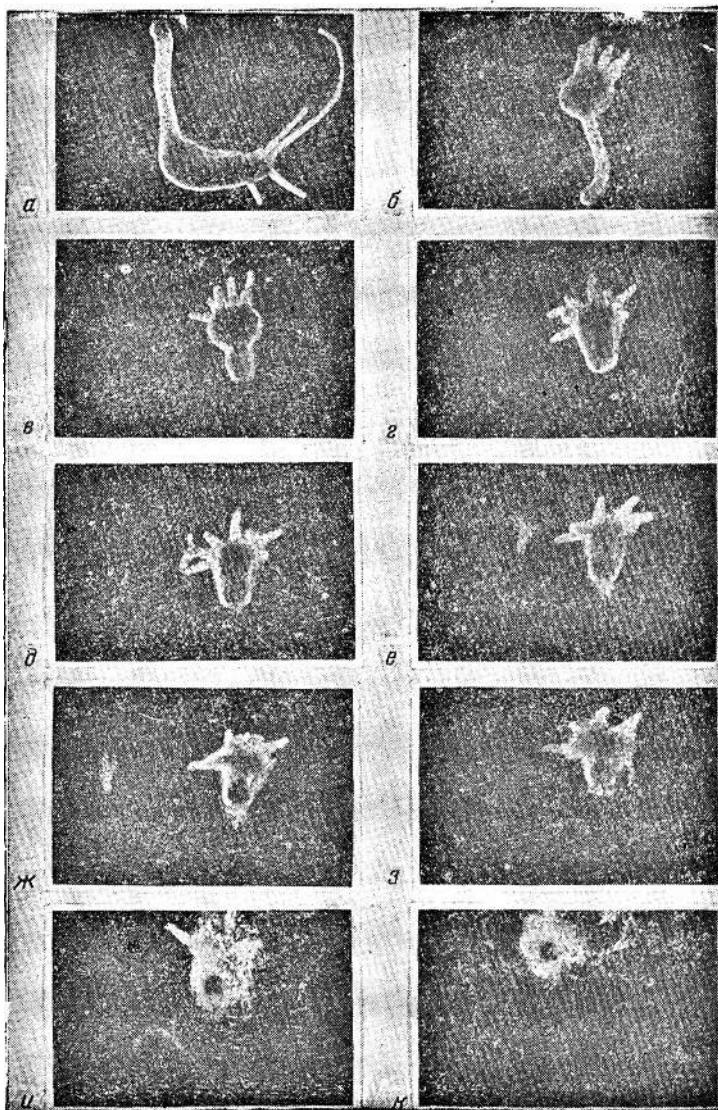


Рис. 18. Последовательные стадии умирания Гидры под влиянием летучих фитонцидов кожуры лимона (фотоснимки с микрокинофильма; объяснение см. в тексте)

так называемых стрекательных капсул и стрекательных нитей, исчезает, исчезает так же, как стентор и некоторые другие организмы.

На рис. 18 *а* сфотографирована нормальная гидра. На рис. 18 *б* — снимок с киноленты через 1 минуту 61 секунду после начала воздействия летучими фитонцидами цитрусовых. Мы видим гидру в сокращенном состоянии. К этому времени концы щупалец начинают заметно распадаться, наружные клетки (так называемая эктодерма) умирают.

Рис. 18 *в* представляет фотоснимок той же гидры через 2 минуты 28 секунд от начала опыта. Здесь уже отчетливо виден распад щупалец, они превратились в какие-то «мохры». Погибшие клетки отторгаются от тела гидры.

На рис. 18 *г* (3 минуты 21 секунда от начала опыта) отчетливо виден распад всех щупалец. К нему присоединяется теперь и начинающийся распад подошвы стебелька. Далее физико-химические события разыгрываются еще более быстрыми темпами. Проходят новые 17 секунд (см. рис. 18 *д*). Отторгаются куски мертвых щупалец. Распадается стебелек, тело гидры разрыхлено, «мохрится», отторгаются отдельные клетки. На рис. 18 *е* и *ж* (через 4 минуты 30 секунд и через 5 минут 5 секунд от начала опыта) видны дальнейшие посмертные изменения. Через 5 минут 31 секунду (рис. 18 *з*), через 6 минут 25 секунд (рис. 18 *и*) и через 7 минут 17 секунд (рис. 18 *к*) от начала опыта распад гидры столь значительный, что взятые отдельно фотоснимки на этих стадиях посмертных изменений, вне связи с предыдущими, ничем не напоминают бывшую гидру. Лишь много изучавший гидру специалист под большим увеличением микроскопа обнаружит стрекательные капсулы и стрекательные нити.

Судьба всех остальных клеток оказывается такой же, как и судьба стентора и других простейших, подвергающихся воздействию фитонцидов лимонного дерева.

* * *

Во всех опытах, о которых до сих пор шла речь, различные органы растений были сильно поранены: их измельчали ножницами и растирали в ступке, натирали на терке. В природе, без вмешательства человека, так сильно растения редко бывают поранены. Но, как мы уже говорили, и в природных условиях могут быть серьезные ранения от дождя, града, ветра, насекомых, грызунов, птиц и т. п. В поле, в лесу, в степи, везде, где есть растения, постоянно выделяются в атмосферу летучие фитонциды. Точно так же и в реках, прудах, озерах, во всех водоемах, где есть растения, могут выделяться фитонциды.

Это ставит перед учеными большое количество новых и новых вопросов. Обязательно ли всегда в природе происходит гибель микроорганизмов под влиянием фитонцидов?

Если на лист лимонного дерева или черемухи, дуба или березы попадет из воздуха та или иная бактериальная клетка, обязательно ли ожидать гибели ее под влиянием выделяющихся фитонцидов? Если около стебля водного растения окажутся инфузории, обязательно ли их погубят фитонциды этого растения?

Конечно, нет, и может быть в большинстве случаев этого не происходит.

Летучие фитонциды и фитонцидные тканевые соки могут тормозить размножение бактерий и грибков, создавать химические условия, препятствующие другим организмам усваивать питательные вещества.

Могут возникать и иные, еще более сложные соотношения между организмами. Растение может выделять во внешнюю среду фитонциды, которые не только не убивают, но, наоборот, помогают микроорганизмам размножаться. Далеко не все бактерии и грибки вредны для данного растения, есть и полезные. Среди этих полезных есть и такие, которые являются противниками других бактерий и грибков, болезнетворных для данного растения, врагами врагов его.

Совершенно очевидно, что деятельность фитонцидов, улучшающих питание, рост и размножение полезных для растений бактерий, играла бы такую же важную роль, как и деятельность бактерицидных и противогрибковых веществ.

Могут быть и иные, еще более сложные отношения.

Мы давно предполагали, что в природе существует так называемый хемотаксис подвижных одноклеточных организмов (бактерий, простейших, зооспор грибков и других организмов) в отношении фитонцидов. Под словом хемотаксис разумеется явление определенно направленного движения организмов на встречу или в сторону от какого-нибудь химического вещества. Движение от химического источника называют отрицательным хемотаксисом, движение навстречу — положительным.

Конечно, ни о каком сознательном действии, ни о каком «выборе» места одноклеточными организмами здесь не может быть и речи. Это физико-химические и биологические явления. Но какое значение имеют эти явления для проблемы фитонцидов?

Представим себе, что на поверхности влажного листа оказалась подвижная бактерия или подвижные воспроизводительные клетки какого-то грибка. Если на листе, на том микроскопическом влажном пространстве, где оказался подвижной микроб, выделяются в ничтожных дозах фитонциды, которые

могут вызвать явление отрицательного хемотаксиса, то это послужит препятствием и хотя бы на очень короткое время помешает непосредственному соприкосновению паразита-микроба с клетками тканей листа. А затем могут вступить в действие и другие защитные «механизмы» растения; в последующие минуты или секунды ветер может сбросить микроскопического врага с листа.

Чувствительность бактерий ко многим веществам крайне велика. Так, одна двухсотмиллионная часть миллиграмма вещества, которое называется пептоном, находящаяся в стеклянной трубочке с микроскопическим диаметром, может вызвать отчетливый хемотаксис у гнилостных бактерий в жидкой среде, в которую опущена трубочка.

Правильность предположения о хемотаксисе микроорганизмов подтвердили опыты. Это еще только лабораторные опыты, и на основании их нельзя полностью решить вопрос о том, что происходит в природе; но они представляют большой интерес.

Работая с инфузориями, мы обратили внимание на любопытное явление: если поднести источник летучих фитонцидов к капле жидкости, то находящиеся в ней инфузории в очень короткий срок меняют направление своего движения: теперь они движутся не передним концом вперед, а задним.

Поставим опыт с фитонцидами цитрусовых. Поднесем к капле воды с инфузориями гляукомами кашицу из листьев апельсинового, лимонного или мандаринового дерева. Под микроскопом видно, как в первые доли секунды инфузории меняют свое движение на обратное.

Поглядим в микроскоп в течение минуты. Если источник фитонцидов не слишком мощный, если инфузории сохраняются живыми, все они совершают свои поступательные движения задним концом вперед, вращаясь одновременно вокруг своей длинной оси и совершая еще третье движение, которое может быть названо воронкообразным.

Удалим теперь стекло с висячей каплей от источника. Через 1, 2, 3, 4 минуты все гляукомы снова начинают двигаться нормально, передним концом вперед. Когда мы в этом убедимся, приблизим снова источник летучих фитонцидов. Все гляукомы, как по команде, снова начнут двигаться задним концом вперед.

Речь идет буквально о долях секунды. Все инфузории мгновенно, словно по команде «назад!», изменяют свое движение.

Возникает вопрос: относится ли это явление к хемотаксису? Опыты и наблюдения, сделанные не в природной, а лабораторной обстановке, подтверждают это предположение. Возьмем стеклянную чашку любого размера (рис. 19).

На подставках кладется стеклянная трубка 2 около 10 сантиметров длины, любого внутреннего диаметра, однако такого, чтобы жидкость с простейшими, которой заполняется вся трубка, не выливалась при ее горизонтальном положении. Один конец трубки запаян, а другой оставляется открытым.

В каждом участке этой трубки видны под микроскопом плавающие инфузории. Поставим опыты с гляукомами. В зависимости от того, под каким увеличением микроскопа или луны рассматривать эту трубку, будет видно большее или меньшее количество гляуком. Это и понятно: чем большее увеличение избирать, тем меньшее количество инфузорий увидишь, но зато они будут «крупнее».

Подберем такую «взвесь» инфузорий и такое увеличение, чтобы в каждом «поле зрения» (то, что видишь под микроскопом, не передвигая трубку) было 10—20 экземпляров инфузорий.

Положим теперь на дно чашки, готовой для опыта, источник фитонцидов (1), например измельченные листья черемухи, лавровиши, цитрусовых и т. п.

Мы обнаружим поразительное явление: инфузории, совершая, казалось бы, только беспорядочные движения, начинают плыть от источника раздражения, то есть от открытого конца плывут к закрытому. При удачных сочетаниях условий (удачно выбранные растения, количество «источника», температура и т. п.) результаты таких опытов бывают очень демонстративными.

Можно добиться, чтобы вследствие отрицательного хемотаксиса к летучим фитонцидам уже в течение 30 секунд на расстоянии двух-трех миллиметров не оказалось ни одной инфузории: все они уплывут по направлению к закрытому концу.

Вычисления показывают, что если бы инфузория все время двигалась по прямой линии от источника фитонцидов, то в течение 30 секунд она проплыла бы расстояние, равное ее длине, умноженной на 20! На самом же деле, чтобы составить себе представление о быстроте движения, эту цифру надо умножить, в свою очередь, во много раз, самое меньшее раз в десять, так как инфузория плывет зигзагами, а часто и возвращаясь несколько назад. Выходит, что инфузория, можно сказать, «галопом мчится» от частичек летучих фитонцидов, поступающих в жидкость у открытого конца трубки.



Рис. 19. Схема опытов по хемотаксису простейших в отношении фитонцидов (объяснение см. в тексте)

Опыты по хемотаксису проведены со многими растениями: с листьями черемухи, весенними и осенне-зимними почками ее, с кожурой лимона, мандарина и апельсина, с листьями клена, дуба, самшита, эвкалиптовых деревьев, с иглами хвойных, с луком, с разными органами других растений.

Опыты со всеми этими растениями (на гляукоме) дали положительный результат.

Не вызывают явлений отрицательного хемотаксиса вареные, убитые температурой, луковицы лука или различные органы других растений.

Фитонциды различных растений отличаются по силе действия. Не исключена возможность и того, что будут обнаружены фитонциды, вызывающие явления положительного хемотаксиса. Снова и снова надо помнить, что природа неистощима и таит в себе еще много неизвестного.





О ВЗАИМООТНОШЕНИИ РАСТЕНИЙ И ЖИВОТНЫХ

*Мы не можем ждать милостей от природы;
взять их у нее — наша задача.*

И. В. Мичурин



У

растений много друзей, но много и врагов, помимо грибков и бактерий. Очень важную роль, иногда полезную, а иногда и крайне вредную, играют в жизни растений насекомые. В ходе тысячелетнего развития живого мира сложились разнообразные, подчас весьма сложные, взаимоотношения между растениями и насекомыми.

Достаточно вспомнить роль насекомых в так называемом перекрестном опылении растений, значение растений для жизни пчел; вспомним насекомых — вредителей лесов, огородов, садов.

В лесу, на лугу, в болоте, в морях — повсюду в природе жизнь растений и насекомых взаимно связана и представляет в некоторых отношениях как бы одно целое. Наука, накапливая все больше и больше фактов о жизни растений и животных, в то же время изучает закономерности в жизни растительных и животных сообществ.

Озеро, река, хвойный лес, дубовые рощи, заросли черемухи, плантации цитрусовых — везде складываются свои, своеобразные отношения между растениями и животными, развивается свое животное «население», приуроченное лишь к тем или другим видам растений, характеру почвы и т. д.

Эволюция растений и животных, приобретение или потеря ими каких-либо новых свойств, не происходит особняком, изолировано друг от друга. Изменения одного какого-либо явления вызывают изменение других. Между растениями и животными складываются новые и новые отношения «сожительства», симбиоза или паразитизма. Устанавливаются новые взаимоотношения в борьбе и взаимопомощи в природе на основе законов, открытых Дарвином и Мичуриным. В природе эти процессы совершаются каждосекундно, стихийно.

Люди при всех общественных устройствах в результате своей деятельности так или иначе изменяли природу, но эти изменения были большей частью бесплановыми, без учета отдаленных последствий. В нашу эпоху торжества социализма, эпоху планового покорения природы, производятся грандиозные изменения фауны и флоры.

Полезащитные лесонасаждения, строительство Куйбышевской и Сталинградской гидроэлектростанций, Главного Туркменского канала — все это этапы плановой переделки природы в социалистическом обществе.

Человек, являясь частью природы, стал на целую голову выше ее, творцом природы, важнейшим фактором ее эволюции.

Осуществляя гигантские стройки, социалистическое государство предвидит и биологические события — какие растительные сообщества сложатся при посадке тех или других древесных пород, какое изменение в животном и растительном мире произойдет при строительстве новых каналов, как изменится жизнь водоемов. Биологи всех специальностей участвуют в этих величественных делах.

Все новые открытия в области взаимоотношений животных и растений используются в интересах человека, ставятся на службу лесной промышленности, медицине, сельскому хозяйству, садоводству, огородничеству.

Хочется думать, что в ближайшие годы удастся кое-что полезное извлечь и из открытия фитонцидов, полезное не только для борьбы с бактериями, простейшими и грибками, но и для регулирования жизни растительных сообществ.

В своих исследованиях мы обнаружили, что фитонциды высших растений токсичны для одних животных и весьма полезны для других, что и для человека небезразличны летучие и нелетучие фитонциды многих растений.

Но вернемся к взаимоотношениям фитонцидов и насекомых.

Невольно напрашивается мысль, не играют ли и фитонциды какую-либо роль в приуроченности определенных видов насекомых к тем или иным растениям и растительным сообществам? Не имеют ли в природе летучие фитонциды какое-либо значение в качестве отпугивающих или, наоборот, привлекаю-

щих насекомое веществ? Нельзя ли использовать фитонциды в быту и медицине в качестве инсектицидов — веществ, убивающих вредных насекомых? Нельзя ли научно объяснить «народные растительные средства» борьбы с вредными насекомыми?

Встает много и других вопросов. Но еще очень мало сделано наукой для их разрешения. Новая область исследований, однако, столь заманчива и имеет столь большое практическое значение, что нельзя на ней не остановиться.

Сообщим некоторые факты. Может быть, они заинтересуют читателей и пробудят интерес к наблюдениям и экспериментам в природе.

Прежде чем заняться насекомыми, совершим небольшую экскурсию в прошлое и сообщим об одном небольшом открытии, которое довелось сделать еще в 1928—1930 годах. Это открытие впоследствии убедило нас в полезности изучения влияния фитонцидов на многоклеточных животных, в частности на насекомых.

Уже в первые дни открытия фитонцидов, когда стало ясно, что летучие вещества некоторых растений действуют губительно на грибки, встал вопрос — имеем ли мы дело с ядами, которые вредны протоплазме определенных клеток, или они являются ядами для всякой протоплазмы.

Теперь-то мы хорошо знаем, что фитонциды действуют избирательно: убивают одни клетки и организмы и не убивают, а даже стимулируют другие.

Одними из первых опытов по фитонцидам были опыты с яйцами моллюсков — с теми клетками, от которых начинается развитие этих организмов. Моллюсков, «слизняков», очень много в морях, пресных водоемах и на суше.

Водные моллюски откладывают яйца на листьях и стеблях растений, на камнях и других твердых предметах. Каждый раз их откладывается несколько десятков. Все они находятся в общей прозрачной студенистой массе, играющей важную роль в предохранении зародышей от внешних неблагоприятных воздействий. Каждое яйцо, в свою очередь, одето оболочками. Эти оболочки настолько прозрачны, что сквозь них с помощью лупы легко наблюдать все последовательные этапы развития зародыша, вплоть до формирования микроскопического моллюска, у которого уже отчетливо видна раковина. Освободившись от оболочек, моллюск начинает вести самостоятельное существование, как «взрослое» животное.

Микроскопические зародыши моллюсков совершенно беззащитны на вид. Но впечатление это ошибочное. Оболочки яиц имеют такое строение и состав, что очень многие вещества, ядовитые и для более сложно организованных животных, для

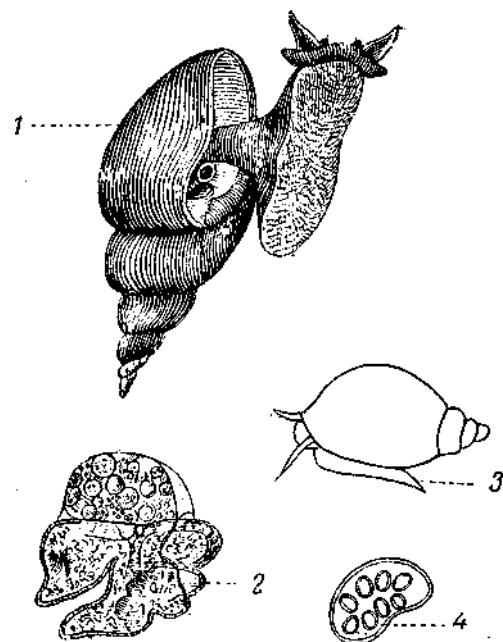


Рис. 20. Моллюски и их яйцекладки:
1, 2 — взрослые моллюски; 3 — яйцекладка моллюска; 4 — яйцо

яиц моллюсков совершенно безвредны. Раздавить яйца моллюсков, конечно, легко; легко и убить яйцо высокой температурой, но подобрать для этих нежных, изящных, прозрачных клеток химические яды ученому нелегко, так как очень многие ядовитые для протоплазмы вещества не проникают сквозь оболочку яйца.

Возьмем одну яйцекладку какого-либо моллюска на такой стадии развития, когда сквозь прозрачные оболочки видно движение развивающихся зародышей. Разрежем эту яйцекладку на две половины. Одну половину используем для опыта, а другая останется контрольной.

Опытную половину яйцекладки поместим в капле воды на стекло, а рядом положим только что приготовленную на терке кашицу из луковицы лука. В первые же секунды (обычно не более чем в первые 30 секунд) мы заметим резкое ускорение движения зародышей: они приходят в возбужденное состояние; через минуту-другую это состояние сменяется полной остановкой движения. Пройдет некоторое время, и мы увидим при кажущейся сохранности оболочек яиц полный распад зародышей.

Яйца контрольной половины яйцекладки, также находящиеся в воде, прекрасно развиваются.

Очень многие растения обладают такими свойствами: листья, почки, кора черемухи; корневище хрена, листья лавровицши, клена, дуба; иглы пихты и т. д. Особый биологический интерес для понимания взаимоотношений в природе растений и животных представляет действие фитонцидов водных растений на яйца моллюсков, лягушек, рыб и других организмов.

Уже первоначальные исследования дали интересные и неожиданные результаты. Одни водные и прибрежно-водные растения (некоторые синезеленые водоросли, спирогира, манник) тормозят развитие зародышей моллюсков, а другие стимулируют их развитие.

Всякий раз, когда узнаешь новый факт о жизни природы, возникает мысль — не случайно ли это явление? Имеют ли отношение обнаруженные факты к защитным свойствам водных растений? Безразлично ли для растений, если на них откладывают яйца моллюски и другие водные животные? Безразлично ли для моллюсков, на каких растениях отложить яйца? Мы снова возвращаемся к вопросу, который затрагивали: о «биологической самоочистке водоемов», к вопросу о том, не играют ли фитонциды водных растений некоторую роль и в регулировании состава животного, растительного и микробного населения водоемов.

Не меньше вопросов возникает и тогда, когда мы думаем о возможной роли фитонцидов наземных растений.

Но и здесь не будем давать волю фантазии. Обратимся к фактам. Мне вспоминается одно маленькое событие в жизни лаборатории.

Нам нужно было разводить для опытов плодовую муху. Но лаборанта преследовала неудача: питательный материал для личинок мух (морковь и др.) плесневел. Кто-то спросил меня: а нельзя ли использовать фитонциды лука для обеззараживания питательной среды от грибков? К этому времени было уже известно, что летучие вещества лука вредно влияют и на некоторые макроорганизмы, например убивают взрослую лягушку, если ее посадить под стеклянный колпак, в котором находится луковая кашица. Естественно возникло сомнение, не будут ли фитонциды лука, наряду с их возможным вредным воздействием на плесневые грибки, убивать и личинок мух.

Поместили мух в атмосферу летучих веществ лука. К нашему удивлению мухи прекрасно чувствовали себя, ползая по луковой кашице и летая в ее парах. Впоследствии пришлось

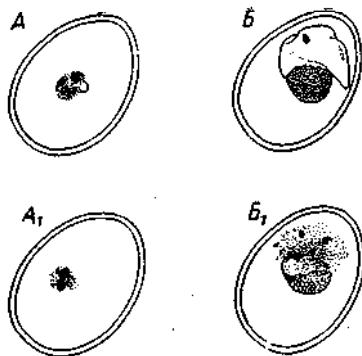


Рис. 21. Распад зародышей моллюсков под влиянием летучих фитонцидов почек черемухи (через 40 минут воздействия):

А — зародыш был на ранней стадии; Б — зародыш был в стадии развивающегося моллюска; он имел раковину и вскоре должен был освободиться от яйцевых оболочек

внести, на основании более строгих экспериментов, ряд поправок в это первое наблюдение, но основной факт большой стойкости плодовых мух к фитонцидам многих растений остался непоколебленным.

Тогда же и возникла мысль: плодовые мухи пытаются остатками растений, они в ходе эволюции оказались гораздо более приспособленными к ядовитым фитонцидам растений. Это не удивительно. Природа дает нам много еще более ярких примеров приспособленности организмов к мощным ядам, к бактериям, которые для других живых существ являются безусловно болезнетворными. Есть насекомые, птицы и млекопитающие, у которых главной пищей и «лакомством» является падаль — мертвые, гниющие остатки животных и растений.

Этих животных так и называют — трупоядные. Таковы грифы, стервятники, кондоры, анст-марабу. Многие другие птицы — орлы, вороны, буревестники — могут без всякого вреда для себя есть падаль, а значит, в их кишечник попадает огромное количество очень опасных для других животных бактерий. Если позволительно так выразиться, никаких дизентерий у этих животных не бывает. Их кишечник прекрасно приспособлен к этим бактериям.

В свете таких явлений можно ли удивляться большой приспособленности плодовой мухи к растительным ядам.

Но возьмем для опыта других насекомых — комнатную муху, комаров, мошек, слепней. Измельчим листья или другие органы черемухи, например, и тотчас поместим их на дно стеклянной банки, в которую впустим несколько экземпляров интересующих нас насекомых. Летучие фитонциды черемухи убьют в первые же секунды комнатную муху, комаров, мошек, слепней. Черемуха оказалась сильно инсектицидным растением. Раненые листья ее весной и летом, в зависимости от состояния дерева, от погоды и многих других обстоятельств, быстрее или медленнее, но убивают мух и других насекомых.

Инсектицидные свойства фитонцидов изучались и другими исследователями.

Были найдены новые, столь же губительные для насекомых листья ирги обыкновенной, сорбарии рябинолистной, ксантохисла Бунге, эвкалипта цитриодора, цинереи и глобулус; плоды лимона, мандарина и апельсина; семена посевного пастернака, сибирского борщевика; иглы лихты; листья исполинской туи, западной и восточной, обыкновенного плюща, конского каштана.

Время гибели мух от летучих фитонцидов разных растений при одних и тех же условиях опытов очень неодинаково: оно колеблется от нескольких секунд до многих часов.

Приняв во внимание мои советы, один молодой исследователь Игорь Располов, экскурсируя в окрестностях Красной

Поляны и изучая парк Кавказского заповедника в Красной Поляне, доказал (очень несложными, доступными для проверки каждому ученому и пионеру, опытами) инсектицидные свойства ряда растений. Исследователь срывал листья растений, быстро протирал их на терке; полученную «кашу» в количестве 5—7 граммов помещал в пробирку объемом 15 кубических сантиметров. Тотчас после этого в пробирку выпускали мух, а в других опытах — муравьев. В опытах с хвойными в пробирку помещалась мелко изрезанная и раздавленная хвоя.

Оказалось, что мухи погибали от листьев тюльпанового дерева через полторы-две минуты, от листьев рябины — через 35—45 минут, от листьев лавровиши — в первую минуту, от игл можжевельника — через два-три часа, от игл дугласовой пихты — через 18—25 минут, от листьев камфорного лавра — через 19—30 минут, а от листьев кипарисника Лаврона — через два-три часа.

Но исследователей могут постигать и неудачи. Дело в том, что инсектицидные свойства фитонцидов сильно изменяются в зависимости от физиологического состояния растения, от сезона года, от стадий развития листьев, плодов и т. д.

Вот пример опытов на листьях ирги и рябины (опыты проводились в Ленинграде). В апреле мухи погибали в течение одной минуты, а во второй половине июня и в июле в тех же условиях опытов не было обнаружено на мухах никакого результата, хотя листья для апрельских, июньских и июльских опытов брались с одних и тех же экземпляров растений.

Все это, несомненно, представляет теоретический интерес для науки. Но мысль исследователя бежит вперед. Хочется, чтобы новые факты оказались полезными для жизни людей, для практики. Медицина и сельское хозяйство наверное сумеют со временем использовать инсектицидные свойства фитонцидов. Может быть фитонциды некоторых растений пригодятся в качестве веществ, отпугивающих кровососущих насекомых и клещей — переносчиков ряда заболеваний: малярии, энцефалита и других?

По моему совету проведены опыты с клещами. Брали стеклянные чашки с крышками (диаметр 9,5 сантиметров, объем 60 кубических сантиметров). Растительная «каша» приготавлялась путем растирания соответствующих частей растения в фарфоровой ступке. «Каша» помещалась в чашку, туда же вносилось по 100 экземпляров клещей в каждом опыте. Клещи и их личинки, очень стойкие ко многим ядам, оказались весьма «нежными» в отношении летучих фитонцидов черемухи, лавровиши. Одна десятая грамма «кашицы» (4 почки черемухи) убивает клещей через 10—15 минут; если же взять раза в два больше «кашицы» из почек, клещи погибают через 5—7 минут.

Т. А. Товстолес доказала, что фитонциды некоторых растений очень токсичны для паутинного клещика — вредителя многих технических, овощных, цветочных и декоративных растений.

Паутинный клещик живет и размножается на нижней стороне листьев под сотканной им паутиной. Это очень маленький клещик, который хорошо рассмотреть можно только в увеличительное стекло. Убить этот клещик, кстати сказать, очень быстро размножающийся, нелегко. Т. А. Товстолес убедилась, что водный настой наружных сухих листьев чешуек луковицы лука (20 граммов чешуи на 1 литр воды) при трехкратном опрыскивании с промежутками в 5 дней снижает количество паутинных клещиков на растениях на 95 процентов.

Садовод Е. М. Пирожков, повидимому, совершенно не зная об открытии фитонцидов, провел самостоятельно опыт, о котором он в нескольких скромных строках рассказал на страницах журнала «Сад и огород»¹. Решив найти новые средства борьбы с вредителями крыжовника, он разбил приусадебный участок на две части. В одной части посадил в междурядьях (а в молодых насаждениях крыжовника и в рядах) томаты, во второй же части приусадебного участка томатов не высаживал. Никаких опрыскиваний против вредителей крыжовника садовод не производил. Пирожков утверждает, что участок, на котором были высажены томаты, был чист от вредителя крыжовника — пилильщика и почти не был поражен огневкой; в то же время на участке без томатов крыжовник был поражен и огневкой и пилильщиком.

Пирожков приглашает других садоводов проверить его наблюдения. Если этот факт подтвердится, то, несомненно, придется для объяснения его прибегнуть к фитонцидам, к предположениям и опытам по вопросу о том, как действуют фитонциды томатов на насекомых — вредителей крыжовника.

Ветеринарный врач С. Гуран², воспользовавшись старинным средством — народной медициной — инсектицидным свойством черемухи, поставил следующие опыты. Он надевал на шею завшивевших животных (крупный рогатый скот и в некоторых опытах козы) ошейники из распаренных ветвей черемухи. Ошейники сменяли через 2—3 дня. Испытал он и отвар из мелкоизрубленных ветвей. После получасового кипячения ветвей черемухи в закрытом сосуде (одна весовая часть на две весовые части воды) отвар охлаждался до 15—18°. Отваром через каждые 2—3 дня обтирали животных. Врач утверждает, что обтирание и смену ошейников редко приходилось делать более трех раз. На третий или четвертый день животные обычно были свободны от паразитов.

¹ № 5 за 1950 год.

² Журнал «Ветеринария» № 7, 1950.

Когда наука добудет больше материалов об инсектицидных свойствах фитонцидов, будет дано обобщение и новых фактов. Пока же можно ограничиться предположениями. Без них наука никогда не двигалась бы вперед. Здесь законно следующее предположение.

Фитонциды растений, их летучие и нелетучие составные части могут иметь защитное для растений значение. Ведь у растений, как мы говорили, много врагов не только среди микрорганизмов, но и среди многоклеточных животных, в частности среди насекомых. Это очень ответственное для практики предположение о роли фитонцидов заслуживает внимания и требует проверки опытами.

Факты, которыми располагает наука, если не прямо, то косвенно говорят в пользу высказанной гипотезы. Их много. Выберем некоторые. Уже не раз приходилось говорить, что понятия «нежный», «устойчивый», «яд», «безвредное вещество» весьма относительны.

Большинство вредных насекомых может питаться и размножаться лишь будучи связанным с определенными растениями, а есть и такие насекомые, которые питаются только каким-либо одним видом растения. Гусеницы бабочек капустницы, репницы, брюквенницы питаются крестоцветными растениями. Южный походный шелкопряд питается только южными видами сосны, так называемой приморской сосновой; другой вид шелкопряда, очень близкий к названному — среднеазиатский походный шелкопряд, питается обыкновенной сосновой. Многие насекомые питаются только хвойными деревьями, а на лиственных породах совсем не могут развиваться, например короеды из рода ипс. Более того, вредители тех или иных деревьев связаны с жизнью не вообще данного вида растений, а лишь с жизнью определенных частей и органов: есть вредители листьев, корней, тканей ствола и т. д.

Специалисты по вредителям деревьев знают, что поражаемость растений насекомыми-вредителями зависит в очень большой степени от физиологического состояния деревьев.

Большинство вредных лесных насекомых принадлежит к вторичным вредителям, то есть заражает деревья уже больные, с ослабленной жизнедеятельностью. Деревья одного и того же вида при разных физиологических состояниях поражаются неодинаковыми видами насекомых. Ели на местах выборочных рубок или у стен леса, имеющие ослабленную корневую систему из-за раскачивания ветром, «поражаются» короедом-типтографом и гравером, в одно лето губящим дерево. На отмирающих, физиологически недеятельных елях появляются другие виды короедов — фиолетовый лубоед и короед пожарищ. На недавно отмерших елях развиваются короеды-древесинники;

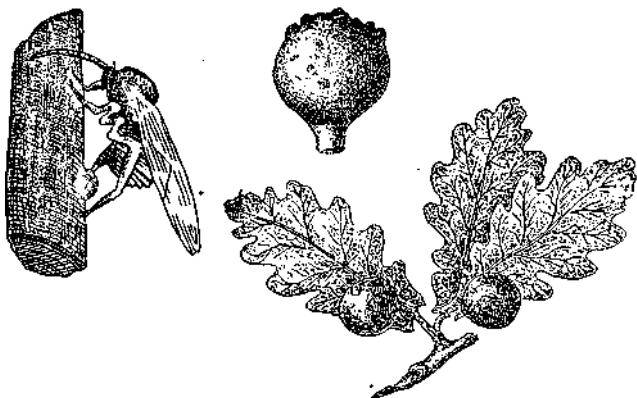


Рис. 22. Дубовая орехотворка

на старом сухостое короеды вовсе не поселяются, а древесину этих видов могут использовать только некоторые семейства жуков»¹.

Конечно, никто и не думает объяснять все эти явления исключительно фитонцидами, но некоторое значение в природе они имеют.

Поразительно, что некоторые насекомые приспособились в ходе эволюции к очень ядовитым фитонцидам, которые на первых порах кажутся ядовитыми для протоплазмы всяких клеток. Вспомним черемуху, в тканях которой, несомненно, имеются такие яды, как синильная кислота, пять сотых грамма которой смертельны для человека. Фитонциды черемухи убивают многие бактерии, грибки, протозоа, многоклеточные организмы. И вот это растение с его «страшными» фитонцидами совершенно беспомощно по отношению к собственным вредителям из мира грибков или насекомых. Можно насчитать до 60 вредителей черемухи! Комнатных мух, слепней комаров великолепно убивают фитонциды листьев черемухи, а «нежная» черемуховая тля, до которой почти нельзя дотронуться без риска убить ее, прекрасно «пригнана» к листьям черемухи.

На листьях дуба каждый наблюдательный человек встречал не раз наросты — так называемые галлы. Это — любопытные «домики» из химически измененных тканей листа, в которых важную, личиночную, часть жизни проводят насекомые орехотворки.

Выходит, что ткани листьев дуба не ядовиты для личинок орехотворок. Между тем хорошо известно, что летучие фитон-

¹ Из книги «Лесная энтомология» под ред. М. Н. Римского-Корсакова, Л., 1938.

циды листьев дуба являются ядом для многих микроорганизмов, в том числе очень стойких, например для дизентерийной палочки.

При кладке яиц в ткани листа насекомые обязательно ранят его. Ранение увеличивает «продукцию» фитонцидов, но это остается без последствий для насекомого, приспособившегося к фитонцидам дубовых листьев.

Такая приспособленность некоторых насекомых к ядовитым фитонцидам и вообще к сильным ядам поражает в одинаковой мере ученых и неспециалистов. Известна обширная группа насекомых, приспособленных к ядовитым глюкозидам, например к крестоцветным растениям, к которым принадлежит и горчица.

У этих растений вырабатывается горчичный глюкозид — синигрин. Этот глюкозид под влиянием особого вещества — фермента — распадается на ряд других веществ, в частности образуется роданистый аллил, обладающий резкими разлагающими свойствами и являющийся действующим веществом горчичника. Гусеницы бабочки белянки питаются крестоцветными и их глюкозидами.

Ставили опыты с этими гусеницами. Предлагали им другие растения, которых они в пищу не принимают. Как и следовало ожидать, растения эти, не входящие в «природное меню» белянок, отвергались, не использовались в пищу. Если же смазать эти растения, или крахмал, или даже бумагу соком крестоцветных, гусеницы начинают их есть.

Ивы, тополи, розоцветные содержат амигдалин — вещество, которое при распаде выделяет страшный яд — синильную кислоту. Этими растениями питается ряд организмов; питаются ими личинки насекомых пилильщиков. Личинки могут есть и другие растения, если их натереть веществами,ющими выделять синильную кислоту.

Строгая разборчивость в пище у некоторых насекомых, однако, доходит до того, что насекомое не удается обмануть никакими «лакомствами» вроде синильной кислоты. Есть насекомые, питающиеся только табаком.

На основании всего сказанного вполне законно допустить, что к фитонцидам того или иного растения в ходе эволюции приспособились определенные растения, клещи и иные животные, а для других, даже родственных, животных фитонциды тех же растений являются безусловными ядами. Фитонциды могут отпугивать животных или убивать их. Утверждают, например, что эвкалиптовые растения отпугивают комаров.

Ученым предстоит провести много опытов и сделать много интересных наблюдений. Будут ли личинки дубовой орехотворки развиваться в тканях листьев черемухи, если бы исследо-

ватель сделал соответствующую операцию на листе черемухи, приготовил бы «раневой карман» и пересадил бы туда личинку? Как повела бы себя черемуховая тля в парах летучих фитонцидов листьев дуба, игл хвойных?

Чтобы вселить читателю необходимые деловые сомнения, которые в науке должны всегда сочетаться со смелостью мысли и полетом научной фантазии, приведем примеры из жизни насекомых, которые крайне трудно объяснить с точки зрения высказанных ранее предположений о роли фитонцидов.

Есть немало многоядных насекомых, которые должны были в ходе эволюции приспособиться к разнообразным фитонцидам. Гусеница кукурузного мотылька пирауста нубиалис повреждает свыше 160 различных видов травянистых растений.

В конце июля 1949 года в Ленинграде мы обнаружили сильное ослабление инсектицидных свойств летучих фитонцидов листьев черемухи. Это совпало, как это бывает обычно каждый год, с переселением черемуховых тлей на злаковые растения и со временем созревания плодов черемухи. Нелегко объяснить, почему черемуха служит кормовым растением для тли сифонафис пади как раз тогда, когда летучие фракции фитонцидов этого растения наиболее токсичны, а переселение тлей на злаки совпадает с ослаблением инсектицидной мощности летучих фитонцидов.

Это явление никак не может быть объяснено лишь представлениями о роли фитонцидов в природе. Фитонциды выглядят как небольшая часть каких-то сложных процессов, небольшой страничкой в толстой книге природы, маленьким штрихом в сложных взаимоотношениях растений, животных и микробов.

Но открытие фитонцидов приносит новое в наши знания о природе, и специалистам разных областей биологии и медицины, всем, кто действительно любит природу, любит человека и хочет поставить на службу ему все достижения науки, есть над чем подумать и поработать.

Очень важно было бы узнать причины гибели насекомых от фитонцидов разных растений. На какие органы насекомых действуют фитонциды? Почему комнатные мухи умирают под влиянием фитонцидов листьев, например, лавровицни? Почему другие животные так стойки к тем же фитонцидам?

А. Г. Филатова, одна из первых исследовательниц фитонцидов, вместе с кинооператором Б. Д. Быстровым сняла фильм: «Смерть комнатной мухи под влиянием фитонцидов листьев черемухи». Был сделан специальный стеклянный ящичек объемом раза в два больше, чем спичечная коробка. Одна стенка этого сосуда выдвигалась. Вместе с ней выдвигалась и стеклянная пластинка, находящаяся на дне сосуда. На пластинку можно положить растительный материал — источник летучих

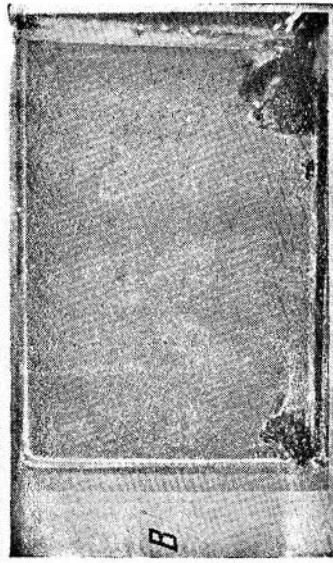
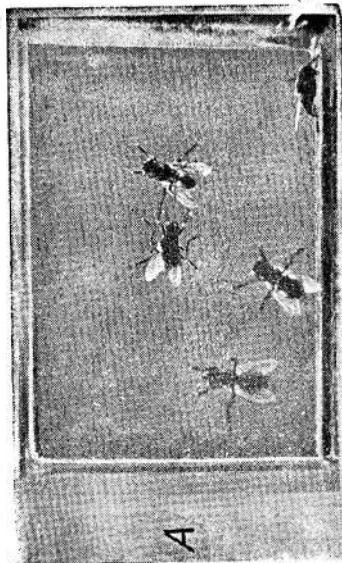
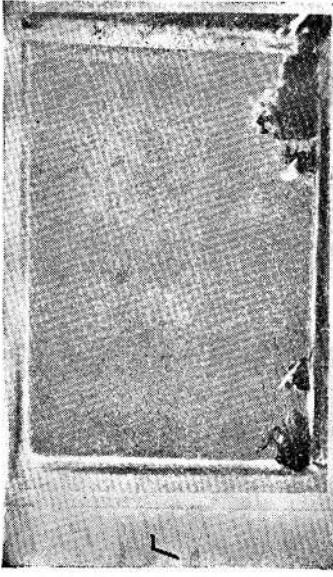
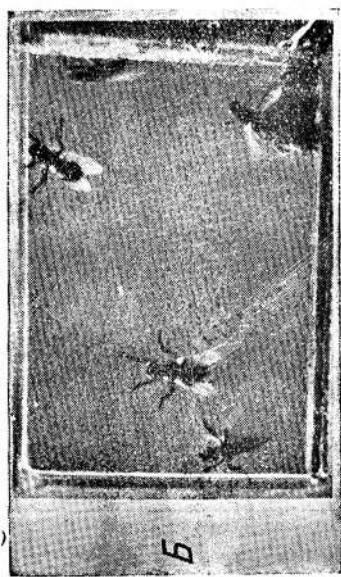


Рис. 23. Смерть мух под влиянием летучих фитонцидов листьев черемухи (фотоснимки с кинофильма):
А — мухи в стеклянном ящике до внесения источника фитонцидов (правая стена вместе с падационной
стеклянной пластинкой может выделяться из ящика); Б — через 2 секунды после засеяния в ящик
0,1 грамма листьев черемухи; В — через 39 секунд; Г — через 46 секунд: полная остановка дыхания мух: смотря
на дно; Г — через 46 секунд: полная остановка дыхания мух: смотря

фитонцидов, в сосуд же впустить несколько комнатных мух. Филатова ставила опыты с измельченными в ступке листьями обыкновенной черемухи. В зависимости от количества «источника» фитонцидов, которое бралось в разных опытах, мухи гибли быстрой или медленней.

На рис. 23 приведены фотоснимки с отдельных последовательных кадров кинофильма. В этом случае была взята всего одна десятая грамма измельченных листьев черемухи.

Всякий исследователь, использующий для научных целей способ киносъемки, знает, сколь мертвы самые лучшие фотографии по сравнению с фильмом, дающим представление о процессе, о движении и изменениях, при этом происходящих,— о явлении в целом. Приводимые фотографии не могут ни в какой мере восполнить кинокартину о смерти мухи, полную глубокого научного интереса и своеобразного драматизма.

Читатель должен свои зрительные впечатления об отдельных, выхваченных моментах умирания мух дополнить воображением. Уже в первые секунды мухи приходят в состояние сильнейшего возбуждения: они суетливы, мечутся, летают гораздо быстрее, чем в нормальном состоянии. Быстрота действия поражает. Она тем более удивительна, что ящичек устроен довольно грубо и между выдвижной и постоянными стенками сосуда остаются щели, значит, возможно поступление свежего воздуха. Суетливое, поспешное движение мух при всей своей видимой беспорядочности направлено, однако, от источника фитонцидов. Многие мухи оказываются, как бы вследствие отрицательного хемотаксиса к фитонцидам и положительного к кислороду воздуха, около щелей ящика.

Мы не знаем, какие важные направления, функции, измениются у мух прежде всего. Скорее всего летучие фитонциды в данном случае действуют на нервную систему. После короткого периода возбуждения тотчас, без заметного переходного периода, без замедления движения, мухи вдруг неожиданно падают. Этот драматический конец сопровождается сильными предсмертными конвульсиями конечностей. Затем наступает полная неподвижность. Это не означает еще, что мухи умерли. Опыт показывает, что если в этот момент поместить мух в обычную атмосферу, некоторые из них могут ожить. Они находились как бы в состоянии наркоза, в особом сонном состоянии. Чаще всего, впрочем, момент полной неподвижности мух под влиянием фитонцидов означает их смерть.





МЛЕКОПИТАЮЩИЕ И ФИТОНЦИДЫ

...К нему и птица не летит и тигр нейдет...

А. С. Пушкин



Эволюция — это естественно-исторический процесс; никакого «плана», «преднамеренности», «сознательности» в этом процессе никогда не было и нет. Возникновение каких-либо новых структур и функций, усиление или ослабление уже имеющихся — все это происходит в постоянном взаимодействии организмов с внешней средой и между самими организмами.

Уже из этого ясно, что процесс эволюции не происходил идеально гладко для всех живых существ. Природа — это не царство гармонии. Далеко не все целесообразно устроено у ныне живущих на земле организмов. И человек как биологическое существо — далеко не совершенный организм. Ко многому наука могла бы «придраться» и дать свой «проект» организма с иной длительностью жизни, иными стадиями развития, с иными защитными свойствами против заразных болезней. А ведь человек — это вершина эволюционного развития.

Каждое растение и животное в каких-либо отношениях является очень несовершенным организмом. И в то же время биолог не перестает удивляться разнообразию всевозможных приспособлений животных и растений, выработавшихся в ходе

эволюции и обеспечивающих им существование в суровой обстановке природы.

Опасности угрожают всегда; идут они как от неорганической природы, так и от других живых существ — от вредных химических влияний, засух, бурь, болезнетворных микробов, от отсутствия пищи и множества других невзгод. Любому животному и растению необходимы приспособления не только против многочисленного мира микробов, но и против возможных «врагов» из мира многоклеточных организмов. Шиповнику, ежевике или крыжовнику очень полезны замечательные фитонцидные свойства протоплазмы их клеток, но не меньше защитное значение имеют и колючки на их стеблях. Недаром одно дре-весное растение, живущее на Дальнем Востоке, имеющее страшные колючки, называют научно азалией маньчжурской, а в обиходе — чертовым деревом.

В этой связи большой интерес представляет ядовитость многих растений для человека и травоядных животных. Яды растений столь разнообразны; ущерб, приносимый многими ядовитыми растениями животноводству, столь значителен, что давно уже возникла целая наука о ядовитых растениях.

Да и мы в книге все время говорим, в сущности, о ядах. Фитонциды — это яды для микробов, гидр, насекомых, моллюсков, клещей и многих других организмов.

Сейчас мы познакомимся с новой группой поразительных явлений, часть которых уже давно была известна науке, а кое-что выяснилось лишь в самое последнее время.

Ядовитость растений — не менее важное для них приспособление, чем многие другие.

Представьте себе растения, лишенные колючек, ядовитых глюкозидов, алкалоидов и подобных веществ, а значит, доступных любому травоядному животному. Нетрудно догадаться, что существованию и продолжению видов таких растений будет угрожать смертельная опасность, если, конечно, растение не располагает какими-либо мощными приспособлениями, восполняющими эти недостатки: быстротой размножения, противомикробными свойствами и т. д. Обратимся к фактам.

Ботаник Б. М. Козо-Полянский собрал интереснейшие факты о действии растений на расстоянии на животных и человека¹. Этих фактов уже так много и они представляют такой большой интерес для науки о здоровье человека и для животноводства, что вопросы химического действия растений на расстоянии давно должны были приковать внимание врачей и ветеринаров.

¹ Б. М. Козо-Полянский. «Анчар» А. С. Пушкина и возможность отравления растениями на расстоянии. Журнал «Природа», 1949, № 8.

Для всех очевидна непосредственная связь этих вопросов с явлением фитонцидов. Одна проблема перерастает явно в другую. Козо-Полянский, интересуясь этими вопросами, очень кстати вспомнил стихотворение А. С. Пушкина «Анчар», в котором поэт говорит о «древе яда», об анчаре:

В пустыне чахлой и скупой,
На почве, зноем раскаленной,
Анчар, как грозный часовой,
Стоит — один во всей вселенной.

Природа жаждущих степей
Его в день гнева породила,
И зелень мертвую ветвей
И корни ядом напоила.

Яд каплет сквозь его кору,
К полудню растопясь от зною,
И застывает ввечеру
Густой прозрачною смолою.

К нему и птица не летит
И тигр неядет — лишь вихорь черный
На дерево смерти набежит
И мчится прочь уже тлетворный.

И если туча бросит,
Блуждая, лист его дремучий,
С его ветвей уж ядовит
Стекает дождь в песок горючий...

Пушкин говорит, далее, что человека послали к этому дереву за ядом. Приказание выполнено. «Смертная смола» принесена, но посланец умер, а повелитель «тем ядом напитал свои послушливые стрелы и с ними гибель разослал к соседям, в чуждые пределы».

Конечно, великий поэт допустил сильные преувеличения о ядовитости анчара, но эти преувеличения были свойственны и тогдашней науке. Стихотворение напечатано в 1828 году. О яванском дереве анчаре, или погоносупасе (что в переводе на русский язык означает «древо яда»), в восемнадцатом столетии писали, будто оно столь ядовито, что кругом него на 12 миль¹ нет других растений, что вокруг анчара нет ни рыб, ни мышей, ни паразитов.

Есть ли доля правды в этих сказах? Да, есть. Сок анчара, содержащий сердечный яд — антиарин, очень ядовит. Он действительно использовался для отравления стрел. При соприкосновении с листьями этого растения у людей могут возникать нарывы на коже, повышается температура и т. д.

Подобных растений известно немало, а если медицина и ветеринария еще более внимательно займутся изучением ра-

¹ 1 миля равна 1852 метрам.



Рис. 24. Сумах ядовитый

и человека. Вспомним семена белой и черной горчицы, из которых приготавляется обыкновенная столовая горчица. Вспомним действие горчичников. Можно ли излишне долго держать горчицу на теле человека? А ведь горчица — растение съедобное! Кстати, действие горчичника объясняется несомненно тем, что сильно летучие масла, так называемые аллилгорчичные, обладают способностью очень быстро проникать в протоплазму клеток неповрежденной кожи, а здоровая кожа является исключительно мощным барьером, препятствием для огромного большинства химических веществ, в том числе и газообразных.

К числу ядовитых растений, давно изученных наукой, относится сумах ядовитый. Это красивый кустарник высотой до полуметра. Его часто разводят в парках. В соке листьев сумаха имеется сильный яд, тысячная доля миллиграмма которого может вызвать ожог кожи человека. Людям, особенно чувствительным к действию именно этого яда, достаточно подержать в руках листья сумаха, чтобы нажить очень серьезную кожную болезнь. Иногда (к счастью, в очень редких случаях) болезнь может закончиться и смертельным исходом.

сгительного мира с этой точки зрения, то, несомненно, число таких растений увеличится.

Уже сейчас можно привести названия десятков и даже сотен высших растений, ядовитых для тех или иных животных. Так что речь скорее идет о правиле, чем об исключениях. Но нельзя думать, что каждое растение ядовито для всех животных. Для одних животных данное растение может быть ядовитым, а для других совершенно безвредным. Некоторые растения кажутся безобидными и не имеющими никакого отношения к ядам. На самом же деле при определенных условиях они могут отравляюще действовать на клетки и ткани животных

Невольно вспоминаются опыты по влиянию фитонцидов сумаха на инфузории. Казалось бы, столь ядовитое для человека растение должно обладать мощными протистоцидными свойствами. Оказалось же, что протистоцидные свойства летучих фитонцидов листьев сумаха несравненно слабее, чем листьев дуба, березы, черной смородины и многих других растений.

Может быть, впрочем, сумах не выделяет летучих ядовитых веществ? Тогда наше сравнение слабого протистоцидного действия и мощного действия на человека искусственно и не имеет основания. Нет, это не так. Установлено, что сумах даже на расстоянии вызывает тяжелые заболевания у особенно чувствительных к этому яду людей.

Козо-Полянский описывает случай, произошедший в Ботаническом саду Воронежского университета.

«Одна сотрудница, здоровая женщина 38 лет, производила работу по уходу за растениями поблизости от нескольких групп нашего «древа яда» (сумаха). Это было в средине июля, в жаркий полдень. Вскоре у этой сотрудницы появилась сыпь на руках и на лице, повысилась температура, потом воспалились слизистые оболочки. Дело дошло до потери сознания...»

Один научный работник из Батуми описывает смелый опыт, который он проделал на самом себе. Две небольшие капли млечного сока с отломленного листового черешка сумаха были



Рис. 25. Зеленчук



Рис. 26. Чернокорень

нанесены на поверхность кожи руки. После этого ощущался легкий зуд, вскоре появилась припухлость. К вечеру второго дня повысилась температура, появилась головная боль. На седьмой день «зуд настолько усилился, что перешел все границы терпения... ночь превратилась в какой-то сплошной кошмар». Только на 12-й день наметилось слабое улучшение. Общее выздоровление наступило лишь на 25-й день.

К числу несомненно ядовитых растений, могущих действовать на расстоянии, относится и ясенец, иначе называемый неопалимой кулиной.

Некоторые виды этого растения — кавказские и тянь-шаньские — особенно приковывают к себе внимание. Сообщают, что ожог кожи появляется не только тогда, когда держат это растение в руках, но иногда, у особо чувствительных людей, ожог появляется, если они подходят к растению на расстояние 1—2 метров!

Некоторые растения прозвали мышегонами и крысогонами. О них пишет в уже упоминавшейся статье Козо-Полянский. Вот растение чернокорень. Его называют по-разному: собачий корень, мышний дух, кошачье мыло и др. Название мышний дух не случайное: это растение пахнет мышами.

Некоторые утверждают, что крысы немедленно покидают те места, где положен чернокорень. Выходит, что это растение действительно крысогон! Зеленчук, или травянистая бузина, является также хорошим крысо- и мышегоном. Зеленчук — бузина особая; это не кустарник и не дерево, а травянистое растение с однолетним стеблем. Любопытно, что крысы и мыши, как говорит опыт, изгоняются из хлебных складов, если использовать свежий зеленчук, а не высохшую траву.

Многие знают голубику. Это растение называют иногда пьяникой, дурником, болиголовом. Названия эти не лестные.



Рис. 27. Багульник

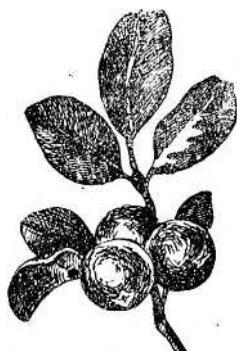


Рис. 28. Голубика

Еще в старых, для своего времени прекрасных популярных книгах о природе Д. Кайгородова можно прочесть очень интересные повествования о голубике, снимающие с нее «преступления». Наделяя голубику дурными свойствами, оказывается, «сваливают с большой головы на здоровую», да и то, в свою очередь, несправедливо.

Как правило, в тех местах, где растет голубика, рядом с ней встречается и растение, называемое багульником, иначе багуном, клоповником, лесным розмарином (см. рис. 27).

Багульник — кизенький венчнозеленый кустарничек с белыми красивыми цветочками зонтиком. Листья и цветы багульника издают приятный запах, напоминающий розмарин. В большом количестве летучие вещества листьев и цветков этого растения действуют одуряющие. Думают, что при сборании голубики невольно приходится вдыхать эти летучие вещества ее «соседа» — багульника. У людей, особенно чувствительных к этим ядовитым испарениям, кружится голова, проходит «опьянение».

Интересный случай описывает в своей книге Д. Кайгородов. «Много лет назад мне случилось охотиться (в Шлиссельбургском уезде) на белых куропаток. Пришлось бродить несколько часов кряду по моховым болотам, обильно поросшим голубикой и багульником. Моя охотничья собака (молодой сетер), обыкновенно такая неутомимая и бойкая, стала вдруг, по прошествии нескольких часов охоты, как-то странно покачиваться, будто пьяная, бросила искать дичь, стала ложиться на землю, как бы в сильном изнеможении, с трудом, неохотно поднималась на ноги и, покачиваясь, неохотно подходила ко мне по-свистку, которого обыкновенно хорошо слушалась. Недоумевая, что такое с нею приключилось, я бросил охоту и вернулся домой. Через час времени, после крепкого сна, собака стала совершенно свежа и весела, как ни в чем не бывало. Впоследствии, когда я однажды рассказал этот случай одному старому охотнику, он мне объяснил, что собака моя была «опьянена» багульником, которого слишком много нанюхалась, разыскивая в течение нескольких часов кряду дичь между кустами багульника».

Прав Кайгородов, называя багульник «коварным лесным розмарином». А в наши дни все же надо немножко «сobelить» опороченный багульник. Выясняется, что багульник обладает интересными фитонцидными свойствами, его тканевые соки убивают очень вредных для человека бактерий. Кто знает, может быть медицина скажет в ближайшие годы большое спасибо природе, в ходе эволюции которой появилось это «коварное растение», и не придется ли простить этому растению его «опьяняющие» свойства.

Не все факты, о которых до сих пор шла речь, проверены строгой наукой, а потому и нельзя на основании их делать какие бы то ни было выводы для практики. Может быть, имеются и некоторые преувеличения ядовитости тех или иных растений. Поэтому остановимся на сказанном и совсем не будем излагать имеющиеся в литературе, хотя и многочисленные, но недостаточно проверенные сообщения о случаях одурманивания, отравления людей цветами и т. д.

Обратимся теперь к строгим научным опытам, проведенным на млекопитающих. Опыты эти дали много интересного и на них медицина обратит серьезное внимание.

Я сознательно не буду приводить самые удивительные факты. Достаточно сказать, что есть растения, одна десятая грамма листьев которых может в течение одной минуты на расстоянии (значит, летучими веществами) убить мышь или крысу!

Не надо, однако, никаких сенсаций. Присмотримся повнимательнее к природе.

В ней все явления таинственны, пока ум естествоиспытателей не объяснит их.

В нашей лаборатории доктор А. Г. Филатова провела много экспериментов на белых лабораторных крысах.

Поместим крысу весом около 150 граммов в стеклянный сосуд емкостью около 2500 кубических сантиметров; закроем плотно этот сосуд крышкой.

Исследователь убедится, что крыса в течение двух часов будет жива без добавочного притока свежего воздуха. В таких условиях крыса может жить даже в течение 4—6 часов. Само собой разумеется, длительное пребывание в сосуде без доступа свежего воздуха может сильно отразиться на жизненно важных направлениях.

Вот один из случаев. Крысы дышат в норме чаще, чем человек: в одну минуту человек делает около 20 вдохов, а крыса — около 120.

Через 40 минут пребывания в сосуде у крысы наблюдалось 137 вдохов. Это, как говорят, в пределах нормы. Через 1 час 15 минут отмечено 103 вдохания в минуту, через 2 часа — 92, через 3 часа — 83 и, наконец, через 4 часа 5 минут — всего 59 вдоханий в минуту, в два раза медленнее, чем в норме, и все же смерть крысы в этом случае не наступила.

Впрочем, поведение крыс разного возраста и при разном состоянии организма довольно различно.

Доктор Филатова помешала на дно сосуда, в котором находилась нормальная, здоровая крыса, всего 2 грамма измельченного тем или иным способом растительного материала: луковицы лука, чеснока, корневища хрена, кожуры плодов мандарина, лимона или апельсина, листьев лавра благородного,

листьев, почек, ягод и коры черемухи, листьев рябины, эвкалиптовых деревьев, лавровиши, березы, дуба, тополя, игл пихты.

Крыса при этом не соприкасается с растительной кашицей — кашица находится на фарфоровой пластинке, устанавливаемой недалеко от дна. В фарфоровой пластинке имеются большие отверстия, так что воздух в сосуде непрерывно перемешивается, и летучие фитонциды, выделяющиеся из растительного материала, беспрепятственно поступают в ту часть сосуда, где находится крыса. Значит, она принуждена дышать фитонцидами.

Один из очень важных для медицины выводов из проведенных многочисленных опытов таков: летучие фитонциды чеснока, широко используемого в настоящее время в качестве лекарственного растения, не оказывают заметного токсического действия даже при условии, если крыса находится в атмосфере паров чеснока в течение пяти часов. Это тем более интересно, что в таких опытах брали не 2 грамма чеснока, а 15 — 30 граммов.

То же можно сказать и о летучих фитонцидах лука. Были случаи, когда даже 60 граммов луковой кашицы не вызвали смерти крысы в течение трех часов!

Это не означает, что никаких болезненных явлений при этом не наблюдается. Ведь и слезотечение у домашней хозяйки при натирании на терке лука свидетельствует о сильно раздражающем его действии.

Работы доктора Филатовой и выводы о влиянии летучих фитонцидов на организм млекопитающих совпадают с мнением других исследователей, которые, решив применить фитонциды в медицине, подробно изучали, как действуют летучие фитонциды пищевых растений при вдыхании их крысами, кроликами и мышами. Исследовались ткани, выстилающие дыхательные пути, состояние легких, печени, почек и других органов. Можно несколько раз в день в течение многих суток заставлять кролика дышать летучими веществами лука и чеснока, и это проходит для него почти без всяких последствий, а если и происходят какие-либо изменения в тканях, то они обратимого характера: эти ткани снова вскоре становятся нормальными.

Раз уж мы заговорили об этом, нельзя не отметить изумительного факта, вскрытого опытами. Заставьте подышать летучими веществами чеснока кролика; умертвите его после этого через две недели. Легкие, сердце, почки, печень, селезенка будут еще пахнуть чесноком!

Если бы вещества чеснока, убивающие бактерии, хоть частично совпадали с веществами, вызывающими запах, то как

это было бы великолепно: можно было бы подобным образом, грубо говоря, пропитать фитонцидами наш организм и помочь ему в борьбе с микробами.

Итак, опыты Филатовой и других ученых показали относительную безвредность летучих фитонцидов лука и чеснока для млекопитающих.

Требуется сделать оговорку. Каждый по себе знает, без всяких научных изысканий, сколь много зависит от состояния организма. Это относится и к человеку и к животным. Бывают и крайне резкие колебания в чувствительности животных и людей к тем или иным веществам. Почти все люди считают землянику приятной ягодой, лакомством, но есть люди, которые совершенно не выносят ее, даже заболевают от нее, наживаются болезнью вроде крапивницы.

Так же и с чесноком и луком. Из опытов Филатовой никак нельзя делать вывод, что эти растения в любом количестве и при любом состоянии человека, особенно больного, всегда безобидны. В каждом случае только врач может решить вопрос о вреде или безвредности в зависимости от состояния легких, сердца, кишечника.

Эти замечания, напоминающие читателю об осторожности, несколько не опровергают результатов строго научных экспериментов, говорящих о безвредности для организма млекопитающих больших количеств летучих фитонцидов лука и чеснока.

Такие же результаты получены и с корневищем хрена, то есть с теми частями этого растения, которые человек использует в качестве приправы к пище.

Это очень важно, так как научная медицина в ближайшее время наверное будет все больше интересоваться хреном с его изумительными бактерицидными и противогрибковыми свойствами. Как и в случае чеснока и лука, от летучих фитонцидов хрена наблюдается раздражение тканей, выстилающих полость рта, раздражение глаз, наблюдается у крыс слюноотделение и слезотечение. Но даже после двухчасового пребывания в атмосфере паров хрена крысы остаются живыми, а в последующие дни не удается отметить никаких изменений в их состоянии и поведении.

Снова и снова обратим внимание на своеобразное поведение организмов при действии на них различных раздражителей. Для одного организма какое-либо вещество может оказаться смертельным ядом, для другого — великолепным питательным веществом. Мы уже приводили пример с «нежными» яйцами аскариды. На них не оказывает вредного действия количество медного купороса, способное убить быка.

Летучие фитонциды лука в огромных количествах оказыва-

ются безвредными для крысы, а в значительно меньших количествах убивают, в тех же условиях опытов, лягушку, червей, моллюсков и других животных. Лук и чеснок обладают изумительно мощными бактерицидными свойствами, для протоплазмы бактерий и грибков фитонциды этих растений являются ядом. Те же растения в определенных количествах и при определенном состоянии организма человека не только не токсичны, но являются великолепной пищей и ценнейшим лекарственным средством.

Очень многие растения, бактерицидные свойства которых представляют большой интерес для здравоохранения, оказались совершенно безвредными для крыс и других млекопитающих. Это позволяет ставить смелые исследования по использованию фитонцидов в медицине.

Испытывались листья некоторых эвкалиптовых, спиреи рябинолистной, рябины обыкновенной, лимонного, апельсинового и мандаринового деревьев, листья дуба, клена обыкновенного, иглы пихты.

Летучие фитонциды всех названных растений оказались безвредными для организма здорового млекопитающего животного.

Результаты этих опытов нельзя еще переносить на человека, но история исследований в биологии и медицине позволяет с большой долей вероятности делать смелые выводы и в отношении человеческого организма на основании опытов на лабораторных животных.



Рис. 29. Кусты лавровиши, листья с которых брались для опытов, описываемых в тексте (фотоснимок)

Мы помещали крыс в сосуды с растениями, летучие фитонциды которых оказались безвредными для них. А сейчас мы принуждены говорить о крысах — жертвах наших опытов.

Вас вероятно удивит, что иные растения могут оказаться сильнейшими ядами для крыс и других млекопитающих животных.

Перед нами растение, называемое лавровишиной. Но к лавру оно никакого отношения, кроме своего названия, не имеет.

В 1944 году из Сухуми были привезены в Ленинградский ботанический сад 20-сантиметровые черешки лавровишины высажены в оранжерейных условиях. На второй год их высадили в грунт, отпеляя на зиму. В грунте они пробыли до осени 1948 года, а потом их пересадили в горшки и доставили к нам, в лабораторию, в прекрасном состоянии. Высота кустов 100 сантиметров и выше. Толщина ствола в нижнем сечении 3 сантиметра и более. Крона развита хорошо, ширина ее около 100 сантиметров. Общее количество листьев на каждом кусте от 180 до 350.

Летучие фитонциды листьев лавровишины оказались сильно токсичными для организма крыс. Опыты ставились так же, как и с другими растениями, в частности с луком и чесноком. Брали всего 2 грамма измельченных листьев лавровишины. Сосуд прежний — емкостью 2500 кубических сантиметров.

Опишем подробно поведение крысы в атмосфере летучих веществ листьев лавровишины. В первые минуты крыса спокойна, но если пощипывать ее кожу пинцетом, то замечается, что возбудимость крысы несколько повышена по сравнению с контрольными, помещенными в сосуды такого же объема, но без растительного материала. Минут через пять мы заметим покраснение ушей и конечностей у подопытных крыс. Это означает, что какие-то летучие вещества проникают сквозь протоплазму первых, поверхностных, клеток кожи, действуют на нервные окончания и сосуды, тончайшие кровеносные сосуды расширяются, разыгрываются явления, которые врачи называют гиперемией и которые можно наблюдать на коже при горчичниках. Проходит минута, другая, крыса начинает беспокоиться, пытается открыть крышку сосуда. Минута еще одна минута, крыса беспомощно падает.

К этому времени сначала задние, а затем и передние ноги вступают в какое-то параличное состояние, к чему незамедлительно присоединяются судороги конечностей, а нередко и всего тела. Конечности и уши резко бледнеют. Дыхание становится редким и вскоре прекращается совершенно, а через одну-

две минуты прекрасно проходит и деятельность сердца. Крыса погибает.

Все описанные предсмертные изменения разыгрываются в течение минут двадцати пяти или получаса.

Даже в сосуде емкостью более 13 литров крыса все же умирает под влиянием летучих веществ, выделяющихся из 2 граммов измельченных листьев лавровишины.

Опыт обставляется так, что крыса не может съесть, даже крупу растительного материала. Впрочем, если крысу, находящуюся в сосуде, и не отделять перегородкой (с отверстиями) от лавровишиневой кашицы, крыса все равно не станет есть ее. Специальные опыты показывают, что некоторые растения, летучие фитонциды которых крайне ядовиты для крыс, оказываются почти или совершенно безвредными для них в том случае, если дать их в пищу. Очевидно, пищеварительные соки как-то обезвреживают яды, а изумительная мощность летучих фитонцидов может быть понята лишь при предположении о незамедлительном проникнове-

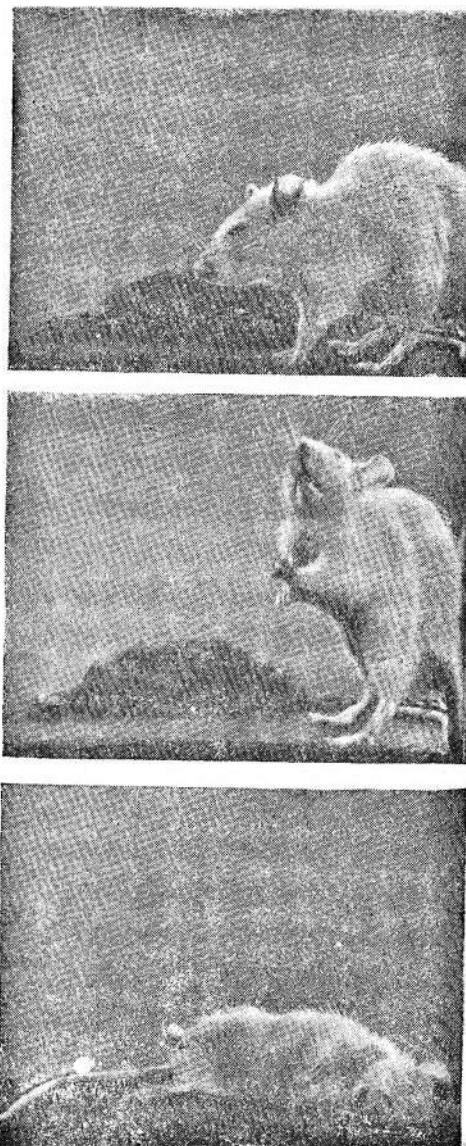


Рис. 30. Опыты по влиянию летучих фитонцидов на организм крысы

жии их через легкие в кровь животного и сильном токсическом действии на нервную систему.

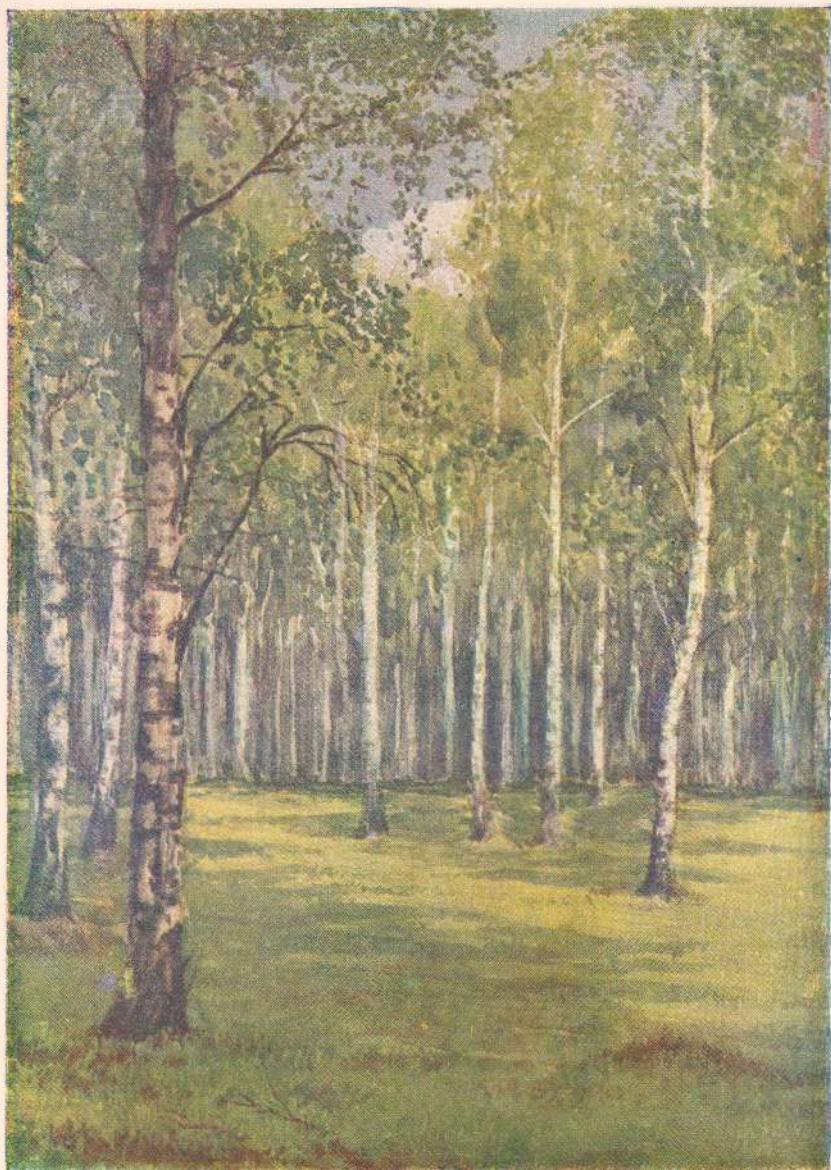
Лавровишия — вечно зеленое дерево. На одном и том же дереве имеются листья молодые и сохраняются листья годичного возраста и даже более старые. Небезразлично, какие листья берутся для опыта. Молодые листья гораздо более токсичны: смерть крыс в тех же условиях опыта наступает в среднем через 12 минут, а иногда даже через 8 минут! Означают ли эти опыты, что и в природной обстановке крысы и родственные им организмы умирают на расстоянии от лавровишиневых деревьев? Означает ли это, что лавровишиневые деревья вредно иметь в комнатах? Нет, это совершенно несновательные предположения и опасения.

В опытах мы наносим листьям такие ранения, какие в естественной обстановке почти никогда не наблюдаются. В опытах мы хотя и помещаем крыс в большую для них «жилищную площадь», но стараемся покрепче закрыть сосуд и не допускать притока свежего воздуха.

Другой вопрос — имеют ли какое-либо значение микродозы летучих фитонцидов, выделяющихся из неповрежденных листьев лавровишии, для организма млекопитающих и для человека. Наука этот вопрос еще не выяснила. Может быть, низкие количества летучих фитонцидов ядовитых растений, поступающие в легкие, а затем и в кровь, оказывают серьезное влияние на те или иные жизненно важные функции. Нельзя заранее сказать, сколь полезно это влияние, но нет никаких оснований и для опасений. Достаточно вспомнить, что большинство лекарств любого происхождения (растительного, минерального или производимых искусственно) в небольших количествах полезно, а в значительных количествах очень вредно. Вреден и пирамидон и хинин. Вопрос решает количество лекарства. Кто же не знает, что медицина принуждена пользоваться иногда очень вредными веществами, сильными ядами! Нельзя думать, например, о наркотиках, которые используются для усыпления при операциях, как о совершенно безвредных веществах.

Не лишен интереса опыт, который мы ставили в лаборатории. В густой кроне лавровишиневого дерева была повешена клетка, в которой в течение месяца безвыходно жила здоровая крыса. Ее поили и питали так же, как и контрольных. Систематически взвешивали; наблюдали, прибавляя ли в весе, подсчитывали дыхание; следили за поведением крысы в течение месяца. Ничего интересного, отличающего эту крысу от нормальной, мы не заметили.

Конечно, этот опыт лишь предварительный. Много всяких наблюдений потребуется, чтобы сделать точные выводы.



Березовая роща

«...в лесу, в степи, — везде, где есть растения, постоянно выделяются в атмосферу летучие фитонциды».



Рис. 31. Крыса в клетке (объяснение см. в тексте)

Возьмем теперь черемуху обыкновенную. Кто не любовался весенней цветущей черемухой? Во скольких песнях, сказках и рассказах увековечено это растение! И кажется весной, что ни одно вредное насекомое, ни одна бактерия или грибок не посмеют дотронуться до ее листьев, что они все лето будут ласкать наш взор своей зеленой, майской свежестью. Но увы! Наша нарядная красавица быстро, до обидного быстро, дурнеет: до 60 паразитов нападают на нее. Не щадят ее и насекомые. Нежная, но противная черемуховая тля, до которой, кажется, нельзя дотронуться, чтобы она не погибла, преспокойно ползает по листьям.

Листья черемухи изъедены, черемуха кажется беспомощной в борьбе с паразитами. Многие десятки микробов и многокле-

точных организмов приспособились к ней, стали для нее патогенными. Но не будем делать преждевременных выводов о чрезмерной беспомощности черемухи. Фитонциды листьев черемухи являются исключительным ядом для многих бактерий, грибков и простейших. Мы видели, что фитонциды черемухи являются мощным ядом и для тех насекомых, которые в ходе эволюции не приспособились к сожительству с черемухой. А вот для черемуховой тли листья черемухи являются и гостеприимным домом и лакомством.

В то же время фитонциды листьев черемухи в первые секунды могут убить мух, слепней, комаров.

Посмотрим, как чувствует себя в атмосфере летучих фитонцидов крыса. Опыты поставим так же, как и опыты с лавровишиной. Мы увидим, что летучие фитонциды черемухи менее ядовиты для крыс, чем фитонциды лавровишины, но все же они не безразличны для нее, и это гигантское по сравнению с черемуховой тлею животное чувствует себя очень плохо в атмосфере летучих веществ черемухи. Был поставлен 21 опыт с черемухой и крысами. В шести случаях крысы погибли менее чем через полтора часа, а были случаи и совершенно поразительной неустойчивости. Так, в одном из опытов крыса погибла через 13 минут! И все же, если учесть, что фитонциды черемухи являются страшным ядом для многих микроорганизмов и очень стойких животных — клещей, мух и т. п., приходится склоняться не ядовитости черемухи для крыс, а слабой токсичности ее фитонцидов в отношении этих животных. Такое рассуждение тем более основательно, что в листьях черемухи содержатся вещества (или они могут образовываться при ранении листьев, при соприкосновении с воздухом), являющиеся ядом, от которого погибает протоплазма клеток большинства организмов. Среди этих веществ имеется такой яд, как синильная кислота.

Дело обстоит, однако, гораздо сложнее. Продолжим наши опыты. Мы уже знаем, что растения в разные периоды их развития, при разных физиологических состояниях выделяют разное количество фитонцидов, да, вероятно, и разного качества.

Сорвем почки черемухи — осенью, зимой, ранней весной, до развертывания из них листочков. Раздавим два грамма почек, положим их, как и в опытах с листьями, на дно сосуда. Поместим в сосуд ёмкостью 2500 кубических сантиметров крысу. Через 20 минут летучие фитонциды почек черемухи убьют крысу!

Какие же вещества лавровишины и черемухи действуют столь губительно на организм крысы?

Самое простое и кажущееся самым доказательным — предположить здесь действие синильной кислоты. Синильная кис-

лота в тканях некоторых растений может отщепляться от других соединений и оставаться в свободном состоянии. Но это пока лишь только предположение. Многие опыты и наблюдения заставляют думать, что летучие фитонциды лавровишины и черемухи — сложная совокупность веществ и не сводятся лишь к синильной кислоте.

* * *

Опыты поставили перед нами немало новых вопросов.

Положим в сосуд не 2, а 20 граммов листьев лавровишины. От 2 граммов листьев крыса погибает в течение 25—30 минут. От 20 же граммов смерть наступает в течение 4—5 минут. Изменим опыт. В такой же сосуд рядом с 20 граммами измельченных листьев лавровишины положим кашицу из чеснока. Поместим теперь сюда крысу. Она останется живой в течение получаса и даже более. Летучие вещества чеснока ослабили действие ядовитых летучих веществ лавровишины. Почему?

На этот вопрос у нас еще нет ответа. А перед нами возникает вопрос: многие ли растения столь же токсичны для млекопитающих, как черемуха или лавровишина? Нет, растений со столь мощными свойствами летучих фитонцидов, повидимому, немного. Впрочем, в растительном мире еще много неизведенных тайн.

Украинский ученый Н. Г. Холодный, наряду с фактами вредного действия летучих веществ высших растений на микроорганизмы, обнаружил не менее интересное явление: в некоторых случаях летучие вещества, наоборот, улучшают жизнь тех или иных бактерий, ускоряют их размножение. Особый интерес представляют в этом отношении цветы многих растений.

Н. Г. Холодный не ограничился этим открытием. Он выскзал смелое и очень важное для медицины предположение: летучие органические вещества, выделяемые высшими растениями, могут оказаться «атмосферными витаминами», или витаминоподобными веществами. Эти вещества усваиваются в качестве пищи животными или другими растениями. Пока это лишь предположение, но предположение вполне обоснованное.

И здесь перед нами снова встает вопрос: не могут ли птицы, млекопитающие и человек, вдыхая в лесу летучие фитонциды, усваивать их, «есть» их своими легкими? Легкие человека так устроены, что обладают огромной всасывающей поверхностью. Их можно улодобить сильно разветвленному дереву. Концевые части этого «дерева» — так называемые альвеолы. Стенки альвеол очень тонкие, податливые, эластичные. Когда происходит вдох, расширение легких происходит как раз за счет растяжения альвеол. Строение клеток, из которых состоят стенки альвеол, приспособлено к газообмену: к поглощению

кислорода и отдаче углекислого газа. Стенки всех альвеол обоих легких человека обладают огромной поверхностью — до 50 квадратных метров!

Мы уже знаем, что при вдыхании летучие фитонциды могут незамедлительно попасть в кровяное русло и разнести по всему телу.

Если предположение Н. Г. Холодного правильно, если в составе летучих фитонцидов, например хвойных деревьев или дуба есть витаминоподобные вещества, а человек своими легкими может их усваивать, то сколь же благотворен для человеческого организма должен быть воздух соснового леса или дубовой рощи!

Каково количественное содержание в атмосфере летучих фитонцидов? Различаются ли между собой в этом отношении разные типы лесов, лугов, степей?

Наука только «завтра» скажет по этим вопросам свое веское слово, но скажет обязательно.

При благоприятных условиях в 1 кубическом метре воздуха, непосредственно окружающего надземные части растений, может содержаться несколько миллиграммов летучих веществ, выделяемых растениями. Это огромное количество. Известно, что витамины уже в ничтожнейших количествах оказывают свое действие. «Через легкие взрослого человека, — пишет Н. Г. Холодный, — в течение суток проходит 3—4 килограмма воздуха¹. Следовательно, если мы примем, что 1 килограмм воздуха в местности с богатой растительностью содержит только 1 миллиграмм различных фитогенных веществ², то... в организм человека ежедневно поступает несколько миллиграммов летучих органических соединений, среди которых есть и вещества типа витаминов или провитаминов».

Недаром городской житель мечтает каждый год об отдыхе на лоне природы.

Гораздо более изучены на животных, в особенности сельскохозяйственных, ядовитые свойства многих растений. Но и здесь еще много загадочного и неясного. Ученые знают, что даже новорожденные животные ведут себя очень осторожно. Присмотритесь к поведению кошки, собаки, коровы, овцы.

На выпасе рогатый скот явно избегает некоторых растений, и именно тех, которые, как показали опыты, ядовиты для них. На пастбищах ядовитые растения остаются обычно несъеденными. При кормлении в хлеву животные как-то узнают вредные для них растения. Они не берут в рот даже те ядовитые растения, которые не имеют никакого запаха. Если быть более

¹ При нормальном дыхании легкие пропускают через свои альвеолы около 60 литров кислорода в час.

² То есть вещества растительного происхождения.

строгим в научном отношении, то надо сделать оговорку: обоняние у коровы или собаки, конечно, значительно отличается от обоняния человека.

Было бы ошибочно предполагать, что в поведении собаки, лошади, коровы или овцы все целесообразно. Животноводы знают, что иногда животные едят ядовитые растения с большой охотой и гибнут. Наблюдали, например, массовую гибель рогатого скота, с «увлечением» наевшегося листьев табака, развороженного для просушки. С другой стороны, заболевшая собака инстинктивно выбирает среди множества растений необходимые ей.

В долгом, долгом ходе эволюции создавались определенные отношения между растениями и животными, вполне объяснимые в свете учений И. В. Мичурина и И. П. Павлова.

Многое предстоит еще сделать врачам и биологам в области новой науки о фитонцидах и решить многие вопросы, которые ставит перед нами жизнь.

Стоит ли пренебрегать фитонцидами, когда мы решаем вопросы озеленения больших городов? Какие декоративные растения более полезно иметь дома, в детском саду? Почему так настойчиво медицина считает, что туберкулезным больным полезно жить в сосновом бору? Нельзя ли ботаникам путем отбора и скрещиваний усилить в десятки или сотни раз фитонцидные свойства пищевых и декоративных растений и заставить растения хотя бы отчасти очищать от вредных бактерий воздух жилых помещений, воду в реках, озерах, болотах?

А нельзя ли подобрать растения, летучие вещества которых, неизбежно вдыхаемые нами, действовали бы благоприятно на нервную систему, на ткани легких, на кровь?

Почему бы в самом деле не добиваться этого? Почему не пытаться все более использовать природу, вмешиваться в интересах человека в ее эволюцию? Человек достоин того. Базаров — герой романа Тургенева «Отцы и дети» — говорил: «Природа не храм, а мастерская, и человек в ней работник!» Слова эти перекликаются с нашим веком, с советским периодом развития биологической и медицинской науки, науки Мичурина и Павлова. Мы покоряем природу и, покоряя, все больше ее любим.





ФИТОНЦИДЫ И ЖИЗНЬ РАСТЕНИЯ

...Изыскивая способы и средства борьбы с этим злом (ржавчиной роз), я обратил внимание на быстро сохнущий, горький молочный сок обыкновенно везде в изобилии растущей сорной травы молокана...

И. В. Мичурин



Если бы фитонциды были обнаружены лишь в порядке исключения, на одном-двух растениях, они не представляли бы особого биологического интереса. Но в настоящее время нельзя сомневаться в широкой распространенности этого явления. В той или иной степени продуцирование фитонцидов, особенно при ранении, свойственно всем растениям, начиная с бактериальных клеток и кончая любым высшим цветковым.

Чем объяснить такую щедрую расточительность природы? Некоторые из ученых предпочитают не задумываться над этим вопросом, а некоторые, являясь противниками учения Мичурина, объявляют фитонциды случайным явлением, отбросами растений. Это ошибка. Не может быть случайным такое распространенное в природе явление. Его требуется объяснить. Это важно и для науки и для практики.

Если бы были выяснены вопросы о значении фитонцидов для жизни самих растений, медицина могла бы сознательно, а не от случая к случаю, искать и находить требующиеся для лечения заразных болезней бактерицидные вещества: пригодились бы эти знания и растениеводству, так как можно было

бы пытаться, когда нужно, усиливать те или иные фитонцидные свойства растений, если эти свойства имеют для них серьезное жизненное значение. Короче говоря, необходима теория, объясняющая роль фитонцидов в природе.

Мы познакомились с вами, читатель, с рядом фактов. Если этих фактов недостаточно еще для создания теории, то их вполне достаточно для того, чтобы высказать предположение, гипотезу, мало-мальски удовлетворительно объясняющую, почему в ходе эволюции растений у них появились фитонцидные свойства.

Это предположение мы высказали в начале книги: фитонциды являются одним из важных факторов естественной невосприимчивости растений к заразным для них заболеваниям.

Любое растение в ходе своей жизнедеятельности в связи с обменом веществ выделяет фитонциды, помогающие ему бороться против бактерий, грибков и могущих оказаться для него вредными тех или иных многоклеточных организмов, например насекомых.

Фитонцидами, образно говоря, растение само себя обеззараживает, стерилизует.

Это относится и к низшим растениям и к самим бактериям, которым в природе живется очень нелегко и у которых много врагов — бактерий других видов. Чтобы добыть себе пропитание, чтобы осваивать в виде питательных веществ протоплазму клеток своего хозяина (клеток листьев какого-либо растения или ткани легких или желудка человека), бактерия должна выделять во внешнюю среду вещества, изменяющие протоплазму этих чужих клеток.

Болезнетворные для человека и животных микробы могут выделять особые вещества — агрессины, мешающие фагоцитам заглатывать их; то же значение имеют образующиеся вокруг микробов особые капсулы (оболочки). Микробы выделяют особые вещества — токсины, отравляющие организм. Многие микробы и страшны для человека и животных не своим количеством, а именно этими ужасными ядами. Один грамм токсинов столбняка, то есть веществ, выделенных микробами, вызывающими эту болезнь, убивает 4000 человек или 20 000 000 мышей!

В процессе возникновения и эволюции болезнетворных бактерий и грибков происходила и происходит эволюция и защитных сил животных и растений, их сопротивляемости, изменение их иммунитета. В природе все взаимосвязано. И микроорганизмам, действительно, нелегко живется в природе. Не случайно, а в результате долгой эволюции к определенным растениям и животным из огромного количества микроорганизмов оказались приспособленными лишь некоторые.

Мы приводили уже примеры для подтверждения этой мысли. Приведем еще. Среди многочисленных разновидностей льна одни устойчивы, другие, наоборот, очень восприимчивы к грибку, называемому фузариум лини. Среди разных видов пшеницы имеется небольшое число относительно устойчивых по отношению к головне; разные сорта картофеля неодинаково восприимчивы к болезнетворному грибку — фитофторе.

Как и в мире животных, каждый вид растения имеет защитные приспособления, предохраняющие его от большинства встречающихся в природе микроорганизмов, и лишь очень немногие бактерии и грибки являются для него болезнетворными: только те, которые приспособились к паразитарному образу жизни у данного растения или животного. Все эти виды микроорганизмов — поздний результат эволюции. Если современная туберкулезная палочка вне организма обезьяны и человека жить не может, значит ясно, что человеческая туберкулезная палочка в ее теперешнем виде развилась вместе с человеком.

Птичья туберкулезная бацилла не вызывает туберкулеза у человека. Бледная спирохета не может явиться возбудителем сифилиса у птиц. Болезнетворные для лука грибки и бактерии не являются патогенными для сосны.

Очень наглядным примером, подтверждающим правильность высказываемых мыслей, является организм человека. Казалось бы, многие тысячи микроорганизмов, целые «полчища» их должны быть болезнетворными для человека, так как клетки и ткани человеческого организма содержат для них великолепную пищу — белки, жиры, углеводы, минеральные вещества и воду. Между тем это не так. Наши клетки и ткани являются страшными «врагами» для большинства микроорганизмов.

Интересные подсчеты, конечно приблизительные (ибо науке еще не все известно), сделал один ученый. Почти половина всех болезней человека вызывается паразитами. А много ли паразитов? Не более 250, включая всех вредных червей, насекомых, клещей. Существует только около 60 различных болезнетворных для человека бактерий, около 20 так называемых вирусов и около 50 грибков.

Между разными видами бактерий и грибков в почве, в воде, в кишечнике животного, на листе растения — везде имеет место не только сожительство, взаимопомощь, но чаще борьба, и борьба жестокая. Многие бактерии являются антагонистами друг другу. Также и многие грибки являются врагами друг другу. Чем же могут они защищаться? Что они могут противопоставить суровым условиям в своей жизненной борьбе?

Бактерии и грибки не беззащитны. Им помогает нередко огромная быстрота размножения (через каждые полчаса),

образование так называемых спор, превращение микробов в такое состояние, в котором они очень стойки к вредным воздействиям, и многое другое.

Несомненно и то, что в жизненной борьбе микробов огромную роль играют выделяемые во внешнюю среду антибиотики, которых иначе можно было бы назвать фитонцидами. Таковы, как уже указывалось, химические вещества, выделяемые плесневым грибком, и которые в обработанном виде представляют ценнейшее лекарственное средство — пенициллин, действующий вредно на другие грибки и бактерии.

Антибиотики, выделяемые во внешнюю среду бактериями и грибками, являются их «химической защитой». Не надо только понимать это так, что выделяемые во внешнюю среду «химические защитные вещества» всегда обязательно убивают своих соседей — другие бактерии или грибки. Мы убедились ранее, что и фитонциды высших растений могут не только убивать микроорганизмы, но и тормозить их рост и размножение, а иногда и способствовать жизни безвредных для данного растения микроорганизмов. С этой точки зрения многие явления в природе кажутся не делом случая, а получают объяснение. Вот одно очень интересное явление.

Внесем в почву нарочито большое количество каких-либо болезнетворных для человека микробов, например, возбудителя тифа, холеры, дифтерии, дизентерии. Пройдет несколько дней, а в некоторых случаях только сутки, и огромное большинство этих бактерий погибнет в почве. Почему?

Ни у кого не возникает сомнений в том, что решающей причиной этого является наличие в почве антагонистов бактерий, которые выделяют во внешнюю среду вещества, могущие разрушать другие бактерии и вирусы. Что это действительно так, подтверждается следующим наблюдением. Простерилизуем почву, значит, освободимся от бактерий. Внесем теперь в нее брюшнотифозные бактерии. Мы убедимся, что они будут хорошо размножаться и долго жить. Если те же бактерии внести в почву нестерильную, в которой находятся различные бактерии, выделяющие во внешнюю среду антибиотические, фитонцидные вещества, то внесенные в почву брюшнотифозные бактерии очень быстро погибнут.

А вот другой пример. Дерево грецкого ореха сильно повреждается грибком дотиорелла грегарис. Грецкий орех повреждается также бактерией псевдомонас югландис. Можно искусственно заразить названным грибком или бактерией ветви грецкого ореха, но если заражать смесью обоих микроорганизмов, то заражение не произойдет. Единственное объяснение этому — антагонизм между собою названных грибков и бактерий.

Факты такого рода не одиночные. Например, если клубника заражена грибком ботритис цинереа, то ее нельзя уже заразить грибком ризопус, хотя он также является виновником заболеваний клубники.

Заразим яблоки спорами грибка, который называется монилия фруктигена. Через 5—6 дней вырежем загнившую ткань и взвесим. В среднем у каждого яблока будет около 6,5 грамма загнившей ткани. Попробуем заразить яблоки той же партии таким же количеством спор другого грибка — ботритис алии. Через те же 5—6 дней мы не обнаружим гниения яблок. Заразим, наконец, яблоки той же партии спорами обоих грибков совместно. Заражение грибком ботритис алии произойдет, и через 5—6 дней, как и в первом опыте, мы заметим загнившую ткань. Взвесим ее, окажется в среднем всего около 1,5 грамма такой ткани в каждом яблоке. Совершенно очевидно, что грибок ботритис алии подавляет размножение грибка монилия фруктигена.

Известно много и других примеров такого же рода. Обнаруженный антагонизм плесневого грибка и некоторых бактерий привел к открытию пенициллина. Приятно сознавать, что русским ученым принадлежит выдающаяся роль в исследованиях антибиотиков низших растений и бактерий. Пенициллин фактически был открыт врачами Манассеиным и Полотебновым еще в 1872 году.

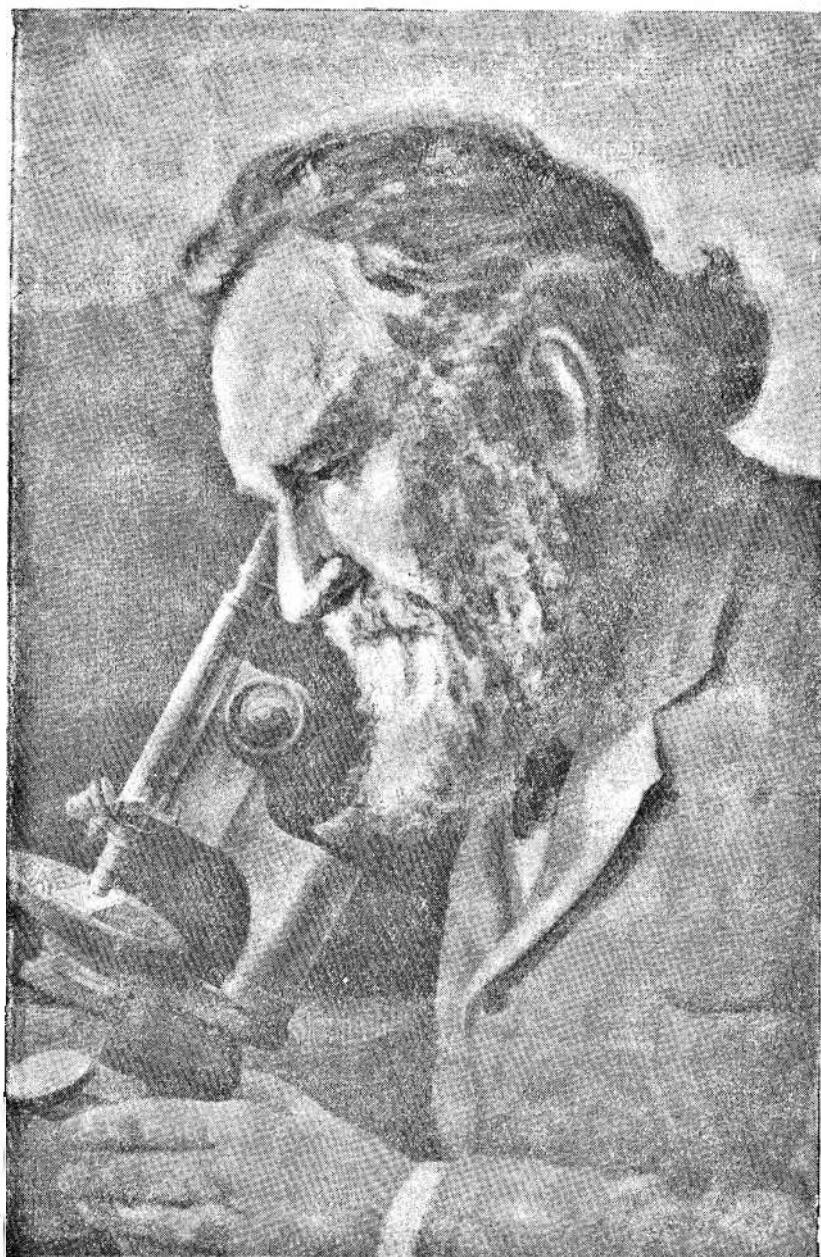
Идейным отцом всех исследований по фитонцидам низших растений и бактерий является знаменитый русский биолог И. И. Мечников — один из основателей современной медицины.

Мечников привлек внимание к организму животного и к организму растения своими поисками в них защитных, целебных сил. Еще в 1883 году, на съезде русских врачей, он сделал доклад о целебных силах организма. Мечников должен считаться и родоначальником проблемы фитонцидов во всем ее объеме.

Мечников и Пастер открыли явления антагонизма в мире микробов, подавление одних бактерий другими. Мечников не только наблюдал эти явления, частным примером которых в наше время являются пенициллин и грамицидин, но и наметил очень большой план работы в этой новой области, до сих пор наукой еще не выполненный.

Он писал: «Перед наукой лежит еще обширное поле для новых исследований... болезнестворные бактерии, попадая в организм, не обязательно причиняют болезнь.

Среди так называемых «носителей» тифозных, холерных, дифтерийных и других бактерий есть немало лиц, не заболевших соответственными болезнями.



И. И. МЕЧНИКОВ

По всему нужно думать, что во внешней природе и в человеческом организме распространены микробы, оказывающие нам большую пользу в борьбе против заразных болезней».

Мечников, в частности, думал, что бактерии, вызывающие молочно-кислое брожение, могут играть полезную роль, как антагонисты бактерий, населяющих толстые кишки человека. Он поэтому горячо рекомендовал всем есть простоквашу, содержащую большое количество бактерий. Кстати, простокваша действительно очень полезная еда, но необходимо ли давать деятельность бактерий, нормально населяющих кишечник человека, — не ясно.

В наше время некоторые ученые считают нужным использовать в борьбе с дизентерийной палочкой постоянного и, как правило, безвредного жителя кишечного тракта — кишечную палочку. В частном случае великий ученый Мечников мог быть неправ. Весь же план работы по использованию явления антагонизма в мире микробов, мысль о благодетельных для человека микроорганизмах была талантливым предвидением, которое через полсотни лет направляет работы нашего времени.

Изумительным человеком был Илья Мечников — великий сын русского народа. Он создал вместе со своим другом — выдающимся русским ученым А. Ковалевским — науку о зародышевом развитии, рассматривающую это явление в свете эволюции. Он был одним из первых основателей новой науки — микробиологии. И. И. Мечников открыл явление фагоцитоза и создал учение о защитных свойствах организма животных (об этом мы вскоре будем говорить). Он же предусмотрел развитие новой проблемы — фитонцидов.

Историю большой научной проблемы можно сравнить с многими тропинками, выходящими на широкую дорогу. Прежде чем эта дорога станет ровной, много дорожек и тропинок исходят ученые. Не всегда они приводят к большой дороге научной теории. Много гипотез гибнет, не будучи оправданными фактами. Светильником для ученых, занятых разработкой проблемы фитонцидов, были и остаются идеи Мечникова.

Ученые — медики и биологи широким фронтом начали сознательно использовать в качестве целебных сил для человека целебные силы растений. Человек все более уверенно подчиняет себе природу, ее эволюцию.

Мы пытались с самого начала быть, как это и подобает в науке, разумно осторожными и не поддаваться излишним увлечениям. Будем соблюдать это правило до конца и тотчас же предупредим всех читателей о наивности утверждения, будто у растений все вопросы невосприимчивости к болезням сводятся к фитонцидам. Даже у низших растений этого не может

быть, а у высших, очень сложно устроенных организмов, имеется много приспособлений, противодействующих врагам из мира микроорганизмов. Перечислим некоторые из бесспорно защитных приспособлений у растений.

Температура тканей растений не пригодна для жизни многих микроорганизмов.

Клетки кожицы растений, как правило, плотно соединены между собою; образуется сплошной слой так называемой кутикулы, а иногда пробковая ткань, в которой питательных материалов для микроорганизмов мало; к тому же пробка представляет и механическое препятствие для проникновения микроорганизмов внутрь. На кутикуле иногда имеется восковой налет.

Многие и другие приспособления имеются у растений — волоски и т. д.

Примем во внимание такое обстоятельство. В организме животного и человека все органы и ткани более связаны между собою, чем у растений. Поэтому какое-либо местное заболевание может вызвать сильные изменения во всем организме. Вспомним, что небольшой нарыв может вызвать повышение температуры всего тела. Не то у растений. Среди тысяч листьев дерева несколько зараженных какой-либо бактерией, попавшей из воздуха, могут опасть без особого ущерба всему организму, и болезнь не распространится. Это явление также можно рассматривать как имеющее отношение к естественному иммунитету растений. Как видим, вопрос об иммунитете совсем не сводится только к фитонцидам.

Но не случайно мысль специалистов по болезням растений идет преимущественно по «химической линии»; ищутся биохимические защитные свойства протоплазмы клеток, тканей и целых организмов.

Вследствие особой организации растений у них нет тех изумительных защитных средств, какие имеются у животных и человека.

И. И. Мечников открыл явление так называемого фагоцитоза. Одноклеточные организмы вроде амебы могут поглощать бактериальные и грибковые клетки и переваривать их или изменять и выбрасывать из своего тела.

Это явление оказалось свойственным и клеткам многоклеточных организмов; только по мере усложнения организации животных не все клетки оказываются фагоцитами («пожирателями бактерий»), а лишь определенные. Так, у млекопитающих животных и у человека, когда внедряются в их ткани бактерии и другие посторонние твердые тельца, фагоцитами становятся определенные клетки крови — так называемые лейкоциты и некоторые клетки соединительной ткани.

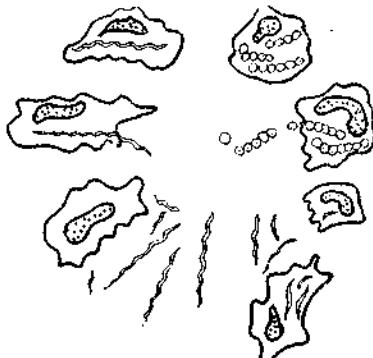


Рис. 32. Борьба лейкоцитов крови с бактериями (фагоцитоз)

Явление фагоцитоза играет огромную роль в борьбе организма человека и животных с заразными болезнями.

Есть и другие защитные свойства у животных. Об этом может заключить и каждый неспециалист. Ребенок переболел скарлатиной. Как правило, у него на всю жизнь вырабатывается невосприимчивость к этой болезни. Человеку «привили оспу» — ввели яд, содержащий вирусы, и у него надолго вырабатывается состояние невосприимчивости к натуральной оспе.

Ясно, что в ответ на введение чужеродных тел, в данном случае бактериальных телец, в тканях нашего организма возникают какие-то, скажем, «противотела». Их так и называют в микробиологии — антитела, а бактерии, против которых выработались эти антитела, называют антигенами.

Таких защитных свойств нет у растений, у них нет подвижных пожирающих бактерий клеток и других тканевых защитных особенностей животных. А защищаться растениям, как мы знаем, приходится в природе не меньше, чем животным.

Нужно думать, у растений эволюция защитных сил шла действительно преимущественно по линии биохимических приспособлений, связанных с особыми способами размножения.

Конечно, предположения о роли фитонцидов в природе только тогда превратятся в бесспорную теорию, когда они окажутся обоснованными обширными и глубокими доказательствами. Но и в настоящее время этих доказательств немало.

Многими учеными замечено, что здоровые ткани растений не содержат бактерий и являются недоступным

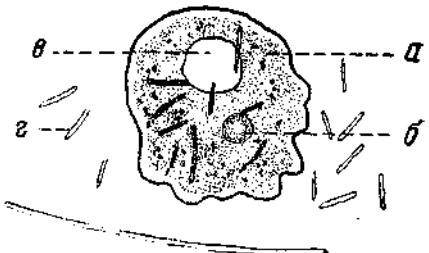


Рис. 33. Амеба, живущая среди бактерий; часть их поглощена: (рисунок И. Мечникова): а — тело амебы, ее протоплазма; б — ядро амебы; в — вакуоль — пузырек, наполненный жидкостью; г — бактерии

питательным материалом для большинства бактерий.

Умертвим растительные ткани, и они сделаются достоянием тех же бактерий. Один ученый обратил внимание на то, что если корни люцерны повреждены морозом, то они поражаются теми микроорганизмами, которыми живая, неповрежденная люцерна не бывает поражена.

Особенно интересно, что различные патогенные для животных бактерии — бактерия сибирской язвы, тифозная палочка, золотистый стафилококк и др. — не способны проникать в растение. Но можно, конечно, ранить растение и ввести в него эти микробы. В этом случае вследствие каких-то химических неблагоприятных условий бактерии или погибают, или, оставаясь живыми, не размножаются.

Вводили по 10 миллиграммов культуры туберкулезной палочки человеческого и бычьего типа в стебли и плоды живых растений. Палочки подвергались распаду, а оставшиеся живыми становились менее «злыми», менее вирулентными. Такой опыт был поставлен, между прочим, с зелеными плодами растущего баклажана. Туберкулезные палочки оказывались через 1—2 месяца растворенными и убитыми. В луковицах лука и чеснока этой палочке живется также плохо.

* * *

Нельзя ли использовать фитонциды в борьбе с болезнями самих растений? В этом отношении наука еще делает первые осторожные шаги, и пока можно говорить лишь о путях исследования в новой области.

Мало надежд получать фитонциды из чеснока, действенные против грибков и чесночной бактерии, приспособленных в ходе эволюции к чесноку. Если искать фитонциды для борьбы с заразными болезнями, например, черной смородины, то рискованно задерживать свое внимание на фитонцидах этого или родственного растения, хотя они и обладают интересными микробоубивающими свойствами. С полной гарантией, однако, исследователь найдет мощные фитонциды, убивающие болезнетворные для черной смородины микробы, среди растений, далеких в биологическом смысле от смородины, среди фитонцидов отдаленных семейств.

Вспомним, что фитонциды лука убивают туберкулезную палочку, но не убивают гораздо менее стойкую болезнетворную для самого лука микрофлору, приспособившуюся к нему веckами.

С этой точки зрения может быть удастся найти у животных противомикробные вещества гораздо более эффективные для

борьбы с болезнетворными для растений микробами, чем фитонциды: к тканям червей, моллюсков, насекомых заведомо не приспособились бактерии и грибки, являющиеся паразитами какого-либо растения.

Очень интересную и важную для практики работу провели ботаники-микробиологи Ф. Хетагурова и В. Граменицкая. Хетагурова обратила внимание на то обстоятельство, что на здоровом растении встречаются только те виды бактерий, которые являются паразитами только для данного вида растения. На корнях свеклы, репы и клубнях картофеля встречаются возбудители гнили — бактерии каратоворум и ароидеа, но вы не встретите их, например, на пшенице, и корни пшеницы не подвергаются разрушению этими бактериями. Хетагурова установила, далее, приспособленность определенных бактерий к определенным частям растений.

Исследования доказали мощное бактерицидное действие и тормозящее рост и размножение влияние фитонцидов чеснока, лука, сосны и цитрусовых на многие болезнетворные для растений бактерии. Противомикробная мощность оказалась не меньшей, чем такого яда, как сулема.

Нас должны заинтересовать некоторые подробности новаторской работы Хетагуровой. Бактерии, являющиеся постоянными обитателями зеленых, надземных частей растений, оказались более стойкими к летучим фитонцидам, чем бактерии, характерные для подземных частей. Трудно не согласиться и с таким выводом Хетагуровой: находясь постоянно на поверхности зеленых частей растений, определенные бактерии эволюционно приспособились не только к условиям освещенности солнцем, но и к частым соприкосновениям с летучими фракциями фитонцидов растений.

Исключительный интерес представляют опыты Хетагуровой и Граменицкой, проведенные на бактерии цитрипитеале, которая вызывает болезнь цитрусовых и других растений.

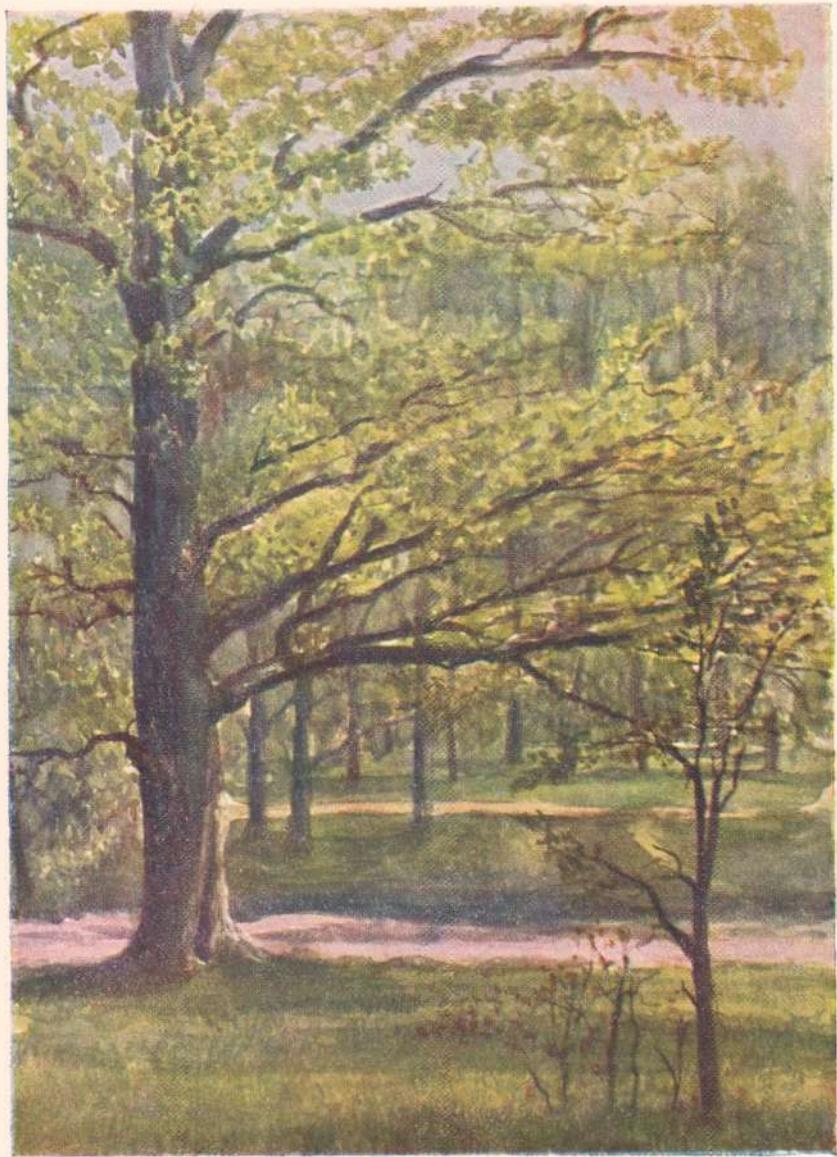
Испытано действие летучих фитонцидов разных органов черемухи, дуба, лавровиши, сосны, лиственницы и других растений и во всех случаях обнаружена большая или меньшая бактерицидная мощность.

Самое главное, однако, заключается не в этом.

Из больных плодов и листьев лимонного и мандаринового деревьев, из сирени, левкоя и канны извлекли бактерии, вызывающие заболевание цитрусовых.

Действуют ли летучие фитонциды цитрусовых на эти бактерии? Да, но, конечно, слабее, чем на бактерии, не приспособленные к лимону, апельсину или мандарину.

Всегда ли ткани цитрусовых растений содержат и выделяют много мощных фитонцидов? В любое ли время года? Обычно



Дубовая роща

«...летучие фитонциды листьев дуба являются ядом для многих микроорганизмов, в том числе очень стойких, например для дизентерийной палочки».

цитрусовые заражаются только в последний период зимы и в начале весны. К концу весны и началу лета заразная болезнь обычно прекращается. В ходе болезни поражаются черешки и листья, пораженные ткани буреют и чернеют; в холодную погоду болезнь распространяется быстро, а во время жары прекращается. В природной обстановке и при искусственном заражении в летние месяцы ни на листьях, ни на плодах, ни на ветвях заразная болезнь не возникает. Это очень странно. Дело в том, что наилучшей температурой для бактерий цитропулеала в опытах вне организма (в чашках, на питательной среде) считается 26° , то есть такая, какой не бывает в холодные и влажные периоды года — в конце зимы, начале весны. Повидимому, в этом явлении играет большую роль разная продукция фитонцидов в разные периоды года.

Летом листья цитрусовых при их ранении выделяют много и большой мощности летучих фитонцидов. Бактерии цитропулеала всех исследованных «сортов» убивались этими фитонцидами в течение нескольких минут и самое большое в течение часа. Попробовали действие летучих фитонцидов листьев и тканевых соков в феврале. Даже через 10—12 часов было трудно добиться гибели тех же бактерий!

Как же в свете этих данных не сделать заключение о том, что естественное, в природных условиях происходящее заражение совпадает со временем наименьшей «фитонцидной деятельности» цитрусовых, периодом наименьшего выделения фитонцидов! Такой вывод и сделали исследователи.

Есть странички в работах великого Мичурина, которые не стали еще предметом пристального внимания ученых, но которые указывают интересные новые пути практике. Вот одна из таких ярких страниц, имеющая прямое отношение к «химической защите» растений, к проблеме фитонцидов и к вопросам использования химических веществ одних растений для борьбы с организмами, болезнестворными для других растений — это статья «Новое средство против ржавчины роз»!.

Вследствие нападения на розы ржавчина любителю приходилось терять из своей коллекции иногда самые лучшие экземпляры, убитые этой болезнью. Мне лично пришлось видеть в большом питомнике уничтожение целых гряд роз, зараженных этой болезнью, борьба с которой чрезвычайно трудна; в иные годы уберечь розы от массового заражения ржавчиной почти нет возможности, так как ржавчина является как-то вдруг, без видимых причин, и зачастую сразу на десятках и даже сотнях экземпляров роз. При этом поражаются иногда сперва листья, а затем болезнь уже переходит на ветви и штамбы.

И. В. Мичурин. Т. IV. 1948. ОГИЗ.

Иногда же только исключительно поражаются одни штамбы и главные побеги близ корневой шейки.

Болезнь заключается в том, что на нижней стороне листьев, на почках, на ветвях и, наконец, на главных побегах появляются группы мучнистых желто-оранжевых пятен, состоящих из спор паразитного грибка, питающихся соками растения, нарушая этим функции деятельности пораженных частей растения. Вследствие этого листья отпадают и засыхают целые ветви, и если поражается главный ствол у корневой шейки, то погибает весь куст.

...И вот, изыскивая способы и средства борьбы с этим злом, я обратил внимание на быстро сохнущий, горький, молочный сок обыкновенно везде в изобилии растущей сорной травы молокана, известной в ботанике под названием мульгедиум семейства сложноцветных из подсемейства язычкоцветных.

Первые же опыты лечения этим соком заболевших ржавчиной роз дали прекрасные результаты. Последующие работы выяснили выдающуюся пригодность к полному и притом без вреда для растения излечению ржавчины роз.

При лечении роз от ржавчины я поступаю следующим образом: отламываю часть стебля молокана и концом с выступившей каплей молочного сока натираю пораженное ржавчиной место на ветви или штамбе, захватывая несколько и здоровые части. Это повторяю два и редко три раза через день. Если же болезнь появилась на большом количестве экземпляров, то берется лейка с водой и стебли молокана отламываются, начиная с верхушки растения, частями в вершок длины и, предварительно дав время еще на воздухе выступить молочной капле, опускаются в лейку с водой, в которой обмывается молочный сок, а трава выбрасывается. Это повторяется до тех пор, пока вода окрасится в цвет снятого молока. Затем этим раствором, лучше всего при помощи маленькой зубной щетки, а за неимением последней жесткой кисточкой из мочалы, натирают больные места. Если же поражены листья или очень мелкие веточки, то они опрыскиваются раствором при помощи ручного спрыска, причем в таких случаях раствор должно делать несколько гуще. Через сутки все это повторяется еще в другой раз; к третьему приему приходится прибегать редко, так как болезнь обыкновенно после второго применения этого средства останавливается в своем развитии и исчезает..

Так почти дословно написано в сочинениях И. В. Мичурин.

* * *

Кажется, мы познакомились с достаточным количеством примеров, убеждающих в важности фитонцидов для защиты растения, для его иммунитета. Только еще и еще раз будем

помнить, что для защиты растения нейтральные вещества, убивающие бактерии; полезную роль могут сыграть вещества, тормозящие развитие микробов, а могут быть фитонциды, «отпугивающие» подвижных микробов, вызывающих явление отрицательного хемотаксиса.

Это тем более важно отметить, что к числу основных признаков болезнетворных для растений бактерий относится их подвижность. Считают, что всего имеется 12 неподвижных видов, а все остальные — подвижные.

Не только у растений вырабатываются химические защитные вещества — фитонциды, но и у животных организмов, несмотря на изумительное богатство способов сопротивления паразитам — микробам, существует также выработка интереснейших химических веществ, важных для иммунитета.

Курица или другая птица снесла яйцо. Казалось бы скорлупа яйца и подскорлуповая оболочка хорошо предохраняют зародыш от бактерий. Но это не совсем так. Опыты показывают, что бактерии могут проникать через неповрежденную скорлупу и оболочку. А на ранних стадиях развития куриного зародыша или, положим, зародыша воробья, нет еще клеток, которые захватывали бы внутрь себя бактерий или вырабатывали бы антитела — вещества против внедрившихся бактерий.

Как же защищается зародыш? Этот новый вопрос в науке только еще разрабатывается нашей лабораторией, и мало что определенное можно пока сказать. Но есть факты, на основании которых можно исходить в своих предположениях и научных экспериментах.

Возьмем свежее куриное яйцо. Разобьем скорлупу и выльем осторожно содержимое яйца в блюдце так, чтобы оболочка, имеющаяся вокруг желтка, не порвалась. Приготовимся, короче говоря, сделать хорошую яичницу-глазунью. Блюдце перед этим не будем обрабатывать какими-либо веществами, убивающими бактерии. Оставим блюдце с «яичницей-глазуньей» открытым; пусть оно стоит в комнате, воздух которой насыщен микробами. Можно даже искусственно нанести какую-либо бактериальную культуру на поверхность вылитого белка. И что же? Белок куриного яйца, являющийся таким чудесным питательным веществом для бактерий, не загнивает! Пройдут сутки-другие, белок начинает подсыхать и так и не загнивает!

Каждый, однако, знает, что вареное яйцо быстро подвергается действию гнилостных бактерий. Такое же явление мы обнаружим и на яйце лягушки и на икринке рыбы и т. д.

Почти полсотни лет назад русский ученый, профессор Томского университета Лещенков со своими учениками доказал, что в белке куриного яйца содержатся вещества большой бак-

терицидной силы. Впоследствии, лет через пятнадцать, иностранцы вторично «открыли» это явление и назвали бактерицидные вещества белка лизоцимом. Вскоре нашли бактерицидные вещества в слезах человека, в слюне, в мокроте, кровяной сыворотке, в слизистой оболочке тонких кишок и желудка, в легких, в мышцах, в молоке женщины. Веществам этим нельзя придавать серьезного защитного для человека значения.

Ставили опыты на коже человека. Наносили на чистую здоровую кожу человека культуру бактерий, называемой чудесной палочкой. Точное исследование показало, что уже через 10 минут можно обнаружить только одну десятую часть нанесенных бактерий, а через 20 минут остается на коже всего одна сотая часть бактерий. Наносили кишечные, брюшнотифозные и иные бактерии. Результаты в принципе такие же.

Не то произойдет, если нанести бактерии на грязную кожу после какой-либо длительной, загрязняющей кожу работы.

Чем объяснить все эти явления? Наука точно еще не знает, но для всех очевидно, что их невозможно объяснить лишь тем, что кожа — механическое препятствие для бактерий. Дело не только в том, что кожа — барьер, через который трудно прорасти бактериям или грибкам. Дело в каких-то, еще не выясненных химических влияниях.

Навряд ли кто-либо может выставить больше возражений нашей гипотезе о роли фитонцидов в природе, чем сами исследователи в этой области. Много, очень много еще неразработанного, и нечего тешить себя надеждой на непогрешимость всех изложенных научных взглядов. Но какое было бы счастье, если часть из высказанных мыслей оказалась бы безупречно правильной. Тогда эти мысли и связанные с ними дальнейшие исследования послужили бы на пользу людям, их здоровью, их жизни.

Советский ученый обретает спокойствие, уверенность в своих силах, прочно стоит и ходит на земле, если он видит, что приносит пользу своему народу.

Как и всякая, еще не окончательно доказанная гипотеза, наша гипотеза о роли фитонцидов в природе может вызвать ряд возражений или вопросов.

Прежде всего это вопрос о том, не играют ли фитонциды, помимо их целебной, защитной для растения роли, и другую роль в жизни растений? Скорее всего так и есть на самом деле.

Возникает другой вопрос: можно ли давать одно название — «фитонциды» — защитным химическим веществам всех растений? Ведь химическая природа их у разных растений может быть весьма различной. Мы ответим: не только можно, но и нужно. Вспомним еще раз фагоцитарную теорию И. И. Меч-

никова. Он открыл, что одноклеточные организмы — протозоа — могут захватывать внутрь себя бактерии и переваривать их. Здесь функция пищеварения совпадает с функцией защиты организма от заразного начала. Этому явлению он дал название фагоцитоз, а клетки, обладающие этим свойством, назвал фагоцитами (буквально — «пожирателями»).

И. И. Мечников доказал, что всему животному миру свойственно явление фагоцитоза. У высших животных и у человека функцию фагоцитов выполняют лишь некоторые клетки тела. Так, у человека это лейкоциты крови и подвижные клетки соединительной ткани.

Казалось бы, И. И. Мечникову следовало возразить. Сколь различны амеба, инфузории, клетки губки, кровяные клетки разных животных! Можно ли обозначить одним термином «фагоциты» амебу и лейкоцит крови человека, археоциты губки и клетки соединительной ткани иглокожих? Не только можно, но и нужно, ибо, несмотря на столь яркое разнообразие структур и функций тех или иных клеток, тех или иных организмов, этим клеткам свойственно общее явление: функция пищеварения клетки-фагоцита отчасти совпадает с функцией защиты ее от тех или иных микроорганизмов.

Мы прибегли в защиту наших наблюдений и гипотез к аналогии с одним из величайших открытий в биологии — фагоцитарной теорией. Позволим себе прибегнуть к этой аналогии и в другом, гораздо более серьезном возражении, которое может быть сделано нашим предположениям о роли фитонцидов в природе.

Имеем ли мы право, хотя бы мы и располагали множеством наблюдений, предполагать о защитной роли фитонцидов для растений, если, по существу, в десятках тысяч опытов исследователи проблемы фитонцидов сталкивались главным образом с микрофлорой, безвредной для растений?

Листья березы не встречаются с инфузориями, а хлебка не встречается с брюшнотифозными бактериями, в отношении которых доказано мощное бактерицидное действие ее фитонцидов.

Для доказательства предположений о целебной силе фитонцидов необходимы, казалось бы, прежде всего исследования по влиянию фитонцидов данного растения на бактерии и грибки, гибельные для него.

Несмотря на кажущуюся убедительность этого возражения, оно приобретает смысл лишь при условии, если мы проблему невосприимчивости сузим до частного вопроса о патогенных микробы. Об этом мы уже говорили. Совершенно неосновательно предполагать, что эволюция защитных сил, выработка, в частности, фитонцидных свойств растений шла только в ре-

зультате непосредственной борьбы данного вида растения с данным микроорганизмом.

Совершенно ясно каждому зоологу, что амеба, скажем, имеет в природе мало возможностей соприкасаться, например, с дифтерийной палочкой, с туберкулезной бациллой и т. д. Однако нетрудно убедиться в лабораторном эксперименте, что амеба благодаря своим фагоцитарным свойствам способна захватывать эти виды бактерий столь же хорошо, как, положим, и сенную палочку.

Выходит, что в ходе эволюции защитных сил организмов вырабатываются защитные приспособления не только по отношению к данному виду микроорганизмов, а более широко.





НЕКОТОРЫЕ ПОДРОБНОСТИ О ФИТОНЦИДАХ

...Кто знает, не потому ли именно известные растения не удаются в оранжереях и теплицах, что им давали враждебных соседей, а быть может, иные захватывают в свою пользу благотворительные атмосферные элементы, воздействие которых было предоставлено всем.

В. Гете



Фитонциды — целебные вещества для самих растений. Означает ли это, что фитонциды являются какими-то особыми, специфическими веществами, предназначенными только для защиты растений? Может случиться, что у некоторых растений в составе фитонцидов имеются вещества, не известные еще химии. Так думают, в частности, о некоторых составных частях фитонцидов чеснока. Но в большинстве своем фитонциды растений являются совокупностью веществ, уже известных науке. Впрочем, не будем заниматься излишними пророчествами; надо терпеливо ждать результатов исследований и проникнуться уважением к труду химиков, который нередко бывает героическим. Пусть нетерпеливые люди, требующие быстрого ответа о химическом составе фитонцидов, знают, что химический состав растений подчас крайне сложен. История науки показывает, что требовались многие годы, даже десятилетия, для определения, и то не-полного, химического состава эфирного масла некоторых растений.

Биологи и врачи могут, однако, не зная точного химического состава фитонцидов, использовать их в практике и вы-

яснять их роль в природе. На вопрос, поставленный в начале этой главы, наука вправе ответить уже в настоящее время с большой достоверностью: нет, не может быть, чтобы фитонциды большинства растений оказались специфическими веществами, не могущими играть никакой другой роли в жизни растения, кроме защиты его от вредных организмов. Вообще у животных и растительных организмов трудно найти такие подробности в строении и функциях, о которых можно было сказать, что они в ходе эволюции выработались только для одной, точно очерченной роли.

Поясним это примерами. Белок куриного яйца во время развития цыпленка играет роль веществ, участвующих в построении клеток зародыша; он же своими лизоцимными свойствами помогает эмбриону противодействовать возможной заразе — микробам и грибкам; белок играет и серьезную механическую роль для желтка — собственно зародыша.

Пример второй: лейкоциты крови человека. Являясь составной частью крови, они выполняют многообразные отправления в здоровом, нормальном организме. Но вот в организм внедрились микробы, заразное начало, инфекция. Лейкоциты благодаря своим ложнопожкам выходят из стенок мельчайших сосудов в районе воспаления, в месте внедрившихся микробов. Теперь они выполняют роль пожирателей микробов — фагоцитов.

И фитонциды растений, каков бы ни был их химический состав, не обязательно должны играть роль лишь защитных веществ. Они эту роль выполняют при ранении растения, при действии вредных для них веществ, выделяемых бактериями, при действии на них насекомых и т. д. Но они же могут играть в нормальном, здоровом организме растения и какую-либо иную, даже многообразную роль, составляя часть протоплазмы клеток или межклеточных веществ. Они могут, например, участвовать в обмене веществ; выделения больших количеств летучих органических веществ могут играть, наверное, роль в уменьшении или усилении теплоотдачи, в притоке кислорода и т. д.

Мы еще многое не знаем. Одно ясно, что продукция фитонцидов не отделима от жизни растения в целом.

Как правило, энергичные протистоцидные летучие вещества обнаруживаются в течение очень непродолжительного времени после того, как растение сорвано и из него приготовлена кашица. Нередко уже в первые минуты, а иногда и секунды, растительная кашица расходует основные порции летучих фитонцидов. В соответствующих опытах приходится следовать совету: «лови момент». Кашица лука дольше чем кашица многих других растений сохраняет способность выделять летучие бактерицидные вещества, но и в этом случае в первые же полчаса испаряется большая их часть.

Но есть удивительные, еще не подвергшиеся химическому научному анализу исключения из этого правила. Приготовленная на терке кашица из корней дикого пиона («марьяна корня»), даже простояв на воздухе в продолжение трех суток, выделяет летучие фитонциды, от воздействия которых протозоа погибают через три минуты. Еще более удивителен чеснок. Это какой-то неисчерпаемый источник летучих фитонцидных веществ. Приготовленная из его луковицы кашица, простояв в блюдце на воздухе в обычной жилой комнате в течение 100—200 часов и более и уже подсохшая, после добавления в нее небольшого количества воды вновь начинает выделять мощные летучие фитонциды. Конечно, когда станет ясна химическая картина всех процессов, происходящих при выделении фитонцидов, это явление, наверное, будет выглядеть не так интригующе. Может оказаться, что ничтожных, микроскопических количеств, всего нескольких молекул фитонцида достаточно, чтобы у бактериальной или протозойной клетки нарушить какую-либо существенную функцию, повредить, например, механизм дыхания.

При исследовании фитонцидных свойств некоторых растений можно особенно не торопиться, и наш рабочий девиз «лови момент» не кажется убедительным. Но в большинстве случаев он оправдывается, и в опытах с летучими фракциями фитонцидов нельзя быть медлительным. Пример из жизни нашей лаборатории убедительно подтверждает это.

С одного дерева черемухи, с одной и той же ветки были сорваны листья. Несколько исследователей условились проделать один и тот же опыт. Каждый ученый взял три листа, измельчил их на терке и полученную кашицу поместил на дно большой пробирки. После этого каждый исследователь впустил в пробирку комнатных мух и закрыл ее ватой. Нам уже известно, что в этих условиях мухи умирают от летучих фитонцидов черемухи.

Оказалось, что в зависимости от быстроты и степени измельчения материала, а также от быстроты постановки всего опыта у разных исследователей получились весьма различные результаты: мухи гибли то в течение 5—30 секунд, то в течение 3—5 минут, то есть в 50—60 раз медленнее.

Выделение фитонцидов различными органами одного и того же растения различно. Так, летучие вещества листьев дикого пиона убивают простейших в 2,5 минуты, а летучие вещества корня того же пиона и в тех же условиях опыта убивают в течение 3—5 минут.

Лепестки цветов черемухи менее фитонцидны, чем листья. Луковица лука в два-три раза противостоиднее, нежели листья (перо). Летучие фитонциды луковицы чеснока убивают в тече-

ние 6—7 минут подвижные споры грибка, вызывающего болезнь картофеля фитофтору, фитонциды соленых листьев чеснока — только после 35-минутного воздействия, фитонциды корня — через 20 минут.

Близко родственные виды растений, разные сорта одного и того же вида обладают разными фитонцидными свойствами. Возьмем полынь. Летучие фитонциды полыни культбатика убивают инфузорий в течение 14 минут; в тех же условиях летучие фитонциды листьев полыни бальханорум убивают их через 20 минут, а полыни сантолина — через 9 минут.

Разные сорта лука неодинаково фитонцидны. Летучие фитонциды чебоксарского и испанского сортов убивают через 30 минут 100 процентов спор грибка — возбудителя каменной головни ячменя. В тех же условиях опытов сорта Валенсия и Джонсон не могут убить всех спор названного паразита ячменя.

Существуют разные виды черемухи: обыкновенная, виргинская, черемуха Маака и черемуха поздняя (серотина). Большое число исследователей поставило одновременный опыт. Сорвали в один и тот же час листья разных видов черемухи, взяли одинаковое по весу количество растительного материала (листьев) каждого вида и испытали действие летучих фитонцидов на ряд бактерий, грибков, простейших, на мух и другие организмы. Что же оказалось? Разные виды черемухи определенно обладают разными свойствами. В разное время года, в разные периоды развития растение обладает разными фитонцидными свойствами. Для доказательства этого положения в науке накопилось огромное количество фактов.

Ставились опыты с фитонцидами хвойных в Томске. Летучие фитонциды сосновой хвои убивают инфузорий в течение 10—15 минут, хвои пихты — через 5 минут, ели — 10—15 минут, кедровой сосны — через 15 минут. Водный настой из хвои этих растений убивает простейших моментально, в доли секунды. Такой результат получен в июле. Поставили опыты в ноябре. Водный настой из ноябрьской хвои убивает инфузорий лишь через десятки минут. Летучие фитонциды ноябряской хвои убивают инфузорий лишь через 1,5—2 часа!

В весенне и летнее время листья черемухи весьма фитонцидны. Желтые же, да и зеленые листья, сорванные осенью, выделяют столь ничтожные количества фитонцидов, что ими в течение 40 минут (!) не удается убить споры картофельного грибка-фитофторы.

Исследователи собрали корни кровохлебки в мае и поставили опыты по влиянию их фитонцидов на микробы дизентерии. Из 12 опытов в пяти случаях микробы оказались убитыми в течение 30 минут, но в остальных случаях понадобилось для этого трех- и четырехчасовое воздействие...

Точно такие же опыты были поставлены и осенью с сентябрьским сбором кровохлебки: во всех 20 опытах микробы были убиты в течение 5 минут.

Доказана различная фитонцидная активность в разные периоды прорастания лука и чеснока, в разные месяцы хранения луковиц лука и чеснока и т. д.

Уже сказанного достаточно, чтобы сделать заключение о теснейшей зависимости фитонцидной активности растения от его жизни. Но это лишь ничтожная часть фактов, известных науке. Большое и здоровое растения дают разную продукцию фитонцидов. Листья черемухи обыкновенной, сорванные с одного и того же дерева днем и ночью, обладают разной бактериоубивающей силой.

Все эти явления, конечно, не случайного порядка.

* * *

Может быть в этой книге мы, не желая того, преувеличили кое в чем значение фитонцидов для жизни самих растений. С другой стороны, неспокойная мысль исследователя заставляет думать и о противоположном—не суживаем ли мы (опасаясь собственных увлечений) роль в природе летучих органических веществ, выделяемых растениями? Не имеют ли значения летучие фитонциды и во взаимной жизни высших растений?

Утверждают, что дикорастущие растения лугов, лесов, болот менее подвержены болезням, чем представители культурных видов, взращиваемых не в сообществе с другими растениями. Возможно, что в условиях естественных растительных сообществ, когда рядом с лютником, положником, растет лук, шавель, ромашка и т. д., происходит не только борьба между разными видами, но и взаимное обслуживание растений фитонцидами. Нельзя видеть в природе только борьбу; в ходе развития мира животных и растений, на основе «борьбы» складывались и самые разнообразные формы сожительства, взаимопомощи. Может случиться, что в этой борьбе и «взаимопомощи» большая роль принадлежит не только обстоятельствам, связанным с питанием и дыханием, с влажностью и температурой, но и фитонцидам. Сообщим о нескольких, пока еще достаточно загадочных явлениях из жизни растений, заставляющих специалистов в области фитонцидов итти в своих исследованиях в новом, неожиданном направлении. Ботаник Н. И. Голубинский стал прорашивать пыльцу различных растений в атмосфере летучих веществ, выделяемых цветками других растений. В большинстве случаев отмечено ускорение прорастания пыльцевых зерен, увеличилось число проросших зерен.

Поставили опыты с летучими фитонцидами лука. Испробовали их влияние на пыльцу 15 видов других растений. На

сухую пыльцу летучие фитонциды не действовали. Пыльца, находившаяся в атмосфере, насыщенной фитонцидами лука, впоследствии нормально прорастала. Если же была достаточная влажность, если опыты ставились так, что действовали фитонцидами на прорастающую пыльцу, то даже пятиминутное воздействие приводило к остановке прорастания и даже к гибели пыльцы.

Ставили опыты и с летучими фитонцидами корневища и листьями хрена. Интересовались, будет ли прорастать пыльца черемухи, жасмина и других растений. Во всех исследованных случаях пыльца не прорастала, если она находилась в атмосфере летучих фитонцидов корневища хрена, а листья хрена, действуя также на расстоянии, наоборот, даже улучшали прорастание пыльцы.

Сорвем ландыш и несколько веточек цветущей сирени. Поставим часть ландышей в одну банку с водой, часть веток сирени в другую банку, а в третьей банке поместим вместе оставшуюся часть ландышей и веточек сирени. Пусть во всех банках будет приблизительно одинаковое количество растений, одинаковое количество воды и все они будут находиться в одинаковых температурных условиях и условиях освещения. Мы убедимся, что сирень и ландыш «ненавидят» друг друга. Цветы сирени гораздо быстрее завянут, находясь в соседстве с ландышами, чем в одиночестве.

Утверждают, что дуб и орех в природных условиях взаимно тормозят друг друга. Есть наблюдения о том, что розы и лилии взаимно улучшают существование друг друга, что выделения магнолии задерживают рост некоторых трав, что выделения хвойных деревьев угнетают лиственную поросль.

Сорвем с одного и того же экземпляра желтой акации две веточки с 50—100 листочками. Каждую веточку поместим в банку с водой. Будем держать эти банки в одной комнате, в одинаковых условиях. Но рядом с одной банкой положим одно-два спелых яблока. В обоих случаях банки накроем одинаковыми достаточно большими стеклянными колпаками. Через 3—4 суток ветка акации в одной банке будет еще хорошо себя чувствовать, все листочки окажутся целыми, неопавшими. С веткой же, находившейся по соседству с яблоками, случится нечто странное: все листки опадут, веточка завянет.

Совершенно очевидно, что, вредным для акации началом являются летучие вещества, выделяющиеся из яблок.





НАУКА И ЖИЗНЬ

*...Наука должна питать своими
достижениями производство...*

Академик В. Комаров



Если обнаруживаются новые факты в природе, вскрываются новые закономерности и создаются правильные гипотезы и теории, на основании которых становится возможным предвидеть явления, то это не может оставаться в стороне от жизни, от практики. Более того, глубоко познавать закономерности живой природы невозможно без научного решения практических задач. Конечно, история знает многочисленные случаи, когда ученые делали изобретения и открытия, намного опережавшие их эпоху. Бывали случаи, когда замечательные открытия не могли быть использованы в связи с общественным строем.

Так было, например, в царской России. Открытия оставались как бы «на складе» истории науки и техники и потом, спустя десятки лет, снова повторно «открывались» и оплодотворяли жизнь.

Мы живем не в те времена. Современное состояние науки и техники столь блестяще, а возможности, созданные государством планового социалистического хозяйства, столь изумительны, что каждое новое открытие или изобретение в любой области наук вызывает новые и новые открытия и изо-

брётения в соседних областях знаний, и каждая вновь обнаруженная в природе подробность незамедлительно используется в интересах человека.

* * *

Фитонцидами заинтересованы многие отрасли практики. Открытие фитонцидов касается обширной группы явлений — взаимоотношений между микробами, животными и растениями. Все отрасли практической деятельности, где необходимо бороться с теми или иными микроорганизмами, так или иначе могут заинтересоваться фитонцидами. Сообщу несколько случаев использования фитонцидов в практике. Но все, о чём мы сейчас будем говорить, является лишь началом большого, растущего на наших глазах дела, да к тому же и в этих начальных шагах возможны некоторые увлечения. Будущее покажет, что может прочно войти в быт людей, в практику медицины, промышленности и сельского хозяйства, а что является скороспелым и непрочным. Ни читатель, ни автор не могут знать все и не могут вникнуть в потребности разнообразных областей практики, в которых сделаны попытки использовать фитонциды. Вот почему сообщаемые здесь факты о связи науки и жизни никоим образом не могут служить практическим руководством к действию. Пусть читатель отнесется к ним, как к попытке превращения фитонцидов в полезные для человека вещества.

Медицина

Несмотря на огромные успехи медицины, человечество еще сильно страдает от многих болезней. Но пройдут года и десятилетия, и лучшие лекарственные средства и современные за воевания науки потускнеют перед лицом новых открытий.

Рак и туберкулез окажутся покоренными болезнями. О дисентерии, тифах, скарлатине, о всех инфекционных болезнях нашего времени студенты будущего будут читать в книгах по истории медицины. Медицине будущего не придется лечить современные заразные болезни.

И сейчас уже под силу осуществлять задачу уничтожения личинок малярийных комаров, освобождаться почти нацело от таких болезней, которые в недавнем прошлом сводили в могилу миллионы людей — натуральная оспа, бешенство, родильная горячка и др.

Наступит, обязательно наступит время для человечества, когда войны отойдут в прошлое, когда люди будут жить долго, не менее 150 лет.

Кровь и слезы не будут литься на земле.

Новое, коммунистическое общество «отмоеет» весь земной шар от пороков истории, уничтожит во всех закоулках земли всех вредных микробов, «простерилизует» земной шар.

Но это — будущее. Пока же перед врачами стоят трудные и благородные задачи предупреждения болезней и лечения их.

В настоящее время мы переживаем интересную полосу в развитии медицины: она начала сознательно, а не случайно, как это было в «народной медицине» всех стран, пользоваться эволюцией растительного и животного мира, используя целебные вещества растений и животных.

Хороший знаток истории медицины ленинградский ученый А. Ф. Гаммерман приводит интересные примеры.

«Стоит вспомнить историю таких ходких объектов, как горицвет¹, издавна употреблявшийся на Украине от водянки. О его лечебном свойстве узнал у знахарки в 1880 г. доктор Бубнов и, после соответствующей научной проверки в клинике доктора Боткина, ввел в нашу медицинскую практику.

Таких примеров мы знаем много, а для многих растений, ныне применяемых, нить истории теряется в древности».

Известно, что еще древнеегипетские врачи, не имея никакого представления о бактериях, находили в природе какие-то очень мощные бактерицидные вещества, умели великолепно предохранять от гниения трупы, мумифицировать их. Конечно, было бы неумно и вредно возвращаться к «народной медицине», итти назад, а не вперед. Но в свете современных научных данных, в частности в свете исследований по фитонцидам, многое из прошлого «народной медицины» представляется интересным и не лишенным практического значения и на сегодняшний день. Становится понятнее, например, настойчивое использование в разных странах в течение многих десятилетий в качестве лекарственных растений лука, чеснока и других растений, обладающих мощными фитонцидными свойствами. Не случайны постоянно встречающиеся в древних документах указания на ароматические вещества, бальзамы, окуривания и т. п.

Современная научная медицина столь возмужала, что без всякого риска может оглянуться на свое историческое детство и изучить историю медицины. Когда изучаешь историю «народной медицины» разных стран, невольно поражаешься большому значению, какое придавалось растениям. Добрая половина и современных научных лекарственных средств — это препараты из растений.

¹ Горицвет используется в медицине в качестве сердечного средства.

Встает интересный, огромной важности вопрос: почему среди растений оказываются тысячи видов, имеющих значение для организма человека и млекопитающих животных?

На этот вопрос не так просто ответить, как это может показаться с первого взгляда. Как мы видели, среди растений имеется много ядовитых для животных, но много и дающих нам самые разнообразные целебные вещества: желудочно-кишечные, сердечные, понижающие кровяное давление, мочегонные, кровоостанавливающие, болеутоляющие и т. д. и т. п. Вещества растительного происхождения затрагивают основные функции нашего организма — пищеварение, дыхание, кровообращение.

Вспомним, далее, витамины, фитонциды и другие важные для человека вещества.

Случайно ли это?

Еще несколько лет назад в биологии и медицине этот вопрос считался бы спорным. Сейчас он бесспорен. Нет, не случайно растения занимают такое важное место в медицине.

Человек, «царь природы», по биологическим масштабам времени очень молодое существо. В биологическом смысле, совсем недавно развилось от обезьяноподобных предков прямостоящее разумное существо. Мы не можем точно сказать, когда появились эти первые разумные существа, первые люди. Важно лишь подчеркнуть, что совсем недавно люди были жителями не городов, а лесов. Если принять за среднюю продолжительность жизни 50 лет и подсчитать, сколько поколений людей жило, положим, после ледниковой эпохи, то окажется, что за 25 тысяч лет было всего около тысячи поколений.

За такой короткий в биологическом смысле срок основные жизненные отправления — питание, дыхание и т. д. не могли измениться настолько, чтобы не осталось и следов тех взаимоотношений между нашими предками и другими животными и растениями, которые сложились за многие тысячи и сотни тысяч лет эволюции и которые обусловили строение и отправление пищеварительного тракта, легких, сердца, всего организма.

Вот почему закономерности, вскрытые на высших млекопитающих, положим, на собаке или обезьяне, помогают понимать, что делается и в человеческом организме. Вот почему ядовитый алкалоид какого-либо растения, спасающий его от поедания травоядными животными, оказывается ядом и для человека. Вот почему растения, которые влияют на сердечную деятельность млекопитающих, влияют сходным образом и на человека. Далеко не все, конечно, в отношении пищеварения, дыхания, кровообращения и других отправлений сходно у

человека с кроликом, собакой или обезьяной, но люди, все более возвышаясь своим разумом над природой, продолжают оставаться детьми природы. Вот почему растительный мир не безразличен для человека; растительный мир продолжает быть богатым арсеналом известных и неизвестных целебных для человека веществ и мощных для него же ядов.

* * *

1941 год. Тяжелая военная зима. Советские врачи вместе со всеми гражданами до крайности напрягали свои силы для помощи армии. Весь арсенал научных знаний был использован для лечения раненых воинов.

В допастеровский, домечниковский период медицины во время войн люди умирали чаще от инфекций, бактерий, «поджидавших» ослабленный раной организм, чем непосредственно от ранения. Врачи еще не знали правил обеззараживания, правил асептики и антисептики. Марлевая повязка на рану, смоченная карболовой кислотой, ведь существует едва 80 лет.

В первый же год войны благодаря трудам советских медиков было использовано все, чем располагала медицина. С ал остро вопрос о новых антисептиках, и здесь в поисках врачи столкнулись с трудностями. Медицине требуются не просто вещества, убивающие бактерии. Ведь не польешь серной кислотой или концентрированной суклемой рану, не введешь их в большой кишечник. Антисептик, убивая бактерии, не должен вредить тканям организма. Но лучше всего, если антисептик, убивая заразное начало, одновременно стимулирует жизнедеятельность тканей, создает условия для дальнейшей успешной борьбы самого организма с болезнью.

В 1941 году хирург А. Г. Филатова и патолого-анатом И. В. Торопцев решили использовать натуральные фитонциды лука для лечения долго не заживающих гнойных ран после ампутаций голени и бедра. Врачи взяли старое «народное средство» — лук, приготовили из него при помощи терки кашницу, собрали ее быстро в стеклянный сосуд и подносили на 8—10 минут (один раз в день) к гнойной ране. На медицинском языке это называлось лечением инфицированных ран лечущими фракциями фитонцидов.

В том же году автор писал: «История открытий показывает, что нередко проходит значительный период, прежде чем лабораторное исследование становится достоянием практики... Обыденные растения, тысячелетия взращиваемые человечеством, в частности луки и чесноки, дают в руки врача неизмеримо более мощное орудие в борьбе с патогенными микробами и паразитическими простейшими, чем многие популярные анти-

септики... Когда сама природа дает в руки прекрасное оружие в борьбе с патогенными бактериями и паразитическими простейшими, нужно с любовью извлечь в интересах человека из нее все, что можно, и предпочесть дурно пахнущие чесноки и луки некоторым общепризнанным агентам, препаратам золота и других металлов, если последние уступают по своим свойствам веществам, созданным эволюцией самой природы»¹.

Теперь, спустя несколько лет, можно спокойнее взвешивать все удачи и неудачи попыток превращения фитонцидов в лекарственные средства, попыток сознательного использования целебных сил растений.

В военные годы главное внимание во всех странах было привлечено к фитонцидам низших растений — к целебным веществам бактерий, грибков, актиномицетов. Открыты пенициллин и грамицидин и широко внедрены, особенно первый, в медицину. С большим успехом пенициллин применяется при лечении сепсиса, гонореи и других заболеваний. Получены положительные результаты при лечении сифилиса, возвратного тифа. Грамицидин с успехом использовался при лечении ран, послеоперационных нагноений, при флегмонах и других заболеваниях.

В последние годы получено новое вещество из низшего растения одного из актиномицетов, обладающее свойством убивать и такие микробы, которые пенициллин не убивает, а именно: палочку туляремии, бруцеллы и туберкулеза. Вещество это названо стрептомицином. Производятся широкие клинические исследования стрептомицина для использования при ряде заболеваний, в том числе при туберкулезе.

Фитонцидам высших растений значительно менее посчастливилось. Лишь в последние годы им начали уделять большое внимание врачи, химики и микробиологи.

Медицина начала очень усиленно пользоваться фитонцидами в качестве бактерицидов, привлекая их в помощь целебным силам человеческого организма.

Самым надежным «бактерицидом» среди всех открытых наукой является наш собственный организм, если он здоров. Подлинным достижением медицины, развивающейся под научным знаменем Мечникова, Павлова и других выдающихся русских ученых, являются те способы лечения, которые улучшают защитные силы нашего организма. Когда организм здоров, он не нуждается ни в каких антисептиках, а когда он болен, то в большинстве случаев даже самые удачные антисептики могут играть лишь роль помощников.

¹ Б. Токин. Антисептики растительного происхождения (фитонциды). М., 1948.

Но если развивается заразная болезнь, например дизентерия, значит, организм не справляется с вредными бактериями, и врач принужден вводить тем или иным способом в организм «надбавку» к его собственным защитным силам.

Целебные вещества растений — фитонциды — в некоторых случаях бывают этой спасительной надбавкой. Это и понятно. Способность защищаться от микроорганизмов развивалась различными путями у животных и у растений. К растениям приспособились в ходе эволюции одни паразиты, а к животным — другие. Мы уже знаем, что туберкулезная палочка не может принести никакого вреда растениям, так же как для человека совершенно безвредны грибки и бактерии, вызывающие болезнь у черной смородины или чеснока.

К фитонцидам растений не приспособились бактерии, грибки и простейшие, ставшие болезнетворными для человека. Уже это обстоятельство дает великолепные возможности использовать фитонциды в медицине.

Есть еще одно очень важное соображение, позволяющее надеяться на успех в превращении фитонцидов в лекарственные средства. Среди многих сотен исследованных растений наиболее мощными в отношении интересующих человека болезнетворных бактерий оказались обыденные растения, тысячелетиями используемые человеком в пищу и, как правило, безвредные для него: хрень, лук, горчица, чеснок и др. К этим растениям не приспособленными оказались наиболее «злые» для человека микробы — дизентерийная палочка, брюшно-тифозная бактерия, возбудители паратифов, стафилококки, холерный вибрион, туберкулезная палочка и многие другие. Прекрасное целебное средство пенициллин (то ли потому, что не все фитонцидные вещества удается извлечь из плесневого грибка при его приготовлении, то ли по иным причинам) бессилен в отношении ряда бактерий, совершенно не стойких к фитонцидам пищевого растения — чесноку. Фитонциды чеснока убивают возбудителей брюшного тифа, паратифов, дизентерии, холеры, виновников гнойных воспалений среднего уха, гнойных процессов в легких, гнойных кожных ран; фитонциды чеснока убивают многие бактерии, вызывающие болезни растений; они же убивают различные низшие грибки — возбудителей кожных заболеваний, виновника болезни картофеля — фитофтору, дрожжевые грибки и т. д. Фитонциды чеснока, как мы уже знаем, обладают и исключительной протистоцидной силой.

Не меньшим размахом действия обладают и другие пищевые растения, например хрень. Понятен большой интерес, проявляемый медициной к фитонцидам пищевых растений.

Многие болезни пытались лечить фитонцидами. Мы приведем лишь отдельные примеры. Ни о каких подробностях, пред-

ставляющих интерес для врачей, мы здесь говорить не будем. Само собою разумеется, читатель не найдет в наших беседах рецептов лечения тех или иных болезней. Больные, конечно, понимают, что без лечащего их врача фитонциды, как и другие лекарства, использовать нельзя.

Надо считать успешным лечение фитонцидами заболеваний кишечного тракта — дизентерии, вызываемой бактериями и называемой бациллярной в отличие от амебной дизентерии, виновником которой является одноклеточный животный организм — энтамеба гистолитика.

Первыми исследователями в этой области являются доктор С. Д. Белохвостов и профессор Т. Д. Янович (Новосибирск и Томск), профессор С. Я. Блинкин (Кишинев), профессор Ратнер (Москва). Эти исследователи использовали разные растения и лечили больных разными способами. Лечебное действие фитонцидов испытано на большом количестве больных. Только профессор Ратнер вылечил фитонцидами чеснока около 400 больных дизентерией. Лечили больных натуральными соками растений, не обрабатывая их никакими химическими способами; лечили и специальными препаратами, полученными химическим путем из пищевых растений.

Профессор Т. Д. Янович еще в 1944 году получила из чеснока препарат, названный ею сативином. Врачам удобнее иметь дело с препаратом, чем с натуральным чесноком. Можно, конечно, использовать сок чеснока, освободившись от остатков клеток, от всяких твердых частичек. Но оказалось, что сок действует на бактерии в течение не более трех месяцев со дня его приготовления. Сативин же почти не изменяется в течение года, его фитонцидные свойства сохраняются. Есть и еще одно преимущество сативина: содержащиеся в нем действующие, вредные для бактерий начала, как говорят, сконцентрированы в 10—60 раз по сравнению с естественным соком. Разведененный дестиллированной водой в 1000 раз сативин остается сильнейшим ядом для дифтерийной бактерии, холерных вибрионов и туберкулезной палочки. Дизентерийные бактерии менее чувствительны к сативину: они убиваются сативином, если он разведен не более чем в 300—350 раз. Эта бактерицидная мощность, однако, достаточна для практических медицинских целей. Доказано, что сативин является безвредным веществом. Эти и другие важные свойства сативина позволили профессору Т. Д. Янович и доктору С. Д. Белохвостову использовать его при лечении дизентерии. Около трехсот детей младшего возраста вылечили эти смелые исследователи-новаторы.

При использовании фитонцидов пищевых и непищевых растений для борьбы с микробами, вызывающими болезни желудка и кишок, важно знать, сохраняются ли бактерицидные,

протистоцидные и противогрибковые свойства фитонцидов при введении их в желудочно-кишечный тракт.

Было бы совершенно бесполезно вводить фитонциды, если, бы микробоубивающие вещества переваривались слюной, желудочным и кишечным соками. Вопрос этот в значительной мере разрешен А. И. Лопаковой, которая изучила взаимное влияние фитонцидов хрена, чеснока, лука, редкого и корней кровохлебки со слюной и желудочным соком. Микробоубивающие свойства этих растений сохраняются в желудочно-кишечном тракте, и не только не мешают, а даже способствуют выделению в желудок и кишечник важных для пищеварения веществ.

Очень интересные, важные для медицины исследования по лечению желудочно-кишечных заболеваний провел профессор С. Я. Блиниkin в Кишиневе. Он получил фитонцидные препараты из винограда и черной смородины.

Эволюция бактерий в некоторых отношениях происходила весьма благоприятно для человека. В кишечнике здорового человека всегда есть бактерии, которые называются кишечными палочками. Известно более полусотни разных кишечных палочек. Все они имеют одно название, но отличаются какими-либо особенностями. Кишечная палочка, вообще говоря, не более стойка, чем дизентерийная к различным вредным влияниям. Но кишечная палочка проявляет гораздо большую стойкость к фитонцидам пищевых растений, чем дизентерийные бактерии. Она оказалась очень приспособленной к фитонцидам именно пищевых растений. Это и понятно. Люди из поколения в поколение используют растительную пищу, и если бы кишечная палочка была нестойкой к фитонцидам, то она давно погибла бы. Кстати сказать, при нормальном состоянии организма кишечная палочка не представляет никакой опасности. Более того, ученые доказали, что эти бактерии бывают полезны для человека. Выработан даже своеобразный способ лечения дизентерии — приемами в пищу препарата из кишечных бактерий. Кишечные палочки являются врагами дизентерийных бактерий и, как думают некоторые ученые, помогают человеку в борьбе с болезнью.

Дизентерийная палочка менее приспособилась к фитонцидам пищевых растений — чеснока, лука, хрена, горчицы. Эти обстоятельства дают современной медицине большие возможности для смелых исследований по лечению фитонцидами дизентерии, да и других заразных желудочно-кишечных заболеваний, так как, например, и брюшнотифозная бактерия и холерный вибрион гораздо менее стойки к фитонцидам, чем кишечная палочка. Остается только пожелать, чтобы врачи не смущались тем, что вместо поисков каких-либо «особых», «небольших», «оригинальных» лекарств медицине приходится

возвращаться к некоторым средствам, использованным давным-давно «народной медициной». Если врач вместе с биологами и химиками в настоящее время использует, на основе научных данных, обыденные растения, то это не возвращение к знахарству, а свидетельство возмужалости науки, которая настолько продвинулась вперед, что начала сознательно, а не случайно, использовать окружающий нас растительный мир.

Успешные результаты получены многими врачами при лечении фитонцидами гнойных ран. Использовали фитонциды лука, чеснока, лимонного и апельсинового деревьев и многих других растений. Мы уже писали, что еще в 1941 году врачи Филатова и Торопцев лечили фитонцидами долго не заживающие гнойные раны после ампутации ног раненым воинам. Никакие другие средства не помогали, а летучие вещества, выделяющиеся из только что приготовленной кашицы лука, излечивали.

Больших успехов добились в Ашхабаде профессор Я. Л. Коц и его сотрудники в лечении гноино-воспалительных процессов среднего уха.

Фитонциды пытаются очень широко использовать при лечении болезней, вызываемых простейшими, одноклеточными организмами.

В Ленинграде профессор А. М. Фой, в Омске доктор А. С. Пшеничникова, в Виннице профессор Г. В. Тутаев, в Архангельске молодой ученый Р. М. Каминская и другие исследователи в иных городах излечили тысячи женщин от болезни, называемой трихомонадным кольпитом, при которой в половых путях сильно размножается одноклеточный организм — трихомонас вагиналис (рис. 34). Научились делать специальные препараты из растений, но пользуются и естественными, натуральными фитонцидами многих растений — медвежьего лука, лука репчатого, хрена, можжевельника обыкновенного, сосны.

Доктор Е. П. Лесников в Новосибирске много раз испытывал

действие фитонцидов на грибки, вызывающие болезни кожи. Грибки эти не менее стойки к антисептикам, чем бактерии. Некоторые из этих грибков оказались стойкими и к фитонцидам, и требуется несколько часов, чтобы совсем прекратить их рост. Другие же вредные для нас грибки очень нестойки, и их рост задерживается даже после пятиминутного воздей-

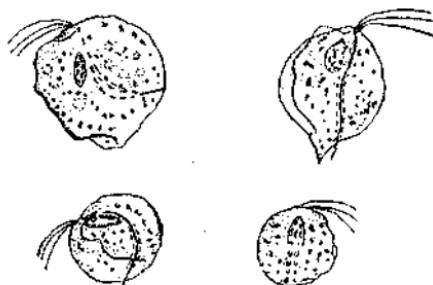


Рис. 34. Паразитическое простейшее — вагинальная трихомонада

ствия летучими фитонцидами лука и чеснока. Это дало возможность Лесникову попробовать лечить фитонцидами, и успешно, такие болезни, как трихофитию, микроспорию, паршу и др.

Но это только начало необходимых больших исследований. Я уверен, что специалисты по кожным болезням найдут со временем очень хорошие способы лечения фитонцидами многих заболеваний. Однако нельзя не видеть и больших трудностей в этом деле. Некоторые паразитические грибки гораздо более стойки к фитонцидам, более приспособлены к ним, чем бактерии. Вопрос усложняется и тем, что паразитические грибки растут так, что проникают в глубь кожи, значит, требуется, чтобы вслед за ними проникали фитонциды или другие целебные средства.

Когда стало известно, что туберкулезная палочка убивается в опытах вне организма летучими фитонцидами лука и чеснока, у больных и врачей напрашивалась мысль незамедлительно использовать фитонциды при лечении туберкулеза легких — дышать летучими фитонцидами, принимать фитонцидные растения в пищу.

Нужно, как говорят, правде прямо смотреть в глаза. Много разочарований принесли последние годы. Одно дело убить бактерию вне организма, другое — убить ее в большом организме, и так улучшить состояние клеток и тканей легких, чтобы они оказались стойкими к бактерии.

В науке, особенно когда дело касается самого драгоценного в жизни — самой жизни и здоровья, необходимо сочетание большой смелости с большой осторожностью. Предстоит еще очень большая работа. Многие важные для биологов и врачей-специалистов по туберкулезу вопросы еще совершенно не разработаны. Нам пока совершенно неясна химия летучих фитонцидов и тканевых соков растений. Химический состав фитонцидов низших растений, например пенициллина или стрептомицина, так или иначе изучен; их бактерицидное действие поддается точному количественному учету. Фитонцидные вещества некоторых грибков выделены в виде стойких и удобных для медицины порошков. Что же касается фитонцидов высших растений, то очень может статься, что они окажутся вскоре для больных, в том числе и туберкулезных, гораздо более полезными, но химики совместно с врачами должны проделать еще очень большую работу.

Мне хочется думать, что в проблеме фитонцидов заложено нечто полезное для медицины. Но впереди — углубленные исследования тех способов, которыми можно превращать фитонциды в лекарственные средства. Строгая медицинская мысль, тщательные исследования химиков, фармакологов, кли-

ницистов покажут со временем, где, в каких случаях применим тот или иной антисептик растительного происхождения. Нельзя отказываться, конечно, и от смелых лабораторных экспериментов и клинических наблюдений в отношении помощи организму в его борьбе с туберкулезной палочкой. Автор уверен, что в растительном мире можно найти бактерициды, которые смогут помочь целебным силам человеческого организма в его борьбе с туберкулезной бациллой.

Необходимо исследовать способы подачи в организм фитонцидов лука, чеснока и других растений, опыты совместной подачи фитонцидов этих и других растений, исследовать действия их на ткани легкого, на сердце и т. д. Но необходимо решительно осуждать излишние увлечения и скоропалительные выводы.

В смелых поисках нельзя пренебрегать фитонцидами высших растений и антибиотическими веществами тех животных, к которым туберкулезная палочка не приспособилась в ходе эволюции. Может быть стрептомицин выдержит проверку временем и будет прочно введен в медицинскую практику при некоторых заболеваниях туберкулезом. Несомненно, однако, что стрептомицин — не спасение для человечества. Необходимы новые и новые поиски. Вероятно будут обнаружены более мощные в отношении туберкулезной палочки и менее вредные для нашего организма фитонциды среди высших растений, к которым наш организм в ходе эволюции приспособился, а туберкулезная палочка нет. Необходимы поиски антибиотиков животного происхождения, и именно среди тех животных, к которым туберкулезная палочка биохимически не приспособлена. Необходимы широкие исследования по вопросу о том, какие бактерии живут лучше и хуже в условиях разных лесов, лугов, степей. Наверное, разгадка несомненно благотворного действия на наш организм соснового бора заключается в частности в выделении фитонцидов.

К смелой новой борьбе с туберкулезом должны быть привлечены биологи. Имеется ряд биологических загадок, требующих разрешения. С точки зрения биолога — сторонника учения Дарвина и Мичурина — главная трудность медицины в борьбе с туберкулезом заключается в том, что туберкулезная палочка великолепно приспособилась к человеческому организму. Эта форма бактерий действительно стала патогенной для человека. Взаимоотношения ее с хозяином — нечто, прочно устоявшееся в ходе эволюции.

Специалистам по заразным болезням легче бороться с теми бактериями, которые еще только приспосабливаются к нашему организму. Патогенность (болезнетворность) таких микробов весьма относительна. Целебные силы нашего организма

могут часто справиться с ними. Надо лишь очень немного помочь человеческому организму какими-либо медицинскими надбавками.

Не так обстоит дело с туберкулезной палочкой. Налицо слишком большая биологическая притянутость этого организма к человеческому. То, что хорошо тканям легкого (нормальное кровообращение, постоянный приток воздуха, хорошее питание тканей), хорошо и туберкулезной палочке.

Конечно, туберкулезному больному надо хорошо питаться, быть на воздухе и т. д., чтобы его организм как можно лучше сопротивлялся болезни. Но лечение туберкулеза в будущем окажется, конечно, иным. Врачи сумеют создавать еще более хорошие условия для тканей наших легких и в то же время плохие условия для внедрившейся в легкие туберкулезной палочки.

Может быть пригодятся и фитонциды. Больные туберкулезом не должны пока без совета врачей прибегать к лечению фитонцидами. Надо помнить и то, что специалисты не изучили еще, при всех ли случаях безвредно использовать фитонциды даже пищевых растений. Правда, люди уже тысячелетия едят лук, чеснок и другие растения. Но вопрос о действии каждого из них совершенно безобидными лекарственными веществами подчас очень сложен.

Опыты на кроликах с ингаляцией летучих фитонцидов (заставляли дышать парами чеснока или лука) показали безвредность их. Но если здоровый кролик переносит без вреда огромные количества фитонцидов (можно, например, влить в ушную вену за один раз 10 кубических сантиметров сока чеснока!), это еще не означает, что во всех случаях применения к больному организму человека эти вещества совершенно безобидны.

Фитонциды и пищевая промышленность

Подобно тому как говорят о «народной» и научной медицинах, можно было бы условно говорить о научной и о «народной» кулинарии, о способах приготовления пищи и хранения ее. К счастью, вместе с блестящими успехами хозяйства нашей Родины, расцветом науки и культуры, такое, даже условное, разделение все более теряет смысл.

Нельзя ли использовать фитонциды для хранения мяса, рыбы, плодов, овощей? Вот вопрос, который поставлен на очередь наукой. Каждому ясно, какое огромное народнохозяйственное значение имеет разрешение вопроса о том, как на один-два дня предохранить от гниения и плесневения продукты. В этом заинтересована не только промышленность, заго-

товарижающая и перерабатывающая тонны и тысячи тонн продуктов, а и работники столовой, каждая домашняя хозяйка. Как сделать так, чтобы фарш, приготовленный для котлет, сохранился при комнатной температуре и завтра? Как сохранить пойманную рыбу несколько дней, не прибегая ко льду и сложным приемам? Как железнодорожному пассажиру, отправляющемуся в далекое путешествие, предохранить от порчи взятые из дома продукты?

Не могут ли пригодиться во всех этих случаях фитонциды?

В мясной и рыбной промышленности существуют разнообразные, научно разработанные приемы переработки, хранения и транспортировки продуктов с использованием низких температур, огня, различных бактериоубивающих веществ — антисептиков. Один из главных вопросов — каким образом не допускать на продукты бактерий и плесневых грибков, а если они попали, каким образом убить их, чтобы не было плесневения и гниения.

С незапамятных времен в быту люди, не имея представлений о бактериях и антисептиках, пользовались бактерицидными «дарами природы». Охотник кладет в брюшную полость птицы фитонцидные растения. Домашняя хозяйка при солении прибавляет в бочку с огурцами всякие специи, играющие не только роль вкусовых веществ, но нередко и роль антисептиков.

Нельзя ли, однако, сознательно, а не случайно использовать бактерицидные свойства растений для хранения продуктов?

Ю. А. Равич-Шербо подвешивал на проволоке в стеклянных сосудах под пробку экземпляры свежей рыбы — салаки. На дно этих сосудов помещались различные источники фитонцидов: измельченное корневище хрена, натертые на овощной терке луковицы лука или чеснока, горчица суточного и более длительного приготовления. Ничего, кроме теплой воды, к горчице не прибавлялось. Начинается химический процесс, хорошо изученный. Образуются пары так называемых аллил-горчичных масел. Стеклянные сосуды закрывались, как уже ясно из сказанного, пробками. Температура опытов комнатная, 15—17°. Контрольные экземпляры рыбы помещались в точно такие же сосуды, но источников фитонцидов не было, а опытные, как это ясно из описания, находились в атмосфере летучих фитонцидов. Это должно было оказать какое-то антисептическое действие в отношении тех гнилостных бактерий и плесневых грибков, которые всегда в большем или меньшем количестве могут оказаться на поверхности кожи рыбы и в мягких тканях ее.

13 суток наблюдал Равич-Шербо за результатами опытов.

Требуется ли подробно описывать, что происходило с контрольной рыбой? Уже через 4 дня рыба покрылась видимым простым глазом налетом из толстого слоя бактерий и распадающихся тканей. Через 6 дней рыба так разложилась, что уже не держалась на проволоке, а упала на дно. Кожу от мяса отделить невозможно; все ткани стали мажущимися; запах сильный, гнилостный.

Рыбы, находившиеся в парах хрена и чеснока, также не оказались свежими, но гнилостный процесс (особенно благодаря чесноку) сильно задержан. Запах гнилостный, но поверхность рыбы почти без слизи; мясо довольно плотное; кожа отделяется с трудом.

Совершенно изумительное действие оказали пары горчицы: вид рыбы хороший, слизи нет, цвет рыбы такой же, как у свежей салаки. Гнилостного запаха нет, мясо плотное, нема-жущееся.

Провели исследования и на бактериях: делали посев на питательные среды с поверхности кожи и из «глубины», из тканей салаки.

На 13-й день в опытах с салакой, находившейся в атмосфере паров горчицы, почти не было обнаружено бактериальных зародышей. Салака как бы законсервировалась.

80 лет назад знаменитый французский ученый Л. Пастер провел опыты с водой, обеззараживая ее от бактерий путем нагревания. Он получил «святую воду», не загнивающую неопределенно долгое время.

Только что описанный опыт с салакой, несомненно, войдет в историю науки, как не менее яркий, чем опыт Пастера со «святой водой».

Особенно наглядно действие паров горчицы в опыте с полукилограммовой пикшей. Пикша подвешивалась в большом сосуде, на дно которого была помещена горчица. На 9-е сутки контрольная рыба разложилась и упала на дно, а опытный экземпляр и на 21-е сутки хранения имел вид свежей рыбы как с поверхности, так и внутри брюшной полости.

Даже следов гнилостного распада нет!

Не меньший интерес представляют опыты Г. Б. Дуброва с говяжьим мясом. В нестерильных условиях (не предохранялись от бактерий и плесеней) подвесили на крючке, продетом сквозь пробку, в стеклянном сосуде емкостью пол-литра несколько граммов говяжьего мяса. На дно сосудов помещали источники фитонцидов — измельченные части тех или иных растений.

Контролем служило мясо, находившееся в такой же посуде, но не подвергавшееся действию летучих фитонцидов. Температура опытов во всех случаях одинаковая. Сосуды очень плот-

но закрывались, чтобы предотвратить попадание из воздуха новых и новых бактерий и спор грибков.

На 3—5-е сутки мясо в сосуде без фитонцидов сильно плесневеет и загнивает. На поверхности оказывается обильная зловонная слизь. Мясо же, находившееся в летучих фитонцидах чеснока, хрена, в парах горчицы, и через 5 суток не имеет никаких признаков гниения и плесневения. Мясо, подвергавшееся воздействию фитонцидов хрена и горчицы, не отличалось по цвету и от контрольного. Мясо, находившееся в летучих фитонцидах лука, слегка заплесневело, но гнилостный процесс был задержан.

Наблюдения на глаз за некоторыми кусками мяса велись в течение года.

В других сосудах тщательный анализ, включая изучение количества и видов бактерий и плесеней, проводился на 5-е сутки, через две недели, через полгода и через год.

Спустя месяц не было, конечно, никакой надобности в продолжении наблюдений над контрольным мясом. Собственно мяса не было; была черная зловонная слизь — остатки от разложившегося и упавшего с проволоки на дно сосуда мяса.

Находившийся в атмосфере летучих фитонцидов хрена кусок мяса начал плесневеть и загнивать через полгода. Значит, или с самого начала не все споры грибков были убиты, или, несмотря на предосторожности, споры грибков попали впоследствии, когда выделение противогрибковых веществ давно уже прекратилось.

Мясо, находившееся в парах фитонцидов чеснока и в парах горчицы, гнилостному распаду не подверглось, но цвет мяса изменился. Что же произошло через год? Гниение мяса, находившегося в летучих фитонцидах хрена, бурно разыгралось. Мясо, находившееся в парах фитонцидов чеснока, покрылось редким мицелием плесени.

Совершенно потрясающий результат, которому трудно поверить, если самому не поставить опыт, был получен с кусками мяса, помещенными в атмосферу летучих фитонцидов листьев лавровиши и паров горчицы. Никаких признаков гниения мяса не было заметно и через год! Сделали срез мяса и убедились, что сохранилось даже тончайшее строение мышечных волокон.

Что же происходит? Ясно, что мощные фитонциды убили вскоре после постановки опытов все бактерии и плесени, находившиеся как на мясе, так и на стенках сосудов. В дальнейшем же благодаря хорошей закупорке сосудов попадание бактерий и грибков из воздуха было предотвращено.

К сожалению, эти опыты еще не являются руководством к действию, они представляют пока лишь только научный интерес.

* * *

Жизнь, практика предъявляют многочисленные требования к антисептикам, могущим быть использованными при хранении продуктов, и далеко не всякий фитонцид может быть использован в этом деле.

Фитонциды должны быть совершенно безвредными для клеток и тканей нашего организма, они не должны изменять питательные и вкусовые свойства пищевых продуктов. Многие и другие требования предъявляются в пищевой промышленности к антисептикам.

Вот почему интересные в научном отношении опыты с лавровицей не представляют практического интереса, так как фитонциды этого растения весьма ядовиты.

Гораздо больший интерес для практики имеют опыты с горчицей. Но даже в случае и этого пищевого растения необходимы еще большие исследования химиков, пищевиков, врачей и, в частности, специалистов по ядам, прежде чем что-либо спокойно, уверенно рекомендовать пищевой промышленности, повару в столовой, домашней хозяйке.

До сих пор ученые не дали еще нам точных инструкций по использованию фитонцидов при хранении мяса и рыбы. Надо быть терпеливыми и ожидать решающих результатов, а не только интересных предварительных исследований. Само собою разумеется, в таких исследованиях должен участвовать не человек с хорошим обонянием, а опытный химик, не случайный «дегустатор», а врачи-специалисты по ядам, витаминам и т. д.

По этому точному научному пути и идут сейчас ученые. Будем терпеливы. Может быть и не так долго придется ждать. Широкие перспективы открываются перед новаторами учеными и новаторами производства.

* * *

А нельзя ли растениями стерилизовать растения, нельзя ли использовать фитонциды для хранения плодов и овощей? Прекрасное начало исследованиям в этой области положил ряд исследователей. Первое исследование принадлежит О. Савчук, которая убедилась в возможности длительного хранения некоторых плодов в атмосфере летучих фитонцидов хрена.

А. Д. Сухачев доказал, что в течение многих месяцев удается сохранить плоды и ягоды в условиях комнатной температуры, если использовать фитонциды.

3 августа 1948 года на дно стеклянного сосуда Сухачев положил только что приготовленную кашицу из натертого хрена, а на перегородку, находящуюся примерно в середине со-

суда, положил ветви с ягодами крыжовника, смородины черной, белой и красной. Края сосуда он смазал вазелином и очень плотно закрыл сосуд крышкой. (рис. 35).

В течение 5 месяцев при 18—20° ягоды не испортились! Если, однако, открыть хоть на несколько минут крышку, то впоследствии ягоды заплесневеют. Это и понятно, так как летучие фитонциды хrena, надо полагать, убивают бактерии и плесневые грибки в первые минуты и часы, а затем их продукция исчерпывается. Если теперь открыть крышку сосуда и тем самым неизбежно внести из воздуха споры грибков и бактерий, то они начнут расти и размножаться, так как все фитонциды в давно положенной на дно кашице из хrena исчерпаны. Конечно, опыты Сухачева еще не являются руководством для практики, но какое увлекательное начало кладется этими опытами! Остается призвать исследователей к еще более смелым опытам по использованию фитонцидов.

В самых разных областях практики пытаются использовать фитонциды. Везде, где требуется затормозить рост микроорганизмов или убить их, пытаются воспользоваться интересными растительными «ядами» — фитонцидами.

Медицина, ветеринария, пищевая промышленность, сельское хозяйство, — эти и другие отрасли человеческой деятельности не могут не заинтересоваться фитонцидами. И везде требуется смелость, дерзание, полет творческой фантазии но-

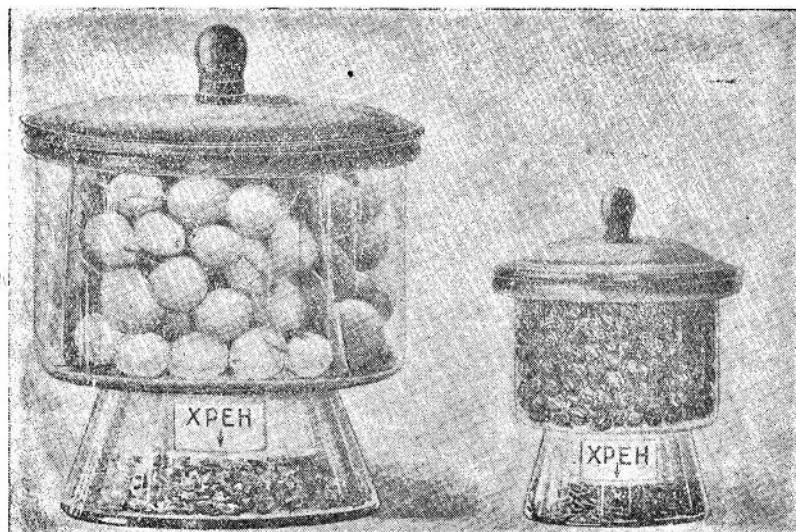


Рис. 35. Опыт с фруктами

ваторов и в то же время трезвые раздумья, осторожная, «при-
дирчивая» оценка фактов.

* * *

Книга, в которой я старался рассказать об одном из многочисленных открытий науки нашей Родины, окончена.

Обнаружены новые факты в природе. Они не должны пропасть. Особенно многое предстоит сделать медицине. Надо смелее пытаться использовать целебные вещества растений в качестве надбавки к целебным силам нашего организма. Проблема фитонцидов не должна стареть. Нужно работать!

Хочется думать, что завтрашний день принесет что-либо интересное, новое, полезное. И тогда встанет снова радостный для ученого вопрос — не пора ли снова отчитаться перед своим народом в своих научных деяниях.



СОДЕРЖАНИЕ

	<i>Стр.</i>
Предисловие	3
Что такое фитонциды	5
Как умирают микроорганизмы под влиянием фитонцидов:	
Почему умирают микроорганизмы под влиянием фитонцидов	33
Апельсин, лимон и мандарин	37
Гибель инфузорий от фитонцидов цитрусовых	43
О взаимоотношении растений и животных	53
Млекопитающие и фитонциды	67
Фитонциды и жизнь растения	86
Некоторые подробности о фитонцидах	103
Наука и жизнь	109
Медицина	110
Фитонциды и пищевая промышленность	121

Научный редактор — доктор биологических наук

А. В. Благовещенский

Редактор В. А. Голубкова

Техредактор Е. Н. Пергаменщик

А-09529. Сдано в промз. 14/VIII 1951. Подп. к печ. 6/XII 1951. Тираж 30.000.
Объем бум. л. 4. Печ. л. 8+4 цвет. вклейки. В 1 печ. л. 43.125 зн.
Учетн.-изд. л. 8.63. Формат бум. 60×92. Издат. изд. ИП-1-248.
Цена 3 р. 50 к. Заказ 294.

Типография Госкультпросвещиздата. Москва, чл. Маркса и Энгельса, д. 14.